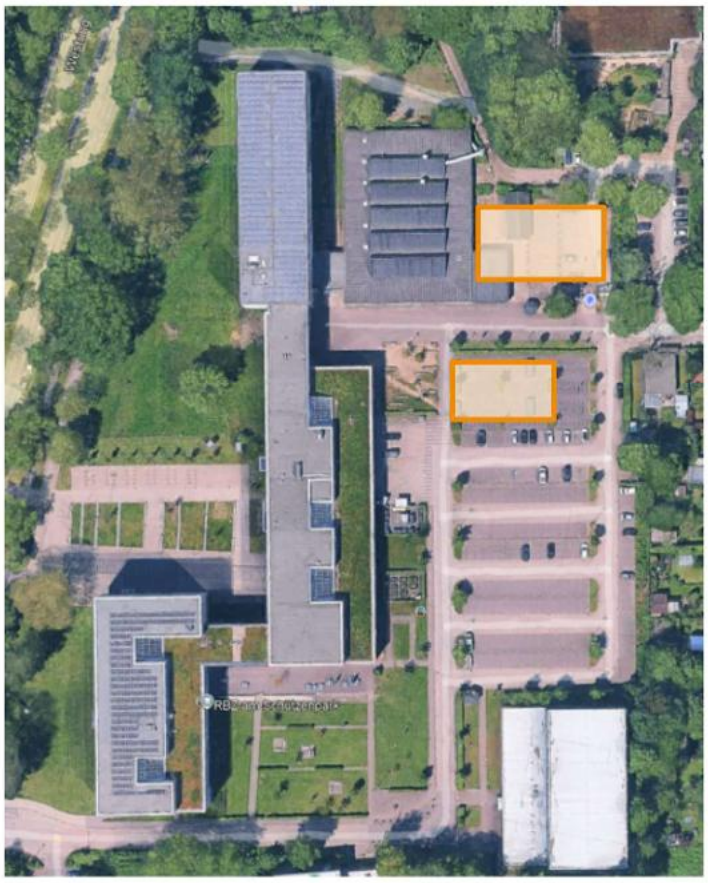
[redacted]

Campus Schützenpark - Neubau Werkhallen B1 und B2

RBZ, Westring 100, 24114 Kiel

Geotechnische Stellungnahme (Revision 01)



[redacted]

[redacted]

Auftraggeber

Landeshauptstadt Kiel
Immobilienwirtschaft, Abteilung 60.4, Neues Rathaus
Andreas-Gayk-Straße 31
24103 Kiel

[redacted]

Datum

14.10.2026

[redacted]

Kontakt

[redacted]

Änderungshistorie

Revision	Datum	Änderungen
00	09.10.2026	-
01	14.10.2026	Einarbeitung Kommentierung von [redacted] sowie aktualisierte Baugrubenplanung

[redacted]

INHALTSVERZEICHNIS

1 VERANLASSUNG 6

2 UNTERLAGEN 6

3 ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN UND GEOTECHN. KATEGORIE 7

3.1 Örtliche Situation 7

3.2 Bauvorhaben 7

3.3 Geotechnische Kategorie 9

4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE 9

4.1 Ergänzende Untergrunderkundung 9

4.2 Untergrundbeschreibung 10

4.3 Grundwasser 12

4.4 Bemessungswasserstand 13

5 BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE 13

5.1 Wassergehalt 13

5.2 Glühverlust 13

5.3 Kornverteilungen 14

6 CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE 15

7 GRÜNDUNG WERKHALLEN 15

7.1 Allgemein 15

7.2 Gründungsempfehlung 16

7.3 Bettungsmodul für Sohlplatten und Setzungen 17

7.3.1 Werkhalle B1 17

7.3.2 Werkhalle B2 18

7.4 Charakteristische Sohlwiderstände für Einzelfundamente und Setzungen 18

7.4.1 Werkhalle B1 19

7.4.2 Werkhalle B2 20

8 BAUGRUBEN WERKHALLEN 20

8.1 Sicherung der Baugrube 20

8.2 Trockenhaltung der Baugrube 21

9 TROCKENHALTUNG WERKHALLEN 21

10 VERKEHRSFLÄCHEN 22

10.1 Allgemein 22

10.2 Tragfähigkeit und Gründung 23

11 VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT 24

11.1 Allgemein 24

11.2 Geplante Versickerungsmulde „Grüne Mitte“ 24

12 BAUTECHNISCHE HINWEISE 25

12.1 Allgemeine Hinweise zum Erdbau und Füllmaterial 25

12.2 Beweissicherung 26

13 ZUSAMMENFASSUNG 26

[redacted]

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 **Lageplan der Untergrundaufschlüsse**

Anlage 2 **Ergebnisse der Untergrundaufschlüsse**

2.1 Werkhalle B1

2.2 Werkhalle B2

2.3 Außenanlagen

Anlage 3 **Bodenmechanische Laborversuche**

3.1 Zusammenstellung der Versuchsergebnisse

3.2 Kornverteilungskurven

Anlage 4 **Setzungen und Bettungsmoduln**

4.1 Werkhalle B1

4.2 Werkhalle B2

[redacted]

1 VERANLASSUNG

Die Landeshauptstadt Kiel, vertreten durch die Immobilienwirtschaft, plant den Neubau der Werkhallen auf dem Campus Schützenpark des RBZ auf dem Grundstück Westring 100 in Kiel. Hierfür liegt ein Baugrundgutachten vor, in dem für die Gründung der Werkhalle eine Baugrundverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen empfohlen wird.

Die IGB Ingenieurgesellschaft mbH wurde von der Immobilienwirtschaft der Landeshauptstadt Kiel beauftragt, ergänzende Untergrunderkundungen auszuführen, Setzungsberechnungen durchzuführen und darauf basierend eine Gründungsempfehlung auszusprechen. Die Ergebnisse der ausgeführten Erkundungen und Betrachtungen sind in vorliegender Stellungnahme festgehalten. Gegenstand der vorliegenden Stellungnahme sind die Werkhallen B1 und B2 sowie die zugehörigen Außenanlagen. Der Standort der Außenflächen / Garagen B3 ist noch durch eine Halle bebaut, sodass dieser noch nicht betrachtet wird.

2 UNTERLAGEN

Landeshauptstadt Kiel, 60 Immobilienwirtschaft:

[1] BA2, Lageplan Dachaufsicht, Genehmigungsplanung, Plannr. 001 und Plannr. 002, M 1:500, Datum: 19.11.2025

[2] BA1, Lageplan Rüttelstopfsäule / Geometrie, Entwurfsplanung, M 1:250, Datum: 18.02.2026

[3] B1 und B2, Schnitte, M 1:100, Datum: 20.04.2026

[4] B1 und B2, Lageplan der Baugrube, Genehmigungsplanung, M 1:500, Datum: 03.09.2026

[5] B1 und B2, Grundriss der Baugrube, Ausführungsplanung, Index a, M 1:50, Datum: 09.10.2026

[redacted]

[6] Bericht Tragwerksplanung, LPH 3: Entwurfsplanung, Stand: 16.01.2026

[7] Grundrisse und Gründungspläne Entwurfsplanung, M 1:100 und 1:200, Datum: 19.11.2025

[8] Genehmigungsstatik und Gründungspläne Genehmigungsplanung, M 1:100, Datum: 03.07.2026

[9] Lasten, Bodenpressungen und Setzungen, 21.07.2026

[10] Sohlpressungen für quasi-ständige Lastkombination, 21.08.2026

[11] Setzungsverteilung für quasi-ständige Lastkombination, 02.09.2026

[12] Sohlpressungen für quasi-ständige Lastkombination, 09.09.2026

[redacted]

[13] Sohlpressungen für quasi-ständige Lastkombination, 21.09.2026

[14] Sohlpressungen für quasi-ständige Lastkombination, 23.09.2026

[redacted]

[15] Geo- und umwelttechnische Stellungnahme, Datum: 22.07.2025

[16] Orientierendes Baugrundgutachten, 22.12.2009

[17] Lageplan der Bohrungen, M 1:500, Datum: 08.11.2009

[redacted]

[18] Lageplan Außenanlagen, Entwurf, M 1:200, Datum: 03.07.2026

[19] Schnitte, Entwurf, M 1:50 und Detail Pflaster, M 1:20, Datum: 03.07.2026

[redacted]

[20] Lageplan, Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen KRB 1/26 bis KRB 18/26, Ausführung am 07./ 08.09.2026

Kampfmittelräumdienst Schleswig-Holstein

[21] LBA-2021-3740, Überprüfung einer Fläche auf Kampfmittelbelastung: Westring 98-100 (Flur 16, Flurstück 360), Datum: 11.04.2022

Landeskriminalamt Schleswig-Holstein

[22] LBA-2021-3740, Überprüfung eines Grundstücks auf Kampfmittelbelastung: Westring 98-100 in Kiel (Flur 16, Flurstück 360), Datum: 11.04.2025

3 ÖRTLICHE SITUATION, BAUVORHABEN UND GEOTECHN. KATEGORIE

3.1 Örtliche Situation

Das Baufeld befindet sich östlich des RBZ am Schützenpark. Im Zuge der geplanten Neubaumaßnahmen werden einzelne Bestandsgebäude zurückgebaut. Die Geländeoberfläche im Untersuchungsbereich ist überwiegend durch Asphaltflächen versiegelt. Das Umfeld des Baufeldes ist durch bestehende Gebäude, Verkehrsflächen sowie Gartenanlagen geprägt. In unmittelbarer Nähe des Baufeldes befindet sich zudem ein Schulstandort und eine KiTa.

3.2 Bauvorhaben

Die Werkhallen B1 und B2 werden ohne Unterkellerung mit einem Erdgeschoss und einem Obergeschoss ausgeführt werden vgl. [3]. Die Grundrissabmessungen der Gebäude B1 und B2 betragen rd. 46, m x 22 m und 36 m x 22 m, vgl. [1] und [2]. An der Westseite der

[redacted]

Werkhalle B1 befindet sich eine bestehende Halle. Zwischen beiden Gebäuden verläuft temporär ein Rettungsweg, vgl. [5].

Die neuen Werkhallen werden annähernd höhengleich zum Bestandsgebäude errichtet. In den Bereichen der Spritz-/Trockenkabinen sowie der Aufzugunterfahrt werden die FFB-Koten ca. 0,90 m bzw. 1,45 m unterhalb der OKFF EG hergestellt.

Aus den vorliegenden Unterlagen, vgl. [5], ergeben sich folgende Höhenlagen:

- B1: OKRD EG + 21,00 m NHN
- B2: OKRD EG + 20,50 m NHN



Abbildung 1 Ausschnitt aus dem Schnitt 1-1 [3] mit Darstellung der Werkhalle B1

Gemäß den Planunterlagen ist in der „Grünen Mitte“ eine Entwässerungsmulde zur Aufnahme und Ableitung bzw. Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers vorgesehen.

Im Zuge der Neubaumaßnahme ist eine Neuordnung der Verkehrs- und Außenanlagen vorgesehen. Die Fahrflächen werden mit befahrbarem Betonpflaster hergestellt. Zudem werden Grünflächen angelegt und die Fahrrad- sowie Pkw-Stellplätze neu geordnet.

[redacted]

3.3 Geotechnische Kategorie

Das geplante Bauvorhaben ist gemäß DIN EN 1997-1[1], DIN EN 1997-2[2] und DIN EN 1997-2/NA[3] in die Geotechnische Kategorie 2 einzuordnen.

4 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

4.1 Ergänzende Untergrunderkundung

Zur ergänzenden Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 07./ 08.09.2026 insgesamt 18 Kleinbohrungen (KRB) bis in eine Tiefe zwischen rd. 3 m und 5 m unter Geländeoberkante (GOK) ausgeführt.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse wurden in der Örtlichkeit unter Berücksichtigung der vorhandenen Leitungsverläufe sowie der Zugänglichkeit festgelegt. Zur Verifizierung der vorhandenen Aufschlüsse von Mücke wurden im Bereich der geplanten Neubauten die Kleinrammbohrungen KRB 4 bis KRB 7 (B1) sowie KRB 13 bis KRB 17 (B2) bis 5 m Tiefe ausgeführt. Im Bereich der geplanten Versickerungsanlage wurden die Kleinrammbohrungen KRB 9 und KRB 11 bis 4 m Tiefe niedergebracht. Für die geplanten Verkehrsflächen wurden die Kleinrammbohrungen KRB 1 bis KRB 3, KRB 8, KRB 10, KRB 12a, KRB 12b und KRB 18 bis 3 m Tiefe ausgeführt.

Die KRB 12 musste aufgrund eines Hindernisses in 0,9 m Tiefe zweimal zur KRB 12b/26 versetzt werden.

Die Aufschlusspunkte wurden auf Knoten zwischen rd. + 20,2 m NHN (KRB 17/26) und + 21,0 m NHN (KRB 11/26) eingemessen. Die Einmessung erfolgte mit GPS.

Die ausgeführten Ansatzpunkte sind im Lageplan der Anlage 1 dargestellt. Die Ansatzhöhen sowie die Höhe der Endteufen der jeweiligen Erkundungen können den Anlagen 2.1, 2.2 und 2.3 entnommen werden.

Vor der Ausführung der Untergrundaufschlüsse wurden zur Leitungserkundung Handschachtungen bis in eine Tiefe von rd. 1,5 m unter GOK ausgeführt. Die Asphaltdecke im Bereich der KRB 3, KRB 5 und KRB 7 wurde zur Durchführung der Aufschlüsse mittels Kernbohrung geöffnet. Im Bereich der KRB 2, KRB 4, KRB 6, KRB 8, KRB 9, KRB 11 sowie KRB 13 bis KRB 18 wurde den vorhandenen Pflastersteinen aufgenommen und nach Beendigung der Aufschlussarbeiten fachgerecht wieder eingebaut.

