



[Dr. Tille, Chladiusstraße 3, 01558 Großenhain](#)

Stadt Lübben (Spreewald)

Postfach 1551

15905 Lübben

**Dr. Peter Tille**

Chladiusstraße 3

01558 Großenhain

Tel.: (03522) 5135 - 60

Fax: 5135 - 70

Baugrund-Dr.Tille@t-online.de

Volksbank Raiffeisenbank

Meißen Großenhain e. G.

IBAN:

DE12 8509 5004 6714 0010 25

BIC: GENO DE F1MEI

## Geotechnischer Bericht

**Zusatzerkundung an der Paddenbrücke für das Wohngebiet „Am Roten Nil“ in Lübben**

Bericht-Nr.: E19 – 027Z1  
Geotechnische Kategorie: 2  
Untersuchungsstufe: Hauptuntersuchung  
Bearbeiter: Dr. Peter Tille



Großenhain, den 18.09.2020

<b>Inhalt:</b>	<b>Seite</b>
1. Bauvorhaben .....	3
2. Ergebnisse der Baugrunderkundung.....	3
2.1. Geologische und hydrogeologische Gesamtsituation.....	3
2.2. Durchgeführte Untersuchungen.....	3
2.3. Ergebnisse der Rammkernsondierungen .....	4
2.4. Ergebnisse der schweren Rammsondierungen.....	4
2.5. Hydrogeologische Gegebenheiten .....	5
2.6. Ergebnisse der Laboruntersuchungen .....	5
3. Baugrundmodell .....	6
4. Gründungsvorschläge .....	7
5. Hinweise zu den Erdarbeiten.....	10
6. Wasserhaltung und Auftriebssicherheit.....	13
7. Schlussbemerkungen.....	14

### **Anlagenverzeichnis**

1	Zusammenstellung der Erkundungen
2	Lageplan mit Sondieransatzpunkten, M 1: 500
3.0	Legende
3.1	Bohrprofile der Rammkernsondierungen, Widerstandslinien der Rammsondierungen
4	Körnungslinien
5	Grundbruch- und Setzungsberechnungen

### **Unterlagenverzeichnis**

/1/	Nachtrag vom 24.06.2020 zum Untersuchungsauftrag vom 21.06.2019
/2/	Topografische Karte, Brandenburg/Berlin, M 1 : 50.000
/3/	Lage- und Höhenplan, M 1 : 500
/4/	Geologische Karte, Blatt 4049 – Lübben (Spreewald), M 1 : 25.000
/5/	Ergebnisse der Rammkern- und Rammsondierungen, IB Dr. Tille von 2019 + 22.07.2020
/6/	Geotechnischer Bericht für die Erschließung des Wohngebietes „Am Roten Nil“ in Lübben, Bericht-Nr.: E19-027P, Ingenieurbüro Dr. Tille, Großenhain 20.01.2020.

## **1. Bauvorhaben**

In Lübben soll ein neues Wohngebiet „Am Roten Nil“ durch die Verlegung von Versorgungsleitungen und den Bau von Anliegerstraßen erschlossen werden. Vom Ingenieurbüro Dr. Tille wurde dazu ein Geotechnischer Bericht erarbeitet /6/. Im Zuge der Wohngebietserschließung soll der Zufahrtsweg an der „Paddenbrücke“ neu ausgebaut und der Böschungsbereich zum östlich angrenzenden Graben/Fließ gesichert werden. Die Stadt Lübben beauftragte das Ingenieurbüro Dr. Tille für diese Baumaßnahme mit der Erstellung eines Geotechnischen Berichtes nach DIN 4020 als Zusatz zu /6/.

## **2. Ergebnisse der Baugrunderkundung**

### **2.1. Geologische und hydrogeologische Gesamtsituation**

Nach /6/ ist am Untersuchungsstandort im Untergrund mit pleistozänen teilweise schwach schluffigen Talsanden zu rechnen. Die Talsande können vor allem in den lokalen Senkenbereichen häufig von alluvialen Bildungen der Spreeniederung überdeckt sein. An der Oberfläche ist der Zufahrtsweg an der Paddenbrücke durch den Einbau ungebundener Tragschichten im Wegebereich und durch aufgefüllte/gestörte Böden in den vorhandenen Leitungsbereichen anthropogen überprägt.

Die Talsande bilden den oberen praktisch unendlich ausgedehnten und gut wasserdurchlässigen Grundwasserleiter, der mit den Spreewasserständen korrespondiert. Im Untersuchungsbereich kommt das Grundwasser meist oberflächennah ca. 2 m unter OKG und in Nässeperioden bis (nahe) OKG vor.

### **2.2. Durchgeführte Untersuchungen**

Zur Erkundung der Baugrund- und Gründungsverhältnisse an der Paddenbrücke wurden durch unser Büro zusätzlich 2 Sondierbohrungen (BS 13+14) mit einer Rammkernsonde (Durchmesser = 40-60 mm) und 2 schwere Rammsondierungen (DPH 12+13) bis 7 m Tiefe niedergebracht. Die Lage der Aufschlussansatzpunkte ist im Lageplan (Anlagen 2) dokumentiert. Der Sondieraufschluss (BS 12) aus /6/ wurde in diesem Bericht mit ausgewertet. Die Höhen der Ansatzpunkte wurden durch Interpolation etwa mit Dezimetergenauigkeit aus dem Lage- und Höhenplan /3/ bestimmt. Die Bohrtiefen sind auf OK Bohransatzpunkt bezogen.

### **2.3. Ergebnisse der Rammkernsondierungen**

Detaillierte Angaben zu Bodenhauptart, Beimengungen, Beschaffenheit und Bodenklasse sind den Bohrprofilen (Anlagen 3.1) zu entnehmen. Die Bohrprofile sind entsprechend DIN 4023 dargestellt. Die Aufschlussresultate belegen homogene Bodenverhältnisse im gesamten Untersuchungsbereich. Die vorkommenden Böden wurden in **Homogenbereichen (HB)** mit folgender Regelschichtung zusammengefasst:

An der Oberfläche wurde überwiegend mächtiger (d ca. 0,8 m), im Bereich des Weges auch überschütteter

#### ***Mutterboden ([OH] - HB 1)***

aus (schwach) schluffigen und humosen Fein- bis Mittelsanden in lockerer Lagerung erkundet. Im Weg „Paddenbrücke“ wurde der anstehende Mutterboden mit einer mitteldichten und bis zu 0,2 m mächtigen

#### ***Tragschicht ([Sc; GW] – HB 2.2)***

aus Schotter, Kies und Sand überschüttet. Unter der Tragschicht stehen meist gestörte Böden, oder teilweise auch überschütteter Mutterboden, als

#### ***Auffüllung ([OH] – HB 2.1)***

bis ca. 1,7 m Tiefe an. Diese Böden sind nur im Wegebereich teilweise konsolidiert, ansonsten meist locker gelagert und humos durchsetzt sowie generell nicht ausreichend tragfähig. Diese organisch durchsetzten Böden kommen im gesamten Bereich am Abzugsgraben Nord vor. Unter den meist humosen Decksanden / Auffüllungen stehen generell mitteldicht gelagerte

#### ***Talsande (SE – HB 3)***

als schlufffreie Fein-Mittelsande bis zur Endteufe von 7 m an. Die Böschung zum östlich fließenden A-Graben Nord ist nach den Vermessungsunterlagen /3/ meist steil mit einer Böschungsneigung 1 : 1,5 ausgebildet, wird aber durch den vorhandenen biologischen Verbau (Bäume und Sträucher) stabil gehalten.

### **2.4. Ergebnisse der schweren Rammsondierungen**

Zur Beurteilung der Lagerungsdichte der anstehenden Böden im Böschungsbereich wurden zwei schwere Rammsondierungen (DPH 12+13) bis 7 m abgeteuft. Die Schlagzahlen belegen für die Böden im Böschungsbereich bis mindestens 2 m unter OK Fahrbahn (OKF) eine generell nur lockere Lagerung. Erst unter dem Wasserspiegel des A-Grabens Nord zeigen Schlagzahlen  $N_{10}$  von 5-9 eine mitteldichte Lagerung der Talsande (HB 3) an. Im Böschungsbereich ist deshalb eine ausreichende Tragfähigkeit für Gründungen erst unterhalb der A-Graben Nord – Sohle hinreichend sicher gegeben.

