
Projekt-Nr.	Ausfertigungs-Nr.	Datum
2202049	-	14.09.2020

**Erschließung Baugebiet „Dätzweg II“
in 72108 Rottenburg am Neckar**

– Geotechnischer Bericht –

Auftraggeber **Stadt Rottenburg am Neckar, Stadtplanungsamt**

Anzahl der Seiten: 20
Anlagen: 4

INHALT:	Seite
1 Zusammenfassung.....	4
2 Veranlassung und Unterlagen.....	5
3 Angaben zum Bauvorhaben und Baufeld	6
3.1 Allgemeine Standortangaben	6
3.2 Anmerkung zu den geodätischen Höhen.....	6
3.3 Geplante Baumaßnahme.....	6
3.4 Geologische und hydrologische Übersicht	7
3.5 Altlasten, Kampfmittel, Leitungen	7
4 Untersuchungsumfang	7
4.1 Untersuchungskonzept	7
4.2 Geländearbeiten	8
4.3 Bodenmechanische und -physikalische Laboruntersuchungen.....	8
4.4 Chemische Laboruntersuchungen	8
5 Baugrund – Schichtenaufbau des Untergrunds	8
6 Grundwasser.....	9
6.1 Bemessungswasserstand, Versickerung	9
6.2 Expositionsklasse (Betonaggressivität)	10
7 Bautechnische Klassifizierung (Boden/Fels) und Erdbeben	11
7.1 Homogenbereiche	11
7.2 Bodenmechanische Kennwerte	11
7.3 Erdbeben	12
8 Kanalgräben.....	12
8.1 Grabenherstellung	12
8.2 Rohrbettung	13
8.3 Grabenverfüllung	13
9 Angaben zu Straßenbaumaßnahmen	13
10 Hinweise zur Gründung von Bauwerken.....	14
10.1 Allgemeine Angaben.....	14
10.2 Gründung mit Einzel- und Streifenfundamenten.....	15
10.3 Elastisch gebettete Bodenplatte	15
10.4 Tragschichtaufbau unter der Bodenplatte.....	16
10.5 Gründungsempfehlung	16
11 Ergänzende Angaben zu den Bauvorhaben	17
11.1 Abdichtung/Schutz der Gebäude vor Durchfeuchtung	17
11.2 Aushubsohle, Arbeitsplanum	17
11.3 Aushub, Wiederverwendung und Entsorgung	18
11.4 Bodenverbesserungsmaßnahmen.....	19
11.5 Baugrubenböschungen.....	19
11.6 Bauwasserhaltung	20
12 Schlussbemerkungen.....	20

TABELLEN:	Seite
Tabelle 1: Grundlegende Bemessungssituationen nach DIN 1054 bzw. DIN EN 1990....	10
Tabelle 2: Objektbezogene Bemessungswasserstände	10
Tabelle 3: Bodenklassifizierung	11
Tabelle 4: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen	12

ANLAGEN:

1	Planunterlagen
1.1	Übersichtslageplan, Maßstab ca. 1 : 25.000
1.2	Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 750
1.3	Profilschnitt 1-1, Maßstab 1 : 400/1 : 100
2	Baugrundaufschlüsse
2.1	Profile Rammkernsondierungen RKS 4 – RKS 5
2.2	Rammdiagramme Rammsondierung DPH 1 – DPH 2
3	Bodenmechanische und -physikalische Laboruntersuchungen
3.1	Zusammenfassung der Laborergebnisse
3.2	Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17 892-4:2017-04)
3.3	Konsistenzbestimmung (DIN EN ISO 17 892-12:2018-10)
4	Kenndaten für Boden und Fels nach VOB 2019 (ATV)

1 Zusammenfassung

Die Stadt Rottenburg am Neckar plant die Erschließung des Baugebiets „Dätzweg II“. Die HPC AG wurde mit der Erstellung eines Erschließungsgutachtens inkl. orientierender Gründungsangaben für die geplanten Wohngebäude beauftragt. Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden auf der geplanten Fläche zwei Rammkernsondierungen und zwei Rammsondierungen niedergebracht. Im Rahmen des vorliegenden Auftrags wurde zusätzlich eine orientierende Untersuchung der westlich gelegenen Bestandsgärtnerei ausgeführt. Die vorliegenden Aufschlüsse wurden bei der Bewertung berücksichtigt. Zusätzlich wurden vorliegende Altaufschlüsse aus dem östlich angrenzenden Gewerbepark Dätzweg (Gutachten HPC AG, Az.: 2123721) verwendet.

Der Baugrund besteht unterhalb des Oberbodens bzw. der geschotterten Wegbefestigung aus Lehmen (Lösslehm, Verwitterungslehm). Unterlagernd folgen Kiese (Hochterrassenkiese bzw. Neckarkiese) die größtenteils mit verwitterten Lettenkeuperböden (Zersatzzone) vermengt sind. Grund- oder Schichtenwasser wurde in den Aufschlüssen nicht angetroffen.

Der anfallende Aushub ist hinsichtlich seiner Wiedereinbaubarkeit stark von den Wassergehalten abhängig. Sollten die Feinkornanteile aufgrund von Niederschlägen oder Grundwassereinfluss aufweichen, ist eine ausreichende Verdichtung voraussichtlich nur mit Bindemittelzugabe möglich.

Im Erdplanum für den Straßenbau stehen Böden mit Ausgangstragfähigkeit deutlich unter dem geforderten Wert von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ an. Hier sind Bodenaustausch oder Bodenverbesserungsmaßnahmen vorzusehen.

Im Bereich der Rohrbettung sind keine geeigneten bzw. zum Teil stark wechselnden Auflagerbedingungen gegeben, die Grabensohle ist tiefer auszuheben und eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material einzubringen.

Für die Gebäude sind jeweils ergänzende, auf das Bauvorhaben abgestimmte Baugrunduntersuchungen durchzuführen. Orientierend kann davon ausgegangen werden, dass unterkellerte Gebäude sowohl mittels Einzel- und Streifenfundamenten als auch über eine elastisch gebettete Bodenplatte gegründet werden können. Lokal können Zusatzmaßnahmen wie Fundamentvertiefungen erforderlich werden.

2 Veranlassung und Unterlagen

Das Stadtplanungsamt der Stadt Rottenburg am Neckar plant die Erschließung des Baugebiets „Dätzweg II“ in Rottenburg am Neckar.

Die HPC AG, Standort Rottenburg am Neckar, wurde am 29.04.2020 auf Basis des Angebots Nr. 1202049 vom 02.06.2020 mit der Baugrunderkundung und Erstellung eines Geotechnischen Berichts zu diesem Bauvorhaben per E-Mail am 22.06.2020 beauftragt. Im Nachgang wurde für die im Westen angrenzende Gärtnerei zusätzlich eine orientierende chemische Untersuchung angefragt. Dies wurde auf Basis des Angebots Nr. 1203287 ebenfalls beauftragt.

Im vorliegenden Gutachten werden die Baugrundverhältnisse sowie die daraus resultierenden Tragfähigkeiten im Hinblick auf die geplante Baugebietserschließung im Bereich Dätzweg II beschrieben und bewertet. Zudem sind in dem Bericht erste Angaben für eine mögliche Gebäudegründung der späteren Bebauung enthalten. Die orientierenden abfallrechtlichen Untersuchungen für das Baugebiet „Dätzweg II“ sind in einem getrennten Bericht [5] dargestellt.

Die orientierenden Untersuchungen aus dem Bereich der Gärtnerei, Dätzweg 47 sind in einem weiteren Bericht [6] separat dargestellt.

Zur Bearbeitung unseres Gutachtens stehen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

Pläne zum Bauvorhaben, Stadt Rottenburg am Neckar

- [1] Lageplan Dätzweg II, Bauquartiere Stand 6/2019

Unterlagen zu Geologie, Grundwasser, Gelände

- [2] Landesanstalt für Umwelt, Baden-Württemberg (LUBW): Kartendienste (<http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>): Hochwasserrisikomanagement, Schutzgebiete, August 2020
- [3] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB): Kartenviewer zu Geologie, Ingenieurgeologie, Archivdaten (<http://maps.lgrb-bw.de>), August 2020

Vorgutachten

- [4] HPC AG, Erschließung Gewerbepark Dätzweg, 72108 Rottenburg am Neckar, Baugrundgutachten, Bericht Nr. 2123721 vom 26.04.2013
- [5] HPC AG; Erschließung Baugebiet „Dätzweg II“ in 72108 Rottenburg am Neckar, Orientierende abfallrechtliche Untersuchung vom 04.09.2020, Bericht Nr. 2202049(2)
- [6] HPC AG; Gärtnerei „Schiebel“ Dätzweg 47, Rottenburg am Neckar, Orientierende Untergrundsung, Bericht Nr. 2202049(3) vom 09.09.2020

3 Angaben zum Bauvorhaben und Baufeld

3.1 Allgemeine Standortangaben

Name/Bezeichnung:	Erschließung Baugebiet „Dätzweg II“ in Rottenburg am Neckar
Adresse:	Dätzweg, 72108 Rottenburg am Neckar
Lage:	am südlichen Rand von Rottenburg am Neckar. Nördlich des Baufelds verläuft die Bahnlinie. Südlich verläuft der Dätzweg (vgl. Anlagen 1.1 und 1.2).
UTM-Koordinaten:	Zone 32U Ostwert: 49 57 97 Nordwert: 53 68 661
Geländehöhe:	ca. +350 bis +356 m ü. NHN
Morphologie:	nach Norden einfallender Hang
Aktuelle Nutzung:	landwirtschaftliche Flächen
Umfeldnutzung:	Wohnbebauung, Gärtnerei, Neubaugebiet Dätzweg sowie Bahnlinie
Vorfluter:	Neckar, nördlich der Bahnlinie (vgl. Anlage 1.1)
Vorbehaltsgebiete:	außerhalb von festgesetzten Wasserschutzzonen

3.2 Anmerkung zu den geodätischen Höhen

Seit Juli 2017 ist das Deutsche Haupthöhennetz DHHN2016 gültig (m ü. NHN, Meter über Normalhöhennull). Die Abweichungen zwischen DHHN92 und DHHN2016 betragen örtlich bis zu mehreren Zentimetern. Aus den zur Verfügung stehenden Unterlagen kann das zugrunde liegende Bezugssystem nicht immer eindeutig abgeleitet werden. Die neuen Sondierungen wurden alle mittels GPS-Gerät im neuen Höhensystem eingemessen.

