Anerkannt nach RAP Stra für Böden einschl. Bodenverbesserungen (A1, A3, A4), Gesteinskörnungen (D0³, D3, D4), Asphalt (G3-G4), hydr. geb. Gemische einschl. Bodenverfestigung (H1, H3, H4) und Gemische für Schichten ohne Bindemittel (I1-I4)

GfB BAUSTOFFPRÜFSTELLE
ERFT-LABOR GMBH

Erft-Labor · Vom-Stein-Str. 20 · 53879 Euskirchen
info@erft-labor.de
www.erft-labor.de

**Stadt Bergheim**
**Abt. 6.1**
**Bethlehemer Straße 9-11**

**50126 Bergheim**

**Hauptsitz Euskirchen**
Vom-Stein-Straße 20
53879 Euskirchen
Tel. 0 22 51 - 1 28 39-00
Fax 0 22 51 - 1 28 39-29

**Niederlassung Aachen**
An den Wurmquellen 4
52076 Aachen
Tel. 02 41 - 1 57 01 56
Fax 02 41 - 1 57 01 58

**Labor- und Feldversuche**
Asphalt · Beton · AKR · Boden · Deponie
Mineralstoffe · Recycling · Bohrungen
Sondierungen · Probenahme Wasser, Boden, Luft
**Ingenieurgeologie und Hydrologie**
Gründungsberatung · bautechnische Beratung, asphalt- und betontechnologische Gutachen · Lagerstättenbewertung · Gefährdungsabschätzung

# Geotechnischer Bericht

Nr.: 536-15-4 Datum 11. November 2015

## I Angaben des Auftragschreibens

Auftraggeber: **Siehe Anschriftenfeld**

Prüfungsanlass: **Geotechnischer Bericht anhand von Untersuchungsergebnissen aus Kleinrammbohrungen (KRB, ∅ 60/50/40 mm) und schweren Rammsondierungen (DPH), mit Angaben zur Wasserdurchlässigkeit anhand eines Versickerungsversuches**

Prüfungsobjekt: **BV Erschließung „An der Kapelle“, 2. Bauabschnitt, Bergheim-Ahe**

Ausführender Unternehmer: **k.A.**

| Prüfungs-Nr. | Art der Probe | Körnung mm | Bez. der Probe | Probenahme am | Probenein-gang am | Entnahmestelle |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 536-15-4 | **4 Kleinrammbohrungen**<br>**4 Rammsondierungen**<br>**12 Bodenproben**<br>**1 Schneckenbohrung mit Vollrohrausbau**<br>**1 Versickerungsversuch (Doppelbestimmung)** | **∅ 60/50/40 mm DPH**<br><br>**∅ 2“** | **s.Text** | **01.10. 2015**<br><br>**22.10. 2015** | **01.10. 2015**<br><br>**22.10. 2015** | **s. Text** |

**Dieses Prüfungszeugnis umfasst 19 Seiten und 9 Anlagen.**

Dieses Prüfungszeugnis darf nur ungekürzt vervielfältigt werden; auszugsweise Wiedergabe und jede Veröffentlichung bedarf unserer Zustimmung.

## II Inhaltsverzeichnis


| | | |
|---|---|---|
| I | Angaben des Auftragschreibens | 1 |
| II | Inhaltsverzeichnis | 2 |
| III | Anlagenverzeichnis | 2 |
| IV | Unterlagen, Veranlassung, Bauvorhaben, Untersuchungen | 3 |
| IV.1 | Unterlagen | 3 |
| IV.2 | Veranlassung/Bauvorhaben | 4 |
| IV.3 | Durchgeführte Untersuchungen (Art und Umfang) | 4 |
| IV.4 | Untersuchungsstellen | 5 |
| V | Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse | 6 |
| V.1 | Geologie | 6 |
| V.2 | Baugrundschichtung | 6 |
| V.3 | Hydrogeologische Verhältnisse | 8 |
| V.3.1 | Erkundung der Versickerungsfähigkeit | 9 |
| V.4 | Bodenmechanische Kennwerte | 10 |
| V.5 | Bodenklassen (DIN 18300), Bodengruppen (DIN 18196), Frostempfindlichkeitsklassen (ZTVE-StB 09) | 10 |
| V.6 | Erdbebensicherheit | 11 |
| VI | Bewertung der geotechnischen Erkundungsergebnisse | 12 |
| VI.1 | Gebäudegründung | 12 |
| VI.2 | Bauwerksabdichtung | 14 |
| VI.3 | Straßenbau | 15 |
| VI.4 | Kanalbau | 16 |
| VI.5 | Baugruben | 18 |
| VI.6 | Wasserhaltung | 18 |
| VI.7 | Hinweise zur Bauausführung | 18 |
| VI.8 | Versickerungsfähigkeit | 19 |


## III Anlagenverzeichnis


| | | |
|---|---|---|
| 1 | Lageskizze der Aufschlusspunkte | 1 Seite |
| 2 – 3 | Bohr- und Sondierprofile | 2 Seiten |
| 4 – 7 | Schichtenverzeichnisse | 4 Seiten |
| 8 – 9 | Auswertung Versickerungsversuch | 2 Seiten |

# IV Unterlagen, Veranlassung, Bauvorhaben, Untersuchungen

## IV.1 Unterlagen

- DIN EN 1997-1 / 1997-2
- DIN 1054 / 1055-2
- DIN 4020 / 4022 / 4023
- DIN 4123 / 4124 / 4084
- DIN EN ISO 22475-1
- DIN EN ISO 22476-2
- DIN EN 1998-1/NA:2011-01, Erdbebenzonenkarte
- DIN 18196 / DIN 18300 / DIN 18130
- DIN EN ISO 14688-1 / 14689-1
- DIN EN 1610
- DIN EN 1295
- Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127
- Arbeitsblatt DWA-A 139
- Arbeitsblatt DWA-A 138
- DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“
- RStO 12
- ZTVA-StB 97/06
- ZTVA-StB 12
- ZTVE-StB 94/97, Kommentar mit Kompendium Erd- und Felsbau (3. Auflage, 2006)
- ZTVE-StB 09
- ZTVE-StB 09, Kommentar und Leitlinien mit Kompendium Erd- und Felsbau (4. Auflage, 2011)
- Bodenkarte von NRW, Blatt L5104 Düren, 1:50.000
- Deutscher Planungsatlas, Band I: Nordrhein-Westfalen, Lieferung 8: Geologie
- Angebot vom 21. August 2015 der GfB Baustoffprüfstelle Erft-Labor GmbH
- Auftrag vom 11. September 2015

Zur Ausarbeitung des Berichtes standen uns vom Auftraggeber folgende Planunterlagen zur Verfügung:

- Ausführungskarte Flurbereinigung Sindorf II, M 1:2.000, Az -14 83 2-, Dränverband Heppendorf
- Übersichtskarte Bebauungsplan Nr. 218.2/AH „An der Kapelle – 2“, M 1:5.000, Stadt Bergheim, Fachbereich 6.1, Planung und Umwelt
- städtebaulicher Entwurf - Rahmenplan, M 1:2.000, Hauspartner GmbH, Siegburg, vom 17.08.2015

Zudem wurden zur Beurteilung der Untergrundverhältnisse die Ergebnisse des geotechnischen Berichtes für den 1. Bauabschnitt herangezogen (siehe geotechnischer Bericht, Nr. 664-12-4, vom 06.12.2012, GfB Baustoffprüfstelle Erft-Labor GmbH).

### IV.2 Veranlassung/Bauvorhaben

Die GfB Baustoffprüfstelle Erft-Labor GmbH (nachfolgend Prüfstelle) erhielt den Auftrag zur Durchführung von Untersuchungen im Rahmen eines Geotechnischen Berichts zur Vorerkundung für die geplante Erschließung / Bebauung für das Baugebiet „An der Kapelle“, 2. Bauabschnitt, in Bergheim - Ahe. Weiterhin sollten Aussagen zur Versickerungsfähigkeit der tieferen Bodenschichten (ca. 10 m unter GOK) getroffen werden.

Der 2. Bauabschnitt befindet sich südöstlich des 1. Bauabschnittes, für den die Prüfstelle im Jahr 2012 bereits geotechnische Untersuchungen durchgeführt hat. Derzeit wird die Fläche noch landwirtschaftlich (Acker- und Grünflächen) genutzt. Geomorphologisch befindet sich das Erschließungsgebiet im Erfttal, östlich der Großen Erft.

Da Lage und Gründungsart der einzelnen Gebäude noch nicht endgültig feststehen, ersetzen die Aussagen zu den baugrundgeologischen Verhältnissen keinen gebäudebezogenen geotechnischen Bericht.

