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	:	Erschließung Wohngebiet „Am Holzbiel“ Erfurt, OT Töttleben
Auftrags-Nr.	:	G19-050
Auftraggeber	:	D-A-X Hochbau KG Blumenstraße 70 99092 Erfurt

Bearbeiter:
Hersmann
Dipl.-Ing.(GF)

Milbredt
Dipl.-Ing.(GF)

Erfurt, den 8. März 2019

1. Unterlagenverzeichnis

U 1 Auftrag vom 26.01.2019
U 2 Lageplan, digital
U 3 Leitungspläne
U 4 5 Schichtenverzeichnisse der am 25.02.2019 abgeteuften Kleinbohrungen
U 5 Laborprüfungen Erdstoffe
U 6 Chemische Analytik
U 7 Geologisches Messtischblatt M 1: 25.000
U 8 Ingenieurgeologische Karte der Auslaugungserscheinungen M 1:100.000

2. Anlagenverzeichnis

A 1 1 Aufschlussplan auf der Grundlage von *[U2]*
A 2 5 Aufschlussprofile + Profilschnitt
A 3 2 Durchlässigkeitsversuche
A 4 1 Blatt Laborprüfungen Erdstoffe
A 5 5 Blatt chemische Analytik

3. Feststellungen

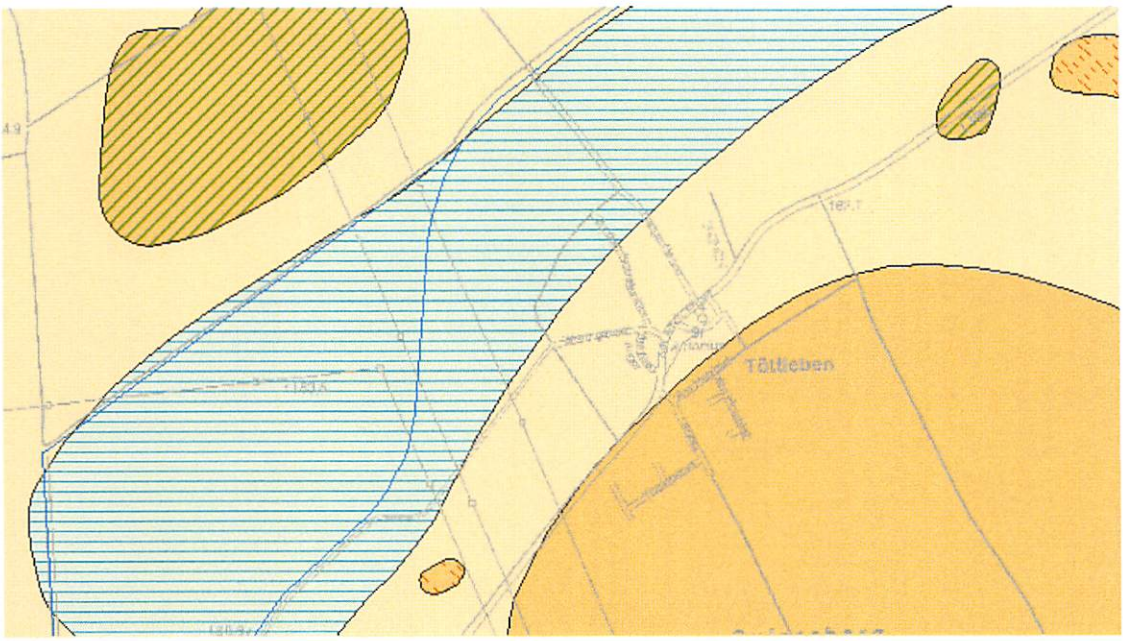
3.1. Standort und Baubeschreibung

Das Planungsbüro Bau Consult Dr. Held plant die Erschließung eines Wohngebietes im Erfurter Ortsteil Töttleben. Der Neubaustandort soll auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche, östlich angrenzend an die Bestandsbebauung „Am Holzbiel" erschlossen werden.
Morphologisch befindet sich der Standort oberhalb der Linderbachniederung im Bereich eines von Süd nach Nord einfallenden Hanges. Zwischen den Aufschlüssen wurde ein maximaler Höhenunterschied von ca. 3 m festgestellt.
Im Rahmen der geplanten Maßnahme ist eine Parzellierung der Fläche in Einfamili-

enhausgrundstücke, die Anlage einer Wohngebietsstraße und die Verlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen vorgesehen. Über die Verlegetiefe liegen aktuell noch keine Aussagen vor. Wir gehen jedoch von einer typischen Einbindung der Entsorgungskanäle von ca. 2…3 m aus.

3.2. Geologische Situation

Die Lockergesteinsüberdeckung ist am Standort nur sehr schwach ausgeprägt, da das Baufeld sich deutlich über der Niederung des Linderbaches erhebt. Abgelagert wurden vor allem Zersatzlehme des Keupers. Der Übergang zwischen Locker- und Festgestein kann dabei fließend verlaufen. Im Bereich des Baufeldes sind Lockergesteinsmächtigkeiten zwischen ca. 1…3 m zu erwarten.
Unter den Lockergesteinen stehen die Festgesteine des Mittleren Keupers (km) an. Am Standort maßgeblich ist die Subserie des Unteren Gipskeupers (km1/kmγ). Infolge der, über geologische Zeiträume, erfolgten Auslaugung der Gipse weist die Oberfläche des Keupers am Standort eine unregelmäßige und mit Mulden und Fließrinnen durchsetzte Struktur auf (siehe dazu Auszug aus *[U7]*).



Türkis, gestreift – Auelehm mit Kies **Beige** - Löß **Braun** – Unterer Gipskeuper **Grün, gestreift** – Gips im Keuper

Der Untere Gipskeuper besteht überwiegend aus grauen und roten Tonsteinen mit lokalen Gips- und Anhydriteinlagerungen. Allgemein liegt die Schichtstärke der Gipse im Zentimeter- bis Dezimeterbereich. Infolge der eingelagerten Gipse und Anhydrite kommt es bei konzentriertem Wasserzutritt zu Auslaugungserscheinungen und daraus resultierenden Setzungserscheinungen im tieferen Untergrund. Diese können sich unter Umständen auch in der Form von Einsenkungen und Bruchbildungen äußern. Die Gipse des Mittleren Keupers sind im Thüringer Becken zum größten Teil bereits ausgelaugt bzw. durch wasserundurchlässige Schichten geschützt. Die Gefahr von Untergrundschwächen in Form von Erdfällen ist somit stark abgemindert. Die Ingenieurgeologische Karte der Auslaugungserscheinungen weist das Bebauungsgebiet der Gefährdungsgruppe B-b-I-1[1] zu. Zur Sicherung gegen kleinere Karsthorizonte im tieferen Untergrund reicht für Wohngebäude die Anordnung von biegesteifen Bodenplatten oder bewehrten Streifenfundamenten aus. Für die wenig setzungsempfindlichen Kanäle sind aus unserer Sicht keine zusätzlichen, sichernden Maßnahmen erforderlich.
Der Standort ist aus geologischer Sicht für die geplante Baumaßnahme geeignet.
Der Standort gehört zu keiner Erdbebenzone.

Die Hydrogeologische Karte weist als oberes Grundwasserstockwerk Karsthorizonte im Keuper aus. Die Versickerungsmöglichkeit wird als schlecht angegeben. Die Festgesteine des Keupers wirken als Grundwasserstauer und führen erst in größerer Tiefe in steinigen Horizonten das zweite Grundwasserstockwerk.

3.3. Baugrundverhältnisse

Zur Untersuchung der Baugrundschichtung wurden 5 Rammkernsondierungen mit Aufschlusstiefen von ca. 4 m niedergebracht. Im Bereich der Sondierendteufen ist die Rammbarkeit entweder erheblich eingeschränkt bzw. das Ende der Rammbarkeit erreicht. Bei ggf. tiefer erforderlichen Aufschlüssen ist das Abteufen von Kernbohrungen notwendig. Die Rammkernsondiertechnik ist angesichts des anstehenden Felshorizontes am Ende des technisch Möglichen.

[1] Lokale Bildung von Spalten und kleinen Hohlräumen bei Gipseinschaltungen möglich.

Die Ansatzpunkte der Rammkernsondierungen (RKS) sind im Aufschlussplan, Anlage 1 lage- und höhenmäßig eingetragen. Die Bezugshöhen wurden aus dem *Geokataster Thüringen* abgegriffen und sind vor einer weiteren Verwendung zu überprüfen. Die Durchführung der Baugrunderkundung erfolgte durch das Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR Hersmann, Milbredt, Rudolph am 25.02.2019.

3.3.1. Baugrundschichtung

Der Standort lässt sich für bautechnische Zwecke in 2 Homogenbereiche zusammenfassen.

Homogenbereich A: Oberboden

Schicht 1: Mutterboden

Infolge der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung ist die Geländedeckschicht bis in Tiefen von ca. ⅓ m sehr stark aufgelockert und durch Bewuchs belebt.

Schicht 2: Ton, organisch

Der Mutterboden geht unter langsamen Rückgang des Auflockerungsgrades in einen organischen Zersatzlehm (Ton) über.

Die kumulative Stoßstärke des Oberbodens schwankt zwischen ca. ½...1½ m. Dabei ist eine Zunahme in Richtung Tal festzustellen.

Homogenbereich B: Keuper

Schicht 3: Tonsteinzersatz

Infolge der erheblichen (bereits erfolgten) Gipsauslaugung ist der Tonstein am Standort im Bereich seines oberen Anschnitts lokal erheblich zersetzt und in diesem Horizont als Lockergestein anzusprechen. Da die Bereiche jedoch sehr unregelmäßig auftreten, ist eine sinnvolle Trennung vom festen Tonstein (siehe Schicht 4) anhand der punktuellen Aufschlüsse nicht möglich.

Schicht 4: Tonstein

Im Liegendhorizont geht der Keuper allgemein in einen zersetzten bis entfestigten Tonstein mit einzelnen Gipsaschen über. Kompakte Gipse wurden nicht angetroffen, deren lokales Auftreten ist jedoch möglich.

Die Schichtstärke des Keupers beträgt >10 m.

3.3.2. Beschreibung der Homogenbereiche

Homogenbereich A: Oberboden

Die durch die landwirtschaftliche Nutzung beeinflussten Deckschichten sind tonig-organisch dominiert und zeichnen sich durch eine hohe Zusammendrückbarkeit, Volumeninstabilität und insgesamt sehr geringe Tragfähigkeit aus.

Das Korngemisch weist vorwiegend dunkelbraune Färbungen auf.

