

BAUGRUND ERFURT

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

Wir verstehen Ihre Gründe.

Alte Chaussee 93
99097 Erfurt
Tel: (0361) 3424333
Fax: (0361) 3424334
Mail: info@BaugrundErfurt.de

www.BaugrundErfurt.de

GEOTECHNISCHER BERICHT

Bauvorhaben : Neubau Feuerwehrgerätehaus
in Schmalkalden, OT Mittelstille
Straße der Freundschaft 1
Gemarkung Mittelstille
Flur 12; Flurstücke 466/157 und 467/159

Auftrags-Nr. : G23-146

Auftraggeber : Stadtverwaltung Schmalkalden
Altmarkt 1
98574 Schmalkalden

Planung : Vier Raum Architektur Part mbH
Reiherstor 11
98574 Schmalkalden

Bearbeiter:
Milbredt
Dipl.-Ing.

Hersmann
Dipl.-Ing.

Erfurt, den 29.08.2023

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 01.08.2023
- U 2 Lageplan Bestand
- U 3 Lageplan Abbruch
- U 4 Lageplan Neubau
- U 5 Abbildungen mit Auszug Katasterkarte, Fotos Bestand und 3d-Darstellungen Neubau
- U 6 Planunterlagen mit Ver- und Entsorgungsleitungen
- U 7 3 Schichtenverzeichnisse der am 23.08.2023 abgeteuften Rammkernsondierungen
- U 8 Ergebnisse der labormäßigen Erdstoffprüfung
- U 9 Geologisches Kartenmaterial
- U 10 Karte mit Erdfall- und Senkungsgefährdung für Thüringen
- U 11 Einstufung in Erdbebenzone und Untergrundklasse des GFZ, Helmholtz-Zentrums Potsdam (Internetanfrage)
- U 12 Karte der Frosteinwirkungszonen, Blatt Thüringen
- U 13 Ergebnisse der chemischen Analytik (liegen noch nicht vor)
- U 14 ErsatzbaustoffV (21)
- U 15 LAGA-Richtlinie (97)
- U 16 DepV
- U 17 Abfallverzeichnis - Verordnung - AVV

2. Anlagenverzeichnis

- A 1 Aufschlussplan im Maßstab 1:250 auf der Grundlage von U 4
- A 2 3 Aufschlussprofile der Rammkernsondierungen
- A 3 2 Kornverteilungskurven
- A 4 Auswertung eines Wasserdurchlässigkeitsversuches
- A 5 Ergebnisse der Schadstoffanalytik (werden nachgereicht)

3. Feststellungen

3.1. Standort und Baubeschreibung

Auf genanntem, im zentralen Bereich des Schmalkaldener Ortsteils Mittelstille gelegenen, nordöstlich von der Suhler Straße (L 1118) und nordwestlich von der Straße der Freundschaft begrenzten Grundstück ist die Errichtung eines Feuerwehrgerätehauses geplant.

Der massive Neubau erhält eine Grundrissfläche von ca. 200 m² und wird ein- bis dreigeschossig ausgeführt. Eine Unterkellerung ist nicht vorgesehen. Die Lastabtragung erfolgt erwartungsgemäß hauptsächlich über Wandscheiben und ggf. teils über Stützen. In der Außenanlage werden Flächen befestigt.

Der Neubaumaßnahme weichen verschiedene Bestandsgebäude (Wohnhaus, Scheune, diverse Nebengelasse) und verschiedene Oberflächenbefestigungen. Im Untergrund muss mit Eingriffen (Bauwerksreste, Gruben, ggf. Brunnen etc.) gerechnet werden.

Die Oberfläche des Geländes ist relativ eben, aber durch die bauliche Nutzung geprägt. Derzeit liegt das Grundstück in einem verwahrlosten Zustand vor.

Die Oberfläche des Erdgeschossfußbodens des Neubaus wird auf Höhe bis knapp über dem derzeitigen Terrain angeordnet.

3.2. Geologische Situation

Am Standort wird der tiefere Untergrund durch die triassischen Fest- bzw. Sedimentgesteine des Unteren Buntsandstein (su) gebildet. Dieser setzt sich aus fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen zusammen, die im unzersetzten Zustand weiß, gelbbraun bis hellgrau gefärbt sind. Der Buntsandstein überlagert die Zechsteinformation, in der aufgrund von Salzeinlagerungen Auslaugungserscheinungen auftreten können. Daher ist am Standort eine Gefährdung durch subrosionsbedingte Schwächungen (Erdfälle, Senkungen) nicht vollständig auszuschließen. Es ist aber nicht von einer akuten Erdfallgefährdung auszugehen.

Der Untere Buntsandstein wird von einer >3,0 m dicken Lockergesteinsschicht (Auf-füllungen, quartäre Lehme, Sande und Kiese) überdeckt.

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

Unter Beachtung der geschilderten Situation ist der Standort aus geologischer Sicht für Baumaßnahmen geeignet.

3.3. Baugrundverhältnisse

Zur Untersuchung der Baugrundsichtung wurden drei Rammkernsondierungen (RKS) mit Aufschlusstiefen von 3,5 m bis 4,5 m abgeteuft. Die Sondiertiefen wurden durch die Struktur des Untergrundes (Dichte, Körnung) begrenzt. Auf die Niederbringung der geplanten, vierten RKS musste aufgrund des Zustandes des Geländes verzichtet werden, da ein sinnvoller Ansatzpunkt nicht ohne erheblichen Mehraufwand zu erreichen war.

Die Ansatzpunkte der Rammkernsondierungen (RKS) sind im Aufschlussplan, Anlage 1 lage- sowie höhenmäßig eingetragen. Als Höhenbezug diente die Deckeloberkante eines in der Anlage eingezeichneten Abwasserschachtes. Der Bezug weist nach U 6 (Wasser/Abwasser) eine Höhe von 327,16 m auf. Die angegebenen Höhenkoten 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 23.08.2023.

3.3.1. Baugrundsichtung/Einteilung in Homogenbereiche

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

Homogenbereich A: Deckhorizont

Homogenbereich B: Auesand

Homogenbereich C: Verwitterungssand/Sandsteinersatz

Der Deckhorizont (A) wurde mit Stärken von 0,8...1,2 m angetroffen. Es folgt der Auesand (B), der bis in Tiefen von 2,6 m (RKS 1) bis 3,7 m (RKS 3) reicht. Der Auesand überdeckt den Verwitterungssand/Sandsteinersatz (C), der bei Endteufen von 3,5 m bzw. 4,5 m nicht durchstoßen wurde.