---

[1] DIN EN 1997-1: 2014-04: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln

[2] DIN EN 1997-2: 2010-10: Eurocode 7 – Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

[3] DIN EN 1997-2/NA: 2010-12: Nationaler Anhang – National festgelegt Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik– Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds

[redacted]

Die Koordination und stichprobenartige Überwachung der Kleinrammbohrungen erfolgte durch die IGB. Die Kleinrammbohrungen wurden durch das Volckmann Bohrunternehmen GmbH, Owschlag, ausgeführt.

Durch das Bohrunternehmen wurden im gesamten Untersuchungsbereich gestörte Bodenproben entnommen. Die erste Ansprache nach DIN EN ISO 14688[4] und die geologische Einstufung nach vorhandenen Erfahrungen der gewonnenen Bodenproben erfolgte durch das Bohrunternehmen vor Ort. Die Bodenproben wurden in unserem bodenmechanischen Labor ergänzend bodenmechanisch angesprochen. An ausgewählten Proben wurden zudem bodenmechanische Laborversuche ausgeführt.

Gemäß vorliegenden Kampfmittelbescheid handelt es sich bei der Fläche in Teilen um eine Kampfmittelverdachtsfläche, vgl. [21]. Für die Ausführung der Kleinrammbohrungen lag eine Gestattung seitens des Landeskriminalamts vor, vgl. [22].

4.2 Untergrundbeschreibung

Einzelheiten und Mächtigkeiten zu den einzelnen Schichten sind den Anlagen 2.1, 2.2 und 2.3 zu entnehmen. Darin enthalten sind die Aufschlüsse aus [15], die wir unverändert übernommen haben.

- Anlage 2.1: Werkhalle B1
- Anlage 2.2: Werkhalle B2
- Anlage 2.3: Außenanlagen

Der Baugrund im planungsrelevanten Bereich ist unterhalb der Geländeoberkante bzw. den Oberflächenbefestigungen zunächst durch mächtige und heterogene Auffüllungen geprägt. Darunter stehen bis zur Endteufe der Sondierungen überwiegend bindige Geschiebeböden und nur lokal Sande sowie an einer Stelle Torf an.

Nachfolgend werden die anstehenden relevanten Bodenschichten näher beschrieben.

Oberflächenbefestigung

Die KRB 3/26, KRB 5/26 und KRB 7/26 wurden innerhalb einer bituminösen Verkehrsfläche ausgeführt. Die Asphaltmächtigkeit wurde mit 6 cm bis 12 cm gemessen.

Im Bereich der KRB 2, KRB 4, KRB 6, KRB 8, KRB 9, KRB 11 sowie KRB 13 bis KRB 18 wurden die vorhandenen Pflastersteine, die überwiegend eine Dicke von 8 cm aufwiesen, aufgenommen und nach Beendigung der Aufschlussarbeiten fachgerecht wieder eingebaut.

Die übrigen Erkundungen wurden in unbefestigten Flächenbereichen abgeteuft.

---

[4] DIN EN ISO 14688-2: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Untersuchung, Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen

[redacted]

Auffüllungen

Unterhalb der Oberflächenbefestigung bzw. unterhalb der Geländeoberkante und tlw. einer geringmächtigen humosen Deckschicht wurden heterogen zusammengesetzte Auffüllungen angetroffen, die bis in Tiefen von rd. 4,0 m unter GOK reichen.

Die rolligen Auffüllungen stellen tlw. die Frost- und Tragschichten der vorhandenen Verkehrsflächen dar, tlw. handelt es sich um Sande mit Nebenanteilen der benachbarten Kornfraktionen. Die Lagerungsdichte dieser rolligen Auffüllungen variiert erfahrungsgemäß zwischen locker und dicht, insbesondere im Bereich vorhandener Verkehrsflächen.

Bei den bindigen Auffüllungen handelt es sich überwiegend um umgelagerte Geschiebeböden. Deren Konsistenz variiert zwischen weich und steif.

Mit vielen KRB wurden in den Auffüllungen anthropogene Beimengungen in Form von Beton-, Ziegel- und Asphaltresten erkundet. Bereichsweise enthalten die Auffüllungen humose Beimengungen sowie Pflanzen- und Wurzelreste.

Generell kann in den anthropogen beeinflussten Böden das Vorhandensein von Hindernissen nicht ausgeschlossen werden.

Sand

Unterhalb der Auffüllungen wurden in den Bohrungen KRB 14, KRB 17, KRB 11, KRB 12b und KRB 6 sowie BS 2 und BS 11 sandige Zwischenschichten angetroffen. Hierbei handelt es sich um Fein- bis Mittelsande mit feinsandigen, grobsandigen, kiesigen und schluffigen Nebenanteilen. Nach dem Widerstand beim Bohren ist von einer vorwiegend lockeren bis mitteldichten Lagerung der Sande auszugehen.

Torf / Mudde

Mit der KRB 4/26 am westlichen Rand der Werkhalle B1 wurden unterhalb der Auffüllungen Torf mit einer Mächtigkeit von 1 m angetroffen. Der Torf wurde als stark zersetzt angesprochen.

Mit der KRB 11/26 am östlichen Rand des geplanten Versickerungsbeckens wurde unterhalb der Auffüllungen eine geringmächtige Muddeschicht mit weicher Konsistenz erkundet.

Diese organischen Böden sind als setzungsempfindlich einzustufen.

Es ist nicht auszuschließen, dass es sich bei den in [15] in ähnlicher Tiefenlage als „alter Mutterboden“ dargestellten Schichten ebenfalls um solche organischen Böden handelt.

Geschiebeböden

Unterhalb der Auffüllungen wurden Geschiebeböden in Form von Geschiebelehm und -mergel angetroffen. Bei den Geschiebeböden ist aufgrund der stark schluffigen

[redacted]

Nebenanteilen mit einer Konsistenz von überwiegend weich bis steif und steif sowie untergeordnet weich zu rechnen.

Die Geschiebeböden wurden bis zur Endteufe von 8 m unter GOK nicht durchgebohrt.

Ergänzende Hinweise

Generell kann das geogenbedingte Vorhandensein von Steinen und Blöcken, insbesondere in den hier erkundeten Geschiebeböden, nicht ausgeschlossen werden.

Der Vollständigkeit halber wird darauf hingewiesen, dass bei der Ausführung von Kleinrammbohrungen der Boden einem dynamischen Einfluss unterliegt. Insbesondere gemischtkörnige und bindige Böden, hier die bindigen Auffüllungen und Geschiebeböden, neigen bei Wasserzutritt und mechanischer Beanspruchung dazu aufzuweichen. Erfahrungsgemäß kann davon ausgegangen werden, dass diese Böden in situ eine bessere Konsistenz aufweisen als mit den Kleinrammbohrungen erkundet.

4.3 Grundwasser

Die während und nach der Bohrarbeiten angebohrten und im offenen Bohrloch eingemessenen Wasserstände sind in den Anlagen 2.1 bis 2.3 jeweils neben den Bohrprofilen in Meter unter GOK angegeben.

Während der Bohrarbeiten wurden im Bereich der geplanten Werkhalle B1 in Abhängigkeit der Höhenlage der Ansatzpunkte Wasserstände in einer Spanne von 0,70 m u. GOK (KRB 6/26) bis 2,70 m u. GOK (KRB 4/26 bis KRB 7/26) bzw. zwischen rd. + 18,1 m NHN und + 20,2 m NHN angetroffen.

Im Bereich der geplanten Werkhalle B2 wurden in Abhängigkeit der Höhenlage der Ansatzpunkte Wasserstände in einer Spanne von 0,75 m u. GOK (KRB 13/26) bis 2,45 m u. GOK (KRB 12b/26 sowie KRB 13/26 bis KRB 17/26) bzw. zwischen rd. + 17,9 m NHN und + 19,7 m NHN angetroffen.

Im Bereich der geplanten Versickerungsanlage wurden Wasserstände in einer Spanne von 2,10 m u. GOK (KRB 9) bis 2,40 m u. GOK (KRB 11/26) bzw. zwischen rd. +18,6 m NHN und + 18,7 m NHN angetroffen.

Im Bereich der Verkehrsflächen wurden Wasserstände in einer Spanne von 2,15 m u. GOK (KRB 2/26 und KRB 8/26) bzw. zwischen rd. +18,0 m NHN und +18,8 m NHN angetroffen. In den Aufschlüssen KRB 1/26 bis KRB 3/26 sowie KRB 18/26 wurde bis zur maximalen Endteufe von 3,0 m u. GOK bzw. bis ca. + 17,7 m NHN kein Grundwasser festgestellt.

Bei den angegebenen Werten handelt es sich um einmalige Stichtagsmessungen, die weder den höchsten Stand noch den Schwankungsbereich des Grundwassers wiedergeben. Jahreszeitlich bedingte und vom Niederschlag abhängige Schwankungen des Grundwasserspiegels sind zu berücksichtigen.

[redacted]

4.4 Bemessungswasserstand

Es ist davon auszugehen, dass sich oberhalb von gering wasserdurchlässigen bindigen Böden Niederschlagswasser bis zur Geländeoberkante aufstauen kann. Es ist somit zunächst ein Bemessungswasserstand auf Höhe der geplanten Geländehöhe anzusetzen. Sofern durch die Anordnung von sickerfähigen Materialien und einer wirksamen Dränung ein Abfluss von sich aufstauendem Sickerwasser sichergestellt ist, kann ein tieferer Bemessungswasserstand angesetzt werden. Siehe hierzu die Bewertungen in Abschnitt 9.

5 BODENMECHANISCHE LABORVERSUCHE

Während der aktuellen Baugrunderkundung wurden mit den Kleinrammbohrungen durch das Bohrunternehmen gestörte Bodenproben entnommen. Nach erfolgter Bodenansprache gemäß DIN EN ISO 14688-1[5] wurden an ausgewählten repräsentativen Bodenproben Laborversuche in unserem bodenmechanischen Labor zur Klassifikation der Böden durchgeführt. Im Einzelnen wurden Wassergehalte und Glühverluste bestimmt sowie Kornverteilungen ermittelt. Eine Zusammenstellung der Laborversuchsergebnisse ist in Anlage 3.1 enthalten.

5.1 Wassergehalt

Zur Bestimmung der Wassergehalte sind ausgewählte Bodenproben nach DIN EN ISO 17892-1[6] untersucht worden. Für die Bodenproben, deren jeweilige Entnahmestelle und -tiefe der Anlage 3.1 entnommen werden kann, wurden folgende Wassergehalte ermittelt:

- Bindige Auffüllung (6 Versuche) $13{,}0\ \% \leq w \leq 20{,}4\ \%$
- Geschiebemergel (1 Versuch) $w = 14{,}8\ \%$
- Geschiebelehm (1 Versuch) $w = 21{,}0\ \%$
- Torf (1 Versuch) $w = 137{,}9\ \%$

Die Wassergehalte liegen in für diese Böden typischen Wertebereichen und bestätigen grundsätzlich die angesprochenen Konsistenzen.

5.2 Glühverlust

Zur Feststellung der Größe der organischen Anteile wurde an der Probe des Torfes sowie Proben der bindigen Auffüllung und des Geschiebelehms mit organischen Anteilen der

[5] DIN EN ISO 14688-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden (12/2013)

[6] DIN EN ISO 17892: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben, Teil 1: Bestimmung des Wassergehalts

[redacted]

Glühverlust gemäß DIN 18128[7] ermittelt. Die Ergebnisse sowie die Entnahmestellen und -tiefen können der Anlage 3.1 entnommen werden.

- bindige Auffüllung (3 Versuche) $2,7\ \% \leq V_{Gl} \leq 4,1\ \%$
- Torf (1 Versuch) $V_{Gl} = 30\ \%$
- Geschiebelehm (1 Versuch) $V_{Gl} = 3,1\ \%$

Die untersuchten Proben der bindigen Auffüllung sowie des Geschiebelehms sind gemäß DIN EN ISO 14688-2 als schwach organisch einzustufen. Die Probe des Torfs kann als stark organisch bezeichnet werden.

5.3 Kornverteilungen

Zur Klassifizierung der Böden wurden einzelne Proben kornanalytisch nach DIN EN ISO 17892-4[8] untersucht. Die Ergebnisse der durchgeführten Korngrößenanalysen sind mit Angabe der jeweiligen Entnahmestelle und -tiefe in der Anlage 3.2 in Form von Kornverteilungskurven grafisch dargestellt.

rollige Auffüllungen

Bei den untersuchten Proben der rolligen Auffüllungen handelt es sich um Mittelsande mit unterschiedlich hohen Anteilen aus den benachbarten Kornfraktionen sowie unterschiedlich hohen Schluff- und Kiesanteilen. Der Schlämmkornanteil (Korn-Ø ≤ 0,063 mm) der untersuchten Proben liegt bei maximal 9,2 Gew.-%.

Aus den Kornverteilungen lassen sich für die rolligen Auffüllungen nach *Hazen* bzw. *Beyer* Wasserdurchlässigkeiten in der Spanne von $k_f = 4,2 \times 10^{-5}$ m/s bis $k_f = 4,4 \times 10^{-4}$ m/s ableiten.

