

GePa KERPEN GmbH

*Fachmarktzentrum in Kerpen
"Auf dem Bürrig" / "Am Falder"*

Orientierendes
Baugrundgutachten

Projekt - Nr. 2070236BG_G01

Bonn, den 27.06.2007

Dipl. - Geol. Th. Quiram

Inhaltsverzeichnis:

<u>1 Auftrag</u>	<u>1</u>
<u>2 Durchgeführte Untersuchungen</u>	<u>1</u>
<u>3 Untersuchungsergebnisse</u>	<u>1</u>
3.1 Topographie/Geologie, Bergbau, Erdbeben.....	1
3.1.1 Topographie/Geologie.....	1
3.1.2 Bergbau.....	2
3.1.3 Erdbeben.....	2
3.2 Hydrologie	2
3.3 Schichtbeschreibung.....	3
3.3.1 Auffüllung	3
3.3.2 Oberboden	4
3.3.3 Deckschichten	4
3.3.4 Kiessande	6
<u>4 Gründung</u>	<u>7</u>
4.1 Situation	7
4.2 Allgemeine Angaben zur Gründung	7
4.3 Gründung im Lößlehm/Löß	8
4.4 Gründung in den Kiessanden	8
4.5 Unterbau Bodenplatte.....	9
<u>5 Parkplatz</u>	<u>10</u>
5.1 Frostsichere Oberbaudicke.....	10
5.2 Tragfähigkeit Planum.....	11
<u>6 Bauausführung</u>	<u>13</u>
6.1 Aushub	13
6.2 Aushubsohlen	13
6.3 Baustraßen	13
6.4 Wiederverfüllung.....	13
6.5 Temporäre Böschungen, Verbau	14
6.6 Wasserhaltung	15
<u>7 Abdichtung/Drainage</u>	<u>15</u>
<u>8 Bewertung Bodenaushub</u>	<u>15</u>
<u>9 Schlussbemerkung</u>	<u>16</u>

1 Auftrag

Von der Ge Pa Kerpen GmbH erhielten wir den Auftrag, im Bereich der o.g. Baumaßnahme eine Baugrunduntersuchung durchzuführen und ein Gutachten zu erstellen. Zur Ausführung wurden uns ein Übersichtsplan mit Eintrag der geplanten Baumaßnahme (M 1:2000) sowie Lagepläne im Maßstab 1:1000 (Bestandsplan) zur Verfügung gestellt.

2 Durchgeführte Untersuchungen

Vom 08.06. bis 11.06.2007 führten wir im Bereich der o.g. Baumaßnahme insgesamt 13 Rammkernsondierungen (\varnothing 36 mm) durch.

Die Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Höhenbezug waren dabei in den Strassenbereichen um die geplante Baumaßnahme gelegene Kanaldeckel, deren Höhen auf den uns zur Verfügung gestellten Lageplänen bezogen auf m ü. NN angegeben sind. Alle Maße und Höhen sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen.

An 11 der entnommenen Proben wurden die Wassergehalte nach DIN 18 121, an einer Probe der Glühverlust nach DIN 18 124 bestimmt.

Alle Ergebnisse sind in den Anlagen 1 und 2 dargestellt.

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Topographie/Geologie, Bergbau, Erdbeben

3.1.1 Topographie/Geologie

Das untersuchte Gelände liegt nordwestlich der Ortslage Kerpen – Mödrath (südöstlich „Lörsfeld Busch“). Südlich des Geländes verläuft der Umflutgraben, der eine Verbindung zwischen Neffel -Bach und Erft - Kanal herstellt. Von Südwesten nach Nordosten verläuft ein Graben durch das Untersuchungsgebiet.

Im Untergrund finden sich tertiäre Sande, Schluffe und Tone, z.T. mit Braunkohle. Darüber folgen die Schotter der Hauptterrasse, die von Deckschichten in unterschiedlicher Dicke und Ausbildung überlagert werden. Nach Auswertung der geologischen Karte 1:25 000, Blatt 5106 Kerpen wird der Untersuchungsbereich von einer jungen, fluviatilen Rinne gequert. Den Abschluss des Profils nach oben bildet in Teilbereichen (Be-

reich alte Gärtnerei) aufgefülltes Material sowie der Mutterboden.

3.1.2 Bergbau

Das untersuchte Gelände liegt in einem Gebiet mit intensiver Bergbautätigkeit. Um die Auswirkungen der Bergbautätigkeit auf die geplante Baumaßnahme beurteilen zu können, ist im Vorfeld der Baumaßnahme mit dem Bergbautreibenden (RWE Power vormals Rheinbraun) eine entsprechende Abstimmung erforderlich, wobei die für die vorgesehene Nutzungsdauer zu erwartenden Setzungen und Setzungsunterschiede durch den Bergbautreibenden angegeben werden müssen. Auf dieser Basis sind dann die erforderlichen Schutzmaßnahmen festzulegen. Eine erste Anfrage in Bezug auf evtl. erforderliche Sicherheitsmaßnahme wurde bereit gestellt.

