



GeoIngenieure FLG GmbH, Platanenallee 23, 64832 Babenhausen

Gemeinde Schaafheim  
Wilhelm-Leuschner-Straße 3

64850 Schaafheim

Verband Beratender Ingenieure VBI  
Bodenmechanik, Erd- und Grundbau  
Baugrund- und Altlastenuntersuchung  
Sachverständigengutachten  
Geotechnische Objekt- und Tragwerksplanung  
Geothermie  
Abbruch- und Rückbauplanung

**Kompetenz  
in Grund  
und Boden**

**GeoIngenieure FLG GmbH**

**Platanenallee 23  
D – 64832 Babenhausen**

**Tel. +49 (0) 6073 - 8 90 90 - 10  
Fax. +49 (0) 6073 - 8 90 90 - 29  
[www.GeoIngenieure.net](http://www.GeoIngenieure.net)  
[office@GeoIngenieure.net](mailto:office@GeoIngenieure.net)**

Projekt Gewerbegebiet Am Galgenpfad  
Ort Schaafheim  
Az. 23200

**Geschäftsführer**  
Dr.-Ing. Harald Früchtenicht (\*)  
Dr.-Ing. Christian Gutberlet  
Dr.-Ing. Olivier Semar

## 1. Bericht (Geotechnischer Bericht)

Sparkasse Dieburg  
IBAN: DE 97 50852651 0 165100801  
SWIFT-BIC: HELADEF1DIE

Amtsgericht Darmstadt HRB 96880

Auftraggeber Gemeinde Schaafheim  
Ort, Datum Babenhausen, den 13.09.2018

(\*)  
ö.b.u.v. Sachverständiger für  
Erd- und Grundbau, tiefe Baugruben  
und Pfähle (IHK Darmstadt)

Verteiler Gemeinde Schaafheim (1-fach + pdf)  
Ingenieurbüro Reitzel (pdf)



## I. Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag.....	2
2	Unterlagen.....	3
2.1	Allgemeine Unterlagen.....	3
2.2	Projektspezifische Unterlagen.....	3
3	Ausgangssituation und Bauaufgabe .....	3
4	Baugrundverhältnisse .....	4
4.1	Allgemeine geologische Angaben, Erdbebenzone und Untersuchungsumfang.....	4
4.2	Aufschlussresultate .....	5
4.2.1	Mutterboden .....	5
4.2.2	Sand .....	5
4.2.3	Ton .....	5
5	Charakteristische Bodenkennwerte, Bodengruppen und -klassen .....	7
6	Hydrogeologische Verhältnisse .....	7
7	Geotechnische Empfehlungen.....	8
7.1	Umwelt-/Abfalltechnische Bewertung der anstehenden Böden .....	8
7.2	Homogenbereiche .....	8
7.3	Angabe zum Kanal- und Straßenbau .....	8
7.4	Versickerung.....	9
8	Zusammenfassung und Schlussbemerkung .....	10

## II. Anlagenverzeichnis

Anlage	Inhalt
1	Lageplan der Aufschlusspunkte
2	Baugrundprofile
3	Bodenmechanischer Laborbericht: PB B 2692 / 2018
4	Abfalltechnische Laborberichte
	4.1 Laborbericht AR-18-JS-003050-01 (Deklarationsanalytik)
	4.2 Laborbericht AR-18-JS-003051-01 (Oberbodenanalyse)

### 1 Auftrag

Die Gemeinde Schaafheim erteilte den Auftrag, geotechnische Untersuchungen und Beratungen zur Erschließung eines Gewerbegebietes vorzunehmen.

Auf der Basis allgemeiner geologischer Unterlagen und ergänzender eigener Bodenaufschlüsse ist die Baugrund- und Grundwassersituation zu beschreiben. Hiervon ausgehend sind geotechnische Empfehlungen für die Erschließung (Kanal- und Straßenbau, Versickerung) auszusprechen.