Weitere Grundlagen des Auftrages sind die Angaben in Abschnitt I dieses Berichts.

### IV.3 Durchgeführte Untersuchungen (Art und Umfang)

Die Durchführung der Feldarbeiten zur Erkundung der Bodenprofile erfolgte am 01. Oktober 2015. Auftragsgemäß wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- 4 Kleinrammbohrungen (KRB) nach DIN EN ISO 22475-1 bis maximal 3,4 m Tiefe (∅ 60/50/40 mm) zur Ermittlung des Bodenprofils,
- Profilaufnahme und Erstellung der Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022, DIN EN ISO 22475-1 sowie DIN EN ISO 14688-1,
- 4 schwere Rammsondierungen (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 bis maximal 4,0 m Tiefe zur Ermittlung der Lagerungsdichte des Untergrunds
- 12 Probenahmen aus den abgeteuften Kleinrammbohrungen
- 5 Einmessen der Untersuchungsstellen nach Lage und Höhe

In 3,4 m bzw. 4,0 m Tiefe war aufgrund der hohen Lagerungsdichte der Kiese und Sande das Ende des Bohr- bzw. des Rammfortschrittes erreicht.

Die Durchführung der Feldarbeiten zur Ermittlung der Versickerungsfähigkeit der tieferen Bodenschichten erfolgte am 22. Oktober 2015. Dazu wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- 1 Schneckenbohrung bis ca. 10 m unter GOK,
- Einbau eines 2 Zoll Pegels,
- 1 Bohrlochversickerungsversuch nach dem Verfahren Kollbrunner-Maag (Doppelbestimmung)

### IV.4 Untersuchungsstellen

Die Lage der Aufschlusspunkte kann der Lageskizze in Anlage 1 entnommen werden. Die Ergebnisse der Kleinrammbohrungen und der Rammsondierungen sind in Anlage 2 und 3 in Form von Bohrprofilen und Rammdiagrammen dargestellt. Die Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen enthält Anlage 4 bis 7.

Die Höhenangaben in den Bohrprofilen der Anlage 2 beziehen sich auf den in Anlage 1 dargestellten Kanaldeckel. Angaben zur Höhenlage des Schachtdeckels bezogen auf m NN lagen uns nicht vor.

# V Darstellung der geotechnischen Untersuchungsergebnisse

## V.1 Geologie

Geologisch liegt Bergheim-Ahe im Bereich der Niederrheinischen Bucht. Diese ist durch mächtige Terrassensedimente des Quartärs und braunkohleführende Schichten des Tertiärs geprägt. Dieses mächtige Schichtenpaket wird von einer wenige Meter mächtigen Deckschicht aus Löß bzw. Lößlehm überdeckt.

## V.2 Baugrundschichtung

An 4 Untersuchungsstellen wurde die Lagerungsdichte des Untergrunds anhand einer schweren Rammsondierung (DPH) nach DIN EN ISO 22476-2 bis in eine Tiefe von maximal 4,0 m (DPH 1) ermittelt. Ein dazugehöriges Bodenprofil mittels Kleinrammbohrung (KRB) nach DIN EN ISO 22475-1 wurde bis in die Tiefe von maximal 3,4 m unter GOK ermittelt. In maximal 3,4 m bzw. 4,0 m Tiefe war jeweils aufgrund zu hoher Lagerungsdichten das Ende des Bohr- bzw. Rammfortschrittes erreicht.

Die Bohr- und Rammprofile sind detailliert in der Anlage 2 und 3 dargestellt.

Hinsichtlich des Bodenprofils ist festzuhalten, dass die Bodenansprache visuell bzw. in Feldversuchen nach DIN EN ISO 14688-1 in Verbindung mit DIN 4022 erfolgte. Eine exakte Ansprache nach DIN 18196 kann nur durch weitere Laboruntersuchungen erfolgen. Bei den Sondierprofilen ist der Untergrund aufgrund des Sondierwiderstands und in Abhängigkeit des Materials erfahrungsgemäß folgendermaßen gelagert:

**Tabelle 1: Sondierwiderstand DPH bei bindigen Böden**

| Sondierwiderstand (Schlagzahlen pro 10 cm) schwere Rammsondierung **(DPH)** | Konsistenz bei bindigen Böden | Undränierte Scherfestigkeit $c_u$ [kN/m$^2$] |
|---|---|---|
| 0 – 2 | breiig | < 20 |
| 2 – 5 | weich | 20 – 60 |
| 5 – 9 | steif | 60 – 200 |
| 9 – 17 | halbfest | > 200 |
| > 17 | fest | > 400 |

**Tabelle 2:** Sondierwiderstand DPH bei ungleichförmigen nichtbindigen Böden $C_u > 3$

| Sondierwiderstand (Schlagzahlen pro 10 cm) schwere Rammsondierung **(DPH)** | Lagerungsdichte bei nichtbindigen Böden ($C_u > 3$) | Bei $C_u > 3$ D |
|---|---|---|
| < 5 | sehr locker | < 0,2 |
| 5 – 15 | locker | 0,2 – 0,45 |
| 16 – 30 | mitteldicht | 0,45 – 0,65 |
| 30 - > 40 | dicht | > 0,65 |

**Tabelle 3: Sondierwiderstand DPH bei gleichförmigen nichtbindigen Böden $C_u \leq 3$, über Grundwasser**

| Sondierwiderstand (Schlagzahlen pro 10 cm) schwere Rammsondierung **(DPH)** | Lagerungsdichte bei nichtbindigen Böden ($C_u > 3$) | Bei $C_u \leq 3$ D |
|---|---|---|
| 0 - 1 | sehr locker | < 0,15 |
| 1 – 4 | locker | 0,15 – 0,30 |
| 4 – 13 | mitteldicht | 0,30 – 0,50 |
| 13 – 24 | dicht | 0,50 – 0,75 |

Der ermittelte Schichtenaufbau ist in der nachfolgenden Tabelle 4 zusammengefasst und in der Anlage 2 und 3 in Bohr- und Sondierprofilen dargestellt. Die Anlagen 4 bis 7 enthalten die Schichtenverzeichnisse der Kleinrammbohrungen.

**Tabelle 4: Schichtenaufbau**

| KRB 1 | Geologische Formation | Tiefe unter GOK bis [m] | Boden-gruppe nach DIN 18196 | Lagerung / Konsistenz aus Feldversuch |
|---|---|---|---|---|
| Schicht 1: Oberboden | Oberboden | 0,10 | OU | - |
| Schicht 2: Schluff, feinsandig | Lößlehm | 0,70 | UL | weich |
| Schicht 3: Kies, sandig, schluffig | Terrassenkies | 1,40 | GU | mitteldicht bis dicht |
| Schicht 4: Kies, stark sandig, schwach schluffig | Terrassenkies | 3,40 | GI | mitteldicht bis dicht |
| KRB 2 | Geologische Formation | Tiefe unter GOK bis [m] | Boden-gruppe nach DIN 18196 | Lagerung / Konsistenz aus Feldversuch |
| Schicht 1: Oberboden | Oberboden | 0,20 | OU | - |
| Schicht 2: Schluff, feinsandig | Lößlehm | 1,00 | UL | weich |
| Schicht 3: Schluff, schwach sandig, schwach kiesig | Lößlehm | 1,40 | UL | steif |
| Schicht 4: Feinkies/Grobsand | Terrassenkies | 2,50 | GI | dicht |

| KRB 3 | Geologische Formation | Tiefe unter GOK bis [m] | Boden-gruppe nach DIN 18196 | Lagerung / Konsistenz aus Feldversuch |
|---|---|---|---|---|
| Schicht 1: Oberboden | Oberboden | 0,10 | OU | - |
| Schicht 2: Schluff, schwach feinsandig | Lößlehm | 0,60 | UL | weich |
| Schicht 3: Schluff, feinsandig | Lößlehm | 1,40 | UL | weich |
| Schicht 4: Sand, schwach schluffig, schwach kiesig | Terrassenkies | 2,70 | SE/SU | mitteldicht bis dicht |
| KRB 4 | Geologische Formation | Tiefe unter GOK bis [m] | Boden-gruppe nach DIN 18196 | Lagerung / Konsistenz aus Feldversuch |
| Schicht 1: Oberboden | Oberboden | 0,20 | OU | - |
| Schicht 2: Schluff, feinsandig | Lößlehm | 0,60 | UL | weich |
| Schicht 3: Schluff, kiesig, sandig | Lößlehm | 1,30 | UL | steif |
| Schicht 4: Kies, grobsandig, schwach schluffig | Terrassenkies | 2,60 | GI | dicht |

## V.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Hydrogeologisch ist festzuhalten, dass der Lößlehm erfahrungsgemäß als „schwach durchlässig“ entsprechend der DIN 18130 zu bezeichnen ist, wogegen die Terrassensedimente wasserdurchlässig sind. Deshalb sind diese auch als Grundwasserleiter bekannt, wobei der eigentliche Grundwasserspiegel im Bereich Bergheim durch den Tagebau abgesenkt ist.

