

BoPHYS GmbH • Gewerbeallee 5 • 04821 Brandis

RICHTER Sportstättenkonzepte GmbH
Bachgasse 3
07629 Hermsdorf

Gesellschaft für bodenphysikalische Untersuchungen mbH

- Prüfstelle für Sportplatzbau
- Prüfstelle Erd- und Straßenbau
- Zugelassene Prüfstelle im Rahmen der RAL-Gütesicherung Dachsubstrate

Ihr Zeichen / Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen
Le/I-2980821/470

Datum
05. November 2021

Geotechnischer Bericht

Bauvorhaben: 95460 Bad Berneck, Sportplatzweg 4
Sportanlage des SV Röhrendorf

Betreff: Umbau Rasenspielfeld in Kunstrasenspielfeld

Untersuchung: Voruntersuchung nach DIN 18035-7

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Jörg Lehmann
BoPHYS GmbH

Projekt-Nr.: 2980821/470

Geschäftsführer: Amtsgericht Leipzig: HRB 8046 Gewerbeallee 5 Tel.: 03 42 92 / 64 10 80 BoPHYS@t-online.de
Georg Armbruster Steuer-Nr. FA Eilenburg: 04821 Brandis Fax: 03 42 92 / 64 10 81 www.BoPHYS.de
Jörg Lehmann 232 / 106 / 04479
Bankverbindung: Sparkasse Leipzig IBAN: DE20 8605 5592 1172 0258 23 BIC-/SWIFT-Code: WELADE8LXXX

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Anlass und Auftrag	4
2. Durchgeführte Untersuchungen	4
3. Allgemeine Angaben zum Baugebiet	5
3.1 Angaben zum Bauwerk.....	5
3.2 Aufschlusspunkte	5
3.3 Allg. geologischer Überblick	6
3.4 Frosteinwirkung und Erdbebenzone	6
4. Untersuchungsergebnisse	6
4.1 Bodenschichtung	6
4.1.1 Standort Rasenspielfeld.....	6
4.1.2 Standort Flutlichtmasten	7
4.2 Wasserverhältnisse	9
4.3 Tragfähigkeit.....	9
4.4 Wasserinfiltration	10
4.5 Laboruntersuchungen.....	10
4.5.1 Korngrößenverteilung	10
4.5.2 Deklarationsanalysen	11
4.5.3 Betonaggressivität	12
5. Bodenkenngrößen	13
5.1 Bodenklassifikation.....	13
5.2 Frostempfindlichkeit.....	15
6. Beurteilung Schichtenaufbau Rasenspielfeld	15
6.1 Oberboden	15
6.2 Baugrund.....	15
7. Aufbauempfehlung Kunstrasenspielfeld	17
7.1 Aufbauempfehlung 1	17
7.2 Aufbauempfehlung 2	19
8. Gründungsempfehlung Fundamente - Flachgründung	21
8.1 Allgemeine Gründungsfolgerungen	21
8.2 Bodenmechanische Kennwerte	24
8.3 Angaben zur Bemessung der Gründung.....	25
8.4 Wiederverwendbarkeit von Aushubmaterial.....	26
9. Schlussbemerkungen	26-27

Verzeichnis der Anlagen

Lage der Aufschlusspunkte	Anlage 1
Schichtenprofile	Anlage 2
Korngrößenverteilung	Anlage 3
Deklarationsanalysen nach LAGA	Anlage 4
Deklarationsanalysen auf Betonaggressivität	Anlage 5

1. Anlass und Auftrag

In Bad Berneck ist die Sanierung von Sportanlagen vorgesehen. Für die weitere Planung sowie zur Standortauswahl ist an der Sportanlage des SV Röhrendorf im Ortsteil Escherlich/ Bad Berneck, Sportplatzweg 4, eine Voruntersuchung zum Umbau des Rasenspielfeldes in ein Kunstrasenspielfeld vorzunehmen.

Von dem Planungsbüro Richter Sportstättenkonzepte GmbH, vertreten durch Herrn Richter, erhielten wir mit Schreiben vom 22.09.2021 gemäß unserem Angebot vom 20.09.2021 den Auftrag, eine Voruntersuchung zur Erkundung des Standortes und der obersten Baugrundzone durchzuführen. Desweiteren ist für die Gründung der Flutlichtmasten der Standort zu untersuchen. Die Untersuchungsergebnisse sind in Form eines Gutachtens mit Aufbauempfehlung für das Kunstrasenspielfeld und Angaben zu Bodenkennwerten für die Bemessung der Flutlichtmastfundamente vorzulegen.

Folgende Unterlagen wurden uns am 16.10.2021 übergeben:

U1 ... Lage- und Höhenplan, Sportanlage Escherlich, Maßstab 1 : 250
Vermessungsbüro Jörg Schneider vom 15.10.2021

2. Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse fanden am 04. und 05. Oktober 2021 jeweils Ortstermine zur Voruntersuchung statt. Zur Erkundung des Oberbaus und der oberen Baugrundzone wurden auf dem Rasenspielfeld 4 Stück Aufschlüsse mittels Handschürfen und Bohrsondierungen bis max. 1,5 m Tiefe ausgeführt. Zur Ermittlung der Tragfähigkeit im Bereich des geplanten Kunstrasenspielfeldes wurden Tragfähigkeitsprüfungen mittels dynamischen Plattendruckversuchs im Handschurf durchgeführt. Des Weiteren erfolgte an der Baugrundsicht im Bereich des geplanten Kunstrasenspielfeldes die Bestimmung der Wasserinfiltrationsrate im Feldversuch. Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse an den Flutlichtmaststandorten wurden 6 Stück Rammkernsondierungen bis max. 6,0 m Tiefe niedergebracht. Die Lage der Aufschlüsse ist der Lageskizze, **Anlage 1**, zu entnehmen.

Die Schichten aus den Aufschlüssen wurden ingenieurgeologisch nach DIN EN ISO 14688-1 und DIN 18196 aufgenommen. Die Ergebnisse der Schichtenaufnahme sind in **Anlage 2** in Form von Schichtenprofilen dargestellt.

Aus den Aufschlüssen wurden gestörte Materialproben zu weiteren Untersuchungen und Einstufungen entnommen und in unserer Prüfstelle wie folgt untersucht:

1. Korngrößenverteilung
2. Deklarationsanalysen nach LAGA-Boden
3. Betonaggressivität

3. Allgemeine Angaben zum Baugebiet

3.1 Angaben zum Bauwerk

Es ist vorgesehen, das Rasenspielfeld in ein Kunstrasenspielfeld umzubauen. Nach Angaben durch Herrn Richter vom 30.10.2021, Richter Sportstättenkonzepte GmbH, wird auf Grund der Bestandshöhenlage der Platz mit einem einseitigen Gefälle, Gefälle vom Vereinshaus (Süden) gesehen in Richtung hintere Böschung (Norden), geplant. Ein Aufbau der Sportanlage in die Höhe ist möglich. Die hintere, nördliche Böschung/Hang weist nach dem Vermessungsplan (U1) eine Höhe von ca. 3 m im nordwestlichen Eckbereich und 4,2 m im nordöstlichen Eckbereich auf. Es ist der Bau einer Flutlichtanlage mit 4 Stück bzw. 6 Stück Flutlichtmasten vorgesehen. Die Gründung der Flutlichtmasten soll über Einzelfundamente, Breite/Länge ca. 2 m und Tiefe ca. 2 m, erfolgen.

Die bauliche Anlage hinsichtlich des Umbaus des Naturrasenspielfeldes wird der geotechnischen Kategorie GK 1 nach DIN 4020 zugeordnet.

3.2 Aufschlusspunkte

Rasenspielfeld: A 1 bis A 4
Flutlichtmaststandorte: RKS 1 bis RKS 6

Die Höhen der Aufschlusspunkte wurden aus dem Vermessungsplan (U1) interpoliert und sind als ca.-Werte wie folgt angegeben:

Aufschluss	Höhe
A 1	457,90 m
A 2	457,70 m
A 3	458,05 m
A 4	458,20 m

Aufschluss	Höhe
RKS 1	457,70 m
RKS 2	457,60 m
RKS 3	457,10 m
RKS 4	458,10 m
RKS 5	458,10 m
RKS 6	458,15 m

Tabelle 1: Aufschlusshöhen

A ... Handschürfen mit Bohrsondierungen
RKS ... Rammkernsondierungen

3.3 Allgemeiner geologischer Überblick

Im Untergrund des Untersuchungsgebietes stehen Amphibolite aus dem Ordovizium an. Darüber lagern Tonschiefer des Unter- bis Mitteldevons. Die Tonschiefer sind als Festgestein oder Zersatz anzutreffen. In der oberen Baugrundzone sind anthropogene Böden und aufgefüllte Böden des Tonschiefers nicht auszuschließen.

3.4 Frosteinwirkung und Erdbebenzone

Nach der Karte der Bundesanstalt für Straßenwesen ist das Gebiet der Sportanlage in Bad Berneck der Frosteinwirkungszone III zuzuordnen.

Bad Berneck gehört zu keiner Erdbebenzone (DIN 4149).

4. Untersuchungsergebnisse

4.1 Bodenschichtung

4.1.1 Standort Rasenspielfeld (A 1 bis A 4)

Schicht	Bodenschichtung	Tiefe unter Oberkante Rasenfläche
Oberbau (O)		
O	Oberboden (Rasentragschicht) - DIN EN ISO14688 Schluff, stark sandig, schwach kiesig, humos (durchwurzelt) - DIN 18196 Schluff bis gemischtkörniger Boden mit Beimengungen humoser Art (SU*, OH, OU) - Farbe: braun	17 – 22 cm
Baugrundsichtung		
1	Baugrund – aufgefüllter Kies-Schluff-Boden (Tonschiefer) - DIN EN ISO14688 Kies, stark schluffig, sandig, steinig / Schluff, stark sandig, fein- bis mittelkiesig / Kies (Schotter) – gebrochener Naturstein aus Tonschiefer, Kantenlänge bis 12 cm - DIN 18196 Kies-Sand-Schluff-Gemisch (SU*, GU*, UL, TL) - Farbe: graubraun, braun	80 – 160 cm

Tabelle 1a: Baugrundsichtung

Schicht	Bodenschichtung	Tiefe unter Oberkante Rasenfläche
2	Baugrund – Kies-Schluff-Boden (Tonschiefer) - DIN EN ISO14688 Kies, stark schluffig, sandig / Kies, sandig, schwach schluffig / Schluff, stark sandig, schwach kiesig – gebrochener Naturstein aus Tonschiefer, Kantenlänge bis 10 cm - DIN 18196 Kies-Sand-Schluff-Gemisch (SU*, GU*, UL, TL) - Farbe: grau, braun	bis 160 cm

Tabelle 1b: Baugrundschiehtung

In allen Aufschlüssen wurde die Schichtuntergrenze der Baugrundschieht 1 und 2 nicht erkundet. Die Aufschlusstiefe betrug maximal 1,6 m unter Geländeoberkante.

Folgende Schichtdicken des Oberbaus wurden am Rasenspielfeld erkundet:

Schicht	Schichtbezeichnung	Schichtdicke
O	Oberboden (Rasentragschicht)	22 cm 19 cm 21 cm 17 cm

Tabelle 1c: Schichtdicken Oberbau Rasenspielfeld

4.1.2 Standort Flutlichtmasten (RKS 1 bis RKS 6)

Schicht	Bodenschichtung	Tiefe unter Oberkante Gelände
Oberbau (O)		
O	Oberboden - DIN EN ISO14688 Schluff, stark sandig, schwach kiesig, humos (durchwurzelt) - DIN 18196 Schluff bis gemischtkörniger Boden mit Beimengungen humoser Art (SU*, OH, OU) - Farbe: braun	15 – 30 cm

Tabelle 2a: Baugrundschiehtung

Schicht	Bodenschichtung	Tiefe unter Oberkante Gelände
Baugrundschiichtung		
1	Baugrund – aufgefüllter Kies-Schluff-Boden (Tonschiefer) - DIN EN ISO14688 Kies, stark schluffig, sandig / Kies, sandig, schwach schluffig / Schluff, stark sandig, fein- bis mittelkiesig / Sand, schluffig, kiesig / Grobsand, kiesig – gebrochener Naturstein aus Tonschiefer, Kantenlänge bis 12 cm - DIN 18196 Kies-Sand-Schluff-Gemisch (SW; SU, SU*, GU, GU*, UL, TL) - Farbe: grau, braun, graubraun	140 – 300 cm
2	Baugrund – Kies-Schluff-Boden (Tonschiefer) - DIN EN ISO14688 Fein- bis Mittelkies, stark sandig, schwach schluffig / Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig / Schluff, stark kiesig, feinsandig / – gebrochener Naturstein aus Tonschiefer, Kantenlänge bis 10 cm - DIN 18196 Kies-Sand-Schluff-Gemisch (GU, GU*, UL, TL) - Farbe: grau, braun, hellgrau - Konsistenz: steif, halbfest	100 - 570 cm
3	Baugrund – Tonschiefer-Zersatz - DIN EN ISO14688 Sand, schluffig, stark fein- bis mittelkiesig / Fein- bis Mittelkies, stark sandig, schwach schluffig / Schluff, feinsandig, schwach tonig, kiesig, steinig / – gebrochener Naturstein aus Tonschiefer, Kantenlänge bis 12 cm - DIN 18196 Kies-Sand-Schluff-Gemisch (SU*, GU, GU*, UL, TL) - Farbe: graubraun, hellbraun, dunkelgrau, grau, braun - Konsistenz: steif, halbfest	600 cm

Tabelle 2b: Baugrundschiichtung

In allen Aufschlüssen wurde die Schichtuntergrenze der Baugrundschiicht 3 nicht erkundet. Die Aufschlusstiefe betrug maximal 6 m unter Geländeoberkante. Abbruch bei 3,1 m sowie 4,2 m und 4,3 m, da kein Ramm-Bohrfortschritt infolge des Festgesteinzersatz möglich war.

4.2 Wasserverhältnisse

Schichten- bzw. Grundwasser wurde im Rahmen der Voruntersuchung wie nachfolgend erkundet. Es ist nicht auszuschließen, dass sich in Abhängigkeit der Jahreszeit und der Niederschlagsverhältnisse Schichtenwasser auf der Baugrundsicht 1 anstauen kann.

Aufschluss	Wasserstand nach Bohrende unter GOK	Wasserstand nach Bohrende (Höhe)
RKS 1	3,9 m	453,80 m
RKS 2	-	-
RKS 3	-	-
RKS 4	1,15 m	456,95 m
RKS 5	1,15 m	456,95 m
RKS 6	2,0 m	456,15 m

Tabelle 3: Wasserverhältnisse

4.3 Tragfähigkeit

Die Ermittlung der Tragfähigkeit erfolgte nach TP BF-StB, Teil B 8.3. Folgende Ergebnisse wurden ermittelt:

Aufschluss	Schicht	Schichtbezeichnung	Tiefe uGOK (cm)	E_{vd} - Wert (MN/m ²)
A 1	1	Baugrund – aufgefüllter Kies-Schluff-Boden (Tonschiefer)	22	12,88
A 3	1	Baugrund – aufgefüllter Kies-Schluff-Boden (Tonschiefer)	25	14,87

Tabelle 4: Tragfähigkeit

In Hinblick auf den Umbau in Kunstrasenbelagsbauweise wird nach DIN 18035-7 folgende Anforderung an die Tragfähigkeit gestellt:

OK Baugrundsicht

$$E_{v2} - \text{Wert} \geq 45 \text{ MN/m}^2$$

$$(E_{vd} \geq 30 \text{ MN/m}^2)^{1)}$$

¹⁾ ... Bei der Angabe der Anforderung des E_{v2} -wertes als E_{vd} -Wert wurde bei den anstehenden Bodenarten aus Erfahrung mit gleichartigen Böden ein Korrelationsfaktor von 1,5 zugrunde gelegt.

