OWS
Ingenieurgeologen

Baugrund - Altlasten - Rückbau
Gutachten & Beratung

OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG
Zum Wasserwerk 15
48268 Greven

Tel.: 02571-95288-0
Fax: 02571-95288-2

info@ows-online.de
www.ows-online.de

Geotechnischer Bericht

Projekt: Bebauungsplan Nr. 840d - südliche Von-Behring-Straße – in 42549 Velbert

Hier: Hydrogeologisches Gutachten mit ergänzenden Hinweisen hinsichtlich Baugrundverhältnissen und Gefährdungsabschätzung

Projekt-Nr.: 1001-6595

Sachbearbeiter: Dipl.-Geol. Stefan Kunk

Auftraggeber: Stadt Velbert
Fachgebiet II.1.2
Bebauungsplanung und Denkmalschutz
Am Lindenkamp 31, 42549 Velbert

Datum: 30. Juli 2010

Mitgliedschaften
Ingenieurkammer Bau NRW
Ingenieurkammer Nds
IngenieurRing
BDB, BDG, DGGT, FSGV

OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG
Amtsgericht Steinfurt
HRA 5320
Steuernummer
327/5890/3240

p.h.G.
OWS Ingenieurgeologen
Verwaltungs GmbH
Amtsgericht Steinfurt
HRB 7485

Geschäftsführer
Dipl.-Geol. C. Oberste-Wilms
Dipl.-Geol. M. Stracke

Bankverbindungen
Deutsche Bank Osnabrück
BLZ: 265 700 24
Konto: 0 585 000

Sparkasse Osnabrück
BLZ: 265 501 05
Konto: 23 00 52

Kreissparkasse Steinfurt
BLZ: 403 510 60
Konto: 722 776 35

Vorliegende Unterlagen

Nr. 1: Lageplan (Bebauungsplanentwurf), Maßstab 1 : 1 000

Nr. 2: Archivunterlagen (Geologische Karten, Hydrogeologische Karten, Ingenieurgeologische Karten, Fachliteratur etc.)

Anlagen

Nr. 1.1: Übersichtsplan, Maßstab 1 : 20 000

Nr. 1.2: Lageplan mit eingetragenen Bodenaufschlusspunkten, Maßstab 1 : 1 000

Nr. 2: Schichtenprofile gem. DIN 4023 und Rammdiagramme gem. EN ISO 22475-2, Höhenmaßstab 1 : 50

Nr. 3: Körnungslinien gem. DIN 18123 (Anl. 3.1 bis 3.5)

Nr. 4: Schreiben der Bezirksregierung Arnsberg Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW zu den bergbaulichen Verhältnissen und zur Bergschadensgefährdung im Untersuchungsgebiet, vorgelegt am 09.06.2010

Inhaltsverzeichnis

1.0 Einleitung 4

2.0 Untersuchungsumfang 5

3.0 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse 6

3.1 Allgemeines 6

3.2 Schichtenfolge 6

3.3 Grundwasser 8

3.4 Bodenklassen gem. VOB DIN 18300 und Bodengruppen gem. DIN 18196.. 8

3.5 Klassifizierung der oberflächennahen Böden gem. ZTVE-StB 94 9

3.6 Organoleptische Bewertung der entnommenen Bodenproben..... 9

4.0 Angaben zur allgemeinen Bebaubarkeit 10

4.1 Hochbau 10

4.2 Straßenbau 11

4.3 Kanalbau 13

5.0 Regenwasserversickerung im Untersuchungsbereich 16

6.0 Bergbauliche Verhältnisse und Bergschadensgefährdung..... 18

7.0 Besonderer Hinweis 19

8.0 Baugrubenabnahme und Verdichtungsüberprüfung 19

9.0 Schlusswort 20

1.0 Einleitung

Die Stadt Velbert plant die Errichtung von unterkellerten Reihen- Doppel- und Einzelwohnhäusern sowie den Neubau einer Wohnstraße im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens Nr. 840d – Südliche Von-Behring-Straße – in 42549 Velbert.

Zudem soll anfallendes Niederschlagswasser, wenn möglich, auf den freien Grundstücken oder zentral im Bereich des freien Geländes südlich und westlich der geplanten Baugrundstücke, oberflächennah versickert oder in Form eines Retentionsbeckens zwischengespeichert werden.

