

**BAUGRUND ERFURT**

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR  
*Baugrund – Boden – Alllasten - Hydrogeologie*

Wir verstehen Ihre Gründe.

Alte Chaussee 93  
99097 Erfurt  
Tel: (0361) 3424333  
Fax: (0361) 3424334  
Mail: [info@BaugrundErfurt.de](mailto:info@BaugrundErfurt.de)  
[www.BaugrundErfurt.de](http://www.BaugrundErfurt.de)

## GEOTECHNISCHER BERICHT

Bauvorhaben : Neubau Pflegeheim „Exsos 48“  
in Saalfeld, OT Reichmannsdorf  
Goldgräberstraße

Auftrags-Nr. : G24-021

Auftraggeber : EXSOS GmbH  
Am Vorgelherd 56  
98693 Ilmenau

Bearbeiter:  
Milbredt  
Dipl.-Ing.

Hersmann  
Dipl.-Ing.

Erfurt, den 16.02.2024

Bankverbindung  
IBAN DE78 8205 1000 0163 0560 21  
BIC HELADEF1WEM

Sparkasse Mittelthüringen  
BLZ 820 510 00  
Kto 163056021

Steuernummer  
151/155/85808  
Ust-ID: DE290593119

Geschäftsführende Gesellschafter  
Dipl.-Ing. Hagen Hersmann  
Dipl.-Ing. Gerald Milbredt

## 1. Unterlagenverzeichnis

- U 1 Auftrag vom 10.01.2024
- U 2 Lageplan anhand Luftbild
- U 3 7 Schichtenverzeichnisse der am 12.02.2024 abgeteufte Rammkernsondierungen
- U 4 Ergebnisse der labormäßigen Erdstoffprüfung
- U 5 Geologisches Kartenmaterial
- U 6 Karte mit Erdfall- und Senkungsgefährdung für Thüringen
- U 7 Einstufung in Erdbebenzone und Untergrundklasse des GFZ, Helmholtz-Zentrums Potsdam (Internetanfrage)
- U 8 Ergebnisse der Schadstoffanalytik (liegen noch nicht vor)
- U 9 ErsatzbaustoffV (21)
- U 10 LAGA-Richtlinie (97)
- U 11 DepV
- U 12 Abfallverzeichnis - Verordnung - AVV

## 2. Anlagenverzeichnis

- A 1 Aufschlussplan im Maßstab von 1:1.000 auf der Grundlage von U 2
- A 2 7 Aufschlussprofile der Rammkernsondierungen
- A 3 3 Kornverteilungskurven
- A 4 Auswertung eines Wasserdurchlässigkeitsversuches
- A 5 Ergebnisse der Schadstoffanalytik (werden nachgereicht)

## 3. Feststellungen

### 3.1. Standort und Bauwerke

Auf einem im Saalfelder Ortsteil Reichmannsdorf gelegenen Grundstück ist die Errichtung einer zweigeschossigen Bebauung vorgesehen. Diese wird ohne Keller, in Holz- bzw. Holztafelbauweise ausgeführt und erhält Grundrissabmessungen von ca. 50 m \* 34 m (inklusive Innenhof). Bevorzugt soll eine Gründung mittels Stahlbetonplatte zur Ausführung kommen.

Der für die Bebauung vorgesehene Standort befindet sich im südlichen Bereich des Ortes, westlich der Goldgräberstraße (B 281). Zwischen der Straße und dem Baugelände befindet sich das Gebäude des Museums „Rotschnabelnest“.

Das Baugelände wird derzeit teils (nordwestlicher Bereich) landwirtschaftlich, d.h. als Wiesen-/Weideland genutzt. Der südöstliche Bereich diente bisher als Außenanlage für das genannte Museum. Hier sind örtlich mit Pflaster befestigte Wege und hölzer-

ne Hütten vorhanden. Weiterhin weist das Gelände hier einen gewissen Bestand an Gehölzen auf.

Die Geländeoberfläche fällt in südwestliche Richtung. Im Bereich des geplanten Gebäudes ist eine Höhendifferenz von ca. 2 m zu verzeichnen.

Angaben zur höhenmäßigen Anpassung liegen uns nicht vor. Im Weiteren wird davon ausgegangen, dass die Oberfläche des Erdgeschossfußbodens etwa 0,5 m unter dem Geländehochpunkt (im Grundrissbereich des geplanten Neubaus) angeordnet wird.

### 3.2. Geologische Situation

Der Standort ist geologisch dem Thüringisch-Fränkischen Schiefergebirge zuzuordnen. Im Bereich stehen die Festgesteine des Untersilurs (Griffelschiefer-, Schmieffel- und Lederschieferformation) an. Diese werden hauptsächlich von Ton- und Siltschiefern und teils von Geröllen und Eisenerzen gebildet. Auslaugungsgefährdete Bestandteile (Gips, Anhydrit oder Salz) sind nicht vorhanden. Daher sind durch Subrosionserscheinungen hervorgerufene Schwächungen des tieferen Untergrundes auszuschließen.

Der Bebauungsbereich gehört zu keiner Erdbebenzone. D.h. mit tektonischen Bewegungen der Erdkruste ist nicht zu rechnen.

Aufgrund der geschilderten Situation ist der Standort aus geologischer Sicht für Bauungen gut geeignet.

Die im oberen Horizont entfestigten, d.h. zersetzten bis verwitterten Fest-/ Schiefergesteine werden von einer nur geringmächtigen Lockergesteinsschicht (Oberboden, natürlich umgelagerte Verwitterungsmassen = Hangschutt) überdeckt.

### 3.3. Baugrundverhältnisse

Zur Untersuchung der Baugrundsichtung wurden sieben Rammkernsondierungen (RKS) mit Aufschlusstiefen von 2,0 m bis 2,4 m abgeteuft. Die Dichte bzw. die Festigkeit des Untergrundes ließen nur begrenzte Sondiertiefen zu.

Die Ansatzpunkte der Rammkernsondierungen (RKS) sind im Aufschlussplan, Anlage 1 lage- sowie höhenmäßig eingetragen. Als Höhenbezug diente die Deckeloberkante eines Abwasserschachtes (Lage siehe auch Aufschlussplan). Dem Bezug wurde eine Höhe von +10,00 m zugeordnet. Die angegebenen Koten dienen ausschließlich dem höhenmäßigen Vergleich der Schichten und stellen kein Geländeaufmaß dar.

Die Durchführung der Baugrunderkundung erfolgte durch das Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR Hersmann, Milbredt, Rudolph am 12.02.2024.

### 3.3.1. Baugrundsichtung/Einteilung in Homogenbereiche

Für bautechnische Zwecke lassen sich die angetroffenen Schichten in drei Homogenbereiche zusammenfassen:

*Homogenbereich A:* Oberboden

*Homogenbereich B:* Hangschutt (teils aufgefüllt)

*Homogenbereich C:* Schiefergestein

Der Oberboden (A) wurde mit Stärken von 0,10...0,25 m angetroffen. Ihm folgt der Hangschutt (B). Dieser wurde örtlich (RKS 7) in einem anthropogen beeinflussten Zustand, d.h. in aufgefüllter Form angetroffen (B<sup>\*</sup>). Ab Tiefen von 0,8...1,3 m erfolgt der Übergang zum Schiefergestein (C). Die C-Mächtigkeit beträgt >10 m.

Die an den untersuchten Punkten ermittelte Baugrundsichtung ist außerdem den Aufschlussprofilen der Anlage 2 zu entnehmen. Schwankungen der Schichtung zwischen den Ansatzpunkten der punktuellen Aufschlüsse (z.B. variierende Mächtigkeiten von A und B, rinnen- oder muldenartige Vertiefungen oder ein rückenartiges Hochstoßen der C-Oberfläche, örtlich tiefer führende Auffüllungsnester etc.) sind nicht auszuschließen.

### 3.3.2. Baugrundeigenschaften/Beschreibung der Homogenbereiche

*Homogenbereich A:* Oberboden

Der graubraun bis dunkelbraun gefärbte Oberboden weist nur einen geringen Humosgehalt auf und wird hauptsächlich von schluffigen bis tonigen Bestandteilen gebildet. Teils ist Kieskorn vertreten. Der Oberboden ist locker gelagert und stark wasser- und sehr frostempfindlich.

Der Oberboden ist als nicht tragfähig einzustufen.

*Homogenbereich B:* Hangschutt

Der Hangschutt stellt sich aus bodenphysikalischer Sicht als schluffiger bis stark schluffiger, steiniger Kies dar. Der Kies- und Steinkornanteil weist eine gebrochene Kornform auf. Der Hangschutt ist grau, graubraun bis dunkelgrau gefärbt. Die anhand des Sondierfortschritts abzuleitende Lagerungsdichte differiert zwischen locker bis mitteldicht und dicht.

Der Hangschutt besitzt eine hohe Ungleichförmigkeit und weite Kornabstufung. Dies bedeutet, dass Konsolidierungssetzungen bei Lasteintragung relativ schnell abgeschlossen werden und dass der Erdstoff bei einer Wiederverwendung mäßige bis

gute Verdichtungseigenschaften besitzt. Da der Feinkornanteil im Korngrößenbereich  $\leq 0,063$  mm bei teils  $>15$  Masse-% liegt, muss eine Einstufung als sehr frostveränderlich erfolgen. Ebenso ist eine gewisse Wasserempfindlichkeit vorhanden.

Der Hangschutt ist bei der vorgefundenen geringen Lagerungsdichte als nur gering bis mäßig tragfähig einzustufen. Die Steifemoduln differieren entsprechend zwischen  $E_s = 5...20$  MN/m<sup>2</sup>. Eine Verbesserung und Homogenisierung der Kompressionswerte ist durch Verdichtungsmaßnahmen realisierbar.

Die Wasserdurchlässigkeit schwankt in Abhängigkeit vom Feinkornanteil zwischen  $k = 1 \cdot 10^{-6}$  m/s bis  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s (durchlässig). Direkt (mittels Wasserdurchlässigkeitsversuch) wurde  $k = 7,7 \cdot 10^{-6}$  m/s ermittelt. Stärker lehmige/schluffige Nester wirken aber aufstauend.

#### *Homogenbereich C: Schiefergestein*

Das Schiefergestein wird von Ton- und Siltschiefern gebildet. Diese liegen im oberen Saum in einem zersetzten Zustand vor und sind hier ggf. noch durch natürliche Umlagerungsprozesse gekennzeichnet. Nach Anschnitten von 0,3...1,0 m ist das Schiefergestein als nur noch verwittert, später angewittert einzustufen.