## 2.5. Hydrogeologische Gegebenheiten

Grundwasser wurde zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten etwa bei 47,5 m HN, d.h. in Höhe des Grabenwasserstandes angeschnitten. Zum Erkundungszeitpunkt handelte es sich um verminderte Grundwasserstände (NW). In seltenen extremen Nässeperioden, insbesondere bei extremem und anhaltendem Hochwasser der Spree ist am Standort kurzzeitig mit bis ca. 1 m höheren Grundwasserhöchstständen (HHW) und äußerst selten (> HW 50) mit Grundwasser bis ca. 49,5 m HN zu rechnen. Die Grundwasser- und Spreewasserstände werden aber im Untersuchungsbereich noch immer vom Braunkohleabbau und der entsprechenden Spreewasserregulierung beeinflusst und können deshalb zukünftig weiter ansteigen. In äußerst seltenen extremen Hochwasserperioden (> HW 100) kann deshalb eine Überschwemmung im Grabenbereich potentiell nicht vollständig ausgeschlossen werden. Deshalb sollten Bauwerke bis mindestens 40,8 m HN, besser 50,1 m HN, vollständig druckwasserdicht oder mit einer Fußbodenhöhe (Höhe der horizontalen Bauwerksdichtung) über 50,1 m HN ausgebildet werden. Mit Grundwasser im Gründungsbereich ist generell ganzjährig zu rechnen. Genauere Angaben zum Höchstgrundwasserstand können in einer hydrogeologischen Stellungnahme erarbeitet werden.

## 2.6. Ergebnisse der Laboruntersuchungen

### Korngrößenverteilungen

Zur zuverlässigen Einordnung des Bodens nach DIN 18196 wurden zwei Nasssiebungen durchgeführt. Die Körnungslinien sind in der Anlage 4 dargestellt. Aus den Körnungslinien lassen sich die Böden nach Tab. 1 bestimmen. Der Kf-Wert wurde nach Beyer aus den Körnungslinien mit  $5 \cdot 10^{-5}$  für die Talsande (HB 3) berechnet (Anlage 4.1). Nach unseren örtlichen Erfahrungen kann für die Sande (HB 3) aber generell mit höheren Kf-Werten  $\geq 1 \cdot 10^{-4}$  m/s gerechnet werden. Die Sande sind jedoch mit  $U \sim 3$  sehr gleichkörnig und deshalb nur schwer verdichtbar.

**Tabelle 1: Kornverteilungen**

BS / Probe -Nr.	Tiefe unter OKG [m]	Bodengruppe nach DIN 18196	Bezeichnung nach DIN 4022	Kornanteil < 0.063 mm [%]	U - Wert $d_{60}/d_{10}$	Frostem pfind- lichkeit
13/2	2,0 – 4,0	SE	Fein-Mittelsand, gs‘	3,9	3,1	F 1
14/1	0,0 – 0,1	[Sc; GW]	Sand und Kies	4,8	112	F 1

### Beton- und Stahlaggressivität des Grundwassers

Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung aus /6/ können auf den Standort Paddenbrücke übertragen werden. Bei Uferbefestigungen (Stützmauer, Spundwand) wird aber die Beton- und Stahlaggressivität des Grabenwassers für den Korrosionsschutz maßgebend sein. Hierfür können Wassergüteparameter der Spree verwendet werden. Unabhängig von den Messwerten der Spree sollte aber mindestens der Angriffsgrad nach /6/ verwendet werden.

### 3. Baugrundmodell

#### Bodenmechanische Kennziffern

Auf der Grundlage der Aufschlussergebnisse und von Erfahrungswerten aus vergleichbaren Baumaßnahmen werden in der Tabelle 2 die maßgebenden bodenmechanischen Kennziffern für die ausgewiesenen Homogenbereiche angegeben. Die Kennwerte nach VOB/C sind für die Homogenbereiche in Tabelle 3 zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 2: Bodenmechanische Kennziffern**

Tiefe von - bis [m u. OKG]	Bodengr. nach DIN18196	Bodenkl. nach DIN18300	Wichte Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte erdfeucht $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungs- winkel $\phi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steife- modul Es [MN/m <sup>2</sup> ]	K-Wert kf [m/s]	Frostem- pfind- lichkeit
<b>Mutterboden aufgefüllt/gestört; Feinsand, schwach schluffig, humos; locker (HB 1)</b>									
0,0 – 0,8	OH	1/3	7 - 8	17 – 18	-	-	-	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-5</sup>	F3
<b>Auffüllung/gestörte Sande (schwach) schluffig, tw. humos; locker (HB 2.1)</b>									
0,1 – 1,7	[OH]	3	8 - 9 <sup>1)</sup>	17 - 18 <sup>1)</sup>	30 - 32 <sup>1)</sup>	0	5 – 15 <sup>1)</sup>	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-5</sup>	F3
<b>Talsand; tw. schwach schluffig; mitteldicht (HB 3)</b>									
0,8 – 7,0	SE	3	9 – 10	18 - 19	33 - 35	0	30 – 50	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-4</sup>	meist F1

<sup>1)</sup> Die höheren Werte gelten erst nach intensiver Verdichtung humusfreier Böden auf  $D_{Pr} \geq 0,98$ .

#### Tragfähigkeits- und Verformungseigenschaften

Die Homogenbereiche werden hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit für die Baumaßnahme wie folgt beurteilt: Der *Mutterboden (HB 1)* ist humos durchsetzt, nur locker gelagert, nicht verdichtbar, deshalb grundsätzlich

*nicht tragfähig*

und folglich im Baubereich stets vollständig abzutragen und zum Schutz getrennt abzulagern. Das im Wegebereich anstehende *Tragschicht- bzw. Befestigungsmaterial (HB 2.1)* ist generell gut verdichtbar und deshalb nach Wiedereinbau und Verdichtung auf  $D_{Pr} \geq 0,98$

*gut tragfähig.*

Die darunter oder an der Oberfläche anstehenden tw. humosen oder *gestörten Böden, Auffüllungen (HB 2.2)* sind meist nur locker gelagert. Nur die humusfreien Auffüllungen sind deshalb erst nach intensiver tiefenwirksamer Verdichtung mit einer schweren Vibrationswalze auf  $D_{Pr} > 0,98$  sowie vollständigem Abtrag/Austausch humoser oder fremdstoffhaltiger Böden

*ausreichend bzw. gut tragfähig.*

Die unterlagernden meist mitteldicht gelagerten *Talsande (HB 3)* sind

*gut tragfähig.*

Die freigelegte Aushubsohle sollte aber generell intensiv und tiefenwirksam zur Gewährleistung eines Verdichtungsgrades  $D_{Pr} \geq 0,98$  verdichtet werden. Grundwasser kommt im Gründungsbereich praktisch immer vor, weshalb überwiegend geschlossene Wasserhaltung erforderlich wird. Die Talsande neigen im Grundwasserbereich stark zum Fließen, weshalb das Grundwasser stets vor dem Öffnen der Baugruben  $> 0,6$  m unter Baugrubensohle abzusenken ist.

#### **4. Gründungsvorschläge**

##### **Für den Wegeausbau - Paddenbrücke**

###### **Frostempfindlichkeit**

Im Planumbereich kommen im Bereich der Paddenbrücke meist schwach humose und schwach schluffige Fein-Mittelsande vor, die insgesamt nicht ausreichend frostsicher sind (F3). Der Zufahrtsweg „Paddenbrücke“ ist deshalb generell grundhaft mit Frostschutzschicht auszubauen. Die tiefer anstehenden Talsande (HB 3) sind dagegen meist ausreichend tragfähig und können im Bereich der Frostschutzschicht wieder eingebaut werden. Das anstehende Schottermaterial (HB 2.2) zur Wegebefestigung ist ebenfalls ausreichend frostsicher (F1) steht aber generell nicht in ausreichender Mächtigkeit (0,1...0,2 m) im Fahrbahnbereich an. Das Schottermaterial kann aber im Frostschutz- oder Tragschichtbereich wieder eingebaut werden.