4.4 Wasserinfiltrationsrate

Die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit erfolgte durch Ermittlung der Wasserinfiltrationsrate und DIN EN 12616. Folgendes Ergebnis wurde ermittelt:

Aufschluss	Schicht	Schichtbezeichnung	Tiefe uGOK (cm)	Wasser- infiltrationsrate I _c (mm/h)	Anforderung DIN 18035
A 1	1	Baugrund – aufgefüllter Kies- Schluff-Boden (Tonschiefer)	22	< 20 ¹⁾	≥ 72 mm/h (Kunstrasenplatz Baugrund)

Tabelle 5: Wasserinfiltrationsrate

¹⁾ ... Versuchsabbruch bei 20 mm/h, da nur eine geringe Wasserinfiltration messbar war.

4.5 Laboruntersuchungen

4.5.1 Korngrößenverteilung

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung erfolgte zur Angabe von Homogenbereichen an den entnommenen Proben gemäß DIN EN ISO 17892-4. Die Untersuchungsergebnisse sowie die graphischen Darstellungen als Körnungslinien sind der **Anlage 3** zu entnehmen. Die Ergebnisse der Versuche gehen darüber hinaus in die Benennung und Beschreibung der Böden ein. Folgende Ergebnisse wurden ermittelt:

Aufschluss	Schicht	Schichtbezeichnung	Entnahmetiefe (cm)	Korn d ≤ 0,063 mm (M.-%)
A 1 / P 1	1	Baugrund – aufgefüllter Kies- Schluff-Boden (Tonschiefer)	22 – 160	31,4
A 3 / P 1	1		22 – 80	43,5
RKS 1 / 2	1		70 – 420	36,7
RKS 1 / 3	2	Baugrund – Kies- Schluff-Boden (Tonschiefer)	420 – 570	13,5
RKS 2 / 3	2		250 – 560	20,4
RKS 4 / 1	2		20 – 200	13,8
RKS 3 / 5	3	Baugrund – Tonschiefer-Zersatz	550 – 600	25,9
RKS 4 / 2	3		200 – 420	14,4

Tabelle 6: Gehalt an Feinteilen

4.5.2 Deklarationsanalysen nach LAGA-Boden

Im Rahmen der Voruntersuchung wurde an folgender Probe eine Deklarationsanalyse ausgeführt.

MP 1 Baugrund: Baugrundsicht 1 - aufgefüllter Kies-Schluff-Boden
 (Tonschiefer)
 - A 1 / P 1, Tiefe von 22 – 160 cm
 - A 3 / P 1, Tiefe von 22 – 80 cm
 - RKS 2 / P 2, Tiefe von 50 – 250 cm
 - RKS 3 / P 2, Tiefe von 30 – 300 cm
 Untersuchung ⇒ LAGA Boden bei unspezifischen Verdacht mit
 Fremdbestandteile
 (Zuordnung „Lehm/Schluff“)

Auf Grund der Untersuchungsergebnisse, die der **Anlage 4** zu entnehmen sind, kann folgende Zuordnung der Analysewerte für die Probe getroffen werden:

		MP 1 Baugrund (Baugrundsichten 1)
Untersuchung	zuordnungsrelevante Parameter	Zuordnungswert LAGA Boden
Feststoff	Arsen, TOC	Z 1
	weitere LAGA typische Parameter	Z 0
Eluat	alle LAGA typischen Parameter	Z 0
LAGA Boden Zuordnungswert		Z 1

Tabelle 7: Deklaration LAGA-Boden

Nach den Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) wird in Abhängigkeit von den festgestellten Schadstoffgehalten (Zuordnungswert) der zu verwertende Boden Einbauklassen zugeordnet:

- LAGA-Zuordnungswert Z 0: uneingeschränkter Einbau (Einbauklasse 0)
- LAGA-Zuordnungswert Z 1: Eingeschränkter offener Einbau (Einbauklasse 1)
- LAGA-Zuordnungswert Z 2: Eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen (Einbauklasse 2)
- LAGA-Zuordnungswert > Z 2: keine Verwertung

Wird eine Ablagerung in Deponien vorgesehen, sind die gültigen Entsorgerkriterien des Entsorgers einzuhalten.

4.5.3 Betonaggressivität

Die Prüfung auf Betonaggressivität Boden erfolgte an der Probe:

MP 2 Baugrund: Baugrundsicht 1 - aufgefüllter Kies-Schluff-Boden
 Baugrundsicht 2 - Kies-Schluff-Boden
 Baugrundsicht 3 – Tonschiefer-Zersatz
 - RKS 1 / P 2, Tiefe von 70 – 420 cm
 - RKS 2 / P 2, Tiefe von 50 – 250 cm
 - RKS 3 / P 2, Tiefe von 20 – 200 cm
 - RKS 4 / P 1, Tiefe von 50 – 250 cm
 - RKS 5 / P 2, Tiefe von 100 – 430 cm
 - RKS 6 / P 3, Tiefe von 140 – 310 cm

Folgendes Ergebnis wurde ermittelt (**Anlage 5**):

Probe	zuordnungsrelevante Parameter	IST-Wert	Zuordnung Expositionsklasse
MP 2	Säuregrad	60 mg/kg	< XA1
	Sulfat	180 mg/kg	< XA1

Tabelle 8: Betonaggressivität

Das Baugrundmaterial liegt mit den ermittelten Werten unterhalb der Grenze für chemisch schwach angreifende Umgebung.

5. Bodenkenngrößen

5.1 Bodenklassifikation

Nach DIN 18196 sind die Bodenarten für bautechnische Zwecke in Gruppen mit annähernd gleichem stofflichen Aufbau und ähnlichen bodenphysikalischen Eigenschaften zusammenzufassen. Nach DIN 18300, Ausgabe 2015, sind Böden entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen in Homogenbereiche einzuteilen. Der Homogenbereich ist ein begrenzter Bereich, der für einsetzbare Erdbaugeräte vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Parameter Boden	Homogenbereich A	Homogenbereich B
Schicht nach Baugrundgutachten	O	1
ortsübliche Bezeichnung	Oberboden (Rasentragschicht)	Baugrund – aufgefüllter Kies-Schluff-Boden (Tonschiefer)
Bodengruppe DIN 18196	SU*, OH, OU	SU*, GU*, UL, TL
Bodenklasse DIN 18300 (2012)	1, 4	4, 5
Massenanteil Steine über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m ³ Rauminhalt	≤ 30 %	≤ 30 % (> 30 % möglich)
Massenanteil Steine über 0,01 m ³ bis 0,1 m ³ Rauminhalt	--	≤ 30 %
Korngröße (Anlage 3)	Schluff, stark sandig, schwach kiesig	Kies, stark schluffig, sandig / Schluff, stark sandig, fein- bis mittelkiesig / Kies (Schotter)
Tragfähigkeit	--	Evd ca. 12 - 14 MN/m ²
Deklaration	keine Untersuchung	LAGA Z 1

Tabelle 9a: Bodengruppen und -klassen

Parameter Boden	Homogenbereich C	Homogenbereich D
Schicht nach Baugrundgutachten	2	3
ortsübliche Bezeichnung	Baugrund – Kies-Schluff-Boden (Tonschiefer)	Baugrund – Tonschiefer-Zersatz
Bodengruppe DIN 18196	SU*, GU*, UL, TL	SU*, GU, GU*, UL, TL
Bodenklasse DIN 18300 (2012)	4, 5, 6	4, 5, 6
Massenanteil Steine über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m ³ Rauminhalt	≤ 30 % (> 30 % möglich)	≤ 30 % (> 30 % möglich)
Massenanteil Steine über 0,01 m ³ bis 0,1 m ³ Rauminhalt	≤ 30 %	≤ 30 % (> 30 % möglich)
Korngröße (Anlage 3)	Kies, stark schluffig, sandig / Kies, sandig, schwach schluffig / Schluff, stark sandig, schwach kiesig / Fein- bis Mittelkies, stark sandig, schwach schluffig / Kies, sandig, schwach schluffig bis schluffig / Schluff, stark kiesig, feinsandig	Sand, schluffig, stark fein- bis mittelkiesig / Fein- bis Mittelkies, stark sandig, schwach schluffig / Schluff, feinsandig, schwach tonig, kiesig, steinig
Tragfähigkeit	--	--
Deklaration	keine Untersuchung	keine Untersuchung

Tabelle 9b: Bodengruppen und -klassen

Angaben zu den angetroffenen Wassergehalten an den Böden sind der Anlagen 3 zu entnehmen. Diese Wassergehalte stellen den Zustand zum Zeitpunkt der Probenahme dar und können zum Zeitpunkt der Baumaßnahme abweichen.

5.2 Frostempfindlichkeit

Die im Untersuchungs Gelände anstehenden Baugrundböden sind folgender Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB zuzuordnen:

Baugrundsicht	Frostempfindlichkeitsklasse
Baugrundsicht 1 – aufgefüllter Kies-Schluff- Boden (Tonschiefer)	F 3 –sehr frostempfindlich
Baugrundsicht 2 und 3 – Kies-Schluff-Boden (Tonschiefer) und Tonschiefer-Zersatz	F 2 bis F 3–mittel bis sehr frostempfindlich

Tabelle 10: Frostempfindlichkeit

6. Beurteilung Schichtenaufbau Rasenspielfeld

Für die Beurteilung des Schichtenaufbaus liegt in Hinblick auf den Umbau der Sportanlage in ein Kunstrasenspielfeld die DIN 18035-7, Ausgabe 2019, zugrunde.

6.1 Oberboden

Der Oberboden (Schicht O) setzt sich aus einem humosen, stark sandigen und schwach kiesigen Schluff zusammen und wurde an den Aufschlussstellen in einer Schichtdicke von 17 cm bis 22 cm vorgefunden. Der Oberboden ist für eine Wiederverwendung bei Kunstrasenspielfeldern nicht geeignet und ist auszubauen und fachgerecht zu verwerten bzw. zu entsorgen.

Der unter dem Oberboden anstehende Boden (Baugrundsicht 1) weist teilweise die gleiche Farbe wie der Oberboden auf. Eine Trennung der Schichtgrenze ist durch bodenphysikalische Eigenschaften, wie in den Tabellen 9a beschrieben, definiert.

6.2 Baugrund

Die in der obersten Baugrundzone anstehenden Böden der Baugrundsicht 1 aus Kies-Schluff-Gemischen sind als sehr witterungs- und frostempfindlich einzustufen. Erdarbeiten werden bei trockener Witterung empfohlen.

Der aus der Wasserinfiltrationsrate ermittelte Wert, Tabelle 5, lässt im Sinne der DIN 18035-7 eine unzureichende Wasserdurchlässigkeit beurteilen. Der Einbau von Entwässerungseinrichtungen in den Baugrund mit Anschluss an die Vorflut ist zwingend erforderlich.

Die Gründung der Sportanlage erfolgt in der Baugrundsicht 1. Auf dieser Baugrundsicht wird die an die Tragfähigkeit gestellte Anforderung für Baugrundböden bei Kunststoffflächen deutlich *nicht* erfüllt, Tabelle 4. Mit dem Umbau des Rasenspielfeldes in ein Kunstrasenspielfeld ist für die Gründung eine Baugrundverbesserung erforderlich.

Zum Erreichen einer ausreichenden Tragfähigkeit auf dem Baugrundplanum empfehlen wir eine Baugrundverbesserung in einer Dicke von mindestens 30 cm durch Bodenaustausch. Die genaue Dicke des Bodenaustausches sollte durch Anlage von Versuchsfeldern ermittelt werden.

Das anstehende Baugrundmaterial der Baugrundsicht 1 ist im Sinne der Sportplatznorm als nicht tragfähig zu bewerten und ist für einen Wiedereinbau nicht geeignet. Nicht einbau- und verdichtungsfähige Böden sind auszubauen sowie fachgerecht zu entsorgen und durch einen verdichtungsfähigen Ersatzboden, wie unten als Bodenaustauschmaterial beschrieben, zu ersetzen. Wir empfehlen, diese Leistung im Leistungsverzeichnis zu berücksichtigen.

Bei dem Bodenaustausch wird als Bodenaustauschmaterial ein geeignetes grobkörniges verdichtungsfähiges Material der Körnung 0/32 bis 0/45 mm (GW, GU) empfohlen. Der Feinkornanteil sollte ca. 10 M.-% nicht übersteigen. Sollte als Bodenaustauschmaterial ein frostsicherer Boden (Frostschutzmaterial 0/32 bis 0/45 mm aus dem Straßenbau, Feinkornanteil < 5 M.-%) verwendet werden, kann der Bodenaustausch teilweise zum frostsicheren Aufbau herangezogen werden.

Eine weitere Variante der Baugrundverbesserung ist die Bodenverbesserung mittels Bindemittel. Für die Ausführung der Bodenverbesserung mittels Bindemittel ist vorab eine Eignungsprüfung zur Ermittlung der Bindemittelart und Bindemittelmenge zwingend auszuführen. Für kalkulatorische Zwecke kann bei einer Bodenverbesserung gemäß dem „Merkblatt über Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln“ von einer Bindemittelzugabemenge von ca. 3 bis 5 M.-% ausgegangen werden. Dies entspricht schätzungsweise bei einer lagenweise Einarbeitungstiefe des Bindemittels von 30 cm auf 1 m² ca. 21 kg bis 35 kg Bindemittel. Als Bindemittel wird ein Kalk oder Mischbinder (Kalk-Zement) empfohlen.

Die Bindemittelart und Bindemittelmenge sind durch eine Eignungsprüfung gemäß ZTV E-StB zwingend zu ermitteln. Die Frästechnik zur Einarbeitung des Bindemittels ist auf die anstehende Bodenart (Tonschiefer, Hinweise Tabelle 9) abzustimmen. Gegebenenfalls ist der Einsatz einer Steinfräse zu kalkulieren.

Die Bodenverbesserungstiefe beträgt ca. 30 cm. Die oben angegebenen Bindemittelmengen ersetzen keine Eignungsprüfung! Das Ergebnis aus der Eignungsprüfung ist maßgebend und kann von den oben angegebenen Bindemittelmengen und der Bindemittelart abweichen.

Durch eine Bodenverbesserung mittels Bindemittel ergibt sich eine mit Bindemittel verbesserte Baugrundsicht, welche einem neuen Homogenbereich nach dem Abbinden und erneutem Lösen zuzuordnen ist, Homogenbereich B*: Böden aus dem Homogenbereich B, verbessert und verfestigt mit Bindemittel, mittelschwer bis schwer lösliche Böden.

Die Verdichtung der Schichten/Lagen im Baugrund-Unterbau hat gemäß DIN 18035-7 für gemischt und feinkörnige Böden auf einen Verdichtungsgrad von $D_{pr} \geq 97\%$ zu erfolgen. Für die Erdarbeiten gelten die DIN 18035-7 und die ZTV E-StB 17.

Das auszubauende Material ist fachgerecht zu verwerten/entsorgen. Die anstehende Baugrundsicht 1 weist hinsichtlich Deklarationsanalyse nach LAGA eine Zuordnung von Z 1 auf. Ausgebaute Böden sind fachgerecht zu verwerten/entsorgen. Der Wiedereinbau als Unterbau in Sportanlagen ist nach der „Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20“ bis Z 1.2 zulässig.