Die an den Aufschlusspunkten der RKS ermittelte Baugrundsichtung ist den Aufschlussprofilen der Anlage 2 zu entnehmen. Schwankungen der Schichtung zwischen den Ansatzpunkten der punktuellen Aufschlüsse sind nicht auszuschließen bzw. zu erwarten. So ist z.B. teils mit dem Auftreten von höheren Auffüllungsstärken oder im Untergrund befindlichen Bauteilen, Gruben, Brunnen, Wurzelwerk etc. zu rechnen.

3.3.2. Baugrundeigenschaften/Beschreibung der Homogenbereiche

Homogenbereich A: Deckhorizont

Der Deckhorizont entspricht einer Auffüllung. Diese wird von schluffigen, sandigen, tonigen und organischen Bestandteilen gebildet. Es herrscht eine dunkelbraune, teils braune Färbung und eine lockere, örtlich (RKS 3) mitteldichte Lagerung vor.

Der Homogenbereich A ist als wasser- und sehr frostempfindlich sowie nicht tragfähig einzustufen.

Homogenbereich B: Auesand

Im Homogenbereich sind schluffige, teils stark schluffige, in Horizonten organisch durchsetzte, in Horizonten auch torfige Sande vertreten. Eine anthropogene Beeinflussung ist nicht gänzlich auszuschließen.

Der Auesand ist größtenteils wassergesättigt. Anhand des Sondierfortschritts ist nur eine lockere bis mitteldichte Lagerung abzuleiten.

Die Färbung wechselt zwischen braun, graubraun, dunkelbraun und dunkelgrau.

Der Auesand ist wasser- und frostempfindlich.

Die Tragfähigkeits- und Formänderungseigenschaften des Sandes differieren in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte und dem Anteil an organischen/torfigen Bestandteilen erheblich. So schwanken die das Formänderungsverhalten charakterisierenden Steifemoduln zwischen $E_s = 3$ und 12 MN/m^2 .

Der Auesand ist als wasserdurchlässig bis stark durchlässig ($k = 1 \cdot 10^{-5} \dots 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$) einzustufen. Mittels Wasserdurchlässigkeitsversuch wurde $k = 7,8 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ ermittelt (siehe auch Auswertung in Anlage 4).

Homogenbereich C: Verwitterungssand/Sandsteinersatz

Der Verwitterungssand/Sandsteinersatz stellt sich wiederum als schluffiger Sand dar. Im angeschnittenen Horizont ist er graubraun bis grau gefärbt. Mit weiterem Anschnitt können auch gelbbraune und rotbraune Färbungen auftreten. Der Sand des Homogenbereichs C weist eine mitteldichte bis dichte Lagerung auf. Er ist als wasser- und frostempfindlich einzustufen.

Die das Formänderungsverhalten charakterisierenden Steifemoduln erreichen Größen von $E_s = 15$ bis $\geq 25 \text{ MN/m}^2$.

Die Wasserdurchlässigkeit schwankt im angeschnittenen Horizont zwischen $k = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ bis $1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ (durchlässig). Mit weiterem Anschnitt und Übergang zum Verwitterungshorizont des Buntsandsteins nimmt die Wasserdurchlässigkeit deutlich ab. Schließlich ist der Buntsandstein nahezu wasserundurchlässig bzw. Wasserbewegungen finden nur noch in bröckligen Bereichen oder den Schichtgrenzen zwischen Platten und Bänken statt.

3.4. Hydrologische Verhältnisse

Der Standort befindet sich im Einflussbereich des weiter südlich verlaufenden Fließgewässers Stille.

Hauptsächlich wird das oberflächennahe Grundwasser im Lockergestein und hierbei besonders im wasserdurchlässigen Auesand (B) geführt. Der folgende Buntsandstein stellt für den oberen Grundwasserhorizont den Grundwasserstauer dar. Aber auch im Sedimentgestein ist eine Wasserführung möglich. Diese findet in begrenzt mächtigen Horizonten (Schichten) und (Auslaugungs-) Rinnen statt.

Mit den RKS wurde (Grund-) Wasser angeschnitten.

Die am Tag der Baugrunderkundung ermittelten Wasserruhestände, bezogen auf OK Gelände und das Höhensystem sind in folgender Tabelle angegeben:

Aufschluss Nr.	Höhenkote Ansatzpunkt [m]	Wasserruhestand unter OKG [m]	Höhenkote Grundwasserru- hestand [m]
RKS 1	327,00	1,24	325,76
RKS 2	327,04	1,32	325,72
RKS 3	327,06	1,44	325,62

Da die Baugrunderkundung zu Zeiten mittlerer Wasserstände durchgeführt wurde, muss in hydrologisch ungünstigen Zeiten (in Zeiten lang anhaltender ergiebiger Niederschläge) mit deutlich höheren Pegeln gerechnet werden. Daher sollte von einem maximalen Wasserspiegel bzw. Bemessungswasserstand ausgegangen werden, der etwa auf Höhe der Geländeoberfläche liegt.

Ggf. kann es bei Hochwasserführung der unweit verlaufenden Stille auch zu oberflächigen Wasserzutritten kommen.

Aufgrund der geologischen Situation (keine auslaugbaren Bestandteile im relevanten Untergrundhorizont) sind keine erheblichen Belastungen des Wassers mit betonaggressiven Bestandteilen 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 den untenstehenden Tabellen zu entnehmen.

Homogenbereich	A Deckhorizont	B Auesand	C Verwitterungssand/ Sand- steinzersatz
----------------	-------------------	--------------	---

Bezeichnungen

Locker-/Festgestein	Schluff sandig, organisch, Sand schluffig	Sand schluffig...stark schluffig, organisch, torfig	Sand schluffig...stark schluffig, kiesig
Genetische Bezeichnung(en)	Auffüllung	Auesand, ggf. aufgefüllt	Verwitterungssand/ Sandsteinzersatz
Gruppensymbol nach DIN 18196	A (UM, o, UM, s, SU, SU')	SU...SU', o (HZ)	SU...SU', g
Felsklassifikationen	-	-	-
Bodengruppenkurzzeichen gemäß DIN EN ISO 14688	Mg (saSi, orSi, siSa)	siSa, orsiSa	siSa, grsiSa
Bodenklasse gem. DIN 18300 ⁽¹⁾	Bk 4	Bk 2...4 ⁽²⁾	Bk 4 ⁽³⁾
Verdichtbarkeitsklasse	(V 2)	(V 2)	V 2
Frostempfindlichkeitsklasse	F 3	F 3	F 2
Bodengruppe nach ATV A 127	/	G 3	G 2