Das Schiefergestein weist eine blättrige bis dünnbankige Struktur auf und ist oberhalb mitteldicht und folgend dicht bis sehr dicht gelagert. Die Färbung variiert zwischen grau, dunkelgrau, graubraun, teils braun und hellbraun.

Das in baulich relevanter Tiefe als frostempfindlich einzustufende Schiefergestein besitzt günstige Tragfähigkeits- und Formänderungseigenschaften. Die das Setzungsverhalten kennzeichnenden Steifemoduln erreichen Größen von  $E_s = 20... \geq 40$  MN/m<sup>2</sup>. D.h. die Steifemoduln steigen mit zunehmender Tiefe an.

Das Schiefergestein ist verwitterungsempfindlich.

Die Wasserdurchlässigkeit des trennflächenreichen Gesteins ist starken Schwankungen unterworfen. Nahezu wasserundurchlässige Bereiche wechseln mit stärker durchlässigen Horizonten (besonders Trennflächen). Das geschichtete Gestein ist prädestiniert für Schichten- und Stauwasserbildungen.

#### 3.4. Hydrologische Verhältnisse

Mit den RKS 1, 3 und 4 wurde Wasser angetroffen. Die am Tag der Baugrunderkundung ermittelten Wasserruhestände lagen 0,92...1,25 m unter dem Ansatzniveau der Aufschlüsse. Da Grundwasser aufgrund der Geländemorphologie in baulich relevanter Tiefe auszuschließen ist, ist das Wasser als Stau- und/oder Schichtenwasser einzustufen.

Aufgrund der im erweiterten wie direkten zeitlichen Vorfeld der Baugrunderkundung herrschenden, niederschlagsreichen Witterung ist davon auszugehen, dass derzeit

eher ungünstige hydrologische Verhältnisse herrschen, die durch einen stärkeren Wasserandrang und vergleichsweise hohe Pegel gekennzeichnet werden. Der Extremfall ist aber nicht erreicht.

Aufgrund der Hanglage kann bei Starkregenereignissen Niederschlagswasser auch oberflächlich zufließen.

Generell sind Vertiefungen im differierend und im Regelfall nur schwach bzw. begrenzt wasserdurchlässigen Locker- und Sedimentgestein (natürliche wie künstliche) prädestiniert für Stauwasserbildungen, die in und nach extremen Witterungsperioden zu grundwasserähnlichen Verhältnissen führen. Als druckwasserfrei ist daher nur eine Tiefe anzusehen, bis in die eine rückstausichere, freie Entwässerung/Drainierung der Vertiefung realisiert werden kann.

Erhebliche Belastungen der Stau- und Schichtenwässer mit betonaggressiven Bestandteilen sind nicht zu erwarten (Expositionsklasse  $\leq$ XA 1, d.h. nicht...gering betonangreifend).

#### 4. Baugrundklassifizierungen

Die folgende Bodenklassifizierung erfolgt anhand von vereinfachten Felduntersuchungen gemäß DIN 18300-2015/DIN EN ISO 14688 und soweit aus unserer Sicht erforderlich, ergänzenden Laboruntersuchungen. Für die labormäßige Bestimmung der vollständigen Parameterliste, die nicht für jedes Bauvorhaben vollumfänglich notwendig ist, wären weitere bodenphysikalische Untersuchungen erforderlich.

Die für erdstatische Bemessungen notwendigen Rechenkennwerte (charakteristische Werte) sind der Tabelle zu entnehmen.

Homogenbereich/Schicht	A Oberboden	B Hangschutt	C Schiefergestein
------------------------	----------------	-----------------	----------------------

#### *Bezeichnungen*

Locker-/Festgestein	Schluff leichtplastisch, gering organisch	Kies stark schluffig	Ton-, Siltschiefer, Gerölle
Genetische Bezeichnung(en)	Mutterboden	Hangschutt	Untersilur (Griffelschiefer-, Schmiedefeld- und Leder-schiefer-Formation)
Gruppensymbol nach DIN 18196	(TL/TM, o)	GU...GU', x	-
Felsklassifikationen	-	-	SF (...SG), VZ...VA
Bodengruppenkurzzeichen gemäß DIN EN ISO 14688	(orsiCl)	siGr, cosiGr	-
Bodenklasse gem. DIN 18300 <sup>(1)</sup>	Bk 1	Bk 4...5	Bk 6, teils 7 <sup>(2)</sup>
Verdichtbarkeitsklasse	-	V 2	V 2 <sup>(3)</sup>
Frostempfindlichkeitsklasse	F 3	F 3	F 2

Homogenbereich/Schicht	A Oberboden	B Hangschutt	C Schiefergestein
------------------------	----------------	-----------------	----------------------

*Indirekte Kennwerte*

Lagerungsdichte $\rho_d$	locker	locker...mitteldicht	mittel-...sehr dicht
Wassergehalt $w$ (derzeit)	0,18...0,24	0,10...0,16	-
Plastizitätszahl $I_p$	-	-	-
Konsistenzzahl $I_c$ (derzeit)	-	-	-
Ungleichförmigkeit	-	hoch	-
Körnungslinie	-	wellenförmig	-
Kornform	-	kantig, teils gerundet	-
Anteil Steine/Blöcke	kein	schwach	(hoch)
Organischer Anteil	schwach...mittel	kein...schwach	kein
mineralog. Zusammensetzung	-	-	Feldspat, Muskovit, Quarz etc.
Besonderheiten	gering humos, wasserempfindlich	schwankende Kornzusammensetzung und geringe Lagerungsdichte	stark klüftig, zunehmend schwer lösbar
Schichtflächenabstand	-	-	blättrig...dünnbankig
Veränderlichkeit	-	-	mäßig...stark
Einaxiale Druckfestigkeit	-	-	mäßig
Abrasivität	-	schwach abrasiv...abrasiv	schwach abrasiv...abrasiv

*Erdstatische Berechnungskennwerte*

Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	16,5...18 <sup>(4)</sup>	17,5...19 <sup>(4)</sup>	20...24 <sup>(4)</sup>
Durchlässigkeit $k$ [m/s]	$5 \cdot 10^{-7} \dots 1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6} \dots 5 \cdot 10^{-5}$	$\leq 1 \cdot 10^{-8} \dots 1 \cdot 10^{-5}$
Reibungswinkel $\varphi'$ [°]	20...23	28...32	30...35
wirksame Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	0...2	0...3	0...4
Steifemodul $E_{s, stat}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	-	5...15	20...≥40

- (1) Die Bodenklassen sind nach aktuellem Regelwerk nicht mehr maßgebend und dienen entsprechend nur zur Information. Abweichungen vom Regelfall bedürfen einer Abstimmung mit dem Auftraggeber und seiner Vertreter (Planer, Baugrundgutachter). So ist die Beseitigung von im Untergrund befindlichen Bauteilen, Anlagen, Wurzelwerk etc. getrennt nach Aufmaß zu honorieren.
- (2) Die Bodenklasse Bk 6 beschreibt den Regelfall. Neben dieser kann in Horizonten kompakter Lagen, die eine erhöhte Festigkeit und eine Stärke von  $\geq 0,30$  m aufweisen, eine Einstufung in die Bk 7 erforderlich werden.
- (3) Plattig, bankig oder blockig anfallendes Locker- oder Festgestein ist vor einer Wiederverwendung zu brechen oder auszusortieren.
- (4) Die Wichten unter Auftrieb ( $\gamma'$ ) sind durch Reduzierung der Tabellenwerte um  $10 \text{ kN/m}^3$  zu ermitteln.

## 5. Gründungstechnische Schlussfolgerungen

### 5.1. Eignung als Standort

Der Standort ist für die vorgesehene Bebauung aus baugrundtechnischer Sicht unter Beachtung folgender erschwerender, Mehrkosten erzeugender Faktoren geeignet:

- die Geländemorphologie (Geländeneigung)
- die entsprechend fallende Schichtung
- die geringe und dabei differierende Lagerungsdichte des das Schiefergestein überdeckenden Hangschutts
- die sich mit zunehmendem Anschnitt des Schiefergesteins ergebende erschwerende Lösbarkeit
- die Möglichkeit periodischer Stau- und Schichtenwasserbildungen
- die Frost-, Wasser- und Verwitterungsempfindlichkeit der Schichten
- die wechselnde, im Regelfall geringe Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes

### 5.2. Eignung der Baugrundsichten/Homogenbereiche für die Gründung

- Der Oberboden (A) ist nicht als Gründungsschicht geeignet.
- Der Hangschutt (B) ist im vorgefundenen Zustand bei geringen (locker) bis mäßigen (mitteldicht) Lasteintragungen als Gründungsschicht geeignet. Durch verdichtende Maßnahmen kann eine durchweg mäßige Tragfähigkeit erreicht werden.
- Das Schiefergestein (C) ist in Abhängigkeit vom Grad der Entfestigung bei mäßigen bis hohen Lasteintragungen als Gründungsschicht geeignet.

### 5.3. Verwendbarkeit des Aushubes

- Der Oberboden (A) sowie alle in einem durchfeuchteten (geringer als steifen) Zustand vorliegenden Erdstoffe sind nur zur Geländeregulierung unbelasteter Flächen verwendbar.
- Der Hangschutt (B) und das Schiefergestein (C) können bei entsprechender Verdichtung für Erdstoffaufträge unter Verkehrsflächen (unter Trag-, Frost- und Verbesserungsschichten) sowie zur Bauwerkshinter- und Grabenverfüllung (Hauptverfüllzone, nicht in der Rohrleitungszone) verwendet werden.

Nach der geotechnischen Beurteilung des Schiefergesteinaushubs ist ggf. auch ein zonenweiser Einbau des Materials unter Gründungsplatten möglich.

Grobe Bestandteile (Steinkornformat) sind beim Einbau im Grabenbereich bzw. in engen Hinterfüllräumen auszusortieren bzw. zu brechen. Die Beschichtung von zu hinterfüllenden Bauteilen ist vor Beschädigungen zu schützen.

Die Wiederverwendung von Aushubmassen setzt eine Zwischenlagerung voraus, die eine Durchfeuchtung wie Austrocknung des Aushubs verhindert.

Bei der Wiederverwendung oder der Deponierung der anfallenden Aushubmassen ist deren Zuordnung nach U 9 bis U 11 zu beachten (siehe Abschnitt 10.). D.h. bei oben getroffenen Aussagen ist die Problematik nicht berücksichtigt.

