

Baugrundtechnisches Gutachten zum
Bauvorhaben „Erschließung Brunsbachtal“
in Hückeswagen

Auftraggeber: Hückeswagener Entwicklungsgesellschaft mbH & Co. KG
Auf'm Schloß 1
42499 Hückeswagen

Bearbeiter: Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure
Felderweg 12
51688 Wipperfürth
Tel.: 02268/894530
Fax.: 02268/8945333

Erstellt im: Februar/März 2018

Auftrags-Nr.: 18-5568b

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. AUFTRAG UND VERANLASSUNG	3
2. STANDORTBESCHREIBUNG, PLANUNGEN UND AUFGABENSTELLUNG	3
3. VERWENDETE UNTERLAGEN	5
4. GEOLOGIE, HYDROGEOLOGIE UND BERGBAU	5
5. METHODIK	6
6. ERGEBNISSE	8
6.1 Schichtung des Untergrundes	8
6.2 Untergrundwasser	10
6.3 Hydraulische Leitfähigkeitsbestimmung	10
6.4 Schadstoffe	11
6.4.1 Asphaltuntersuchung	11
6.4.2 Untersuchung Tennenbelag mit Schlacketragschicht	11
6.4.3 Schadstoffuntersuchung Boden nach LAGA TR-Boden 2004	11
6.4.4 Schadstoffuntersuchung Boden nach DepV 09	12
7. BODENMECHANISCHE UND TEKTONISCHE BEURTEILUNGEN	12
7.1 Bodenmechanische Kennwerten und Bodenklassifizierung	12
7.2 Tektonische Beanspruchung	14
8. HOMOGENBEREICHE	14
8.1 Festlegung der benötigten Gewerke	14
8.2 Festlegung der Homogenbereiche	14
8.3 Parametersätze für die Homogenbereiche	15
9. BEURTEILUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE FÜR DEN KANALBAU	16
10. BEURTEILUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE FÜR DEN STRAßENBAU	18
11. ALLGEMEINE HINWEISE ZUR BAUAUSFÜHRUNG VON WOHNBAUTEN	18
12. SCHADSTOFFE UND HINWEISE ZUR ENTSORGUNG VON BODENAUSHUB	20
12.1 Asphalt	20
12.2 Tennenbelag mit Schlacketragschicht	20
12.3 Boden	20
12.3.1 Verwertung (Untersuchung nach LAGA TR-Boden 2004)	20
12.3.2 Beseitigung (Untersuchung DK0 nach DepV 2009)	20
13. SCHLUSSBEMERKUNGEN	20
Anlage 1	Übersichtsplan, gesamtes Erschließungsgebiet
Anlage 1.1	Übersichtsplan, bebauter Teil des Erschließungsgebietes
Anlage 2	Bohrprofile (Blätter 2.1 bis 2.3)
Anlage 3	Versickerungsversuche
Anlage 4	Ergebnisse der chemisch-analytischen Untersuchungen, Asphalt und Tennenbelag mit Schlacketragschicht
Anlage 5	Ergebnisse der chemisch-analytischen Untersuchungen, Boden

1. Auftrag und Veranlassung

Die Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure wurden am 17.01.2017 von der Hückeswagener Entwicklungsgesellschaft mbH & Co. KG, Auf'm Schloß 1 in 42499 Hückeswagen, vertreten durch Herrn Dieter Klewinghaus, mit der Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens sowie mit einer baugrundtechnischen Beurteilung für das Bauvorhaben „Erschließung Brunsbachtal“ in Hückeswagen beauftragt

Das vorliegende Gutachten befasst sich mit der baugrundtechnischen Untersuchung und Beurteilung. Aussagen zu den hydrogeologischen Untergrundbedingungen sind im Bericht mit der internen Projektnummer 18-5568a aufgeführt.

2. Standortbeschreibung, Planungen und Aufgabenstellung

Standortbeschreibung:

Das in Ost-Westrichtung maximal ca. 725 m lange und in Nord-Südrichtung maximal etwa 350 m breite Erschließungsgebiet liegt im westlichen Stadtgebiet von Hückeswagen. Es wird im Norden von der B 237 begrenzt. Im Süden reicht es bis an die Kölner Straße. In Richtung Westen folgen Wiesen- bzw. Waldflächen. Nach Osten schließt Wohnbebauung der Kölner Straße sowie der Robert-Schumann-Straße an.

Auf dem zwischen 40 m und 60 m breiten Streifen entlang der Kölner Straße, also im südlichen Teil des Erschließungsgebietes, befinden sich das Gelände eines Tenniscenters und das einer Reitanlage (beide jeweils mit Hallengebäude und Außenanlagen), sowie das Wohnhaus Kölner Straße 112.

Im zentralnördlichen Teil des Erschließungsgebietes liegen das städtische Schwimmbad sowie die Sporthalle. Diese werden von der Straße Zum Sportzentrum erschlossen, die in der nordöstlichen Ecke des Erschließungsgebietes von der B 237 abzweigt, und die in einem Abstand von ca. 60 m parallel zu dieser, Richtung Westen verläuft, wo sie nach knapp 500 m nördlich des Schwimmbades bzw. der Sporthalle endet. Der schmale Streifen zwischen der Straße Zum Sportzentrum und der B 237 wird im östlichen Bereich von Wohnbebauung und ansonsten von Parkplatz-, Grün- oder Waldflächen eingenommen.

Die übrigen Bereiche des Erschließungsgebietes sind unbebaut. Sie stellen größtenteils eine landwirtschaftlich genutzte Grünfläche und untergeordnet eine Waldfläche dar. Der Wald beschränkt sich auf eine ca. 130 m x 100 m große Fläche, die westlich des Schwimmbades liegt, und die bis an die westliche Grenze des Erschließungsgebietes reicht. Der Wald wird als Kletterpark genutzt.

Das Erschließungsgebiet befindet sich topographisch betrachtet, wie der Name schon besagt, im Brunsbachtal. In eigentlicher Tallage liegt aber nur der schmale Streifen entlang der B 237, also der nördlichste Teil des Erschließungsgebietes. Der Brunsbach strömt hier von Westen kommend in Richtung Osten. Der ganz überwiegende Teil des Erschließungsgebietes liegt am südlichen Talhang des Brunsbachs. Die Kölner Straße, die das Erschließungsgebiet im Süden begrenzt, verläuft auf einem nach Osten abfallenden Höhenrücken. Das Gelände im Erschließungsgebiet fällt grob betrachtet also Richtung Norden ein.

slach&partner mbB Beratende Ingenieure

Der Talhang ist im westlichen Teil des Erschließungsgebietes durch einen angedeuteten Siefen sowie durch einen Bergsporn gekennzeichnet. Der sich nach Nordosten öffnende Siefen nimmt seinen Ursprung in der südwestlichen Ecke des Erschließungsgebietes. Hier konnten zum Zeitpunkt der Geländearbeiten 2 Quellaustritte beobachtet werden.

Die Siefenachse verläuft geradewegs durch den Bereich, der jetzt vom Schwimmbad eingenommen wird.

Zwischen dem Siefen im Südosten und dem Brunsbach im Norden taucht ein von Südwesten bzw. Westen kommender Höhenrücken spornartig Richtung Nordosten ab. Dieser Sporn wird von der oben beschriebenen Waldfläche eingenommen.

Die vorgenannte Topographie wurde im Bereich Tenniscenters und der Reitanlage, also im zur südlichen zur Kölner Straße exponierten Teil des Erschließungsgebietes durch bergseitigen Bodenab- und talseitigen Bodenauftrag verändert. Die Einschnittsböschungen erreichen eine max. Höhe von ca. 7 m, die der Auftragsböschung von über 10 m.

Den topographischen Tiefpunkt bildet mit ca. 280 m NN die Talachse des Brunsbachs in der nordöstlichen Ecke des Erschließungsgebietes. Der Hochpunkt liegt mit über ca. 320 m NN in der südwestlichen Ecke.

Planungen:

Die Stadt Hückeswagen plant einen Teil des Erschließungsgebietes zu erschließen.

Die Gebäude des Tenniscenters sowie der Reithalle werden hierfür vorab rückgebaut. Gleiches gilt für die Außenanlagen.