3.1.3 Erdbeben

Im südlichen und westlichen Teil der Niederrheinischen Bucht sind Flachbeben (Herdtiefe 7 bis 8 km Tiefe) verbreitet. Nach Darstellung der Karte zur DIN 4149 (Bauten in deutschen Erdbebengebieten, Ausgabe 31.03.2005), Blatt Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1:350000 (Ausgabe 06.2006) liegt die Gemarkung Kerpen in der Erdbebenzone 3. Nach Kap. 5.2 der DIN 4149 können für das untersuchte Grundstück die Untergrundklasse S und die Baugrundgrundklasse C angesetzt werden.

Anmerkung¹: Die im südöstlichen Bereich des Erschließungsgebietes gelegene Grünfläche der Feuerwehr gehört zur Gemarkung Mödrath und damit entsprechend der o.g. Kartendarstellung zur DIN 4149 in die Erdbebenklasse 2.

Anmerkung²: Zur abschließenden Festlegung der Erdbebenzone und Untergrundklasse ist der aktuelle Bearbeitungsstand des Landes Nordrhein-Westfalen maßgeblich und durch den Statiker zu kontrollieren.

3.2 Hydrologie

Das Grundwasser wurde in den durchgeführten Bohrungen nicht erbohrt.

Nach Auswertung der zur Verfügung stehenden Unterlagen liegt die geplante Baumaßnahme im Einflussbereich der Sumpfungmaßnahmen für den Braunkohlentagebau.

Auf den Grundwassergleichenkarten 1:50 000, Blatt L 5106 Köln, sind für den Untersuchungsbereich je nach Örtlichkeit Grundwasserstände zwischen 5 und 10 m ü. NN (Okt.

1963) sowie 25 und 30 m ü. NN (Okt. 1973) verzeichnet. Nach dem Jahresbericht des Eftverbandes aus dem Jahre 2006 liegt das untersuchte Areal in einem mit nur geringer Grundwassermächtigkeit. Grundwassergleichenlinien sind für den Untersuchungsbe-
reich nicht dargestellt. In der Karte der Grundwasserdifferenzen (Okt. 1955 – Okt. 2006)
ist eine Absinken des Grundwasserstandes von > 10 m verzeichnet. Sind. Nach dem
Jahresbericht aus dem Jahre 1996 beträgt die Absenkung ca. 70 m. Für die Zeit der
Baudurchführung sind somit keine Probleme durch das Grundwasser zu erwarten.

Langfristig muss mit einem Wiederanstieg des Grundwassers auf das ehemalige Niveau
gerechnet werden, wobei dies jedoch erst nach Beendigung der Sumpfungsmassnah-
men erfolgen wird. Welches Niveau letztlich erreicht wird und wie lange der Anstieg ins-
gesamt dauern wird, lässt sich allerdings nur vom Bergbautreibenden prognostizieren.

Nicht ausschließen lässt sich, dass nach starken Niederschlägen in den Deckschichten
Schichtwasser auftritt.

3.3 Schichtbeschreibung

3.3.1 Auffüllung

Aufgefülltes Material wurde nur im Bereich des alten Gärtnerriegeländes erbohrt. Hier
reicht die Auffüllung zwischen 0,35 m (B 12) und 0,60 m (B 13) unter Gelände. Aufgrund
der vorhandenen Altbebauung kann die Auffüllung auch noch tiefer reichen, als in den
Bohrungen festgestellt wurde.

Bei dem aufgefüllten Material handelt es sich überwiegend um Sande und Kiese z.T. mit
Anteilen an Schotter, Schwarzdecken und Recyclingmaterial. Z.T. handelt es sich um
aufgefüllten Mutterboden. Wie die hier durchgeführten Bohrungen und die Rammsondie-
rung zeigen, ist die nicht bindige Auffüllung überwiegend locker bis mitteldicht, z.T. auch
dicht gelagert.

Nach DIN 18 300 Bodenklasse 3 (nichtbindige Auffüllung), 4 (stärker bindige Auffüllung)
und 5 - 7 (bei erhöhtem Steinanteil, abhängig von Größe und Anzahl der Steine). Bo-
denklasse 1 für aufgefüllten Mutterboden (Inwieweit er für vegetationstechnische Zwe-
cke geeignet ist, muss ggf. nach DIN 18 915 geprüft werden). Nach DIN 18 196 Boden-
klasse GW, GU, SU und SE für die Sande und Kiessande sowie UL/TL für die Schluffe.
Allerdings kann im Bereich der Auffüllung nicht ausgeschlossen werden, dass auch

noch Böden auftreten, die nicht den o.g. Bodenklassen zuzuordnen sind.

