

- Schadstoffuntersuchung
- Umweltgeologie
- Baugrunduntersuchung
- Geologische Beratung
- Sanierungsplanung

Sandstr. 105 a
50127 Bergheim

Tel.: 022 71/ 98 24 62
Fax: 022 71/ 98 11 53
e-mail geomin-ek@t-online.de

**Geotechnische Stellungnahme zu den Baugrunduntersuchungen
im Neubaugebiet „Neu Mahnheim“ in Kerpen-Dickbusch**

Auftraggeber:

**RWE Power Aktiengesellschaft
Abt. Gebirgs- und Bodenmechanik (PBS-G)
Giersbergstrasse
50126 Bergheim**

Projekt: 2009019

Datum: Juni 2008

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Allgemeines und Veranlassung	3
2	Geologische und hydrologische Verhältnisse	3
3	Erdbebengefährdung	3
4	Bodenuntersuchungen	4
4.1	Rammkernsondierungen und Probenahme	4
4.2	Rammsondierungen	5
5	Wassergehalts- und Glühverlustbestimmung	6
6	Versickerungsfähigkeit des Untergrundes Ergebnisse und Empfehlung	7
7	Baugrundtechnische Angaben Bodenkenngrößen und bodenmechanische Kennwerte	8
8	Gründungsempfehlungen	10
9	Abdichtung	11
10	Bautechnische Anforderungen für den Straßenbau	12
11	Grabensohle für die Verlegung von Kanälen	13
12	Grabenverfüllung	14
13	Baugrubensicherung (Verbau bzw. Böschung)	15
14	Sonstige bautechnische Anforderungen	15

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Luftbild (Lage des Baugebietes)
Anlage 2	Übersichtsplan
Anlage 3	Lageplan
Anlage 4	Schichtenverzeichnisse
Anlage 5	Schichtenprofile und Ergebnisse der Rammsondierungen
Anlage 6	Profilschnitte
Anlage 7	Ergebnisse der Wassergehalts- und Glühverlustbestimmung
Anlage 8	Protokolle des Versickerungsversuchs
Anlage 9	Koordinatenverzeichnis
Anlage 10	Geotechnik, Bodenaustauschverfahren (Gerd Möller)

1 Allgemeines und Veranlassung

Im Neubaugebiet „Neu Mahnheim“ in 50181 Kerpen-Dickbusch ist innerhalb eines neuen Erschließungsgebiets die Errichtung von unterkellerten und nicht unterkellerten Wohnhäusern geplant.

Im Luftbild und Übersichtsplan (in den **Anlagen 1 und 2**) ist die Lage des Neubaugebietes ausgewiesen.

Das Unternehmen GeoMin - Büro für Umweltgeologie und Baugrunduntersuchungen - wurde von der RWE Power AG mit einer Geotechnischen Stellungnahme zu den Baugrunduntersuchungen beauftragt. Darüber hinaus war die Versickerungsfähigkeit des Bodens zu untersuchen. Das Gutachten soll ein Überblick über die Bebaubarkeit des Baugebietes geben.

2 Geologische und hydrologische Verhältnisse

Entsprechend der geologischen Karte von NRW (C 5102 Mönchengladbach) stehen im Bereich und Umfeld des Untersuchungsgebietes an der Geländeoberfläche (ohne anthropogene Beeinflussung) pleistozäne Löss/Lößlehme sowie Kiese und Sande an, welche von miozänen Sanden und Tonen mit Braunkohle-Flözen unterlagert werden. Den tieferen Untergrund bilden oligozäne Feinsande.

Nach Angaben der RWE Power wurde das Grundwasser im Untersuchungsgebiet um 30 bis 40 Meter abgesenkt und stand im ursprünglichen Zustand vor Beeinflussung durch den Tagebau Hambach bei 14 bis 17 m unter Flur an.