Neben der Erschließung mit Wohnbebauung, die sich auf den Bereich südlich der Schwimmhalle bzw. südlich der Turnhalle beschränkt, sollen noch eine Grundschule (westlich des Schwimmbades), ein RW-Becken (nördlich der geplanten Grundschule) sowie eine Feuerwache errichtet werden. Letztere liegt in der nordöstlichen Ecke des Erschließungsgebietes, also zwischen der B 237 und der Straße Zum Sportzentrum. Ein Kleinsportfeld soll westlich der bestehenden Turnhalle angelegt werden.

Die Trasse der geplanten „Haupterschließungsstraße“ verläuft vom Endpunkt der Straße Zum Sportzentrum im Norden entlang der Siefenachse des zuvor erwähnten Siefens, also in Richtung Südwesten. Unweit der südwestlichen Ecke des Erschließungsgebietes schwenkt die Trasse nach Osten um. Sie quert das Gelände der Reitanlage und des Tenniscenters und stößt auf Höhe von Wohnhaus 77 auf die Kölner Straße. Der zentrale Abschnitt der Erschließungsfläche wird über eine Stichstraße erschlossen, die südlich des Schwimmbad- bzw. Sporthalengeländes von der Haupterschließungsstraße Richtung Osten abzweigt. Diese Stichstraße wird über einen Fußweg mit der Robert-Schumann-Straße verbunden.

Von einem massiven flächenhaften Erdbau, gemeint ist das Anlegen von Terrassen durch bergseitigen Bodenab- und talseitigen –auftrag geht der Gutachter nachfolgend nicht aus.

Die Niederschlagsabflüsse, die auf den bebauten und befestigten Flächen des geplanten Gewerbegebietes anfallen, sollen nach Möglichkeit auf den Grundstücken versickert werden.

Aufgabenstellung:

Aufgabe des vorliegenden Gutachtens ist es, die Untergrundsichtung und die Grundwasserverhältnisse im geplanten Erschließungsgebiet zu erfassen und hinsichtlich der geplanten Wohnbebauung, der erforderlichen Straßen- und Kanalbaumaßnahmen zu beurteilen. Darüber hinaus sollen die bei der Baumaßnahme potentiell anfallenden Aushubböden hinsichtlich ihrer Entsorgungsmöglichkeiten beurteilt werden. Zusätzlich soll der Gehalt an Dioxinen und Furanen des Tennenbelags der Tennisplätze nach BBodSchV untersucht und bewertet werden.

Eine Übersicht des Untersuchungsgebietes mit einer möglichen städtebaulichen Variante ist in Anlage 1 dargestellt.

3. Verwendete Unterlagen

Dem Gutachter standen zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Gutachtens folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan mit Darstellung der Untersuchungsfläche im Maßstab 1:1500, Stand 20.06.2017
- Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, 1:100.000, Blatt C 5106 Köln.

4. Geologie, Hydrogeologie und Bergbau

Das Untersuchungsgrundstück befindet sich großräumig gesehen im Bereich des Ebbe – Großsattels, einer Struktur innerhalb des paläozoischen Grundgebirges.

Der tiefere Untergrund wird durch Sedimentgesteine des Mitteldevons aufgebaut. Laut Geologischer Karte stehen im Bereich der Untersuchungsfläche die Untere Honselers Schichten an. Bei diesen handelt es sich um Tonsteine, untergeordnet um Sand- und Schluffsteine.

Die Schichten des Grundgebirges werden in den Tallagen von quartären Siefen- bzw. Bachablagerungen (Siefen- oder Bachlehm bzw. Siefen- oder Bachschotter) überlagert.

In den ansteigenden Bereichen des Talhanges fehlen die Siefen- bzw. Bachablagerungen. Das Grundgebirge wird hier erst von kiesig-schluffigen Verwitterungsprodukten (insbesondere Verwitterungsschutt und Verwitterungslehm) und dann von Hanglehmen überlagert.

Am Untersuchungsstandort können zwei Grundwasserstockwerke unterschieden werden. Das obere Stockwerk bilden die quartären Flussablagerungen. Das zweite Grundwasserstockwerk ist innerhalb des zerklüfteten Festgesteins ausgebildet. Die Grundwasserfließrichtung für das oberste Grundwasserstockwerk ist bei normalen Grundwasserverhältnissen im südlichen und zentralen Teil der Untersuchungsfläche Richtung Norden bzw. Nordosten gerichtet. Im nördlichen Teil der Untersuchungsfläche ist von einer nach Osten gerichteten Strömungsrichtung auszugehen.

slach&partner mbB Beratende Ingenieure

Die Siefen- und Bachsedimente, sowie die Verwitterungsprodukte des devonischen Grundgebirges sind hydraulisch als Porengrundwasserleiter wirksam. Das devonische Grundgebirge stellt einen Kluftgrundwasserleiter dar.

Gemäß der Hochwassergefahren- und risikokarte der digitalen Datenbank des Internetportal UVO (NRW Umweltdaten vor Ort) liegt das Gebiet außerhalb eines Überschwemmungsgebietes.

Die untersuchte Fläche liegt außerhalb einer festgesetzten Wasserschutzzone.

Laut des Heimatforschers Siegfried Berg wurde im südwestlichen Bereich des Erschließungsgebietes Bergbau betrieben. Er vermutet, dass der südöstliche der beiden Quellaustritte mit einem Bergwerkstollen in Verbindung steht, der bergseits vorgetrieben und wieder verfüllt wurde. Das Untergrundwasser tritt am Stolleneingang oberflächlich zu Tage.

5. Methodik

Felduntersuchungen

Die Felduntersuchungen wurden mit Ausnahme von zwei Bereichen auf der gesamten von der geplanten Bebauung betroffenen Fläche vorgenommen.

Die beiden nicht untersuchten Bereiche sind zum einen die vorhandene Reitanlage, weil hier keine Betretungserlaubnis vorlag und zum anderen der Standort für die Feuerwache, der bei der Angebotserstellung nicht berücksichtigt wurde.

Topographisch betrachtet fanden die Felduntersuchungen im Bereich des nach Norden abfallenden Talhanges sowie im Bereich des angedeuteten Siefens statt. Der Kernbereich (Talachse) des Brunsbachtals wurde demnach nicht untersucht.

Im Zeitraum vom 30.01.2018 bis zum 06.02.2018 wurden verteilt über das Gelände an 44 Standorten 44 Kleinrammbohrungen angesetzt (KRB 1 bis KRB 44). Die durchgeführten Sondierungen geben Aufschluss über den Aufbau des Untergrundes.

Die Bodenansprache erfolgte nach DIN EN ISO 22475-1 und organoleptisch. Aus den Bohrungen wurde durchgängig Bohrgut gewonnen und entsprechend der geltenden DIN-Vorschriften von dem anwesenden Geologen beschrieben. Die Bodenproben wurden Meterweise oder bei Schichtwechsel sowie bei organoleptischen, d.h. visuellen und olfaktorischen Normabweichungen (Farbe, Geruch) entnommen und in Glasgefäße mit Schraubdeckelverschluss gefüllt. Anschließend erfolgte die Beschriftung der entnommen Proben, welche Entnahmeort, Entnahmedatum, Entnahmetiefe und die Projektbezeichnung enthält.

In den Bohrlöchern von 19 Kleinrammbohrungen (KRB 2, KRB 5, KRB 7; KRB 12, KRB 13, KRB 16, KRB 20, KRB 21, KRB 22, KRB 25, KRB 26, KRB 28, KRB 29, KRB 31, KRB 34, KRB 35, KRB 39, KRB 40 und KRB 43) wurde je ein Versickerungsversuch durchgeführt um die hydraulische Leitfähigkeit des im Untergrund anstehenden Böden Grundgebirges zu ermitteln.

Alle Bohrpunkte wurden nach ihrer Lage vermessen. Die Lage der Sondieransatzpunkte ist dem Lageplan in Anlage 1 zu entnehmen.

slach&partner mbB Beratende Ingenieure

Chemische Untersuchungen

Vom Asphalt am Standort der Sondierung KRB 4 wurde eine Einzelprobe (AEP 1) quantitativ chemisch auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feststoff untersucht.

Vom Tennenbelag und der unterlagernden Schlacketragschicht, der Tennisplätze westlich der Tennishalle, wurde eine Mischprobe (TMP 1) auf die Schadstoffparameter PCDD/ PCDF (Dioxine/ Furane) nach BBodSchV untersucht.

