



Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG  
Adele-Weidtmann-Str. 87 – 93, 52072 Aachen

Pohlen Ingenieurbau

Am Pannhaus 2/10  
52511 Geilenkirchen

**Kramm Ingenieure GmbH & Co. KG**

Adele-Weidtmann-Str. 87 – 93  
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)

13.05.2019  
2019-0098  
21 Seiten

**Aufstellung eines Bebauungsplans an der Dürener Straße in Geilenkirchen-Immendorf**

## Geotechnischer Bericht

über

den Baugrund und seine Wasserführung mit Beurteilung

- der Versickerungsmöglichkeiten für nicht verunreinigtes Niederschlagswasser (hydrogeologische Stellungnahme)
- der bautechnischen Rückschlüsse auf den Straßen- und Kanalbau (Erschließung) sowie den Hochbau

- Anlagen: 1 Lageplan zur Baugrunderkundung mit Darstellung der Ergebnisse der Rammkernbohrungen in Form von Bohrsäulen im Tiefenmaßstab 1:100 auf drei Profilschnitten durch den Geländeverlauf und die Bodenschichtung
- 2 Auszug aus der Grundwasserdatenbank des Landes NRW zu den örtlichen Grundwasserständen
- 3 Dokumentation und Auswertung von Versickerungsversuchen in Bohrlöchern von Rammkernbohrungen
- 4 Prüfbericht zu den chemisch-analytischen Laboruntersuchungen

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. Geländehöhen
4. Geologische Stellung des Plangebietes und Grundwasser
5. Oberflächennahe Bodenschichtung
6. Bodendurchlässigkeit und Versickerung von Niederschlagswasser nach § 51 a, LWG
7. Wasserführung im Baugrund und seine bautechnischen Konsequenzen
8. Baugrundeigenschaften
9. Bodenklassifikation nach DIN 18 196 und DIN 18 300
10. Homogenbereiche nach VOB/C
11. Erdbautechnische Wiedereinbaufähigkeit von örtlichem Bodenaushub
12. Beurteilung eines Altlastenverdachttes
13. Chemisch-analytische Untersuchung des Bodens nach LAGA TR-Boden
14. Erschließungsmaßnahmen
  - 14.1 Erdbau / Erschließung des Baufeldes
  - 14.2 Baugrundverbesserungsmaßnahmen des Erdplanums im Bereich von Verkehrsflächen
  - 14.3 Kanalbau
15. Hochbau
  - 15.1 Gründungstiefe, Gründungsboden und Gründungsart
  - 15.2 Geotechnische Bemessung von Gründungen
  - 15.3 Nachweis gemäß DIN EN 1998-1 gegen Erdbebenkräfte

## 1. Aufgabenstellung

An der Dürener Straße in Geilenkirchen-Immendorf auf den Flurstücken 23, 24 und 202 soll das Betriebsgelände der Firma Pohlen erweitert werden. Für die geplanten Erweiterungen der Bauabschnitte BA IV, BA V und BA VI soll ein entsprechender Bebauungsplan erstellt werden.

Der vorliegende Bericht gibt für das v. g. geplante Baugebiet auf der Grundlage einer örtlichen Baugrunderkundung Auskunft über

- a) den oberflächennahen Baugrund und seine Wasserführung
- b) die Versickerungsmöglichkeiten für nicht verunreinigtes Niederschlagswasser gemäß § 51a LWG
- c) die bautechnischen Rückschlüsse auf die Planung und Ausführung der künftigen Straßen- und Kanalbaumaßnahmen (Erschließung) sowie künftiger Hochbauten
- d) die chemische Beschaffenheit des Bodens hinsichtlich der Wiederverwertungs- und Deponierungsmöglichkeiten des künftigen Bodenaushubes.

## 2. Geotechnische Untersuchungen

Am 20.03. und 22.03.2019 wurden zur Erkundung der Bodenschichtung und der Wasserführung des Baugrunds in der Fläche des Baugebietes insgesamt 16 Rammkernbohrungen als direkte Baugrundaufschlüsse abgeteuft. In vier der Rammkernbohrungen wurde jeweils ein Versickerungsversuch durchgeführt, um den Bodendurchlässigkeitsbeiwert als Grundlage für die hydrologische Bemessung einer späteren Versickerungsanlage für die gezielte Verrieselung anfallender Niederschlagswasser in den anstehenden Boden zu ermitteln. Die Lage der einzelnen Bohrungen ist auf Anlage 1 in einem Lageplan zur Baugrunderkundung mit den Bezeichnungen RKB 1 bis RKB 20 (Rammkernbohrungen) eingetragen. Die Bohrungen RKB 4, RKB 13, RKB 14 und RKB 17 im Bauabschnitt BA III entfielen auf Wunsch des Auftraggebers. Die Rammkernbohrungen, in welchen Versickerungsversuche durchgeführt wurden, wurden mit „VV“ gekennzeichnet (RKB 1/VV, RKB 3/VV, RKB 10/VV und RKB 20/VV). Auf Anlage 1 sind neben der qualitativen Lage der Bohrungen außerdem die einzelnen Bohrergebnisse als höhenbezogene Bohrsäulen im Tiefenmaßstab 1:100 auf drei Profilschnitten durch den Geländeverlauf und die Bodenschichtung dargestellt. Die über den Bohrsäulen eingetragenen Bohransatzhöhen wurden von uns auf NN/NHN einnivelliert. Als Höhenfestpunkt für

dieses Nivellement diene die Oberkante eines Kanaldeckels (OK KD) in der Dürerer Straße (Lage KD s. Lageplan Anlage 1), dessen Höhe in den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen mit +106,95 m angegeben ist. Die Zahlen rechts neben den Bohrsäulen sind dagegen Tiefenangaben in [m] unter der jeweiligen Geländeoberkante an den Bohransatzstellen und geben so Tiefen unter Flur an, in denen sich der Boden signifikant ändert.

Die in/an den Bohrsäulen verwendeten Kennbuchstaben und Bodensymbole sind auf Anlage 2 in einer Legende erklärt.

Die in den Rammkernbohrungen RKB 1/VV, RKB 3/VV, RKB 10/VV und RKB 20/VV durchgeführten Versickerungsversuche sind in der Anlage 3 dokumentiert und ausgewertet.

Aus dem geförderten Bohrgut der Baugrunderkundung wurden im Nachgang zu den örtlichen Arbeiten zur Feststellung der Wiederverwertbarkeit der anstehenden Böden drei Mischproben mit den Bezeichnungen MP 1 bis MP 3 hergestellt und anschließend auf den Parameterkatalog der LAGA TR-Boden (2004) chemisch-analytisch untersucht. Die einzelnen Ergebnisse sind dem Laborbericht in Anlage 4 zu entnehmen.

### **3. Geländehöhen**

Nach dem vorliegenden Vermessungsplan der VDH Projektmanagement GmbH fällt die Geländeoberfläche im geplanten Baugebiet von rd. +108,7 m im westlichen Eckbereich nach Osten um maximal ca.  $\Delta h = 5,2$  m auf rd. +103,5 m ab.

### **4. Geologische Stellung des Plangebietes und Grundwasser**

Die natürliche Baugrundoberseite besteht aus einer Flugsandablagerung in der geologischen Form von „Löß“, der unter Bildung von Tonmineralien mehr oder weniger tief und ausgeprägt zu „Lößlehm“ „verwittert“ sein kann.

Unter der „Löß“- bzw. „Lößlehm“-Decke folgen eiszeitliche Ablagerungen in Form mitteldicht bis dicht gelagerter Sande und Kiese, die nach amtlichen geologischen Unterlagen bis rd. 10 m unter Gelände reichen. Der darunter folgende tiefere Untergrund wird aus tertiären Schichten als Wechsellagerung überwiegend dicht gelagerter Fein- und Mittelsande mit örtlichen Einlagerungen von Braunkohle und Tonzwischenlagen gebildet.

Der natürliche Grundwasserspiegel unter dem Untersuchungsgebiet schwankt ausweislich einer etwa 1500 m nordwestlich gelegenen und in den Jahren 1958 bis 2018 beobachteten Grundwassermessstelle, die in der Grundwasserdatenbank des Landes NRW unter der Nr. 219601010 mit der Bezeichnung „Apweiler“ geführt wird, zwischen rd. NN +65,4 m und +76,4 m. Der entsprechende Auszug aus der Grundwasserdatenbank liegt diesem Bericht als Anlage 2 bei. In den Grundwasserhöhengleichen-Karten im amtlichen „Rahmenplan Rur“ (1962) ist der natürliche Grundwasserstand auf einem Niveau von ca. +78 m bis +79 m eingetragen. Der natürliche Grundwasserflurabstand beträgt in Verbindung mit den o. a. Geländehöhen damit rd. 24,5 m bis 30,7 m. Er ist derzeit dauerhaft unter das natürliche Grundwasserniveau bis in noch ferner Zukunft durch die Sumpfungsmaßnahmen in den Braunkohletagebauen der RWE Power tiefgründig abgesenkt und wird nach den Prognosen des Bergbaubetriebenden nach dem Auflassen der Tagebaue voraussichtlich sehr langsam wieder auf seine natürlichen Grundwasserhöhen (s. o.) ansteigen.

## **5. Oberflächennahe Bodenschichtung**

### Schicht 1 – umgelagerter Oberboden (Ackerboden)

Die Baugrundoberseite besteht aus einer zwischen ca. 0,5 m und 0,8 m, im Mittel rd. 0,6 m dicken Schicht aus „lehmigem“ Oberboden (Ackerboden). Infolge der landwirtschaftlichen Bearbeitung (Pflügen) ist die Unterseite des Oberbodens mit der unterlagernden Baugrundoberseite durchmischt und dadurch nicht mehr als klare Schichtunterkante vorhanden.

Der Oberboden muss aufgrund seiner organischen Bestandteile im Bereich der künftigen Straßen, Wege und Gebäude flächig abgetragen werden, d. h. die Schichtdicke des Oberbodens bestimmt in Verbindung mit den derzeitigen Geländehöhen erst die endgültige Tiefenlage des Erdplanums. Der Oberboden aus den Abtragbereichen muss als schützenswerter Kulturboden erhalten und deshalb wiederverwertet werden.

### Schicht 2 – „Löß“/„Lößlehm“

Unter dem Oberboden steht an allen Bohransatzstellen sofort die gewachsene Baugrundoberseite als zwischen rd. 4,7 m und 6,7 m dicke und durchgehend „lehmige“ Deckschicht an, die bis 5,5 m und 7,5 m unter Flur reicht. Die Schicht 2 aus „Löß“/„Lößlehm“ ist daher sowohl für nicht unterkellerte, als auch für unterkellerte Bauwerke die maßgebende Bodenart und bildet somit im gesamten Bereich des Bebauungsplanes den unmittelbaren Gründungsboden und auch das Erdplanum.

Geologisch handelt es sich, wie schon im Abschnitt 4 geschildert, um „Löß“, der örtlich mehr oder weniger stark zu „Lößlehm“ verwittert ist. Der „Löß“/„Lößlehm“ wurde in den Kornverteilungen schwach feinsandiger bis feinsandiger, teils schwach toniger bis toniger Schluffe erbohrt.

