

Stadt Velbert  
IV. 1 Umwelt und Stadtplanung  
Bebauungsplanung und Denkmalschutz  
Herrn Michael Hubben  
Am Lindenkamp 31

42549 Velbert

Bockumer Platz 5a  
47800 Krefeld

Tel.: 0 21 51 / 58 39 - 0

Fax: 0 21 51 / 58 39-39

[www.geotechnik-dr-mueller.de](http://www.geotechnik-dr-mueller.de)  
[buero@geotechnik-dr-mueller.de](mailto:buero@geotechnik-dr-mueller.de)

Sparkasse Krefeld  
(320 500 00) Kto. 45 567

31.07.2006 MP

**Gutachten Nr. N-MP 136/06**

**BVGA**

## **Baugrundvorgutachten**

für das geplante Bauvorhaben in

Velbert-Neviges, Auf den Pöthen  
(B.-Plan Nr. 438)

## 1. Vorgang/ Untersuchungsumfang

Auf den beiden in Anlage 1 dargestellten Grundstücken (Flurstücke 1238 und 1248) ist eine unterkellerte Wohnbebauung vorgesehen (siehe Anlage 1).

Unser Büro wurde von der Stadt Velbert mit der Untersuchung der Baugrundverhältnisse und der Ausarbeitung eines Baugrundvorgutachtens einschließlich Angaben zur Versickerung auf Grundlage unseres Angebotes vom 23.05.2006 beauftragt (Schreiben vom 19.06.2006).

Zur Feststellung des Schichtenaufbaus wurde am 26.06.2006 auf jedem der beiden Flurstücke jeweils eine Rammkernbohrung  $\varnothing$  35/25 mm (RKB 1 und 2) niedergebracht. Wegen der hohen Festigkeit des im Untergrund anstehenden Tonschiefers/ Tonsteins ließ sich die Bohrung RKB 1 nicht tiefer als 3,0 m unter Ansatzpunkt und die Bohrung RKB 2 nicht tiefer als 2,55 m unter Ansatzpunkt abteufen. Diese Bohrtiefe ist jedoch im Hinblick auf die Tragfähigkeit des geschieferten Tonsteins und die geplante unterkellerte Bauweise ausreichend. Die Lage der Bohrpunkte wurde bauseits vorgegeben.

Die Bohrpunkte sind im Lageplan (Anlage 1) eingetragen. Die im einzelnen erbohrten Schichten sind im beigefügten Schichtenverzeichnis angegeben und in Anlage 2 zeichnerisch als Säulenprofile im Maßstab 1:50 dargestellt.

Die Bohransatzpunkte wurden von uns einnivelliert. Als Bezugspunkt wurde für die Bohrung RKB 1 der Kanaldeckel auf der Straße „Krahnheide“ und für die Bohrung RKB 2 der Kanaldeckel auf der Straße „Am Bölkumer Busch“ verwendet. Diese weisen nach den vorliegenden Planunterlagen eine Höhe von 230,05 m (Bereich RKB 1) bzw. 233,97 mNN (Bereich RKB 2) auf (vgl. Anlage 1).

## 2. Örtliche Situation

Bei den beiden untersuchten Flächen handelt es sich um Brachflächen (Wiesen) innerhalb eines Wohngebietes.

Gemäß dem vorliegenden Lageplan und unserer Einmessung der Bohrpunkte befindet sich die für die Errichtung der Neubauten vorgesehene Fläche im Bereich des Flurstücks 1238 (Bereich RKB 2) in einem Niveau von ca. 234,6 mNN/ 235,8 mNN. Die Fläche besitzt ein Gefälle von Südwesten nach Nordosten.

Die im Bereich des Flurstücks 1248 (Bereich RKB 1) vorgesehene Baufläche weist ebenfalls ein leichtes Gefälle von Westen nach Osten auf (Geländehöhen ca. 232,4 mNN/ 233,0 mNN. Im straßenseitigen Teil sowie unmittelbar nördlich der geplanten Bebauung fällt das Gelände steil ab. Die Fahrfläche der Straße „Krahnheide“ liegt unmittelbar vor dem Neubau bei ca. 230,1 mNN.