Indirekte Kennwerte

Lagerungsdichte ρ_d	locker...mitteldicht	locker...mitteldicht	mitteldicht...dicht
Wassergehalt w (derzeit)	0,10...0,20	0,10...0,24	0,10...0,18
Plastizitätszahl I_p	-	-	-
Konsistenzzahl I_c (derzeit)	-	-	-
Ungleichförmigkeit	-	mäßig	mäßig
Körnungslinie	-	wellenförmig	steil...wellenförmig
Kornform	-	gerundet	gerundet
Anteil Steine/Blöcke	kein...hoch	kein	gering ⁽⁴⁾
Organischer Anteil	schwach...mittel	kein...schwach, teils hoch	kein
mineralog. Zusammensetzung	-	-	Quarz, Feldspat
Besonderheiten	anthropogen, Unstetig- keiten, humos	differierende Zusammen- setzung und Lagerungs- dichte	mit Übergang zum Bunt- sandstein schwer lösbar
Abrasivität	-	abrasiv...stark abrasiv	stark abrasiv

Homogenbereich	A Deckhorizont	B Auesand	C Verwitterungssand/ Sand- steinersatz
----------------	-------------------	--------------	--

Erdstatische Berechnungskennwerte

Wichte cal γ [kN/m ³]	17...18,5 ⁽⁵⁾	16...19 ⁽⁵⁾	19...21 ⁽⁵⁾
Durchlässigkeit cal k [m/s]	5*10 ⁻⁷ ...1*10 ⁻⁵	1*10 ⁻⁵ ...5*10 ⁻⁴	1*10 ⁻⁵ ...1*10 ⁻⁴⁽⁶⁾
Reibungswinkel cal ϕ' [°]	20...24	22...27	30...32
wirksame Kohäsion cal c' [kN/m ²]	0...2	0...2	0...2
Steifemodul cal $E_{s, stat}$ [MN/m ²]	-	3...12	15...≥25

- (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 bzw. seinen Vertretern (Planer, Baugrundgutachter). So ist die Beseitigung von Oberflächenbefestigungen und im Untergrund befindlichen Bauwerksresten, Anlagen, Wurzelwerk etc. getrennt nach Aufmaß zu honorieren.
- (2) Die genaue Zuordnung kann erst während der Aushubarbeiten vorgenommen werden, da erst hier relevante Kriterien, wie Trennflächenabstände etc., ersichtlich werden. D.h. es ist mit der Erfordernis einer Zuordnung des Sedimentgesteins zur Bk 7 zu rechnen.
- (3) Mit Übergang zum Buntsandstein ist die Bk 6, später Bk 7 maßgebend. Plattig, bankig oder blockig anfallendes Gestein ist vor einer Wiederverwendung zu brechen bzw. auszusortieren.
- (4) Bei tieferen Eingriffen bzw. ab Anschnitt des Buntsandsteins ist mit plattigen bis bankigen Lagen zu rechnen.
- (5) Die Wichten unter Auftrieb (cal γ') sind durch Reduzierung der Tabellenwerte um 10 KN/m³ zu ermitteln.
- (6) Mit weiterem Anschnitt und Übergang zum Verwitterungshorizont des Buntsandsteins nimmt die Wasserdurchlässigkeit deutlich ab.

5. Gründungstechnische Schlussfolgerungen

5.1. Eignung als Standort

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

- die angrenzenden öffentlichen Flächen (Straßen mit Fußwegen)
- die zu entfernende Bestandsbebauung
- die vorhandenen Eingriffe in den Untergrund (Bauwerksreste, eventuell Gruben, Brunnen etc.)
- die hydrologische Situation (hoher derzeitiger wie maximaler Grundwasserstand und ggf. Überflutungsgefahr)
- die bis in größere Tiefe anstehenden differierend und teils nur sehr gering tragfähigen und stark verformungsanfälligen Schichten
- die Frost- und Wasserempfindlichkeit der Schichten
- die ungünstigen Wiedereinbaueigenschaften der anfallenden Erdstoffe

5.2. Eignung der Baugrundsichten für die Gründung

- Der Deckhorizont (A) ist nicht als Gründungshorizont geeignet.
- Der Auesand (B) ist nur sehr gering und dabei differierend tragfähig und entsprechend nur unter Anwendung konstruktiver Maßnahmen und bei geringen Lastabtragungen als Gründungsschicht geeignet.
- Der Verwitterungssand/Sandsteinersatz (C) ist bei mäßigen und mit zunehmendem Anschnitt und Übergang zum nur noch verwitterten bis angewitterten Buntsandstein bei hohen Lasteintragungen als Gründungsschicht geeignet.

5.3. Verwendbarkeit des Aushubes

Der bei der Maßnahme anfallende Aushub ist aus bautechnischer Sicht nur zur Geländeregulierung von unbelasteten Flächen verwendbar.

Für den Entsorgungsweg ist die Zuordnung des Aushubs gemäß U 14 bis U 17 entscheidend (siehe Abschnitt 9). D.h. bei oben getroffenen Aussagen ist die im genannten Abschnitt behandelte Problematik nicht berücksichtigt.

6. Empfehlungen zur Gründung

6.1. Gründungsart und Gründungstiefe

6.1.1. Hochbau (Feuerwehrgerätehaus)

Die Lastabtragung der geplanten, ohne Keller zur Ausführung kommenden Bebauung erfolgt über Wandscheiben und ggf. Stützen.

Die Oberkante des Erdgeschossfußbodens wird knapp oberhalb des vorhandenen Terrains angeordnet (auf 327,20 m).

Für die Gründung stehen zwei grundsätzliche Varianten zur Verfügung:

- a) Gründung auf dem tragfähigen Verwitterungssand/Sandsteinersatz (C) bzw. dem folgenden Buntsandstein bzw. Verbesserung des gesamten, überdeckenden Schichtenpaketes (= geotechnische Vorzugsvariante)
- b) Gründung auf dem nur gering und differierend tragfähigen sowie verformungsanfälligen Auesand (B), unter Anwendung verbessernder Maßnahmen zur Gewährleistung eines bauwerksverträglichen Setzungsverlaufes

zu a) Es ist ein Spezialverfahren zur Tiefergründung (Pfähle) oder eine spezielle Untergrundverbesserung (Rüttelstopfsäulen) vorzusehen. Hierbei ist der gesamte C-überdeckende Horizont zu erfassen/durchdringen. Rüttelstopfsäulen sind bis 3,0...4,0 m und Pfähle bis mindestens 6,0...7,0 m unter die derzeitige Geländeoberfläche zu führen.

