



Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG, Adele-Weidtman-Str. 60, 52072 Aachen

## Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG

Adele-Weidtman-Str. 60  
52072 Aachen

Telefon: +49 241 980 97 90  
Fax: +49 241 980 97 910

E-Mail: [kramm@geotechnik-aachen.de](mailto:kramm@geotechnik-aachen.de)

[www.geotechnik-aachen.de](http://www.geotechnik-aachen.de)

17.06.2017  
2016-0630  
15 Seiten

## Neubau einer Wohnanlage für Senioren an der Elisabethstraße in Heinsberg-Lieck

# GEOTECHNISCHER BERICHT

über Baugrund und Gründung

- Anlagen: 1 Lageplan zur Baugrunderkundung mit zeichnerischer Darstellung der Ergebnisse in Form von höhenbezogenen Bohrsäulen im Tiefenmaßstab 1:100 auf drei Profilschnitten durch den Geländeverlauf, die erbohrte Bodenschichtung und die Wasserführung im Baugrund sowie durch die Bauwerksplanung
- 2 Auszug aus der Grundwasserdatenbank des Landes NRW zu den örtlichen Grundwasserständen

Umsatzst.-ID: DE299337077  
Steuernr: 201 5823 3747  
HRA: HRA 8606

Aachener Bank  
IBAN: DE 2239 0601 8012 2540 2015  
BIC: GENODED1AAC  
Konto-Nr: 12 2540 2015  
BLZ: 390 60 180

[www.geotechnik-aachen.de](http://www.geotechnik-aachen.de)  
E-Mail: [kramm@geotechnik-aachen.de](mailto:kramm@geotechnik-aachen.de)  
Geschäftsführer: Kramm Verwaltung GmbH  
vertreten durch die Gesellschafter  
Dipl.-Ing. Rüdiger Kramm, Dipl.-Ing. Angela Kramm

# Inhalt:

1. Bauvorhaben
  
2. Geotechnische Untersuchungen
  
3. Geländehöhen
4. Bodenschichtung
5. Wasserführung des Bodens, Abdichtung der erdberührten Bauteile
6. Baugrundeigenschaften
7. Bodenklassifikation nach DIN 18 196 und DIN 18 300
  
8. Gründung
  - 8.1 Gründungstiefe und Gründungsboden
  - 8.2 Gründungsart
  - 8.3 Geotechnische Bemessung der Gründung
  - 8.4 Nachweis des Gebädetragwerkes gegen Erdbebeneinwirkungen
  - 8.5 Herstellung der Gründung
  
9. Erdbau/Erschließung des Baufeldes
  
10. Baugrundverbesserungsmaßnahmen im Erdplanum sowie im Bereich der der Verkehrsflächen
  
11. Baugrundabnahmen

## 1. Bauvorhaben

Neubau einer dreigeschossigen Wohnanlage (EG, OG, SG) für Senioren. Der Erdgeschossgrundriss ist nachfolgend abgebildet. Sie besitzt größte Abmessungen (Längen, Breiten) von rd. 57,5 m und 32,5 m.



Die geotechnisch relevante Bauwerkshöhe OKF EG =  $\pm 0,00$  ist auf NN +39,75 m geplant (Planungstand Juni 2017).

## 2. Geotechnische Untersuchungen

Am 01.06.2017 wurden zur Erkundung der Bodenschichtung und der Wasserführung des Bodens im Bereich der geplanten Baumaßnahme insgesamt acht Rammkernbohrungen bis in gründungsrelevante Tiefen abgeteuft, deren Lage mit den Bezeichnungen RKB 1 bis RKB 8 in der Anlage 1 zeichnerisch in einem Lageplan zur Baugrunderkundung eingetragen ist. Auf der gleichen Anlage sind auch die einzelnen Bohrergergebnisse zeichnerisch als höhenbezogene Bohrsäulen im Höhenmaßstab 1:50 auf drei Profilschnitten durch den Geländeverlauf, die erbohrte Bodenschichtung

sowie die Wasserführung im Baugrund dargestellt. Die Geländehöhen an den Bohransatzstellen wurden zur höhengerechten Darstellung einnivelliert. Als relativer Höhenfestpunkt für das Nivellement wurde die Oberseite eines Kanaldeckels in der Elisabethstraße vor dem Nachbargebäude Nr. 84 genutzt, dessen Bezugshöhe in den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen mit NN/HN +38,78 m angegeben ist. Die so ermittelten Bohransatzhöhen sind jeweils über den Bohrsäulen eingetragen. Die Zahlen rechts neben den Bohrsäulen beziehen sich dagegen auf die jeweilige Geländeoberkante an den Bohransatzstellen und sind damit Tiefenangaben in [m] unter Flur, in denen sich die Bodenschichtung und/oder die Lagerungsdichten im Baugrund signifikant verändern.

Um auch einen direkten Höhenbezug zwischen den einnivellierten Geländehöhen und der erbohrten Bodenschichtung zur Bauwerksplanung herzustellen, wurde OKF EG = +39,75 m als rote gestrichelte Höhenlinie in die Profilschnitte maßstabsgerecht eingetragen.

Die in den Profilschnitten verwendeten Kennbuchstaben und Symbole sind in einer Legende ebenfalls auf der Anlage 1 erklärt.

Laboruntersuchungen an dem geförderten Bohrgut sowie indirekte Aufschlüsse (Rammsondierungen) waren im Rahmen der Baugrunduntersuchung nicht erforderlich, da dem Unterzeichner von den angetroffenen Bodenarten statistisch abgesicherte Bodenkenngößen vorliegen, die mit den bei der Baugrunderkundung durch Feldmethoden ermittelten Grundkenndaten wie Lagerungsdichte, Konsistenz, Kornverteilung und Plastizität korreliert werden konnten.

### **3. Geländehöhen**

Mit einnivellierten Bohransatzhöhen zwischen +39,16 m (RKB 1) und +40,27 m (RKB 8) steigt die Geländeoberkante mit einem größter Höhenunterschied von  $\Delta h = 1,1$  m von Südost nach Nordwest mehr oder weniger gleichmäßig an.

## 4. Bodenschichtung

Tafel 1 - Bodenschichten

Schicht Nr.	Bezeichnung	Dicke [m]	Schicht bis [m] unter Flur
1	„oberbodenartige“ Anschüttung (umgelagerter Oberboden)	0,6 und 0,9	0,6 und 0,9
2	„Sandlöß“	1,9 und 4,8	2,7 und 5,5
3	„Terrassensande“		> 10

Erläuterung der Tafel 1:

### Schicht 1 – „oberbodenartige Anschüttung (umgelagerter Oberboden)“

In allen Bohrungen wurde zuoberst eine künstliche Anschüttung angetroffen, die aus einem schwach durchwurzelten, „oberbodenähnlichen“, stark schluffigen und schwach feinkiesigen Feinsand besteht, das mit jeweils rd. 1% Ziegelbruch, Betonstücken und Kohleresten durchmengt ist.

Diese Schicht muss im Bereich des Baukörpers und der Zuwegungen wegen seiner organischen Bestandteile als erstes flächig abgetragen werden. D.h. das Erdplanum liegt nach dem Abtrag der Schicht 1 um 0,6 m und 0,9 m tiefer als die derzeitigen Geländehöhen (s.o.).

### Schicht 2 – „Sandlöß“

Unter der Schicht 1 folgt überall direkt gewachsener Boden. Er besteht überall aus stark schluffigen, mitunter auch mittelsandigen, Feinsanden sowie Fein- und Mittelsand-Gemischen mit schwach schluffigen Nebenteilen. Die Lagerung ist mitteldicht.

Geologisch handelt es sich um „Sandlöß“ (Flugsandablagerung), der bis 2,1 m und 5,4 m unter Flur reicht und damit für die Baumaßnahme die maßgebende Bodenschicht im Erdplanum und in den Gründungssohlen der Fundamentierung darstellt.

Es handelt sich um einen zuverlässigen und mäßig belastbaren Baugrund, der allerdings sehr wasser-, frost- und erosionsempfindlich ist. Der Boden ist zudem mit einem aus der Kornverteilung abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwert von  $k \leq 1,0 \times 10^{-6}$  m/s nur schwach durchlässig und verhält sich daher bei stärkerer Wasserzufuhr zeitweise wie ein Wasserstauer. Eine betriebssichere punktuelle Versickerung größerer Niederschlagswassermengen über Mulden-/Rigolen oder Rohrrigolen ist in diesem Boden nicht möglich und im Übrigen wegen der zu geringen Durchlässigkeit auch wasserrechtlich nicht genehmigungsfähig.