### 3. Boden- und Wasserverhältnisse

Nach der Bohrkernansprache läßt sich die Schichtenfolge wie folgt untergliedern:

- Auffüllungen (nur RKB 1)
- Mutterboden (nur RKB 2)
- toniger Verwitterungslehm, im oberen Teil mit humosen Spuren (nur RKB 2)
- lehmiger Gesteinsschutt
- stark verwitterter Fels
- verwitterter Fels

#### **Auffüllungen** (nur RKB 1)

Im Bereich der Bohrungen RKB 1 wurde unterhalb der Grasnarbe zunächst bis in eine Tiefe von 0,95 m unter Gelände (ca. 231,45 mNN) ein aufgefüllter, schwach humos ausgebildeter Boden angetroffen. Der sandige Schluff enthielt Festgesteinsstückchen sowie geringe Ziegelbruchbeimengungen.

Vermutlich wurde das Flurstück 1248 vor etlichen Jahren im Zuge der Herstellung der Nachbarbebauung aufgefüllt.

**Mutterboden** (nur RKB 2)

Bei der Bohrung RKB 2 beginnt die Schichtenfolge zunächst mit Mutterboden. Dieser weist einschließlich der Grasnarbe eine Stärke von 0,25 m auf.

**Toniger Verwitterungslehm, im oberen Teil mit humosen Spuren** (nur RKB 2)

Der Mutterboden wird im Bereich der RKB 2 von einem tonigen Verwitterungslehm mit einzelnen Festgesteinstückchen und mindestens steifer bis halbfester Konsistenz unterlagert. Dieser weist im oberen Teil bis 0,60 m unter Gelände humose Spuren auf. Die Mächtigkeit dieses Schichtgliedes liegt bei 0,85 m.

**Lehmiger Gesteinsschutt**

Bei dem unterhalb der Auffüllungen bzw. des tonigen Verwitterungslehms angetroffenen lehmigen Gesteinsschutt handelt es sich um einen entfestigten Tonschiefer. Er besitzt gegenüber dem weiter unten folgen stark verwitterten Fels keine mineralische Bindung mehr, so daß hier die Eigenschaften eines Lockergesteins vorliegen. Der oberste Teil des lehmigen Gesteinsschuttes war bei RKB 1 fraglich aufgefüllt bzw. umgelagert.

**Stark verwitterter Fels**

Bei dem unterhalb von 1,50 m unter Gelände (RKB 1) bzw. 1,70 m unter Gelände (RKB 2) anstehenden stark verwitterten Fels handelt es sich um die oberste Verwitterungsrinde der unterlagernden Tonschiefer bzw. Tonsteine. Die Fels ist in diesem Bereich kleinstückig verwittert und auf Klüften lehmig ausgebildet. Das Gefüge ist hier im Gegensatz zum lehmigen Gesteinsschutt gut zu erkennen. Der stark verwitterte Fels weist eine Stärke von ca. 0,25 m/ 0,3 m auf. Darunter nimmt der Verwitterungsgrad deutlich ab.

**Verwitterter Fels**

Die Oberkante des verwitterten Felses wurde in den Bohrungen in einer Tiefe von 1,75 m unter Ansatzpunkt bzw. ca. 230,65 mNN (RKB 1) bis 2,00 m unter Ansatzpunkt bzw. ca. 233,0 mNN (RKB 2) nachgewiesen. Unterhalb von 2,30 m (RKB 2) bzw. 2,85 m (RKB 1) wurde schwach verwitterter bis verwitterter Fels festgestellt. Bei den geschieferten Tonsteinen mit lokalen Einschaltungen von feinkörnigen Sandsteinbänken handelt es sich nach den in unserem Büro vorliegenden geologischen Kartenunterlagen um Ablagerungen des Oberdevons (Velbert-Schichten).

Bei den Rammkernbohrungen RKB 1 konnte ab 3,00 m (ca. 232,4 mNN) bzw. bei RKB 2 ab 2,55 m unter Gelände (ca. 232,45 mNN) kein weiterer Bohrfortschritt erzielt werden. Unterhalb von diesem Niveau ist somit von nur sehr gering bis unverwitterten Festgesteinen auszugehen.

