

AUFTRAGGEBER:

Stadt Lennestadt
Helmut-Kumpf-Straße 25

57368 Lennestadt-Altenhundem

Projekt: Bebauungsplangebiet „Feuerwehrgerätehaus Grevenbrück“

Bodengutachten

Auftrag Nr.: 1866

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Weller

Datum: 09. Oktober 2009

INHALT

	Seite
1. Veranlassung	3
2. Unterlagen	3
3. Baugelände, Bauvorhaben	4
4. Untergrund	5
5. Chemische, bodenchemische Untersuchungen und Ergebnisse	7
6. Boden- und Felskennwerte	8
7. Versickerungsversuche und Ergebnisse	9
8. Bewertung, Empfehlungen	9
8.1 Einschnitt und Aufschüttung	9
8.2 Gründung Feuerwehrgerätehaus	11
8.3 Versickerung von Oberflächenwasser	12

ANLAGEN

Anl. 1	Lageplan,	M = 1: 250
Anl. 2	Schnittskizze A – A,	M = 1: 100
Anl. 3	Schnittskizze B – B,	M = 1: 100
Anl. 4	Schnittskizze C – C,	M = 1: 100
Anl. 5	Erläuterung der Signaturen	
Anl. 6	Fotos Schürfe	
Anl. 7	Ergebnisse der chemischen und bodenchemischen Untersuchungen	

1. Veranlassung

Die Stadt Lennestadt plant den Neubau eines Feuerwehrgerätehauses im Bereich einer bisher nicht erschlossenen Wiesenfläche in Lennestadt-Grevenbrück.

Unser Ing.-Büro wurde von der Stadt beauftragt, für die geplanten Erschließungsmaßnahmen (Erdbau) und für den Neubau des Gebäudes ein Bodengutachten zu liefern. Darin ist auch eine altlasten-/ abfalltechnische Beurteilung für den Untergrund vorzunehmen und die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ist anzugeben.

2. Unterlagen

Für das vorliegende Gutachten wurden folgende Unterlagen verwendet:

- /1/ „Lageplan Feuerwehrgerätehaus“, Plan mit derzeitigem Gelände (Höhenlinien) und Eintragung der Planung, aufgestellt und zur Verfügung gestellt vom Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Stefan Färber, Kirchhudem-Rahrbach
- /2/ Ergebnisse von 8 Schürfgruben, hergestellt im Bereich des Baugrundstückes von der Firma Straßen- und Tiefbau GmbH, Kirchhudem am 22.09.2009
- /3/ Ergebnisse von drei Versickerungsversuchen in Schürfgruben, ausgeführt von der Firma Straßen- und Tiefbau ebenfalls am 22.09.09
- /4/ Ergebnisse von chemischen und bodenchemischen Untersuchungen, durchgeführt von der HuK Umweltlabor GmbH, Wenden an Proben aus einzelnen Schürfen
- /5/ Ergebnisse eigener Messungen im Gelände

- /6/ Merkblatt/ Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Hennef (Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Aug. 2008)

3. Baugelände, Bauvorhaben

Das noch nicht in einem Bebauungsplan enthaltene Baugrundstück für den Neubau eines Feuerwehrgerätehauses liegt am westlichen Stadtrand von Lennestadt-Grevenbrück. Östlich des Grundstücks verläuft die Straße „Zur Wilhelmshöhe“ (nach St.-Claas führend) in Dammlage, im Bereich der westlichen Flanke des hier etwa in nördliche Richtung fallenden Veisedetales. Das Baugelände ist im Westen hängig, im Osten dagegen eben, bzw. leicht zur Straße ansteigend, so dass aufgrund der Topografie im östlichen Bereich eine Auffüllung zu vermuten ist.

Die Höhenverhältnisse gehen aus den Höhenliniendarstellungen (nicht auf m+NN bezogen) im Lageplan auf **Anlage 1** und aus eigenen, nach den Höhenlinien entwickelten Schnittskizzen auf den **Anlagen 2 bis 4** hervor.