7. Aufbauempfehlung Kunstrasenspielfeld

Die nachfolgenden Aufbauempfehlungen erfolgen auf der Grundlage der durchgeführten Feld- und Laboruntersuchungen entsprechend der DIN 18035-7. Die Aufbauempfehlungen basieren auf der Grundlage, dass die Oberkante Kunstrasenspielfeld über der derzeitigen Geländehöhe des Rasenspielfeldes liegt.

Nach der Frosteinwirkungszone (III) für die Region Bad Berneck und der Frostempfindlichkeitsklasse (F3) des Baugrundes wird für das Kunstrasenspielfeld ein frostsicherer Oberbau von mind. 45 cm empfohlen. Des Weiteren sind auf Grund des nicht tragfähigen Baugrundes Bodenverbesserungsmaßnahmen erforderlich. Der Einbau von Entwässerungseinrichtungen ist erforderlich.

Sollte ein Aufbau in die Höhe erfolgen können, kann der Bodenabtrag in die Baugrundtiefe reduziert werden. Der Aufbau in die Höhe ist planerisch zu prüfen. Der frostsichere Aufbau kann sich aus einer frostsicheren Baugrundverbesserungsschicht und dem Oberbau zusammensetzen.

7.1 Aufbauempfehlung 1 - Oberfläche Kunstrasenspielfeld ca. 15 cm über derzeitige Rasenspielfeldhöhe

- Abtrag und fachgerechte Verwertung/Entsorgung des Oberbodens (Schicht O) und der Baugrundsicht 1 bis ca. 30 cm unter Oberkante Gelände.
- Ausführung einer Bodenverbesserung mittels Bindemittel in einer Tiefe von 30 cm. Angaben zur Bodenverbesserung mittels Bindemittel unter Punkt 6.2. Einsatz einer Steinfräse zum Einarbeiten des Bindemittels ist einzukalkulieren.
- Profilieren und verdichten der baugrundverbessernden Schicht als Erdplanum nach DIN 18035-7. Nachweis der Tragfähigkeit auf dem Erdplanum, E_{v2} -Wert $\geq 45 \text{ MN/m}^2$, $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$.

- Einbau von Dränrohre in Drängräben mit Anschluss an die Vorflut in einem Abstand von 6 m quer zum Gefälle. Der Dränpackungsbaustoff für die Verfüllung muss den Vorgaben der DIN 18035-3 entsprechen und innerhalb des Körnungsbereiches zwischen 0,06 bis 32 mm liegen. Von dem Dränpackungsbaustoff sind gegen die Sohle und die Wände des Dränstranges die Filterregeln einzuhalten. Werden von dem Dränpackungsbaustoff die Filterbedingungen nicht erfüllt, ist zwischen Dränpackung und dem anstehenden Boden ein Filterstoff fachgerecht einzubauen. Der Aushub ist aufzunehmen und fachgerecht zu entsorgen.
- Weiterer Aufbau Oberbau in einer Dicke von ca. 45 cm wie folgt in zwei Varianten:

Variante 1: Aufbau Oberbau mit gebundener elastischen Tragschicht
(Gesamtdicke ca. 45 cm)

- Einbau einer unteren Tragschicht ohne Bindemittel (untere Lage) in einer Dicke von 30 cm im verdichteten Zustand der Körnung 0/32 bis 0/45 mm. Profilieren und Verdichten der Schicht. Anforderung an den Baustoff: Wasserdurchlässigkeit $k^* \geq 0,02$ cm/s nach DIN 18035-7. Die Eignung des Materials ist durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen.
- Einbau einer oberen Tragschicht ohne Bindemittel (obere Lage) in einer Dicke von 10 cm der Körnung 0/16 mm bis 0/22 mm. Profilieren und Verdichten der Schicht. Anforderung an den Baustoff: Wasserdurchlässigkeit $k^* \geq 0,02$ cm/s nach DIN 18035-7. Die Eignung des Materials ist durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen. Auf dem Planum der Tragschicht ohne Bindemittel sind ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 60$ MN/m² und ein Verhältniswert $\leq 2,5$ nachzuweisen.
- Einbau einer gebundenen elastischen Tragschicht auf obere Tragschicht in einer Dicke von 3,5 cm. Die Anforderungen der DIN 18035-7 sind einzuhalten.
- Verlegen des Kunstrasenbelages entsprechend vorgesehener Nutzung nach DIN EN 15330-1. Eignungsnachweis gemäß DIN EN 15330-1 ist vorzulegen.

Variante 2: Aufbau Oberbau mit Asphalttschicht
(Gesamtdicke ca. 45 cm)

- Einbau einer unteren Tragschicht ohne Bindemittel (untere Lage) in einer Dicke von 25 cm im verdichteten Zustand der Körnung 0/32 bis 0/45 mm. Profilieren und Verdichten der Schicht. Anforderung an den Baustoff: Wasserdurchlässigkeit $k^* \geq 0,02$ cm/s nach DIN 18035-7. Die Eignung des Materials ist durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen.

- Einbau einer oberen Tragschicht ohne Bindemittel (obere Lage) in einer Dicke von 10 cm der Körnung 0/16 mm bis 0/22 mm. Profilieren und Verdichten der Schicht. Anforderung an den Baustoff: Wasserdurchlässigkeit $k^* \geq 0,02$ cm/s nach DIN 18035-7. Die Eignung des Materials ist durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen. Auf dem Planum der Tragschicht ohne Bindemittel sind ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 60$ MN/m² und ein Verhältniswert $\leq 2,5$ nachzuweisen.
- Einbau einer Asphalttschicht in einschichtiger Bauweise in einer Dicke von 5 cm. Die Anforderungen der DIN 18035-7 sind einzuhalten.
- Einbau einer Elastikschicht in einer Dicke von 2,5 cm. Die Anforderungen der DIN 18035-7 sind einzuhalten.
- Verlegen des Kunstrasenbelages entsprechend vorgesehener Nutzung nach DIN EN 15330-1. Eignungsnachweis gemäß DIN EN 15330-1 ist vorzulegen.

Hinweis: Ein Zufließen von Oberflächenwasser auf die Sportanlage ist durch den Einbau von Hangdränagen zu vermeiden. Auf Grund der angrenzenden Baumbestände ist der Einbau eines Wurzelschutzes zu prüfen und gegebenenfalls vorzunehmen.

7.2 Aufbauempfehlung 2 - Oberfläche Kunstrasenspielfeld ca. 35 cm / 40 cm über derzeitige Rasenspielfeldhöhe

- Abtrag und fachgerechte Verwertung/Entsorgung des Oberbodens (Schicht O) und der Baugrundsicht 1 bis ca. 30 cm unter Oberkante Gelände.
- Profilieren des „Grobplaums“ nach DIN 18035-7 (Baugrund/Erdplanum).
- Ausführung einer Bodenverbesserung durch Bodenauftrag in einer Dicke von mind. 30 cm. Die genaue Dicke sollte durch die Anlage von Versuchsfeldern mit Ausführung von Tragfähigkeitsprüfungen ermittelt werden. (frostsicheres Bodenaustauschmaterial gemäß Punkt 6.2)
- Profilieren und verdichten der baugrundverbessernden Schicht als Erdplanum nach DIN 18035-7. Nachweis der Tragfähigkeit auf dem Erdplanum, E_{v2} -Wert ≥ 45 MN/m², $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$.
- Einbau von Dränrohre in Drängräben mit Anschluss an die Vorflut in einem Abstand von 6 m quer zum Gefälle. Der Dränpackungsbaustoff für die Verfüllung muss den Vorgaben der DIN 18035-3 entsprechen und innerhalb des Körnungsbereiches zwischen 0,06 bis 32 mm liegen. Von dem Dränpackungsbaustoff sind gegen die Sohle und die Wände des Dränstranges die Filterregeln einzuhalten. Werden von dem Dränpackungsbaustoff die Filterbedingungen nicht erfüllt, ist zwischen Dränpackung und dem anstehenden Boden ein Filterstoff fachgerecht einzubauen. Der Aushub ist aufzunehmen und fachgerecht zu entsorgen.

- Weiterer Aufbau Oberbau in einer Dicke von ca. 35 cm bzw. ca. 40 cm wie folgt in zwei Varianten:

Variante 1: Aufbau Oberbau mit gebundener elastischen Tragschicht
(Gesamtdicke ca. 35 cm)

- Einbau einer unteren Tragschicht ohne Bindemittel in einer Dicke von 20 cm im verdichteten Zustand der Körnung 0/32 bis 0/45 mm. Profilieren und Verdichten der Schicht. Anforderung an den Baustoff: Wasserdurchlässigkeit $k^* \geq 0,02$ cm/s nach DIN 18035-7. Die Eignung des Materials ist durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen.
- Einbau einer oberen Tragschicht ohne Bindemittel in einer Dicke von 10 cm der Körnung 0/16 mm bis 0/22 mm. Profilieren und Verdichten der Schicht. Anforderung an den Baustoff: Wasserdurchlässigkeit $k^* \geq 0,02$ cm/s nach DIN 18035-7. Die Eignung des Materials ist durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen. Auf dem Planum der Tragschicht ohne Bindemittel sind ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 60$ MN/m² und ein Verhältniswert $\leq 2,5$ nachzuweisen.
- Einbau einer gebundenen elastischen Tragschicht auf obere Tragschicht in einer Dicke von 3,5 cm. Die Anforderungen der DIN 18035-7 sind einzuhalten.
- Verlegen des Kunstrasenbelages entsprechend vorgesehener Nutzung nach DIN EN 15330-1. Eignungsnachweis gemäß DIN EN 15330-1 ist vorzulegen.

Variante 2: Aufbau Oberbau mit Asphalttschicht
(Gesamtdicke ca. 40 cm)

- Einbau einer unteren Tragschicht ohne Bindemittel in einer Dicke von 20 cm im verdichteten Zustand der Körnung 0/32 bis 0/45 mm. Profilieren und Verdichten der Schicht. Anforderung an den Baustoff: Wasserdurchlässigkeit $k^* \geq 0,02$ cm/s nach DIN 18035-7. Die Eignung des Materials ist durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen.
- Einbau einer oberen Tragschicht ohne Bindemittel in einer Dicke von 10 cm der Körnung 0/16 mm bis 0/22 mm. Profilieren und Verdichten der Schicht. Anforderung an den Baustoff: Wasserdurchlässigkeit $k^* \geq 0,02$ cm/s nach DIN 18035-7. Die Eignung des Materials ist durch eine Eignungsprüfung nachzuweisen. Auf dem Planum der Tragschicht ohne Bindemittel sind ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 60$ MN/m² und ein Verhältniswert $\leq 2,5$ nachzuweisen.
- Einbau einer Asphalttschicht in einschichtiger Bauweise in einer Dicke von 5 cm. Die Anforderungen der DIN 18035-7 sind einzuhalten.
- Einbau einer Elastikschicht in einer Dicke von 2,5 cm. Die Anforderungen der DIN 18035-7 sind einzuhalten.
- Verlegen des Kunstrasenbelages entsprechend vorgesehener Nutzung nach DIN EN 15330-1. Eignungsnachweis gemäß DIN EN 15330-1 ist vorzulegen.

Hinweis: Ein Zufließen von Oberflächenwasser auf die Sportanlage ist durch den Einbau von Hangdränagen zu vermeiden. Auf Grund der angrenzenden Baumbestände ist der Einbau eines Wurzelschutzes zu prüfen und gegebenenfalls vorzunehmen.

8. Gründungsempfehlung Fundamente - Flachgründung

8.1 Allgemeine Gründungsfolgerungen

Die Fundamentgrößen sind wie folgt anzusetzen:

Flutlichtmastfundamente: - Größe der Fundamente Breite ca. 2 m x Länge ca. 2 m
- Gründungstiefe 2 m

Die Größe der Fundamente ist mit dem Statiker abzustimmen.

Das Fundament ist frostsicher, mindestens 1,2 m tief, zu gründen. Die angenommene Gründungstiefe des Fundamentes beträgt 2 m, so dass von einer frostsicheren Gründungstiefe ausgegangen werden kann.

Im Gründungsniveau bei 2 m Tiefe steht nördlich der Sportanlage Baugrundmaterial der Baugrundsicht 1 und südlich der Sportanlage Baugrundmaterial der Baugrundsichten 2 und 3 an. Die Lagerungsdichte ist nach dem Rammsondiervorgang der Baugrundsicht 1 als locker bis mitteldicht, die Lagerungsdichte der Baugrundsicht 2 als mitteldicht und die Lagerungsdichte der Baugrundsicht 3 als mitteldicht bis dicht zu bewerten.

Als Gründungsmaßnahme wird auf Grund der lockeren Lagerungsdichte des Baugrundmaterials der Baugrundsicht 1 im nördlichen Spielfeldrandbereich der Sportanlage ein Bodenaustausch der gesamten aufgefüllten Böden der Baugrundsicht 1 in einer Dicke von mindestens 1 m unter Gründungssohle Fundament empfohlen. Somit gründet das Unterplanum der Fundamentbaugrube im Bodenhorizont der Baugrundsicht 2, welche eine mittlere Lagerungsdichte aufweist und als Gründung geeignet ist. Die Tiefe der Gründungssohle Bodenaustausch beträgt somit mindestens 3 m unter Geländeoberkante. Für den Bodenaustausch geeignet ist Kies oder gebrochenes Mineralgemisch aus natürlicher Gesteinskörnung der Bodengruppe GW nach DIN 18196. Der Austauschboden ist lagenweise einzubauen und auf $D_{pr} \geq 100\%$ zu verdichten. Die Einbaulagenstärke soll 25 cm betragen.

Der Bodenaustausch muss im Lastausbreitungsbereich der Fundamente vorgenommen werden. Für die Lastausbreitung kann ein Winkel von 60° , gemessen an der Außenkante der Fundamente und gegen die Horizontale, angesetzt werden.

Im südlichen Spielfeldrandbereich der Sportanlage kann die Gründung in der Baugrundschrift 2 und 3 erfolgen. Im Gründungsniveau/-sohle wird der Einbau eine Sauberkeitsschicht in einer Dicke von ca. 25 cm empfohlen. Für die Sauberkeitsschicht geeignet ist z.B. ein Baustoffgemisch aus Kies oder gebrochenes Mineralgemisch aus natürlicher Gesteinskörnung der Bodengruppe GW nach DIN 18196. Das Baustoffgemisch ist auf $D_{pr} \geq 100\%$ zu verdichten.

Bau- und Fundamentgruben:

Bei der Anlage von Bau- und Fundamentgruben sind grundsätzlich die Vorgaben der DIN 4123 und DIN 4124 zu beachten. Im vorliegenden Fall kann für unverbaute Böschungen mit einer Neigung von 45° gerechnet werden, solange nicht die unter 4.2.5 bis 4.2.7 der DIN 4124 genannten Einflüsse vorliegen. Anderenfalls ist die Standsicherheit rechnerisch nachzuweisen oder die Baugrube ist durch einen Verbau (z.B. Spundwandverbau, Träger-Bohl-Verbau) zu sichern.

Im vorliegenden Fall wird auf Grund der Grund-/Schichtenwassersituation die Herstellung der Baugrube mittels Verbau (z.B. Spundwandverbau, Träger-Bohl-Verbau) mit Wasserhaltungsmaßnahmen empfohlen. Die Notwendigkeit sollte vor Ort zum Zeitpunkt der Baumaßnahme über Probeschachtung geprüft werden.