Sämtliche Höhen im Gutachten werden mit der Bezeichnung m ü. NHN angegeben.

Eine Überprüfung der Höhenangaben im Zuge der weiteren Planung wird empfohlen.

3.3 Geplante Baumaßnahme

Es sollen ca. elf Grundstücke für eine spätere Bebauung erschlossen werden. Die Nutzung soll voraussichtlich als Mischgebiet mit Wohnflächen und kleineren Gewerbebetrieben erfolgen. Entsprechend dem übergebenen Bauquartierplan wird die Fläche durch eine Querstraße in einen südlichen und einen nördlichen Bereich geteilt. Je Teilfläche ist eine gemeinsame Quartiergarage im Untergeschoss dargestellt. Nähere Angaben zur späteren Bebauung der Bauplätze sowie zur Tiefenlage der geplanten Kanalleitungen liegen noch nicht vor.

Das Bauvorhaben ist in die geotechnische Kategorie 2 nach DIN EN 1997-1 einzuordnen.

3.4 Geologische und hydrologische Übersicht

Der Untergrund besteht aus künstlichen Auffüllungen, Löss-, Aue-, Verwitterungslehm, Fließ-erden, älteren Hochterrassenschottern und Neckartalkiesen. Diese Lockerböden werden von den Schichten des Lettenkeupers und Oberen Muschelkalks unterlagert. Geologisch bedingt können sich Verkarstungserscheinungen im Oberen Muschelkalk durch den Lettenkeuper als Dolinen bis zur Geländeoberkante durchpausen, wobei derartige Erscheinungen bei den bisherigen Untersuchungen nicht direkt festgestellt wurden.

Das Baugebiet liegt außerhalb von Hochwasserüberschwemmungsflächen.

3.5 Altlasten, Kampfmittel, Leitungen

Durch die langjährige gewerbliche Vornutzung der östlich angrenzenden Fläche können auch Verunreinigungen im Untergrund der Erweiterungsfläche bestehen. Die vielfältigen Altlastenuntersuchungen im Gewerbegebiet Dätzweg ergaben keine schädliche Bodenveränderung (SBV)/Altlast im Sinne des Bundesbodenschutzgesetzes. Im Untergrund der Nachbarflächen sind jedoch entsorgungs-/verwertungsrelevante Bodenverunreinigungen bekannt, die bei Erdbaumaßnahmen zu Mehrkosten gegenüber unbelasteten Böden führen können. Darüber hinaus können durch die geologischen Schichten des Gipskeupers geogene Belastungen, insbesondere durch Sulfat bestehen, aus denen sich Einschränkungen bei der Verwertung von Aushubmassen ergeben können.

Vor Beginn von Erd- und Tiefbauarbeiten wird von den ausführenden Firmen in der Regel eine offizielle Bestätigung gefordert, dass keine Maßnahmen zur Kampfmittelerkundung erforderlich sind. Es wird empfohlen, frühzeitig vor Baubeginn eine Luftbildauswertung auf mögliche Kampfmittel durch ein entsprechend qualifiziertes Büro oder den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg zu veranlassen.

Durch das Baufeld verlaufen Bestandsleitungen, welche voraussichtlich teilweise im Zuge der Erschließung umgelegt werden müssen.

4 Untersuchungsumfang

4.1 Untersuchungskonzept

Zur Untersuchung der Fläche wurden zwei Rammkernsondierungen und zwei Rammsondierungen auf der Fläche vorgesehen. Ergänzend werden die vorliegenden Aufschlüsse aus den Untersuchungen der östlich angrenzenden Fläche „Gewerbepark Dätzweg“ [4] sowie der westlich gelegenen Gärtnerei [6] mit berücksichtigt.

Ziel der Untersuchung ist es Aufschluss über die Untergrundsituation bis unter das Niveau geplanter Erschließungsmaßnahmen zu bekommen.

4.2 Geländearbeiten

Am 28.07.2020 wurden folgende Geländearbeiten ausgeführt:

- Abteufen von zwei Rammkernsondierungen (RKS 4 und RKS 5) bis zum Erreichen von Sondierhindernissen (erreichte Tiefe zwischen ca. 4,5 bis 5,0 m u. GOK).
- Abteufen von zwei Rammsondierungen (DPH) bis zum Erreichen des Rammkriteriums von 3 x 50 Schlägen je 10 cm Sondeneindringung (erreichte Tiefe zwischen ca. 6 und 7 m u. GOK).
- Entnahme von Bodenproben (Stichproben aus den einzelnen Bodenschichten)

Die Lage der Baugrundaufschlüsse ist im Lageplan unter Anlage 1.2 dokumentiert. Die Sondierprofile sind in Anlage 2.1, die Rammdiagramme in Anlage 2.2 dargestellt.

4.3 Bodenmechanische und -physikalische Laboruntersuchungen

An ausgesuchten Bodenproben wurden folgende Untersuchungen durchgeführt (s. Anlage 3):

- 6 Stück Wassergehalt (DIN EN ISO 17 892-1:2015-03)
- 2 Stück Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17 892-4:2017-04)
- 1 Stück Konsistenzgrenzen (DIN EN ISO 17 892-12:2018-10)

4.4 Chemische Laboruntersuchungen

Die chemischen Untersuchungen sind in Bericht [5] dokumentiert.

5 Baugrund – Schichtenaufbau des Untergrunds

Nach den Baugrundaufschlüssen stehen folgende Bodenschichten an:

- **Oberboden**
- **Auffüllungen (Tragschichtmaterial/bindiger Erdaushub)**
- **Lehm**
- **Zersatzzone Lettenkeuper mit Hochterrassenschotter bzw. Neckarkies**

Entsprechend der geologischen Profilaufnahme und den Rammdiagrammen (vgl. Anlage 2.2), den Ergebnissen der bodenmechanischen Laborversuche (vgl. Anlage 3) sowie der Kenntnisse der benachbarten Flächen [4], [6] lassen sich die betroffenen Schichten wie folgt beschreiben:

Im Bereich von Grünflächen ist in den obersten ca. 20 bis 40 cm mit **Oberboden** (bindiger Boden, schwach humos, mit Beimengungen vom Ziegelbruch und standortähnlichem Erdaushub) zu rechnen.

In den Sondierungen wurden **Auffüllungen** bis 0,8 und 1,0 m u. GOK angetroffen. In RKS 4 werden diese aus bindigem Erdmaterial mit geringen Ziegelanteilen in steif bis halbfester Konsistenz und brauner Färbung gebildet. Die RKS 5 liegt im Bereich des bestehenden Feldwegs. Entsprechend wurde in den obersten 0,4 m schluffiges Schottermaterial aufgeschlossen. Darunter folgt bis 0,8 m bindiger, umgelagerter Erdaushub in steifer bis halbfester Konsistenz. Die Schichten weisen geringe Fremdbestandteile in Form von Ziegelstücken auf. Die Schlagzahlen liegen bei ca. $N_{10} = 1$ bis 7, was bei bindigen Böden auf weiche bis steife Konsistenz schließen lässt.

Darunter folgt **Lehm**, Schluff, mit variierenden Ton- und Sandgehalten (Lösslehm), teilweise mit Tonstein- und Mergelsteinbröckchen (Verwitterungslehm der anstehenden Gips- und Lettenkeuperschichten). Die Konsistenzen schwanken zwischen steif und halbfest. In der Rammsondierung DPH 2 liegen die Schlagzahlen zwischen 2 und max. 5 Schlägen, was eine weiche – steife Konsistenz widerspiegelt. Zwischengelagert wurden Schichten mit bis zu zehn Schlägen festgestellt, was auf eine halbfeste Konsistenz schließen lässt.

Ab 1,4 m u. GOK (RKS 5), 3,4 m u. GOK (RKS 4) bzw. 4,6 m u. GOK (DPH 2) wurden die **Lettenkeuper-Zersatzzone tlw. vermengt mit Hochterrassenschottern** aufgeschlossen. Entsprechend der Kenntnisse aus [4] können auch Neckarkiese mit auftreten. Die aufgeschlossenen Schichten werden aus Kiesen und Steinen gebildet, die sandige, schluffige und schwach tonige Beimengungen enthalten. Die Kies- und Steinanteile werden hauptsächlich von kantigen Kiesen, Dolomit-/Sand- und Tonsteinen gebildet. Die Schlagzahlen liegen innerhalb dieser Schicht zwischen ca. 10 > 20 Schlägen.

