

**Ingenieurbüro für
Baugrunduntersuchung und
Umweltechnik
ROSTOCK**

Dipl.-Ing. Steffen Berndt
Rennbahnallee 21
18059 Rostock

IBURO

- Baugrunduntersuchungen
- Geotechnische Berichte (Baugrundgutachten)
- Altlastenerkundungen und -bewertungen
- Überwachung im Erd- und Grundbau
- Verdichtungsnachweise

Geotechnischer Bericht mit Gründungs- und Ausbauempfehlungen

Bauvorhaben: Neubau Feuerwache der
Freiwilligen Feuerwehr Bergen auf Rügen

Auftragsnummer: 23 – 124

Ort: Stralsunder Chaussee / Neuer Weg
18528 Bergen auf Rügen

Auftraggeber: Stadt Bergen auf Rügen
Die Bürgermeisterin
Markt 5 / 6
18528 Bergen auf Rügen

Planungsbüro: aib – Bauplanung Nord GmbH
Rosa-Luxemburg-Straße 14
18055 Rostock



Auslage - Exemplar
Öffentlichkeitsbeteiligung
nach § 3 Abs. 2 / § 4 Abs. 2 BauGB
vom 01.09.25 - 02.10.25



Rostock, 18.09.2023

Stempel / Unterschrift

Der vorliegende Geotechnische Bericht umfasst 23 Seiten, sowie Anlagen.

Dipl.-Ing.
Steffen Berndt

Telefon: +49 381 202 34 -03/ -04
Telefax: +49 381 202 34 -05

Mobiltelefon: +49 174 94 94 228
Homepage: www.iburo.de

Email: info@iburo.de

Inhaltsverzeichnis

U. Verwendete Unterlagen

- U.1 Übersichtskarte, Topographische Karte M 1 : 10.000
- U.2 Hydrogeologische Übersichtskarte M 1 : 50.000
- U.3 Flurkartenauszug, Luftbilder, Lageplan, Bestandsvermessung

1 Veranlassung, Bauvorhaben

2 Beschreibung der Baufläche und der Bauobjekte

- 2.1 Baufläche
- 2.2 Geplante Bauobjekte

3 Allgemeine natürliche Standortverhältnisse

- 3.1 Glazialmorphologie, Topographie
- 3.2 Geologie
- 3.3 Hydrologie

4 Umfang, Technologie und Zielstellung der Baugrunderkundung

5 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

- 5.1 Art und Lagerungsverhältnisse der örtlich anstehenden oberflächennahen Lockergesteinsablagerungen und künstlichen Auffüllungen
- 5.2 Bodenwasserverhältnisse
- 5.3 Eigenschaften und Kennwerte der vorhandenen Lockergesteinsarten, sowie deren Eignung als Baugrund für das Vorhaben
- 5.4 Beurteilung der Eignung des Standortes für eine Versickerung von Niederschlagssammelwasser
- 5.5 Setzungsneigung, Grundbruchsicherheit, durchschnittliche zulässige Bodenpressungen in frostsicherer Gründungstiefe
- 5.6 Schadstoffinventar potentieller Aushubböden, Weiterverwendbarkeit
- 5.7 Empfehlung zur Ausweisung von Homogenbereichen
gemäß DIN ATV 18300 & DIN ATV 18301

6 Gründungsempfehlungen

- 6.1 Hinweise aus geotechnischer Sicht zum Erd- und Grundbau
 - 6.1.1 Allgemeine Hinweise zum Erd- und Grundbau
 - 6.1.2 Baugruben- und Rohrgrabensicherung
 - 6.1.3 Wasserhaltung
 - 6.1.4 Hinweise zu Bodenaustausch und Geländeauffüllung
 - 6.1.5 Zu erwartende Nässeeinflüsse, sowie empfohlene Maßnahmen zur Bauwerksentwässerung und -abdichtung
- 6.2 Mögliche, bzw. zu empfehlende Gründungen
 - 6.2.1 Konventionelle Flachgründung auf Einzel- und/oder Streifenfundamenten
 - 6.2.2 Gründung auf Fundamentplatte oberhalb eines geeigneten Gründungspolsters
 - 6.2.3 Tiefgründung / Pfahlgründung
- 6.3 Hinweise zur Erschließung
 - 6.3.1 Rohrleitungsbau
 - 6.3.2 Hinweise zum Verkehrsflächenbau

7 Anlagen

- 7.1 Übersichtskarte – Auszug TK (unmaßstäblich)
- 7.2 Übersichtslageplan mit vorgesehenen Untersuchungsstellen
- 7.3 Lageplan mit eingetragenen Untersuchungsstellen
- 7.4 Bohrprofildarstellungen BS 1 bis BS 8 (8 Blatt)
- 7.5 Schadstoffinventar potentieller Aushubböden
 - 7.5.1 humoser Oberboden gemäß BBodSchV, Vorsorgewerte, Prüfbericht PB2023002045 (6 Blatt)
 - 7.5.2 BS 1: Auffüllung – humoser Oberboden mit Bauschuttresten, Prüfbericht PB2023002044 (4 Blatt)
- 7.6 Anwendungsbeispiele LECA®GEO-Maträtze (4 Blatt)

1 Veranlassung, Bauvorhaben

Innerhalb der Ortslage Bergen auf Rügen ist die Errichtung einer neuen Feuerwache für die Freiwillige Feuerwehr vorgesehen.

Das unterzeichnende Ingenieurbüro IBURO wurde durch die Stadt Bergen auf Rügen damit beauftragt, für dieses Vorhaben eine orientierende Baugrundkundung auszuführen.

Auf Basis der Erkundungsergebnisse sollte der hiermit vorliegende Geotechnische Bericht, einschließlich Gründungsempfehlungen für den Hochbau, sowie Hinweisen für die Erschließung erstellt werden.

2 Beschreibung der Baufläche und der Bauobjekte

2.1 Baufläche

Das Baugrundstück befindet sich innerhalb der Ortslage Bergen auf Rügen zwischen Stralsunder Chaussee, Neuer Weg und Ringstraße (siehe auch 6.1 & 6.2).

Dieser Bereich wurde zuvor überwiegend als Kleingartenanlage (KGA) genutzt. Diese wurde zwischenzeitlich leergezogen. Lauben, Schuppen, sowie Zäune sind jedoch derzeitig noch vorhanden. Im Zuge der Baufeldfreimachung sind diese noch abzubrechen.

Der nördlich gelegene Bereich ist derzeitig als PKW-Stellfläche befestigt.

Aufgrund der Bodenlagerungsverhältnisse sowie historischer Luftbildaufnahmen ist in diesem Bereich ein zwischenzeitlich überschobenes verlandetes Gewässer zu vermuten.

2.2 Geplante Bauobjekte

Vorgesehen ist die Errichtung einer Feuerwache für die Freiwillige Feuerwehr in Bergen auf Rügen, bestehend aus Fahrzeughalle, sowie Sanitär und Sozialbereichen. Konkrete Planungen liegen nicht vor.

Zusätzlich werden Erschließungsarbeiten erforderlich (Ver- und Entsorgungsleitungen, Verkehrsflächenbefestigungen, siehe auch 6.2).

3 Allgemeine natürliche Standortverhältnisse

3.1 Glazialmorphologie, Topographie

Der Untersuchungsbereich befindet sich innerhalb einer Hochfläche der Weichselvereisung. Das Gelände ist weitgehend eben und weist Höhen zwischen 29 und 31 mNHN auf.

3.2 Geologie

Innerhalb des Untersuchungsbereiches haben sich im Spätglazial vor allem Hochflächensande oberhalb des Geschiebemergels im Liegenden abgesetzt. Stellenweise treten Einlagerungen von Beckenschluffen auf.

Im Bereich ehemaliger Kleingewässer haben sich organogene Torfmudden abgesetzt.

Die Deckschichten sind anthropogenen Ursprungs (Auffüllungen) und heterogen gestaltet.

3.3 Hydrologie

Einzugsgebiet: Duwenbeek

Pegelhöhe des oberen Grundwasserleiters: Entsprechend den Aussagen der Hydrogeologischen Übersichtskarte befinden sich die Grundwasserisohypsen in diesem Bereich zwischen 22 und 23 mNHN. Am Standort wäre somit ein GW-Flurabstand > 5 m zu erwarten.

Oberhalb relativ schwerdurchlässiger bindiger Mineralböden (Geschiebemergel, Beckenschluff) oder organogener Torfmudden ist zusätzlich mit einem Aufstau von Sickerwasser und einer zeitweisen oberflächennahen Schichtenwasserausbildung zu rechnen.

Wasserschutzgebiet: Der Untersuchungsbereich befindet sich innerhalb der Schutzzone III des Wasserschutzgebietes „Bergen“.

Überdeckung GW-Leiter: Laut Hydrogeologischer Übersichtskarten sind am Standort keine bindigen Deckschichten mit relevanter Stärke oberhalb des Grundwasserleiters zu erwarten. Der Grundwasserleiter gilt somit als unbedeckt und als „gering“ geschützt.

4 Umfang, Technologie und Zielstellung der Baugrunduntersuchung

Der vorgesehene Untersuchungsumfang wurde durch das Planungsbüro aib – Bauplanung Nord vorgegeben, bzw. mit den Planungsbeteiligten abgestimmt.

Umfang und Technologie der Baugrunduntersuchung

- Einmessen und Abstecken von insgesamt 8 Untersuchungsstellen im Untersuchungsreich, davon 4 im Bereich des vorgesehenen Neubaus, sowie 4 weiteren Ansatzpunkten im Bereich möglicher Nebenanlagen und Flächenbefestigungen (siehe auch 6.2 & 6.2)
- Ausführung von insgesamt 8 Rammkernsondierungen ($\varnothing = 32 - 85$ mm) zur Erkundung der Baugrundverhältnisse bis zu einer Tiefe von 6 m u. GOK (Hochbau) bzw. 4 bis 5 m u. GOK (Nebenanlagen)
- Protokollierung der Bodenlagerungsverhältnisse, sowie Dokumentation der Ergebnisse mittels Bohrprofildarstellungen, siehe 7.4
- Gewinnung von insgesamt 10 gestörten Bodenproben
- Übergabe von 6 ausgewählten Bodenproben (humoser Oberboden ehem. KGA) an ein Umweltanalytiklabor zur Herstellung einer Mischprobe und Bestimmung der Schadstoffgehalte gemäß BBodSchV (Vorsorgewerte), siehe 6.5.1
- Übergabe einer ausgewählten Probe (BS 1, Auffüllung: humoser Oberboden, Bauschuttreste) an ein Umweltanalytiklabor zur Bestimmung des Schadstoffinventars gemäß TR LAGA (2004), Tab. II 1.2-1, siehe 6.5.2
- Einmessen der Lage und Höhe der Bohrbohransatzpunkte (Höhenbezug: DHHN, mNHN laut übergebenem Lage- und Höhenplan), siehe 7.4
- Einmessen der Bodenwasserpegel innerhalb der Bohrlöcher mit einem optoakustischen Messlot nach Beendigung der Bohrarbeiten

Zielstellung der Baugrunduntersuchung

Durch eine Auswertung der durchgeführten Felduntersuchungen werden den Planenden des Bauvorhabens und den Baubetrieben durch die nachfolgenden Baugrundbewertungen und Gründungsempfehlungen erste Unterlagen zur Verfügung gestellt. Auf Basis einer orientierenden Erkundung soll die Realisierbarkeit des Projektes am Standort geprüft und bewertet werden können.

5 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

5.1 Art und Lagerungsverhältnisse der örtlich anstehenden oberflächennahen Lockergesteinsablagerungen und künstlichen Auffüllungen

Bodenarten der ermittelten Lockergesteinsschichten, Klassifizierungssymbole nach DIN 18196, ihre Schichtstärke und Lagerungsverhältnisse:

| BS | Symbol nach DIN 18196 | Bodenart | Schichtstärke [m] | Lagerungsdichte D, bzw. Konsistenzgrad I _c |
|-----------------|-----------------------|--|-------------------|--|
| 1 | A | Auffüllung: überwiegend humoses Bodenmaterial mit Bauschuttresten bzw. Glasbruch | 1,2 | |
| 5 | A | prov. Befestigung: Asphaltbruch, RC-Material | 0,35 | |
| 2 – 4, 6 – 8 | [OH] | humoser Oberboden („Mutterboden“), umgelagert/aufgefüllt | 0,7 bis 1,5 | |
| 1, 5 | F / HZ | Torfmüdde, mäßig konsolidiert, Sand-Bänder | 1,55 bis 3,0 | 0,5 < I _c ≤ 0,75, weichplastisch bzw. weich- bis steifplastisch |
| 1, 3, 5 | UL | Beckenschluff | 0,5 bis 0,7 | 0,5 < I _c ≤ 0,75, weichplastisch bzw. weich- bis steifplastisch |
| 1 – 8 | SE / SU | Hochflächensande | 0,35 bis 3,6 | überwiegend 0,3 < D < 0,5, mitteldicht |
| 6 | SU | Beckensand | 0,5 | 0,3 < D < 0,5, mitteldicht |
| 2 | SU / UL | Geschiebemergel | > 2,7 | 0,75 < I _c < 1,0, steifplastisch |

Zusammenfassende Darstellung der Bodenlagerungsverhältnisse

Aufgrund der glazialmorphologischen und geologischen Bedingungen haben sich am Standort im Verlaufe des Spätglazials oberhalb von Geschiebemergelablagerungen vor allem Hochflächensande abgesetzt.

Dabei handelt es sich überwiegend um körnungsmäßig relativ enggestufte schwach schluffige und schluffige Fein- und Mittelsande in mitteldichter Lagerung (SE / SU, 0,3 < D < 0,5).

Im Bereich der BS 6 ist oberflächennah ein stark schluffiger Feinsand in mitteldichter Lagerung festgestellt worden (SU, 0,3 < D < 0,5).

Der Geschiebemergel im Liegenden wurde durch die Sondierung BS 2 bereits ab ca. 3,3 m u. GOK erreicht. Dieses ist als konsolidiertes stark kalkhaltiges und schwach toniges Sand-Schluff-Gemisch in steifplastischer Konsistenz zu klassifizieren (\overline{SU} / UL , $0,75 < I_c < 1,0$).

Alle weiteren Sondierungen erreichen den Geschiebemergel bis zur Endteufe noch nicht. Vorliegende Altaufschlüsse nordwestlich des Untersuchungsbereiches erkundeten diesen ab ca. 10 bis 15 m u. GOK (Quelle: Bohrdatenspeicher).

Der nördliche Untersuchungsbereich befindet sich offensichtlich im Bereich eines weitgehend verlandeten und dann zugeschütteten Kleingewässers. Durch die Sondierungen BS 1 & BS 5 wurden kaum bis mäßig konsolidierte Torfmudde-Ablagerungen in überwiegend weichplastischer Konsistenz bis 2,75 m u. GOK (BS 1) bzw. 4,0 m u. GOK (BS 5) festgestellt. Darunter sind dann in geringer Stärke aufgeweichte Beckenschluffe festgestellt worden (UL , $0,5 < I_c \leq 0,75$).

Ein derartiger Beckenschluff tritt zudem als Einlagerung bei BS 3 zwischen 3,5 und 4 m u. GOK auf.

Auch die Deckschichten sind heterogen gestaltet.

Die innerhalb der ehemaligen KGA abgeteuften Sondierungen BS 2 bis BS 4, sowie BS 6 bis BS 8 erkundeten Deckschichten aus humosem Oberboden („Mutterboden“, [OH]), der umgelagert, ggf. auch aufgefüllt wurde, in stark variierender Stärke zwischen 0,7 und 1,5 m.

Im Bereich der BS 1 sind Auffüllungen bis ca. 1,3 m u. GOK festgestellt worden. Diese bestehen überwiegend aus Mutterboden mit Anteilen an Bauschuttresten und Glas, ab ca. 1 m u. GOK um Kiessand mit Glasbruch (A).

Im Bereich der BS 5 ist eine prov. Befestigung aus Asphaltbruch und RC-Material (A) in einer Stärke von ca. 0,35 m oberhalb einer bis ca. 1 m u. GOK reichenden und stark verdichteten Auffüllung mit vernachlässigbarem Humusanteil festgestellt worden ([SU]).

