Bebauungsplan A 38 „Schneidersstraße" in Jülich

Entwässerungskonzept / Nachweis gem. § 51a LWG NRW

zur Einleitung von Niederschlagswasser in das Grundwasser

Bauherr
Fundus Projektentwicklungs GmbH
Mohnweg 17

50354 Hürth

Planungsbüro
IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH
Monnetstraße 24

52146 Würselen

Verzeichnis der Unterlagen		Anlage
Erläuterungsbericht		1
Übersichtskarte	M. 1:10.000	2
Lageplan	M. 1:500	3
Ausbauquerschnitt A-A	M. 1:50	4
Ausbauquerschnitt B-B	M. 1:50	5
Bemessungsunterlagen		6
Baugrund- und Hydrogeologische Erkundung		7

Bebauungsplan A 38 „Schneidersstraße" in Jülich

Entwässerungskonzept / Nachweis gem. § 51a LWG NRW

zur Einleitung von Niederschlagswasser in das Grundwasser

Anlage 1 Erläuterungsbericht

Bauherr
Fundus Projektentwicklungs GmbH
Mohnweg 17

50354 Hürth

Planungsbüro
IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH
Monnetstraße 24

52146 Würselen

Gliederung des Erläuterungsberichtes

		Seite
1.	**Allgemeine Beschreibung**	1
2.	**Vorhandene und zukünftige Entwässerungssituation**	3
2.1	Bestehende wasserwirtschaftliche Verhältnisse	3
2.2	Geplante wasserwirtschaftliche Verhältnisse	4
3.	**Standortbedingte Planungsgrundsätze**	6
3.1	Untergrundbeschaffenheit	6
3.2	Schutz des Grundwassers	7
3.3	Wasserschutzgebiete	7
3.4	Eingriff in Natur und Landschaft	8
4.	**Bemessung der Versickerungsmulden**	8
5.	**Bauliche und betriebliche Aspekte**	9
5.1	Bauliche Ausführung	9
5.2	Wartung	10
6.	**Umfang der Gewässerbenutzung**	11

Erläuterungsbericht

1. Allgemeine Beschreibung

Mit dem vorliegenden Entwässerungskonzept wird die Regenwasserentsorgung des geplanten Bebauungsplangebietes Nr. A 38 „Schneidersstraße" aufgezeigt.

Das Plangebiet liegt am nördlichen Rand der Stadt Jülich in unmittelbarer Nachbarschaft zum Fachhochschul-Campus und zum Interkommunalen Gewerbegebiet ‚Campus Merscher Höhe / Brainergy Park' und zu einem geplanten Bahnhaltepunkt ‚An den Aspen' südwestlich des Plangebietes. Im Nordosten wird das Plangebiet durch den Von-Schöfer-Ring und im Südosten durch die L 241 – Neusser Straße begrenzt. Im Südwesten grenzt das Plangebiet auf gesamter Länge an einen 60 - 70 m breiten Waldstreifen, im Nordwesten an einen ehemaligen landwirtschaftlichen Betrieb und dessen landwirtschaftliche Nutzflächen.

Das Plangebiet weist eine Größe von ca. 8,3 ha auf und umfasst die Flurstücke 956 und 957, Flur 11 und das Flurstück 326, Flur 12, alle Gemarkung Jülich.

Im Rahmen der Bauleitplanung ist die wasserwirtschaftliche Beurteilung zur Beseitigung von Niederschlagswasser auf der Grundlage des Landeswassergesetzes durchzuführen. Unter Berücksichtigung des beigefügten hydrogeologischen Gutachtens kann demnach für das gesamte Plangebiet von einer konsequenten Versickerung aller auf den öffentlichen und privaten Flächen anfallenden Niederschlagswässer ausgegangen werden.

Das städtebauliche Konzept sieht eine Nutzungsmischung von gewerblichen Bauflächen und Wohnbauflächen in Form von eingeschränkten Gewerbegebieten und Allgemeinen Wohngebieten vor.

Öffentliche Verkehrsflächen

Der hydraulische Nachweis präferiert den Versickerungsanlagentyp „Begrünte Versickerungsmulde" für alle öffentlichen Verkehrsflächen innerhalb des Gewerbegebietes sowie auf den öffentlichen Mischverkehrsflächen innerhalb des Allgemeinen Wohngebietes. Demnach wird das auf den Planstraßen A und B anfallende Niederschlagswasser über die straßenbegleitenden Versickerungsmulden 1 - 4 dem Grundwasser zugeführt. Die Ableitung des auf der Planstraße C anfallende Niederschlagswasser wird über offene Muldenrinnen innerhalb der geplanten Mischverkehrsfläche und über die Transportmulden 1 – 5 der zentralen Versickerungsmulde 5 zugeführt. Dort versickert das Niederschlagswasser über die belebte Bodenzone in das Grundwasser.

Mit der Auswahl dieses Anlagentyps kann aus ökologischer, wasserwirtschaftlicher und technischer Sicht das gesetzte Ziel erreicht werden, die sinnvolle Ableitung des Niederschlagswassers in den natürlichen Wasserkreislauf unmittelbar am Ort des Anfalls zu ermöglichen.

Private Grundstücksflächen

Die Gewerbegebiete GEe 1, GEe 2 und GEe 3 werden im Bebauungsplan als eingeschränkte Gewerbegebiete festgesetzt. In diesen Gebieten sind nur solche Betriebe zulässig, die ein im Mischgebiet zulässiges Emissionsverhalten aufweisen. Das auf den Dachflächen in diesen Gebieten anfallende Niederschlagswasser gilt demnach gem. Runderlass des MUNLV zum § 51 a LWG vom 18.05.1998 (Ziff. 12.2) als unbelastetes (unverschmutztes Niederschlagswasser) und bedarf keiner Versickerung über die belebte Bodenzone.

Demnach kann das auf den Privatgrundstücken innerhalb des Gewerbegebietes anfallende Niederschlagswasser über Muldenversickerung, Mulden - Rigolenversickerung oder Rigolen- und Rohrversickerung dem Grundwasser zugeführt werden.

Das innerhalb der Allgemeinen Wohngebiete WA 1 – WA 4 anfallende nicht schädlich verunreinigte Niederschlagswasser kann ohne Vorreinigung über die Rigolenversickerung dem Grundwasser zugeführt werden.

2. Vorhandene und zukünftige Entwässerungssituation

2.1 Bestehende wasserwirtschaftliche Verhältnisse

Im Nordwesten des Plangebietes liegen großflächige, brachliegende Wiesen mit einem zentral gelegenen Regenrückhaltebecken. Im Südosten befinden sich weitere kleinere brachliegende ungenutzte Flächen. Im Nordosten bzw. Osten stehen derzeit drei gewerblich genutzte Hallen und zwei Verwaltungsgebäude. Im Südwesten liegt die Bestandsbebauung der sogenannten „Sendersiedlung" an der Schneidersstraße mit 11 eingeschossigen Bungalows. Diese Bungalows dienten ursprünglich als Betriebswohnungen für Mitarbeiter des Senders der Deutschen Welle. Circa 31 % des Plangebietes sind zum heutigen Zeitpunkt versiegelt.
Aus wasserrechtlicher Sicht besteht daher ein Interesse, die Grundwasserneubildung durch gezielte Versickerung der Niederschlagsabflüsse in den Untergrund auch nach der geplanten Bebauung weitgehend zu erhalten.

Im Zuge der Aufschlußarbeiten zum Baugrundgutachten wurde kein stationäres Grundwasser angetroffen. Darüber hinaus konnten keine Schicht- oder Stauwasserakkumulationen notiert werden. Je nach Witterung kann in den bindigen Böden eine Schichtwasserführung auftreten, ferner kann am Top der Schichten Staunässe entstehen. Hinweise darauf gibt die lokal festgestellte weiche Konsistenz der bindigen Böden. Der stationäre Grundwasserspiegel liegt im Projektareal mit einer angenommenen Geländehöhe von 105 m NHN bei mindestens 15 m unter GOK. Für die Anlage von Versickerungsanlagen innerhalb der öffentlichen Verkehrsflächen und auf den privaten Grundstücksflächen ist die Tiefenlage des Grundwassers mehr als ausreichend.

Innerhalb der Schicht 3 bestehend aus Terrassensedimenten (kiesige, schluffige Sande) der Älteren Hauptterrasse der Maas wurden Versickerungsversuche durchgeführt, um das versickerungspotential des Untergrundes zu erkunden. Es wurde ein mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert von k_f= 1,96 x 10^{-5} m/s ermittelt. Das Versickerungspotential des Bodens erlaubt demnach die Versickerung des auf den befestigten Flächen anfallenden Niederschlagswasser.

2.2 Geplante wasserwirtschaftliche Verhältnisse

Entsprechend den Vorgaben der Bauleitplanung sowie aufgrund der geringen vorhandenen Reliefenergie in Verbindung mit den bereits beschriebenen guten Durchlässigkeitsbeiwerten des Untergrundes bietet sich die Versickerung des auf den öffentlichen Verkehrsflächen sowie innerhalb der privaten Baugrundstücke anfallenden Niederschlagswassers an.

Als Versickerungsanlagentyp für das auf den öffentlichen Verkehrsflächen anfallende Niederschlagswasser wurde die Versickerungsmulde gewählt, da diese Anlagen diejenigen Versickerungsanlagen sind, die allen Anforderungen sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht an Versickerungsanlagen am ehesten gerecht werden.

Die Tabelle 1 des Regelwerkes DWA A138 stellt eine Entscheidungsmatrix dar, die Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Anlagen zur Regenwasserversickerung in Abhängigkeit von der abflussliefernden Fläche und der hydraulischen Belastung aufzeigt (A_U : A_S).

Im Merkblatt DWA-M 153 wird ausdrücklich darauf verwiesen, dass die Notwendigkeit und der Umfang einer Regenwasserbehandlung mit diesen Bewertungsverfahren nur abgeschätzt werden kann. Mit nur sehr geringen Einstauhöhen von max. 50 cm sind die gewählten Versickerungsmulden als Elemente der Grün- und Freiraumplanung, auch hinsichtlich der Regenwasserbehandlung, die Anlagen mit der größten zu erwartenden Reinigungseffektivität.

Die obere belebte und durchlüftete Bodenzone der Versickerungsmulde stellt im Allgemeinen den entscheidenden Filter und Puffer gegenüber eingetragenen Stoffen für das Grundwasser dar. Filtrations- und Adsorptionsprozesse laufen zwar auch in tieferen Bodenschichten ab, für den Abbau der meisten organischen Schadstoffe, für den Abbau sauerstoffverzehrender Substanzen und für Nitrifikationsvorgänge ist jedoch eine ausreichende Bodenbelüftung notwendig, die naturgemäß an der Bodenoberfläche höher ist, als in größeren Bodentiefen. Daher wird den Versickerungsanlagen, bei denen der Niederschlagsabfluss über den Oberboden versickert wird, eine höhere Reinigungseffektivität gegenüber eingetragenen Schmutzstoffen zugeschrieben, als solchen ohne Oberbodenpassage. Die hydraulische Belastung bestimmt bei gleicher Schadstoffkonzentration der Niederschlagsabflüsse die in die Versickerungsanlage eingetragene Stofffracht. Gegenüber persistenten Stoffen (z.B. Schwermetallen), die nicht abgebaut werden können, weist der Boden in Anhängigkeit seiner Sorptionscharakteristik nur ein endliches Aufnahmevermögen auf. Hydraulisch und damit auch von der Stofffracht geringer belastete Versickerungsanlagen sind daher hinsichtlich des Grundwasserschutzes zu bevorzugen.

Als geeignetes Maß für die hydraulische Belastung wird der Quotient der angeschlossenen undurchlässigen Fläche (AU) zu versickerungswirksamer Fläche (AS) angesehen. Die geplante breitflächige Versickerung bietet mit hydraulischen Belastungen von AU : AS < 5 den besten Grundwasserschutz.

Wie den beigefügten Bemessungsunterlagen zu entnehmen ist, wird dieser Quotient bei allen im Plangebiet ausgewiesenen Versickerungsmulden deutlich unterschritten.

Ein weiterer, nicht zu unterschätzender Aspekt ergibt sich aus der freien, nicht gezielten Ableitung der Niederschlagsabflüsse über Bankette, Grünflächen oder begrünte Transportmulden zur Versickerungsmulde, da, z.B. die Erschließungsstraßen ohne Randeinfassungen ausgeführt werden. Hierdurch wird bereits eine deutliche Vorreinigung des Regenwassers erreicht.

Die nachfolgenden Beschreibungen der geplanten Versickerungsmulden haben vorrangig die geplanten Anlagen im öffentlichen Bereich (Straßenentwässerung) zum Inhalt.

Innerhalb der privaten Flächen sind unter Berücksichtigung des maximalen Versiegelungsgrades Versickerungsmulden, Rigolen oder einer Kombination daraus anzulegen und vom Eigentümer zu unterhalten. Da die Ausgestaltung und Anordnung entwurfsabhängig ist (insbesondere hinsichtlich Größe und Eigenschaft der zu berücksichtigenden Flächen), muss zurzeit auf eine Darstellung in der Planzeichnung verzichtet werden.

Die Einleitung von verschmutzten Niederschlagsabflüssen aus privaten Bauflächen in den städtischen Mischwassersammler in der Neusser Straße ist mengenmäßig begrenzt; im Zuge des Bauantragsverfahrens sind die entsprechenden Vorgaben mit dem Tiefbauamt der Stadt Jülich abzustimmen.

Die geplanten Verkehrsflächen sind als Festsetzung Bestandteil der Bauleitplanung. Die Kronenbreite der geplanten Straße innerhalb des eingeschränkten Gewerbegebietes ist hier einschließlich des einseitigen Rad-Gehweges sowie der Bankette und des Trennstreifens mit 12,50 m festgesetzt.

Mit den einseitig bzw. beiderseits des Straßenquerschnittes angeordneten Versickerungsmulden von je 3,00 m beträgt die Breite der öffentlichen Fläche insgesamt 15,50 – 18,50 m; d.h. ein Drittel der öffentlichen Fläche steht für die Regenwasserentsorgung zur Verfügung.

Die Versickerungsmulden 1 - 5 sind ausschließlich zur Aufnahme des auf dem öffentlichen Straßenkörper anfallenden Regenwassers vorgesehen.

3. Standortbedingte Planungsgrundsätze

3.1 Untergrundbeschaffenheit

Das Plangebiet besteht insgesamt aus drei Plateaus, die untereinander geringe Höhenunterschiede, zu den angrenzenden Flächen außerhalb des Plangebietes jedoch größere Höhenunterschiede aufweisen. Im anstehenden Baugrund können die folgenden Homogenbereiche unterschieden werden:
Homogenbereich 1: organische Böden (humoser Oberboden), 0,1 – 0,3 m u. GOK
Homogenbereich 2a: nicht bindige Auffüllungen, 0,7 – 3,6 m u. GOK
Homogenbereich 2b: bindige Auffüllungen, 1,0 – 5,4 m u. GOK
Homogenbereich 3: Löss- bzw. Auenlehm, 1,2 bzw. 6,0 m u. GOK
Homogenbereich 4: grobkörnige Böden (Terrassensedimente) unterhalb der Auffüllungen und Lehmböden.
Siehe auch beigefügte Baugrunderkundung der Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH vom 11. Dezember 2019.

Ausgehend von den Ergebnissen der Rammkernsondierungen im Bereich der Erschließungsstraßen ist als Mittelwert für die Versickerung innerhalb des Homogenbereiches 3 bestehend aus Terrassensedimenten (kiesige, schluffige Sande) der Älteren Hauptterrasse der Maas ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 1{,}96 \times 10^{-5}$ m/s festgestellt worden.

3.2 Schutz des Grundwasser

Der Grundwasserflurabstand im Bereich des Projektareals liegt derzeit bei ca. 15 m, bei den bisher ausgeführten Arbeiten wurde keine Schicht- bzw. Stauwasserakkumulation festgestellt.

Nach heutigem Kenntnisstand ist davon auszugehen, dass durch die Passage der belebten Bodenzone mit dem Niederschlagsabfluss keine eventuellen noch vorhandenen Schadstoffkonzentrationen in das Grundwasser gelangen können.

Zur Schaffung der so genannten belebten Bodenzone innerhalb der Mulden wird ein Gemisch aus Fein- und Mittelsanden ca. 25 cm stark mit einer 5 cm starken Oberbodenabdeckung aufgetragen. Die Durchlässigkeit wird aufgrund der vorgesehenen Zusammensetzung dieser bewachsenen, 30 cm starke Bodenzone, auf einen einheitlichen Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s (vorh. Untergrund $k_f = 1{,}0 \times 10^{-5}$ m/s) begrenzt.

Mit dieser Vorgabe wird die Reinigungsleistung der Bodenzone bei gleichzeitigem Nachweis der ausreichenden Versickerungsleistung festgelegt.

3.3 Wasserschutzgebiete

Innerhalb des Plangebietes befinden sich keine Oberflächengewässer; das gesamte Gebiet liegt außerhalb von festgesetzten Wasserschutzgebieten.

3.4 Eingriff in Natur und Landschaft

Parallel zur Aufstellung des Bebauungsplanes wurde ein Grünordnungsplan erarbeitet, der aus Eingriffsplan, Eingriffsbewertung sowie Ausgleichsplan mit den erforderlichen Maßnahmen zur Grünordnung einschließlich Vorschlägen für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen besteht.
Da die Niederschlagswässer über die naturnah zu gestaltenden Versickerungsanlagen dem Untergrund zugeführt werden, können die Auswirkungen der geplanten Flächenversiegelung auf den Wasserhaushalt minimiert werden.

4. Bemessung der Versickerungsmulden

Mit der beigehefteten Anlage 6 wird die Bemessung der geplanten Versickerungsmulden aufgezeigt. Auszugsweise sind die wesentlichen Ansätze hier nochmals aufgeführt.

Die Bemessung der Versickerungsmulden erfolgte gemäß DWA-A138. Nach Rücksprache mit der Unteren Wasserbehörde des Kreises Düren sind die öffentlichen Versickerungsmulden so zu bemessen, dass sie bei einem 5-jährigen Regenereignis maximal 30 cm einstauen und bis zum 100-jährigen Regenereignis nicht überstauen.

Zur Bestimmung der Niederschlagsspenden wurden die Niederschlagsauswertungen des Deutschen Wetterdienstes aus dem sogenannten 'KOSTRA-Atlas' für den Raum Jülich herangezogen. Die angeschlossene undurchlässige Fläche wurde mit unterschiedlichen Abminderungen zur Bestimmung des maximalen Niederschlagsabflusses berücksichtigt.

Folgende mittlere Abflussbeiwerte Ψ_m wurden zugrunde gelegt:

- Dachfläche $\Psi_m = 1,0$
- Asphaltbefestigung $\Psi_m = 0,9$
- Pflasterbefestigung $\Psi_m = 0,7$
- Bankett, Trennstreifen $\Psi_m = 0,7$

Die max. Einstautiefe in den Mulden beim 100-jährigen Regenereignis beträgt zwischen 0,20 m und 0,47 m bei unterschiedlichen Verweildauern / Entleerungszeiten. Detaillierte Angaben hierzu sind den beigefügten Lageplänen sowie den Bemessungsunterlagen (Anlage 6) zu entnehmen.

Die festgelegten Muldenabschnitte bieten aufgrund des vorbezeichneten Nachweises so große Reserven, dass für verloren gehende Rückhaltevolumina im Bereich von Einfahrten kein gesonderter Nachweis zu führen ist.

5. Bauliche und betriebliche Aspekte

5.1 Bauliche Ausführung

Die geplanten Versickerungsmulden 1 bis 4 werden in der zur Verfügung stehenden Breite von 3,00 m ca. 0,30 – max. 0,50 m tief ausgemuldet. Bei einem max. Einstau dieser Anlagen von 0,47 m wurde mit der Dimensionierung nachgewiesen, dass es bei einem ein 100-jährigen Regenereignis nicht zu einem Überstau der Anlagen kommt.

Die Versickerungsfähigkeit des Untergrundes ist im Bereich der Verkehrsflächen generell als günstig einzustufen. Diese Erkenntnis beruht auf der Tatsache, dass anhand von Aufschlußarbeiten ein als potentieller Versickerungshorizont für Regenwasser innerhalb des Homogenbereiches 4 Terrassensedimente der Älteren Hauptterrasse der Maas analysiert wurden. Innerhalb dieser Schicht ist ein ausreichendes Versickerungspotential belegt durch das Baugrundgutachten gegeben.

Zur Schaffung einer dauerhaften "belebten Bodenzone" wird über dem vorgeformten Planum ein Geotextil verlegt. Hiermit wird die Filterstabilität gegenüber dem anstehenden Boden gewährleistet. Im Anschluss daran wird ein in der Praxis bewährtes 25 cm Bodensubstratgemisch aus Oberboden, Lavagestein, Bims und Sand aufgebracht. Die Oberfläche des Gemisches wird anschließend mit einem gesiebten Oberboden angedeckt, welcher unmittelbar mit Rollrasen abgedeckt wird. So entsteht eine direkt nutzbare Vegetationsschicht, die aufgrund der bewährten Zusammensetzung auch dauerhaft nutzbar sein wird. Mit sogenannten Querriegeln werden innerhalb der mit dem Längsgefälle der Straße verlaufenden Versickerungsmulden ca. 50 m lange Abschnitte gebildet.
Hiermit wird erreicht, dass die Versickerungsfläche wirksam genutzt und somit ein längerer Einstau vermieden wird.