Die OWS Ingenieurgeologen wurden von der Stadt Velbert beauftragt, Baugrunduntersuchungen im Bereich des Bebauungsplans Nr. 840d – südliche Von-Behring-Straße - durchzuführen und im Rahmen einer Voruntersuchung den vorliegenden geotechnischen Bericht zur Hydrogeologie mit ergänzenden Angaben zu den Baugrundverhältnissen und zur Gefährdungsabschätzung bei evtl. vorhandenen organoleptischen Auffälligkeiten auszuarbeiten. Auftragsgrundlage ist das Angebot A0911-5532 vom 11.11.2009.

Höhenangaben sowie Konstruktionspläne und Angaben über ankommende Lasten für die geplante Wohnbebauung liegen zum derzeitigen Planungsstand noch nicht vor. Für die weiteren Ausführungen wird vorerst davon ausgegangen, dass die Gründungsebenen der unterkellerten Wohnhäuser ca. 3,0 m unter jeweiliger GOK liegen werden.

Weiterhin liegen dem Gutachter auch keine Planunterlagen bzgl. der vorgesehenen Wohnstraße vor.

2.0 Untersuchungsumfang

Zur Erschließung der Baugrundverhältnisse wurden am 20./21.01.2010 im Bebauungsplanbereich Nr. 840d insgesamt 9 Rammkernsondierbohrungen (RKS 1 bis RKS 9, Bohrungen RKS gem. EN ISO 22475-1) niedergebracht. Die Lage der Bodenaufschlusspunkte ist der Anlage 1.2 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Aufschlussbohrungen wurden gem. DIN 4023 in Schichtenprofilen auf der Anlage 2 dargestellt.

Aus den Bohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen, an denen die für die erdstatischen Berechnungen erforderlichen charakteristischen Bodenkennwerte abgeschätzt wurden.

An 5 repräsentativ ausgewählten Bodenproben wurde im bodenmechanischen Labor die Korngrößenverteilung gem. DIN 18123 bestimmt. Die Ergebnisse der Laborversuche wurden als Körnungslinien dargestellt und sind als Anlagen 3.1 bis 3.5 beigefügt.

Die Bodenproben, die durch die Laborversuche nicht verbraucht wurden, werden bis 3 Monate nach Abgabe des Geotechnischen Berichtes aufbewahrt und dann, falls vom Auftraggeber nicht anders bestimmt, verworfen.

3.0 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

3.1 Allgemeines

Das untersuchte Bauplanungsgebiet liegt im Nordwesten von Velbert, südlich der Von-Behring-Straße. Die überwiegend mit Gräsern und niedrigem Strauchwerk sowie vereinzelt mit Bäumen bewachsenen Flächen sind relativ uneben. Langgestreckte Geländesenken deuten hier auf ehemaligen oberflächennahen Bergbau hin, der in Kartenarchiven der Technischen Betriebe Velbert auch für den Untersuchungsbereich verzeichnet ist.

Als Bezugshöhe für das Höhennivellement der Sondieransatzpunkte wurde der im Lageplan (vgl. Anl. 1) eingezeichnete Kanaldeckel (BZP) in der Von-Behring-Straße mit der angegebenen Höhe von 177,14 mNN gewählt.

Demnach liegt im Bereich der untersuchten Gesamtfläche (vgl. Anl. 1.2) eine max. Höhendifferenz von ca. 14,2 m vor. Die im Bebauungsplan als reine Wohngebiete (WR) ausgewiesenen Teilflächen liegen ca. 3,0-4,7 m tiefer als die Bezugsebene.

3.2 Schichtenfolge

Die Aufschlussbohrungen haben eine relativ einheitliche Schichtenfolge erschlossen, die vereinfacht wie folgt beschrieben wird:

Unter einem ca. 0,3-0,4 m mächtigen lehmig-humosen Oberboden stehen bis zu Aufschlusstiefen von ca. 1,6-4,5 m unter GOK bindige und bindig-gemischtkörnige Lockergesteinsdeckschichten an. Die bindigen und z.T. bindig-steinigen Lehmböden sind sehr inhomogen aus Schluff, Ton, Sand und diversen Gesteinsbruchstücken (Tonstein, Quarzit, Schluffstein, Sandstein etc.) zusammengesetzt. Vereinzelt sind in den Lehmböden schluffige Sandlinsen enthalten.

Das Lockergesteinsmaterial ist unsortiert und weist keine eindeutige Schichtung auf, so dass anhand der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht eindeutig zu klären ist, ob es sich dabei um vor Ort abgelagerte unsortierte Hanglehm- und Hangschuttablagerungen oder ggf. um umgelagerte Füllböden im Bereich oberflächennaher Abgrabungen handelt. Vereinzelte Vorkommen feinsandig-toniger Schluffe deutet auf örtliche Reste einer quartären Lößdecke hin.