## 2 Unterlagen

### 2.1 Allgemeine Unterlagen

- [1.1] Topografische Karte von Hessen, Geogrid Viewer Version 1.1
- [1.2] *openstreetmap.org*, offene und freie Weltkarte
- [1.3] Geologische Karte von Bayern, Maßstab 1:25000, Blatt Aschaffenburg
- [1.4] *www.hlnug.de*, Internetpräsenz des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie
- [1.5] *gruschu.hessen.de*
- [1.6] Merkblatt „Entsorgung von Bauabfällen“ vom Dezember 2015

### 2.2 Projektspezifische Unterlagen

- [2.1] Vorentwurf Bebauungsplan (Blatt 1 von 2), InfraPro, 21.12.2017
- [2.2] Auszug aus Kanalplan, per E-Mail vom 04.09.2018

## 3 Ausgangssituation und Bauaufgabe

Die großräumliche Lage des Projektareals ist Abb. 1 zu entnehmen. Demnach befindet es sich am nördlichen Rande des Schaafheimer Ortskerns.

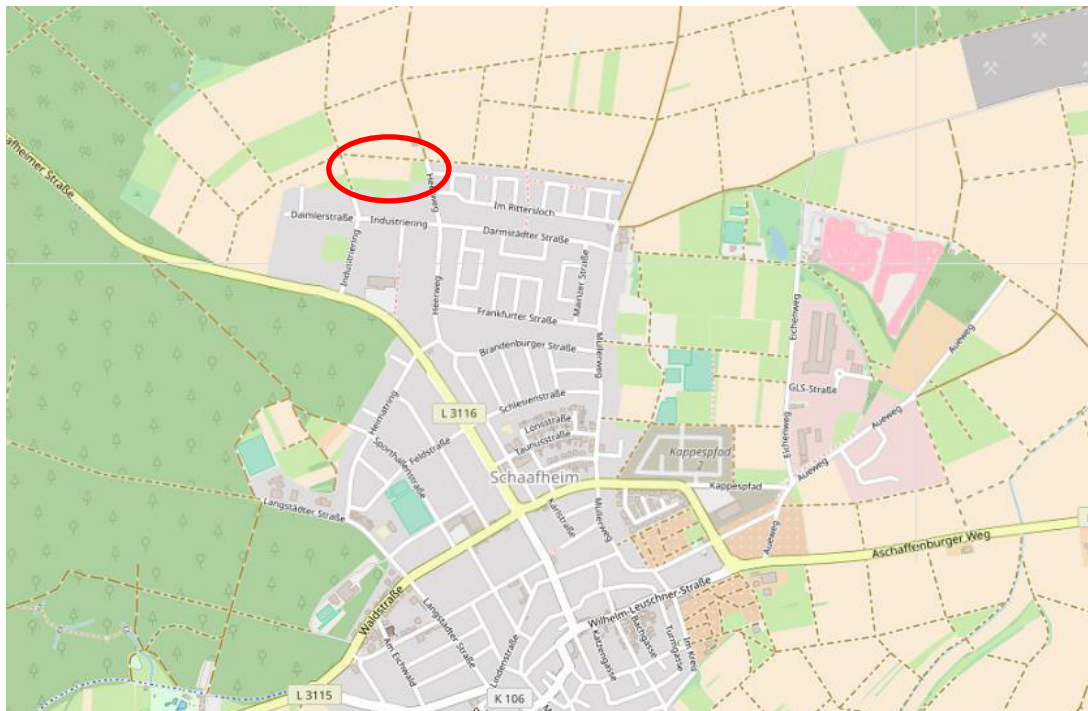


Abb. 1 Lage gemäß [1.2]

Das Gewerbegebiet weist nach der aktuellen Planung [2.1] eine Verlängerung der vorhandenen Dieselstraße in ungefähr nördlicher Richtung und von dieser eine Querverbindung nach Osten zum auszubauenden Heerweg auf.

Die Gauß-Krüger-Koordinaten des Mittelpunktes des Grundstücks sind nach [1.1] ca.

