

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
Molsdorfer Straße II
Ichtershausen

Auftrags-Nr. : G19-016

Auftraggeber : Amt Wachsenburg
Gemeindeverwaltung
Erfurter Straße 42
99334 Amt Wachsenburg



Bearbeiter:
Hagemann
Dipl.-Ing.(GF)



Milbredt
Dipl.-Ing.(GF)

Erfurt, den 24. Januar 2019

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 Hagemann
Dipl.-Ing. Gerald Milbredt

1. Unterlagenverzeichnis

- U 1 Auftrag vom 30.11.2018
- U 2 Flurkartenauszug, digital
- U 3 historische Luftbilder, digital
- U 4 20 Schichtenverzeichnisse der am 15./16.01.2019 abgeteufte Kleinbohrungen
- U 5 10 Schlagzahlprotokolle der am 15./16.01.2019 abgeteufte Rammsondierungen
- U 6 Laborprüfungen Erdstoffe
- U 7 Chemische Analytik
- U 8 Geologisches Messtischblatt M 1: 25.000 (Blatt Erfurt, Stadtkarte)
- U 9 Ingenieurgeologische Karte der Auslaugungserscheinungen M 1:100.000

2. Anlagenverzeichnis

- A 1 1 Aufschlussplan auf der Grundlage von [U2]
- A 2 20 Aufschlussprofile
 - 10 Schlagzahldiagramme DPH
 - 4 Profilschnitte
- A 3 4 Durchlässigkeitsversuche
- A 4 2 Blatt Laborprüfungen Erdstoffe
- A 5 3 Kornverteilungskurven
- A 6 40 Blatt chemische Analytik

3. Feststellungen

3.1. Standort und Baubeschreibung

Der Auftraggeber plant die Erschließung einer neuen Wohnanlage im Bereich des Molsdorfer Weges in Ichtershausen.

Das Baufeld befindet sich am westlichen Ortsrand, unweit des TEGUT-Marktes. Aktuell wird die Fläche als Acker genutzt und ist entsprechend oberflächlich verkrautet. Gemäß den uns vom Auftraggeber vorgelegten Luftbildern wurde ca. das nördliche

Drittel der Fläche vormals für Erdbecken und kleinere Bauwerke genutzt. Diese sind aktuell jedoch komplett verfüllt und auch lagemäßig in der Oberfläche nicht mehr erkennbar.

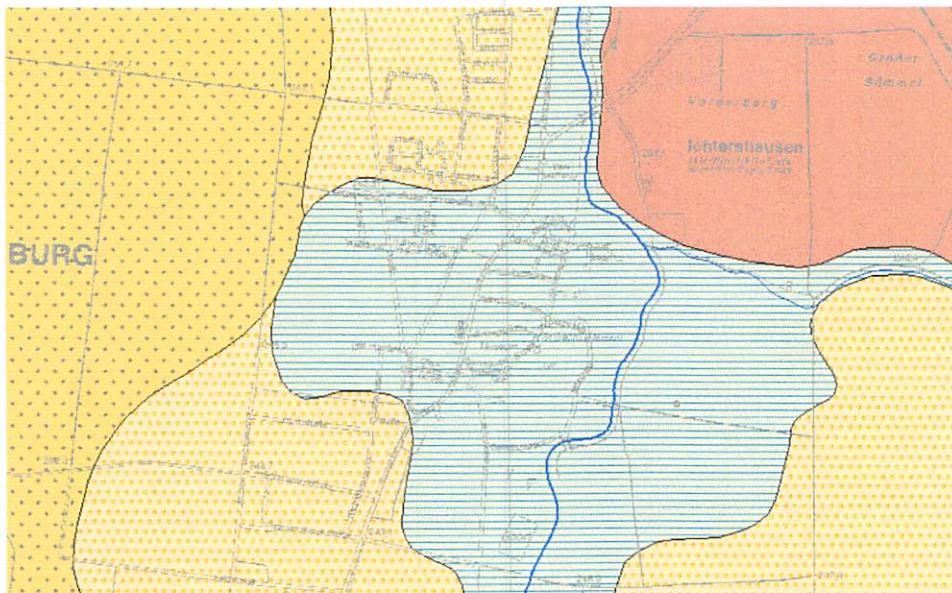
Morphologisch befindet sich der Standort am Fuße eines von West nach Ost einfallenden Hanges. Dabei ist im östlichen Drittel eine etwas steilere Neigung anzutreffen, die in Richtung der erschließenden Molsdorfer Straße hin ausläuft. Ca. 500 m östlich verläuft der Flusslauf der Gera.

Über die vorgesehene Bebauung liegen aktuell noch keine Aussagen vor. Es ist jedoch typischerweise von erschließenden Anliegerstraßen und in diesen zu verlegenden Kanälen mit Einbindetiefen von ca. 3 m auszugehen.

Die Wohnbebauung wird voraussichtlich aus Einfamilien- und Doppelhäusern bestehen.

3.2. Geologische Situation

Der Standort befindet sich in der Keupermulde des Thüringer Beckens. Am Standort verläuft in einem schmalen Band die Subserie des Unteren Keupers, der sogenannte Lettenkohlenkeuper mit herzynischer Streichrichtung im Gesamtverband des umliegenden Mittleren Keupers (Störungszone). Sie dazu auch den Auszug aus [U8]:



Gelb – Mittelterrasse, **Gelbbraun** – Niederterrasse, **Grün-Blau, gestreift** – Auelehme, teils humos, **Rotbraun** – Lettenkohlenkeuper

Der Lettenkohlenkeuper verdankt seinen Namen der geringfügig in dieser Schicht enthaltenen Lettenkohle. Hauptgesteine des Unteren Keupers sind jedoch Ton- und Schluffsteine mit dolomitischen Mergeln und Kalksteinen sowie mürben bis festen, tonigen Sandsteinen. Aufgrund der kohligen Einschlüsse herrschen schmutziggraue Farbtöne vor. Teilweise können jedoch auch charakteristisch rotbraune, violette und graugelbe bis grünliche Färbungen angetroffen werden. Die Schichtmächtigkeit beträgt zwischen ca. 40...60 m.

In der Formation des Unteren Keupers sind kaum auslaugbare Bestandteile enthalten. Daher ist auch nicht mit einer erhöhten Erdfallgefahr zu rechnen.