## 6. Empfehlungen zur Gründung

### 6.1. Gründungsart und Gründungstiefe

#### 6.1.1. Hochbauten

Die Lastabtragung des geplanten, ohne Keller zur Ausführung kommenden Neubaus erfolgt über Wandscheiben. Aufgrund der geplanten Bauweise hält sich die Größe der in den Untergrund abzutragenden Lasten in Grenzen.

Die Oberkante des Erdgeschossfußbodens wird schätzungsweise auf (etwa) +10,00 m angeordnet. Das Gebäudeplanum liegt dann auf ca. +9,50 m und hiermit ca. 1,0 m unter bis 1,0 m über der Geländeoberfläche (im Grundrissbereich des geplanten Neubaus). Die im Folgenden angegebenen Aufbaustärken beruhen teils auf dieser Annahme. Eine davon abweichende höhenmäßige Anpassung führt entsprechend zu anderen Ergebnissen.

Die Gründung kann wie geplant bzw. bevorzugt mittels Stahlbetonplatte erfolgen. Als Gründungsschicht können hierbei das Schiefergestein (C) und/oder der Hangschutt (B) dienen.

Unter der Platte ist zur Homogenisierung ein mindestens 0,3 m starkes Polster aus einem klassifizierten, sehr ungleichförmigen und entsprechend gut verdichtungsfähigen sowie Frostschutzqualität aufweisenden Schotter- oder Betonrecyclingmaterial (z.B. Körnung 0/45) anzuordnen. Die Polsterunterkante liegt unter Ansatz der oben angegebenen höhenmäßigen Anordnung auf +9,20 m.

Zur Durchstoßung des Oberbodens und Reduzierung der Hangschuttstärke ist die Aushubsohle mindestens 0,60 m unter dem vorhandenen Terrain anzulegen. Der verbleibende restmächtige Stoß des Hangschutts kann dann mittels schwerer Verdichtungstechnik in einen ausreichenden Zustand, d.h. eine mitteldichte bis dichte Lagerung versetzt werden.

Ohne weitere, das Maß von 0,3 m überschreitende Polsterverstärkung wird diese Maßgabe aber nur im nördlichen Grundrissbereich, auf ca.  $\frac{1}{4}$  der Fläche eingehalten. Für Geländebereiche deren derzeitige Oberfläche bei  $<+9,80$  m liegt sind zu-

sätzliche Austauschmaßnahmen vorzunehmen. Die Maximalstärke des zusätzlichen Austauschs ist im südlichen Eckbereich des Gebäudes (Bereich des Ansatzpunktes der RKS 5) zu erwarten. Sie beträgt ca. 1,25 m [+9,20 m – (+8,54 m – 0,6 m)]. Die Dicke der Gesamtaufpolsterung liegt dann hier bei 1,55 m (1,25 m + 0,3 m).

Vor dem Einbau des Polster-/Austauschmaterials ist die Aushub-/Gründungssohle zu verdichten.

Die Sohle muss nicht vom folgenden Aufbau mittels Filtervlies getrennt werden.

Für den Austausch ist wiederum ein gut verdichtungsfähiges Material mit gebrochener Körnung zu verwenden. Dieses muss aber keine Frostschutzqualität besitzen.

Der Einbau der Polster- und der Austauschschichten hat lagenweise, unter Erreichung eines Verdichtungsgrades von  $D_{Pr} \geq 100 \%$  zu erfolgen.

Zur Gewährleistung der Frostsicherheit und zur Abschirmung des Polsters vor aus dem Untergrund andringendem (Stau- oder Schichten-) Wasser sind umlaufend Schürzen zu betonieren. Deren Sohlen müssen mindestens 1,0 m unter der endgültigen Geländeoberfläche angeordnet werden und sind mindestens bis zur Polster-/Austauschsohle zu führen.

Wird ohne Schürzen gearbeitet, dann ist die Polster-/Austauschschicht mit allseitigem Überstand (Breite Überstand = Polster-/Austauschdicke) auszuführen und seine Mindestdicke auf  $\geq 0,6$  m zu erhöhen (zumindest in den Randbereichen). Zur Vermeidung eines Wassereinstaus im durchlässigen bzw. porenreichen Polster-/Austausch, ist dieses dann zu drainieren. Zusätzlich sind die in die Außenanlage reichenden Polsterüberstände so abzudecken, dass kein Niederschlagswasser konzentriert einsickern kann. Im Bereich von Grünflächen kann dies durch eine bindige und damit nur gering wasserdurchlässige Überschüttung realisiert werden. An das Gebäude angrenzende Befestigungen sind mit annähernd wasserdichter Oberfläche auszubilden. Allgemein ist die (befestigte wie unbefestigte) Oberfläche des anschließenden Geländes (leicht) vom Gebäude abfallend zu modellieren.

Die Gründungsplatte kann unter Verwendung der im Abschnitt 7 angegebenen Berechnungskennwerte dimensioniert werden.

Die Gründungsplatte ist zur Vermeidung von Sohl drainierungsmaßnahmen möglichst druckwasserdicht zu dimensionieren/auszuführen.

Wird die Platte nicht druckwasserdicht ausgebildet, dann ist zusätzlich (zwischen Platte und Polster) eine 0,15 m starke kapillarbrechende, außerdem die Funktion einer Flächendrainage übernehmende Kiesschicht einzuschalten. Deren sichere Entwässerung (in umlaufende Ringdrainage) muss gewährleistet werden.

Für erdeinbindende/-berührende Bereiche des Gebäudes (Unterfahrten etc.) sind Bauwerksabdichtungs- (entsprechend Lastfall W1-E, d.h. gegen nicht drückendes Wasser) und Drainagemaßnahmen (nach DIN 4095) zu ergreifen. Da die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes nicht im ausreichenden Maß gegeben ist und einem Anschluss von Drainagen ans öffentliche Netz im Regelfall nicht zugestimmt wird, ist erwartungsgemäß auch hier eine druckwasserdichte Ausführung/Abdichtung erforderlich (gemäß Lastfall W2-E).

#### 6.1.2. Zufahrten/Verkehrsflächen

Verkehrsflächen sollten einen RStO-gerechten Oberbau erhalten. Unter Ansatz der örtlichen Bedingungen (geringe Verkehrsbelastung, Frosteinwirkungszone III, frostempfindlicher Untergrund der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 bzw. bei zusätzlichem Austausch F 2 und ungünstige Wasserverhältnisse) ergibt sich eine erforderliche Oberbaustärke von 55 cm.

Für das Auflager, d.h. das Gründungsplanum des Oberbaus wird nach ZTVE-StB 17 ein Tragfähigkeitswert von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  gefordert. Die Anforderung ist mit den angetroffenen Schichten nicht (Oberboden, lockerer Hangschutt) sowie annähernd (mitteldichter Hangschutt und zersetzter Saum des Schiefergesteins) zu realisieren. Während in Abtragbereichen auf Höhe des Gründungsniveau des Oberbaus im Regelfall ausreichend tragfähige bzw. durch Verdichtungsmaßnahmen in ausreichendem Maß zu ertüchtigende Schichten angeschnitten werden, ist dies in Auftragsbereichen nicht mehr gegeben. Hier sind tragfähigkeitserhöhende Maßnahmen (Austausch, Stärke je nach Ausmaß der angetroffenen Störung) vorzusehen. Der Oberboden ist hierbei abzuschleifen (vollständiger Austausch). In der oberen Hangschuttzone (bis etwa 0,6 m unter das vorhandene Geländeniveau) ist ein teilweiser Austausch vorzusehen. D.h. unter dem Oberbau ist eine 0,2...0,3 m starke Schicht eines gut verdichtungsfähigen Materials (möglichst Schotter oder Betonrecycling) einzubringen. Vor dem Einbau der Austauschschicht (bzw. der ungebundenen Schichten des Oberbaus) ist die Aushubsohle intensiv zu verdichten.

Die Tragfähigkeit und die Verdichtung des Gründungsplanums sind z.B. mittels Plattendruckversuchen zu überprüfen.

Es muss auf eine ausreichende Entwässerung des wasserempfindlichen Planums (im Bau- wie Endzustand) geachtet werden.

Für Bauwerkshinterfüllungen und Leitungsgräben, die direkt unter Verkehrsflächen liegen, sind die Verdichtungsanforderungen für Leitungsgräben im Straßenbereich zu erfüllen, d.h. eine lagenweise Verfüllung des Grabenbereichs bei einer geforderten

Verdichtung von mindestens 97 % der Proctordichte ( $D_{Pr} \geq 97 \%$ ). Im Bereich von Oberkante Planum bis 0,5 m unter OK Planum ist eine Verdichtung von 100 % der Proctordichte erforderlich. Die erstgenannte Verdichtungsanforderung kann mit den vor Ort anfallenden Erdstoffen entsprechend Abschnitt 5.3. nur bedingt erreicht werden.

Die Gestaltung von Gräben hat nach DIN 4124 zu erfolgen.

## 6.2. Wasserhaltung

Die Gründungs- und Tiefbauarbeiten sind zu Zeiten geringer Niederschlagswahrscheinlichkeit (bevorzugt Spätsommer oder Frühherbst) durchzuführen.

Im Einschnittbereich ist mit dem Anschnitt von Schichten- und Stauwasser zu rechnen. Daher sind an den Böschungsfüßen mit Drainagerohren versehene und mit Filterkies verfüllte Gräben vorzusehen, mit denen das böschungsseitig zutretende Wasser gesammelt und abgeführt wird. Stärkere Wasseraustritte aus der Böschung oder aus der Sohle sind separat zu fassen und abzuleiten bzw. abzupumpen.

Die Fußlinien von im Endzustand verbleibenden (Dauer-) Böschungen sind ebenfalls zu drainieren.

Durch Geländemodellierungsmaßnahmen, z.B. das Anlegen von Wällen oder Gräben ist der seitliche Zufluss von oberflächlich ablaufendem Niederschlagswasser zu unterbinden. Dies gilt für den Bau- wie Endzustand.

Die Aushub-/Gründungssohlen sind durch schnelles Überschütten oder Abdecken vor Witterungseinflüssen zu schützen.