Die Lagerungsdichte liegt an den Untersuchungspunkten weitgehend im lockeren bis sehr lockeren Bereich. Die Zustandsform des bindigen Anteils ist derzeit steif, kann nach stärkeren Niederschlägen jedoch sehr rasch in den weichen Bereich überwechseln.

Die Wasserdurchlässigkeit liegt im durchlässigen bis schwach durchlässigen Bereich.

Aufgrund ihrer inhomogenen Kornzusammensetzung besitzt der Oberboden ungünstige Tragfähigkeits- und Formänderungseigenschaften.

Homogenbereich B: Keuper

Der Tonstein ist im Bereich des oberen Anschnittes bereichsweise noch stärker zersetzt und weist hier eher Lockergesteinscharakter auf. Lokal steht der Keuper jedoch auch bereits im Bereich des oberen Anschnittes in bröckeliger Form an und der Zersatzgrad nimmt mit der Tiefe allgemein weiter ab, so dass im Bereich der Sondierbasen schiefrige bis plattige Strukturen angetroffen werden. Hier ist der Keuper nur noch schwer bis nicht mehr rammbar und nur erschwert schachtbar. Lokal ist gemäß *[U7]* die Einschaltung von Gipsbänken möglich.

Die Färbung des Keupers ist schwankend graugrün/grau bis hellgrau. Andere Färbungen sind örtlich möglich.

Der Keuper stellt ein nahezu wasserundurchlässiges Gestein dar. Die Wasserführung beschränkt sich auf Karsthorste und Klüfte im tieferen Gesteinshorizont.

Der Keuper weist im Zersatzhorizont bereits mäßige Tragfähigkeitswerte auf. Im Entfestigungshorizont werden hohe Tragfähigkeitswerte erreicht.

Die Steifemoduln erreichen im Sondierbereich Größen von E_S = 15...40 MN/m^2.

3.4. Hydrologische Verhältnisse

Grundwasser wurde bei den durchgeführten Aufschlüssen nicht angeschnitten. Damit ist im baulich relevanten Bereich auch nicht zu rechnen.
Vertiefungen im erheblich wasserstauend wirkenden Festgestein sind jedoch 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.
In tieferen Horizonten des Keupers ist örtlich eng begrenzt zudem mit dem Auftreten von Kluftwasser zu rechnen (siehe RKS 2 und RKS 4, 2½...3½ m).

4. Bodenklassifizierungen und -kennwerte

Die untenstehenden Bodenklassifizierungen erfolgten anhand von vereinfachten Felduntersuchungen gemäß DIN 18300-2015/DIN EN ISO 14688 und soweit aus unserer Sicht erforderlich, ergänzenden Laboruntersuchungen zur Einteilung in Homogenbereiche. Für die labormäßige Bestimmung der vollständigen Parameterliste gemäß DIN 18300-2015, die nicht für jedes Bauvorhaben vollumfänglich notwendig ist, wären weitere bodenphysikalische Untersuchungen erforderlich. Vorsorglich wurden Rückstellproben ausgewählter Erdstoffe entnommen und werden für 14 Tage nach Gutachtenerstellung in unserem Büro gelagert. Die Preisliste für weitere Laborleistungen (falls gewünscht) senden wir Ihnen gern zu.
Die für erdstatische Bemessungen notwendigen Rechenkennwerte (charakteristische Werte) sind den untenstehenden Tabellen zu entnehmen.

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR

Homogenbereich	**A Oberboden**	**B Keuper**		
Bezeichnungen				
Locker-/Festgestein	Ton, organisch	Tonstein, stark zersetzt...entfest.[2]		
Genetische Bezeichnung(en)	Oberboden, Anthropogen	Gipskeuper		
Gruppensymbol gemäß DIN 18196	Mu, OT	-		
Felsklassifikationen	-	SF, VZ-VE[3] bröckelig...plattig		
Gesteinsfestigkeit	-	sehr mürb... mürb/hart		
Bodengruppenkurzzeichen gemäß DIN EN ISO 14688	orCl	(Cl)		
Bodenklasse gemäß DIN 18300 (alt, nur zur Info)	*Bk 1, Bk 4*	*Bk 6 (Bänke >30 cm Bk 7)*		
Verdichtbarkeitsklasse	V3	(V3)		
Frostempfindlichkeitsklasse	F3	F2		
Indirekte Kennwerte				
Lagerungsdichte I_D	locker...sehr locker	dicht...sehr dicht		
Wassergehalt w (aktuell, schwankt)	0,24...0,28	0,12...0,20		
Plastizitätszahl I_P	0,15...0,20	0,15...0,25		
Konsistenzzahl I_C (aktuell, schwankt)	0,8...0,9	0,9...>1,3		
Ungleichförmigkeit	-	-		
Körnungslinie	-	-		
Kornform	-	-		
Anteil Steine/Blöcke	kein	-		
Organischer Anteil	mittel	kein		
Besonderheiten	oberflächiger Bewuchs	örtlich Gipsbänke möglich		
Erdstatische Berechnungskennwerte				
Wichte cal γ [kN/m^3][4]	15...18	20...21		
Durchlässigkeit cal k [m/s]	$10^{-5}...10^{-6}$	$<10^{-8}$		
Reibungswinkel cal φ' [°]	17...22	24...27		
wirks. Kohäsion cal c' [kN/m^3]	2...3	10...20		
Steifemodul cal E_S [MN/m^2]	-	15...40		

[2] Aufgrund des Verwitterungsgrades im oberen Meter teilweise lockergesteinsähnliche Eigenschaften.
[3] Mit der Tiefe abnehmender Verwitterungsgrad.
[4] Die Wichte unter Auftrieb ist jeweils um 10 kN/m³ vermindert anzunehmen.

5. Gründungstechnische Schlussfolgerungen

5.1. Eignung als Standort

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

- Für tiefer einbindende Medien ist mit Schachterschwernissen im Bereich kompakter Tonsteine und ggf. lokaler Gipsbänke zu rechnen.
- Bei flacheren Medien (bis 2 m) erfordert der Wechsel zwischen Locker- und Festgesteinen in der Sohlebene örtlich Setzungsausgleichsmaßnahmen.
- Die im Bereich des Verkehrsflächenplanums anstehenden organischen Tone bedürfen durchgängig der Ertüchtigung.
- Die Möglichkeit von erheblichen Stauwasserbildungen.
- Die weiträumig ungünstigen bis nur mäßigen Wiedereinbaueigenschaften der anfallenden Erdstoffe.

5.2. Baugrundeignung

5.2.1. Eignung für setzungsempfindliche Leitungen (Kanäle)

Nahezu alle in entsprechender Tiefe (2...3 m) angeschnittenen Schichten sind prinzipiell nach einer Nachverdichtung als Auflager für die Bettungsschicht der geplanten Kanäle geeignet. Zum Ausgleich der Setzungsunterschiede ist auf dem stark zersetzten Tonstein (Bereich RKS 4...5 bis ca. 2½ m Tiefe) der Einbau eines lastverteilenden Polsters vorzusehen. Die Zusatzmaßnahmen (begrenzter Austausch) werden ebenfalls bei bauzeitig auftretenden Aufweichungen im Keuper erforderlich.

5.2.2. Eignung für setzungsunempfindliche Leitungen

Die Sohle von Wasserleitungen u.ä. Medien liegt ca. 1½ m unter OK Gelände. In dieser Tiefe stehen einheitlich der ausreichend tragfähige Tonsteinzersatz bzw. der Tonstein an.

Ggf. lokal noch anstehender organischer Ton ist abzuschachten. Im Tonsteinzersatz bzw. Tonstein kann die Bettungsschicht direkt auf die nachverdichtete Grabensohle aufgebracht werden. Zusatzmaßnahmen (begrenzter Austausch, Einwalzen eines Grobmaterials) werden bei bauzeitig auftretenden Aufweichungen erforderlich.

5.2.3. Eignung für den Vortrieb

Der Keuper ist für einen Rohrvortrieb aufgrund der lokal eingeschalteten Gipsbänke schlecht bzw. ungeeignet. Wir raten am Standort davon ab.

5.2.4. Eignung als Gründungsschicht von Verkehrsflächenoberbauten

Die im Normalgründungsbereich von Verkehrsflächen (ca. -½...-¾ m) anstehenden Erdstoffe bedürfen einer zusätzlichen Ertüchtigung vor dem Aufbringen der Regeltragschichten.

5.2.5. Eignung für die Gründung von Hochbauten

Homogenbereich A: Oberboden ist nicht zur Gründung geeignet.

Homogenbereich B: Keuper weist je nach Zersatzgrad eine mäßige bis hohe Tragfähigkeit auf. Gründungen im Übergangsbereich zwischen stark zersetzten und entfestigten Tonsteinen bedürfen der ausreichenden Lastverteilung.

5.3. Verwendbarkeit des Aushubes

Zersetzte Bereiche des **Keupers** sind im erdfeuchten Zustand als Bauwerkshinterverfüllung bzw. als Dammschüttmaterial verwendbar. Die Erdstoffe sind bis max. 0,5 m unter dem Erdplanum von Verkehrsflächen einzubauen. Liegen die Erdstoffe in einem durchfeuchteten oder stark ausgetrocknetem Zustand vor, so sind sie nur zur Geländeregulierung von unbelasteten Flächen (Grünanlagen etc.) anwendbar.
Beim Einbau feinkörniger Erdstoffe ist neben dem erdfeuchten (steifen bis halbfesten) Zustand ein Einbau in dünnen Lagen (mit d ≤ 0,2 m) und die Verwendung statisch/

knetend wirkender Verdichtungstechnik erforderlich. Der Einbau setzt weiterhin günstige (trockene) Witterungsverhältnisse voraus.

Bei einem Einbau der anstehenden Erdstoffe ist vorab die Eignung gemäß LAGA zu überprüfen. Dazu wurden aus den Sondierungen Einzelproben entnommen und zu 1 Mischprobe zusammengefasst (siehe dazu auch Abschnitt 8. Schadstoffuntersuchung).

Für den Einbau unter Gründungselementen von Hochbauten sind die anstehenden Erdstoffe durchweg nicht geeignet.
Bei einer Wiederverwendung sind die Frost-/Wasserempfindlichkeiten zu beachten.
Eine Wiederverwendung der Erdstoffe setzt eine Zwischenlagerung (Deponierung) voraus, die eine Durchfeuchtung bzw. Austrocknung des Aushubs verhindert.