3 Erdbebengefährdung

Nach der DIN 4149 (Juni 2006) liegt das Baugebiet in der **Erdbebenzone 3**. Entsprechend dem Abschnitt 5.2 der DIN 4149:2005-04 „Untergrundverhältnisse, Geologie und Baugrund“, liegt das Baugebiet in der **Untergrundklasse S** und im Bereich des gewachsenen grobkörnigen Bodens in der **Baugrundklasse B**. Die Vorgaben der DIN 4149:2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebiet“ sind zu beachten.

4 Bodenuntersuchungen

Nach Auftragserteilung wurden im Zeitraum vom 07 - 24.04.2009 insgesamt an 20 Ansatzstellen Rammkernsondierungen (RKS) bis max. 6 m u. Geländeoberkante (GOK) zur Erkundung der Untergrundverhältnisse abgeteuft.

Zur Klärung der Lagerungsverhältnisse bzw. der Zustandsformen der anstehenden Böden wurden an ebenfalls 20 Ansatzstellen Rammsondierungen mit der leichten und schweren Rammsonde (DPL, DPH) gemäß DIN EN ISO 22476-2:2005 bis in eine Tiefe von max. 5,6 m abgeteuft.

Die Lage der Bohransatzpunkte wurde dabei durch den Auftraggeber vorgegeben.

Die Lage der Ansatzpunkte der Rammsondierungen und Rammkernsondierungen sind der **Anlage 3** zu entnehmen.

Alle Sondierungspunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen (**Anlage 9**).

4.1 Rammkernsondierungen und Probenahme

Nach dem Abteufen der RKS erfolgten die sensorische und bodenphysikalische Ansprache der erbohrten Bodenschichten und das Führen der Schichtenverzeichnisse nach der DIN 4022 (alt) bzw. DIN EN ISO 22475-1 (neu).

Im Rahmen der Bohrarbeiten wurden bis max. 1,1 m u. Geländeoberkante (GOK) Auffüllungen nachgewiesen. Das Auffüllungsmaterial besteht aus Erdaushub, dem sehr untergeordnet (nur bei RKS 5.5 nachgewiesen) Kohle beigemischt ist. Es ist darauf jedoch hinzuweisen, dass die ausgesuchten Bohransatzpunkte alle im Bereich eines Feldwegs liegen. Es kann insofern sein, dass das Vorhandensein von Auffüllungen an diese bauliche Besonderheit gebunden ist. Im Bereich der angrenzenden Felder steht an der Erdoberfläche mit großer Wahrscheinlichkeit direkt der gewachsene Boden an.

Bei den durchgeführten Rammkernsondierungen wurde zunächst eine ca. 0,3-1,1 m mächtige Schicht aus Oberboden festgestellt.

In Übereinstimmung mit den Informationen aus der geologischen Karte des Gebietes wurden unterhalb des Oberbodens und der Auffüllungen steife bis weiche Schluffe (bis ca. 1,3 bzw. 3,5 m u. GOK) und zur Tiefe hin quartäre schwach schluffige bis stark schluffige Sande bzw. kiesige Sande sowie Sand-Kies-Gemische nachgewiesen.

Bei RKS 4.4 wurden unterhalb des Oberbodens schwach schluffige, kiesige Sande festgestellt. Ob es sich hierbei um Auffüllungen handelt, konnte hier nicht genau festgestellt werden.

Bei den RKS 2.4 (von 4,6 – 5,0 m u. GOK) und RKS 3.4 (von 4,7 – 5,5 m u. GOK) wurde unterhalb der kiesigen Sande eine steife Schluffschicht festgestellt. Ob bei den anderen Bohrungen ebenfalls Schluffschichten unterhalb der Kies-Sand-Schicht anstehen, konnte nicht untersucht werden, da aufgrund der Lagerungsdichte der Materialien die Bohrungen max. bis 5,0 m Tiefe abgeteuft wurden.

Die niedergebrachten Rammkernbohrungen wurden je Meter sowie zusätzlich bei jedem Schichtwechsel beprobt. Alle Proben werden 6 Monate eingelagert. Bei Bedarf können die Proben im Vorfeld von Erdbewegungen für die Entsorgung auf LAGA untersucht werden.