###### **Wasserverhältnisse**

Die angetroffenen Wasserverhältnisse sind aufgrund des zeitweise oberflächennah anstehenden Grundwassers generell als ungünstig einzuschätzen. Diese Tatsache ist bei der Bestimmung der Mindestdicke des frostsicheren Straßenaufbaues zu berücksichtigen (ZTVE-StB).

###### **Entwässerung des Planums und der Straße**

Die im Planumbereich anstehenden schwach humosen Böden gewährleisten die Entwässerung des Gründungsplanums noch ausreichend sicher. An der Paddenbrücke ist aber in sehr seltenen extremen Hochwasserperioden der Spree mit Grundwasser bis in den Planumsbe-

reich zu rechnen. In diesen seltenen Fällen ( $> HW 50$ ) ist die Planumsentwässerung nicht sicher gewährleistet. Durch eine zusätzliche Entwässerung im Planumbereich (Dränage) wird aber ebenfalls keine ausreichende Entwässerung gewährleistet, weil die Vorflut im Hochwasserfall nicht gegeben ist. Wir empfehlen deshalb den Zufahrtsweg ohne zusätzliche Planumsentwässerung, aber mit einer frostsicheren und nicht aufweichungsgefährdeten Frostschutz- und Tragschicht (Mineralgemisch bis 0/45) auszubauen. Wenn die lokale Höheneinordnung dies zulässt, sollte der Weg an der Paddenbrücke deshalb hoch in Dammlage (mindestens 0,3 m über OKF) errichtet werden. Mit Ausnahme seltener und extremer Nässeperioden oder Hochwasserstände der Spree ist die Versickerung des Niederschlagswassers ganzjährig sicher möglich.

### **Planum und Untergrund**

- \* Der bis ca. 0,8 m Tiefe anstehende Mutterboden ist nicht tragfähig und sollte vollständig abgetragen und zum Schutz getrennt gelagert werden.
- \* In Planumtiefe und im Untergrund stehen teilweise humose, häufig locker gelagerte und deshalb nur eingeschränkt tragfähige Sande (HB 2.1) bis ca. 1,7 m Tiefe an. Nur die humusfreien Sande sind nach intensiver Verdichtung ausreichend tragfähig und gewährleisten einen  $E_{V2}$ -Wert  $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ . Nach zusätzlicher Stabilisierung mit Mineralgemisch kann auf dem verdichteten Planum eine Tragfähigkeit  $\geq 80 \text{ MN/m}^2$  gewährleistet werden. In Teilbereichen mit weichplastischen oder humosen Auffüllungen im Planumbereich kann ein tieferer Teilbodenaustausch zusätzlich erforderlich werden.
- \* Tiefer als 0,8 m unter OKG stehen meist gut tragfähige und mitteldicht gelagerte Fein-Mittelsande an (HB 3), die nach intensiver Verdichtung auf  $D_{Pr} \geq 0,98$  ausreichend tragfähig sind und einen  $E_{V2}$ -Wert  $\geq 60 \text{ MN/m}^2$  sicher gewährleisten.

### **Gründungsvorschlag**

***>>> Wir empfehlen, die Anliegerstraße „Paddenbrücke“ grundhaft mit Frostschutzschicht möglichst mit OK Fahrbahn über 49,8 m HN quasi in Dammlage auszubauen, wenn die örtliche Höheneinordnung das zulässt. Die geforderte Tragfähigkeit  $\geq 45 \text{ MN/m}^2$  auf dem Gründungsplanum ist in den anstehenden teilweise humosen Auffüllungen (HB 2.1) in Teilbereichen erst nach einer zusätzlichen Stabilisierung mit Mineralgemisch (bis 0/45) und nach intensiver Verdichtung des Planums gegeben.***

### **Für den Rohrleitungsbau**

Die durchgeführten Baugrunderkundungen zeigen generell eine

***gute Tragfähigkeit des Untergrundes***

für die geplante Rohrverlegung in Tiefen  $> 2 \text{ m}$  unter OKG an. Die Rohrverlegung erfolgt in dieser Tiefe in den nichtbindigen, mitteldicht gelagerten Fein-Mittelsanden (HB 3).

Die Sande sind als Rohraufleger gut geeignet. Die Rohrgrabensohle sollte aber nach dem Freilegen intensiv auf  $D_{Pr} \geq 0,98$  nachverdichtet werden. Bei einer flacheren Rohrverlegung können aber aufgeweichte oder humose Böden im Rohrsohlbereich anstehen. Diese Böden sind als Rohraufleger jedoch nicht geeignet und sollten generell mindestens 0,3 m tiefer zusätzlich abgetragen und ausgetauscht werden. Diese Böden sind praktisch kaum verdichtbar und deshalb für den Wiedereinbau mit Verdichtungsforderungen insbesondere im Straßen- bzw. Wegebereich nicht geeignet. Die anstehenden humusfreien Talsande (HB 3) sind dagegen für den Wiedereinbau im Rohrgrabenbereich, auch in der Rohrleitungszone und im Frostschutzbereich der Straße gut geeignet. Die Sande aus dem Grundwasserbereich sind aber sehr nass und deshalb erst nach Abtrocknung für den Wiedereinbau geeignet.

Die Rohrleitungen werden meist im Grundwasserbereich verlegt. Die anstehenden Sande sind sehr gleichkörnig und neigen stark zum Fließen. Die Verlegung der Rohrleitungen erfordert deshalb die Absenkung des Grundwassers vor dem Öffnen der Rohrgräben durch geschlossene Wasserhaltung bis mindestens 0,6 m unter Baugrubensohle.

### **Für den Uferverbau am A-Graben Nord**

Im Uferbereich des A-Grabens Nord stehen gut tragfähige in Tiefen  $> 2$  m unter OKG, d.h. unterhalb der Grabensohle an. Ein Stützmauerbauwerk kann deshalb in Tiefen  $> 0,5$  m unter Grabensohle in den anstehenden Talsanden (HB 3)

#### ***flach***

auf einem Streifenfundament gegründet werden. Das freigelegte Gründungsplanum sollte generell intensiv und tiefenwirksam mit einer schweren Rüttelplatte auf  $D_{Pr} \geq 0,98$  verdichtet werden. Sollten humose, aufgeweichte oder mit Fremdstoffen durchmischte Böden in der Aushubsohle anstehen oder der Boden infolge der Verdichtung aufweichen sind diese Böden stets vollständig tiefer abzutragen. Zur Verbesserung der Verdichtbarkeit der meist gleichkörnigen Sande (HB 3) kann das freigelegte Planum sofort mit einer Stabilisierungsschicht (d ca. 10 cm, gut verdichtbare kantige Schüttstoffe, z.B. Mineralgemisch) überschüttet und erst nachfolgend verdichtet werden. Die Baugrubensohle befindet sich damit mindestens 1 m unter dem Grabenwasserstand. Die Baugrube ist deshalb generell gegen das anstehende Grabenwasser mittels wasserdichter Spundwand oder einem Fangedamm abzudichten. Ein Fangedamm wird empfohlen, wenn der A-Graben zeitweise für die Bauarbeiten vollständig abgesperrt und das Grabenwasser im Fließsystem der Spree umgeleitet werden kann. Das Wasser ist nach Errichtung des Sperrbauwerkes und vor dem Freilegen der Gründungssohle mittels geschlossener Wasserhaltung in der Baugrube bis mindestens 0,6 m unter Aushubsohle abzusenken. Die Standsicherheit der Sperrbauwerke ist insbesondere auch gegen hydraulischen Grundbruch infolge Umströmung sicher nachzuweisen.

Der Uferverbau kann vorzugsweise mittels Gabionen erfolgen. Werden die Gabionen mit einem hydraulisch stabilen und gut wasserdurchlässigem Filter ( $k_f > 10^{-4}$  m/s) hinterfüllt, kann für die Bemessung der Gabionenwand ein erhöhter Grundwasserstand über dem Grabenwasserstand vernachlässigt werden. Die Gabionen sind aber grundbruch- und erosionssicher in einer Tiefe  $> 0,5$  m unter Grabensohle zu gründen. Die Geländebruchsicherheit des Stützbauwerkes ist nachzuweisen. Hinsichtlich der Grundbruchsicherheit dürfen die zulässigen Sohlpressungen bei einer Einbindetiefe  $> 0,5$  m unter Grabensohle und einer Fundamentbreite von 1 m bis 2 m

$$130 \text{ kN/m}^2 - 170 \text{ kN/m}^2$$

in Abhängigkeit von der Fundamentbreite betragen (Anlage 5). Die Werte gelten für lot-rechten und mittigen Kraftangriff. Bei außermittiger Belastung ist die Fundamentfläche um die doppelte Außermittigkeit in der entsprechenden Richtung auf die Teilfläche

$$A' = (l_y - 2 * e_y) * (l_z - 2 * e_z)$$

zu verkleinern. Die Setzungen werden für die angegebenen Sohlpressungen bis maximal 1,5 cm betragen. Setzungsdifferenzen oder Verkantungen  $> 1$  cm sind in den relativ homogenen Böden nicht zu erwarten.