6. Empfehlungen zur Gründung

6.1. Kanal: Offene Bauweise

6.1.1. Herstellung und Gestaltung des Rohrgrabens

Bei einer mittleren Kanaltiefe von ca. 2...3 m unter OK Gelände befindet sich die Rohrsohle weitgehend im Entfestigungshorizont des Keupers. Örtlich, speziell in der Tallage jedoch auch im Tonsteinzersatz.
Beim Aushub muss daher schwankend mit bindigen bis dünnplattigen Erdstoffen gerechnet werden. Die Grabetechnik ist entsprechend flexibel vorzuhalten. Für den kompakten Tonstein sind schwere Lösegeräte erforderlich. Bei Anschnitt von Gipsbänken (Anschnitt eher unwahrscheinlich, aber möglich) ist örtlich der Einsatz von Felsmeiseln notwendig.
Die Ausführung unverbauter Gräben ist nur in Bereichen mit geringen Sohltiefen (bis max. 1,25 m) möglich.

In Bereichen ausreichender Baufreiheit können die Gräben bis max. 3 m Tiefe frei abgeböscht hergestellt werden. Dazu sind folgende Böschungswinkel einzuhalten:

Oberboden $\beta_1 \leq 50°$
Keuper $\beta_2 \leq 65°$

Im Bereich von örtlichen Störungen (größere Zersatzmächtigkeit), natürlicher Gleitflächen im Keuper etc. sind die o.g. Böschungswinkel in Eigenverantwortung des Bauleiters flacher herzustellen.
Die Böschungskanten sind in einem mindestens 1½ m breiten Streifen komplett lastfrei zu halten. Böschungen >3 m Tiefe sind rechnerisch nachzuweisen. Die Böschungsoberflächen sind bei Bedarf gegen Bewitterung zu schützen.

Zur Reduzierung des Aushub- und Wiederverfüllaufwandes bzw. bei größeren Aushubtiefen sollten Grabenverbausysteme zum Einsatz kommen. Dabei ist zu beachten, dass der Keuper nur sehr begrenzt (ca. 1...2 m unter seinem Anschnitt, je nach Zersatzgrad) rammbar ist. Vorzugsweise sollten daher selbstaussteifende Transportverbaue oder Verbausysteme mit einer geringen Fußeinbindung zum Einsatz kommen.

Aufgrund der hohen Stauwirkung des Keupers sind für alle Lose Wasserhaltungen kurzfristig abrufbereit zu halten. Ein längerfristiges Aufstauen von oberflächig zulaufendem Niederschlagswasser muss aufgrund der hohen Wasserempfindlichkeit aller anstehenden Erdstoffe am Standort strikt vermieden werden.

6.1.2. Wasserhaltung

Je nach Witterung ist bei den Tiefbauarbeiten örtlich mit Sickerwasserzuläufen zu rechnen. Aufgrund der hohen Stauwirkung des Keupers kann sich in lokal scharf begrenzten Klüften bzw. in örtlichen Vertiefungen zulaufendes Sickerwasser kurzfristig verstärkt aufstauen. Wasserhaltungsmaßnahmen sind somit als Bedarfsposition für alle Lose vorzuhalten, selbst wenn beim Aushub kein Wasseranschnitt erkennbar ist (was zu Normalwitterungsperioden der Regelfall sein dürfte).
Weiterhin ist zu beachten, dass eine Wasserhaltung im Sinne einer Grundwasserabsenkung am Standort nicht möglich ist, da der Keuper selber nicht entwässerbar ist. Daher sind im Bedarfsfall offene Wasserhaltungen zu installieren. Dazu sind Pum-

pensümpfe herzustellen, die bis ca. 0,5 m unter die Grabensohle einzutiefen sind. Die Sümpfe sind mit leistungsfähigen Pumpen zu versehen. Den Pumpensümpfen ist das Wasser durch eine Filterkiesschicht auf der Grabensohle zuzuführen. Diese ist mittels Vlies vom bindigen Untergrund zu trennen.

6.1.3. Rohrauflager

Auf dem Tonsteinzersatz ist ein Bodenaustausch von ca. 20 cm (z.B. Kies/Sand 0/45) zur Tragfähigkeitserhöhung vorzusehen. Im festen Tonstein sind keine tragfähigkeitserhöhenden Maßnahmen notwendig. Im schiefrig/plattigen Tonstein sollte die Stärke der üblichen Rohrbettung jedoch um eine flexibel zu erhöhende Austauschstärke von 0...10 cm erhöht werden, um unregelmäßig sich lösende Schollen auf der Sohle ausgleichen zu können.
Aufgrund des wechselnden Untergrundes kann die genaue Festlegung der lokal angepassten Austauschstärke erst nach Freilegung der Sohle durch Baugrundabnahmen erfolgen.
Der Einbau im Bereich der Rohrbettung hat mit einer Dichte $D_{Pr} \geq 97\%$ zu erfolgen.

6.1.4. Rohrgrabenverfüllung: Leitungszone und Hauptverfüllung

Der Einbau in der Leitungszone (bis 0,15 m über den Rohrschaft) hat mit einem verdichtungsfähigen, steinfreien Material zu erfolgen, dessen Größtkorn einen Durchmesser von 22 mm aufweist. Bevorzugt ist ein nichtbindiges Material (z.B. Kies/Sand oder Brechsand/Splitt) zu verwenden. Die vor Ort anfallenden Erdstoffe sind dazu nicht geeignet. Es sind leichte Verdichtungsgeräte (z.B. Vibrationsstampfer) und geringe Schütthöhen zu verwenden. Der Einbau in der Leitungszone hat unter Erreichung eines Verdichtungsgrades von $D_{Pr} \geq 97\%$ zu erfolgen.

Oberhalb der Leitungszone, d.h. in der Hauptverfüllzone können die anfallenden Erdstoffe bedingt verwendet werden (siehe Abschnitt 5.3). Die Verdichtungsanforderungen nach ZTVE-StB sind einzuhalten. In den oberen ca. 1,0 m der Verfüllung (bis

max. 0,5 m unter Gründungsplanum Oberbau) ist ein besser tragfähiges und gut verdichtungsfähiges Material (z.B. Schotter, Kies, Betonrecycling) zu verwenden. In diesem Verfüllbereich ist ein Verdichtungsgrad von D_{Pr} ≥100 % nachzuweisen.

6.2. Kanal: Geschlossene Bauweise/Vortrieb

Ein geschlossener Einbau kann im Bereich der geplanten Trasse nicht empfohlen werden. Begründung:
Aufgrund der unruhigen Fels- und Felszersatzformation, möglicherweise mit örtlichen Gipsbänken ist mit Lageabweichungen bei allen gewählten Vortriebsarten zu rechnen.
Weiterhin sind durch die vielen Hausanschlüsse ohnehin in kurzen Abständen Aufgrabungen erforderlich.
Falls dennoch ein geschlossener Rohrvortrieb ausgeführt werden soll, ist die Vortriebstechnik anhand der Bodenklassen entsprechend Abschnitt 4 (s.o.) auszuwählen. Es ist mit schwankenden Vortriebsgeschwindigkeiten, örtlichen Lageabweichungen und ggf. Wechseln der Vortriebstechnik zu rechnen.

6.3. Bauwerke

Das vorliegende Gutachten stellt kein Bauwerksgutachten dar. Für Hochbauten sind bei Bedarf objektbezogene Baugrundgutachten mit reduzierten Aufschlussabständen oder aber mindestens ergänzende Sohlabnahmen durch unser Büro durchführen zu lassen. Untenstehende Angaben für die Gründung von Hochbauten sind nur für Vorplanungen anzuwenden.
Die Gründung hat einheitlich im Homogenbereich B: Keuper zu erfolgen. Der organische Ton ist komplett zu durchstoßen.
Als Gründungselemente für nichtunterkellerte Bauwerke im Tonsteinzersatz sind bewehrte Streifenfundamente oder Bodenplatten mit Schotterpolstern vorzusehen. Einzelfundamente sind aufgrund der lokalen Subrosionshorste im Keuper nach Möglichkeit zu vermeiden.

Die frostsichere Mindesteinbindung unter OK Endgelände hat ≥1,0 m zu betragen. Unterkellerte Gebäude mit einer typischen Einbindetiefe von ca. 2...2½ m unter Gelände binden weitgehend bereits vollständig in den Entfestigungshorizont des Keupers ein. Hier kann die Lastabtragung direkt über eine bewehrte Bodenplatte auf einer Betonsauberkeitsschicht zum Schutz des wasserempfindlichen Tonsteins erfolgen.
Die Abdichtung von erdeinbindenden Bauwerksräumen kann am Standort beim Einbau einer Bauwerksdrainge entsprechend **Lastfall W1-E** (nicht drückendes Wasser) erfolgen. Die Drainage ist dann mit freiem Gefälle an eine Vorflut anzuschließen. Aufgrund des stark stauenden Keupers im Untergrund ist jedoch davon auszugehen, dass eine Versickerung der Drainagewässer am Standort max. oberflächennah (freier Auslauf in Mulde mit Hebeanlage) möglich ist.
Ist die Vorflut nicht gewährleistet (keine Drainage), müssen erdeinbindende (auch nur teilweise einbindende) Bauwerksräume druckwasserhaltend (**Lastfall W2-E**) ausgebildet werden. Lichtschächte und andere Öffnungen müssen entweder in die Wannenkonstruktion integriert oder anderweitig entwässert oder abgedichtet werden.

6.4. Straßenober- und -unterbau

6.4.1. Regeloberbau und Untergrundertüchtigung

Angaben zur Belastungsklasse liegen aktuell noch nicht vor. Wir gehen für Wohngebietsstraßen jedoch typischerweise von einer Belastungsklasse Bk1,0 und für PKW-Stellflächen von einer Belastungsklasse Bk0,3 aus. Somit ergeben sich unter Berücksichtigung der örtlichen klimatischen und untergrundbedingten Verhältnisse folgende Regelaufbauten gemäß RStO 12:

Belastungsklasse	Bk1,0...3,2 (Wohngebietsstraße)	Bk0,3 (PKW-Stellflächen)
Grundwert auf: F3-Boden	60 cm	50 cm
Frostzone II	+5 cm	+5 cm
Wasserverhältnisse	+0 cm	+0 cm
Entwässerung	-5 cm	-5 cm
Regelaufbau, gesamt (inkl. Deckschicht)	**60 cm**	**50 cm**
Regelaufbau + Bodenaustausch(*)	**90...100 cm**	**80...90 cm**

(*) Das Erdplanum liegt weitgehend in den tonig-organischen Erdstoffen, die der Ertüchtigung bedürfen. Für die Herstellung des Erdplanums ist ein zusätzlicher Bodenaustausch aus Schotter oder gebrochenem Kies in einer Stärke von ca. 30...40 cm einzuplanen (trockene...nasse Witterung).