Von den sonstigen aufgefüllten Böden, hierbei handelt es sich im Wesentlichen um ortstypische Böden, die im Zuge des flächenhaften Erdbaus im südöstlichen Teil des Erschließungsgebietes abgelagert wurden, wurde eine Bodenmischprobe zusammengestellt (BMP 1). Von den gewachsenen Böden wurden, verteilt über die gesamte Erschließungsfläche, 4 Bodenmischproben (BMP 2 bis BMP 5) zusammengestellt. Die 5 Bodenmischproben wurden gemäß LAGA TR 2004 zzgl. der ergänzenden Parameter DK 0 nach DepV (2009) untersucht.

Mit den Analysen wurde die EUROFINS Umwelt West GmbH in Wesseling beauftragt. Die Eurofins Umwelt West GmbH verfügt über eine Akkreditierung für die Durchführung chemischer und chemisch/physikalischer Analytik gemäß der deutschen Akkreditierungsstelle "Chemie" unter der DAkkS-Registrierungsnummer D-PL-14078-01-01 akkreditiert.

Der Analysenumfang ist in der nachfolgenden Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Analysenumfang

Probenbezeichnung	Untersuchungsbereich/ Bohrungen	Probenart	Proben	Untersuchungsumfang
AEP 1	Parkplatz im Bereich der Kölner Straße/ KRB 4	Asphalt	AEP 1	PAK im Feststoff
TMP 1	Tennisplätze westlich der Tennishalle/ KRB 12 und KRB 13	Tennenbelag und Schlacketragschicht	12/1; 12/2; 13/1, 13/2	PCDD/ PCDF (Dioxine/ Furane) nach BBodSchV
BMP 1	Vom flächenhaften Erdbau betroffener südlicher Teil des Erschließungsgebietes und wallartige Struktur im Kernsiefen/ KRB 7 bis KRB 11 und KRB 18	aufgefüllte Böden	7/2, 8/1 bis 11/1 und 18/2	LAGA TR 2004 zzgl. der ergänzenden Parameter DK 0 nach DepV (2009)
BMP 2	Vom flächenhaften Erdbau betroffener südlicher Teil des Erschließungsgebietes KRB 1 bis KRB 13	gewachsener Untergrund	1/2; 1/3; 2/2; 2/3; 3/2; 4/4; 4/5; 5/3; 6/3; 7/3; 8/2; 9/2; 11/2; 12/3; 13/3	
BMP 3	Kernbereich des Siefens (Grünland) KRB 14 bis KRB 27		14/2; 14/3; 15/2; 15/3; 16/2; 16/3; 17/2; 17/3; 18/2; 18/3; 19/2; 19/3; 20/2; 20/3; 21/2; 21/3; 22/2; 22/3; 23/2; 23/3; 24/2; 24/3; 25/2; 25/3; 26/2; 27/2 und 27/3	
BMP 4	Berghang (Grünland) östlich des Siefens KRB 28 bis KRB 35		28/2; 28/3; 29/2; 29/3; 30/2; 30/3; 31/2; 31/3; 32/2; 32/3; 33/2; 33/3; 34/2; 34/3; 35/2 und 35/3	
BMP 5	Nördlicher Teil der Erschließungsfläche (Grünland)/		36/2; 36/3; 37/2; 37/3; 38/2; 39/2; 39/3; 40/2;	

Probenbezeichnung	Untersuchungsbereich/ Bohrungen	Probenart	Proben	Untersuchungsumfang
	KRB 36 bis KRB 44		40/3; 41/2; 41/3; 42/2; 42/3; 43/2; 43/3; 44/2 und 44/3	

6. Ergebnisse

6.1 Schichtung des Untergrundes

Die Bohrprofile der Kleinrammbohrungen sind in Anlage 2 (Blätter 2.1 bis 2.3) enthalten.

Wie zu erwarten wurden im ganz überwiegenden Teil der Untersuchungsfläche das Grundgebirge und daraus hervorgegangene Verwitterungsprodukte (Verwitterungsschutt und -lehm sowie Hanglehm) aufgeschlossen. Ausgenommen davon sind der durch den flächenhaften Erdbau anthropogen überprägte südliche Teil der Untersuchungsfläche entlang der Kölner Straße (KRB 4 bis KRB 13) sowie der nördliche Bereich des Siefens, der südwestlich des Schwimmbades liegt (KRB 37 bis KRB 40).

In den durch den flächenhaften Erdbau anthropogen überprägten Bereichen fehlen die natürlichen Böden, und zwar vor allem die Verwitterungsprodukte (Abtragbereich), oder sie wurden durch aufgefülltes Bodenmaterial überschüttet (Auftragbereich). Die Grundgebirgsoberfläche steht hier demzufolge sehr flachgründig (schon ab 0,7 m) bzw. erst relativ tiefgründig (erst ab 3,7) an.

Im nördlichen Bereich des Siefens sind oberflächlich bindige Siefensedimente verbreitet, die bis max. 4,8 m Teufe aushalten.

Die Ergebnisse sind insofern etwas überraschend, als dass die Ablagerung der Siefensedimente sich nicht bis zu den nördlichsten Bohrstandorten, gemeint sind die Sondierungen KRB 42 bis KRB 44, fortsetzt. Der Untergrund stellt hier, auch wenn topographisch kaum ausgebildet, noch den Ausläufer des abtauchenden Bergsporns dar. Hier wurden also nur das devonische Grundgebirge und daraus hervorgegangene Verwitterungsprodukte erbohrt.

Im Folgenden werden die einzelnen Schichten kurz beschrieben. Einzelheiten und Schichtmächtigkeiten können darüber hinaus den Bohrprofilen und Rammdiagrammen 2.1 bis 2.4 in der Anlage 2 entnommen werden.

Oberflächenbefestigung

Eine 0,2 m dicke nicht genormte, ungebundene Tragschicht findet sich an den Standorten von KRB 1 und KRB 2. Alle vorgenannten Standorte liegen unweit der Kölner Straße.

Am Standort 4 ist eine 10 cm dicke Asphaltdecke verbreitet, die bis 0,4 m Teufe von einem genormten Brechkorngemisch unterlagert wird.

Das Brechkorngemisch steht an den Standorten von KRB 5 und KRB 6 in einer Mächtigkeit von 0,15 m als ungebundene Tragschicht oberflächlich an.

Tennenbelag und Schlacketragschicht Tennisplatz

An den Standorten 12 und 13 wird der 10 cm dicke Tennenbelag bis 0,25 m unter GOK von einer Schlackeschicht unterlagert. Am Standort 7, der randlich des Spielfeldes liegt, wurde

slach&partner mbB Beratende Ingenieure

unterhalb einer dünnen Splittschicht eine Schlackeschicht erbohrt, die bis 0,9 m Tiefe aushält.

Sonstige Auffüllung:

Die sonstige Auffüllung findet sich im Wesentlichen in den Bodenauftragbereichen (KRB 8 bis 10) wieder, wo sie Mächtigkeiten bis 3,7 m erreicht. Sie setzt sich überwiegend aus fein- bis gemischtkörnigen, regionaltypischen Böden zusammen, die bodenmechanisch betrachtet sowohl bindige als auch nicht bindige Eigenschaften besitzen. Die Konsistenz wurde mit weich bis steif, die der nicht bindigen mit locker bis mitteldicht gelagert bestimmt. Nur untergeordnet treten anthropogene Beimengungen wie Beton- und Ziegelbruch auf.

Ansonsten wurde nur noch am Standort 18, hier ist eine wallartige Struktur vorhanden, aufgefülltes Bodenmaterial angetroffen. Es besitzt einen deutlich erhöhten Bauschuttanteil und hält bis 1,0 m Tiefe aus.

Mutterboden (auch umgelagert)

Der (umgelagerte) Mutterboden stellt an den Ansatzpunkten, die nicht befestigt sind, das oberste Schichtglied dar. Er ist zwischen 0,1 m und 0,4 m mächtig.

Hanglehm:

Der Hanglehm ist ein kiesig-toniger Schluff in weicher Konsistenz. Er wurde an 31 der 44 Bohrstandorte erbohrt. Er fehlt in den Bodenabtragbereichen sowie im nördlichen Bereich des Siefens. Der Hanglehm hält bis in Teufen zwischen 0,4 m und 1,6 m unter GOK aus.

Siefenlehm:

Der Siefenlehm wurde nur im nördlichen Bereich des Siefens, an den Bohrstandorten 37 bis 40 angetroffen. Er ist ein feinkörniger Boden in weich bis steifer Konsistenz. Die Schichtunterkante liegt in Teufen zwischen 2,2 m und 4,8 m.