Überformt werden die Festgesteine am Standort von holozänen Decklehmen, die teilweise organogen beeinflusst sein können, sowie Terrassenschottern der Gera. Es sind Schichtmächtigkeiten der Lockergesteine zwischen ca. 3...7 m zu erwarten.

Aus geologischer Sicht ist der Standort für die geplante Baumaßnahme geeignet.

Die Gemeinde Ichtershausen gehört zu keiner Erdbebenzone.

3.3. Baugrundverhältnisse

Zur Untersuchung der Baugrundsichtung wurden 20 Rammkernsondierungen (RKS) mit Aufschlusstiefen zwischen ca. 2...5 m niedergebracht. Um die Verfüllung im Bereich der vermuteten, ehemaligen Erdbecken eingrenzen zu können, wurden im nördlichen Drittel zusätzlich 10 schwere Rammsondierungen (DPH) mit Aufschlusstiefen zwischen ca. 2...6 m abgeteuft.

Im Bereich des Terrassenschotters ist die Rammbarkeit so erheblich eingeschränkt, dass weder bei den Rammkernsondierungen noch bei den Rammsondierungen das Erreichen der geplanten Sohlteufe von 3...4 m möglich war. Hier ist auch mit erheblich erschwerter Schachtbarkeit zu rechnen.

Die Ansatzpunkte der Sondierungen sind im Aufschlussplan, Anlage 1 lagemäßig eingetragen. Die Absoluthöhen in der Anlage 2 wurden näherungsweise dem Geoinformationsdienst Thüringen entnommen und sind vor der weiteren Verwendung zu überprüfen.

Die Durchführung der Baugrunderkundung (RKS) erfolgte durch das Ingenieurbüro für Baugrund Erfurt GbR Hersmann, Milbredt, Rudolph am 15./16.01.2019. Die Rammsondierungen (DPH) wurden im selben Zeitraum von der Firma Baugrundbohrung Uwe Helbig, Königsee ausgeführt.

3.3.1. Baugrundsichtung

Der Standort lässt sich für bautechnische Zwecke in 4 Homogenbereiche zusammenfassen.

Homogenbereich A: Auffüllung

Schicht 1: Ton, organisch

Vor allem in den südlichen 2/3 wird die Deckschicht von organogenen Decklehmen bestimmt, die jedoch infolge der langen Nutzung durch Ackerbau erheblich aufgelockert und zum Teil auch umgelagert sind. Daher wird diese Schicht, trotz ihres natürlichen Auftretens, dem Auffüllungsbereich zugeordnet.

Schicht 2: bindige Auffüllung

Im Bereich der vermuteten Verfüllung der Erdbecken (nördliches Drittel) sind ebenfalls tonig-organische Gemenge anzutreffen. Diese sind jedoch eindeutig umgelagert und zudem stark schwankend mit artifiziellen Fremdbestandteilen in Form von Ziegelbruch, Schlacke, Asche, Steinen und örtlich Metall durchsetzt.

Die kumulative Gesamtstärke der Auffüllung schwankt zwischen ca. ½...1½ m. Im nördlichen Drittel sind lokal auch größere Stärken anzutreffen.

Homogenbereich B: Ton

Schicht 3: Aueton

Unter der Auffüllung folgen lokal Auetone mit Schichtstärken zwischen ca. ½...>3 m. Die Auetone können den Terrassenschotter (Kies, siehe dazu Homogenbereich C) sowohl über- als auch unterlagern, was auf mehrere Phasen von Akkumulation und Erosion der Gera in diesem Gebiet hinweist.

Homogenbereich C: Kies

Schicht 4: Terrassenschotter

Den Großteil der angetroffenen Baugrundsichtung machen stark steinige Kiese aus, deren Mächtigkeit in Richtung Osten zunimmt. In Richtung Westen (mit ansteigendem Gelände) nimmt die Stoßstärke des Kieses ab. Partiiell (Nordwestecke) streicht der Kies komplett aus.

Es ist von Schichtstärken zwischen ca. 1...>4 m auszugehen.

Homogenbereich D: Festgestein

Schicht 5: Keuper

Im Bereich der Südwestecke des Baufeldes wurden die Lockerböden durchsunken und es folgt der Anschnitt des Keupers in Form zersetzter bis entfestigter Ton-, Schluff- und Sandsteine.

Die Schichtmächtigkeit der Festgesteine beträgt >10 m.

Die genaue Schichtung und die Schichtgrenzen sind den Aufschlussprofilen der Anlage 2 zu entnehmen. Einen guten Überblick verschaffen die geologischen Schnitte in derselben Anlage.

3.3.2. Beschreibung der Homogenbereiche

Homogenbereich A: Auffüllung

Das Gelände ist weitgehend mit einer bindigen Deckschicht versehen, die lokal mit grobkörnigen Lockergesteinen und Fremdbestandteilen, wie Ziegelbruch, Schlacke, Asche, Steinen und örtlich Metall durchsetzt ist. Grobkörnige Lockergesteine sind lokal ebenfalls immer wieder eingeschaltet. Der bindige Anteil dominiert jedoch das Korngemisch. Ob in diese Schicht noch lokale Reste der ehemaligen Fundamente integriert sind, lässt sich nur nach flächigem Abschieben abschließend beurteilen.

Insgesamt ist der Homogenbereich jedoch als hochgradig inhomogen, leicht zusammendrückbar und somit kaum belastbar einzuschätzen.

Das Korngemisch weist wechselnde Färbungen auf.

Die Lagerungsdichte schwankt zwischen dem lockeren und mitteldichten Bereich. Lockere Bereiche dominieren dabei. Abweichende Lagerungsdichten zwischen den Aufschlüssen können aufgrund des artifiziellen Charakters nicht ausgeschlossen werden.

Die Zustandsform des bindigen Anteils ist derzeit steif.

Die Wasserdurchlässigkeit liegt im durchlässigen bis schwach durchlässigen Bereich.

Das Korngemisch ist hochgradig wasser- und frostempfindlich.

Die Schichten weisen an den Untersuchungspunkten stark schwankende Tragfähigkeiten auf. Die maßgebenden Steifemoduln lassen sich aufgrund des artifiziellen Charakters nur grob schätzen und werden für erdstatische Berechnungen im Mittel zwischen $E_S = 1...5 \text{ MN/m}^2$ angenommen.