Bodenaustausch und bindiges Rohplanum sind geotextil zu trennen (GRK 3). Der Einbau des Bodenaustauschs...der Tragschichten hat mit D_{Pr} = 100...103% zu erfolgen.
Alle Frost-/Tragschichten für den Straßenbau sind mit einem klassifizierten, hoch ungleichförmigen und weit abgestuften Material (vorzugsweise Frostschutzschotter 0/45) herzustellen. Vor dem Auftrag ist die Schachtsohle jeweils nachzuverdichten und profilgerecht herzustellen. Der Einbau hat lagenweise (Lagen $\leq$ 0,20 m) unter Erreichung von 103% der Proctordichte zu erfolgen. Die Verdichtung ist in den Lagen stichprobenweise zu überprüfen (z.B. mittels Plattendruckversuch: Forderung $E_{V2}/E_{V1} \leq 2{,}5$ und $E_{V2} \geq 45$ MN/m² auf dem Erdplanum; $E_{V2}/E_{V1} \leq 2{,}2$ und $E_{V2} \geq 100/120$ MN/m² auf OK Tragschicht bei Verwendung eines Regelaufbaus gemäß RStO 12, Tafel 1, Zeile 1).
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. Die notwendigen Dichte- und Tragfähigkeitsnachweise sind aktenkundig festzuhalten.

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR [illegible]
[illegible] Erfurt [illegible]
Tel./Fax: [illegible] E-Mail: [illegible]

6.5. Versickerung

Der Standort ist für die Ausführung von Sickeranlagen denkbar ungeeignet. Als begrenzt sickerfähig ist ausschließlich der obere ca. ⅓...½ Meter des Oberbodens anzusehen. Der Liegendhorizont des organischen Tones und erst recht der Keuper sind unzureichend sickerfähig. Der Tonstein stellt dabei ein praktisch undurchlässiges Bodenmaterial ($k \leq 10^{-8}$ m/s) dar. Verschärft wird dieses Problem durch die Gipsauslaugung im Keuper, die den Eintrag von größeren (konzentrierteren) Wassermengen in den Untergrund verbietet.
Daher ist die Ausführung von erdeinbindenden Sickeranlagen am Standort abzulehnen. Für kleinere Nebenflächen ist ggf. die Ausführung einer oberflächigen Muldenversickerung möglich.

<u>Ausführungshinweise für Mulden</u>
Bei Ausführung einer Muldenversickerung (max. Einstauhöhe 0,3 m) muss der Zulauf zur Mulde beruhigt, d.h. nicht strömend erfolgen (z.B. über einen gepflasterten Zulaufbereich mit Absetzmöglichkeit für Sande etc.).
Ein Befahren oder übermäßiges Betreten der Sickermulden ist dauerhaft durch bauliche oder organisatorische Maßnahmen zu unterbinden (z.B. Bepflanzung, große Steine etc.). Die Muldenfläche darf während der Herstellung nicht mit Baufahrzeugen befahren oder anderweitig verdichtet werden. Offensichtlich bereits verstärkt verdichtete oder anderweitig undurchlässige Bereiche sind <u>zusätzlich</u> ca. 20 cm tief gegen Kapillarkies 8/32 auszutauschen.
Die Oberfläche der Mulde ist mit einem durchlässigen, jedoch speicherfähigen Pflanzsubstrat in einer Mindeststärke von 20 cm aufzubauen. Gut geeignet sind Ziegelrecycling oder schwach bindige Sande (max. 10% Feinkorn). Der Einbau ist vom bindigen Untergrund durch ein mechanisch verfestigtes Filtervlies (z.B. Fa. Rehau RAUMAT 3 E150, kein Bauvlies!) zu trennen.
Die Oberfläche der Mulde ist vor Erosion und Verockerung zu schützen. Die Mulde ist regelmäßig zu warten. Verockerte Oberflächenbereiche sind regelmäßig abzuschälen und durch eine Substratschicht zu ersetzen.

6.6. Technische Hinweise

- Zur Vermeidung bzw. Reduzierung witterungsbedingter Störungen sind die Erd- und Betonierarbeiten zügig durchzuführen. Dies gilt besonders, wenn die Erdarbeiten in ungünstigen Jahreszeiten ausgeführt werden. Die bindigen Sohlen sind unmittelbar nach dem Aushub durch den Einbau von Beton oder das Überschütten mit einer Lage eines Schotter-/Kiespolsters zu schützen.
- Zu beachten ist fernerhin, dass nach stärkeren Niederschlägen die bindigen Rohsohlen mit Baufahrzeugen nicht befahren werden dürfen. Hier ist dann ein Vor-Kopf-Einbau notwendig.
- Wasserhaltungsmaßnahmen (offene Wasserhaltung) sind als Bedarfsposition vorzuhalten.
- Sohlen in den bindigen Erdstoffen sind mit ungezahnter Technik endzuprofilieren. Ein Voraushub mit gezahnter Technik ist dabei möglich.
- Sollte eine Nachverdichtung anstehender bindiger Böden notwendig werden, hat diese mit Schaffußwalzen und/oder Polygonwalzen zu erfolgen. Zur Endfertigstellung sind anschließend Glattwalzen (weitgehend ohne Vibration) einzusetzen.

  Für den Einbau der grobkörnigen Liefererdstoffe sind vorzugsweise mittelschwere bis schwere Rüttelplatten oder Auflastvibrationswalzen zu verwenden.
- Für die Deponierung (Zwischenlagerung) von Erdstoffen ist ein Verdichtungsgrad von etwa 92% bis 95% der Proctordichte einzuhalten. Zur Entwässerung der Erdstoffdeponie sind die einzelnen Lagen mit einem leichten Gefälle einzubauen, welches ca. 4% betragen sollte. Die Stärke der eingebauten Lagen richtet sich nach dem Verdichtungsgerät, darf jedoch nie größer als die maximale Einflusstiefe desselben sein. Die einzelnen Lagen haben ein leichtes Quergefälle (ca. 2...4%) einzuhalten, das den Ablauf von Sickerwässern ermöglicht. Stark wasserempfindliche Erdstoffe sind nach dem Einbau abzudecken.
- **Werden während der Aushubarbeiten örtlich abweichende Untergrundverhältnisse gegenüber denen bei der Baugrunderkundung ermittelten festgestellt, so ist unser Büro umgehend zu benachrichtigen.**

6.7. Empfehlungen für ergänzende Untersuchungen

- Eine Überwachung der Erdarbeiten durch unser Büro wird empfohlen.
- Für die Planung der Wohngebäude sind objektbezogene Baugrundgutachten anzufertigen oder mindestens Sohlabnahmen durch unser Büro anzufordern.
- Versickerungen sind am Standort nicht bzw. nur in Form oberflächennaher Mulden möglich. Für diese sind Nachuntersuchungen jeweils direkt am gewählten Standort erforderlich.
- Für den Nachweis der ausreichenden Verdichtung und Tragfähigkeit der eingebauten Kanalverfüll- und Straßenbauerdstoffe sind Dichteprüfungen (bei grobkörnigen Liefererdstoffen vorzugsweise Plattendruckversuche, bei bindigen Wiederverfüllstoffen direkte Dichtebestimmung z.B. Zylinderprobe) gemäß ZTVE-StB Mindestuntersuchungsprogramm erforderlich. Dazu sind folgende Mindestanzahlen einzuhalten:
  Kanal: 1 Versuch je Meter Einbauhöhe und je 50 m Länge
  Straßen: je 100 m Länge jeweils 1 Versuch auf dem Erdplanum, der Frostschutzschicht und der Tragschicht (= 3 Stück je 100 m Länge)

7. Erdstatische Berechnungen

Die folgenden **zulässigen Sohlspannungen** für Streifenfundamente wurden mittels erdstatischer Berechnungsverfahren bei Begrenzung der Setzung auf 2 cm berechnet. Den untenstehenden Sohlspannungen wurde eine Grundbruchsicherheit von $\eta_P \geq 2{,}0$ zugrunde gelegt (globales Sicherheitskonzept, keine Sicherheiten für Lasten ansetzen). Für die Berechnung mit Teilsicherheitsfaktoren sind die untenstehenden Werte mit 1,4 zu multiplizieren (Bodenreaktion). Fundamenteigenlast ist als Belastung anzusetzen.
Weiterhin sind in der Tabelle **Bettungsmoduln** als Eingangswerte (erste Näherung) für die Dimensionierung von Gründungsplatten angegeben. Der tatsächliche Wert ist mit der realen Geometrie und Belastung iterativ zu ermitteln.

Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden. Bei außermittiger Belastung gelten die angegebenen Sohlspannungen für die mittig belastete Ersatzfläche gemäß DIN 4012, Blatt 2.

Gründungsschicht	zulässige Sohlspannung zul. σ_0 [kN/m²]		Bettungsmodul k_s [MN/m³]
	Streifenfundament	Einzelfundament	
Homogenbereich A: Oberboden	-	-	-
Homogenbereich B: Tonstein, stark zersetzt	180	-	8...10
Homogenbereich B: Tonstein, zersetzt	250	380	18...22
Homogenbereich B: Tonstein, entfestigt	350	500	22...30

8. Schadstoffuntersuchung

8.1. Allgemeines

Im Bereich des Kanalaushubs sind weitgehend nur gewachsene Erdstoffe anzutreffen, die mit einem organischen Oberboden mit landwirtschaftlicher Vornutzung einsetzen, gefolgt von schwach bis mäßig gipshalten Tonsteinen.
Ein konkreter Altlastenverdacht liegt nicht vor, respektive sind keine lokalen Schadstoffherde bekannt, so dass zum Zwecke einer ersten Einschätzung des möglichen Entsorgungsaufwandes vorwiegend die geplanten Aushubbereiche untersucht wurden.
Zur Beurteilung der chemischen Wiederverwendbarkeit des Aushubs wurden den ausgeführten Sondierungen Einzelproben entnommen und gemäß untenstehendem Untersuchungsprogramm beprobt (keine Entnahme gemäß LAGA PN 98).

Mischprobe 1: (Homogenbereich A)

RKS 1-5 Tiefenbereich 0,2 - 1...1½ m
LAGA Boden (1997) + TOC

Die Proben wurden in luftdicht verschließbare 0,5 l- Schraubgläser gefüllt und im staatlich anerkannten, akkreditierten Labor Dr. Fischer in Bad Berka analysiert. Die Einzelproben werden 3 Monate ab Entnahmedatum für Nachuntersuchungen rückgestellt.