Bodenkennwerte Geländeauffüllung:

Raumgewicht	18 - 20	kN/m ³
Kohäsion	0	kN/m ²
Reibungswinkel	30 – 32,5	°
Steifeziffer	10 – 25	MN/m ²

Der Abbruch ggf. noch vorhandener alter Fundamente, alter Gebäude, Wegbefestigungen, Schächte u.ä. ist im Klassifizierungsschema der DIN 18300 nicht erfasst. Auch außerhalb der alten Gärtnerei ist das Auftreten der o.g. alten Gebäudeteile im Untersuchungsbereich grundsätzlich möglich.

3.3.2 Oberboden

Der humose Oberboden (Mutterboden) reicht in den Bohrungen etwa 0,30 – 0,40 m unter Gelände. Nach DIN 18 300 gehört der humose Oberboden in die Bodenklasse 1. Inwieweit er für vegetationstechnische Zwecke geeignet ist, muss ggf. nach DIN 18 915 geprüft werden.

Die Dicke o.g. des angetroffenen humosen Oberbodens ist auf eine landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführen, wobei auch größere Dicken erreicht werden können. Erfahrungsgemäß sollten allerdings nur die oberen 0,20 – 0,30 als humoser Oberboden und der Boden darunter als humoser Lehm eingestuft werden, da es sich um einen Pflugboden (Ap - Horizont) handelt. Dieser humose Lehm gehört dann in die Bodenklasse 4 und kann bei Wasserzutritt in die Bodenklasse 2 übergehen.

3.3.3 Deckschichten

Bei den Deckschichten handelt es sich überwiegend um Löß/Lößlehme, die allerdings zumindest teilweise umgelagert sind sowie um Rinnenablagerungen.

In den durchgeführten Bohrungen reichen die Deckschichten zwischen 1,25 m (B 13) und 5,50 m (B 7) unter Gelände. In der Bohrung B 12 wurde sie bis 2 m unter Gelände nicht durchteuft. Insgesamt weisen die Deckschichten Dicken zwischen 0,65 m (B 13) und 5,15 m (B 7) auf.

Während im oberen Bereich die Lößlehme auftreten, schließt sich darunter der Löß an. Beim Lößlehm handelt es sich um das Verwitterungsprodukt des Lösses, der entsprechend aus einem entkalkten, schwach tonigen bis tonigen, schwach feinsandigen Schluff besteht. Der Löß besteht aus einem z.T. schwach tonigen, ansonsten feinsandigen Schluff und ist kalkhaltig. Zusätzlich schalten sich hier dünne Kiesbänder ein.

Für den Löß/Lößlehm liegen die Wassergehalte zwischen 16,7 und 21,7 %. Damit weisen sie eine überwiegend steife bis halbfeste Konsistenz auf.

Im Bereich der Bohrungen B 7 und B 10 weisen die Deckschichten größere Dicken auf (4,75 bis 5,15 m). Hier bei handelt es sich um Rinnenablagerungen. Unter den Decklehmern findet sich hier eine Wechselfolge von Schluffen, Sanden und Kiesen, in die humose Lagen eingeschaltet sind. An Proben aus den Rinnenablagerungen wurden Wassergehalte zwischen etwa 16,9 und 24,9 % ermittelt. Damit weisen die Schichten hier eine überwiegend steife, z.T. auch weiche Konsistenz auf. An einer Probe wurde ein Glühverlust von 10,4 % ermittelt. Nach DIN 4022 handelt es sich demnach um stark humose Böden.

Es handelt sich beim Löß/Lößlehm nach DIN 18 196 um TL/UL-Böden (leichtplastische Tone und Schluffe), die gemäß den ZTVE-StB 94 zu den sehr frostempfindlichen F 3-Böden zu stellen sind. Grundsätzlich muss beim Löß/Lößlehm berücksichtigt werden, dass der Boden gegenüber Wasserzutritt insbesondere im Zusammenhang mit dynamischen Belastungen (z.B. durch Baustellenverkehr, Verdichtung u.ä.) extrem empfindlich reagiert und dann in einen breiigen Zustand übergeht.

Nach DIN 18 300 überwiegend Bodenklasse 4. Allerdings können auch die Bodenklassen 3 (Kieslagen) und 6 (bindige Bereiche mit fester Konsistenz) auftreten. Bodenklasse 2 für die humosen Böden. Durchnässen die Schluffe beim Aushub, so gehen sie in die Bodenklasse 2 über. Nach DIN 18 196 Bodenklasse UL – TL sowie SU, SE, SW, GU, GW und OH.

Bodenkennwerte Deckschichten:

Löß/Lößlehm:

Raumgewicht	19 - 20	kN/m ³
Kohäsion	7,5 - 5	kN/m ²
Reibungswinkel	27,5 – 30	°
Steifeziffer	10 – 15	MN/m ²

Rinnenablagerungen:

Raumgewicht	18 - 20	kN/m ³
Kohäsion	5 - 0	kN/m ²
Reibungswinkel	25 – 30	°
Steifeziffer	2,5 _(humose Bereiche) – 15	MN/m ²

3.3.4 Kiessande

Die Kiessande beginnen zwischen 1,25 m (B 13) und 5,50 m (B 7) unter Gelände und bezogen auf NN zwischen 70,70 m (B 7) und 78,10 m (B 13) ü. NN.