Für die Baureifmachung des Grundstückes ist im Osten ein Geländeeinschnitt bis maximal etwa 3 m Tiefe erforderlich. Der Einschnitt soll nach der vorliegenden Planung mit einer Neigung unter 1: 1,5 angelegt werden. In einem mittleren Bereich wird die Einschnittsböschung am Fuß mit einer Stützwand (l ≈ 35 m) abgefangen (vgl. Lageplan, Anl. 1 und Schnittskizze B-B, Anl. 3).

Das im Einschnitt anfallende Abtragsmaterial soll nach Möglichkeit vollständig (im Massenausgleich) talseitig eingebaut werden. Die größte herzustellende Schütthöhe wird gemäß unseren Schnittskizzen ungefähr 2 m betragen. Im Nordosten, entlang der geplanten Ein- und Ausfahrt (Anbindung an Straße „Zur Wilhelmshöhe“) ist eine weitere Stützmauer auf ca. 25 m Länge geplant, wie aus dem Lageplan ersichtlich ist.

Nach Fertigstellung der Geländeprofilierung wird im Westen auf etwa 15 bis 17 m Breite und ungefähr 65 Länge das neue, vermutlich eingeschossige, nicht unterkellerte Feuerwehrgerätehaus gebaut (Grundrisseintragung siehe Anlage 1). Östlich davon sind Hofflächen vorgesehen, die mit einer Neigung unter 2,5 % angelegt werden.

Der Fußboden in dem neuen Gebäude (Oberkante Fertigfußboden im Erdgeschoss) ist bei 115,0 m (bezogen auf das gewählte Höhensystem) angeordnet. Die höhenmäßige Planung geht deutlicher aus den Schnittskizzen hervor. Weitere Einzelheiten zur Planung sind derzeit nicht bekannt.

4. Untergrund

Die Untergrundverhältnisse wurden im Bereich des Bauvorhabens durch insgesamt 8 Schürfgruben erkundet (Sch1 bis Sch7 und Sch5a), wobei Schurf Sch5a zusätzlich für die Durchführung eines Versickerungsversuchs angelegt wurde.

Die Lage der Schürfe ist im Lageplan auf Anlage 1 eingetragen. Die Ergebnisse sind in Form von Untergrundprofilen in den Schnittskizzen A bis C auf den Anlagen 2 bis 4 dargestellt; die dabei verwendeten Zeichen und Signaturen sind auf Anlage 5 erläutert.

Zusätzliche Informationen geben die Fotos in der Bildersammlung **Anlage 6**.

In den hangseitig, an der westlichen Grundstücksgrenze liegenden Schürfgruben Sch1 bis Sch3 wurde unter einer nur wenige Dezimeter dicken Überdeckung, bestehend aus der Grasnarbe und Lehm mit Kies (kantig = Felsbruch) + Humus (zusammen maximal 0,3 m dick) Tonschieferfels angetroffen. Der Fels ist zum Teil bis in die erkundete, für die Baumaßnahme relevante Tiefe extrem brüchig, insgesamt

blättrig bis feinplattig geschichtet, aber relativ kompakt (wenig geklüftet). Diese Baugrundverhältnisse gelten auch für den nördlichen/ nordöstlichen Grundstücksbereich, gemäß dem Ergebnis Schurf Sch6.

Nach Osten/ Südosten taucht die Felsoberfläche, mit dem Gefälle des Urgeländes in diese Richtung relativ steil ab, wie aus den Darstellungen in den Schnitten und speziell am Schurfprofil Sch7 zu erkennen ist (siehe Anl. 3). Hier (in Sch7) besteht der Untergrund bis ca. 1 m Tiefe aus der Grasnarbe, Lehm mit nicht bindigen Beimengungen und Felsschutt darunter. Diese Erdstoffe sind angeschüttet. In der Felsbruchanschüttung sind wenig Bauschutt und lokal Schwarzdeckenbruchstücke eingelagert. Unterhalb der aufgefüllten Erdstoffe wurde der alte Mutterboden und darunter Hanglehm und Hangschutt angetroffen. Dabei handelt es sich bodenmechanisch um gemischtkörnige Erdstoffe (Schluffe und kantige Kiese mit Sand- und Tonbeimengungen), steif bis halbfest bzw. mitteldicht bis dicht anstehend. Der Tonschiefer ist an der Stelle Sch7 bis ca. 2 m Tiefe stark geklüftet bis völlig zerbrochen, darunter kompakt.