Stärker zusammendrückbare Schichten, die für die Setzungen von Bedeutung sein können sind daher im tieferen Untergrund nicht mehr vorhanden.

### Grundwasser

Der Grundwasserspiegel wurde nicht erbohrt. Er tritt im dortigen Gebiet in dem klüftigen Fels als Kluftwasser in größerer Tiefe auf.

Bei der Ausführung der Bohrarbeiten wurde ebenfalls kein Schichtenwasser festgestellt. Nach ergiebigen Niederschlägen kann sich jedoch über gering durchlässigen Schichten zeitweilig etwas Schichtenwasser bzw. Staunässe bilden.

## 4. Bodenklassen nach DIN 18.300

Auffüllungen	- Bodenklasse 3-5 (soweit keine erschwerte Ausschachtung durch grobe Bestandteile in den Auffüllungen gegeben ist)
Mutterboden	- Bodenklasse 1
toniger Verwitterungslehm, steif bis halbfest und halbfest	- Bodenklassen 5
Fels, stark verwittert	- Bodenklasse 5-6
Tonstein, engständig geklüftet	- Bodenklasse 6
Sandstein und Tonstein dickbankig, unverwittert	- Bodenklasse 7 (Bedarfsposition)

Bodenklasse 7 ist nur bei dickbankigem unverwitterten Sandstein und Tonstein zu erwarten. Fels der Bodenklasse 7 sollte daher vorsichtshalber als Bedarfsposition mit ausgeschrieben werden. Im Zweifelsfalle bitten wir nach dem Aushub der Baugrube um Benachrichtigung.

Soweit der verwitterte Fels mit dem Rammkernbohrgerät durchteuft werden konnte, handelt es sich eindeutig um die Bodenklasse  $\leq 6$ .

Die bei der Ausschachtung anfallenden Auffüllungen müssen ordnungsgemäß entsorgt werden. Von den Auffüllungen wurden – wegen der bei RKB 1 angetroffenen Beimengungen von Ziegelbruch – eine Bodenprobe entnommen. Diese wird von unserem Büro mindestens 6 Monate aufbewahrt. Sofern eine bodenchemische Untersuchung gemäß TR LAGA zur Beurteilung der Entsorgung/ Wiederverwertung gewünscht wird, bitten wir um Benachrichtigung.

## 5. Bodenmechanische Kennwerte

Nach der Bohrkernansprache können den Bodenarten folgende bodenmechanische Kennwerte zugeordnet werden (Erfahrungswerte):

Bodenarten	Reibungswinkel $\varphi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]
toniger Verwitterungslehm, humusfrei, steif bis halbfest und halbfest	25-27,5	20-30	18	19	-
lehmiger Gesteinsschutt, halbfest	35	0	40-50	21	12
Fels, stark verwittert, halbfest	35*	0	80-100	21	12
Fels, schwach verwittert bis verwittert	$\geq 35^*$	0	$\geq 150$	22	13

\*) Der Reibungswinkel des geschieferten Tonsteins hängt vom Verlauf der Scherfläche im Vergleich zu den Klufflächen ab.

Der tonige Verwitterungslehm besitzt im ungestörten Zustand eine normale Scherfestigkeit und Tragfähigkeit.

Er ist jedoch sehr störungs-/ nässeempfindlich, d.h. der Boden weicht leicht auf, wenn er bei der Ausschachtung naß ist und durch Betreten oder Befahren zusätzlich mechanisch beansprucht wird. Dies gilt ebenfalls für die bindigen aufgefüllten Böden.

Zudem sind die bindigen Auffüllungen und Bodenarten sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE StB 94).

Die geschieferten Tonsteine besitzen je nach Verwitterungsgrad eine gute bis sehr gute Scherfestigkeit sowie bei den hier vorhandenen Steifeziffern eine gute bis sehr gute Tragfähigkeit.

Im Fels bezieht sich die angegebene Scherfestigkeit auf die Trennflächen. Sofern die Klüfte tonige Zwischenmittel enthalten, kann die Scherfestigkeit auf Klufflächen weiter reduziert sein.