Die konkreten Lagerungsverhältnisse der anstehenden Lockergesteine werden durch die Bohrprofildarstellungen BS 1 bis BS 8 in der Anlage 7.4 dokumentiert.

Der zunächst ausgeführte Erkundungsaufwand dient einer orientierenden Erkundung. Insbesondere für die Abgrenzung der Baugrubenbereiche mit geringer (BS 1 & BS 5) zu denen mit deutlich besserer Baugrundeignung sind ergänzende Baugrundkundungen in jedem Falle zu empfehlen. Auch bei Ausführung einer Tiefgründung im Bereich BS 1 werden hier zusätzliche Erkundungen in jedem Falle erforderlich (unzureichende Erkundungstiefen, möglichst Drucksondierungen).

5.2 Bodenwasserverhältnisse

Zum Abschluss der Erkundungsarbeiten wurde innerhalb der Bohrlöcher ausgespiegeltes Bodenwasser in stark unterschiedlicher Tiefe wie folgt ermittelt.

| | Flurabstand m u. GOK | Bodenwasserstand mNHN |
|------|-------------------------|--------------------------|
| BS 1 | 0,4 | +29,25 |
| BS 2 | 2,4 | +26,85 |
| BS 3 | 2,5 | +27,2 |
| BS 4 | 3,0 | +27,03 |
| BS 5 | 1,9 | +28,16 |
| BS 6 | 2,4 | +27,49 |
| BS 7 | 2,2 | +27,45 |
| BS 8 | 3,3 | +27,31 |

Bei den gemessenen Bodenwasserständen handelt es sich wahrscheinlich um oberflächennahes Schichtenwasser.

Laut Hydrogeologischer Übersichtskarte wäre am Standort ein Grundwasserflurabstand > 5 m zu erwarten.

Oberhalb relativ schwerdurchlässiger bindiger Geschiebemergelböden und Beckenschliffe, sowie organogener Torfmudden ist mit einem Aufstau von Sickerwasser und der Ausbildung oberflächennahen Schichtenwassers zu rechnen. Derzeitig bildet der Untersuchungsbereich eine lokale Senke. Dies begünstigt den Zufluss von Niederschlagsammelwasser (Oberflächenabfluss, sowie oberflächennaher Bodenwasserzufluss) und die Schichtenwasserausbildung.

Ohne zusätzliche Maßnahmen sind bereichsweise auch kurzzeitig nahezu geländegleiche Bodenwasserstände nicht auszuschließen (siehe BS 1 & BS 5).

5.3 Eigenschaften und Kennwerte der vorhandenen Lockergesteinsarten, sowie deren Eignung als Baugrund für das Vorhaben

Zur sicheren Abtragung von Bauwerkslasten sind nur Baugrundschichten mit geringer Setzungsneigung, sowie einer ausreichenden Konsolidierung und Scherfestigkeit geeignet. Diese Eigenschaften weisen im Untersuchungsbereich Sande in mitteldichter Lagerung (SE / SU / $SU, 0,3 < D < 0,5$), sowie konsolidierter Geschiebemergel in steifplastischer Konsistenz auf (SU / UL, $0,75 < I_c < 1,0$).

Die nur im Bereich der BS 1 und BS 5 angetroffenen Torfmuddeablagerungen sind als Baugrund ungeeignet und wären im Bereich von Hochbauten für die Ausführung einer Flachgründung vollständig auszutauschen.

Durch Bodenwassereinflüsse aufgeweichte Beckenschliffe sind als Baugrund nur bedingt geeignet. Diese wurden jedoch nur in geringen Stärken und relativ großen Tiefen festgestellt und beeinträchtigen die Gesamtauglichkeit des Baugrunds deshalb nicht nennenswert.

Humoser Oberboden ist als Baugrund ebenfalls ungeeignet und wäre im Bereich von Hochbauten vollständig auszutauschen.

Für die Gründung des Hochbaus ausreichend tragfähiger Baugrund ist aktuell wie folgt ansteckend:

| | m u. GOK | mNHN |
|------|----------|--------|
| BS 1 | 2,75 | +26,9 |
| BS 2 | 1,1 | +28,15 |
| BS 3 | 0,8 | +28,9 |
| BS 4 | 0,7 | +29,35 |

Die zutreffenden Bodenkennwerte sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich, wobei es sich hierbei um Richtwerte handelt, wie sie unter den angetroffenen Lagerungsverhältnissen der Böden für den norddeutschen Raum typisch sind. Als Baugrund ungeeignetes Material der Deckschichten wurde dabei nicht berücksichtigt.

| vorhandene Lockergesteinsarten mit Kennwerten | | | | | | | |
|---|---|--|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Nr. | Kennwertart bzw. Eigenschaft | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Bodengruppe nach DIN 18196 | F / HZ | UL | SE | SU | SU | SU / UL |
| 2 | Hauptkörnungsart | Torfmudde | U, fs | f-mS, u' | fS (ms), u | fS, u+ | S, u+, t' |
| 3 | Bodenklasse nach DIN 18300:2012 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| 4 | Lagerungsdichte D bzw. Konsistenz I_c | $0,5 < I_c \leq 0,75$ weich-plastisch bzw. weich-/steif-plastisch | $0,5 < I_c \leq 0,75$ weich-plastisch bzw. weich-/steif-plastisch | $0,3 < D < 0,5$ mitteldicht | $0,3 < D < 0,5$ mitteldicht | $0,3 < D < 0,5$ mitteldicht | $0,75 < I_c < 1,0$ steif-plastisch |
| 5 | U-Grad | - | - | < 5 | - | - | - |
| 6 | Wassergehalt w_n [%] | - | - | - | - | - | - |
| 7 | Körnungsanteil < 0,06 mm [%] | - | > 60 | < 5 | 5 – 15 | 15- 30 | 25 – 45 |
| 8 | Wichte γ (γ') [kN/m³] | 14 (4) – 16 (6) | 19 (9) – 20 (10) | 17 (9) | 18 (10) | 18 (10) | 21 (11) |
| 9 | Reibungswinkel σ [°] | 17,5 – 20,0 | 25,0 – 27,5 | 32,5 – 35,0 | 30,0 – 32,5 | 30,0 | 27,5 |
| 10 | Steifemodul E_s [MN/m²] für $\sigma_0 = 100$ kN/m² | 1,0 – 2,5 | 5 – 10 | 30 – 40 | 25 – 35 | 25 – 30 | 15 – 25 |
| 11 | Kohäsion c' [kN/m²] | - | - | - | - | - | 5 – 10 |
| 12 | undrainierte Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m²] | < 15 | 40 – 60 | - | - | - | 60 – 80 |
| 13 | Durchlässigkeit k_r [m/s] | $\leq 1 \times 10^{-6}$ | $\leq 1 \times 10^{-7}$ | $5 \dots 8 \times 10^{-5}$ | $1 \dots 5 \times 10^{-5}$ | $1 \dots 5 \times 10^{-6}$ | $\leq 5 \times 10^{-7}$ |
| 14 | zul. Böschungswinkel β [°] | - | ≤ 45 | ≤ 45 | ≤ 45 | ≤ 45 | ≤ 60 |
| 15 | Frostgefährdungsklasse | F3 | F3 | F1 | F1 | F3 | F3 |
| 16 | Verdichtbarkeitsgruppe | V3 | V3 | V1 | V1 | V2 | V2 |
| 17 | Bohr- und Rammbarkeit | leicht | leicht | mäßig | mäßig | mäßig | mäßig |

5.4 Beurteilung der Eignung des Standortes für eine Versickerung von Niederschlagssammelwasser

Für die Durchführung einer effektiven Versickerung von Niederschlagssammelwasser müssen an einem Standort allgemein folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- eine Durchlässigkeit der oberen Bodenschichten von $k_r \geq 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$,
- eine Mächtigkeit des Sickerraumes von $t \geq 1,5 \text{ m}$ (Abstand Sohle Sickeranlage – Grundwasser)

Die am Standort dominierenden Sande sind prinzipiell ausreichend durchlässig, aktuell ab ca. 2,2 bis 3,3 m u. GOK jedoch bereits wasserführend (wahrscheinlich Schichtenwasser). Ein ausreichend großer Bodenwasserflurabstand wäre jedoch gewährleistet. Der überwiegende Untersuchungsbereich (BS 2 – BS 4, BS 6 – BS 8) wäre somit für eine Versickerung von Niederschlagssammelwasser prinzipiell geeignet. Bei derzeitiger Geländegestaltung wäre eine Flächen- oder Muldenversickerung, oder eine Versickerung über flache Sickergräben realisierbar.

Bei Geländeprofilierung unter Berücksichtigung zusätzlicher Aufträge (z. B. Auffüllung auf angrenzendes Straßenniveau) wären auch größere Tiefenlagen der Rigolen denkbar.

Im Bereich der BS 1 und BS 5 wurden in großer Stärke schwerdurchlässige Torfmudden erkundet. Zudem sind hier deutlich geringere Bodenwasserflurabstände gemessen worden. Dieser Bereich ist für eine Versickerung von Niederschlagssammelwasser deshalb ungeeignet.

5.5 Setzungsneigung, Grundbruchsicherheit, durchschnittliche zulässige Bodenpressungen in frostsicherer Gründungstiefe

Am Standort wurde für das Hochbauvorhaben durch die Sondierungen BS 2 bis BS 4 ausreichend tragfähiger Baugrund zwischen 0,7 und 1,1 m u. GOK festgestellt. Die Sondierung BS 1 erkundete bedingt tragfähigen Baugrund jedoch erst ab ca. 2,75 m u. GOK (siehe Tabelle unter 5.3).

Für die Ausführung einer Flachgründung wären die als Baugrund ungeeigneten Deckschichten (humoser Oberboden [OH], sowie Böden mit Humus- und Fremdstoffanteil A), sowie die Torfmudde vollständig auszutauschen. Hierbei sind die Vorgaben und Hinweise unter Pkt. 6.1.4 zu berücksichtigen.

Für die Gründung auf Streifenfundamenten mit einer frostsicheren Mindesteinbindetiefe von $t \geq 0,8$ m und einer Breite von $b \geq 0,4$ m oder Einzelfundamenten mit $a = b \geq 0,5$ m und $t \geq 0,8$ m könnte anschließend ein **aufnehmbarer Sohldruck von zul $\sigma = 200$ kN/m²** kalkuliert werden (zur Gegenüberstellung mit charakteristischen Lasten).

Dies entspricht einem **Bemessungswert des Grundbruchwiderstandes** von $\sigma_{R,d} = 285$ kN/m² (nach EC7, $\gamma_G = 1,40$, zur Gegenüberstellung mit Bemessungswerten der Lasten, $\gamma_G = 1,35$, $\gamma_a = 1,50$ sind zu berücksichtigen).

Bei Ausnutzung der angegebenen zulässigen Sohldrücke wären für Streifenfundamente mit $b = 0,5$ bis 1,0 m mit nachfolgenden geringen Setzungen von $s \leq 1,5$ cm zu rechnen. Die Ausbildung geringer Setzungsunterschiede ($\Delta s \leq 0,2$ cm) ist aufgrund sporadisch unterlagernder Weichböden nicht auszuschließen.

5.6 Schadstoffinventar potentieller Aushubböden, Weiterverwendbarkeit

Für eine erste Abschätzung der Wiederverwendbarkeit von Aushubböden wurden 6 Proben des humosen Oberbodens, sowie eine Probe aus humosem Aushubmaterial mit Bauschuttanteilen (BS 1) an ein Umweltanalytiklabor übergeben.

Die Proben des humosen Oberbodens (ehemalige KGA, BS 2 – BS 4, BS 6 – BS 8) wurden zu einer Labormischprobe zusammengeführt und gemäß Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV), Vorsorgewerte, untersucht. Diese Analyseergebnisse sind dem Prüfbericht PB2023002045 in der Anlage 7.5.1 zu entnehmen.

Alle ermittelten Schadstoffparameter halten die Vorsorgewerte der BBodSchV ein. Die Feststoffgehalte für Quecksilber und Zink sind jedoch grenzwertig (jeweils Schadstoffgehalt = Vorsorgewerte).

Auf Basis der vorliegenden Analytik kann der humose Oberboden als unbelastet klassifiziert werden und wäre für die (Wieder-)Herstellung durchwurzelbarer Oberbodenschichten geeignet.

Die Probe des bei der BS 1 oberflächennah festgestellten humosen Bodenmaterials mit Verunreinigungen durch Bauschuttreste und Glas wurde gemäß TR LAGA (2004), Tab. II 1.2-1 untersucht. Diese Analyseergebnisse sind dem Prüfbericht PB2023002044 in der Anlage 7.5.2 zu entnehmen.

Aufgrund erhöhter Gehalte an TOC (Quelle: Humus), sowie Benzo(a)pyren & ΣPAK im Feststoff ist das Material gemäß TR LAGA (2004) als Z2-Material zu klassifizieren.

Die TR LAGA (2004) ist eine Empfehlung zur Weiterverwendung von mineralischen Aushubböden in technischen Bauwerken. Zum 01.08.2023 wurde diese durch die im Zuge der Einführung einer Mantelverordnung veröffentlichten Ersatzbaustoffverordnung (EBV) abgelöst.

Die neue EBV sieht ein erweitertes und auch methodisch abweichendes Untersuchungsprogramm vor, welches u. a. deutlich mehr Probenmaterial benötigt. Eine Neuinterpretation der Ergebnisse der Analytik gemäß TR LAGA (2004) unter Berücksichtigung von Zuordnungswerten gemäß EBV ist nur eingeschränkt möglich.

Zunächst wäre jedoch für Z2-Material von einer Klassifizierung gemäß EBV als BM-F3-Material auszugehen.

5.7 Empfehlung zur Ausweisung von Homogenbereichen gemäß

DIN ATV 18300 & DIN ATV 18301

Entsprechend DIN 18300:2015 und DIN 18301:2015 wird für Erdarbeiten mit voraussichtlichen Aushubtiefen von max. 3,0 m u. GOK die Ausgrenzung folgender Homogenbereiche empfohlen.