Weiter talabwärts nimmt die Dicke der Auffüllungen, nach den Schurfergebnissen überwiegend aus Felsschutt, im oberen Bereich (nach Sch5) sehr dicht und darunter dicht gelagert, weiter deutlich zu. Aufgrund von zwei neben Schurf Sch5 gelegenen Schachtbauwerken ist von einer Auffüllungs-Schichtdicke von > 5 m auszugehen. Die Schächte sind Bestandteil der Straßenentwässerung („Zur Wilhelmshöhe“). Mit den Schürfruben wurde der gewachsene Baugrund nicht erreicht.

Bezüglich der Beurteilung der standsicheren Herstellung von Einschnittsböschungen im Fels wurde in einzelnen Schürfruben das Trennflächengefüge im Gebirge gemessen (Ergebnisse siehe Anl. 1). Danach streicht die Schieferung/ Schichtung Südwest-Nordost und fällt mit $\geq 45^\circ$ nach Südosten ein. Eine Kluft steht etwa senkrecht zur Schieferung/ Schichtung und fällt steil (80°) nach Nordosten.

In keiner der Schürfruben haben sich Hinweise auf Grund- oder Hangwasser ergeben.

5. Chemische, bodenchemische Untersuchungen und Ergebnisse

Hinsichtlich der Feststellung eventueller Kontaminationen des aufgefüllten Untergrundes (mit Bauschutt durchsetzte obere Schichten), zur Beurteilung bzw. Einstufung des bei möglicherweise durchzuführenden Erdbewegungen anfallenden Materials, wurde eine Mischprobe aus den Schürfen Sch5 und Sch7 (Tiefe 0,05 bis 0,7 m) auf die von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) und in der aktuellen Deponieverordnung festgelegten Parameter analysiert. Die Einzelergebnisse und die zusammenfassende Bewertung sind aus **Anlage 7.1** ersichtlich. Danach, insbesondere aufgrund organischer Beimengungen (TOC, Glühverlust) ergibt sich eine Eingruppierung in LAGA-Klasse Z2, so dass lediglich eine Wiederverwertung mit Auflagen (nur eingeschränkt) möglich ist. Bei Entsorgung darf das Material als „Deponieklasse O“ behandelt werden.

Ergänzend zu der oben beschriebenen Untersuchung wurden die lokal in den Altauffüllungen angetroffenen Schwarzdeckenproben (ein Gemisch aus mehreren Bruchstücken) hinsichtlich pechhaltiger Inhaltstoffe untersucht. Nach den Ergebnissen auf **Anlage 7.2** sind keine Teerbestandteile nachgewiesen.

6. Boden- und Felskennwerte

Für die im Plangebiet angetroffenen aufgefüllten und gewachsenen Erdstoffe sowie für Fels können aus der Erfahrung des Unterzeichners die nachfolgend aufgeführten Bodenkennwerte/-klassen angesetzt werden:

	Auffüllungen (dicht gel. Felsschutt)	Hanglehm und Hangschutt	Tonschieferfels, feinplattig, blättrig, geklüftet
Wichte feucht γ (kN/m ³)	21,0	21,0	23,5
Reibungswinkel φ'_k (°)	37,5	35	30
Kohäsion c'_k (kN/m ²)	0	2	≥ 100
Steifemodul $E_{s,k}$ (MN/m ²)	≥ 20	≥ 20	≥ 150
Bodenklasse nach DIN 18 300	3 – 5	4	6

Es ist nicht auszuschließen, dass lokal auch härtere Gesteinsrippen, ggf. auch quarzitisches Sandsteinbänke der Bodenklasse 7 im Untergrund eingelagert sind.