## 6.3. Technische Hinweise zur Bauausführung

- Temporäre Baugrubenwände dürfen bis zu einer Höhe von 1,25 m senkrecht gestaltet werden. Mit fortschreitendem Aushub sind geeignete Maßnahmen zur Sicherung zu treffen. Die vorhandenen Erdstoffe können hierbei unter Winkeln von  $\beta \leq 60^\circ$  abgeböschert werden. Eventuell können die Baugrubenböschungen im Bereich des Schiefergesteins (C) auch steiler angelegt werden, soweit beim Aushub kein erheblicher Schichteneinfall ermittelt und kein Wasser angeschnitten wird. Eine dahingehende Festlegung erfordert eine geotechnische Begleitung der Aushubarbeiten. Generell ist DIN 4124 einzuhalten. Werden im Böschungsbereich stärker aufgelockerte Zonen oder Rutschflächen angetroffen, dann ist der Böschungswinkel (partiell) abzumindern oder es sind Sicherungsmaßnahmen (Auftrag einer bewehrten Spritzbetonschicht etc.) zu ergreifen.

- Die Böschungsoberflächen sind vor Witterungserscheinungen zu schützen.
- Dauerböschungen sind nicht steiler als  $40^\circ$  anzulegen. Am Böschungsfuß ist ein Drainagegraben anzuordnen. Wasseraustritte müssen separat gefasst und abgeleitet werden.
  - Es ist mit dem Anschnitt von Schichten- oder Stauwasser zu rechnen. Wasserhaltungsmaßnahmen sind einzuplanen.
  - Zur Vermeidung bzw. Reduzierung niederschlagsbedingter Erdstoffdurchnäsungen im Gründungsbereich sind die Erd- und Betonierungsarbeiten zügig durchzuführen. Dies gilt besonders, wenn die Erdarbeiten in ungünstigen Jahreszeiten ausgeführt werden.
  - Die am Standort anstehenden Erdstoffe sind im erdfeuchten Zustand kurzzeitig bedingt standsicher. Schürzen, Fundamente etc. können somit gegen das Erdreich betoniert werden. Mit Nachfall, Einschalungsarbeiten bzw. einem erhöhten Betonbedarf ist jedoch zu rechnen.
  - Aufgrund der Struktur des Hangschutts und des Schiefergesteins ist ein planebenes Anlegen von Baugruben- und Fundamentsohlen (auch einbindende Fundamentwandungen) nur schwer zu realisieren. Das Lösen steiniger Bereiche und plattiger Lagen führt zu Unregelmäßigkeiten an den Aushubsohlen und -wandungen. Maßnahmen zum Abgleichen der Sohlen (z.B. mittels Schotter oder Beton) sowie Mehrmengen an Beton sind einzuplanen.
  - Durch den Aushub bedingte Auflockerungen an den Aushub-/Gründungssohlen sind zu entfernen bzw. durch Verdichtungsmaßnahmen zu beseitigen.
  - Bei den Aushubarbeiten muss mit Erschwernissen (blockige Hangschuttbestandteile, plattige Lagen des Schiefergesteins etc.) gerechnet werden, deren Beseitigung Mehraufwendungen verursacht. Der Einsatz eines Lösegerätes mit hoher Reißkraft oder von Kompressoren ist einzuplanen.
  - Eine Abnahme der Gründungssohle durch einen Baugrundsachverständigen sowie eine Überprüfung der Dichte einzubauender Erdstoffpolster ist erforderlich. Unser Büro steht hierfür zur Verfügung.
  - Werden Erdstoffpolster (z.B. Austausch, Polster, Tragschichten etc.) eingebaut, so sind diese mit einem sehr ungleichförmigen und weit abgestuften Material (möglichst Schotter oder Betonrecycling, ggf. mit Frostschutzqualität) durchzuführen. Vor dem Auftrag ist die Aushubsohle zu verdichten. Der Einbau hat lagenweise (Lagen  $\leq 0,30$  m) zu erfolgen. Der Erdstoff muss eine günstige Einbaufeuchte besitzen. Die Lagen sind mit auf den Erdstoff abgestimmten Maschinen zu verdichten. Die Arbeiten sind zügig und nur bei günstiger, d.h. trockener Witterung durchzuführen. Beim Einbau sind Verdichtungsgrade von

- $D_{Pr} \geq 100 \%$  (Polster/Austausch, Tragschichten unter Fußböden) bzw.  $D_{Pr} \geq 103 \%$  (Tragschichten von Verkehrsflächen) zu erzielen.
- Hinter- und Verfüllungen haben mit gemischtkörnigen Materialien zu erfolgen, um das konzentrierte Einsickern von Oberflächenwässern zu verhindern. Hierbei ist ein Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 97 \%$  einzuhalten. In Bereichen, in denen eine Oberflächenbefestigung auf der Hinter-/Verfüllung vorgesehen ist (Fußböden, Terrassen, Verkehrsflächen etc.) sind im oberen Verfüllbereich (bis 0,5 m unter UK Tragschicht der Befestigung)  $D_{Pr} \geq 100 \%$  zu erreichen. Zumindest in diesem Verfüllabschnitt ist ein Schotter-, Kies- oder Betonrecyclingmaterial oder ein mittels Bindemittel verbesserter Erdstoff zu verwenden. Die Beschichtungen von zu hinterfüllenden Wänden sind vor Beschädigungen zu schützen.
  - Schutzmaßnahmen gegen aggressive Wässer und Erdstoffe sind nicht erforderlich.
  - Die Abdichtung von erdeinbindenden Bauräumen (Unterfahrten, Keller, Gruben, Kanäle etc.) kann gegen nicht drückendes Wasser erfolgen (Lastfall W1-E), soweit durch Drainagemaßnahmen Stauwasserbildungen sicher verhindert werden. Alternativ können diese Bauwerksbereiche druckwasserdicht und auftriebssicher ausgeführt werden (gemäß Lastfall W2-E).
  - **Werden während der Aushubarbeiten örtlich abweichende Untergrundverhältnisse gegenüber denen bei der Baugrunderkundung ermittelten festgestellt, so ist unser Büro sofort zu benachrichtigen.**

## 7. Erdstatische Berechnungen

### 7.1. Bettungsmodul für Gründungsplatte

Wird eine Stahlbetonplatte entsprechend Abschnitt 6.1.1. mittels  $\geq 0,3$  m starkem Polster bzw. fachgerecht hergestelltem Austausch auf dem Hangschutt und/oder dem Schiefergestein (C) aufgelagert, dann können bei deren Dimensionierung Bettungsmoduln von  $k_s = 12,5 \dots 17,0 \text{ MN/m}^3$  (als Tief-...Hochwert) angesetzt werden. Diese wurden unter Ansatz eines 1,5 m breiten Plattenstreifens ermittelt.

Mit dem angegebenen Bettungsmodul können nicht die Gesamtsetzungen des Gebäudes ermittelt werden. Unter Ansatz einer gleichmäßig verteilten Sohlspannung von vorh.  $\sigma_0 = 40 \text{ kN/m}^2$  liegen die zu erwartenden Gebäudesetzungen bei  $s \leq 1,0 \text{ cm}$ . Setzungsdifferenzen sind nur in geringem und bauwerksverträglichem Ausmaß (vorhandene Verdrehung  $\Delta s/l \leq \text{zulässige Verdrehung} = 1/500$ ) zu erwarten.

Die Setzungen entwickeln sich proportional zur Belastung/Sohlspannung.

## 7.2. Zulässige Sohlspannungen für Fundamente

Die folgenden zulässigen Sohlspannungen für Einzel- und Streifenfundamente wurden mittels erdstatischer Berechnungsverfahren bei Begrenzung der Setzung auf 2,0 cm berechnet. Hierbei wird eine durchgehende Gründung auf dem Schiefergestein (C) vorausgesetzt. Bei Zugrundelegung dieser Sohlspannungen ist die erforderliche Grundbruchsicherheit von  $\eta_P \geq 2$  gewährleistet (globales Sicherheitskonzept, keine Sicherheiten für Lasten ansetzen).

Für die Berechnung mit Teilsicherheitsfaktoren sind die untenstehenden Werte mit  $\sqrt{2}$  zu multiplizieren (Sicherheit 1,4 bzw. Bodenreaktion  $\sigma_{R,d} = 1,4 \cdot \text{zul. } \sigma_0$ ). Bei außermittiger Belastung gelten die angegebenen zulässigen Sohlspannungen für die mittig belastete Ersatzfläche gemäß DIN 4017, Blatt 2. Zwischenwerte können geradlinig eingeschaltet werden.

(mit a: Fundamentlänge, b: -breite sowie d: Einbindetiefe)

zul. $\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]			
a * b [m] \ d [m]	0,5 * 0,5	1,0 * 1,0	1,5 * 1,5
0,5	210 <sup>0,4</sup>	260 <sup>0,7</sup>	300 <sup>1,1</sup>
≥1,0	375 <sup>0,6</sup>	420 <sup>1,2</sup>	465 <sup>1,7</sup>

[1] zul. Sohlspannungen für Einzelfundamente

zul. $\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]			
b [m] \ d [m]	0,5	1,0	1,5
0,5	175 <sup>0,5</sup>	245 <sup>1,1</sup>	290 <sup>1,6</sup>
≥1,0	285 <sup>0,8</sup>	350 <sup>1,6</sup>	370 <sup>2,0</sup>

[2] zul. Sohlspannungen für Streifenfundamente

Die Exponenten der Tabellenwerte geben die bei voller Auslastung der zulässigen Sohlspannungen zu erwartenden Setzungen (in cm) an.

## 8. Versickerung

Eine Versickerung ist am Standort im begrenzt wasserdurchlässigen Hangschutt (B) möglich. Dieser weist aber nur eine geringe Mächtigkeit auf. Als Sickeranlagen können bevorzugt Mulden dienen, mit denen der Horizont nicht durchstoßen wird. Auf-

grund der Bandbreite der Wasserdurchlässigkeit des Hangschutts wären aber spezielle Untersuchungen am vorgesehenen Standort der Versickerungsanlage und hierbei bevorzugt die Durchführung eines Sickerversuches erforderlich.

#### 9. Vorschläge für weitere Untersuchungen und Messungen

Aufgrund der ermittelten und beschriebenen Untergrundverhältnisse ist eine geotechnische Begleitung der Gründungsarbeiten (Baugrundabnahmen) erforderlich. So sind die Gründungssohlen durch einen Baugrundsachverständigen in Augenschein nehmen zu lassen.

Werden nicht zu definierende Verfüllungen oder andere unerkannte Schwächungen angetroffen, dann wird die Durchführung weiterer erkundender Baugrundaufschlüsse notwendig.