Der „Sandlöß“ ist in jahreszeitlicher Abhängigkeit mal trocken (Sommer, Frühherbst) und mal mit kapillarhängendem Porenwasser vollständig gesättigt (i.d.R. Winter Frühjahr). Am Tag der Baugrunderkundung lag der Kapillarsaum bei rd. 2 m unter Flur. Bei völliger Wassersättigung, wie es in der hydrologisch ´nassen´ Jahreshälfte von Winter und Frühjahr i.d.R. bis zur Schichtoberseite der Fall sein kann, wirkt in dem Boden beim Überfahren mit Baugeräten sofort Porenwasserüberdruck, der sich in einem ´puddingartigen´ Verhalten des Erdplanums äußert. Ohne eine stabile Befestigung der Oberfläche mit gebrochenem Material (Schotter) würde durch ein Befahren das gewachsene Korngefüge sofort zerstört und dabei die natürliche Baugrundfestigkeit dauerhaft verloren gehen. Das Terrain würde ohne entsprechende Schutzmaßnahmen (s.u.) unbefahrbar werden. Bei ausreichend geschützter Oberfläche (Baustraßen, Vor-Kopf-Einbringen von Tragschichten) dagegen sind die Erscheinungen des Porenwasserüberdruckes reversibel, d.h. nach Beruhigung des Planums und Abtrocknung kehrt die ursprüngliche Baugrundfestigkeit zurück. Das Erdplanum muss daher rückschreitend freigelegt und sofort mit einer Tragschicht (s.u.) abgedeckt und belastet werden. Das gleiche gilt sinngemäß auch für den Fundamentaushub, wo Gründungssohlen sofort dem Aushub nachteilend in kleinen Arbeitsabschnitten mit einer Sauberkeitsschicht belastet werden müssen.

Der natürlichen Festigkeit der Schicht 2 entspricht ein Verformungsmodul  $E_{v2}$  zwischen 8 und 15 MN/m<sup>2</sup>. Damit ist es nicht möglich, den Unterbau der Verkehrsflächen allein mit den Regelaufbauten der RStO-StB zu verwirklichen. Es werden hier also Zusatzmaßnahmen notwendig (s.u.).

### Schicht 3 – „Terrassensande“ und „Terrassenkiese“

Der tiefere Untergrund ab 2,7 m und 5,5 m besteht aus eiszeitlichen „Terrassenablagerungen“ in Form dicht gelagerter Sande und Kiese. Bodenmechanisch wirkt diese Schicht für das geplante Bauvorhaben wie eine feste, praktisch unzusammendrückbare Unterlage, d.h. das Setzungsverhalten der Gründung wird praktisch allein unterhalb den Gründungssohlen aus der zusammendrückbaren Restschichtdicke der Schicht 2 und ihrer Steifigkeit bestimmt.

### **5. Wasserführung des Bodens, Abdichtung der erdberührten Bauteile**

Im Bereich des „Sandlösses“ wurde ab 2 m und 3 m unter Flur kapillargebundenes (nahezu unbewegliches) Porenwasser angetroffen. Das aus versickerndem Niederschlagswasser resultierende Kapillarwasser im Boden unterliegt starken saisonalen Schwankungen, die nach den sehr guten örtlichen Erfahrungen des Unterzeichners nach langen Niederschlagsperioden (i.d.R. Winter bis Frühjahr) die komplette Schicht 2 erfassen kann und sich im Sommer bis Spätherbst infolge mangelnden Wassernachschubes aus Regenfällen und kapillarer Bodenverdunstung in den tieferen Untergrund zurückzieht.

Der zusammenhängende Grundwasserspiegel liegt nach einer Recherche des Unterzeichners in der Grundwasserdatenbank des Landes NRW ausweislich einer nahegelegenen Grundwassermessstelle zwischen rd. +35,9 m und +36,6 m (s. Anlage 2). Bei der nicht unterkellerten Bauweise spielt das zusammenhängende Grundwasser damit keine Rolle.

Für die Bauausführung, Bauablaufplanung, die Planung der Verkehrsflächen und für die Planung der Bauwerksabdichtungen ist daher nur die geschilderte generell geringe Bodendurchlässigkeit des Untergrundes sowie die jahreszeitliche Vernässung in der Schicht 2 mit kapillarhängendem Porenwasser von großer Bedeutung. Der Boden und das Erdplanum verhält sich deshalb sowohl bei plötzlicher, starker als auch bei lang anhaltender Wasserzufuhr aus Niederschlägen, die das geringe, natürliche Schluckvermögen des Bodens übersteigen, zeitweilig nahezu wie ein Wasserstauer. In Phasen jahreszeitlich bedingter vollständiger Wassersättigung im „Sandlöß“ (i.d.R. Winter bis Frühjahr) nimmt der Boden überhaupt kein zusätzliches Wasser mehr auf, d.h. Niederschlagswasser kommt in diesen Zeiten oberflächlich zum Abfluss. Aus dem bodenmechanischen Zusammenhang zwischen dem Wassergehalt im Boden und seiner Bodenkonsistenz folgt, dass der Boden während der Bauzeit in erdbautechnischer Sicht je nach Jahreszeit „zwei sehr verschie-

dene Gesichter“ hat. Viele der u. geschilderten Mehraufwendungen zum Schützen und Befahren des Erdplanums während der Bauzeit sind im Winter und Frühjahr im weitaus stärkeren Maße notwendig, als nach langer Trockenheit bei einem Erdbau im Sommer und Spätherbst.

Da die erdberührten Fußbodenplatten mit ihren Unterseiten, zumindest in der nordwestlichen Grundstückshälfte, in den Geländeverlauf einschneiden werden (s. Profilschnitte auf Anlage 1), entsteht hier für die Planung der Bauwerksabdichtung als maßgebende Wasserbeanspruchung der erdberührten Bauteile zeitweise aufstauendes Sickerwasser. Dem entspricht eine Abdichtung der erdberührten Bauteile nach den Regeln der DIN 18 195, Teil 6, Abschnitt 9. Im Stahlbetonbau entspricht dieser Abdichtungsqualität eine betontechnologische Bemessung und Ausführung der Bauteile nach DAFStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“. Im Unterschied zu einer Bauweise gegen einen permanenten Wasserdruck ergibt sich hierbei nach den Regeln des Eurocodes für Sickerwasserbeanspruchungen die Möglichkeit einer verminderten Bauteildicke und eines geringeren Überwachungsaufwandes. Die Bemessung nach Eurocode ändert sich dagegen gegenüber einer Bemessung für eine ständige Wasserdruckeinwirkung nicht. Allerdings kann aus der geringeren Beanspruchung durch zeitweiliges Sickerwasser und dem damit verbundenen geringeren Risiko eine Vergrößerung der zulässigen Rissweiten vorgenommen werden, was sich dann in einem geringeren Bewehrungsgehalt äußert.

In der südöstlichen Grundstückshälfte, wo die erdberührten Fußbodenplatte überwiegend deutlich über dem Erdplanum liegen werden, kann Stauwasser die erdberührten Bauteile nicht mehr erreichen, d.h. hier reicht eine einfache Abdichtung gegen nicht aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18 195, Teil 4. Die Grenze zwischen den beiden Bereichen unterschiedlicher Abdichtungsformen kann in der gradlinigen Verbindung der Bohransatzstellen RKB 2 – RKB 6 gezogen werden.