A Auffüllung mit Humus- und/oder Fremdstoffanteil (A)

BS 1 bis 1,2 m u. GOK
BS 5 bis 0,35 m u. GOK

B humoser Oberboden, umgelagert / aufgefüllt ([OH])

BS 2 bis 1,1 m u. GOK
BS 3 bis 0,8 m u. GOK
BS 4 bis 0,7 m u. GOK
BS 6 bis 1,5 m u. GOK
BS 7 bis 0,8 m u. GOK
BS 8 bis 0,9 m u. GOK

C Füllsand ([SU])

BS 5 0,35 bis 1,0

D Torfmudde, kaum bis mäßig konsolidiert (F / HZ)

BS 1 1,2 bis 2,75 m u. GOK
BS 5 1,0 bis > 3 m u. GOK

E Hochflächensande (SE / SU)

- BS 1 2,75 bis > 3 m u. GOK
- BS 2 1,1 bis > 3 m u. GOK
- BS 3 0,8 bis > 3 m u. GOK
- BS 4 0,7 bis > 3 m u. GOK
- BS 6 1,5 bis > 3 m u. GOK
- BS 7 0,8 bis > 3 m u. GOK
- BS 8 0,9 bis > 3 m u. GOK

Für die Homogenbereiche A bis E sind nachfolgende Eigenschaften relevant.

| Homogenbereich | A | B | C |
|--|--|--|--|
| Beschreibung | Auffüllung mit Humus- und/oder Fremdstoff- anteil | humoser Oberboden, umgelagert/aufgefüllt | Füllsand |
| Korngrößenverteilung Massenanteile [%] Ton / Schluff / Sand / Kies | stark variierend | 0 / 15 / 75 / 10 bis 10 / 25 / 65 / 0 | 0 / 15 / 80 / 5 bis 10 / 20 / 70 / 0 |
| Massenanteil [%] an Steinen / Blöcken / großen Blöcken | stark variierend | < 10 / - / - | - / - / - |
| Dichte, feucht [g / cm ³] | 1,8 bis 2,0 | 1,6 bis 1,8 | 1,7 bis 1,9 |
| undränierte Scherfestigkeit c _u [kN/m ²] | - | - | - |
| Konsistenz I _c | - | - | - |
| Lagerungsdichte D / I ₀ | 0,25 < D < 0,6 / 0,3 < I ₀ < 0,75 locker/mitteldicht bis dicht | 0,2 < D < 0,35 locker bis mitteldicht | D ≈ 0,5 / I ₀ ≈ 0,67 mitteldicht bis dicht |
| Organischer Anteil [%] | < 3 | 1 bis 3 | 0,5 bis 1,5 |
| Bodengruppe | A | [OH] | [SU] |
| Bodengruppe nach DIN 18300:2012 | 3 | 1 | 3 |
| Besonderheiten | heterogen | zur (Wieder-) Herstellung durch- wurzelbarer Oberbodenschichten weiterverwendbar | Füllboden, sorgfältig verdichtet, ausreichende Eignung als Erdplanum für Verkehrsflächen- befestigungen |

| Homogenbereich | D | E | |
|--|--|---|--|
| Beschreibung | Torfmudde | Hochflächensande | |
| Korngrößenverteilung Massenanteile [%] Ton / Schluff / Sand / Kies | - | 0 / 2 / 93 / 5 bis 5 / 10 / 85 / 0 | |
| Massenanteil [%] an Steinen / Blöcken / großen Blöcken | - | <10 / - / - | |
| Dichte, feucht [g / cm ³] | 1,3 bis 1,5 | 1,7 bis 1,8 | |
| undränige Scherfestigkeit c_u [kN/m ²] | < 25 | - | |
| Konsistenz I_c | $0,5 < I_c \leq 0,75$ weichplastisch | - | |
| Lagerungsdichte D / I_D | - | $0,3 < D < 0,5 /$ $0,33 < I_D < 0,67$ mitteldicht | |
| Organischer Anteil [%] | > 10 | < 0,5 | |
| Bodengruppe | F / HZ | SE / SU | |
| Bodengruppe nach DIN 18300:2012 | 2 | 3 | |
| Besonderheiten | als Baugrund und Erdbaustoff ungeeignet | als Baugrund und Erd- baustoff gut geeignet | |

6 Gründungsempfehlungen

6.1 Hinweise aus geotechnischer Sicht zum Erd- und Grundbau

6.1.1 Allgemeine Hinweise zum Erd- und Grundbau

Böden mit Humus- und/oder Fremdbestandteilen (A), humoser Oberboden ([OH]), als Baugrund ungeeignete Torfmudden, sowie aufgefüllte ([SU]) oder anstehende Sande (SE / SU) sollten beim Aushub möglichst separiert werden.

Das Erdplanum, sowie zum Wiedereinbau geplante Aushubmassen müssen vor Frost und Niederschlagseinwirkungen geschützt werden. Auf einem aufgeweichten oder gefrorenen Planum darf nicht gegründet werden.

Sande in der Aushubsohle sind sorgfältig nachzuverdichten. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine ausreichende Abtrocknung, gegebenenfalls im Schutze einer Wasserhaltung.

6.1.2 Baugruben- und Rohrgrabensicherung

Rohrgräben und Baugruben mit Tiefen > 1,25 m müssen nach DIN 4124 vor Betreten abgeböschkt oder durch Verbau gesichert werden. Stirnwände von Gräben dürfen bis 1,75 m Tiefe senkrecht ausgeführt werden.

Innerhalb überwiegend sandiger Auffüllungen und anstehender Sande sind Böschungsneigungen von 45° (1:1) zulässig. Innerhalb der nur mäßig konsolidierten Torfmudden sind Böschungen mit praktikablen Winkeln nicht herstellbar.

Grabenverbaugeräte könnten im Absenkverfahren verwendet werden.

Alternativ ist am Standort die Verwendung von waagerechtem Normverbau (nicht im Bereich organogener Weichböden, BS 1 & BS 5), Kanaldielen- oder Gleitschienenverbau, Trägerbohrverbau („Berliner Verbau“) oder Spundwandverbau möglich.

Ausgehobene Sande wären für die Weiterverwendung als Erdbaustoff (z. B. Verfüllung von Leitungsgräben) prinzipiell geeignet.

Humoses Oberbodenmaterial ist für die (Wieder-)Herstellung durchwurzelbarer Oberbodenschichten vorzusehen.

6.1.3 Wasserhaltung

Im überwiegenden Untersuchungsbereich werden bei derzeitigem Bodenwasserflurabstand für Aushubtiefen bis 2 m noch keine Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich.

Lediglich im Bereich der Torfmuddeablagerungen ist Bodenwasser auch oberflächennah festgestellt worden. Für geringe Absenkungen ist innerhalb dieser Böden eine offene Wasserhaltung meist ausreichend (Baugrubendränung & Pumpensumpf).

Bei Anschneiden wasserführender Sande wird eine Ergänzung um eine geschlossene Grundwasserabsenkung erforderlich werden (Nadelfilter, Vakuumanlage).

6.1.4 Hinweise zu Bodenaustausch und Geländeauflistung

Die als Baugrund und Erdbaustoff ungeeigneten humosen Oberböden ([OH], Homogenbereich B) sind im Hochbaubereich vollständig auszutauschen.

Durch die im Bereich des geplanten Hochbaus ausgeführte Sondierung wurde ausreichend tragfähiger Baugrund erst ab ca. 2,75 m u. GOK erreicht. Hier wäre für die Ausführung einer Flachgründung der Austausch der Deckschichten, sowie der kaum konsolidierten Torfmudde vorzusehen.

Bodenaustausch und Geländeauflistungen im Lastabtragsbereich von Gebäuden müssen unter Berücksichtigung einer Lastausbreitung unter 45° erfolgen. Der Austauschbereich muss somit mindestens mit einem Umlauf entsprechend der Austauschstärke unterhalb von Gründungselementen vorgesehen werden.

Als Austausch- und Verfüllmaterial sollten gut verdichtbare Sande (z. B. 0/2 oder 0/4, Abschlämmbares ≤ 15%) vorgesehen werden.

Diese sind in Lagen von max. 0,3 m einzubauen und sorgfältig zu verdichten.

Bei relativ feuchtem Erdplanum hat sich zur Gewährleistung eines geeigneten Verdichtungswiderlagers der Einsatz von weitgestuftem Beton-RC-Material (z. B. 0/45, gipsfrei!) oder Schottertragschichtmaterial als untere Lage (ca. 0,25 m) bewährt.

Für Gründungspolster im Hochbaubereich sollte ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98\%$ gefordert und z. B. durch Lastplattendruckversuche nachgewiesen werden. Bei Aufbaustärken $> 1\text{ m}$ sind zusätzlich Rammsondierungen mittels Leichter Rammsonde zu empfehlen (DPL).

Für den für eine Flachgründung erforderlichen starkmächtigen Bodenaustausch im Bereich der BS 1 wäre eine Baugrubensicherung, sowie eine bauzeitliche Wasserhaltung vorzusehen. Ggf. ist für diesen Bereich deshalb eine Tiefgründung/Pfahlgründung wirtschaftlicher.

6.1.5 Zu erwartende Nässeeinflüsse, sowie empfohlene Maßnahmen zur Bauwerksentwässerung und -abdichtung

Eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte gemäß DIN 18195-4 (alt) bzw. entsprechend Wassereinwirkungsklasse W1-E nach DIN 18533-1 (2017) wäre nur dann ausreichend, wenn eine Belastung der erdberührten Bauteile auch durch nur zeitweise drückendes Wasser sicher ausgeschlossen werden kann.

Zur Vermeidung des Aufstaus von Sickerwasser wäre innerhalb nur mäßig oder schwer durchlässiger Böden (bei $k_r < 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$, anstehende Sande und typische Füllsande $k_r \leq 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$) z. B. eine Bauwerksdränage geeignet [Lastfall W1.2-E nach DIN 18533-1 (2017)]. Hierzu würde jedoch die sichere Abführung des Dränagewassers erforderlich. Zudem ist für die dauerhafte Funktionstüchtigkeit der Dränage das Vorhandensein einer natürlichen oder künstlichen Vorflut, sowie eine regelmäßige Wartung der Dränanlage zu gewährleisten. Ein Rückstau in die Dränage muss sicher ausgeschlossen werden.

Auch bei Anordnung der Bodenplatte deutlich oberhalb des jeweils umliegenden Geländeniveaus (UK Sohlplatte oberhalb umliegendes Gelände) und Einbau einer kapillarbrechenden Bettungsschicht unterhalb der Bodenplatte ($D \geq 25\text{ cm}$) ist eine Druckwasserbelastung auf Bodenplatte und Fuge zur aufgehenden Wand in der Regel ausgeschlossen. Das Zufließen von Niederschlagssammelwasser an das Gebäude wäre dann durch eine geeignete Geländegestaltung zu vermeiden. Mögliche nachträgliche Geländeauffüllungen sind zu berücksichtigen (Gestaltung von Grünanlagen und Freiflächen).

Bei Geländeeinschnitt (auch Anfüllung bis OK FFB, ebenerdiger bzw. barrierefreier Zugang o. ä.) wird ohne funktionsfähige Dränage eine Abdichtung gegen bis GOK aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18195-6 (alt) bzw. entsprechend Wassereinwirkungsklasse W2.1-E nach DIN 18533-1 (2017) erforderlich (k_r -Wert der anstehenden Böden und Erdbaustoffe $< 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$).

6.2 Mögliche, bzw. zu empfehlende Gründungen

6.2.1 Konventionelle Flachgründung auf Einzel- und/oder Streifenfundamenten

Der Standort ist für eine konventionelle Flachgründung von Hochbauten auf Einzel- und/oder Streifenfundamenten mit einer frostsicheren Einbindetiefe von $t \geq 0,8$ m im Bereich der BS 2 bis BS 4 prinzipiell geeignet.

Zuvor sind im Baubereich ungeeignete Deckschichten (BS 2 bis BS 3 bis max. 1,1 m u. GOK) unter Berücksichtigung der Hinweise unter 6.1.4 auszutauschen. Im Bereich der BS 1 wäre hingegen ein Austausch bis 2,75 m u. GOK vorzusehen.

Es sind anschließend auch bei Ausnutzung der angegebenen zulässigen Sohldrückungen nur relativ geringe Nachfolgesetzungen zu erwarten, die sich zudem überwiegend bereits in der Rohbauphase einstellen. Die Ausbildung geringer Setzungsunterschiede ist aufgrund sporadisch in größerer Tiefe unterlagernder Weichböden nicht auszuschließen (siehe 5.5).

Streifenfundamente müssen eine Mindestbreite von $b \geq 0,3$ m aufweisen.

Das tatsächlich erforderliche Maß der Fundamentbreite (Streifenfundamente) bzw. die Dimensionierung von Einzelfundamenten ergibt sich aus dem Verhältnis der vorhandenen Lasten V und den zulässigen Bodenpressungen $zul\sigma$ (siehe 5.5).

Ein Fundament ist richtig bemessen, wenn vorh $\sigma < zul\sigma$ (charakteristischer Wert der Sohldrückung < aufnehmbarer Sohldruck) bzw. $V_d < R_d$ (Bemessungswert der Einwirkungen < Bemessungswert des Grundbruchwiderstandes) erfüllt sind.

6.2.2 Gründung auf Fundamentplatte oberhalb eines geeigneten Gründungspolsters

Die Gründung des Neubaus auf einer elastisch gebetteten Stahlbeton-Fundamentplatte ist ebenfalls möglich.

Die zu erwartende Sohldrückung unter Plattengründungen (Lastverteilung) ist erheblich geringer als bei Streifengründungen (Lastkonzentration). Außerdem werden durch die ausgesteifte Plattengründung unvermeidliche Nachfolgesetzungen vergleichmäßig, sowie kleinflächige Schwachstellen im Baugrund überbrückt. Auf Innenwandfundamente kann in der Regel verzichtet werden.

Unmittelbar unterhalb der Fundamentplatte sollte dann ein mindestens 0,5 m starkes lastverteilendes Gründungspolster aus weitgestufterem Kiessand (0/32, Kiesanteil > 30 %) vorgesehen werden. Der bereichsweise auch in größerer Stärke erforderliche Austausch ungeeigneter Deckschichten und Torfmudden könnte darunter wiederum wie unter 6.1.4 beschrieben ausgeführt werden.

Für Kiessand-Gründungspolster ist ein Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98\%$ anzustreben. Für den Nachweis sind z. B. Lastplattendruckversuche geeignet.

Zur Bemessung der Fundamentplatte sollte ein Bettungsmodul von $k_s = 12 \text{ MN/m}^3$ kalkuliert werden.

6.2.3 Tiefgründung

Durch die Sondierung BS 1 wurde ausreichend tragfähiger Baugrund erst ab ca. 2,75 m u. GOK, gut tragfähiger Baugrund erst ab ca. 3,8 m u. GOK festgestellt. Für die Ausführung einer Flachgründung wäre hier deshalb ein Bodenaustausch bis mind. 2,75 m u. GOK im Schutze einer Baugrubensicherung und bauzeitlichen Wasserhaltung vorzusehen.

Für diesen Bereich wäre eine Tiefgründung deshalb möglicherweise wirtschaftlicher.

Für den Lastabtrag könnten die ab ca. 3,8 m u. GOK anstehenden Sande angesetzt werden. Am Standort ist darunter ein unterlagernder Geschiebemergel zu erwarten.

Für die Vorbemessung einer Tiefgründung sind ergänzende Erkundungen in jedem Falle vorzusehen. Die zunächst im Zuge der orientierenden Erkundung ausgeführten Rammkernsondierungen mit Aufschlussstiefen von max. 6 m sind hierfür in jedem Falle unzureichend.

Es sollten möglichst Drucksondierungen (CPT) mit ausreichender Endteufe (ca. 15 bis 20 m) vorgesehen werden.

Unter Berücksichtigung der zunächst ausgeführten Erkundung erscheint auch eine Unterteilung des Hochbaus in Bauabschnitte mit Flachgründung nach Bodenaustausch (BS 2 bis BS 4) und Tiefgründung (BS 1) sinnvoll.

Auch hier ist zur Ausgrenzung möglicher Bereiche eine Verdichtung der Baugrunderkundung dringend zu empfehlen. Die Abgrenzung des Übergangs vom Bereich mit ungünstiger Baugrundeignung (Erfordernis Tiefgründung, BS 1) zu dem Bereich mit deutlich günstigerer Baugrundeignung (Flachgründung nach Austausch der Deckschicht bis voraussichtlich max. 1,1 m, BS 2 bis BS 4) ist anderenfalls mit erheblicher Unsicherheit verbunden.

6.3 Hinweise zur Erschließung

6.3.1 Rohrleitungsbau

Eine direkte Rohrauflagerung ist möglich im Bereich steinfreier Sande in mindestens mitteldichter Lagerung.

Im Bereich organogener Weichböden (Torfmudde, BS 1 & BS 5) unterhalb der Gründungssohle von Freigefälle-Leitungen sind diese möglichst vollständig, mindestens jedoch in einer Stärke von 50 cm unterhalb von Rohrleitungen bzw. 1,0 m unterhalb von Schachtbauwerken auszutauschen. Bei Teilverbleib von Weichböden hat sich der Einsatz geotextiler Trenn- und Bewehrungsmaterialien bewährt (Kombimaterial Geogitter & Trennvlies).

Alternativ könnten auch s. g. Geomatratzen (sackartige Elemente aus geotextilem Vlies mit Leichtbaustoff-Füllung, siehe auch 7.6) zur Schaffung eines geeigneten Auflagers Verwendung finden. Diese werden dann in der Regel zweilagig versetzt verlegt und anschließend mit geringmächtiger Sandschicht überbaut.

Zur Schaffung eines optimalen Rohrauflagers für Rohrleitungen ohne Fußausbildung ist die muldenartige Vorformung des Auflagers zu empfehlen.

Auffüllungen mit Humus- und/oder Fremdstoffanteilen (Homogenbereich A), humose Oberböden (Homogenbereich B) und Torfmudden (Homogenbereich D) sind als Erdbaustoffe ungeeignet.

Anstehende Sande (Homogenbereich E) oder Füllsande (Homogenbereich C) wären auch für die Wiederverfüllung von Leitungsgräben geeignet.

Bei Bedarf für zugelieferte Erdbaustoffe sollten für die Verfüllung von Leitungsgräben verdichtungsfähige Füllsande vorgesehen werden (z. B. 0/2 oder 0/4, Abschlämmbares $\leq 15\%$).