Geschiebemergel

Bei den untersuchten Proben des Geschiebemergels handelt es sich kornanalytisch um Schluff mit stark sandigen und tonigen Nebenanteilen. Der Schlämmkornanteil (Korn-Ø ≤ 0,063 mm) der untersuchten Proben beträgt rd. 47,2 Gew.-%.

[7] DIN 18128: Baugrund, Untergrund von Bodenproben – Bestimmung des Glühverlustes

[8] DIN EN ISO 17892-4: Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Laborversuche an Bodenproben, Teil 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung

[redacted]

6 CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Auf Grundlage von [15] und der Ergebnisse der oben beschriebenen Baugrundaufschlüsse sowie unter Berücksichtigung unserer Erfahrungen mit vergleichbaren Böden und den bodenmechanischen Laborversuchen können die in Tabelle 1 angegebenen charakteristischen Werte der Bodenkenngrößen für erdstatische Berechnungen gemäß DIN EN 1997-1[9] für das Bauvorhaben in Ansatz gebracht werden.

Bodenart	Wichte		Scherfestigkeit		Steifemodul	Bodengruppe
	feucht	unter Auftrieb	Reibungs-winkel	Kohäsion		DIN 18196[10]
	γ_k	γ'_k	φ'_k	c'_k	$E_{s,k}$	
	kN/m³	kN/m³	°	kN/m²	MN/m²	
Füllboden, mind. mitteldicht	19	11	35	0	60 – 80	[SE], [SW], [GE], [GW]
Auffüllungen (rollig)	18	10	30,0	0	12 - 15	[SE], [SW], [SU]
Auffüllungen (bindig)	18	10	33	0	4 - 7	[UL], [UM], [SU], [SU*]
Torf	11	1	12,5	2	1,5 - 2	HZ
Sand	18,5	10,5	30	-	20 - 40	SE, SU
Geschiebeböden (weich-steif)	20	10	26,5	6 - 10	7 - 10	UL, UM, SU, SU*
Geschiebeböden (mind. steif)	20	10	30	7 - 10	20 - 50	UL, UM, SU, SU*

Tabelle 1 Charakteristische Bodenkennwerte

Allgemein ist von leicht bis mittelschwer lösbaren Bodenarten auszugehen. Zudem sind Hindernisse in den Auffüllungen aufgrund von eingelagerten Fremdanteilen, Gründungsresten etc. sowie den Geschiebeböden nicht auszuschließen bzw. vorhanden, vgl. KRB 2a/26.

7 GRÜNDUNG WERKHALLEN

7.1 Allgemein

Gemäß [5] sind die Bauwerksunterkanten wie folgt angegeben:

[9] DIN EN 1997-1: 2009-09, Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

[10] DIN 18196:2011-05: Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke

- B1 UK: ca. + 20,3 m NHN
- B2 UK: ca. + 19,8 m NHN

Die Planung [7] und [8] ging gemäß [15] von einer Flachgründung der Werkhallen auf statisch tragenden Sohlplatten oberhalb eine Baugrundverbesserung mit säulenartigen Elementen aus. Lediglich die Stützen des jeweiligen Hallenvordachs sollen auf Einzelfundamenten gegründet werden.

7.2 Gründungsempfehlung

Die Werkhallen können gemäß den Empfehlungen aus [15] oberhalb eine Baugrundverbesserung mit säulenartigen Elementen und einer Lastverteilungsschicht flachgegründet werden. Diese Art der Baugrundverbesserung ist in [15] detailliert beschrieben, sodass hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

Alternativ ist aus geotechnischer Sicht auch eine Flachgründung der Werkhallen eines Gründungspolsters aus Füllboden denkbar, sofern die resultierenden Setzungen und Setzungsdifferenzen vom Tragwerk und den Ausbauten schadlos aufgenommen werden können. Im Rahmen der Gründungsplanung des Tragwerks wurden iterativ Setzungsberechnungen in Verbindung mit der Betrachtung der Auswirkungen auf das Tragwerk, vgl. [9] bis [14], durchgeführt. Für eine Vergleichmäßigung der Setzungen wurden mit diesen Berechnungen Mächtigkeiten der Gründungspolster in Abhängigkeit der Baugrundverhältnisse Mächtigkeiten von 1,0 m und 1,5 m ermittelt. Diese sind bereits in die Planung der Gründung und Baugrube eingeflossen, vgl. [5] und Abbildung 2. Es ist zu beachten, dass sich der tatsächlich erforderliche Bodenaustausch während der Bauausführung ergibt, vgl. Abschnitt 12.1.

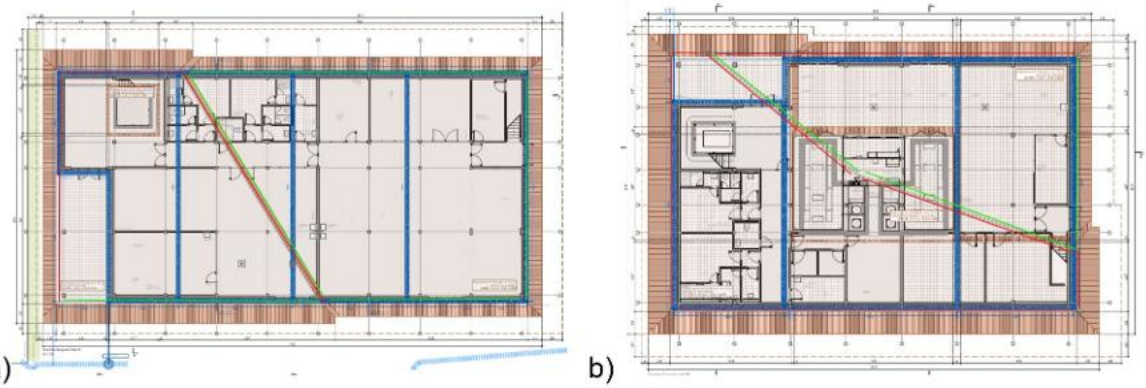


Abbildung 2 Baugrubenplanung [5] mit Darstellung der planerischen Bodenersatzmächtigkeit von 1,5 m (rot umrandet) und 1,0 m (grün umrandet) bei a) Werkhalle B1 und b) Werkhalle B2

Die Gründung ist frostsicher auszuführen. Durch die Ausführung des geplanten Gründungspolsters unterhalb der Bodenplatten von mindestens 1,0 m bis 1,5 m aus frostunempfindlichem Material ist von einer frostsicheren Ausführung auszugehen. Alternativ können die



Gründungselement mindestens 0,8 m unter der späteren Geländeoberkante abgesetzt oder eine umlaufende Frostschürze angeordnet werden.

7.3 Bettungsmodul für Sohlplatten und Setzungen

Unter Berücksichtigung der Bodenersatzmächtigkeiten aus dem vorherigen Abschnitt, vgl. auch [5], ergeben sich auf Grundlage der durchgeführten Setzungsberechnungen gemäß DIN 4019[11] für die Bemessung der Sohlplatte die nachfolgend angegebenen Bettungsmoduln.

Der Bettungsmodul resultiert aus dem Last-Verformungsverhalten des Bodens, welches wesentlich durch die Geometrie des Bauwerks und die Lastverteilung bestimmt wird. Dieser Systemkennwert stellt daher keine Konstante bzw. Bodenkennwert im eigentlichen Sinne dar.

Den Berechnungen wurden die in Abschnitt 4 beschrieben Baugrundverhältnisse und die in Abschnitt 6 angegebenen Bodenkennwerte zugrunde gelegt. Dabei wurden im Sinne von „wahrscheinlichen Setzungen“ die oberen Steifemoduln aus Tabelle 1 und im Sinne von „möglichen Setzungen“ die unteren Steifemoduln aus Tabelle 1 angesetzt.

7.3.1 Werkhalle B1

Die Ergebnisse der iterativen Setzungsberechnungen sowie die daraus resultierenden Bettungsmodulverteilungen sind in Anlage 4.1 dargestellt.

Es ergeben sich die nachfolgenden Bettungsmoduln:

für wahrscheinliche Setzungen (Ansatz oberer Steifemoduln aus Tabelle 1)

- mittlerer Bereich k_s = 3 - 4 MN/m³
- Randbereich k_s = 6 MN/m³

für mögliche Setzungen (Ansatz unterer Steifemoduln aus Tabelle 1)

- mittlerer Bereich k_s = 2 - 3 MN/m³
- Randbereich k_s = 4 - 6 MN/m³

Es ergeben sich die nachfolgenden Setzungen:

für wahrscheinliche Setzungen (Ansatz oberer Steifemoduln aus Tabelle 1)

- ca. 1 - 2,5 cm

für mögliche Setzungen (Ansatz unterer Steifemoduln aus Tabelle 1)

[11] DIN 4019: Baugrund - Setzungsberechnungen



- ca. 1 - 3 cm

7.3.2 Werkhalle B2

Die Ergebnisse der iterativen Setzungsberechnungen sowie die daraus resultierenden Bettungsmodulverteilungen sind in Anlage 4.2 dargestellt.

Es ergeben sich die nachfolgenden Bettungsmoduln:

für wahrscheinliche Setzungen (Ansatz oberer Steifemoduln aus Tabelle 1)

- mittlerer Bereich k_s = 2,75 - 3,25 MN/m³
- Randbereich k_s = 4,5 MN/m³

für mögliche Setzungen (Ansatz unterer Steifemoduln aus Tabelle 1)

- mittlerer Bereich k_s = 1,5 - 2,25 MN/m³
- Randbereich k_s = 4 MN/m³

Es ergeben sich die nachfolgenden Setzungen:

für wahrscheinliche Setzungen (Ansatz oberer Steifemoduln aus Tabelle 1)

- ca. 0,5 - 1,5 cm

für mögliche Setzungen (Ansatz unterer Steifemoduln aus Tabelle 1)

- ca. 1 - 2,5 cm

Ergänzender Hinweis

Bei den oben dargestellten Setzungen handelt es sich um die sogenannten Konsolidationssetzungen (Primärsetzungen). Der am westlichen Rand der Werkhalle B1 erkundete Torf wird neben diesen auch noch sogenannte Kriechsetzungen (Sekundärsetzungen) erfahren, die sich über einen Zeitraum von Jahren und Jahrzehnten einstellen können. Nach unseren Erfahrungen ist hier mit zusätzlichen Setzungen von maximal 0,5 cm zu rechnen.

7.4 Charakteristische Sohlwiderstände für Einzelfundamente und Setzungen

Grundlage der nachfolgenden Ermittlung der charakteristischen Werte der Grundbruchwiderstände $R_{n,k}$ bzw. $\sigma_{R,k}$ für Einzelfundamente ist das Berechnungsverfahren nach DIN 4017[12] (Grundbruchberechnung). Die Berechnungen erfolgten mit der Software GGU-Footing. Der Nachweis der Grundbruchsicherheit hat gemäß dem definierten Teilsicherheitskonzept der DIN EN 1997-1 im Grenzzustand GEO mit dem Nachweisverfahren 2 (GEO-2) zu erfolgen.

[12] DIN 4017: Baugrund - Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen

[redacted]

Es gilt die Bedingung:

$$V_d \leq R_d \quad \text{bzw.} \quad \sigma_{E,d} \leq \sigma_{R,d}$$

Die Berechnungen erfolgten auf Grundlage angenommener Fundamentabmessungen.

Durch Division von $\sigma_{R,k}$ mit dem Teilsicherheitsbeiwert des Grundbruchwiderstandes γ_R der entsprechenden Bemessungssituation ergibt sich der Bemessungswert des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$. Für die Berechnung des aufnehmbaren Sohldruckes σ_{zul} nach DIN 1054: 2005-01 ist eine weitere Abminderung um die Teilsicherheitsbeiwerte für die Einwirkungen notwendig.

Die angegebenen Werte gelten für lotrechte und mittige Belastungen.

Für die Bemessung exzentrisch belasteter Fundamente können die im Folgenden angegebenen charakteristischen Werte des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,k}$ herangezogen werden, wenn gemäß DIN 4017, Abs. 7.2.1, für die vorhandenen Fundamentabmessungen die reduzierte Fundamentbreite eingeführt wird.

$b' = b - 2 \cdot e_b$ mit e_b = Exzentrizität der Sohldruckresultierenden in Richtung b.

Lastneigungen mit einem Verhältnis H/V < 3 % können vernachlässigt werden. Bei geneigter Lastresultierenden (H/V > 5 %) ist die Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 neu zu berechnen.

Es wird darauf hingewiesen, dass es sich bei den in der Tabelle 2 und Tabelle 3 gegebenen Werte nicht um den aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} nach DIN 1054[13] handelt.

7.4.1 Werkhalle B1

Für die Gründung der Fundamentstützen am westseitigen Eingang der Werkhalle B1 sind nachfolgend charakteristische Sohlwiderstände angegeben. Die maximal anzusetzenden Sohlwiderstände wurden für das ungünstigste Baugrundprofil mit der Torfschicht in KRB 4/26 und einer Setzung von 1,5 cm bei voller Widerstandsausnutzung ermittelt. In Abhängigkeit der tatsächlichen Baugrundschichtung sind bei voller Ausnutzung der in Tabelle 2 angegebenen Widerstände auch Setzungen von nur ca. 0,5 cm möglich. Daraus ergibt sich zwischen den Stützen eine mögliche Setzungsdifferenz von ca. 1 cm.