Die Kiessande sind in den oberen etwa 1,0 bis 1,30 m zum überwiegenden Teil schwach schluffig bis schluffig ausgebildet. Die Unterkante der stärker schluffigen Kiessande liegt zwischen 72,55 m 76,05 m ü. NN. Darunter folgen Sande und Kiese in wechselnder Zusammensetzung. Die Kiessande sind dicht gelagert. Verkittungen, Steinlagen und Lehmlinsen wurden in den Bohrungen nicht festgestellt, können aber in den Kiessanden der Hauptterrasse grundsätzlich auftreten.

Nach DIN 18 300 gehören die nicht bindigen Kiessande in Bodenklasse 3. Schlufflagen gehören in Bodenklasse 4 und Steinlagen bzw. Verkittungen in Abhängigkeit vom Mengenanteil und der Größe der Steine in Klasse 5 bis 7.

Nach DIN 18 196 Boden-klasse GW, GU, SW, SU und SE für die Sande und Kiessande sowie UL/TL für die Schluffe.

Bodenkennwerte Kiessande:

Raumgewicht	18 - 20	kN/m ³
Kohäsion	2,5 - 0	kN/m ²
Reibungswinkel	32,5 - 40	°
Steifeziffer	80 - 100	MN/m ²

4 Gründung

4.1 Situation

Auf dem Grundstück ist die Errichtung eines Fachmarktzentrums mit mehreren Gebäuden (Märkte, Ladenlokale) vorgesehen. Konkrete Angaben zur Bebauung liegen noch nicht vor. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass zumindest der größte Teil der Gebäude nicht unterkellert wird. Im Rahmen der geplanten Baumaßnahme soll der auf dem Gelände vorhandene offene Graben verfüllt und durch einen unterirdisch verlegten Kanal ersetzt werden.

4.2 Allgemeine Angaben zur Gründung

Wie oben beschrieben ist davon auszugehen, dass der überwiegende Teil der geplanten Gebäude nicht unterkellert wird. Um eine frostfreie Gründung sicherzustellen, müssen die Außenfundamente mind. 0,8 m tief unter das geplante Gelände reichen. Damit liegen die Gründungssohlen zum überwiegenden Teil im Niveau der Deckschichten, die in der Regel max. mittlere Tragfähigkeiten aufweisen.

Im Bereich der Rinnenablagerungen (Bereich B 7 / B 10) können allerdings auch Bereiche mit geringeren Tragfähigkeiten auftreten (z.B. humose bis stark humose Lagen). Sobald die konkreten Planungen feststehen, müssen hier in jedem Falle zusätzliche Bohrungen durchgeführt werden, damit die Dicke und Qualität der Rinnenablagerungen genauer untersucht und eingegrenzt werden kann.

Dort, wo aufgefülltes Material auftritt, kann dieses bis unter die Gründungssohlen reichen. Hier müssen die Fundamente dann entsprechend vertieft werden.

Werden einzelne Gebäude oder Gebäudeteile unterkellert, so liegt die Gründungssohle zumindest in Teilbereichen im Niveau der Kiessande, die eine gute Tragfähigkeit aufweisen. Eine Gründung im Niveau der Kiessande wird auch dann erforderlich, wenn

höhere Lasten abgetragen werden müssen. Ggf. müssen die Fundamente dann vertieft werden. Bei einer Mischgründung der Gebäude sowohl in den Deckschichten als auch in den Kiessanden treten aufgrund des unterschiedlichen Trag-/Setzungsverhaltens unterschiedliche Setzungen auf. Die sich daraus ergebenden Setzungsdifferenzen sind für die Bebauung auf ihre Verträglichkeit hin zu überprüfen.

4.3 Gründung im Lößlehm/Löß

Bei der Festlegung der Bodenpressungen wird davon ausgegangen, dass die Gründung einheitlich im „gewachsenen“ Boden (= Löß/Lößlehm) erfolgt. Dort, wo die Auffüllung tiefer reicht, müssen die Fundamente mit Beton entsprechend vertieft werden.

Ausgehend von einer Gründung über Einzel- und Streifenfundamente mit einer Breite und Einbindetiefe von mindestens 0,5 m sind in den Löß/Lößlehmen mittlere Bodenpressungen von 200 kN/m² zulässig. Die Setzungen werden nach überschlägigen Berechnungen bei Fundamentbreiten bis 1,75 m bis 2 cm, die Setzungsunterschiede 1,5 cm betragen. Bei Fundamentabmessungen mit einer Seitenlänge von mehr als 1,75 m müssen Setzungsberechnungen durchgeführt werden. Bei der Bewehrung der Fundamente muss berücksichtigt werden, dass die Lehme eine z.T. wechselnde Zusammensetzung und unterschiedliche Konsistenz aufweisen.