Der nur in wenigen Zentimetern Dicke an der Geländeoberfläche anfallende Mutterboden (Grasnarbe) ist in Bodenklasse 1 einzustufen.

7. Versickerungsversuche und Ergebnisse

Zur Beurteilung der Möglichkeit der schadlosen Versickerung von Oberflächenwasser im Untergrund wurden die diesbezüglich nach den Schürfen als ggf. geeignet eingestuft grobstückigen Altauffüllungen (Felsschutt / in Schürfen Sch5 und Sch5a) und der stärker geklüftete Fels (Sch6) mittels großräumigen Versickerungsversuchen (Einlassen von Wasser in die Schürfe) im Fels getestet. Nach den Insitu-Versickerungsversuchen haben sich die folgenden Durchlässigkeiten ergeben:

Sch5	–	dicht gelagerter Felsschutt	$k_f = 5 \cdot 10^{-4}$ m/sek
Sch5a	–	sehr dicht gelagerter Felsschutt	$k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/sek
Sch6	–	Tonschiefer, geklüftet bis stark gekl.	$k_f = 5 \cdot 10^{-6}$ m/sek

8. Bewertung, Empfehlungen

8.1 Einschnitt und Aufschüttung

Der für die Baufeldvorbereitung hangseitig vorgesehene Einschnitt bis maximal 3 m Tiefe (vertikal gemessen) ist nach den Schurfergebnissen fast vollständig im kleinstückig zerbrechenden Fels anzulegen (vgl. Schnitte). Aufgrund der festgestellten Trennflächenkonstellation im Gebirge (vgl. Kapitel 4 „Untergrund“) kann die Einschnittsböschung im Fels theoretisch steiler als geplant, nämlich unter 1: 1 angelegt werden. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass der kleinstückig strukturierte Fels relativ rasch erodiert und das entfestigte Gesteinsmaterial auf einer steileren Böschung leichter abrutscht als auf einer flacher ausgebildeten Einschnittsböschung. Deshalb wird die Beibehaltung der geplanten Neigung „1: 1,5“ empfohlen.

Der im Einschnitt, beim Abtrag zum Teil sehr kleinstückig anfallende Felsschutt eignet sich gut als Schüttmaterial für die talseitige Aufschüttung. Wegen der Felsstruktur, des insgesamt relativ „milden“ Gesteins und der lokalen Verwitterung des Schiefers ist der anfallende Schüttstoff wasserempfindlich. Das Lösen im Einschnitt und der anschließende Einbau müssen direkt hintereinander folgend durchgeführt werden (Zwischenlagerung nur über kurze, trockene Zeiträume zulässig).

Vor dem Einbau der ersten Schüttlage im Bereich der neuen Schüttung muss in der Aufstandsfläche die Grasnarbe abgeschoben werden. Das Erdplanum ist nachzuverdichten. Sofern sich beim Freilegen des Erdplanums/ bei der Nachverdichtung ggf. andere Verhältnisse ergeben als sie mit den Schürfen Sch4, Sch5 und Sch7 festgestellt wurden, ist ein Tieferaushub und ein Ersatz durch „frischen“ Felsschutt erforderlich. Ansonsten ist der aufgefüllte Untergrund (Altauffüllung) gut tragfähig (dicht bis sehr dicht gelagerter Felsschutt; seinerzeit lagenweise verdichtet eingebaut).

Der Felsschutt-Schüttstoff muss in Schüttlagen $\leq 0,4$ m Dicke aufgebaut und in jeder Lage mit schwerem Gerät (Walzenzug) verdichtet werden. Die erreichte Verdichtung/ Tragfähigkeit der Schüttung muss mit statischen Plattendruckversuchen (pro Schüttlage ≥ 2 Versuche) überprüft werden. Die Verdichtung kann als ausreichend angesehen werden wenn folgende Werte mit den Versuchen erreicht werden:

$$E_{V2} \geq 60 \text{ MN/m}^2; E_{V1} / E_{V2} \leq 3,0.$$

Die qualifiziert aufgebaute Schüttung selbst (Eigensetzung) und der Untergrund darunter, aus der Auflast der neuen Anschüttung, werden sich zusammen maximal etwa 2 bis 3 cm setzen. Die Schüttung sollte deshalb möglichst frühzeitig angelegt und die Oberflächenbefestigung (Hofffläche) möglichst spät nach einer „Ruhezeit“ für die Anschüttung hergestellt werden.