In der Tabelle 2 sind für variierende Fundamentbreiten die charakteristischen Sohlwiderstände angegeben. Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

[13] DIN 1054 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau

[redacted]

Fundamentbreite [m]	1,0	1,5	2,0
charakt. Sohlwiderstand $\sigma_{R,k}$ [kN/m²]	530	290	195

Tabelle 2 Charakteristische Sohlwiderstände $\sigma_{R,k}$ [kN/m²] für quadr. Einzelfundamente mit Einbindetiefe von 1,0 m und Setzungen zwischen 0,5 cm und 1,5 cm

7.4.2 Werkhalle B2

Für die Gründung der Fundamentstützen am nordwestseitigen Eingang der Werkhalle B2 sind nachfolgend charakteristische Sohlwiderstände angegeben.

In der Tabelle 3 sind für variierende Fundamentbreiten die charakteristischen Sohlwiderstände angegeben. Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Fundamentbreite [m]	1,0	1,5	2,0
charakt. Sohlwiderstand $\sigma_{R,k}$ [kN/m²]	595	360	280

Tabelle 3 Charakteristische Sohlwiderstände $\sigma_{R,k}$ [kN/m²] für quadr. Einzelfundamente mit Einbindetiefe von 1,0 m und Setzungen bis max. 1 cm

8 BAUGRUBEN WERKHALLEN

8.1 Sicherung der Baugrube

Für die Herstellung der nicht unterkellerten Werkhallen inkl. einer Lastverteilungsschicht oder eines Gründungspolsters ist in Abhängigkeit der vorhandenen Geländehöhen die Ausführung einer maximal etwa 1,5 m tiefen Baugrube erforderlich.

Die Baugruben können bei ausreichenden Platzverhältnissen entsprechend der DIN 4124[14] frei abgeböscht hergestellt werden ($\beta \leq 45°$ bei rolligen und $\beta \leq 60°$ bei mindestens steifkonsistenten bindigen Erdstoffen). Darüber hinaus sind die Hinweise der DIN 4124 zu beachten bzw. einzuhalten. Inwieweit ein Böschungswinkel von $\beta \leq 45°$ im Auffüllungshorizont hergestellt werden kann, ist mit den Aushubarbeiten durch einen Fachgutachter zu überprüfen. Baugrubenböschungen sind mit geeigneten Maßnahmen vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Zur Herstellung der Baugrube der Werkhalle B1 und Ausführung des Bodenaustausches ist an der westlichen Seite die DIN 4123[15] zu beachten. Aufgrund des geringen Abstands zum benachbarten Rettungsweg hat der Bodenaustausch über die Außenkante der Bodenplatte hinaus dort lokal abschnittsweise zu erfolgen.

[14] DIN 4124: Baugruben und Gräben, Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten

[15] DIN 4123: Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude, Stand April 2013

[redacted]

8.2 Trockenhaltung der Baugrube

Für die Tiefbauarbeiten ist nach den vorliegenden Erkundungsergebnissen mit keinen wesentlichen Wasserhaltungsmaßnahmen zu rechnen. Es sollte zur Trockenhaltung der Baugrube bei den vorherrschenden Bodenverhältnissen eine offene Wasserhaltung bestehend aus Filterschicht, Drainagen und Pumpensümpfen installiert werden, um niederschlagsabhängiges Stauwasser und das Tagwasser abführen zu können. Das herzustellende Gründungspolster kann als Filterschicht dienen, um ggf. auch in Verbindung mit den vorgesehenen Drainsträngen das Wasser zu fassen und abzuführen.

Wir gehen derzeit davon aus, dass das gefasste Baugrubenwasser in die Regenwasser- oder Abwasserkanäle eingeleitet werden kann bzw. muss.

Wir empfehlen, die generelle Genehmigungsfähigkeit einer offenen Wasserhaltung frühzeitig behördlich abzustimmen. Sowohl für die Entnahme von Grundwasser als auch die Einleitung des Baugrubenwassers in das öffentliche Kanalnetz sind in der Regel wasserrechtliche Anträge zu stellen.

9 TROCKENHALTUNG WERKHALLEN

Unter Berücksichtigung der gering durchlässigen Böden ist zunächst ein Bemessungswasserstand auf Höhe der geplanten Geländehöhe anzusetzen, vgl. Abschnitt 4.4, wie es auch in [15] beschrieben ist. Der aktuelle Planungsstand [5] sieht mit dem Gründungspolster aus filterfähigem Bodenersatz eine Drainschicht vor, die wirksam mit den darin geplanten Drainsträngen entwässert wird. Unter Berücksichtigung der Planung aus [5] können die folgenden Bemessungswasserstände für den regulären Teil der Sohlplatten angesetzt werden:

- B1: + 19,95 m NHN, entsprechend 1,05 m unter Baunull
- B2: + 19,45 m NHN, entsprechend 1,05 m unter Baunull

Sofern im Bereich der Tiefteile (Aufzugsunterfahrten, Lackierkabinen, Schlammfang) tieferliegende Drainstränge angeordnet werden, kann für diese bei vergleichbarem Abstand der Drainstränge – analog zum regulären Teil der Sohlplatten – von einem Bemessungswasserstand an der Oberkante des jeweils obersten Punkts des Drainstrangs ausgegangen werden.

Die erdberührten Bauteile sind gemäß DIN 18533-1[16] für die maßgebende Wassereinwirkungsklasse abzudichten, vgl. Tabelle 4.

Die erforderlichen Abdichtungsmaßnahmen sind abschließend durch Fachplaner festzulegen.

[16] DIN 18533-1: Abdichtungen von erdberührten Bauteilen – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze

[redacted]

Nr.	1	2	3	4
	Klasse	**Art der Einwirkung**	**Beschreibung**	**Abdichtung nach**
1	**W1-E**	**Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser**	5.1.2.1	8.5
2	W1.1-E	Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden	5.1.2.2	8.5.1
3	W1.2-E	Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung	5.1.2.3	8.5.1
4	**W2-E**	**Drückendes Wasser**	5.1.3.1	8.6
5	W2.1-E	Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe	5.1.3.2	8.6.1
6	W2.2-E	Hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe	5.1.3.3	8.6.2
7	**W3-E**	**Nicht drückendes Wasser auf erdüberschütteten Decken**	5.1.4	8.7
8	**W4-E**	**Spritzwasser und Bodenfeuchte am Wandsockel sowie Kapillarwasser in und unter Wänden**	5.1.5	8.8

Tabelle 4 Wassereinwirkungsklassen gemäß DIN 18533 (Quelle DIN 18533-1)

10 VERKEHRSFLÄCHEN

10.1 Allgemein

Die Planung der Verkehrsflächen aus [18] ist in Abbildung 3 dargestellt.

Unterhalb der Geländeoberkante bzw. der Oberflächenbefestigungen der Platzfläche Forum, der Hauptachsen/Promenaden sowie der Nebenwege aus Betonpflaster stehen im Planungsgebiet mächtige und heterogen zusammengesetzte Auffüllungen an.

Die rolligen Auffüllungen sind vorwiegend der Frostempfindlichkeitsklasse F1 und bereichsweise Frostempfindlichkeitsklasse F2 zuzuordnen. Sandige Auffüllungen mit hohen Schluffanteil sowie die angetroffenen bindigen Auffüllungen (wie im Bereich der KRB 1/26, KRB 3/26 KRB 8/26 und KRB 18/26) entsprechen der Frostempfindlichkeitsklasse F3.



Abbildung 3 Auszug aus dem Lageplan der Außenanlagen [18]

10.2 Tragfähigkeit und Gründung

Der neue Verkehrsflächenaufbau ist entsprechend der RStO 12/24[17] zu wählen. Eine Einbeziehung der lokal tlw. vorhandenen homogen und nahezu schlufffreien Sandauffüllungen in den Oberbau (Frostschutz, untere Lage) ist grundsätzlich möglich. Es ist jedoch bei der Separierung dieser Böden im Bauablauf darauf zu achten, Verunreinigungen auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Die Eignung sollte mit dem Bauablauf durch einen Fachgutachter überprüft werden.

Ausgehend von einer Ausbautiefe für die Verkehrsflächen von rd. 0,60 m und einer Höhenlage der neuen Straßenoberfläche annähernd in Höhe der derzeitigen Verkehrsflächen stehen in Höhe des Planums für die Verkehrsflächen vorwiegend Auffüllungen aus Sanden, aber auch bindige Auffüllungen (KRB 1/26, KRB 3/26 KRB 8/26 und KRB 18/26) an.

Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass auf dem freigelegten Planum für die Verkehrsflächen ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 45$ MN/m² bei im Planum anstehenden rolligen Erdstoffen nachgewiesen werden kann. Sofern bindige Böden im Planum anstehen, sollten diese in Abhängigkeit ihrer Konsistenz bis zu 0,4 m gegen Füllboden ausgetauscht werden.

[17] RStO 12 Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen

[redacted]

Als Bodenersatz sollte ein gut verdichtbarer Kiessand (frostsicher, F1) zur Ausführung kommen.

Eine Planumsentwässerung ist bei den gut wasserdurchlässigen rolligen Erdstoffen nicht erforderlich, in Bereichen mit bindigen Auffüllungen (KRB 1/26, KRB 3/26 KRB 8/26 und KRB 18/26) allerdings schon.

11 VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT

11.1 Allgemein

Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sind in der DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.) Arbeitsblatte A 138 geregelt.

Gemäß Arbeitsblatt A 138 der DWA ist der entwässerungstechnisch relevante Bereich mit einer Wasserdurchlässigkeit von $k_f = 1 \times 10^{-3}$ m/s bis $k_f = 1 \times 10^{-6}$ m/s definiert. Es ist ein geforderter Flurabstand von der Sohle der Versickerung zum Grundwasser von ≥ 1 m einzuhalten. gemäß DWA - A 138 ist die mittels Kornverteilungsauswertungen ermittelte Wasserdurchlässigkeit mit einem Korrekturfakor zu reduzieren.

Das Untersuchungsgebiet ist geprägt von mächtigen und heterogen zusammengesetzten Auffüllungen, die in ihrer Durchlässigkeit stark schwanken. Unterlagert werden die Auffüllungen ganz überwiegend von gering durchlässigen Geschiebeböden. Insgesamt ist somit auch in Bereichen mit rolligen Böden mit einer geringen Versickerungskapazität zu rechnen.

11.2 Geplante Versickerungsmulde „Grüne Mitte“

Gemäß [18] ist zentral in der sogenannte Grünen Mitte eine Versickerungsmulde geplant. An den südlichen Eckpunkten wurden die KRB 9/26 und KRB 11/26 ausgeführt. Demnach stehen dort bis etwa 4 m unter GOK rollige Auffüllungen an, die allerdings von bindigen Lagen und Linsen durchzogen werden. Vermutlich stammen die rolligen Auffüllungen aus der Baugrubenverfüllung des direkt benachbarten Hallenbauwerks. Grundwasser in Form von Stauwasser oberhalb der unterlagernden Geschiebeböden wurde in 2,1 m und 2,4 m unter GOK angetroffen.

Auch wenn gemäß den Vorgaben von DWA - A138 in Bezug auf die Durchlässigkeiten und den Grundwasserflurabstand eine Versickerung möglich erscheint, empfehlen wir die tatsächliche Versickerungskapazität mittels Versickerungsversuchen untersuchen zu lassen, da nicht ausgeschlossen ist, dass die rolligen Böden von geringdurchlässigen Böden umschlossen werden.

[redacted]

12 BAUTECHNISCHE HINWEISE

12.1 Allgemeine Hinweise zum Erdbau und Füllmaterial

Als Füll- oder Austauschboden ist ein schluffarmer Sand mit einem Ungleichförmigkeitsgrad C_u > 2,5 und einem Feinkornanteil ≤ 5 Gew.-% zu verwenden. Das Material ist unter Beachtung eines Lastausstrahlungswinkels von 45° über die Abmessungen der Sohlplatte bzw. der Fundamentabmessungen hinaus lagenweise (d ≤ 0,30 m) einzubauen und auf eine mindestens mitteldichte Lagerung zu verdichten.

Abschnitt 7 sowie die Planung [5] sehen die Ausführung eines Bodenersatzes mit Mächtigkeiten von 1,0 m und 1,5 m vor. Die tatsächlich erforderlichen Austauschmächtigkeiten können erst während des Aushubs festgelegt werden, wenn die Böden freigelegt worden sind. In Bereichen mit deutlich weich-konsistenten Böden ist der Bodenaustausch ggf. auch lokal tiefer zu führen. In solchen Bereichen kann es zudem wirksam sein, ein gut abgestuftes Betonrecycling (mit umwelttechnischer Materialklasse RC-1) als unterste Lage in den bindigen Böden einzudrücken.

Wir empfehlen, die tatsächlichen Austauschmächtigkeiten durch einen Fachgutachter aushubbegleitend festlegen und Baugrubensohlen sowie Gründungsebenen fachgutachterlich abnehmen zu lassen. Die ausreichende Lagerung des Füllbodens sollte zudem mittels Verdichtungskontrollen geprüft werden.

Bei dem bereichsweise anstehenden bindigen Erdstoffen ist der Aushub mit einem Bagger mit einer zahnlosen Schaufel sowie in den Endaushubebenen „rückschreitend“ durchzuführen, um die im ungestörten Zustand besser tragfähigen Böden durch den Aushub in ihrer Struktur nicht so gering wie möglich zu stören. Weiter ist zu gewährleisten, dass die bindigen Böden nicht durch einlaufendes Stau- oder Niederschlagswasser aufweichen. Freiliegende bindige Böden sollten schnellstmöglich durch das Bodenersatzmaterial des Gründungspolsters abgedeckt werden.