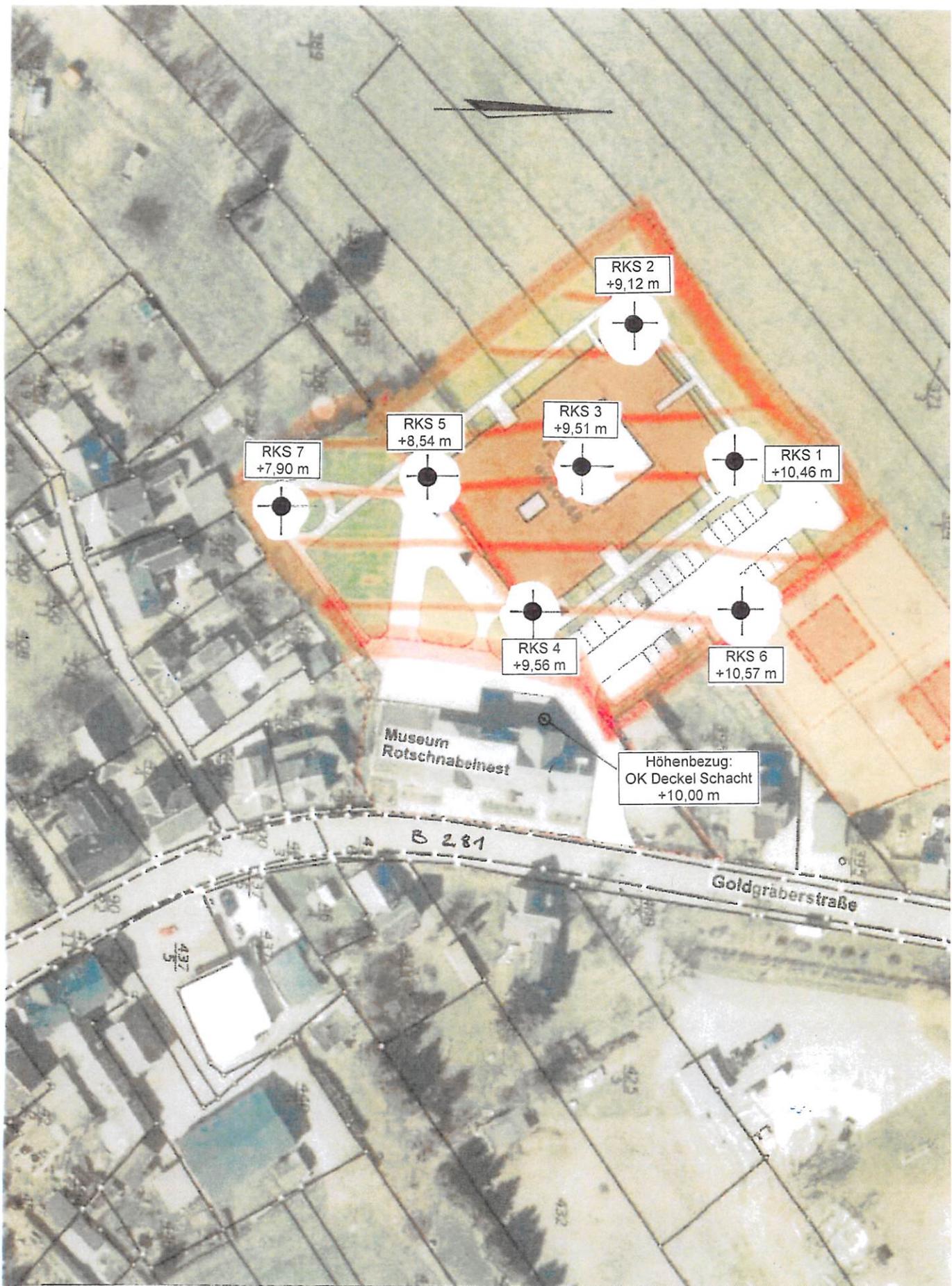
Die notwendigen Nachweise der Tragfähigkeit und Dichte für eingebaute Erdstoffe sind z.B. durch Plattendruckversuche nach DIN 18134 zu führen. Im Bereich höhermächtiger Verfüllungen (Bodenaustausch, Hinterfüllungen, Erdstoffaufträge etc.) sind lagenweise Prüfungen erforderlich.

#### 10. Altlasten/Abfall

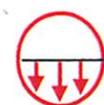
Augenscheinlich und geruchsmäßig wurden keine Auffälligkeiten hinsichtlich einer Schadstoffbelastung festgestellt.

Dennoch gilt es die von der Maßnahme erfassten Schichten hinsichtlich ihrer umweltrelevanten Wiederverwertungsmöglichkeiten zu beurteilen (nach U 9 bis U 11). Daher wurden den Aufschlüssen Proben entnommen und diese zu einer Mischprobe zusammengestellt. Die Mischprobe wurde dem staatlich anerkannten, akkreditierten Labor AUB Fischer übergeben.

Die Ergebnisse liegen noch nicht vor und werden nebst Auswertung nachgereicht.



Neubau Pflegeheim "Exsos 48" in Saalfeld OT Reichmannsdorf, Goldgräberstraße	
Anlage 1	Aufschlussplan, Maßstab 1:1.000
Erfurt, den 13.02.2024	



**BAUGRUND ERFURT**

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR  
Baugrund - Boden - Altlasten - Hydrogeologie



# BAUGRUND ERFURT

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR  
Hersmann - Milbredt - Rudolph

Projekt: Neubau Pflegeheim "EXSOS 48" in  
Saalfeld, OT Reichmannsdorf,  
Goldgräberstraße

Auftraggeber: EXSOS GmbH, Am Vogelherd  
56, 98693 Ilmenau

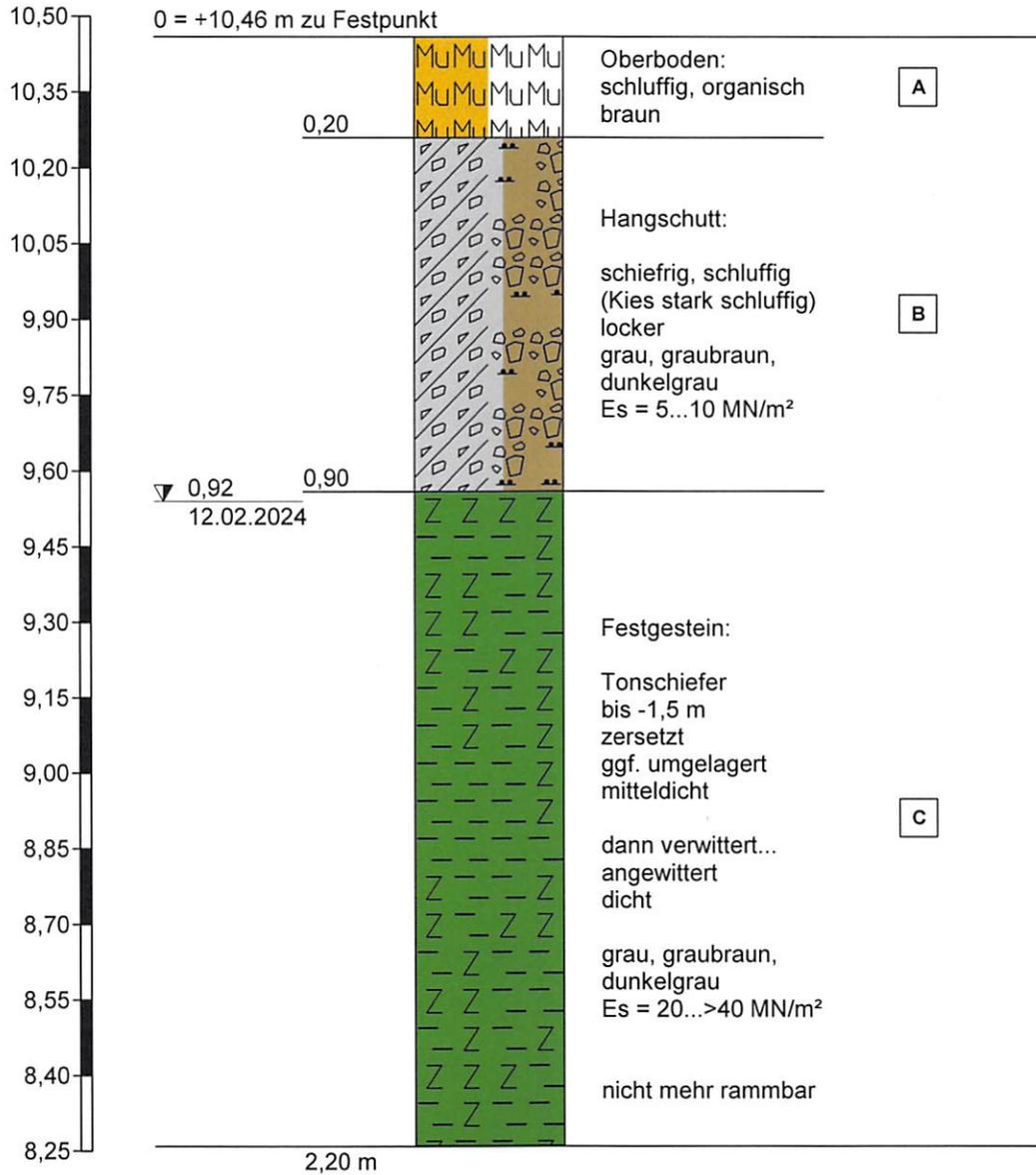
Anlage 2.1

Datum: 12.02.2024

Bearb.: Milbredt

## Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

### RKS 1



Höhenmaßstab 1:15



# BAUGRUND ERFURT

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR  
Hersmann - Milbredt - Rudolph

Projekt: Neubau Pflegeheim "EXSOS 48" in  
Saalfeld, OT Reichmannsdorf,  
Goldgräberstraße