Die bindigen Lockergesteinsböden sind erdfeucht bis feucht (Staunässe) und nach Maßgabe des Bohrfortschritts sowie nach Handprüfung vor Ort von weich- bis steifplastischer und steifplastischer Konsistenz.

Die überwiegend bindigen Lockergesteinsdeckschichten werden von den verwitterten bis schwach verwitterten Festgesteinsschichten des Unterkarbon unterlagert. Dabei handelt es sich i.W. um Ton- und Schluffstein mit eingelagerten Quarziten.

Im stark verwitterten Zustand bestehen die Karbonschichten aus Gesteinsbruchstücken, die als Verwitterungsrückstände in einer bindigen Matrix aus Ton, Schluff und Sand eingebunden sind. Mit abnehmendem Verwitterungsgrad nimmt der Gesteinsanteil und der mineralische Zusammenhalt des Materials zur Tiefe hin rasch zu. Der verwitterte Fels ist erdfeucht bis feucht (Staunässe) und steifplastisch bis halbfest bzw. mitteldicht bis dicht.

Die Aufschlussbohrungen wurden bei Erreichen der Geräteauslastung im verwitterten bis schwach verwitterten, halbfesten bis festen Fels bei ca. 3,0-5,4 m unter GOK eingestellt.

Unterhalb der erreichten Aufschlusstiefen steht das Karbongestein noch bis in größere Tiefen in festem, geklüfteten Zustand an.

3.3 Grundwasser

Das Grundwasser wurde bei den Baugrunduntersuchungen am 20./21.01.2010 bis zur max. erreichten Aufschlusstiefe von 5,4 m unter GOK bzw. bis zu einer Aufschlusstiefe von 161,2 mNN nicht bzw. nur in Form örtlicher Vernässungen angetroffen.

Dabei handelt es sich um innerhalb der anstehenden, bindigen und daher nur gering durchlässigen Lehmböden (Hanglehm, Hangschutt, Verwitterungslehm) aufgestautes Sicker- und Schichtwasser, welches in bzw. nach niederschlagsreichen Witterungsverhältnissen stark zeitverzögert in den tieferen Untergrund versickert.

Nach lang anhaltenden, starken Niederschlägen kann sich das Sicker- und Schichtwasser örtlich auch bis zur Geländeoberkante anstauen und dort zu vorübergehenden Vernässungen führen.

Grundwasser i.e.S. ist erst in größeren Tiefen als Kluftgrundwasser im Karbongestein zu erwarten.

3.4 Bodenklassen gem. VOB DIN 18300 und Bodengruppen gem. DIN 18196

Für die Ausschreibung der Erdarbeiten sind die angetroffenen Bodenarten in folgende Bodenklassen bzw. Bodengruppen einzuordnen:

Humoser Oberboden	Bodenklasse:	1 [1) 2)]
	Bodengruppe:	OU
Löß/Lößlehm, Hanglehm, Hangschutt	Bodenklasse:	4 [1)]
	Bodengruppen:	UL/UM/TL/TM/SU*/ST/GU*/GT
Ton-/Schluffstein stark verwittert	Bodenklassen:	4-5 [1)]
	Bodengruppen:	TM-TA

Ton-/Schluffstein schwach verwittert	Bodenklassen:	5-6	
	Bodengruppe:	schwach verwitterter Fels (Zv)	
ggf. eingel. Quazit-/Kalk-/ Sandsteinhärtlinge [3]	Bodenklassen:	6-7	(bei Volumina $\geq$ 0,01 m³)

[1] bei Verschlammungen, Wassersättigung bzw. einer Konsistenzzahl von $I_c \leq 0{,}5$: Klasse 2
[2] gemischtkörnige Böden der Gruppen SU*, ST*, wenn sie eine breiige oder flüssige Konsistenz haben und beim Lösen ausfließen: Klasse 2
[3] wurden in den Bohrungen nicht angetroffen, sind jedoch unterhalb der erreichten Aufschlusstiefen zu erwarten

3.5 Klassifizierung der oberflächennahen Böden gem. ZTVE-StB 94

Die im oberflächennahen Bereich anstehenden Böden sind gem. ZTVE-StB 94, Tabelle 1, nach Maßgabe der vorliegenden Bodenprofile, in die Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) zu stellen.