Das Verfüllmaterial ist mit geeignetem Verdichtungsgerät lagenweise einzubauen und sorgfältig zu verdichten ($D_{Pr} \geq 98\%$). Für den Verdichtungsnachweis sind Rammsondierungen mittels Leichter Rammsonde (DPL), sowie auf dem Planum für möglichen Verkehrsflächenbau zusätzlich Lastplattendruckversuche vorzusehen (statisch: $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$ oder dynamisch: $E_{vd} \geq 25 \text{ MPa}$).

6.3.2 Hinweise zum Verkehrsflächenbau

Im Zuge der Erschließungsarbeiten ist auch die Herstellung von Verkehrsflächenbefestigungen erforderlich.

Im Bereich geplanter Flächenbefestigungen sind als Baugrund ungeeignete humose Oberböden möglichst vollständig auszuheben (BS 6 bis BS 8).

Im Bereich der BS 5 sind tiefreichende und nur mäßig konsolidierte Torfmudde-Ablagerungen festgestellt worden. Die in einer Gesamtstärke von ca. 1 m festgestellte Auffüllung weist eine ausreichende Eignung für Verkehrsflächenbefestigungen auf. Bei Lasterhöhung durch zusätzliche Aufträge (Geländeanhebung) wären jedoch nachfolgende unvermeidbare Setzungen aufgrund der weiteren Konsolidierung der organogenen Weichböden zu erwarten.

Diese könnten z. B. durch eine Vorkonsolidierung dieses Bereiches vorweggenommen werden. Hierfür wäre z. B. das Aufschütten von Erdstoffmieten (Zwischenlagerung Aushub) während der Baufeldfreimachung und Rohbau- bzw. Hochbauarbeiten möglich.

Bei Verwendung frostsicherer Materials für den Austausch ungeeigneter Deckschichten wäre ein frostunempfindliches Erdplanum für den Verkehrsflächenaufbau zu erwarten (F1). Eine Planumsdränage wäre ebenfalls nicht erforderlich.

Nach sorgfältiger Verdichtung der anstehenden Sande, sowie der für die Geländeauflistung zu verwendenden Füllsande ist auf dem Erdplanum das Einhalten von $E_{v2,soll} \geq 45$ MPa zu erwarten.

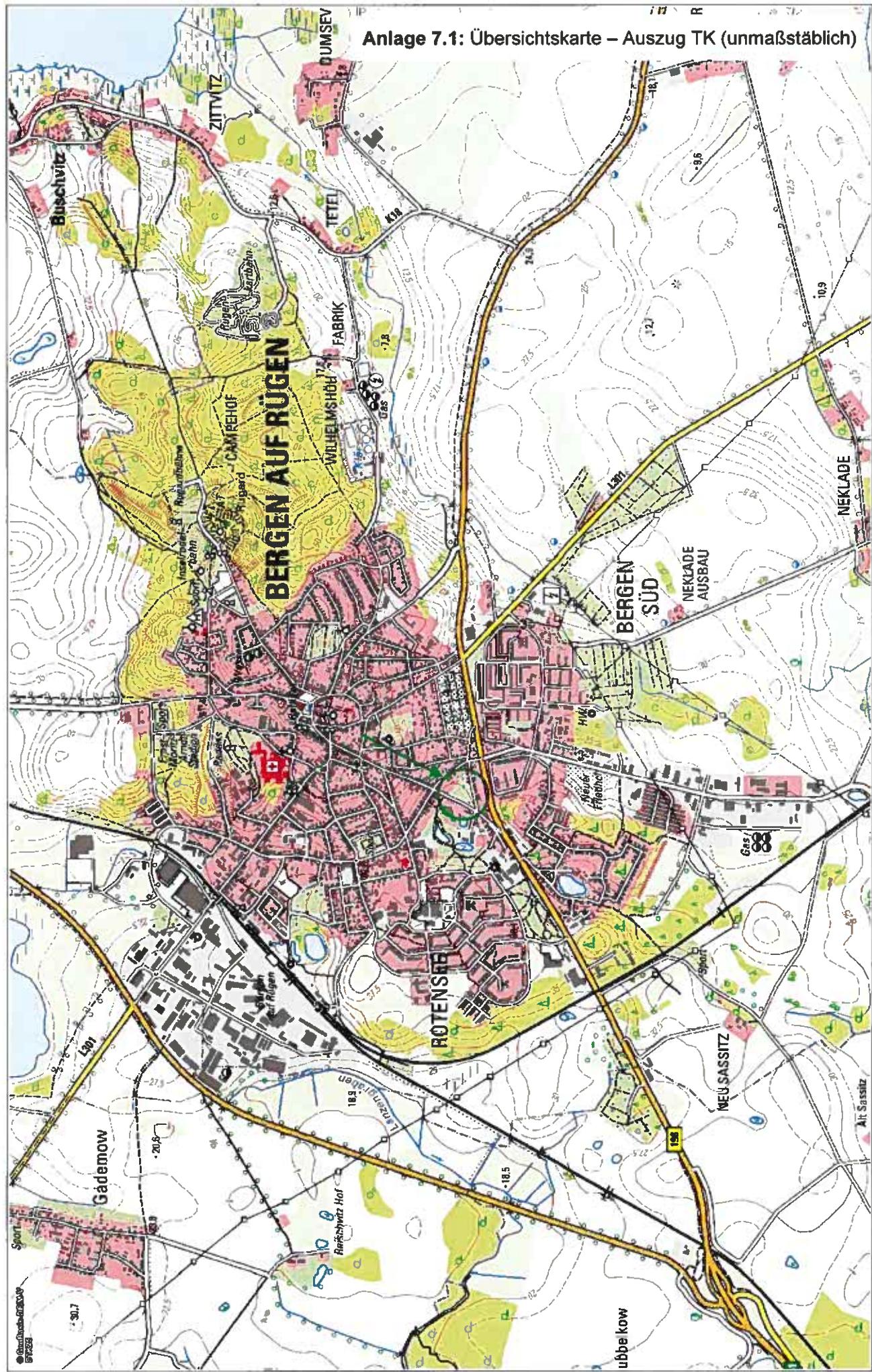
Mindeststärken für die Stärke des frostsicherer Regelaufbaus ergäben sich dann nicht. Die Stärke dieser Aufbauten ergibt sich dann aus erforderlichen Mindeststärken für die Erreichung und Einhaltung der Tragfähigkeitsanforderungen.

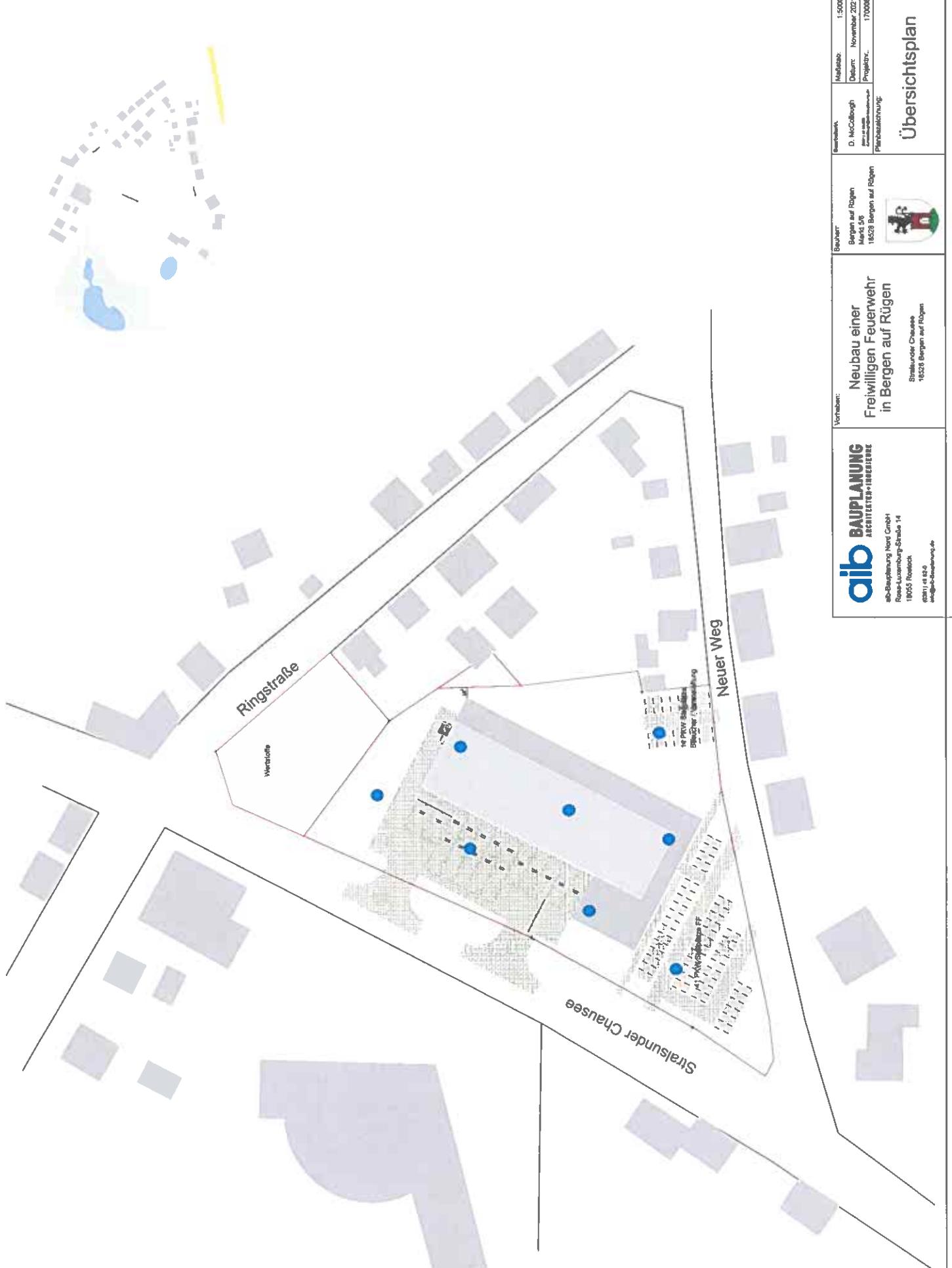
Auch lokal haben sich Bauweisen mit Schottertragschicht über Frostschutzschicht bewährt (bei Pflasterdecke Tafel 3, Zeile 1 der RStO12, bei Asphaltbauweise Tafel 1, Zeile 3 der RStO).

Für Rad- und Gehwege kann auf Regelaufbauten der Tafel 6 zurückgegriffen werden.

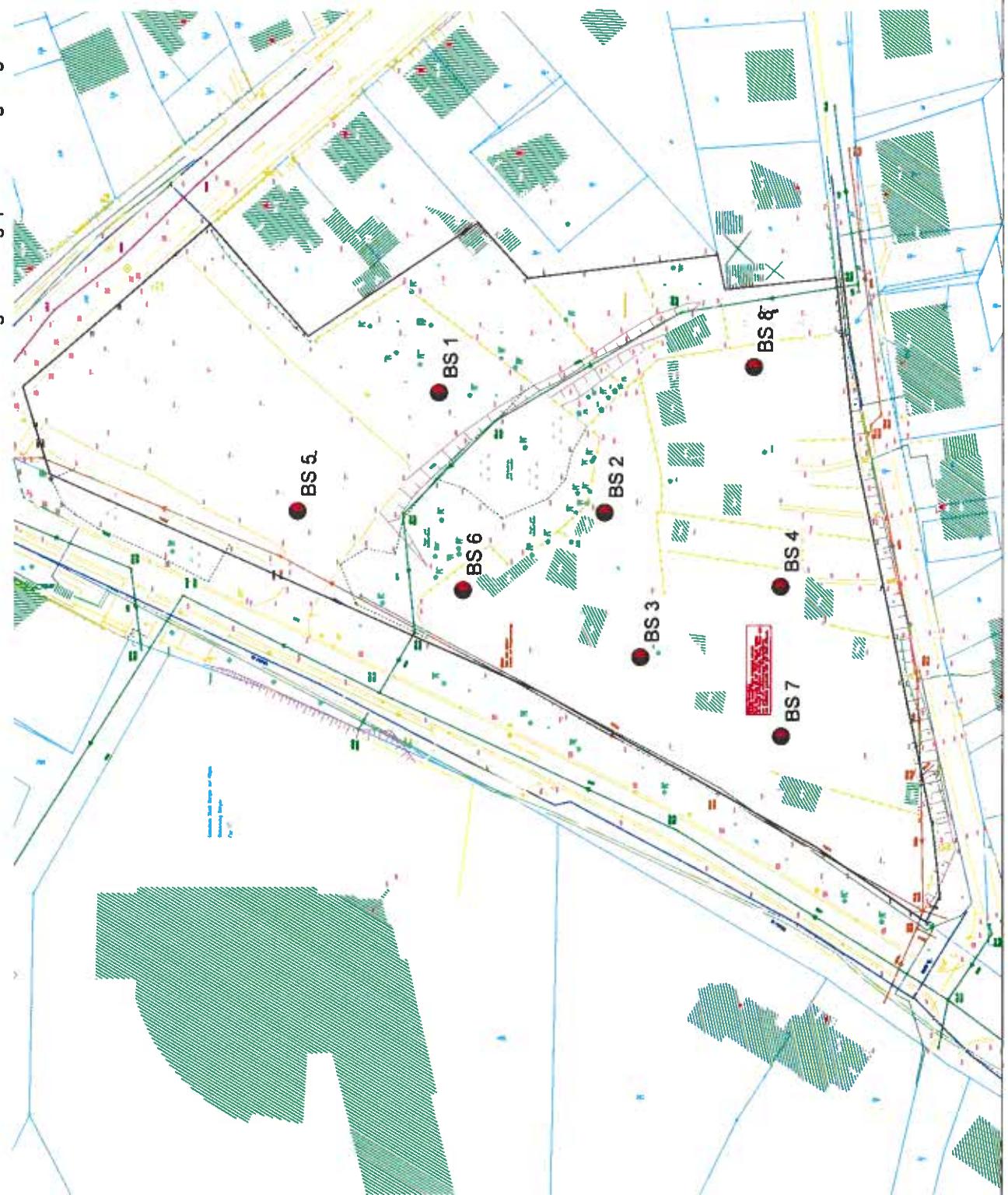
Die Eignung des abgezogenen Erdplanums, sowie vorausgewählter Austauschstärken und Regelaufbauten sollte frühzeitig anhand von Probefeldern überprüft werden.