Verwitterungsschutt und -lehm

Mit Ausnahme der Ansatzpunkte 7 bis 11, die im Wesentlichen in den Bodenabtragbereichen liegen, wurden an allen anderen Standorten der durch Verwitterung aus dem Grundgebirge hervorgegangene Verwitterungsschutt bzw. -lehm erbohrt. Häufig verzahnen beide Schichtglieder miteinander, so dass eine Unterscheidung nicht möglich und sinnvoll ist. Im Gegensatz zum Verwitterungsschutt, der einen gemischtkörnigen, nicht bindigen Boden darstellt, weist der Verwitterungslehm einen höheren Feinkornanteil auf, wodurch er bodenmechanisch betrachtet einen bindigen Boden darstellt. Der Verwitterungsschutt weist eine mitteldichte Lagerung auf. Die Konsistenz des Verwitterungslehms schwankt zwischen halbfest und fest.

Grundgebirge:

Das Grundgebirge wurde mit Ausnahme der Bohrstandorte 37 und 40, beide liegen im nördlichen Bereich des Siefens, in allen Kleinrammbohrungen bis zu den erbohrten Endteufen angetroffen. Es setzt sich aus einem zersetzten (fest) bis entfestigen Schluffstein zusammen. Die Grundgebirgsoberfläche liegt in Teufen zwischen 0,6 m und 5,0 m unter Geländeoberkante (GOK). Die größten Abstände finden sich im Auffüllungsbereich (KRB 8 und 9) sowie im nördlichen Bereich des Siefens (KRB 39). Die geringste Teufenlage wurden entlang der Kölner Straße (KRB 1 und 2 sowie 5 und 6) sowie im Abtragbereich (KRB 7) ermittelt.

6.2 Untergrundwasser

An 2 von 44 Standorten konnte Wasser in den Bohrlöchern eingemessen werden. Es war dies in Bohrung KRB 15, die im Quellbereich des Siefens, also in der südwestlichen Ecke des Erschließungsgebietes liegt, sowie in Sondierung KRB 37, die sich im nördlichen Bereich des Siefens befindet.

Da das Bohrgut aus den beiden Sondierungen nicht nass war, ist davon auszugehen, dass das Wasser oberflächlich in die Bohrlöcher einströmte. Bei dem in den Bohrungen angetroffenen Wasser handelt es sich demnach nicht um freies Untergrundwasser. Dazu sind die oberflächlich verbreiteten Bodenschichten hydraulisch zu wenig wirksam.

Bei Ansatzpunkt 15 ist denkbar, dass das angetroffene Wasser über den möglicherweise bergseits gelegenen und verfüllten Stollen dem Bohrloch oberflächlich zuströmt.

Nachfolgend wird auf die Darstellung der Wasserstände verzichtet.

Die Bodenschichten wurden mit schwach feucht bis feucht angesprochen.

6.3 Hydraulische Leitfähigkeitsbestimmung

Die k_f -Werte repräsentieren die Durchlässigkeit der Bodenschichten unterhalb der Versuchsteufen. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 6.3 zusammenfassend dargestellt. Die Versuchsanordnungen sind in der Anlage 3 aufgeführt.

Tabelle 6.3: Ergebnisse der Durchlässigkeitsbestimmungen

Lage geographisch/ topographisch	gepl. Bebauung	Bereich	Bodenschicht	k_f -Wert [m/s]
Bereich entlang Kölner Straße/ Höhenrücken	Wohnbebauung/ Erschließungs- straße	KRB 2	Grundgebirge	$6,7 \times 10^{-7}$
		KRB 5		$1,3 \times 10^{-6}$
KRB 7		$2,0 \times 10^{-5}$		
Bereich Tenniscenter/ oberer Talhang, anthropogen überprägt (terrassiert)		KRB 12		kein messbarer Abfluss
		KRB 13		kein messbarer Abfluss
Grünwiese in südwestl. Ecke des Er- schließungsgebietes/ Kernbereich des Siefens		KRB 14		$6,3 \times 10^{-7}$
		KRB 16		kein messbarer Abfluss
Grünwiese im zentralwestl. Bereich des Erschließungsgebietes/ mittlerer Bereich des Siefens		KRB 21		$8,3 \times 10^{-5}$
		KRB 22		$8,7 \times 10^{-6}$
		KRB 25		$3,3 \times 10^{-6}$
		KRB 26		$8,1 \times 10^{-5}$
		KRB 28		$3,8 \times 10^{-6}$
		Grünwiese im zentralen Bereich des Erschließungsgebietes/ zentraler Talhang		KRB 29
KRB 31				$6,2 \times 10^{-7}$
KRB 34	$1,3 \times 10^{-6}$			
KRB 35	kein messbarer Abfluss			
Grünwiese im nordwestl. Bereich des Erschließungsgebietes/ nördlicher Bereich des Siefens	Grundschule	KRB 39	$2,7 \times 10^{-7}$	
		KRB 40	Verwitterungs- schutt u. -lehm kein messbarer Abfluss	

Lage	gepl. Bebauung	Bereich	Bodenschicht	K _F -Wert [m/s]
geographisch/ topographisch				
Grünwiese in nordwestl. Ecke des Erschließungsgebietes/ abtauchender Bergsporn	RW-Becken	KRB 43	Grundgebirge	2,4 x 10 ⁻⁶

6.4 Schadstoffe

6.4.1 Asphaltuntersuchung

Das Ergebnis der Asphaltuntersuchung kann der nachfolgenden Tabelle 6.4.1 entnommen werden. Der Prüfbericht der EUROFINS Umwelt West GmbH ist in der Anlage 4 enthalten.

Tabelle 6.4.1: Ergebnisse PAK-Untersuchung am Asphaltmaterial

Probenbezeichnung	Lage/ Bohrstandort	PAK n. EPA [mg/kg]	Benzo(a)pyren [mg/kg]
AEP 1	Parkplatz im Bereich der Kölner Straße/ KRB 4	n.b.	n.n.

n.n.: nicht nachweisbar (Gehalt < Bestimmungsgrenze) n.b.: nicht berechenbar (Einzelgehalte < Bestimmungsgrenze)

6.4.2 Untersuchung Tennenbelag mit Schlacketragschicht

Für die Materialprobe TMP 1 vom Tennenbelag mit Schlacketragschicht der Tennisplätze westlich der Tennishalle wurde im Labor anhand der durchgeführten Analyse ein Dioxingehalt I-TEq = 3 ng/kg berechnet. Dieser Wert liegt deutlich unter dem Maßnahmenwert der BBodSchV für die direkte Aufnahme von Dioxinen/Furanen auf Kinderspielflächen (= 100 ng I-TEq/kg).

Der Prüfbericht der EUROFINS Umwelt West GmbH ist in der Anlage 4 enthalten.

6.4.3 Schadstoffuntersuchung Boden nach LAGA TR-Boden 2004

Die Analysenergebnisse sind in der Tabelle 6.4.3 zusammengefasst. In der letzten Spalte der Tabelle finden sich die Einstufungen für die einzelnen Mischproben. Die Prüfberichte sind der Anlage 5 beigelegt.

Bei der Baumaßnahme werden fast ausschließlich bindige Aushubböden anfallen. Gemäß LAGA sind für die Einstufung der bindigen Böden in die Einbauklasse Z0 die Zuordnungswerte für „Lehm und Schluff“ heranzuziehen.

Tabelle 6.4.3: Ergebnisse der Verwertungsanalysen nach LAGA für Zuordnung Z 0 bis Z 2

Probe	Entnahmeort	Bodenart	Einstufung nach LAGA; Überschreitung
BMP 1	Vom flächenhaften Erdbau betroffener südlicher Teil des Erschließungsgebietes und wallartige Struktur im Kernsiefen/ KRB 7 bis KRB 11 und KRB 18	Auffüllung	> Z2 Pb aus Königswasseraufschluss > Z2 Cu aus Königswasseraufschluss > Z1 aber < Z2
BMP 2	Vom flächenhaften Erdbau betroffener südlicher Teil des Erschließungsgebietes KRB 1 bis KRB 13	gewachsenes Bodenmaterial	Z0* Ni aus Königswasseraufschluss > Z0 aber < Z0*
BMP 3	Kernbereich des Siefens (Grünland) KRB 14 bis KRB 27		Z0* Ni aus Königswasseraufschluss > Z0 aber < Z0*

Probe	Entnahmeort	Bodenart	Einstufung nach LAGA; Überschreitung
BMP 4	Berghang (Grünland) östlich des Siefens KRB 28 bis KRB 35		Z0* Ni aus Königswasseraufschluss > Z0 aber < Z0*
BMP 5	Nördlicher Teil der Erschließungsfläche (Grünland)/ KRB 36 bis KRB 44		Z0* Ni aus Königswasseraufschluss > Z0 aber < Z0*

6.4.4 Schadstoffuntersuchung Boden nach DepV 09

Die Ergebnisse der chemisch-analytischen Untersuchungen der Bodenprobe sind im Anhang in Anlage 5 enthalten. Die Tabelle 6.4.4 auf der nachfolgenden Seite fasst die Ergebnisse zusammen. In der letzten Spalte der Tabelle finden sich die Einstufungen für die einzelnen Mischproben.