## 6. Baugrundeigenschaften

Aus den bei der Baugrunderkundung festgestellten Grundkenngrößen wie Konsistenz, Plastizität, Lagerungsdichte und Kornverteilung können mittels Korrelation mit statistisch abgesicherten Laborergebnissen für die geotechnische Bemessung folgende charakteristische Bodenkenngrößen, die gemäß DIN 1054-100 deutlich unterhalb des arithmetischen Mittelwertes gewählt sind, angesetzt werden:

Tafel 2 – Bodenkenngrößen

Schicht	Wichte $\gamma$ [KN/m <sup>3</sup> ]	Kohäsion c [KN/m <sup>2</sup> ]	Reibungswinkel $\varphi$ (°)	Steifemodul E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]
„Sandlöß“	20	2	30	7 ± 10%
„Terrassensande“ / „Terrassenkiese“	19	0	35 bis 37,5	> 100

## 7. Bodenklassifikation nach DIN 18 196 und DIN 18 300

Tafel 3 - Bodengruppen und Bodenklassen

Schicht Nr.	Bodengruppen n. DIN 18196	Bodenklassen n. DIN 18 300
Anschüttungen	A [OU, SU, SÜ]	1 und 4
„Löß“ und „Lößlehm“	TL, SU, SÜ	

Erläuterung der Tafel 3:

Maßgebend im Bereich des gewachsenen Erdplanums und des Gründungsbodens ist bezüglich der bautechnischen Eigenschaften die Bodengruppe TL, SÜ und SU. Herausragende Eigenschaften dieser Bodengruppen sind im Einzelnen:

- schwache bis sehr schwache Durchlässigkeit
- sehr große Frostepfindlichkeit (Frostepfindlichkeitsklasse F3 nach ZTVE)
- sehr große Erosions- und Witterungsempfindlichkeit
- mittlere Zusammendrückbarkeit
- brauchbare Eignung als Gründungsboden
- verdichtungsunwillig, d.h. als Erdbaustoff zum standfesten Wiedereinbau ungeeignet

## 8. Gründung

### 8.1 Gründungstiefe und Gründungsboden

Gründungsboden mit ausreichender Tragfähigkeit ist für das Gebäudetragwerk die Schicht 2, "Sandlöß". Die Oberseite dieses Bodens steht im Bereich der Bohrungen in folgenden Tiefen an:

RKB 1:	0,8 m unter GOK, d.h. auf +38,36 m und 1,39 m unter OKF EG
RKB 2:	0,7 m unter GOK, d.h. auf +39,01 m und 0,74 m unter OKF EG
RKB 3:	0,7 m unter GOK, d.h. auf +39,52 m und 0,23 m unter OKF EG
RKB 4:	0,9 m unter GOK, d.h. auf +38,38 m und 1,37 m unter OKF EG
RKB 5:	0,8 m unter GOK, d.h. auf +38,46 m und 1,29 m unter OKF EG
RKB 6:	0,6 m unter GOK, d.h. auf +38,99 m und 0,76 m unter OKF EG
RKB 7:	0,6 m unter GOK, d.h. auf +39,50 m und 0,25 m unter OKF EG
RKB 8:	0,9 m unter GOK, d.h. auf +39,37 m und 0,38 m unter OKF EG

### 8.2 Gründungsart

Die Baugrundfestigkeit der Schicht 2 reicht aus, das Bauvorhaben entsprechend den statisch-konstruktiven Erfordernissen auf Einzel- und Streifenfundamenten oder auf Plattenfundamenten zu gründen.

### 8.3 Geotechnische Bemessung der Gründung

In dem gewachsenen Baugrund der Schicht 2 kann die Gründung mit folgenden zulässigen Spannungen bemessen werden:

max. $\sigma_{zul}$	= <250 KN/m <sup>2</sup> (nach DIN 1054)	Vergleich mit charakteristischen Einwirkungen aus den Tragwerkslasten)
max. $\sigma_{R,d}$	= <350 KN/m <sup>2</sup> (nach DIN EN 1997-1)	Vergleich mit der Sohldruckbeanspruchung (Designspannung)

Konkrete Tragwerkslasten für die Berechnung von Setzungen nach DIN 4019 standen dem Unterzeichner nicht zu Verfügung. Vorab kann das Setzungsverhalten der Gründung unter mittigem Lastangriff (ständige Lasten) und bei voller Ausnutzung des o.a. zulässigen Sohldruckes  $\sigma_{zul}$  in Abhängigkeit von den Fundamentabmessungen nach den Rechenregeln der DIN 4019 wie folgt abgeschätzt werden (Zwischenwerte können inter- und extrapoliert werden):

Einzelfundamente:

a/b = 0,5 m/0,5 m: **s = 0,5 cm** / erf. Mindestdicke für Grundbruchsicherheit >2,0: **d = 0,30m**

a/b = 1,0 m/1,0 m: **s = 0,7 cm** / erf. Mindestdicke für Grundbruchsicherheit >2,0: **d = 0,30 m**

a/b = 1,5 m/1,5 m: **s = 1,0 cm** / erf. Mindestdicke für Grundbruchsicherheit >2,0: **d = 0,25 m**

Streifenfundamente

b = 0,5 m                   **s = 0,6 cm** / erf. Mindestdicke für Grundbruchsicherheit >2,0: **d = 0,30 m**

b = 1,0 m                   **s = 1,2 cm** / erf. Mindestdicke für Grundbruchsicherheit >2,0: **d = 0,20 m**

Zwischenwerte können interpoliert werden. Etwa 70% der Gesamtsetzungen treten bei der Erstbelastung des Baugrundes mit den ständigen Lasten, d.h. während der Rohbauzeit ein.

Bei ausmittigem Lastangriff ist der v.g. zulässige Sohldruck  $\sigma_{zul}$  auf die nach DIN 1054 reduzierte Fundamentfläche zu beziehen. Für die Berechnung der Fundamentverdrehung infolge kurzfristigen Lastangriffs (Wind) kann die Kurzzeitsteifigkeit des Baugrundes von  $E_{s,dyn} = 4 * E_s = 4 * 7,0 \text{ MN/m}^2 = 28 \text{ MN/m}^2$  angesetzt werden. I.d.R. führt der v.g. dynamische Steifemodul zu keinen bauwerksunverträglichen Winkelverdrehungen.

Für die Bemessung von Gründungsbalken nach dem Bettungsmodulverfahren kann der Bettungsmodul  $k_S$  wie folgt ermittelt werden.

$$k_S = \frac{E_S}{b * a * f_{s,0}} = \frac{7\ 000}{b \text{ [m]} * 0,66 * 1,05} \quad [\text{KN/m}^3]$$

- mit:
- $E_S$  = Steifemodul Schicht
  - $\alpha$  = Abminderungsfaktor n. DIN 401
  - $f_{s0}$  = Einflußwert nach Kany
  - $b$  = Breite Gründungsbalken für  $\sigma_{zul}$ . = 250 KN/m<sup>2</sup>

## 8.4 Nachweis des Gebäudetragerwerkes gegen Erdbebeneinwirkungen

Für den Nachweis des Tragwerkes gegen Erdbebenkräfte gelten folgende geotechnisch relevante Eingangsparameter:

aus den Ergebnissen der Baugrunderkundung:

- Baugrundklasse: C

gemäß den Festlegungen des Deutschen Geoforschungszentrums der Helmholtz Gemeinschaft

- Untergrundklasse: S
- Erdbebenzone: 2

## 8.5 Herstellung der Gründung

Wegen der Wasserempfindlichkeit des Gründungsbodens sind freigelegte Fundamentsohlen während 'Nasszeiten' zum Schutz der natürlichen Baugrundfestigkeit generell dem Aushub (mit "zahnlosen" Baggerschaufeln) nacheilend mit Beton abzudecken (Sauberkeitsschicht). Keinesfalls dürfen Ausschachtungen über Nacht ungeschützt offen liegen bleiben.

## 9. Erdbau/Erschließung des Baufeldes

Das anstehende Erdplanum und der Baugrund ist in jahreszeitlicher Abhängigkeit mal trocken (Sommer, Frühherbst) und mal mit kapillarhängendem Porenwasser vollständig gesättigt (i.d.R. Winter Frühjahr). Bei völliger Wassersättigung, wie es in der hydrologisch „nassen“ Jahreshälfte von Winter und Frühjahr i.d.R. der Fall ist, wirkt in dem „Sandlöß“ beim Überfahren mit Baugeräten sofort Porenwasserüberdruck, der sich in einem „puddingartigen“ Verhalten des Erdplanums äußert. Der Oberboden- und Erdabtrag muss daher grundsätzlich rückschreitend erfolgen, wobei das freigelegte Erdplanum mit Baustraßen aus grobstückigem, kantigen Material (z.B. Überkorn 120/60 RC-Material) auf Filtervlies (GRK  $\geq 3$ ) in Vor-Kopf-Bauweise befestigt werden muss. Die Mindestdicke der Baustraßen sollte nach Bauverfahren nicht unter 60 cm gewählt werden und muss über die Bauzeit unterhalten werden (d.h. bedarfsweises Auswechseln mit neuem Material im Bereich von Schlaglöchern und stark frequentierten Ein-/Ausfahrts- und Kurven-/Wende-bereichen).