Um ein Aufweichen zu verhindern, müssen die Gründungssohlen unmittelbar nach dem Aushub mit Magerbeton abgedeckt werden. Treten dennoch in der Gründungssohle aufgeweichte Bereiche auf, so sind diese in Abstimmung mit dem Gutachter zu entfernen und durch Magerbeton zu ersetzen.

Bei Berechnung über die Bettungsziffer kann zur Vorbemessung für einen 1 m breiten Laststreifen ein Wert von 10 MN/m³ angesetzt werden. Unter den Laststreifen (Wänden) können die oben genannten Bodenpressungen zugelassen werden.

4.4 Gründung in den Kiessanden

Anhand der in Abschnitt 3.3 angegebenen Bodenkennwerte wurden für die z.T. schluffigen Kiessande die folgenden mittleren Bodenpressungen berechnet (Grundbruchsicherheit ≥ 2 nach DIN 4017 und Setzung bis 1 cm nach DIN 4019). Voraussetzung ist die Lastaufbringung entspr. DIN 1054. Die Setzungsdifferenzen liegen bei gleichmäßi-

ger Fundamentbelastung im mm-Bereich. Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

Fundamentbreite in [m]	0,5	1,0	1,5
	Zulässige Bodenpressungen in kN/m²		
Einbindetiefe 0,5 m	320	450	580
Einbindetiefe 0,80 m	440	570	630*

* Die Bodenpressungen wurden aufgrund der Setzungen auf 630 kN/m² begrenzt.

Die Setzungen beginnen unmittelbar nach Lastaufbringung auf, sind also zum Ende der Rohbauphase zum überwiegenden Teil abgeklungen. Bei Fundamentbreiten > 1,50 m oder unregelmäßiger Lastverteilung sind größere Setzungen, bzw. Setzungsdifferenzen zu erwarten. Um evtl. notwendige Abminderungen der zulässigen Bodenpressungen festzulegen, müssen dann Setzungsberechnungen erfolgen.

Die Gründungssohlen der Fundamente müssen unmittelbar nach Aushub mit Beton abgedeckt werden. Treten in der Gründungssohle bereichsweise aufgeweichte Böden auf, so müssen diese vollständig entfernt und die Fundamente mit Beton entsprechend vertieft werden.

4.5 Unterbau Bodenplatte

Bei nichtunterkellerten Gebäuden steht im Niveau der Bodenplatten in weiten Bereichen des Geländes der Lößlehm an. In Teilbereichen liegt das Planum noch in den aufgefüllten Böden, die überwiegend bindig ausgebildet sind. Humose Bereiche müssen abgetragen werden.

Für den damit im Erdplanum anstehenden bindigen Boden kann der nach den gültigen ZTVE-StB 94 erforderliche EV2-Wert von 45 MN/m² nicht erreicht werden. Für den Unterbau der Bodenplatten sind die gleichen Anforderungen anzusetzen.

Anstelle eines erfahrungsgemäß wesentlich kosten- und zeitaufwändigeren Bodenaustauschs, empfehlen wir hier für eine dauerhafte und hohe Tragfähigkeit des Planums eine Bodenverbesserung mit einem Bindemittel durchzuführen. Der Löß/Lößlehm ist

hierfür generell geeignet. Nach der Bodenverbesserung können auf dem Erdplanum EV_2 -Werte von mind. 60 MN/m² erreicht werden.

Für die Bemessung der Tragschicht wird z.B. nach den Anforderungen des Bundesverbandes der Industriebodenhersteller e.V. (BVI) als Mindestanforderung an die Tragfähigkeit des Aufbaues unter einer elastisch gebetteten Bodenplatte oder Industriebodens ein EV_2 -Wert (Nachweis im Plattendruckversuch n. DIN 18134) von 80 MN/m² für Kiessand bzw. 100 MN/m² für Schotter genannt. Nach LOHMEYER (Betonböden im Industriebau) ergeben sich die Anforderungen an die Tragschicht aus der Radlast der vorgesehenen Fahrzeuge. Für z.B. einen mittleren Gabelstapler (Gesamtgewicht 7 t) mit einer Radlast von 32,5 kN wird auf der Tragschicht ebenfalls ein EV_2 -Wert von 80 MN/m² und für einen schweren bzw. 13 t-Gabelstapler mit 60 kN Radlast werden bereits 100 MN/m² gefordert. In Anlehnung an die ZTV SoB-StB 04 sollte der EV_2/EV_1 -Verhältniswert < 2,5 betragen.

Im Folgenden gehen wir zur Vorbemessung von einer Radlast < 32,5 kN (7 t Gabelstapler) und entsprechend einem EV_2 -Wert von 80 MN/m² für die Tragschicht aus. Nach LOHMEYER muss eine Tragschicht aus Kiessand dann mind. 0,17 m dick sein.

Auf jeden Fall sollte eine Abstimmung erfolgen, um die Anforderungen an die Tragschicht festzulegen und damit einen angepassten/ausreichenden Aufbau sicherzustellen.