3.6 Organoleptische Bewertung der entnommenen Bodenproben

Bei der organoleptischen Beurteilung der Bodenproben wurde an keiner der im Rahmen der Baugrunduntersuchungen entnommenen Proben ein organoleptisch positiver, d.h. geruchlich oder optisch feststellbarer Befund ermittelt, der auf eine Schadstoffbelastung hinweist.

4.0 Angaben zur allgemeinen Bebaubarkeit

4.1 Hochbau

Gem. dem Bebauungsplan Nr. 840d der Stadt Velbert sind unterkellerte Wohngebäude als Reihen- und Doppelhäuser sowie Einzelwohnhäuser vorgesehen. Es wird zunächst davon ausgegangen, dass die Gründungsebenen der einzelnen Gebäude ca. 2-3 m unter GOK liegen werden.

Nach Maßgabe der vorliegenden Schichtenprofile stehen in diesen Tiefen noch bindige Lehmböden (Hanglehm, Hangschutt, Lößlehm, Verwitterungslehm) in weich- bis steifplastischer und steifplastischer Konsistenz an. Diese Böden sind als mäßig, jedoch für die zu erwartenden Lasten ausreichend tragfähig einzustufen. Die Gründung der geplanten Wohnbebauung kann daher als Flachgründung über Einzel- und Streifenfundamente oder als Plattengründung erfolgen. Tiefgründungsmaßnahmen werden nach Maßgabe der vorliegenden Schichtenprofile nicht erforderlich. Im Einzelfall können unterhalb von Einzel- und Streifenfundamentierungen Baugrundverbesserungen in Form von Bodenaustauschpolstern erforderlich werden.

Bauzeitliche Grundwasserabsenkungen zur Trockenhaltung der Baugruben sind nicht erforderlich. Es ist lediglich das in geringen Mengen anfallende Sicker- und Schichtwasser sowie das Tageswasser in offenen Wasserhaltungen abzuführen. Hierzu ist im Bedarfsfall ein bauzeitlicher Kiessand- oder Flächenfilter in der Baugrubensohle vorzusehen. Das anfallende Sicker- und Schichtwasser sowie Tageswasser kann sich dann im Flächenfilter sammeln und über Pumpensümpfe abgeführt werden.

Die Baugrubenböschungen können je nach Wassergehalt und Konsistenz der anstehenden bindigen Böden in Winkeln von 45-60° abgebös cht werden. Ist dies aus Platzmangel nicht möglich sind die Baugrubenwände durch einen Verbau zu sichern.

Die anstehenden, bindigen Böden sind nur gering durchlässig, so dass sich anfallendes Sicker- und Schichtwasser in den Arbeitsräumen vorübergehend aufstauen und die erdberührten Bauteile als drückendes Wasser beanspruchen kann. Die Keller sind daher gem. DIN 18195-6, Abschnitt 9, gegen aufstauenden Sickerwasser abzudichten oder in wasserundurchlässigen Beton (WU-Beton) herzustellen. Bei der Tragwerksplanung ist ein entsprechender Wasserdruck zu berücksichtigen.

4.2 Straßenbau

Gem. RStO 01 liegt das Bauvorhaben im Bereich der Frosteinwirkungszone I.

Nach Maßgabe der vorliegenden Schichtenprofile (RKS 6 und RKS 7) stehen im Bereich der geplanten Wohnstraße nach Abschieben des humosen Oberbodens bindige Lehmböden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) an. Zudem liegen aufgrund der geringen Durchlässigkeiten der Böden und des zu erwartenden Sickerwasseraufstaus bei bzw. nach niederschlagsreichen Witterungsverhältnissen ungünstige Wasserverhältnisse gem. ZTVE-StB 09 vor.

Unter der Vorraussetzung, dass die geplante Wohnstraße den Bauklassen V-VI zuzuordnen ist, wird gem. den Tabellen 6 und 7 der RStO 01 ein frostsicherer Gesamtaufbau in einer Stärke von mind. 0,55 m erforderlich.

Bei den natürlichen Wassergehalten der bindigen Böden im oberflächennahen Bereich ist bauzeitlich von Verformungswiderständen des Untergrundes in der Größenordnung von E_{V2} = 5-15 MN/m^2 auszugehen. Zur Erfüllung des Tragfähigkeitskriteriums ist der bindige Untergrund daher so zu verbessern, dass auf dem Untergrund, auf dem dann der Straßenoberbau aufgebracht wird, ein E_{V2}-Verformungsmodul von mind. 45 MN/m^2 nachzuweisen ist.