Nur im Spätsommer nach langer Trockenheit kann der „Sandlöß“ als Ausnahmefall mit Baufahrzeugen ohne Zusatzmaßnahmen befahren werden.

## **10. Baugrundverbesserungsmaßnahmen im Erdplanum sowie im Bereich der Verkehrsflächen**

Wie schon im Abschnitt 4 geschildert, ist die vorhandene Festigkeit im Erdplanum aus „Sandlöß“ entsprechend einem natürlich vorhandenen Verformungsmodul  $E_{v2}$  zwischen 8 MN/m<sup>2</sup> und 15 MN/m<sup>2</sup> zu gering, um die Verkehrsflächen allein mit den Mindestdicken des standardisierten Oberbaues nach RStO-StB ausführen zu können. Es sind also baugrundbedingte Zusatzmaßnahmen notwendig. Desweiteren besteht bei nasser Witterung insgesamt die Gefahr, dass die Oberseite der Schicht 2 aufweicht. Auch deshalb sind bauzeitliche Baugrundverbesserungsmaßnahmen notwendig.

Möglichkeit 1: Baugrundverbesserung mittels zusätzlicher Tragschichtdicken

Hierbei wird die Baugrundfestigkeit im Erdplanum durch den zusätzlichen Einbau von verdichtungsfähigem Fremdmaterial mit gebrochenem Korn (Naturstein- oder RC-Schotter) auf Geotextilunterlage erhöht. Im Fall der Verkehrsflächen muss damit ein  $E_{v2}$ -Wert von  $\geq 45$  MN/m<sup>2</sup> erzielt werden. Nach Erfahrungswerten ist bei mittleren Wassergehalten im „Sandlöß“ von einer voraussichtlich rd. 0,30 m dicken zusätzlichen Tragschichtdicke auszugehen, die allerdings im Fall völliger Wassersättigung des Erdplanums auch größer werden kann. Verbindlich lassen sich die erforderlichen Tragschichtdicken ohnehin erst in der Bauzeit in kleinen Versuchsfeldern mit anschließender Beprobung mit Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 festlegen und optimieren.

Möglichkeit 2: Verbesserung des Planums durch Verfestigung/Stabilisierung durch Kalk und/oder Zement

Hierbei wird in das anstehende Erdplanum rd. 35 cm tief Feinweißkalk (Stabilisierung) oder ein Kalk-Zement-Gemisch (Verfestigung) eingefräst und ausgiebig verdichtet. Auf die gleiche Weise lässt sich auch aus in Abtragbereichen gewonnener örtlicher Bodenaushub an anderer Stelle lagenweise wieder einbauen. Die Zugabemengen an Kalk oder Kalk-Zement (mit jeweils 50% Anteilsmengen) müssen von den Bauausführenden eigenverantwortlich auf der Grundlage von Eig-

nungsversuchen festgelegt werden. Als unverbindlicher Erfahrungswert kann vorab eine Zugabemenge von rd. 7 M-% angegeben werden.

Die Verfestigung/Stabilisierung kann grundsätzlich nicht bei anhaltendem Regenwetter ausgeführt werden und es muss nach Niederschlägen, die zu einer völligen Vernässung des Erdplanums und des wieder einzubauenden Bodens geführt haben, eine Phase der Abtrocknung abgewartet werden. Des Weiteren kann es in Nasszeiten sein, dass die Fräse wegen des Porenwasserüberdruckes im Erdplanum (s.o.) nicht sofort eingesetzt werden kann und der Abbau des Porenwasserüberdruckes abgewartet werden muss. Die Möglichkeit 2 ist also in einem viel stärkeren Maße von der Witterung abhängig als die Möglichkeit 1, d.h. es besteht insbesondere bei der Ausführung im Winter und Frühjahr ein nicht zu unterschätzendes Risiko in der Bauzeit!

## 11. Baugrundabnahmen

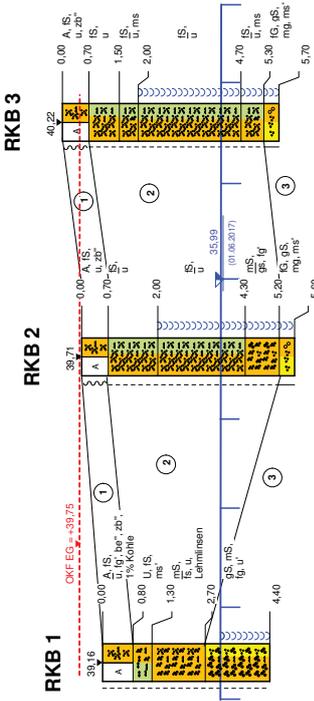
sind erforderlich. Um **rechtzeitige** Benachrichtigung wird gebeten.

Mit freundlichen Grüßen

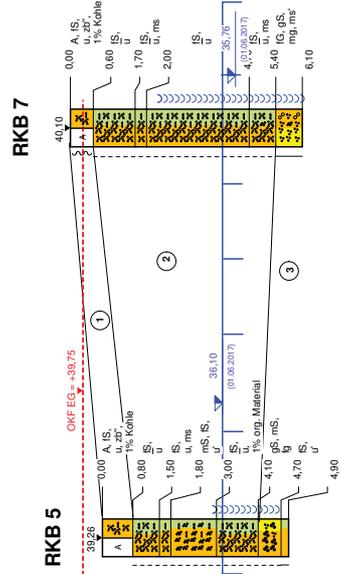
  
(Dipl.-Ing. R. Kramm)



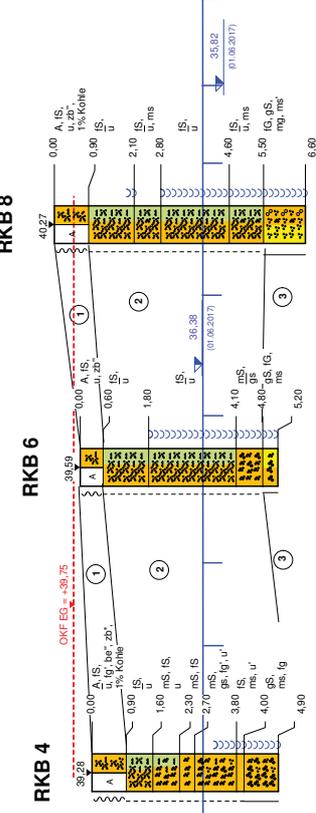
PROFIL 1-1



PROFIL 2-2



PROFIL 3-3



LAGEPLAN



**Zeichenerklärung**

A	Anschüttung
U	Schluff
IS	Feinsand
mS	Mittelsand
gS	Grobsand
IG	Feinkies
u	schluffig
Is	feinsandig
ms	mittelsandig
gs	grobsandig
fg	feinkiesig
mg	mitteltiesig
be	Betonreste
zb	Ziegelreste
—	Schicht habilitiert
—	Schicht weich
—	Grundwasser nach Erde Bohrung mNN
—	Vermassungszone
—	Schicht steil

Schicht	Bezeichnung
1	oberbodenartige Anschüttung (umgelagerter Oberboden)
2	"SandlöÖ"
3	"Terrassensande"

**Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG**  
 Beratender Ingenieur für Geotechnik  
 Adele-Weldman-Str. 60  
 52072 Aachen  
 E-Mail: kramm@geotechnik-aachen.de

Projekt-Nr. **16-0650**  
 Auftraggeber: **CHN GBR**  
 Herkenrather Straße 8, 52538 Gangelt

Anlage-Nr. **1**  
 Projekt: **Neubau einer Wohnanlage**  
 Elisabethstraße, Heinsberg-Lieck

Maßstab: Höhen/Meßstab: 1:100  
 Gezeichnet: Gephift  
 Geprüft: Gauschor  
 Datum: 15.05.2017