Bei der Auswahl des Verfahrens sind neben der Tiefenlage des zu erreichenden Horizontes die hydrologischen Verhältnisse zu beachten. Ein unverrohrtes Niederbringen von Gründungs-/Verbesserungskörpern ist daher nicht in Betracht zu ziehen.

Werden Pfähle ausgeführt, dann sind die Bauwerkslasten über eine Kopfplatte auf die Gründungskörper zu verteilen. Im Fall einer Untergrundverbesserung kann die Gründung mittels (gebetteter) Gründungsplatte erfolgen. Zwischen der Gründungsplatte und den Verbesserungskörpern (Rüttelstopfsäulen) ist ein mindestens 0,5 m dickes Druckpolster anzuordnen. Dieses ist aus einem Frostschutzqualität aufweisenden Schotter herzustellen und mit einem geotextilen Filtervlies (mindestens Geotextilrobustheitsklasse 3) vom Untergrund zu trennen.

Aufgrund der Platzverhältnisse (direkter Anschluss an Straßen) kann das Druckpolster nicht mit allseitigem Überstand ausgeführt werden. D.h. das Polster ist mittels Betonschürzen zu umfassen, durch deren Einbindung ($\geq 1,0$ m unter der OKG des an den Neubau angrenzenden Außengeländes) auch die

Frostsicherheit gewährleistet wird. Zumindest die Randsäulen unter den Schürzen sind vermörtelt auszuführen.

Auch die Ränder einer Kopfplatte (bei Pfahlgründung) sind mittels betonierten Frostschrzen vor Frosteinwirkungen zu schützen. Unter der Kopfplatte ist zur Untergrundstabilisierung eine mindestens 0,3 m starke Schotterschicht einzubringen.

zu b) Die Gründung hat mittels steifer Stahlbetonplatte und einem Schotterpolster zu erfolgen. Das Polster ist mit einer Stärke von $\geq 0,8$ m auszuführen.

Nach dem Aushub und der erforderlichen Baugrundabnahme ist die Sohle unter Einwalzen eines Grobmaterials zu verdichten. Auf die konsolidierte Sohle ist eine geotextile Bewehrung (Geogitter mit Längs-/Querzugkraft von ≥ 40 KN/m) aufzulegen. Folgend ist lagenweise ein Frostschutzqualität aufweisendes Schottermaterial (z.B. Körnung 0/45) unter Realisierung eines Verdichtungsgrades von $D_{Pr} \geq 100$ % bis UK Gründungsplatte einzubauen.

Aufgrund des direkten Anschlusses an die Straße kann das Polster nicht mit einem aus geotechnischer Sicht zu bevorzugenden Überstand hergestellt werden. Entsprechend sind umlaufend betonierte Schürzen anzuordnen. Diese können im Vorfeld des Baugrubenaushubes hergestellt werden. Da die vorhandenen Schichten nur eine begrenzte Standsicherheit aufweisen und die Arbeiten ggf. (in Zeiten ungünstiger hydrologischer Verhältnisse) unter dem Einfluss von Wasser ausgeführt werden müssen, ist die Erfordernis einer abschnittsweisen Herstellung der Schürzen einzuplanen. Hierbei ist ein unmittelbar dem Aushub folgender Betoneinbau erforderlich.

Während des Aushubs und des Schottereinbaus sind Wasserhaltungsmaßnahmen zu ergreifen (siehe unten).

Die genannten Gründungskörper können nach Abschnitt 7 dimensioniert werden.

Zu beachten ist, dass die vom dreigeschossigen Gebäudeteil einzutragenden Lasten deutlich über denen des eingeschossigen Teils liegen. Entsprechend differieren auch die zu erwartenden Setzungen. Dies kommt besonders bei der in b) behandelten Platten-Polster-Gründung zum Tragen. Besonders bei Ausführung dieser Gründungsvariante ist eine Trennung der Gebäudeteile mittels Setzungsfuge sinnvoll. Alternativ muss die Konstruktion die differierenden Verformungen kompensieren.

6.1.2 Verkehrsflächen (Zufahrten, Parkplatz etc.)

Die als Gründungsschicht für die Verkehrsflächen in Betracht kommenden Schichten der Homogenbereiche A und B sind als Auflager (Gründungsplanum) von Verkehrsflächenoberbauten ohne Zusatzmaßnahmen ungeeignet, d.h. der für das Gründungsplanum nach ZTVE-StB 17 geforderte Tragfähigkeitswert von $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ wird selbst bei günstigen Bedingungen nicht bzw. nicht dauerhaft erreicht. Entsprechend sind verbessernde Maßnahmen zu ergreifen.

Die Verbesserung kann z.B. mittels begrenztem Erdstoffaustausch geschehen. Hierbei sind ca. 0,4 m unter dem Planum des Regelaufbaus gegen ein gut verdichtungsfähiges Material (möglichst Schotter oder Betonrecycling) auszutauschen.

Die Aushubsohle ist vor dem Einbau des Austausch- bzw. Auftragsmaterials zu verdichten. Im Bereich stärker durchfeuchteter Schichten hat die Verdichtung unter Einarbeitung eines Grobmaterials zu erfolgen.

Zwischen dem grobkörnigen Austauschmaterial und der gemischtkörnigen Aushubsohle ist ein geotextiles Vlies (Geotextilrobustheitsklasse 3) als Trennschicht einzubauen. Möglichst ist eine Probeverdichtungsstrecke anzulegen, um vor Ort die Maßnahmen an die äußeren Gegebenheiten (Witterung, Austauschmaterial, eingesetzte Verdichtungsmaschinen) anzupassen. D.h. bei witterungsbedingter Durchfeuchtung der wasserempfindlichen Aushubsohle, nur mäßiger Qualität des Austauschmaterials etc. können auch größere Austauschstärken erforderlich werden.

Nach ZTVE-StB 17 ist die Tragfähigkeit und Verdichtung des (ertüchtigten) Planums mittels Plattendruckversuch nach DIN 18134 bzw. entsprechenden Dichtemessungen zu überprüfen.

Die Gesamtbefestigung der Verkehrsflächen sollte nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen - RStO 12 erfolgen.