Tabelle 6.4.4: Ergebnisse der Analysen für die Zuordnung DK 0 nach Deponieverordnung, Anhang 3

Probe	Entnahmeort	Bodenart	Einstufung nach DepV; Überschreitung
BMP 1	Vom flächenhaften Erdbau betroffener südlicher Teil des Erschließungsgebietes und wallartige Struktur im Kernsiefen/ KRB 7 bis KRB 11 und KRB 18	Auffüllung	DK 0; keine Überschreitungen
BMP 2	Vom flächenhaften Erdbau betroffener südlicher Teil des Erschließungsgebietes KRB 1 bis KRB 13	gewachsenes Bodenmaterial	DK 0; keine Überschreitungen
BMP 3	Kernbereich des Siefens (Grünland) KRB 14 bis KRB 27		DK 0; keine Überschreitungen
BMP 4	Berghang (Grünland) östlich des Siefens KRB 28 bis KRB 35		DK 0; keine Überschreitungen
BMP 5	Nördlicher Teil der Erschließungsfläche (Grünland)/ KRB 36 bis KRB 44		DK 0; keine Überschreitungen

7. Bodenmechanische und tektonische Beurteilungen

7.1 Bodenmechanische Kennwerten und Bodenklassifizierung

Die bodenmechanischen Kennwerte und die Bodenklassifizierung der in den Bohrungen ange-
troffenen relevanten Bodenarten können aufgrund der Bodenansprache und Probenbeurtei-
lung wie in den nachfolgend aufgeführten Tabellen 7.1.1 und 7.1.2 angenommen werden.

Tabelle 7.1.1: Bodenmechanische Kennwerte (nach DIN 1055)

Bodenart	γ (KN/m)	γ' (KN/m)	φ' (°)	c' (KN/m)	E_s (KN/m)
Schlacketragschicht	21	12	32,5	0	50.000
sonstige feinkörnige Auffüllung, weich bis steif	20	10	27,5	0 bis 2	4.000 bis 8.000
sonstige gemischtkörnige Auffüllung, locker bis mitteldicht gelagert	21	12	30 bis 32,5	0	15.000 bis 35.000
Hanglehm und Siefenlehm, weich	20	10	27,5	0	4.000

Bodenart	γ (KN/m ³)	γ' (KN/m ³)	φ' (°)	c' (KN/m ²)	E_s (KN/m ²)
Siefenlehm, steif	20	10	27,5	2	8.000
Verwitterungslehm, halbfest bis fest	20	10	27,5	5 bis 10	12.000 bis 20.000
Verwitterungsschutt, mitteldicht gelagert	21	12	32,5	0	50.000
Grundgebirge aus Schluff- und Tonstein, (Lockergesteinseigenschaften), zersetzt (fest)	22	12	27,5	5	20.000
Grundgebirge aus Schluff- und Tonstein, (Festgesteinseigenschaften) entfestigt	22	12	> 35*		75.000

Erklärung der Parameter zur obigen Tabelle:

γ = Wichte des erdfeuchten Bodens γ' = Wichte des Bodens unter Auftrieb
 φ' = Reibungswinkel des drainierten Bodens, bzw. Ersatzreibungswinkel einschließlich Kohäsionsanteil
 c' = Kohäsion des drainierten Bodens E_s = Steifeziffer
 (35*) = Ersatzreibungswinkel zur Ermittlung von Erddrücken

Tabelle 7.1.2: Bodenklassifizierung

Bodenart	Bodenklassifizierung nach			Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB 94	Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-Stb 97
	DIN 18196	DIN 18300	DIN 18319		
Schlacketragschicht	GW	3	LNW 2	F1, F2	V1, V2
sonstige feinkörnige Auffüllung, weich bis steif	UL, GU*	4, 5	LBM 1, LBM 2, (eventuell mit S1)	F3	V3
Auffüllung, Kies, schluffig,- mitteldicht gelagert	GW, GU	3	LNW 2, (eventuell mit S1)	F2	V2
Hanglehm und Siefenlehm, weich und steif	UL, TL	4 (2) ¹	LBM 1	F3	V3
Verwitterungslehm, halbfest bis fest	UL, GU*	4, 5	LBM 2, LBM 3	F3	V3
Verwitterungsschutt, mitteldicht gelagert	GW, GU	3	LNW 2, (eventuell mit S1)	F2	V2
Grundgebirge aus Schluffstein, (Lockergesteinseigenschaften), zersetzt (fest)	UL, GU*	4, 5	LBM 3	F3	V3
Grundgebirge aus Schluffstein, (Festgesteinseigenschaften) entfestigt		6 (selten 7)	FZ 1, FD 1	F3	V2, V3

7.2 Tektonische Beanspruchung

Nach DIN EN 1998-1/NA (Fassung 2011-01), ehemals DIN 4149:2005-04, gehört das Bauvorhaben zu keiner Erdbebenzone und zu keiner Untergrundklasse. Der Grad der Erdbebengefährdung ist als so gering einzuschätzen, dass diese Norm nicht angewendet werden muss.

8. Homogenbereiche

8.1 Festlegung der benötigten Gewerke

Für das o.g. Bauvorhaben ist nach Auffassung des Unterzeichners das Gewerk Erdarbeiten (ATV DIN 18300) zu berücksichtigen, für welches Homogenbereiche festzulegen sind.

8.2 Festlegung der Homogenbereiche

Die nachfolgende Tabelle 8.2.1 enthält eine Zusammenstellung der angetroffenen Bodenschichten zu Homogenbereichen in Abhängigkeit für das Gewerk Erdarbeiten.

Bei der Einteilung der angetroffenen Bodenschichten in Homogenbereiche ist, mit Blickwinkel auf die einzelnen Gewerke, neben dem zu betreibenden Aufwand auch die chemische Analytik zu berücksichtigen. Da die potentiellen Aushubböden für einen Wiedereinbau bodenmechanisch nur wenig geeignet sind und erfahrungsgemäß auf einer Deponie beseitigt werden, wird für die Einteilung der Homogenbereiche nur die Einstufung nach Deponieverordnung berücksichtigt. Sollte für das vorliegende Bauvorhaben die Einteilung in Homogenbereiche auch unter Berücksichtigung der chemischen Analytik gemäß LAGA TR-Boden notwendig werden, so ist diese Einteilung in Absprache mit Bodengutachter abzustimmen.

Da im vorliegenden Fall alle potentiellen Aushubböden der Deponieklasse 0 zugeordnet werden können, ergeben sich daraus keine Konsequenzen bei der Einteilung der Aushubböden in Homogenbereiche.

Tabelle 8.2.1: Zusammenstellung der angetroffenen Bodenschichten zu Homogenbereichen

Boden- Felsschicht	Einstufung nach LAGA TR-Boden/ Deponieverordnung	Homogenbereich
		Gewerk 1 Erdbau DIN 18300
Auffüllung, Kies, schluffig,- mitteldicht gelagert	DK 0	1
Auffüllung, Kies, stark schluffig, steif	DK 0	1
Hanglehm und Lößlehm; Schluff, tonig, feinsandig, weich	DK 0	1
Hanglehm und Lößlehm; Schluff, tonig, feinsandig, steif	DK 0	1
Grundgebirge aus Schluff- und Tonstein, (Lockergesteinseigenschaften), zersetzt, halbfest bis fest	DK 0	1

Boden- Felsschicht	Einstufung nach LAGA TR-Boden/ Deponieverordnung	Homogenbereich
		Gewerk 1 Erdbau DIN 18300
Grundgebirge aus Schluff- und Tonstein, (Festgesteinseigenschaften wie Bodenklasse 6), stark entfestigt,	DK 0	1
Grundgebirge aus Schluff- und Tonstein, (Festgesteinseigenschaften wie Bodenklasse 7), stark entfestigt,	DK 0	2

8.3 Parametersätze für die Homogenbereiche

Die Parametersätze für die Homogenbereiche für das Gewerk Erdarbeiten nach DIN 18300:2015:08 sind der nachfolgenden Tabelle 8.3.1 zu entnehmen. Es wird ausdrücklich angemerkt, dass die für die Homogenbereiche angegebenen Kennwerte auf Erfahrungswerten und nicht auf Laborwerten beruhen. Abweichungen von den tatsächlichen Verhältnissen sind damit nicht auszuschließen.