5 Parkplatz

5.1 Frostsichere Oberbaudicke

Die Parkplätze werden vermutlich überwiegend durch PKW genutzt. Allerdings erfolgt über diese Flächen auch die Anlieferung für die Märkte mittels LKW. Die nutzungsabhängigen Bauklassen nach den für z.B. den öffentlichen Straßenbau gültigen RSTO 01 wurden für die Fahr- und Parkflächen noch nicht festgelegt. Wir empfehlen zur Vorbemessung für die LKW-Bereiche Bauklasse BKL III und für die nur durch PKW genutzten Park-/Fahrbereiche BKL V / VI anzusetzen.

Da im Erdplanum mit dem Lößlehm/Löß ein nach den ZTVE-StB 94 sehr frostempfindlicher Boden (F 3-Boden) ansteht, muss hier eine Mindestdicke für den frostsicheren Oberbau von 60 cm (BKL III) bzw. 50 cm (BKL IV) berücksichtigt werden. Das Bauvorha-

ben liegt nach RStO 01 in Frosteinwirkzone I und die Wasserverhältnisse sind nach den ZTVE-StB 94 nicht als ungünstig zu bewerten, so dass sich hieraus keine Mehr-/Minderdicken ergeben. Weitere ggf. zu berücksichtigende Mehr- oder Minderdicken gem. Tab. 7 nach RStO 2001 sind durch den Fachplaner festzulegen.

Wird eine Bodenverbesserung durchgeführt, so bestehen nach den aktuellen Vorschriften zur Bodenverbesserung aus 2004 (Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln, FGSV) Optimierungsmöglichkeiten bei der Herstellung des Oberbaus. Erfolgt eine „qualifizierte Bodenverbesserung“ des Erdplanums, so können die ansonsten zu den F 3-Böden gehörenden Hochflutlehme als F 2-Böden eingestuft werden. Damit kann dann die Aufbaudicke des frostsicheren Oberbaus um 10 cm reduziert werden (Tab. 3, Zeile 2).

Der frostsichere Straßenaufbau ist so bemessen, dass er etwa 50% der maximalen Frosteindringtiefe abdeckt. Frostschäden können deshalb auch bei einer Bemessung nach den RStO 01 nicht vollständig ausgeschlossen werden. Auch die nach den RStO 01 empfohlen Dicken für den frostsicheren Oberbau decken nach dem „Merkblatt zur Verhütung von Frostschäden an Straßen“ nur etwa 60 % der tatsächlichen Frosteindringtiefe ab. Das Risiko von Frostschäden wird aber durch die Einhaltung des in den ZTVE-StB 94 für wasserempfindliche Böden geforderten Quergefälles des Planums von 4 % und eine ausreichende Entwässerung des Straßenkörpers erheblich reduziert.

Die wasserdurchlässige Ausbildung von Verkehrsflächen ist nur für die Bauklassen V – VI und unter zusätzlichen Maßnahmen (z.B. Verstärkung des Oberbaus, ggf. Drainage) möglich. In diesem Fall muss unbedingt eine Abstimmung erfolgen.

5.2 Tragfähigkeit Planum

Auf dem im Planum anstehenden Löß/Lößlehm können nur unmittelbar nach Mutterbodenabtrag unter günstigen Witterungsverhältnissen EV_2 -Werte von ca. 10-30 MN/m² erreicht werden. Erfahrungsgemäß kann der nach den ZTVE-StB 94 bzw. RStO 01 im Plattendruckversuch geforderte EV_2 -Wert von mind. 45 MN/m² auch durch eine Nachverdichtung nicht erreicht werden.

Daher muss hier gem. den ZTVE-StB 94 eine Verstärkung der Oberbaus oder eine Bodenverbesserung mit einem geeigneten Bindemittel gem. dem „Merkblatt zur Bodenver-

besserung mit Bindemitteln“ erfolgen.

Für einen Bodenaustausch sollte zur Vorbemessung in Anlehnung an Untersuchungen von FLOSS (1994) eine Verstärkung des mineralischen Oberbaus um mind. 0,5 m Dicke vorgesehen werden, wobei sich unter ungünstigen Witterungsverhältnissen auch höhere Dicken ergeben können. Grundsätzlich sind beim Einbau von rolligen Böden (z.B. Kies-sand) gegenüber gebrochenem Material (z.B. Schotter) größere Dicken notwendig. Zur Festlegung der tatsächlich erforderlichen Aufbaudicken müssen Versuchsfelder hergestellt werden, damit die während der Bauzeit herrschenden Witterungsverhältnisse sowie die vorgesehenen Baustoffen und Verdichtungsgeräten berücksichtigt werden.

Erfahrungsgemäß ist eine Bodenverbesserung gegenüber einem Bodenaustausch die kostengünstigere Maßnahme. Zusätzlich ergeben sich kürzere Einbauzeiten. Bereits nach 3 Tagen werden erfahrungsgemäß auf dem in einer Dicke von mind. 0,30 m verbesserten Boden E_{v2} -Werte von mind. 60 MN/m² und damit sehr hohe Tragfähigkeiten erreicht.