Dabei ist von folgenden Annahmen auszugehen:

<u>Frostempfindlichkeitsklasse</u>	F 3 bzw. F 2 bei Verwendung eines geringer frostempfindlichen Austauschmaterials
<u>Frosteinwirkungszone</u>	II
<u>Wasserverhältnisse</u>	ungünstig

Anhand der genannten Verhältnisse und unter Voraussetzung, dass eine Verbesserung durch Austausch gegen einen F 2-Boden erfolgt, ist für die Belastungsklasse Bk0,3 eine Mindestoberbaustärke von etwa 50 cm und für die Bk3,2 bis Bk1,0 von ca. 60 cm erforderlich. Die zugrunde gelegten Angaben sowie die Festlegung Belastungsklasse sind vom Planer zu überprüfen.

Die Stärke des Gesamtaufbaus (Oberbau + Austausch) beträgt hierbei 0,9 bzw. 1,0 m.

Es muss auf eine ausreichende Entwässerung des gemischtkörnigen Gründungs- bzw. Erdplanums geachtet werden.

Für Leitungsgräben und Bauwerkshinterfüllungen, 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. Im Bereich von Oberkante Planum bis 0,5 m unter OK Planum ist eine Verdichtung von 100 % der Proctordichte erforderlich. Die Verdichtungsanforderungen können mit den vor Ort anfallenden Erdstoffen im Regelfall nicht erreicht werden.

Die Gestaltung von Gräben hat nach DIN 4124 zu erfolgen.

6.2. Wasserhaltung

Mit Wasseranschnitt muss derzeit ab Aushubtiefen von ca. 1,2 m gerechnet werden. D.h. mit der Erfordernis von Wasserhaltungsmaßnahmen muss gerechnet werden. Um diese einzuschränken, sind die Gründungsarbeiten möglichst zu Zeiten geringer Niederschlagswahrscheinlichkeit und niedriger Grundwasserstände durchzuführen (bevorzugt Spätsommer, Frühherbst).

Ein Wasseranstau auf dem Gründungsplanum, der zu einer weiteren Störung des Untergrundes führt, ist in jedem Fall zu verhindern. Daher muss mittels Wasserhaltungsmaßnahmen eine erdfeuchte Gründungssohle gewährleistet werden. Das zufließende Grundwasser ist an den Baugrubenrändern mittels Drainagegräben zu fassen, Pumpensümpfen zu- und aus diesen abzuführen. Die Sohle der aus Betonringen herzustellenden Pumpensümpfe sollte ca. 0,75 m unterhalb der Baugrubensohle liegen. Die Sümpfe sind außerhalb des Neubau-/Polstergrundrisses anzuordnen.

Der Wasseranschnitt ist auch bei der Planung und Ausführung von Spezialgründungsverfahren zu beachten.

6.3. Technische Hinweise zur Bauausführung

- Baugrubenwände können nur bis ca. 0,8 m Tiefe senkrecht gestaltet werden. Mit fortschreitendem Aushub sind geeignete Maßnahmen zur Sicherung zu treffen. Die vorhandenen Erdstoffe sind hierbei aufgrund des Grundwassereinflusses unter einem Winkel von $\beta \leq 40^\circ$ abzuböschten. Es ist DIN 4124 einzuhalten. Werden im Böschungsbereich stärker aufgelockerte Zonen oder

7.3. Platten-Polster-Gründung

Wird eine Stahlbetonplatte (wiederum gemäß Abschnitt 6.1.1.) mittels $\geq 0,8$ m starkem Polster auf dem Auesand (B) aufgelagert, dann sind bei der Bemessung Bettungsmoduln als Hoch- und Tiefwert anzusetzen. Als Hochwert kann $k_{s, \max} = 8,5 \text{ MN/m}^3$ und als Tiefwert $k_{s, \min} = 5,5 \text{ MN/m}^3$ (jeweils ermittelt unter Ansatz eines 1,5 m breiten Plattenstreifens) angesetzt werden. Unter einzelnen Elementen der Platte darf hierbei eine zulässige Sohlspannung von zul. $\sigma_0 = 130 \text{ kN/m}^2$ bzw. eine Bodenreaktion von $\sigma_{R, d} = 1,4 * \text{zul. } \sigma_0 = 182 \text{ kN/m}^2$ nicht überschritten werden.

Mit den angegebenen Bettungsmoduln können nicht die Gesamtsetzungen des Gebäudes ermittelt werden. Unter Ansatz gleichmäßig verteilter Sohlspannungen (Schätzungen) von vorh. $\sigma_{0,1} = 25 \text{ kN/m}^2$ (eingeschossiger Gebäudeteil) und vorh. $\sigma_{0,2} = 65 \text{ kN/m}^2$ (dreigeschossiger Gebäudeteil) liegen die zu erwartenden Gebäudesetzungen bei $s_1 = 0,7...1,0 \text{ cm}$ und $s_2 = 1,8...2,6 \text{ cm}$. Je Gebäudeteil sind die Setzungsdifferenzen als verträglich zu bewerten. Dies ist zwischen den Gebäudeteilen nicht der Fall. Hier sind Zusatzmaßnahmen (z.B. Trennung durch Setzungsfugen) zu ergreifen.

Die Setzungen entwickeln sich proportional zur Belastung/Sohlspannung.

8. Vorschläge für weitere Untersuchungen und Messungen

Aufgrund der ermittelten und beschriebenen Untergrundverhältnisse ist eine geotechnische Begleitung der Gründungsarbeiten (Baugrundabnahmen) erforderlich.

Werden ggf. 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 sind lagenweise Prüfungen erforderlich.

Werden Verbesserungskörper wie Rüttelstopfsäulen ausgeführt, dann ist der die Einbringtiefe festlegende Arbeitsdruck mit den beginnenden Arbeiten in Abstimmung mit dem Baugrundgutachter festzulegen.

Wird eine Gründung mittels (Verpress-) Pfählen in Erwägung gezogen, dann werden zur Ermittlung Berechnungskennwerte (Pfahlwiderstände) des Traghizontes weitere Erkundungsmaßnahmen erforderlich (Tiefenaufschlüsse, Festigkeitsprüfung). Die Tiefenaufschlüsse sind dann auch zur Entnahme einer der chemischen Analytik zu zuführenden Grundwasserprobe zu nutzen.

9. 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 13 bis U 16). Daher wurden verschiedene Proben entnommen, zwei Mischproben gebildet und diese dem staatlich anerkannten, akkreditierten Labor AÜb Fischer übergeben.