## 6. Vorschläge für die Gründung

### 6.1 Übersicht

Vorgesehen ist sämtliche Neubauten in unterkellerten Bauweise herzustellen. Die geplanten Erdgeschoßfußbodenhöhen sind jeweils ca. im Niveau der jeweils östlich angrenzenden Straßen „Krahnheide“ und „Am Bölkumer Bruch“ vorgesehen.

Unter Annahme einer üblichen Kellerhöhe von 2,80 m werden für die Gründung die folgenden Niveaus angenommen:

<b>Flurstück 1238:</b>	derzeitige Geländehöhe:	ca. 234,6/ 235,8 mNN
	mittlere Straßenhöhe:	234,5 mNN
	OKF Erdgeschoß:	ca. 234,8 mNN
	OKF Untergeschoß:	ca. 232,0 mNN

<b>Flurstück 1248:</b>	derzeitige Geländehöhe:	ca. 232,4/ 233,0 mNN
	mittlere Straßenhöhe:	ca. 230,1mNN
	OKF Erdgeschoß:	ca. 230,4 mNN
	OKF Untergeschoß:	ca. 227,6 mNN

Der Erdgeschoßfußboden liegt im Bereich des Flurstückes 1238 nur in einzelnen Teilbereichen unterhalb des natürlichen Geländes. Auf dem Flurstück 1248 schneiden die geplanten Neubauten hingegen auf ihrer Gesamtfläche in das derzeitige Gelände ein (vgl. Anlagen1 und 2).

Nachfolgend werden die für die Errichtung der Wohngebäude erforderlichen Gründungsmaßnahmen beschrieben.

## 6.2 Gründung

Bei einer unterkellerten Bauweise wird die Ausschachtungssohle nach den Erkundungsergebnissen der Bohrungen vollständig in nur noch schwach verwitterten Fels (geschieferte Tonsteine) liegen.

Die Gründung kann prinzipiell als normale Flachgründung auf Streifenfundamenten oder auf einer Bodenplatte vorgenommen werden. Am zweckmäßigsten ist hier eine Gründung auf einer Stahlbetonplatte in Verbindung mit einer wasserundurchlässigen Bauweise des Kellers gegen zeitweilig aufstauendes Wasser (siehe Kap. 8).

Hierzu ist die Baugrubensohle um mindestens 0,10 m/ 0,15 m zu vertiefen und unmittelbar nach der Ausschachtung als Schutzschicht und zur Vermeidung fester Auflagerpunkte verdichteten lehmfreien Kies-Sand (z.B. Betonkies Sieblinie B<sub>32</sub> nach DIN 1045) aufzubringen. Anstelle eines Betonkieses mit eindeutig definierter Kornverteilung kann auch ein lehm- und schlufffreier Grubenkies (Kies-Sand) verwendet werden, der hinsichtlich der fehlenden Feinstanteile ca. einem Betonkies entspricht.

Bei einer derartigen Plattengründung im festen, geschieferten Tonstein kann bei etwa gleichmäßig verteilten Lasten für die statische Bemessung ein Bettungsmodul von

$$k_s = 70 \text{ MN/m}^3$$

zugrunde gelegt werden.

Bei der geplanten unterkellerten Bauweise und den hier auftretenden Lasten liegen die Setzungen in einer Größenordnung von einigen Millimetern. Hinzu kommen die Setzungen, die zwangsweise durch die aushubbedingte Auflockerung des Gefügeverbandes hervorgerufen werden. Die tatsächlich auftretenden Gesamtsetzungen werden bei einer Gründung im Fels einen Wert von ca. 0,5 cm nicht überschreiten. Dabei handelt es sich vollständig um Rohbausetzungen.

## 7. Hinweise zur Bauausführung

Empfohlen wird, den Aushub der Baugruben wie üblich mit einem Tieflöffelbagger rückschreitend von oben vorzunehmen. Da in der Gründungssohle der feste Fels angeschnitten wird, ist bei der Ausschachtung eine leichte Auflockerung des Fels nicht zu vermeiden. Aufgelockerte Partien sind von Hand nachzuarbeiten.

Die Baugrubenböschungen erreichen bei einer Plattengründung im Bereich des Flurstückes 1238 eine Höhe von ca. 3,5 m bis 4,6 m.