8.2. Analytik

- **Kohlenwasserstoffe** nach DIN EN 14039
- **EOX** nach DIN 38409
- **BTEX** nach DIN 38407-F9
- **LCKW** nach DIN ISO 10301
- **PAK** nach LUA-NRW
- **PCB** nach DIN ISO 10382
- **Schwermetalle** nach DIN EN ISO 11885/DIN EN 1483
- **Eluatkriterien** nach DIN EN ISO 10304-1/DIN EN 27888
- **Cyanid** nach DIN ISO 11262/DIN 14403

- **Chrom VI** nach DIN 38405
- **Phenolindex** nach DIN 38409-H16

8.3. LAGA Erdstoffe

Die Untersuchung erfolgte gemäß LAGA Boden (Stand 11/97) + TOC.
Die Einzelergebnisse sind dem Prüfbericht 19-3732 in der Anlage zu entnehmen. Die Mischprobe weist folgende erhöhte Einzelparameter auf:

Parameter	Messwert	Grenzwert Z0	Grenzwert Z1.1	Grenzwert Z1.2	Grenzwert Z2	Zuordnungsklasse nach LAGA Boden
im Feststoff						
alle Parameter Z0						
im Eluat						
alle Parameter Z0						

Die Mischprobe weist keine, über eine natürliche Grundbelastung hinausgehende, Befrachtung mit Schadstoffen auf. Der Aushub ist gemäß LAGA Boden der Zuordnungsklasse Z0 zuzuordnen. Ein uneingeschränkter Wiedereinbau ist gemäß Einbauklasse 0 möglich. Für den Abtransport sind während des Aushubs je nach gewählter Deponie noch Deklarationsanalysen unter Beachtung der Entnahmevorschriften der LAGA PN 98 anzufertigen.

8.4. Abfallschlüssel

Mischprobe 1 (Homogenbereich A)
17 05 04 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen)

Erschließung Wohngebiet Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel

Aufschlussplan

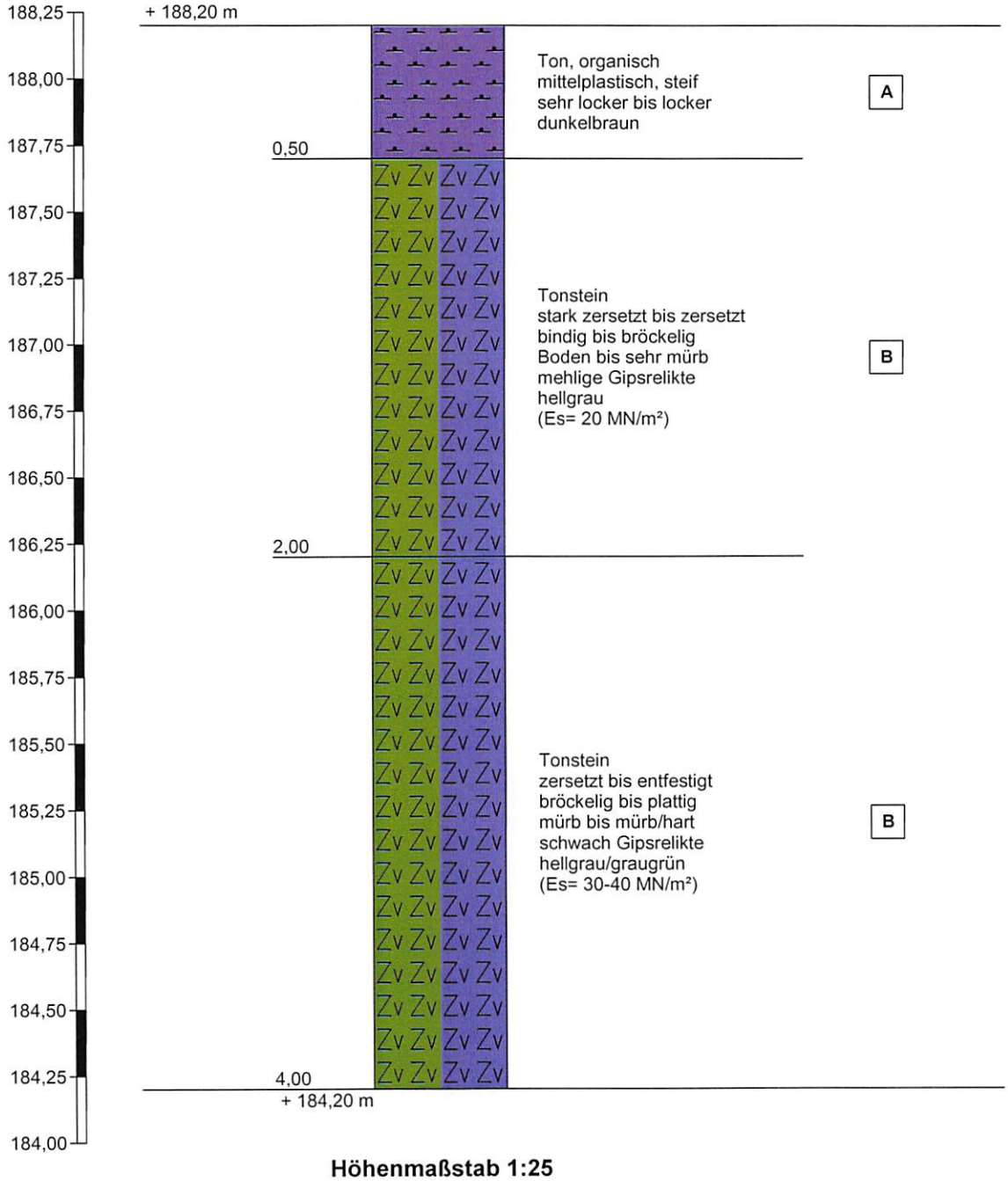
Anlage 1, Blatt 1

Erfurt, 26. Februar 2019

BAUGRUND ERFURT Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR Hersmann - Milbredt - Rudolph	Projekt: Erschließung Wohngebiet in Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel	Anlage 2
		Datum: 25.02.2019
	Auftraggeber: D-A-X Hochbau KG	Bearb.: HaH

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 1

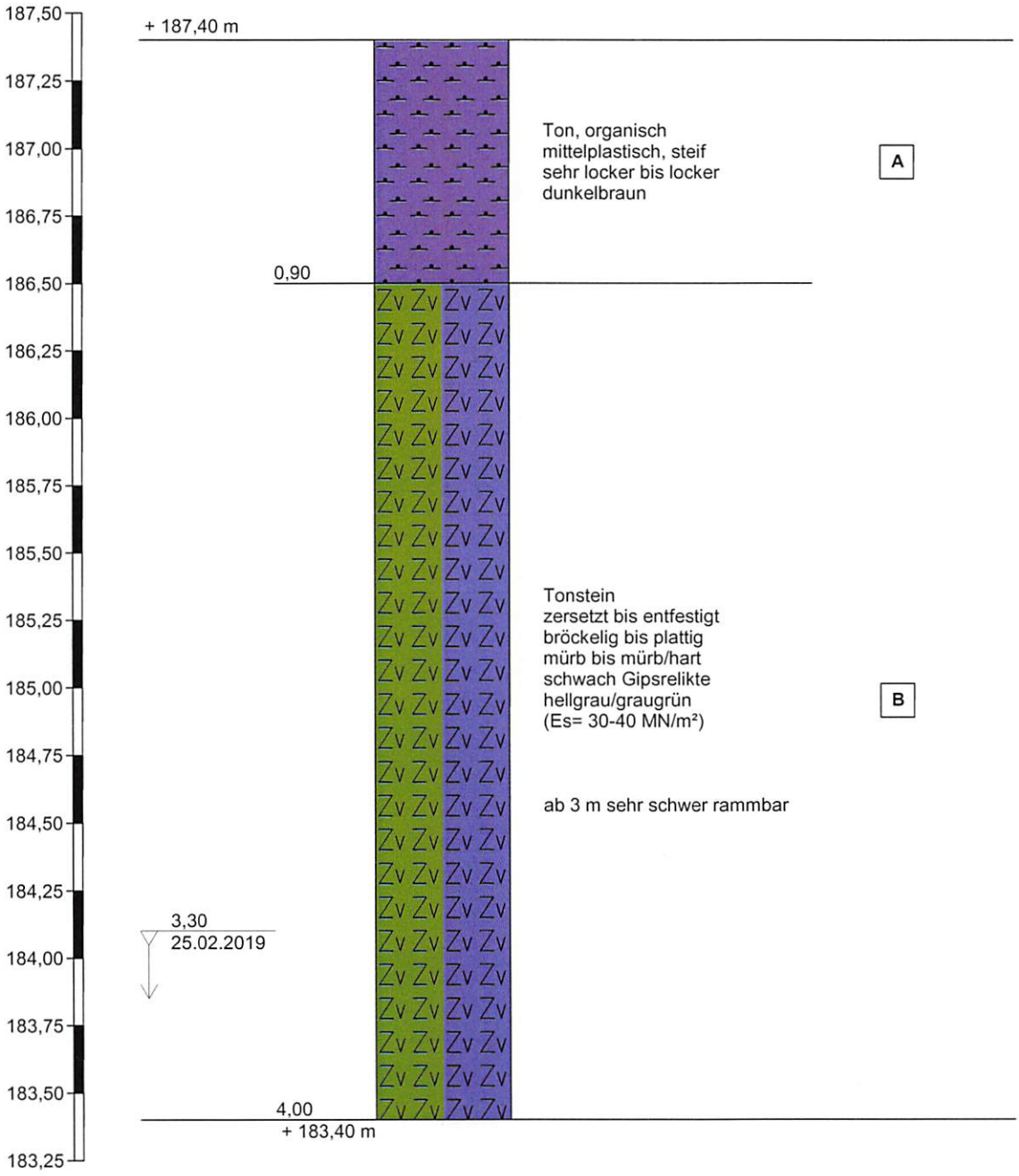


Höhenmaßstab 1:25

BAUGRUND ERFURT Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR Hersmann - Milbredt - Rudolph	Projekt: Erschließung Wohngebiet in Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel	Anlage 2
		Datum: 25.02.2019
	Auftraggeber: D-A-X Hochbau KG	Bearb.: HaH