Homogenbereich B: Ton

Bodenmechanisch entspricht die Schicht einem mittelplastischen Ton. Unregelmäßig sind sandige, kiesige bis steinige Zuschläge zwischengeschaltet. Der Ton dominiert jedoch immer das Korngemisch.

Die Zustandsform ist aktuell einheitlich steif, kann nach stärkeren Niederschlägen jedoch schnell in den weichen Bereich überwechseln.

Die Lagerungsdichte liegt im mitteldichten Bereich.

Die Wasserdurchlässigkeit schwankt in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte. Im Allgemeinen wird jedoch nur eine schwache Durchlässigkeit erreicht.

Der Erdstoff ist hochgradig wasser- und frostempfindlich.

Die Schicht weist eine geringe bis max. mittlere Tragfähigkeit auf. Die Steifemoduln erreichen im Mittel Größen von $E_S = 12 \text{ MN/m}^2$.

Homogenbereich C: Kies

Die Terrassenschotter weisen schwankende Feinkornanteile auf. Weiträumig liegt dieser zwischen ca. 5...10 Masse-%. Angrenzend an die bindigen Schichten (Homogenbereich B) liegt der Wert lokal höher. Weiterhin weist der Kies einen erheblichen Steinanteil auf, der, für Terrassenschotter der Gera unüblich, sehr scharfkantig auftritt und die Rammbarkeit damit erheblich einschränkt.

Die Färbung der Kiese ist hellgrau bis braun.

Aus bodenmechanischer Sicht handelt es sich um gut abgestufte Kies-/Sandgemische mit erhöhtem Steinanteil.

Die Lagerungsdichte liegt weiträumig im dichten bis sehr dichten Bereich. Nur örtlich sind mitteldichte Abschnitte anzutreffen.

Die Wasserdurchlässigkeit liegt im stark durchlässigen bis durchlässigen Bereich. Die Tragfähigkeit des Homogenbereichs ist als mittelmäßig bis hoch (je nach Lagerungsdichte) zu bewerten. Die Steifemoduln erreichen im Mittel Größen von $E_S = 30...50 \text{ MN/m}^2$.

Homogenbereich D: Festgestein

Obwohl am Standort verschiedene Subserien des Keupers anstehen, die sowohl aus Schluff-, Ton- als auch partiell Sandsteinen bestehen, können diese aufgrund ihres ähnlichen Tragverhaltens zu einem Homogenbereich zusammengefasst werden. Wegen der allgemein hohen Lagerungsdichte ist die schwankende Gesteinsfestigkeit für normale Bauwerke (Ein- und Mehrfamilienhäuser) nebenrangig.

Entscheidend für die Tragfähigkeit ist der Entfestigungsgrad der Gesteine. Dieser kann zwischen zersetzt bis entfestigt schwanken. Ausgeprägte und stärkermächtige Zersatzhorizonte sind eher selten anzutreffen. In diesen Horizonten weisen die Festgesteine lockergesteinsähnliche Eigenschaften auf.

Bodenmechanisch sind der Schluff- und Tonstein als leicht-...mittelplastischer schluffiger Ton mit halbfester bis fester Zustandsform anzusprechen.

Mit der Tiefe geht der Verwitterungsgrad allgemein zurück, so dass bereits an der Sondierbasis erste schiefrige bis plattige Bereiche erkennbar sind.

In den schiefrig bis plattigen Horizonten ist die Schachtbarkeit erheblich eingeschränkt. Hier ist schwere Lösetechnik und der Einsatz von Felsmeiseln vorzusehen.

Die Farbe des Keupers kann am Standort rasch wechseln, bei den Sondierungen wurden graugüne, rotbraune, graue und bunte Färbungen angetroffen.

Das Material besitzt im zersetzten bis entfestigten Zustand eine mäßige Anfälligkeit gegenüber Witterungseinflüssen.

Der Keuper ist ein sehr gering wasserdurchlässiges Material (Wasserstauer).

Integriert in den Keuper, speziell den Unteren Keuper sind jedoch dünne steini-

ge Lagen (max. dm Stärke), die als Schichtenwasserleiter fungieren.

Die maßgebenden Steifezahlen betragen im baulich relevanten Bereich $E_s = 30...40 \text{ MN/m}^2$.

3.4. Hydrologische Verhältnisse

Wasser wurde bei folgenden Aufschlüssen in den unten angegebenen Tiefenlagen angeschnitten (Wasserruhestände):

Aufschluss	Ansatzhöhe	Tiefe unter OKG	Höhenkote, absolut
RKS 1	245,8	2,6 m	243,2
RKS 2	244,7	2,1 m	242,6
RKS 4	244,0	2,1 m	241,9
RKS 5	243,7	2,0 m	241,7
RKS 17	245,0	3,7 m	241,3
RKS 20	243,5	2,5 m	241,0

Die von West nach Ost fallenden Wasserruhestände zeigen, dass der Standort am Rand der Geraaue liegt. Die Wasserstände sind daher durch den ausstreichenden Kies lokal beeinflusst. Insgesamt ist ein mäßiges Gefälle des Aquifers in Richtung Osten (zur Gera hin) festzustellen.

Aktuell herrschen niedrige bis max. mittlere Grundwasserstände. Aus Erfahrungen mit umliegenden Baustellen (Lindenplatz, Nadelwerk) sind deutlich höhere Wasserstände bekannt. Für die Planung von Bauwerksabdichtungen und Auftriebsberechnungen ist von dekadischen Maximalpegeln auszugehen, die ca. 1 m über den aktuellen und damit im tiefer liegenden Teil nur wenig unter Ok Gelände liegen.

Unabhängig vom Hauptgrundwasserleiter im Kies ist der Standort auch prädestiniert für das Auftreten von Stauwasser, welches primär auf den Tonen auftritt. Vertiefungen im wasserstauend wirkenden Ton führen in und nach extremen Witterungsperioden zu grundwasserähnlichen Verhältnissen. Als druckwasserfrei ist daher auch oberhalb des Grundwasserbereichs nur eine Tiefe anzusehen, bis in die eine rückstausichere, freie Entwässerung/Drainierung der Vertiefung realisiert werden kann.

Aufgrund der geologischen Situation ist nicht von einem erhöhten chemischen Angriff des Grundwassers auszugehen.

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. Diese reichen für das Vorgutachten aus. Für die Erstellung von Bauwerksgutachten sind ergänzende Laboruntersuchungen notwendig.