Anlage 7.1: Übersichtskarte – Auszug TK (unmaßstäblich)



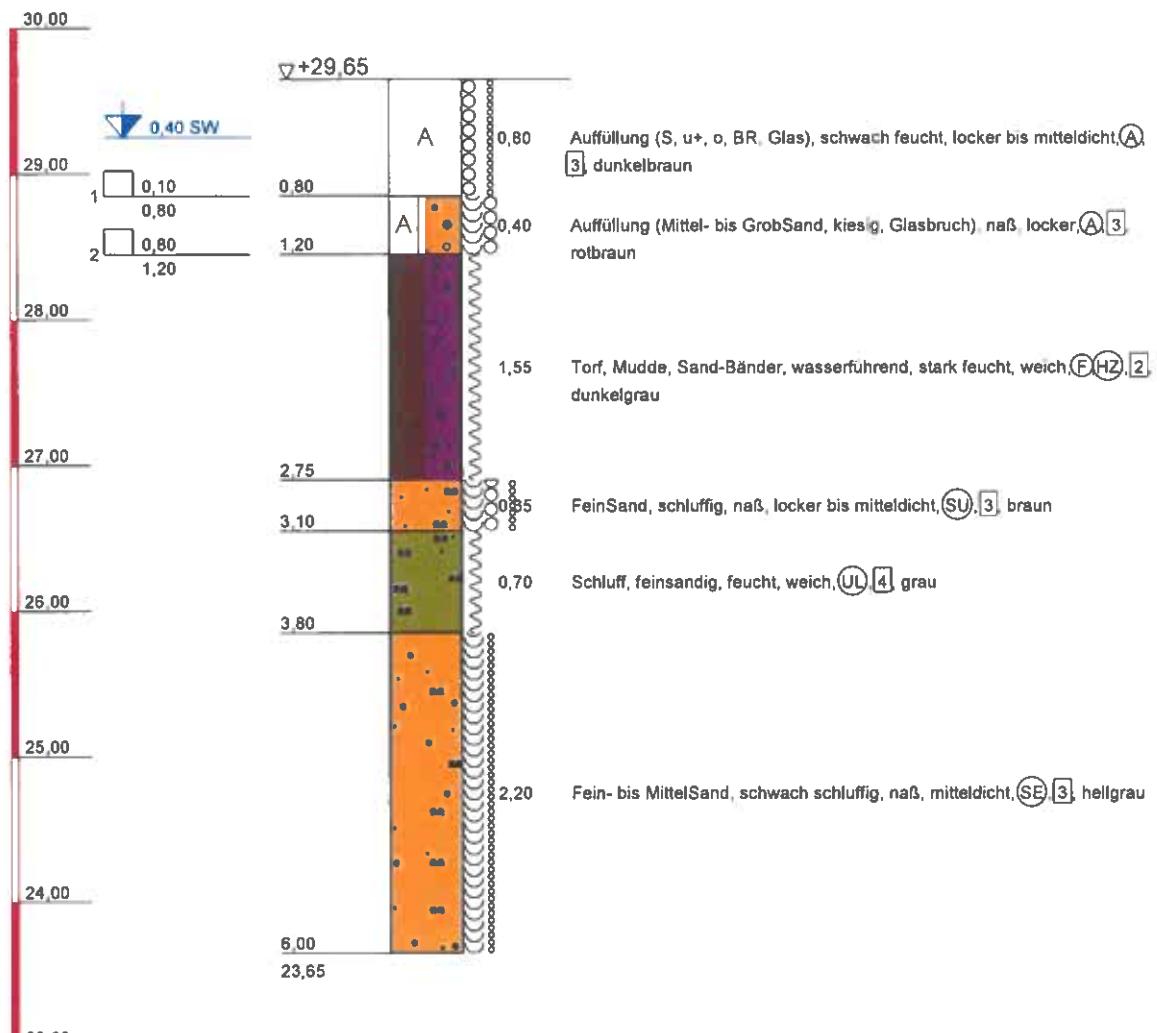


Anlage 7.3: Lageplan mit eingetragenen Untersuchungsstellen



BS 01

mNHN



| | | |
|---|--|----------------------|
| IBURO Dipl.-Ing. Steffen Berndt Rennbahnallee 21 18059 Rostock Tel.: +49 381 202 34 03 Email: info@iburo.de | Bauvorhaben: Neubau Feuerwache für die Freiwillige Feuerwehr Bergen auf Rügen Planbezeichnung: Bohrprofildarstellungen | Plan-Nr: Anlage 7.4 |
| | | Projekt-Nr: 23 - 124 |
| | | Datum: 10.08.2023 |
| | | Maßstab: 1:50 |
| | | Bearbeiter: Berndt |

mNHN

BS 02

30,00

29,00

28,00

27,00

26,00

25,00

24,00

23,00

▽ +29,25

A

1,10

1,30

0,90

2,70

1,10

Auffüllung (Mutterboden, S, u+, o), schwach feucht, locker bis mitteldicht, [OH], 1 dunkelbraun

1,30

FeinSand, mittelsandig, schluffig, schwach feucht, mitteldicht, (SU), 3, hellbraun

0,90

FeinSand, mittelsandig, schluffig, naß, mitteldicht, (SU), 3, hellgrau

2,70

Geschiebemergel, (S, u+, l'), stark kalkhaltig, schwach feucht, steif, (SU), 4, grau

6,00

23,25

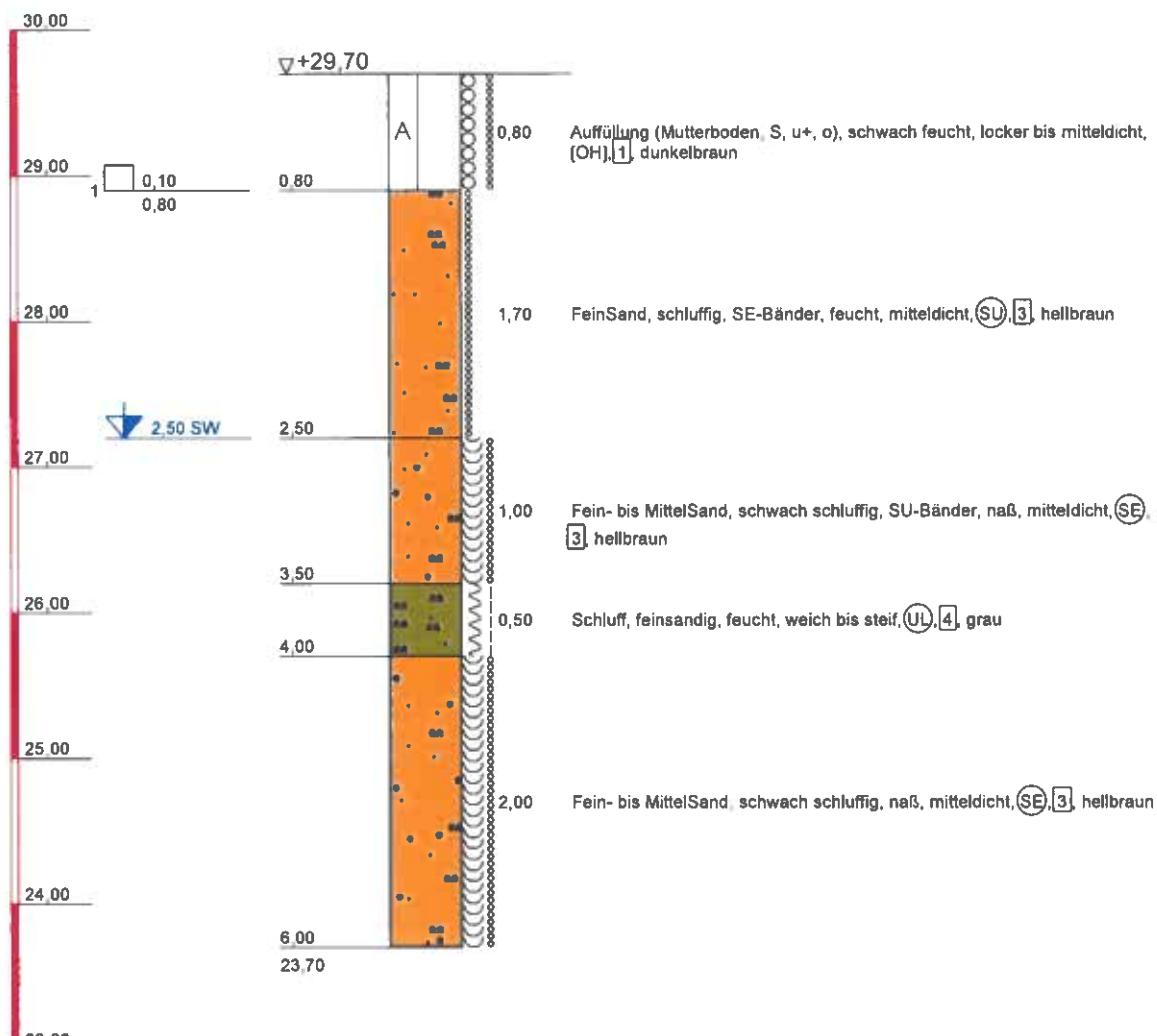
2,40 SW

2,40

| | | |
|--|---|---|
| IBURO Dipl.-Ing. Steffen Berndt Rennbahnallee 21 18059 Rostock Tel.: +49 381 202 34 03 Email: info@iburo.de | Bauvorhaben: Neubau Feuerwache für die Freiwillige Feuerwehr Bergen auf Rügen Planbezeichnung: Bohrprofildarstellungen | Plan-Nr: Anlage 7.4 Projekt-Nr: 23 - 124 Datum: 10.08.2023 Maßstab: 1:50 Bearbeiter: Berndt |
|--|---|---|

BS 03

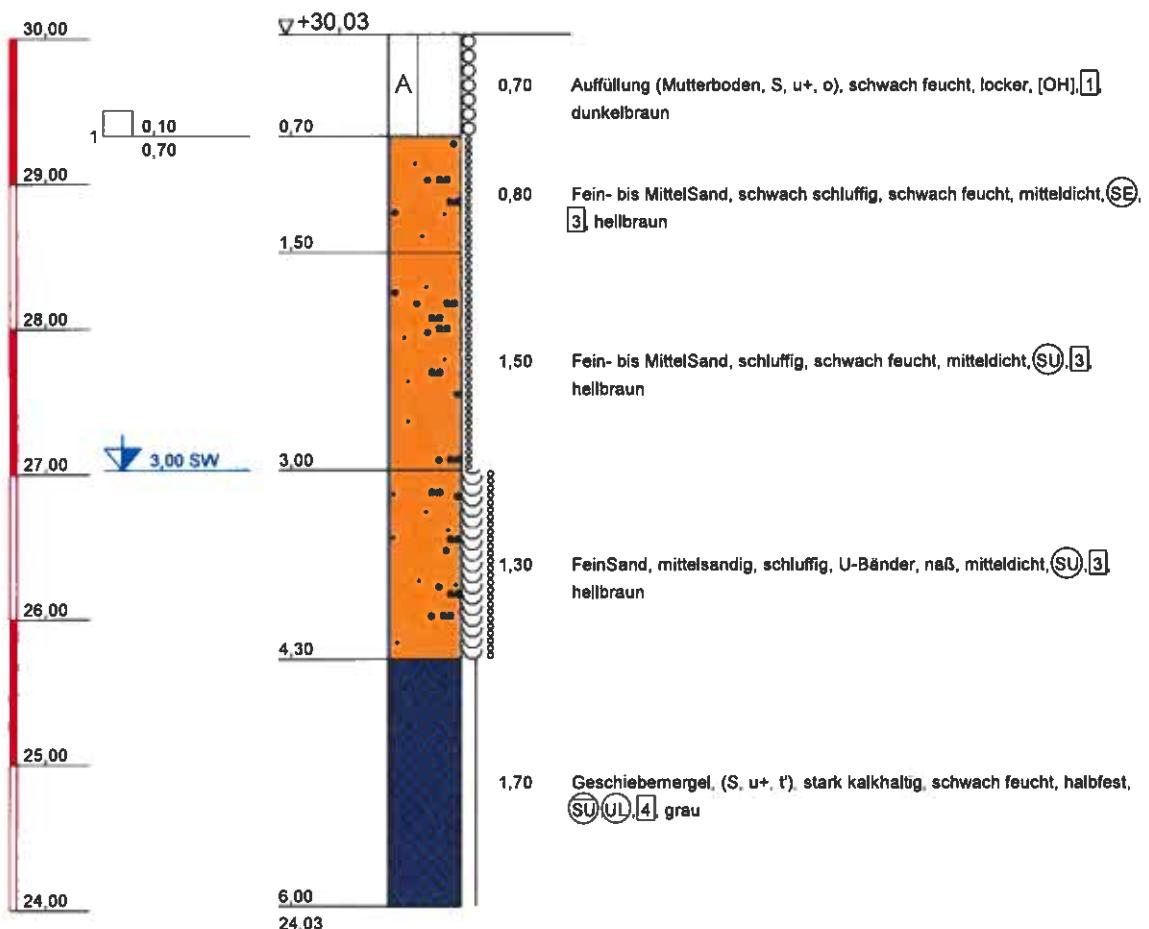
mNHN



| | | |
|---|--|---|
| IBURO Dipl.-Ing. Steffen Berndt Rennbahnallee 21 18059 Rostock Tel.: +49 381 202 34 03 Email: info@iburo.de | Bauvorhaben: Neubau Feuerwache für die Freiwillige Feuerwehr Bergen auf Rügen | Plan-Nr: Anlage 7.4 Projekt-Nr: 23 - 124 Datum: 10.08.2023 Maßstab: 1:50 Bearbeiter: Berndt |
| | Planbezeichnung: Bohrprofildarstellungen | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

BS 04

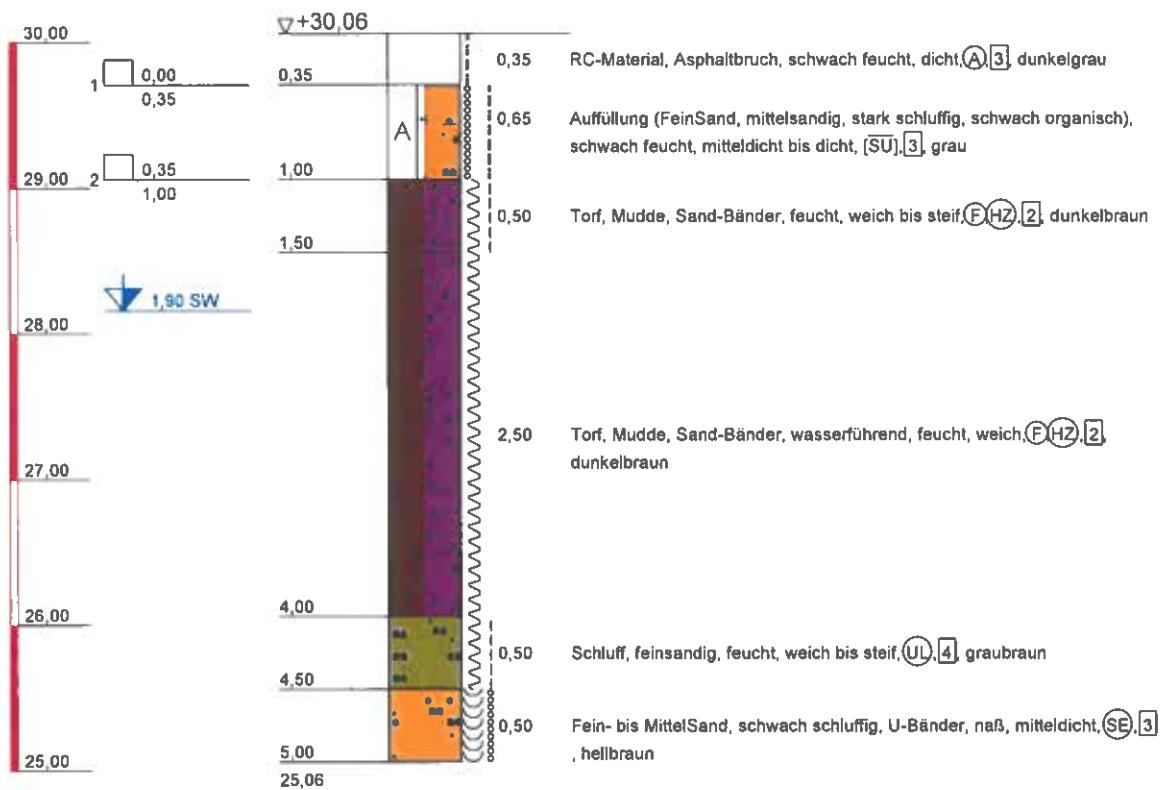
mNHN



| | | |
|--|--|---|
| IBURO Dipl.-Ing. Steffen Berndt Rennbahnallee 21 18059 Rostock Tel.: +49 381 202 34 03 Email: info@iburo.de | Bauvorhaben: Neubau Feuerwache für die Freiwillige Feuerwehr Bergen auf Rügen Planbezeichnung: Bohrprofildarstellungen | Plan-Nr: Anlage 7.4 Projekt-Nr: 23 - 124 Datum: 10.08.2023 Maßstab: 1:50 Bearbeiter: Berndt |
|--|--|---|