Die in den Rammkernsondierungen angetroffenen Bodenschichten waren schwach feucht bis sehr feucht. Die Schluffschichten sind in Abhängigkeit vom Wassergehalt leicht bis mittelschwer zu bohren und weicher bis steifer Konsistenz. Teilweise wurden nasse Bodenlagen, die auf das Eindringen von Oberflächenwasser zurückzuführen sind, beobachtet. Grundwasser wurde erwartungsgemäß nicht angetroffen.

Die Ergebnisse der Rammkernsondierungen sind als Schichtenverzeichnis und Schichtenprofil sowie Profilschnitt in den **Anlagen 4, 5 und 6** dargestellt.

4.2 Rammsondierungen

Zur Überprüfung der baugrundtechnischen Eigenschaften des Untergrundes wurden 5 leichte Rammsondierungen (DPL) und 20 schwere Rammsondierungen (DPH) abgeteuft. Die Ansatzpunkte wurden zum besseren Abgleich von Schlagzahlen und Bodenschichten direkt neben die Rammkernsondierungen positioniert. Die Lage der Ansatzpunkte zeigt der Lageplan in der **Anlage 3**.

Generell wird bei den Rammsondierungen der dynamische Widerstand des Baugrundes gegen das Eindringen eines Stahlstabes mit verdickter, kegelförmiger Spitze gemessen. Als Eintreibvorrichtung dienen sogenannte Rammhären mit definiertem Gewicht und gleichbleibender Fallhöhe.

Die Ergebnisse der Rammsondierungen sind als Schlagzahlprotokolle und Rammdiagramme gemäß DIN EN ISO 22476-2:2005 in der **Anlage 5** dokumentiert.

Da der humose Oberboden bis ca. 0,3-0,4m u. GOK bzw. Auffüllungen bis ca. 1,1 m u. GOK baugrundtechnisch nicht relevant sind, werden diese hier nicht näher betrachtet.

In den Schluffschichten (bis ca. 1,3 bzw. 3,5 m u. GOK) mit der schweren Rammsonde Schlagzahlen zwischen $n_{10} = 1$ bis 11 dokumentiert. Diese Schlagzahlen deuten auf eine weiche bis steife Konsistenz der Schluffe hin.

In den angetroffenen Schichten unterhalb der Schluffschichten (schwach schluffige bis stark schluffige Sande, kiesige Sande sowie schluffige Kies-Sand-Gemische) wurden mit der schweren Rammsonde Schlagzahlen zwischen $n_{10} = 7$ bis > 50 dokumentiert. Diese Schlagzahlen weisen auf eine mitteldichte bis dichte Lagerung der Materialien hin.

Diese Befunde werden auch durch die Ergebnisse der mit der leichten Rammsonde durchgeführten Sondierungen bestätigt.

5 Wassergehalts- und Glühverlustbestimmung

Um die hydraulischen Verhältnisse bzw. Einflüsse auf den Schichtenverband darstellen zu können, wurde eine Wassergehaltsbestimmung nach DIN 18121 an 110 Proben durchgeführt.

Die Untersuchungen wurden durch das akkreditierte geotechnische Labor der RWE-Power AG (Abteilung PBS-GE) durchgeführt.

Die Proben in den bindigen Bodenmaterialien weisen Wassergehalte zwischen 14 und 22% auf. Diese Wassergehalte weisen auf erdfeuchte bis sehr feuchte Bodenschichten hin.

In den nicht-bindigen Böden wurden Wassergehalte zwischen 2 und 11% festgestellt. Diese Gehalte weisen auf einen erdfeuchten bis sehr feuchten Zustand der Bodenmaterialien hin.

Der Glühverlust nach DIN 18128 wurde an 48 bindigen Bodenproben durchgeführt. In den Proben aus dem Oberboden wurde Glühverluste von 1,5 bis 6% nachgewiesen. Der Glühverlust $\geq 3\%$ ist auf humose Bestandteile in den Proben zurückzuführen. Diese Materialien sind ohnehin bei der Gründung zu entfernen.

Die Ergebnisse der Wassergehalts- und Glühverlustsbestimmungen sind in der Anlage 7 zu entnehmen.