Alternativ kann ggf. nur eine Absturzsicherung in Form einer Verkehrsleitplanke in der bestehenden Grabenböschung eingebaut werden. In diesem Fall kann der Weg nur in der bestehenden Breite ausgebaut werden. Der bewachsene Randstreifen zum Graben hin ist vollständig zu erhalten und die Böschung ggf. durch zusätzliche Bepflanzung mit Sträuchern oder kleinbleibenden Bäumen im Sinne eines ingenieurbologischen Verbaus auch in Zukunft zu stabilisieren. Die vorhandenen hohen und kipgefährdeten Bäume sollten im Zuge des Ausbaus zur Sicherung der Böschung abgeholzt werden. Der Böschungsfuß im Graben kann bei Erfordernis z.B. durch einen Faschinentausbau gesichert werden. Bei dieser Ausbauvariante können vor allem die sehr kostenintensiven Maßnahmen zur Baugrubensicherung und geschlossenen Wasserhaltung entfallen.

## 5. Hinweise zu den Erdarbeiten

### Gründungsplanum und Verdichtungsanforderungen

Die Aushubsohlen sollten aufgrund der teilweise lockeren Lagerung bis ca. 2 m Tiefe auch in den nichtbindigen Talsanden (HB 3) generell intensiv nachverdichtet werden. Erreichbar und nachzuweisen ist ein Verdichtungsgrad von mind.  $D_{Pr} \geq 98$  % (Lagerungsdichte  $D \geq 0,45$ ). Das Grundwasser ist dazu vor dem Öffnen der Baugruben bis mindestens 0,6 m unter Baugrubensohle abzusenken, damit das Grundwasser während der Verdichtung nicht kapillar bis in die Baugrubensohle aufsteigt und diese „aufweicht“. Die Verdichtbarkeit der

eng gestuften Fein-Mittelsande kann durch das Einrütteln grober kantiger Bestandteile (Mineralgemisch), die sich bei der Verdichtung skelettartig in den Untergrund als Stabilisierung eindrücken, besonders bei ungünstiger Bodenfeuchte verbessert werden. Die Gründungssohle sollte generell unterhalb des Mutterbodens liegen. Die humosen oder teilweise anstehenden humosen Decksande sind in Bauwerksbereichen stets vollständig auszutauschen. Füllboden sollte in Lagen mit  $d \leq 0,3$  m eingebaut und intensiv durch mehrere Übergänge mit einem geeigneten Verdichtungsgerät auf  $D_{Pr} \geq 98$  % ( $I_D \geq 0,45$ ) verdichtet werden. Die anstehenden nichtbindigen und humusfreien Sande sind für den Wiedereinbau geeignet aber meist eng gestuft und deshalb nur bei optimaler Bodenfeuchte oder Einbau einer grobkörnigen Stabilisierungsschicht gut verdichtbar.

### **Bodenklassen, technologische Bodeneignung**

Die Bodenklassen nach DIN 18300 können Tabelle 2 entnommen werden. Die technologischen Eigenschaften und die Verwendbarkeit des Bodenaushubes für den Wiedereinbau sind in Tabelle 3 dargestellt.

**Tabelle 3: Technologische Bodeneignung**

Bodenart	verdichten	rammen	bohren	Eignung zum Wiedereinbau
OH Mutterboden nichtbindig HB 1	nicht möglich	leicht	leicht	Die humosen Böden sind praktisch nicht verdichtbar, deshalb für den konstruktiven Erdbau nicht geeignet. Im Baubereich stets vollständig abtragen, zum Schutz getrennt ablagern.
[SU/OH] Auffüllung nichtbindig HB 2.1	tw. gut $D_{Pr} \geq 0,98$	leicht- mittel	leicht- mittel	Nur humusfreie Sande für konstruktiven Erdbau geeignet; teilweise frostgefährdet; Verdichtbarkeit kann durch kantige Grobkornschicht ( $d$ ca. 0,1 m) verbessert werden.
[Sc/GW] HB 2.2	gut $D_{Pr} \geq 1,0$	mittel	mittel	Tragschichtmaterial für konstruktiven Erdbau auch im Frostschutzbereich geeignet.
SE Talsand nichtbindig HB 3	gut $D_{Pr} \geq 0,98$	mittel	mittel	Sande für konstruktiven Erdbau bei optimaler Bodenfeuchte gut geeignet, meist frostsicher. Verdichtbarkeit der gleichkörnigen Sande (SE) kann durch kantige Grobkornschicht verbessert werden, neigen stark zum Fließen.

### **Befahrbarkeit des unbefestigten Erdplanes**

Die anstehenden Bodenarten sind mit erdbautypischen Fahrzeugen bei Grundwasserständen  $> 0,7$  m unter OKG meist sicher befahrbar. Bei Grundwasserständen  $< 0,7$  m unter Planum

und in Nässeperioden wird die Befahrbarkeit stark vermindert. In diesem Fall können Baustraßen erforderlich werden.

### **Wiedereinbau der Aushubböden**

**Die Rohrleitungszone** ist bis 300 mm über Rohrscheitel mit steinfreiem Boden zu verfüllen. Die anstehenden Talsande können nach Abtrocknung dafür verwendet werden. Das Verdichten darf in der Leitungszone nur mit leichtem Verdichtungsgerät ausgeführt werden. Erreichbar und nachzuweisen ist in der Leitungszone ein Verdichtungsgrad von mindestens  $D_{Pr} \geq 97\%$  (siehe "Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau", ZTVE-StB, Abschn. 3.13.4.). Der Füllboden ist in der gesamten Grabentiefe in Lagen  $d \leq 0,3$  m einzubauen und zu verdichten. Im Bereich bis 1 m über Rohrscheitel sollte mit leichtem, darüber kann mit mittelschwerem Verdichtungsgerät verdichtet werden.

Die in Oberflächennähe anstehenden humosen Böden sind praktisch nicht verdichtbar und deshalb für den Wiedereinbau nicht geeignet. Aufgeweichte Böden sind generell gegen gut verdichtbare Schüttstoffe auszutauschen.

In die Frostschuttschicht bzw. Tragschicht (bis ca. 0,6 m unter OK Fahrbahn) dürfen Böden mit einem Schluffgehalt  $> 5\%$  nicht eingebaut werden. Zur Gewährleistung einer guten Verdichtbarkeit sollten Böden mit einem Ungleichförmigkeitsgrad  $U \geq 5$  eingebaut werden. Es sollten Baustoffe nach ZTVT-StB 86, Abschnitte 2.1.4. und 2.2.4. verwendet werden. Die Frostschuttschicht/Tragschicht ist bei Straßen der Bauklasse I - V so zu verdichten, daß ein Verdichtungsgrad  $D_{Pr} = 100\% - 103\%$  erreicht wird (ZTVE-StB, Abschn. 3.7.2., Tab. 4). Dieser Verdichtungsgrad ist erforderlich, um einen  $E_{V2}$ -Wert von  $120 \text{ MN/m}^2$  auf der Tragschicht zu erreichen. Auf dem Gründungsplanum ist zuvor eine Tragfähigkeit mit einem  $E_{V2}$  - Wert von mindestens  $45 \text{ MN/m}^2$  nachzuweisen (Abschn. 3.7.3.4., zuvor genannter Vorschrift).

**Die Einhaltung dieser Verdichtungsanforderungen ist qualitätsbestimmend für den Straßenoberbau.** Die erreichten Tragfähigkeiten sind nachzuweisen. Mittels Kontrollprüfungen (z.B. Plattendruckversuch) werden die Eigenüberwachungen von einem unabhängigen Prüflabor stichprobenartig überprüft. Der Umfang der Kontrollprüfungen hängt von deren Ergebnis ab.