## **Anlage 2**

**Auszug aus der Grundwasserdatenbank des  
Landes NRW zu den örtlichen Grundwasserständen**



## Messstelle 010405744 SW HS, Lieck flach

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
2011-2016	Sommer Mittelwerte der Halbjahres-Hauptwerte	-	36,07	36,16	-	36,25	4,59	4,68	4,77	36
2011-2017	Winter Mittelwerte der Halbjahres-Hauptwerte	-	36,22	36,27	-	36,33	4,51	4,57	4,62	40
2011-2017	Gesamt Mittelwerte der Jahres-Hauptwerte	-	36,08	36,21	-	36,34	4,50	4,63	4,76	76
2011	Winter	2011-04-26	36,58	36,64	2011-02-28	36,67	4,17	4,21	4,26	4
2011	Sommer	2011-10-31	36,33	36,45	2011-06-27	36,50	4,34	4,39	4,51	6
2012	Winter	2012-04-30	36,21	36,27	2012-01-30	36,34	4,50	4,57	4,63	6
2012	Sommer	2012-09-24	36,00	36,10	2012-08-27	36,15	4,69	4,75	4,84	6
2013	Winter	2013-04-29	36,19	36,25	2012-11-26	36,38	4,46	4,59	4,65	6
2013	Sommer	2013-09-30	35,97	36,05	2013-05-27	36,17	4,67	4,80	4,87	6
2014	Winter	2014-04-28	36,05	36,10	2014-01-27	36,15	4,69	4,74	4,79	6
2014	Sommer	2014-06-30	35,94	36,09	2014-10-27	36,19	4,65	4,76	4,90	6
2015	Winter	2014-11-24	36,21	36,26	2015-03-30	36,29	4,55	4,58	4,63	6
2015	Sommer	2015-09-28	36,03	36,07	2015-05-25	36,18	4,66	4,77	4,81	6
2016	Winter	2016-04-25	36,11	36,18	2016-02-29	36,27	4,57	4,66	4,73	6
2016	Sommer	2016-06-27	36,13	36,22	2016-07-25	36,29	4,55	4,62	4,71	6
2017	Winter	2016-12-26	36,16	36,19	2017-03-27	36,24	4,60	4,65	4,68	6



Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG, Adele-Weidtman-Str. 60, 52072 Aachen

**Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG**

Adele-Weidtman-Str. 60  
52072 Aachen

Telefon: +49 241 980 97 90  
Fax: +49 241 980 97 910

E-Mail: [kramm@geotechnik-aachen.de](mailto:kramm@geotechnik-aachen.de)

[www.geotechnik-aachen.de](http://www.geotechnik-aachen.de)

29.01.2018  
2017-0551  
7 Seiten

## VEP-Plan Nr.24 in Heinsberg-Lieck, Elisabethstraße

# Geotechnischer Bericht

Hydrogeologische Beurteilung des Baugrundes und seiner Wasserführung im Hinblick auf eine örtliche Versickerung des Niederschlagswassers gemäß den Anforderungen §44, LWG, generelle Beurteilung des Baugrundes als Gründungsboden für eine künftige Bebauung

- Anlagen: 1 Lageplan zur Baugrunderkundung mit Darstellung der Ergebnisse in Form von höhenbezogenen Bohrsäulen im Tiefenmaßstab 1:100 auf einem Profilschnitt durch den Geländeverlauf und die erbohrte Bodenschichtung sowie die Wasserführung im Boden
- 2 Versickerungsprotokolle zu den Versickerungsversuchen in den Bohrlöchern der Baugrunderkundung
- 3 Auszug aus der Grundwasserdatenbank des Landes NRW zu den örtlichen Grundwasserständen

Umsatzst.-ID: DE299337077  
Steuernr.: 201 5823 3747  
HRA: HRA 8606

Aachener Bank  
IBAN: DE 2239 0601 8012 2540 2015  
BIC: GENODED1AAC  
Konto-Nr: 12 2540 2015  
BLZ: 390 60 180

[www.geotechnik-aachen.de](http://www.geotechnik-aachen.de)  
E-Mail: [kramm@geotechnik-aachen.de](mailto:kramm@geotechnik-aachen.de)  
Geschäftsführer: Kramm Verwaltung GmbH  
vertreten durch die Gesellschafter  
Dipl.-Ing. Rüdiger Kramm, Dipl.-Ing. Angela Kramm

# Inhalt

1. Aufgabenstellung
2. Geotechnische Untersuchungen
3. Untersuchungsergebnisse der örtlichen Baugrunderkundung
  - 3.1 Erbohrte oberflächennahe Bodenschichtung
  - 3.2 Wasserführung
  - 3.3 Bodendurchlässigkeiten
4. Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten von nicht-verunreinigtem Niederschlagswasser
5. Beurteilung des Bodens als Baugrund

## **1. Aufgabenstellung**

Der vorliegende Geotechnische Bericht gibt für das o.a. VEP-Plangebiet auf der Grundlage einer örtlichen Baugrunderkundung Auskunft über die örtliche Bodenschichtung, über die generellen geohydrologischen Bedingungen sowie die Bodendurchlässigkeiten im oberflächennahen Untergrund und zieht aus diesen Ergebnissen Rückschlüsse auf die Möglichkeiten einer künftigen gezielten Versickerung des Niederschlagswassers in technischer und wasserrechtlicher Hinsicht. Des Weiteren wird der anstehende Boden generell als Baugrund für eine künftige Bebauung beurteilt.

## **2. Geotechnische Untersuchungen**

Am 12.01.2018 wurde zur Erkundung der generellen Bodenschichtung und der Wasserführung des Bodens im Bebauungsplangebiet flächig verteilt drei Rammkernbohrungen als direkte Bodenaufschlüsse bis in hier relevante Tiefen abgeteuft. In den Bohrlöchern der Baugrunderkundung wurden ferner Durchlässigkeitsversuche durchgeführt, um in den für eine gezielte Versickerung relevanten Tiefenbereichen die Durchlässigkeitsbeiwerte des Bodens zu ermitteln.

Die qualitative Lage der durchgeführten Bohrungen ist mit den Bezeichnungen RKB 1 bis RKB 3 auf Anlage 1 in einem Lageplan zur Baugrunderkundung eingetragen. Auf der gleichen Anlage sind auch die einzelnen Bohrergebnisse zeichnerisch als höhenbezogene Bohrsäulen im Tiefenmaßstab 1:100 dargestellt. Die Geländehöhen an den Bohransatzstellen wurden auf NN/NHN einnivelliert und sind über den Bohrsäulen eingetragen. Die Zahlen rechts neben den Bohrsäulen sind Tiefenangaben in [m] unter der jeweiligen Geländehöhe an der betreffenden Bohransatzstelle und geben so Tiefen unter Flur an, in denen sich der Boden signifikant ändert.

Die in/an der Bohrsäule verwendeten Kennbuchstaben und Symbole sind in einer Legende auf Anlage 1 erklärt.

Nach Abteufen der Bohrungen wurden in den unverrohrten Bohrlöchern RKB 1 und RKB 3 Versickerungsversuche nach den Regeln des USBR-Earth-Manual durchgeführt, die in Anlage 2 dokumentiert und ausgewertet sind.

### **3. Untersuchungsergebnisse der örtlichen Baugrunderkundung**

#### **3.1 Erbohrte oberflächennahe Bodenschichtung**

##### Schicht 1 – umgelagerter Oberboden

Die Baugrundoberseite besteht an den Bohransatzstellen überall aus humosen, organischen Oberbodenschicht, die z.T. künstlich umgelagert wurde und deshalb örtlich mit wenig Ziegelbruch und Betonstücken (Anteilsmengen rd.1% bis 3%) durchmischt ist. Die Dicke dieser Oberbodenschicht beträgt bei RKB 1 und RKB 3 rd. 0,4 m und 0,5 m und reicht bei RKB 2 in Form einer stärker ausgebildeten Anfüllung mit „Lehm“-Anteilen bis 1,7 m unter Flur.