Der natürliche (jahreszeitlich bedingte) Schwankungsbereich des Bodenwassergehaltes in der Schicht 2 aus „Löß“/„Lößlehm“ variiert nach statistisch abgesicherten Laborergebnissen zwischen rd.  $w_{\min} = 15\%$  bis  $w_{\max.} = 25\%$ . Mit einem offenen Porenraum des ungestörten (in seiner natürlichen Lagerung belassenen) „Löß“/„Lößlehms“ von rd. 28 % und einem nicht verdrängbaren Bodenluftrestraum von rd. 1 % bis 2 % ist die Schicht 2 mit einem Wassergehalt von  $w = 26\%$  vollkommen wassergesättigt, d. h. oberhalb dieses Wassergehaltes nimmt der Baugrund und das Erdplanum überhaupt kein Wasser mehr auf. Mit der charakteristischen Plastizitätszahl  $I_p = 0,06$  und einer Fließgrenze von  $w_L = 0,30$  ergibt sich für die o. a. Wassergehalte aus den bodenmechanischen Zusammenhängen zwischen Fließgrenze, Wassergehalt und Plastizität i. M. eine steife Bodenkonsistenz (Konsistenzzahl  $I_c = 0,75$  bis 1,00), die bei völliger Wassersättigung minimal auf die Konsistenzgrenze zwischen weich und steif ( $I_c = 0,75$ ) absinken kann.

Aufgrund des engen Bodenporenraums ist der „Löß“/„Lößlehm“ mit seinen entsprechend großen, einer Wasserbewegung entgegenwirkenden Reibungs- und Kapillarkräften mit einem charakteristischen Durchlässigkeitsbeiwert von  $k < 1 \times 10^{-6}$  m/s nur schwach durchlässig. D. h. der Boden verhält sich deshalb bei stärkerem Wasserandrang (z. B. Starkregenereignis) zeitweise nahezu wie ein Wasserstauer. Eine betriebssichere, gezielte Versickerung ist in diesem Boden daher nicht zu gewährleisten.

Im Winter bis Frühjahr nach intensiven Niederschlagsphasen ist die Oberseite der Schicht 2 nach den sehr guten örtlichen Erfahrungen der Unterzeichner mehr oder weniger vollständig mit Kapillarwasser gesättigt (der Boden ist „vernässt“) und nimmt dann praktisch überhaupt kein zusätzliches Wasser auf. Aufgrund dieser Eigenschaft bildet sich nach Regenfällen über dem Erdplanum zeitweise Stauwasser.

Der „Löß“/„Lößlehm“ als Baugrund: Für die künftige Gründung von Gebäuden bzw. Bauwerken in dem neuen Baugebiet handelt es sich um einen generell zuverlässigen, mäßig belastbaren und mit einem charakteristischen Steifemodul der Erstbelastung von  $E_{s,stat.} = 7 \text{ MN/m}^2 \pm 10\%$  um einen mittel zusammendrückbaren Baugrund.

Beim Straßenbau ist der charakteristische Verformungsmodul im Erdplanum aus ungestörtem „Löß“/„Lößlehm“ zu beachten, der nur rd.  $E_{v2} = 10 \text{ MN/m}^2$  bis  $20 \text{ MN/m}^2$  beträgt. Er ist damit kleiner als die Mindestfestigkeit des Erdplanums von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nach RStO 12, um Verkehrsflächen

allein mit der Standarddicke des frostsicheren Oberbaues ausführen zu können, d. h. es werden hierfür baugrundbedingte Zusatzmaßnahmen notwendig (s. u.).

Der „Löß“/„Lößlehm“ während der Bauzeit: Der „Löß“/„Lößlehm“ ist an seiner freigelegten Oberseite sehr wasser-, frost- und erosionsempfindlich. Der bodenmechanische Hintergrund ist, dass sich der v. g. Porenraum an der Schichtoberseite infolge Entlastung (z. B. durch Aushub) und/oder durch Baubetrieb (Zerstörung der gewachsenen Kornstruktur) vergrößern und damit über das natürliche Maß mehr Wasser aufnehmen kann. Die Bodenkonsistenz kann in diesem Fall dann im Gegensatz zum gewachsenen Boden in seiner natürlichen Lagerung (s. o.) sehr schnell aufweichen und weich bis breiig-fließend zerfallen. Ist zusätzlich die gewachsene Bodenstruktur zerstört (z. B. durch Verfahren mit Baugeräten), ist der Verlust an Baugrundfestigkeit nicht mehr reversibel, d. h. der Boden muss dann als unbrauchbarer Erdbaustoff und Baugrund abgefahren werden.

In der gewachsenen (durch rechtzeitige Schutzmaßnahmen geschützten) „Löß“/„Lößlehm“-Oberseite kann bei hohen Bodenwassergehalten kurz nach dem Aushub und/oder Befahren kurzzeitig Porenwasserüberdruck auftreten, was sich in einem „puddingartigen“ Verhalten des Erdplanums bemerkbar macht. Ohne neue und weitere Belastungen baut sich dieser Porenwasserüberdruck jedoch nach einiger Zeit (einige Tage) selbstständig ab und der „Löß“/„Lößlehm“ kehrt wieder in seine natürliche Baugrundfestigkeit zurück. Während der Bauzeit sind daher kurzzeitige Erscheinungen im Erdplanum infolge Porenwasserüberdruckes reversibel und allenfalls der Grund für Bauunterbrechungen oder einer Abänderung des Bauablaufes, nicht aber der Grund für Bodenaustauschmaßnahmen.

Der „Löß“/„Lößlehm“ ist insgesamt nur schwach durchlässig und verhält sich bei stärkerer Wasserzufuhr (z. B. bei Starkregenereignissen), die sein geringes Schluckvermögen übersteigen, kurzfristig wie ein Wasserstauer.

### Schicht 3 – „Terrassensande/Terrassenkiese“

Ab Tiefen von 5,5 m bis 7,5 m unter Flur steigt die Baugrundfestigkeit sprunghaft um ein Vielfaches an, indem mitteldicht bis dicht gelagerte kiesige Sande und sandige Kiese eiszeitlicher Terrassenablagerungen anstehen, die bis rd. 10 m unter Gelände anhalten. Diese geologisch als „Terrassensande“ und „Terrassenkiese“ zu bezeichnenden Böden sind teilweise an ihrer Oberseite durch schluffige Nebenanteile derart stark „verlehmt“, dass sie in ihrer Kornverteilung schwach sandigen, kiesigen Schluffen entsprechen (vgl. RKB 16). In der „verlehnten“ Oberseite ist die Bodendurchlässigkeit eingeschränkt, weil der Haufwerksraum der Sande und Kiese hier völlig mit

Feinkornanteilen „verstopft“ ist. Gut durchlässig, und damit für eine betriebssichere gezielte Versickerung von Niederschlagswasser geeignet, sind erst die nur schwach „verlehnten“ bzw. „unverlehnten“ Sande und Kiese (s. hierzu auch Abschnitt 6).

Unabhängig vom Grad der „Verlehmung“ sind die kiesigen Sande und sandigen Kiese für künftige Bebauungen nahezu nicht mehr zusammendrückbar und wirken bodenmechanisch wie eine feste Unterlage mit großer Scherfestigkeit. Es handelt sich also um einen sehr gut tragfähigen Baugrund und Gründungsboden. Aufgrund ihrer großen Tiefenlage können diese Böden jedoch nur über Tiefgründungen oder tiefgründige Bodenverbesserungsmaßnahmen für eine Lastabtragung herangezogen werden.

## **6. Bodendurchlässigkeit und Versickerung von Niederschlagswasser nach § 51a, LWG**

Eine betriebssichere, gezielte Versickerung in der Schicht 2 sowie in der „verlehnten“ Zone der Schicht 3 ist wegen der hohen Schluffanteile, d. h. wegen der zu geringen Bodendurchlässigkeiten, entsprechend Durchlässigkeitsbeiwerten (k-Wert) von  $< 5 \times 10^{-6}$  m/s aus technischer Sicht nicht zu empfehlen, bzw. z. T. auch nicht möglich, und im Übrigen auch wasserrechtlich nicht genehmigungsfähig (Voraussetzung:  $k \geq 5 \times 10^{-6}$  m/s).

Möglich ist dagegen eine gezielte Versickerung in der Zone der nur schwach „verlehnten“ bzw. „unverlehnten“ Sande und Kiese der Schicht 3, die in den Rammkernbohrungen RKB 1/VV, RKB 3/VV, RKB 10/VV und RKB 20/VV ab ca. 5,7 m bis 7,5 m unter Flur erbohrt wurde. Zur versuchstechnischen Feststellung der Bodendurchlässigkeit in der Schicht 3 („unverlehnte Terrassensande / Terrassenkiese“) wurden in den offenen und provisorisch verrohrten Bohrlöchern der v. g. Rammkernbohrung in Tiefen von

- 7,5 m bis 8,0 m (RKB 1/VV, Versickerungsversuch 1 in Anlage 3)
- 7,3 m bis 8,0 m (RKB 3/VV, Versickerungsversuch 2 in Anlage 3)
- 7,3 m bis 8,0 m (RKB 10/VV, Versickerungsversuch 3 in Anlage 3)
- 7,2 m bis 8,0 m (RKB 20/VV, Versickerungsversuch 4 in Anlage 3)

Versickerungsversuche durchgeführt, die in der Anlage 3 in Form von Versuchsprotokollen dokumentiert und ausgewertet sind.

Gemäß Tabelle B1 des Arbeitsblattes DWA-A 138 müssen für die Bemessung der Versickerung die in den Feldversuchen methodenspezifischen k-Werte (wie im vorliegenden Fall) mit dem Korrekturfaktor 2,0 zu einem Bemessungs- $k_{cal.}$ -Wert modifiziert werden:

method.-spez.-k-Wert	/	Bemessung-k-Wert
im Bohrloch RKB 1/VV / Versickerungsversuch 1: $k = 9,6 \times 10^{-6}$ m/s	/	$k_{cal.} = 1,9 \times 10^{-5}$ m/s
im Bohrloch RKB 3/VV / Versickerungsversuch 2: $k = 1,0 \times 10^{-5}$ m/s	/	$k_{cal.} = 2,0 \times 10^{-5}$ m/s
im Bohrloch RKB 10/VV / Versickerungsversuch 3: $k = 8,8 \times 10^{-6}$ m/s	/	$k_{cal.} = 1,8 \times 10^{-5}$ m/s
im Bohrloch RKB 20/VV / Versickerungsversuch 4: $k = 7,6 \times 10^{-6}$ m/s	/	$k_{cal.} = 1,5 \times 10^{-5}$ m/s

Die v. g. Durchlässigkeitsbeiwerte erfüllen sowohl die technischen Anforderungen (z. B. n. Arbeitsblatt DWA-A 138) als auch die wasserrechtlichen Forderungen nach § 51a, LWG. Eine Versickerung des anfallenden Regenwassers ist demzufolge in dem Baugebiet grundsätzlich möglich.

## 7. Wasserführung im Baugrund und seine bautechnischen Konsequenzen

Der natürliche Grundwasserspiegel liegt rd. 24,5 m bis 30,7 m unter Flur (s. Abschnitt 4 und Anlage 2). Zusammenhängendes Grundwasser spielt für den Entwurf, die Bemessung und die Bauausführung von Bauwerken, wie z. B. unterkellerte Gebäude, Kanalbaumaßnahmen, o. ä., somit keine Rolle.