Für die labormäßige Bestimmung der vollständigen Parameterliste gemäß DIN 18300-2015, die nicht für jedes Bauvorhaben vollumfänglich notwendig ist, sind weitere bodenphysikalische Untersuchungen erforderlich.

Die für erdstatische Bemessungen notwendigen Rechenkennwerte (charakteristische Werte) sind den untenstehenden Tabellen zu entnehmen.

Homogenbereich	A Auffüllung	B Ton	C Kies	D Festgestein
<i>Bezeichnungen</i>				
Locker-/Festgestein	Ton, organisch, steinig, Bauschutt	Ton, sandig, steinig	Kies, steinig, schluffig, (tonig)	Tonstein, Schluffstein, zersetzt ¹
Genetische Bezeichnung(en)	Auffüllung (Anthropogen)	Aueton	Terrassenschotter	Mittlerer Keuper, Unterer Keuper
Gruppensymbol gemäß DIN 18196	A (OT)	TM	GU	(TM, UL)
Felsklassifikationen	-	-	-	SF, VZ...VE (bindig...schiefrig)
Gesteinsfestigkeit	-	-	-	sehr mürb... mäßig hart
Bodengruppenkurzzeichen gemäß DIN EN ISO 14688	Mg (orcosaCl)	sacoCl	sisacoGr	-
<i>Bodenklasse gemäß DIN 18300 (alt, nur zur Info)</i>	<i>Bk 4</i>	<i>Bk 4</i>	<i>Bk 5</i>	<i>Bk 6</i>
Verdichtbarkeitsklasse	V3	V3	V1	(V3)
Frostempfindlichkeitsklasse	F3	F3	F1...F2	F2

¹ Aufgrund des Verwitterungsgrades lockergesteinsähnliche Eigenschaften.

Homogenbereich	A Auffüllung	B Ton	C Kies	D Festgestein
----------------	-----------------	----------	-----------	------------------

Indirekte Kennwerte

Lagerungsdichte ρ_b	locker...mitteldicht	mitteldicht	mitteldicht...s. dicht	dicht...sehr dicht
Wassergehalt w (aktuell ¹ schwankt)	0,18...0,30	0,20...0,25	-	0,08...0,16
Plastizitätszahl I_p	0,15...0,25	0,18...0,22	-	0,10...0,25
Konsistenzzahl I_c (aktuell, schwankt)	0,75...0,9	0,8...1,0	-	1,0...1,3
Ungleichförmigkeit	hoch	-	40...70	-
Körnungslinie	wechselnd	-	flach...wellenförmig	-
Kornform	wechselnd	-	kantig	-
Anteil Steine/Blöcke	gering	gering	mittel...hoch	-
Organischer Anteil	gering...mittel	kein	kein	kein
Besonderheiten	Bauschutt möglich	-	-	Gipse möglich

Erdstatische Berechnungskennwerte

Wichte γ [kN/m^3] ²	16...18	19	21	21
Durchlässigkeit k [m/s]	10^{-5} ... 10^{-6}	$5 \cdot 10^{-6}$... $5 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-4}$... $5 \cdot 10^{-5}$	$< 1 \cdot 10^{-8}$
Reibungswinkel φ' [°]	18...22	23...25	32...35	25...27
wirks. Kohäsion c' [kN/m^2]	1...4	6...8	2...0	15...20
Steifemodul E_s [MN/m^2]	1...5	12	30...50	30...40
Verformungsmodul E_{v2} [MN/m^2]	<10	15...25	50...80	-

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:

- Lokale Bauwerksreste im Bereich der ehemaligen Bebauung können nicht ausgeschlossen werden. Weiterhin ist in diesem Bereich mit Zusatzaufwendungen für die Gebäudegründungen zu rechnen.

² Die Wichte unter Auftrieb ist jeweils um 10 kN/m^3 vermindert anzunehmen.

- Der Wechsel zwischen Ton, Kies und Festgestein in der Sohlebene der Kanäle und Wohngebäude erfordert Setzungsausgleichsmaßnahmen.
- Die im Bereich des Verkehrsflächenplanums anstehenden Erdstoffe bedürfen weitgehend der Ertüchtigung.
- Das hohe Grundwasser.

5.2. Baugrundeignung zur Gründung

5.2.1. Kanäle

Homogenbereich A: Auffüllung

Bedarf für die Auflagerung eines Bodenaustauschs.

Homogenbereich B: Ton

Bedarf für die Auflagerung eines Bodenaustauschs.

Homogenbereich C: Kies

Ist ausreichend tragfähig.

Homogenbereich D: Festgestein

Ist ausreichend tragfähig.

5.2.2. Gebäude

Homogenbereich A: Auffüllung

Ist nicht zur Gründung geeignet.

Homogenbereich B: Ton

Ist zur Lastabtragung geringer und homogener Lasten ausreichend tragfähig. Die Gründung erfolgt vorzugsweise mit Streifenfundamenten oder Bodenplatten.

Homogenbereich C: Kies

Ist für mittlere bis hohe Lasteintragungen ausreichend tragfähig.

Homogenbereich D: Festgestein

Ist zur Lastabtragung mittlerer bis hoher Lasten ausreichend tragfähig.

Mischgründungen zwischen den Homogenbereichen B und C/D sind nicht zulässig.

Mischgründungen zwischen den Homogenbereichen C und D sind zulässig.

5.2.3. Verkehrsflächen

Homogenbereich A: Auffüllung

Bedarf der Ertüchtigung vor dem Einbau der Regeltragschichten.

Homogenbereich B: Ton

Bedarf der Ertüchtigung vor dem Einbau der Regeltragschichten.

Homogenbereich C: Kies

Ist als Erdplanum ausreichend tragfähig.

Homogenbereich D: Festgestein

Steht allgemein erst unterhalb einer Regelgründungstiefe von Verkehrsflächen an.

5.3. Verwendbarkeit des Aushubes

Der **Ton** und der zersetzte **Tonstein** sind im erdfeuchten Zustand als Bauwerkshinterfüllung verwendbar.

Der **Kies** und der entfestigte **Tonstein** sind im erdfeuchten Zustand als Grabenverfüllung bzw. als Dammschüttmaterial verwendbar.