Generell sind die ermittelten Decklehme für eine Bodenverbesserung mit Weißfeinkalk nach den TP BF-StB. geeignet. Da in Teilbereichen des Erschließungsgebietes bereits Bebauung vorhanden ist, muss beim Einbringen des Kalkes unbedingt darauf geachtet werden, dass es nicht zu einer größeren Staubeentwicklung kommt. Weiterhin ist bei den Fräsarbeiten die Lage der Versorgungsleitungen zu beachten.

Vor Baubeginn muss für die Bodenverbesserung eine Eignungsprüfung gem. den Anforderungen TP BF-StB, Tl. B 11.5 (nach Tab. 1, Zeile 1.1-1.5, 2.1 und 3.1-3.2) an den anstehenden Böden erfolgen und ein geeignetes und nach dem „Merkblatt für Bodenverfestigungen und Bodenverbesserungen mit Bindemitteln (FGSV, 1997)“ zulässiges Bindemittel ermittelt werden. Baubegleitend müssen die erforderlichen Bindemittelmengen anhand von Wassergehalts- (n. DIN 18121) und Dichtebestimmungen (n. DIN 18125, Tl. 2-62) an den für den Einbau vorgesehenen Böden festgelegt und die Bindemittel kontrolliert werden. Soll eine Bodenverbesserung zur Ausführung kommen, so ist für die notwendigen Laborversuche zur Konditionierung ein Zeitraum von mind. 2 Wochen einzuplanen.

Nach Auswertung der vorliegenden morphologischen Daten weist das untersuchte Gelände Höhenunterschiede von bis zu 4 m auf. Entsprechend sind für die Erstellung ebe-

ner Flächen größere Bodenbewegungen erforderlich. Um hier eine geeignetes Edbaukonzept ggf. mit Bodenverbesserungs/-verfestigungsmaßnahmen zu entwickeln, sind Abstimmungen mit den Außenanlagenplanern notwendig.

6 Bauausführung

6.1 Aushub

Das beim Aushub anfallende Material hat die Bodenklassen 1 (humoser Oberboden), 2 (humose Lagen), 3 (nichtbindige Abschnitte der Auffüllung, ggf. Kiessande) und 4 (bindige Bereiche der Auffüllung, Deckschichten). Untergeordnet können auch die Bodenklasse 5 - 7 (Steinlagen in der Auffüllung/Kiessande, Verkittungen in den Kiessanden) und 6 (Lehme mit fester Konsistenz) auftreten. Durchnässen die bindigen Böden beim Aushub, so gehen sie in die Bodenklasse 2 über. Alle Angaben zu den Bodenklassen beziehen sich auf die DIN 18 300.

Der Abbruch ggf. noch vorhandener alter Fundamente, alter Gebäude, Wegbefestigungen, Schächte u.ä. ist im Klassifizierungsschema der DIN 18300 nicht erfasst. Grundsätzlich ist das Auftreten der o.g. alten Gebäudeteile im Untersuchungsbereich möglich

6.2 Aushubsohlen

Die bindigen Schichten sind frost- und feuchtigkeitsempfindlich. Bei Zutritt von Wasser weichen sie tiefgründig auf und lassen sich nicht mehr bearbeiten. Alle Maßnahmen zum Schutz des Planums im Bereich der bindigen Deckschichten gegen Oberflächenwasser sind gemäß VOB unbedingt zu beachten.

6.3 Baustraßen

In den Bereichen, in denen die Wege nur eine geringe Befestigung haben, müssen für die Dauer der Bauzeit entsprechende Baustraße (Dicke mind. 0,50 m) angelegt werden. Der Untergrund hat als F 3 - Boden keine ausreichende Tragfähigkeit.

6.4 Wiederverfüllung

Da die bindigen Bereiche der Auffüllung und der Deckschichten nicht die optimalen Proctorwassergehalte aufweisen, lassen sie sich nicht ausreichend verdichten und sind deshalb ohne weitere Maßnahmen nicht zur Verfüllung später belasteter Flächen geeig-

net. Sie können kann daher nur in Grünflächen, Lärmschutzwällen u.ä. Bereichen eingebaut werden, in denen Sackungen in Kauf genommen werden können. Ein höherwertiger Einsatz des Lehms ist nur nach einer Stabilisierung des Bodens mit einem geeigneten Bindemittel (Bodenverbesserung) möglich (s.a. Abschnitt 5.2).

Zur Verfüllung der später überbauten Arbeitsräume, Kanalgräben u.ä. muss ein gut abgestuftes und verdichtungsfähiges Mineralgemisch (z.B. Kiessand) verwendet und lagenweise eingebaut und verdichtet (100 % einfache Proctordichte) werden, um spätere Sackungen auszuschließen. Hierzu können die beim Aushub ggf. anfallenden Kiessande verwendet werden.