Nach Abschluss der Arbeiten wurde an allen Untersuchungsstellen in den offenen Bohrlöchern der Kleinrammbohrungen der Wasserspiegel mit dem Kabellichtlot gemessen. Dabei war jedoch an keiner Untersuchungsstelle ein Wasserspiegel messbar; alle Untersuchungspunkte waren trocken. Grundwasser im engeren Sinne wurde in keiner Bohrung angetroffen.

Die Baumaßnahmen werden bei den derzeit herrschenden, durch den Tagebau abgesenkten Grundwasserverhältnissen nicht von Grundwasser beeinflusst. Werden in Zukunft die Sümpfungsmaßnahmen des Braunkohletagebaus eingestellt, sind höhere Grundwasserstände nicht auszuschließen. Verlässliche Angaben zu künftigen Grundwasserständen sind derzeit jedoch nicht möglich.

Aufgrund der Untergrundverhältnisse können aber Stauwasserzutritte auftreten, welche jahreszeitlich bedingt schwanken können. Es ist daher eine offene Wasserhaltung zur Ableitung möglicher Stauwasserzutritte vorzuhalten. Die anfallenden Wassermengen werden geringer sein als bei echtem Grundwasser. Genauere Angaben zu den zu erwartenden Wassermengen können jedoch nur durch weitere Untersuchungen gemacht werden. Es sind die jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen zu berücksichtigen.

### V.3.1 Erkundung der Versickerungsfähigkeit

Die Durchlässigkeit des Bodens ist die wesentliche Voraussetzung für das Versickern von Niederschlagswasser. Die Durchlässigkeit der Lockergesteine hängt maßgeblich von ihrer Korngrößenverteilung und Lagerungsdichte ab und wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert) in m/s ausgedrückt.
Für die Erkundung der Versickerungsfähigkeit wurde eine Schneckenbohrung bis ca. 10 m unter GOK niedergebracht. Im Anschluss daran wurde die Bohrung verrohrt (2 Zoll), um die Versickerungsfähigkeit des Terrassenkieses zu ermitteln. Nach dem Einbau der Ringraumabdichtung (Bentonit) wurde vor Versuchsbeginn der Pegel 30 Minuten gewässert. Bei Messbeginn wurde der Pegel auf ca. 7,5 bzw. 8,8 m über Bohrlochsohle aufgefüllt. Aus der innerhalb der gemessenen Zeit versickerten Wassermenge wird der Durchlässigkeitsbeiwert ($k_f$-Wert) nach dem Verfahren Kollbrunner-Maag berechnet. Die Auswertung dazu ist der Anlage 8 und 9 zu entnehmen.
Die folgenden Durchlässigkeitsbeiwerte wurden ermittelt:

1. Versuch $K_f = 2{,}33 * 10^{-5}$ m/s
2. Versuch $K_f = 1{,}37 * 10^{-5}$ m/s

Damit ist der Boden nach DIN 18130 als „durchlässig“ definiert.

**Beurteilung**
Im Hinblick auf eine mögliche Regenwasserversickerung ist festzuhalten, dass mit dem für den Terrassenkies in ca. 10 m Tiefe unter GOK ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ von knapp $2 \times 10^{-5}$ m/s nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138 eine Versickerung möglich ist. Hierbei ist zu beachten, dass der Abstand zwischen Unterkante Filterschicht der Versickerungsanlage und dem mittleren höchsten Grundwasserstand in der Regel 1,5 m nicht unterschreiten darf.

Verfahren für Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser sind im Arbeitsblatt DWA - A 138 (2005) festgelegt.

## V.4 Bodenmechanische Kennwerte

Nach Beurteilung aller geotechnischen Untersuchungen sowie aufgrund unserer örtlichen Erfahrungen über die anstehenden Böden können für die Hauptschichten die in Tabelle 5 aufgeführten Rechenwerte der Bodenkenngrößen (cal.-Werte) angegeben werden.

**Tabelle 5: Rechenwerte der Bodenkenngrößen**

| Bodenart | Wichte (erdf.) $\gamma$ (kN/m$^3$) | Wichte (Auftr.) $\gamma$ (kN/m$^3$) | Reibungswinkel $\varphi'$ (Grad) | Kohäsion $c'$ (kN/m$^2$) | Steifemodul $Es'$ (MN/m$^2$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Oberboden (OU) | - | - | - | - | - |
| Lößlehm (UL) (Schluff, feinsandig bis sandig-kiesig, weich - steif) | 17,5 - 18,5 | 9,0 - 10,0 | 27,5 | 0 - 2 | 2 - 5 |
| Terrassenkies (GI, SE/SU) (Kies, sandig, schwach schluffig, lokal Sand, schwach schluffig-kiesig, mitteldicht bis dicht) | 18,0 - 21,0 | 10,5 - 13,5 | 32,5 - 35,0 | 0 | 80 – 150 |
| Bodenaustauschmaterial (GW/GI) | 20,0 | 12,0 | 32,5 | 0 | 100 – 150 |

## V.5 Bodenklassen (DIN 18300), Bodengruppen (DIN 18196), Frostempfindlichkeitsklassen (ZTVE-StB 09)

Die aufgeschlossenen Bodenarten sind wie folgt in die Bodenklassen nach DIN 18300, die Bodengruppen nach DIN 18196 und die Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE-StB 09 einzustufen (siehe Tabelle 6).

**Tabelle 6: Bodenklassen und Bodengruppen**

| Bodenart | Bodenklasse | Bodengruppe | Frostempfindlichkeit |
|---|---|---|---|
| | (DIN 18300) | (DIN 18196) | (ZTVE-StB 09) |
| Oberboden | 1 | OU | - |
| Lößlehm (Schluff, feinsandig bis sandig-kiesig, weich, steif) | 4 | UL | F 3 |
| Terrassenkies (Kies, sandig, schwach schluffig, lokal Sand, schwach schluffig-kiesig, mitteldicht bis dicht) | 3 | GI, SE/SU | F 1 – F 2 |
| Bodenaustauschmaterial (GW/GI) | 3 | GW / GI | F 1 |

## V.6 Erdbebensicherheit

Vom Geologen können für die Anwendung der DIN 4149:2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“ bzw. des Nationalen Anhangs (DIN EN 1998-1/NA:2010-08) zum Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009, sowie nach der amtlichen Karte des Geologischen Dienstes NRW, M 1:350.000, zu DIN 4149, folgende Angaben gemacht werden:

Erdbebenzone: 2

geologische Untergrundklasse: T

Baugrundklasse: B

Die Erdbebenzone 2 umfaßt Gebiete, denen gemäß des zugrunde gelegten Gefährdungsniveaus ein Intensitätsintervall von 7,0 bis < 7,5 zugeordnet ist. Der zugehörige Bemessungswert der Bodenbeschleunigung $a_g$ beträgt in dieser Erdbebenzone 0,6 $m/s^2$.

## VI Bewertung der geotechnischen Erkundungsergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass es sich bei dem betreffenden Gelände um einen typischen Baugrund im Raum Bergheim handelt, charakterisiert durch Lößlehme mit darunter folgenden wasserdurchlässigen Terrassenkiesen.

### VI.1 Gebäudegründung

Da Lage und Gründungsart der einzelnen Gebäude noch nicht endgültig feststehen, ersetzen die nachfolgenden Aussagen zu den baugrundgeologischen Verhältnissen keinen gebäudebezogenen geotechnischen Bericht.
In Hinblick auf den Baugrund ist festzuhalten, dass eine ausreichende Tragfähigkeit (Gründungsfestigkeit) des vorhandenen Untergrundes insgesamt erst mit Auftreten der Terrassenkiese gegeben ist. An der Untersuchungsstelle 1 ist dies ab einer Tiefe von ca. 0,7 m u. GOK der Fall, an den anderen Untersuchungsstellen ab einer Tiefe von ca. 1,3 – 1,4 m u. GOK. Hierbei ist zu beachten, dass der Lößlehm auch bei mindestens steifer Konsistenz nicht als Baugrund geeignet ist, da es zum Kollaps des Korngerüstes kommen kann.