- Rechtswert            35 00 100
- Hochwert            55 32 850

Aktuell besteht das zu erschließende Gebiet fast vollständig aus Ackerfläche. Nur im Süden an den Bestand angrenzend ist etwas „Brombeerwildwuchs“.

Ein großräumiges Gefälle liegt nicht vor, vielmehr ist das Gelände leicht gewellt (siehe auch Abb. 2).

Die uns bekannte Planung umfasst zurzeit nur den Stand gemäß [2.1]. Details zur Kanaltiefe, Belastungsklasse der Straße etc. liegen uns nicht vor.



Abb. 2 Ansicht des Erschließungsgebiet (südliche Hälfte, Blick nach Westen)

## 4 Baugrundverhältnisse

### 4.1 Allgemeine geologische Angaben, Erdbebenzone und Untersuchungsumfang

Aus den geologischen Kartenunterlagen [1.3] ist bekannt, dass im Projektareal „altpleistozäne Aufschüttungen“ vorliegen. Es handelt sich dabei um Schotter der Odenwaldbäche.

Das Areal befindet sich in der Erdbebenzone 0 nach DIN 4149. Hieraus resultieren keine weiteren Maßnahmen.

Unser Außendienst hat am 10. und 15.08.2018 im Gelände folgende Aufschlüsse ausgeführt:

- 8 Kleinbohrungen mittels Rammkernsondierungen (RKS,  $d = 60$  mm nach DIN EN ISO 22475)

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind im Lageplan in Anlage 1 dargestellt. Die Ergebnisse der Sondierungen sind Anlage 2 zu entnehmen.

Die Kleinbohrungen RKS 2 bis RKS 7 wurden im Bereich der geplanten Querstraße ausgeführt. Die Aufschlüsse RKS 1 und RKS 8 wurden im Bereich der eventuell erforderlichen Versickerung am nördlichen Gebietsrand abgeteuft.

Die Sondierstellen wurden durch unseren Außendienst lage- und höhenmäßig eingemessen. Als Höhenbezugspunkt wurde der Kanaldeckel in der Dieselstraße (siehe Anlage 1) verwendet und gemäß [2.2] mit 146,44 mNN angesetzt.

Aus den Sondierungen wurden 60 gestörte Bodenproben entnommen und nach DIN 18196 und DIN EN ISO14688 klassifiziert.<sup>1</sup> Folgende Laborversuche wurden ausgeführt:

- Bodenmechanische Laborversuche   gemäß Anl. 3
- Umwelt-/Abfalltechnische Laborversuche   gemäß Anl. 4

## 4.2 Aufschlussergebnisse

Folgende Schichten wurden bis zur Aufschlussentiefe angetroffen:

1	Mutterboden
2	Sand
3	Schluff/Ton

### 4.2.1 Mutterboden

Zuoberst wurde ein Mutterboden in unterschiedlicher Stärke aufgefunden. Es handelt sich dabei um einen schluffigen Feinsand bzw. feinsandigen Schluff. Die Schichtstärke onduziert zwischen 0,2 m und 0,8 m.

### 4.2.2 Sand

Das Gros des gewachsenen Bodens besteht aus lockeren bis mitteldichten Sandablagerungen. Der Schwerpunkt der Sande liegt im Fein- bis Mittelsandspektrum.

Insgesamt 6 Proben wurden im Labor hinsichtlich der Korngrößenverteilung analysiert (siehe Abb. 3). Die ermittelten Feinkorngehalte der Sande betragen zwischen ca. 5 % und 15 %, allerdings sind bereichsweise auch noch höhere Feinkornanteile, teilweise sogar regelrechte bindige Zwischenlagen, zu verzeichnen. Kiesanteile sind zumeist sehr gering.

Die Verteilung der leicht unterschiedlichen Sandböden und auch der Durchlässigkeit [Spektrum nach den Korngrößenanalysen (siehe Abb. 3 bzw. Anlage 3) ca.  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s bis  $5 \cdot 10^{-4}$  m/s<sup>2</sup>, örtlich auch noch weniger] ist insgesamt sehr unregelmäßig.