BS 05

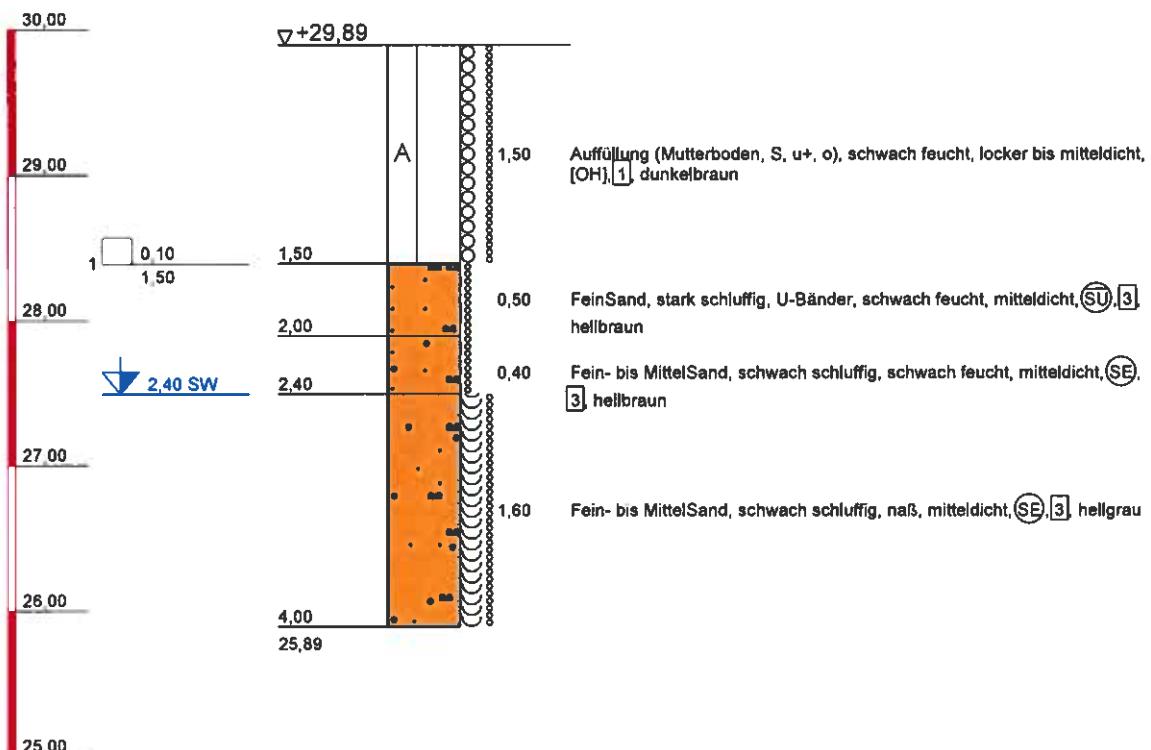
mNHN



| | | |
|---|--|----------------------|
| IBURO Dipl.-Ing. Steffen Berndt Rennbahnallee 21 18059 Rostock Tel.: +49 381 202 34 03 Email: info@iburo.de | Bauvorhaben: Neubau Feuerwache für die Freiwillige Feuerwehr Bergen auf Rügen Planbezeichnung: Bohrprofildarstellungen | Plan-Nr: Anlage 7.4 |
| | | Projekt-Nr: 23 - 124 |
| | | Datum: 10.08.2023 |
| | | Maßstab: 1:50 |
| | | Bearbeiter: Berndt |

BS 06

mNHN



IBURO

Dipl.-Ing. Steffen Berndt
Rennbahnallee 21
18059 Rostock
Tel.: +49 381 202 34 03
Email: info@iburo.de

Bauvorhaben:
Neubau Feuerwache für die
Freiwillige Feuerwehr Bergen auf Rügen
Planbezeichnung:
Bohrprofildarstellungen

| | |
|-------------|------------|
| Plan-Nr: | Anlage 7.4 |
| Projekt-Nr: | 23 - 124 |
| Datum: | 10.08.2023 |
| Maßstab: | 1:50 |
| Bearbeiter: | Berndt |

BS 07

mNHN

30,00

29,00

28,00

27,00

26,00

25,00

▽ +29,65

2,20

2,20 SW

4,00

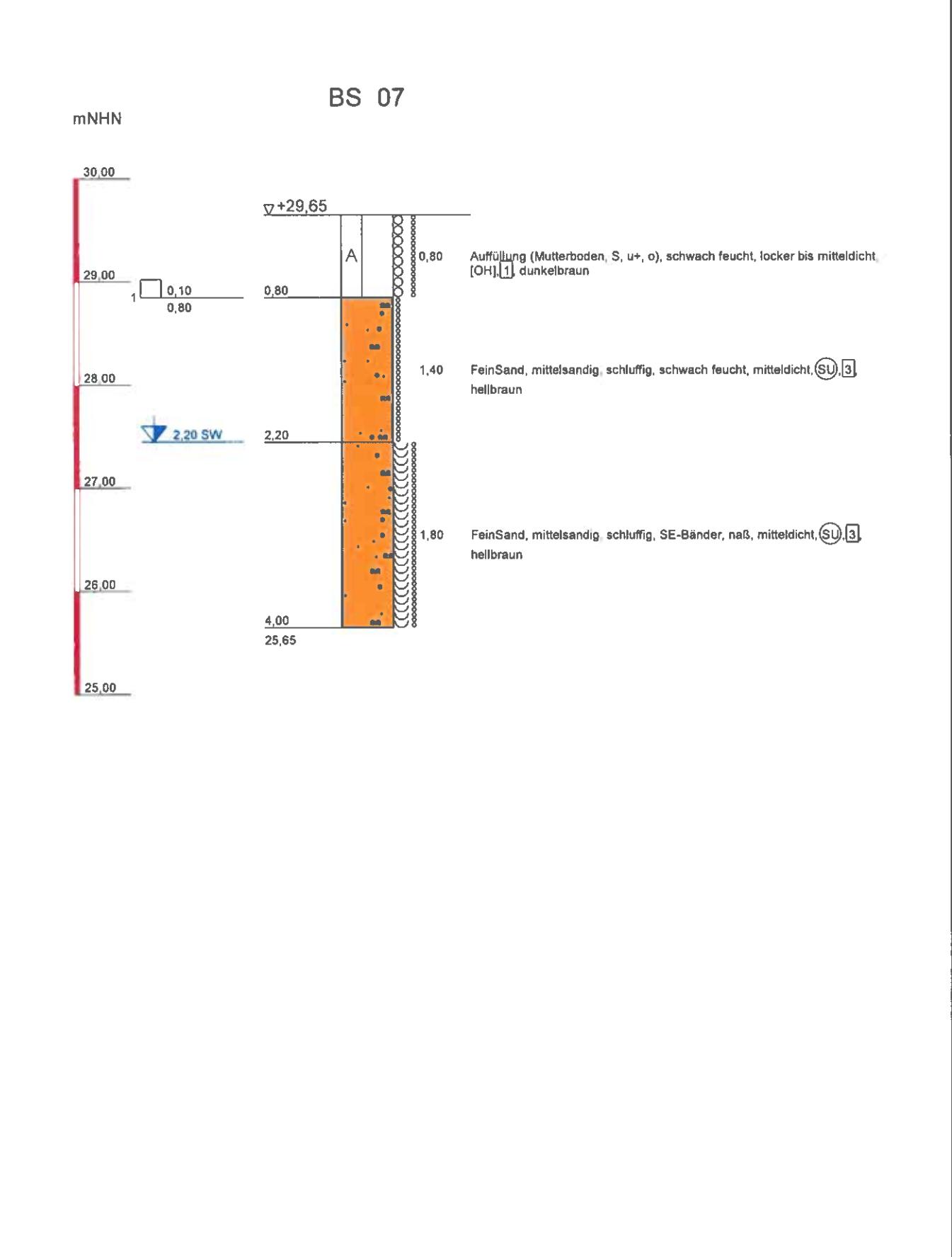
25,65

A

Auffüllung (Mutterboden, S, u+, o), schwach feucht, locker bis mitteldicht, [OH] 1 dunkelbraun

1,40 FeinSand, mittelsandig, schluffig, schwach feucht, mitteldicht, (SU) 3 hellbraun

1,80 FeinSand, mittelsandig, schluffig, SE-Bänder, naß, mitteldicht, (SU) 3 hellbraun



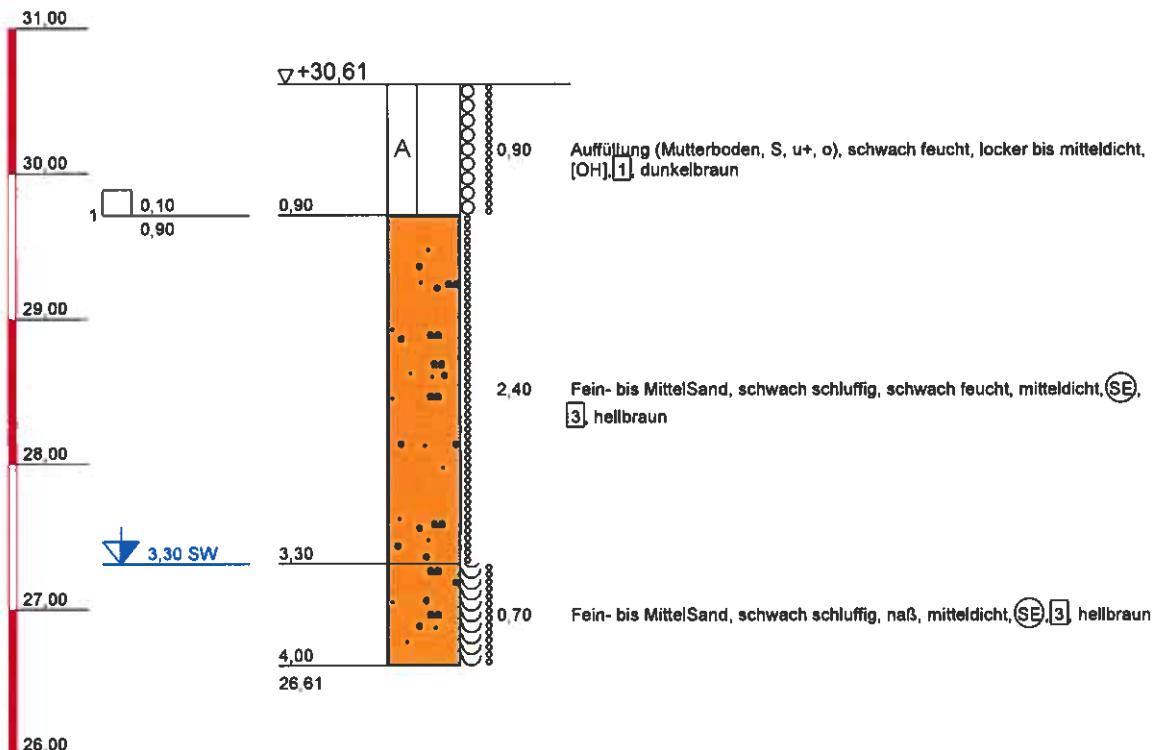
IBURO
Dipl.-Ing. Steffen Berndt
Rennbahnallee 21
18059 Rostock
Tel.: +49 381 202 34 03
Email: info@iburo.de

Bauvorhaben:
Neubau Feuerwache für die
Freiwillige Feuerwehr Bergen auf Rügen
Planbezeichnung:
Bohrprofildarstellungen

| | |
|-------------|------------|
| Plan-Nr: | Anlage 7.4 |
| Projekt-Nr: | 23 - 124 |
| Datum: | 10.08.2023 |
| Maßstab: | 1:50 |
| Bearbeiter: | Berndt |

BS 08

mNHN



| | | |
|---|---|----------------------|
| IBURO Dipl.-Ing. Steffen Berndt Rennbahnallee 21 18059 Rostock Tel.: +49 381 202 34 03 Email: info@iburo.de | Bauvorhaben: Neubau Feuerwache für die Freiwillige Feuerwehr Bergen auf Rügen Planbezeichnung: Bohrprofildarstellungen | Plan-Nr: Anlage 7.4 |
| | | Projekt-Nr: 23 - 124 |
| | | Datum: 10.08.2023 |
| | | Maßstab: 1:50 |
| | | Bearbeiter: Berndt |

Kiwa GmbH, Am Weidenbruch 22, 18196 Kessin / Rostock

IBURO-Ingenieurbüro für Baugrunduntersuchung und
Umwelttechnik Rostock
Herr Dipl.-Ing. Steffen Berndt
Rennbahnallee 21
18059 Rostock

Kiwa GmbH
Analytik und Umwelt
Am Weidenbruch 22
18196 Kessin / Rostock

Tel. +49 38208 637 0
Fax +49 38208 63728
www.kiwa.com



Die Akkreditierung gilt für die in der Urkundenanlage
D-PL-11217-03-00 aufgeführten Prüfverfahren

Projekt/Bauvorhaben ^{a)}: Neubau Feuerwache in Bergen auf Rügen

Referenznummer des Kunden Auftrag vom 14.08.2023
^{a)}:

Auftragsdatum ^{a)}: 14.08.2023

Kiwa-ANr.: 032300721

Untersuchungsauftrag: Untersuchung gemäß Bundesbodenschutzverordnung vom 09.07.2021
(BGBl. I S. 2598, 2716) Vorsorgewerte für Böden

Probenbeschreibung ^{a)}: Boden

Anzahl der Proben: 1

Probennahme ^{a)}: durch den Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 15.08.2023

Prüfzeitraum: 15.08.2023 bis 28.08.2023

Dieser Prüfbericht wurde erstellt von: Regina Büttner

i.V. Dipl.-Chem. Astrid Schwaneberg
Stellv. Laborleiterin / Deputy Head of Laboratory
Environment - Analytics - Products



Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflaboratoriums ist eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichts nicht gestattet.

^{a)} Angaben des Auftraggebers ^{b)} Änderung

Geschäftsführer: Prof. Dr. Roland Hüttl, Dr. Gero Schonwaßer
Amtsgericht Hamburg, HRB 130568, St.Nr. 46/736/03268

| | | | |
|------------------------------|------------|---|--|
| Labornummer 032300721- | | 0002 | |
| | | Zuordnung lt. BBodSchV vom 09.07.2021 | |
| Probenbezeichnung a) | | Lehm/Schluff TOC ≤4% | MP aus BS2/1/0,1-1,1m, BS3/1/0,1-0,8m, BS4/1/0,1-0,7m, BS6/1/0,1-1,5m; BS7/1/0,1-0,8m, BS8/1/0,1-0,9m |
| Probennahme a) | | | 10.08.23 |
| Analysenergebnis: | Einheit | | |
| Grobanteil > 2 mm | g | 6,7 | |
| Feinanteil ≤ 2 mm | g | 74,5 | |
| Summe Grob- und Feinanteil | g | 81,2 | |
| Grobanteil > 2 mm | % | 8,3 | |
| Feinanteil ≤ 2 mm | % | 91,7 | |
| Aussehen Grobanteil > 2 mm | | | |
| Aussehen Feinanteil ≤ 2 mm | | | |
| Trockenmasse | Masse-% | 87,7 | |
| pH-Wert (CaCl ₂) | | 7,4 | |
| TOC | Masse-% TM | ≤ 4 | 1,6 |
| Arsen | mg/kg TM | ≤ 20 | <5 |
| Blei | mg/kg TM | ≤ 70 | 36 |
| Cadmium | mg/kg TM | ≤ 1 | 0,12 |
| Chrom | mg/kg TM | ≤ 60 | 7,9 |
| Kupfer | mg/kg TM | ≤ 40 | 11 |
| Nickel | mg/kg TM | ≤ 50 | 4,7 |
| Quecksilber | mg/kg TM | ≤ 0,3 | 0,3 |
| Thallium | mg/kg TM | ≤ 1 | <0,4 |
| Zink | mg/kg TM | ≤ 150 | 150 |
| PCB | | | |
| PCB 28 | mg/kg TM | | <0,004 |
| PCB 52 | mg/kg TM | | <0,006 |
| PCB 101 | mg/kg TM | | <0,004 |
| PCB 118 | mg/kg TM | | <0,004 |
| PCB 138 | mg/kg TM | | <0,002 |
| PCB 153 | mg/kg TM | | <0,002 |
| PCB 180 | mg/kg TM | | <0,002 |
| Summe 7 PCB | mg/kg TM | ≤ 0,05 | n.n. |

| | | |
|---|-------------------------|--|
| Labornummer 032300721- | | 0002 |
| Probenbezeichnung lt. BBodSchV vom 09.07.2021 | | |
| Probenbezeichnung a) | Lehm/Schluff TOC ≤4% | MP aus BS2/1/0,1-1,1m, BS3/1/0,1-0,8m, BS4/1/0,1-0,7m, BS6/1/0,1-1,5m; BS7/1/0,1-0,8m, BS8/1/0,1-0,9m |
| Probennahme a) | | 10.08.23 |
| Analysenergebnis: | Einheit | |
| PAK (16 EPA) | | |
| Naphthalin | mg/kg TM | 0,023 |
| Acenaphthen | mg/kg TM | <0,02 |
| Acenaphthylen | mg/kg TM | <0,20 |
| Fluoren | mg/kg TM | <0,02 |
| Phenanthren | mg/kg TM | 0,098 |
| Anthracen | mg/kg TM | <0,02 |
| Fluoranthen | mg/kg TM | 0,343 |
| Pyren | mg/kg TM | 0,24 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg TM | 0,108 |
| Chrysene | mg/kg TM | 0,129 |
| Benzo(b)fluoranthen | mg/kg TM | 0,129 |
| Benzo(k)fluoranthen | mg/kg TM | 0,08 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TM | ≤ 0,3 |
| Dibenzo(a,h)-anthracen | mg/kg TM | 0,084 |
| Benzo(g,h,i)perylene | mg/kg TM | 0,083 |
| Indeno(1,2,3-cd)-pyren | mg/kg TM | 0,143 |
| Summe PAK (EPA) | mg/kg TM | ≤ 3,0 |
| | | 1,6 |