Auf Böden, die der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 nach den ZTVE-StB zugeordnet werden, ist in jedem Fall eine frostfreie Gründung in einer Stärke von 80 cm einzuhalten. Dies betrifft vor allem Fundamente von Außenwänden, die einer Frosteinwirkung ausgesetzt sind.

In Abhängigkeit von der Tiefenlage der Gründungssohle und unter Berücksichtigung der Bohr- und Sondierergebnisse wird für **Flachgründungen ohne Keller** zur Vermeidung von bauwerksschädlichen Setzungen und Setzungsdifferenzen empfohlen, unterhalb einer Bodenplatte die weichen Schluffe (Lößlehm) durch ein Bodenaustauschpolster zu ersetzen. Als Bodenaustauschmaterial wird grobkörniges und raumbeständiges Material mit einem Gehalt an Feinanteilen ≤ 5 M.-% empfohlen. Durch die Beschränkung des Feinanteils auf ≤ 5 M.-% wird auch die Forderung an eine ausreichend frostsichere Gründung erfüllt. Das Bodenaustauschmaterial ist unter Berücksichtigung des Lastausbreitungswinkels von 45° in Lagenstärken von maximal 30 cm mit mindestens 98 % der einfachen Proctordichte einzubauen. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Gebäude ohne Keller über Fundamente zu gründen, die über Fundamentvertiefungen mit Magerbeton bis auf die tragfähigen Terrassenkiese zu führen sind.

Stehen bei **unterkellerten Gebäuden** auf der geplanten Gründungssohle bereits die Terrassenkiese an, so sind keine zusätzlichen Maßnahmen zur Gründung erforderlich. Die Gebäu-

de können entweder über Fundamente oder über eine Bodenplatte unmittelbar auf den Terrassenkiesen gegründet werden. Diese sollten vor dem Einbringen des Fundamentbetons nachverdichtet werden. Stehen dagegen noch Lößlehme an, so ist gemäß den Ausführungen für nicht unterkellerte Gebäude zu verfahren.

Für die Gründung auf den Terrassenkiesen bzw. einem Bodenaustausch können, in Abhängigkeit der aufzubringenden Lasten, unter der Voraussetzung von mindestens mitteldichter Lagerung, die Werte der Tabellen A 6.2 der DIN 1054:2010 angesetzt werden:

**Tabelle A 6.2 – Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen mit den Voraussetzungen nach Tabelle A 6.3 (DIN 1054:2010-12)**

| Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes<br>m | Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands<br>kN/m²<br>*b* bzw. *b'* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,50 m | 1,00 m | 1,50 m | 2,00 m | 2,50 m | 3,00 m |
| 0,50 | 280 | 420 | 460 | 390 | 350 | 310 |
| 1,00 | 380 | 520 | 500 | 430 | 380 | 340 |
| 1,50 | 480 | 620 | 550 | 480 | 410 | 360 |
| 2,00 | 560 | 700 | 590 | 500 | 430 | 390 |
| Bei Bauwerken mit Einbindetiefen 0,30 m ≤ *d* ≤ 0,50 m und mit Fundamentbreiten *b* bzw. *b'* ≥ 0,30 m | 210 | | | | | |
| **ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.** | | | | | | |

Für die Bemessung der Gründung mit einer Bodenplatte können die in Tabelle 5 angegebenen Steifemodule $E_s$' [MN/m$^2$] eingesetzt werden.

## VI.2 Bauwerksabdichtung

Erfolgt für nicht unterkellerte Gebäude eine Gründung über Fundamente auf den Terrassenkiesen, so empfehlen wir unter der Bodenplatte (zwischen den Fundamenten) eine mind. 0,15 m starke Schicht aus kapillarbrechendem Material einzubauen, falls nicht erforderliche Geländeauffüllungen mit einer Mindeststärke von 0,15 m aus frostsicherem Material ohnehin erforderlich sind.

Wird ein Bodenaustausch mit frostsicherem Material eingebaut (Plattengründung), so sind für nicht unterkellerte Gebäude keine zusätzlichen Maßnahmen zum Feuchtigkeitsschutz erforderlich.

Hinsichtlich der Abdichtung von künftig ins Erdreich einschneidenden Bauteilen, d.h. unterkellerte Gebäude bzw. Arbeitsräume bei nicht unterkellerten Gebäuden (z.B. an Fundamenten), wird auf die DIN 18195 verwiesen. Die Art des durchzuführenden Feuchtigkeitsschutzes (Teil 4 oder 6 der DIN 18195) ist von der Durchlässigkeit des anstehenden Bodens abhängig.

Die anstehenden Lößlehme lassen aufgrund der Feldansprache nur einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k < 10^{-4}$ m/s erwarten. Der bis ca. 10 m Tiefe durchgeführte Versickerungsversuch in den Terrassenkiesen zeigt, dass auch die Terrassenkiese – trotz grundsätzlich höher einzuschätzender Versickerungsfähigkeit als die Lößlehme – nur einen Durchlässigkeitsbeiwert von $k < 10^{-4}$ m/s aufweisen. Damit ist eine Abdichtung von ins Erdreich einschneidenden Bauteilen nur nach Teil 4 der DIN 18195 nicht zulässig.

Im vorliegenden Fall liegt damit bei den derzeitigen Grundwasserverhältnissen der Lastfall „aufstauendes Sickerwasser“ vor. Dies bedeutet, ins Erdreich einschneidende Bauteile sind nach Teil 6 der DIN 18195 abzudichten. Alternativ besteht die Möglichkeit, Kellergeschosse in WU-Betonbauweise („Weisse Wanne“) auszuführen, wobei für die Bemessung die Beanspruchungsklasse 1 („zeitweise aufstauendes Sickerwasser“) der WU-Richtlinie (DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“) zu berücksichtigen ist.

Bei Einstellung der Sümpfungsmaßnahmen des Braunkohletagebaus könnte in Abhängigkeit des Gründungsniveaus in Zukunft der Lastfall „drückendes Wasser“ relevant werden.

## VI.3 Straßenbau

Bis in eine Tiefe von ca. 0,7 – 1,4 m unter GOK stehen mit den Lößlehmen Böden der Frostempfindlichkeitsklasse F 3 nach ZTVE-StB 09 an. Die Mindeststärke des frostsicheren Oberbaus der Straßen nach RStO 12 ist dementsprechend zu bemessen.

Nach RStO 12 bzw. ZTVE-StB 09 ist auf dem Planum ein Verformungsmodul $E_{V2}$ ≥ 45 MN/m² nachzuweisen. Der Verdichtungsgrad des Planums muss bei fein- und gemischtkörnigen Böden $D_{Pr}$ ≥ 97 %, bei grobkörnigen Böden $D_{Pr}$ ≥ 100 % betragen.

Die o.g. Anforderungen werden sich auf den weichen Lößlehmen nicht nachweisen lassen. Es ist daher eine Verbesserung der Baugrundeigenschaften vorzusehen. Dies kann entweder durch einen a) Bodenaustausch oder eine b) Bodenverbesserung geschehen.

**a) Bodenaustausch:**
Wir schlagen im Falle eines Bodenaustausches vor, eine mind. 50 cm starke Schicht mit güteüberwachtem, bindigkeitsarmem, gut verdichtungsfähigem Material (Bodenart GW / GI nach DIN 18196) mit mindestens $D_{Pr}$ = 98 % Verdichtung in 2 Lagen unter dem Oberbau einzubauen. Da der Bodenaustausch nur innerhalb des größtenteils weichen, bindigen Lößlehms erfolgt, sollten Untergrund und Bettungsmaterial zur Sicherung der Filterstabilität mit einem geeigneten Geotextil getrennt werden. Außerdem ist zu beachten, dass feuchte Witterung während der Baumaßnahme zu einer Veränderung der Konsistenz der bindigen Bestandteile in Böden führt. Dann sind zusätzliche Maßnahmen zur Stabilisierung vorzusehen, wie z.B. ein zusätzlicher Aushub und ein dickerer Bodenaustausch.

**b) Bodenverbesserung:**
Alternativ besteht grundsätzlich auch die Möglichkeit die anstehenden Lößlehme durch eine Bodenverbesserung zu stabilisieren. Die Art und Menge des erforderlichen Bindemittels müssen zuvor durch eine Eignungsuntersuchung festgelegt werden.

Werden auf Planumsniveau bereits Terrassenkiese angetroffen, so ist davon auszugehen, dass nach einem Nachverdichten der Kiese die o.g. Werte erreicht werden können, es also keiner Bodenverbesserung bedarf.