12.2 Verfüllung von Kampfmittelsondierbohrungen

Zur Freimessung der gemäß [21] vorhandenen Kampfmittelverdachtsflächen ist geplant Sondierbohrungen in einem Dreiecksraster vorzunehmen. Im Gründungsbereich der geplanten Werkhallen B1 und B2 sollten die Bohrlöcher mit Brunnendämmer fachgerecht verpresst werden, um die Schwächung des Untergrunds zu minimieren, sofern eine Flachgründung verfolgt wird. Im Falle einer Tieferführung der Lasten mittels z. B. Rüttelstopfsäulen kann auf ein Verpressen der Sondierbohrungen verzichtet werden.

[redacted]

12.3 Beweissicherung

Aufgrund der nicht auszuschließenden Erschütterungen durch Baufahrzeuge, Erd- und Verdichtungsarbeiten sind Einflüsse auf die benachbarten Gebäude, Verkehrsflächen und Versorgungsleitungen nicht auszuschließen.

Wir empfehlen daher die Durchführung einer vorsorglichen Beweissicherung mindestens der angrenzenden Verkehrsflächen und Fassaden der benachbarten Gebäude. Bei Ausführung von erschütterungsintensiven Bauverfahren sollten ergänzend die Gebäude ebenfalls von innen beweissichert sowie baubegleitende Schwingungsmessungen durchgeführt werden.

Mit der Beweissicherung können ungerechtfertigte Schadensersatzansprüche abgewiesen werden.

13 ZUSAMMENFASSUNG

Die Landeshauptstadt Kiel, vertreten durch die Immobilienwirtschaft, plant den Neubau der Werkhallen auf dem Campus Schützenpark des RBZ auf dem Grundstück Westring 100 in Kiel. Hierfür liegt ein Baugrundgutachten vor, in dem für die Gründung der Werkhalle eine Baugrundverbesserung mittels Rüttelstopfsäulen empfohlen wird. Im Rahmen der fortschreitenden Planung ergab sich die Notwendigkeit einer ergänzenden geotechnischen Beurteilung und Überprüfung der Gründungskonzeption. Vor diesem Hintergrund wurde die IGB Ingenieurgesellschaft mbH mit weiteren Baugrunderkundungen, Setzungsberechnungen und der Ableitung einer Gründungsempfehlung beauftragt.

Nach den Ergebnissen der Untergrundaufschlüsse stehen in den Bereichen der Werkhallen B1 und B2 sowie den Außenanlagen unterhalb einer Oberflächenbefestigung aus Asphalt und Pflasterstein bzw. ab GOK zunächst Auffüllungen unterschiedlicher Mächtigkeit und heterogener Zusammensetzung an. Die gewachsenen Erdstoffe wurden als bindige Geschiebeböden und Sand in unterschiedlicher Mächtigkeit und Schichtenfolge angetroffen. In der Bohrung KRB 4/26 wurde eine Torfschicht angetroffen.

Es ist davon auszugehen, dass sich oberhalb von gering wasserdurchlässigen bindigen Böden Niederschlagswasser bis zur Geländeoberkante aufstauen kann. Es ist somit zunächst ein Bemessungswasserstand auf Höhe der geplanten Geländehöhe anzusetzen, sofern keine wirksame Dränung umgesetzt wird.

Neben der ursprünglichen Gründungsvariante mittels Baugrundverbesserung mit säulenartigen Elementen ist aus geotechnischer Sicht auch eine Flachgründung der Werkhallen auf einem Gründungspolsters aus Füllboden prinzipiell möglich. Die in Abstimmung mit dem Tragwerkplaner iterativ ausgeführten Setzungsberechnungen ergaben erforderliche Gründungspolster mit Mächtigkeiten von 1,0 m und 1,5 m.

[redacted]

Die Baugruben können bei ausreichenden Platzverhältnissen frei abgeböscht hergestellt werden und es ist eine offene Wasserhaltung zur Trockenhaltung der Baugruben vorgesehen.

Mit der vorgesehenen Dränanlage für die beiden Werkhallen kann ein niedrigerer Bemessungswasserstand angesetzt werden, der bei der weiteren Abdichtungsplanung zu berücksichtigen ist.

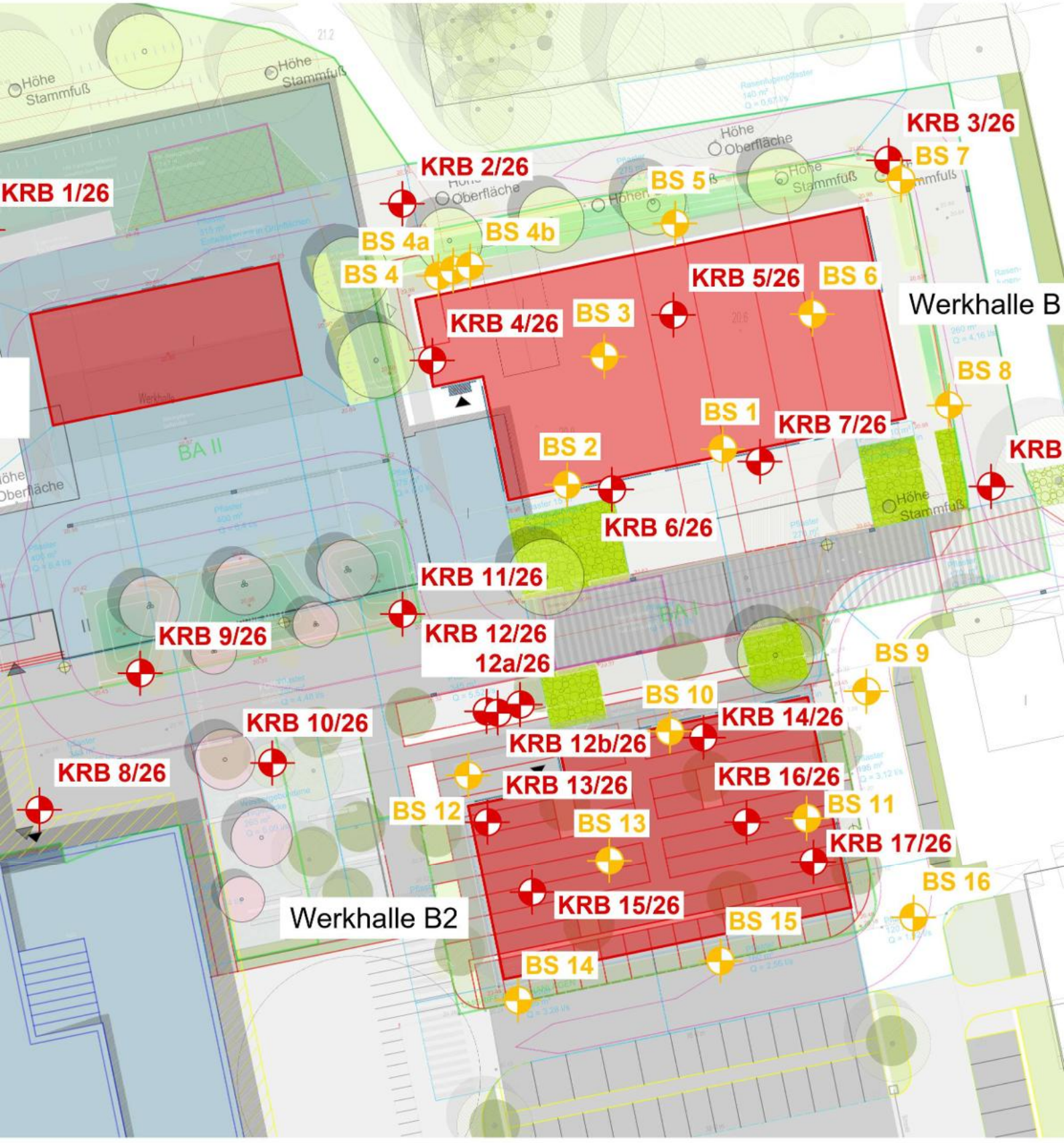
Die anstehenden Böden sind nur bedingt für eine Verwendung im Oberbau der geplanten Verkehrsflächen geeignet. In Bereichen mit bindigen Böden sind Bodenaustauschmaßnahmen vorzusehen, um auf dem Planum die gemäß RStO geforderte Tragfähigkeit zu erreichen.

Aufgrund der Prägung der Untergrundverhältnisse von geringdurchlässigen, bindigen Böden ist insgesamt von einer geringen Versickerungskapazität zu rechnen. Im konkreten Bereich der geplanten Versickerungsmulden empfehlen wir die ergänzende Ausführung von Versickerungsversuchen.

Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der mächtigen aufgefüllten Böden empfehlen wir die Erd- und Gründungsarbeiten eng durch einen Fachgutachter begleiten zu lassen.

IGB Ingenieurgesellschaft mbH

[redacted]

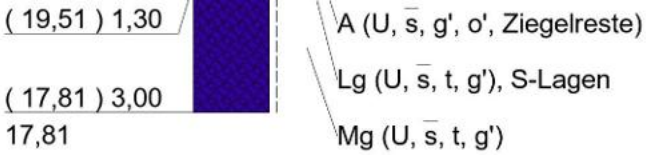


ohrungen (BS), aus 2025

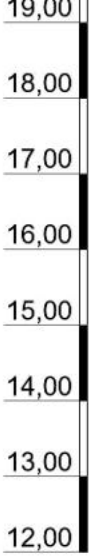
Kiel, Westring 100, RBZ Campus Schützenp
Neubau Werkhalle B1 und B2

Geotechnische Stellungnahme

Lageplan

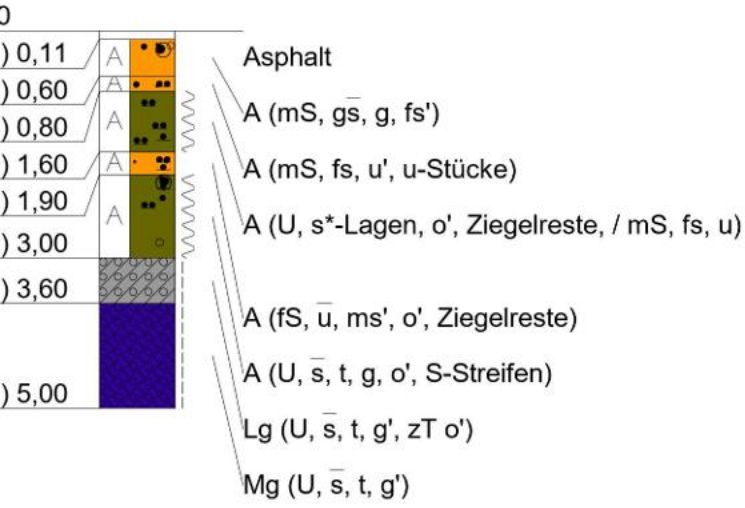


Wasserstand nicht messbar,
Loch offen



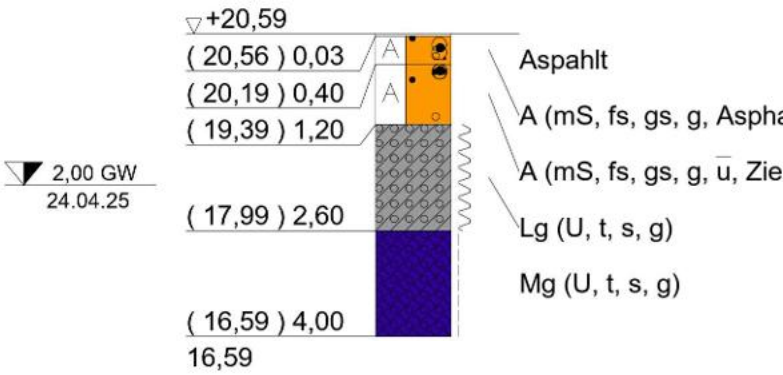
KRB 5/26

08.09.2026



BS 6

24.04.2025



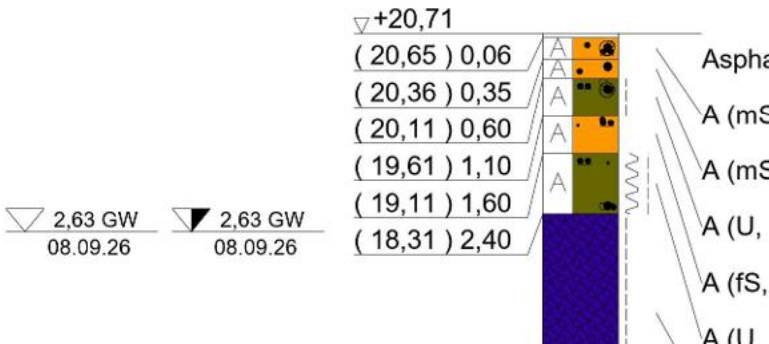
BS 1

04.2025



KRB 7/26

08.09.206



(Betonrecycling, (S+G))

(mS, gs̄, fs', g', Ziegelsplitter)

(U, s̄, t, g', Wurzelreste)

(U, s̄, t, g', einz. o'-Einlagerungen)

(U, s, t', o, Wurzelreste, S-Streifen)

g (U, s̄, t, g', Wurzelreste)

g (U, s̄, t, g')

2,60 GW
24.04.25

(17,84) 2,60

(16,44) 4,00

(14,94) 5,50

(13,64) 6,80

13,64

A

A (U, t, s, g, S-Band)

Mg (U, t, s, g)

Mg (U, t, s, g)

Mg (U, t, s, g)

2,45 GW
07.09.26

3,50 GW
07.09.26

26

BS 11

24.04.2025

Pflasterstein

A (gS, ms, fg)