Unterhalb des Muldenplanums steht, wie vor beschrieben, innerhalb des Homogenbereiches 2b und 3 kein durchlässiger Untergrund an. Grundsätzlich ist zum durchstoßen dieser Bodenschicht die Ausführung einer senkrechten Sickerschicht 1,0 m breit vorgesehen. Die Schichttiefe wird örtlich durch den baubegleitenden Baugrundgutachter vorgegeben. Der anstehende Untergrund wird durch Einbau eines Mittelsandes ersetzt; die Abgrenzung zum Baugrund erfolgt allseits durch Filtervlies.

Die geplante Versickerungsmulde 5 wird als zentrale Anlage innerhalb des Allgemeinen Wohngebietes errichtet. Das Niederschlagswasser wird über begrünte Transportmulden der Versickerungsanlage zugeleitet. Die Anlage wird 0,30 m tief ausgemuldet. Bei einem max. Einstau dieser Mulde von 0,20 m wurde mit der Dimensionierung ein 100-jähriges Ereignis nachgewiesen. Der Aufbau der belebten Bodenzone erfolgt analog den Mulden 1 - 4. Zur Wartung der großflächigen Versickerungsanlage wird ein Wartungsweg in einer Gesamtbreite von 4,00 m gemäß den beigefügten Planzeichnungen angelegt. Die zentrale Versickerungsanlage erhält einen umlaufenden 1,50 m hohen Stabgitterzaun mit insgesamt 5 Toranlagen an der öffentlichen Verkehrsfläche.

Während der Bauausführung wird seitens der Bauleitung ausgeschlossen, dass der gesamte Bereich der Versickerungsmulden von schweren Baufahrzeugen befahren wird. Bei bereits vorgeschädigten Flächen wird eine tiefgründige Auflockerung durchgeführt.

Grundstückszufahrten werden auf eine Zufahrt je Grundstück begrenzt; der Verlust an Retentionsraum wurde beim hydraulischen Nachweis der Mulden berücksichtigt.

5.2 Wartung

Die Versickerungsmulden sind insgesamt über die geplanten Verkehrsflächen erreichbar. Die gesamten Flächen sind 4 x im Jahr zu mähen.

Der Einsatz von Herbiziden ist für das gesamte Umfeld der Versickerungsmulden nicht gestattet.

Das Mähgut ist abzufahren, um die Filterwirkung dieser Flächen nicht zu beeinträchtigen. Insbesondere sind auch die Laubeinträge zu entfernen.

6. Umfang der Gewässerbenutzung

Der beigefügte Lageplan weist die Einzugsbereiche der Versickerungsmulden mit einer Gesamtgröße der öffentlichen Einzugsgebietsflächen mit 0,64 ha aus. Eine Abminderung mit entsprechenden mittleren Abflussbeiwerten Ψ_m wurde unter Berücksichtigung der Empfehlungen der DWA-A 138 vorgenommen und mit den Bemessungsunterlagen nachgewiesen.
Die max. Einleitungsmenge wurde dementsprechend bei einem zugrunde gelegten Bemessungsregen von 100,0 l/(s x ha) mit 64 l/s ermittelt.

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH
Würselen, im April 2020

Dirk Dohmen
Durchwahl: -2 17
D.Dohmen@IQ-mbH.de

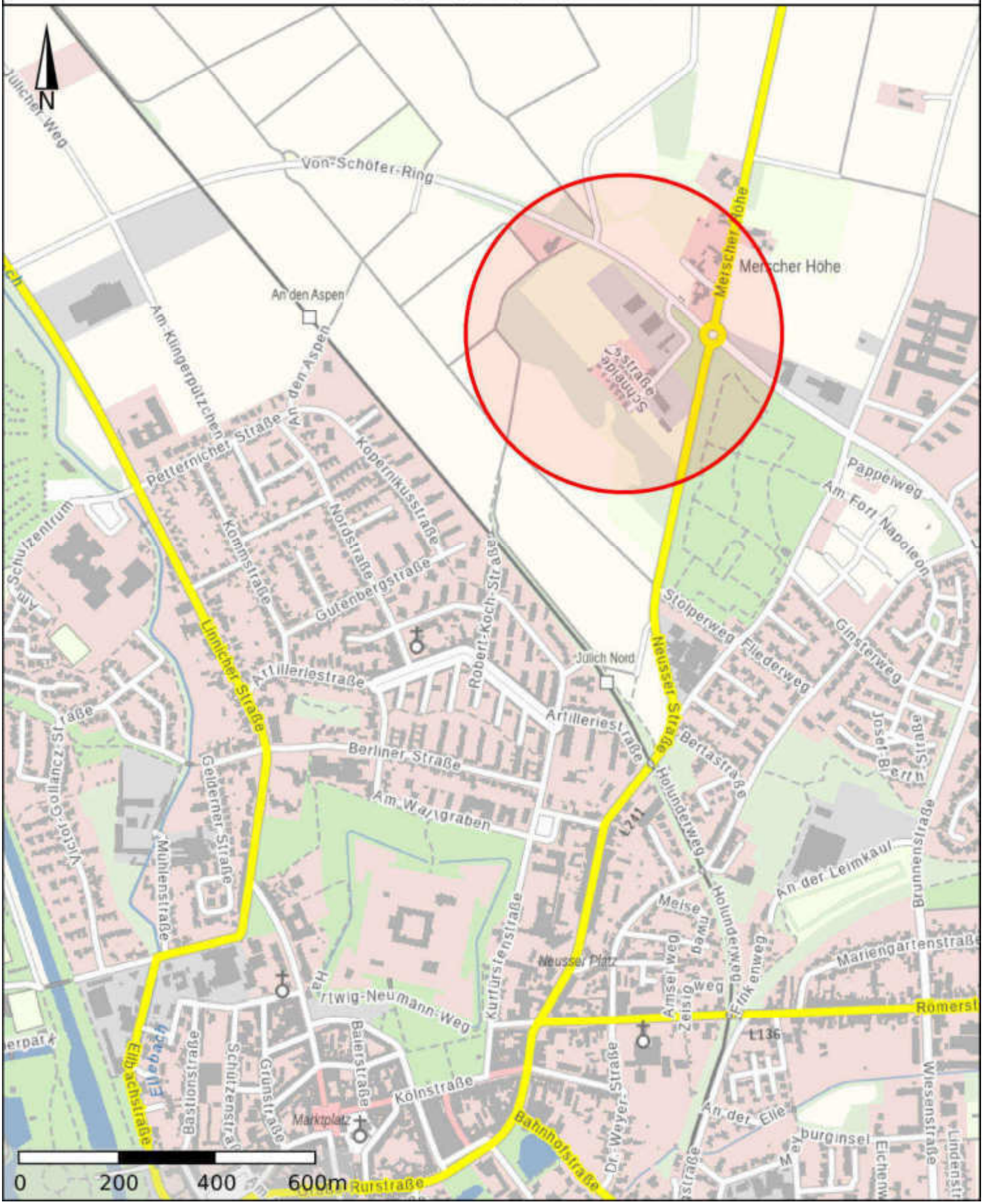
B-Plan A 38 "Schneidersstraße" in Jülich, Nachweis gem. § 51a LWG NRW

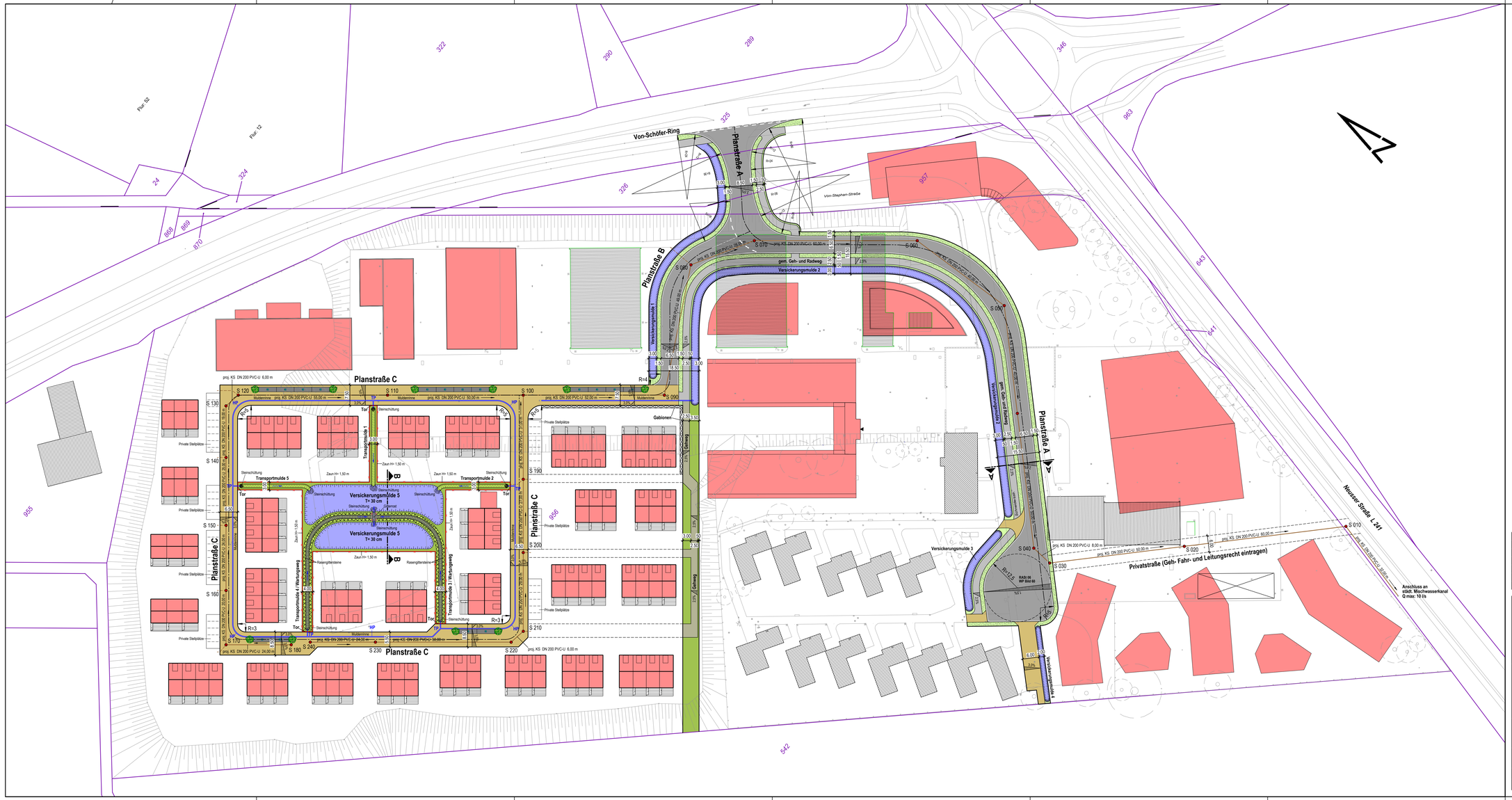
Dieser Ausdruck wurde mit TIM-online (www.tim-online.nrw.de) am 29.04.2020 um 15:36 Uhr erstellt.

Bezirksregierung Köln

GEObasis.nrw

Land NRW (2020) - Lizenz dl-de/zero-2-0 (www.govdata.de/dl-de/zero-2-0) - Keine amtliche Standardausgabe. Für Geodaten anderer Quellen gelten die Nutzungs- und Lizenzbedingungen der jeweils zugrundeliegenden Dienste.





Zeichenerklärung

Planung	Fahrbahn Asphaltbauweise
Planung	Gem. Geh- und Radweg Asphaltbauweise
Planung	Mischverkehrsfläche/fläche Pflasterbauweise Betonsteinpflaster
Planung	Stellplatz in Pflasterbauweise Betonsteinpflaster
Planung	Gehweg Pflasterbauweise Betonsteinpflaster
Planung	Trennstreifen Schotterrasen
Planung	Bankett Oberboden
Planung	Gebäude
Planung	Versickerungsmulden
Planung	Rasengittersteine
Planung	Transportmulden
Planung	Transportmulden Schotterrasen
Planung	Grünfläche

Nr:	Ä = Änderung, E = Ergänzung	Gezeichnet:	Bearbeitet:	Datum:

Auftraggeber:

Fundus
Projektentwicklungs GmbH
Mohrweg 17 Tel.: 02233 / 77753
50354 Hürth Mobil: 0163 / 4124015

Planverfasser:

Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH
Monnerstraße 24
52146 Würselen
Tel.: 0 24 05 / 8 02 90-0
Fax: 0 24 05 / 8 02 90-29
e-mail: info@IQ-mbH.de
www.IQ-mbH.de

Freiarbeiten, Straßen, Wegebauung +Kanalisation, Entwässerungsplanung
Bauleitung und Bauüberwachung +VGA-Kontrollstrecken -Bauprüfgebühren
Hydrogeologische Gutachten +Abfastengutachten +Gefährdungsabschätzungen

Projekt:

Erschließung Bebauungsplan A38 "Schneidersstraße" in Jülich

Planart:	Planungsstand:
Lageplan	Entwässerungskonzept Nachweis gem § 51 a LWG NRW

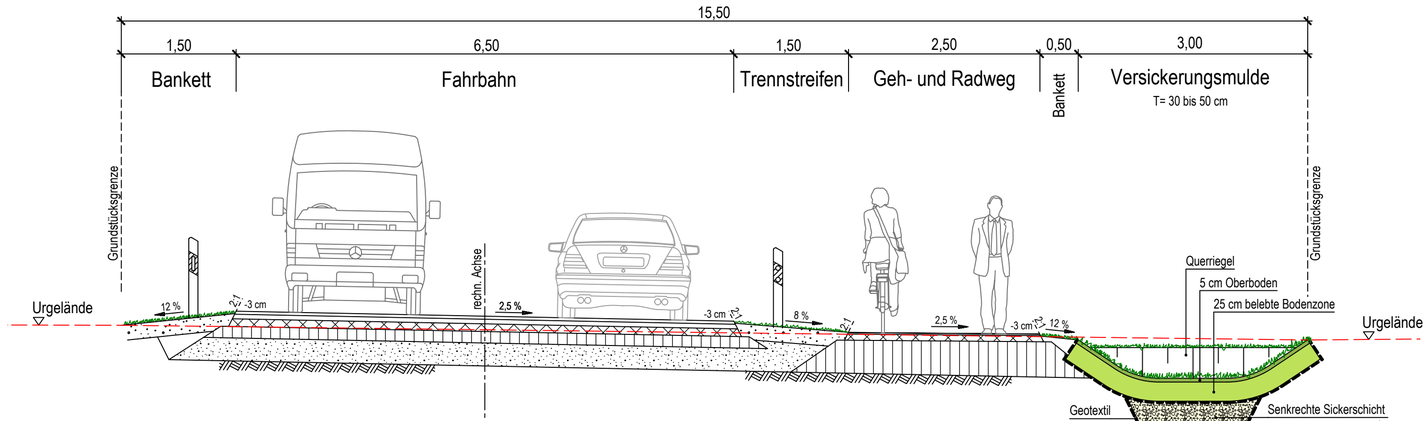
Projekt-Nr.:	Blatt-Nr.:	Maßstab:
2019-03-50	JSC-K-V-LP01	1:500
Datum: April 2020	Bearbeitet: Dohmen	Gezeichnet: Dohmen
Format: DIN A1	Dateiname: JSC-K-V-LP01.dwg	Anlage: 3

H/B = 594 / 1320 (0.78m²)

Allplan 2015

Straßenquerschnitt

Gewerbestraßen / Planstraße A und B



Oberbau Gewerbestraße

RStO 12, Tafel 1, Zeile 3, Bk 3,2

3,5 cm	Asphaltdeckschicht
6,5 cm	Asphaltbinderschicht
10 cm	Asphalttragschicht
15 cm	Schottertragschicht 0/32
32 cm	Frostschutzschicht 0/45
	Planum
65 cm	Gesamtdicke

proj. Schmutzwasserkanal

Oberbau Geh- und Radweg

RStO 12, Tafel 6, Zeile 1

2 cm	Asphaltdeckschicht
8 cm	Asphalttragschicht
> 40 cm	

Nr.:	Ä = Änderung, E = Ergänzung	Gezeichnet:	Bearbeitet:	Datum:

Auftraggeber:

Fundus
Projektentwicklungs GmbH

Mohnweg 17
50354 Hürth

Tel.: 02233 / 77753
Mobil: 0163 / 4124015

Planverfasser:

Ingenieurgesellschaft
Quadriga mbH
Monnetstraße 24
52146 Würselen
Tel.: 0 24 05 / 8 02 90-0
Fax: 0 24 05 / 8 02 90-29
e-mail: info@IQ-mbH.de
www.IQ-mbH.de

Freianlagen-, Straßen-, Wegeplanung •Kanalisations-, Entwässerungsplanung
Bauleitung und Bauüberwachung •SiGe-Koordination •Baugrundgutachten
Hydrogeologische Gutachten •Altlastengutachten •Gefährdungsabschätzungen

Projekt:

Erschließung Bebauungsplan A38 "Schneidersstraße" in Jülich

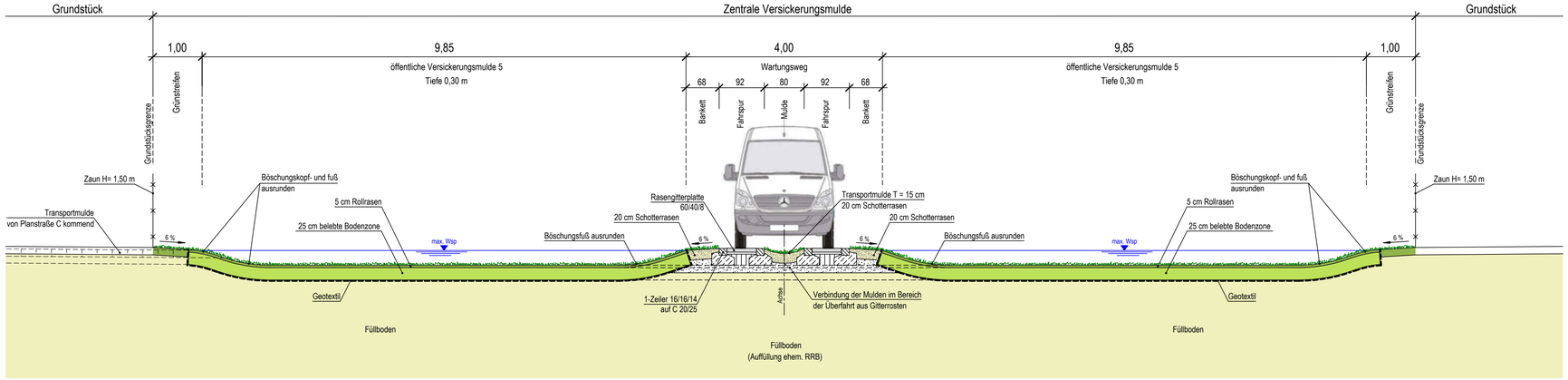
Planart:	Planungsstand:
Straßenquerschnitt Gewerbestraßen A und B	Entwässerungskonzept Nachweis gem § 51 a LWG NRW

Projekt-Nr.:	Blatt-Nr.:	Maßstab:
2019-03-50	JSC-K-V-AQ A-A	1:50
Datum: April 2020	**Bearbeitet:** Dohmen	**Gezeichnet:** Dohmen
Format:	**Dateiname:** JSC-K-V-AQ A-A.dwg	**Anlage:** 4

Querschnitt B-B Zentrale Versickerungsmulde

im Bereich des ehemaligen Regenrückhaltebeckens

M. 1:50



Nr.:	Ä = Änderung, E = Ergänzung	Gezeichnet:	Bearbeitet:	Datum:

Auftraggeber:

Fundus
Projektentwicklungs GmbH

Mohnweg 17
50354 Hürth

Tel.: 02233 / 77753
Mobil: 0163 / 4124015

Planverfasser:

Ingenieurgesellschaft
Quadriga mbH
Monnetstraße 24
52146 Würselen
Tel.: 0 24 05 / 8 02 90-0
Fax: 0 24 05 / 8 02 90-29
e-mail: info@IQ-mbH.de
www.IQ-mbH.de

Freianlagen-, Straßen-, Wegeplanung • Kanalisations-, Entwässerungsplanung
Bauleitung und Bauüberwachung • SiGe-Koordination • Baugrundgutachten
Hydrogeologische Gutachten • Altlastengutachten • Gefährdungsabschätzungen

Projekt:

Erschließung Bebauungsplan A38 "Schneidersstraße" in Jülich

Planart:	Planungsstand:
Querschnitt B-B Zentrale Versickerungsmulde	Entwässerungskonzept Nachweis gem § 51 a LWG NRW

Projekt-Nr.:	Blatt-Nr.:	Maßstab:
2019-03-50	JSC-K-V-AQ B-B	1:50
Datum: April 2020	**Bearbeitet:** Dohmen	**Gezeichnet:** Dohmen
Format:	**Dateiname:** JSC-K-V-AQ B-B.dwg	**Anlage:** 5