Hierzu ist entweder durch einen Bodenaustausch oder durch Zugabe von Bindemitteln eine Bodenverbesserung in ausreichender Stärke vorzunehmen.

Wird durch einen Bodenaustausch oder durch eine Bodenauffüllung ein Unterbau als Bodenverbesserung hergestellt, schwankt die erforderliche Stärke des Unterbaus bei den vorliegenden Untergrundverhältnissen je nach Wassergehalt und Verformungswiderstand des Erdplanums zwischen ca. 0,3 m und 0,6 m.

In diesem Zusammenhang wird auf das FGSV-Merkblatt für die Verdichtung des Untergrundes und Unterbaues im Straßenbau, Ausgabe 2003, hingewiesen.

Erfolgt eine Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe, z.B. durch das Einfräsen von Feinkalk, so ist die zur Anwendung kommende Bindemittelrezeptur durch Eignungsversuche gem. ZTVE StB 09 und TP BF-StB Teil B 11.1 noch zu ermitteln.

Es ist zu beachten, dass der Erfolg einer Bodenverbesserung mittels Bindemittelzugabe stark witterungsabhängig ist, wobei sich feuchte Witterungsverhältnisse oder Frost i.d.R. negativ auf den Erfolg der Verbesserungsmaßnahme auswirken. Organische Böden bzw. Böden mit organischen Bestandteilen sind für Bodenverbesserungen durch Bindemittel nicht geeignet. Ggf. im Abtragsplanum noch anstehende, schwach humose Mineralböden sind daher vor Durchführung der Stabilisierungsmaßnahmen abzuschieben.

Ausgehend von einem Verformungsmodul E_{V2} von 45 MN/m² auf dem Untergrund bzw. dem hergestellten Unterbau (s.o.) kann dann der Oberbau je nach Ausführung der Oberflächenbefestigung mit Asphaltdecken oder mit Pflasterdecken gem. der Tafel 1 oder der Tafel 3 der RStO 01 hergestellt werden.

In den o.g. Tafeln sind standardisierte Bauweisen mit den erforderlichen Mindestwerten der Verformungsmoduln und den Anhaltswerten für die jeweils erforderlichen Schichtdicken für die Tragschichten (Frostschutzschicht + Tragschicht) angegeben.

Ergeben sich zur Gewährleistung der Frostsicherheit gem. Abschnitt 3.2.3 der RStO 01 größere Schichtdicken als in der Tafel 1 oder der Tafel 3, so sind die erforderlichen Mindestdicken des frostsicheren Gesamtaufbaus (s.o.) ausschlaggebend.

Zu beachten sind die entsprechenden Angaben der ZTVE-StB 09, der ZTVT-StB 95, der TL SoB-StB 04 der ZTV SoB-StB 04 und der RStO 01.

4.3 Kanalbau

Für die weiteren Ausführungen wird davon ausgegangen, dass die Kanalsohlen ca. 2-3 m unter GOK liegen werden und dass die Regen- und Schmutzwasserrohrleitungen in gemeinsamen Kanalgräben in offener Bauweise verlegt werden, entweder höhengleich oder in Stufengräben. Die jeweils tiefer liegende Sohlebene ist dann für die Festlegung der erdbautechnisch erforderlichen Maßnahmen ausschlaggebend.

Während der Kanalbauarbeiten ist das gering anfallende Sicker- und Schichtwasser bzw. nur das Tageswasser in offener Wasserhaltung abzuführen.

Die anstehenden bindigen Böden sind wasserempfindlich und werden bei Regenfällen verschlammen, so dass zum Schutz des bindigen Erdplanums vor Verschlammung generell ein bauzeitlicher Flächenfilter (Kiessand 0/32 bzw. Schotter 0/45-0/56 o.ä. Mischungen, Stärke ca. 0,2 m) zur Ausführung gelangen sollte. Das Material dient dann gleichzeitig auch als Bodenverbesserung und zur Stabilisierung der Kanalgrabensohlen.

Aus bodenmechanischer Sicht ist in den oberflächennah anstehenden, bindigen Lockergesteinsdeckschichten generell die Herstellung von unter 45° abgeböschten Kanalgräben möglich. Bei mind. steifplastischer Konsistenz der Böden können die Böschungen bis 60° angelegt werden. Zu beachten sind die Angaben der DIN 4124.

Um die erforderliche Menge des auszuhebenden bzw. des einzubauenden Bodens zu minimieren kann ggf. ein Kanalgrabenverbau kostengünstiger sein. In diesem Zusammenhang wird auf eine Wirtschaftlichkeitsberechnung hingewiesen.