Die Erdstoffe (bis auf Kies) sind jeweils bis max. 0,5 m unter dem Erdplanum von Verkehrsflächen einzubauen. Liegen die bindigen Erdstoffe in einem durchfeuchteten Zustand vor, so sind sie nur zum Geländeausgleich von unbelasteten Flächen (Grünanlagen etc.) anwendbar.

Beim Einbau feinkörniger Erdstoffe ist neben dem erdfeuchten (steifen bis halbfesten) Zustand ein Einbau in dünnen Lagen (mit $d \leq 0,2$ 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. Weiterhin ist beim Einsatz von hydraulischen Bindemitteln vorab die Verträglichkeit der anstehenden Erdstoffe zu prüfen (Gipsauslaugung im Keuper → Sulfatangriff).

Für den Einbau unter Gründungselementen von Hochbauten sind die anstehenden Erdstoffe (außer Kies, mit Sonderprüfung) nicht geeignet.

Bei einer Wiederverwendung sind die Frost- und 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

Wir gehen aufgrund der umfangreich, erforderlichen Hausanschlüsse und der rasch wechselnden Böden im Untergrund von einer offenen Verlegung der Erschließungskanäle aus.

6.1.1. Herstellung und Gestaltung des Rohrgrabens

Bei einer mittleren Kanaltiefe von ca. 2...3 m unter OK Gelände befindet sich die Rohrsohle wechselnd im Ton, Kies und örtlich auch im Zersatz des Keuper. Beim Aushub muss daher wechselnd mit grobkörnigen Lockergesteinen (vorwiegend östlicher Bereich) und bindigen Lockergesteinen (vorwiegend westlicher Bereich) gerechnet werden. Die Grabetechnik ist entsprechend flexibel vorzuhalten. Für den Keuper und den steinigen Kies sind schwere Lösegeräte erforderlich.

Weiterhin ist bei Einbindetiefen ab 2 m partiell und bis 3 m regelmäßig mit Eingriffen in den Grundwasserleiter zu rechnen.

Die Ausführung unverbauter Gräben ist nur in Bereichen mit geringen Sohl-tiefen (bis max. 1,25 m) möglich.

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

Auffüllung	$\beta_1 \leq 50^\circ$
Ton	$\beta_2 \leq 60^\circ$
Kies	$\beta_3 \leq 45^\circ$
Keuper	$\beta_4 \leq 65^\circ$

Im Bereich von örtlichen Störungen (größere Auffüllungsmächtigkeit), 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 Kies und der Keuper nur begrenzt bzw. kaum rammbare sind. Vorzugsweise sollten daher selbstaussteifende Transportverbaue oder Verbausysteme mit einer geringen Fußeinbindung zum Einsatz kommen.

Bei Eingriffen von >2 m unter Ok Gelände sind offene Wasserhaltungen als Bedarfsposition in den betreffenden Losen vorzusehen.

6.1.2. Rohraufleger

In der Auffüllung und im Ton (beide nur lokal anzutreffen) ist ein Bodenaustausch von ca. 20...30 cm (z.B. Kies/Sand 0/45) zur Tragfähigkeitserhöhung vorzusehen.

Im Bereich des Kieses ist kein zusätzlicher Bodenaustausch notwendig.

Im Keuper ist eine Austauschstärke von i.M. 10...20 cm, sowohl zum Feinausgleich im Bereich schiefriger Strukturen als auch für einzelne aufgeweichte Karsthorizonte vorzusehen.

Die genaue Festlegung kann erst nach Freilegung der Sohle durch Baugrundabnahmen erfolgen.

Der Einbau im Bereich der Rohrbettung hat mit einer Dichte $D_{Pr} \geq 97\%$ zu erfolgen.

6.1.3. Rohrgrabenverfüllung

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 17, Abschnitt 4.3.2 sind einzuhalten. In den oberen ca. 1,0 m der Verfüllung (spätestens ab 0,5 m unter dem Gründungsplanum des Oberbaus) ist ein gut verdichtungsfähiges Material (Schotter, Kies, Betonrecycling) zu verwenden. In diesem Verfüllbereich ist ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$ nachzuweisen.

6.2. Bauwerke

Das vorliegende Gutachten stellt kein Bauwerksgutachten dar. Für Hochbauten sind objektbezogene Baugrundgutachten mit reduzierten Aufschlussabständen durchzuführen. Untenstehende Angaben für die Gründung von Hochbauten sind für Vorplanungen anzuwenden.

Grundsatz für alle Bauwerke muss sein: Mischgründungen zwischen dem Homogenbereich B: Ton und den Homogenbereichen C und D sind zu vermeiden. Dazu ist bereits bei der Planung eine sinnvolle Höheneinordnung der Bauwerke anzustreben. Der Homogenbereich A: Auffüllung ist im Regelfall als nicht tragfähig zu bewerten, so dass sich für nichtunterkellerte Bauwerke Mehrkosten im nördlichen Drittel des Baufeldes ergeben.

6.2.1 Bauwerke ohne Keller

Die einzuhaltende frostfreie Gründungstiefe liegt bei -1,0 m. In dieser Tiefe steht im nördlichen Drittel des Baufeldes noch weiträumig der unzureichend tragfähige Homogenbereich A: Auffüllung an. Daher sind lokal Tiefergründungen notwendig.

In den südlichen 2/3 des Baufeldes steht weitgehend schon der Homogenbereich C: Kies bzw. örtlich der Homogenbereich B: Ton an.

Die Gründung hat vorzugsweise im Homogenbereich C: Kies zu erfolgen. Eine Gründung im Homogenbereich B: Ton kann jedoch mit verminderten Sohlspannungen erfolgen. Wahlweise ist der Einsatz von konstruktiv bewehrten Streifenfundamenten oder Bodenplatten auf Schotterpolstern möglich.

Zu beachten ist die hohe Witterungsempfindlichkeit des Tons. Daher ist eine zügige Versiegelung oder Überschüttung der Planumssohlen bauzeitlich zu berücksichtigen. Die Sohlen sind hier zwingend mit ungezahnter Technik freizulegen.

6.2.2 Bauwerke mit Keller

Ausgehend von einer typischen Einbindetiefe der Keller von ca. 2½...3 m unter Ok Gelände, befinden sich die Sohlen weitgehend in den Homogenbereichen C: Kies und D: Festgestein. Nur im Bereich der nordwestlichen Baufeldecke (RKS 16...17) ist der Anschnitt des Homogenbereichs B: Ton zu erwarten.