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 12.03.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	905,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,20	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	2,36	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	96,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,15	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in min	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	5	284,0	11,29	m^3
V	"	10	216,9	17,03	m^3
V	"	15	179,4	20,91	m^3
V	"	20	154,3	23,73	m^3
V	"	30	122,2	27,65	m^3
V	"	45	94,7	31,26	m^3
V	"	60	78,3	33,56	m^3
V	"	90	56,7	34,30	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			35,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		241,34	241,34	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,15	m
	Versickerungsdauer - Berechnungswerte				
Q_s	Versickerungsrate			1,207	l/s
t_E	Entleerungszeit für gewählte Länge der Mulde			8,05	h

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 12.03.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	905,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,20	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	2,36	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	96,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,15	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in h	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	2	45,0	34,14	m^3
V	"	3	32,6	32,79	m^3
V	"	4	26,0	30,65	m^3
V	"	6	18,8	24,58	m^3
V	"	9	13,6	13,70	m^3
V	"	12	10,9	2,22	m^3
V	"	18	7,9	-23,41	m^3
V	"	24	6,3	-50,23	m^3
V	"	48	3,6	-164,65	m^3
V	"	72	2,6	-282,63	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			35,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		241,34	241,34	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,15	m

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
Regenspenden aus Regenreihen nach KOSTRA-DWD 2010R, Jülich

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 12.03.2020

Zeichen	Benennung		-	Einheit
	Regenspenden - Eingangswerte			
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1		104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit		0,20	1/a
-	Toleranzbetrag für Planungszwecke		10%	-
	Regenspenden - Eingabewerte			
	D in min			
$r_{D(n)}$	5	258,2	284,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	10	197,2	216,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	15	163,1	179,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	20	140,3	154,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	30	111,1	122,2	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	45	86,1	94,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	60	71,2	78,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	90	51,5	56,7	l/(s · ha)
	D in h			
$r_{D(n)}$	2	40,9	45,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	3	29,6	32,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	4	23,6	26,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	6	17,1	18,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	9	12,4	13,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	12	9,9	10,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	18	7,2	7,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	24	5,7	6,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	48	3,3	3,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	72	2,4	2,6	l/(s · ha)

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	905,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,01	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	2,36	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	96,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,32	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in min	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	5	559,4	22,96	m^3
V	"	10	405,8	33,05	m^3
V	"	15	330,7	40,15	m^3
V	"	20	283,3	45,59	m^3
V	"	30	224,9	53,72	m^3
V	"	45	176,2	62,22	m^3
V	"	60	147,4	68,49	m^3
V	"	90	107,5	72,66	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			80,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		258,14	258,14	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,31	m
	Versickerungsdauer - Berechnungswerte				
Q_s	Versickerungsrate			1,291	l/s
t_E	Entleerungszeit für gewählte Länge der Mulde			17,21	h

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	905,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,01	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	2,36	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	96,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,32	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in h	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	2	86,0	75,27	m^3
V	"	3	62,8	77,94	m^3
V	"	4	50,3	78,79	m^3
V	"	6	36,7	77,19	m^3
V	"	9	26,9	71,47	m^3
V	"	12	21,5	62,73	m^3
V	"	18	15,7	41,64	m^3
V	"	24	12,6	18,13	m^3
V	"	48	7,1	-96,40	m^3
V	"	72	5,0	-220,57	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			80,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		258,14	258,14	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,31	m

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
Regenspenden aus Regenreihen nach KOSTRA-DWD 2010R, Jülich

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung		-	Einheit
	Regenspenden - Eingangswerte			
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1		104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit		0,01	1/a
-	Toleranzbetrag für Planungszwecke		20%	-
	Regenspenden - Eingabewerte			
	D in min			
$r_{D(n)}$	5	466,2	559,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	10	338,2	405,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	15	275,6	330,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	20	236,1	283,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	30	187,4	224,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	45	146,8	176,2	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	60	122,8	147,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	90	89,6	107,5	l/(s · ha)
	D in h			
$r_{D(n)}$	2	71,7	86,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	3	52,3	62,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	4	41,9	50,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	6	30,6	36,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	9	22,4	26,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	12	17,9	21,5	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	18	13,1	15,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	24	10,5	12,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	48	5,9	7,1	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	72	4,2	5,0	l/(s · ha)

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	2.640,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,20	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	2,22	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	225,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,19	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in min	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	5	284,0	31,56	m^3
V	"	10	216,9	47,75	m^3
V	"	15	179,4	58,74	m^3
V	"	20	154,3	66,81	m^3
V	"	30	122,2	78,15	m^3
V	"	45	94,7	88,86	m^3
V	"	60	78,3	95,93	m^3
V	"	90	56,7	99,35	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			101,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		542,71	542,71	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,19	m
	Versickerungsdauer - Berechnungswerte				
Q_s	Versickerungsrate			2,714	l/s
t_E	Entleerungszeit für gewählte Länge der Mulde			10,34	h

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	2.640,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,20	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	2,22	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	225,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,19	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in h	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	2	45,0	100,30	m^3
V	"	3	32,6	99,30	m^3
V	"	4	26,0	96,10	m^3
V	"	6	18,8	84,76	m^3
V	"	9	13,6	62,79	m^3
V	"	12	10,9	39,17	m^3
V	"	18	7,9	-15,49	m^3
V	"	24	6,3	-73,45	m^3
V	"	48	3,6	-325,09	m^3
V	"	72	2,6	-586,64	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			101,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		542,71	542,71	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,19	m

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
Regenspenden aus Regenreihen nach KOSTRA-DWD 2010R, Jülich

Auftraggeber: **Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny**
Projekt: **Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich**
Projekt-Nr.: **2019-03-50** **Stand:** **30.04.2020**

Zeichen	Benennung		-	Einheit
	Regenspenden - Eingangswerte			
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1		104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit		0,20	1/a
-	Toleranzbetrag für Planungszwecke		10%	-
	Regenspenden - Eingabewerte			
	D in min			
$r_{D(n)}$	5	258,2	284,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	10	197,2	216,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	15	163,1	179,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	20	140,3	154,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	30	111,1	122,2	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	45	86,1	94,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	60	71,2	78,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	90	51,5	56,7	l/(s · ha)
	D in h			
$r_{D(n)}$	2	40,9	45,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	3	29,6	32,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	4	23,6	26,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	6	17,1	18,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	9	12,4	13,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	12	9,9	10,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	18	7,2	7,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	24	5,7	6,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	48	3,3	3,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	72	2,4	2,6	l/(s · ha)

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	2.640,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,01	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	2,22	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	225,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,39	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in min	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	5	559,4	63,95	m^3
V	"	10	405,8	92,20	m^3
V	"	15	330,7	112,12	m^3
V	"	20	283,3	127,46	m^3
V	"	30	224,9	150,47	m^3
V	"	45	176,2	174,77	m^3
V	"	60	147,4	192,86	m^3
V	"	90	107,5	205,82	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			231,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		588,27	588,27	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,39	m
	Versickerungsdauer - Berechnungswerte				
Q_s	Versickerungsrate			2,941	l/s
t_E	Entleerungszeit für gewählte Länge der Mulde			21,82	h

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	2.640,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,01	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	2,22	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	225,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,39	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in h	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	2	86,0	214,46	m^3
V	"	3	62,8	224,63	m^3
V	"	4	50,3	229,77	m^3
V	"	6	36,7	230,85	m^3
V	"	9	26,9	223,28	m^3
V	"	12	21,5	207,33	m^3
V	"	18	15,7	165,40	m^3
V	"	24	12,6	116,77	m^3
V	"	48	7,1	-134,63	m^3
V	"	72	5,0	-412,82	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			231,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		588,27	588,27	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,39	m

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
Regenspenden aus Regenreihen nach KOSTRA-DWD 2010R, Jülich

Auftraggeber: **Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny**
Projekt: **Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich**
Projekt-Nr.: **2019-03-50** **Stand:** **30.04.2020**

Zeichen	Benennung		-	Einheit
	Regenspenden - Eingangswerte			
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1		104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit		0,01	1/a
-	Toleranzbetrag für Planungszwecke		20%	-
	Regenspenden - Eingabewerte			
	D in min			
$r_{D(n)}$	5	466,2	559,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	10	338,2	405,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	15	275,6	330,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	20	236,1	283,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	30	187,4	224,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	45	146,8	176,2	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	60	122,8	147,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	90	89,6	107,5	l/(s · ha)
	D in h			
$r_{D(n)}$	2	71,7	86,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	3	52,3	62,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	4	41,9	50,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	6	30,6	36,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	9	22,4	26,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	12	17,9	21,5	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	18	13,1	15,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	24	10,5	12,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	48	5,9	7,1	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	72	4,2	5,0	l/(s · ha)

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	785,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,20	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	4,00	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	33,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,22	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in min	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	5	284,0	9,21	m^3
V	"	10	216,9	13,94	m^3
V	"	15	179,4	17,17	m^3
V	"	20	154,3	19,55	m^3
V	"	30	122,2	22,91	m^3
V	"	45	94,7	26,12	m^3
V	"	60	78,3	28,27	m^3
V	"	90	56,7	29,45	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			30,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		140,19	140,19	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,21	m
	Versickerungsdauer - Berechnungswerte				
Q_s	Versickerungsrate			0,701	l/s
t_E	Entleerungszeit für gewählte Länge der Mulde			11,89	h

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	785,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,20	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	4,00	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	33,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,22	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in h	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	2	45,0	29,92	m^3
V	"	3	32,6	30,00	m^3
V	"	4	26,0	29,45	m^3
V	"	6	18,8	26,92	m^3
V	"	9	13,6	21,67	m^3
V	"	12	10,9	15,94	m^3
V	"	18	7,9	2,33	m^3
V	"	24	6,3	-12,24	m^3
V	"	48	3,6	-76,28	m^3
V	"	72	2,6	-143,20	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			30,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		140,19	140,19	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,21	m

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
Regenspenden aus Regenreihen nach KOSTRA-DWD 2010R, Jülich

Auftraggeber: **Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny**
Projekt: **Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich**
Projekt-Nr.: **2019-03-50** **Stand:** **30.04.2020**

Zeichen	Benennung		-	Einheit
	Regenspenden - Eingangswerte			
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1		104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit		0,20	1/a
-	Toleranzbetrag für Planungszwecke		10%	-
	Regenspenden - Eingabewerte			
	D in min			
$r_{D(n)}$	5	258,2	284,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	10	197,2	216,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	15	163,1	179,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	20	140,3	154,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	30	111,1	122,2	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	45	86,1	94,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	60	71,2	78,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	90	51,5	56,7	l/(s · ha)
	D in h			
$r_{D(n)}$	2	40,9	45,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	3	29,6	32,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	4	23,6	26,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	6	17,1	18,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	9	12,4	13,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	12	9,9	10,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	18	7,2	7,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	24	5,7	6,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	48	3,3	3,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	72	2,4	2,6	l/(s · ha)

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	785,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,01	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	4,00	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	33,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,47	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in min	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	5	559,4	18,55	m^3
V	"	10	405,8	26,77	m^3
V	"	15	330,7	32,57	m^3
V	"	20	283,3	37,05	m^3
V	"	30	224,9	43,79	m^3
V	"	45	176,2	50,93	m^3
V	"	60	147,4	56,28	m^3
V	"	90	107,5	60,26	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			70,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		149,61	149,61	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,47	m
	Versickerungsdauer - Berechnungswerte				
Q_s	Versickerungsrate			0,748	l/s
t_E	Entleerungszeit für gewählte Länge der Mulde			26,00	h

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	785,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,01	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	4,00	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	33,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,47	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in h	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	2	86,0	62,98	m^3
V	"	3	62,8	66,37	m^3
V	"	4	50,3	68,31	m^3
V	"	6	36,7	69,52	m^3
V	"	9	26,9	68,66	m^3
V	"	12	21,5	65,39	m^3
V	"	18	15,7	55,93	m^3
V	"	24	12,6	44,54	m^3
V	"	48	7,1	-17,52	m^3
V	"	72	5,0	-87,32	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			70,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		149,61	149,61	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,47	m

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
Regenspenden aus Regenreihen nach KOSTRA-DWD 2010R, Jülich

Auftraggeber: **Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny**
Projekt: **Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich**
Projekt-Nr.: **2019-03-50** **Stand:** **30.04.2020**

Zeichen	Benennung		-	Einheit
	Regenspenden - Eingangswerte			
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1		104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit		0,01	1/a
-	Toleranzbetrag für Planungszwecke		20%	-
	Regenspenden - Eingabewerte			
	D in min			
$r_{D(n)}$	5	466,2	559,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	10	338,2	405,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	15	275,6	330,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	20	236,1	283,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	30	187,4	224,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	45	146,8	176,2	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	60	122,8	147,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	90	89,6	107,5	l/(s · ha)
	D in h			
$r_{D(n)}$	2	71,7	86,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	3	52,3	62,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	4	41,9	50,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	6	30,6	36,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	9	22,4	26,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	12	17,9	21,5	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	18	13,1	15,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	24	10,5	12,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	48	5,9	7,1	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	72	4,2	5,0	l/(s · ha)

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	126,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,20	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	1,50	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	25,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,12	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in min	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	5	284,0	1,63	m^3
V	"	10	216,9	2,46	m^3
V	"	15	179,4	3,01	m^3
V	"	20	154,3	3,41	m^3
V	"	30	122,2	3,96	m^3
V	"	45	94,7	4,46	m^3
V	"	60	78,3	4,76	m^3
V	"	90	56,7	4,81	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			5,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		40,69	40,69	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,12	m
	Versickerungsdauer - Berechnungswerte				
Q_s	Versickerungsrate			0,203	l/s
t_E	Entleerungszeit für gewählte Länge der Mulde			6,84	h

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	126,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,20	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	1,50	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	25,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,12	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-

Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte

		D in h	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	2	45,0	4,72	m^3
V	"	3	32,6	4,41	m^3
V	"	4	26,0	3,97	m^3
V	"	6	18,8	2,85	m^3
V	"	9	13,6	0,90	m^3
V	"	12	10,9	-1,13	m^3
V	"	18	7,9	-5,58	m^3
V	"	24	6,3	-10,21	m^3
V	"	48	3,6	-29,74	m^3
V	"	72	2,6	-49,80	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			5,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		40,69	40,69	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,12	m

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
Regenspenden aus Regenreihen nach KOSTRA-DWD 2010R, Jülich

Auftraggeber: **Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny**
Projekt: **Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich**
Projekt-Nr.: **2019-03-50** **Stand:** **30.04.2020**

Zeichen	Benennung		-	Einheit
	Regenspenden - Eingangswerte			
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1		104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit		0,20	1/a
-	Toleranzbetrag für Planungszwecke		10%	-
	Regenspenden - Eingabewerte			
	D in min			
$r_{D(n)}$	5	258,2	284,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	10	197,2	216,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	15	163,1	179,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	20	140,3	154,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	30	111,1	122,2	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	45	86,1	94,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	60	71,2	78,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	90	51,5	56,7	l/(s · ha)
	D in h			
$r_{D(n)}$	2	40,9	45,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	3	29,6	32,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	4	23,6	26,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	6	17,1	18,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	9	12,4	13,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	12	9,9	10,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	18	7,2	7,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	24	5,7	6,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	48	3,3	3,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	72	2,4	2,6	l/(s · ha)

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	126,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,01	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	1,50	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	25,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,25	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in min	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	5	559,4	3,35	m^3
V	"	10	405,8	4,81	m^3
V	"	15	330,7	5,84	m^3
V	"	20	283,3	6,62	m^3
V	"	30	224,9	7,79	m^3
V	"	45	176,2	9,00	m^3
V	"	60	147,4	9,88	m^3
V	"	90	107,5	10,42	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			11,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		44,19	44,19	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,25	m
	Versickerungsdauer - Berechnungswerte				
Q_s	Versickerungsrate			0,221	l/s
t_E	Entleerungszeit für gewählte Länge der Mulde			13,83	h

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	126,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,01	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	1,50	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	25,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,25	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in h	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	2	86,0	10,74	m^3
V	"	3	62,8	10,99	m^3
V	"	4	50,3	10,97	m^3
V	"	6	36,7	10,46	m^3
V	"	9	26,9	9,21	m^3
V	"	12	21,5	7,51	m^3
V	"	18	15,7	3,60	m^3
V	"	24	12,6	-0,68	m^3
V	"	48	7,1	-20,76	m^3
V	"	72	5,0	-42,26	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			11,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		44,19	44,19	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,25	m

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
Regenspenden aus Regenreihen nach KOSTRA-DWD 2010R, Jülich

Auftraggeber: **Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny**
Projekt: **Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich**
Projekt-Nr.: **2019-03-50** **Stand:** **30.04.2020**

Zeichen	Benennung		-	Einheit
	Regenspenden - Eingangswerte			
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1		104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit		0,01	1/a
-	Toleranzbetrag für Planungszwecke		20%	-
	Regenspenden - Eingabewerte			
	D in min			
$r_{D(n)}$	5	466,2	559,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	10	338,2	405,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	15	275,6	330,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	20	236,1	283,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	30	187,4	224,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	45	146,8	176,2	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	60	122,8	147,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	90	89,6	107,5	l/(s · ha)
	D in h			
$r_{D(n)}$	2	71,7	86,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	3	52,3	62,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	4	41,9	50,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	6	30,6	36,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	9	22,4	26,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	12	17,9	21,5	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	18	13,1	15,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	24	10,5	12,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	48	5,9	7,1	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	72	4,2	5,0	l/(s · ha)

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	2.000,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,20	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	18,00	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	50,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,10	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in min	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	5	284,0	28,09	m^3
V	"	10	216,9	42,13	m^3
V	"	15	179,4	51,42	m^3
V	"	20	154,3	58,06	m^3
V	"	30	122,2	66,93	m^3
V	"	45	94,7	74,50	m^3
V	"	60	78,3	78,74	m^3
V	"	90	56,7	77,42	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			80,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		906,81	906,81	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,09	m
	Versickerungsdauer - Berechnungswerte				
Q_s	Versickerungsrate			4,534	l/s
t_E	Entleerungszeit für gewählte Länge der Mulde			4,90	h

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	2.000,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,20	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	18,00	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	50,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,10	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in h	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	2	45,0	73,84	m^3
V	"	3	32,6	64,05	m^3
V	"	4	26,0	52,25	m^3
V	"	6	18,8	24,13	m^3
V	"	9	13,6	-22,58	m^3
V	"	12	10,9	-70,79	m^3
V	"	18	7,9	-174,00	m^3
V	"	24	6,3	-280,22	m^3
V	"	48	3,6	-723,19	m^3
V	"	72	2,6	-1.175,20	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			80,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		906,81	906,81	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,09	m

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
Regenspenden aus Regenreihen nach KOSTRA-DWD 2010R, Jülich

Auftraggeber: **Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny**
Projekt: **Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich**
Projekt-Nr.: **2019-03-50** **Stand:** **30.04.2020**

Zeichen	Benennung		-	Einheit
	Regenspenden - Eingangswerte			
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1		104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit		0,20	1/a
-	Toleranzbetrag für Planungszwecke		10%	-
	Regenspenden - Eingabewerte			
	D in min			
$r_{D(n)}$	5	258,2	284,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	10	197,2	216,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	15	163,1	179,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	20	140,3	154,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	30	111,1	122,2	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	45	86,1	94,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	60	71,2	78,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	90	51,5	56,7	l/(s · ha)
	D in h			
$r_{D(n)}$	2	40,9	45,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	3	29,6	32,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	4	23,6	26,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	6	17,1	18,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	9	12,4	13,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	12	9,9	10,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	18	7,2	7,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	24	5,7	6,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	48	3,3	3,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	72	2,4	2,6	l/(s · ha)

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	2.000,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,01	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	18,00	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	50,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,20	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in min	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	5	559,4	57,03	m^3
V	"	10	405,8	81,84	m^3
V	"	15	330,7	99,13	m^3
V	"	20	283,3	112,28	m^3
V	"	30	224,9	131,67	m^3
V	"	45	176,2	151,54	m^3
V	"	60	147,4	165,80	m^3
V	"	90	107,5	173,36	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			180,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		913,64	913,64	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,20	m
	Versickerungsdauer - Berechnungswerte				
Q_s	Versickerungsrate			4,568	l/s
t_E	Entleerungszeit für gewählte Länge der Mulde			10,95	h

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
nach Arbeitsblatt DWA-A 138 - April 2005

Auftraggeber: Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny
Projekt: Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich
Projekt-Nr.: 2019-03-50 **Stand:** 30.04.2020

Zeichen	Benennung	-	Einheit
	Bemessungsparameter - Eingabewerte		
A_u	undurchlässige Fläche	2.000,0	m^2
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1	104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit	0,01	1/a
-	Berechnung der Regenspenden = 1, Sonstige Quelle = 0	0	-
f_Z	Zuschlagsfaktor gemäß ATV-DVWK-A 117	1,2	-
	Bodenkennwerte - Eingabewerte		
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone bzw. der Oberbodenschicht	1,00E-05	m/s
	Muldengeometrie - Eingabewerte		
b_M	Breite der Muldengrundfläche	18,00	m
L_M	Länge der Muldengrundfläche	50,00	m
$z_{M, zul.}$	zulässige Einstauhöhe in der Mulde	0,20	m
-	gemittelte Böschungsneigung	1,00	n
-	Böschungsflanken versickerungswirksam angesetzt = 1, nicht angesetzt = 0	1	-
	Bemessungsparameter und Muldengeometrie - Berechnungswerte		