Es ist grundsätzlich darauf zu achten, dass das Planum nicht durch Niederschläge aufweicht und der Lößlehm dadurch noch geringer tragfähig wird. Günstig sind in diesem Fall mehrere, kleinere Bauabschnitte. Ist dies nicht möglich sollten die in der ZTV E-StB 2009 angegebenen Schutzmaßnahmen, wie zum Beispiel belassen einer abdichteten Schutzschicht über dem Planum aus anstehendem Boden bis zum vorgesehenen Einbau der Frostschutzschicht oder sofortiger Einbau der ersten Tragschicht, befolgt werden.

Die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus ist nach RStO 12 entsprechend der anzusetzenden Belastungsklasse der Straßen für die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 auf Planumsniveau festzulegen. Hinsichtlich der anzusetzenden Mehr- oder Minderdicken nach RStO 12 kann folgendes berücksichtigt werden:

Bei künftiger geschlossener seitlicher Bebauung kann eine Minderdicke von - 5 cm angesetzt werden. Erfolgt eine Entwässerung der Fahrbahn und der Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen können nochmals - 5 cm in Ansatz gebracht werden.

Auf der Frostschutzschicht ist in Abhängigkeit der Bauklasse nach RStO ein Verformungsmodul von $E_{v2} \geq 100$ bzw. $\geq 120$ MN/m² nachzuweisen. Die eingesetzten Baustoffgemische für die Frostschutzschicht müssen den Anforderungen der TL SoB-StB bzw. ZTV SoB-StB entsprechen.

### VI.4 Kanalbau

In denjenigen Bereichen, in denen auf geplanter Gründungssohle der Kanäle und Schächte noch Lößlehme anstehen, sollte unter der unteren Bettungsschicht gemäß Bettung Typ 1 nach DIN EN 1610 ein zusätzlicher Bodenaustausch von rund 30 cm vorgesehen werden (Bodenart GW / GI nach DIN 18196). Liegen die Kanalsohlen bereits in den Terrassenkiesen, so können die Kanäle und die Schächte ohne besondere Zusatzmaßnahmen gegründet werden.

Die oberflächennah anstehenden Lößlehme sind für eine Wiederverfüllung der Kanalgräben im natürlichen Zustand nicht geeignet. Diese Böden könnten lediglich dann verwendet werden, wenn durch bodenverbessernde Maßnahmen ihre Einbau- bzw. Verdichtungsfähigkeit verbessert werden würde. In diesem Fall wäre zunächst eine Eignungsuntersuchung durchzuführen.

Fallen beim Grabenaushub Terrassenkiese an, so können diese prinzipiell für die Verfüllung der Kanalgräben bis 0,5 m unter Straßenplanum verwendet werden. Voraussetzung ist eine saubere Trennung von den oberflächennah anstehenden Lößlehmen. Reicht der vorhandene Boden nicht für die Wiederverfüllung aus, so ist Fremdmaterial (Bodenart GW / GI nach DIN 18196) anzuliefern und einzubauen.

Ab 0,5 m unter Straßenplanum gelten erhöhte Anforderungen hinsichtlich Verdichtungsgrad und Tragfähigkeit. Wir empfehlen, in diesem Bereich den Kanalgraben mit güteüberwachtem, bindigkeitsarmem, gut verdichtungsfähigem Material (Bodenart GW / GI nach DIN 18196) zu verfüllen.

Prinzipiell sind beim Verfüllen der Kanalgräben die Verlegeanleitungen der Rohrhersteller sowie die DIN EN 1610 zu beachten.

Hinsichtlich der Verdichtungsanforderungen sind die einschlägigen Richtlinien und Normen in ihrer jeweils aktuellen Fassung zu berücksichtigen.

Dies sind insbesondere:

- DIN EN 1610: „Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen“
- Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 127: „Statische Berechnung von Abwasserkanälen und –leitungen“
- Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 139: „Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und –kanäle“
- ZTVE-StB 09: „Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“

Bezüglich der einzuhaltenden Verdichtungsanforderungen ist in der Ausschreibung darauf hinzuweisen, ob die gemäß der Statik angesetzten Werte nachzuweisen sind oder andere Regelwerke (z.B. die ZTVE) gelten. Dazu führt das Arbeitsblatt DWA-A 139 aus: „Abnahmekriterien sind die der statischen Berechnung zu Grunde gelegten Bodenkennwerte oder die Anforderungen der ZTVE-StB 09“.

Bei der Sicherung der Kanalgräben ist grundsätzlich die DIN 4124 „Baugruben und Gräben – Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten“ in ihrer jeweils aktuellen Fassung zu beachten. In Abhängigkeit der Tiefenlage der Kanäle ist ein entsprechender Verbau zu wählen. Bei

dem bis ca. 1,4 m Tiefe anstehenden Lößlehm ist zu beachten, dass es sich um Boden handelt, der bei Zutritt von Niederschlagswasser und/oder dynamischer Belastung sehr schnell seine Festigkeitseigenschaften verliert und breiähnliche, fast thixotrope Eigenschaften annehmen kann. Daher ist bei allen Formen des Erdbaus hier entsprechende angepasste Arbeitsweise erforderlich.

### VI.5 Baugruben

Bei einem lotrechten Aushub von > 1,25 m ist nach DIN 4124 ein Verbau der Baugrube erforderlich. Bei ausreichenden Platzverhältnissen können auch geböschte Baugruben mit einem maximal zulässigen Böschungswinkel von β = 45° hergestellt werden. Die Vorgaben der DIN 4124 in der aktuellen Fassung sind hierbei zu beachten.

### VI.6 Wasserhaltung

Grundwasser wurde in keiner Bohrung angetroffen. Zutretendes Sicker- bzw. Stauwasser sowie anfallendes Tagwasser durch Niederschläge kann in offener Wasserhaltung mit einer Baupumpe und ggf. einer zusätzlichen Dränleitung entfernt werden. Die Dränleitung ist nach den Arbeiten wieder zu plombieren, um keine dauerhaften Wasserwegsamkeiten zu schaffen.

### VI.7 Hinweise zur Bauausführung

Generell sind bei der Bauausführung die DIN 18300, die ZTVE-StB 09 und die darin zitierten Normen zu berücksichtigen. Während der Aushub- und Verbauarbeiten ist die DIN 4124 zu beachten. Bei einem lotrechten Aushub von > 1,25 m ist nach DIN 4124 ein Verbau der Baugrube erforderlich.

In den Bereichen der bindigen Böden (Lößlehm) ist zu beachten, dass die Konsistenz dieser Schichten je nach Wassergehalt in einen breiigen bis annähernd flüssigen Zustand übergehen kann. Die Gefahr bei feuchter Witterung besteht dann darin, dass die Feinanteile aus diesen Schichten ausgeschwemmt werden und in eventuell vorhandene Baugruben gelangen. Im Hinblick auf die Baudurchführung wird daher nochmals auf die Wasser- und Bewegungsempfindlichkeit dieser Böden hingewiesen. Insbesondere die Einwirkungen durch das Befahren des ungeschützten Planums mit Arbeitsgeräten / LKW kann zu erheblich größeren Aushubtiefen führen. Weiterhin sollte die freigelegte Aushubsohle zum Schutz vor feuchter Witterung sofort überbaut werden. Dies hat auch Auswirkungen auf die Wahl der zum Einsatz kommenden Baugeräte und die Arbeitsvorbereitung.

Obwohl während der Geländearbeiten kein Grundwasser angetroffen wurde, kann sich im Bereich von Fundamentgruben bzw. Baugruben Tagwasser sammeln.

Für das Verfüllen von Verfüllbereichen können in der Regel die Terrassenkiese wieder verwendet werden. Die Lößlehme sind nur für Geländemodellierungen ohne Überbauung geeignet, bei denen später stärkere Setzungen an der Geländeoberfläche toleriert werden können. Diese Böden können insbesondere durch Witterungseinflüsse wie Regen, Frost und Austrocknung für den Einbau unbrauchbar werden.

Abschließend wird im Hinblick auf die Baudurchführung nochmals auf die Wasser- und Bewegungsempfindlichkeit der Lößlehme hingewiesen. Dies hat auch Auswirkungen auf die Wahl der zum Einsatz kommenden Baugeräte und die Arbeitsvorbereitung.