6 Versickerungsfähigkeit des Untergrunds Ergebnisse und Empfehlungen

Im Rahmen dieser Untersuchungen sollte die Versickerungsfähigkeit des Bodens, also das Wasseraufnahmevermögen des Bodens im Hinblick auf Niederschlagswasser - mittels hydrogeologischer Untersuchungen - überprüft werden. Für die Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes (K_f -Wert) wurden mehrere Rammkernsondierungen für die Durchführung der Sickerversuche (open-end-test) genutzt. Hierzu wurde die Sondierung mit einem nach unten offenen HDPE-Rohr ausgebaut und anschließend in verschiedenen Tiefen Wasser eingefüllt. Über die zeitliche Absenkung der Wassersäule kann der Durchlässigkeitsbeiwert bestimmt werden.

In den Sickerversuchen sind für die gewachsenen Bodenschichten folgende Durchlässigkeitsbeiwerte ermittelt worden:

Bodenart	K_f -Wert (m/s)
Schluff, schwach sandig, schwach tonig (RKS 3.2, Versuchstiefe: 1,0 m u. GOK)	$1,72 * 10^{-8}$
Sand, schluffig, schwach kiesig (RKS 3.2, Versuchstiefe: 2,7 m u. GOK)	$8,00 * 10^{-5}$
Sand, Kies, schluffig (RKS 3.4, Versuchstiefe: 3,0 m u. GOK)	$3,49 * 10^{-6}$
Sand, schluffig, kiesig (RKS 4.1, Versuchstiefe: 3,3 m u. GOK)	$1,74 * 10^{-5}$
Schluff, schwach sandig, schwach tonig (RKS 5.1, Versuchstiefe: 1,0 m u. GOK)	$7,93 * 10^{-8}$
Sand, Kies, schluffig (RKS 5.1, Versuchstiefe: 2,6 m u. GOK)	$3,00 * 10^{-6}$
Sand, Kies, schwach schluffig (RKS 5.4, Versuchstiefe: 3,0 m u. GOK)	$7,96 * 10^{-5}$
Sand, schluffig, schwach tonig (RKS 5.5, Versuchstiefe: 3,0 m u. GOK)	$1,50 * 10^{-5}$

Die angetroffenen Schluffschichten sind aufgrund der ermittelten K_f -Werte als sehr schwach durchlässig zu bezeichnen und für die Versickerung von Niederschlagswässern als nicht geeignet einzustufen.

Die angetroffenen Kies-Sand-Gemische können aufgrund der ermittelten K_f Werte als schwach durchlässig bis durchlässig eingestuft werden und sind hinsichtlich der Versickerung als bedingt geeignet einzustufen.

Aufgrund der unterschiedlichen Versickerungsfähigkeit des Bodens, wird empfohlen, an den für die Versickerung vorgesehenen Stellen weitergehende Untersuchung durchzuführen.

Wegen der dichten Lagerung der nicht bindigen Materialien wurde die Versickerungsfähigkeit des Bodens bis max. 3,3 m u. GOK überprüft.

Die schwache Durchlässigkeit ist auf die Schluffanteile und auf die zum Teil dichte Lagerung der Materialien zurückzuführen.

Es ist bei der Suche nach dem möglichen Standort für die Versickerungsanlage zu berücksichtigen, dass der Abstand der Versickerungsanlage von unterkellerten Gebäuden bei Durchlässigkeitsbeiwerten von $K_f < 10^{-4}$ m/s mindestens 6 m betragen sollte. Bei wasserdicht ausgebildeten Kellern kann der Abstand in eigener Verantwortung verringert werden.

Außerdem muss der Sicherheitsabstand zur Straße bzw. zu den Nachbargrundstücken- und Gebäuden gewährleistet sein.

Der Abstand zwischen der Sohle der Versickerungsanlage und dem höchsten möglichen Grundwasserstand sollte mindestens 1 m betragen. Im vorliegenden Fall kann von einem ausreichenden Sicherheitsabstand ausgegangen werden.

Die Werte der Einzelbestimmungen sind der **Anlage 8** zu entnehmen.