Auftraggeber: EXSOS GmbH, Am Vogelherd  
56, 98693 Ilmenau

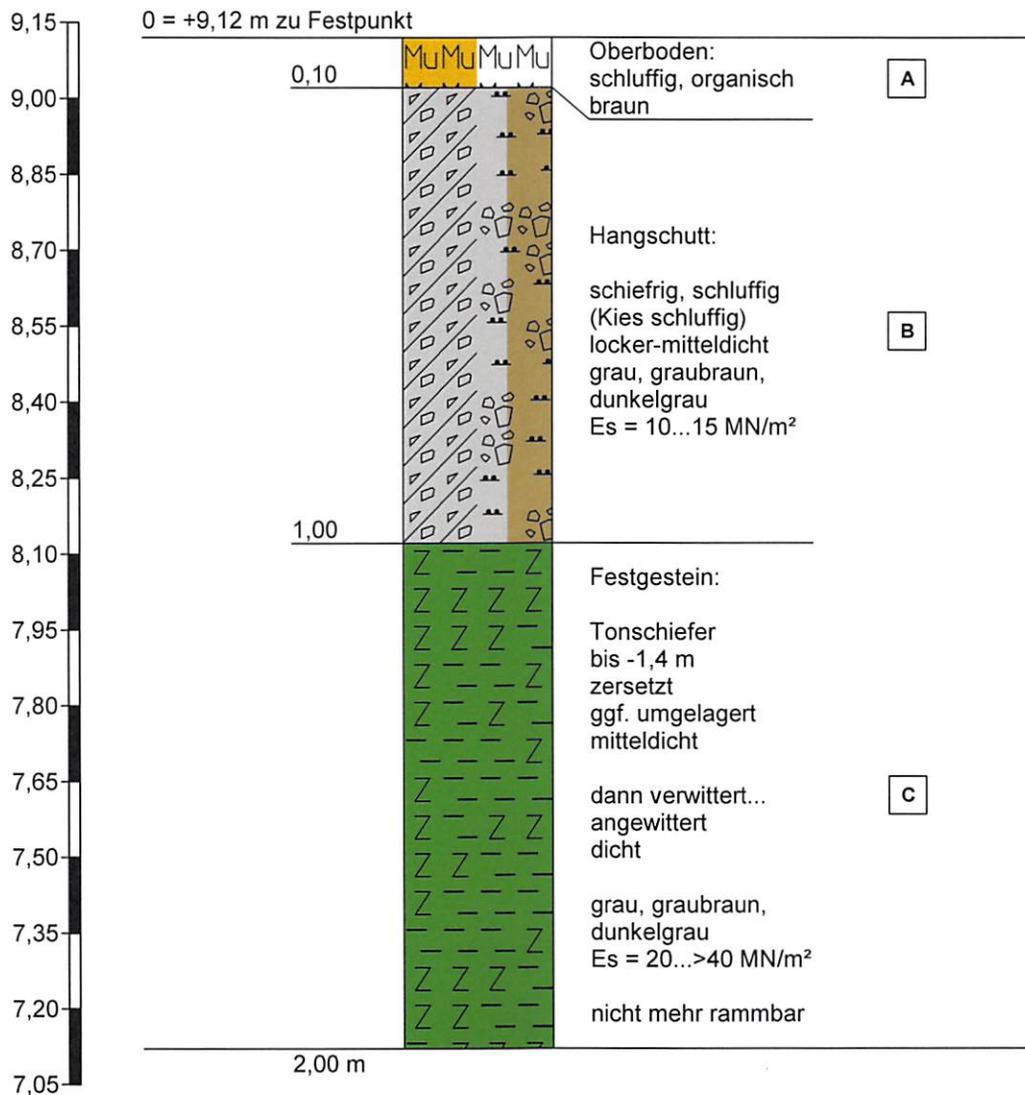
Anlage 2.2

Datum: 12.02.2024

Bearb.: Milbredt

## Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

### RKS 2



Höhenmaßstab 1:15



# BAUGRUND ERFURT

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR  
Hersmann - Milbredt - Rudolph

Projekt: Neubau Pflegeheim "EXSOS 48" in  
Saalfeld, OT Reichmannsdorf,  
Goldgräberstraße

Auftraggeber: EXSOS GmbH, Am Vogelherd  
56, 98693 Ilmenau

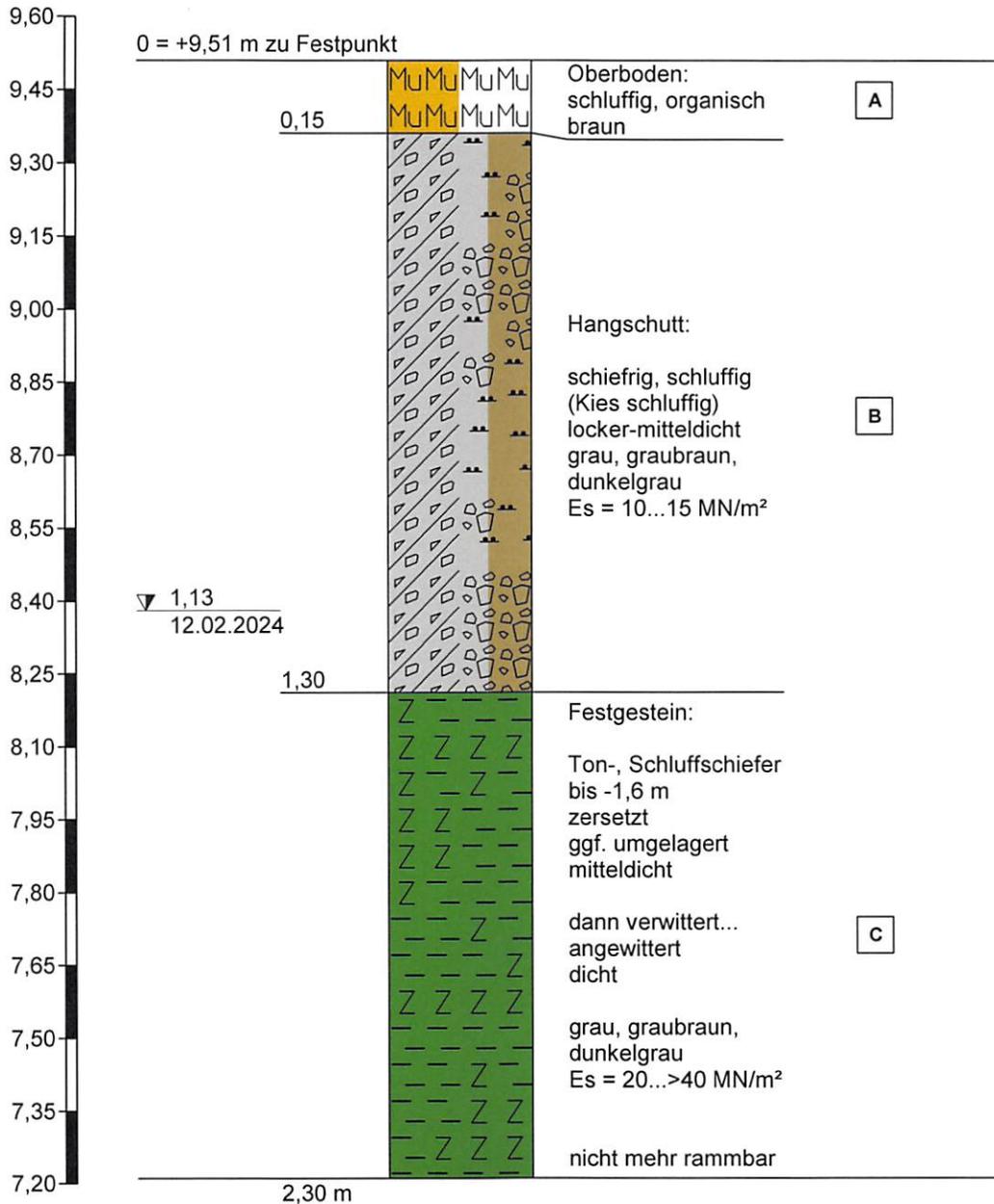
Anlage 2.3

Datum: 12.02.2024

Bearb.: Milbredt

## Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

### RKS 3



Höhenmaßstab 1:15



# BAUGRUND ERFURT

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR  
Hersmann - Milbredt - Rudolph

Projekt: Neubau Pflegeheim "EXSOS 48" in  
Saalfeld, OT Reichmannsdorf,  
Goldgräberstraße

Auftraggeber: EXSOS GmbH, Am Vogelherd  
56, 98693 Ilmenau

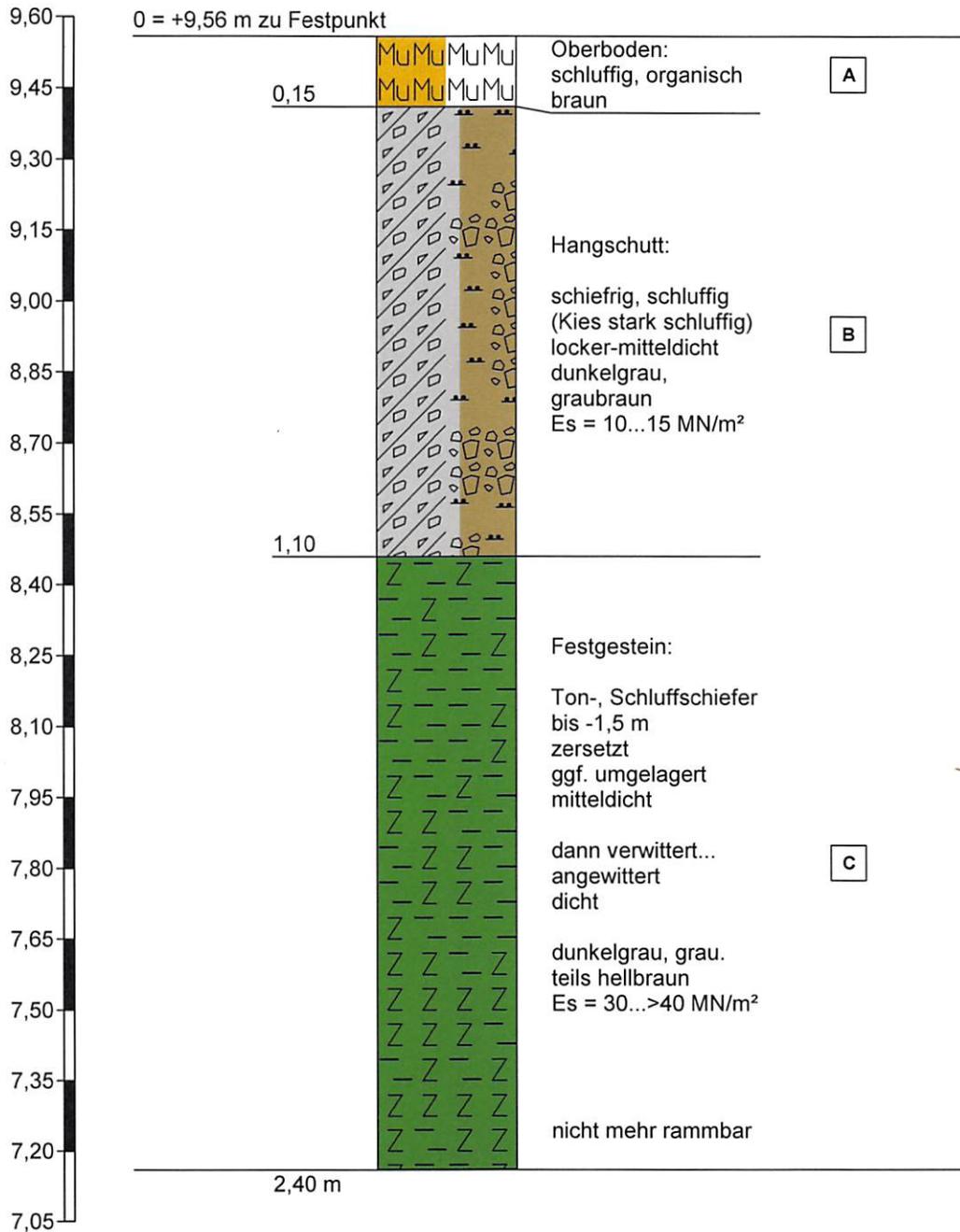
Anlage 2.4

Datum: 12.02.2024

Bearb.: Milbredt

## Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

### RKS 4





# BAUGRUND ERFURT

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR  
Hersmann - Milbredt - Rudolph