Auch hier gilt, analog der nichtunterkellerten Bauweise: Mischgründungen sind zu vermeiden.

Als Gründungskörper sind vorzugsweise Bodenplatten, die weitgehend direkt aufgelagert werden können, zu verwenden. Einzelfundamente sind aufgrund der unruhigen Untergrundverhältnisse weitgehend zu vermeiden (ggf. mit Einzelfallprüfung).

Für Streifenfundamente ist sowohl im Kies als auch im Keuper mit unregelmäßigen Ausbrüchen der Fundamentgräben und damit verbundenem Mehrbeton zu rechnen. Die Sohlen im Keuper sind analog des Tones mit ungezahnter Technik freizulegen.

6.2.3. Bauwerksabdichtung

Die Abdichtung von erdeinbindenden Bauwerksräumen sollte am Standort aufgrund der hohen möglichen Wasserstände vorzugsweise druckwasserhaltend, gemäß **Lastfall W2-E** ausgeführt werden. Lichtschächte und andere Öffnungen müssen entweder in die Wannenkonstruktion integriert oder anderweitig entwässert oder abgedichtet werden.

Für nichtunterkellerte Einfamilienhäuser reicht die Anordnung einer kapillarbrechenden Schicht unter der Bodenplatte aus.

6.2.4. Bauwasserhaltung

Die Gründungs- und Tiefbauarbeiten sind zu Zeiten geringer Niederschlagswahrscheinlichkeit durchzuführen. Bei Eingriffen unterhalb von ca. 2½ m muss zumindest in der Tallage mit dem Anschnitt von Grundwasser gerechnet werden. Da die Wasserstände am Standort aufgrund der Lage am Rand der Geraaue stark schwankend sind, wird zur besseren Planung einer Wasserhaltung das Anlegen von mindestens 4 größeren Baggerschürfen zur Beobachtung des ausgepegelten Wasserruhestandes kurz vor Baubeginn empfohlen. Für die Planung sollte für die Herstellung aller tieferen Kanäle vorsorglich von einer benötigten Wasserhaltung ausgegangen werden. Diese ist dann dem Erdaushub vorausgehend mittels Brunnen herzustellen, die um mindestens 1 m unter die geplante Aushubsohle eingetieft werden müssen.

6.3. Straßenober- und -unterbau

Angaben zur Belastungsklasse liegen derzeit noch nicht vor. Wir gehen jedoch aufgrund der Verwendungszwecke als Wohngebiets- und Anliegerstraßen von den Belastungsklassen Bk1,0...3,2 und Bk0,3 aus. Sollte sich dahingehend etwas ändern, bitten wir mit unserem Büro Rücksprache zu halten.

Somit ergeben sich unter Berücksichtigung der örtlichen klimatischen und untergrundbedingten Verhältnisse folgende Regelaufbauten gemäß RStO 12:

Belastungsklasse	Bk1,0...3,2 (Zufahrten)	Bk0,3 (PKW-Stellflächen, Rettungswege)
Grundwert F3-Boden (i.M.)	60 cm	50 cm
Frostzone II	+5 cm	+5 cm
Wasserverhältnisse	+0 cm	+0 cm
Entwässerung	-0 cm	-0 cm
Regelaufbau, gesamt (inkl. Deckschicht)	65 cm	55 cm
erforderlicher Bodenaustausch	30...40 cm (*)	30...40 cm (*)
Gesamtaufbau i.M.	95 cm	85 cm

(*) Das Erdplanum liegt nach den durchgeführten Aufschlüssen zum Teil in den Homogenbereichen A: Auffüllung und B: Ton. Für diese ist durchgängig ein zusätzlicher Bodenaustausch, z.B. in Form von ca. 30...40 cm Schotter/Schotter-

vorabsieb (witterungsabhängig, ggf. mit Grobschlag als Verdichtungshilfe) vorzusehen. Wird der Homogenbereich C: Kies angeschnitten, kann auf den o.g. Bodenaustausch verzichtet werden.

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 Frostschuttschotter 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.

6.4. Versickerung

Der Standort ist für eine Versickerung nur bedingt geeignet. Ausreichend sickerfähig ist ausschließlich der Homogenbereich C: Kies. Dieser stellt jedoch gleichzeitig den Hauptgrundwasserleiter dar, so dass zu dessen Schutz ein hinreichender Abstand einzuhalten ist. Daher sind am Standort nur sehr flache Sickeranlagen ausführbar. Vorzugsweise sind oberflächennahe Mulden bzw. Rigolen mit einer Sohleinbindung von max. 1...1½ m (Festlegung je nach genauer Lage im Einzelfall) vorzusehen. Um die Sickerfähigkeit sicherzustellen, ist zwischen Uk Rigole und dem Homogenbereich C: Kies örtlich der Einbau eines Bodenaustauschs mit Filterkies (geovliesumhüllt) notwendig.

Ist eine Versickerung geplant, dann sind im betreffenden Bereich weiterführende Untersuchungen ausführen zu lassen.

Für die Entwässerung von kleineren Verkehrsflächendecken ist die Anlage oberflächennaher Mulden möglich.

6.5. Technische Hinweise

- Zur Vermeidung bzw. Reduzierung witterungsbedingter Störungen sind die Erd- und Betonierungsarbeiten 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 sind bei Aushubtiefen bis ca. 2½ m als Bedarfsposition vorzuhalten. Für tiefere Eingriffe sind Wasserhaltungen vorzugsweise präventiv anzuordnen.
- 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 Schaf Fußwalzen und/oder Polygonwalzen zu erfolgen. Zur Endfertigstellung sind anschließend Glattwalzen (weitgehend ohne Vibration) einzusetzen.
- Sohlen im Kies sind nachzuverdichten. Aushubbedingte Auflockerungen sind hier kaum zu vermeiden. Geeignet sind z.B. mittelschwere bis schwere Rüttelplatten oder schwere Auflastvibrationswalzen.
- Bei Gründung in den bindigen Erdstoffen hat das Herstellen von Tiefergründungen zum Schutz der wasserempfindlichen Sohlen soweit wie möglich in Erdschalung zu erfolgen. Nachfall auf den Sohlen ist vor dem Einbau des Fundamentbetons zu beräumen.
- In den grobkörnigen Böden ist nicht von einer durchgehenden oder gar längerfristigen Standsicherheit der Erdwandungen auszugehen. Hier sind Schalhilfen einzuplanen.