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 2

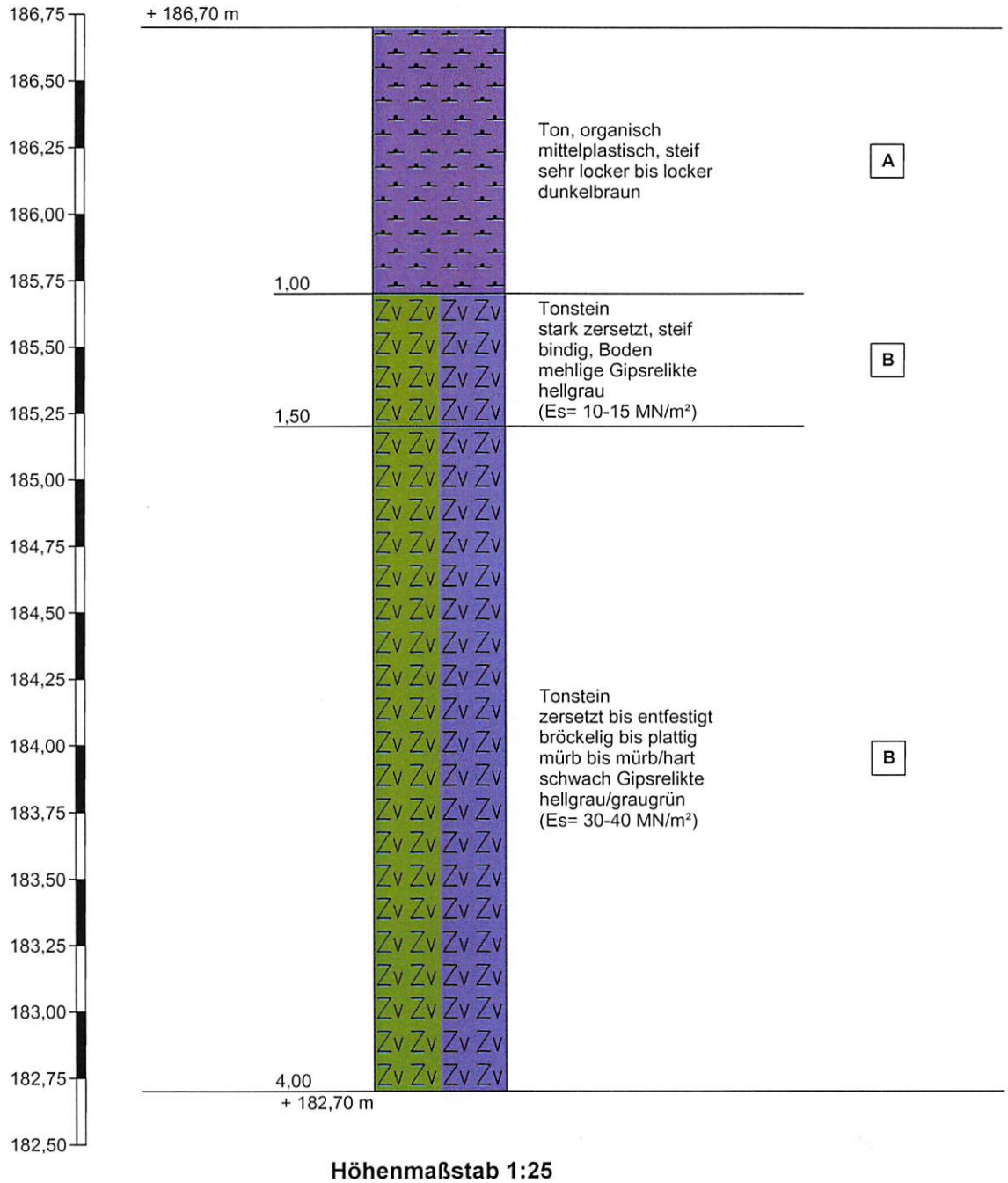


Höhenmaßstab 1:25

BAUGRUND ERFURT Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR Hersmann - Milbredt - Rudolph	Projekt: Erschließung Wohngebiet in Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel	Anlage 2
		Datum: 25.02.2019
	Auftraggeber: D-A-X Hochbau KG	Bearb.: HaH

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 3

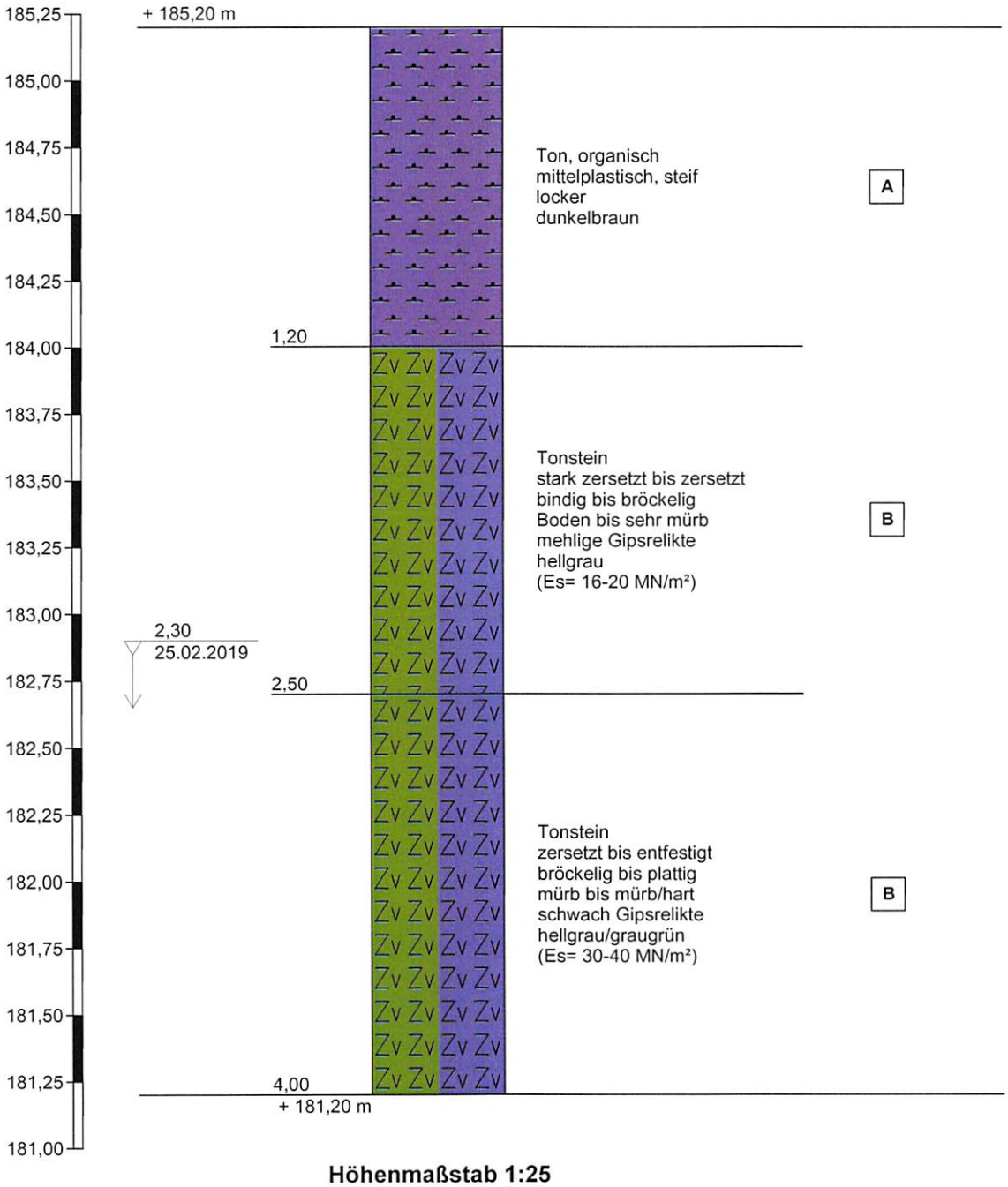


Höhenmaßstab 1:25

BAUGRUND ERFURT Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR Hersmann - Milbredt - Rudolph	Projekt: Erschließung Wohngebiet in Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel	Anlage 2
		Datum: 25.02.2019
	Auftraggeber: D-A-X Hochbau KG	Bearb.: HaH

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

RKS 4

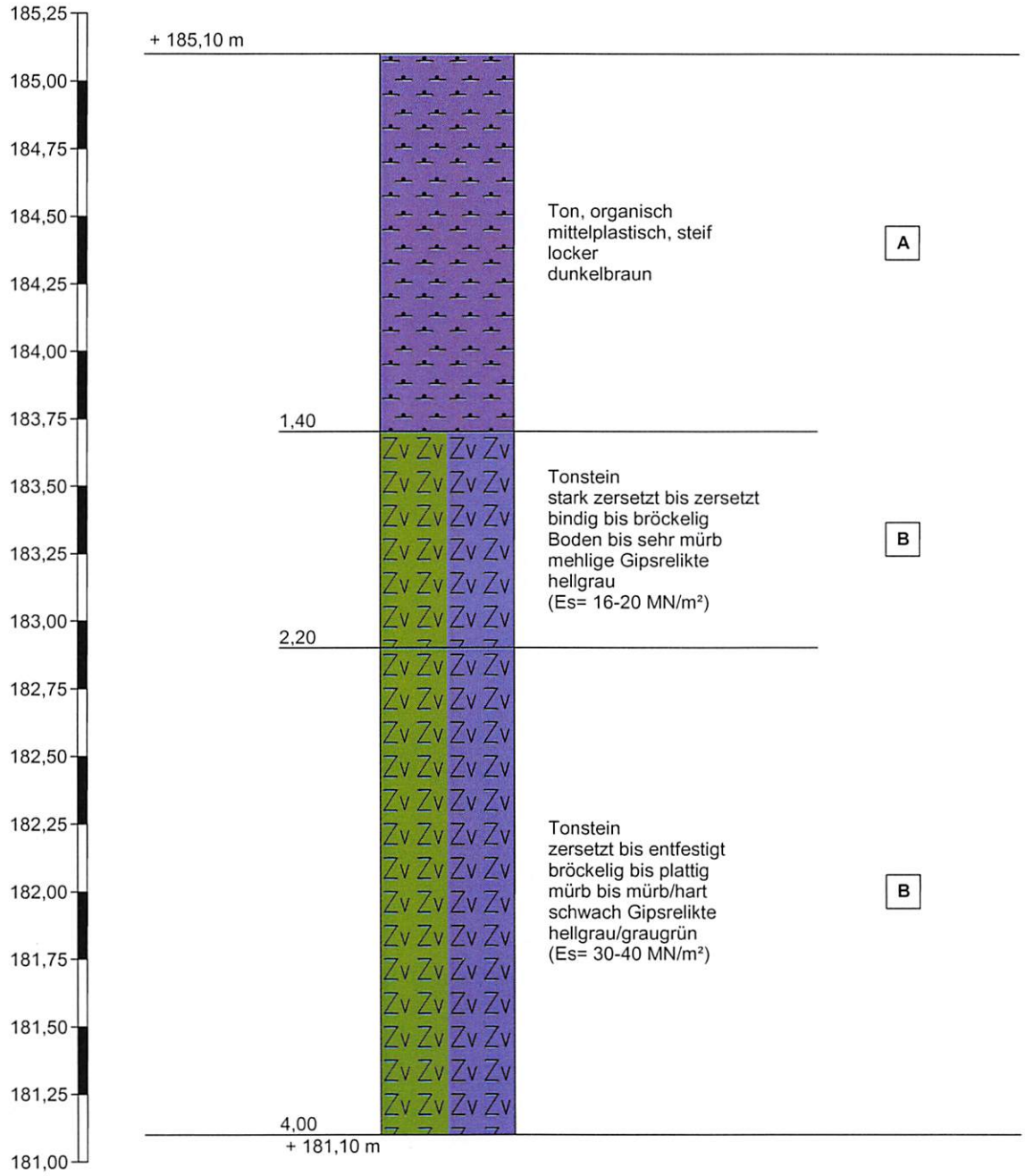


Höhenmaßstab 1:25

BAUGRUND ERFURT Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR Hersmann - Milbredt - Rudolph	Projekt: Erschließung Wohngebiet in Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel	Anlage 2
		Datum: 25.02.2019
	Auftraggeber: D-A-X Hochbau KG	Bearb.: HaH

Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023

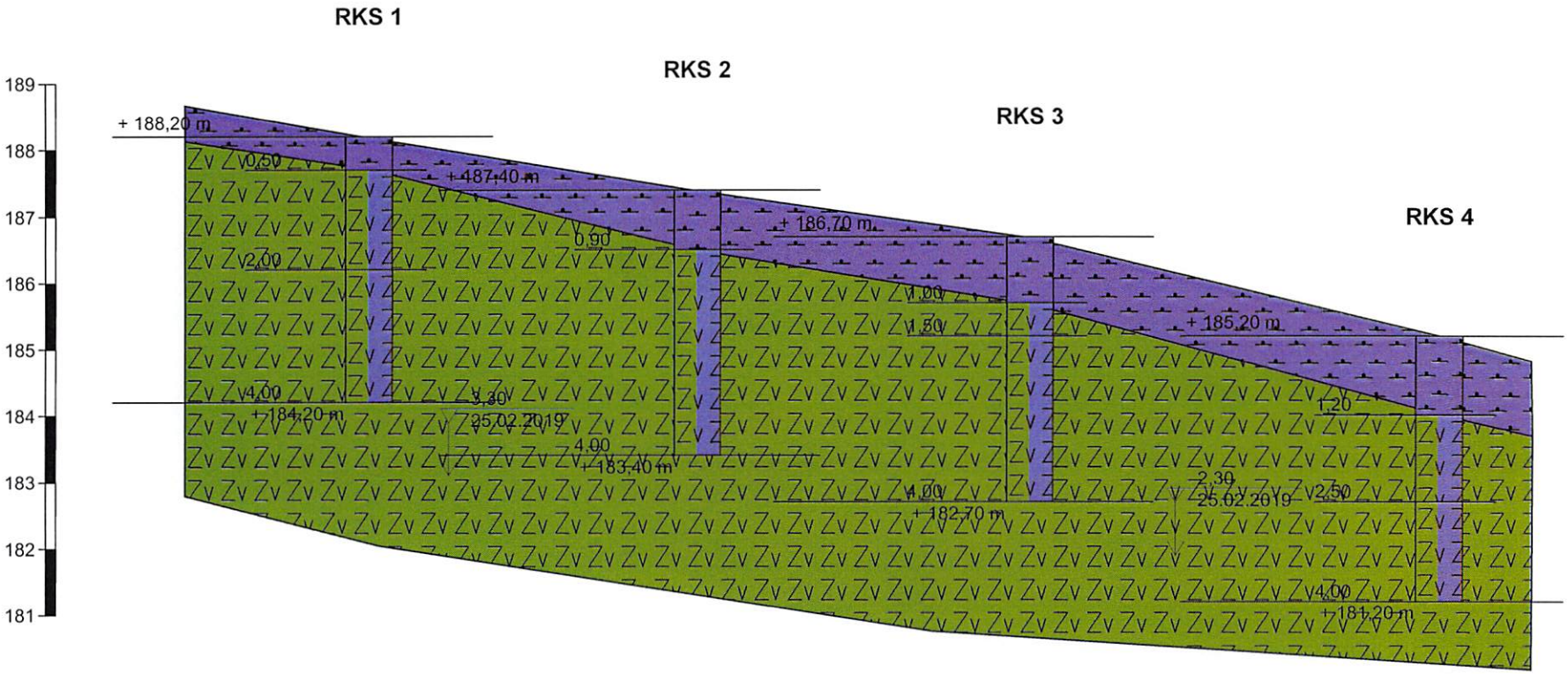
RKS 5



Höhenmaßstab 1:25

BAUGRUND ERFURT Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR Hersmann - Milbredt - Rudolph	Projekt: Erschließung Wohngebiet in Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel	Anlage 2
		Datum: 25.02.2019
	Auftraggeber: D-A-X Hochbau KG	Bearb.: HaH

Profilschnitt - Bohrprofile nach DIN 4023



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

Durchlässigkeitsversuch nach DIN 18130

Entnahmestelle: RKS 2/3

Entnahmetiefe: 2…3 m

Bodenart: Cl (Tst)

Einbau: (gestört/ungestört)

Zylinderdurchmesser: 10 cm

Wassergehalt : 12%

Zylinderquerschnitt F: 78,5 cm^2

Porenvolumen n :

Probenlänge l: 12 cm

Lagerungsdichte : D_{Pr}~ 100%

Ausgangsdruckhöhe h_1: 190,0 cm

Standrohrquerschnitt f: 0,503 cm^2

$$k = \frac{f*l}{F*t} * \ln \frac{h1}{h2} = 7{,}7*10^{-4} * \ln (h1/h2)/\Delta t$$

Uhrzeit Start	Uhrzeit Ende	Δt (sec.)	Ablesung Standrohr h_2 (cm)	h_1/h_2	ln h1/h2	k (m/sec)
12:11:00	12:45:00	2040	182,6	1,026	0,026	$1{,}5*10^{-8}$
	13:50:00	5940	177,6	1,055	0,054	$8{,}7*10^{-9}$
	15:12:00	10860	168,3	1,087	0,083	$8{,}6*10^{-9}$
				Mittelwert k = [m/s]		**$9*10^{-9}$**

Bauvorhaben: Erschließung Wohngebiet
Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel

Prüfer: Jörg Rudolph

Erfurt, den 26.02.2019

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

Durchlässigkeitsversuch nach DIN 18130

Entnahmestelle: RKS 4/5

Entnahmetiefe: 1½...2½ m

Bodenart: Cl (Tst)

Einbau: (gestört/ungestört)

Zylinderdurchmesser: 10 cm

Wassergehalt : 24%

Zylinderquerschnitt F: 78,5 cm^2

Porenvolumen n :

Probenlänge l: 12 cm

Lagerungsdichte : D_{Pr}~ 97%

Ausgangsdruckhöhe h_1: 190,0 cm

Standrohrquerschnitt f: 0,503 cm^2

$$k = \frac{f*l}{F*t} * \ln \frac{h1}{h2} = 7{,}7*10^{-4} * \ln (h1/h2)/\Delta t$$

Uhrzeit Start	Uhrzeit Ende	Δt (sec.)	Ablesung Standrohr h_2 (cm)	h_1/h_2	ln h1/h2	k (m/sec)
12:12:00	12:46:00	2040	175,2	1,026	0,026	$3{,}1*10^{-8}$
	13:51:00	5940	170,4	1,055	0,054	$1{,}4*10^{-8}$
	15:13:00	10860	164,9	1,087	0,083	$1{,}0*10^{-8}$
				Mittelwert k = [m/s]		**$1*10^{-8}$**

Bauvorhaben: Erschließung Wohngebiet
Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel

Prüfer: Jörg Rudolph

Erfurt, den 26.02.2019

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

LABORPRÜFUNGEN ERDSTOFFE

Entnahmestelle		-	RKS 4	RKS 5	
Entnahmetiefe	[m]	t	1,2...2,5	0,2...1,4	
Lockergesteinsart		-	Cl	orCl	
Wassergehalt					
Natürl. Wassergehalt		w	0,201	0,256	
Wasserbindevermögen		w_b			
Ausrollgrenze		w_P	0,185	0,237	
Fließgrenze		w_L	0,392	0,412	
Plastizitätszahl		I_P	0,207	0,175	
Konsistenzzahl		I_C	0,923	0,891	
Dichte					
Feuchtdichte	[g/cm³]	ρ			
Trockendichte	[g/cm³]	ρ_d			
Korndichte	[g/cm³]	ρ_S			
Proctordichte	[g/cm³]	ρ_{Pr}			
optimaler Wassergehalt	[%]	w_{Pr}			
sonstige Werte					
Glühverlust	[%]	V_{gl}		8,1	
Porenanteil		n			
Porenzahl		e			
Durchlässigkeitsbeiwert	[m/s]	k			
Steifemodul	[MN/m²]	E_S			

Bauvorhaben: Erschließung Wohngebiet in Erfurt-Töttleben
Prüfer: Jörg Rudolph
Erfurt, den 26.02.2019

Dr. Ronald Fischer
Chemische Analytik und Umweltberatung

AUb Fischer

Dr. Ronald Fischer AUb - Hexenbergstraße 4 – 99438 Bad Berka

Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR
Alte Chaussee 93

99097 Erfurt

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-14540-01-00

Dr. Ronald Fischer AUb
Hexenbergstraße 4
99438 Bad Berka

Tel.: 03 64 58 / 49 66 06
Fax.: 03 64 58 / 49 66 11
mobil: 0172 / 3 64 66 87
Mail:
info@labor-fischer.de
Internet:
www.labor-fischer.de

07.03.2019

PRÜFBERICHT

Auftrag-Nr.: **19- 3732**

Probenart :	**Boden**
Projekt / Veranlassung :	**Erschließung Wohngebiet; Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel**
Entnahmeort / Bezeichnung :	**Mischprobe aus RKS 1-5 Homogenbereich A**
Probenehmer :	**Herr Hersmann (Baugrund Erfurt)**
Datum Probenahme :	**25.02.2019**
Datum Probeneingang :	**20.02.2019**
Probenummer :	**3732 / 01**
Aussehen / Farbe:	**Schluff, lehmig, steinig, braun**
Bodenart:	**Schluff**
Bearbeitungszeitraum:	20.02.2019 **bis** 07.03.2019

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns zur Verfügung gestellte Probematerial bzw. auf die genannten Prüfgegenstände.
Das verwendete Probenahmeverfahren ist dem Probenahmeprotokoll zu entnehmen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes bedarf einer schriftlichen Genehmigung des Prüflabors.
Akkreditierte Prüfverfahren sind gekennzeichnet mit "- DAkkS".