Projekt: Neubau Pflegeheim "EXSOS 48" in  
Saalfeld, OT Reichmannsdorf,  
Goldgräberstraße

Auftraggeber: EXSOS GmbH, Am Vogelherd  
56, 98693 Ilmenau

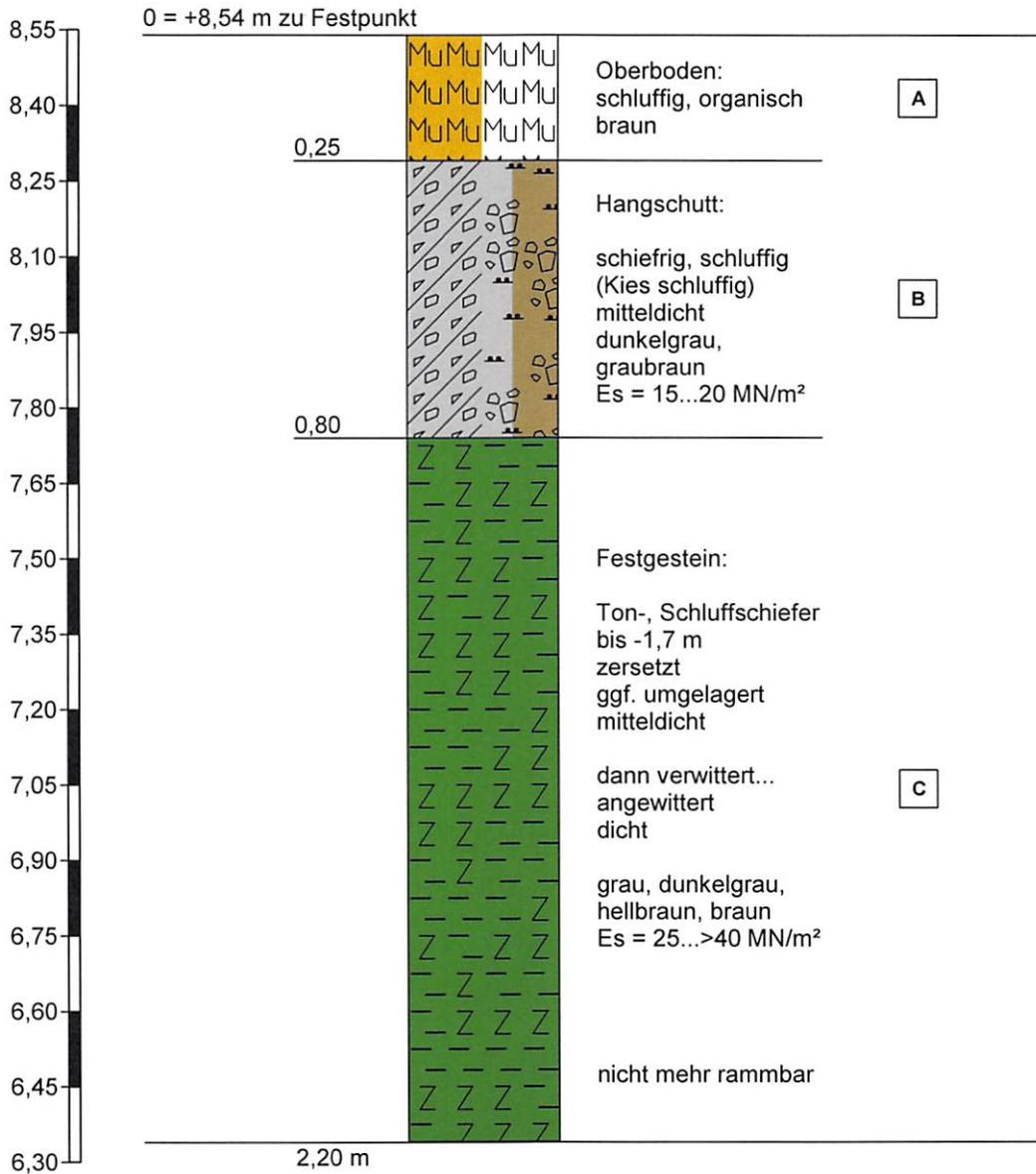
Anlage 2.5

Datum: 12.02.2024

Bearb.: Milbredt

## Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

### RKS 5



Höhenmaßstab 1:15



# BAUGRUND ERFURT

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR  
Hersmann - Milbredt - Rudolph

Projekt: Neubau Pflegeheim "EXSOS 48" in  
Saalfeld, OT Reichmannsdorf,  
Goldgräberstraße

Auftraggeber: EXSOS GmbH, Am Vogelherd  
56, 98693 Ilmenau

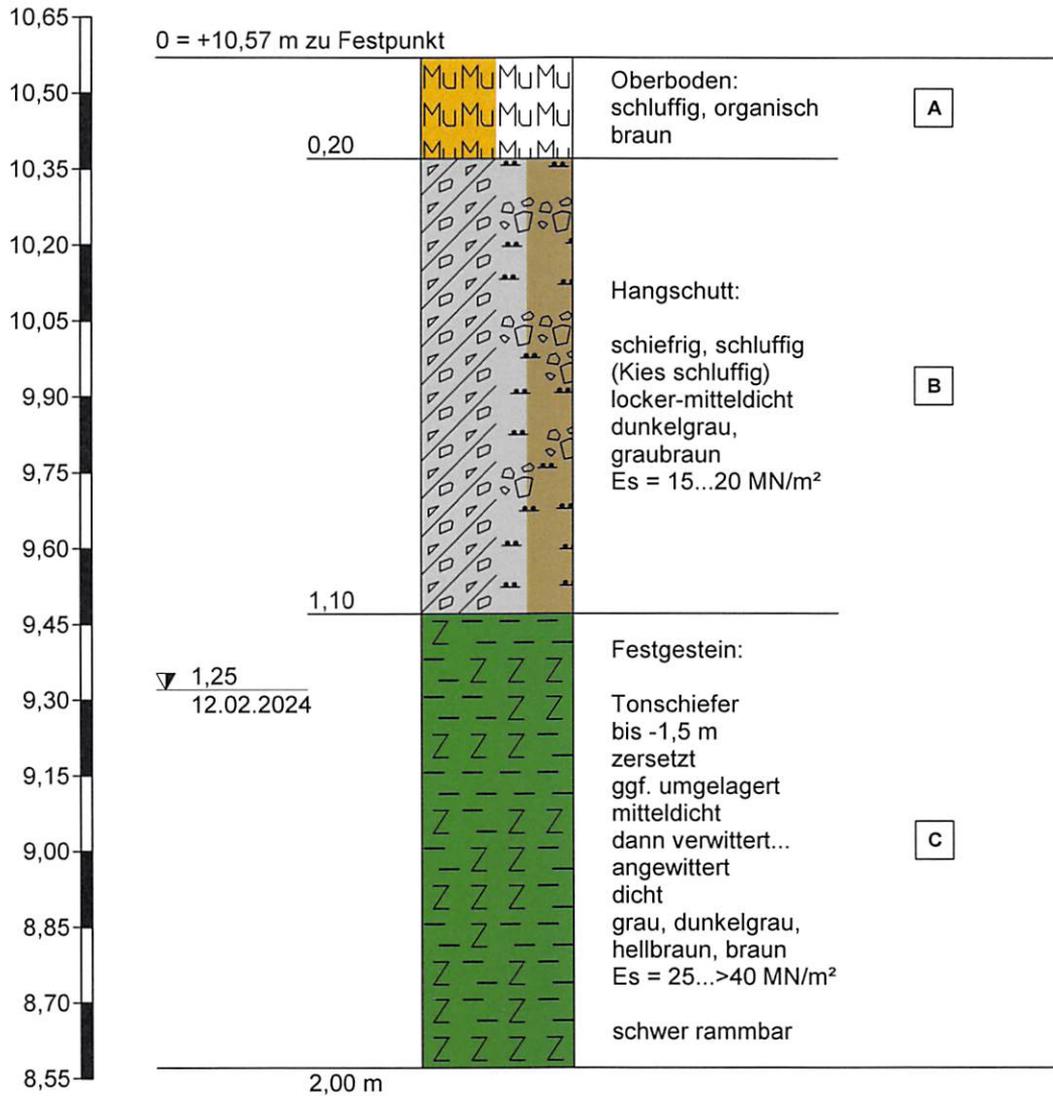
Anlage 2.6

Datum: 12.02.2024

Bearb.: Milbredt

## Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

### RKS 6



Höhenmaßstab 1:15



# BAUGRUND ERFURT

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR  
Hersmann - Milbredt - Rudolph

Projekt: Neubau Pflegeheim "EXSOS 48" in  
Saalfeld, OT Reichmannsdorf,  
Goldgräberstraße