##### Schicht 2 – „Sandlöß“ („Löblehm“)

Ab den v.g. Tiefen folgt die natürliche, gewachsene Baugrundoberseite. Es handelt sich geologisch um eine Flugsandablagerung („Sandlöß“), die infolge Verwitterung unter Bildung von Tonmineralien weitgehend zu einem „Löblehm“ (sog. „Feldspat“) verwittert ist. Der „Sandlöß“ in unverwitterter Form wurde nur in den Bohrungen RKB 1 und RKB 3 als feinsandiger Mittelsand und schwach toniger und stark schluffiger Mittelsand in Tiefen zwischen 2,3 m und 3,0 m sowie 2,6 m und 3,5 m unter Flur erhalten. Im Bereich der Bohrung RKB 2 hat sich der „Sandlöß“ unterhalb einer Tiefe von 3,4 m unter Flur in der Kornverteilung eines Schluff-Feinsand-Gemisches (teilverwittert) bis zur Schichtgrenze erhalten. Nur im Bereich des „Sandlösses“ ist der Boden innerhalb der Schicht 2 eingeschränkt wasser durchlässig. Im Bereich des „Löblehms“ ist wegen der schluffigen Hauptanteile, die zu einem sehr engen Bodenporenraum führen, der einer Sickerwasserbewegung sehr große Reibungs- und Kapillarkräfte entgegensetzt, keine nennenswerte Wasserbewegung möglich.

Die Schichtunterseite der Schicht 2 liegt zwischen 5,1 m und 5,6 m unter Flur und vertieft sich in südöstlicher Richtung. Dort verläuft in rd. 200 m Entfernung der Liecker Bach als natürlicher Vorfluter des Grundwassers.

### Schicht 3 – Eiszeitliche „Terrassenkiese“

Der tiefere Untergrund besteht aus mitteldicht gelagerten sandigen Kiesen, deren Haufwerksraum mit schluffigen Nebenanteilen schwach bis mittel „verlehmt“ ist. Geologisch handelt es sich um eiszeitliche Ablagerungen der „Hochterrasse“, die bis in hier nicht mehr interessierende Tiefen reichen. Es handelt sich um einen relativ gut wasserdurchlässigen Baugrund, der allerdings erst unter dem Grundwasserspiegel (s.u.) beginnt.

### **3.2 Wasserführung**

Am Tag der Baugrunderkundung wurde der Grundwasserspiegel in den unverrohrten Bohrungen der Baugrunderkundung mit der Messgenauigkeit  $\pm 0,05$  m in folgenden Tiefen angetroffen:

- RKB 1: 4,3 m unter Flur, d.h. auf +36,1 m
- RKB 2: 3,9 m unter Flur, d.h. auf +36,0 m
- RKB 3: keine Messung möglich, da das Bohrloch zufiel.

Der zusammenhängende Grundwasserspiegel liegt nach einer Recherche des Unterzeichners in der Grundwasserdatenbank des Landes NRW ausweislich einer am südwestlichen Rand der Untersuchungsfläche gelegenen Grundwassermessstelle (Nr.010405744) zwischen +35,9 m und +36,6 m (s. Anlage 3). Die Mittelwerte der Halbjahres-Hauptwerte im Sommer und Winter liegen zwischen +36,33 m und +36,22 m. Bei dem am Tag der Baugrunderkundung festgestellten Grundwasserstand handelt es sich damit um mittlere Grundwasserstände. In Verbindung mit den o.a. Geländehöhen ergeben sich damit kleinste Grundwasserflurabstände zwischen rd. 3,3 m und 3,8 m.

### **3.3 Bodendurchlässigkeiten**

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurde der Wasserdurchlässigkeitsbeiwert in der Schicht 2 - „Sandlöß“ („Löblehm“) - durch zwei Versickerungsversuche nach den Regeln des USBR-Earth-Manual überprüft. Ein Versuch wurde in der nur relativ dünnen Zwischenzone des stärker sandigen (unverwitterten) „Sandlöß“ und ein Versuch in dem verwitterten „Sandlöß“, dem überwiegend anstehenden „Löblehm“, durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Versickerungsversuche sind in der

Anlage 2 dokumentiert und auch in der Berechnung der Durchlässigkeitsbeiwerte  $k$  ausgewertet. Im Einzelnen führten die Versickerungsversuche zu folgenden Durchlässigkeitsbeiwerten:

Versickerungsversuch im Bohrloch RKB 1 – „Sandlöß“:  $k = 4,18 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Versickerungsversuch im Bohrloch RKB 3 – „Löblehm“:  $k = 6,26 \times 10^{-7} \text{ m/s}$

Gemäß Tabelle B1 der ATV-DVWK-A 138 müssen für die Bemessung der Versickerung die in den Feldversuchen methodenspezifischen  $k$ -Werte mit dem Korrekturfaktor 2,0 zu einem Bemessungs- $k_{\text{cal.}}$ -Wert modifiziert werden. Der Korrekturfaktor von 2,0 für Feldversuche bedeutet, dass durch die Feldversuche genau die Durchlässigkeit festgestellt wird, mit der die Versickerungsanlagen später betrieben werden; also dem vertikalen Durchlässigkeitsbeiwert in der ungesättigten Bodenzone entsprechen. Damit ergeben sich folgende modifizierte Durchlässigkeitsbeiwerte  $k'$

Versickerungsversuch im Bohrloch RKB 1 – „Sandlöß“:  $k' = 8,36 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Versickerungsversuch im Bohrloch RKB 3 – „Löblehm“  $k' = 1,25 \times 10^{-6} \text{ m/s}$

Für eine betriebssichere Versickerung wird nach ATV-DVWK-A 138 entwässerungstechnisch ein Mindestwert für die Bodendurchlässigkeit von  $k_{\text{min}}$  von  $1,0 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  verlangt. Bei geringeren Bodendurchlässigkeit entstehen in Versickerungsanlagen zu lange Einstauzeiten, wodurch sich, neben unwirtschaftlichen Anlagenabmessungen, vermehrt Schwebstoffanteile in den Anlagen absetzen sowie zu Verschlämmungen und anaeroben Verhältnissen führen. Auf der Grundlage muss eine Versickerungsanlage in dem „Löblehm“ aus betrieblicher Sicht als grenzwertig beurteilt und kann vom Unterzeichner nicht empfohlen werden. Eine gezielte betriebssichere Versickerung in dem „Sandlöß“ ist hingegen möglich. Allerdings ist diese Schicht oberhalb des Grundwasserspiegels nur im Bereich der Bohrungen RKB 1 und RKB 3 in begrenzten Schichtdicken von 0,7 m und 0,9 m gefunden worden.

#### **4. Beurteilung der Versickerungsmöglichkeiten von nicht-verunreinigtem Niederschlagswasser**

Mit den durchgeführten Untersuchungen ist nachgewiesen, dass eine örtliche gezielte Versickerung von nicht-verunreinigtem Niederschlagswasser im Plangebiet aus technischen Gründen im westlichen und nordwestlichen Bereich (Bereich RKB 1 und RKB 3) grundsätzlich möglich ist.

Zum natürlichen Abbau möglicher Restverschmutzungen im Niederschlagswasser ist ferner zwischen der Sohle der Versickerungsanlage eine ungesättigte Bodenzone vom mindestens  $a \geq 1,00$  m nachzuweisen. Diese Bedingung kann mit einem entsprechenden Bodenaustausch unterhalb der Sohlen von relativ flach geplanten Versickerungsanlagen (z.B. Mulden oder Rigolen) bis auf den „Sandlöß“ erfüllt werden.

Bei der Konzeption der Versickerungsanlagen ist bei der hydrologischen Bemessung und Planung auf die begrenzte Schichtdicke des „Sandlösses“, d.h. auf das begrenzte Aufnahmevermögen dieser Schicht, zu achten.

## 5. Beurteilung des Bodens als Baugrund

Die Schicht 1 muss wegen ihrer organischen Bestandteile im Bereich von Gründungen und Zuwegungen flächig angeschoben werden, d.h. sie darf unter Verkehrs- und Wegeflächen sowie der späteren Bebauung nicht verbleiben.