7 Baugrundtechnische Angaben

Bodenkenngrößen und bodenmechanische Kennwerte

Für die im Bereich des Baugebietes anstehenden Böden können mit ausreichender Genauigkeit die nachfolgend zusammengestellten **Bodenkennwerte** nach DIN 1055 angegeben werden.

Oberboden

Wichte des feuchten Bodens

$$\gamma = 14 - 17 \text{ kN/m}^3$$

Wichte unter Wasser:

$$\gamma' = 4 - 7 \text{ kN/m}^3$$

Reibungswinkel:

$$\varphi = 15^\circ$$

Kohäsion:

$$c' = 0 \text{ kN/m}^2$$

8 Gründungsempfehlungen

Die DIN 1054 gibt an, wie stark ein Baugrund über Flächengründungen mit Kräften aus überwiegend ruhenden Lasten beansprucht werden darf, ohne dass die aufsitzenden Bauwerke schädliche Bewegungen erleiden.

Da der humose Oberboden und Auffüllungen baugrundtechnisch nicht relevant sind, wird dieser hier nicht näher betrachtet.

Entsprechend der durchgeführten Untersuchungen ist festzuhalten, dass die Schluffschichten bis ca. 1,3 bzw. max. 3,5 m Tiefe eine weiche bis steife Konsistenz aufweisen, welche baugrundverbessernde Maßnahmen erforderlich machen, wenn diese Schichten unterhalb der Gründungssohle anstehen.

Bei einer Plattengründung wird zur Vereinheitlichung des Setzungsverhaltens und Verringerung des Setzungsmaßes eine Gründung auf einem Tragpolster empfohlen.

Dabei muss ein lastverteilendes Tragpolster (Mächtigkeit ≥ 1 m, im Garagenbereich $\geq 0,5$ m) unter Beachtung eines Lastabtragwinkels von 60° (**Anlage 10**) unter der Platte sach- und fachgerecht eingebaut werden. Dabei ist der sehr weiche, bindige Schluff zu entfernen. In das dann entstandene Planum ist ein Überkorn statisch einzudrücken. Hierdurch soll eine Verkeilung des Überkornes mit den anstehenden weichen, bindigen Schichten erreicht werden. Weiterhin ist anschließend in die dann entstehenden Hohlräume ein gebrochenes Material der Körnung 0/45 (z. B. Natursteinschotter oder RCL-Materialien, allerdings mit der Anforderung chemisch neutral, Güteklasse 1 mit wenig Ziegel und wenig Null-Anteil) einzubringen und auf 100 % D_{Pr} statisch zu verdichten. Der Einbau von Recyclingmaterialien sollte mit der zuständigen Behörde abgestimmt werden. In jedem Fall sind vor dem Einbau des Polstermaterials die Oberbodenanteile und die Auffüllungen abzutragen.

Bei Einhaltung der vorbeschriebenen Vorgehensweise und unter Berücksichtigung einer auf $S_g \leq 2,0$ cm zu begrenzenden Setzung kann für die Vorabmessung einer tragenden Platte ein Bettungsmodul k_s von 10-12 MN/m³ bzw. eine mittlere Sohlnormalspannung von 180 KN/m² in Ansatz gebracht werden.

Bei einer Gründung innerhalb der nicht bindigen Böden (Sande und Kiese, unterhalb der Schluffschichten) ergeben sich unter Berücksichtigung einer auf $S_g \leq 1,5$ cm zu begrenzenden Setzung im Bereich Einzel- und Streifenfundament die nachfolgend zusammengestellten zulässigen Bodenpressungen (Tabelle 1):

Tabelle 1: Zulässige Bodenpressung bei Streifenfundamente mit Breiten zwischen 0,5 m bis 3,0 m

Kleinste Einbindetiefe des Fundaments in m	Zulässige Pressungen in [kN/m ²] bei Streifenfundamenten mit Breiten in m					
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
0,5	200	300	400	500	500	500
1,0	270	370	470	570	570	570
1,5	340	440	540	640	640	640
2,0	400	500	600	700	700	700

Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten.

Bei wesentlicher gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Fundamente können sich die Setzungen vergrößern.