Auftraggeber: EXSOS GmbH, Am Vogelherd  
56, 98693 Ilmenau

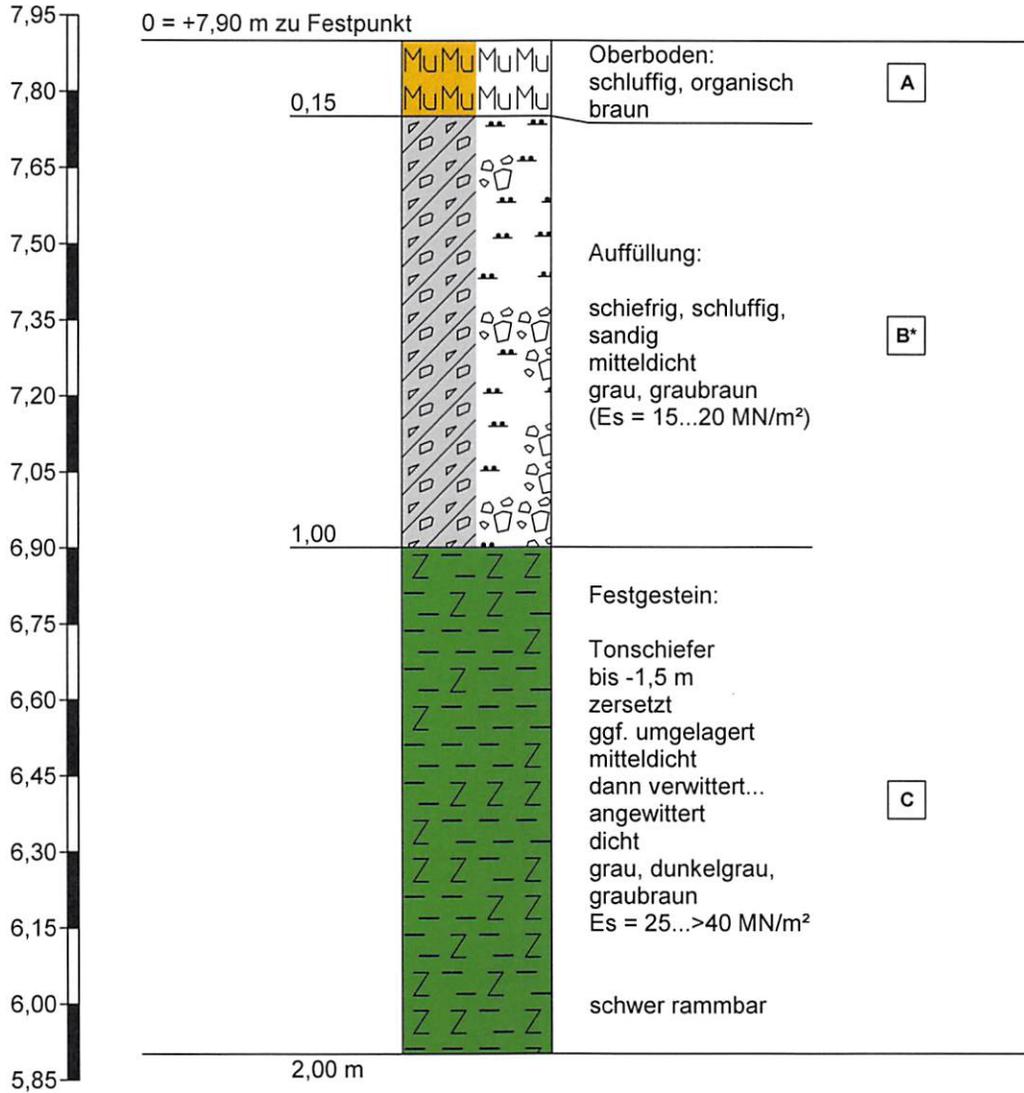
Anlage 2.7

Datum: 12.02.2024

Bearb.: Milbredt

## Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 7



Höhenmaßstab 1:15

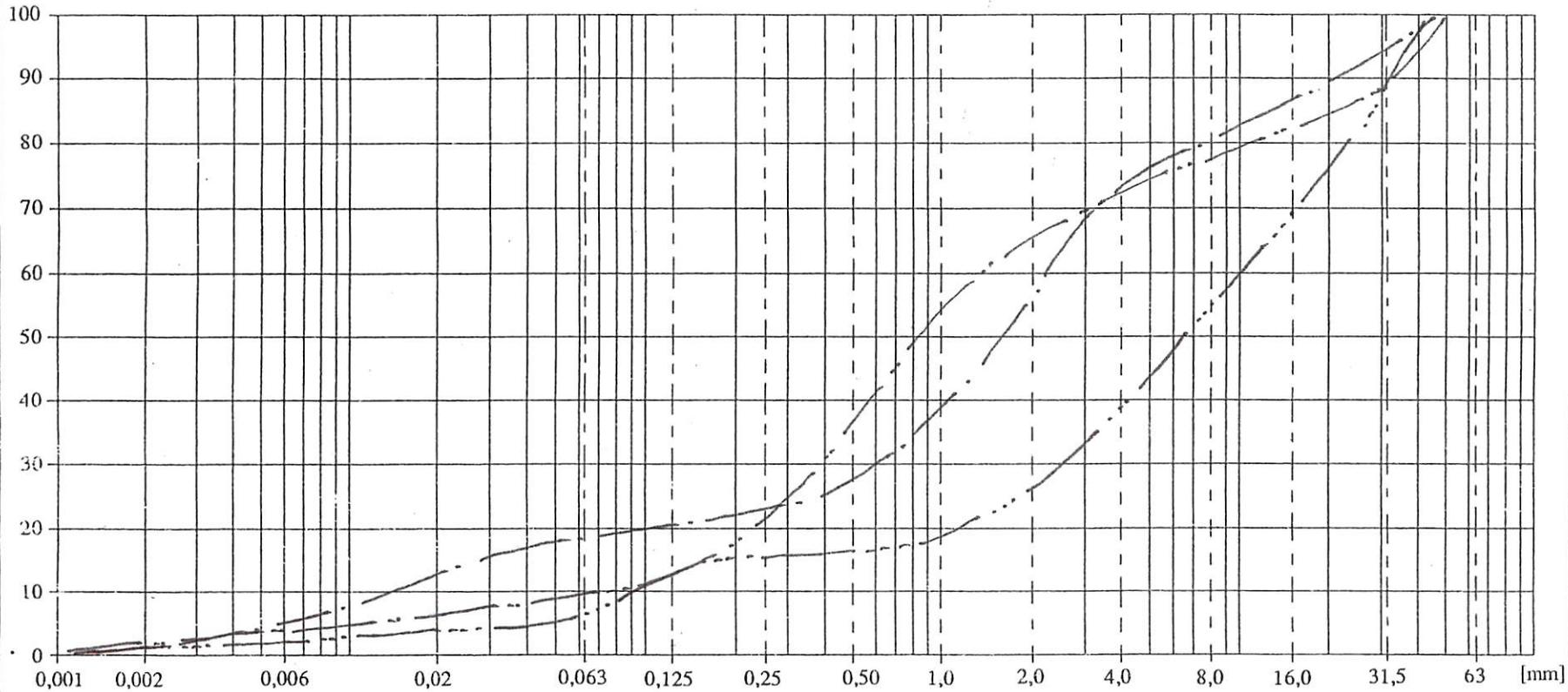
# Kornverteilung

nach DIN 18123

Probe entn. am: \_\_\_\_\_ Trockensiebung:  Naßsiebung:  Sieb-Schlämmanalyse:

Ton | Schluff | Sand | Kies | Stein

[%] | fein | mittel | grob | fein | mittel | grob | fein | mittel | grob |

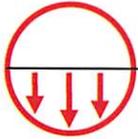


Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe [m]	Bodenart	Wassergehalt w [%]	Fließgrenze $w_L$ [%]	Ausrollgrenze $w_p$ [%]	Zustandszahl $I_G$	Glüverlust [%]	U $d_{60}/d_{10}$	k [m/s]
1	---	RKS 1	0.6	Hangschutt: Gu* [B]	12.4					160	$2 \cdot 10^{-6}$
2	-.-.-	RKS 2	0.5	Hangschutt: Gu [B]	10.2					20	$5 \cdot 10^{-6}$
3	.....	RKS 5	1.3	Schluff-Zwischet [C]	6.1					110	/

Neubau Pflegeheim "Exsos 48" in Saalfeld  
 OT Reichmannsdorf, Goldgräberstraße  
 Anlage 3  
 Kornverteilungskurve  
 Erfurt, den 16.02.2024



**BAUGRUND ERFURT**  
 Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR  
 Baugrund - Boden - Altlasten - Hydrogeologie



## DURCHLÄSSIGKEITSVERSUCH NACH DIN 18130

Entnahmestelle: RKS 1 bis 6

Bodenart: GU...GU\* (B)

Zylinderdurchmesser: 10 cm

Zylinderquerschnitt F: 78,5 cm<sup>2</sup>

Probenlänge l: 10 cm

Ausgangsdruckhöhe h<sub>1</sub>: 190,0 cm

Standrohrquerschnitt f: 0,503 cm<sup>2</sup>

Entnahmetiefe: 0,3...1,0 m

Einbau: (gestört/ungestört)

Wassergehalt : ca. 12 %

Porenvolumen n :

Lagerungsdichte : mitteldicht

Durchführung : 14.02.2024

$$k = \frac{f \cdot l}{F \cdot t} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2} = 6,41 \cdot 10^{-4} \cdot \ln (h_1/h_2) / \Delta t$$

Uhrzeit		$\Delta t$ (sec.)	Ablesung Standrohr h <sub>2</sub> (cm)	h <sub>1</sub> /h <sub>2</sub>	ln h <sub>1</sub> /h <sub>2</sub>	k (m/sec)
Start	Ende					
		60	90,0	2,111	0,747	7,98*10 <sup>-6</sup>
		64	90,0	2,111	0,747	7,48*10 <sup>-6</sup>
		62	90,0	2,111	0,747	7,72*10 <sup>-6</sup>
		62	90,0	2,111	0,747	7,72*10 <sup>-6</sup>
		63	90,0	2,111	0,747	7,60*10 <sup>-6</sup>
		61	90,0	2,111	0,747	7,85*10 <sup>-6</sup>
k = [m/s]						<b>7,7*10<sup>-6</sup></b>

Bauvorhaben: Neubau Pflegeheim „Exsos 48“ in Saalfeld  
OT Reichmannsdorf, Goldgräberstraße

Prüfer: Rudolph  
Erfurt, den 16.02.2024

Anlage 4