6.5 Temporäre Böschungen, Verbau

Generell kann unter Beachtung der DIN 4124 in den bindigen Deckschichten mit 60°, in den nichtbindigen Deckschichten, in den Auffüllungen und den Kiessanden mit 45° geböscht werden. Im Bereich der Auffüllung können sich auch flachere Böschungswinkel einstellen. Die o.g. Böschungswinkel gelten nur für Bodenmaterial im erdfeuchten Zustand.

Liegen die Böschungshöhen bei mehr als 5 m, so muss die Standsicherheit der Böschungen rechnerisch nachgewiesen werden. Dabei ergeben sich generell flachere Böschungen als oben angegeben.

Oberhalb der Böschungsschulter müssen für Lasten wie z. B. Aushub, gelagertes Material, Baucontainer sowie für Fahrwege die nach DIN 4124 erforderlichen Abstände eingehalten werden. Die Böschungen müssen gegen Erosion durch Oberflächenwasser geschützt werden.

Kommt es zu einem Wasserzutritt und fließen die Böschungen aus, so sind sie entsprechend zu sichern (z. B. Schwerkraftfilter, abflachen). Die Böschungen sind gegen Erosion und Durchnässung durch Oberflächenwasser zu schützen.

Ist es in Teilbereichen vorgesehen, einen Verbau einzubauen, so können die für die Berechnungen erforderlichen Bodenkennwerte dem Abschnitt 3.3 entnommen werden.

6.6 Wasserhaltung

In den bindigen Schichten reicht die Durchlässigkeit des Untergrundes nicht aus, um evtl. auftretendes Schichtwasser sowie starke Oberflächenzuflüsse (Niederschlagswasser) kurzfristig versichern zu lassen. Zulaufendes Wasser muss deshalb gefasst und abgepumpt werden (offene Wasserhaltung), da die Baugrube ansonsten zeitweise voll Wasser stehen wird.

Zur Ableitung des Wassers muss eine ausreichende Vorflut vorhanden sein.

7 Abdichtung/Drainage

Aufgrund der anstehenden Böden ist für die erdberührten Bauteile (Bodenplatten, evtl. Keller) gemäß DIN 18 195 eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser nur in Verbindung mit einer Drainage entsprechend DIN 4095 ausreichend. Für die Drainage ist eine ausreichende Vorflut sicherzustellen.

Wird auf eine Drainage verzichtet, so ist für das geplante Gebäude eine höherwertige Abdichtung (z.B. Abdichtung gegen zeitweise drückendes Wasser gem. DIN 18 195 T6 Abschnitt 9 bei Kellertiefen bis 3 m) vorzusehen.

Die das Gebäude umgebenden Flächen müssen so ausgebildet werden, dass das Gefälle vom Gebäude weg führt.

8 Bewertung Bodenaushub

Im Bereich der geplanten Baumaßnahme wurde aufgefülltes Material nur untergeordnet im Bereich der vorhandenen Gärtnerei erbohrt.

Zur Ermittlung der Verwertbarkeit/Deponierbarkeit wurden aus den aus der Auffüllung entnommenen Proben zusammengestellt und entsprechend den Vorgaben der LAGA - Richtlinie im Labor chemisch untersucht. Die Ergebnisse können der entsprechenden Stellungnahme (2070236AL_S01) entnommen werden

Weiterhin weisen Auffüllungen generell eine inhomogene, kleinräumig wechselnde Zusammensetzung auf. Sollte daher beim Aushub verunreinigtes Material auftreten, so ist dieses separat gesichert (z.B. in wasserdichten Containern) zu lagern. Für die weiteren

erforderlichen Maßnahmen zur sachgerechten und kostenreduzierenden Behandlung der vorgefundenen Situation ist der Gutachter hinzuzuziehen. Die Aushubarbeiten sind dann jeweils zu unterbrechen, damit keine Folgeschäden verursacht werden.

9 Schlussbemerkung

Die im vorliegenden Gutachten getroffenen Aussagen beziehen sich nur auf die Einstufung des Bodens bezüglich seiner Eignung als Baugrund ausschließlich einer Beurteilung evtl. auftretender umweltrelevanter Verschmutzungen.

Bei dem in den Profilen dargestellten Schichtgrenzen handelt es sich um einen interpolierten Verlauf. Da die Bohrungen nur punktuelle Aufschlüsse darstellen, sind Abweichungen vom dargestellten Verlauf möglich und zu erwarten.

Bei dem vorliegenden Gutachten handelt es sich um einen orientierenden Bericht zur Baugrundsituation. Sobald die konkreten Planungen feststehen, muss der Gutachter benachrichtigt werden, damit die für die detaillierte Baugrundbeschreibung notwendigen Zusatzuntersuchungen durchgeführt und das Gutachten entsprechend überarbeitet werden kann.

Bonn, den 27.06.2007

Kühn Geoconsulting GmbH



Dipl.-Geol. STEFAN OESINGHAUS
Geschäftsführender Gesellschafter



Dipl.-Geol. THOMAS QUIRAM
Projektleiter Baugrund

Anlagen: 1. Lageplan
 2. Bohrprofile

Ø GePa Kerpen GmbH 3 x