Der Einsatz von Spundwandbohlen ist nur bedingt durch das anstehen der Baugrundschrift 3, Tonschiefer-Zersatz, möglich. Beim Rammen in den dicht gelagerten Zersatzboden sowie bei Auftreten von Rammhindernissen (z.B. Steine/Blöcke) wird empfohlen vorzubohren. Diese Leistung ist im Rahmen der Ausschreibung in das Leistungsverzeichnis aufzunehmen. Es ist zu beachten, dass es beim Einrammen der Spundwandbohlen mittels Rüttelverfahren zu einer beträchtlichen Erhöhung der Lagerungsdichte der nichtbindigen Böden kommt. Auf Grundlage dessen, können Setzungserscheinungen an der Oberfläche nicht ausgeschlossen werden. Eine spezifische Klassifikation für Boden- und Felsklassen hinsichtlich ihrer Rammbarkeit gibt es gemäß ATV DIN 18304 (Ramm-, Rüttel- und Pressarbeiten) nicht. Die Spundwandbohlen sind entsprechend den statischen Erfordernissen ausreichend tief in den Untergrund einzubringen. Die Einbindetiefe ist durch den Statiker zu bemessen.

Nach dem Einbringen des Verbaus und Abschachten des Bodenaushubs bis auf die geplante Aushubsohle kann das Wasser aus der Baugrube abgepumpt werden. Durch Undichtigkeiten und über die Baugrubensohle nachlaufendes Wasser ist schadlos über Pumpen abzuleiten. Wir empfehlen, die Baumaßnahme während einer trockenen, niederschlagsarmen Witterungsperiode durchzuführen.

Die anfallenden Wassermengen richten sich nach der Größe der Baugrube, der Unterschreitung des Wasserspiegels bzw. des Wasserdruckspiegels und damit verbunden von den jahreszeitlich abhängigen aktuellen Grundwasserständen. Im Zuge der Wasserhaltungsmaßnahmen dürfen keine Ausspülungen auftreten, da sonst nachteilige Auswirkungen in Form von Setzungserscheinungen zustande kommen (filterstabile Wasserhaltung).

Die Baugruben sollten dementsprechend vor dem Einfluss von Feuchtigkeit geschützt werden (Abdeckung mit Folien, Einbringen einer Sauberkeitsschicht etc.).

Nicht verbaute Baugruben sind nur dann zulässig, wenn sie nicht im Lastausbreitungsbereich von Bauwerken oder befahrenen Verkehrswegen erstellt werden. Werden die Baugruben im Lastausbreitungsbereich von angrenzenden Bauwerken (DIN 4123, Bild 1 - Bodenaushubgrenzen) oder Verkehrswegen (45° ab Straßenoberkante) errichtet, sind Sicherungs- und Unterfangungsmaßnahmen erforderlich.

Generell gelten für alle Verbauarten:

1. Die Sicherheit gegen Grundbruch und hydraulischem Grundbruch der Eingebachten Baugrubensicherung ist in jedem Fall zu gewährleisten.
2. Der Verbau ist erschütterungsarm einzubringen.
3. Es sind bevorzugt verformungsarme Verbauarten einzusetzen.
4. Bei allen Verbauarten ist auf einen kraftschlüssigen Anschluss an die umgebenden Bodenschichten zu achten. Es gelten grundsätzlich die Angaben der DIN 4124.
5. Bei dem Rückbau der Baugrubensicherung ist die Verbindung zwischen Füllboden und Grabenwand zu gewährleisten. Hierbei sind die Verbauelemente abschnittsweise so zu entfernen, dass der Füllboden in dem freigelegten Baugrubenbereich sofort lagenweise eingebracht und verdichtet werden kann. Das Ziehen von Verbauelementen nach der Rückverfüllung ist unzulässig.

Bei den nachfolgenden Angaben handelt es sich um orientierende Aussagen, daher sind bezüglich der Wasserhaltung unbedingt die Auftragnehmerpflichten zu beachten. Die Auftragnehmerpflichten in Bezug auf Wasserhaltungsmaßnahmen sind in der ATV DIN 18305 geregelt. Die ATV DIN 18305 „Wasserhaltungsarbeiten“ gilt für das Auf-, Um- und Abbauen sowie Vorhalten und Betreiben von Anlagen für offene und geschlossene Wasserhaltungen. Insbesondere ist zu beachten:

- Der Auftragnehmer hat Umfang, Leistung, Wirkungsgrad und Sicherheit der Wasserhaltungsanlage dem vorgesehenen Zweck entsprechend nach den Angaben oder Unterlagen des Auftraggebers zu den hydrologischen und geologischen Verhältnissen zu bemessen.
- Der Auftragnehmer hat die technischen Unterlagen zu liefern, die zum Einhalten der Auflagen aus den Genehmigungen für den Betrieb der Anlage und das Abführen des geförderten Wassers erforderlich sind.
- Der Auftragnehmer hat auf Verlangen den Nachweis zu führen, dass die vorgesehene Anlage geeignet und ausreichend ist.

8.2 Bodenmechanische Kennwerte

Für erdstatische Berechnungen können den Böden die folgenden charakteristischen Kennwerte zugeordnet werden. Wenn für bestimmte Parameter eine Spannweite der Werte angegeben ist, so kann in einfachen Fällen der Mittelwert angesetzt werden. In sensiblen sicherheitsrelevanten Fällen ist der ungünstigere Grenzwert anzusetzen.

Baugrundschicht	Bodenklasse DIN 18196	Zustandsform/ Lagerungsdichte	Wichte erdfeucht γ, k [kN/m ³]	Wichte unter Auftrieb γ', k [kN/m ³]	Reibungswinkel ϕ', k [°]	Kohäsion drainiert c', k [kN/m ²]	Kohäsion undrainiert c_u, k [kN/m ²]	Steifemodul $cal E_s$ [MN/m ²]
aufgefüllter Kies- Schluff- Boden (Ton- schiefer) (Schicht 1)	GU* UL	locker	18 – 21	10 – 11	27,5 – 30	0	0	7,5 - 10
Kies- Schluff- Boden (Ton- schiefer) (Schicht 2)	GU* UL	mitteldicht	20 - 21,5	10,5 - 11,5	22 - 27,5	2	15	10 - 20
Ton- schiefer- Zersatz (Schicht 3)	GU* UL	dicht	21 - 22	11 - 14	27,5 - 35	0 - 5	40	20 - 50
Bodenaus- tausch / Sauber- keits- schicht	GW	dicht	21	12,5	35	0	0	60 - 80

Tabelle 11: bodenmechanische Kennwerte

8.3 Angaben zur Bemessung der Gründung

Bei Ausführung des unter 8.1 beschriebenen Aufbaus kann mit nachfolgendem überschlägig ermitteltem Bemessungswert des Sohlwiderstandes gerechnet werden. Dabei wurden folgende Annahmen und Empfehlungen zu Grunde gelegt:

Standort nördlich Spielfeldrand:

Bemessungswert des Sohlwiderstandes: 280 kN/m^2

- Annahmen:
- Einzelfundament mit 2 m x 2 m
 - Gründungstiefe Fundamentsohle beträgt 2 m unter Geländeoberkante
 - zuzüglich 100 cm Bodenaustausch unter Fundamentsohle

- Voraussetzung:
- Abstand Fundament bis zu der Geländeböschungsoberkante > 3 m
 - Böschungsneigung max. 30 Grad, nicht steiler

Die Angabe gilt für lotrecht und zentrisch belastete Fundamente mit einer Breite von 2 m x 2 m. Für außermittig und/oder schräg belastete Fundamente kann in einfachen Fällen (Resultierende innerhalb der ersten Kernweite) mit der reduzierten Fundamentbreite b' gerechnet werden. Bei weitergehender Ausnutzung der Standsicherheit sind Setzungs- und Grundbruchberechnungen auszuführen. Bei Ausnutzung des genannten Bemessungswertes ist je nach Baugrundsichtung mit Setzungen von $1,1 \text{ cm bis } 1,4 \text{ cm}$ zu rechnen.

Für die Berechnung des Bemessungswertes wurden die Bodenkennwerte der Tabelle 11 angesetzt. Sind in der Tabelle „von-bis-Werte“ angegeben, so wurde der niedrigste Wert für die Berechnung angesetzt. Es wurde demnach vom ungünstigsten Fall ausgegangen.

Standort südlich Spielfeldrand:

Bemessungswert des Sohlwiderstandes: 280 kN/m^2

- Annahmen:
- Einzelfundament mit 2 m x 2 m
 - Gründungstiefe Fundamentsohle beträgt 2 m unter Geländeoberkante
 - zuzüglich 25 cm Bodenaustausch unter Fundamentsohle

Die Angabe gilt für lotrecht und zentrisch belastete Fundamente mit einer Breite von 2 m x 2 m. Für außermittig und/oder schräg belastete Fundamente kann in einfachen Fällen (Resultierende innerhalb der ersten Kernweite) mit der reduzierten Fundamentbreite b' gerechnet werden. Bei weitergehender Ausnutzung der Standsicherheit sind Setzungs- und Grundbruchberechnungen auszuführen. Bei Ausnutzung des genannten Bemessungswertes ist je nach Baugrundsichtung mit Setzungen von *ca. 0,8 cm* zu rechnen.

Für die Berechnung des Bemessungswertes wurden die Bodenkennwerte der Tabelle 11 angesetzt. Sind in der Tabelle „von-bis-Werte“ angegeben, so wurde der niedrigste Wert für die Berechnung angesetzt. Es wurde demnach vom ungünstigsten Fall ausgegangen.

Eine Gründung der Flutlichtmasten mittels Rammrohrgründungen wird aufgrund möglicher Rammhindernisse innerhalb der Baugrundsicht 3, Tonschiefer-Zersatz-Material, und der dichten Lagerung des Zersatzes (Festgestein) aus gutachterlicher Sicht nicht empfohlen.

8.4 Wiederverwendbarkeit von Aushubmaterial

Die beim Aushub der Fundamentgruben anfallenden Böden der Baugrundsicht 1 und 2 sind für den Wiedereinbau geeignet bis bedingt geeignet. Die Eignung ist abhängig vom Wassergehalt des Aushubmaterials zum Zeitpunkt der Baumaßnahme. Die Verwendung eines grobkörnigen und verdichtungsfähigen Ersatzbodens wird empfohlen.

Für die Fundament- und Bauwerkshinterfüllung wird grobkörniger Boden der Bodenklasse GW nach DIN 18196 sowie vergleichbares gebrochenes Material empfohlen. Die Hinterfüllung ist in Lagen von maximal 0,25 m Stärke einzubauen und auf $D_{pr} \geq 100\%$ zu verdichten. Wir empfehlen, die Verdichtung lagenweise zu prüfen.

9. Schlussbemerkungen

Mit den ausgeführten Untersuchungsarbeiten konnten die Sportanlagen naturgemäß nur punktuell untersucht werden. Soweit möglich und nach Erfahrung vertretbar, wurden die Untersuchungsergebnisse auf die Fläche zwischen den Aufschlüssen übertragen. Dabei ist nicht auszuschließen, dass sich gewisse Abweichungen von den Darstellungen im Gutachten ergeben können. Nach DIN 4020 Abschnitt 4.2 gilt: „Aufschlüsse in Boden und Fels sind als Stichproben zu bewerten. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu.“ Die bei der Durchführung der Arbeiten vorgefundenen Bodenverhältnisse sind deshalb mit den Angaben im Gutachten zu vergleichen.

Wir weisen darauf hin, dass bei Überbauung von Auffüllungen (Baugrundsicht 1, Bereich nördlich Spielfeldrand) trotz der empfohlenen baugrundverbessernden Maßnahmen für den Bauherren wie in DIN 4020 beschrieben ein Baugundrestrisiko bestehen bleibt.

Wird bei Erdarbeiten Schichtenwasser angeschnitten, ist eine Wasserhaltung auszuführen. Während der Bauphase sind die Baugrundböden gegen Frosteinwirkungen zu schützen.

Die Aushubmaterialien sind einer ordnungsgemäßen und den Gesetzen der Kreislaufwirtschaft entsprechenden Verwertung/Beseitigung nach den derzeit gültigen Richtlinien und Gesetzen zuzuführen. Die Ergebnisse der Deklarationsanalysen haben Voruntersuchungscharakter.

Die Auftriebsicherheit ist durch den Statiker zu prüfen und zu bemessen.

Im Zusammenhang mit der Sicherung, Rückverfüllung und der Verdichtung von Baugruben und Bauwerken wird empfohlen, vor Beginn der Baumaßnahme die in der Nähe befindlichen Gebäude und Verkehrswege durch ein Beweissicherungsverfahren auf bereits bestehende Schäden überprüfen zu lassen. Des Weiteren empfehlen wir, während der Baumaßnahme Schwingungsmesser an den benachbarten Gebäuden zu befestigen, um die durch Verbau- und Verdichtungsmaßnahmen erzeugten Schwingungen und Erschütterungen zu ermitteln und um Schäden bzw. Regressforderungen vorzubeugen.

Vom Auftragnehmer sind Eignungsprüfungen von allen eingesetzten Baustoffen gemäß DIN 18035-3/7 vorzulegen.

Durch den Auftraggeber sollten die Kontrollprüfungen gemäß DIN 18035-3/7 veranlasst werden.

Brandis, den 05. November 2021
Le/l-2980821/470

 **BOPHYS GmbH**
Prüfstelle und Sachverständigenbüro
Sportplatzbau

Dipl.-Ing. Jörg Lehmann
Geschäftsführer
Qualifizierter Sportplatzprüfer
Prüfstelle und Sachverständigenbüro für Sportplatzbau

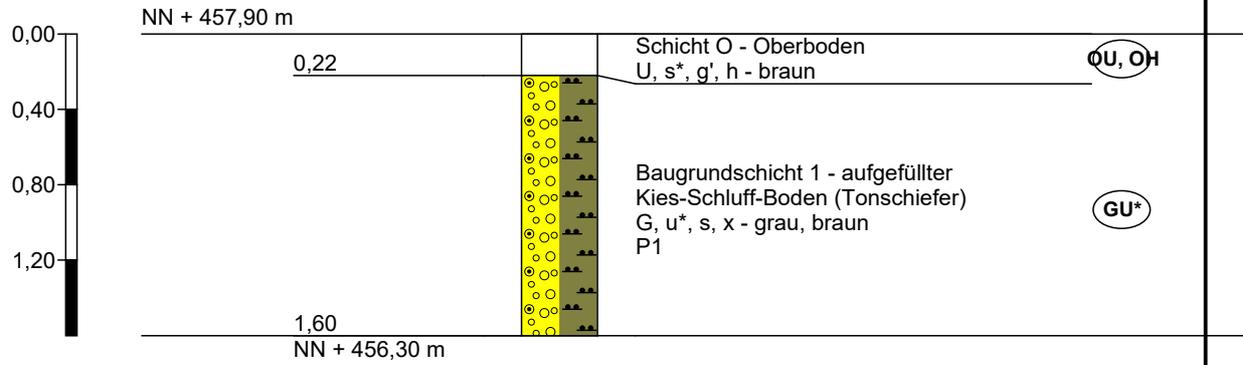
BoPHYS GmbH
Bodenlabor

Gewerbeallee 5 • 04821 Brandis
Tel.: 034292-641080 • Fax: 034292-641081



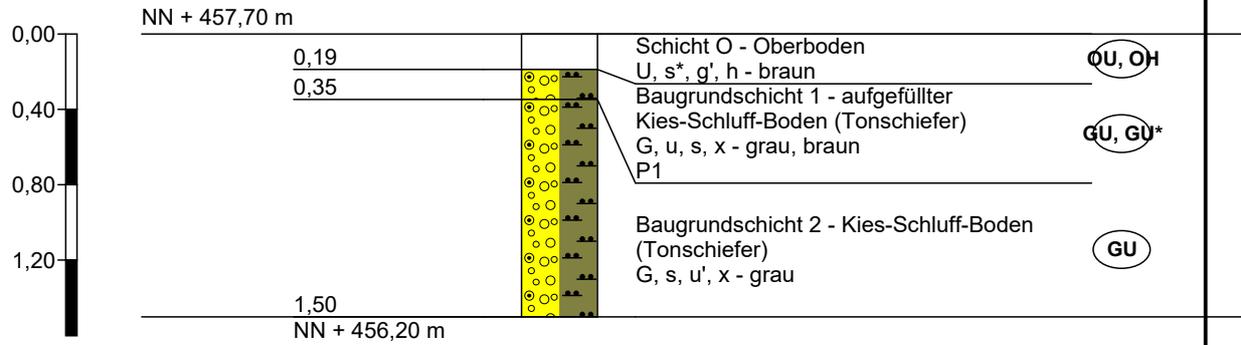
Aufschlüsse A und RKS ... Ortstermin am 04. und 05.10.2021