### 4.2.3 Ton

Bei RKS 2 wurde unter dem Mutterboden bis 2,75 m Tiefe ein Ton erbohrt. Dieser wurde im Labor im Hinblick auf seine Konsistenzgrenzen untersucht (siehe Tab. 1). Demnach handelt es sich um einen ausgeprägt plastischen Ton (TA) in halbfester Konsistenz. Insgesamt pendelt die Konsistenz nach der Feldansprache zwischen steif und fest.

Probe		RKS 2/GP2
Wassergehalt	w [%]	17,0
Fließgrenze	w <sub>L</sub> [%]	50,5
Ausrollgrenze	w <sub>P</sub> [%]	17,5
Konsistenzzahl	I <sub>C</sub> [-]	1,02
Plastizitätszahl	I <sub>P</sub> [%]	33,0
<b>Bodengruppe nach DIN 18196</b>		TA (TM)

Tab. 1 Ergebnis der Konsistenzgrenzenanalyse

<sup>1</sup> Die Proben werden für 6 Wochen nach Berichtsvorlage eingelagert und danach entsorgt.

<sup>2</sup> Die Angabe im Laborbericht für RKS4/GP3 wird von uns als unrealistisch eingestuft. Nach USBR oder MAL-LET/PAQUANT ergibt sich eher  $k = 2 \cdot 10^{-5}$  m/s.