Für die Bauausführung, Bauablaufplanung, die Planung der Verkehrsflächen und für die Planung der Bauwerksabdichtungen ist allein schon die im Abschnitt 5 geschilderte, generell geringe Bodendurchlässigkeit des „Löß“/„Lößlehms“ sowie seine jahreszeitliche Vernässung mit kapillarhängendem Porenwasser, die zeitweise bis in Geländehöhe reichen kann, von großer Bedeutung. Der Boden und das Erdplanum verhalten sich deshalb sowohl bei plötzlicher starker als auch bei langanhaltender Wasserzufuhr aus Niederschlägen, die das geringe natürliche Schluckvermögen des Bodens übersteigen, kurzzeitig nahezu wie ein Wasserstauer. In Phasen jahreszeitlich bedingter Wassersättigung im „Löß“/„Lößlehm“, d. h. i. d. R. Winter bis Frühjahr, nimmt der Boden kurzfristig überhaupt kein zusätzliches Wasser mehr auf. Im Sommer bis zum Spätherbst zieht sich die „Vernässung“ des Bodens dagegen infolge mangelnden Wassernachschubes aus Niederschlägen und kapillarer Bodenverdunstung langsam in den tieferen Untergrund zurück. Aus den im Abschnitt 5 geschilderten bodenmechanischen Zusammenhängen zwischen dem Wassergehalt im Boden und seiner Bodenkonsistenz folgt, dass der Boden während der Bauzeit in erdbautechnischer Sicht je nach Jahreszeit „zwei sehr verschiedene Gesichter“ hat. Viele der nachstehend geschilderten Mehraufwendungen zum Schützen und Befahren des Erdplanums während der Bauzeit (vgl. Abschnitt 14) sind im Winter

und Frühjahr in weitaus stärkerem Maße notwendig, als nach langer Trockenheit bei einem Erdbau im Sommer und Spätherbst.

Für die bautechnischen Planungen in dem Baugebiet hat die geringe Bodendurchlässigkeit folgende Konsequenzen:

- a) Binden Bauteile in den anstehenden Baugrund ein (z. B. Unterkellerungen), bildet sich im Gefolge von Niederschlägen in mit verdichtungsfähigen, d. h. auch relativ durchlässigen, Böden wiederverfüllten Arbeitsräumen vor den erdberührten Bauteilen der späteren Bebauung infolge des erheblichen Durchlässigkeitsunterschiedes zwischen Arbeitsraumverfüllung und dem anstehenden Baugrund zeitweise Stauwasser. Diesem Wasserangriff auf die erdberührten Bauteile kann man grundsätzlich dadurch begegnen, dass man die Bauteile gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser abdichtet. Nach der DIN 18 533 bedeutet dies für Bauwerke mit einer Eintauchtiefe  $\leq 3$  m die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser  $\leq 3$  m Eintauchtiefe) und eine damit verbundene Abdichtung nach Abschnitt 8.6.1 (n. DIN 18 533). Für Bauwerke mit einer Eintauchtiefe  $> 3$  m dagegen ist die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E (hohe Einwirkung von drückendem Wasser  $> 3$  m Eintauchtiefe) anzusetzen, was eine Abdichtung nach Abschnitt 8.6.2 erfordert. Im Stahlbetonbau entspricht der v. g. 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.

Liegen die erdberührten Bauteile nicht unterkellerten Gebäude über dem gewachsenen Erdplanum, so dass kurzzeitige Stauwasserbildungen nicht bis an die geplanten Bauteile gelangen können, reicht eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser aus, was gemäß DIN 18 533 der Wassereinwirkungsklasse W1.1-E (mindestens 0,50 m Bodenaustausch aus durchlässigem Fremdboden,  $k > 1 \times 10^{-4}$  m/s über Erdplanum) oder W1.2-E (mit Dränierung nach DIN 4095) entspricht. In beiden Fällen ist eine Abdichtung der erdberührten Bauteile nach Abschnitt 8.5.1 der DIN 18 533 notwendig.

- b) Der frostsichere Oberbau von Verkehrsflächen (OK Verkehrsfläche bis 0,5 m und 0,6 m Tiefe, je nach Bauklasse) muss oberhalb des anstehenden Erdplanums frei von zeitweiligem Stauwasser gehalten werden (z. B. durch entsprechende Neigung des Erdplanums oder durch den Einbau zusätzlicher Tragschichtdicken als Retentionsraum oder durch eine straßenbaumäßige Dränierung des Oberbaus). Die Ausführung von Dränpflaster ist in Verbindung mit dem Einbau zusätzlicher Tragschichtdicken als Retentionsraum mit einer anschließenden flächigen (ungezielten) Versickerung dagegen möglich.

## 8. 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:

Tabelle 1 – Bodenkenngrößen

Schicht-Nr.	Wichte $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Kohäsion c [kN/m <sup>2</sup> ]	Reibungswinkel $\varphi$ ( ° )	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]
2	20	2 bis 5	30,0	7 ± 10%
3	18 bis 20	0 bis 2	32,5 bis 37,5	≥ 100

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

Tabelle 2 – Bodengruppen und Bodenklassen

Schicht Nr.	Bodengruppen n. DIN 18 196	Bodenklassen n. DIN 18 300
1	A [OU, OH]	1
2	TL, SÜ	4
3	SW, SU, SÜ, GW, GU, GÜ	3 und 4

Erläuterung der Tabelle 2:

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

- schwache bis sehr schwache Durchlässigkeit
- sehr große Erosions- und Witterungsempfindlichkeit
- mittlere Zusammendrückbarkeit
- brauchbare Eignung als Gründungsboden
- verdichtungsunwillig, d. h. als Erdbaustoff zum standfesten Wiedereinbau ungeeignet
- sehr große Frostempfindlichkeit (Frostempfindlichkeitsklasse F3 nach ZTV E)
- mit einem natürlichen  $E_{v2}$ -Wert von rd. 10 MN/m<sup>2</sup> bis 20 MN/m<sup>2</sup> des anstehenden Erdplanums ist die Festigkeit für einen Regelaufbau der Verkehrsflächen nach RStO 12 zu gering (Voraussetzung  $E_{v2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup>), d. h. es werden Zusatzmaßnahmen notwendig, z. B. eine zusätzliche Verdickung des frostsicheren Oberbaus

## 10. Homogenbereiche nach VOB/C

Tabelle 3 – Homogenbereiche

Schicht	Homogenbereich A	Homogenbereich B	Homogenbereich C
Ortsübliche Bezeichnung	umgelagerter Oberboden	„Löß“/„Lößlehm“	„Terrassen-sande/Terrassen-kiese“
Korngrößenverteilung	feinsandige, schwach humose bis humose Schluffe	schwach feinsandige bis feinsandige, teils schwach tonige bis tonige Schluffe	wechselnd sandige, größtenteils schwach schluffige, teils schluffige Kiese und wechselnd kiesige, überwiegend schwach schluffige Sande sowie untergeordnet kiesige, schwach sandige Schluffe ≤ 5 % möglich
Anteil Steine, Blöcke	keine	keine	1,8 t/m <sup>3</sup> bis 2,0 t/m <sup>3</sup>
Dichte, feucht	1,6 t/m <sup>3</sup>	2,0 t/m <sup>3</sup>	(„Lehme“: 50 bis 100 kN/m <sup>2</sup> )
undrännierte Scherfestigkeit $c_u$	-	50 kN/m <sup>2</sup> bis 100 kN/m <sup>2</sup>	100 kN/m <sup>2</sup> )
Wassergehalt w	10 % bis 35 %	16 % bis 25 %	5 % bis 10 %
Konsistenzzahl $I_c$	-	0,75 bis 1,00	(„Lehme“: 0,75-1,00) 0,45 - 0,65
Lagerungsdichte D	5 % bis 25 %	1 % bis 3 %	0 % bis 1 %
Organischer Anteil	A [OU, OH]	SÜ, TL	SW, SU, SÜ,
Bodengruppen n. DIN 18 196			GW, GU, GÜ

**Hinweis zur Tabelle 3:** Es wird darauf hingewiesen, dass gemäß VOB, Teil C, ATV DIN 18 300 die Angabe von Homogenbereichen erforderlich ist. Für die präzise Definition von Homogenbereichen sind jedoch die Durchführung von weiteren Bodenaufschlüssen (z. B. Baggerschürfe zur Bestimmung des Steingehaltes, Kernbohrungen, o. ä.) sowie umfangreiche, bodenmechanische Laborversuche an ungestörten Bodenproben erforderlich. Vorstehende Angaben sind nur angenäherte Erfahrungswerte.

## **11. Erdbautechnische Wiedereinbaufähigkeit von örtlichem Bodenaushub**

### Homogenbereich A:

Der (umgelagerte) Oberboden stellt ein Schutzgut dar. Gemäß BauGB § 202 „Schutz des Mutterbodens“ ist der Oberboden, der bei der Errichtung und Änderung baulicher Anlagen sowie bei wesentlichen anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben wird, in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung oder Vergeudung zu schützen. Er ist demnach als Kulturboden zu erhalten und kann auch aus geotechnischer Sicht nicht als Erdbaustoff wiederverwendet werden.

### Homogenbereich B:

Der örtliche Bodenaushub aus dem Homogenbereich B aus „Löß“/„Lößlehm“ (Schicht 2) ist als Erdbaustoff für das unmittelbare standfeste Wiedereinbauen generell wegen seiner großen Wasserempfindlichkeit und nur mäßigen (mittleren) Verdichtungswilligkeit nur bedingt geeignet. Ein standfester Einbau ist sicher nur mit einer zusätzlichen Verbesserung der Böden unter Zugabe von rd. 3 % bis 5 % Mischbindemittel (Kalk-Zement) möglich.

### Homogenbereich C:

Die „Terrassensande“ und „Terrassenkiese“ des Homogenbereiches C (Schicht 3) sind dagegen aufgrund der gut abgestuften Kornverteilung sehr gut verdichtungsfähig und damit als Erdbaustoff für den standsicheren Wiedereinbau gut geeignet. Allerdings werden diese Böden aufgrund ihrer relativ großen Tiefenlage voraussichtlich nicht beim Aushub anfallen.

## **12. Beurteilung eines Altlastenverdacht**

Bei der Baugrunderkundung wurden unmittelbar unter dem umgelagerten Oberboden (Ackerboden) nur natürlich gewachsene Böden in der geologischen Form von „Löß“/„Lößlehm“ und zur Tiefe natürliche „Terrassensande/Terrassenkiese“ festgestellt, die nach den Bohrbefunden keine organoleptischen Hinweise auf schädliche Konzentrationen an umweltrelevanten Inhaltsstoffen ergeben. Auf dieser Grundlage besteht für das Bebauungsplangebiet kein Verdacht auf schädliche Bodenverunreinigen und/oder Altlasten.

### 13. Chemisch-analytische Untersuchung des Bodens nach LAGA TR Boden

Aus den natürlich gewachsenen Böden der Schicht 2 aus „Löß“/„Lößlehm“ wurden drei Bodenmischproben aus dem geförderten Bohrgut wie folgt zusammengestellt:

Bodenmischprobe MP 1: Proben 2 und 3 aus den Bohrungen RKB 1, RKB 2, RKB 6, RKB 7 und RKB 11 → nordwestliche Hälfte der Flurstücke 23 und 24

Bodenmischprobe MP 2: Proben 2 und 3 aus den Bohrungen RKB 3, RKB 5, RKB 8, RKB 9, RKB 10 und RKB 12 → südöstliche Hälfte der Flurstücke 23 und 24

Bodenmischprobe MP 3: Proben 2 und 3 aus den Bohrungen RKB 15, RKB 16, RKB 18, RKB 19 und RKB 20 → Flurstück 202

Die v. g. Bodenmischproben wurden nach dem Untersuchungskatalog der LAGA TR Boden (2004) im Feststoff und Eluat analysiert. Die Laborergebnisse sind in Form des Laborprüfberichtes mit der Prüfberichtsnummer AR-19-JA-001825-01 der Eurofins Umwelt West GmbH vom 08.04.2019 in der Anlage 4 zusammengestellt.