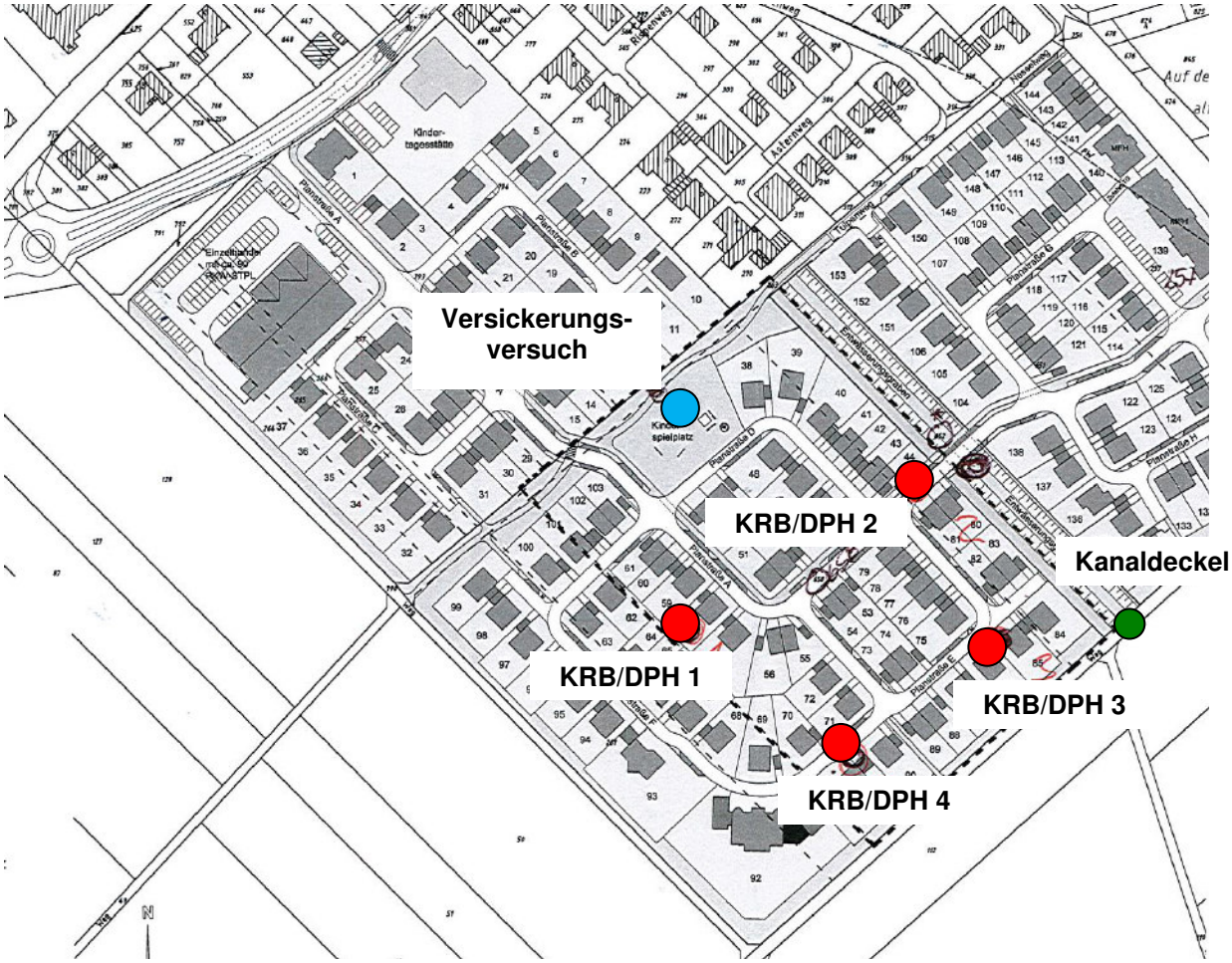
### VI.8 Versickerungsfähigkeit

Im Hinblick auf eine mögliche Regenwasserversickerung ist festzuhalten, dass mit dem für den Terrassenkies unterhalb des Lößlehms ermittelten Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ von im Mittel 1,85 x $10^{-5}$ m/s nach dem Arbeitsblatt DWA - A 138 eine Versickerung möglich ist. Der angegebene $k_f$-Wert gilt jedoch nur für die in ca. 10 m Tiefe anstehenden Kiese. Näher an der Geländeoberfläche, unmittelbar unter dem Lößlehm, muss mit geringeren Durchlässigkeiten gerechnet werden, wie das Ergebnis des Versickerungsversuches bis 3,3 m Tiefe vom 26. November 2012 (siehe Geotechnischer Bericht, Erft-Labor, Nr. 664-12-4, vom 06. Dezember 2012) mit einem $k_f$-Wert von rund 6 x $10^{-6}$ m/s zeigt.
Jedoch ist für die Terrassenkiese insgesamt festzuhalten, dass sie eine Durchlässigkeit aufweisen, die innerhalb der von dem Arbeitsblatt DWA – A 138 angegebenen Spanne von $10^{-3}$ m/s bis $10^{-6}$ m/s liegt, bei der Versickerungsanlagen grundsätzlich und wirtschaftlich machbar in Frage kommen.

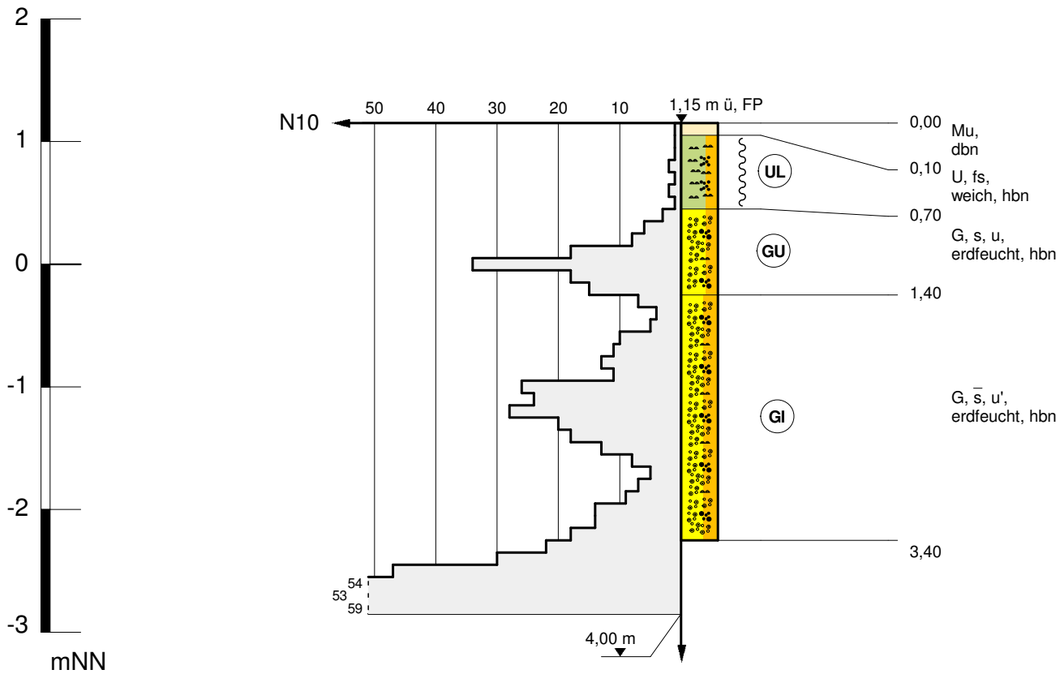
| | | |
|---|---|---|
| Dr.-Ing. L. Gundert | Dipl.-Geol. A. Voß | Dipl.-Geol. W. Jooß |
| Prüfstellenleiter | stellv. Prüfstellenleiterin | Sachbearbeiter |

STAATLICH ANERKANNTE PRÜFSTELLE
GfB
Baustoffprüfstelle
Erft-Labor GmbH

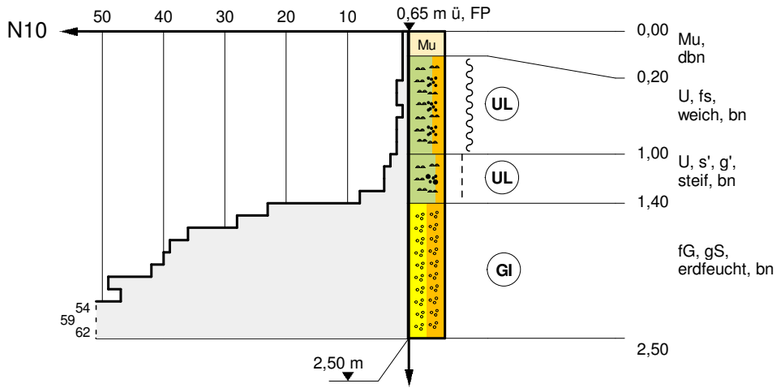
**Abbildung 1: Lageskizze der Untersuchungsstellen**