A 1



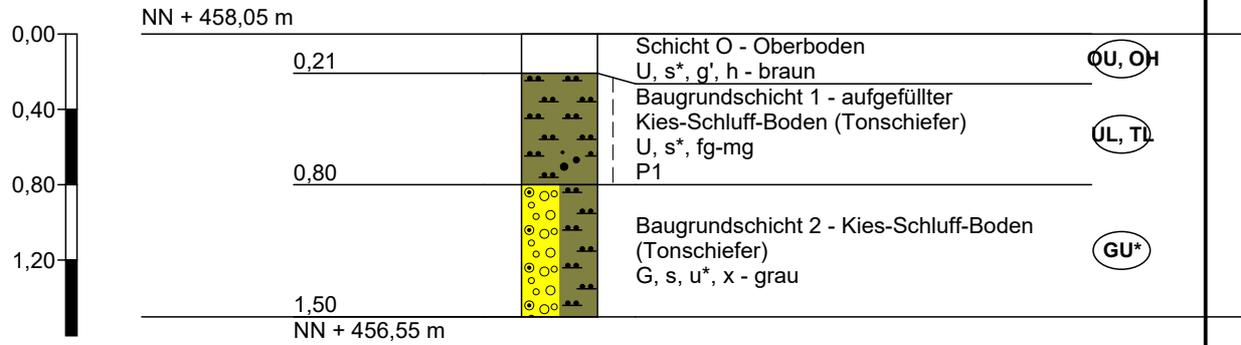
Höhenmaßstab 1:40

A 2



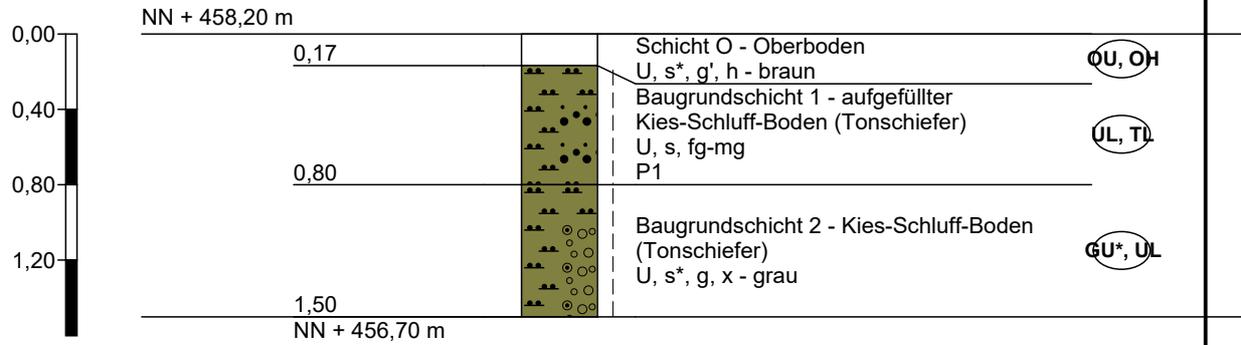
Höhenmaßstab 1:40

A 3



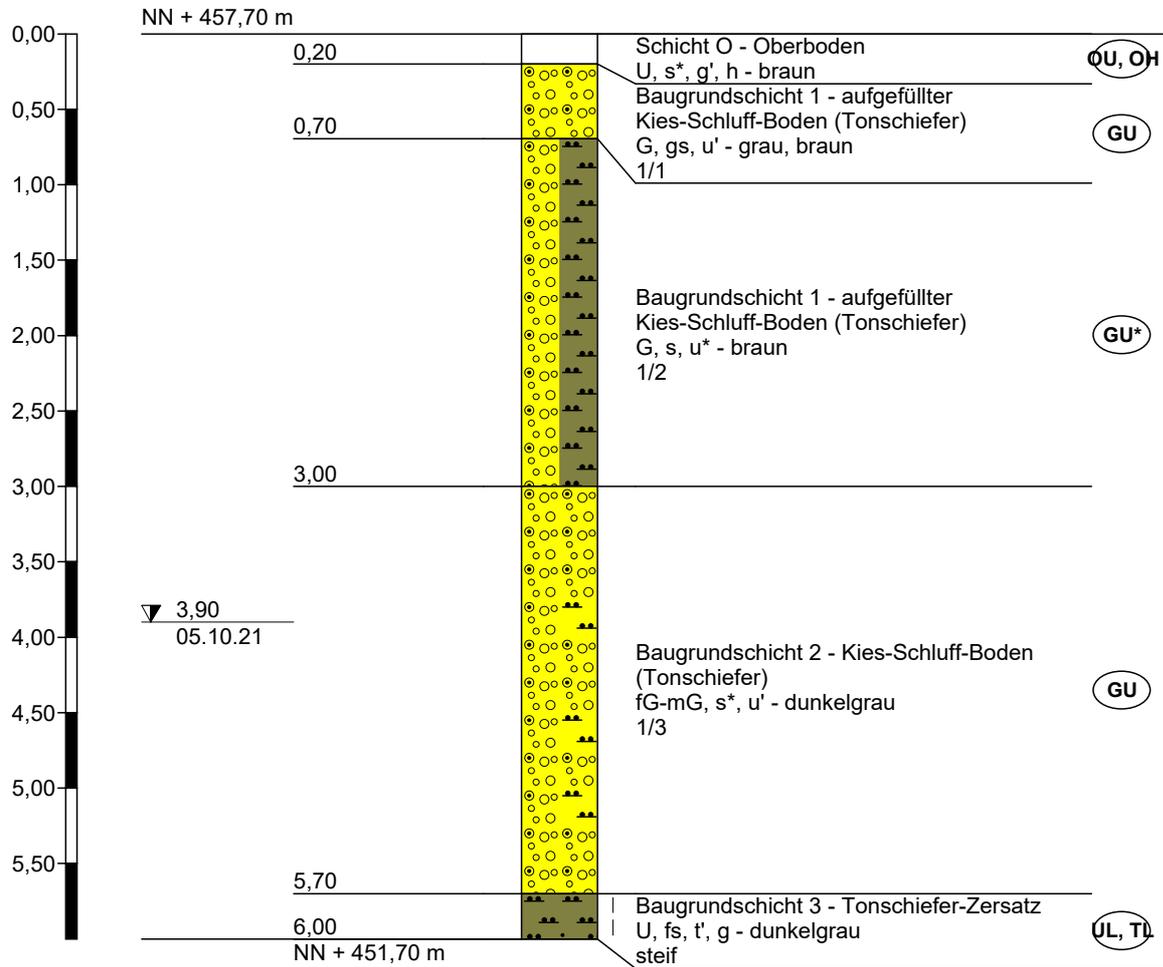
Höhenmaßstab 1:40

A 4



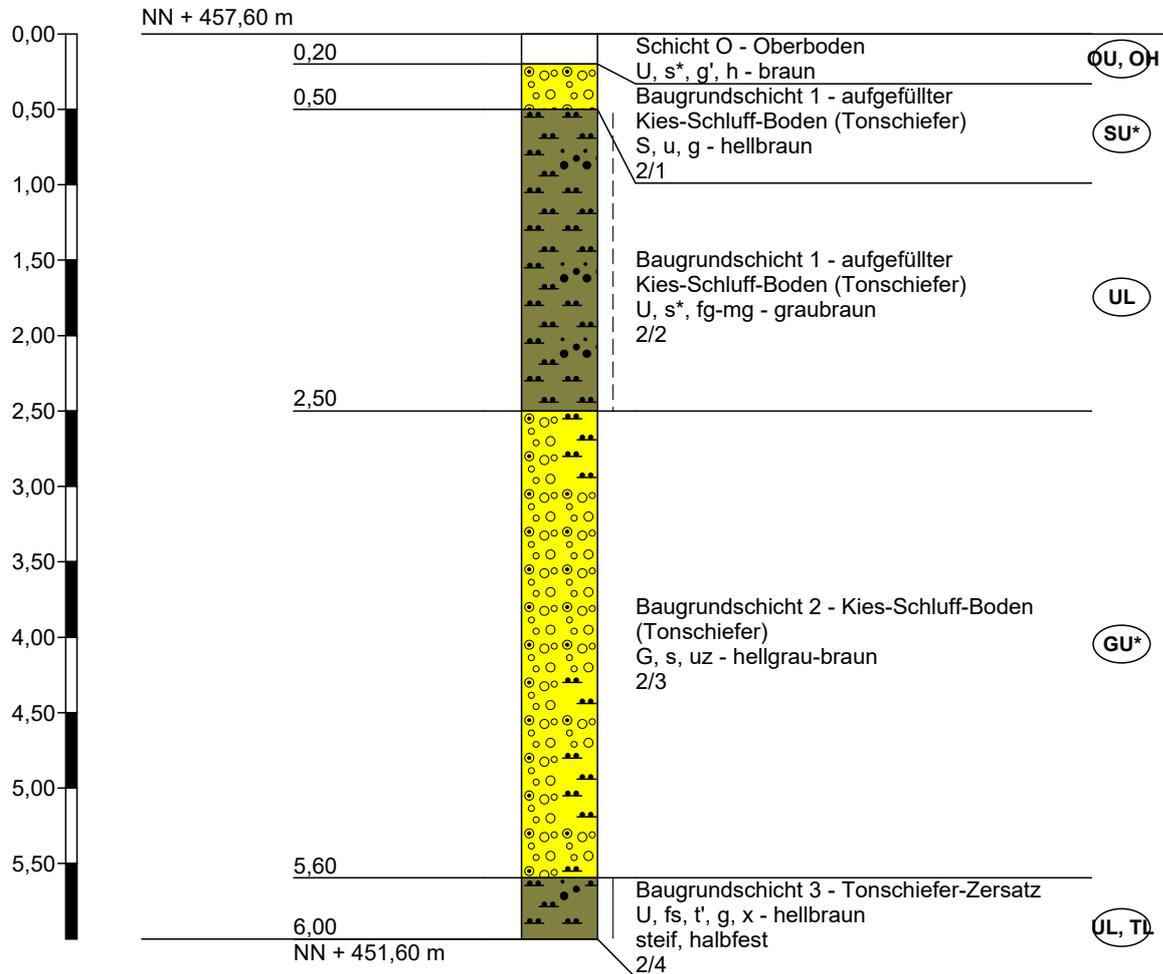
Höhenmaßstab 1:40

RKS 1



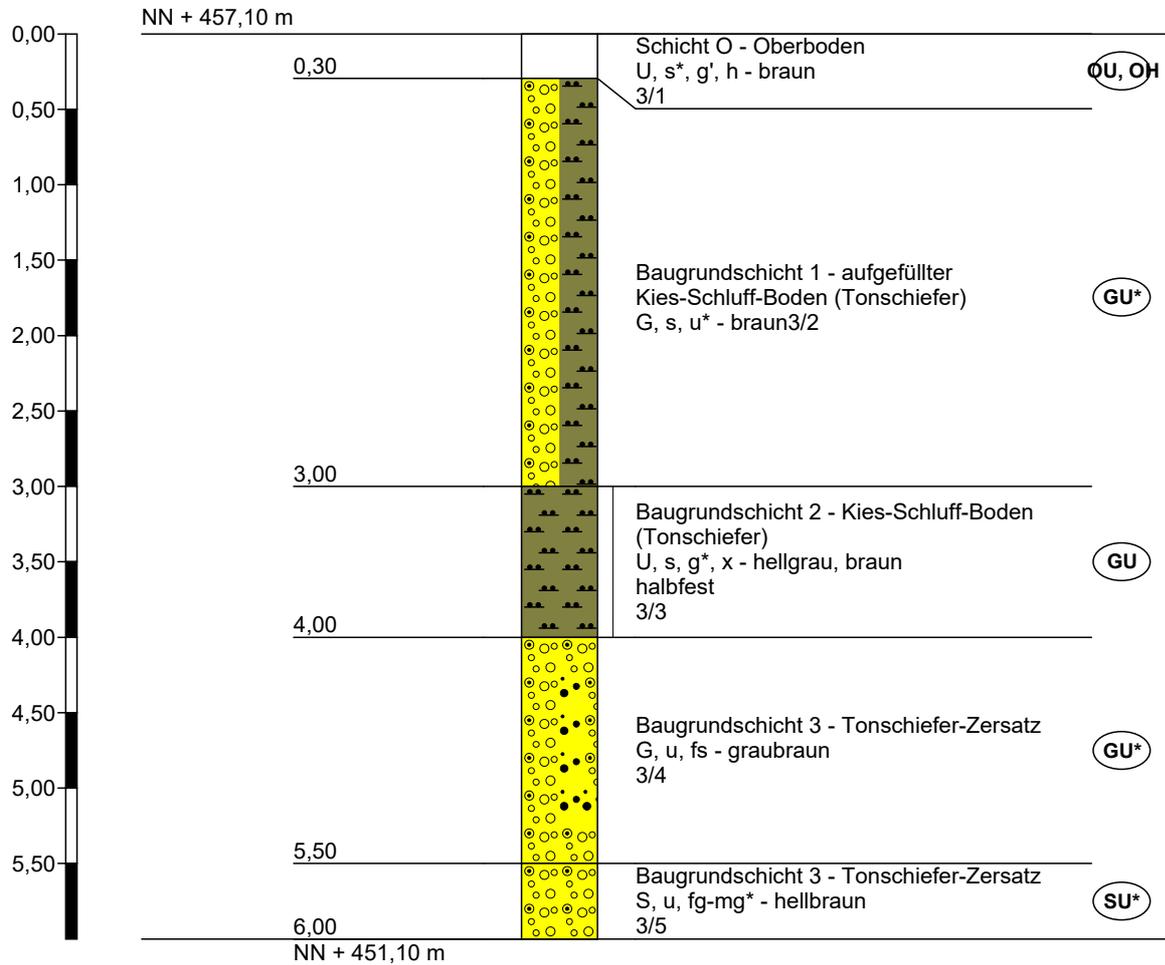
Höhenmaßstab 1:50

RKS 2



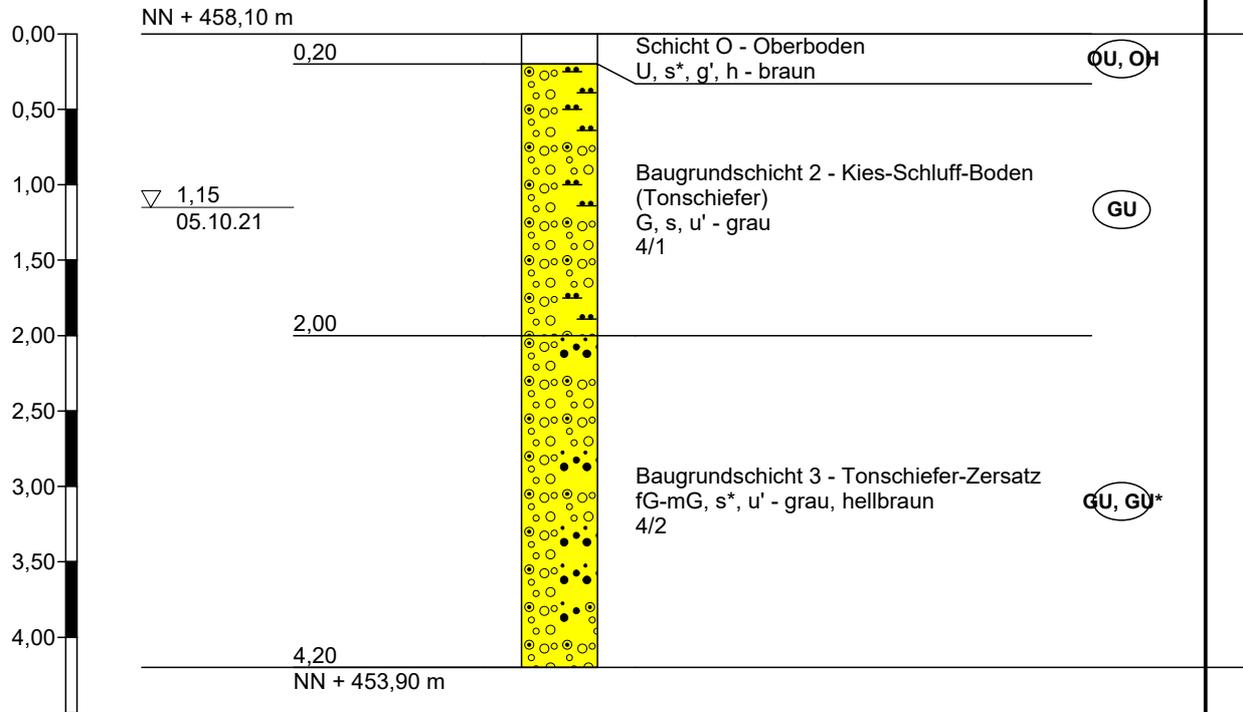
Höhenmaßstab 1:50

RKS 3



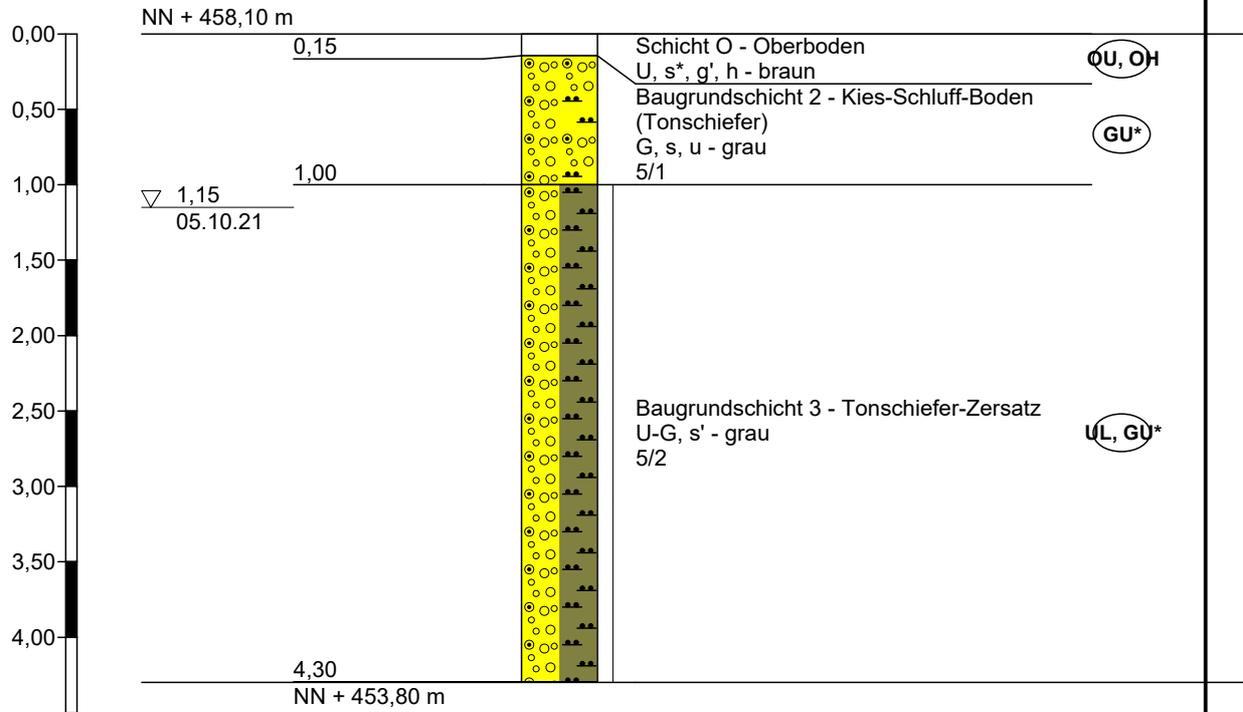
Höhenmaßstab 1:50

RKS 4



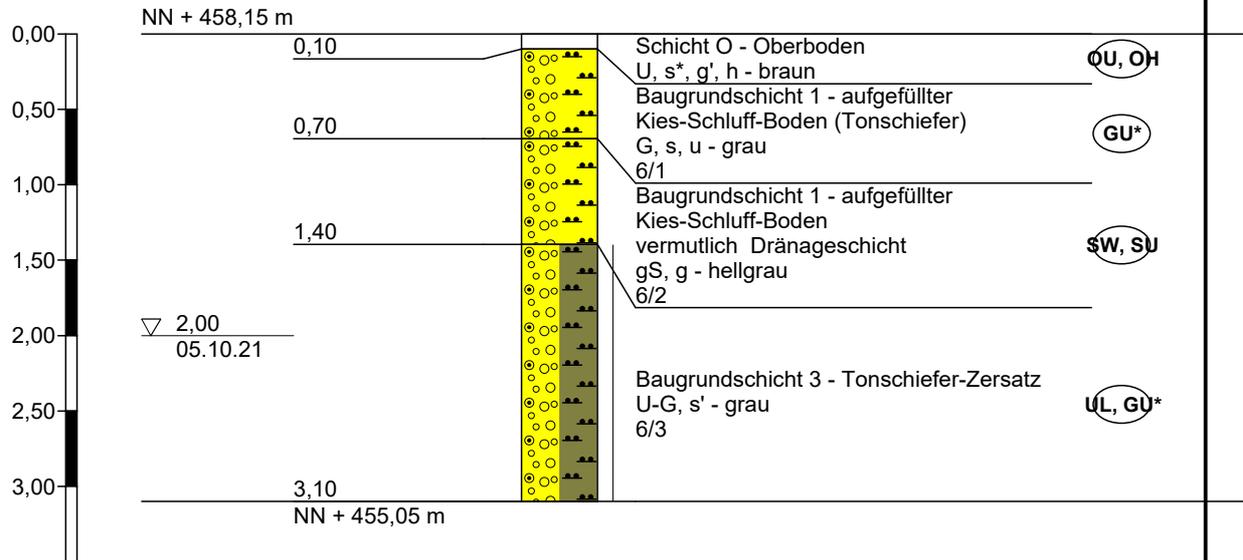
Höhenmaßstab 1:50

RKS 5



Höhenmaßstab 1:50

RKS 6



Höhenmaßstab 1:50

Korngrößenverteilung (DIN 18 123)

Anlage:
3.1

Projektnummer: 2980821

Auftraggeber: RICHTER Sportstättenkonzepte
Bezeichnung: Bad Berneck
Sportplatzweg 4

Lage: A 1 / P 1

Tiefe: 22 - 160 cm

Bodenart: G, s, u*

Labornummer: 470/21

ausgeführt am: 22.10.21

durch: Hu

Art der Probe: Eimer

Art der Entnahme: gestört

Entnommen am: 05.10.21

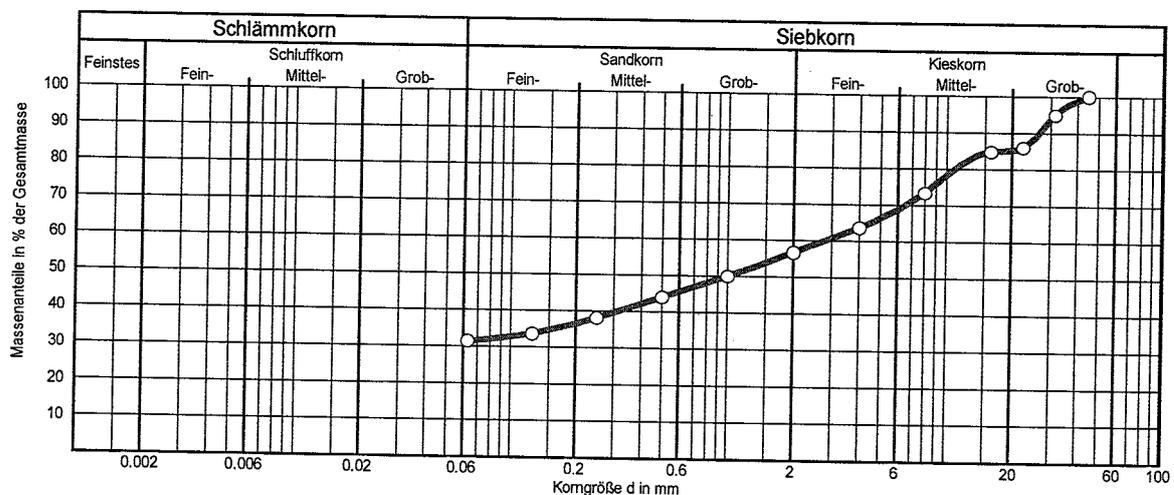
Entnommen durch: BoPHYS

Eingang am: 05.10.21

Siebung:

Korngröße [mm]	Massenanteile Siebdurchgang [%]
> 63.0	
45.0 - 63.0	
31.5 - 45.0	100.0
22.4 - 31.5	94.9
16.0 - 22.4	85.9
8.00 - 16.0	84.7
4.00 - 8.00	73.3
2.00 - 4.00	63.6
1.00 - 2.00	56.6
0.500 - 1.00	49.9
0.250 - 0.500	43.9
0.125 - 0.250	38.1
0.0630 - 0.125	33.6
< 0.0630	31.4

Sedimentation:



Wassergehalt $w = 4.7 \%$

Ungleichförmigkeitszahl $U =$

Krümmung $C_c =$

$d_{10} =$

$d_{25} =$

$d_{30} =$

$d_{60} = 2.8 \text{ mm}$

BoPHYS GmbH
Bodenlabor

Gewerbeallee 5 • 04821 Brandis

Tel.: 034292-641080 • Fax: 034292-641081

Korngrößenverteilung (DIN 18 123)

Anlage:
3.2

Projektnummer: 2980821

Auftraggeber: RICHTER Sportstättenkonzepte
Bezeichnung: Bad Berneck
Sportplatzweg 4

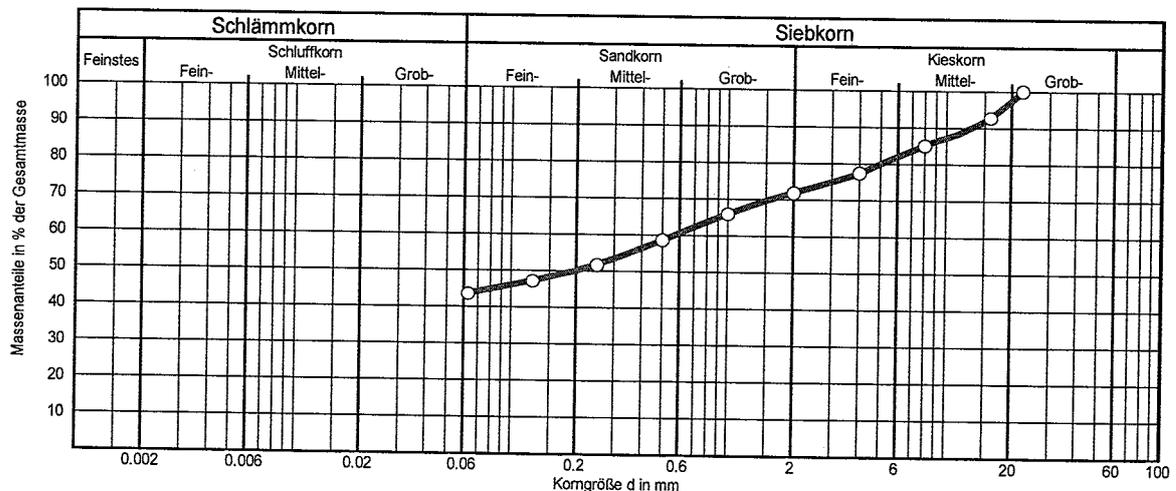
Lage: A 3 / P 1
Tiefe: 22 - 80 cm
Bodenart: U, s, fg-mg
Labornummer: 470/21
ausgeführt am: 22.10.21
durch: Hu

Art der Probe: Eimer
Art der Entnahme: gestört
Entnommen am: 05.10.21
Entnommen durch: BopHYS
Eingang am: 05.10.21

Siebung:

Korngröße [mm]	Massenanteile Siebdurchgang [%]
> 63.0	
31.5 - 63.0	
22.4 - 31.5	
16.0 - 22.4	100.0
8.00 - 16.0	92.7
4.00 - 8.00	85.0
2.00 - 4.00	77.4
1.00 - 2.00	71.8
0.500 - 1.00	65.9
0.250 - 0.500	58.6
0.125 - 0.250	51.6
0.0630 - 0.125	47.1
< 0.0630	43.5

Sedimentation:



Wassergehalt $w = 20.1 \%$
Ungleichförmigkeitszahl $U =$
Krümmung $C_c =$

$d_{10} =$
 $d_{25} =$
 $d_{30} =$
 $d_{60} = 0.57 \text{ mm}$

BoPHYS GmbH
Bodenlabor

Gewerbeallee 5 • 04821 Brandis
Tel.: 034292-641080 • Fax: 034292-641081

Korngrößenverteilung (DIN 18 123)

Anlage:
3.3

Projektnummer: 2980821

Auftraggeber: RICHTER Sportstättenkonzepte
Bezeichnung: Bad Berneck
Sportplatzweg 4