Ein Abgleich der einzelnen Analyseergebnisse mit den Grenzwerten zu den Zuordnungswertebereichen der LAGA TR-Boden (2004) führt bei allen drei untersuchten Bodenmischproben aus der Schicht 2 („Löß“/„Lößlehm“) zu der Klassifizierung

Z 0 nach LAGA TR-Boden (2004).

Bei Stoffgehalten bis zum Zuordnungswert Z 0 kann davon ausgegangen werden, dass keine Beeinträchtigungen der Schutzgüter Grundwasser, Boden und menschliche Gesundheit stattfinden. Der Einbau von Boden ist uneingeschränkt möglich.

## 14. Erschließungsmaßnahmen

### 14.1 Erdbau / Erschließung des Baufeldes

Wie in Abschnitt 5 bereits geschildert, ist das anstehende Erdplanum und der Baugrund in jahreszeitlicher Abhängigkeit mal trocken (i. d. R. 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 „Löß“/„Lößlehm“ 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, kantigem Material (z. B. Natursteinschotter oder RCL-Material der Körnung 60/120 auf Filtervlies GRK  $\geq 3$ ) in Vor-Kopf-Bauweise befestigt werden muss. Die Mindestdicke der Baustraßen sollte nach Bauerfahrungen nicht unter  $d = 60$  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-/ Wendebereichen).

Unbelastete Baugruben- und Grabenböschungen können für die Bauzeit grundsätzlich unter  $\beta = 60^\circ$  (gegen die Horizontale) in der Schicht 2 angelegt werden. Um diese Bedingung einzuhalten, muss hinter den Böschungsschultern ein mindestens 1,5 m breiter Streifen (bis Böschungshöhen von 3,0 m) und 2,5 m (bis Böschungshöhen von 5,0 m) frei von Verkehrs- und Stapellasten gehalten werden. In Zeiten völliger Wassersättigung des Bodens (Winter und Frühjahr) können diese Böschungen jedoch unter dem auf die Böschungsoberfläche hydrostatisch einwirkenden Kapillarswasser örtlich schollenartig zusammenstürzen und eine rückschreitende Erosion auslösen. In diesem Fall müssen die Böschungen bedarfsweise zurückgenommen und durch Vorschütten eines mindestens  $d = 1,0$  m breiten Filterkeiles aus grobem Schotter (mit Geotextilunterlage) oder mit einem provisorischen Fußverbau stabilisiert werden.

Der gesamte Bodenaushub ist weitgehend verdichtungsunwillig und daher für den standfesten Wiedereinbau, d. h. als Erdbaustoff, ungeeignet (vgl. Abschnitt 11).

Für das Freilegen von Baugrubensohlen und Gründungsebenen sind zahnlose Baggerschaufeln notwendig. Freigelegte Gründungssohlen sind zum Schutz und Erhalt ihrer natürlichen Baugrundfestigkeit sofort dem Aushub nachteilend mit einer Sauberkeitsschicht oder Tragschicht abzudecken und zu belasten.

Baugruben und Gräben müssen in der „nassen“ Jahreszeit mittels offener Wasserhaltung (Bau-  
dränage) trocken gehalten werden. Der Wasseranfall aus der „Staunässe“ (s. o.) ist allerdings sehr  
gering (Erfahrungswert:  $Q < 0,5 \text{ m}^3/\text{h}$  und Baugrube, bzw. 10 m Grabenlänge).

#### **14.2 Baugrundverbesserungsmaßnahmen des Erdplanums im Bereich von Verkehrsflächen**

Wie schon im Abschnitt 5 geschildert, ist die vorhandene Festigkeit im Erdplanum aus anstehendem  
„Löß“/„Lößlehm“ entsprechend einem natürlich vorhandenen Verformungsmodul  $E_{v2}$  zwischen  
10 MN/m<sup>2</sup> und 20 MN/m<sup>2</sup> zu gering, um die Verkehrsflächen allein mit der Mindestdicke des  
standardisierten Oberbaus nach RStO 12 ausführen zu können. Es sind also baugrundbedingte  
Zusatzmaßnahmen notwendig.

##### Variante 1: Baugrundverbesserung mittels zusätzlicher Tragschichtdicken

Hierbei wird die Baugrundfestigkeit im Erdplanum durch den zusätzlichen Einbau von verdichtungs-  
fähigem Fremdmaterial mit gebrochenem Korn (Naturstein- oder RC-Schotter) auf Geotextilunterlage  
erhöht. Im Fall der Verkehrsflächen muss damit ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  erzielt  
werden. Nach Erfahrungswerten ist bei mittleren Wassergehalten im „Löß“/„Lößlehm“ von einer  
voraussichtlich rd.  $d = 0,25 \text{ m}$  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 anschlie-  
ßender Beprobung mit Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 festlegen und optimieren.

##### Variante 2: Stabilisierung/Verbesserung des Planums durch Kalk- und/oder Zementzugabe

Hierbei wird in das anstehende Erdplanum rd. 35 cm tief Weißfeinkalk (Stabilisierung) oder ein Kalk-  
Zement-Gemisch (Verbesserung) eingefräst und optimal verdichtet. Die Zugabemengen an Kalk  
oder Kalk-Zement-Gemischen müssen von den Bauausführenden eigenverantwortlich auf der  
Grundlage von Eignungsprüfungen festgelegt werden. Als unverbindlicher Erfahrungswert kann  
vorab eine Zugabemenge von rd. 3 M.-% bis 5 M.-% angegeben werden.

Die Stabilisierung/Verbesserung 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. Zudem ist bei sehr trockener Witterung und niedrigen Bodenwassergehalten ein Anfeuchten der zu verbessernden Böden erforderlich und bei Temperaturen unter 5°C ist eine Bodenverbesserung nur noch stark eingeschränkt bzw. bei Frost gar nicht mehr möglich.

Die Variante 2 ist also in einem viel stärkeren Maße von der Witterung abhängig als die Variante 1, d. h. es besteht insbesondere bei der Ausführung im Winter und Frühjahr ein nicht zu unterschätzendes Risiko in der Bauzeit!

### Variante 3: Einbau einer zusätzlichen Tragschichtbewehrung (Geogitter)

Durch den Einbau eines Geogitters wird die Scherfestigkeit in der Sohlfuge Planum-Tragschicht erhöht und dadurch in Verbindung mit der ohnehin erforderlichen frostsicheren Tragschicht des Straßenoberbaus ein Zwei-Komponenten-Tragglied mit definierter Zug-(Geogitter) und Druckzone (Tragschicht) geschaffen. Für eine möglichst geringe Dicke der Tragschicht ist die Verwendung von scharfkantigen, gebrochenen Körnungen (RCL-/Natursteinschotter) notwendig. Die erforderliche Tragschichtdicke ist vom eingesetzten Geogitter-Produkt abhängig und kann nicht allgemeingültig vorhergesagt werden.

Die o. g. erforderlichen Plattendruckversuche während der Bauzeit könnten die Unterzeichner - falls gewünscht - liefern.

## **14.3 Kanalbau**

Soweit keine geböschten Gräben ausgeführt werden, ist grundsätzlich der Einsatz von Normverbau möglich. Vorgeschlagen wird ein Dielenkammerverbau.

Aufgrund der jahreszeitlichen „Staunässe“ im „Löß“/„Lößlehm“ wird man die Dielen wegen der geringen Kurzstandfestigkeit der Grabenwände immer wieder sofort nach dem Freilegen in sehr kleinen Arbeitsabschnitten nachstoßen müssen, wobei die Dielen stets „dicht an dicht“ gesetzt werden müssen. Des Weiteren wird das Einbringen des Verbaus nur im aufwendigeren Absenkverfahren (also nicht im Einstellverfahren) möglich sein.

Offene Verbaustöße und -ritzen müssen im „Staunässe“-Bereich bedarfsweise mit Vlies und Holzkeilen provisorisch dicht „verstopft“ werden. Hinter dem Verbau muss ggf. zum kraftschlüssigen Anliegen mit Sand nachgestopft werden.

Die geotechnische Bemessung des Verbaus nach den Rechenregeln der EAB („Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben“) kann für den einfachen aktiven Erddruck erfolgen. Für die Erddruck- und Erdwiderstandsermittlung gelten die Bodenkenngößen gemäß Abschnitt 8.

Auf den Grabensohlen ist eine einfache offene Wasserhaltung zur Fassung örtlicher Staunässehorizonte über eine „Sickerpackung“ (Schotter-Splitt,  $d = 0,2$  m, Vliesunterlage, Längsdränage DN 100) erforderlich. Der Wasseranfall ist wegen der geringen Bodendurchlässigkeit entsprechend klein (Erfahrungswert:  $Q < 0,5$  m<sup>3</sup>/h und Haltungslänge von rd. 10 m).

Die Grabensohle aus der Schicht 2 („Löß“/„Lößlehm“) weist bei der natürlichen, mindestens steifen Bodenkonsistenz eine ausreichende natürliche Festigkeit als Unterlage für die Rohraufleger auf. Allerdings ist der „Löß“/„Lößlehm“ ein bautechnisch sehr empfindlicher Boden, der an seiner freigelegten Oberseite sehr schnell durch die Einwirkung von Wasser (Niederschlägen) und Frost aufweicht und dauerhaft an Festigkeit verliert (s. hierzu auch Abschnitt 5). D. h. die freigelegte Grabensohle muss sofort dem Aushub nachteilend mit einer mindestens  $d = 0,15$  m dicken Sickerschicht (z. B. Schotter-Splitt-Sandgemisch 0/45 nach ZTVT-StB) abgedeckt werden. Bei regnerischem Wetter ist zusätzlich auf dem freigelegten Boden der vorherige Einbau eines Filtervlieses (Geotextil GRK  $\geq 3$ ) notwendig.

Gräben dürfen nur mit zahnloser Baggerschaufel ausgeschachtet werden.

## 15. Hochbau

### 15.1 Gründungstiefe, Gründungsboden und Gründungsart

Ausreichend tragfähiger Gründungsboden für unterkellerte und nicht unterkellerte Gebäude ist der anstehende, gewachsene Baugrund der Schicht 2 aus „Löß“/„Lößlehm“, der im gesamten Gebiet des Bebauungsplans nach Abtrag der Oberbodenschicht (Schicht 1) vollflächig ansteht. Baugrundbedingte Gründungstiefen werden somit nicht erforderlich.

Für nicht unterkellerte Gebäude ist außen durch den Bau von Betonfrostschränken bzw. durch außenliegende Streifenfundamente eine frostsichere Gründungstiefe von  $\geq 0,80$  m (fertige Höhe!) stets einzuhalten.

Die Baugrundfestigkeit des anstehenden gewachsenen Bodens der Schicht 2 ist geeignet, unterkellerte und nicht unterkellerte Bauvorhaben entsprechend ihren statisch-konstruktiven Erfordernissen

- auf einer konstruktiv oder elastisch gebetteten Plattengründung mit ggf. voutenartigen Verdickungen im Bereich größerer Wand- und Einzellasten oder
- auf Streifen- und Einzelfundamenten

zu gründen.