A (Betonrecycling, (S+G))

A (mS, fs, gs, g', Ziegelreste)

A (U, s̄, t, g', zT o', S-Streifen, Ziegelreste)

A (Lg (U, s, t, o, S-Lagen))

Lg (U, s̄, t, g', zT o')

Mg (U, s̄, t, g')

Mg (U, s̄, t, g'), S-Lagen bei 4,5 m

+20,24

(20,16) 0,08

(19,34) 0,90

(17,44) 2,80

(16,84) 3,40

(16,24) 4,00

16,24

A

A

Pflasterstein

A (gS, ms, g, Betonreste, Ziegelreste)

A (U, t, s, g, humoses Band)

Mg (U, t, s, g)

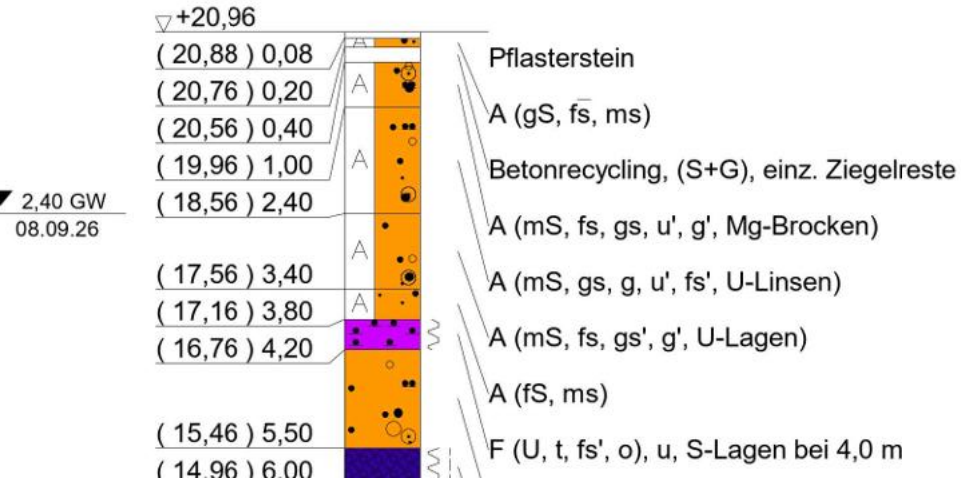
mS, fs, gs

0,90 G
08.10.2

kein Wasser

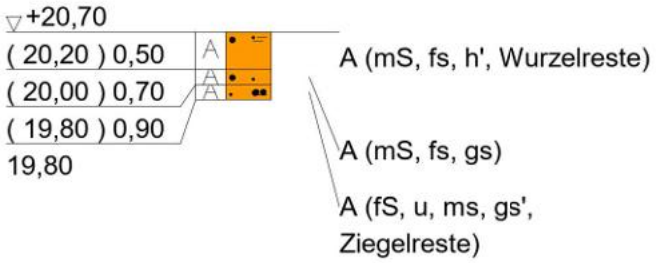
KRB 11/26

08.09.2026



KRB 12/26

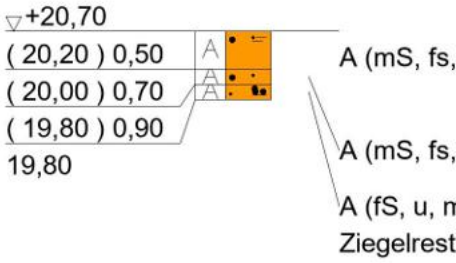
07.08.2026



Abbruch wegen Hindernis, versetzt zu KRB 12a/26

KRB 12a/26

07.08.2026



Abbruch wegen Hindernis, versetzt zu KRB 12b/26

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE

Anlage 3.1.1

Entnahmestelle			KRB 4/26	KRB 4/26	KRB 4/26	KRB 5/26	KRB 6/26	KRB 6/26	KRB 7/26	KRB 9/26	KRB 10/26	KRB 11/26
Entnahmetiefe		[m]	3,0-3,8	3,8-4,8	4,8-7,0	1,9-3,0	1,8-2,8	2,8-3,2	1,6-2,4	0,5-1,2	1,1-1,4	1,0-2,4
Entnahmeart			GP	GP	GP	GP	GP	GP	GP	GP	GP	GP
Bodenart			A	H	Mg	A	A	Lg	A	A	A	A
Wassergehalt	w	[%]	14,7	137,9	14,8	13,0	19,3	21,0	16,8			
Fließgrenze	w_L	[%]										
Ausrollgrenze	w_P	[%]										
Plastizitätszahl	I_P	[%]										
Konsistenzzahl	Ic	[-]										
Feuchtwichte	γ	[kN/m^3]										
Trockenwichte	γ_d	[kN/m^3]										
Proctorversuch		s. Anlage										
Kornverteilung		s. Anlage			3.2					3.2	3.2	3.2
Trockenrohdichte	ρ_s	[g/cm^3]										
Glühverlust	V_{gl}	[%]		30,0			3,6	3,1				
Ödometer-Steifemodul / Zeitsetzung		s. Anlage										
Einaxialversuch	q_u	s. Anlage										
Wasseraufnahmevermögen	w_a	[%]										
Kalkgehalt	V_{Ca}	[%]										

26-2139 Campus Schützenpark - Neubau Werkhallen B1 und B3
RBZ, Westring 100, 24114 Kiel
Geotechnische Stellungnahme

[redacted]

ZUSAMMENSTELLUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE

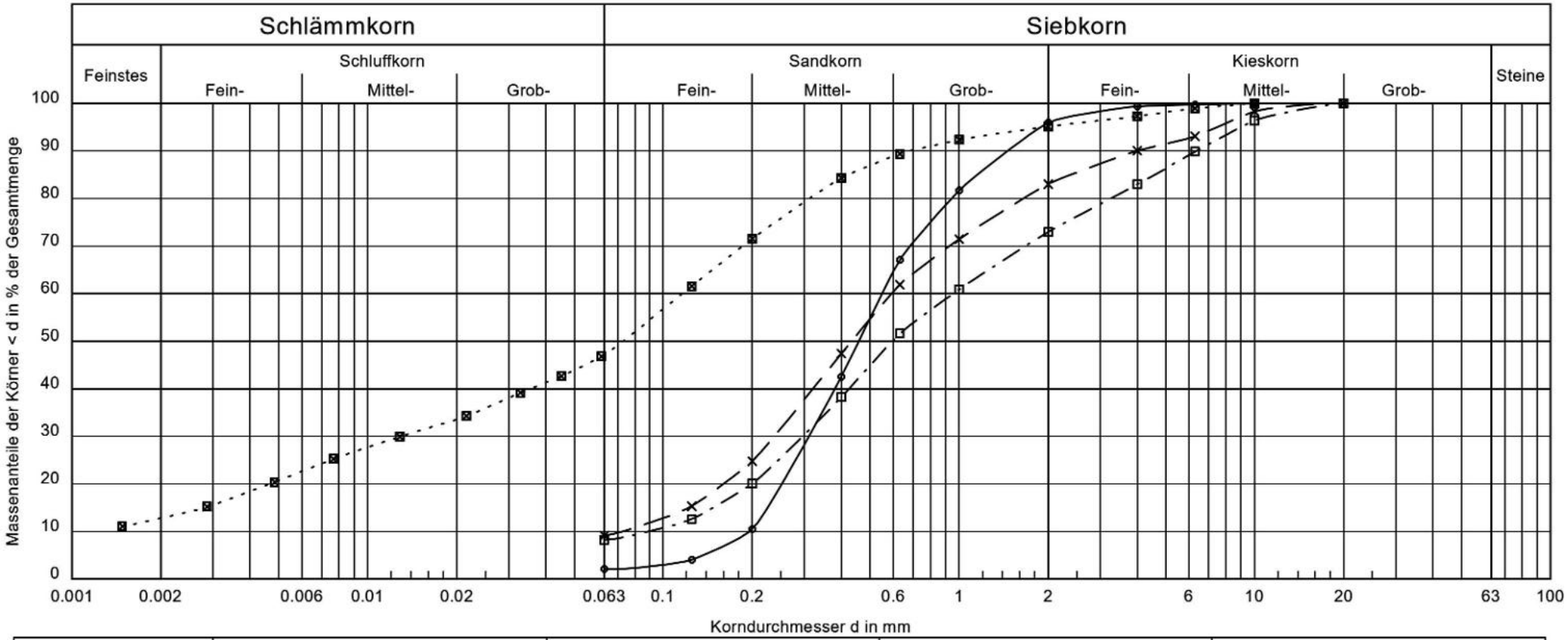
Anlage 3.1.2

Entnahmestelle		KRB 13/26	KRB 14/26								
Entnahmetiefe	[m]	2,9-3,6	2,3-2,9								
Entnahmeart		GP	GP								
Bodenart		A	A								
Wassergehalt	w [%]	20,4	16,8								
Fließgrenze	w_L [%]										
Ausrollgrenze	w_P [%]										
Plastizitätszahl	I_P [%]										
Konsistenzzahl	Ic [-]										
Feuchtwichte	γ [kN/m^3]										
Trockenwichte	γ_d [kN/m^3]										
Proctorversuch	s. Anlage										
Kornverteilung	s. Anlage										
Trockenrohdichte	ρ_s [g/cm³]										
Glühverlust	V_{gl} [%]	4,1	2,7								
Ödometer-Steifemodul / Zeitsetzung	s. Anlage										
Einaxialversuch	q_u s. Anlage										
Wasseraufnahmevermögen	w_a [%]										
Kalkgehalt	V_{Ca} [%]										

[redacted]

Kornverteilungskurven

Anlage 3.2

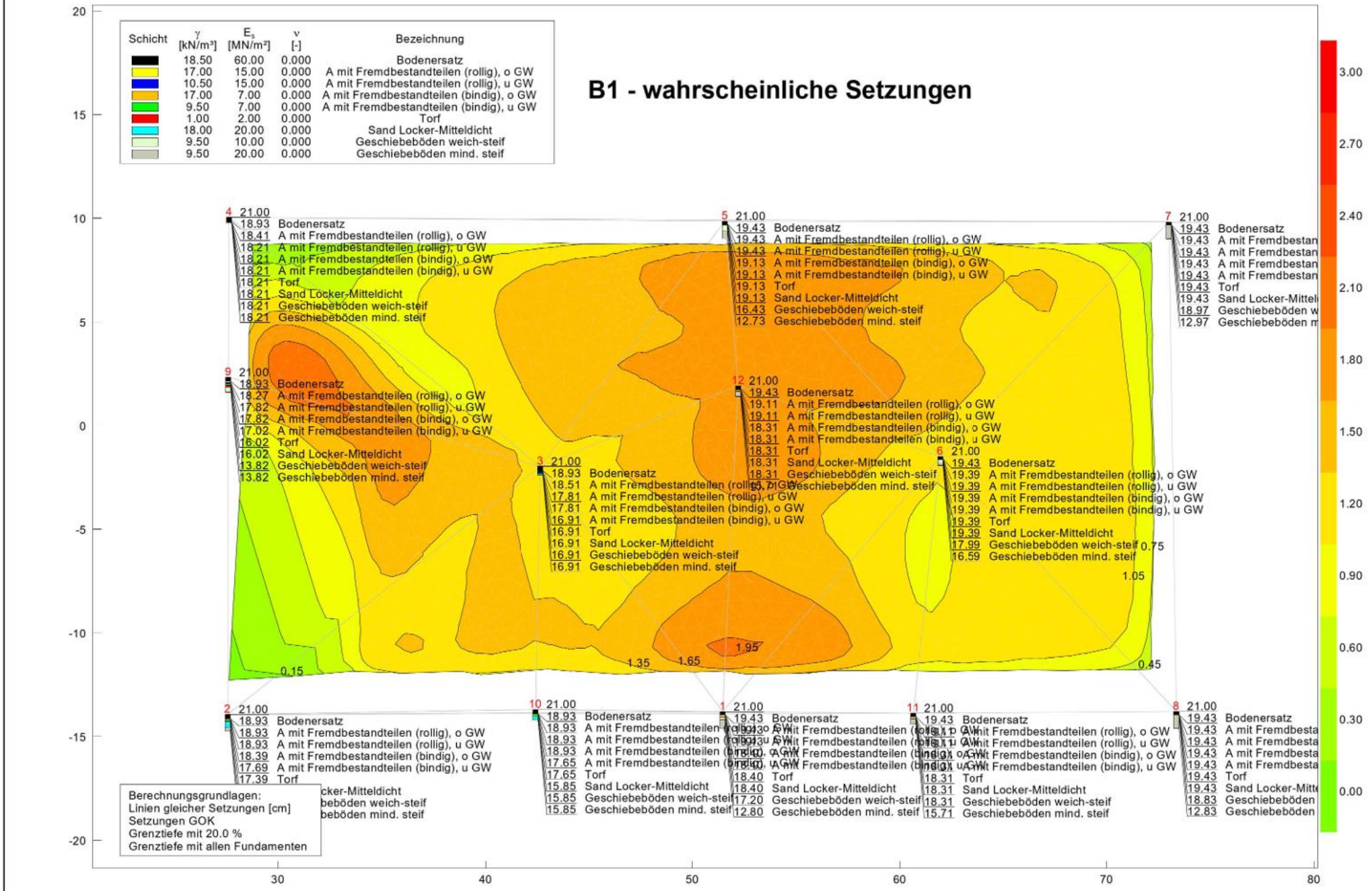


Signatur	⊠——⊠	×— —×	□—·—□	⊠·····⊠
Entnahmestelle:	KRB 9/26	KRB 10/26	KRB 11/26	KRB 4/26
Tiefe [m]:	0,5-1,2	1,1-1,4	1,0-2,4	4,8-7,0
Bodenart:	A (mS, $\bar{g}$s, fs')	A (mS, fs, gs, g, u')	A (mS, gs, g, u', fs')	Mg (U, $\bar{s}$, t)
U/Cc	2.8/0.9	8.2/1.3	10.7/1.0	-/-
k [m/s]	$4.4 \cdot 10^{-4}$ Hazen	$4.2 \cdot 10^{-5}$ Beyer	$5.5 \cdot 10^{-5}$ Beyer	-
T/U/S/G [%]:	- /2.1/93.8/4.1	- /9.2/73.9/17.0	- /8.2/64.7/27.0	12.8/34.4/48.0/4.8