Unter Berücksichtigung der o.g. Wasserhaltungsmaßnahmen sind die anstehenden Böden "kurzzeitig standsicher", so dass, wenn generell verbaut werden soll, ein Großtafelverbau zur Ausführung kommen kann. Alternativ dazu können auch Kanaldielen, Spundwandelemente oder Trägerbohlwände verwendet werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass bereits in geringer Tiefe unterhalb der Kanalgrabensohlen halbfester bis fester Fels ansteht, so dass nur geringe Einbindetiefen der Verbauelemente möglich sind und daher entsprechend ausgesteifte Verbauten erforderlich werden. Der Verbau ist statisch nachzuweisen.

Unter Berücksichtigung der Baugrundverbesserung durch den erforderlichen bauzeitlichen Flächenfilter in einer Stärke von ca. 0,2 m liegen die angenommenen Sohltiefen für die Kanalisation im Bereich ausreichend tragfähiger, weich- bis steifplastischer Lößböden oder Hanglehme mit vereinzelten Hangschuttablagerungen. Ein Mehraushub oder Bodenersatz, der über das Maß des erforderlichen bauzeitlichen Flächenfilters hinausgeht, wird daher im Regelfall nicht notwendig. Ggf. durch Sicker- und Schichtwasser bereits durchnässte und aufgeweichte Böden sind jedoch auszuheben und durch das Material des bauzeitlichen Flächenfilters zu ersetzen.

Bei Verwendung von Rundprofil-Rohren ohne Fuß ist für die Rohrverlegung noch ein Rohrauflager aus Sand (Bettung Typ 1 gem. DIN EN 1610 bzw. DIN 4033) vorzusehen.

Eine kraftschlüssige Verlegung der Rohrleitungen ist in sämtlichen Streckenabschnitten zu gewährleisten. Hohlräume unterhalb der Kanalrohre oder Teilabschnitte ohne Rohrauflagerung sind daher zu vermeiden.

In den angenommenen Kanalsohlebenen für die Schmutz- und Regenwasserkanäle stehen überwiegend bindige Böden an (Lößböden, Hanglehm, Verwitterungslehm). Eine dynamische Belastung dieser Böden führt bei höheren Wassergehalten der Böden zu einem Porenwasserüberdruck und dann zu Aufweichungen, dem sog. “Matratzeneffekt“. Es wird daher ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das bindige Erdplanum nicht mittels schwerer und/oder dynamisch arbeitender Verdichtungsgeräte zu bearbeiten ist. Erst nach Verfüllen der Rohrleitungszonen und nach entsprechend vorsichtiger Verdichtung des Füllmaterials kann die weitere Kanalgrabenverfüllung mittels dynamisch arbeitender Verdichtungsgeräte verdichtet werden.

Es wird auch in diesem Zusammenhang eine Begleitung der Kanalbauarbeiten durch den Gutachter empfohlen.

Die bei den Kanalarbeiten anfallenden überwiegend bindigen Aushubböden sind nach Maßgabe der vorliegenden Schichtenprofile gem. Tabelle 1 der ZTVA-StB 97 überwiegend den Verdichtbarkeitsklassen V 2 und V 3 zuzuordnen und daher aus bodenmechanischer Sicht als Material für die Grabenverfüllung nur bedingt geeignet.

Die bindigen Aushubböden sind nur im erdfeuchten Zustand und bei weitestgehend trockenen Witterungsbedingungen wiedereinbau- und verdichtungsfähig. Der Einbauwassergehalt des Boden sollte dabei erfahrungsgemäß ca. –2% bis +1% des optimalen Wassergehaltes w_{pr} beim Proctorversuch betragen.

Liegen entsprechende Verhältnisse vor, ist der Aushubboden in Lagenstärken bis max. 0,3 m einzubringen und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf mind. 95-100 % der Proctordichte gem. den Verdichtungsanforderungen der ZTVE-StB 09 zu verdichten. Die erreichte Verdichtung ist nachzuweisen.

Liegen zur Bauzeit hinsichtlich des Wiedereinbaus bindiger Böden ungünstige Bedingungen vor, dass heißt sind die Böden dann zu feucht, so kann ggf. eine Kalkstabilisierung zur Reduzierung des freien Wassers im Boden vorgenommen werden. Sollen solche Verfahren zum Einsatz kommen, so ist der Gutachter noch zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern.