Die Ergebnisse der Analyse liegen derzeit noch nicht vor und werden nach Erhalt nachgereicht.



BAUGRUND ERFURT

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR
Hersmann - Milbredt - Rudolph

Projekt: Neubau Feuerwehrrätehaus in
Schmalkalden, OT Mittelstille, Str. d.
Freundschaft 1

Auftraggeber: Stadtverwaltung Schmalkalden,
Altmarkt 1, 98574 Schmalkalden

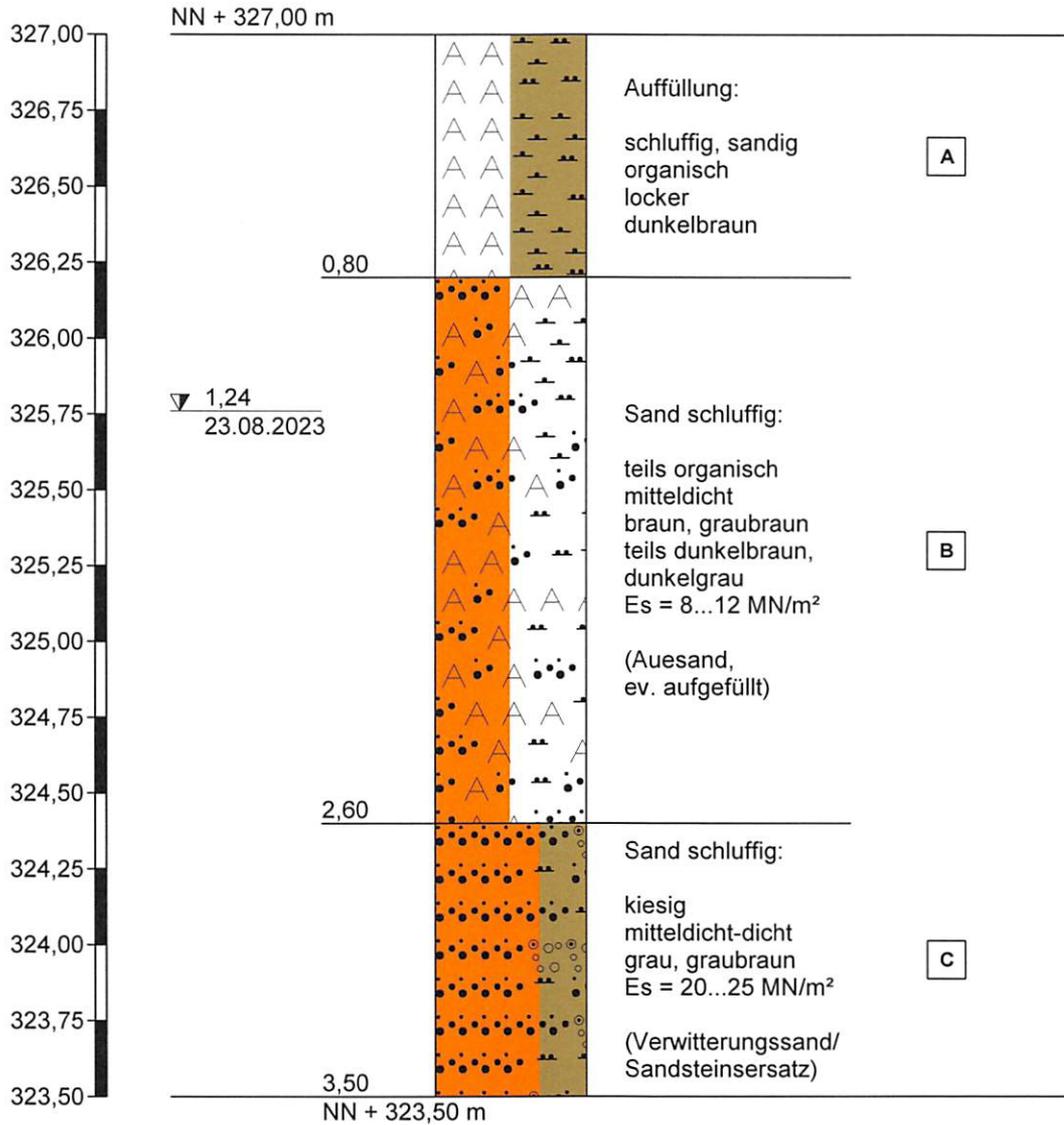
Anlage 2.1

Datum: 23.08.2023

Bearb.: Milbredt

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 1





BAUGRUND ERFURT

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR
Hersmann - Milbredt - Rudolph

Projekt: Neubau Feuerwehrrätehaus in
Schmalkalden, OT Mittelstille, Str. d.
Freundschaft 1