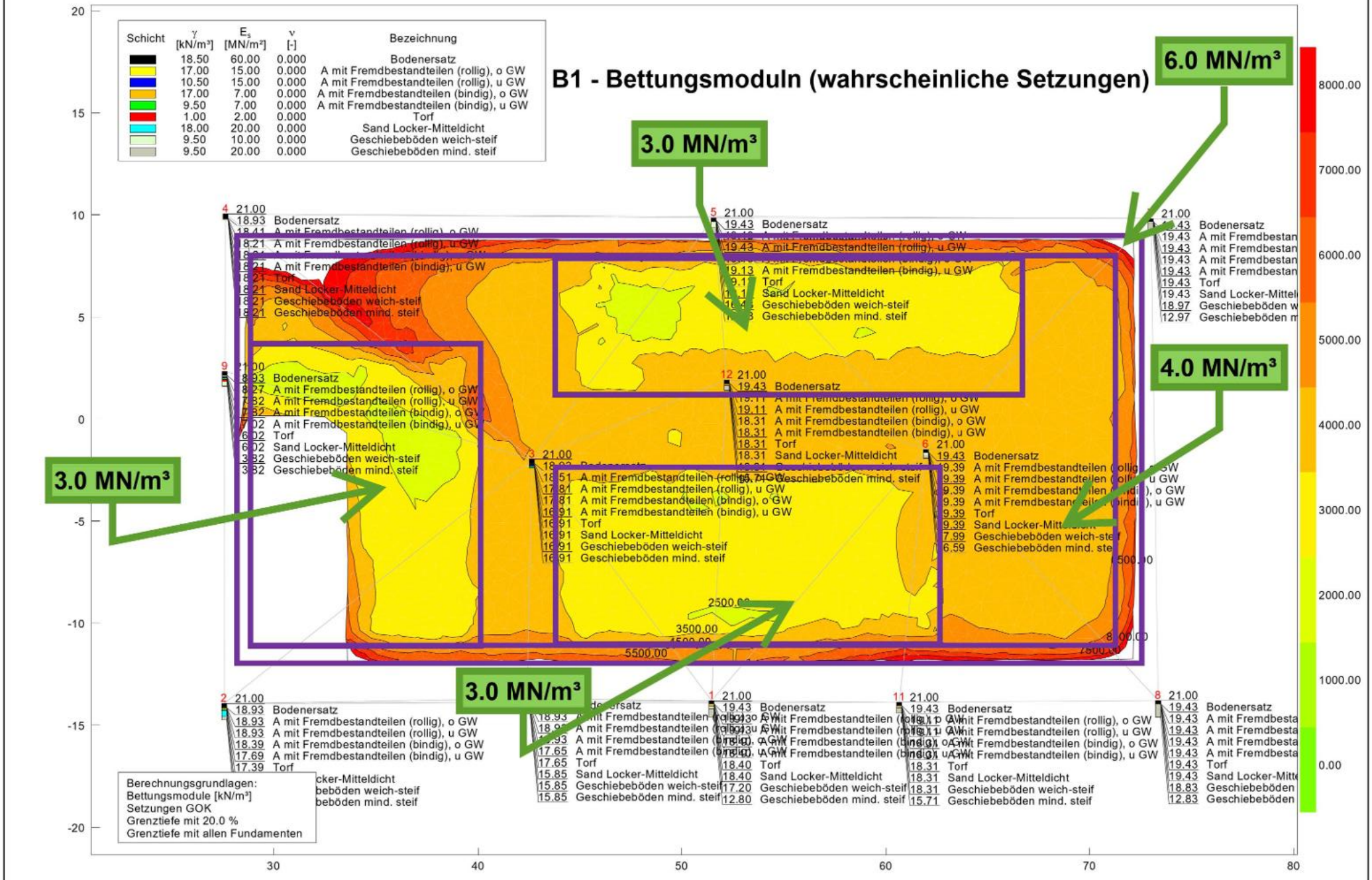
26-2139 Campus Schützenpark - Neubau Werkhallen B1 und B3
RBZ, Westring 100, 24114 Kiel
Geotechnische Stellungnahme

[redacted]

B1 - wahrscheinliche Setzungen



B1 - Bettungsmoduln (wahrscheinliche Setzungen)



B1 - mögliche Setzungen

Schicht	γ [kN/m³]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Bezeichnung
	18.50	60.00	0.000	Bodenersatz
	17.00	12.00	0.000	A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
	10.50	12.00	0.000	A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
	17.00	4.00	0.000	A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
	9.50	4.00	0.000	A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
	1.00	1.50	0.000	Torf
	18.00	20.00	0.000	Sand Locker-Mitteldicht
	19.50	7.00	0.000	Geschiebeböden weich-steif
	19.50	20.00	0.000	Geschiebeböden mind. steif

4 21.00
18.93 Bodenersatz
18.41 A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
18.21 A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
18.21 A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
18.21 A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
18.21 Torf
18.21 Sand Locker-Mitteldicht
18.21 Geschiebeböden weich-steif
18.21 Geschiebeböden mind. steif

5 21.00
19.43 Bodenersatz
19.43 A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
19.43 A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
19.13 A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
19.13 A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
19.13 Torf
19.13 Sand Locker-Mitteldicht
16.43 Geschiebeböden weich-steif
12.73 Geschiebeböden mind. steif

7 21.00
19.43 Bodenersatz
19.43 A mit Fremdbestan
19.43 A mit Fremdbestan
19.43 A mit Fremdbestan
19.43 A mit Fremdbestan
19.43 Torf
19.43 Sand Locker-Mittel
18.97 Geschiebeböden w
12.97 Geschiebeböden m

9 21.00
18.93 Bodenersatz
18.27 A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
17.82 A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
17.82 A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
17.02 A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
16.02 Torf
16.02 Sand Locker-Mitteldicht
13.82 Geschiebeböden weich-steif
13.82 Geschiebeböden mind. steif

12 21.00
19.43 Bodenersatz
19.11 A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
19.11 A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
18.31 A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
18.31 A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
18.31 Torf
18.31 Sand Locker-Mitteldicht
18.31 Geschiebeböden weich-steif
13.71 Geschiebeböden mind. steif

3 21.00
18.93 Bodenersatz
18.51 A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
17.81 A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
17.81 A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
16.91 A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
16.91 Torf
16.91 Sand Locker-Mitteldicht
16.91 Geschiebeböden weich-steif
16.91 Geschiebeböden mind. steif

6 21.00
19.43 Bodenersatz
19.39 A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
19.39 A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
19.39 A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
19.39 A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
19.39 Torf
19.39 Sand Locker-Mitteldicht
17.99 Geschiebeböden weich-steif
16.59 Geschiebeböden mind. steif

2 21.00
18.93 Bodenersatz
18.93 A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
18.93 A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
18.39 A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
17.69 A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
17.39 Torf
cker-Mitteldicht
beböden weich-steif
beböden mind. steif

10 21.00
18.93 Bodenersatz
18.93 A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
18.93 A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
18.93 A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
17.65 A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
17.65 Torf
15.85 Sand Locker-Mitteldicht
15.85 Geschiebeböden weich-steif
15.85 Geschiebeböden mind. steif

1 21.00
19.43 Bodenersatz
19.43 A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
19.43 A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
19.13 A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
19.13 A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
18.40 Torf
18.40 Sand Locker-Mitteldicht
17.20 Geschiebeböden weich-steif
12.80 Geschiebeböden mind. steif

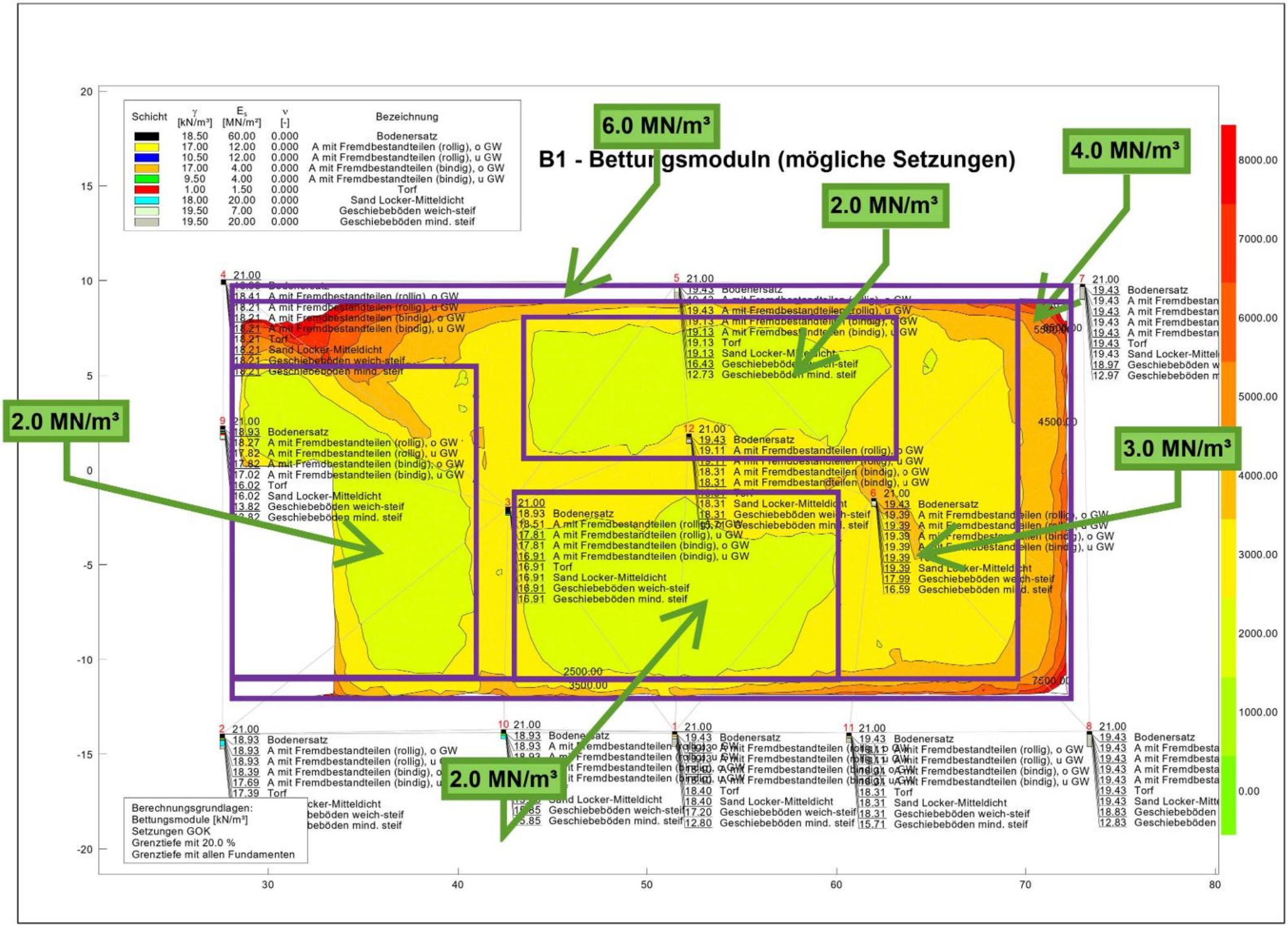
11 21.00
19.43 Bodenersatz
19.43 A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
19.43 A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
19.13 A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
19.13 A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
18.31 Torf
18.31 Sand Locker-Mitteldicht
18.31 Geschiebeböden weich-steif
15.71 Geschiebeböden mind. steif

8 21.00
19.43 Bodenersatz
19.43 A mit Fremdbesta
19.43 A mit Fremdbesta
19.43 A mit Fremdbesta
19.43 A mit Fremdbesta
19.43 Torf
19.43 Sand Locker-Mitte
18.83 Geschiebeböden
12.83 Geschiebeböden