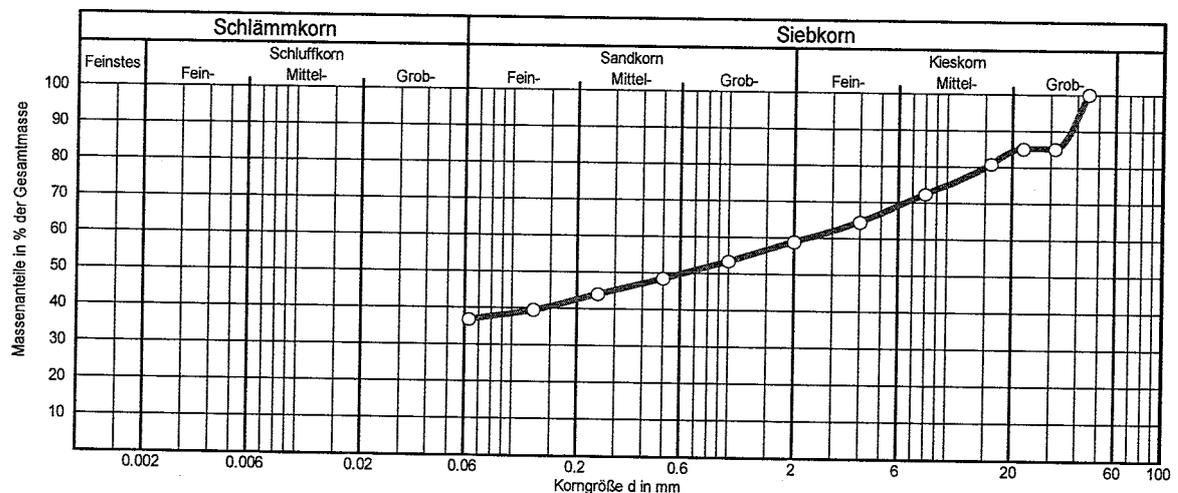
Lage: RKS 1 / 2
Tiefe: 0,7 - 4,2 cm
Bodenart: G, s, u*
Labornummer: 470/21
ausgeführt am: 19.10.21
durch: Hu

Art der Probe: Eimer
Art der Entnahme: gestört
Entnommen am: 05.10.21
Entnommen durch: BoPHYS
Eingang am: 05.10.21

Siebung:

Korngröße [mm]	Massenanteile Siebdurchgang [%]
> 63.0	
45.0 - 63.0	
31.5 - 45.0	100.0
22.4 - 31.5	85.0
16.0 - 22.4	85.0
8.00 - 16.0	80.7
4.00 - 8.00	72.3
2.00 - 4.00	64.4
1.00 - 2.00	58.8
0.500 - 1.00	53.3
0.250 - 0.500	48.4
0.125 - 0.250	43.9
0.0630 - 0.125	39.4
< 0.0630	36.7

Sedimentation:



Wassergehalt $w = 14.5 \%$
Ungleichförmigkeitszahl $U =$
Krümmung $C_c =$

$d_{10} =$
 $d_{25} =$
 $d_{30} =$
 $d_{60} = 2.3 \text{ mm}$

BoPHYS GmbH
Bodenlabor

Gewerbeallee 5 • 04821 Brandis
Tel.: 034292-641080 • Fax: 034292-641081

Korngrößenverteilung (DIN 18 123)

Anlage:
3,4

Projektnummer: 2980821

Auftraggeber: RICHTER Sportstättenkonzepte
Bezeichnung: Bad Berneck
Sportplatzweg 4

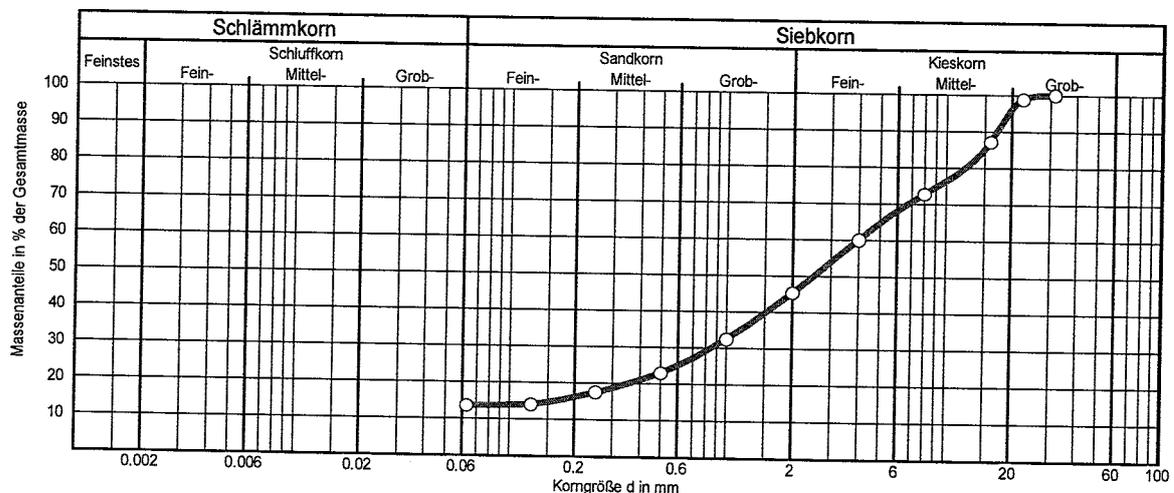
Lage: RKS 1 / 3
Tiefe: 4,2 - 5,7 cm
Bodenart: fG-mG, s*, u'
Labornummer: 470/21
ausgeführt am: 21.10.21
durch: Hu

Art der Probe: Eimer
Art der Entnahme: gestört
Entnommen am: 05.10.21
Entnommen durch: BopHYS
Eingang am: 05.10.21

Siebung:

Korngröße [mm]	Massenanteile Siebdurchgang [%]
> 63.0	
31.5 - 63.0	
22.4 - 31.5	100.0
16.0 - 22.4	98.8
8.00 - 16.0	87.1
4.00 - 8.00	72.7
2.00 - 4.00	60.0
1.00 - 2.00	45.3
0.500 - 1.00	32.4
0.250 - 0.500	22.9
0.125 - 0.250	17.4
0.0630 - 0.125	13.9
< 0.0630	13.5

Sedimentation:



Wassergehalt $w = 14.6 \%$
Ungleichförmigkeitszahl $U =$
Krümmung $C_c =$

$d_{10} =$
 $d_{25} = 0.60 \text{ mm}$
 $d_{30} = 0.86 \text{ mm}$
 $d_{60} = 4.0 \text{ mm}$

BoPHYS GmbH
Bodenlabor

Gewerbeallee 5 • 04821 Brandis
Tel.: 034292-641080 • Fax: 034292-641081

Korngrößenverteilung (DIN 18 123)

Anlage:
3,5

Projektnummer: 2980821

Auftraggeber: RICHTER Sportstättenkonzepte
Bezeichnung: Bad Berneck
Sportplatzweg 4

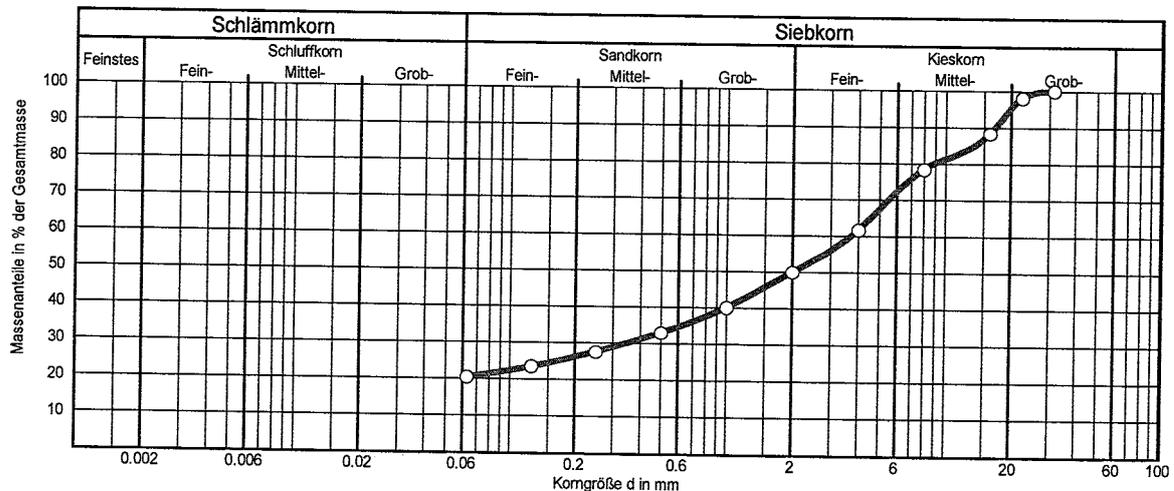
Lage: RKS 2 / 3
Tiefe: 2,5 - 5,6 cm
Bodenart: G, s, u
Labornummer: 470/21
ausgeführt am: 19.10.21
durch: Hu

Art der Probe: Eimer
Art der Entnahme: gestört
Entnommen am: 05.10.21
Entnommen durch: BoPHYS
Eingang am: 05.10.21

Siebung:

Korngröße [mm]	Massenanteile Siebdurchgang [%]
> 63.0	
31.5 - 63.0	
22.4 - 31.5	100.0
16.0 - 22.4	98.0
8.00 - 16.0	88.3
4.00 - 8.00	78.4
2.00 - 4.00	61.6
1.00 - 2.00	49.9
0.500 - 1.00	40.0
0.250 - 0.500	32.9
0.125 - 0.250	27.5
0.0630 - 0.125	23.4
< 0.0630	20.4

Sedimentation:



Wassergehalt $w = 6.4 \%$

Ungleichförmigkeitszahl $U =$

Krümmung $C_c =$

$d_{10} =$

$d_{25} = 0.17 \text{ mm}$

$d_{30} = 0.35 \text{ mm}$

$d_{60} = 3.7 \text{ mm}$

BoPHYS GmbH
Bodenlabor

Gewerbeallee 5 • 04821 Brandis

Tel.: 034292-641080 • Fax: 034292-641081

Korngrößenverteilung (DIN 18 123)

Anlage:
3.6

Projektnummer: 2980821

Auftraggeber: RICHTER Sportstättenkonzepte
Bezeichnung: Bad Berneck
Sportplatzweg 4

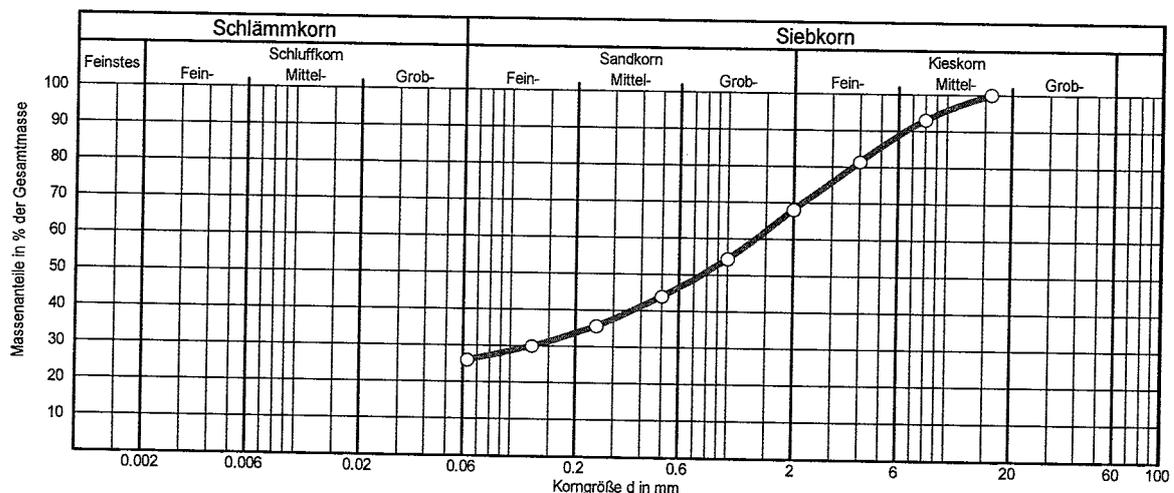
Lage: RKS 3 / 5
Tiefe: 5,5 - 6,0 m
Bodenart: S, u, fg-mg*
Labornummer: 470/21
ausgeführt am: 19.10.21
durch: Hu

Art der Probe: Eimer
Art der Entnahme: gestört
Entnommen am: 05.10.21
Entnommen durch: BoPHYS
Eingang am: 05.10.21

Siebung:

Korngröße [mm]	Massenanteile Siebdurchgang [%]
> 63.0	
31.5 - 63.0	
22.4 - 31.5	
16.0 - 22.4	
8.00 - 16.0	100.0
4.00 - 8.00	93.0
2.00 - 4.00	81.3
1.00 - 2.00	68.0
0.500 - 1.00	54.4
0.250 - 0.500	43.9
0.125 - 0.250	35.6
0.0630 - 0.125	29.9
< 0.0630	25.9

Sedimentation:



Wassergehalt $w = 13.0 \%$
Ungleichförmigkeitszahl $U =$
Krümmung $C_c =$

$d_{10} =$
 $d_{25} =$
 $d_{30} = 0.13 \text{ mm}$
 $d_{60} = 1.3 \text{ mm}$

BoPHYS GmbH
Bodenlabor

Gewerbeallee 5 • 04821 Brandis
Tel.: 034292-641080 • Fax: 034292-641081

Korngrößenverteilung (DIN 18 123)

Anlage:
3.7

Projektnummer: 2980821

Auftraggeber: RICHTER Sportstättenkonzepte
Bezeichnung: Bad Berneck
Sportplatzweg 4

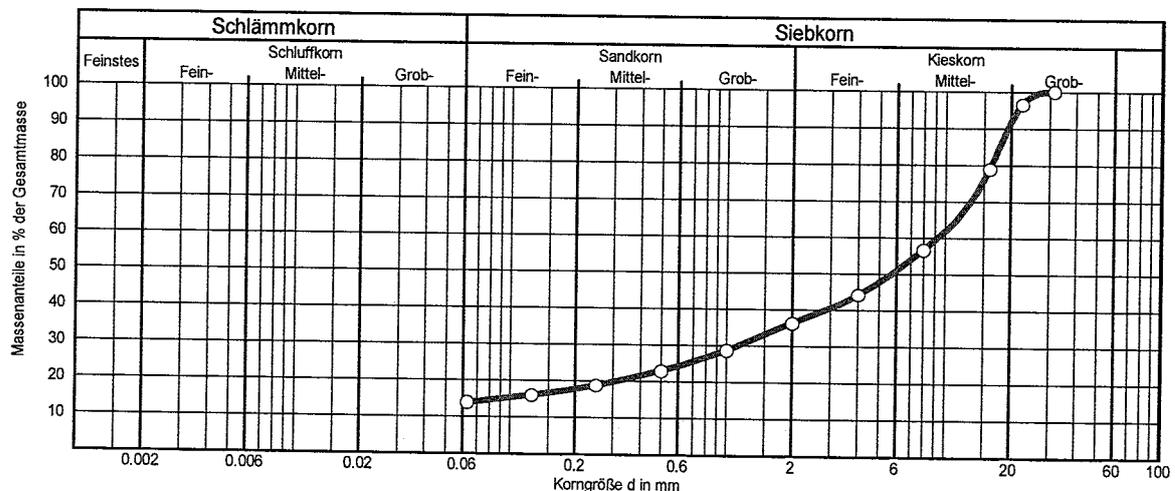
Lage: RKS 4 / 1
Tiefe: 0,2 - 2,0 m
Bodenart: G, s, u'
Labornummer: 470/21
ausgeführt am: 21.10.21
durch: Hu

Art der Probe: Eimer
Art der Entnahme: gestört
Entnommen am: 05.10.21
Entnommen durch: BoPHYS
Eingang am: 05.10.21

Siebung:

Korngröße [mm]	Massenanteile Siebdurchgang [%]
> 63.0	
31.5 - 63.0	
22.4 - 31.5	100.0
16.0 - 22.4	96.5
8.00 - 16.0	78.9
4.00 - 8.00	56.6
2.00 - 4.00	44.1
1.00 - 2.00	36.2
0.500 - 1.00	28.6
0.250 - 0.500	22.8
0.125 - 0.250	18.7
0.0630 - 0.125	15.9
< 0.0630	13.8