		D in h	$r_{D(n)}$ in l/(s · ha)		
V	erforderliches Speichervolumen der Mulde	2	86,0	177,03	m^3
V	"	3	62,8	177,93	m^3
V	"	4	50,3	174,31	m^3
V	"	6	36,7	158,76	m^3
V	"	9	26,9	127,12	m^3
V	"	12	21,5	87,93	m^3
V	"	18	15,7	0,48	m^3
V	"	24	12,6	-93,00	m^3
V	"	48	7,1	-518,30	m^3
V	"	72	5,0	-967,76	m^3
$V_{gew.}$	gewähltes Speichervolumen der Mulde			180,00	m^3
$A_ü$ / A_s	mittlere überstaute Fläche / mittlere Versickerungsfläche		913,64	913,64	m^2
z_M	Einstauhöhe in der Mulde			0,20	m

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Bemessung von Anlagen zur Muldenversickerung
Regenspenden aus Regenreihen nach KOSTRA-DWD 2010R, Jülich

Auftraggeber: **Fundus Jülich GmbH, Joachim Wollny**
Projekt: **Bebauungsplan A38 - Schneidersstraße in Jülich**
Projekt-Nr.: **2019-03-50** **Stand:** **30.04.2020**

Zeichen	Benennung		-	Einheit
	Regenspenden - Eingangswerte			
$r_{15(1)}$	Regenspende für die Dauer D = 15 und die Häufigkeit n = 1		104,4	l/(s · ha)
n	Häufigkeit		0,01	1/a
-	Toleranzbetrag für Planungszwecke		20%	-
	Regenspenden - Eingabewerte			
	D in min			
$r_{D(n)}$	5	466,2	559,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	10	338,2	405,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	15	275,6	330,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	20	236,1	283,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	30	187,4	224,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	45	146,8	176,2	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	60	122,8	147,4	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	90	89,6	107,5	l/(s · ha)
	D in h			
$r_{D(n)}$	2	71,7	86,0	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	3	52,3	62,8	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	4	41,9	50,3	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	6	30,6	36,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	9	22,4	26,9	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	12	17,9	21,5	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	18	13,1	15,7	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	24	10,5	12,6	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	48	5,9	7,1	l/(s · ha)
$r_{D(n)}$	72	4,2	5,0	l/(s · ha)

Ingenieurgesellschaft
Quadriga mbH
Monnetstraße 24
52146 Würselen
Tel.: 0 24 05 / 8 02 90 - 0
Fax: 0 24 05 / 8 02 90 - 29
e-mail: info@IQ-mbH.de
www.IQ-mbH.de

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

-PEG-
Herrn Joachim Wollny
Mohnweg 17

50354 Hürth

Monnetstraße 24 • 52146 Würselen

Projekt
2019-03-49
HaGa19-12-11PEG

Ihr(e) Ansprechpartner
Holger Seeberger / Melanie Haupts

11. Dezember 2019

Baumaßnahme: Erschließung nach Bebauungsplan A 38 - Schneidersstraße in Jülich
Baugrunderkundung für die Straßen- und Kanalplanung und exemplarisch für die Errichtung von Gebäuden

1. Vorgang, Aufgabenstellung

Die Firma PEG beabsichtigt die Erschließung eines Bebauungsgebietes in Jülich an der Schneidersstraße nach Bebauungsplan A 38. Die Planung sieht die Errichtung eines Wohn- und Gewerbe-Mischgebietes mit Verkehrsflächen vor. Hierbei ist der Bau einer Kanaltrasse für ein Trennsystem (Regen- und Schmutzwasserkanal) geplant.

Die IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH, Würselen wurde am 15. Juli 2019 von Herr Wollny (-PEG-) mit der Erkundung des Baugrunds auf Grundlage des Angebots vom 21. März 2019 beauftragt. Folgende Aufgabenstellungen wurden vereinbart:

- Darstellung der Ansatzpunkte in einem Lageplan
- Beschreibung des erbohrten Bodens gemäß DIN 4022 in Form von Schichtenverzeichnissen
- Zeichnerische Darstellung der Bohrprofile gemäß DIN 4023
- Zeichnerische Darstellung der Bohrungen in einem oder mehreren Profilschnitten
- Bodenklassifikation der erbohrten Böden nach DIN 18 196 und DIN 18 300
- Bestimmung der Frostempfindlichkeit der erbohrten Böden nach ZTVE-StB
- Angabe der bodenmechanischen Kennwerte der erbohrten Böden
- Klärung der hydrogeologischen Verhältnisse auf Grundlage der vorhandenen Kartenwerke und der Ergebnisse der abgeteuften Bohrungen
- Entwicklung eines Gründungskonzepts

- Empfehlungen zur Bauausführung
- Angaben zur Entsorgung von ausgehobenen Böden bzw. Boden-Bauschutt-Gemengen

2. Grundlagen der Beurteilung

Vom 26 - 28. August 2019 sowie am 03. September 2019 wurden insgesamt 19 Bohrungen zur Erkundung des Baugrunds für die Straßen-, Kanal- und Gebäudeplanung abgeteuft. Die geplanten Bohrtiefen von 6,0 - 9,0 m u. GOK konnten nicht in allen Bohrungen erreicht werden. Die Bohrungen wurden aufgrund von zu hohen Bohrwiderständen bis in Tiefen zwischen 2,9 - 7,2 m u. GOK abgeteuft. Die Bohrung 12.1 wurde als Bohrung 12.2 neu angesetzt. Zusätzlich wurden die Bohrungen KB 1 und KB 2 abgeteuft, um die Oberflächenbefestigung zu prüfen. Die Bohrungen V 1 und V 2 wurden für die Erkundung der Versickerungsfähigkeit des Untergrunds niedergebracht. In Bohrung V 1 wurde ein Versickerungsversuch durchgeführt. In V 2 konnte kein Versickerungsversuch durchgeführt werden. Zusätzlich wurden auf dem Projektgebiet 7 Sondierungen mit der Schweren Rammsonde (DPH nach DIN EN ISO 22476-2) bis in Tiefen von 3,4 - 8,2 m u. GOK niedergebracht.

Alle Ansatzstellen der Bohrungen und Sondierungen wurden nach Lage und Höhe eingemessen. Die Ansatzstellen der Bohrungen wurden anschließend in einen Lageplan eingezeichnet (siehe Lageplan der Bohransatzstellen).

Die erbohrten Bohrprofile sind in den Anlagen 1 bis 23 als Profilsäulen im Maßstab 1:30 / 1:35 bzw. 1:40 nach DIN 4023 dargestellt. Die Schichtenverzeichnisse der Bohrungen nach DIN EN ISO 14688 sind in den Anlagen 1.1 bis 23.1 erfasst (Legende siehe Anlage 37). Die Rammdiagramme sind den Anlagen 24 - 30 zu entnehmen.

In den Anlagen 31 und 32 sind Profilschnitte dargestellt, in die die möglichen Gründungsvarianten für unterkellerte und nicht unterkellerte Gebäude als farbige Linien und Flächen eingetragen sind. Die Profilschnitte in den Anlagen 33 - 36 zeigen schematisch den Straßenoberbau und die angenommenen Kanalsohlentiefen. Die Sohlen der Kanäle wurden als farbige Linien eingetragen. Hierbei wurde die Sohle des Regenwasserkanals bei 2,0 m u. GOK und die Sohle des Schmutzwasserkanals bei 3,0 m u. GOK angenommen.

Die erbohrten Rammkerne wurden vor Ort durch Dipl.-Geologen aufgenommen (Bodenansprache nach DIN EN ISO 14688) und beprobt. Aus dem Bohrgut der Bohrungen wurden aus den Auffüllungen und aus den anstehenden Böden im Zuge der geologischen Aufnahme des Bohrguts insgesamt 78 gestörte Bodenproben sowie eine Kernproben entnommen (siehe Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse). Diese Bodenproben wurden sämtlich organoleptisch beurteilt.

Zur Bestimmung des Entsorgungswegs der Aushubböden wurden die Analysen nach LAGA Boden und LAGA Bauschutt sowie auf PAK im Labor GEOTAIX Umwelttechnologie GmbH (Schumanstraße 29, 52146 Würselen) durchgeführt. Zur Bestimmung der Kornverteilung wurden Sieb-Schlämmanalysen beim Geoservice Soltenborn (Krantzstr. 7, Halle 31, 52070 Aachen) durchgeführt. Die Zusammenstellung der durchgeführten Analysen mit Angabe der Labor- und Anlagennummern sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Proben	Bohrung Tiefe [m u. GOK]	Art	Analyse	Labornummer	Anlage
KB 1: 0 - 24 cm	KB 1:0,00 - 0,24 m	Schwarzdecke	PAK	1913647-006	A 1
MP Nordwest: 0,3 - 4,1 m	4-02: 0,30 - 1,30 m 4-03: 1,30 - 4,10 m 5-02: 0,10 - 2,50 m 5-03: 2,50 - 3,50 m 6-02: 0,30 - 1,20 m 6-03: 1,20 - 2,50 m 7-02: 0,30 - 1,80 m 7-03: 1,80 - 3,00 m 8-03: 0,70 - 3,00 m 11-02: 0,30 - 3,60 m	Sand + Kies mit Schlufflagen	LAGA Boden	1913647-001	A 2
MP Nordost: 0,1 - 3,4 m	9-02: 0,50 - 2,40 m 10-01: 0,10 - 1,00 m 10-02: 1,00 - 2,80 m 18-01: 0,16 -1,00 m 18-02: 1,00 - 3,10 m 19-01: 0,16 - 0,50 m 19-02: 0,50 - 3,40 m	Sand, kiesig mit Schlufflagen	LAGA Boden	1913647-002	A 3
MP Süd: 0,04 - 4,6 m	1-02: 0,90 - 2,90 m 2-01: 0,04 - 1,10 m 2-02: 1,10 - 2,00 m 2-03: 2,00 - 3,00 m 3-01: 0,16 - 0,70 m 3-02: 0,70 - 2,50 m 3-03: 2,50 - 3,30 m 15-01: 0,16 - 0,70 m 15-02: 0,70 - 2,60 m 15-03: 2,60 - 4,60 m KB1-01: 0,60 - 0,70 m KB1-02: 0,70 - 2,00 m	Sand, kiesig, schluffig	LAGA Boden	1913647-003	A 4
13-03: 1,5 - 4,7 m	13-03: 1,50 - 4,70 m	Schluff, sandig, schwarz, mit Glas-, Metall & Holzresten; geruchsauffällig	LAGA Boden	1913647-005/007	A 5
13-02: 0,6 - 1,5 m	13-02: 0,60 - 1,50 m	Schluff, schwach sandig, Ziegelbruch, grau-rot, geruchsauffällig	LAGA Bauschutt	1913647-004	A 6
V 1	V1-02: 0,30 - 2,30 m V1-03: 2,30 - 4,00 m	Sand, schwach kiesig, schwach schluffig	Sieb-/Schlämmanalyse	191028-2	A 7
V 2	V2-03: 3,20 - 5,00 m	Sand, kiesig	Sieb-/Schlämmanalyse	191028-2	A 8

Tab. 1: Zusammenstellung der durchgeführten Analysen mit Angabe der Labor- und Anlagennummern

Zur Beurteilung des Baugrunds und der Grundwasserverhältnisse wurden ferner die folgenden für das Projektgebiet vorliegenden geologischen und hydrogeologischen Kartenwerke verwendet.

[1] Hydrologische Karte von NRW, Blatt 5004 Jülich, Grundriss- und Profilkarte, Maßstab 1:25.000, Stand 1962 und 1987, Herausgegeben vom Landesamt für Wasser und Abfall NW, Essen

[2] Grundwassergleichenkarte, Blatt L 5104 Düren, Maßstab 1:50.000, Stand: April 1988, Herausgegeben vom Landesumweltamt NRW, Essen

[3] Online Auskunft „NRW Umweltdaten vor Ort" vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (21.11.2019).

3. Projektbeschreibung

Das Erschließungsgebiet „Schneidersstraße" wird im Osten von der Neusser Straße begrenzt. Im Norden bildet der Von-Schöfer-Ring die Grenze. Westlich verläuft ein Wirtschaftsweg und südlich schließen an einen Grünstreifen aus Busch und Baumwerk Ackerflächen an.

Innerhalb des Erschließungsgebietes verläuft die Schneidersstraße, die über die Von.Stefan-Straße vom Von-Schöfer-Ring führt. Entlang der Schneidersstraße existieren bereits Bebauungen aus Bungalows (Schneidersstr. 2 - 14) sowie Gewerbehallen. Die Hallen sollen z.T. abgebrochen werden.

Im nordöstlichen Teilbereich ist eine Fläche von ca. 13800 m² mit Beton befestigt. Die weiteren Flächen sind als Brachgelände mit Buschwerk bewachsen oder als Wiesenflächen angelegt. Im Nordwesten befindet sich zudem ein betoniertes Löschwasserbecken, das einen dauerhaften Wassereinstau aufweist und von Baumreihen umrahmt wird.

Das Gelände weist ein Gefälle von Nordwesten nach Südosten auf, wobei die Betonflöche weitgehend eingeebnet ist. Die maximale Höhendifferenz innerhalb des Geländes beträgt ca. 2,65 m, wobei die Tiefenlage des Löschwasserbeckens unberücksichtigt bleibt.

Die Planung sieht sowohl die Bebauung mit Einfamilienhäusern im nordwestlichen Teilbereich als auch die Errichtung von Gewerbeflächen im nördlichen und südöstlichen Teil des Erschließungsgebietes vor.

4. Ergebnisse

4.1 Oberflächenbefestigungen

Die Bohrung KB 1 wurde in der Einmündung zum Von-Schöfer-Ring niedergebracht. Die mit der Bohrung KB 1 erfasste Schwarzdecke weist eine Mächtigkeit von 24 cm auf. Sie besteht aus einer 25 mm mächtigen Deckschicht mit 0/8er Körnung oberhalb einer 65 mm mächtigen Binderschicht mit der gleichen Körnung. Darunter folgt eine 15 cm mächtige Tragschicht mit 0/16er Körnung. Die Schwarzdecke in Abbildung 1 dokumentiert.

Abbildung 1: Schwarzdecke der Kernprobe KB 1

Die Schwarzdecke weist keine Anzeichen einer Pechstämmigkeit (PAK-Glanz/-Geruch) auf. Die Gesamtmächtigkeit des Schwarzdeckenkerns ist gemäß den Vorgaben der RStO 12 (BK1,0) als regelkonform zu bewerten.

Im Nordosten besteht die Oberflächenbefestigung aus Beton, der ind en Bohrungen 17, 18 und 19 eine einheitliche Mächtigkeit von 16 cm aufweist.

4.2 Bohrungen

Durch die vom 26. - 28. August 2019 und 3. September 2019 durchgeführten Bohrungen wurde ein relativ inhomogener Bodenaufbau erbohrt.

In den Bohrungen 1, 4 - 9, 11 - 12, 14, 16 sowie KB 2 und V 1 wurde zuoberst anstehender oder aufgefüllter **humoser Oberboden (Schicht 0)** erbohrt. Dieser setzt sich petrographisch aus humosem, feinsandigem Schluff zusammen. Die 0,1 - 0,3 m mächtige Schicht 0 wurde in steifer bis halbfester Konsistenz erkundet.

Unterhalb des humosen Oberbodens bzw. unterhalb der Oberflächenbefestigungen wurden **Auffüllungen (Schicht 1)** erkundet. Diese lassen sich in nicht bindige Auffüllungen (Schicht 1a) und bindige Auffüllungen (Schicht 1b) unterteilen.

Die **nicht bindigen Auffüllungen (Schicht 1a)** wurden bis in Tiefen von 0,7 - 3,6 u. GOK als schluffige, kiesige Sande bzw. schluffige, stark sandige Kiese erkundet. Die Schicht 1a wurde in mitteldichter bis dichter Lagerung erbohrt. Die Bohrung 17 wurde innerhalb der Schicht 1a in einer Tiefe von 2,8 m u. GOK aufgrund von zu hohen Bohrwiderständen abgebrochen.

In den Bohrungen 4, 10 und 13 wurden unterhalb des Oberbodens bzw. der nicht bindigen Auffüllungen 1,0 - 5,4 m mächtige **bindige Auffüllungen (Schicht 1b)** erbohrt. Der teils kiesige, sandige Schluff lag in steifer oder weich - steifer Konsistenz vor. Vereinzelt wurden Fremdbeimengungen in Form von Ziegelbruch, Kohle bzw. Glas-, Holz- und Metallresten erkundet.

Unterhalb des Mutterbodens bzw. der Auffüllungen folgt in den Bohrungen 6, 9, 10 - 12 und 15 - 16 anstehender **Lehm (Schicht 2)**. Der Löss- bzw. Auenlehm wurde als teils schwach kiesiger - kiesiger, feinsandiger Schluff in überwiegend steifer teils nur weicher - steifer Konsistenz erbohrt. In den Bohrungen 3 und 9 liegen verlehmte Bereiche der Terrasse bzw. Auenlehme zwischen den Schichten der Terrassensedimente vor. Die Liegendgrenze der Schicht 2 wurde in den Bohrungen 11 und 12.1 bis zu den jeweiligen Endteufen der Bohrungen von 6,0 bzw. 1,2 m u. GOK nicht durchteuft.

Unterhalb der Auffüllungen bzw. des Lehmbodens stehen die **Terrassensedimente (Schicht 3)** an. Der schluffige, kiesige Sand bzw. schluffige, sandige Kies wurde in mitteldichter bis dichter Lagerung bis zur Endteufe der Bohrungen erkundet.

4.3 Lagerungsdichte

Die Lagerungsdichte der erkundeten Bodenschichten wird nachfolgend auf Grundlage der mittels der Rammsondierung ermittelten Schlagzahlen N_{10} der Schweren Rammsonde (DPH nach DIN EN ISO 22476-2, Spitzenquerschnitt 15 cm², Fallgewicht 50 kg, Fallhöhe 50 cm) je 10 cm Eindringtiefe in den Untergrund bewertet. Die ermittelten Schlagzahlen sind in den Tabellen 2 bis 8 sowie als Diagramme in den Anlagen 24 - 30 dargelegt. Ferner wird die Lagerungsdichte anhand der Bodenansprache vor Ort sowie anhand des Eindringwiderstandes der Rammkernsonde im Zuge der Herstellung der Erkundungsbohrungen beurteilt.

Sondierung 1 (DPH)											
Tiefe	Schlagzahlen N_{10} der Schweren Rammsonde je 10 cm Eindringung in den Untergrund										Mittelwert
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm	
0,0 m	-	-	10	10	17	16	13	12	11	7	*12*
- 1,0 m	3	7	10	17	24	27	29	24	30	27	*19,8*
- 2,0 m	26	37	50	42	31	37	29	42	35	53	*38,2*
- 3,0 m	47	51	61	68							*56,8*

Tab. 2: Ergebnisse der Sondierung 1, DPH nach DIN EN ISO 22476-2 (15 cm² Spitzenquerschnittsfläche)

Sondierung 2 (DPH)											
Tiefe	Schlagzahlen N_{10} der Schweren Rammsonde je 10 cm Eindringung in den Untergrund										Mittelwert
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm	
0,0 m	-	8	12	8	5	3	2	1	1	1	*4,56*
- 1,0 m	1	2	2	3	3	4	9	15	18	23	*8*
- 2,0 m	23	24	23	22	20	27	31	24	25	23	*24,2*
- 3,0 m	26	20	41	42	35	22	21	32	37	34	*31,0*
- 4,0 m	34	48	63	58	71						*54,8*

Tab. 3: Ergebnisse der Sondierung 2, DPH nach DIN EN ISO 22476-2 (15 cm² Spitzenquerschnittsfläche)

Sondierung 3 (DPH)											
Tiefe	Schlagzahlen N_{10} der Schweren Rammsonde je 10 cm Eindringung in den Untergrund										Mittelwert
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm	
0,0 m	5	12	11	7	6	1	-	-	1	1	*4,4*
- 1,0 m	1	-	1	-	7	11	9	8	8	8	*5,3*
- 2,0 m	9	11	11	5	4	2	3	3	4	13	*6,5*
- 3,0 m	14	9	8	20	21	26	29	30	29	25	*21,1*
- 4,0 m	31	25	25	32	29	23	17	13	10	10	*21,5*
- 5,0 m	18	22	23	20	28	33	33	33	34	38	*28,2*
- 6,0 m	48	50	53	56							*51,8*

Tab. 4: Ergebnisse der Sondierung 3, DPH nach DIN EN ISO 22476-2 (15 cm² Spitzenquerschnittsfläche)

Sondierung 4 (DPH)											
Tiefe	Schlagzahlen N_{10} der Schweren Rammsonde je 10 cm Eindringung in den Untergrund										Mittelwert
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm	
0,0 m	-	8	10	13	18	17	20	29	12	7	*14,89*
- 1,0 m	3	1	2	2	2	4	4	5	11	20	*5,4*
- 2,0 m	27	33	38	44	47	38	39	22	26	37	*35,1*
- 3,0 m	41	40	45	58	64	66					*52,3*

Tab. 5: Ergebnisse der Sondierung 4, DPH nach DIN EN ISO 22476-2 (15 cm² Spitzenquerschnittsfläche)

Sondierung 5 (DPH)											
Tiefe	Schlagzahlen N_{10} der Schweren Rammsonde je 10 cm Eindringung in den Untergrund										Mittelwert
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm	
0,0 m	-	-	9	12	15	14	10	10	10	14	*11,75*
- 1,0 m	17	20	21	17	17	18	22	18	16	15	*18,1*
- 2,0 m	16	17	23	22	20	25	23	31	35	42	*25,4*
- 3,0 m	38	32	31	33	29	33	35	42	50	53	*37,6*
- 4,0 m	62	54									*58,0*

Tab. 6: Ergebnisse der Sondierung 5, DPH nach DIN EN ISO 22476-2 (15 cm² Spitzenquerschnittsfläche)

Sondierung 6 (DPH)											
Tiefe	Schlagzahlen N_{10} der Schweren Rammsonde je 10 cm Eindringung in den Untergrund										Mittelwert
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm	
0,0 m	2	4	7	9	5	6	4	2	-	1	*4*
- 1,0 m	2	2	1	2	2	3	2	2	3	2	*2,1*
- 2,0 m	3	2	4	8	13	9	4	1	1	2	*4,7*
- 3,0 m	2	1	3	2	2	3	4	6	4	5	*3,2*
- 4,0 m	4	4	4	4	3	3	3	4	5	5	*3,9*
- 5,0 m	7	8	13	17	21	28	24	30	31	32	*21,1*
- 6,0 m	15	13	19	19	15	14	14	13	12	10	*14,4*
- 7,0 m	6	7	13	17	18	32	32	44	32	53	*24,5*
- 8,0 m	58	67									*62,5*

Tab. 7: Ergebnisse der Sondierung 6, DPH nach DIN EN ISO 22476-2 (15 cm² Spitzenquerschnittsfläche)

Sondierung 7 (DPH)											
Tiefe	Schlagzahlen N_{10} der Schweren Rammsonde je 10 cm Eindringung in den Untergrund										Mittelwert
	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm	
0,0 m	3	7	15	17	13	7	10	9	-	1	*8,2*
- 1,0 m	1	1	10	20	23	24	24	36	36	41	*21,6*
- 2,0 m	56	65	73								*64,7*

Tab. 8: Ergebnisse der Sondierung 7, DPH nach DIN EN ISO 22476-2 (15 cm² Spitzenquerschnittsfläche)

Die unterhalb des Oberbodens bzw. der Betonbefestigung vorliegenden nicht bindigen Auffüllungen (Schicht 1a) weisen mit Schlagzahlen von N_{10} = 4 - 29 eine mitteldichte bis dichte Lagerung auf. Dort, wo bindige Auffüllungen (Schicht 1b) oder anstehende Lehme vorliegen (Schicht 2) vorliegen, zeigen die geringen Schlagzahlen von N_{10} = 0 - 7 eine weiche bis maximal steife Konsistenz an. Für die Terrassensedimente ist aufgrund der zur Tiefe hin deutlich ansteigenden Schlagzahlen von $N_{10} \geq 20$ von einer dichten bis sehr dichten Lagerung auszugehen.