Auftraggeber: Stadtverwaltung Schmalkalden,
Altmarkt 1, 98574 Schmalkalden

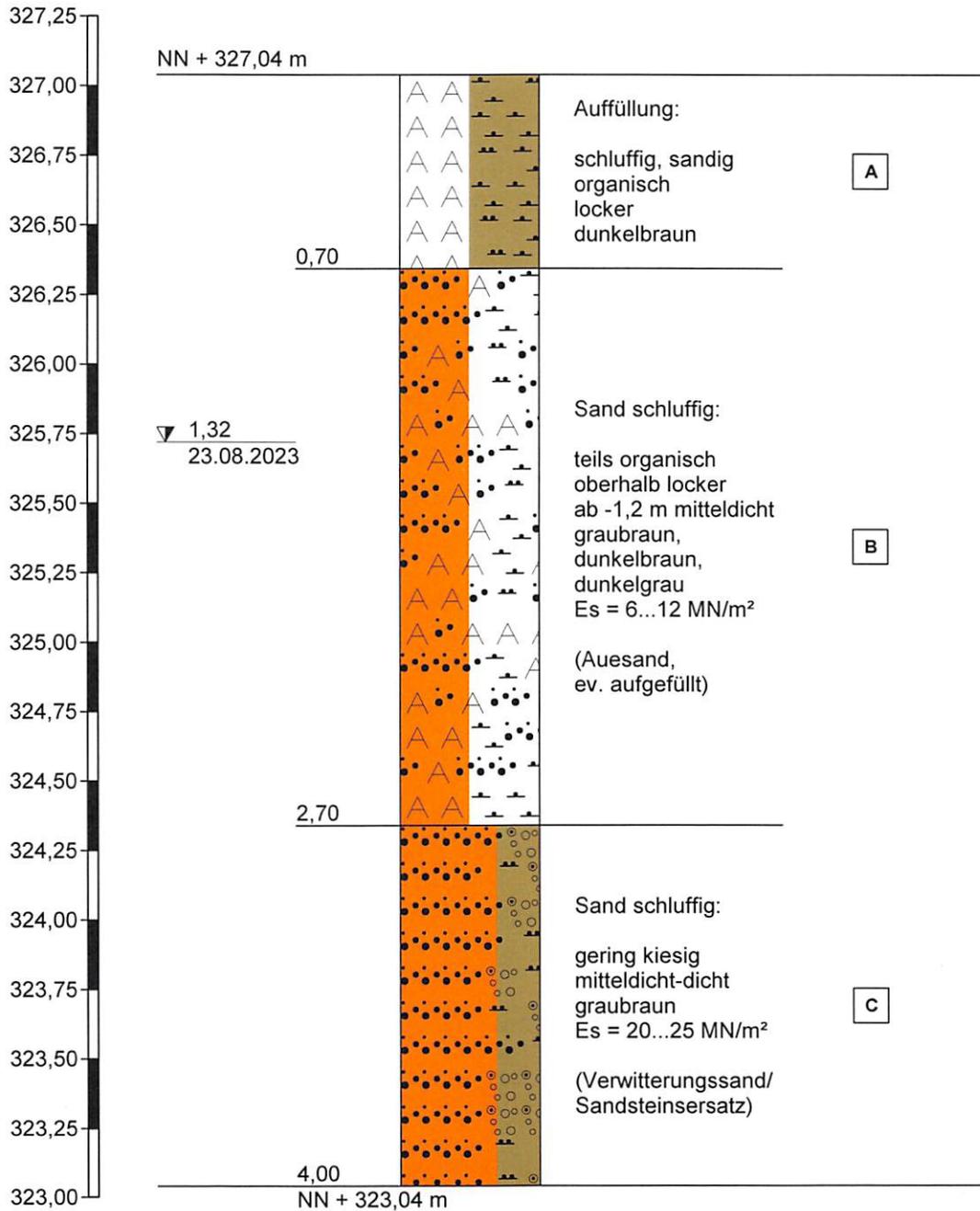
Anlage 2.2

Datum: 23.08.2023

Bearb.: Milbredt

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 2





BAUGRUND ERFURT

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR
Hersmann - Milbredt - Rudolph

Projekt: Neubau Feuerwehrrätehaus in
Schmalkalden, OT Mittelstille, Str. d.
Freundschaft 1