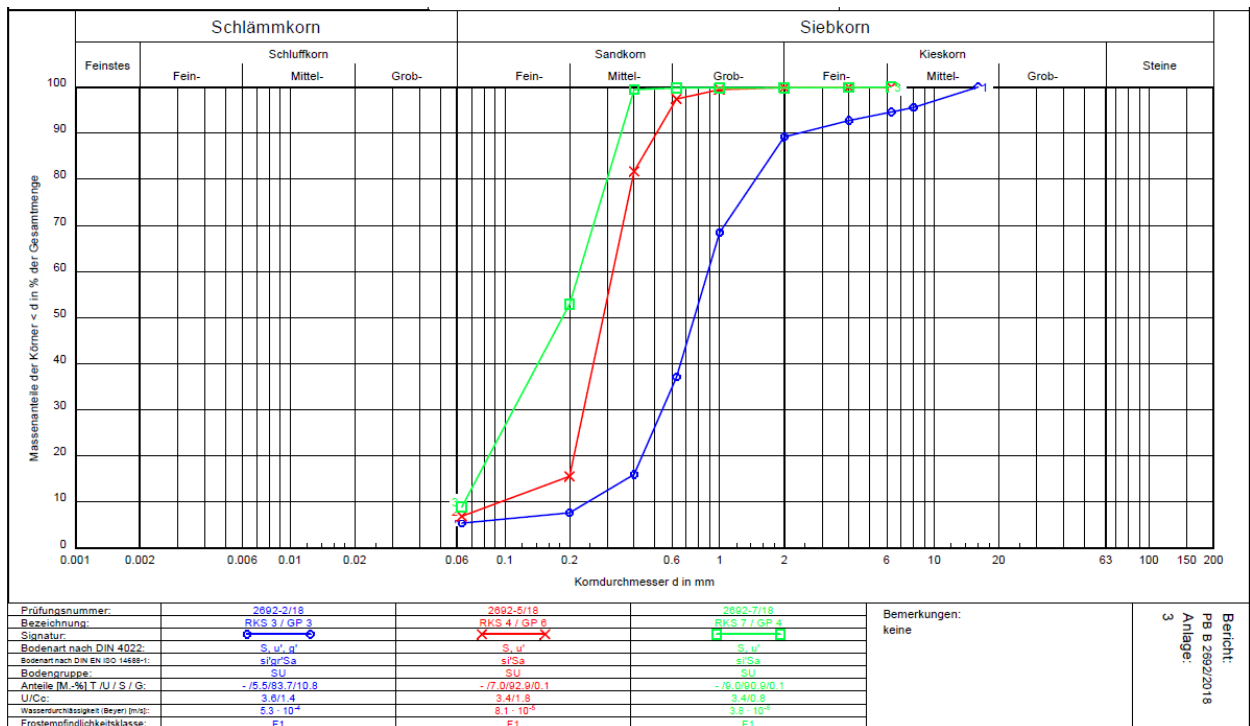
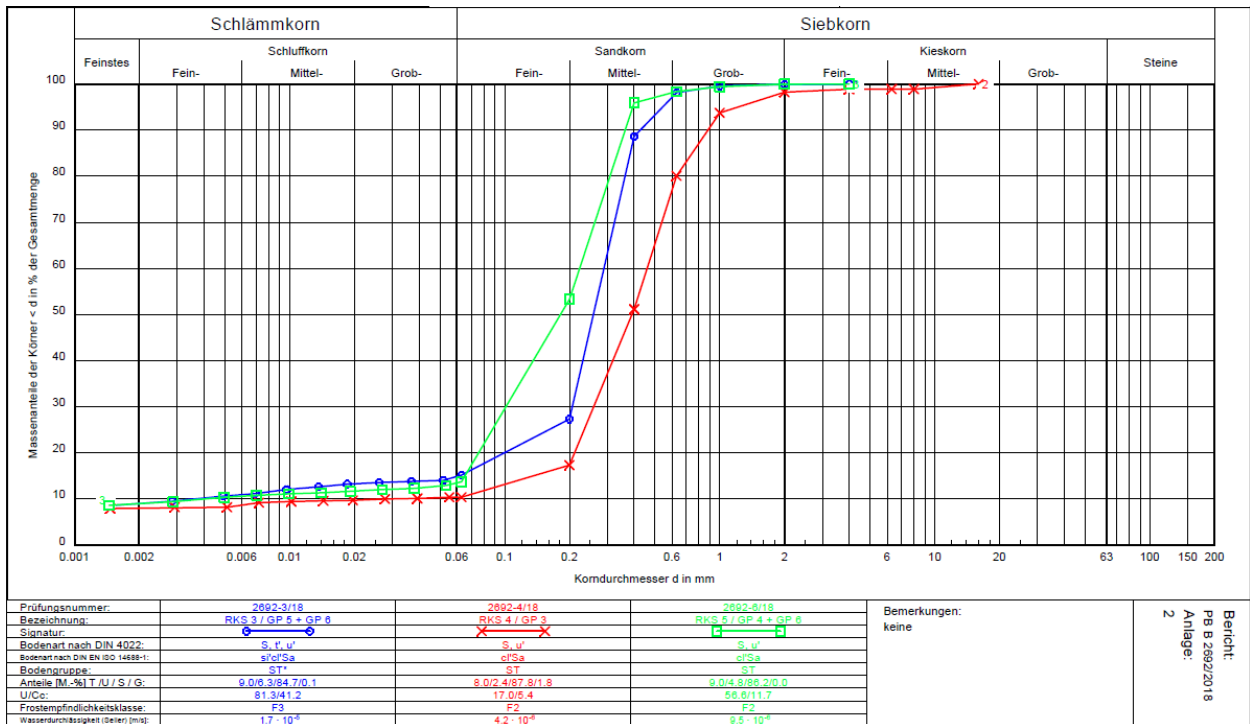


Abb. 3 Korngrößenverteilungen des Sands



## 5 Charakteristische Bodenkennwerte, Bodengruppen und -klassen

Nachstehende Tabelle 2 enthält eine Zusammenfassung aller für die vorliegende Baumaßnahme relevanten charakteristischen Kennwerte, Bodengruppen und Frostempfindlichkeitsklassen.

Etwasige Schlufflagen im Sand sind bzgl. der Bodengruppen nicht berücksichtigt.