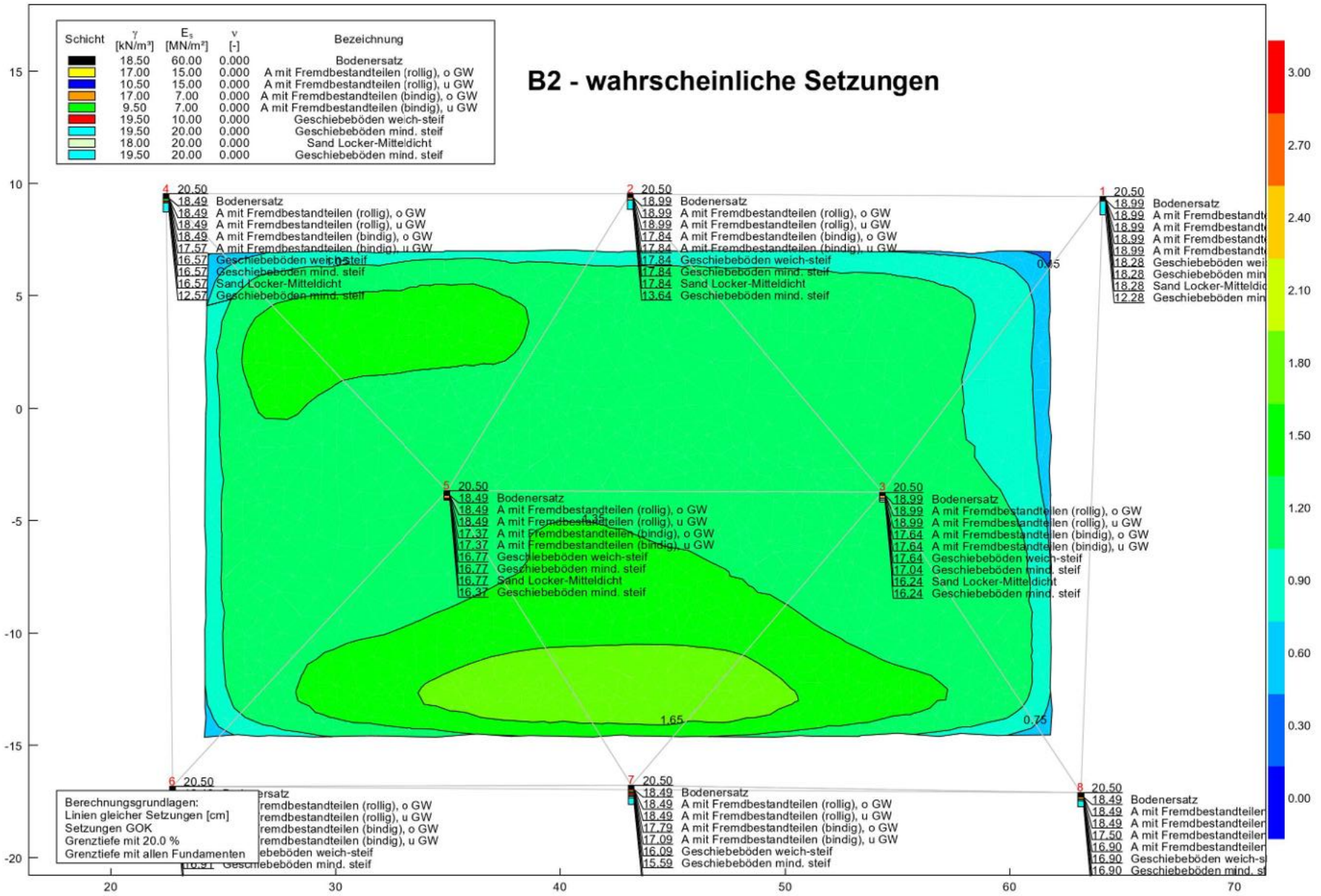
0.45
0.75
1.35
2.25
1.05
0.15
1.95
1.65

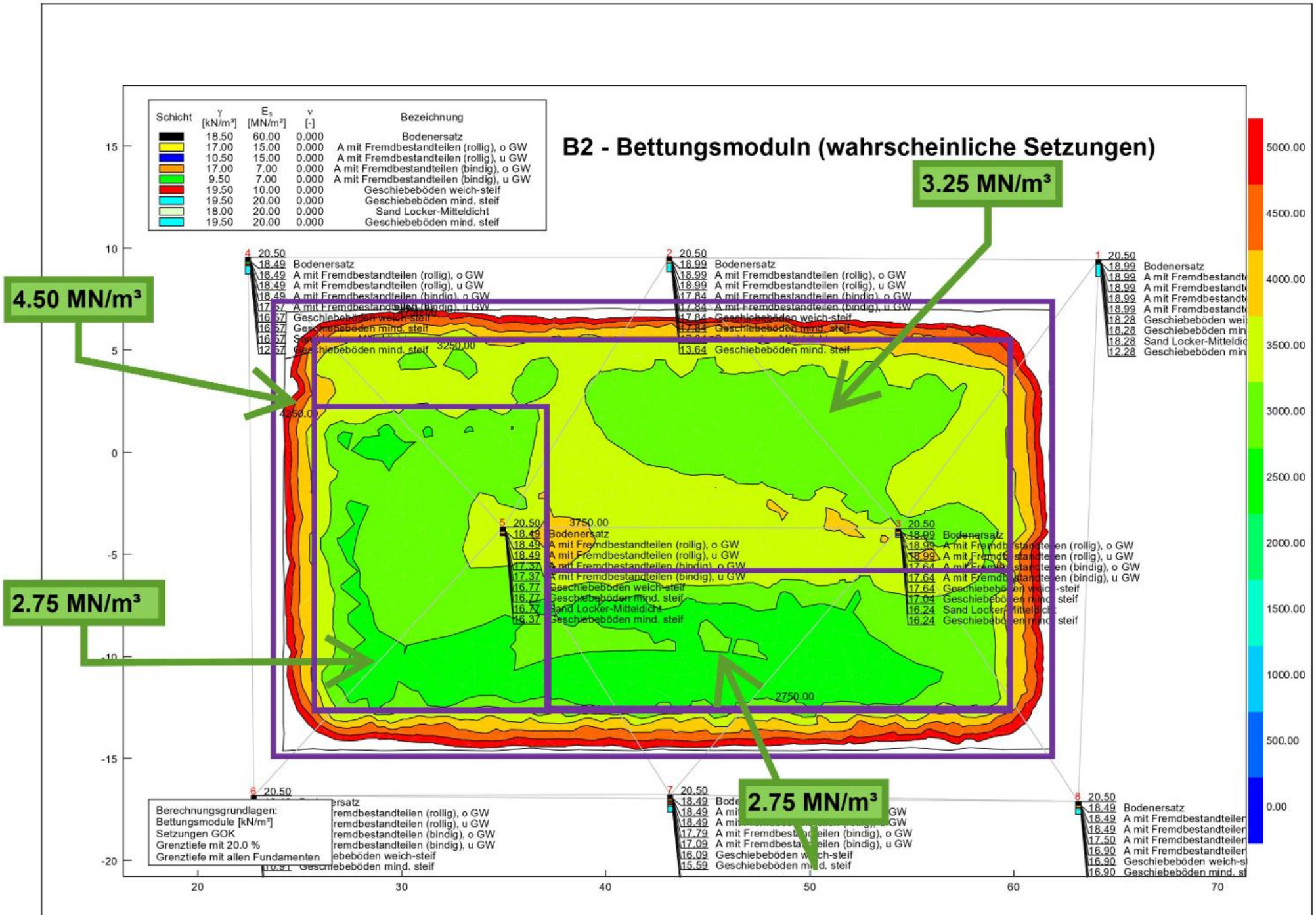
Berechnungsgrundlagen:
Linien gleicher Setzungen [cm]
Setzungen GOK
Grenztiefe mit 20.0 %
Grenztiefe mit allen Fundamenten

20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
30
40
50
60
70
80
3.00
2.70
2.40
2.10
1.80
1.50
1.20
0.90
0.60
0.30
0.00

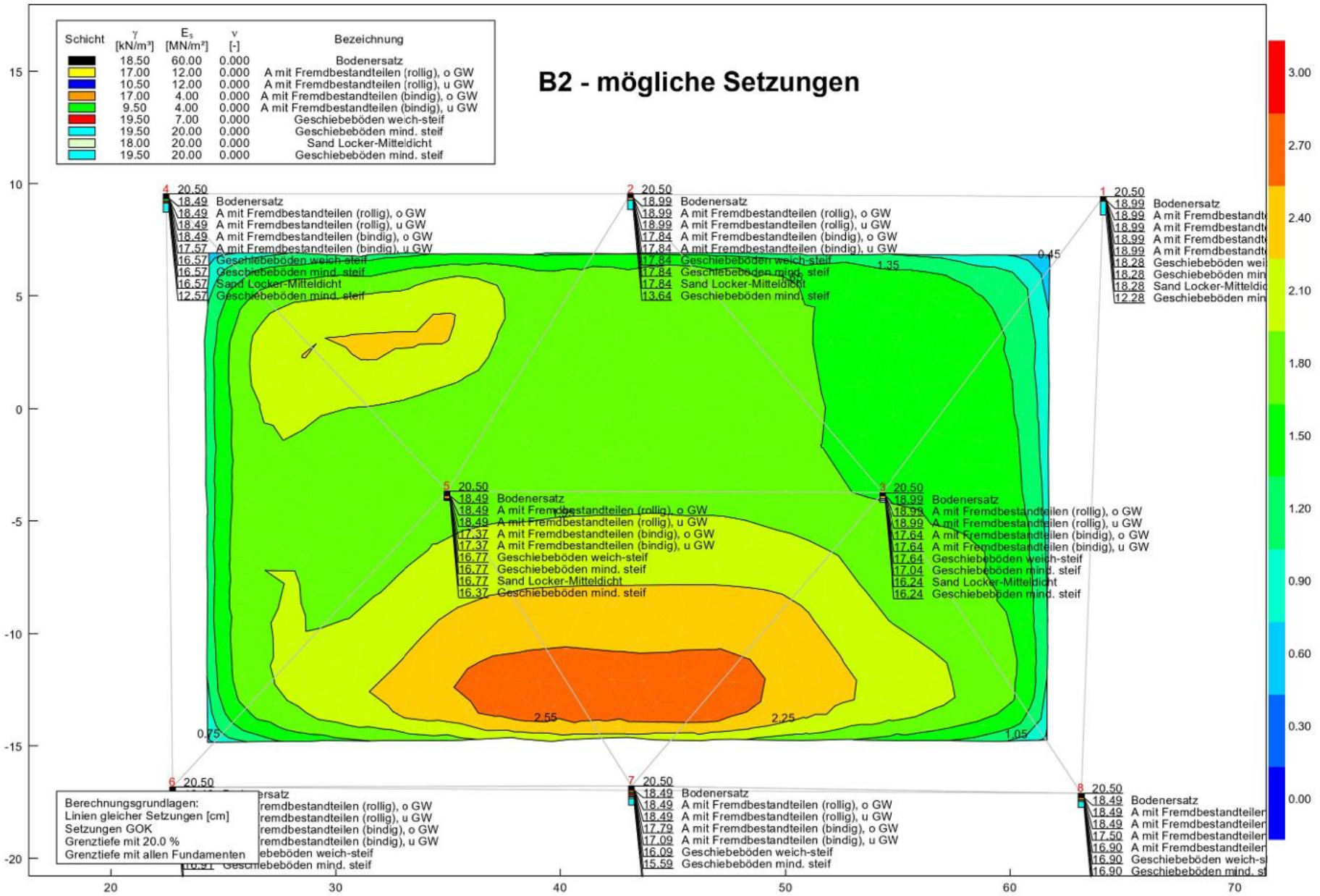

B1 - Bettungsmoduln (mögliche Setzungen)
6.0 MN/m³
2.0 MN/m³
4.0 MN/m³
2.0 MN/m³
3.0 MN/m³
2.0 MN/m³
Schicht | γ [kN/m³] | Es [MN/m²] | ν [-] | Bezeichnung
18.50 | 60.00 | 0.000 | Bodenersatz
17.00 | 12.00 | 0.000 | A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
10.50 | 12.00 | 0.000 | A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
17.00 | 4.00 | 0.000 | A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
9.50 | 4.00 | 0.000 | A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
1.00 | 1.50 | 0.000 | Torf
18.00 | 20.00 | 0.000 | Sand Locker-Mitteldicht
19.50 | 7.00 | 0.000 | Geschiebeböden weich-steif
19.50 | 20.00 | 0.000 | Geschiebeböden mind. steif
Berechnungsgrundlagen:
Bettungsmodule [kN/m³]
Setzungen GOK
Grenztiefe mit 20.0 %
Grenztiefe mit allen Fundamenten
8000.00
7000.00
6000.00
5000.00
4000.00
3000.00
2000.00
1000.00
0.00

B2 - wahrscheinliche Setzungen




B2 - Bettungsmoduln (wahrscheinliche Setzungen)
Schicht | γ [kN/m³] | Es [MN/m²] | ν [-] | Bezeichnung
18.50 | 60.00 | 0.000 | Bodenersatz
17.00 | 15.00 | 0.000 | A mit Fremdbestandteilen (rollig), o GW
10.50 | 15.00 | 0.000 | A mit Fremdbestandteilen (rollig), u GW
17.00 | 7.00 | 0.000 | A mit Fremdbestandteilen (bindig), o GW
9.50 | 7.00 | 0.000 | A mit Fremdbestandteilen (bindig), u GW
19.50 | 10.00 | 0.000 | Geschiebeböden weich-steif
19.50 | 20.00 | 0.000 | Geschiebeböden mind. steif
18.00 | 20.00 | 0.000 | Sand Locker-Mitteldicht
19.50 | 20.00 | 0.000 | Geschiebeböden mind. steif
3.25 MN/m³
4.50 MN/m³
2.75 MN/m³
2.75 MN/m³
3250.00
4250.00
3750.00
2750.00
Berechnungsgrundlagen:
Bettungsmodule [kN/m³]
Setzungen GOK
Grenztiefe mit 20.0 %
Grenztiefe mit allen Fundamenten
5000.00
4500.00
4000.00
3500.00
3000.00
2500.00
2000.00
1500.00
1000.00
500.00
0.00

B2 - mögliche Setzungen



B2 - Bettungsmoduln (mögliche Setzungen)