Die Schicht 2 ist für künftige Gründungen ein zuverlässiger und mäßig belastbarer Baugrund, auf dem grundsätzlich ohne baugrundbedingte Mehraufwendungen flach, d.h. mit Streifen- und Einzel-fundamenten oder Plattengründungen fundamementiert werden kann. Bei der Herstellung von Gründungen ist auf die große bautechnische Empfindlichkeit des Bodens an seiner freigelegten Oberseite gegenüber den Einwirkungen aus Wasser und Frost, ferner auf die große Erosionsempfindlichkeit des Bodens, zu achten. Dies gilt gleichermaßen auch für das Erdplanum im Bereich der späteren Verkehrsflächen. Bei der Bauausführung sind demzufolge entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen (z.B. sofortiges Abdecken mit Betonsauberkeitsschichten, bzw. dem Einbau von Tragschichten auf Vliesunterlage).

  
(Dipl.-Ing. R. Kramm)

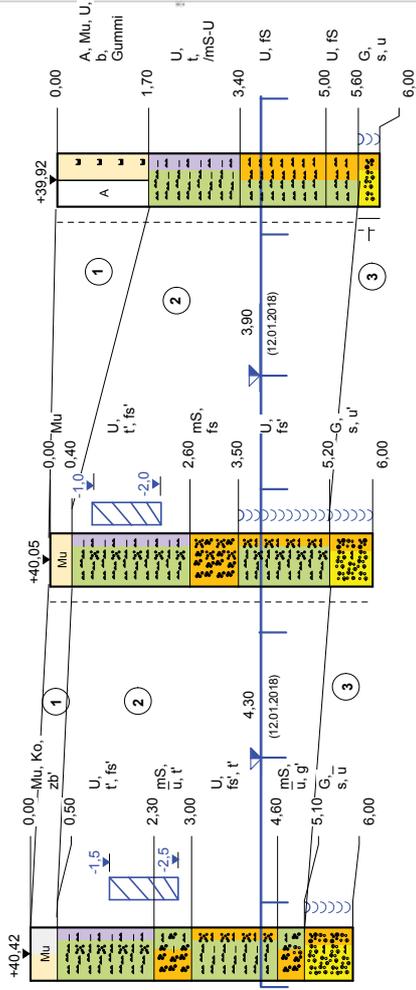


## **Anlage 1**

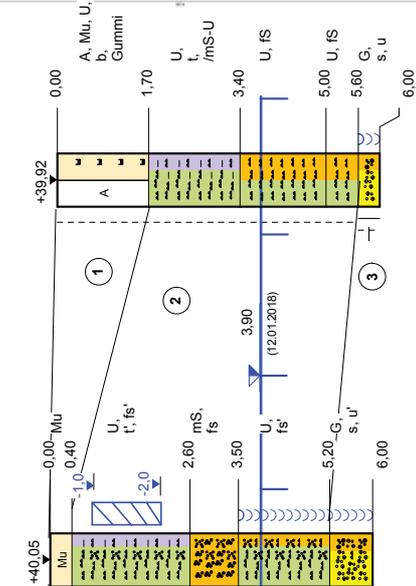
**Lageplan zur Baugrunderkundung mit Darstellung der Ergebnisse in Form von höhenbezogenen Bohrsäulen im Tiefenmaßstab 1:100 auf einem Profilschnitt durch den Geländeverlauf und die erbohrte Bodenschichtung sowie die Bauwerksplanung**

# PROFIL 1-1

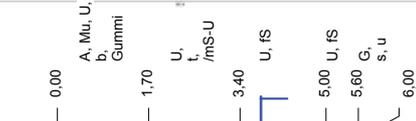
## RKB 1/W



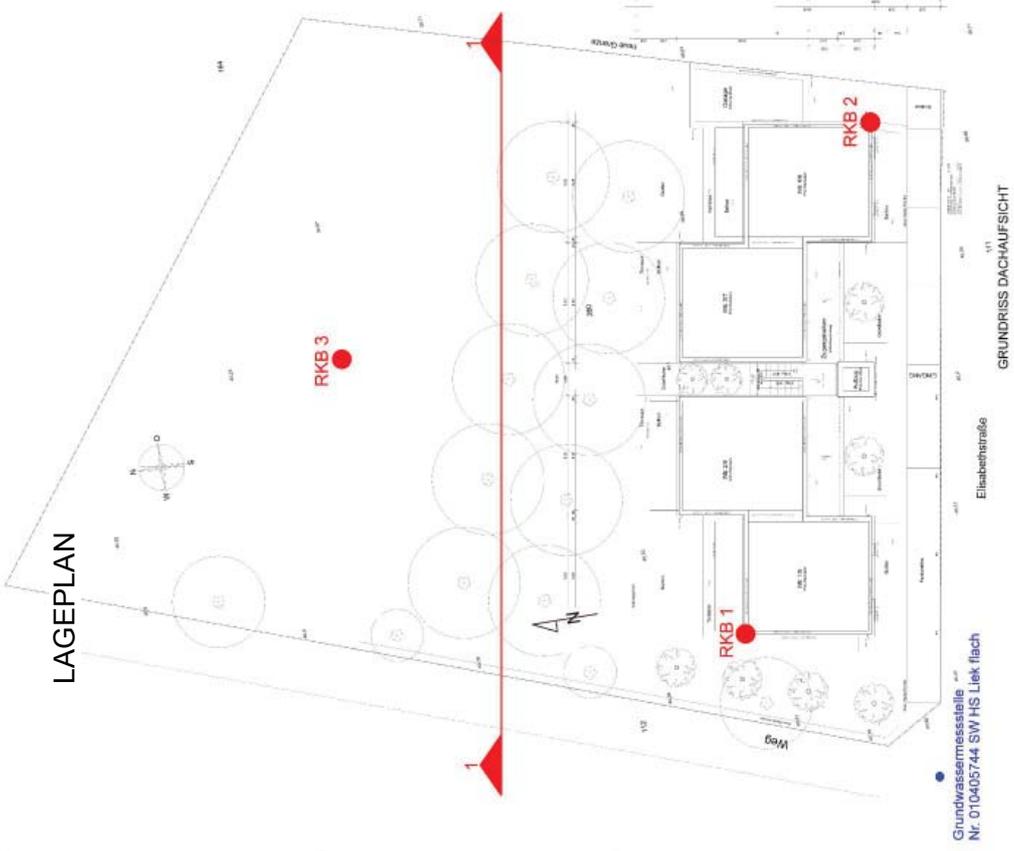
## RKB 3/W



## RKB 2



# LAGEPLAN



## Zeichenerklärung

Mu	Mutterboden
A	Anschüttung
U	Schluff
fs	Feinsand
mS	Mittelsand
G	Kies
Ko	Kohlereste
u	schluffig
fs	feinsandig
s	sandig
g	kiesig
t	tonig
b	Bauschuttreste
zb	Ziegelreste
	Schicht steif-halbsteif
	Grundwasser nach Ende Bohrung muGOK
	Schicht steif
	Vernässungszone

Schicht	Bezeichnung
①	Mutterboden/oberbodenartige Anschüttung
②	"Sandloß"
③	"Terrassenkiese"/"Terrassensande"

<b>Kramm Ingenieure GmbH &amp; Co. KG</b> Beratender Ingenieur für Geotechnik Adele-Weidman-Strasse 60 52072 Aachen E-Mail: kramm@geotechnik-aachen.de	
Auftraggeber:	<b>Herr Martin Werden</b> Elisabethstraße 82, Heinsberg-Lieck
Projekt:	<b>VEP-Plan Nr. 24, Heinsberg</b>
Projekt-Nr.	17-0551
Anlage-Nr.	1
Maßstab	Höhen-Maßstab 1 : 100
Gezeichnet:	va
Geprüft:	
Gutachter:	
Datum	22.01.2018

## **Anlage 2**

**Versickerungsprotokolle zu den Versickerungsversuchen in den Bohrlöchern der Baugrunderkundung**

# Versickerungsversuch nach USBR EARTH MANUAL (Brunnen-Methode)

Versuch Nr. :V1 (B1)

Ort: Heinsberg, Elisabethstr.