Bei Flurstück 1248 liegt der geplante Erdgeschoßfußboden ca. 2,3 m bis 2,9 m unterhalb des derzeitigen Geländes. Es ist vorgesehen den gartenseitigen Teil bis auf das Niveau des Erdgeschoßfußbodens abzutragen.

Die im Bereich der Grundstücksgrenze dann erforderlichen Böschungen sollten im Endzustand nicht steiler als 1:1,5 (= 33°) ausgeführt bzw. alternativ durch eine Stützwand gesichert werden. Bei Flurstück 1248 wird im Bereich der südwestlichen Gebäudeecke aufgrund des vorgesehenen Grenzabstandes von 3,0 m eine Stützwandsicherung nicht zu vermeiden sein.

Zuflüsse von Oberflächenwasser auf das Gebäude müssen sorgsam vermieden werden. Es empfiehlt sich, die Böschung mit ganzjährig grünen Bodendeckern oder dgl. zu bepflanzen.

Die Baugrubenböschungen können entsprechend DIN 4124 in den Auffüllungen unter einem Winkel von 45° und im tonigen Verwitterungslehm bzw. entfestigten Tonschiefer unter 60° angelegt werden. Im Fels können die Böschungen bauzeitlich – außerhalb von belasteten Bereichen – im Normalfall unter einem Winkel von 70° hergestellt werden, sofern nicht örtlich ungünstige Voraussetzungen (z.B. Einfallen der Trennflächen in die Baugrube) vorliegen. Sofern die Trennflächen unterschritten werden, ist die Baugrubenböschung entsprechend abzuflachen. Im Zweifelsfall bitten wir um Benachrichtigung. Desweiteren ist es von Vorteil, die Böschungen mit Kunststofffolien vor Niederschlägen zu schützen, um eine Aufweichung bzw. Auswaschung zu vermeiden.

Bei einer Ausnutzung der oben angegebenen maximal zulässigen Böschungsneigungen und eines 0,50 m breiten Arbeitsraumes ist dies bei Flurstück 1248 im Bereich der südwestlichen Gebäudeecke mit einer Ausdehnung der Böschung bis in den Bereich des vorhandenen Fußgängerweges verbunden. Evtl. im Böschungsbereich vorhandene Leitungen müßten ebenfalls gesichert werden. Wegen der großen Höhendifferenz von ca. 6,0 m/ 6,5 m muß die Baugrube hier voraussichtlich durch einen geeigneten Verbau gesichert werden. Sofern Leitungen neben dem Verbau liegen, sollte der Verbau mit dem erhöhten aktiven Erddruck bemessen werden.

Die geschieferten Tonsteine weisen eine recht geringe Durchlässigkeit auf. Nach stärkeren Niederschlägen ist damit zu rechnen, daß sich das Niederschlagswasser auf dem Planum aufstaut. Es ist daher ggf. eine offene Wasserhaltung über Pumpensümpfe im erweiterten Arbeitsraum vorzusehen, um das über die Dränschicht zufließende Oberflächenwasser zu fassen und abzuführen.

Die Auffüllungen enthalten bereichsweise Anteile von Fremdbeimengungen, so daß hier erhöhte Entsorgungskosten gegenüber gewachsenem Boden anfallen werden.

Die Arbeitsräume müssen mit einem gut verdichtungsfähigen Material wiederverfüllt werden.

## 8. Vorschläge zur Trockenhaltung des Kellers

Das in die Arbeitsräume neben den Kelleraußenwänden eindringende Oberflächenwasser und das anfallende Schichtenwasser muß ungehindert abgeleitet werden. Die Arbeitsraumsohle der Neubauten liegt in den geschieferten Tonsteinen. Diese sind nur gering wasserdurchlässig. Gemäß DIN 18195 Teil 4 ist bei den hier vorhandenen k-Werten  $< 1 \times 10^{-4}$  m/s ein Aufstau von Schichtenwasser über der Arbeitsraumsohle möglich.

Sofern keine Dränung mit Anschluß an den Kanal ausgeführt werden kann, ist es zur Trockenhaltung des Kellers erforderlich, diesen gegen zeitweilig aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18.195, Teil 6, zu dichten. Der mögliche Wasserüberdruck sollte vorsichtshalber mit 1,0 m bezogen auf die Unterkante der Untergeschoßsohle angesetzt werden.