### 15.2 Geotechnische Bemessung von Gründungen

Auf der Schicht 2 aus „Löß“/„Lößlehm“ können Gründungen mit folgenden zulässigen Spannungen bemessen werden:

max. $\sigma_{zul}$	$\leq 250$ kN/m <sup>2</sup> (nach DIN 1054)	Vergleich mit charakteristischen Einwirkungen aus den Tragwerkslasten
max. $\sigma_{R,d}$	$\leq 357$ kN/m <sup>2</sup> (nach DIN EN 1997-1)	Vergleich mit der Sohldruckbeanspruchung (Designspannung)

Für die Bemessung von Gründungen nach dem Bettungsmodulverfahren kann das Bettungsmodul zu  $k_S = 25$  MN/m<sup>3</sup> angenommen werden.

### 15.3 Nachweis gemäß DIN EN 1998-1 gegen Erdbebenkräfte

Für den Nachweis des Tragwerkes gegen Erdbebeneinwirkungen nach DIN EN 1998-1/NA:2011-01 (ehemals DIN 4149:2005-04) gelten folgende geotechnisch abhängige Eingangswerte:

Aus den Ergebnissen der Baugrunderkundung:

Baugrundklasse: C

Gemäß der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland, Bundesland Nordrhein-Westfalen (DIN 4149:2005-04), Maßstab 1:350.000:

Erdbebenzone: 3 (Gemarkung Immendorf)

Untergrundklasse: S

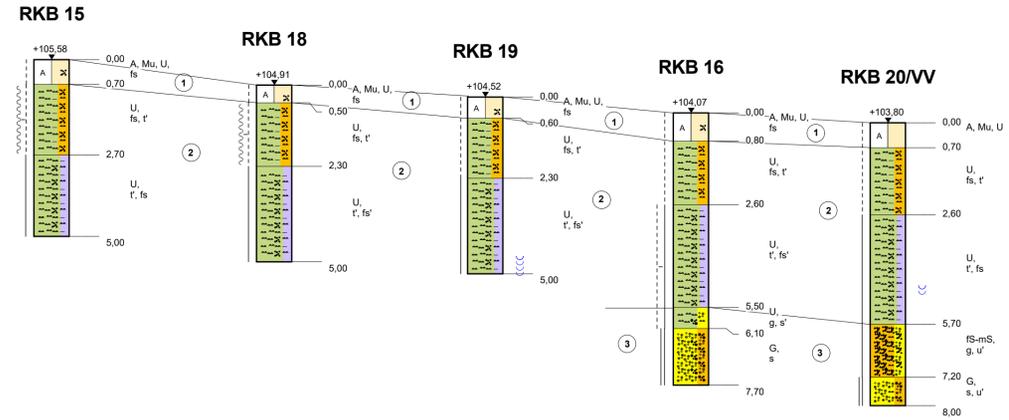
  
(Dipl.-Ing. R. Kramm)  


  
Jochen Tietjen  
Dipl.-Geologe

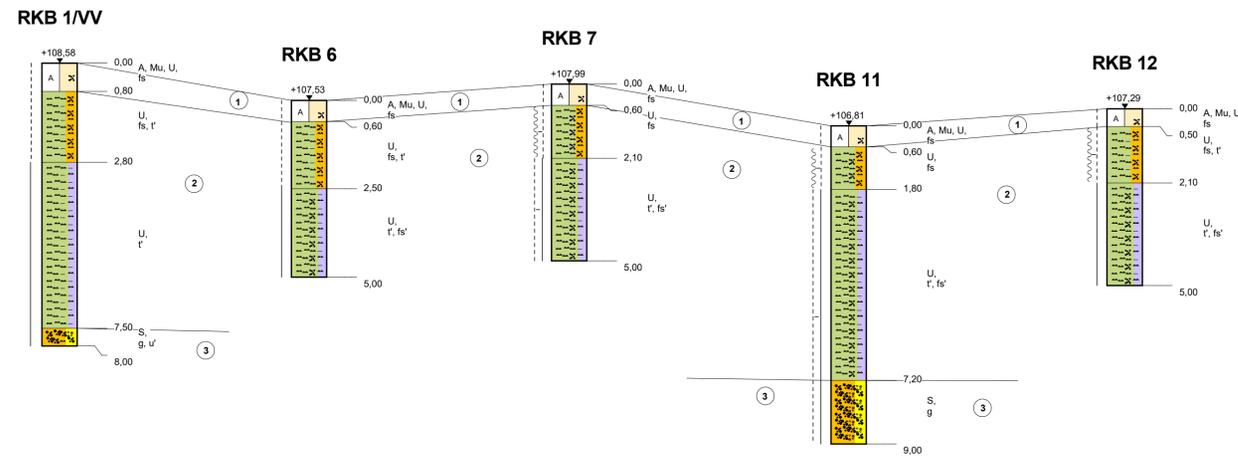
## **Anlage 1**

**Lageplan zur Baugrunderkundung mit Darstellung  
der Ergebnisse der Rammkernbohrungen in Form  
von Bohrsäulen im Tiefenmaßstab 1:100 auf  
drei Profilschnitten durch den Geländeverlauf  
und die Bodenschichtung**

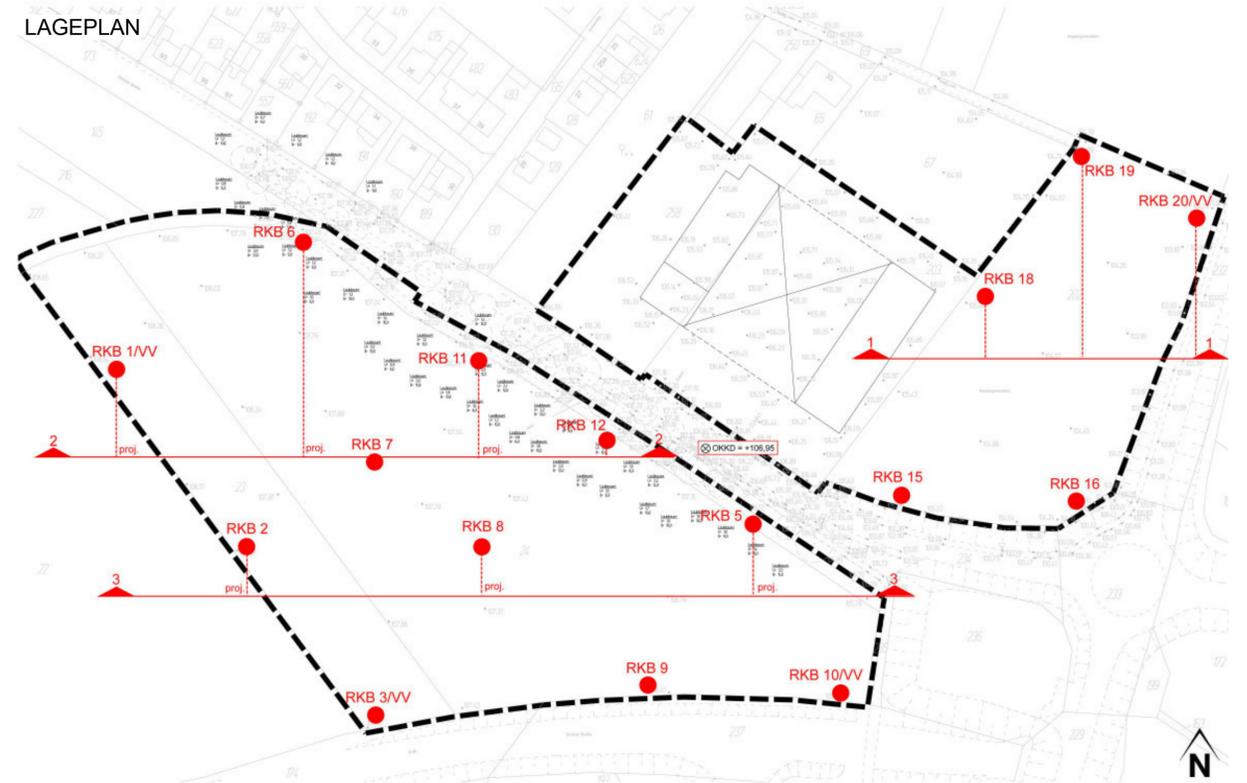
PROFIL 1-1



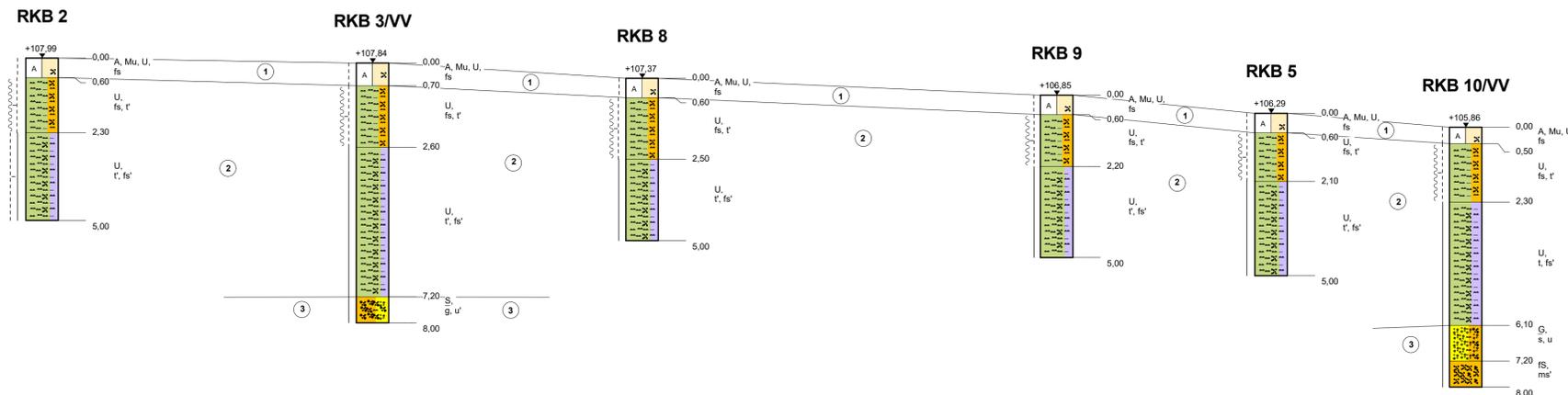
PROFIL 2-2



LAGEPLAN



PROFIL 3-3



Zeichenerklärung

- Mu Mutterboden
- A Anschüttung
- U Schuff
- fs Feinsand
- fs-mS Fein-Mittelsand
- S Sand
- G Kies
- u schluffig
- fs feinsandig
- ms mittelsandig
- s sandig
- g kiesig
- t tonig
- ⊖ Vernässungszone
- ⊖ Schicht fest
- ⊖ Schicht steif-halbfest
- ⊖ Schicht weich-steif
- ⊖ Schicht halbfest
- ⊖ Schicht steif

Schicht	Bezeichnung
①	umgelagerter Oberboden
②	"Loß"/"Loßlehm"
③	"Terrassensande/Terrassenkiese"