Mit Einführung der Homogenbereiche wurde die Unterteilung der Böden in Bodenklassen abgelöst. Es ist zu berücksichtigen, dass bei dem bindigen Schichtpaket aus Hanglehm und Lößlehm bei Durchnässung oder und dynamischer Erregung ein Übergang von Bodenklasse 4 in die Bodenklasse 2 möglich ist. Die Bearbeitung und Entsorgung von Böden der Bodenklasse 2 erfordern erfahrungsgemäß einen erhöhten Mehraufwand, wodurch Mehrkosten entstehen können. Der Unterzeichner weist daher ausdrücklich darauf hin, diesen möglichen Umstand auch bei den Homogenbereichen für die Ausschreibung zu beachten.

Tabelle 8.3.1: Parametersätze für die Homogenbereiche für das Gewerk Erdarbeiten

Erdarbeiten nach DIN 18300:215:08		
Kennwert/Eigenschaft	Homogenbereich	
	1	2
ortsübliche Bezeichnung	Auffüllung bindig, steif. Auffüllung nichtbindig, mitteldicht. Hang- und Lößlehm, weich und steif. Grundgebirge mit Lockergesteinseigenschaften. Grundgebirge mit Festgesteinseigenschaften wie Bodenklasse 6 nach 18300.	Grundgebirge mit Festgesteinseigenschaften wie Bodenklasse 7 nach 18300.
Bodengruppe	GW, GU, GU*, UL, TL	k.A.
Korngrößenverteilung (Kornkennziffer)	2-7-1-0 bis 0-0-1-9	k.A.
Stein- und Blockanteil	Im Grundgebirge bis 90 %. Sonst < 10 %.	k.A.
Wichte feucht (KN/m ²)	19-22	20-24

undrÄnirte Scherfestigkeit (KN/m ²)	20 - 200	k.A.
Wassergehalt % und Konsistenzen	15 -50, weich bis fest	k.A.
PlastizitÄtzzahl	n.U.	k.A.
Konsistenzzahl	n.U.	k.A.
Lagerungsdichte	nur fÄr gemischtkÄrnige und nichtbindige BÄden, locker bis mitteldicht	k.A.
KohÄsion (KN/m ²)	nur fÄr bindige BÄden, 0 - 5	k.A.
organischer Anteil (%)	0 - 5	k.A.
Benennung von Fels nach DIN ISO 14689-1	k.A.	Ton-, Schluffstein
Verwitterung und VerÄnderungen, VerÄnderlichkeit nach DIN ISO 14689-1	k.A.	2 -4 gemÄß Tabelle 4
Einaxiale Druckfestigkeit (MN/m ²)	k.A.	2 - 25
TrennflÄchenrichtung, TrennflÄchenabstand, GesteinskÄrperform	k.A.	dÄnnplattig- dickbankig, 20 mm - 400 mm TrennflÄchenabstand
organischer Anteil (%)	0 - 5	k.A.

k.A. - keine Angaben erforderlich

n.U. - keine Untersuchungen durchgefÄhrt

9. Beurteilung der UntergrundverhÄltnisse fÄr den Kanalbau

GrÄndung/Sohlbefestigung:

Die Kanalsohlen liegen voraussichtlich ganz Åberwiegend mÄßig bis gut tragfÄhigen Verwitterungsschutt und -lehm bzw. dem sehr gut tragfÄhigen Grundgebirge. Die schlecht tragfÄhigen aufgefÄllten Bodenschichten sowie der Hang- und der Siefenlehm werden voraussichtlich nur selten auf HÄhe der Kanalsohle anstehen.

FÄr die GrÄndung des Kanals und die VerfÄllung des Kanalgrabens im Bereich der Leitungszone ist die DIN EN 1610:1997-09 maßgebend. Bei den vorgefundenen UntergrundverhÄltnisse kÄnnen die Bettungstypen 2 und 3 angewendet werden. Der Gutachter empfiehlt aber ausdrÄcklich die Anwendung von Bettungstyp 1. Dies macht das Einbringen einer Bettungsschicht unter der Rohrsohle erforderlich. Die notwendige MÄchtigkeit der Bettungsschicht wird in den Bereichen, in denen die Sohle von den weniger tragfÄhigen Bodenschichten (Auf-fÄllung sowie Hang- und Siefenlehm) aufgebaut wird, auf 0,3 m vorgeschÄtzt. Beim Verwitterungslehm und Verwitterungsschutt ist ein Bodenaustausch von 0,2 m ausreichend. Wird das tragfÄhige Grundgebirge grÄndungsrelevant, so kann die MÄchtigkeit der Bettungsschicht auf 0,15 m reduziert werden. Bei schlechter Witterung kann auch eine grÄßere AustauschmÄchtigkeit erforderlich werden, die jedoch erst im Zuge der Baumaßnahme durch einen Bodengutachter festgelegt werden kann. Als Austauschmaterialien sind Brechkorngemische, Sand-

slach&partner mbB Beratende Ingenieure

Kies-Gemische oder nach TL Min-StB 2000 geprüfte RC-Baustoffe der Körnungen 0/32 geeignet.

Grabenverbau:

Die aufgefüllten Schichten sowie der Verwitterungsschutt sind nachbrüchig. Die gewachsenen, bindigen Bodenschichten (Hanglehm, Siefenlehm und Verwitterungslehm) sind kurzfristig und die Grundgebirgsschichten auch über einen längeren Zeitraum senkrecht standfest (gute Witterung vorausgesetzt). Im Fall von erforderlichen Ramm- oder Rüttelarbeiten ist bis zu den erbohrten Endteufen von meist geringen bis mittleren Eindringwiderständen auszugehen. Unterhalb davon ist in den vom Grundgebirge aufgebauten Bereichen mit hohen Eindringwiderständen zu rechnen, so dass Auflockerungsbohrungen durchgeführt werden müssen.

Bei Grabentiefen > 1,25 m sollten bei der vorliegenden Baumaßnahme nur verbaute Kanalgräben angewendet werden. Bei der Wahl der Grabenverbaugeräte ist die DIN 4124:2002-10 zu beachten. Die Verbaueinheiten müssen dabei in Bereichen mit angrenzenden Versorgungsleitungen erschütterungsarm in den Untergrund eingebracht werden können. Es ist grundsätzlich darauf zu achten, dass das Erdreich stets Kontakt mit dem Grabenverbaugerät hat und keine Hohlräume zwischen Grabenverbaugerät und umgebenden Erdreich entstehen. Darüber hinaus muss der Verbau den Anforderungen einer „wandernden Punktbaustelle“ genügen.

Der Gutachter empfiehlt, den Kanalgrabenverbau auf den erhöhten aktiven Erddruck $((E_a+E_0)/2)$ zu bemessen.

Im vorliegenden Fall können voraussichtlich übliche und wirtschaftlich einzusetzende Fertigverbauplatten oder andere randgestützte Verbausysteme verwendet werden.

Wasserhaltung:

Die Baumaßnahme wird nicht vom freien Grundwasser tangiert. In den offenen Kanalgräben ist in jedem Fall mit Tagwasser und periodisch auch mit Schichtenwasser zu rechnen. Dies macht die Einrichtung einer offenen Wasserhaltung notwendig. Das anfallende Wasser ist über gut ausgefilterte Pumpensümpfe zu entwässern. Bei erhöhtem Andrang ist gegebenenfalls eine Drainage unterhalb der Sohle zu installieren, die das Wasser den Pumpensümpfen zuführt.

Das aus den Quellen strömende Oberflächenwasser muss gefasst und seitlich der Kanalgräben abgeführt werden.