Geologisches Baugrundmodell

Das geologische Baugrundmodell ist unter Anlage 1.3 in einem Schnitt durch das Baufeld grafisch dargestellt.

6 Grundwasser

6.1 Bemessungswasserstand, Versickerung

Bei der aktuellen Erkundung wurde kein Grundwasser angetroffen. Aus [4] lässt sich Grundwasser bei ca. 10 – 12 m u. GOK, innerhalb der Lettenkeuperschichten, entnehmen. Aufgrund der geologischen Verhältnisse besteht am Standort oberflächennah kein flächig zusammenhängender Grundwasserleiter. Nach starken Niederschlägen können Stau- bzw. Sickerwasser jedoch auch in den höheren Schichten auftreten.

Die Durchlässigkeit der oberflächennah anstehenden bindigen Böden ist sehr gering ($k < 10^{-6}$ m/s). In den Hochterrassenschottern bzw. der Lettenkeuper-Zersatzzone können teilweise höhere Durchlässigkeiten bestehen. Hier kann bei sehr feuchter Witterung zumindest zeitweise und lokal begrenzt Schichtwasser auftreten.

Bei Durchlässigkeiten von $k < 10^{-4}$ m/s ist mit aufstauendem Sickerwasser bis zur Geländeoberkante zu rechnen. Durch die Anordnung einer Drainage kann der Bemessungswasserstand technisch reguliert werden. Drainagemaßnahmen sind genehmigungspflichtig und werden häufig nicht mehr zugelassen. Eine frühzeitige Abstimmung und Detailuntersuchung der einzelnen Bauvorhaben wird empfohlen.

Die Festlegung des Bemessungswasserstands für Bauvorhaben erfolgt in Abhängigkeit der Bemessungssituation nach DIN 1054 bzw. DIN EN 1990. Darin werden folgende Bemessungssituationen definiert:

Bemessungssituation	Art der Einwirkung	Lastfall
BS-P	ständige und regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen	Grundwasser, Sicker-/Stauwasser, 50-jährliches Hochwasser ¹
BS-T	vorübergehend, zeitlich begrenzte Situationen	100-jährliches Hochwasser ²
BS-A	außergewöhnliche Situationen	extremes Hochwasser

1 auf geplante Nutzungsdauer des Bauwerks auszulegen, normativer Ansatz 50 Jahre

2 für Bauzustände können abweichende Bemessungswasserstände durch technische Maßnahmen definiert werden

Tabelle 1: Grundlegende Bemessungssituationen nach DIN 1054 bzw. DIN EN 1990

Aus den vorliegenden Informationen lassen sich folgende Einflüsse aus Grundwasser und Sicker-/Stauwasser ableiten:

Bemessungssituation	Lastfall	Bemessungswasserstand	Anmerkungen
BS-P	Grundwasser	< +340 m ü. NHN	geschätzter Wert aus Angaben der Nachbarfläche
	Sicker-/Stauwasser	GOK	ggf. durch genehmigungspflichtige technische Maßnahmen (Dränagen) regulierbar
	50-jährliches Hochwasser	--	außerhalb von ausgewiesenen Überflutungsflächen
BS-T	100-jährliches Hochwasser	--	
BS-A	extremes Hochwasser	--	

Tabelle 2: Objektbezogene Bemessungswasserstände

Bauwerke oder Bauteile, die dauerhaft oder temporär in das Grundwasser oder dessen Schwankungsbereich eingreifen, müssen bei der zuständigen Behörde angezeigt und wasserrechtlich genehmigt werden.

6.2 Expositionsklasse (Betonaggressivität)

Im Gips- und Lettenkeuper können sulfathaltige Böden angetroffen werden, wobei der Gips zumindest oberflächennah größtenteils ausgelaugt wurde (Residualböden). Für erdberührte Bauteile wird als Mindestexpositionsklasse XA1 empfohlen (gegen schwachen Sulfatangriff resistenter Beton).

7 Bautechnische Klassifizierung (Boden/Fels) und Erdbeben

7.1 Homogenbereiche

Der anstehende Baugrund wird auf Basis der Untersuchungsergebnisse nach DIN 4020 und DIN EN 1997-2 in Homogenbereiche eingeteilt. Die nach VOB 2019 erforderlichen Kennwertangaben für Erdarbeiten nach DIN 18 300-2019 und Bohrarbeiten nach DIN 18 301-2019 sind in Anlage 4 aufgelistet.

Für die Ausschreibung von Bauleistungen nach VOB 2019 (ATV) kann diese Einteilung als Grundlage genommen werden. Im Zuge der weiteren Planung ist diese Einteilung durch den Objekt-/Tragwerksplaner in Abstimmung mit dem Baugrundsachverständigen zu überprüfen. In Abhängigkeit der Objektplanung und insbesondere bei Erweiterung auf weitere Gewerke können ergänzende Untersuchungen erforderlich werden.

Orientierend können für den Zustand beim Lösen folgende Boden- und Felsklassen für Erdarbeiten nach DIN 18 300-2012 und Bohrarbeiten nach DIN 18 301-2012 angesetzt werden:

Schichteinheit	Bodengruppe (DIN 18 196)	Bodenklasse (DIN 18 300)	Bodenklasse (DIN 18 301)	Frostempfindlich- keitsklasse
Auffüllungen	[GW, GU, GU*/TL/TM]	3 – 4	BB 2 – BB 3, BN 1 – BN 2	F 3
Lehm	TM/TA	4 – 5	BB 2 – BB 3	F 3
Lettenkeuper-Zer- satzzone inkl. Hoch- terrassenschotter/ Neckarkiese	TM, TA, GU/GU*	3 – 5	BB 2 – BB 3, BS 1, BN 1 – BN 2	F 2/F 3

Tabelle 3: Bodenklassifizierung

7.2 Bodenmechanische Kennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende charakteristische Bodenkennwerte angesetzt werden:

Schichten	Wichte		Reibungs- winkel	Kohäsion	Steifemodul
	über Wasser	unter Wasser			
	(γ_k)	(γ'_k)			
	kN/m ³	kN/m ³			
Auffüllungen, bindig ¹	19	9	25	2	4
Lehm weich steif	19	9	22,5	2 5	4 10
Lettenkeuper-Zersatz- zone inkl. Hochterras- sensschotter/Neckar- kiese, verlehmt	20	10	32	2	20

¹ ohne Tragschichtmaterial

Tabelle 4: Bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

7.3 Erdbeben

Nach DIN 4149:2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“ sind für einen rechnerischen Nachweis der Erdbebensicherheit am Standort folgende Angaben zu berücksichtigen:

Erdbebenzone: 3
Untergrundklasse: R
Baugrundklasse: B

8 Kanalgräben

8.1 Grabenherstellung

Für die Herstellung der Kanalgräben sind die Aushubgrenzen und Mindestbreiten sowie die Vorgaben für Sicherungsmaßnahmen der DIN EN 1610 bei Abwasserleitungen bzw. DIN 4124 bei allen weiteren Leitungen zu beachten.

Angaben zur aktuell geplanten Kanalsohle liegen nicht vor. Bei nachfolgenden Betrachtungen wird von einer Kanalsohle zwischen ca. 2 und 4 m u. GOK ausgegangen. In diesen Tiefen stehen lehmige Kiese und Sande bzw. Verwitterungshorizonte des unterlagernden Lettenkeupers in kiesiger bis stückiger Ausbildung an. Zum Teil können auch zu Lehm verwitterte Schichten noch anstehen.

Die mindestens steifen Böden sind temporär als standfest einzustufen. Im Bereich der sandig bis kiesig ausgebildeten Schichten ist je nach Feinkornanteil bereits eine Einstellung eines temporären Verbaus notwendig. Entsprechende Sicherungsmöglichkeiten sind vorzuhalten.

Die zum Einbau der Rohre sowie zur Herstellung der Bettungsschichten, der Seitenverfüllung und der Abdeckung durch lagenweisen Einbau mit ausreichender Verdichtung erforderlichen Mindestgrabenbreiten sind in DIN EN 1610 in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser und der Grabentiefe festgelegt.

8.2 Rohrbettung

Im Bereich der Rohrbettung sind keine geeigneten bzw. zum Teil stark wechselnden Auflagerbedingungen gegeben, die Grabensohle ist tiefer auszuheben und eine Bettung aus verdichtungsfähigem Material einzubringen.

Es wird empfohlen, eine Bettung vom Typ 1 nach DIN EN 1610 (Regelausführung) herzustellen. Die normativ angegebene Dicke für die untere Bettungsschicht von $a = 100$ mm ist ein Mindestwert. Um die Gefahr von Schäden und Setzungen zu reduzieren sollte die Dicke a in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser erhöht werden auf $a = 150$ mm.

Der Kanalplaner hat die Dicke a der Bettungsschicht vorzugeben. Die Dicke b der oberen Bettungsschicht muss der statischen Berechnung bzw. den Planvorgaben entsprechen.

8.3 Grabenverfüllung

Für die Verfüllung des Kanalgrabens oberhalb der Leitungszone kann der anstehende, mindestens steife Aushub mit Berücksichtigung von Angaben zur Konditionierung (siehe Kapitel 11.4) verwendet werden.