Akkreditiertes Labor
für chemische Analytik

Dr. Ronald Fischer AUb

Analyse organischer und anorganischer Stoffe in Wasser und Feststoffen
Umweltberatung
Altlastengutachten
Sanierungsbetreuung
Stoffstrommanagement
Raumluftuntersuchung
Emissionsmessung

Bankverbindung:
Commerzbank Weimar
BLZ.: 820 400 00
Kto.: 45 69 992 00

BIC: COBA DE FF 822
IBAN: DE33 8204 0000 0456 9992 00

Dr. Ronald Fischer
Chemische Analytik und Umweltberatung

Auftrag-Nummer: 19- 3732

PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Feststoff)

Probenummer: **3732 / 01**
Probenbezeichnung: Mischprobe aus RKS 1-5
Homogenbereich A
Erschließung Wohngebiet; Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel

Königswasseraufschluss: DIN ISO 11466 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
Trockenrückstand	**78,7 %**	DIN ISO 11465 - DAkkS
pH-Wert	**7,7**	DIN ISO 10390 - DAkkS
TOC	**1,9** Masse-%	DIN EN 13137 - DAkkS
EOX	**< 0,5** mg/kg TS	DIN 38409 - H8 - DAkkS
MKW (C_{10}-C_{22})	**< 50** mg/kg TS	DIN EN 14039 - DAkkS
MKW (C_{10}-C_{40})	**< 50** mg/kg TS	DIN EN 14039 - DAkkS
BTEX (5), Summe der nachweisbaren Verbindungen	**< 0,025** mg/kg TS	DIN 38407 - F9 (GC-MS) - DAkkS (Extraktion mit Methanol)
Einzelsubstanzen:		
Benzen	< 0,005 mg/kg	
Toluen	< 0,005 mg/kg	
Ethylbenzen	< 0,005 mg/kg	
m,p-Xylen	< 0,005 mg/kg	
o-Xylen	< 0,005 mg/kg	
LCKW (8), Summe der nachweisbaren Verbindungen	**< 0,040** mg/kg TS	DIN EN ISO 10301 - F4 - DAkkS (Extraktion mit Methanol)
Einzelsubstanzen:		
Dichlormethan	< 0,005 mg/kg	
trans-Dichlorethylen	< 0,005 mg/kg	
cis-Dichlorethylen	< 0,005 mg/kg	
Chloroform	< 0,005 mg/kg	
Trichlorethan	< 0,005 mg/kg	
Tetrachlorkohlenstoff	< 0,005 mg/kg	
Trichlorethylen	< 0,005 mg/kg	
Perchlorethylen	< 0,005 mg/kg	

Dr. Ronald Fischer
Chemische Analytik und Umweltberatung
AUb Fischer

Prüfbericht, Auftrag-Nr. 19- 3732

Probenummer: **3732 / 01**
Probenbezeichnung: Mischprobe aus RKS 1-5
Homogenbereich A
Erschließung Wohngebiet; Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
PAK (16), Summe der nachweisbaren Verbindungen	**< 0,8** mg/kg TS	Merkblatt LUA NRW Nr. 1 - DAkkS
Einzelsubstanzen:		
Naphthalin	< 0,05 mg/kg	
Acenaphthylen	< 0,05 mg/kg	
Acenaphthen	< 0,05 mg/kg	
Fluoren	< 0,05 mg/kg	
Phenanthren	< 0,05 mg/kg	
Anthracen	< 0,05 mg/kg	
Fluoranthen	< 0,05 mg/kg	
Pyren	< 0,05 mg/kg	
Benzo (a) anthracen	< 0,05 mg/kg	
Chrysen	< 0,05 mg/kg	
Benzo (b) fluoranthen	< 0,05 mg/kg	
Benzo (k) fluoranthen	< 0,05 mg/kg	
Benzo (a) pyren	< 0,05 mg/kg	
Indeno(1,2,3-cd) pyren	< 0,05 mg/kg	
Dibenzo(a,h)anthracen	< 0,05 mg/kg	
Benzo(ghi)perylen	< 0,05 mg/kg	
PCB (6), Summe der nachweisbaren Verbindungen	**< 0,012** mg/kg TS	DIN ISO 10382 - DAkkS
Einzelsubstanzen:		
# 28 2,4,4´-Trichlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	
# 52 2,2´,5,5´-Tetrachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	
# 101 2,2´,4,5,5´-Pentachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	
# 138 2,2´,3,4,4´,5´-Hexachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	
# 153 2,2´,4,4´,5,5´-Hexachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	
# 180 2,2´,3,4,4´,5,5´-Heptachlorbiphenyl	< 0,002 mg/kg	
Arsen (As)	**14,4** mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Blei (Pb)	**59,1** mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cadmium (Cd)	**< 0,5** mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	**49,7** mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Kupfer (Cu)	**35,9** mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Nickel (Ni)	**40,0** mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	**0,064** mg/kg TS	DIN EN 1483 - E12 - DAkkS
Thallium (Tl)	**< 0,5** mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Zink (Zn)	**71,9** mg/kg TS	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cyanid-gesamt	**< 0,1** mg/kg TS	DIN ISO 11262 - DAkkS

Dr. Ronald Fischer
Chemische Analytik und Umweltberatung

Prüfbericht, Auftrag-Nr. 19- 3732

PRÜFERGEBNISSE (Bestimmung im Eluat)

Probenummer: **3732 / 01**
Probenbezeichnung: Mischprobe aus RKS 1-5
Homogenbereich A
Erschließung Wohngebiet; Erfurt-Töttleben, Am Holzbiel

Eluat: DIN EN 12457 - 4 - DAkkS

Parameter	Messwert	Prüfverfahren
pH-Wert	**8,22**	DIN 38404 - 5 - DAkkS
Elektrische Leitfähigkeit	**118** µS/cm	DIN EN 27888 - DAkkS
Chlorid	< **1** mg/l	DIN EN ISO 10304-1- D20 - DAkkS
Sulfat	**5,0** mg/l	DIN EN ISO 10304-1- D20 - DAkkS
Cyanid-gesamt	< **5** µg/l	DIN 38405 - D13 - DAkkS
Phenolindex	< **10** µg/l	DIN 38409 - H16 - DAkkS
Arsen (As)	< **1** µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Blei (Pb)	< **5** µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Cadmium (Cd)	< **0,5** µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Chrom-gesamt (Cr)	**5** µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Kupfer (Cu)	**8** µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Nickel (Ni)	< **5** µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Quecksilber (Hg)	< **0,2** µg/l	DIN EN 1483 - E12 - DAkkS
Thallium (Tl)	< **1** µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS
Zink (Zn)	**12** µg/l	DIN EN ISO 11885 - DAkkS

Dr. R. Fischer (Dipl.-Chemiker)
(Leiter der Prüfstelle)

Dr. Ronald Fischer
chemische Analytik und Umweltberatung
AUb Fischer

Dr. Ronald Fischer

Chemische Analytik und Umweltberatung

AUb Fischer

Auswertung der Prüfergebnisse zum Prüfbericht, Auftrag-Nr.: 19- 3732

Zuordnung des Materials nach LAGA - Boden (Stand 06.11.1997)

Probenummer: **3732 / 01**
Probenbezeichnung: Mischprobe aus RKS 1-5
Homogenbereich A

Datum Probenahme: 25.02.2019

Parameter	Einheit	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2	Messwert Probe	Zuordnungswert Probe nach LAGA - Boden				
im Feststoff:											
EOX	mg/kg	1	3	10	15	< 0,5	Z 0				
MKW	mg/kg	100	300	500	1000	< 50	Z 0				
BTEX	mg/kg	1	1	3	5	< 0,025	Z 0				
LHKW	mg/kg	1	1	3	5	< 0,040	Z 0				
PAK	mg/kg	1	5	15	20	< 0,8	Z 0				
Naphthalin	mg/kg		0,5	1		< 0,05					
Benzo(a)pyren	mg/kg		0,5	1		< 0,05					
PCB	mg/kg	0,02	0,1	0,5	1	< 0,012	Z 0				
Arsen	mg/kg	20	30	50	150	14,4	Z 0				
Blei	mg/kg	100	200	300	1000	59,1	Z 0				
Cadmium	mg/kg	0,6	1	3	10	< 0,5	Z 0				
Chrom	mg/kg	50	100	200	600	49,7	Z 0				
Kupfer	mg/kg	40	100	200	600	35,9	Z 0				
Nickel	mg/kg	40	100	200	600	40,0	Z 0				
Quecksilber	mg/kg	0,3	1	3	10	0,064	Z 0				
Thallium	mg/kg	0,5	1	3	10	< 0,5	Z 0				
Zink	mg/kg	120	300	500	1500	71,9	Z 0				
Cyanid	mg/kg	1	10	30	100	< 0,1	Z 0				
im Eluat:											
pH-Wert		9	9	12	12	8,22	Z 0				
Leitfähigkeit	µS/cm	500	500	1000	1500	118	Z 0				
Chlorid	mg/l	10	10	20	30	< 1	Z 0				
Sulfat	mg/l	50	50	100	150	5,0	Z 0				
Cyanid	µg/l	10	10	50	100	< 5	Z 0				
Phenolindex	µg/l	10	10	50	100	< 10	Z 0				
Arsen	µg/l	10	10	40	60	< 1	Z 0				
Blei	µg/l	20	40	100	200	< 5	Z 0				
Cadmium	µg/l	2	2	5	10	< 0,5	Z 0				
Chrom	µg/l	15	30	75	150	5	Z 0				
Kupfer	µg/l	50	50	150	300	8	Z 0				
Nickel	µg/l	40	50	150	200	< 5	Z 0				
Quecksilber	µg/l	0,2	0,2	1	2	< 0,2	Z 0				
Thallium	µg/l	1	1	3	5	< 1	Z 0				
Zink	µg/l	100	100	300	600	12	Z 0				

Bei Verwertung von Material im uneingeschränkten Einbau / bodenähnlichen Anwendungen können abweichende bodendifferenzierte Zuordnungswerte Z 0 bzw. Z 0* zur Anwendung kommen.
Länderspezifische Regelungen sind zusätzlich zu beachten.