Alternativ zur Gründung über Einzel- und Streifenfundamenten kann die Bauwerkslast über eine tragende Platte abgetragen werden. Für die Vorabmessung einer tragenden Platte innerhalb der o. g. Sedimente kann ein Bettungsmodul von 20-30 MN/m³ in Ansatz gebracht werden.

Da diese Untersuchung nur als orientierende Untersuchung ausgelegt war, ist im Gründungsbereich der einzelnen Bauwerke vor der Bebauung eine gezielte Untersuchung durchzuführen..

9 Abdichtung

Die Fundamente bzw. Bodenplatte müssen frostfrei gegründet werden. Nicht-unterkellerte Bauwerke sind gem. DIN 18 195, T 4 gegen Erdfeuchtigkeit zu isolieren. Hierzu soll unterhalb der Gebäudesohlen eine kapillarbrechende Schicht in einer Mindeststärke von 0,15 m ausgeführt werden.

Bei k_f -Werten des umgebenden Bodens $<10^{-4}$ m/s (hier: 10^{-5} - 10^{-8} m/s) fordert die DIN 18195 zum Schutz erdberührender Wände eine Abdichtung gemäß Teil 6 (aufstauendes Sickerwasser). Als Alternativ kann die Anlage einer Drainage gemäß DIN 4095 mit Einsatz von wasserundurchlässigem Beton (im Kellerbereich) herangezogen werden. Die Bauwerke sind dann gem. DIN 18 195, T4 gegen Erdfeuchtigkeit zu isolieren. (Die Funktionsfähigkeit der Drainage muss auf Dauer sichergestellt sein).

Ebenfalls kann als Alternative "Weiße Wannen" mit entsprechender Fugenausbildung zum Einsatz kommen.

Bei der Gründung muss mit Schichtwasser oberhalb und innerhalb der Schluffschichten gerechnet werden.

Temporär anfallende Oberflächenwässer sowie die nach lang andauernden Niederschlägen oberhalb und innerhalb bindiger Bodenabschnitte auftretende Staunässe versickern nur nach zeitlicher Verzögerung in den Untergrund und sind durch geeignete Maßnahmen von den Baugruben fernzuhalten.

10 Bautechnische Anforderungen für den Straßenbau

Entsprechend der durchgeführten Untersuchungen ist festzuhalten, dass der Boden bis in eine Tiefe von ca. 1,3 – 3,5 m u. GOK aus einem weichen bis steifen Schluff besteht. Die Schluffböden erfüllen nicht die Kriterien von Frostschutzschichten gemäß ZTV SoB-StB 2004, Abschnitt 2, da sie zu den Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB 97 (d.h. sehr frostempfindlich) gehören.

Für die Bauweise der geplanten Straßen und die Anforderungen an den frostsicheren Oberbau wird auf RStO 01, ZTVE-StB 97 und ZTV SoB-StB 2004 verwiesen. Im Falle des Einbaues von Tragschichten ohne Bindemittel im Oberbau (wie z.B. Schotter- bzw. Kiestragschichten) ist insbesondere Abschnitt 2 der ZTV SoB-StB 2004 zu beachten.

Bei dem o. g. Bauvorhaben sind hinsichtlich Planum (Unterbau/Untergrund) und Frostschutzschicht (Oberbau) folgende grundsätzliche Ausführungen zu beachten:

Gemäß ZTVE-StB 97 ist auf dem Planum ein Verformungsmodul E_{v2} von mindestens 45 MN/m² zu erreichen, damit auf der Frostschutzschicht ein Verformungsmodul E_{v2} von 120 MN/m² (für Straßenbauklassen SV und I bis IV) bzw. ein E_{v2} von 100 MN/m² (für Straßenbauklassen V und VI) erzielt werden kann. Diese Anforderungen ergeben sich auch aus der RStO 01.