Nach der ZTV E-StB 17 sind die Kanalgräben vom Planum bis zur Leitungszone bei Einbau von bindigen Böden (Wiedereinbau des Aushubmaterials) mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 97$ % zu verfüllen. Der Nachweis sollte anhand direkter Dichtebestimmungen erbracht werden, da ein, auf den optimalen Proctorwassergehalt bezogen, zu trocken eingebauter bindiger Boden eine hohe Tragfähigkeit trotz unzureichender Verdichtung vortäuschen kann.

Näherungsweise und nur mit Einschränkungen kann daher der Verdichtungsnachweis auch mittels statischen Lastplattendruckversuchen über einen Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$ und einem Verformungsmodul aus der Zweitbelastung von $E_{V2} \geq 30$ MN/m² erbracht werden. Es sollte dabei immer der Wassergehalt des Bodens an der Versuchsstelle bestimmt und mit dem optimalen Proctorwassergehalt verglichen werden.

Im Straßenbereich ist auf Oberkante Erdplanum ein E_{V2} -Modul ≥ 45 MN/m² nachzuweisen (siehe Kapitel 9 „Angaben zu Straßenbaumaßnahmen“).

Die Verdichtungsenergie muss auf die statisch zulässigen Werte der Rohrleitung begrenzt werden. Konkrete Angaben sind vom Rohrlieferanten abzufragen.

9 Angaben zu Straßenbaumaßnahmen

Tragfähigkeit Planum: Ausgangstragfähigkeit auf den bestehenden bindigen Auffüllungen, steif bis halbfest, E_{V2} ca. 15 MN/m², im Bereich der Schotterflächen in der Wegbefestigung kann E_{V2} bis zu ca. 45 MN/m² betragen, sofern die Schotterflächen nicht aufgrund der Höhenprofile entfallen.

Anforderung: Mindesttragfähigkeit auf dem Erdplanum: $E_{V2} \geq 45$ MN/m²

Regelbemessung:	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 (RStO 12); Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB 17)
Zusatzmaßnahmen:	Nachverdichten der Oberfläche. Innerhalb der bindigen Schichten sind Zusatzmaßnahmen wie Austausch mit verdichtbarem Material (Mindestdicke: 30 cm, Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100 \%$) oder eine Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe (Tiefe ca. 40 cm) vorzusehen (vgl. Kapitel 11.4)
Frostsicherer Aufbau:	abhängig von der Belastungsklasse, z. B. bei Bk 1,0 bis Bk 3,2 (Pkw- und Schwerverkehr) unter Berücksichtigung von: • Frostempfindlichkeitsklasse F 3 • Frosteinwirkungszone II • Entwässerung der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen bzw. Abläufe und Rohrleitungen ergibt sich eine Mindestdicke des frostsicheren Aufbaus von $d = 65 \text{ cm}$.

Grundsätzlich sollten zur Qualitätssicherung die notwendigen Eignungsprüfungen aller zum Einbau vorgesehenen Materialien und eine sorgfältige Fremd- und Eigenüberwachung aller Erdbaumaßnahmen durchgeführt werden. Die Überwachungsarbeiten sollten analog den Vorgaben der ZTV E-StB 17 erfolgen.

10 Hinweise zur Gründung von Bauwerken

10.1 Allgemeine Angaben

Planungen für die spätere Bebauung liegen noch nicht vor. Es ist jedoch eine Tiefgarage in den Plänen mit eingetragen. Daher wird von einer ca. 1 bis maximal 1,5 geschossigen Gebäudeeinbindung ausgegangen.

Im Baufeld ist mit wechselnden Untergrundverhältnissen zu rechnen. Teilweise wird bei o. g. Einbindetiefe der Gründungshorizont bereits in der Zersatzzone inkl. verlehnten Hochterrassenschottern bzw. Kiesen zu liegen kommen (RKS 5/DPH 1). In weiteren Bereichen stehen jedoch noch Verwitterungslehme an. Zum Erreichen eines einheitlichen Gründungshorizonts sind Zusatzmaßnahmen wie Fundamentvertiefungen vorzusehen.

Im Rahmen dieses Erschließungsgutachtens können nur allgemeine Angaben für eine Vordimensionierung angegeben werden, die jedoch für jedes Bauvorhaben im Rahmen objektbezogener Baugrunduntersuchungen zu überprüfen sind.

10.2 Gründung mit Einzel- und Streifenfundamenten

Nach überschlägigen Grundbruch- und Setzungsberechnungen können folgende maximal zulässigen Sohlspannungen ($\sigma_{zul.}$) angesetzt werden:

Zersatzzone inkl. Hochterrassenschotter, mitteldicht:

Einzelfundamente $\sigma_{zul.} = 250 \text{ kN/m}^2$ (Sohlfläche 1 – 6 m²)

Streifenfundamente $\sigma_{zul.} = 200 \text{ kN/m}^2$ (Fundamentbreite 0,4 – 1,2 m)

Diese Angaben beruhen auf überschlägigen Grundbruch- und Setzungsberechnungen unter Ansatz einer frostsicheren Mindesteinbindetiefe von 1 m (u. GOK bzw. OK Bodenplatte) und maximal zulässigen Setzungen von $s \leq 2 \text{ cm}$. Bei diesen Berechnungen werden keine exzentrischen Lasten und gegenseitigen Lastbeeinflussungen benachbarter Fundamente berücksichtigt. Eine Überprüfung auf Grundlage der konkreten Lasten und Lastverteilung wird empfohlen.

Die angegebenen Werte sind aufnehmbare Sohlspannungen $\sigma_{zul.}$ nach DIN 1054:2005-01. Der Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ nach DIN EN 1997-1 errechnet sich durch Multiplikation mit dem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma = 1,4$. Damit ergibt sich der Sohlwiderstand mit $\sigma_{R,d} = \sigma_{zul.} \times 1,4$.

Zur Erreichung eines einheitlichen Gründungshorizonts sind bereichsweise Fundamentvertiefungen aus unbewehrtem Beton vorzusehen. Entsprechend der vorliegenden Aufschlussdaten (siehe DPH 2) werden zusätzliche Fundamentvertiefungen von bis zu mehreren Metern erforderlich. Hierzu bietet sich der Einsatz eines Rundgreifers an. Die runden Greiferlöcher haben den Vorteil, dass diese gegenüber quadratischen Löchern eine bessere Standfestigkeit aufweisen und voraussichtlich ohne Schutzverrohrung hergestellt werden können. Für eventuelle Sickerwasserzutritte sollte ein Stahlrohr aber auf Abruf vorgehalten werden. Bei einem Aushub ohne Rundgreifer ist mit einem deutlichen Überbeton aufgrund von Ausbrüchen in den Aushubwänden etc. zu rechnen.

Bei höheren Lasten ist eine Gründung in den unterlagernden, felsigen Lettenkeuperschichten zu untersuchen. Nach Vorlage der Gebäudeplanungen ist eine detaillierte Einzeluntersuchung mit ergänzenden Baugrundaufschlüssen zu empfehlen.

10.3 Elastisch gebettete Bodenplatte

Die zu erwartenden geringen bis mittleren Lasten können auch mithilfe einer elastisch gebetteten Bodenplatte in den Untergrund abgetragen werden. Setzungen infolge von Kompression in den geringer tragfähigen Bodenschichten werden dadurch nicht vermieden. Die auftretenden Setzungsdifferenzen müssen durch die Dimensionierung der Bodenplatte auf ein für das Bauwerk unschädliches Maß reduziert werden, sodass die Gebrauchstauglichkeit der Gebäude nicht beeinträchtigt wird.

Die Ausführung der Gründung als elastisch gebettete Bodenplatte kann bei den vorliegenden Randbedingungen als Alternative geprüft werden. Bei der Bemessung sind jedoch die unterschiedlich tragfähigen Schichten im Erdplanum zu berücksichtigen. Zusätzlich muss aufgrund der nur teilweise überbauten Tiefgarage mit stärker wechselnden Lastbereichen in der Bodenplatte gerechnet werden. Die nachfolgenden Angaben können daher nur als erste Näherung gesehen werden. Nach Vorliegen der Sohlspannungsverteilung in der Bodenplatte sind detaillierte Berechnungen auszuführen.

Innerhalb der oberflächennah anstehenden, gering tragfähigen Verwitterungslehme sollte ein mindestens 0,4 m mächtiges Auflager mit Tragschichtmaterial (z. B. Körnung 0/45) ausgeführt werden. Vor dem Einbau dieser Tragschicht ist das anstehende Erdplanum zu verdichten. Auf der Oberkante der Tragschicht sollte ein Verformungsmodul von $E_{V2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ und ein Verhältniswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$ erreicht und durch Lastplattendruckversuche kontrolliert werden.

Die Dimensionierung der Bodenplatte erfolgt mittels Bettungsmodul, welcher mithilfe von Setzungsberechnungen speziell für das geplante Bauwerk berechnet wird. Für einen ersten Ansatz wurde auf der Grundlage einer gleichmäßigen Flächenlast von $q = 60 \text{ kN/m}^2$ eine Setzungsberechnung nach dem Steifemodulverfahren durchgeführt. Darauf basierend wird vorgeschlagen, zur Vordimensionierung der Bodenplatte die Bettungsmoduln von $k_b = 3,5 \text{ MN/m}^3$ im talseitigen Bereich (Bodenplatte über mehrere Meter mächtigen Verwitterungslehmen) und $k_b = 7 \text{ MN/m}^3$ im hangseitigen Bereich (Bodenplatte liegt hier bereits auf der gut tragfähigen Lettenkeuper-Zersatzzone) anzusetzen. An den äußeren Rändern kann der Bettungsmodul um den Faktor 1,5 erhöht verwendet werden.