		Mutterboden	Sand	Ton
Feuchtwichte $\gamma_k$	kN/m <sup>3</sup>	17,5	18,5	19
Wichte unter Auftrieb $\gamma'_k$	kN/m <sup>3</sup>	-	10	10
wirksamer Reibungswinkel $\phi'_k$	°	0	30	22,5
wirksame Kohäsion $c'_k$	kN/m <sup>2</sup>	0	0	7,5
undränierete Kohäsion $c_{u,k}$		0	0	50
Steifemodul $E_s$ (Erstbelastung)	MN/m <sup>2</sup>	-	30	10
Frostempfindlichkeitsklassen (a) (b)		F3	F1-F3	F3
Bodengruppe DIN 18196		OH	SU, ST, ST*	TA (TM)
Bodengruppen nach ATV A-127		-	G1-G2	G4
Verdichtbarkeitsklasse nach DWA-A 139 bzw. ZTV A-Stb 12 (b)		-	V1-V2	V4

- (a) Bei Winterbaustellen sind die notwendigen Maßnahmen zum Schutz von Planums- und Gründungsflächen zu beachten.  
 (b) Nach visueller Bewertung, genaue Einstufung nur durch Zusatzuntersuchung möglich.

Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB:  
 F1 - nicht frostempfindlich  
 F2 - gering bis mittel frostempfindlich  
 F3 - stark frostempfindlich

Alle angegebenen charakteristischen Werte sind nach DIN EN 1997-1:2009:9 als „vorsichtige Schätzung desjenigen Wertes festzulegen, der im Grenzzustand wirkt“. Sie sind maßgebend für statische Berechnungen. Es können auch höhere Werte auftreten, was insbesondere beim Lösen besonders zu beachten und im Bedarfsfall gesondert zu untersuchen ist.

Tab. 2 Bodenkennwerte

## 6 Hydrogeologische Verhältnisse

Grundwasser wurde im Rahmen der Erkundungsarbeiten nicht angetroffen. Nach den beim HLNUG [1.4] verfügbaren Kartierungen liegt das Grundwasser selbst bei höheren Ständen bei rund 120 mNN und damit irrelevant tief.

Versickertes Oberflächenwasser kann im Bereich der Tonschicht sowie bindigeren Lagen im Sand zumindest lokal und periodisch Druckwassercharakter annehmen, wenn nicht mit geeigneten technischen Maßnahmen (z.B. Drainage) dauerhaft entgegengewirkt wird.

Ansonsten sind die Sande überwiegend mindestens moderat durchlässig. Die Durchlässigkeiten schwanken nach Kap. 4 überwiegend zwischen ca.  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s bis  $5 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Das Gewerbegebiet liegt nach [1.5] in der Trinkwasserschutzzone III/IIIA, allerdings unmittelbar am Rand. Das bestehende Gewerbegebiet liegt schon in der Zone IIIB.



## 7 Geotechnische Empfehlungen

### 7.1 Umwelt-/Abfalltechnische Bewertung der anstehenden Böden

2 Mischproben MP 1 und MP 2 aus dem Sand wurden im Hinblick auf die Parameter des Hessischen Bauabfallmerkblatts [1.6] im Labor untersucht. Laborbericht, Auswertung und Probenahmeprotokoll mit Details zur Mischprobenzusammenstellung sind Anlage 4.1 zu entnehmen.

Demnach ergibt sich für die untersuchten Proben einheitlich Z0. Damit kann von einer vollständigen (abfallrechtlichen) Wiedereinbaufähigkeit des Sandes ausgegangen werden.

Der Ton wurde wegen des geringen Anteils am Gesamtvolumen nicht untersucht. Bindige Böden können wegen des Rückhalte- und Bindevermögens geogene Belastungen aufweisen.

Wir empfehlen, nach Feststehen der Planung und genauer zu entsorgender Massen Deklarationsanalysen so vornehmen zu lassen, dass schichtbezogen alle 500 m<sup>3</sup> Aushub eine Analyse vorliegt. Dies kann mit Bohrungen oder Schürfungen erfolgen.