- Im Bereich der bindigen Böden ist für Verbausysteme von einer erhöhten Haftkohäsion an der Verbauwand auszugehen.
- Bei unterschiedlichen Gründungstiefen sind die Fundamente unter einem Winkel von $\beta_0 \leq 30^\circ$ abzutreten.
- 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 (Tone) sind nach dem Einbau vorzugsweise abzudecken.
- Aufgrund der Lage des Baufeldes am Rand der Geraaue ist lokal mit rasch wechselnden Untergrundverhältnissen zu rechnen. Daher ist eine baubegleitende Überwachung aller Erdarbeiten vorzusehen.
- Für die Planung der Wohngebäude sind, ebenfalls aufgrund der rasch wechselnden Untergrundverhältnisse, objektbezogene Baugrundgutachten anzufertigen.
- 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 Frostschuttschicht und der Tragschicht (= 3 Stück je 100 m Länge)
- **Werden während der Aushubarbeiten örtlich abweichende Untergrundverhältnisse gegenüber denen bei der Baugrunderkundung ermittelten festgestellt, so ist unser Büro umgehend zu benachrichtigen.**

7. Erdstatische Berechnungen

Die folgenden **zulässigen Sohlspannungen** für Einzel- oder Streifenfundamente wurden mittels erdstatistischer 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.

Gründung in Homogenbereich	zulässige Sohlspannung zul. σ_0 [kN/m ²]		Bettungsmodul k_s [MN/m ³]
	Streifenfundament	Einzelfundament	
A: Auffüllung (nachverdichtet mit ≥ 1 m Schotterpolster)	-	-	4...6
B: Ton	190	250	7...10
C: Kies	320	430	20...26
D: Festgestein	280	400	22...28

8. Schadstoffuntersuchung

8.1. Allgemeines

Die durchgeführte Altlastengefährdungsabschätzung hat nur Stichprobencharakter (stellt keine Probenahme gemäß LAGA PN98 dar).

Der Standort wurde analog der Baugrundbetrachtung zweigeteilt:

- Das nördliche Drittel mit einer ehemaligen Vorbebauung und unklarer Rückverfüllung.
- Die südlichen zwei Drittel mit ausschließlicher Agrarnutzung.

Entsprechend wurde sowohl die Probenentnahmedichte als auch die Untersuchungsdichte im nördlichen Drittel erhöht, wohingegen in den südlichen zwei Dritteln der Untersuchungsumfang auf ein Minimum beschränkt wurde.

Zum Zwecke einer ersten Einschätzung des möglichen Entsorgungsaufwandes wurden aus den Sondierungen Einzelproben entnommen und gemäß untenstehendem Programm untersucht:

Mischprobe MP1 (nördliches Drittel)

RKS 11...15, Homogenbereich A: Auffüllung

LAGA-Boden, Stand 1997 + TOC

Ergänzungsparameter DepV

Mischprobe MP2 (nördliches Drittel)

RKS 16...20, Homogenbereich A: Auffüllung

LAGA-Boden, Stand 1997 + TOC

Ergänzungsparameter DepV

Mischprobe MP3 (nördliches Drittel)

RKS 11...20, Homogenbereiche B: Ton + C: Kies

LAGA-Boden, Stand 1997 + TOC

Ergänzungsparameter DepV

Mischprobe MP4 (südliche zwei Drittel)

RKS 1...10, Homogenbereich A: Auffüllung

LAGA-Boden, Stand 1997 + TOC

Ergänzungsparameter DepV

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

- **Organik** nach DIN EN 15169/DIN EN 13137
- **Kohlenwasserstoffe** nach DIN EN 14039
- **DOX** nach DIN EN 1484
- **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

8.3.1. Mischprobe MP 1

Die Untersuchung erfolgte gemäß LAGA Boden (Stand 11/97) + TOC.

Die Einzelergebnisse sind dem Prüfbericht 19-2787 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
<i>im Feststoff</i>						
PAK	6,6 mg/kg	1	5	15	20	Z1.2
Benzo(a)pyren	0,53 mg/kg		0,5	1		Z1.2
Cadmium	0,96 mg/kg	0,6	1	3	10	Z1.1
Kupfer	40,8 mg/kg	40	100	200	600	Z1.1
Cyanid	1,8 mg/kg	1	10	30	100	Z1.1
<i>im Eluat</i>						
Leitfähigkeit	530 µS/cm	500	500	1.000	1.500	Z1.2
Sulfat	189 mg/l	50	50	100	150	>Z2

Die Mischprobe der Aushuberdstoffe im Homogenbereich A (RKS 11-15) weist maßgeblich einen deutlich erhöhten Anteil an Sulfation im Eluat auf.

Insgesamt ist der Aushub gemäß LAGA Boden 1997 der **Zuordnungsklasse >Z2** zuzuordnen und ist damit von einem Wiedereinbau ausgeschlossen.

8.3.2. Mischprobe MP 2

Die Untersuchung erfolgte gemäß LAGA Boden (Stand 11/97) + TOC.

Die Einzelergebnisse sind dem Prüfbericht 19-2789 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
<i>im Feststoff</i>						
PAK	5,5 mg/kg	1	5	15	20	Z1.2
Kupfer	45,0 mg/kg	40	100	200	600	Z1.1
Zink	165 mg/kg	120	300	500	1.500	Z1.1
<i>im Eluat</i>						
Alle Parameter Z0						

Die Mischprobe der Aushuberdstoffe im Homogenbereich A (RKS 16-20) weist maßgeblich einen erhöhten Summenparameter PAK im Feststoff auf.

Insgesamt ist der Aushub gemäß LAGA Boden 1997 der **Zuordnungsklasse Z1.2** zuzuordnen. Ein *Wiedereinbau in technischen Bauwerken* ist gemäß Einbauklasse 1 (wasserdurchlässige Bauweise) nur in hydrologisch günstigen Gebieten (Mindestabstand zum HGW >1 m) zulässig. Der Standort ist als hydrologisch ungünstig zu bewerten, daher hat der Wiedereinbau am Standort gemäß Einbauklasse 2 (wasserundurchlässige Bauweise) zu erfolgen.