Verfüllung der Kanalgräben:

Wiederverwertung der Aushubböden aus bodenmechanischer Sicht

Aufgefüllte Böden:

Die aufgefüllten Böden sind aufgrund der oftmals hohen Schluffgehalte aus bodenmechanischer Sicht nur bedingt, und nur bei günstigen Witterungsbedingungen zum Wiedereinbau geeignet. Der Unterzeichner rät von einem Wiedereinbau dieser Böden ab.

Hanglehm, Siefenlehm und Verwitterungslehm:

Die bindigen Böden sind für einen Wiedereinbau wenig geeignet, da sie sich nur schlecht verdichten lassen. Sie sollten deshalb nicht für einen Wiedereinbau berücksichtigt werden.

Verwitterungsschutt und Grundgebirge

Sowohl das zersetzte (halbfeste bzw. halbfest bis feste) wie auch stark entfestigte Grundgebirge besitzen nach dem Lösen zumeist bindige bodenmechanische Eigenschaften. Sie sind für einen Wiedereinbau damit nur bedingt geeignet. Ein Wiedereinbau setzt eine sehr trockene Witterung voraus. Sofern ein Einbau erfolgen soll, ist dieser bodengutachterlich begleiten zu lassen. Unter Umständen werden zusätzliche Konditionierungsmaßnahmen durch die Zugabe eines Kalk-Zement-Gemisches notwendig, um den Wassergehalt im Boden so zu verringern, dass eine gute Verdichtbarkeit gewährleistet werden kann.

Angelieferte Verfüllböden

Für den Einbau in der Verfüllzone sollten nur Erdbaumaterialien verwendet werden, deren Kornzusammensetzungen innerhalb der vorgeschriebenen Sieblinienbereiche liegen. Als Einbaumaterial eignen sich kornabgestufte Mineralgemische, gütegeprüfte RC-Baustoffe oder Sand-Kiese (z.B. 0/45, 0/56). Sollen andere V1 oder V2 Böden verwendet werden, sollte dies nur unter bodengutachterlicher Aufsicht erfolgen.

In der Leitungszone sind generell nur grobkörnige Böden bis zu einem Größtkorn von 20 mm zu verwenden (vgl. ZTVE). Neben dem Rohr muss ausreichend Raum für den Einsatz eines Verdichtungsgerätes vorhanden sein, damit Zwickel seitlich unter dem Rohr ausreichend verfüllt und verdichtet werden können.

10. Beurteilung der Untergrundverhältnisse für den Straßenbau

Unabhängig von der Belastungsklasse in die die geplanten Erschließungsstraßen nach abschließender Planung eingestuft werden, gilt auf dem Erdplanum allgemein ein Verformungsmodul $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$.

In den Bereichen in denen das Erdplanum durch einen Bodenauftrag geschaffen wird, muss dieser so vorgenommen werden, dass die Anforderung $E_{v2} > 45 \text{ MN/m}^2$ eingehalten wird.

In den übrigen Abschnitten, ist damit zu rechnen, dass das Erdplanum fast ausschließlich von bindigen weich- bis maximal steifplastischen Böden (Hang- und Siefenlehm) aufgebaut wird. Auf diesen Böden lässt sich das erforderliche Verformungsmodul voraussichtlich nicht nachweisen. Dies macht einen zusätzlichen Bodenaustausch notwendig, den der Unterzeichner mit 0,2 m vorschätzt. Die genaue Dicke ist im Zuge von Probeverdichtungen festzulegen. Für die Qualität des Bodenaustauschmaterials gelten die in Kapitel 11 gemachten Angaben.

11. Allgemeine Hinweise zur Bauausführung von Wohnbauten

Vorbemerkungen:

Bevor allgemeine Hinweise zur Bauausführung von Wohngebäuden ausgesprochen werden, wird angemerkt, dass das vorliegende Gutachten kein Baugrundgutachten ersetzen kann, das Bezug auf ein konkretes Bauvorhaben nimmt. Dafür ist der Abstand der Bohrungen zueinander zu groß. Außerdem hängen die Baugrundbedingungen maßgeblich von den genauen Pla-

nungen der einzelnen Bauvorhaben (z.B. Lage des Baufensters, Gründungskote) ab, die zum jetzigen Zeitpunkt nicht bekannt sind.

Im Wesentlichen werden mit einem Baugrundgutachten zwei für die Bauausführung entscheidende Untergrundbedingungen bewertet. Dies sind zum einen die Tragfähigkeit der einzelnen Schichtglieder unter Berücksichtigung der räumlichen Ausdehnung, und zum anderen die Beanspruchung durch Wasser, die die erdberührten Wände im Untergrund erfahren.

Tragfähigkeit des Untergrundes:

Die aufgefüllten Böden und das Schichtpaket aus Hanglehm und Siefenlehm sind nur gering bis mäßig tragfähig. Hier werden zusätzliche Maßnahmen für die Schaffung eines tragfähigen Untergrundes notwendig.

Der Verwitterungslehm und -schutt sind mäßig bis gut tragfähig. Hier lassen sich mit einem geringen zusätzlichen Aufwand gute Gründungsbedingungen schaffen.

Das Grundgebirge ist sehr gut tragfähig und kann unmittelbar Lasten aufnehmen.

Problematisch ist dabei aber die Hanglage zu bewerten, da ein Bauvorhaben in dieser morphologischen Lage in unterschiedlich tragfähige Schichten einbindet worauf reagiert werden muss.

Abdichtung erdberührter Bauteile:

Nach der alten DIN 18195 ist bei den angetroffenen Untergrundverhältnissen mit aufstauenden Sickerwässern in den verfüllten Baugruben zu rechnen. Eine Abdichtung gemäß DIN 18195-4 ist nur dann zulässig, wenn gleichzeitig eine funktionstüchtige und rückstaufreie Drainage installiert werden kann. Bei dem Bau einer Drainage ist die DIN 4095 zu beachten. Kann eine solche Drainage nicht installiert werden, ist mit aufstauenden Sickerwässern zu rechnen. In diesem Fall ist mindestens eine Abdichtung erdberührter Wände und Bodenplatten gemäß Abschnitt 9 der DIN 18195-6:2000-8 anzuwenden. Der Gutachter rechnet nicht damit, dass Wohnbebauung in das Grundwasser einbindet.

Nach der neuen DIN 18533 wird die Abdichtung abhängig gemacht von der Wasserbeanspruchungsklasse (W1-E bis W4-E), der Rissklasse (R1-E bis R4-E), der Raumnutzungsklasse (RN1-E bis RN3-E) und den Zuverlässigkeitsanforderungen. Im vorliegenden Fall ist überwiegend mit den Wasserbeanspruchungsklassen W1.2-E, W2.1-W und W2.2-E zu rechnen.

Ganz unabhängig von der Einstufung des Untergrundes nach DIN 18195 oder DIN 18533 hat sich folgende Praxis bei der Abdichtung von erdberührten Bauteilen im Wohnungsbau an vergleichbaren Standorten bewährt:

Sofern sichergestellt werden kann, dass sich kein Wasser vor oder unter den erdberührten Bauteilen aufstauen kann, reicht eine Abdichtung gemäß DIN 18195-4 bzw. eine Berücksichtigung der Wasserbeanspruchungsklasse W1.2-E aus. Im günstigsten Fall kann dann sogar die Wasserbeanspruchungsklasse W1.1-E zugrundegelegt werden.

Kellerwände und Kellerbodenplatten sollten bei den angetroffenen Verhältnissen wasserdruckhaltend ausgelegt werden, da die Installation einer Drainage auf den meisten Grundstücken nicht möglich sein wird. Die Versickerungsleistung des Untergrundes ist in weiten Be-

reichen gering, mit Staunässe und Sickerwasser muss gerechnet werden. Über welchen Zeitraum diese auftreten, kann nicht prognostiziert werden.

12. Schadstoffe und Hinweise zur Entsorgung von Bodenaushub

12.1 Asphalt

Beurteilung gemäß Runderlass des MUNLV NRW von Oktober 2007

Nach Runderlass des MUNLV NRW von Oktober 2007 ist Straßenaufbruch ab einem PAK-Gehalt von 1000 mg/kg bzw. einem Benzo(a)pyren-Gehalt von 50 mg/kg als gefährlicher Abfall einzustufen und unter der Abfallschlüsselnummer 17 03 01* (kohlenteehaltige Bitumengemische) zu entsorgen. Bis zu einer PAK-Konzentration von 100 mg/kg gilt der Asphalt als teerfrei und kann einer Verwertung als Recycling-Baustoff (RCL) zugeführt werden.