Datum: 12.1.2018

Der Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$   
des Untergrundes wird bestimmt  
nach der Formel :

$$k_f = 0,265 \times \frac{Q}{h^2} \left[ ar \sinh\left(\frac{h}{r}\right) - 1 \right] \quad [\text{m/s}]$$

wobei:

$$ar \sinh \frac{h}{r} = \ln \left[ \frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r}\right)^2 + 1} \right]$$

Dabei bedeuten :

Q	=	Versickerte Wassermenge	=	$4,38 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$
h	=	Wasserhöhe im Brunnen	=	1,0 m
r	=	Brunnenradius	=	0,02 m
t	=	Brunnentiefe unter GOK	=	2,5 m

Somit wird

$$k_f = 0,265 \times \frac{Q}{h^2} \left\{ \ln \left[ \frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r}\right)^2 + 1} \right] - 1 \right\} \quad [\text{m/s}]$$

$$k_f = 4,18 \times 10^{-6} \quad [\text{m/s}]$$

Proj.Nr. 2017-0551
--------------------

Anl.
------

# Versickerungsversuch nach USBR EARTH MANUAL (Brunnen-Methode)

Versuch Nr. :V2 (B3)

Ort: Heinsberg, Elisabethstr.  
Datum: 12.1.2018

Der Durchlässigkeitsbeiwert  $k_f$   
des Untergrundes wird bestimmt  
nach der Formel :

$$k_f = 0,265 \times \frac{Q}{h^2} \left[ ar \sinh\left(\frac{h}{r}\right) - 1 \right] \quad [\text{m/s}]$$

wobei:

$$ar \sinh \frac{h}{r} = \ln \left[ \frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r}\right)^2 + 1} \right]$$

Dabei bedeuten :

Q	=	Versickerte Wassermenge	=	$6,557 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$
h	=	Wasserhöhe im Brunnen	=	1,0 m
r	=	Brunnenradius	=	0,02 m
t	=	Brunnentiefe unter GOK	=	2,0 m

Somit wird

$$k_f = 0,265 \times \frac{Q}{h^2} \left\{ \ln \left[ \frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r}\right)^2 + 1} \right] - 1 \right\} \quad [\text{m/s}]$$

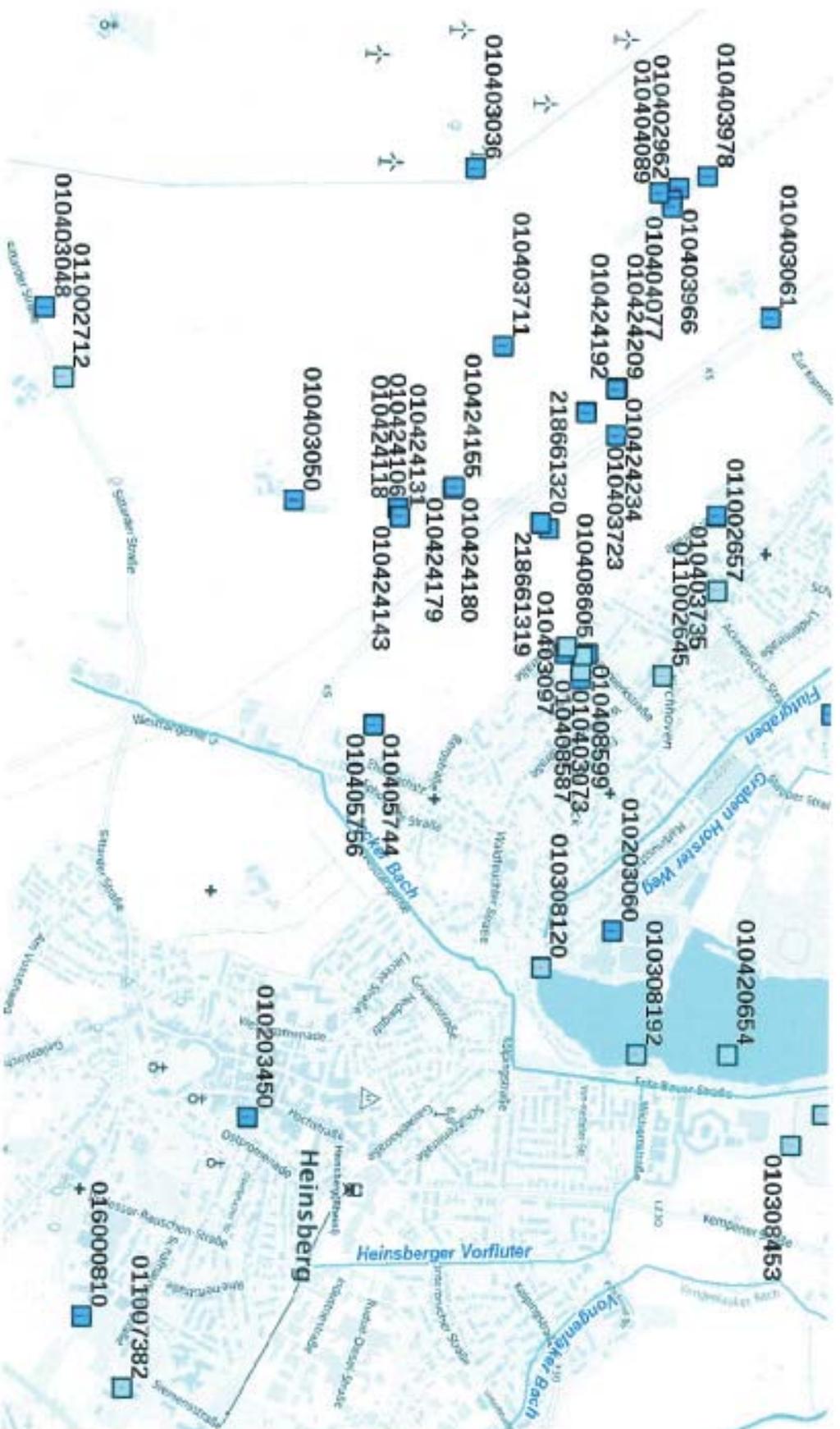
$$k_f = 6,26 \times 10^{-7} \quad [\text{m/s}]$$

Proj.Nr. 2017-0551
--------------------

Anl.
------

## **Anlage 3**

**Auszug aus der Grundwasserdatenbank des Landes  
NRW zu den örtlichen Grundwasserständen**



Datum 29.01.2018  
Maßstab 1:18.056

903 Meter

Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW © Geobasis NRW 2013  
© Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2013  
© Planet Observer 2013

## Messstelle 010405744 SW HS, Lieck flach

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
2011-2017	Winter Mittelwerte der Halbjahres-Hauptwerte	-	36,22	36,27	-	36,33	4,51	4,57	4,62	40
2011-2017	Sommer Mittelwerte der Halbjahres-Hauptwerte	-	36,04	36,13	-	36,22	4,62	4,71	4,80	42
2011-2017	Gesamt Mittelwerte der Jahres-Hauptwerte	-	36,04	36,20	-	36,34	4,50	4,64	4,80	82
2011	Winter	2011-04-26	36,58	36,64	2011-02-28	36,67	4,17	4,21	4,26	4
2011	Sommer	2011-10-31	36,33	36,45	2011-06-27	36,50	4,34	4,39	4,51	6
2012	Winter	2012-04-30	36,21	36,27	2012-01-30	36,34	4,50	4,57	4,63	6
2012	Sommer	2012-09-24	36,00	36,10	2012-08-27	36,15	4,69	4,75	4,84	6
2013	Winter	2013-04-29	36,19	36,25	2012-11-26	36,38	4,46	4,59	4,65	6
2013	Sommer	2013-09-30	35,97	36,05	2013-05-27	36,17	4,67	4,80	4,87	6
2014	Winter	2014-04-28	36,05	36,10	2014-01-27	36,15	4,69	4,74	4,79	6
2014	Sommer	2014-06-30	35,94	36,09	2014-10-27	36,19	4,65	4,76	4,90	6
2015	Winter	2014-11-24	36,21	36,26	2015-03-30	36,29	4,55	4,58	4,63	6
2015	Sommer	2015-09-28	36,03	36,07	2015-05-25	36,18	4,66	4,77	4,81	6
2016	Winter	2016-04-25	36,11	36,18	2016-02-29	36,27	4,57	4,66	4,73	6
2016	Sommer	2016-06-27	36,13	36,22	2016-07-25	36,29	4,55	4,62	4,71	6
2017	Winter	2016-12-26	36,16	36,19	2017-03-27	36,24	4,60	4,65	4,68	6
2017	Sommer	2017-06-26	35,91	35,95	2017-05-27	36,05	4,79	4,89	4,93	6

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
------	----------	-------	---------	--------------	-------	---------	---------	--------------	---------	--------------

26

29