### **Böschungsstandsicherheiten/ Baugrubenverbau/ Bauwerksstandsicherheit**

Nicht verbaute Baugruben dürfen ohne besondere Sicherungen bis in eine Tiefe von 1,25 m mit senkrechten Wänden hergestellt werden. Allerdings sind die anstehenden Sande bei senkrechten Baugrubenwänden nur kurzzeitig standfest, weshalb aus technologischen

Gründen auch bei Tiefen bis 1,25 m die Baugrube leicht geböschet ausgehoben werden sollte. Tiefere Baugrubenböschungen sind in den Sandböden aber generell auf einen Böschungswinkel  $\beta \leq 45^\circ$  abzuflachen. Ein lastfreier Streifen von mindestens 60 cm ist einzuhalten. Besondere Einflüsse der Baugrubensicherheit, z. B. sehr lockere und humose Zonen in den gestörten Böden sind jedoch im Zuge der Bauausführung zu beachten.

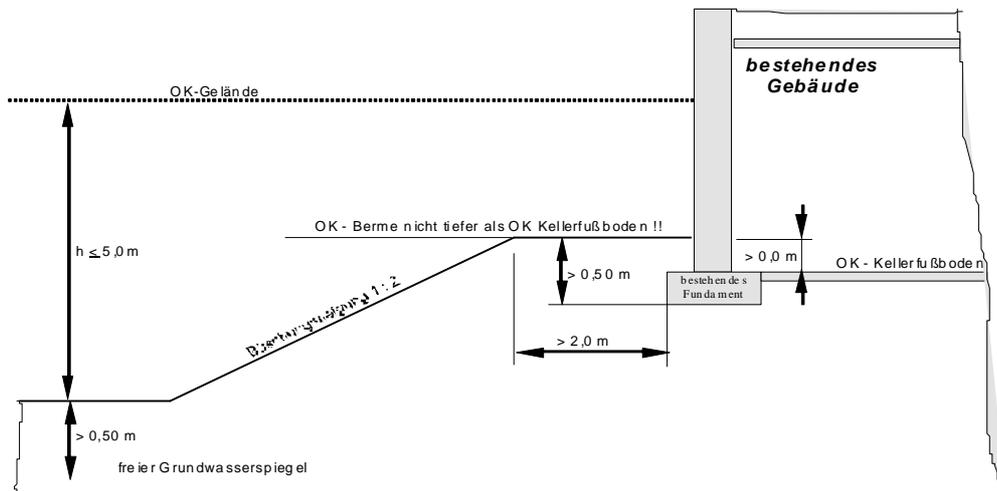


Bild 1: Bodenaushubgrenzen nach DIN 4123

Im Rahmen der Baumaßnahme ist die Standsicherheit benachbarten Bauten generell abzusichern. Beim Baugrubenaushub sind die Abstände und Aushubgrenzen nach Bild 1 (DIN 4123) einzuhalten. Wenn die Abstände und Aushubgrenzen nicht eingehalten werden können, ist ein entsprechender Verbau anzuordnen oder die Baugrube ist abschnittsweise auszubauen bzw. die bestehenden Fundamente sind zu unterfangen. Dazu dürfen vorhandene Streifenfundamente ohne besondere Sicherung auf einer Länge bis 1,25 m freigelegt werden. Bei Unterschreitung der Aushubgrenzen können angrenzende Fundamente durch Unterfangungen im Pilgerschrittverfahren nach DIN 4123 gesichert werden.

Für die Verlegung der Versorgungsleitungen im Straßenbereich und zur Verringerung des Aushubvolumens, insbesondere bei anstehenden Fließsanden, kann ein Baugrubenverbau nach DIN 4124 (z. B. KRINGS- Verbau) empfohlen werden, wobei eine geschlossene Wasserhaltung vorausgesetzt wird und das Grundwasser bereits vor dem Öffnen der Baugrube bis mindestens 0,6 m unter Aushubsohle abzusenken ist.

## 6. Wasserhaltung und Auftriebssicherheit

In Abhängigkeit von der Baugrubentiefe und vom Grundwasserstand zum Zeitpunkt der Gründungsarbeiten werden häufig **Wasserhaltungsmaßnahmen** zur Trockenhaltung der Baugrubensohle erforderlich. Bei Sohl-tiefen bis zur aktuellen Grundwasseroberfläche kann das

Grundwasser ggf. noch über tiefe Sammelschächte (mindestens 1 m unter Baugrubensohle) abgepumpt werden. Bei Sohl-tiefen unter der aktuellen freien Grundwasseroberfläche wird für eine sachgerechte Ausführung der Gründungsarbeiten eine geschlossene Wasserhaltung (Nadelfilter- oder Bohrbrunnen) notwendig. Bei Baugrubentiefen bis minimal 47 m HN werden meist noch Nadelfilteranlagen ausreichen, wobei die Nadelfilter bis mindestens 4 m unter OKG abzuteufen sind. Bei Absenktiefen  $> 1,5 \dots 2$  m unter Ruhegrundwasser werden aber meist Bohrbrunnen mit einem Bohrdurchmesser  $> 0,3$  m und ggf. mit Tauchmotor-pumpen erforderlich. Die Baugruben sollten generell erst nach Erreichen der Absenkungs-tiefe geöffnet werden.

**Die Auftriebssicherheit** ist für Bauwerke, insbesondere aber für die Rohrleitungen und Schächte in Abhängigkeit von der Verlegetiefe insbesondere während der Bauphase zu gewährleisten. Generell ist zu beachten, dass die Wasserhaltung erst nach ausreichender Erdstoffüberdeckung der Rohrleitungen und Gründungskörper abgeschaltet wird. Die qualitätsgerechte Rohrverlegung sollte in diesem Fall mittels Muffenprüfgerät bzw. Druckprüfung und Kamerabefahrung nachgewiesen werden.

Nach DIN 1054 sind für den Nachweis der Auftriebssicherheit (Grenzzustand des Verlustes der Lagesicherheit-GZ 1A) die in der Tabelle 4 dargestellten Teilsicherheitsbeiwerte anzusetzen:

**Tabelle 4: Teilsicherheitsbeiwerte**

Einwirkung	Formelzeichen	Lastfall		
		1	2	3
günstige ständige Einwirkung (Eigengewicht)	$\gamma_{G, stb}$	0,9	0,9	0,95
ungünstige ständige Einwirkung (Auftrieb)	$\gamma_{G, dst}$	1,0	1,0	1,0

## 7. Schlussbemerkungen

Der Weg an der Paddenbrücke sollte generell grundhaft mit Frostschuttschicht ausgebaut werden. Am Standort ist aber ganzjährig mit oberflächennahen Grundwasserständen in Höhe des Grabenwasserstandes und in seltenen und extremen Hochwassereperioden ( $> HW 50$ ) bis ca. 49 m HN zu rechnen. Der Weg sollte deshalb vorzugsweise erhöht mit OKF  $> 49,8$  m HN errichtet werden. Die Entwässerung des Planums ist mit Ausnahme der extremen und seltenen Hochwasserperioden gewährleistet. Deshalb ist keine zusätzliche Planumsentwässerung erforderlich.

Beim Bau einer Uferstützmauer am A-Graben Nord, kann diese flach unter den teilweise gestörten humosen Decksanden (HB 2.1) in den meist gut tragfähigen enggestuften Talsanden (HB 3) und nach intensiver Verdichtung des freigelegten Gründungsplanums auf  $D_{Pr} \geq 0,98$  gegründet werden. Für die Erdarbeiten wird in Abhängigkeit von der Baugrubentiefe meist geschlossene Wasserhaltung erforderlich. Zusätzlich ist die Baugrube gegen den A-Graben zuverlässig mittels Spundwand oder Fangedamm abzudichten. Alternativ kann auf die aufwendige Baugrubensicherung und Wasserhaltung verzichtet werden, wenn die begrünte Baugrubenböschung erhalten bleibt und ggf. zusätzlich durch Bepflanzung im Sinne eines ingenieurbioologischen Verbaus gesichert wird. Die Absturzsicherung kann durch Errichtung einer einfachen Verkehrsleitplanke an der Böschungsschulter gewährleistet werden. Bei Bedarf sollte in diesem Fall die vorhandene Böschungsfußsicherung im A-Graben geprüft und ggf. durch eine erneuerte Faschine am Böschungsfuß ertüchtigt werden.