In diesem Zusammenhang wird auf die Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten durch den Gutachter (vgl. Kap. 6.0) hingewiesen.

Statt des Aushubmaterials können zur Verfüllung des Kanalgrabens nicht bindige Lockergesteine gem. DIN 1054 in Lagenstärken bis zu max. 0,3 m eingebaut und mittels geeigneter Verdichtungsgeräte bis auf das erforderliche Maß verdichtet werden. Die erreichte Verdichtung ist nachzuweisen.

5.0 Regenwasserversickerung im Untersuchungsbereich

Für die Beurteilung der generellen Eignung eines Baugrundes für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser sind gem. DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt A 138, der Durchlässigkeitsbeiwert (k-Wert) und der Grundwasser-Flurabstand heranzuziehen.

Das o.g. DWA-Regelwerk fordert einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $k = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Der max. Grundwasserspiegel soll zum Schutz des Grundwassers mind. 1,0 m unterhalb der Sohle der zukünftigen Versickerungsanlage liegen.
An 5 repräsentativ ausgewählten Bodenproben wurde die Korngrößenverteilung im bodenmechanischen Labor bestimmt. Die Ergebnisse der Laborversuche wurden als Körnungslinien dargestellt und sind als Anlage 3.1 bis 3.5 beigefügt.

Anhand der Körnungslinien wurden die Durchlässigkeitsbeiwerte der untersuchten Böden rechnerisch nach der Methode von MALLET/PAQUANT oder bei zu hohen Feinkornanteilen durch den Vergleich mit Modellkurven nach KRAPP bestimmt. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Durchlässigkeitsbestimmungen aufgelistet.

Tab.1: Durchlässigkeitsbeiwerte (k-Werte) repräsentativ entnommener Bodenproben (rechnerisch aus Korngrößenanalysen bestimmt)

Bohrung	**Entnahmetiefe** [von-bis m u. GOK]	**Bodengruppe**	**k-Wert** [m/s]	**Bestimmungs-methode**	**Durchlässigkeitsbereich** [DIN 18130]
RKS 3	1,9-4,5	TL - TM	$< 1 \times 10^{-9}$	KRAPP	sehr schwach durchlässig
RKS 6	0,3-2,4	UL	$3,9 \times 10^{-8}$	MALLET/PAQUANT	schwach durchlässig
RKS 7	0,2-2,1	TL	1×10^{-9}	KRAPP	sehr schwach durchlässig
RKS 8	0,3-1,0	TL - TM	$5,3 \times 10^{-9}$	MALLET/PAQUANT	sehr schwach durchlässig
RKS 9	0,6-2,7	TL - TM	$5,7 \times 10^{-9}$	MALLET/PAQUANT	sehr schwach durchlässig

Nach den Ergebnissen der k-Wert-Bestimmungen weisen die oberflächennah anstehenden bindigen Böden, die überwiegend aus Böden der Bodengruppe TL und TM gem. DIN 18196 bestehen, Durchlässigkeitsbeiwerte von ca. $k < 1 \cdot 10^{-9}$ m/s bis $k = 4 \cdot 10^{-8}$ m/s auf. Die oberflächennah anstehenden Böden sind demnach als sehr schwach durchlässig bis schwach durchlässig gem. DIN 18130 einzustufen.

Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte liegen außerhalb des nach dem o.g. DWA-Regelwerk zulässigen Bereichs von $k = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $k = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Eine vollständige Versickerung des anfallenden Niederschlags- und Oberflächenwassers auf dem untersuchten Gelände in den oberflächennahen Untergrund ist aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Bodenuntersuchungen nicht möglich.

Alternativ zur Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers könnten zum Zwecke einer Regenrückhaltung Retentionsteiche angelegt werden, die mit Überläufen versehen werden. Das Überlaufwasser könnte dann ggf. gedrosselt in einen Vorflutgraben bzw. in die entsprechende Kanalisation eingeleitet werden. Die Dimensionierung der Teiche ist in Abhängigkeit von der Aufnahmefähigkeit des Vorfluters/Kanals bzw. von der Einstellung der Drosselung durch den Entwässerungsplaner vorzunehmen. Eine

nennenswerte Versickerungsrate kann dabei innerhalb der Retentionsteiche nicht in Ansatz gebracht werden.

Die Teiche haben eine im Vergleich zu ihrer Fläche geringe Tiefe, um die natürliche Verdunstung zu unterstützen.

Zu beachten sind die Angaben des DWA-Regelwerkes, Arbeitsblatt A 138.