Der Mutterboden wurde anhand der Mischprobe MP 3 (zusammengestellt aus allen einzelnen Mutterbodenproben) im Hinblick auf die Vorsorgewerte nach BBodSchV untersucht. Die Vorsorgewerte für Sand werden alle eingehalten, so dass nichts gegen eine Wiederverwendung des Oberbodens spricht.

### 7.2 Homogenbereiche

Für die Erdarbeiten werden folgende Homogenbereiche empfohlen:

Größe	Homogenbereich		E1	E2	E3
	Sym.	Dim.	Oberboden	Sand	Ton
Anteil an Steinen und Blöcken	-	[%]	≈ 0	≈ 0	≈ 0
Dichte	$\rho$	[g/(cm <sup>3</sup> )]	1,7 – 1,8	1,8 – 2,0	1,8 – 2,0
undrännierte Scherfestigkeit	$c_u$	[kN/m <sup>2</sup> ]	0	nur in dünnen Linsen > 0	50 - 200
Wassergehalt	w	[%]	irrelevant	irrelevant	15 – 20
Konsistenzzahl	$I_c$	[-]	irrelevant	irrelevant	0,75 – 1,25
Plastizitätszahl	$I_p$	[%]	irrelevant	irrelevant	30 - 40
Organischer Anteil		[%]	> 5	überwiegend quasi Null	überwiegend quasi Null
Bodengruppe	-		OH (A)	SU, ST, ST*	TA (TM)

Tab.3 Kennwerte für die Homogenbereiche „Erdarbeiten“

Bezüglich der Korngrößenverteilungen wird auf Abb. 3 verwiesen. Es wird auf die Schlufflinsen im Sand verwiesen.

### 7.3 Angabe zum Kanal- und Straßenbau

Die Kanalsohle liegt im mutmaßlichen Anschlussbereich in der Dieselstraße bei ca. 143,85 mNN. Im Gewerbegebiet muss die Kanalsohle dann zwangsläufig etwas höher liegen, damit noch ein Abfluss im Gefälle möglich ist.

Nach den Erkundungen ist nur im Bereich der Verlängerung der Dieselstraße mit Ton zu rechnen. Hier benötigt die Kanalsohle eine Bodenverbesserung von geschätzt 25 cm. Es wird empfohlen, ein V1-Material (z.B. aus dem Aushub) auf einem Vlies einzubauen. Die Verdichtung ist ohne anderslautende Freigabe durch die geotechnische Fachbauleitung nur statisch vorzunehmen. Hierauf kann dann der eigentliche Aufbau für die Kanalbettung erfolgen.



Bereichsweise können auch im Sand Schlufflinsen vorhanden sein. Sollten diese ausgerechnet in der Kanalsohle anstehen, sind sie auszuräumen.

Wegen der wechselhaften Böden wird empfohlen, die gesamte Kanalzone zwecks Filterstabilität mit einem Vlies einzuhüllen.

Das Aushubmaterial ist überwiegend für die Wiederverfüllung geeignet. Auch die etwas schluffigeren Böden (z.B. diejenigen in Abb. 3 oben dargestellt) können für die Hauptverfüllung oberhalb des Kanals verwendet werden, da sie moderat verdichtbar sind.

Der Ton ist nur sehr aufwändig wiedereinbaufähig und daher zu entsorgen bzw. im Bedarfsfall als Dichtungsmaterial in anderen Baustellen zu verwenden.

Abgesehen von den Anschlussbereichen kann überwiegend mit Böschungen zur Baugrubensicherung gearbeitet werden. Diese sind im Sand unter  $45^\circ$  herzustellen (siehe DIN 4124). Im Ton kann bei Aufrechterhaltung der mindestens steifen Konsistenz auf  $60^\circ$  versteilt werden.