Die Schichten 1a und 3 können anhand der ermittelten Schlagzahlen nicht unterschieden und die Übergange nicht klar definiert werden. Die Schlagzahlen liegen im Bereich und weisen auf eine mitteldichte bis dichte Lagerungsdichte hin, wobei die Lagerungsdichte generell zur Tiefe hin in den Terrassensedimenten zunimmt. Die Schichten 1b und 2 können ebenfalls nicht unterschieden werden, die Schlagzahlen im Bereich weisen auf eine weiche bis steife Konsistenz der bindigen Böden hin. Ggf. können die Böden eine steife - halbfeste Konsistenz aufweisen, die von den Schlagzahlen der nicht bindigen Böden in mitteldichter Lagerung nicht unterschieden werden können.

4.4 Bodenkennwerte

Gemäß VOB Teil C und DIN 18300 erfolgt die Einteilung von Boden und Fels in Homogenbereiche entsprechend ihrem Zustand vor dem Lösen. Für die Homogenbereiche sind Eigenschaften und Kennwerte in Bandbreiten anzugeben. Bei Baumaßnahmen der Geotechnischen Kategorie GK 2 nach DIN 4020, zu denen die geplante Erschließungsmaßnahme zählt, sind demnach für die Homogenbereiche Angaben zur Bodengruppen, Korngrößenverteilung, Massenanteilen von Steinen und Blöcken, Dichte sowie je nach Bindigkeit Angaben zur Lagerungsdichte bzw. zu Konsistenz, Plastizität und Scherfestigkeit erforderlich.

Im Projektbereich können 3 Homogenbereiche unterschieden werden (siehe Tabelle 9). Der Homogenbereich II wird auf Grund umweltrelevanter Aspekte zusätzlich in die Homogenbereiche II A und II B untergliedert.

Homogenbereich		Bodenschichten	Beschreibung
Homogenbereich I		Schicht 0: humoser Oberboden	organogene Böden
Homogenbereich II	A:	Schicht 1b: bindige Auffüllungen	feinkörnige Böden
	B:	Schicht 2: Lehm	
Homogenbereich III		Schicht 1a: nicht bindige Auffüllungen Schicht 3: Terrassensedimente	grobkörnige Böden

Tab. 9: Festgelegte Homogenbereiche mit den zugehörigen Bodenschichten.

Den vorgenannten Homogenbereichen können die in den Tabellen 10 bis 12 folgenden Eigenschaften und Bodenkennwerte zugeordnet werden. Die Bodenkennwerte werden nach den Ergebnissen der anhand der Sondierbohrungen durchgeführten Material- und Konsistenzansprache sowie nach Erfahrungswerten abgeschätzt.

Der Schicht 0 (humoser Oberboden) werden aufgrund der humosen Bestandteile, die durch Rottungsprozesse Setzungen und Sackungen nach sich ziehen können, keine Bodenkennwerte zugeordnet. Sie ist prinzipiell als Lastboden ungeeignet und muss abgetragen werden.

Homogenbereich nach DIN 18 300		
Homogenbereich I	**organogene Böden**	**Schicht 0: humoser Oberboden**
Korngrößenverteilung nach DIN 18 123	d_{10} d_{30} d_{60}	= ca. 0,003 - 0,005 mm = ca. 0,006 - 0,015 mm = ca. 0,03 - 0,05 mm
Massenanteilen von Steinen und Blöcken nach DIN EN ISO		≤ 3 %
Dichte nach DIN 18 125-2	ρ	1,6 - 1,8 t/m³
undränierte Scherfestigkeit	c_U	≤ 20 kN/m²
Wassergehalt nach DIN EN 17892-1	w	15 % - 30 %
Plastizitätszahl nach DIN 18 122-1	I_P	10% - 20 %
Konsistenzzahl nach DIN 18 122-1	I_C	0,75 - 1,0 (steif)
bezogene Lagerungsdichte nach DIN 18 126	I_D	-
Organischer Anteil nach DIN 18 128		5 - 10 M.-%
Bodengruppe nach DIN 18 196		[OH], OH
Bodenklasse nach DIN 18 300 (alt)		1
Bezeichnung der Bodenkörner nach DIN EN 14 688-1		fsaSi, saSi
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB-17		F3, sehr frostempfindlich
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB97		V3, weniger gut verdichtbar
Umweltrelevante Inhaltsstoffe		-

Tab. 10: Homogenbereich I: organogene Böden

Homogenbereich nach DIN 18 300					
Homogenbereich II	**feinkörnige Böden**	**A:**	**Schicht 1b: bindige Auffüllungen**		
		B:	**Schicht 2: Lehm**		
Korngrößenverteilung nach DIN 18 123		d_{10} d_{30} d_{60}	= 0,002 - 0,02 mm = 0,006 - 0,06 mm = 0,01 - 0,08 mm		
Massenanteilen von Steinen und Blöcken nach DIN EN ISO			≤ 5 %		
Dichte nach DIN 18 125-2		ρ	1,85 - 2,10 t/m³		
undränierte Scherfestigkeit		c_U	5 - 60		
Wassergehalt nach DIN EN 17892-1		w	10 % - 30 %		
Plastizitätszahl nach DIN 18 122-1		I_P	4 % - 15 %		
Konsistenzzahl nach DIN 18 122-1		I_C	0,5 - 1,0 (weich - steif)		
bezogene Lagerungsdichte nach DIN 18 126		I_D	-		
Organischer Anteil nach DIN 18 128			≤ 2 M.-%		
Bodengruppe nach DIN 18 196			UM, UL, [UM], [UL]		
Bodenklasse nach DIN 18 300 (alt)			4, (2)		
Bezeichnung der Bodenkörner nach DIN EN 14 688-1			grsaSi, saSi		
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB-17			F3, sehr frostempfindlich		
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB97			V3, weniger gut verdichtbar		
Umweltrelevante Inhaltsstoffe		A:	teils Ziegelbruch, Kohle, Glas-, Holz-, Metallreste		
Bodenkennwerte nach Erfahrungswerten sowie nach DIN 1055-2					
Konsistenz:			weich	steif	halbfest
Wichte des feuchten Bodens		γ	19 - 20 kN/m³	20 kN/m³	21 kN/m³
Wichte des Bodens unter Auftrieb		γ'	9 - 10 kN/m³	10 kN/m³	11 kN/m³
Reibungswinkel		φ'	22,5 - 27,5°	27,5°	27,5°
Kohäsion		c'	0 kN/m²	2 - 5 kN/m²	5 - 10 kN/m²
Steifemodul		E_S	0 MPa	5 MPa	15 MPa
Tragfähigkeitsbeiwert		E_{V2}	0 MPa	≤ 25 MPa	≤ 45 MPa

Tab. 11: Homogenbereich II: feinkörnige Böden mit den zugehörigen Bodenkennwerten

Hinweis: Die aufgefüllten und anstehenden bindigen Böden der Schichten 1b und 2 können bei Zutritt von Wasser aufweichen, wodurch eine erhebliche Konsistenzverschlechterung und somit eine deutliche Verminderung der Tragfähigkeit verursacht wird.

Homogenbereich nach DIN 18 300					
Homogenbereich III	**grobkörnige Böden**		**Schicht 1a: nicht bindige Auffüllungen Schicht 3: Terrassensedimente**		
Korngrößenverteilung nach DIN 18 123		d_{10} d_{30} d_{60}	= 0,05 - 1,5 mm = 0,08 - 4,0 mm = 0,1 - 10,0 mm		
Massenanteilen von Steinen und Blöcken nach DIN EN ISO			0 - 30 %		
Dichte nach DIN 18 125-2		ρ	1,85 - 2,10 t/m³		
undränierte Scherfestigkeit		c_U	-		
Wassergehalt nach DIN EN 17892-1		w	10 % - 30 %		
Plastizitätszahl nach DIN 18 122-1		I_P	-		
Konsistenzzahl nach DIN 18 122-1		I_C	-		
bezogene Lagerungsdichte nach DIN 18 126		I_D	35 % - 85% (locker - dicht gelagert)		
Organischer Anteil nach DIN 18 128			≤ 2 M.-%		
Bodengruppe nach DIN 18 196			GW, SW, [SW], [GW]		
Bodenklasse nach DIN 18 300 (alt)			3, 5		
Bezeichnung der Bodenkörner nach DIN EN 14 688-1			sisaGr, saGr, grSa, sigrSa, siSa		
Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB-17			F1 - F2, nicht - gering frostempfindlich		
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB97			V1, gut verdichtbar		
Umweltrelevante Inhaltsstoffe					
Bodenkennwerte nach Erfahrungswerten sowie nach DIN 1055-2					
Lagerungsdichte:			locker	mitteldicht	dicht
Wichte des feuchten Bodens		γ	18 kN/m³	19 kN/m³	20 kN/m³
Wichte des Bodens unter Auftrieb		γ'	10 kN/m³	11 kN/m³	12 kN/m³
Reibungswinkel		φ'	30°	32,5°	35°
Kohäsion		c'	0 kN/m²	0 kN/m²	0 kN/m²
Steifemodul		E_S	80 MPa	100 MPa	100 MPa
Tragfähigkeitsbeiwert		E_{V2}	≤ 80 MPa	≤ 100 MPa	≥ 100 MPa

Tab. 12: Homogenbereich III: grobkörnige Böden mit den zugehörigen Bodenkennwerten

4.5 Grundwasser

In den vom 26. - 28. August 2019 und am 03. September 2019 abgeteuften Bohrungen wurde weder Stau-, noch Schicht- oder Grundwasser angetroffen. Lediglich in Bohrung V 2 wurde ein Wasserspiegel in 0,9 m u. GOK gemessen. Dieser korreliert mit dem Wasserstand in dem nahegelegenen Löschwasserbecken. In den binidgen Böden der Schichten 1b und 2 kann je nach Witterung (Niederschlag) unter Umständen eine Schichtwasserführung auftreten, ferner kann am Top der Schichten 1b und 2 Staunässe entstehen. Hinweis hierauf gibt die lokal festgestellte weiche Konsistenz der bindgen Böden.

Die Grundwassergleichenkarte [2] macht für den Bereich in Jülich keine Angaben zum Grundwasserstand. Dieser Bereich ist als "Gebiet geringer Grundwassermächtigkeit" ausgewiesen. Die Hydrologische Karte [1] macht ebenfalls keine Angaben zum Grundwasserstand. Das grundwasserfreie Gebirge wird im Profilschnitt [1] in einer Tiefenlage von ca. 80 mNN ausgewiesen. Ein Privatbrunnen im Bereich der Merscher Höhe (Messstelle 011001409 Merscher Höhe Zus. 194) weist einen GW-Höchststand von 89,49 mNHN2016 für April 1967 auf. Der durchschnittliche Grundwasserstand wird hier mit 86,55 mNHN2016 angegeben. Somit ist für den Bereich des Erschließungsgebiets bei einer angenommenen Geländehöhe von 105 mNHN mit einem Flurabstand von mindestens 15 m auszugehen.

Für Erschließung ist die Tiefenlage des Grundwassers somit ohne Bedeutung.

Das Projektgelände liegt gemäß der online Auskunft NRW [3] nicht in einer ausgewiesenen oder geplanten Trinkwasserschutzzone.

4.6 Tektonik und Seismizität

Das Projektgelände liegt im Bereich der Niederrheinischen Bucht und innerhalb dieser auf der Erft-Scholle. Die Niederrheinische Bucht ist durch zahlreiche SE-NW streichende tektonische Verwerfungen und Störungen sowie SW-NE streichende Überschiebungen und Störungen gekennzeichnet. Hierdurch sind zahlreiche antithetisch nach Nordosten verkippte Einzelschollen entstanden.

Tektonisch beeinträchtigt wird Jülich durch den Rur-Sprung und die Rurrand-Verwerfung. Die tektonischen Lineamente können durch die Sümpfungsmaßnahmen des unmittelbar östlich des Projektgeländes gelegenen Braunkohletagebaus Hambach der RWE-Power AG, Köln beeinträchtigt werden.

Die Bewegungen im Bereich der tektonischen Störungen sind bereichsweise rezent aktiv. Gemäß DIN 4149:2005-04 wird Jülich der Erdbebenzone 3 (Intensitätsintervall 7,5 bis < 8,0, Bemessungswert der Bodenbeschleunigung 0,8 m/s²) zugeordnet. Es liegen die Untergrundklasse S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung) und die Baugrundklasse C vor. Ein ruckhafter Abbau aufgestauter Spannungen in Form von episodischen Erdbeben kann nicht ausgeschlossen werden. Im Fall von Erdbeben können insbesondere im Bereich tektonischer Störungen ggf. Versatzbeträge auftreten.

Den geplanten Gebäuden wird, vorbehaltlich einer dem entgegenstehenden Konstruktion, gemäß DIN 4149 der Bedeutungskategorie II zugeordnet (Bedeutungsbeiwert γ_I = 1,0). Der Nachweis der Standsicherheit für den Lastfall „Erdbeben" ist gemäß den Vorgaben der DIN 4149:2005-04 Kap. 7.1, Absatz (3) zu führen. Ohne rechnerischen Standsicherheitsnachweis sind oberhalb des Gründungsniveaus maximal 2 Vollgeschosse zulässig, sofern die Bedingungen gemäß Kap. 7.1 der DIN 4149:2005-04 nicht eingehalten werden bzw. zutreffen.

4.7 Ergebnisse der chemisch-analytischen Laboruntersuchungen

4.7.1 Ergebnisse der chemisch-analytischen Untersuchungen der Schwarzdecken

Um eine potentielle Pechstämmigkeit des Schwarzdeckenaufbruchs der Fahrbahn im Einmündungsbereich zum Von-Schöfer-Rings zu überprüfen, wurde der Bohrkern der Bohrung KB 1 nach einre organoleptischen Voruntersuchung im geochemischen Labor Geotaix (GEOTAIX Umwelttechnologie, Schumanstr. 29, 52146 Würselen) auf den Gehalt an PAK n. EPA (**p**olyzyklische **a**romatische **K**ohlenwasserstoffe) im Feststoff untersucht. Der Laborbericht der Analyse ist der Anlage A 1 zu entnehmen.

Die untersuchte Schwarzdecke weist einen PAK-Gehalt von 2,0 mg/kg auf und ist der LAGA-Einbauklasse Z 1.1 zuzuordnen. Der Schwarzdeckenaufbruch kann als „Ausbauasphalt" wiederverwertet oder unter der Abfallschlüsselnummer 17 03 02 entsorgt werden.

4.7.2 Ergebnisse der chemisch-analytischen Untersuchungen von Böden

Aus dem Bohrgut der Bohrungen wurden aus den Auffüllungen und aus den anstehenden Böden im Zuge der geologischen Aufnahme des Bohrguts insgesamt 78 gestörte Bodenproben entnommen (Glasproben, siehe Bohrprofile und Schichtenverzeichnisse). Diese Bodenproben wurden sämtlich sensorisch beurteilt.

In Tabelle 13 sind die Zuordnungen der Analyseergebnisse in die LAGA-Einbauklassen zusammengefasst. Die Ergebnisse der chemischen Analysen nach LAGA Boden sind in den Tabellen 14 und 15 den Grenzwerten gegebnübergestellt. Die Laborberichte sind als Anlagen A 2 bis A 5 beigefügt. Die Tabelle 16 zeigt die Ergebnisse der Analyse nach LAGA Bauschutt, der zugehörige Laborbericht ist der Anlage A 6 zu entnehmen.

Das Bodenmaterial im nordwestlichen Bereich des Erschließungsgebiets wurde in der Mischprobe „MP Nordwest: 0,3 - 4,1 m" erfasst. Das Material ist aufgrund des Gehaltes an Zink im Feststoff der LAGA-Einbauklasse Z 1 zuzuordnen. Sämtliche anderen Parameter im Eluat und im Feststoff sind unauffällig.

Die „MP Nordost: 0,1 - 3,4 m" ist aufgrund der Feststoffparameter Zink und TOC sowie des Eluatparameters Leitfähigkeit der LAGA-Einbauklasse Z 1 bzw. Z 1.2 zuzuordnen. Sämtliche anderen Parameter im Eluat und im Feststoff sind unauffällig.

Das Bodenmaterial aus dem südlichen Bereich „MP Süd: 0,04 - 4,6 m" sind aufgrund der Feststoffparameter Nickel und Zink ebenfalls der LAGA-Einbauklasse Z 1 zuzuordnen. Sämtliche anderen Parameter im Eluat und im Feststoff sind unauffällig.

Im Bereich der Bohrung 13 wurden erhöhte Anteile an Fremdbeimengungen sowie ein auffälliger Geruch nach Kohlenwasserstoffen festgestellt. Der schwarze Boden aus einer Tiefe von 1,5 - 4,7 m (13-03: 1,5 - 4,7 m) ist gemäß der durchgeführten LAGA Boden Analyse aufgrund der Parameter TOC und Kohlenwasserstoffe (C_{10} - C_{40} sowie C_{10} - C_{20}) als Material der LAGA-Einbauklasse > Z 2 einzustufen. Die Gehalte an Blei, Kupfer, Zink, PCB, PAK und Benzo(a)pyren liegen im Bereich der LAGA-Einbauklasse Z 2, die Parameter Arsen, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber und EOX im Bereich der Einbauklasse Z 1. Im Eluat entspricht die Leitfähigkeit der Einbauklasse Z 1.2 und der Sulfatgehalt der Einbauklasse Z 2.

Der überlagernde Boden von 0,6 - 1,5 m u. GOK (13-02: 0,6 - 1,5 m) wurde aufgrund des hohen Anteils an Ziegelbruch gemäß LAGA Bauschutt analysiert. Das Material ist aufgrund des PAK-Gehaltes der LAGA-Einbauklasse Z 2 zuzuordnen. Die übrigen im Feststoff und in Eluat analysierten Parameter sind unauffällig.