Übersicht Untersuchungsmethoden

| Parameter | Methodennorm | Standort Prüfung | Einheit | Mess-unsicherheit (k=2) | Bestimmungsgrenze |
|------------------------------------|--|------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| Vorbehandlung | | | | | |
| Königswasseraufschluss | DIN EN 16174: 2012-11 | 03 | | | |
| TC* | DIN EN 15936 (A): 2012-11 | 03 | Masse-%TM | | |
| TIC* | DIN EN 15936 (A): 2012-11 | 03 | Masse-%TM | | |
| Probenvorbehandlung | | | | | |
| Einwaage (nach dem Mahlen) | DIN 19747:2009-07 | 03 | g | | |
| Auswaage < 250 µm | DIN 19747:2009-07 | 03 | g | | |
| Durchgang in % | DIN 19747:2009-07 | 03 | % | | |
| Grobanteil > 2 mm | DIN ISO 11464: 2006-12 (zurückgezogene Norm) | 03 | g | | |
| Feinanteil ≤ 2 mm | DIN ISO 11464: 2006-12 (zurückgezogene Norm) | 03 | g | | |
| Summe Grob- und Feinanteil | DIN ISO 11464: 2006-12 (zurückgezogene Norm) | 03 | g | | |
| Grobanteil > 2 mm | DIN ISO 11464: 2006-12 (zurückgezogene Norm) | 03 | % | | 0,1 |
| Feinanteil ≤ 2 mm | DIN ISO 11464: 2006-12 (zurückgezogene Norm) | 03 | % | | 0,1 |
| Aussehen Grobanteil > 2 mm | DIN ISO 11464: 2006-12 (zurückgezogene Norm) | 03 | | | |
| Aussehen Feinanteil ≤ 2 mm | DIN ISO 11464: 2006-12 (zurückgezogene Norm) | 03 | | | |
| Probenvorbehandlung nach DIN 19747 | DIN 19747: 2009-07 | 03 | | | |
| Trockenmasse | DIN EN 14346 (Verfahren A, IR): 2007-03 | 03 | Masse-% | | 0,1 |
| pH-Wert (CaCl ₂) | DIN EN 15933: 2012-11 | 03 | | 7,3% | |
| TOC* | DIN EN 15936 (A): 2012-11 | 03 | Masse-%TM | | 0,1 |
| Arsen | DIN EN ISO 11885 (E 22): 2009-09 | 03 | mg/kg TM | 10% | 5 |
| Blei | DIN EN ISO 11885 (E 22): 2009-09 | 03 | mg/kg TM | 16% | 2 |
| Cadmium | DIN EN ISO 11885 (E 22): 2009-09 | 03 | mg/kg TM | 10% | 0,1 |
| Chrom | DIN EN ISO 11885 (E 22): 2009-09 | 03 | mg/kg TM | 6,6% | 0,5 |
| Kupfer | DIN EN ISO 11885 (E 22): 2009-09 | 03 | mg/kg TM | 19% | 0,5 |
| Nickel | DIN EN ISO 11885 (E 22): 2009-09 | 03 | mg/kg TM | 11% | 0,5 |
| Quecksilber | DIN EN ISO 12846 (E 12): 2012-08 | 03 | mg/kg TM | 39% | 0,1 |

| | | | | | |
|------------------------|----------------------------------|----|----------|-----|-------|
| Thallium | DIN EN ISO 11885 (E 22): 2009-09 | 03 | mg/kg TM | | 0,4 |
| Zink | DIN EN ISO 11885 (E 22): 2009-09 | 03 | mg/kg TM | 13% | 0,5 |
| PCB | | | | | |
| PCB 28 | DIN EN 16167: 2019-06 | 03 | mg/kg TM | | 0,004 |
| PCB 52 | DIN EN 16167: 2019-06 | 03 | mg/kg TM | | 0,006 |
| PCB 101 | DIN EN 16167: 2019-06 | 03 | mg/kg TM | | 0,004 |
| PCB 118 | DIN EN 16167: 2019-06 | 03 | mg/kg TM | | 0,004 |
| PCB 138 | DIN EN 16167: 2019-06 | 03 | mg/kg TM | | 0,002 |
| PCB 153 | DIN EN 16167: 2019-06 | 03 | mg/kg TM | | 0,002 |
| PCB 180 | DIN EN 16167: 2019-06 | 03 | mg/kg TM | | 0,002 |
| Summe 7 PCB | DIN EN 16167: 2019-06 | 03 | mg/kg TM | 21% | |
| PAK (16 EPA) | | | | | |
| Naphthalin | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Acenaphthen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Acenaphthylen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,2 |
| Fluoren | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Phenanthren | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Anthracen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Fluoranthen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Pyren | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Benzo(a)anthracen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Chrysene | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Benzo(b)fluoranthen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Benzo(k)fluoranthen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Benzo(a)pyren | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | 30% | 0,02 |
| Dibenzo(a,h)-anthracen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Benzo(g,h,i)perylen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,02 |
| Indeno(1,2,3-cd)-pyren | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | | 0,04 |
| Summe PAK (EPA) | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TM | 28% | |

Die durch einen Stern (*) gekennzeichneten Methoden sind nicht akkreditierte Prüfverfahren.

Standorte:
03 Kessin

n.n. Wert liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze

Kiwa GmbH, Am Weidenbruch 22, 18196 Kessin / Rostock

IBURO-Ingenieurbüro für Baugrunduntersuchung und
Umwelttechnik Rostock
Herr Dipl.-Ing. Steffen Berndt
Rennbahnallee 21
18059 Rostock

Kiwa GmbH
Analytik und Umwelt
Am Weidenbruch 22
18196 Kessin / Rostock

Tel. +49 38208 637 0
Fax +49 38208 63728
www.kiwa.com



Die Akkreditierung gilt für die in der Urkundenanlage
D-PL-11217-03-00 aufgeführten Prüfverfahren

Projekt/Bauvorhaben ^{a)}: Neubau Feuerwache in Bergen auf Rügen

Referenznummer des Kunden Auftrag vom 14.08.2023
^{a)}:

Auftragsdatum ^{a)}: 14.08.2023

Kiwa-ANr.: 032300721

Untersuchungsauftrag: Untersuchung gemäß TR LAGA 2004 Tab. II 1.2-1

Probenbeschreibung ^{a)}: Boden

Anzahl der Proben: 1

Probennahme ^{a)}: durch den Auftraggeber

Probeneingangsdatum: 15.08.2023

Prüfzeitraum: 15.08.2023 bis 28.08.2023

Dieser Prüfbericht wurde
erstellt von: Regina Büttner

i.A. Ines Krüger
Projektbearbeiter
Environment - Analytics – Products

Ines Krüger

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Ohne schriftliche Genehmigung des Prüflaboratoriums ist eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichts nicht gestattet.

^{a)} Angaben des Auftraggebers ^{b)} Änderung

Geschäftsführer: Prof. Dr. Roland Hüttl, Dr. Gero Schönwaßer
Amtsgericht Hamburg HRB 130568, St. Nr. 46/736/03268

| | | | | | | |
|---------------------------------|-------------|----------------------------|--------------|---------------|---------------|------------------|
| Labornummer 032300721- | | Zuordnung lt. TR LAGA 2004 | | | | 0001 |
| Probenbezeichnung ^{a)} | | Z 0 (Lehm/ Schluff) | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | BS 1/1/ 0,1-0,8m |
| Probennahme ^{a)} | | | | | | 10.08.23 |
| Analysenergebnis: | Einheit | | | | | |
| Aus dem Feststoff | | | | | | |
| Trockenrückstand | Massen-% | | | | | 85,1 |
| Aussehen | | | | | | Boden, braun |
| Geruch | | | | | | erdig |
| Arsen | mg/kg TS | ≤ 15 | ≤ 45 | ≤ 45 | ≤ 150 | <5 |
| Blei | mg/kg TS | ≤ 70 | ≤ 210 | ≤ 210 | ≤ 700 | 40 |
| Cadmium | mg/kg TS | ≤ 1 | ≤ 3 | ≤ 3 | ≤ 10 | 0,19 |
| Chrom, gesamt | mg/kg TS | ≤ 60 | ≤ 180 | ≤ 180 | ≤ 600 | 13 |
| Kupfer | mg/kg TS | ≤ 40 | ≤ 120 | ≤ 120 | ≤ 400 | 13 |
| Nickel | mg/kg TS | ≤ 50 | ≤ 150 | ≤ 150 | ≤ 500 | 7,4 |
| Quecksilber | mg/kg TS | ≤ 0,5 | ≤ 1,5 | ≤ 1,5 | ≤ 5 | 0,15 |
| Zink | mg/kg TS | ≤ 150 | ≤ 450 | ≤ 450 | ≤ 1.500 | 110 |
| TOC | Massen-% TS | ≤ 0,5 | ≤ 1,5 | ≤ 1,5 | ≤ 5 | 1,8 |
| Kohlenwasserstoffe (C10 - C40) | mg/kg TS | ≤ 100 | ≤ 600 | ≤ 600 | ≤ 2.000 | 120 |
| mobiler Anteil (C10 - C22) | mg/kg TS | ≤ 100 | ≤ 300 | ≤ 300 | ≤ 1.000 | <50 |
| EOX | mg/kg TS | ≤ 1 | ≤ 3 | ≤ 3 | ≤ 10 | <0,5 |
| PAK (16 EPA) | | | | | | |
| Naphthalin | mg/kg TS | | | | | 0,206 |
| Acenaphthylen | mg/kg TS | | | | | <0,20 |
| Acenaphthen | mg/kg TS | | | | | 0,062 |
| Fluoren | mg/kg TS | | | | | 0,052 |
| Phenanthren | mg/kg TS | | | | | 0,979 |
| Anthracen | mg/kg TS | | | | | 0,166 |
| Fluoranthen | mg/kg TS | | | | | 1,99 |
| Pyren | mg/kg TS | | | | | 1,79 |
| Benzo(a)anthracen | mg/kg TS | | | | | 0,799 |
| Chrysene | mg/kg TS | | | | | 0,944 |
| Benzo(b)fluoranthen | mg/kg TS | | | | | 0,876 |
| Benzo(k)fluoranthen | mg/kg TS | | | | | 0,573 |
| Benzo(a)pyren | mg/kg TS | ≤ 0,3 | ≤ 0,9 | ≤ 0,9 | ≤ 3 | 1,45 |
| Dibenzo(a,h)-anthracen | mg/kg TS | | | | | 0,757 |
| Benzo(g,h,i)perlylen | mg/kg TS | | | | | 0,462 |
| Indeno(1,2,3-cd)-pyren | mg/kg TS | | | | | 0,928 |
| Summe PAK (EPA) | mg/kg TS | ≤ 3 | ≤ 3 | ≤ 3 | ≤ 30 | 12 |
| Aus dem Eluat | | | | | | |
| pH-Wert | | 6,5 - 9,5 | 6,5 - 9,5 | 6,0 - 12,0 | 5,5 - 12,0 | 8,4 |
| elektrische Leitfähigkeit | µS/cm | ≤ 250 | ≤ 250 | ≤ 1.500 | ≤ 2.000 | 112 |
| Chlorid | mg/l | ≤ 30 | ≤ 30 | ≤ 50 | ≤ 100 | 1,3 |
| Sulfat | mg/l | ≤ 20 | ≤ 20 | ≤ 50 | ≤ 200 | 1,8 |

Meinungen / Interpretationen:

032300721-0001 Für die untersuchte Probe empfehlen wir gemäß TR LAGA Boden 2004 eine Einstufung in die Zuordnungsklasse Z 2.

Übersicht Untersuchungsmethoden

| Parameter | Methodennorm | Standort Prüfung | Einheit | Bestimmungs-grenze |
|---------------------------------|---|------------------|-----------|--------------------|
| Vorbehandlung | | | | |
| TC* | DIN EN 15936 (A): 2012-11 | 03 | Masse-%TS | |
| TIC* | DIN EN 15936 (A): 2012-11 | 03 | Masse-%TS | |
| Königswasseraufschluss | DIN EN 13657: 2003-01 | 03 | | |
| Probenvorbehandlung | | | | |
| Einwaage (nach dem Mahlen) | DIN 19747:2009-07 | 03 | g | |
| Auswaage < 250 µm | DIN 19747:2009-07 | 03 | g | |
| Durchgang in % | DIN 19747:2009-07 | 03 | % | |
| Auslaugung | DIN EN 12457-4: 2003-01 | 03 | | |
| Eluatherstellung Einwaage | DIN EN 12457-4: 2003-01 | 03 | g | |
| Eluatherstellung Volumen Wasser | DIN EN 12457-4: 2003-01 | 03 | ml | |
| Aus dem Feststoff | | | | |
| Trockenrückstand | DIN EN 15934 (Verfahren A, IR): 2012-11 | 03 | Masse-% | 0,1 |
| Aussehen | qualitativ | 03 | | |
| Geruch | organoleptisch | 03 | | |
| Arsen | DIN ISO 22036: 2009-06 | 03 | mg/kg TS | 5 |
| Blei | DIN ISO 22036: 2009-06 | 03 | mg/kg TS | 2 |
| Cadmium | DIN ISO 22036: 2009-06 | 03 | mg/kg TS | 0,1 |
| Chrom, gesamt | DIN ISO 22036: 2009-06 | 03 | mg/kg TS | 0,5 |
| Kupfer | DIN ISO 22036: 2009-06 | 03 | mg/kg TS | 0,5 |
| Nickel | DIN ISO 22036: 2009-06 | 03 | mg/kg TS | 0,5 |
| Quecksilber | DIN EN ISO 12846 (E 12): 2012-08 | 03 | mg/kg TS | 0,1 |
| Zink | DIN ISO 22036: 2009-06 | 03 | mg/kg TS | 0,5 |
| TOC* | DIN EN 15936 (A): 2012-11 | 03 | Masse-%TS | 0,1 |
| Kohlenwasserstoffe (C10 - C40) | DIN EN 14039: 2005-01 | 03 | mg/kg TS | 50 |
| mobiler Anteil (C10 - C22) | DIN EN 14039: 2005-01 | 03 | mg/kg TS | 50 |
| EOX | DIN 38414-S17: 2017-01 | 03 | mg/kg TS | 0,5 |
| PAK (16 EPA) | | | | |
| Naphthalin | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Acenaphthylen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,2 |
| Acenaphthen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Fluoren | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Phenanthren | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Anthracen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Fluoranthen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Pyren | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Benzo(a)anthracen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Chrysene | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Benzo(b)fluoranthen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Benzo(k)fluoranthen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Benzo(a)pyren | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |

| Parameter | Methodennorm | Standort Prüfung | Einheit | Bestimmungs-grenze |
|---------------------------|------------------------------------|------------------|----------|--------------------|
| Dibenzo(a,h)-anthracen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Benzo(g,h,i)perylen | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,02 |
| Indeno(1,2,3-cd)-pyren | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | 0,04 |
| Summe PAK (EPA) | DIN CEN/TS 16181: 2013-12 | 03 | mg/kg TS | |
| Aus dem Eluat | | | | |
| pH-Wert | DIN EN ISO 10523: 2012-04 | 03 | | |
| elektrische Leitfähigkeit | DIN EN 27888 (C 8): 1993-11 | 03 | µS/cm | 1 |
| Chlorid | DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07 | 03 | mg/l | 0,2 |
| Sulfat | DIN EN ISO 10304-1 (D 20): 2009-07 | 03 | mg/l | 0,5 |

Die durch einen Stern (*) gekennzeichneten Methoden sind nicht akkreditierte Prüfverfahren.