10.4 Tragschichtaufbau unter der Bodenplatte

Für Bodenplatten wird eine mindestens 20 cm dicke Tragschicht (z. B. Schotter 0/45 mm) empfohlen. Auf der Oberkante der Tragschicht sollte eine Mindesttragfähigkeit mit einem Verformungsmodul von etwa $E_{V2} \geq 60 \text{ MN/m}^2$ erreicht werden. Dieser Wert ist im Detail noch mit dem Tragwerksplaner abzustimmen.

Zur Erreichung der o. g. Mindesttragfähigkeit auf OK Tragschicht ist auf dem Erdplanum eine Ausgangstragfähigkeit von ca. $E_{V2} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ erforderlich. Dies wird bei einer unterkellerten Ausführung voraussichtlich in Teilbereichen erreicht (DPH 1). Im Bereich RKS 4 und DPH 2 werden die Ausgangstragfähigkeiten selbst bei unterkellelter Ausführung voraussichtlich nur in der Größenordnung von ca. $E_{V2} \leq 10 - 25 \text{ MN/m}^2$ liegen werden. Je nach den tatsächlichen Anforderungen werden Zusatzmaßnahmen wie Bodenaustausch oder Bodenverbesserung durch Bindemittelzugabe zur Schaffung eines ausreichend tragfähigen Erdplanums erforderlich (vgl. Kapitel 11.4).

10.5 Gründungsempfehlung

Unter technischen Gesichtspunkten kann sowohl eine aufgelöste Flachgründung mittels Einzel- und Streifenfundamenten als auch eine elastisch gebettete Bodenplatte, ggf. in Kombination mit einer Weißen Wanne für das Untergeschoss ausgeführt werden.

Die endgültige Gründung ist von der Gebäudeausführung, den Lasten und Laststellungen sowie der Höhenlage der Gründungssohle abhängig und muss im Einzelfall auf Basis von objektbezogenen Baugrunduntersuchungen bewertet werden.

11 Ergänzende Angaben zu den Bauvorhaben

11.1 Abdichtung/Schutz der Gebäude vor Durchfeuchtung

Die Unterkellerungen der Gebäude kommen oberhalb des Grundwassers zum Liegen. Aufgrund der geringen Durchlässigkeit der anstehenden Böden ist zumindest zeitweise mit aufstauendem Sickerwasser zu rechnen.

Ohne Sicherungsdränagen sind erdberührende Bauteile gegen aufstauendes Sickerwasser nach DIN 18 533 (W2.1-E bis 3 m Einbindung des Gebäudes in den Untergrund) abzudichten oder mit wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton nach Betonrichtlinien) herzustellen.

Beim Einbau von Sicherungsdränagen mit dauerhaftem Anschluss an eine freie Vorflut ist für erdberührende Bauteile oberhalb der Dränage eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser entsprechend DIN 18 533 (WE1.2-E mit Dränung) ausreichend.

Der Einbau von Dränagen und der Anschluss an eine freie Vorflut sind genehmigungspflichtig. Die Genehmigungsfähigkeit und die damit verbundenen Auflagen sind im Zuge der Planung mit den zuständigen Behörden abzustimmen.

11.2 Aushubsohle, Arbeitsplanum

Die genaue Lage der Aushubsohlen steht noch nicht fest. Niveauabhängig liegt die Aushubsohle entweder in den Lehmen oder den verlehnten Kiesen bzw. der Lettenkeuper-Zersatzzone.

Aufgrund der hohen Schluffanteile sind die angetroffenen Kiese sowie die Zersatzzone als gemischtkörnige Böden anzusprechen. Je nach Witterung bzw. Wasserverhältnissen lassen sich diese noch gut nachverdichten.

Die bindigen Schichten (Lösslehm, Verwitterungslehm) sind stark wechselnd tragfähig und frost- bzw. witterungsempfindlich. Bei feuchter Witterung oder mechanischer Beanspruchung weichen die Böden sehr stark auf und sind dann nur mit großem Aufwand befahr- oder bearbeitbar. Daher sollte möglichst lange eine Schutzschicht auf dem Planum belassen werden. Nach Entfernung der Schutzschicht ist das Erdplanum umgehend durch den Einbau von Tragschichtmaterial, Magerbeton o. Ä. zu schützen.

Niederschlagswasser muss schadlos vom Planum abgeleitet werden. Bei wasserempfindlichen und gering durchlässigen Böden sollte das Planum mit einem Gefälle von mindestens 4 % profiliert und für die Tiefpunkte eine Wasserableitung vorgesehen werden.

11.3 Aushub, Wiederverwendung und Entsorgung

Oberboden ist vor Beginn der Erdarbeiten zu schützen oder abzutragen und entsprechend den bodenschutzrechtlichen Vorgaben zwischenzulagern bzw. zu verwerten.

Eine mögliche Wiederverwendung von Aushubmassen vor Ort ist insbesondere abhängig von deren geotechnischen Eigenschaften (u. a. Kornverteilung, Wassergehalt, Konsistenz u. Ä.) und den Anforderungen an den zu erreichenden Verdichtungsgrad bzw. die erforderliche Mindesttragfähigkeit. Bodenschutzrechtlich ist ein Wiedereinbau am Herkunftsort grundsätzlich möglich, solange sich keine Hinweise auf eine schädliche Bodenveränderung (SBV)/Altlast ergeben.

Die Zersatzzone des Lettenkeupers bzw. die schluffigen Hochterrassenschotter können bei günstigen Wassergehalten ggf. noch ohne Zusatzmaßnahmen für Geländeauffüllungen mit definiertem Verdichtungsgrad verwendet werden. Mit Zunahme der Wassergehalte (z. B. durch Grundwasser) werden die Einbaubedingungen durch die hohen bindigen Anteile negativ beeinflusst. Aufgeweichte Sand-Schluffgemische trocknen erfahrungsgemäß sehr schlecht wieder ab. Für die Erhöhung der Wiedereinbaubarkeit ist hier von einer Bindemittelstabilisierung auszugehen.

Bei bindigen Böden (Lehm) ist die Verdichtbarkeit insbesondere vom Wassergehalt abhängig und kann bei Bedarf durch eine Bindemittelzugabe verbessert werden. Bei Verwendung von Mischbindemitteln aus Kalk mit entsprechendem Zementanteil kann zusätzlich eine höhere Tragfähigkeit erreicht werden.

Vor einem Wiedereinbau sind die Anforderungen an den zu erreichenden Verdichtungsgrad und die erforderliche Tragfähigkeit von Planungsseite, unter Berücksichtigung der zukünftigen Nutzung, festzulegen.

In Bereichen, in denen Setzungen zulässig sind und keine Anforderungen an den Verdichtungsgrad oder eine Mindesttragfähigkeit bestehen, z. B. bei Grünflächen o. Ä., können die bindigen Böden ohne weitere Konditionierung eingebaut werden. Vor allem die tonigen Böden sind für einen definierten, verdichteten Einbau als ungeeignet einzustufen und sollten nur in Bereichen ohne Verdichtungsanforderungen wieder eingebaut werden.

Beim Aushub sollten nicht bindige und bindige Böden, soweit erdbautechnisch möglich, getrennt ausgehoben und behandelt werden.

Bei einer Entsorgung außerhalb der Baustelle ist neben den geotechnischen Eigenschaften auch die chemische Zusammensetzung maßgebend.

Für abzufahrende Aushubmassen wird empfohlen, im Vorfeld der Bauausführung mit der annehmenden Stelle abzuklären, ob die vorliegenden Informationen für eine Anlieferung ausreichen oder zusätzliche Deklarationsanalysen erforderlich werden.

Dabei kann es notwendig werden, die Aushubmassen zur Deklaration auf Haufwerken bereitzustellen. Für die Deklarationsanalytik ist je Analyseschritt ein Zeitbedarf von mindestens fünf Werktagen einzuplanen, in denen das Material auf einem entsprechenden Zwischenlagerplatz bereitzustellen ist. Eine fachgutachterliche Baubegleitung hinsichtlich der Entsorgung von Aushubmassen wird empfohlen.

11.4 Bodenverbesserungsmaßnahmen

Bei kleinen Flächen wird ein Austausch der anstehenden Böden durch verdichtbares und tragfähiges Material (z. B. Tragschichtmaterial oder geeigneter Siebschutt) von mindestens 30 cm empfohlen.

Bei der Verwendung von Recyclingmaterial (RC-Material) im Erdbau sollte im Vorfeld festgelegt werden, welche chemischen, bautechnischen und abfallrechtlichen Mindestanforderungen einzuhalten sind und geprüft werden, ob diese von den dafür vorgesehenen Baustoffen erfüllt werden.