Proben	Analyse	Einstufung	Labornummer	Anlage
MP Nordwest: 0,3 - 4,1 m	LAGA Boden	Z 1	1913647-001	A 2
MP Nordost: 0,1 - 3,4 m	LAGA Boden	Z 1	1913647-002	A 3
MP Süd: 0,04 - 4,6 m	LAGA Boden	Z 1	1913647-003	A 4
13-03: 1,5 - 4,7 m	LAGA Boden	> Z 2	1913647-005/007	A 5
13-02: 0,6 - 1,5 m	LAGA Bauschutt	Z 2	1913647-004	A 6

Tab. 13: Zusammenstellung der durchgeführten Analysen mit der Zuordnung nach LAGA

	Labornummer 1913647-001: MP Nordwest 0,3 - 4,1 m	Labornummer 1913647-002: MP Nordost 0,1 - 3,4 m	Zuordnungswert für Feststoffe in **Boden** gemäß LAGA -Nr. 20 [mg/kg](außer *)				
Feststoff	Messwert [mg/kg] (außer *)	Messwert [mg/kg] (außer *)	Z 0			Z 1	Z 2
	Sand	Sand	**Sand**	Schluff	Ton		
Arsen	6,88	< 4	**10**	15	20	45	150
Blei	36,4	14,5	**40**	70	100	210	700
Cadmium	< 0,4	< 0,4	**0,4**	1	1,5	3	10
Chrom	16,2	12,6	**30**	60	100	180	600
Kupfer	8,95	8,46	**20**	40	60	120	400
Nickel	12,0	9,60	**15**	50	70	150	500
Quecksilber	< 0,1	< 0,1	**0,1**	0,5	1	1,5	5
Thallium	< 0,4	< 0,4	**0,4**	0,7	1	2,1	7
Zink	94,0	68,3	**60**	150	200	450	1500
Cyanide, ges.	< 1	< 1	**-**	-	-	3	10
TOC* [%]	< 0.5	1,18	**0,5 (1,0)**	0,5 (1,0)	0,5 (1,0)	1,5	5
EOX	< 0,8	< 0,8	**1**	1	1	3	10
Kohlenwasserstoffe/ GC (C_{10} - C_{40})	< 100	< 100	**100**	100	100	600	2000
Kohlenwasserstoffe/ GC (C_{10} - C_{22})	< 100	< 100	**100**	100	100	300	1000
BTEX	< 0,15	< 0,15	**1**	1	1	1	1
LHKW	< 0,18	< 0,18	**1**	1	1	1	1
PCB	< 0,015	< 0,015	**0,05**	0,05	0,05	0,15	0,5
PAK nach EPA	0,18	< 0,24	**3**	3	3	3 (9)	30
Benzo(a)pyren	< 0,03	< 0,03	**0,3**	0,3	0,3	0,9	3

	Labornummer 1913647-001: MP Nordwest 0,3 - 4,1 m	Labornummer 1913647-002: MP Nordost 0,1 - 3,4 m	Zuordnungswert für Eluate in **Boden** gemäß LAGA - Nr. 20 [µg/l] (außer *)			
Eluat	Messwert [µg/l] (außer *)	Messwert [µg/l] (außer *)	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert* [-]	8,2	7,6	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Leitfähigkeit* [µS/cm]	43	327	250	250	1500	2000
Chlorid* [mg/l]	< 10	< 10	30	30	50	100
Sulfat* [mg/l]	< 20	< 20	20	20	50	200
Cyanide, ges.	< 5	< 5	5	5	10	20
Arsen	< 10	< 10	14	14	20	60
Blei	< 7	< 7	40	40	80	200
Cadmium	< 0,5	< 0,5	1,5	1,5	3	6
Chrom	< 7	< 7	12,5	12,5	25	60
Kupfer	< 10	< 10	20	20	60	100
Nickel	< 10	< 10	15	15	20	70
Quecksilber	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	< 40	< 40	150	150	200	600
Phenolindex	< 10	< 10	20	20	40	100

Tab. 14: Ergebnisse der Untersuchungen nach LAGA Boden der Proben „MP Nordwest: 0,3 - 4,1 m" und „MP Nordost: 0,1 - 3,4 m". Farbig unterlegt sind die Messwerte, die den Zuordnungswert Z 0 gemäß LAGA Nr. 20 Boden (Stand Nov. 2004) überschreiten.

	Labornummer 1913647-003: MP Süd 0,04 - 4,6 m	Labornummer 1913647-005/007 13-03 1,5 - 4,7 m	Zuordnungswert für Feststoffe in **Boden** gemäß LAGA -Nr. 20 [mg/kg](außer *)				
Feststoff	Messwert [mg/kg] (außer *)	Messwert [mg/kg] (außer *)	Z 0			Z 1	Z 2
	Sand	Lehm	Sand	Schluff	Ton		
Arsen	6,03	36,0	10	15	20	45	150
Blei	16,3	241	40	70	100	210	700
Cadmium	< 0,4	1,59	0,4	1	1,5	3	10
Chrom	22,8	177	30	60	100	180	600
Kupfer	13,6	204	20	40	60	120	400
Nickel	18,9	56,8	15	50	70	150	500
Quecksilber	< 0,1	0,75	0,1	0,5	1	1,5	5
Thallium	< 0,4	< 0,4	0,4	0,7	1	2,1	7
Zink	64,8	968	60	150	200	450	1500
Cyanide, ges.	< 1	1,55	-	-	-	3	10
TOC* [%]	< 0,5	17,3	0,5 (1,0)	0,5 (1,0)	0,5 (1,0)	1,5	5
EOX	< 0,8	2,26	1	1	1	3	10
Kohlenwasserstoffe/ GC (C_{10} - C_{40})	< 100	6280	100	100	100	600	2000
Kohlenwasserstoffe/ GC (C_{10} - C_{22})	< 100	1610	100	100	100	300	1000
BTEX	< 0,15	< 0,5	1	1	1	1	1
LHKW	< 0,18	< 0,6	1	1	1	1	1
PCB	< 0,015	0,187	0,05	0,05	0,05	0,15	0,5
PAK nach EPA	< 0,24	18,8	3	3	3	3 (9)	30
Benzo(a)pyren	< 0,03	1,6	0,3	0,3	0,3	0,9	3

	Labornummer 1913647-003: MP Süd 0,04 - 4,6 m	Labornummer 1913647-005/007 13-03 1,5 - 4,7 m	Zuordnungswert für Eluate in **Boden** gemäß LAGA - Nr. 20 [µg/l] (außer *)			
Eluat	Messwert [µg/l] (außer *)	Messwert [µg/l] (außer *)	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert* [-]	7,8	8,2	6,5-9,5	6,5-9,5	6-12	5,5-12
Leitfähigkeit* [µS/cm]	15	386	250	250	1500	2000
Chlorid* [mg/l]	< 10	< 10	30	30	50	100
Sulfat* [mg/l]	< 20	54,7	20	20	50	200
Cyanide, ges.	< 5	< 5	5	5	10	20
Arsen	< 10	< 10	14	14	20	60
Blei	< 7	< 7	40	40	80	200
Cadmium	< 0,5	< 0,5	1,5	1,5	3	6
Chrom	< 7	< 7	12,5	12,5	25	60
Kupfer	< 10	< 10	20	20	60	100
Nickel	< 10	< 10	15	15	20	70
Quecksilber	< 0,2	0,399	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	< 40	< 40	150	150	200	600
Phenolindex	< 10	< 10	20	20	40	100

Tab. 15: Ergebnisse der Untersuchungen nach LAGA Boden der Proben „MP Süd: 0,04 - 4,6 m" und 13-03: 1,5 - 4,7 m. Farbig unterlegt sind die Messwerte, die den Zuordnungswert Z 0 gemäß LAGA Nr. 20 Boden (Stand Nov. 2004) überschreiten. Lila eingefärbt sind Werte, die den Grenzwert Z 2 überschreiten.

Parameter	Labornummer 1913647-004: 13-02 0,6 - 1,5 m	Zuordnungswert für Feststoffe in **Bauschutt** gemäß LAGA - Nr. 20 [mg/kg]			
Feststoff	Messwert [mg/kg]	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
EOX	< 0,8	1	3	5	10
Kohlenwasserstoffe / GC (C_{10} - C_{40})	< 100	100	300	500	1000
Kohlenwasserstoffe / GC (C_{10} - C_{22})	< 100	100	300	500	1000
PAK nach EPA	44,2	1	5 (20)	15 (50)	75 (100)
PCB	< 0,015	0,02	0,1	0,5	1
Arsen	6,22	20	*30*	*50*	*150*
Blei	57,6	100	*200*	*300*	*1000*
Cadmium	0,51	0,6	*1*	*3*	*10*
Chrom	19,3	50	*100*	*200*	*600*
Kupfer	18,5	40	*100*	*200*	*600*
Nickel	11,9	40	*100*	*200*	*600*
Quecksilber	0,16	0,3	*1*	*3*	*10*
Zink	86,8	120	*300*	*500*	*1500*
Parameter	Labornummer 1913647-004: 13-02 0,6 - 1,5 m	Zuordnungswert für Eluate in **Bauschutt** gemäß LAGA - Nr. 20 [µg/l] (außer *)			
Eluat	Messwert [µg/l] (außer *)	Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
pH-Wert* [1]	8,1	7,0-12,5			
Leitfähigkeit* [µS/cm]	87	500	1500	2500	3000
Chlorid* [mg/l]	< 10	10	20	40	150
Sulfat* [mg/l]	< 20	50	150	300	600
Phenolindex	< 10	< 10	10	50	100
Arsen	< 10	10	10	40	50
Blei	< 7	20	40	100	100
Cadmium	< 0,5	2	2	5	5
Chrom	< 7	15	30	75	100
Kupfer	< 10	50	50	150	200
Nickel	< 10	40	50	100	100
Quecksilber	< 0,2	0,2	0,2	1	2
Zink	< 40	100	100	300	400

Tab. 16: Ergebnisse der Untersuchungen nach LAGA 20 Bauschutt an den Probe 13-02: 0,6 - 1,5 m. Farbig unterlegt sind die Messwerte, die den Zuordnungswert Z 0 gemäß LAGA Nr. 20 überschreiten. Die *kursiv* geschriebenen Grenzwerte im Feststoff sind keine gültigen Grenzwerte für Bauschutt, dienen jedoch bei der Deklaration als Bewertungsgrundlage.

4.8 Versickerungsfähigkeit des Untergrunds

Der Versickerungsversuch in der Bohrung V 1 wurde in einer Tiefenlage von 3,0 - 4,0 m innerhalb der Schicht 3 gemäß USBR EARTH MANUAL[1] (Brunnenmethode) im offenen Bohrloch mit konstanter Druckhöhe durchgeführt und ausgewertet (siehe Anlage V 1).

[1] Earth Manual: A Water Resources Technical Publication, US Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 1974

Bei der Versuchsdurchführung im Bohrloch V 1 wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert von k_f = 9,82 x 10^{-6} m/s ermittelt. Gemäß DWA-A 138[2], Tab. B.1 ist zur Festlegung des Bemessungs- k_f-Wertes bei Feldmethoden ein Korrekturfaktor von 2 anzusetzen. Demnach ergibt sich ein relevanter Durchlässigkeitsbeiwert von **k_f =1,96 x 10^{-5} m/s**.

Zur Prüfung der der Durchlässigkeit der potentiell zur Versickerung geeigneten Sande und Kiese (Schicht 3) wurde an den Probe V 1 und V 2 (Zusammensetzung siehe Tabelle 1) die Kornverteilung nach DIN 18123 durch eine. Sieb-Schlämm-Analyse ermittelt. Die Ergebnisse der Siebanalysen sind in den Anlagen A 7 - A 8 aufgeführt.

Anhand der Sieblinienauswertung gemäß Seiler[3] kann mit den folgenden Formeln, in Abhängigkeit der Ungleichförmigkeitszahl Cu, der Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt werden:

$$k_f = \frac{x_{10}}{1000} * (d_{10})^2 \qquad \text{[Gl. 1]}$$

$$k_f = \frac{x_{25}}{1000} * (d_{25})^2 \qquad \text{[Gl. 2]}$$

mit d_{10} = Korngröße im Schnittpunkt der 10 %-Linie mit der Summenkurve bzw.
mit d_{25} = Korngröße im Schnittpunkt der 25 %-Linie mit der Summenkurve

Die Gleichung 1 gilt für den Bereich 5 ≤ Cu ≤ 17, die Gleichung 2 für 17 ≤ Cu ≤100.

Probe	d_{10} [mm]	d_{25} [mm]	d_{60} [mm]	Cu	x_{10} / x_{25}	k_f [m/s]	$k_{f\,korr}$ [m/s]
V 1: 0,3 - 4,0 m	0,022	0,202	0,733	33,3	1,199	4,878 x 10^{-5}	9,756 x 10^{-6}
V 2: 3,2 - 5,0 m	0,223	0,600	1,705	7,7	15,6	7,773 x 10^{-4}	1,555 x 10^{-4}

Aus den Sieblinien errechnet sich für V1 ein Durchlässigkeitsbeiwert von k_f = 4,9 x 10^{-5} m/s und für V 2 ein Durchlässigkeitsbeiwert von k_f = 7,8 x 10^{-4} m/s.

Gemäß DWA-A 118 ist zur Festlegung des Bemessungs-k_f-Wertes bei Sieblinienauswertungen ein Korrekturfaktor von 0,2 anzusetzen. Demnach ist nach Berücksichtigung des Korrekturfaktors von einem Durchlässigkeitsbeiwert für V 1 von **9,8 x 10^{-6} m/s** und für V 2 von **1,6 x 10^{-4} m/s** auszugehen. Der entwässerungstechnisch relevante Versickerungsbereich liegt gemäß DWA-A 138 etwa in einem k_f-Bereich von 1 x 10^{-3} bis 1 x 10^{-6} m/s.

Im Bereich von V 1 ergeben sich ein Durchlässigkeitsbeiwert durch den Versickerungsversuch von k_f =1,96 x 10^{-5} m/s und ein Wert von k_f = 9,8 x 10^{-6} m/s durch die Kornverteilungsanalyse. Das Bodenmaterial im Bereich von V 2 weist einen Durchlässigkeitsbeiwert von 1,6 x 10^{-4} m/s auf. Die Durchlässigkeit der Terrassensedimente liegt somit im geforderten Bereich, die Schicht ist somit für die Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser geeignet.

Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Terrassensedimente im Bereich des Erschließungsgebietes eine ausreichende Durchlässigkeit aufweisen. Zur Errichtung einer Versickerungsanlage innerhalb der Terrassensedimente (Schicht 3) kann für die Schicht 3 ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f \geq$ 1 x 10^{-5} m/s für die Planung angenommen werden.

[2] DWA-Regelwerk: Arbeitsblatt DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Hennef 2005

[3] SEILER, K.-P. (1973): Durchlässigkeit, Porosität und Kornverteilung quartärer Kies-Sand-Ablagerungen des bayrischen Alpenvorlandes, Gas- und Wasserfach - Wasser, Abwasser – 114. Jahrgang, Heft 8, S. 353-358

4.9 Kampfmittel

Hinsichtlich des Antreffens von Kampfmitteln aus dem 2. Weltkrieg werden, sofern noch keine Unterlagen vorliegen, eine Anfrage beim zuständigen Kampfmittelräumdienst sowie eine besondere Sorgfalt bei den Ausschachtungsarbeiten empfohlen. Bei einem Verdacht auf Kampfmittelfunde sind die Arbeiten unverzüglich einzustellen und die zuständigen Ordnungsbehörden oder die Polizei zu verständigen.

5 Empfehlungen für die Gründung der Gebäude: Gründungsart, zulässige Bodenpressung, Setzungen

Die Gründung der einzelnen Gebäude ist auf die lokal vorliegenden Baugrundeigenschaften anzupassen, der Untergrund weist aufgrund der Auffüllungen einen inhomogenen Aufbau auf. Daher wird die Anfertigung separater Baugrunderkundung für die einzelnen Gebäude empfohlen.

Für die im Weiteren exemplarisch beschriebenen Gründungsvarianten wird von einer OKFFEG bei 20 cm oberhalb der derzeitigen Geländeoberkante (angenommen 106,7 mNN) ausgegangen. Die OK Kellerbodenplatte wird mit 2,5 m unter derzeitigem Geländeniveau angenommen.

Die Gründungssohle der Gebäude liegt je nach Lage der Gebäude innerhalb des Projektgebietes und in Abhängigkeit der Bauweise in unterschiedlichen Lastböden. Grundsätzlich kommen für die Gründung der Gebäude sowohl Streifenfundamente als auch lastabtragende Bodenplatten in Betracht. Im Folgenden werden die möglichen unterschiedlichen Gründungssituationen beschrieben und Gründungsmöglichkeiten empfohlen. Diese differenzierten Gründungsarten sind in den Anlagen 31 und 32 zusammenfassend dargestellt.

In jedem Fall ist vor Errichtung der Gebäude ein Abtrag des humosen Oberbodens erforderlich.

5.1 Gründung über eine lastabtragende Bodenplatte

Die Gründung mittels lastabtragender Bodenplatte ist im Projektgebiet sowohl für nicht unterkellerte Einfamilienhäuser als auch für unterkellerte Einfamilienhäuser anwendbar.

5.1.1 Gründung nicht unterkellerter Gebäude - Varianten 1 und 3

Bei einer nicht unterkellerten Bauweise kann das Gründungsniveau, je nach Höhenlage, in den bindigen Böden (Auffüllungen und Lehm; Variante 3) sowie den nicht bindigen Böden (Auffüllungen und Terrassensedimente; Variante 1) liegen. Je nach geplanter Höhenlage des Gebäudes und vorhandenem Gelände kann, nach Abtrag des humosen Oberbodens, eine Geländeauffüllung notwendig werden.

Variante 1
Sofern die Gründungssohle im Bereich der nicht bindigen Auffüllungen oder der anstehenden Terrassensedimente liegt, kann die lastabtragende Bodenplatte unmittelbar auf den nachverdichteten, nicht bindigen Böden errichtet werden. Unterhalb der Bodenplatte ist eine min. 15 cm mächtige kapillarbrechende Schicht aus gut kornabgestuftem, frostsicherem, mineralischem, Material erforderlich, sofern der Gründungsboden einen erhöhten Feinkornanteil aufweist. An der Gründungssohle sollte der Boden nachverdichtet werden. Die Tragfähigkeit sollte durch Lastplattendruckversuche geprüft werden. Für die Schichten 1a und 3 können vereinfachend die Bodenkennwerte des Homogenbereichs III (siehe Kap. 4.4) sowie die in den Tabellen 17 und 18 angegebenen Bodenpressungen gemäß DIN 1054:2003-01 bzw. gemäß Tab. A 6.2 des Handbuchs

Eurocode[4] 7, Band 1 (Bemessungswerte des Sohlwiderstands, *keine aufnehmbaren Sohldrücke und keine zulässigen Bodenpressungen*) angenommen werden.

kleinste Einbindetiefe des Fundaments	aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} [kN/m²] für Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5 m	200	300	330	280	250	220
1,0 m	270	370	360	310	270	240
1,5 m	340	440	390	340	290	260
2,0 m	400	500	420	360	310	280

Tab. 17: höchstzulässige Bodenpressung für nicht bindigen Baugrund und setzungsempfindliches Bauwerk (Auszug aus der Tabelle A.2 der DIN 1054:2003-01), Böden der Bodengruppen GW, SW, SE, (SU)

kleinste Einbindetiefe des Fundaments	Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ [kN/m²] bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von					
	0,5 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m
0,5 m	280	420	460	390	350	310
1,0 m	380	520	500	430	380	340
1,5 m	480	620	550	480	410	360
2,0 m	560	700	590	500	430	390

Tab. 18: Bemessungswerte des Sohlwiderstandes $\sigma_{R,d}$ auf nicht bindigen Baugrund GW, SW, GE, SE, SU, GU nach DIN für setzungsempfindliche Bauwerke nach Tab. A 6.2 Eurocode 7

Die Tragfähigkeit des Gründungsbodens sollte mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18134 geprüft werden. Es sollte ein Tragfähigkeitsbeiwert von mindestens ca. E_{v2} = 80 MPa erreicht werden. Bei Mehrfamilienhäusern ist ein E_{v2} von 100 MPa zu fordern. Erfahrungsgemäß kann, vorbehaltlich einer Prüfung durch Plattendruckversuche, bei Erreichen des vorgenannten Tragfähigkeitsbeiwerts für den Bettungsmodul k_s ein Wert von ca. 30 MN/m³ angenommen werde.

Hinweis: Der Bettungsmodul ist keine Bodenkonstante. Die Bemessung ist i. W. von der Konstruktion des Bauwerks abhängig und fällt somit in den Verantwortungsbereich des Tragwerksplaners!

Für die maßgebenden Grenzzustände nach EN 1990:2002 ist die geotechnische Bemessung der Gründung nachzuweisen (siehe Handbuch Eurocode 7, Band 1, Kap. 2, Grundlagen der geotechnischen Bemessung). Hierbei sind die in Kap. 2.4 des Handbuchs beschriebenen rechnerischen Nachweise und die in Kap. 2.5 beschriebenen konstruktiven Maßnahmen zu berücksichtigen.

Vorbehaltlich der o. g. detaillierten Grundbruch- und Setzungsberechnungen sollte für geplante Gebäude bei einer Gründung auf einem nicht bindigen Boden oberhalb einer kapillarbrechenden Schicht in einer Größenordnung von 3 - 4 mm angenommen werden.