Im Rohrsohlbereich stehen in ungestörter Lagerung ebenfalls meist die tragfähigen Talsande (HB 3) an, die aber im Grundwasserbereich generell stark zum Fließen neigen. Deshalb sollte das Grundwasser stets vor dem Öffnen der Rohrgräben bis mindestens 0,6 m unter Rohrgrabensohle abgesenkt werden. Die Talsande sind als Rohrbettungsschicht gut geeignet aber nur bei optimaler Bodenfeuchte gut verdichtbar. Die Verdichtbarkeit kann durch Überschütten mit geringmächtigen (d ca. 0,1 m) und sehr gut verdichtbarem grobkörnigen Schüttstoffen verbessert werden.

Die Erkundung erfolgte für den Weg an der Paddenbrücke durch 3 Sondierbohrungen und 2 schweren Rammsondierungen im Abstand von ca. 50 m. Nach den vorliegenden homogenen Sondierergebnissen und der geologischen Gesamtübersicht sind die Erkundungsergebnisse repräsentativ für die untersuchte Wegetrasse. Es handelt sich jedoch in jedem Fall um einzelne Punktaufschlüsse, weshalb Abweichungen von der erkundeten Bodenschichtung zwischen den Aufschlüssen in Einzelfällen möglich sind. Sollten beim Aushub der Baugruben abweichende Baugrundverhältnisse festgestellt werden, sollte unser Büro vor dem Fortgang der Arbeiten umgehend benachrichtigt werden.



bearbeitet: Dr. P. Tille

**Zusammenstellung der Erkundungsergebnisse****Anlage 1**

Nr.	Datum	Auf- schluss- Nr.	Aufschlussart	Tiefe [m]	Höhe OKG [m HN]	Proben	Lagekoordinaten <sup>1)</sup>	
							UTM	
							R-Wert	H-Wert
1	12.11.19	BS 12	Bohrsondierung	3,0	49,6	1	33425035	5754875
2	22.07.20	BS 13	Bohrsondierung	7,0	49,4	2	33425029	5754917
3	22.07.20	BS 14	Bohrsondierung	3,0	49,7	2	33425000	5754828
4	22.07.20	DPH 12	Rammsondierung	7,0	49,5	-	33425036	5754876
5	22.07.20	DPH 13	Rammsondierung	7,0	49,4	-	33425029	5754918

Anzahl der Aufschlüsse [Stck.]	Summe der Bohrmeter [m]	Erkundungstiefe				Proben (gesamt)		
		0 bis 5 m	5 bis 10 m	10 bis 20	über 20 m	gestört	ungestört	GW
2 x BS	10,0	8,0	2,0	-	-	4		
2 x DPH	14,0	10,0	4,0	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup> Lagekoordinaten mit einer Genauigkeit von  $x/y = \pm 10$  m aus Übersichtslageplan ermittelt.

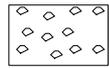
## Schraffur



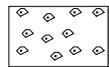
B, BETON  
As, ASPHALT  
Bk, BRAUNKOHLE



Ah, ASCHE  
Sh, SCHLACKE



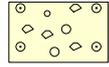
Sp, SPLITT  
Sc, SCHOTTER



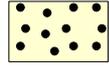
Bs, BAUSCHUTT  
X, STEINE  
Y, BLÖCKE



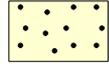
MUTTERBODEN (OH, OU, OT)  
Böden mit org. Anteilen (h, o)



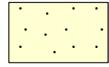
G, KIES  
Gr, GRUS



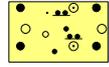
gS, GROBSAND



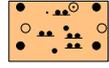
mS, MITTELSAND



fS, FEINSAND



S+G, u', schwach schluffig  
( '... schwach)



S+G, u, schluffig, nichtbindig



S+G, u\*, stark schluffig, bindig  
(\*... stark)



U, SCHLUFF



T, TON



H, TORF



F, MUDE



Zz, FELSZERSATZ  
(Farbe auch wie Lockergestein)



Zv, FELS, verwittert



Za, FELS, angewittert  
Z, FELS, fest

## Frostklassen

F1 nicht frostempfindlich  
F2 gering bis mittel frostempfindlich  
F3 sehr frostempfindlich

## Farbe

bn braun  
gr grau  
w weiß  
sw schwarz  
r rot  
ge gelb  
bl blau  
gü grün  
o ocker  
ma marmoriert

## Farbtiefe

h hell  
d dunkel

## Konsistenz

breiig  
weich  
steif  
halbfest  
fest

## Bohrvorgang

(b) bohren  
(a) aufschichten  
(l) leicht  
(m) mittel  
(s) schwer  
(ss) sehr schwer

## Kalkgehalt

0 geprüft, kein Kalk  
+ schwach kalkhaltig  
++ kalkhaltig

## Proben

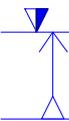
Pr1 Probe-Nummer 1  
■ gestörte Probe  
☒ ungestörte Probe

## Kurzzeichen nach DIN 18196

A Auffüllung  
Mu Mutterboden  
GW Kies, weitgestuft  
Gl Kies, intermittierend gestuft  
GE Kies, eng gestuft  
SW Sand, weitgestuft  
SI Sand, intermittierend gestuft  
SE Sand, eng gestuft  
SU Sand, schluffig  
SU\* Sand, stark schluffig  
ST Sand, tonig  
ST\* Sand, stark tonig  
UL Schluff, leicht plastisch  
UM Schluff, mittelplastisch  
UA Schluff, ausgeprägt plastisch  
TL Ton, leichtplastisch  
TM Ton, mittelplastisch  
TA Ton, ausgeprägt plastisch  
OH humoser Sand  
OU organogener Schluff  
OT organogener Ton  
HN Torf, nicht bis mäßig zersetzt  
HZ Torf, zersetzt  
F Mudde, Faulschlamm  
Zv Fels, verwittert  
Za Fels, angewittert  
Zz Fels, zersetzt  
K Kohle, Braunkohle  
As Asphalt  
Pf Pflaster  
Sc Schotter  
Gr Grus  
B Beton  
[ ] aufgefüllte natürliche Böden  
G, u Bodenhauptanteil, Nebenanteil 15-30%  
u ' schwacher Nebenanteil 5-15%  
u \* starker Nebenanteil 30-40%

## Wasser im Boden

▽ Grundwasseranschnitt  
im Bohrkern, Schichtenwasser  
▼ Ruhewasserstand im  
Bohrloch nach Bohrende



Grundwasseranstieg,  
gespanntes Grundwasser

Rost ' schwache Rostmarmorierung ...  
Rost Rostmarmorierung durch Fremdwasser  
Rost \* starke Rostmarmorierung ...

## Beschreibung an den Bohrprofilen (Merkmale sind durch Komma getrennt)

BODENHAUPTANTEIL, Nebenanteile nach DIN 18196, ergänzende Bemerkungen,  
Frostklasse, Bodenklasse nach DIN 18300, Farbe, Kalkgehalt, (Bohrvorgang), Probennummer, Bemerkungen

### INGENIEURBÜRO DR. TILLE

UNABHÄNGIG BERATENDE INGENIEURE FÜR BODENMECHANIK UND GRUNDBAU

Chladeniusstraße 3, 01558 Großenhain  
Telefon: (03522) 5290 – 175, Fax: - 176



Anlage: 3.0

Bericht-Nr: E19-027Z1

Datum: 22.07.2020

Bauvorhaben:

Wohngebiet "Am Roten Nil"