Die Prüfung der Tragfähigkeit des Planums und der Frostschutzschicht hat mittels Lastplatten-druckversuchen nach DIN 18 134 zu erfolgen. Wird der o. g. Wert für das Planum nicht erreicht, was insbesondere bei den vorkommenden Schluffen (UL) vorstellbar ist, sind Bodenverbesserungen bzw. -verfestigungen vorzusehen. Die Bodenverbesserung kann erreicht werden, wenn die nicht tragfähigen Böden durch ca. 0,3 m gebrochenes Material der Krönung 0/45 oder Kies-Sand-Gemische der Bodenarten GW oder GI ersetzt werden.

Für die Verdichtungsarbeiten sind die Anforderungen an das Verdichten gemäß ZTVE-StB 97, Abschnitt 3.3.2 zu beachten.

Untergrund und Unterbau von Straßen und Wegen sind so zu verdichten, dass die in der Tabelle 2 genannten Anforderungen erreicht werden.

**Tabelle 2: Mindestanforderung für den Verdichtungsgrad D_{pr}
Bodenarten im Untergrund und Unterbau**

	Bereich	Bodengruppen	D_{pr} in %
1	Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GW, GI, GE SW, SI, SE	100
2	1,0 m unter Planum bis Dammsohle	GW, GI, GE SW, SI, SE	98

	Bereich	Bodengruppen	D_{pr} in %
1	Planum bis 0,5 m Tiefe	GU, GT, SU, ST GU*, GT*, SU*, ST* U, T, OK, OU, OT	100 97
2	0,5 m unter Planum bis Dammsohle	GU, GT, SU, ST OH, OK GU*, GT*, SU*, ST* U, T, OU, OT	97 95

11 Grabensohle für die Verlegung von Kanälen

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse sind für die Rohrstatik und die Statik der Baugrube nach EN 1610 und ATV Arbeitsblatt A 127, Regelwerk Abwasser-Abfall: Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen die Angaben des Abschnitts 7 (Baugrundtechnische Angaben) heranzuziehen.

Liegen die Rohre in den Schluff-Schichten wird ein Bodenaustausch von ca. 0,5 m empfohlen. Dabei ist der weiche, bindige Schluff zu entfernen. In das dann entstandene Planum ist ein Überkorn statisch einzudrücken. Hierdurch soll eine Verkeilung des Überkornes mit den anstehenden weichen, bindigen Schichten erreicht werden. Weiterhin ist anschließend in die dann entstehenden Hohlräume ein gebrochenes Material der Körnung 0/45 (z. B. Natursteinschotter) einzubringen und auf 100 % D_{pr} statisch zu verdichten.

Es wird darauf hingewiesen, dass bei punktuellen Grobkornvorkommen oder Geröllstruktur mit punktuellen Belastungen des Rohrs und Kontaktspannungen zwischen Rohr und o. g. Bodenarten (Austauschmaterial) zu rechnen ist. Diese können vermieden werden durch die Bettung des Rohres in einem Material, das den Anforderungen der DIN EN 1610 genügt (z.B. Sand) und das zum Spannungsausgleich in einer Dicke von ca. 10 cm eingebaut werden sollte. Abhängig

vom Rohrmaterial kann auf die Sandbettung verzichtet werden. Weiterhin ist darauf zu achten, dass das Rohraufleger gleichmäßig verdichtet wird, so dass zumindest eine mitteldichte Lagerung erreicht wird.

Die Anweisungen des Rohrherstellers, insbesondere die Verlegungsvorschriften, sind zu beachten.

12 Grabenverfüllung

Die bautechnischen Anforderungen an die Grabenverfüllung ergeben sich aus ZTVA-StB 97 und ZTVE-StB 97.

Für den Wiedereinbau von natürlichen Böden (aus dem Untersuchungsbereich) ist folgendes festzuhalten. Die Schluffschichten sollten nicht wieder eingebaut werden. Sie sind hoch setzungs- und witterungsempfindlich und je nach Wassergehalt nur unvollkommen bzw. nicht ausreichend zu verdichten. Die Konsistenzen dieser Bodenarten können sich bei Erhöhung der Wassergehalte um wenige Prozentpunkte über das Optimum nach Proctor (DIN 18 127, im Nachweis DIN 18 125) oft sprunghaft und nachhaltig ändern.