## DPH 1 KRB 1




## DPH 2 KRB 2




## Zeichenerklärung

| | |
|---|---|
| Mu | Mutterboden |
| U | Schluff |
| gS | Grobsand |
| fG | Feinkies |
| G | Kies |
| u | schluffig |
| fs | feinsandig |
| s | sandig |
| g | kiesig |

| | |
|---|---|
| | Schicht steif |
| | Schicht weich |
| bn | braun |
| dbn | dunkelbraun |
| hbn | hellbraun |
| Gl | intermitierend gestufte Kies-Sand-Gemische |
| GU | Kies-Schluff-Gemische |
| UL | leicht plastische Schluffe |
| s̄ / s' / s'' | stark, schwach, sehr schwach (sandig) |

**schwere Rammsondierung**

| | |
|---|---|
| Bärgewicht | 0,5 kN |
| Fallhöhe | 50 cm |
| Spitzenquerschnitt | 15 cm² |

N10 = Schlagzahl/10cm Eindringtiefe

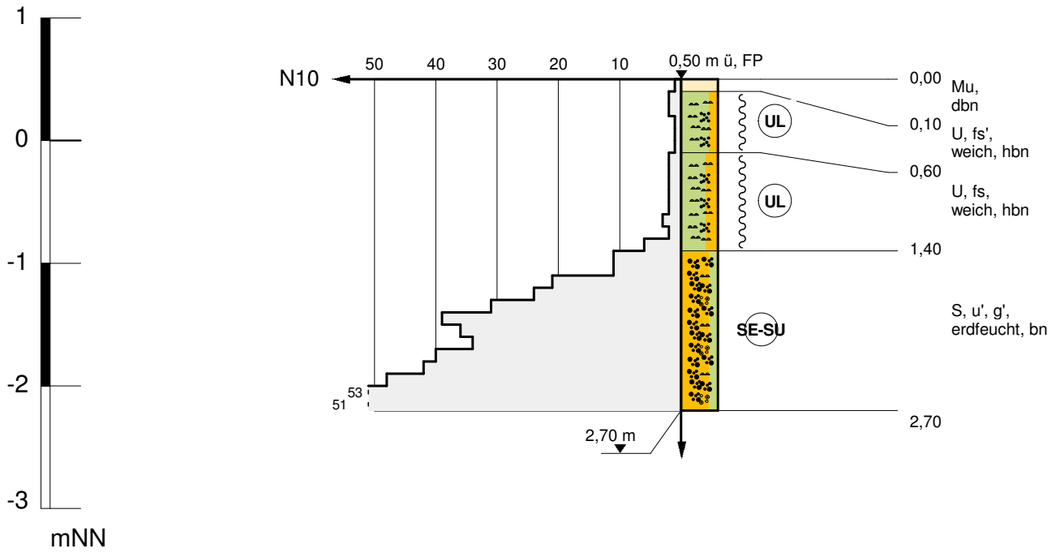
**GfB Baustoffprüfstelle**
**Erft-Labor GmbH**
Vom-Stein-Straße 20
53879 Euskirchen

| | | |
|---|---|---|
| Auftraggeber: | **Stadt Bergheim** | Projekt-Nr. 536-15-4 |
| Projekt: | **Bergheim-Ahe** "An der Kapelle", 2. BA | Anlage-Nr. 2 |
| Bauvorhaben: | **Erschließungsgebiet** | |

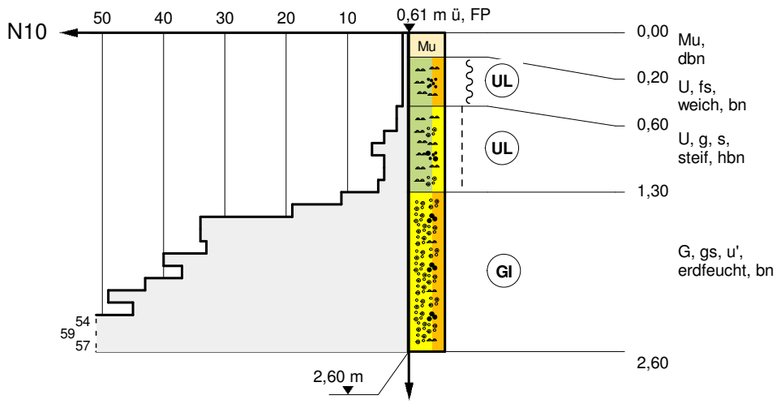
| Maßstab | Höhen-Maßstab | Gezeichnet: | Geprueft: | Bearbeiter: | Datum |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 : 100 | 1 : 50 | Jooß | | Leder | 05.11.2015 |

W:\Pz2015\P501-600\P536_154_Bergheim-Ahe\P536_154 KRB 1_2.Wbf

## DPH 3 KRB 3




## DPH 4 KRB 4




## Zeichenerklärung

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mu | | Mutterboden | ¦ | Schicht steif |
| U | | Schluff | ≀ | Schicht weich |
| S | | Sand | bn | braun |
| G | | Kies | dbn | dunkelbraun |
| u | | schluffig | hbn | hellbraun |
| fs | | feinsandig | Gl | intermitierend gestufte Kies-Sand-Gemische |
| gs | | grobsandig | UL | leicht plastische Schluffe |
| s | | sandig | s̄ / s' / s'' | stark, schwach, sehr schwach (sandig) |
| g | | kiesig | | |

**schwere Rammsondierung**

| | |
|---|---|
| Bärgewicht | 0,5 kN |
| Fallhöhe | 50 cm |
| Spitzenquerschnitt | 15 cm² |

N10 = Schlagzahl/10cm Eindringtiefe

**GfB Baustoffprüfstelle**
**Erft-Labor GmbH**
Vom-Stein-Straße 20
53879 Euskirchen

| | | |
|---|---|---|
| Auftraggeber: | **Stadt Bergheim** | Projekt-Nr. 536-15-4 |
| Projekt: | **Bergheim-Ahe** "An der Kapelle", 2. BA | Anlage-Nr. 3 |
| Bauvorhaben: | **Erschließungsgebiet** | |

| Maßstab | Höhen-Maßstab | Gezeichnet: | Geprueft: | Bearbeiter: | Datum |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 : 100 | 1 : 50 | Jooß | | Leder | 05.11.2015 |

W:\Pz2015\P501-600\P536_154_Bergheim-Ahe\P536_154 KRB 3_4.Wbf

# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Proj. Nr.: 536-15-4
Anlage: 4

Bauvorhaben: Erschließungsgebiet

RKS: KRB 1

Blatt: 1
Geländehöhe: 1.15 m ü. FP

Datum: 05.11.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bis ...m unter Ans.-punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen<br>Sonderprobe<br>Wasserführung<br>Bohrwerkzeug<br>Kernverlust | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung 1) | | | | | Art | Nr | Tiefe in m<br>von:<br>bis: |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe 1) | i) Kalkgehalt | | | | |
| 0,10 | Mutterboden | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | dunkelbraun | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 0,70 | Schluff<br>feinsandig | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | weich | | hellbraun | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 1,40 | Kies<br>sandig, schluffig | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | erdfeucht | | hellbraun | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 3,40 | Kies<br>sandig+, schluffig' | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | erdfeucht | | hellbraun | | | | | |
| | | | | | | | | |

# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Proj. Nr.: 536-15-4
Anlage: 5

Bauvorhaben: Erschließungsgebiet

RKS: KRB 2

Blatt: 1
Geländehöhe: 0.65 m ü. FP

Datum: 05.11.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bis ...m unter Ans.-punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen<br>Sonderprobe<br>Wasserführung<br>Bohrwerkzeug<br>Kernverlust | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung 1) | | | | | Art | Nr | Tiefe in m<br>von:<br>bis: |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe 1) | i) Kalkgehalt | | | | |
| 0,20 | Mutterboden | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | dunkelbraun | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 1,00 | Schluff<br>feinsandig | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | weich | | braun | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 1,40 | Schluff<br>sandig', kiesig' | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | steif | | braun | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 2,50 | Feinkies, Grobsand | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | erdfeucht | | braun | | | | | |
| | | | | | | | | |

# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Proj. Nr.: 536-15-4
Anlage: 6