Auftraggeber: Stadtverwaltung Schmalkalden,
Altmarkt 1, 98574 Schmalkalden

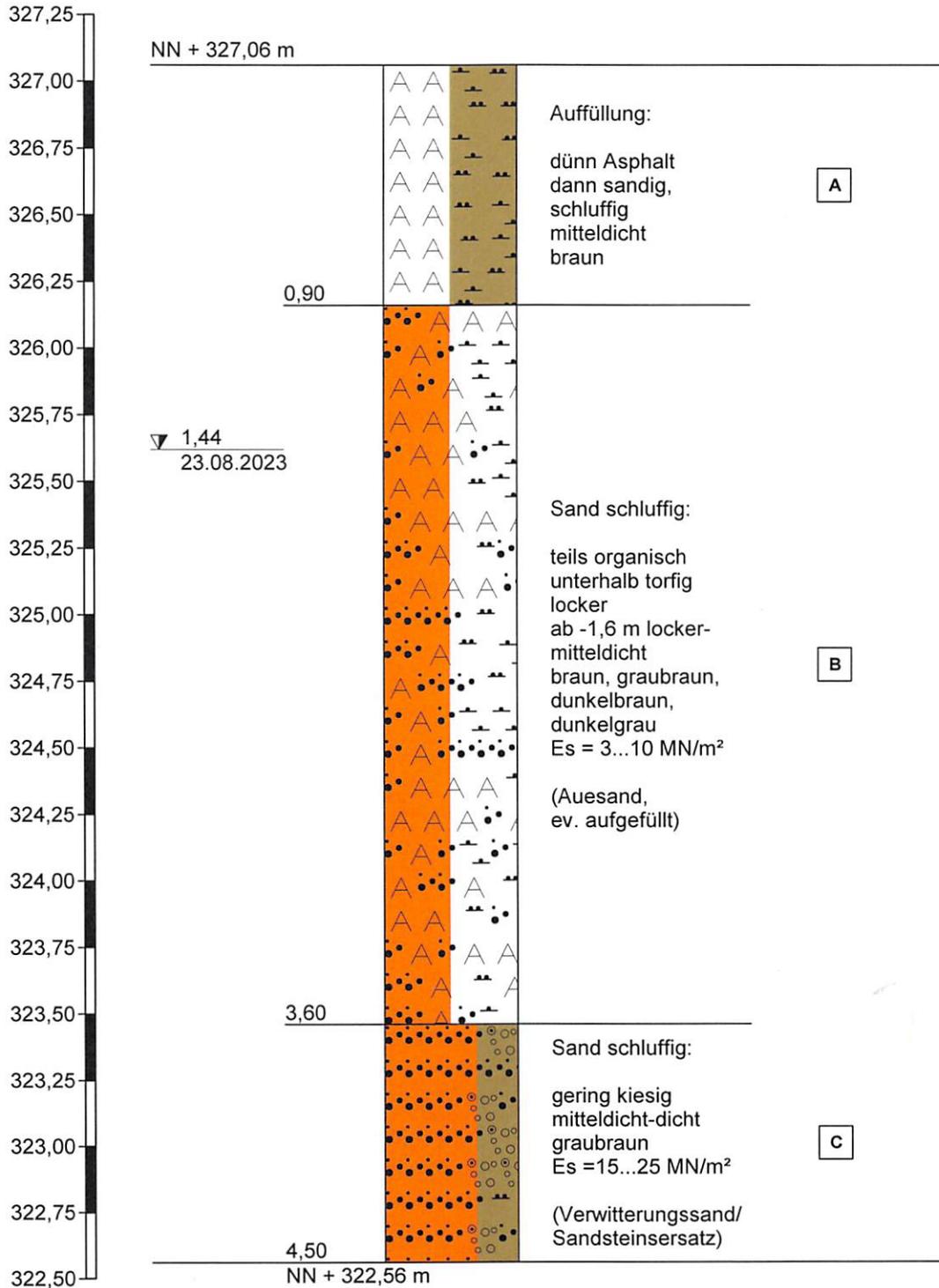
Anlage 2.3

Datum: 23.08.2023

Bearb.: Milbredt

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 3

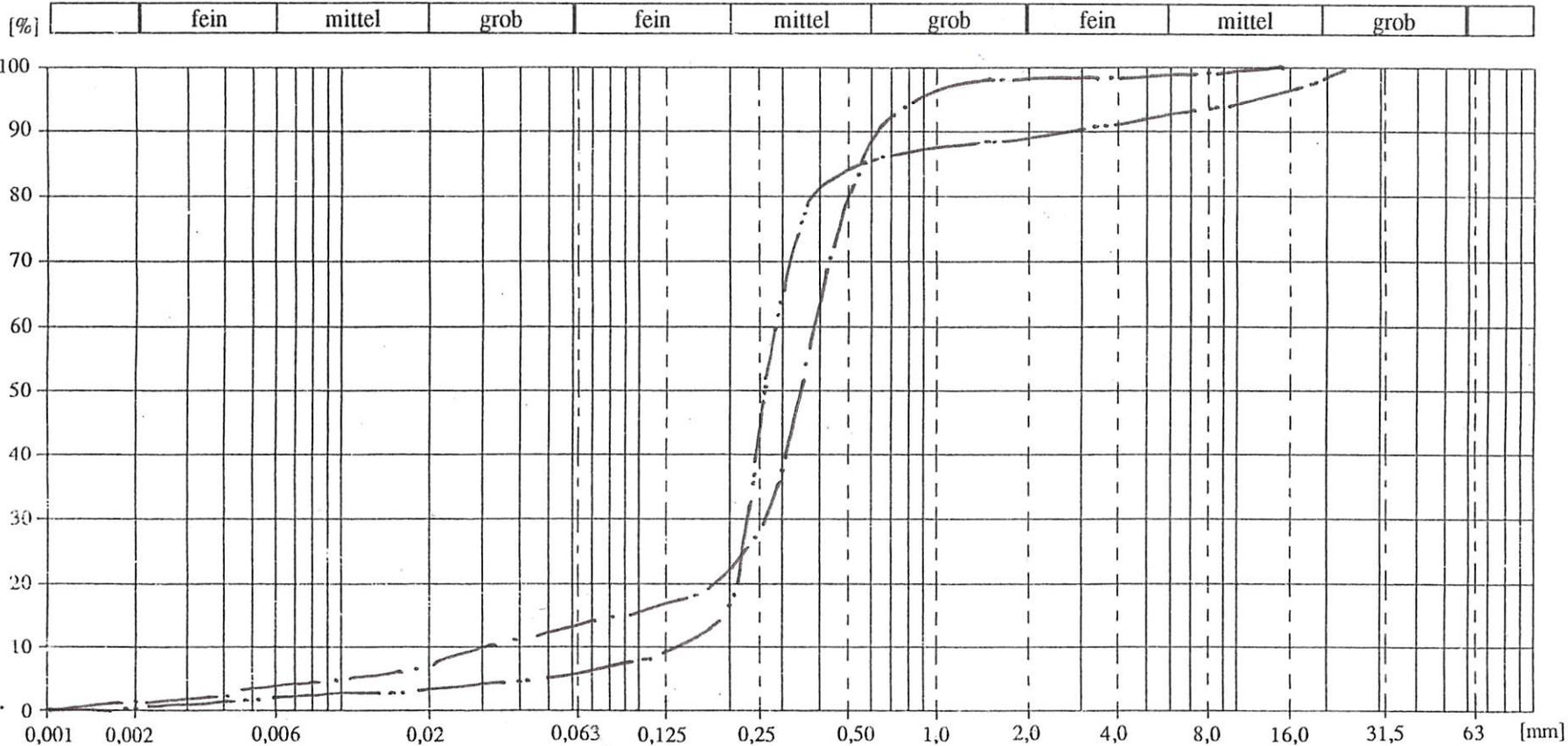


Kornverteilung

nach DIN 18123

Probe entn. am: Trockensiebung: ○ Naßsiebung: ○ Sieb-Schlämmanalyse: ●

Ton Schluff Sand Kies Stein



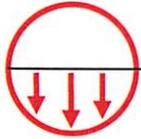
Nr.	Signatur	Entnahmestelle	Tiefe [m]	Bodenart	Wassergehalt w [%]	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_p [%]	Zustandszahl I_G	Glüverlust [%]	U d_{60}/d_{10}	k [m/s]
1	— · —	RKS 1	1.5	Su... (su*) [B]						13	$2 \cdot 10^{-5}$
2	— · —	RKS 2	3.0	Su [C]						2	$1 \cdot 10^{-4}$

Neubau Feuerwhegerätehaus
 in Schmalkalden, OT Mittelstille
 Straße der Freundschaft 1
 Anlage 3

Kornverteilungskurve
 Erfurt, den 28.08.2023



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



DURCHLÄSSIGKEITSVERSUCH NACH DIN 18130

Entnahmestelle: RKS 1 bis 3

Bodenart: SU...SU*, o [B]

Zylinderdurchmesser: 10 cm

Zylinderquerschnitt F: 78,5 cm²

Probenlänge l: 10 cm

Ausgangsdruckhöhe h₁: 190,0 cm

Standrohrquerschnitt f: 0,503 cm²

Entnahmetiefe: 1,0...2,5

Einbau: (gestört/ungestört)

Wassergehalt : ca. 16 %

Porenvolumen n :

Lagerungsdichte : mitteldicht-dicht

Durchführung : 28.08.2023

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

Uhrzeit		Δt (sec.)	Ablesung Standrohr h ₂ (cm)	h ₁ /h ₂	ln h ₁ /h ₂	k (m/sec)
Start	Ende					
		38	20,0	9,5	2,251	3,80*10 ⁻⁵
		40	20,0	9,5	2,251	3,61*10 ⁻⁵
		38	20,0	9,5	2,251	3,80*10 ⁻⁵
		41	20,0	9,5	2,251	3,52*10 ⁻⁵
		36	20,0	9,5	2,251	4,01*10 ⁻⁵
		39	20,0	9,5	2,251	3,70*10 ⁻⁵
k = [m/s]						3,7*10⁻⁵

Bauvorhaben: Neubau Feuerwehrrgerätehaus
in Schmalkalden, OT Mittelstille
Straße der Freundschaft 1

Prüfer: Rudolph
Erfurt, den 28.08.2023

Anlage 4