8.3.3. Mischprobe MP 3

Die Untersuchung erfolgte gemäß LAGA Boden (Stand 11/97) + TOC.

Die Einzelergebnisse sind dem Prüfbericht 19-2791 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
<i>im Feststoff</i>						
Alle Parameter Z0						
<i>im Eluat</i>						
Sulfat	115 mg/l	50	50	100	150	Z2

Die Mischprobe der Aushuberdstoffe in den Homogenbereichen B+C (RKS 11-20) weist maßgeblich einen erhöhten Anteil an Sulfation im Eluat auf.

Insgesamt ist der Aushub gemäß LAGA Boden 1997 der **Zuordnungsklasse Z2** zuzuordnen. Ein *Wiedereinbau in technischen Bauwerken* ist gemäß Einbauklasse 2 (wasserundurchlässige Bauweise) zulässig.

8.3.4. Mischprobe MP 4

Die Untersuchung erfolgte gemäß LAGA Boden (Stand 11/97) + TOC.

Die Einzelergebnisse sind dem Prüfbericht 19-2785 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
<i>im Feststoff</i>						
PAK	16,3 mg/kg	1	5	15	20	Z2
Benzo(a)pyren	0,83 mg/kg		0,5	1		Z1.2
Kupfer	50,5 mg/kg	40	100	200	600	Z1.1
Quecksilber	0,67 mg/kg	0,3	1	3	10	Z1.1
Zink	167 mg/kg	120	300	500	1.500	Z1.1
<i>im Eluat</i>						
Alle Parameter Z0						

Die Mischprobe der Aushubstoffe im Homogenbereich A (RKS 1-10) weist maßgeblich einen erhöhten Summenparameter PAK im Feststoff auf.

Insgesamt ist der Aushub gemäß LAGA Boden 1997 der **Zuordnungsklasse Z2** zuzuordnen. Ein *Wiedereinbau in technischen Bauwerken* ist gemäß Einbauklasse 2 (wasserundurchlässige Bauweise) zulässig.

8.4. Ergebnisse gemäß DepV

8.4.1. Mischprobe MP 1

Die Zuordnung erfolgt gemäß DepV nach den Deponieklassem Dk 0-III.

Die Einzelergebnisse sind dem Prüfbericht 19-2788 in der Anlage zu entnehmen.

Folgende Parameter sind gegenüber dem jeweiligen Grenzwert für die Deponieklasse DK 0 erhöht und führen somit zu einer Höherstufung:

Parameter	Einheit	Grenzwerte gemäß DepV vom 27.04.2009				Messwert	Zuordnung gemäß DepV
		Dk 0	Dk I	Dk II	Dk III		
<i>im Feststoff</i>							
Glühverlust	M-%	3	3	5	10	3,7	Dk II
TOC	M-%	1	1	3	6	2,4	Dk II
<i>im Eluat</i>							
Sulfat	mg/l	100	2.000	2.000	5.000	189	Dk I

Maßgebend ist die erhöhte Organik in der Mischprobe des Homogenbereichs A (RKS 11-15). Diese führt zu einer Einstufung in eine **Deponieklasse Dk II**.

8.4.2. Mischprobe MP 2

Die Zuordnung erfolgt gemäß DepV nach den Deponieklassen Dk 0-III.

Die Einzelergebnisse sind dem Prüfbericht 19-2790 in der Anlage zu entnehmen.

Folgende Parameter sind gegenüber dem jeweiligen Grenzwert für die Deponieklasse DK 0 erhöht und führen somit zu einer Höherstufung:

Parameter	Einheit	Grenzwerte gemäß DepV vom 27.04.2009				Messwert	Zuordnung gemäß DepV
		Dk 0	Dk I	Dk II	Dk III		
<i>im Feststoff</i>							
Glühverlust	M-%	3	3	5	10	4,4	Dk II
TOC	M-%	1	1	3	6	1,7	Dk II
<i>im Eluat</i>							
Alle Parameter							Dk 0

Maßgebend ist die erhöhte Organik in der Mischprobe des Homogenbereichs A (RKS 16-20). Diese führt zu einer Einstufung in eine **Deponieklasse Dk II**.

8.4.3. Mischprobe MP 3

Die Zuordnung erfolgt gemäß DepV nach den Deponieklassen Dk 0-III.

Die Einzelergebnisse sind dem Prüfbericht 19-2792 in der Anlage zu entnehmen.
Folgende Parameter sind gegenüber dem jeweiligen Grenzwert für die Deponieklasse DK 0 erhöht und führen somit zu einer Höherstufung:

Parameter	Einheit	Grenzwerte gemäß DepV vom 27.04.2009				Messwert	Zuordnung gemäß DepV
		Dk 0	Dk I	Dk II	Dk III		
im Feststoff							
Alle Parameter							Dk 0
im Eluat							
Sulfat	mg/l	100	2.000	2.000	5.000	115	Dk I

Maßgebend ist der erhöhte Anteil an Sulfationen in der Mischprobe der Homogenbereiche B+C (RKS 11-20). Diese führt zu einer Einstufung in eine **Deponieklasse Dk I**.

8.4.4. Mischprobe MP 4

Die Zuordnung erfolgt gemäß DepV nach den Deponieklassen Dk 0-III.

Die Einzelergebnisse sind dem Prüfbericht 19-2786 in der Anlage zu entnehmen.
Folgende Parameter sind gegenüber dem jeweiligen Grenzwert für die Deponieklasse DK 0 erhöht und führen somit zu einer Höherstufung:

Parameter	Einheit	Grenzwerte gemäß DepV vom 27.04.2009				Messwert	Zuordnung gemäß DepV
		Dk 0	Dk I	Dk II	Dk III		
im Feststoff							
Glühverlust	M-%	3	3	5	10	4,6	Dk II
TOC	M-%	1	1	3	6	2,3	Dk II
im Eluat							
Alle Parameter							Dk 0

Maßgebend ist die erhöhte Organik in der Mischprobe des Homogenbereichs A (RKS 1-10). Diese führt zu einer Einstufung in eine **Deponieklasse Dk II**.

8.5. Abfallschlüssel

Mischprobe MP1: RKS 11...15, Homogenbereich A

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

Mischprobe MP2: RKS 16...20, Homogenbereich A

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

Mischprobe MP3: RKS 11...20, Homogenbereiche B+C

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

Mischprobe MP4: RKS 1...10, Homogenbereich A

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