Die Auflast der neuen Auffüllung ($d \approx 2$ m) hat ggf. Einfluss auf die im tiefen Untergrund liegenden Leitungen der Straßenentwässerung.

Aufgrund der vermutlich beim Einbau entstehenden Feinkornstruktur des Felschuttmaterials sollte der neue Untergrund bezüglich der Bemessung des Hofaufbaues nach ZTVE-StB94 vorsichtshalber als frostschiebend (F3) angenommen werden.

Für den eingebauten Schüttstoff können die folgenden Bodenkennwerte angesetzt werden:

Wichte, feucht	γ	=	22,0	kN/m ³
Reibungswinkel	φ'_k	=	35	°
Kohäsion	c'_k	=	2	kN/m ²
Steifemodul	$E_{s,k}$	≥	30	MN/m ²

8.2 Gründung Feuerwehrrätehaus

Die voraussichtlich konstruktiv in 0,8 m oder tiefer unter Fußboden liegenden Gründungssohlen für Fundamente befinden sich überwiegend im sehr gut tragfähigen Fels. Lediglich entlang der Südost-Außenwand ist in der/ den konstruktiven Sohle/ n eines Streifenfundamentes/ von Einzelfundamenten noch kein Fels zu erwarten (vgl. Schnitte A + B auf Anlagen 2 + 3). Aus Gründen eines einheitlichen Setzungsverhaltens sollte auch hier auf Fels gegründet werden. Die geotechnisch erforderliche Gründungssohle ist bei 112,5 m anzunehmen. Die statischen Fundamente müssen nicht bis in die angegebene Tiefe geführt werden; eine Unterfütterung mit Magerbeton (als verlorenes Fundament) ist zulässig. Die Gründungssohlen müssen im Fels vor dem Betonieren besenrein gesäubert werden. Für die Bemessung gilt für alle ≥ 0,5 m breiten Fundamente (auf Fels gegründet) als zulässiger Wert für den aufnehmbaren Sohldruck $\sigma_{zul} = 0,50$ MN/m². Der zulässige Gleitreibungsbeiwert in den Fundamentsohlen beträgt $\delta_{s,k} = 0,70$.

Bei der empfohlenen einheitlichen Gründung auf Fels werden sich Untergrundsetzungen lediglich in der Größenordnung von wenigen Millimetern ergeben.

Der Gebäudefußboden kann über eine ausgleichende und kapillarbrechende Schotterschicht (zur Entspannung von ggf. von unten an Klüften aufsteigendem Hangwasser), Dicke etwa 15 cm, auf Fels bzw. im Westen auf die auskonsolidierte neue Schüttung aufgelegt werden.

8.3 Versickerung von Oberflächenwasser

Gut wasseraufnahmefähig ist, wie in Kapitel 7 beschrieben wird, der aufgefüllte Felsschutt im Geländebereich entlang des Dammfußes der Straße „Zur Wilhelmshöhe“. Darin wird eine langgestreckte Versickerungsanlage empfohlen. Der Rigolgraben kann von der Oberfläche der neuen Schüttung aus hergestellt werden; er muss unten Anschluss an den wasseraufnahmefähigen Felsschutt (alte Schüttung) finden. Der Graben ist mit einem Filtersplitt (Körnung etwa 8/32 mm) zu verfüllen; ggf. ist unten ein Verteilerrohr zu verlegen, mit Revisionsschächten in einem noch festzulegenden gegenseitigen Abstand.

Für die Bemessung der Anlage gilt als Durchlässigkeitsbeiwert $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ m/sek.

DR.-ING. ABEL GMBH

(Dipl.-Ing. Weller)

7 Anlagen