Bei größeren Flächen ist in der Regel eine Bindemittelzugabe wirtschaftlicher als ein Bodenaustausch. Zur Verbesserung der Tragfähigkeit unter dem Erdplanum wird eine Bodenverbesserung mit einem Mischbindemittel (Kalk-Zement-Verhältnis 1 : 1, z. B. Dorosol C50) in einer Mindestdicke von 40 cm empfohlen. Zur Vordimensionierung kann von einer Zugabemenge von ca. 2 – 4 % bezogen auf die Trockenmasse ausgegangen werden. Dies entspricht ca. 32 bis 64 kg/m³ bzw. 13 bis 26 kg/m² bei einer Schichtdicke von 0,4 m.

Die tatsächlich erforderlichen Mengen sind baubegleitend in Abhängigkeit der Witterungsverhältnisse bzw. des Wassergehalts in den Aushubmassen festzulegen. Bei trockener Witterung ist ggf. eine zusätzliche Bewässerung vorzusehen.

Baubegleitend sollten die erforderlichen Maßnahmen den Witterungsbedingungen bei der Bauausführung angepasst werden. Bei Bedarf kann der Einsatz von Bindemittel durch entsprechende bodenmechanische Laborversuche (Ermittlung von Proctordichte und -wassergehalt mit und ohne Bindemittelzugabe, CBR-Versuch zur erreichbaren Tragfähigkeit usw.) optimiert werden.

Eine lagenweise Kontrolle der beim Einbau erreichten Verdichtung und Tragfähigkeit im Zuge einer Eigen- und Fremdüberwachung wird empfohlen.

11.5 Baugrubenböschungen

Bei ausreichenden Platzverhältnissen und ohne Grund- oder Schichtwassereinfluss können Baugrubenböschungen bis zu 5 m Tiefe in mind. steifen, bindigen Böden mit $\beta \leq 60^\circ$ angelegt werden. Bei weichen bindigen und nichtbindigen Böden sowie generell bei Auffüllungen ist die Böschung auf $\beta \leq 45^\circ$ abzuflachen.

Die Böschungen sind durch geeignete Maßnahmen vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Oberhalb der Böschungen ist ein lastfreier Streifen von 2 m Breite einzuhalten.

Bei abweichenden Randbedingungen sind Standsicherheitsnachweise für die Böschungen zu erbringen. Je nach Lage und Tiefe der Baugrube sind bereichsweise die Platzverhältnisse für eine freie Böschung nicht ausreichend. Hier kann dann ein senkrechter Verbau wie z. B. Trägerbohlverbau zum Einsatz kommen. Im Zuge von Einzelgutachten sind auch die notwendigen Baugrubensicherungen zu beurteilen.

Die Hinweise der DIN 4124 Baugruben und Gräben sind dabei zu beachten.

11.6 Bauwasserhaltung

Tiefreichende Baugruben, die bis in das Grundwasser reichen, werden nicht angenommen.

Die Böden sind für eine Versickerung von Niederschlagswasser nicht geeignet, daher sind entsprechende Maßnahmen (Pumpen) für eine Tagwasserhaltung ausreichend vorzuhalten.

12 Schlussbemerkungen

Die im Gutachten enthaltenen Angaben beziehen sich auf die Untersuchungsstellen. Für Schichtverläufe wurde eine lineare Interpolation zwischen den Aufschlusspunkten angesetzt. Abweichungen von den im Gutachten aufgeführten Angaben können aufgrund der natürlichen Heterogenität des Untergrunds sowie der Vornutzung des Geländes nicht ausgeschlossen werden. Es ist eine sorgfältige Überwachung der Erdarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen und Folgerungen im Gutachten erforderlich.

Es wird empfohlen, bei Erdbauarbeiten sowie zur Abnahme des Erdplanums und der Gründungssohlen die HPC AG einzubeziehen.

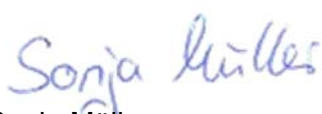
Für ergänzende Leistungen wie

- fachgutachterliche Betreuung von Erdbauarbeiten,
- Aufstellung des Qualitätssicherungsplans für einen qualifizierten Erdbau,
- bodenmechanische Laborversuche zur Festlegung der Bindemittelzugabe bei einer Bodenverbesserung,
- Einbau- und Verdichtungskontrollen,
- Deklarationsanalysen zur Verwertung/Entsorgung von Aushubmassen,
- Erstellung von Einzelgutachten für die spätere Wohnbebauung,
- Abnahme der Gründungssohlen

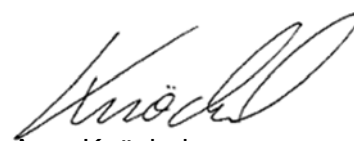
sowie zur Klärung der im Verlauf der weiteren Planung und Ausführung noch offenen Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.

HPC AG

Projektleiterin


Sonja Müller
Dipl.-Ingenieurin (FH)

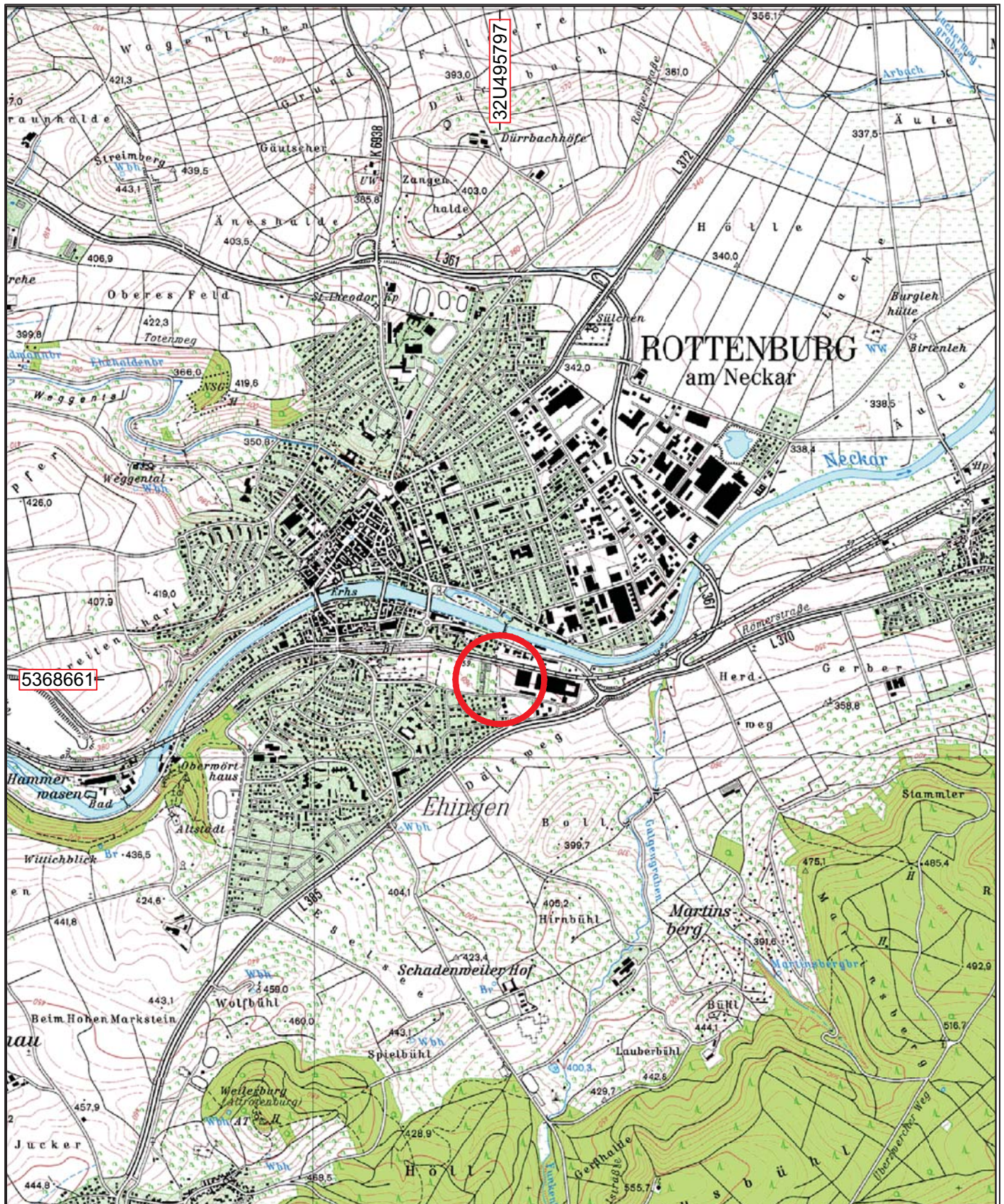
geprüft/Fachbereichsleiter Geotechnik


Arno Knöchel
Dipl.-Ingenieur

ANLAGE 1

Planunterlagen

- 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab ca. 1 : 25.000
- 1.2 Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 750
- 1.3 Profilschnitt 1-1, Maßstab 1 : 400/1 : 100