Der Asphalt ist durch die untersuchte Asphaltmischprobe AEP 1 als teerfrei einzustufen und kann einer Verwertung zugeführt werden. Wird eine Beseitigung angestrebt, so lautet die Abfallbezeichnung nach AVV „Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 03 01* fallen“. Die Abfallschlüsselnummer ist 17 03 02.

12.2 Tennenbelag mit Schlacketragschicht

Die Untersuchung des Tennenbelags mit Schlacketragschicht der Tennisplätze westlich der Tennishalle (Materialprobe TMP 1) hat keine auffälligen Schadstoffgehalte über den Prüfwerten der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) für die direkte Schadstoffaufnahme auf Kinderspielflächen ergeben. Der Verdacht einer schädlichen Verunreinigung des Tennenbelags ist insoweit ausgeräumt.

12.3 Boden

12.3.1 Verwertung (Untersuchung nach LAGA TR-Boden 2004)

Das Bodenmaterial der Bodenmischprobe BMP 1 ist keiner Einbauklasse zuzuordnen. Das Bodenmaterial ist auf einer Deponie zu beseitigen werden.

Das Bodenmaterial der Bodenmischproben BMP 2 bis BMP 5 ist der Einbauklasse Z0* zuzuordnen. Eine Verwendung in bodenähnlichen Anwendungen ist möglich.

12.3.2 Beseitigung (Untersuchung DK0 nach DepV 2009)

Das Bodenmaterial der Bodenmischproben BMP 1 bis BMP 5 kann auf einer DK 0-Deponie beseitigt werden.

13. Schlussbemerkungen

Über die Baugrundsituation liegen nach Maßgabe der DIN 1054 noch keine ausreichenden Aufschlüsse vor. Insbesondere dem möglichen Vorhandensein eines Bergwerkstollens im südwestlichen Bereich des Erschließungsgebietes muss nachgegangen werden.

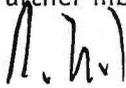
Die durchgeführten Arbeiten bieten aber eine gute Übersicht über die Untergrundsituation in dem Erschließungsgebiet. Nach Vorlage konkreter Planungen werden aber voraussichtlich zusätzliche Untersuchungen notwendig.

slach&partner mbB Beratende Ingenieure

Das Gutachten basiert auf den im Gelände ermittelten Befunden. Der in der Sondierung festgestellte Aufbau des Untergrundes wurde auf den gesamten Untersuchungsbereich extrapoliert. Dies muss nicht mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmen. Sollte während der Tiefbauarbeiten eine andere als in dem vorliegenden Gutachten aufgeführte Untergrundsituation angetroffen werden, ist der Gutachter unverzüglich zu benachrichtigen, um weitere Empfehlungen einzuholen. Das Gutachten ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

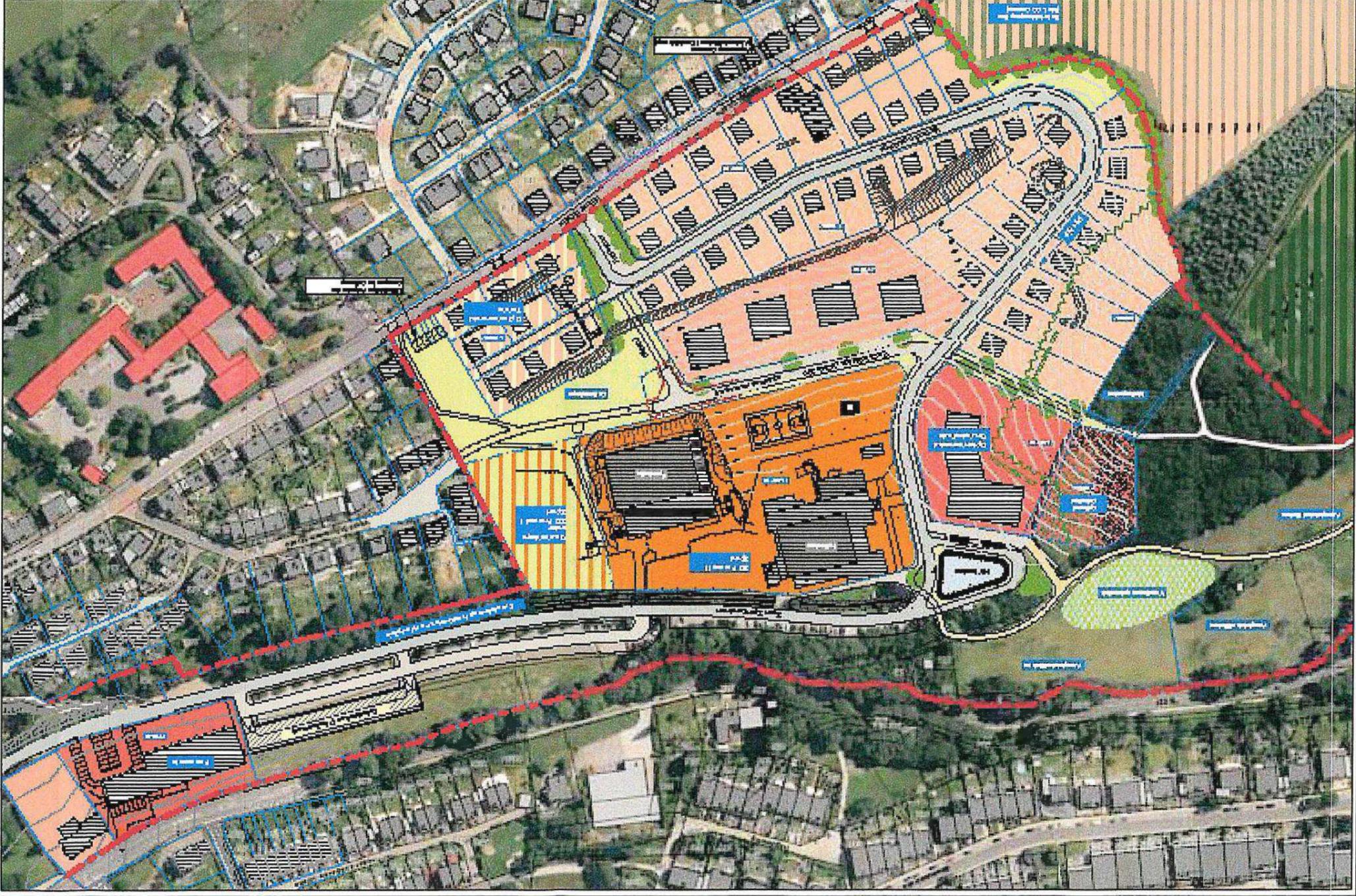
Wipperfürth, den 6.3.2018

Slach & Partner mbB Beratende Ingenieure



Diplom Geologe Robert Slach

Anlage 1 Übersichtsplan, gesamtes Erschließungsgebiet



Auftraggeber: Hückeswagener Entwicklungsgesellschaft mbH & Co. KG
 Auf'm Schloß 1 in 42499 Hückeswagen

Projekt: Erschließung Brunsbachtal in Hückeswagen

Planinhalt: Übersichtspl. des Baugebietes

bear./Dat. gepr./Datum geändert/Datum

Mastab: ohne
 Zeichnungsnr. 18-5568a

Anlage 1

Felderweg 12
 51688 Wipperfurth
 Tel.: 02268 / 894530
 Fax: 02268 / 8945333

Slach & Partner mbB
 Beratende Ingenieure

Auftraggeber: Hückeswagener Entwicklungsgesellschaft mbH & Co. KG Auf'm Schloß 1 in 42499 Hückeswagen		Projekt: Erschließung Brunsbachtal in Hückeswagen	Planinhalt: Lageplan mit Darstellung des bebauten Teils des Erschließungsgebietes	bear./Dat. gepr./Datum	Maßstab: ohne
18-5568b		Zeichnungsnr.		Anlage	
1,2		geändert/Datum			

Slach & Partner mbB
Beratende Ingenieure
Felderweg 12
51688 Wipperfürth
Tel.: 02268 / 894530
Fax: 02268 / 8945333



- Legende:
- bebauter Teil des Erschließungsgebietes
 - Ansatzpunkt
 - Kleinrammbohrung
 - DPH 1 Schwere Rammsondierung
 - VS
- Versicherungsversuch (Open End Test)