Bauvorhaben: Erschließungsgebiet

RKS: KRB 3

Blatt: 1
Geländehöhe: 0.50 m ü. FP

Datum: 05.11.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bis ...m unter Ans.-punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen<br>Sonderprobe<br>Wasserführung<br>Bohrwerkzeug<br>Kernverlust | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung 1) | | | | | Art | Nr | Tiefe in m von: bis: |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe 1) | i) Kalkgehalt | | | | |
| 0,10 | Mutterboden | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | dunkelbraun | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 0,60 | Schluff<br>feinsandig' | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | weich | | hellbraun | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 1,40 | Schluff<br>feinsandig | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | weich | | hellbraun | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 2,70 | Sand<br>schluffig', kiesig' | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | erdfeucht | | braun | | | | | |
| | | | | | | | | |

# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Proj. Nr.: 536-15-4
Anlage: 7

Bauvorhaben: Erschließungsgebiet

RKS: KRB 4

Blatt: 1
Geländehöhe: 0.61 m ü. FP

Datum: 05.11.2015

| 1 | 2 | | | | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bis ...m unter Ans.-punkt | a) Benennung der Bodenart und Beimengungen | | | | Bemerkungen<br>Sonderprobe<br>Wasserführung<br>Bohrwerkzeug<br>Kernverlust | Entnommene Proben | | |
| | b) Ergänzende Bemerkung 1) | | | | | Art | Nr | Tiefe in m<br>von:<br>bis: |
| | c) Beschaffenheit nach Bohrgut | d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang | e) Farbe | | | | | |
| | f) Übliche Benennung | g) Geologische Benennung | h) Gruppe 1) | i) Kalkgehalt | | | | |
| 0,20 | Mutterboden | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | dunkelbraun | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 0,60 | Schluff<br>feinsandig | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | weich | | braun | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 1,30 | Schluff<br>kiesig, sandig | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | steif | | hellbraun | | | | | |
| | | | | | | | | |
| 2,60 | Kies<br>grobsandig, schluffig' | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | erdfeucht | | braun | | | | | |
| | | | | | | | | |

# Bohrlochversickerung

**1**

**nach KOLLBRUNNER - MAAG**

**Prüfgs.-Nr.:** **536-15-4**

**Bauvorhaben:** **Erschließung "An der Kapelle"**
**2. Bauabschnitt**
**Bergheim-Ahe**

**Ausgef. durch:** Tschöke **Datum:** 22.10.2015

**Meßstelle:** Pegel

**Tiefe:** 9,94 m unter GOK

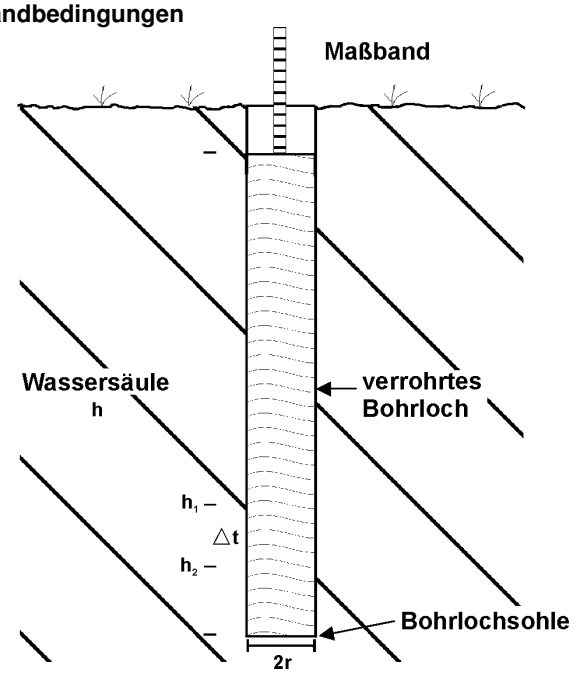
**Bodenart:**
**-DIN 4022** Sand, Kies

**-DIN 18196** GI / SW / SI

**Wetter:** trocken

**Wetter Vortag:**

**Randbedingungen**




| | | |
|---|---|---|
| **Bohrlochsohle** | **[m unter GOK]:** | 9,94 |
| **Aufgefüllte Bohrlochstrecke** | **[m]:** | 7,50 |
| **Rohrdurchmesser** | **[m]:** | 0,05 |
| **Wässerungsdauer** | **[s]:** | 1800 |
| **Meßdauer** | **[s]:** | 300 |

**Feldparameter:**

| Wasserstand $h_x$ [m] | Zeit t [s] | Bemerkungen |
|---|---|---|
| 2,44 | 0 | |
| 3,76 | 30 | |
| 4,02 | 60 | |
| 4,66 | 90 | |
| 5,23 | 120 | |
| 5,68 | 150 | |
| 6,14 | 180 | |
| 6,55 | 210 | |
| 6,80 | 240 | |
| 7,13 | 270 | |
| 7,44 | 300 | |
| h1 = 7,50 | 0 | für Berechnung mit dt = 5 min |
| h2 = 2,50 | 300 | |

**Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:** $k_f = \frac{r}{4 \cdot \Delta t} \cdot 2{,}303 \lg \frac{h_1}{h_2} =$ **2,33E-05 $ms^{-1}$**

Sachbearbeiter: **Dipl.-Geol. W. Jooß**

Für die Prüfstelle: **Dr.-Ing. L. Gundert** / **Dipl.-Geol. A. Voß**

# Bohrlochversickerung 2

**nach KOLLBRUNNER - MAAG**

**Prüfgs.-Nr.:** **536-15-4**

**Bauvorhaben:** **Erschließung "An der Kapelle"**
**2. Bauabschnitt**
**Bergheim-Ahe**

**Ausgef. durch:** Tschöke **Datum:** 22.10.2015

**Meßstelle:** Pegel

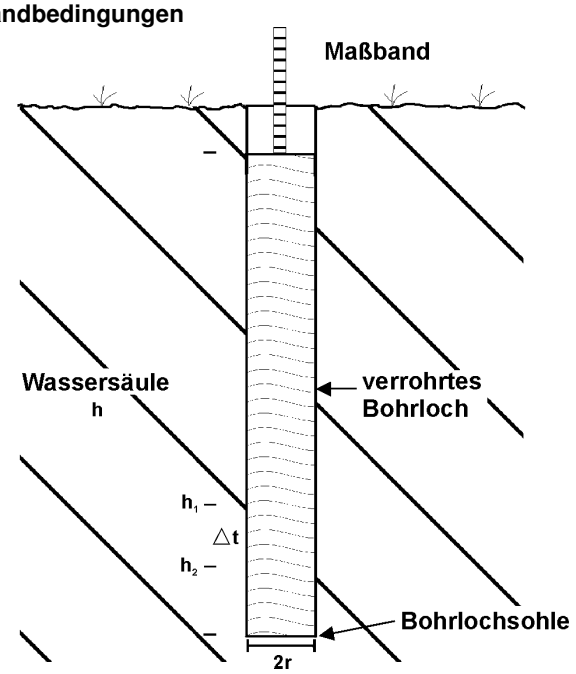
**Tiefe:** 9,94 m unter GOK

**Bodenart:**
**-DIN 4022** Sand, Kies

**-DIN 18196** GI / SW / SI

**Wetter:** trocken
**Wetter Vortag:**

**Randbedingungen**




| | | |
|---|---|---|
| **Bohrlochsohle** | **[m unter GOK]:** | 9,94 |
| **Aufgefüllte Bohrlochstrecke** | **[m]:** | 8,80 |
| **Rohrdurchmesser** | **[m]:** | 0,05 |
| **Wässerungsdauer** | **[s]:** | 1800 |
| **Meßdauer** | **[s]:** | 300 |

**Feldparameter:**

| Wasserstand $h_x$ [m] | Zeit t [s] | Bemerkungen |
|---|---|---|
| 1,14 | 0 | |
| 1,84 | 30 | |
| 2,39 | 60 | |
| 2,87 | 90 | |
| 3,30 | 120 | |
| 3,65 | 150 | |
| 4,02 | 180 | |
| 4,40 | 210 | |
| 4,70 | 240 | |
| 5,03 | 270 | |
| 5,33 | 300 | |
| h1 = 8,80 | 0 | für Berechnung mit dt = 5 min |
| h2 = 4,61 | 300 | |

**Berechnung des Durchlässigkeitsbeiwertes:** $k_f = \frac{r}{4 \cdot \Delta t} \cdot 2{,}303 \lg \frac{h_1}{h_2}$ = **1,37E-05 $ms^{-1}$**

Sachbearbeiter: **Dipl.-Geol. W. Jooß**

Für die Prüfstelle: **Dr.-Ing. L. Gundert** / **Dipl.-Geol. A. Voß**