Variante 3

Sollte das Gebäude oberhalb des aktuellen Geländes liegen oder als Gründungsboden die bindigen Auffüllungen bzw. der anstehende bindige Lehmboden vorliegen, wird empfohlen, die Gebäude auf einem Gründungspolster aus gut kornabgestuftem, frostsicherem, verdichtungsfähigem, mineralischem Material (z. B. Kiessand) zu erstellen. Hierbei ist vorab der vorhandene organische Oberboden zu entfernen. Das Polster ist in einer Mächtigkeit von mindestens 0,6 m in zwei Lagen zu je 0,25 - 0,3 m oberhalb eines Vlies aufzufüllen und zu verdichten. Die Mächtigkeit des Gründungspolsters sollte bei Mehrfamilienhäusern auf 0,8 - 1,0 m erhöht werden. Prinzipiell sollte eine über eine lastabtragende Bodenplatte konzipierte Gründung eine Gesamtmächtig-

[4]Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 1. Auflage 2011, Hrsg.: DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth Verlag GmbH Berlin, Wien, Zürich

keit der Gründung von 0,8 m inkl. Bodenplatte aufweisen, um eine homogene Lastabtragung und Frostsicherheit zu gewährleisten.

Sollten Gebäude deutlich oberhalb des Geländes geplant sein, so wird eine Geländeauffüllung nach Abtrag des humosen Oberbodens bis zur Unterkante Gründungspolster notwendig. Dafür kann beliebiges, verdichtungsfähiges, mineralisches Material verwendet werden. Der Einbau und die Verdichtung sind lageweise (je ca. 0,25 - 0,3 m) durchzuführen. Sollte für die Geländeauffüllung bindiger Boden (mindestens steife Konsistenz) genutzt werden, so ist zwischen der Auffüllung und dem Gründungspolster ein Geotextil (GRK 2) zu verlegen. Zudem sollte auf eine Bearbeitung mit vibrierenden Geräten verzichtet werden, um ein Konsistenzverschlechterung infolge dynamischer Beanspruchung zu vermeiden.

Für die Gründung auf einem Gründungspolster, das aus mineralischen Baustoffen entsprechend der Bodengruppe GW hergestellt wird, können die in der Tabelle 17 und 18 gegebenen Bodenpressungen gemäß DIN 1054:2003-01 bzw. gemäß Tab. A 6.2 des Handbuchs Eurocode 7, Band 1 (Bemessungswerte des Sohlwiderstands, *keine aufnehmbaren Sohldrücke und keine zulässigen Bodenpressungen*) angenommen werden. Zusätzlich können die in Kapitel 4.4 aufgeführten Bodenkennwerte für den Homogenbereich III herangezogen werden.

Für eine Gründung auf einem Kiessandpolster oberhalb bzw. innerhalb der bindigen Böden (ggf. Geländeauffüllung; Schichten 1b und 2) ist, da die zulässigen Bodenpressungen nicht nach Abs. 4.2 der DIN 1054 ermittelt werden können, ein Nachweis der zulässigen Bodenpressungen gemäß Abs. 4.3 der DIN 1054 zu führen. Hierfür sind Grundbruch- und Setzungsberechnungen durchzuführen. Für die Schichten 1b und 2 können die in Kapitel 4.3 angegebenen Bodenkennwerte (Homogenbereich II) sowie die zulässigen Bodenpressungen gemäß DIN 1054, Tab. A.3 (A.5) bzw. gemäß Tab. A 6.7 des Handbuchs Eurocode 7, Band 1 (Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke und keine zulässigen Bodenpressungen) als Anhaltswerte verwendet werden (s. Tab. 19 u. 20).

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	**aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} in [kN/m²] für Streifen-fundamente mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m**		
	mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,5	120	170	280
1,0	140	210	320
1,5	160	250	360
2,0	180	280	400
mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m²	120 bis 300	300 bis 700	> 700

Tab. 19: höchstzulässige Bodenpressung σ_{zul} für Streifenfundamente auf tonig schluffigem Böden der Bodengruppen UM, TM, TL nach DIN 18196 (Auszug aus der Tabelle A.5 der DIN 1054: 2003-01)

kleinste Einbindetiefe des Fundaments [m]	**Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ in [kN/m²] bei Streifenfundamenten mit Breiten b bzw. b' von 0,5 bis 2,0 m**		
	mittlere Konsistenz		
	steif	halbfest	fest
0,5	170	240	390
1,0	200	290	450
1,5	220	350	500
2,0	250	390	560
mittlere einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$ in kN/m²	120 bis 300	300 bis 700	> 700

Tab. 20: Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ für bindigen Boden der Bodengruppen UM, TM, TL nach DIN 18196 nach Tab. A 6.7 Eurocode 7

Die Tragfähigkeit des Gründungspolsters sollte mittels Plattendruckversuchen nach DIN 18134 geprüft werden. Es sollte ein Tragfähigkeitsbeiwert von mindestens ca. E_{v2} = 80 MPa erreicht werden. Bei Mehrfamilienhäusern ist ein E_{v2} von 100 MPa zu fordern. Erfahrungsgemäß kann, vorbehaltlich einer Prüfung durch Plattendruckversuche, bei Erreichen des vorgenannten Tragfähigkeitsbeiwerts für den Bettungsmodul k_s ein Wert von ca. 30 MN/m³ angenommen werde.

Hinweis: Der Bettungsmodul ist keine Bodenkonstante. Die Bemessung ist i. W. von der Konstruktion des Bauwerks abhängig und fällt somit in den Verantwortungsbereich des Tragwerksplaners!

Für die maßgebenden Grenzzustände nach EN 1990:2002 ist die geotechnische Bemessung der Gründung nachzuweisen (siehe Handbuch Eurocode 7, Band 1, Kap. 2, Grundlagen der geotechnischen Bemessung). Hierbei sind die in Kap. 2.4 des Handbuchs beschriebenen rechnerischen Nachweise und die in Kap. 2.5 beschriebenen konstruktiven Maßnahmen zu berücksichtigen.

Vorbehaltlich der o. g. detaillierten Grundbruch- und Setzungsberechnungen sollte für das geplante Gebäude bei einer Gründung auf einem Gründungspolster eine Setzung des Gründungspolsters in einer Größenordnung von 1 - 2 mm angenommen werden. Das Polster wird wiederum eine Setzung von 1 - 2 cm erfahren.

5.1.2 Gründung unterkellerter Gebäude - Varianten A und C

Bei einer unterkellerten Bauweise kann das Gründungsniveau, je nach Höhenlage, in den bindigen Böden (Auffüllungen und Lehm; Variante C) sowie den nicht bindigen Böden (Auffüllungen und Terrassensedimente; Variante A) liegen.

Variante A
Sofern die Gründungssohle im Bereich der nicht bindigen Auffüllungen bzw. der Terrassensedimente (Schichten 1a und 3) liegt, kann die lastabtragende Bodenplatte unmittelbar auf dem nicht bindigen Boden errichtet werden. Entsprechend der Variante 1 ist unterhalb der Bodenplatte eine min. 15 cm mächtige kapillarbrechende Schicht aus gut kornabgestuftem, mineralischem, Material erforderlich, sofern der Gründungsboden einen erhöhten Feinkornanteil aufweist. An der Gründungssohle sollte der Boden nachverdichtet werden.

Variante C
Sollte im Gründungsbereich bindiger Boden (Schichten 1b und 2) angetroffen werden, so ist ein Bodenersatz erforderlich. Entsprechend der Variante 3 ist ein Gründungspolster von mindestens 60 cm Mächtigkeit zu erstellen.

5.2 Gründung auf Streifenfundamenten

Prinzipiell können die geplanten Gebäude im Projektgebiet bei nicht unterkellerter und bei unterkellerter Bauweise mittels Streifenfundamente sowohl in den bindigen als auch in den nicht bindigen Böden gegründet werden. Folgende Differenzierung muss hierbei vorgenommen werden. Die endgültige Dimensionierung der Fundamente richtet sich nach statischem Erfordernis.

5.2.1 Gründung nicht unterkellerter Gebäude - Variante 2

Bei den nicht unterkellerten Gebäuden bilden die Schichten 1a und 3 (nicht bindige Auffüllung und Terrassensedimente) oder die Schichten 1b und 2 (bindige Auffüllungen und Lehm) den Lastboden für die Gründung auf Streifenfundamenten.

Bei einer mindestens steifen Konsistenz ist der bindige Boden (bindige Auffüllungen; Schicht 1b und Lehm; Schicht 2) ausreichend geeignet für die Lastabtragung der Bauwerkslasten. Die Streifenfundamente unterhalb der Außenwände müssen bis in eine frostfreie Tiefe von 0,8 m unterhalb der OK Bodenplatte ausgeführt werden. Grundsätzlich ist der Abtrag des humosen Oberbodens erforderlich, so dass ggf. unterhalb der Bodenplatte ein Bodenersatz erfolgen muss. In jedem Fall sind mindestens die obersten 15 cm des Bodens unterhalb der Bodenplatte als kapillarbrechende Schicht aus gut kornabgestuften, mineralischen Baustoffen zu errichten.

Für die Schichten 1b und 2 können die in Kapitel 4.4 angegebenen Bodenkennwerte des Homogenbereichs II sowie die zulässigen Bodenpressungen gemäß DIN 1054, Tab. A.3 (A.5) bzw. gemäß Tab. A 6.7 des Handbuchs Eurocode 7, Band 1 (Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke und keine zulässigen Bodenpressungen) als Anhaltswerte verwendet werden (s. Tab. 19 u. 20).

Die Streifenfundamente müssen in nicht bindigen Auffüllungen und Böden (Schicht 1a und 3) ebenfalls bis in eine frostfreie Tiefe von 0,8 m u. GOK niedergebracht werden. Bei Vorliegen höherer Feinkornanteile ist eine min. 15 cm mächtige kapillarbrechende Schicht unterhalb der Bodenplatte notwendig.

Für die Schichten 1a und 3 können vereinfachend die Bodenkennwerte des Homogenbereichs III (siehe Kap. 4.4) sowie die in den Tabellen 17 und 18 angegebenen Bodenpressungen gemäß DIN 1054:2003-01 bzw. gemäß Tab. A 6.2 des Handbuchs Eurocode 7, Band 1 (Bemessungswerte des Sohlwiderstands, *keine aufnehmbaren Sohldrücke und keine zulässigen Bodenpressungen*) angenommen werden.

Vorbehaltlich detaillierter Grundbruch- und Setzungsberechnungen ist bei einer Gründung der geplanten Gebäude mittels Streifenfundamente in bindigen Böden (Schichten 1b und 2) von einer Setzung von ca. 3 - 4 cm zu rechnen. Werden die Fundamente in nicht bindige Böden (Schicht 1a und 3) niedergebracht, kann von einer Setzung von 1 - 2 cm ausgegangen werden.

5.2.2 Gründung unterkellerter Gebäude - Variante B

Bei einer unterkellerten Bauweise ist eine geringe Einbindetiefe (0,5 m) der Streifenfundamente aufgrund der Tiefenlage möglich. Als Gründungsböden können sowohl die bindigen Böden (Schicht 1b und 2) als auch die nicht bindigen Böden (Schichten 1a und 3) vorliegen. Unterhalb der Bodenplatte ist eine min. 15 cm mächtige kapillarbrechende Schicht herzustellen, auf diese kann verzichtet werden, wenn der Gründungsboden eine ausreichende Kapillarität aufweist (Schicht 1a und 3 ohne erhöhte Feinkornanteile).

Sollten die Streifenfundamente in den bindigen Boden einbinden, ist eine mindestens steife Konsistenz des Bodens erforderlich. Bei Vorliegen einer weich - steifen oder weichen Konsistenz ist das Streifenfundament entsprechend zu vertiefen bzw. ist ein Bodenersatz bevorzugt aus Magerbeton bis zum Erreichen des tragfähigen Bodens durchzuführen.

Für die Schichten 1b und 2 können die in Kapitel 4.4 angegebenen Bodenkennwerte des Homogenbereichs II sowie die zulässigen Bodenpressungen gemäß DIN 1054, Tab. A.3 (A.5) bzw. gemäß Tab. A 6.7 des Handbuchs Eurocode 7, Band 1 (Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke und keine zulässigen Bodenpressungen) als Anhaltswerte verwendet werden (s. Tab. 19 u. 20).

Bei einer Gründung der Streifenfundamente in die nicht bindigen Böden (Schichten 1a und 3) können vereinfachend die Bodenkennwerte des Homogenbereichs III (siehe Kap. 4.4) sowie die in den Tabellen 17 und 18 angegebenen Bodenpressungen gemäß DIN 1054:2003-01 bzw. gemäß Tab. A 6.2 des Handbuchs Eurocode

7, Band 1 (Bemessungswerte des Sohlwiderstands, *keine aufnehmbaren Sohldrücke und keine zulässigen Bodenpressungen*) angenommen werden.

Vorbehaltlich der o. g. detaillierten Grundbruch- und Setzungsberechnungen sollte für die geplanten Gebäude bei einer Gründung auf Streifenfundamenten eine Setzung in einer Größenordnung von 1 - 2 cm in nicht bindigen Böden bzw. 3 - 4 cm in bindigen Böden angenommen werden.

6 Empfehlungen für die Bauausführung

6.1 Aushub, Böschungen, Planum

Der Aushub für die Vorabschachtung (Abtrag des humosen Oberbodens, Schicht 0) und für die Herstellung von Gräben für Streifenfundamente und/oder für Grundleitungen sollte mittels eines Tieflöffelbaggers mit glatter Schneide erfolgen. Es wird empfohlen für die Arbeiten einen Bagger mit Raupenfahrwerk zu verwenden und die Arbeiten rückschreitend auszuführen.

Bis zu einer Tiefe von 1,25 m dürfen Gräben (z. B. für Hausanschlussleitungen) senkrecht ausgeschachtet werden, ab 1,25 m Tiefe sind Gräben geböscht oder verbaut auszuführen. Böschungen können in den Schichten 1b und 2 (mindestens steife Konsistenz) mit einem Böschungswinkel von 60° angelegt werden. Bei Vorliegen einer nur weichen Konsistenz ist der Böschungswinkel auf 45° zu beschränken. Innerhalb der nicht bindigen Böden (Schichten 1a und 3) sind Böschungen unter 45° anzulegen.

Bei Auftreten von Schichtwasserhorizonten wird empfohlen, die Gräben zu verbauen. Gräben für Hausanschlussleitungen sowie für den Kanalbau sind unter Berücksichtigung der Vorgaben der DIN EN 1610 und nach DIN 4124 zu bemessen. Der Verbau kann als senkrechter Grabenverbau (z. B. Tafelverbau, Kanaldielen oder Dielen-Kammer-Verbau) ausgeführt werden. Empfohlen wird ein Tafelverbau, der in den als vorübergehend standfest zu beurteilenden Böden der Schicht 1b und 2 (nur bei Vorliegen einer mindestens steifen Konsistenz) im Einstellverfahren ausgeführt werden kann. Um Ausbrüche aus den Kanalgrabenwänden zu vermeiden, ist zwischen Verbau und den Grabenwänden unmittelbar nach Einstellen des Verbaus ein Kraftschluss herzustellen.

Im Bereich gering standfester Böden (Schichten 1b und 2 bei weicher- steifer Konsistenz sowie Schichten 1a und 3) sollte ein Tafelverbau im Absenkverfahren erstellt werden, wobei das höchstzulässige Maß des vorauseilenden Bodenaushubs 0,5 m beträgt.

Beim Einsatz der Verbaugeräte sind die Vorschriften der Tiefbauberufsgenossenschaften zu beachten. Alle Grabenwände müssen vollständig verbaut werden. Ggf. entstehende Ausbrüche in den Grabenwänden sind kraftschlüssig zu hinterfüllen. Für die Berechnung und Bemessung des Verbaus sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben "EAB" maßgebend. Der statische Nachweis sollte vom Auftragnehmer vor Beginn der Baumaßnahme vorgelegt werden. Der Verbau ist für einen aktiven Erddruck zu bemessen.

Im Baustellenbereich im freien Gelände ist darauf zu achten, dass der lastfreie Schutzstreifen an den Grabenrändern bzw. neben dem Verbau eingehalten wird.

Eine Befahrung des Planums im Bereich der Schichten 1b und 2 mit Radfahrzeugen sollte möglichst unterbleiben, um eine Konsistenzverschlechterung infolge einer dynamischen Beanspruchung des Bodens zu vermeiden. Aus dem gleichen Grund sollte auf diesen Böden auch keine Bearbeitung mit vibrierenden Geräten (z. B. Rüttelplatte) erfolgen.

Da der anstehende Boden der Schichten 1b und 2 wasserempfindlich ist, sollten freigelegte Bereiche je nach Jahreszeit und Witterungsbedingungen gegen Wasserzutritt geschützt werden. Grabensohlen sollten unmittelbar nach dem Aushub mindestens durch eine Magerbetonschicht geschützt werden. Das Planum sollte je nach Erfordernis und Dauer der ungeschützten Freilage durch ein ausreichendes Quergefälle (= 6 %) oder durch eine Folienabdeckung geschützt werden. Aufgeweichte Partien müssen entfernt und durch verdichtungsfähiges Material (Kiessand 0/63 mm bzw. bevorzugt Magerbeton) ersetzt werden.

6.2 Herstellung eines Gründungspolsters

Gründungspolster (D = ca. 0,6 m für Einfamilienhäuser; 0,8 - 1,0 m für Mehrfamilienhäuser) sollten in Lagen je 25 - 30 cm hergestellt werden. Der hierzu verwendete mineralische Baustoff (z. B. Kies 0/32, 0/63, 0/100, ggf. RC-Baustoffe) sollte oberhalb bindiger Böden bevorzugt oberhalb eines Geotextils („Vlies", GRK 2) lagenweise eingebaut und verdichtet werden. Die unterste Lage sollte nicht mit vibrierenden Geräten verdichtet werden, um die Konsistenz der Schichten 1b und 2 nicht nachteilig zu beeinflussen. Ab der zweiten Lage dürfen vibrierende Verdichtungsgeräte eingesetzt werden. Für nicht bindige, mineralische Baustoffe sind mit einer Glattmantelwalze ohne Vibration 4 - 8 Übergänge vorzusehen. Bei einem Einsatz einer vibrierenden Walze oder einer schweren Rüttelplatte sind 4 - 6 Übergänge erforderlich.

Anmerkung: Falls das Gründungspolster aus güteüberwachten RC-Baustoffen hergestellt werden soll, ist zu beachten, dass für den Einbau von RCL ein Antrag auf Erteilung einer Wasserrechtlichen Erlaubnis zu stellen ist. Prinzipiell sind die geologischen Standortbedingungen des Projektgeländes infolge des relativ großen Flurabstands als „günstig" zu bezeichnen.

6.3 Wasserhaltung

Im Zuge der Baugrunderkundung wurde in keiner der Bohrungen Grund- oder Schichtwasser angetroffen. Gemäß der Grundwassergleichenkarte [3] ist mit Grundwasser erst ab einer Tiefenlage von 80 mNN zu rechnen. Gemäß einer nahegelegenen Messstelle ist mit einem Flurabstand von mindestens 16 m zu rechnen. Grundwasser ist für die geplanten Bauvorhaben im gesamten Projektgebiet nicht von Bedeutung. Am Top der Schichten 1b und 2 kann jedoch eine episodische Schichtwasserführung oder Staunässe auftreten.

Eventuell auftretendes Schichtwasser bzw. Staunässe im Bereich der bindigen Böden können durch eine offene Wasserhaltung beherrscht werden bzw. in die gut durchlässigen Terrassensedimente abgeleitet werden. Um Schäden durch Erosion vorzubeugen, ist im Zuge der Bauausführung darauf zu achten, dass bei Niederschlagsereignissen kein Oberflächenwasser in die Gruben oder Gräben fließen kann.

Offenliegende Grabenbereiche sollten möglichst werktäglich fertiggestellt und verfüllt werden.

6.4 Abdichtung, Frostsicherheit

Für die Gebäude empfehlen wir nach DIN 18533-1: 2017-07 eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser für die Bodenplatte und die erdberührten Teile nach W 1.2-E mit Dränung, da der Baugrund als wenig wasserdurchlässig (kf-Wert < 10^{-4} m/s) einzustufen ist. Sollte die Arbeitsraumverfüllung mit durchlässigem Baumaterial erfolgen oder liegt das Gebäude in nicht bindigen Böden, kann ggf. auf eine Dränung verzichtet werden (Abdichtung gemäß W 1.1-E). Hierbei muss sichergestellt sein, dass das Wasser in der Schicht 3 versickert.

Für die Wandsockel oberhalb des Erdbodens sollte nach DIN 18533-1 ein Schutz gegen Spritzwasser entsprechend W 4-E vorgesehen werden.

Die Festlegung der tatsächlich zur Ausführung kommenden Abdichtung obliegt dem zuständigen Fachplaner.

Eine kapillarbrechende Schicht unterhalb der Bodenplatten ist im Bereich bindiger Böden in jedem Fall vorzusehen. Diese ist bei einer Ausführung des Gründungspolsters aus frostsicherem Material bereits gegeben.

Der über einem frostempfindlichen Untergrund (Schicht 1b und 2) zur Gewährleistung der Frostsicherheit der Gebäudegründung erforderliche frostsichere Aufbau in einer Mindeststärke von 0,8 m ist im Falle der Herstellung eines 0,6 m mächtigen Kiessand- oder RC-Polsters und einer inkl. Dämmung ca. 0,3 m mächtigen Bodenplatte der Gebäude ebenfalls gegeben. Streifenfundamente sollten - inkl. Bodenplatte - mindestens 0,8 m in den Untergrund einbinden. Die vollständige Andeckung der Bodenplatte mit Boden wird vorausgesetzt.