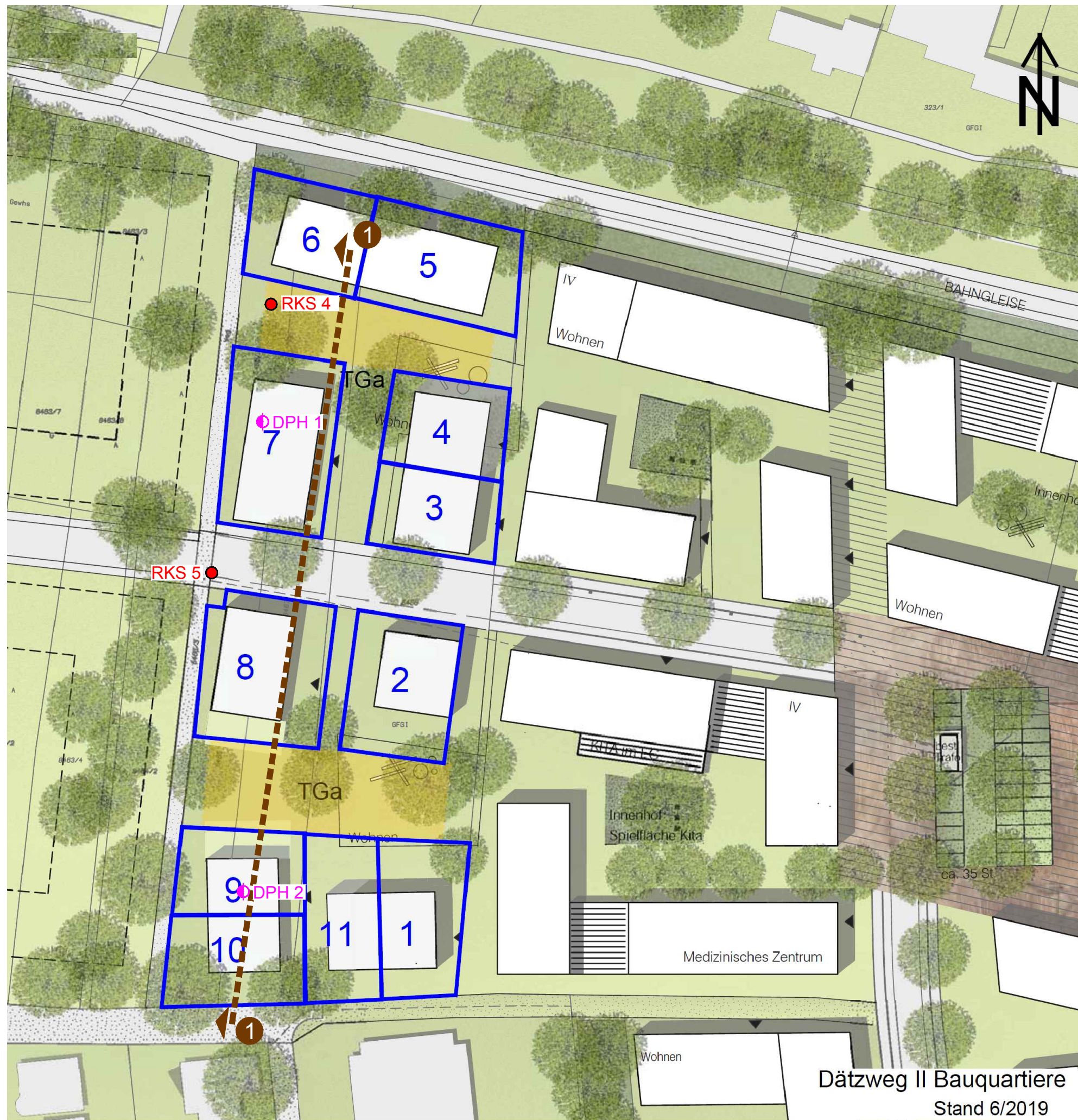


Lage des Standorts

Grundlage Koordinatensystem: UTM(WGS84)

Projekt: Dätzweg II, Rottenburg am Neckar, Erschließung		Anlage:		1.1	
Übersichtslageplan		Maßstab:		1:25000	
		Projekt-Nr.:		2202049	
				Name	Datum
		Bearbeiter:		sm	30.06.20
		gezeichnet:		mz	30.06.20
		geprüft:			
		DIN- / Plan- größe m²:		A4	
Bauherr:/Auftraggeber: Stadt Rottenburg am Neckar Stadtplanungsamt Marktplatz 18 72108 Rottenburg am Neckar			Planverfasser: HPC AG Schütte 12-16, 72108 Rottenburg Tel. 07472/158-0, Fax. 07472/158-111		
 DAS INGENIEURUNTERNEHMEN					
Pfad/Zeichnungsnummer: H:\Projekte\HPC\20\202049\CAD\HPC_2202049_Anl_1-1.dwg					





Dätzweg II Bauquartiere
Stand 6/2019

Zeichenerklärung:

RKS 4 - 5 ● Rammkernsondierung
vom 28.07.2020

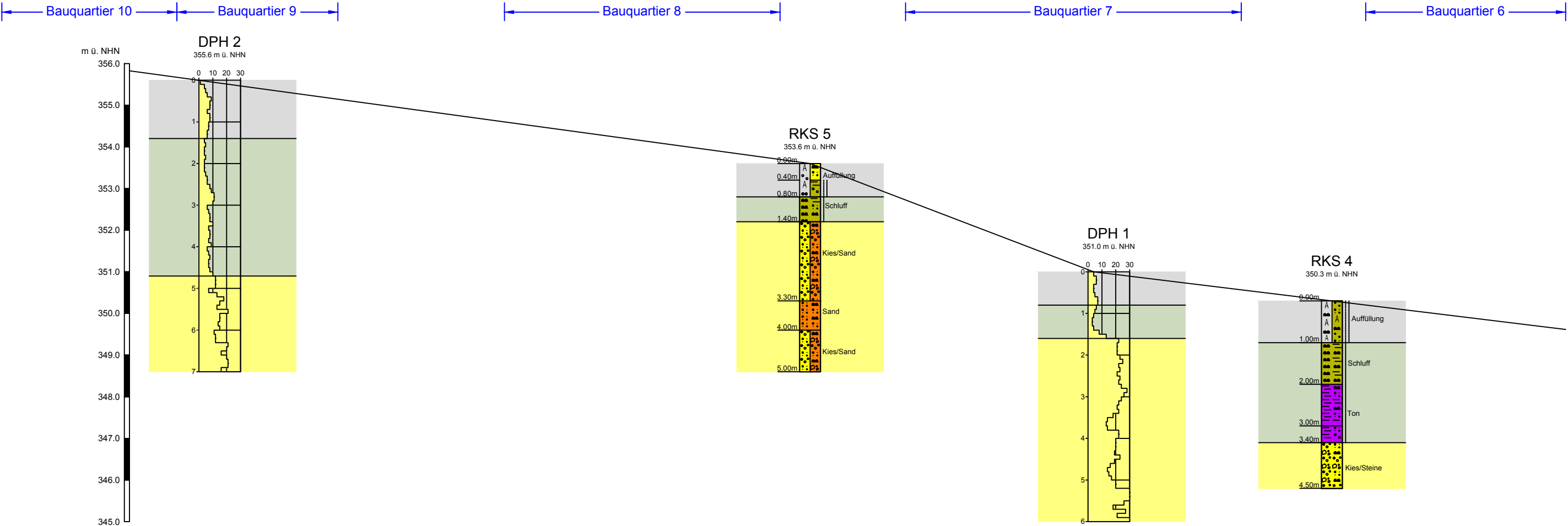
DPH 1 - 2 ● Rammsondierung, Typ DPH
vom 28.07.2020

1 ——— Schnittlinie

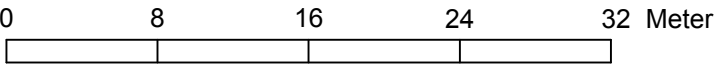
0 15 30 45 60 Meter

Projekt:	Dätzweg II, Rottenburg am Neckar, Erschließung		Anlage:	1.2	
			Maßstab:	1:750	
			Projekt-Nr.:	2202049	
Darstellung:	Lageplan der Baugrundaufschlüsse			Name	Datum
			Bearbeiter:	sm	05.08.20
			gezeichnet:	mz	31.08.20
			geprüft:		
			DIN- / Plan- größe m²:		A3
Bauherr/Auftraggeber:		Planverfasser:			
Stadt Rottenburg am Neckar Stadtplanungsamt Marktplatz 18 72108 Rottenburg am Neckar		 DAS INGENIEURUNTERNEHMEN HPC AG Schütte 12-16, 72108 Rottenburg Tel. 07472/158-0, Fax. 07472/158-111			
Pfad/Zeichnungsnummer: H:\Projekte\HPC\20\202049\CAD\HPC_2202049_Anl_1-2.dwg					

Profilschnitt 1 - 1
4fach überhöht



- Auffüllung
- Lehm
- Zersatzzone Lettenkeuper mit Hochterrassenschotter/Neckarkies



Projekt: Dätzweg II, Rottenburg am Neckar, Erschließung		Anlage:	1.3	
		Maßstab:	1:400/1:100	
		Projekt-Nr.:	2202049	
Darstellung: Profilschnitt 1 - 1			Name	Datum
		Bearbeiter:	sm	31.08.20
		gezeichnet:	mz	31.08.20
		geprüft:		
		DIN- / Plan- größe m²:	A3	
Bauherr:/Auftraggeber: Stadt Rottenburg am Neckar Stadtplanungsamt Marktplatz 18 72108 Rottenburg am Neckar		Planverfasser:  HPC AG Schütte 12-16, 72108 Rottenburg Tel. 07472/158-0, Fax. 07472/158-111		
Pfad/Zeichnungsnummer: H:\Projekte\HPC\20\202049\CAD\HPC_2202049_Anl_1-2.dwg				