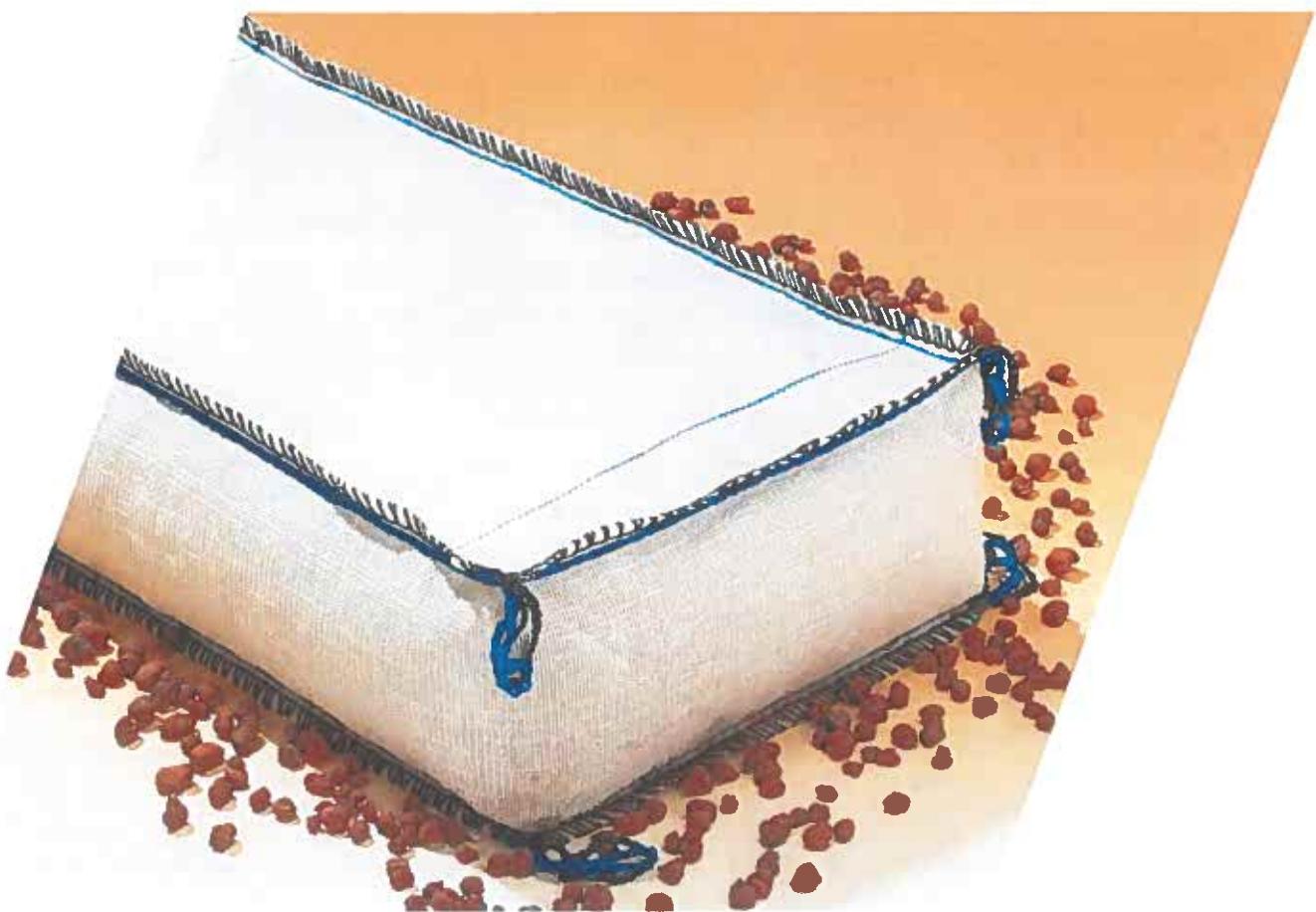
Standorte:

03 Kessin

n.n. Wert liegt unterhalb der Bestimmungsgrenze

FIBO EXCLAY

*Das
Gründungselement
für
die
Rohrbettung*



LECA®GEO-Matratze
leicht, stabil und wasserdurchlässig

Anwendungs- Beispiele



Hamco-Durchlass

Gründung mit
LECA®GEO-Matratze
und Gewichtsreduzierung
mit **LECA®GEO**, lose

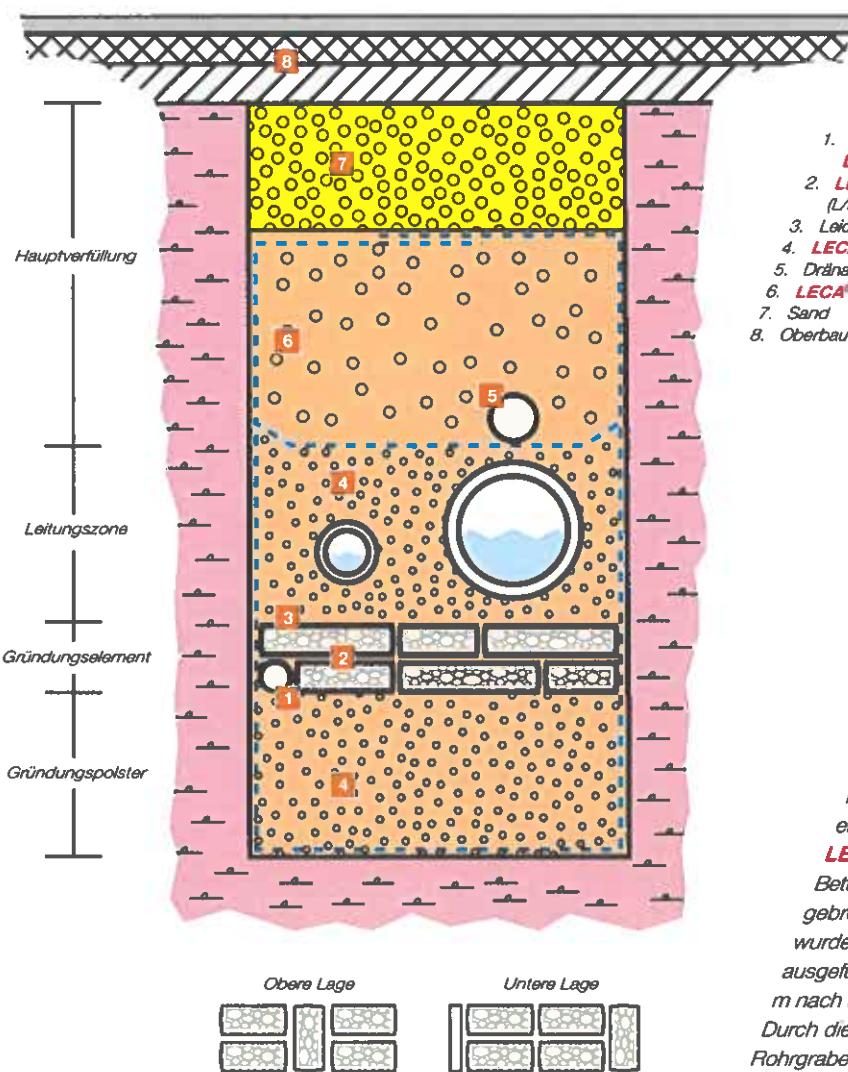


Bauvorhaben:
Erneuerung der Husarenbrücke
bei Godendorf

Baubeschreibung:
Die alte Holzkonstruktion der Brücke musste aufgrund des schlechten Zustandes abgerissen werden. Statt eines Brückenbauwerkes entschied man sich für eine Verrohrung (Hamco Durchlass) des Bachlaufes mit anschließender Überschüttung durch **LECA®GEO**. Für das Rohrauflager wurde **LECA®GEO 0-2 mm** verwendet, gebettet auf einer **LECA®GEO-Matratze**, die Rohrummantelung erfolgte mit **LECA®GEO** der Körnung 8-16 mm. Eine wassergebundene Decke bildet die Befestigung des Weges.



LECA® GEO-Maträtze



1. Dränaage mit Ummantelung
LECA® GEO 0-2 mm
2. **LECA® GEO-Maträtze**
(L/B/H = 80/40/20)
3. Leichtgewebe (PP 25)
4. **LECA® GEO 0-2 mm**
5. Dränaage
6. **LECA® GEO 4-8 mm**
7. Sand
8. Oberbau

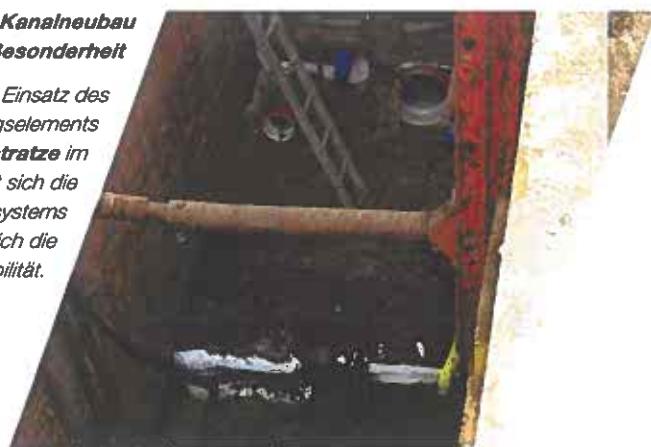
Sanierung eines Doppelrohrgrabens

Gründung mit **LECA® GEO-Maträtze**, Gewichtsreduzierung und Setzungsminimierung

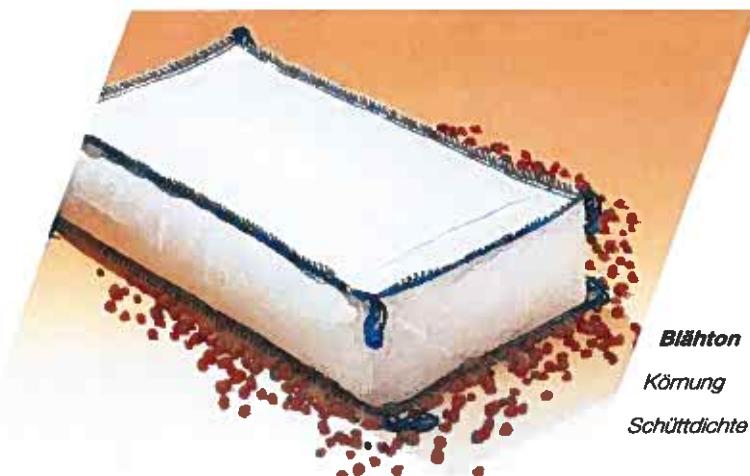
Bauvorhaben:
Sanierung Schmutz- und Regenwasserleitung, Wedel, Strandbaddamm

Baubeschreibung:
Die Schmutz- und Regenwasserleitungen im Doppelgraben mussten saniert werden. Unterhalb der Grabensohle standen organische Aufschüttungen, Mudden und Tore an. Die Sanierung erfolgte auf dem Gründungselement **LECA® GEO-Maträtze** und einer Bettungsschicht aus **LECA® GEO 0-2 mm** gebrochen. Die Rohrgrabenverfüllung wurde mit **LECA® GEO 4-8 mm** rund ausgeführt. Der Straßenaufbau von 0,80 m nach Bauklasse IV erfolgte wie zuvor. Durch die Gewichtsreduzierung des Rohrgrabenaufbaus von ca. 50% ist mit keinen oder nur minimalen Setzungen zu rechnen.

Kanalneubau
Ergänzende Besonderheit
Bei Einsatz des
Gründungselementes
LECA® GEO-Maträtze im
Vortrieb reduziert sich die
Einbautiefe des Verbausystems
und erhöht so zusätzlich die
Gründungsstabilität.



LECA®GEO-Matratze



Die Gründung für den Leitungsbau
auf wenig tragfähigem Untergrund

LECA®GEO 8-16

370

Die LECA®GEO-Matratze ist ein Kissen aus zugfestem Geotextil, gefüllt mit LECA®GEO, Material Blähton der Körnung 8-16 mm rund.

Durch den Einbau der LECA®GEO-Matratze kann auf das Ausbringen eines Geovlieses und eines Geogitters verzichtet werden. Die handliche Größe, das geringe Gewicht und die ausgezeichneten Dränageeigenschaften machen die LECA®GEO-Matratze zum vielseitigen Problemlöser in der Geotechnik – auch und gerade bei schwer zugänglichen Einsatzfeldern:

- Neubau auf wenig tragfähigem Untergrund
- Sanierung von Setzungen im Rohrbereich
- Gewichtsreduzierung
- Stabilisierung der Rohrbettung

Bedarf

pro laufendem Meter/0,20 m stark

PP Flachgewebe 200/00

220

Kette 47
Schuss 37

Kette 20
Schuss 11

$7,1 \times 10^{-3}$
(V_{H2} bei $H=50$ mm)

1×10^{-4}

Geotextil

Material

Flächengewicht

[g/m²]

220

Höchstzugkraft

[kN/m]

Kette 47
Schuss 37

Dehnung

[%]

Kette 20
Schuss 11

Wasserdrückfestigkeit
nach DIN EN ISO 11058 (06.99)

[m/s]

$7,1 \times 10^{-3}$
(V_{H2} bei $H=50$ mm)

Durchlässigkeitsbeiwert

[m/s]

1×10^{-4}

Lieferform

60-Liter-Rechtecksack

[m³]

0,06

Maße l x b x h

[cm]

80 x 40 x 20

Gewicht

[kg]

22*

30 Stück pro Palette

[m³]

1,800

Maße l x b x h

[cm]

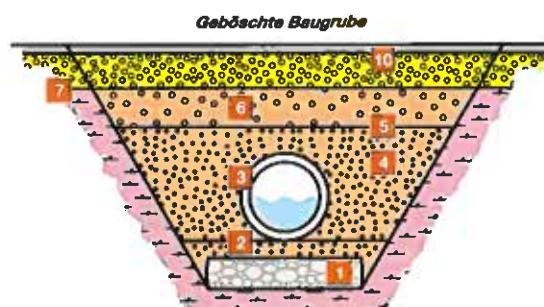
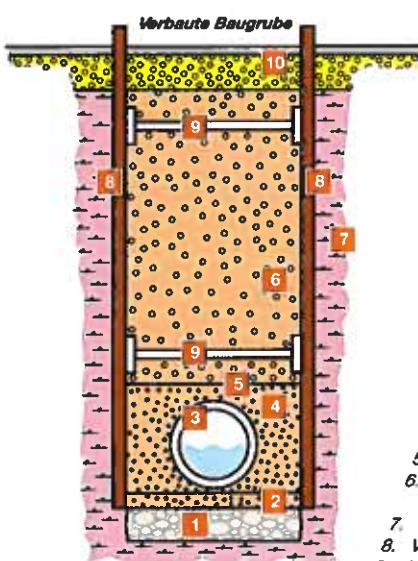
120 x 80 x 200

Gewicht

[kg]

ca. 685*

*Alle Gewichtsangaben sind Ca.-Werte,
die Angaben für Palette inkl. Palettengewicht (ca. 25 kg pro Palette)



1. LECA®GEO-Matratze
 2. Bettungsschicht (LECA®GEO 0-2 oder 2-4 mm gebr.)*
 3. Rohrleitung
 4. Rohrzone (LECA®GEO 0-2 oder 2-4 mm gebr.)*
 5. Geotextil
 6. Rohrgrabenfüllung (LECA®GEO 0-2, 2-4, 4-8 oder 8-16 mm in runder oder gebrochener Form)
 7. anstehender Boden
 8. Verbau
 9. Aussteifung
 10. individueller Oberbau
- * Je nach Anwendung sind andere Körnungen möglich.



FIBO EXCLAY

Fibo ExClay Deutschland GmbH
Rahdener Straße 1, 21769 Lamstedt
Fon: 0 47 73/896-0, Fax: 0 47 73/896-133
eMail: Vertrieb@fiboxclay.de
Internet: www.fiboxclay.de