Für die unterkellerten Gebäude ist die Frostsicherheit aufgrund der Tiefenlage der Gründung gegeben.

6.5 Wiederverwendbarkeit des Aushubbodens

Die erbohrte Schwarzdecke aus der Einmündung des Von-Schöfer-Rings ist gemäß dem laborativ ermittelten PAK - Gehalt als Ausbauasphalt der Widerverwertung zuzuführen oder unter der Abfallschlüsselnummer 17 03 02 zu entsorgen. Eine technische Wiederverwertung ist ohne Einschränkungen zulässig. Im Falle der Entsorgung des Schwarzdeckenmaterials ist eine Einstufung in die LAGA-Einbauklasse ≤ Z 1.2 möglich.

Der humose Oberboden ist gemäß § 202 BauGB bei der Errichtung baulicher Anlagen in nutzbarem Zustand zu erhalten und vor Vernichtung und Vergeudung zu schützen. Demzufolge und da der humose Oberboden nicht für die Abtragung von Bauwerkslasten geeignet ist, muss der Oberboden im Bereich der Baumaßnahme abgetragen und einer dem Sinn des § 202 BauGB entsprechenden Wiederverwertung zugeführt werden.

Mit Ausnahme der Böden in Bohrung 13 zeigten die erbohrten Auffüllungen, die anstehenden Lehme und die Terrassensedimente keine Auffälligkeiten. Der Anfallende Bodenaushub kann aufgrund der durchgeführten Analysen im Sinne der LAGA und des Kreislaufwirtschaftsgesetzes als Material der Einbauklasse Z 1 wiederverwertet werden.

Im Bereich der Bohrung 13 wurden erhöhte Anteile an Fremdbeimengungen erkundet. Die schwarze bindige Auffüllung bis in eine Tiefe von 1,5 m (13-02: 0,6 - 1,5 m) weist Anteile an Ziegelbruch auf. Sie ist gemäß der durchgeführten Analyse nach LAGA Bauschutt Material der LAGA-Einbauklasse Z 2 einzuordnen. Für den tieferen Bereich in der Bohrung 13, die innerhalb einer ehemaligen Gewerbefläche angesetzt wurde, ist anzunehmen, dass eine Bodenverunreinigung durch einen Öltank vorliegt. In diesem Bereich sollte der Bodenaushub gutachterlich begleitet werden. Ein Bodenaustausch ist voraussichtlich bis in eine Tiefe von 5,1 m u. GOK erforderlich. Das mit Kohlenwasserstoffen verunreinigte Aushubmaterial überschreitet die Grenzwerte der LAGA-Einbauklasse Z 2. Für eine Entsorgung ist somit eine Analyse auf die zusätzlich nach DepV geforderten Parameter erforderlich. Es wird empfohlen, die Analyse erst am tatsächlichen anfallenden Bodenaushub durchzuführen. Das verunreinigte Aushubmaterial sollte separat gelagert und abgedeckt werden.

Die anfallenden Aushubkubaturen aus den Schichten 1b und 2 sind prinzipiell nicht für eine setzungs- und sackungsfreie Rückverfüllung in Arbeitsräume oder Gräben geeignet. Dieser bindige Boden kann ggf. als geringdurchlässiges Verfüllmaterial für die Verfüllung der Arbeitsräume bzw. der Kanalgräben unterhalb des frostgefährdeten Bereichs bis max. 30 cm unter Planum verwendet werden, sofern eine mindestens steife Konsistenz vorliegt. Der anfallende Aushubboden aus dem Bereich der Schichten 1b und 2 kann zudem zur Profilierung des Geländes verwendet werden, anderenfalls ist er abzufahren.

Der Bodenaushub aus der Schicht 1a und 3 ist prinzipiell für eine setzungs- und sackungsfreie Rückverfüllung in Arbeitsräume oder Gräben geeignet und muss abgefahren werden.

Die unterhalb der Oberflächenbefestigungen (Schwarzdecke und Betonfläche) vorliegenden Auffüllungen sind nach augenscheinlicher Begutachtung als nicht ausreichend frostsicher (Frostschutzschicht) zu beurteilen. Die Auffüllungen sind somit aus bautechnischer Sicht nicht für den Wiedereinbau als Frostschutzschicht geeignet. Diese Auffüllungen mit erhöhten bindigen Anteilen können innerhalb des Kanalgrabens (auch als Straßenunterbau unterhalb des Planums) wiederverfüllt werden.

Gemäß den durchgeführten Analysen sind die aufgefüllten oder anstehenden Böden der Schichten 1 bis 3, die durch die Mischproben erfasst sind, als Boden der LAGA-Einbauklasse Z 1 möglich.

7 Kanalbau

7.1 Empfehlungen für die Bauausführung

7.1.1 Herstellung des Kanalgrabens, Verbau

Im Folgenden wird von einer Tiefenlage des Regenwasserkanals von 2,0 m u, GOK und des Schmutzwasserkanals von 3,0 m u. GOK ausgegangen.

Das Erdplanum für die Kanalsohle bilden sowohl die bindigen Böden (Schichten 1b und 2) als auch die nicht bindigen Böden (Schicht 1a und 3). Es ist zu berücksichtigen, dass das Erdplanum innerhalb der Schichten 1b und 2 wasser- und frostempfindlich ist.

Die im Bereich des bindigen Bodens (Schicht 1b und 2) liegenden Grabensohlen sollten nicht längerfristig offen liegen. Freigelegte Bereiche sind werktäglich fertigzustellen bzw. gegen Witterungseinflüsse zu schützen. Ferner sind bindige Böden empfindlich gegenüber einer Bearbeitung mit vibrierenden Geräten sowie einer Befahrung mit Radfahrzeugen, wodurch eine erhebliche Minderung der Konsistenz verursacht werden kann. Eine Bearbeitung mit vibrierenden Geräten sowie eine Befahrung mit Radfahrzeugen müssen unterbleiben. Um Radfahrzeuge einsetzen zu können, sollte im Bereich bindiger Böden neben dem Kanalgraben eine Baustraße aus mindestens 30 cm RCL-Material oder vergleichbarem mineralischen Material oberhalb eines Geotextils (GRK 2) angelegt werden.

Die Kanalgräben können bei der Verlegung des Schmutz- und Regenwasserkanals mittels nach DIN 4124 verbauter Gräben ausgeführt werden. Bei der Planung und Ausschreibung sind die Mindestgrabenbreiten gemäß DIN EN 1610 zu beachten.

Die Platzverhältnisse auf dem Gelände lassen alternativ im Bereich der Planstraßen auch eine geböschte Bauweise der Gräben zu. Hierfür können die bindigen Böden bei Vorliegen einer mindestens steifen Konsistenz mit 60° geböscht werden. Im Bereich aufgeweichter Böden ist der Böschungswinkel auf 45° abzumindern oder der Graben zu verbauen. Bei Auftreten von Schichtwasserhorizonten sind unter 30° abgeflachte Filterkeile vorzuschütten. Innerhalb der nicht bindigen Böden (Schichten 1a und 3) sind Böschungen unter 45° anzulegen. Anfallendes Schicht- oder Tagwasser sollte über Drainagegräben oder Wasserhaltungsmaßnahmen (offene Wasserhaltung) abgeführt werden. Bis zu einer Tiefe von 1,25 m dürfen Gräben senkrecht ausgeschachtet werden

Ein Verbau kann als senkrechter Grabenverbau (z. B. Tafelverbau, Kanaldielen oder Dielen-Kammer-Verbau) ausgeführt werden. Die Böden im Bereich des Grabens können als vorübergehend standfest eingestuft

werden. D.h. es kann in den Schichten 1b und 2 bei Vorliegen einer mindestens steifen Konsistenz mit dem Einstellverfahren gearbeitet werden. Dabei ist eine zügige Arbeitsweise Voraussetzung. Das Einstellen des Verbaus in den Kanalgraben muss unmittelbar nach Abschluss der Aushubarbeiten erfolgen. Um Ausbrüche aus den Kanalgrabenwänden zu vermeiden, ist zwischen Verbau und den Grabenwänden unmittelbar nach Einstellen des Verbaus ein Kraftschluss herzustellen.

Beim Einsatz der Verbaugeräte sind die Vorschriften der Tiefbauberufsgenossenschaften zu beachten. Alle Grabenwände müssen vollständig verbaut oder abgeböscht werden. Gegebenenfalls entstehende Ausbrüche in den Grabenwänden sind kraftschlüssig zu hinterfüllen. Für die Berechnung und Bemessung des Verbaus sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben "EAB" maßgebend. Der statische Nachweis sollte vom Auftragnehmer vor Beginn der Baumaßnahme vorgelegt werden. Der Verbau ist für einen aktiven Erddruck zu bemessen. Es ist ferner zu prüfen, ob ggf. die Lastabtragung von Verkehrslasten auf den Verbau einwirkt. Für die Bemessung können die in Kap. 4.4 angegebenen Bodenkennwerte zugrunde gelegt werden.
Die Baugruben für die Bauwerke (Schächte) können ebenfalls durch eine Baugrubensicherung mittels Verbau und nach Erfordernis mit einem zusätzlichen Verbau der Stirnseiten hergestellt werden.

Prinzipiell sind auch die Stirnseiten des Kanalgrabens zu verbauen, wenn durch die eingesetzten Geräte Lasten in den vor Kopf des Kanalgrabens anstehenden Boden eingetragen werden. Hierbei ist die Reichweite der eingesetzten Geräte - hier insbesondere beim Einheben der Kanalrohre - zu berücksichtigen.

Im Falle des Einrammens von Spunddielen sind die zu durchörternden bindigen, steifen Böden als leicht rammbar einzustufen. Die erkundeten Sande und Kiese sind bei einer mitteldichten Lagerung als mittelschwer und bei Vorliegen einer mitteldichten - dichten Lagerung als schwer rammbar zu beurteilen.

Auf Grund des empfindlichen bindigen Bodens (Schicht 1b und 2) im Bereich der Kanal- und Straßentrasse sollten sämtliche Aushubarbeiten mittels Tieflöffelbaggern mit glatter Schneide und mit Raupenfahrwerk erfolgen. Außerdem sollten die Aushubarbeiten rückschreitend ausgeführt werden.

7.1.2 Rohrverlegung: Grabensohle, Rohrbettung und Verfüllung des Grabens

Die Grabensohlen der geplanten Kanäle besteht gemäß den durchgeführten Erkundungen sowohl aus den nicht bindigen Böden (Schicht 1a und Schicht 3) als auch aus bindigen Böden (Schicht 1b und 2).

Auf der Grabensohle und der Sauberkeitsschicht können die Rohrauflager gemäß DIN EN 1610 hergestellt werden, nachdem die Grabensohle dementsprechend vorbereitet wurde (Glätten, Verdichten). Über das Erfordernis einer Sauberkeitsschicht sollte im Zuge der Baumaßnahme entschieden werden. Nach der Vorbereitung der Kanalgrabensohle in geeigneter Konsistenz bzw. Lagerungsdichte kann eine „normale Rohrbettung" (Typ 1 gemäß DIN EN 1610) ausgeführt werden. Für die Rohrbettungsschicht ist die gemäß DIN EN 1610 geforderte Mindeststärke vorzusehen.

Bei der Herstellung der Grabensohle, der Herstellung des Rohrauflagers, dem Einbau der Rohrleitungen sowie bei der Verfüllung der Gräben sind neben den Vorschriften der Rohrhersteller die DIN EN 1610, die ZTVE-StB 17 sowie das Merkblatt für das Verfüllen von Leitungsgräben zu beachten.

Der im Bereich der gesamten Grabensohlen anstehende Boden ist ferner hinsichtlich seiner tatsächlichen Beschaffenheit zu prüfen. Aufgeweichte oder nur locker gelagerte Partien müssen gegen verdichtungsfähiges Material (Kiessand 0/63 mm oder bevorzugt Magerbeton) ersetzt und nachverdichtet werden. Um Auflockerungen infolge der Ausschachtung des Grabens zu vermeiden, sollten die Arbeiten bevorzugt mit einem Tieflöffelbagger mit glatter Schneide ausgeführt werden.

Die Grabensohlen im Bereich der teilweise bindigen Böden sollten nicht längerfristig offen liegen. Freigelegte Bereiche sind werktäglich fertigzustellen bzw. gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

Für die Schachtbauwerke innerhalb bindiger Böden können die zulässigen Sohlspannungen gemäß DIN 1054 Tab. A.3 (A.5) sowie die Sohlwiderstände gemäß Eurocode 7, Band 1 veranschlagt werden (Tabellen 19 und 20). Für Schachtbauwerke innerhalb nicht bindiger Böden können die angegebenen Bodenpressungen gemäß DIN 1054:2003-01 bzw. gemäß Tab. A 6.2 des Handbuchs Eurocode 7, Band 1 (Bemessungswerte des Sohlwiderstands, *keine aufnehmbaren Sohldrücke und keine zulässigen Bodenpressungen*) (Tabellen 17 und 18) angenommen werden.

7.2 Anforderungen an die Auffüllungen im Bereich der Verkehrswege

Durch die Richtlinien der ZTVE[5] wird innerhalb der Leitungszone eine Proctordichte von $D_{Pr} \geq 97\%$ gefordert. Die ZTV SoB-StB 2004/2007[6] fordert einen Verdichtungsgrad der Tragschicht von $D_{Pr} \geq 103\%$. Bei Verkehrsflächen in geschlossener Ortslage, bei denen der Einbau durch Schächte o. ä. behindert ist, kann in der Leistungsbeschreibung ein Verdichtungsgrad von mindestens $D_{Pr} = 100\%$ vorgesehen werden. Bei den o. g. Anforderungen sollte der Verhältniswert der Verformungsmoduln E_{V2} / E_{V1} nicht größer als 2,2 (bei $D_{Pr} = 103\ \%$) bis 2,5 ($D_{Pr} = 98\%$) sein. Außerhalb der Leitungszone werden gemäß ZTVE in Abhängigkeit von der Tiefenlage und der Bodenart Proctordichten von $D_{Pr} \geq 95$ - 100 % gefordert. Üblicherweise wird für die Prüfung der erreichten Verdichtung anstelle der materialspezifischen Proctordichte der Verformungsmodul (Tragfähigkeitsbeiwert) im Bereich des Planums mit $E_{V2} \geq 45$ MPa verwendet.

In der Leitungszone sollten die verwendeten Baustoffe keine Bestandteile enthalten, die größer sind als:

- 22 mm bei DN ≤ 200 mm,
- 40 mm bei DN > 200 mm bis DN ≤ 600 mm

Während der Bauausführung ist auf die strikte Einhaltung des Einbaus der Auffüllung in geringmächtigen Lagen (max. 0,25 m je Lage) zu achten, um im Bereich des Planums die bestmögliche Verdichtung zu erzielen. Für bindige Böden wird der Einsatz einer Schaffußwalze empfohlen. Für eine ausreichende Verdichtung sind 4 - 8 Übergänge erforderlich. Es wird empfohlen, eine Probeverdichtung durchzuführen.

Die Kontrolle der erreichten Verdichtung des Verfüllmaterials sollte mittels Künzelungen (Rammsondierungen mit der Leichten Rammsonde DPL nach DIN EN ISO 22476-2) geprüft werden. Zur Prüfung der Tragfähigkeit des Planums wird die Durchführung von Plattendruckversuchen nach DIN 18134 empfohlen.

7.3 Wasserhaltung

Aufgrund der Ergebnisse der Erkundungen und der geplanten Tiefenlage der Entwässerungsleitungen sind für die Errichtung keine besonderen, vorauseilenden Entwässerungsmaßnahmen erforderlich.

Eventuell auftretendes Schichtwasser, Tagwasser bzw. Staunässe im Bereich des Lehms kann durch eine offene Wasserhaltung beherrscht werden bzw. in Terrassensedimenten versickern. Um Schäden durch Erosion vorzubeugen, ist im Zuge der Bauausführung darauf zu achten, dass bei Niederschlagsereignissen kein Oberflächenwasser in die Gräben fließen kann.

Im Bereich rund um das Löschwasserbecken ist vermehrt mit Schichtwasser zu rechnen.

---

[5] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdbauarbeiten
[6] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2007

8. Verkehrsflächen

Der Deckenaufbau der Fahrflächen der Planstraßen und der Schneidersstraße wird mit einer Belastungsklasse von Bk1,0 im Bereich der Wohnstraßen und mit Bk1,8 im Bereich der Gewerbeflächen gemäß RStO 12 angenommen. Der Gesamtaufbau oberhalb des Planums wird mit einer Gesamtmächtigkeit von 0,55 m veranschlagt. Hierbei wird auf der ungebundenen Tragschicht ein Verformungsmodul von E_{V2} = 120 MPa gefordert. Die nicht bindigen Auffüllungen sind überwiegend als frostsicher zu beurteilen. Auffüllungen mit höheren bindigen Anteilen müssen ausgetauscht werden.

Gemäß den Vorgaben der RStO 12 ist unabhängig von der Belastungsklasse der Verkehrsfläche in Höhe des Planums ein Tragwert $E_{V2} \geq 45$ MPa erforderlich. Im Planum vorliegende nicht bindige Böden sind nachzuverdichten. Die Tragfähigkeit ist mittels Plattendruckversuche zu prüfen. Sollte in Höhe des Planums bindiger Boden (Schichten 1b und 2) angetroffen werden, erfüllt dieser erfahrungsgemäß nicht die Anforderung, sodass ein zusätzlicher Straßenunterbau von ca. 30 cm notwendig wird. Die dabei herzustellende Auffüllung durch mineralischen Baustoff hat unter Einhaltung der Anforderungen der RStO 12[7] zu erfolgen, sodass der o. g. Tragwert erzielt wird.

Der für den Straßenunterbau verwendete mineralische Baustoff (z. B. Kiessand 0/32, 0/63, 0/100, ggf. RC-Baustoffe) sollte eine Mächtigkeit von 30 cm nicht unterschreiten. Bei einer möglichen Geländeprofilierung ist die Auffüllung lagenweise (je 30 cm) bis zum Erreichen des erforderlichen Niveaus herzustellen. Der Einbau sollte bevorzugt oberhalb eines Geotextils/Vlies (GRK 2) erfolgen. Dabei sollte die unterste Lage nicht mit vibrierenden Geräten verdichtet werden, um die Konsistenz der Schichten 1b und 2 nicht nachteilig zu beeinflussen. In der zweiten Lage dürfen vibrierende Verdichtungsgeräte eingesetzt werden. Für nicht bindige, mineralische Baustoffe sind mit einer Glattmantelwalze ohne Vibration 4 - 8 Übergänge vorzusehen. Bei einem Einsatz einer vibrierenden Walze oder einer schweren Rüttelplatte sind 4 - 6 Übergänge erforderlich. Der auf dem Planum geforderte Tragwert sollte mit Plattendruckversuchen nach DIN 18134 nachgewiesen werden.

Die ungebundene Frostschutz- und Tragschicht ist ebenfalls lagenweise aus frostfreiem, mineralischem Baustoff (z. B. Kies 0/32, 0/63, 0/100, ggf. RC-Baustoffe) in Mächtigkeiten von jeweils ca. 25 cm bis 30 cm einzubauen und zu verdichten. Hinsichtlich des Verdichtungsgrades wird auf die Vorgaben der ZTVE-StB 17 verwiesen.

Für die Prüfung der Verformungsmoduln auf der ungebundenen Frostschutz- und Tragschicht wird ebenfalls die Durchführung von Plattendruckversuchen nach DIN 18134 empfohlen.

Oberhalb des Planums bzw. zusätzlichen Straßenunterbaus (Tragwert $E_{V2} \geq 45$ MPa) sind unabhängig von der Frostsicherheit mindestens folgende Einbaustärken (Material der Bodengruppen GW/GI nach DIN 18196) zu kalkulieren, um die geforderten Tragwerte der Tragschicht zu erzielen:

Stärke der Kiestragschicht [cm]	Verformungsmodul E_{V2} auf der Tragschicht [MPa]
30	80
40	100
50	120

Tab. 21: Verformungsmodul EV2 in Abhängigkeit von der Stärke der Tragschicht nach Tab. 8 der RStO 12.

[7] RStO 12: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., Köln

Im Falle von Rückfragen und eine weitergehende Beratung stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

IQ Ingenieurgesellschaft Quadriga mbH

Holger Seeberger
Dipl.-Geol. BDG
Durchwahl: -25
H.Seeberger@IQ-mbH.de

Melanie Haupts
B. Sc.
Durchwahl: -214
M.Haupts@IQ-mbH.de

Anlagen:

	Lageplan der Ansatzstellen der Bohrungen
1 - 19	Bohrprofile der Bohrungen 1 - 19
20 - 21	Bohrprofile der Bohrungen KB 1 und KB 2
22 - 23	Bohrprofile der Bohrungen V 1 und V 2
1.1 - 23.1	Schichtenverzeichnisse der Bohrungen
24 - 30	Rammdiagramme
31 - 32	schematische Profilschnitte für die möglichen Gründungsvarianten
33 - 36	schematische Profilschnitte für den Kanal- und Straßenbau
37	Legende
A 1	Ergebnisse der Analyse auf PAK
A 2 - A 5	Ergebnisse der Analyse nach LAGA Boden
A 6	Ergebnisse der Analyse nach LAGA Bauschutt
A 7 - A 8	Kornverteilungsanalysen
V 1	Auswertung des Versickerungsversuchs V 1