6.0 Bergbauliche Verhältnisse und Bergschadensgefährdung

Auf schriftlicher Anfrage der OWS Ingenieurgeologen wurde von der Bezirksregierung Arnsberg, Abteilung 6 Bergbau und Energie in NRW eine schriftliche Auskunft über die bergbaulichen Verhältnisse und Bergschadensgefährdung im Bereich des untersuchten Erschließungsgeländes erteilt. Das Schreiben vom 09.06.2010 liegt dem vorliegenden Baugrundgutachten als Anl. 4 bei.

Demnach liegt das untersuchte Grundstück über mehreren Bergwerksfeldern. Es werden im Grundstücksbereich bzw. im näheren Umfeld des Untersuchungsgeländes 6 verlassene Tagesöffnungen des Bergbaus angegeben, deren mögliche senkungs-, setzungs- und einsturzgefährdete Bereiche die Untersuchungsfläche berühren.

Gesicherte Angaben zur Standsicherheit der Tagesoberfläche im Bereich der Tagesöffnungen sind derzeit nicht möglich. Nachsacken oder Abgehen von ggf. vorhandenen Verfüllsäulen oder Einstürze der Tagesöffnungen lassen sich nicht ausschließen.

Um die Standsicherheit der Tagesoberfläche beurteilen zu können und zur Festlegung ggf. erforderlicher Sondermaßnahmen zur Sicherung der Tagesoberfläche wird die Einschaltung eines Sachverständigen für derartige bergbaurelevante Fragestellungen empfohlen.

7.0 Besonderer Hinweis

Sämtliche in den Kap. 4.1 bis 4.3 gemachten Angaben zum Straßen- und Kanalbau und zum Hochbau gelten vorbehaltlich möglicher erforderlicher Sondermaßnahmen zur Sicherung der baulichen Anlagen gegen Bergschäden.

8.0 Baugrubenabnahme und Verdichtungsüberprüfung

Nach Freilegung der Baugrubensohlen / Gründungssohlen bzw. während der Ausschachtungsarbeiten ist der Gutachter gem. DIN EN 1997-1:2009-09, Abschnitt 4.3.1., zu einer abschließenden Baugrundbeurteilung (Baugrubenabnahme) aufzufordern.

Es erfolgt ein Vergleich der Baugrundverhältnisse zu denen, die dem vorliegenden Gutachten zugrunde gelegt wurden.

Die vorgenannten Ausführungen beziehen sich auf die Ergebnisse der bisher durchgeführten Bohrungen und Rammungen. Abweichungen der Baugrundverhältnisse zwischen den einzelnen Bodenaufschlusspunkten von den im vorliegenden Gutachten beschriebenen Verhältnissen lassen sich aufgrund der geringen Anzahl an Bodenaufschlüssen nicht ausschließen. In diesem Zusammenhang wird auf die Anforderungen der DIN EN 1997-2:2007-D, Abschnitt 2.4.1.3 (Lage und Tiefe der Untersuchungspunkte), und der DIN EN 1997-1:2009-09, Abschnitt 4.3 (Kontrolle der Baugrundverhältnisse), hingewiesen.

Im Zuge der Baugrubenabnahme werden die Bodenaustauscharbeiten exakt festgelegt und es erfolgen die endgültigen Angaben zur bauzeitlichen Wasserhaltung, zur Baugrubensicherung, zur Unterfangung und zur Gründung.

Nach Fertigstellung von Bodenaustausch und Verdichtungsarbeiten ist gem. DIN EN 1997-1:2009-09, Abschnitt 5.3.4, eine Überprüfung der erreichten Verdichtung durch den Gutachter erforderlich.

9.0 Schlusswort

Nach Fertigstellung der Planunterlagen ist ggf. ein Nachtrag zum Gutachten erforderlich.

Der Gutachter ist zu einer ergänzenden Stellungnahme aufzufordern, wenn sich Fragen ergeben, die im vorliegenden Gutachten nicht oder abweichend erörtert wurden.

Greven, den 30. Juli 2010

OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG
Zum Wasserwerk 15
48268 Greven
Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2
www.ows-online.de

Dipl.-Geol. M. Stracke

INGENIEURKAMMER-BAU NORDRHEIN-WESTFALEN
MITGLIED
336437

OWS Ingenieurgeologen
GmbH & Co. KG
Zum Wasserwerk 15
48268 Greven
Tel.: 02571 / 95 28 8-0
Fax: 02571 / 95 28 8-2
www.ows-online.de

Dipl.-Geol. St. Kunk