Sedimentation:



Wassergehalt $w = 7.8 \%$

Ungleichförmigkeitszahl $U =$

Krümmung $C_c =$

$d_{10} =$

$d_{25} = 0.67 \text{ mm}$

$d_{30} = 1.1 \text{ mm}$

$d_{60} = 9.4 \text{ mm}$

BoPHYS GmbH
Bodenlabor

Gewerbeallee 5 • 04821 Brandis

Tel.: 034292-641080 • Fax: 034292-641081

Korngrößenverteilung (DIN 18 123)

Anlage:
3.8

Projektnummer: 2980821

Auftraggeber: RICHTER Sportstättenkonzepte
Bezeichnung: Bad Berneck
Sportplatzweg 4

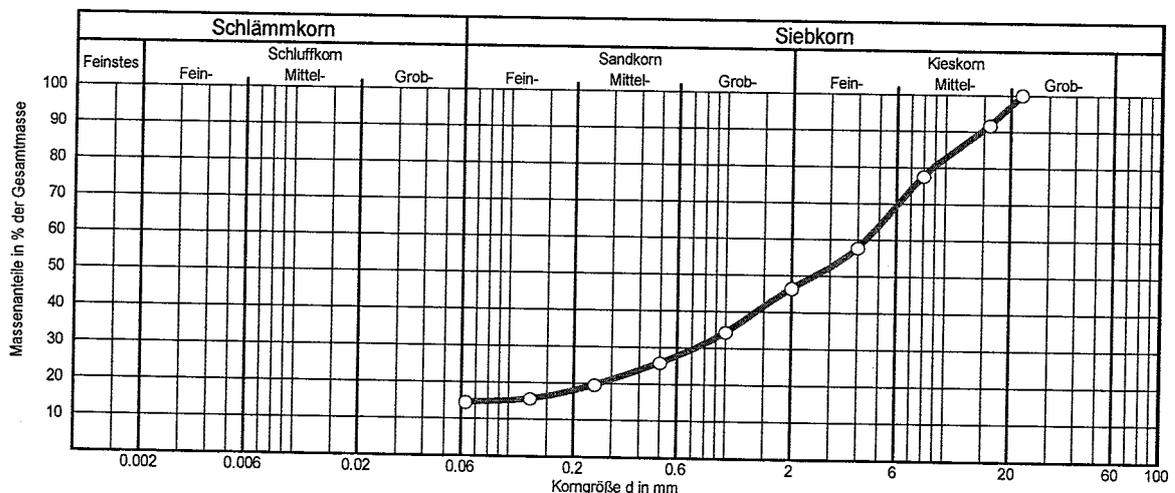
Lage: RKS 4 / 2
Tiefe: 2,0 - 4,2 m
Bodenart: fG-mG, s*, u'
Labornummer: 470/21
ausgeführt am: 22.10.21
durch: Hu

Art der Probe: Eimer
Art der Entnahme: gestört
Entnommen am: 05.10.21
Entnommen durch: BoPHYS
Eingang am: 05.10.21

Siebung:

Korngröße [mm]	Massenanteile Siebdurchgang [%]
> 63.0	
31.5 - 63.0	
22.4 - 31.5	
16.0 - 22.4	100.0
8.00 - 16.0	91.6
4.00 - 8.00	77.5
2.00 - 4.00	57.7
1.00 - 2.00	46.4
0.500 - 1.00	34.3
0.250 - 0.500	25.7
0.125 - 0.250	19.5
0.0630 - 0.125	15.5
< 0.0630	14.4

Sedimentation:



Wassergehalt $w = 5.6 \%$

Ungleichförmigkeitszahl $U =$

Krümmung $C_c =$

$d_{10} =$

$d_{25} = 0.47 \text{ mm}$

$d_{30} = 0.74 \text{ mm}$

$d_{60} = 4.4 \text{ mm}$

BoPHYS GmbH
Bodenlabor

Gewerbeallee 5 • 04821 Brandis

Tel.: 034292-641080 • Fax: 034292-641081

Anlage 4

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Lößstedter Strasse 78 - D-07749 - Jena

BoPHYS GmbH
Gewerbegebiet Brandis bei Leipzig,
Gewerbeallee 5
04821 Brandis

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 12139940
Prüfberichtsnummer: AR-21-JE-030731-01

Auftragsbezeichnung: Projekt: Bad Berneck, Am Sportplatz

Anzahl Proben: 1
Probenart: Boden
Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 15.10.2021
Prüfzeitraum: 15.10.2021 - 25.10.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14081-01-00) aufgeführten Umfang.

Alina Hera
Prüfleitung
Tel. +49 3641464922

Digital signiert, 25.10.2021
Alina Hera
Prüfleitung



Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP1 - Baugrund
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer		121139344
											BG	Einheit	

Probenvorbereitung

Probenmenge inkl. Verpackung	FR	RE000 FY	DIN 19747: 2009-07									kg	1,1
Fremdstoffe (Art)	FR	RE000 FY	DIN 19747: 2009-07										nein
Fremdstoffe (Menge)	FR	RE000 FY	DIN 19747: 2009-07									g	0,0
Siebrückstand > 10mm	FR	RE000 FY	DIN 19747: 2009-07										ja

Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	FR	RE000 FY	DIN EN 14346: 2007-03								0,1	Ma.-%	90,1
Aussehen (qualitativ)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 14688-1: 2018-05										Boden ohne Fremdbestandteile
Farbe qualit.	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 14688-1: 2018-05										braun
Geruch (qualitativ)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 14688-1: 2018-05										ohne

Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657: 2003-01*

Arsen (As)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	10	15	20	15 ²⁾	45	45	150	0,8	mg/kg TS	23,1
Blei (Pb)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	70	100	140	210	210	700	2	mg/kg TS	16
Cadmium (Cd)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	0,4	1	1,5	1 ³⁾	3	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2
Chrom (Cr)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	30	60	100	120	180	180	600	1	mg/kg TS	28
Kupfer (Cu)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	20	40	60	80	120	120	400	1	mg/kg TS	27
Nickel (Ni)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	15	50	70	100	150	150	500	1	mg/kg TS	39
Quecksilber (Hg)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	0,1	0,5	1	1	1,5	1,5	5	0,07	mg/kg TS	0,11
Zink (Zn)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	60	150	200	300	450	450	1500	1	mg/kg TS	102

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP1 - Baugrund
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer		121139344
				BG	Einheit								
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz													
TOC	FR	RE000 FY	DIN EN 15936: 2012-11 (AN,L8: Ver.A; FG,F5: Ver.B)	0,5 ⁴⁾	0,5 ⁴⁾	0,5 ⁴⁾	0,5 ⁴⁾	1,5	1,5	5	0,1	Ma.-% TS	0,7
EOX	FR	RE000 FY	DIN 38414-17 (S17): 2017-01	1	1	1	1 ⁵⁾	3 ⁵⁾	3 ⁵⁾	10	1,0	mg/kg TS	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	FR	RE000 FY	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09	100	100	100	200	300	300	1000	40	mg/kg TS	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	FR	RE000 FY	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2019-09				400	600	600	2000	40	mg/kg TS	< 40

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP1 - Baugrund	
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer		121139344	
											BG	Einheit		
PAK aus der Originalsubstanz														
Naphthalin	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthylen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Acenaphthen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Phenanthren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Anthracen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Fluoranthen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Pyren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]anthracen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Chrysen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[b]fluoranthen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[k]fluoranthen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[a]pyren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	0,9	3		0,05	mg/kg TS	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05									0,05	mg/kg TS	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05	3	3	3	3	3 ⁶⁾	3 ⁶⁾	30			mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	FR	RE000 FY	DIN ISO 18287: 2006-05										mg/kg TS	(n. b.) ¹⁾

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte							Probenbezeichnung		MP1 - Baugrund
				Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer	Einheit	121139344

Physikal.-chem. Kenngrößen a.d. 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

pH-Wert	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12			7,1
Temperatur pH-Wert	FR	RE000 FY	DIN 38404-4 (C4): 1976-12									°C	12,5
Leitfähigkeit bei 25°C	FR	RE000 FY	DIN EN 27888 (C8): 1993-11	250	250	250	250	250	1500	2000	5	µS/cm	51

Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Chlorid (Cl)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	30	30	30	30	30	50	100 ⁷⁾	1,0	mg/l	< 1,0
Sulfat (SO ₄)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	20	20	20	20	20	50	200	1,0	mg/l	1,7

Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4: 2003-01

Arsen (As)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	14	14	14	14	14	20	60 ⁸⁾	1	µg/l	3
Blei (Pb)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	40	40	40	40	40	80	200	1	µg/l	1
Cadmium (Cd)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3	6	0,3	µg/l	< 0,3
Chrom (Cr)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	25	60	1	µg/l	< 1
Kupfer (Cu)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	20	20	20	20	20	60	100	5	µg/l	< 5
Nickel (Ni)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	15	15	15	15	15	20	70	1	µg/l	< 1
Quecksilber (Hg)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 12846 (E12): 2012-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	2	0,2	µg/l	< 0,2
Zink (Zn)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01	150	150	150	150	150	200	600	10	µg/l	< 10

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock

Kommentare zu Ergebnissen

¹⁾ nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000FY gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/ -5.

Zuordnungswerte für Grenzwerte Z0*: Maximale Feststoffgehalte für die Verfüllung von Abgrabungen unter Einhaltung bestimmter Randbedingungen (siehe "Ausnahmen von der Regel" für die Verfüllung von Abgrabungen in Nr. II.1.2.3.2).

- ²⁾ Der Wert 15 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 20 mg/kg.
- ³⁾ Der Wert 1 mg/kg gilt für Bodenmaterial der Bodenarten Sand und Lehm/Schluff. Für Bodenmaterial der Bodenart Ton gilt der Wert 1,5 mg/kg.
- ⁴⁾ Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.
- ⁵⁾ Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.
- ⁶⁾ Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.
- ⁷⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l.
- ⁸⁾ Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l.

Bei der Darstellung von Grenz- bzw. Richtwerten im Prüfbericht handelt es sich ausschließlich um eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT. Eine rechtsverbindliche Zuordnung der Prüfberichtsergebnisse im Sinne der zitierten Regularien wird ausdrücklich ausgeschlossen. Diese liegt allein im Verantwortungsbereich des Auftraggebers. Die zitierten Grenz- und Richtwerte sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

Grenzwertabgleich

Der Grenzwertabgleich bezieht sich ausschließlich auf die in AR-21-JE-030731-01 aufgeführten Ergebnisse. Die zitierten Grenz- und Richtwerte sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

Der Grenzwertabgleich erfolgt auf Basis eines rein numerischen Vergleichs des erhaltenen Messwertes mit den entsprechenden Grenz- und Richtwerten. Die erweiterte Messunsicherheit des entsprechenden Verfahrens wird hierbei nicht berücksichtigt. Der durchgeführte Grenzwertabgleich ist ausdrücklich nicht mit einer Konformitätsbewertung gleichzusetzen.

Nachfolgend aufgeführte Proben weisen im Vergleich zur LAGA TR Boden (2004) Tabelle II.1.2-2/-4 + -3/ -5 die dargestellten Überschreitungen auf. Eine Rechtsverbindlichkeit des Grenzwertabgleiches wird ausdrücklich ausgeschlossen.

X: Überschreitung festgestellt

Probenbeschreibung: MP1 - Baugrund

Probennummer: 121139344

Test	Parameter	Z0 Sand	Z0 Lehm/ Schluff	Z0 Ton	Z0*	Z1.1	Z1.2	Z2
Arsen [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Arsen (As)	X	X	X	X			
Kupfer [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Kupfer (Cu)	X						
Nickel [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Nickel (Ni)	X						
Quecksilber [Königswasser-Aufschluss] [AAS] mg/kg TS	Quecksilber (Hg)	X						
Zink [Königswasser-Aufschluss] mg/kg TS	Zink (Zn)	X						
TOC (gesamter organischer Kohlenstoff) Ma.-% TS	TOC	X	X	X	X			

Anlage 5

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Löbstedter Strasse 78 - D-07749 - Jena

BoPHYS GmbH
Gewerbegebiet Brandis bei Leipzig,
Gewerbeallee 5
04821 Brandis

Titel: Prüfbericht zu Auftrag 12139941
Prüfberichtsnummer: AR-21-JE-030872-01

Auftragsbezeichnung: Projekt: Bad Berneck, Am Sportplatz

Anzahl Proben: 1
Probenart: Boden
Probenehmer: angeliefert vom Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 15.10.2021
Prüfzeitraum: 15.10.2021 - 25.10.2021

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Die Ergebnisse beziehen sich in diesem Fall auf die Proben im Anlieferungszustand. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14081-01-00) aufgeführten Umfang.

Alina Hera
Prüfleitung
Tel. +49 3641464922

Digital signiert, 27.10.2021
Alina Hera
Prüfleitung



Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte				Probennummer		MP2 - Baugrund
				nicht angreifend	schwach angreifend	stark angreifend	sehr stark angreifend	BG	Einheit	121139345
Probenvorbereitung Feststoffe										
Fraktion < 2 mm	FR	RE000 FY	DIN 19747: 2009-07					0,1	%	78,0
Fraktion > 2 mm	FR	RE000 FY	DIN 19747: 2009-07					0,1	%	22,0
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz										
Trockenmasse	FR	RE000 FY	DIN EN 14346: 2007-03					0,1	Ma.-%	92,4
Prüfungen auf Betonaggressivität von Böden										
Säuregrad nach Baumann Gully	FR	RE000 FY	DIN 4030-2: 2008-06	200				4	ml/kg TS	60
Sulfat (SO ₄)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	< 2000	3000	12000	24000	20	mg/kg TS	180
Sulfid, gesamt	FR	RE000 FY	DIN 4030-2: 2008-06		1)			5,0	mg/kg TS	710
Chlorid (Cl)	FR	RE000 FY	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07					25	mg/kg TS	< 25

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die Bestimmung der mit RE000FY gekennzeichneten Parameter ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkks D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach Betonaggressivität DIN 4030-1 (Tabelle 4, Boden) - Juni 2008.

1) Bei Sulfidgehalten von > 100 mg S₂-/kg Boden ist eine gesonderte Beurteilung durch einen Fachmann erforderlich.

Bei der Darstellung von Grenz- bzw. Richtwerten im Prüfbericht handelt es sich ausschließlich um eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT. Eine rechtsverbindliche Zuordnung der Prüfberichtsergebnisse im Sinne der zitierten Regularien wird ausdrücklich ausgeschlossen. Diese liegt allein im Verantwortungsbereich des Auftraggebers. Die zitierten Grenz- und Richtwerte sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

Grenzwertabgleich

Der Grenzwertabgleich bezieht sich ausschließlich auf die in AR-21-JE-030872-01 aufgeführten Ergebnisse. Die zitierten Grenz- und Richtwerte sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

Der Grenzwertabgleich erfolgt auf Basis eines rein numerischen Vergleichs des erhaltenen Messwertes mit den entsprechenden Grenz- und Richtwerten. Die erweiterte Messunsicherheit des entsprechenden Verfahrens wird hierbei nicht berücksichtigt. Der durchgeführte Grenzwertabgleich ist ausdrücklich nicht mit einer Konformitätsbewertung gleichzusetzen.

Keine der in AR-21-JE-030872-01 enthaltenen Proben weist eine Überschreitung des niedrigsten Zuordnungswertes, bzw. eine Verletzung eines Grenz- oder Richtwertes der Liste Betonaggressivität DIN 4030-1 (Tabelle 4, Boden) - Juni 2008 auf.