## Legende für Bohrprofile

## BS 14

49,80 m HN

## BS 12

49,60 m HN

## DPH 12

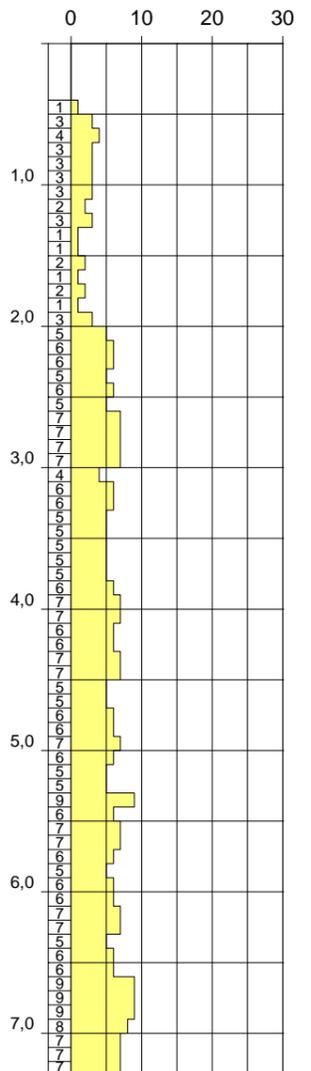
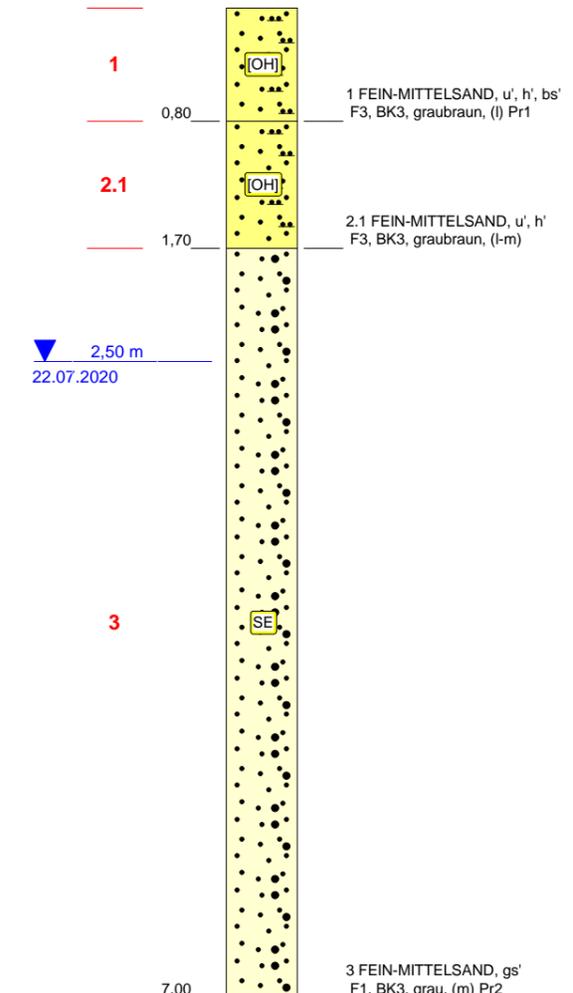
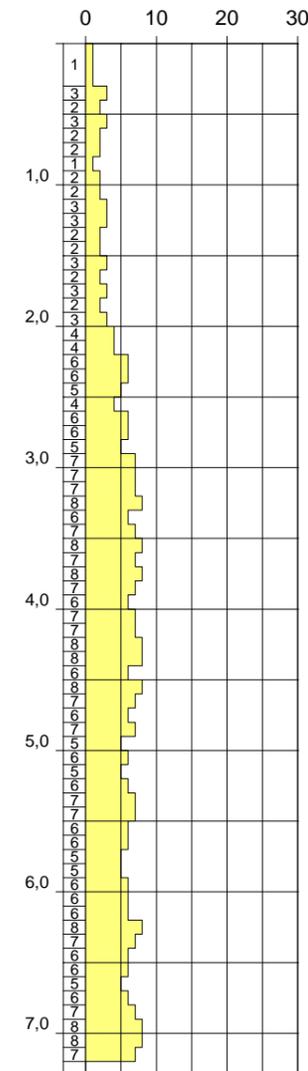
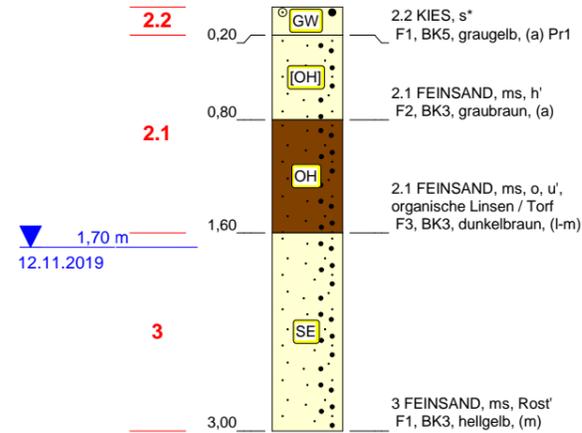
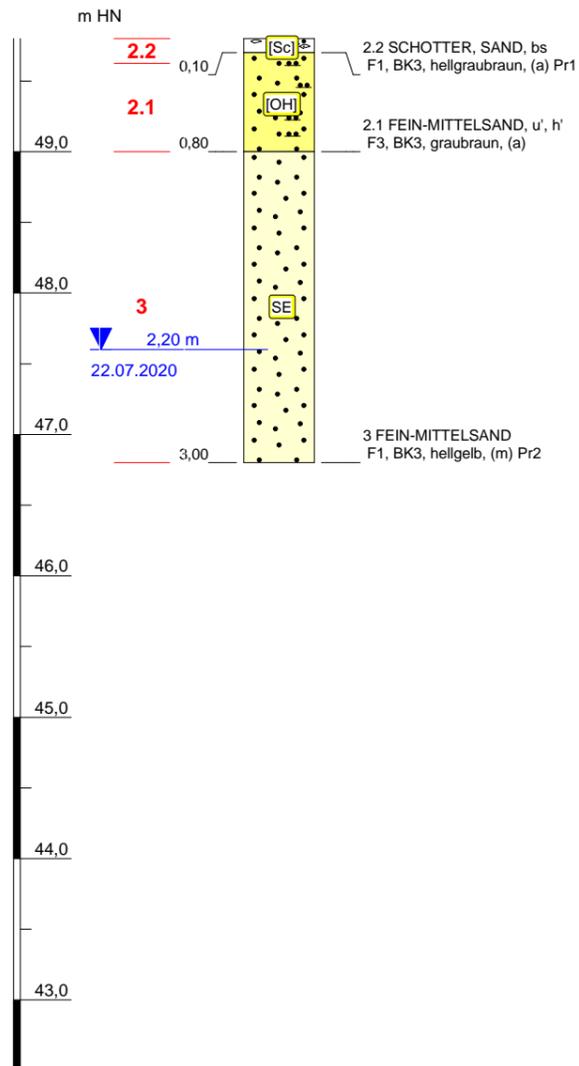
49,60 m HN

## BS 13

49,50 m HN

## DPH 13

49,50 m HN



### Homogenbereiche

- 1 Mutterboden, humos, locker, nicht tragfähig
- 2.1 gestörte Decksande, teilweise (tw.) humos, locker, frostgefährdet, nicht ausreichend tragfähig
- 2.2 Straßenbefestigung, Deck- und Tragschichten, mitteldicht-dicht, meist trostsicher, gut-sehr gut tragfähig
- 3 Talsand, tw. schwach schluffig, meist mitteldicht, gut tragfähig

### INGENIEURBÜRO DR. TILLE

UNABHÄNGIG BERATENDE INGENIEURE FÜR BODENMECHANIK UND GRUNDBAU

Chladeniusstraße 3, 01558 Großenhain

Telefon: (03522) 5290 – 175, Fax:- 176

### Bohrprofile nach DIN 4023

Bauvorhaben: Wohngebiet "Am Roten Nil"

Anlage: 3.1

Bericht-Nr.: E19-027P

M.d.H.: 1 : 50

Datum: 22.07.2020

Auftraggeber:

Stadt Lützen

INGENIEURBÜRO DR. TILLE

Chladiusstraße 3  
01558 Großenhain

Tel.: (03522) 5290 - 175 Fax: - 176

Bearbeiter: Tille

Datum: 12.08.2020

# Körnungslinie DIN 18123

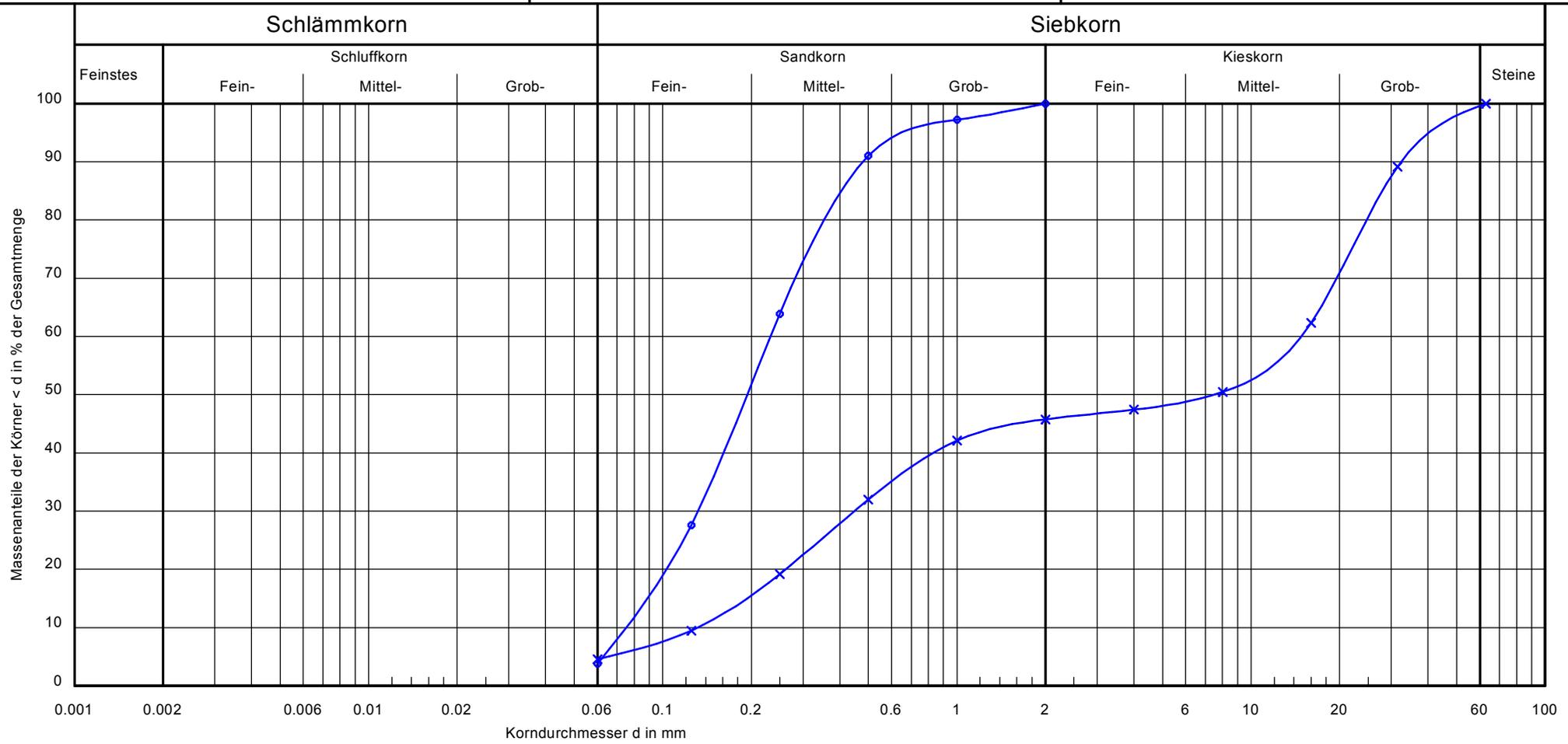
Zusatzerkundung WG"Am Roten Nil"

Prüfungsnummer: 19027-4 und 19027-5

Probe entnommen am: 22.07.2020

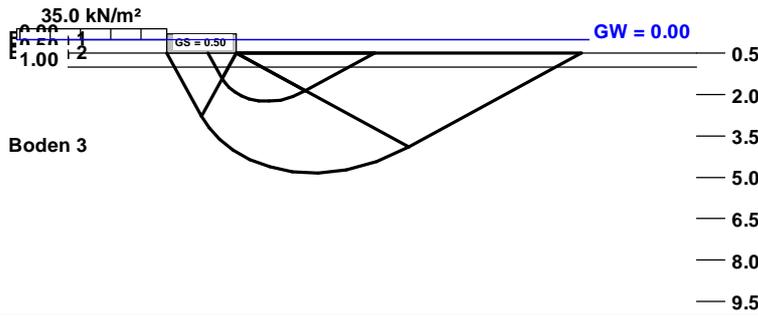
Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



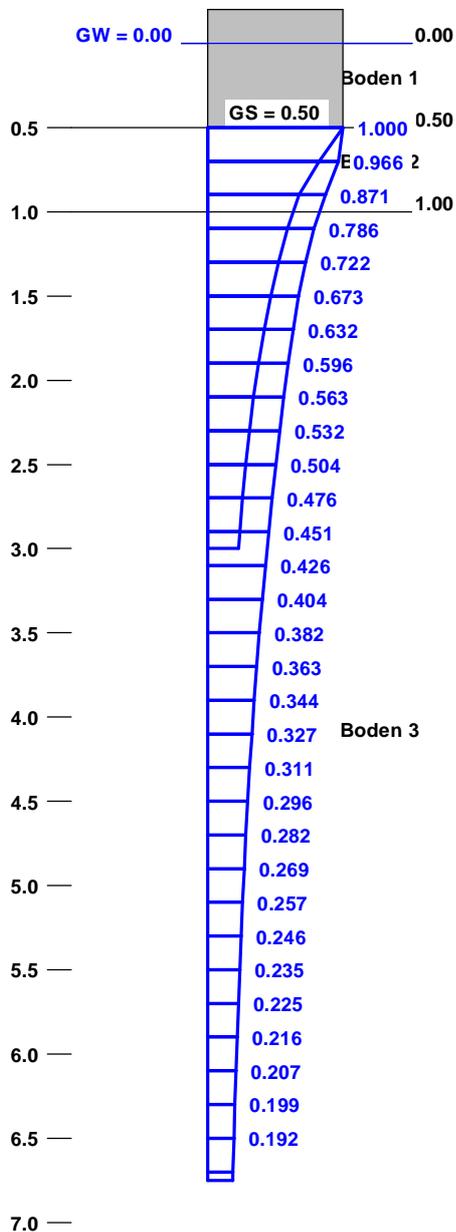
Bezeichnung:			Bemerkungen:	Bericht: E19-027Z1	Anlage: 4
Bodenart:	fS, mS, gs'	S, G			
Tiefe [m]:	2,0 - 4,0	0,0 - 0,1			
U/C <sub>c</sub> :	3.1/1.0	112.8/0.1			
Entnahmestelle:	BS 13/2	BS 14/1			
kf [m/s]:	5.1 * 10 <sup>-5</sup>	1.1 * 10 <sup>-4</sup>			
Bodengruppe:	SE	[GW/Sc]			

System (b = 1.00 und 2.50 m) max dphi = 0.5 °



**Berechnungsgrundlagen:**  
 Stützbauwerk - Paddenbrücke  
 Teilsicherheitskonzept  
 Streifenfundament (a = 20.00 m)  
 $\gamma$  (Gr) = 1.40  
 $\gamma$  (G) = 1.35  
 $\gamma$  (Q) = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.0 %  
 Gründungssohle = 0.50 m  
 Grundwasser = 0.00 m  
 Grenztiefe mit  $x * b$   
 $x = 2.500$   
 — zulässige Bodenpressung  
 — Setzungen

Spannungsverlauf (b = 1.00 und 2.50 m)



Boden	$\gamma$ [kN/m³]	$\gamma'$ [kN/m³]	$\phi$ [°]	c [kN/m²]	$E_s$ [MN/m²]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
1	17.0	8.0	30.0	0.0	15.0	0.00	Hinterfüllung, locker-mittel
2	19.0	10.0	33.0	0.0	25.0	0.00	Talsand, verdichtet
3	18.5	9.5	32.5	0.0	28.0	0.00	Talsand, mitteldicht

Aushubsohle  $\geq 0,5$  m unter Grabensohle

Gründung in den Talsanden (HB 3), Aushubsohle verdichtet