<b>Kramm Ingenieure GmbH &amp; Co. KG</b> Berater Ingenieur für Geotechnik Adele-Weidman-Straße 60 52072 Aachen E-Mail: kramm@geotechnik-aachen.de					
Auftraggeber: <b>Pohlen Ingenieurbau</b> Am Pannhaus 2/10, 52511 Geilenkirchen				Projekt-Nr: <b>19-0098</b>	
Projekt: <b>Bebauungsplan (2 Teilflächen)</b> Dürener Straße, Geilenkirchen				Anlage-Nr: <b>1</b>	
Maßstab	Höhen-Maßstab	Gezeichnet:	Geprüft:	Gutachter:	Datum
	1 : 100	va			25.03.2019

## **Anlage 2**

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

## Messstelle 219601010 Apweiler

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
1959-2018	Winter Mittelwerte der Halbjahres-Hauptwerte	-	70,75	70,86	-	70,95	22,21	22,30	22,41	954
1959-2018	Sommer Mittelwerte der Halbjahres-Hauptwerte	-	70,77	70,88	-	70,97	22,19	22,28	22,39	975
1959-2018	Gesamt Mittelwerte der Jahres-Hauptwerte	-	70,62	70,82	-	71,01	22,15	22,34	22,54	1929
1959	Winter	1958-11-10	73,90	74,03	1959-04-27	74,15	19,01	19,13	19,26	26
1959	Sommer	1959-05-04	74,17	74,27	1959-10-19	74,35	18,81	18,89	18,99	26
1960	Winter	1959-11-09	74,34	74,37	1959-12-28	74,42	18,74	18,79	18,82	26
1960	Sommer	1960-10-31	74,22	74,29	1960-05-23	74,34	18,82	18,87	18,94	27
1961	Winter	1961-03-06	74,16	74,18	1960-12-05	74,22	18,94	18,98	19,00	25
1961	Sommer	1961-05-22	74,22	74,36	1961-10-30	74,56	18,60	18,80	18,94	27
1962	Winter	1961-11-06	74,57	74,68	1962-04-02	74,75	18,41	18,48	18,59	26
1962	Sommer	1962-05-07	74,67	74,87	1962-10-29	74,95	18,21	18,29	18,49	26
1963	Winter	1962-12-10	74,95	74,97	1963-03-25	74,99	18,17	18,19	18,21	26
1963	Sommer	1963-10-21	74,86	74,93	1963-06-17	74,97	18,19	18,23	18,30	26
1964	Winter	1964-04-27	74,70	74,79	1963-11-04	74,85	18,31	18,37	18,46	26
1964	Sommer	1964-10-26	74,50	74,60	1964-05-04	74,69	18,47	18,56	18,66	26
1965	Winter	1965-04-26	74,27	74,38	1964-11-02	74,49	18,67	18,78	18,89	26
1965	Sommer	1965-09-	74,17	74,22	1965-05-	74,27	18,89	18,94	18,99	26

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
		20			17					
1966	Winter	1965-11-15	74,16	74,25	1966-04-25	74,41	18,75	18,91	19,00	26
1966	Sommer	1966-05-02	74,43	74,75	1966-10-31	75,04	18,12	18,41	18,73	27
1967	Winter	1966-11-07	75,06	75,32	1967-04-24	75,63	17,53	17,84	18,10	25
1967	Sommer	1967-05-01	75,66	76,00	1967-08-28	76,20	16,96	17,16	17,50	27
1968	Winter	1968-04-22	76,09	76,14	1968-01-01	76,20	16,96	17,02	17,07	26
1968	Sommer	1968-10-21	75,98	76,02	1968-05-06	76,09	17,07	17,14	17,18	26
1969	Winter	1969-02-03	75,95	75,98	1968-12-16	76,02	17,14	17,18	17,21	26
1969	Sommer	1969-05-12	76,02	76,08	1969-10-20	76,13	17,03	17,08	17,14	26
1970	Winter	1970-04-20	76,07	76,09	1969-11-10	76,13	17,03	17,07	17,09	26
1970	Sommer	1970-05-04	76,08	76,19	1970-10-26	76,31	16,85	16,97	17,08	26
1971	Winter	1971-04-26	76,19	76,28	1971-02-01	76,35	16,81	16,88	16,97	26
1971	Sommer	1971-10-25	75,95	76,08	1971-05-03	76,18	16,98	17,08	17,21	26
1972	Winter	1972-04-24	75,65	75,81	1971-11-15	75,94	17,22	17,35	17,51	26
1972	Sommer	1972-10-30	75,27	75,46	1972-05-01	75,65	17,51	17,70	17,89	27
1973	Winter	1973-04-30	74,88	75,07	1972-11-06	75,25	17,91	18,09	18,28	26
1973	Sommer	1973-10-29	74,50	74,69	1973-05-07	74,86	18,30	18,47	18,66	26
1974	Winter	1974-04-29	74,15	74,32	1973-11-05	74,49	18,67	18,84	19,01	26

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
1974	Sommer	1974-10-28	73,79	73,96	1974-05-13	74,11	19,05	19,20	19,37	26
1975	Winter	1975-04-28	73,60	73,69	1974-11-04	73,78	19,38	19,47	19,56	26
1975	Sommer	1975-10-27	73,45	73,52	1975-05-05	73,60	19,56	19,64	19,71	26
1976	Winter	1976-04-26	73,31	73,38	1975-11-03	73,45	19,71	19,78	19,85	26
1976	Sommer	1976-10-25	73,13	73,25	1976-05-03	73,38	19,78	19,91	20,03	26
1977	Winter	1977-04-25	72,83	72,99	1976-11-01	73,12	20,04	20,17	20,33	26
1977	Sommer	1977-10-31	72,51	72,66	1977-05-02	72,83	20,33	20,50	20,65	27
1978	Winter	1978-04-24	72,17	72,33	1977-11-07	72,50	20,66	20,83	20,99	25
1978	Sommer	1978-10-30	71,83	71,99	1978-05-01	72,16	21,00	21,17	21,33	27
1979	Winter	1979-04-30	71,49	71,66	1978-11-06	71,82	21,34	21,50	21,67	26
1979	Sommer	1979-10-29	71,25	71,37	1979-05-07	71,49	21,67	21,79	21,91	26
1980	Winter	1980-04-28	71,05	71,14	1979-11-05	71,25	21,91	22,02	22,11	26
1980	Sommer	1980-10-27	70,92	70,98	1980-05-12	71,04	22,12	22,18	22,24	26
1981	Winter	1981-04-27	70,77	70,79	1980-11-03	70,90	22,26	22,37	22,39	26
1981	Sommer	1981-05-04	70,77	70,84	1981-10-26	70,90	22,26	22,32	22,39	26
1982	Winter	1981-11-02	70,90	70,96	1982-04-26	71,02	22,14	22,20	22,26	26
1982	Sommer	1982-05-10	71,02	71,10	1982-10-25	71,18	21,98	22,06	22,14	26
1983	Winter	1982-11-	71,19	71,24	1983-04-	71,28	21,88	21,92	21,97	26

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
		08			25					
1983	Sommer	1983-07-25	71,28	71,33	1983-10-31	71,40	21,76	21,83	21,88	27
1984	Winter	1983-11-28	71,40	71,45	1984-04-02	71,49	21,67	21,71	21,76	26
1984	Sommer	1984-07-16	71,44	71,48	1984-10-29	71,49	21,67	21,68	21,72	26
1985	Winter	1985-02-11	71,49	71,51	1985-04-29	71,59	21,57	21,65	21,67	26
1985	Sommer	1985-05-06	71,59	71,70	1985-10-28	71,80	21,36	21,46	21,57	26
1986	Winter	1985-11-04	71,80	71,85	1986-03-24	71,92	21,24	21,31	21,36	26
1986	Sommer	1986-07-07	71,87	71,89	1986-08-18	71,90	21,26	21,27	21,29	26
1987	Winter	1987-04-27	71,80	71,85	1987-01-05	71,88	21,28	21,31	21,36	26
1987	Sommer	1987-08-03	71,74	71,77	1987-10-26	71,80	21,36	21,39	21,42	26
1988	Winter	1987-11-02	71,80	71,83	1988-04-25	71,86	21,30	21,33	21,36	26
1988	Sommer	1988-05-02	71,87	71,98	1988-10-31	72,07	21,09	21,18	21,29	27
1989	Winter	1988-11-30	72,10	72,13	1989-02-25	72,15	21,01	21,03	21,06	7
1989	Sommer	1989-10-28	71,97	72,04	1989-06-24	72,12	21,04	21,12	21,19	7
1990	Winter	1990-04-28	71,82	71,89	1989-11-25	71,93	21,23	21,27	21,34	6
1990	Sommer	1990-10-27	71,62	71,71	1990-05-26	71,79	21,37	21,45	21,54	8
1991	Winter	1991-04-27	70,23	71,27	1990-11-24	71,56	21,60	21,89	22,93	6
1991	Sommer	1991-10-26	70,98	71,14	1991-05-25	71,28	21,88	22,02	22,18	7

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
1992	Winter	1992-03-28	70,62	70,77	1991-11-30	70,92	22,24	22,39	22,54	7
1992	Sommer	1992-10-31	70,26	70,42	1992-05-30	70,58	22,58	22,74	22,90	7
1993	Winter	1993-04-24	69,87	70,03	1992-11-28	70,17	22,99	23,13	23,29	7
1993	Sommer	1993-10-30	69,46	69,62	1993-05-29	69,78	23,38	23,54	23,70	7
1994	Winter	1994-04-30	69,14	69,26	1993-11-27	69,38	23,78	23,90	24,02	6
1994	Sommer	1994-08-27	69,10	69,11	1994-09-24	69,12	24,04	24,05	24,06	6
1995	Winter	1995-04-29	69,03	69,08	1994-12-30	69,12	24,04	24,09	24,13	6
1995	Sommer	1995-10-28	68,94	68,98	1995-05-27	69,03	24,13	24,18	24,22	7
1996	Winter	1996-04-26	68,83	68,89	1995-11-25	68,94	24,22	24,27	24,33	7
1996	Sommer	1996-10-26	68,60	68,71	1996-05-31	68,83	24,33	24,45	24,56	6
1997	Winter	1997-04-26	68,27	68,42	1996-11-30	68,56	24,60	24,74	24,89	6
1997	Sommer	1997-10-25	67,92	68,07	1997-05-31	68,18	24,98	25,09	25,24	6
1998	Winter	1998-04-25	67,55	67,68	1997-11-29	67,83	25,33	25,48	25,61	6
1998	Sommer	1998-10-31	67,15	67,31	1998-05-30	67,47	25,69	25,85	26,01	6
1999	Winter	1999-04-24	66,83	66,95	1998-11-28	67,09	26,07	26,21	26,33	6
1999	Sommer	1999-06-26	66,86	66,89	1999-10-30	66,95	26,21	26,27	26,30	6
2000	Winter	2000-04-29	66,90	66,91	1999-12-28	66,93	26,23	26,25	26,26	6
2000	Sommer	2000-10-	66,73	66,80	2000-05-	66,87	26,29	26,36	26,43	6