Das Erfordernis von Wasserhaltungsmaßnahmen wird allenfalls im Bereich des Tons erwartet. Hier sind bei nasser Witterung nach Bedarf Baudränagen zu verlegen.

Erfahrungsgemäß ergeben sich in der Verfüllung des Kanalgrabens höhere Steifigkeiten als im gewachsenen Boden. Wir empfehlen daher eine einheitlich auf  $E_{v2} = 60 \text{ MN/m}^2$  erhöhte Planumsanforderung, um eine homogene Bettung des Straßenunterbaus zu erzielen. Dies wird nach unserer Einschätzung im Sand weitgehend ohne Bodenaustausch möglich sein. Hierauf kann dann der eigentliche Straßenaufbau nach RStO erfolgen.

#### **7.4 Versickerung**

Abgesehen vom im Westen anstehenden Ton und einzelner Linsen bzw. verlehmteter Bereiche ist der überwiegend sandige Baugrund recht gut für technische Versickerungen geeignet.

Die Durchlässigkeiten sind wechselnd, so dass für kleinere/dezentrale Anlagen abseits der Erkundungspunkte eine explizite Bestimmung der tatsächlich örtlich vorliegenden Durchlässigkeit erforderlich ist.

Nach Auskunft der Gemeinde Schaaheim ist eine zentrale Versickerung möglichst im Bereich der Querstraße geplant. Sofern hier eine über eine große Länge laufende Rigole realisiert wird, kann eine mittlere Durchlässigkeit von  $k = 2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  angesetzt werden, da sich gröbere und feinkörnigere Bereiche kompensieren.

Sofern eine Versickerung an der nördlichen Grundstückskante (bei RKS 1 und RKS 8) realisiert werden soll, ist hier wegen der feinsandigeren Böden vorläufig mit  $k = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$  zu rechnen.

Die hierauf zu bemessenen Versickerungseinrichtungen bedürfen einer wasserrechtlichen Genehmigung, sofern dies nicht mit dem B-Plan abgearbeitet wird.

Die Sohlen der Versickerungseinrichtungen sind geotechnisch abnehmen zu lassen. Bereichsweise kann sich trotz der dichten Erkundung das Erfordernis von Austauschmaßnahmen ergeben.

Wegen der Lage im Trinkwasserschutzgebiet III/IIIA wird zudem die Notwendigkeit von Reinigungsmaßnahmen erwartet. Es ist zu prüfen, ob der recht lange Sickerweg bis zum tief liegenden Grundwasser hier als natürlich gegebene Reinigungswirkung ausreicht.

## **8 Zusammenfassung und Schlussbemerkung**

Der vorliegende 1. Bericht beschreibt die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse für die geplante Erschließung des Gewerbegebiets „Am Galgenpfad“ in Schaafheim.

Der Untergrund ist überwiegend sandig, so dass für die Erschließung und die Versickerung günstige Verhältnisse vorliegen.

Im Westen ist im Kanalbereich mit Tonböden zu rechnen, die hier auch eine technische Versickerung nicht zu lassen.

Für die Hochbebauung liegen mit den Sandböden recht gute Verhältnisse vor, die im Einzelfall dann durch objektbezogene Untersuchungen auf den Grundstücken zu verifizieren sind.

Der vorliegende 1. Bericht darf nur für die benannte Bauaufgabe und in seiner Gesamtheit verwendet werden. Er gilt für die aktuelle Planungsversion und insbesondere die benannten Höhenverhältnisse. Sofern sich hieran signifikante Änderungen im Zuge der weiteren Planung ergeben, sind entsprechende Abstimmungen mit den *GeoIngenieuren* zu führen.

Gemäß gesonderten Angaben sind wir zu Sohlabnahmen und Verdichtungskontrollen entsprechend dem Baufortschritt aufzufordern.

### **GeoIngenieure FLG GmbH**

Bearbeiter: Dr.-Ing. Christian Gutberlet

Dr.-Ing. Christian Gutberlet



Dr.-Ing. Olivier Semar