Bei den hier vorhandenen Bodenverhältnissen muß insbesondere auf eine ordnungsgemäße Entwässerung der Lichtschächte geachtet werden.

Werden für die Untergeschoßräume staubtrockene Räume verlangt, so ist es neben der erforderlichen Wärmedämmung nach DIN 4108 notwendig, eine Abklebung der Kellersohle und der Kelleraußenwände mit Bitumendichtungs-/schweißbahnen vorzusehen oder eine gleichwertige Bitumendickbeschichtung aufzubringen.

Es wird empfohlen die Arbeitsräume neben den Kelleraußenwänden mit einem gut wasserdurchlässigen Material (Grubenkies aus einer Naßauskiesung/ lagenweise verdichtet) zu verfüllen, so daß das in die Arbeitsräume eindringende Oberflächenwasser ungehindert nach unten abgeleitet werden kann, ohne daß sich Stauwasser bildet.

Werden die Arbeitsräume hingegen mit dem beim Baugrubenaushub anfallenden geschieferten Tonstein – der nach der Verdichtung eine reduzierte Wasserdurchlässigkeit aufweist – verfüllt, so ist auch im oberen Bereich der Arbeitsraumverfüllung die Bildung von Schichtenwasser möglich. In diesem Fall empfiehlt es sich, die Lichtschächte wasserdicht an die Kelleraußenwände anzuschließen und über die Hausentwässerung zu entwässern.

Bei einer derartigen Verfüllung der Arbeitsräume sind größere Brocken zu separieren und abzufahren. Es ist darauf zu achten daß das mit einer Schafffußwalze lagenweise verdichtet eingebaute steinige Material nicht die ggf. vorhandene Abdichtung/Abklebung beschädigen kann. In diesem Fall sind Schutzplatten zu verwenden. Unterhalb von befestigten Flächen darf der steinige Baugrubenaushub nur unterhalb der frostsicheren Tiefe verwendet werden.

Vor dem Verfüllen des Arbeitsraumes ist es grundsätzlich erforderlich die Arbeitsraumsohle nachzuarbeiten und im Sohlbereich verschlepptes bindiges Material, Dichtungsmittel oder dgl. zu entfernen.

Insbesondere im Bereich von Terrassen, Fahr- und Zuwegungen ist dabei auf die Einhaltung einer ausreichenden Verdichtung zu achten (mindestens 98 % der einfachen Proctordichte). Entsprechende Verdichtungsüberprüfungen können mittels Rammsondierungen oder dynamischen Lastplattendruckversuchen durch unser Büro erfolgen.

Zur Verringerung des anfallenden Sickerwassers empfiehlt es sich grundsätzlich, die Arbeitsräume außerhalb der versiegelten Flächen mit einer bindigen Deckschicht (Mutterboden und sandiger Lehm oder dgl.) in einer Stärke von mindestens 0,4 m abzudecken.

## 9. Hinweise zur Versickerung des Niederschlagswassers

Die technische Versickerung des auf den Dachflächen anfallenden Regenwassers setzt nach DWA A 138 einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert  $k_f \geq 1 \times 10^{-6}$  m/s voraus.

Der tonige Verwitterungslehm bzw. der entfestigte Tonschiefer und auch der oberste Abschnitt des unterlagernden stark verwitterten Felses sind mit k-Werten von  $< 1 \times 10^{-7}$  m/s für eine Versickerung des Niederschlagswassers nicht geeignet.

Die Wasserwegsamkeit im Gebirge resultiert fast völlig aus der Wasserbewegung auf offenen Trennflächen. Gemäß den in unserem Büro vorliegenden geologischen Kartenunterlagen weisen die geschieferten Tonsteine einen k-Werten von ca.  $1 \times 10^{-8}$  m/s bis  $1 \times 10^{-7}$  m/s auf. Der Bau einer Versickerungsanlage nach den Vorgaben der DWA A 138 ist daher nicht möglich.

Zweckmäßig ist es, das Dachflächenwasser sowie das auf den übrigen versiegelten Flächen anfallende Niederschlagswasser in die Kanalisation einzuleiten.

Martin Plate

Norbert Müller