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
		28			27					
2001	Winter	2001-04-28	66,59	66,64	2000-11-25	66,69	26,47	26,52	26,57	7
2001	Sommer	2001-07-28	66,59	66,60	2001-10-27	66,63	26,53	26,56	26,57	6
2002	Winter	2001-11-06	66,59	66,63	2002-04-27	66,67	26,49	26,53	26,57	7
2002	Sommer	2002-05-25	66,70	66,74	2002-10-26	66,78	26,38	26,42	26,46	7
2003	Winter	2002-11-30	66,83	66,91	2003-04-27	66,97	26,19	26,26	26,33	6
2003	Sommer	2003-06-29	66,81	67,00	2003-10-30	67,09	26,07	26,16	26,35	7
2004	Winter	2003-12-27	67,05	67,08	2004-04-23	67,09	26,07	26,08	26,11	6
2004	Sommer	2004-10-30	66,97	67,03	2004-05-10	67,08	26,08	26,13	26,19	7
2005	Winter	2005-04-27	66,82	66,88	2004-11-25	66,95	26,21	26,28	26,34	6
2005	Sommer	2005-10-26	66,62	66,71	2005-05-25	66,79	26,37	26,45	26,54	7
2006	Winter	2006-04-26	66,42	66,50	2005-11-24	66,60	26,56	26,66	26,74	6
2006	Sommer	2006-07-31	66,14	66,26	2006-05-30	66,38	26,78	26,90	27,02	7
2007	Winter	2007-04-24	66,01	66,07	2006-11-26	66,15	27,01	27,09	27,15	6
2007	Sommer	2007-10-24	65,82	65,91	2007-05-22	65,97	27,19	27,25	27,34	6
2008	Winter	2008-03-27	65,70	65,74	2008-01-06	65,80	27,36	27,42	27,46	6
2008	Sommer	2008-09-22	65,70	65,73	2008-10-23	65,75	27,41	27,43	27,46	6
2009	Winter	2009-03-26	65,67	65,92	2009-02-26	66,05	27,11	27,24	27,49	5

Jahr	Halbjahr	Datum	Minimum	Durchschnitt	Datum	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Anzahl Werte
2009	Sommer	2009-05-02	65,65	65,77	2009-08-27	65,95	27,21	27,39	27,51	7
2010	Winter	2009-11-26	65,90	65,96	2010-03-27	65,99	27,17	27,20	27,26	6
2010	Sommer	2010-07-29	65,90	65,93	2010-10-28	65,95	27,21	27,23	27,26	6
2011	Winter	2011-04-30	65,50	65,89	2011-01-27	66,04	27,12	27,27	27,66	6
2011	Sommer	2011-06-29	65,44	65,51	2011-09-22	65,57	27,59	27,65	27,72	6
2012	Winter	2011-11-24	65,74	65,94	2012-01-25	66,06	27,10	27,22	27,42	6
2012	Sommer	2012-10-25	65,77	65,87	2012-05-22	65,97	27,19	27,29	27,39	6
2013	Winter	2012-11-22	65,74	65,94	2013-01-04	66,10	27,06	27,22	27,42	6
2013	Sommer	2013-09-27	65,56	65,67	2013-05-23	65,77	27,39	27,49	27,60	6
2014	Winter	2014-02-25	65,36	65,39	2013-11-27	65,43	27,73	27,77	27,80	6

**Dokumentation und Auswertung von  
Versickerungsversuchen in Bohrlöchern  
von Rammkernbohrungen**

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

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

**Terratec GmbH**  
Heiligenhauser Str. 77  
45219 Essen  
Telefon : 02054 / 873615  
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den	20.03.2019	Pö <b>Projekt-Nr: 198974</b>

Proj.: Felduntersuchungen in **Geilenkirchen-Immendorf**, Dürener Straße, Proj.-Nr. 2019-0098

### Auswertung Versickerungsversuch 1 / RKB 1

**Versuchsdurchführung:** Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch<sup>1</sup> (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

**Versuchstiefe:** 7,50 bis 8,00m unter Geländeoberfläche.

**Hydrogeologische Vorgaben:** in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht ein schwach schluffiger, kiesiger bis stark kiesiger Sand an.

**Bohrlochtestverfahren im offenen, nicht ausgebauten Bohrloch:** Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 40 mm) bis in 8,00m Tiefe vor. Entsprechend<sup>1</sup> erstreckt sich die Versickerungsstrecke (h) vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 7,50m unter GOF bis in 8,00m Tiefe (h = 0,50m). H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Bis zur Endteufe in 8,00m Tiefe wurde weder ein Grundwasserstauer noch freies Grundwasser angetroffen, daher H = min 0,50m. Nach dem Vorwässern wurde die Versuchsreihe gestartet. Nach Wassersättigung versickerten in 720sec 1.000ml Wasser. Hieraus ergibt sich Q zu  $1,4 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ .

### Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt  $3h \geq H \geq h$  ( $1,5 \geq 0,5 \geq 0,5$ ), somit folgende Formel:  
Durchlässigkeitskoeffizient  $K = 0,265 \times (Q/h^2) \times (\ln(h/r)) / (0,1667 + H/3h)$  m/s mit:

$$Q = \text{Wasserdurchfluss} = \text{m}^3/\text{s} = 1,4 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$r = \text{Radius RKB} = 0,02\text{m}$$

$$h = 0,5\text{m (Versickerungsstrecke)}$$

$$H = 0,5\text{m}$$

$$K = 0,265 \times (1,4 \times 10^{-6}/0,5^2) \times (\ln(0,5/0,02)) / (0,1667 + 0,5/3 \times 0,5) \quad \text{m/s}$$

$$\mathbf{K = 9,6 \times 10^{-6} (m/s)}$$

<sup>1</sup> nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

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

**Terratec GmbH**  
Heiligenhauser Str. 77  
45219 Essen  
Telefon : 02054 / 873615  
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den	20.03.2019	Pö <b>Projekt-Nr: 198974</b>

Proj.: Felduntersuchungen in **Geilenkirchen-Immendorf**, Dürener Straße, Proj.-Nr. 2019-0098

### Auswertung Versickerungsversuch 2 / RKB 3

**Versuchsdurchführung:** Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch<sup>1</sup> (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

**Versuchstiefe:** 7,30 bis 8,00m unter Geländeoberfläche.

**Hydrogeologische Vorgaben:** in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht ein schwach schluffiger, kiesiger bis stark kiesiger Sand an.

**Bohrlochtestverfahren im offenen, nicht ausgebauten Bohrloch:** Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 40 mm) bis in 8,00m Tiefe vor. Entsprechend<sup>1</sup> erstreckt sich die Versickerungsstrecke (h) vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 7,30m unter GOF bis in 8,00m Tiefe (h = 0,70m). H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Bis zur Endteufe in 8,00m Tiefe wurde weder ein Grundwasserstauer noch freies Grundwasser angetroffen, daher H = min 0,70m. Nach dem Vorwässern wurde die Versuchsreihe gestartet. Nach Wassersättigung versickerten in 381sec 1.000ml Wasser. Hieraus ergibt sich Q zu  $2,6 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ .

### **Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:**

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt  $3h \geq H \geq h$  ( $2,1 \geq 0,7 \geq 0,7$ ), somit folgende Formel:  
Durchlässigkeitskoeffizient  $K = 0,265 \times (Q/h^2) \times (\ln(h/r)) / (0,1667 + H/3h)$  m/s mit:

$$Q = \text{Wasserdurchfluss} = \text{m}^3/\text{s} = 2,6 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$r = \text{Radius RKB} = 0,02\text{m}$$

$$h = 0,7\text{m (Versickerungsstrecke)}$$

$$H = 0,7\text{m}$$

$$K = 0,265 \times (2,6 \times 10^{-6}/0,7^2) \times (\ln(0,7/0,02)) / (0,1667 + 0,7/3 \times 0,7) \quad \text{m/s}$$

$$\mathbf{K = 1,0 \times 10^{-5} (m/s)}$$

<sup>1</sup> nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

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

**Terratec GmbH**  
Heiligenhauser Str. 77  
45219 Essen  
Telefon : 02054 / 873615  
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den	20.03.2019	Pö <b>Projekt-Nr: 198974</b>

Proj.: Felduntersuchungen in **Geilenkirchen-Immendorf**, Dürener Straße, Proj.-Nr. 2019-0098

### Auswertung Versickerungsversuch 3 / RKB 10

**Versuchsdurchführung:** Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch<sup>1</sup> (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

**Versuchstiefe:** 7,30 bis 8,00m unter Geländeoberfläche.

**Hydrogeologische Vorgaben:** in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht ein schwach mittelsandiger Feinsand an.

**Bohrlochtestverfahren im offenen, nicht ausgebauten Bohrloch:** Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 40 mm) bis in 8,00m Tiefe vor. Entsprechend<sup>1</sup> erstreckt sich die Versickerungsstrecke (h) vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 7,30m unter GOF bis in 8,00m Tiefe (h = 0,70m). H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Bis zur Endteufe in 8,00m Tiefe wurde weder ein Grundwasserstauer noch freies Grundwasser angetroffen, daher H = min 0,70m. Nach dem Vorwässern wurde die Versuchsreihe gestartet. Nach Wassersättigung versickerten in 426sec 1.000ml Wasser. Hieraus ergibt sich Q zu  $2,3 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ .

### Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt  $3h \geq H \geq h$  ( $2,1 \geq 0,7 \geq 0,7$ ), somit folgende Formel:  
Durchlässigkeitskoeffizient  $K = 0,265 \times (Q/h^2) \times (\ln(h/r)) / (0,1667 + H/3h)$  m/s mit:

$$Q = \text{Wasserdurchfluss} = \text{m}^3/\text{s} = 2,3 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$r = \text{Radius RKB} = 0,02\text{m}$$

$$h = 0,7\text{m (Versickerungsstrecke)}$$

$$H = 0,7\text{m}$$

$$K = 0,265 \times (2,3 \times 10^{-6}/0,7^2) \times (\ln(0,7/0,02)) / (0,1667 + 0,7/3 \times 0,7) \quad \text{m/s}$$

$$\mathbf{K = 8,8 \times 10^{-6} (m/s)}$$

<sup>1</sup> nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“

- **Umweltgeotechnik**
- **Hydrogeologie**
- **Baugrunderkundung**
- **Brunnenbau**



Terratec GmbH, Heiligenhauser Straße 77, 45219 Essen

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

**Terratec GmbH**  
Heiligenhauser Str. 77  
45219 Essen  
Telefon : 02054 / 873615  
info@terratec-nrw.de

Ort	Datum	Unsere Zeichen
Essen, den	22.03.2019	Pö <b>Projekt-Nr: 198974</b>

Proj.: Felduntersuchungen in **Geilenkirchen-Immendorf**, Dürener Straße, Proj.-Nr. 2019-0098

### Auswertung Versickerungsversuch 4 / RKB 20

**Versuchsdurchführung:** Bohrlochtestverfahren im offenen, ausgebauten Bohrloch<sup>1</sup> (zur Fixierung der offenen Bohrlochwandung wurde ein Filterrohr eingebaut!).

**Versuchstiefe:** 7,20 bis 8,00m unter Geländeoberfläche.

**Hydrogeologische Vorgaben:** in der Tiefenlage der Versuchsdurchführung steht ein schwach schluffiger, sandiger bis stark sandiger Kies an.

**Bohrlochtestverfahren im offenen, nicht ausgebauten Bohrloch:** Für diesen Versuch lag eine ausgebaute Rammkernbohrung (RKB - Ø 40 mm) bis in 8,00m Tiefe vor. Entsprechend<sup>1</sup> erstreckt sich die Versickerungsstrecke (h) vom konstant gehaltenen Versuchswasserspiegel in 7,20m unter GOF bis in 8,00m Tiefe (h = 0,80m). H ist der Abstand des Versuchswasserspiegels zum Grundwasserspiegel bzw. bis zum nächsten wasserstauenden Horizont. Bis zur Endteufe in 8,00m Tiefe wurde weder ein Grundwasserstauer noch freies Grundwasser angetroffen, daher H = min 0,80m. Nach dem Vorwässern wurde die Versuchsreihe gestartet. Nach Wassersättigung versickerten in 404sec 1.000ml Wasser. Hieraus ergibt sich Q zu  $2,5 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ .

### Messgrößen und Berechnung des K-Wertes:

In Abhängigkeit von h zu H gelten verschiedene Formeln. Hier gilt  $3h \geq H \geq h$  ( $2,4 \geq 0,8 \geq 0,8$ ), somit folgende Formel:  
Durchlässigkeitskoeffizient  $K = 0,265 \times (Q/h^2) \times (\ln(h/r)) / (0,1667 + H/3h)$  m/s mit:

$$Q = \text{Wasserdurchfluss} = \text{m}^3/\text{s} = 2,5 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$r = \text{Radius RKB} = 0,02\text{m}$$

$$h = 0,8\text{m (Versickerungsstrecke)}$$

$$H = 0,8\text{m}$$

$$K = 0,265 \times (2,5 \times 10^{-6}/0,8^2) \times (\ln(0,8/0,02)) / (0,1667 + 0,8/3 \times 0,8) \quad \text{m/s}$$

$$\mathbf{K = 7,6 \times 10^{-6} (m/s)}$$

<sup>1</sup> nach U.S. Bureau of Reclamation (EARTH MANUAL 1974); beschrieben in „BDG-Schriftenreihe Heft 15: Versickerung von Niederschlagswasser aus geowissenschaftlicher Sicht“

**Prüfbericht zu den chemisch-analytischen  
Laboruntersuchungen**

Eurofins Umwelt West GmbH - Zieglerstraße 11 a - 52078 - Aachen

**Kramm Ingenieure GmbH & Co.KG**  
**Beratender Ingenieur für Geotechnik**  
**Adele-Weidtmann-Str. 60**  
**52072 Aachen**

**Titel: Prüfbericht zu Auftrag 01916882**  
**Prüfberichtsnummer: AR-19-JA-001825-01**

**Auftragsbezeichnung: 2019-0098 Dürener Straße, Geilenkirchen-Immendorf**

**Anzahl Proben: 3**  
**Probenart: Boden**  
**Probenahmedatum: 20.04.2019**  
**Probenehmer: Auftraggeber**  
**Probeneingangsdatum: 29.03.2019**  
**Prüfzeitraum: 29.03.2019 - 06.04.2019**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Probenahme nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag erfolgte, wird hierfür keine Gewähr übernommen. Dieser Prüfbericht enthält eine qualifizierte elektronische Signatur und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB), sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie unter <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx> einsehen.

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14078-01-00) aufgeführten Umfang.

Günter Heimbüchel  
Niederlassungsleitung  
Tel. +49 241 94 68 621

Digital signiert, 08.04.2019  
Reiner Schulz  
Prüfleitung



Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte			Probenbezeichnung		MP1	MP2	MP3	
				Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer	019061667	019061680	019061691	
				BG	Einheit							
<b>Probenvorbereitung</b>												
Probenmenge inkl. Verpackung	AN		DIN 19747: 2009-07						kg	1,5	2,2	1,2
Fremdstoffe (Art)	AN	LG004	DIN 19747: 2009-07							nein	nein	nein
Fremdstoffe (Menge)	AN	LG004	DIN 19747: 2009-07						g	0,0	0,0	0,0
Siebrückstand > 10mm	AN	LG004	DIN 19747: 2009-07							nein	nein	nein
<b>Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz</b>												
Trockenmasse	AN	LG004	DIN EN 14346: 2007-03					0,1	Ma.-%	84,9	83,8	84,5
pH in CaCl2	AN	LG004	DIN ISO 10390: 2005-12							7,6	7,4	7,6
<b>Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 13657</b>												
Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	15	45	45	150	0,8	mg/kg TS	12,8	8,2	9,7
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	70	210	210	700	2	mg/kg TS	13	11	13
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1	3	3	10	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	60	180	180	600	1	mg/kg TS	30	27	36
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	40	120	120	400	1	mg/kg TS	12	12	14
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	50	150	150	500	1	mg/kg TS	24	24	28
Thallium (Tl)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,7	2,1	2,1	7	0,2	mg/kg TS	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846: 2012-08	0,5	1,5	1,5	5	0,07	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	< 0,07
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	150	450	450	1500	1	mg/kg TS	40	41	46
<b>Anionen aus der Originalsubstanz</b>												
Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN ISO 17380: 2006-05		3	3	10	0,5	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	< 0,5

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte			Probenbezeichnung		MP1	MP2	MP3	
				Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer	019061667	019061680	019061691	
				BG	Einheit							
<b>Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz</b>												
TOC	AN	LG004	DIN EN 13137: 2001-12	0,5 <sup>2)</sup>	1,5	1,5	5	0,1	Ma.-% TS	0,2	0,2	0,2
EOX	AN	LG004	DIN 38414-S17: 2017-01	1	3 <sup>3)</sup>	3 <sup>3)</sup>	10	1,0	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Kohlenwasserstoffe C10-C22	AN	LG004	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2009-12	100	300	300	1000	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
Kohlenwasserstoffe C10-C40	AN	LG004	DIN EN 14039: 2005-01/LAGA KW/04: 2009-12		600	600	2000	40	mg/kg TS	< 40	< 40	< 40
<b>BTEX aus der Originalsubstanz</b>												
Benzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Toluol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX	AN	LG004	HLUG HB Bd.7 Teil 4: 2000-08	1	1	1	1		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte				Probenbezeichnung		MP1	MP2	MP3
				Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer	20.04.2019	20.04.2019	20.04.2019	
				BG	Einheit	019061667	019061680	019061691				
<b>LHKW aus der Originalsubstanz</b>												
Dichlormethan	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
trans-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
cis-1,2-Dichlorethen	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chloroform (Trichlormethan)	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1,1-Trichlorethan	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlormethan	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Trichlorethen	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Tetrachlorethen	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,1-Dichlorethen	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
1,2-Dichlorethan	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe LHKW (10 Parameter)	AN	LG004	DIN ISO 22155: 2006-07	1	1	1	1		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>
<b>PCB aus der Originalsubstanz</b>												
PCB 28	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 52	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 101	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 153	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 138	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
PCB 180	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12	0,05	0,15	0,15	0,5		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>
PCB 118	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12					0,01	mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe PCB (7)	AN	LG004	DIN EN 15308: 2016-12						mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte				Probenbezeichnung		MP1	MP2	MP3	
				Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer	BG	Einheit	20.04.2019	20.04.2019	20.04.2019
											019061667	019061680	019061691

**PAK aus der Originalsubstanz**

Naphthalin	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chrysen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[b]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[k]fluoranthren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[a]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	0,3	0,9	0,9	3	0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Indeno[1,2,3-cd]pyren	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibenzo[a,h]anthracen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo[ghi]perylen	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05					0,05	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05	3	3 <sup>4)</sup>	3 <sup>4)</sup>	30		mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	AN	LG004	DIN ISO 18287: 2006-05						mg/kg TS	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>	(n. b.) <sup>1)</sup>

**Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schütteleluat nach DIN EN 12457-4**

pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C5: 2009-07	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	6 - 12	5,5 - 12			8,3	8,0	8,3
Temperatur pH-Wert	AN	LG004	DIN 38404-C4: 1976-12						°C	22,9	19,1	22,2
Leitfähigkeit bei 25°C	AN	LG004	DIN EN 27888: 1993-11	250	250	1500	2000	5	µS/cm	105	134	102

Parameter	Lab.	Akkr.	Methode	Vergleichswerte			Probenbezeichnung		MP1	MP2	MP3
				Z0 Lehm/ Schluff	Z1.1	Z1.2	Z2	Probennummer	019061667	019061680	019061691
				Probenahmedatum/ -zeit		20.04.2019		20.04.2019		20.04.2019	
BG		Einheit									

**Anionen aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4**

Chlorid (Cl)	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	30	30	50	100 <sup>5)</sup>	1,0	mg/l	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Sulfat (SO <sub>4</sub> )	AN	LG004	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	20	20	50	200	1,0	mg/l	2,1	4,7	1,3
Cyanide, gesamt	AN	LG004	DIN EN ISO 14403 (D6): 2002-07	5	5	10	20	5	µg/l	< 5	< 5	< 5

**Elemente aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4**

Arsen (As)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	14	14	20	60 <sup>6)</sup>	1	µg/l	< 1	< 1	< 1
Blei (Pb)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	40	40	80	200	1	µg/l	< 1	< 1	< 1
Cadmium (Cd)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	1,5	1,5	3	6	0,3	µg/l	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Chrom (Cr)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	12,5	12,5	25	60	1	µg/l	< 1	< 1	< 1
Kupfer (Cu)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	20	20	60	100	5	µg/l	< 5	< 5	< 5
Nickel (Ni)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	15	15	20	70	1	µg/l	< 1	< 1	< 1
Quecksilber (Hg)	AN	LG004	DIN EN ISO 12846: 2012-08	< 0,5	< 0,5	1	2	0,2	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Thallium (Tl)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02					0,0002	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Zink (Zn)	AN	LG004	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	150	150	200	600	10	µg/l	< 10	< 10	< 10

**Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schütteleuat nach DIN EN 12457-4**

Phenolindex, wasserdampfflüchtig	AN	LG004	DIN EN ISO 14402 (H37): 1999-12	20	20	40	100	10	µg/l	< 10	< 10	< 10
-------------------------------------	----	-------	------------------------------------	----	----	----	-----	----	------	------	------	------

## Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Kommentare zu Ergebnissen

<sup>1)</sup> nicht berechenbar, da alle Werte < BG.

Die mit AN gekennzeichneten Parameter wurden von Eurofins Umwelt West GmbH (Wesseling) analysiert. Die mit LG004 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14078-01-00 akkreditiert.

## Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach LAGA TR Boden (2004) Tab. II 1.2.-4/-5 (Z0 Lehm/Schluff/Z1.1/Z1.2/Z2).

- <sup>2)</sup> Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%.
- <sup>3)</sup> Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.
- <sup>4)</sup> Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.
- <sup>5)</sup> Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l.
- <sup>6)</sup> Bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 µg/l.

Im Prüfbericht aufgeführte Grenz- bzw. Richtwerte sind ausschließlich eine Serviceleistung der EUROFINS UMWELT, eine rechtsverbindliche Zuordnung der Prüfberichtsergebnisse im Sinne der zitierten Regularien wird ausdrücklich ausgeschlossen. Diese liegt allein im Verantwortungsbereich des Auftraggebers. Die zitierten Grenz- und Richtwerte sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

## Bewertung

Die Bewertung bezieht sich ausschließlich auf die in AR-19-JA-001825-01 aufgeführten Ergebnisse. Die zitierten Grenz- und Richtwerte sind teilweise vereinfacht dargestellt und berücksichtigen nicht alle Kommentare, Nebenbestimmungen und/oder Ausnahmeregelungen des entsprechenden Regelwerkes.

**Keine der in AR-19-JA-001825-01 enthaltenen Proben weist eine Überschreitung des niedrigsten Zuordnungswertes, bzw. eine Verletzung eines Grenz- oder Richtwertes der Liste LAGA TR Boden (2004) Tab. II 1.2.-4/-5 (Z0 Lehm/Schluff/Z1.1/Z1.2/Z2) auf.**