Die vorgefundenen schwach schluffige bis stark schluffige kiesige Sande sowie Sand-Kies-Gemische können nur im erdfeuchten Zustand bis zur Unterkante der Frostschutzschicht wieder verwendet werden, da diese Materialien teilweise stark schluffig sind (SU*, GU*). Es ist festzuhalten, dass die [SU*, GU*]-Schichten die Kriterien von Frostschutzschichten gemäß ZTV SoB-StB 2004, Abschnitt 2 nicht erfüllen, da sie unter Berücksichtigung ihres Schluffanteils zu den Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE-StB 97 gehören (sehr Frostempfindlich).

Als Grabenverfüllung bis zur Unterkante der Frostschutzschicht ist ein frostunempfindliches Material z.B. Kies-Sand-Gemisch (GW-GI) einzubauen.

Der Verfüllboden ist bei Leitungsgräben innerhalb des Straßenkörpers so zu verdichten, dass die Anforderungen gemäß ZTVE-StB 97 erreicht werden (siehe Tabelle 2). Bei Leitungsgräben innerhalb und außerhalb des Straßenkörpers gilt für die Leitungszone eine Anforderung an das 10%-Mindestquantil des Verdichtungsgrades Dpr von 97%.

13 Baugrubensicherung (Verbau bzw. Böschung)

Baugrubenwände müssen ab einer Tiefe von 1,25 m geböscht oder verbaut werden. Im anstehenden Boden können die Baugrubenböschungen entsprechend DIN 4124 im bindigen Boden mit einer Böschungsneigung von $\beta = 60^\circ$ und im nichtbindigen Boden mit $\beta = 45^\circ$ hergestellt werden.

Beim Verbau der Baugrube werden je nach Lage und Tiefe des Bauwerkes und auch des *Kanalgrabens* unter anderem ein Parallelverbau (Gleitschienenverbau) bzw. Plattenverbau (Verbauboxen), Linearverbau, Berlinerverbau und/oder ein Kammerdielenverbau vorgeschlagen, bei dem den Erfordernissen und Verhältnissen im jeweiligen Bereich Rechnung getragen werden kann.

In den Bereichen, wo Schichtwasser auftritt, muss für die Baugrube ein wasserdichter Verbau gewählt werden.

Bezüglich der beim Verbau zu beachtenden Anforderungen und Eigenschaften der Bodenarten sind die Abschnitte 4 und 7 dieses Gutachtens und zusätzlich für den Kanalbau die DIN EN 1610 zu beachten.

14 Sonstige bautechnische Anforderungen

Sofern in den bisherigen Abschnitten auf bautechnische Anforderungen noch nicht verwiesen wurde, ist hier nachzutragen, dass folgende Richtlinien und Vorschriften zu beachten sind:

EN 1610, Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanälen, Sept. 1997

ATV Regelwerk, Arbeitsblatt A 139, Regelwerk Abwasser-Abfall, „Richtlinien für die Herstellung von Entwässerungskanälen und –leitungen“, Okt. 1988

ATV Regelwerk, Arbeitsblatt A 142 E, Abwasserkanäle und –leitungen in Wassergewinnungsgebieten, E Okt. 1990

ATV Regelwerk, Arbeitsblatt A 127, Regelwerk Abwasser-Abfall, „Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und –leitungen“, Dez. 1988, 2. Auflage

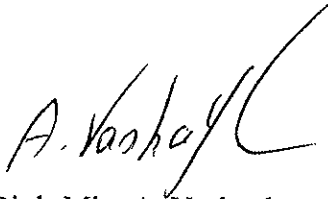
ATV/VOB Teil C, DIN 18 299, DIN 18 300 und DIN 18 303 bis DIN 18 306

RStO 01, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen

ZTVA-StB 97, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, Ausgabe 1997

ZTVT-StB 2002, ZTV SoB-StB 2004, ZTV Asphalt-StB 2001 sowie ZTVE-StB 97.

Bergheim, 15.06.2009

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. Vashagh'. The signature is stylized and cursive, with a large, sweeping flourish at the end.

Dipl.-Min. A. Vashagh