ANLAGE 2

Baugrundaufschlüsse

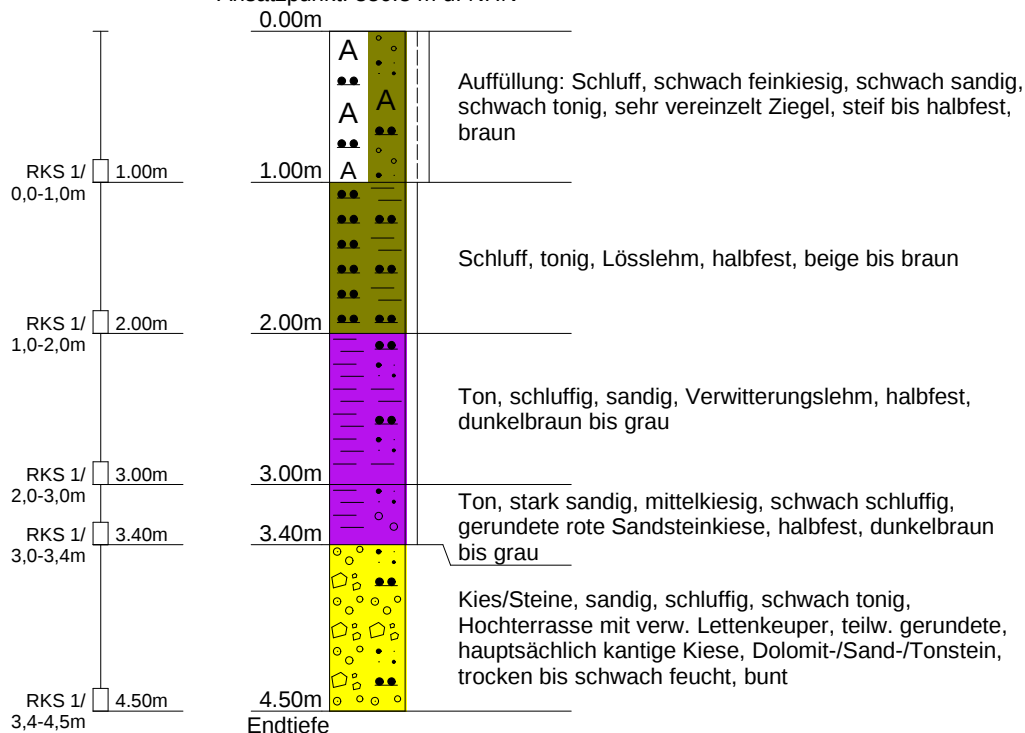
- 2.1 Profile Rammkernsondierungen RKS 4 – RKS 5
- 2.2 Rammdiagramme Rammsondierung DPH 1 – DPH 2

Gutachten-Nr.: 2202049	Anlage: 2.1, Seite 1
Projektname: Dätzweg II, Rottenburg am Neckar, Erschließung	
Rechtswert:	Hochwert:
GOK: 350,3 m ü. NHN	POK:
Maßstab: 1: 50	ausgeführt am: 28.07.2020/lubue
UTM: 32U495783/5368713	Dateiname: HPC_2202049_An1_2-1.dcb
BOHRPROFIL	



RKS 4

Ansatzpunkt: 350.3 m ü. NHN

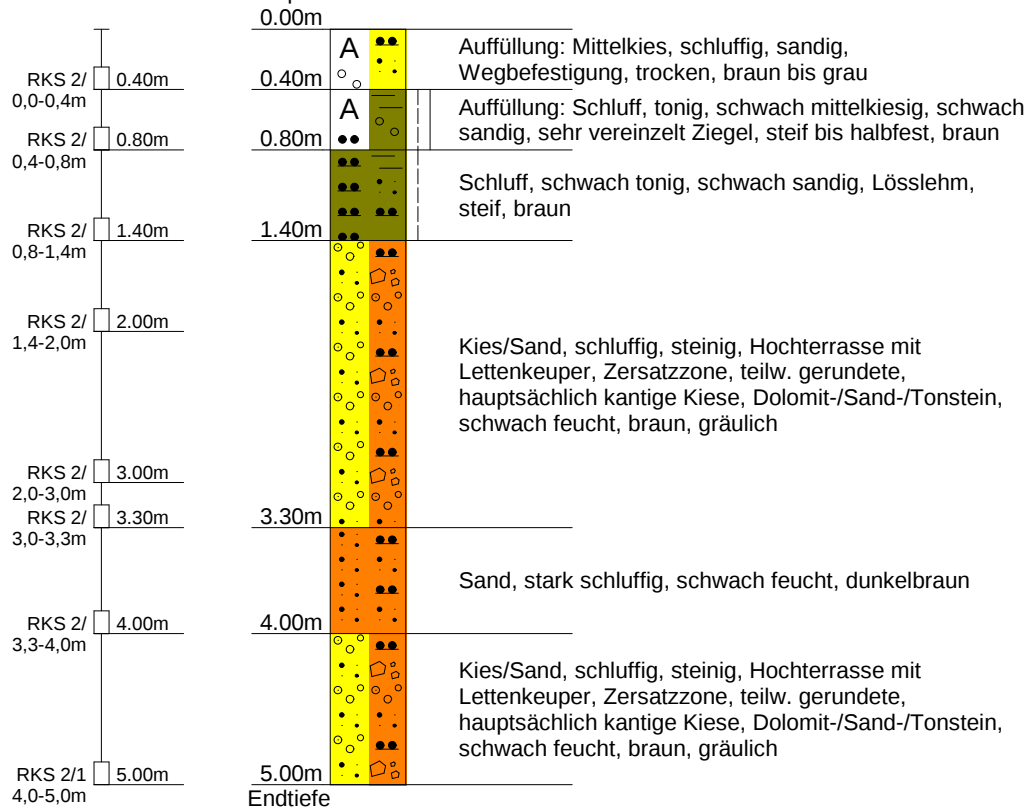


Gutachten-Nr.: 2202049	Anlage: 2.1, Seite 2
Projektname: Dätzweg II, Rottenburg am Neckar, Erschließung	
Rechtswert:	Hochwert:
GOK: 353,6 m ü. NHN	POK:
Maßstab: 1: 50	ausgeführt am: 28.07.2020/lubue
UTM: 32U495772/5368664	Dateiname: HPC_2202049_An1_2-1.dcb
BOHRPROFIL	



RKS 5

Ansatzpunkt: 353.6 m ü. NHN



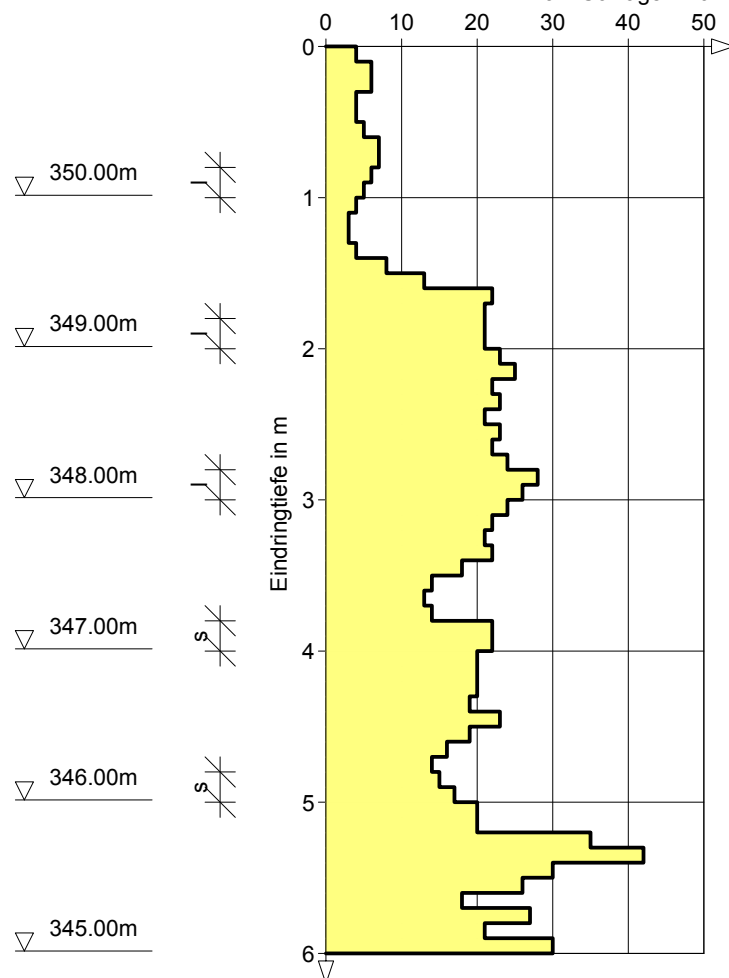
Gutachten-Nr.: 2202049	Anlage: 2.2, Seite 1
Projekt: Dätzweg II, Rottenburg am Neckar, Erschließung	
Rechtswert:	Hochwert:
GOK: 351,0 m ü. NHN	Typ: DPH
Maßstab: 1: 50	ausgeführt am: 28.07.2020/lubue
Dateiname: HPC_2202049_AnI_2-2.dcr	UTM: 32U495782/5368692
Rammsondierung DIN 22476 - DPH	



DPH 1

Ansatzpunkt: 351.0 m ü. NHN

Anzahl Schläge N10



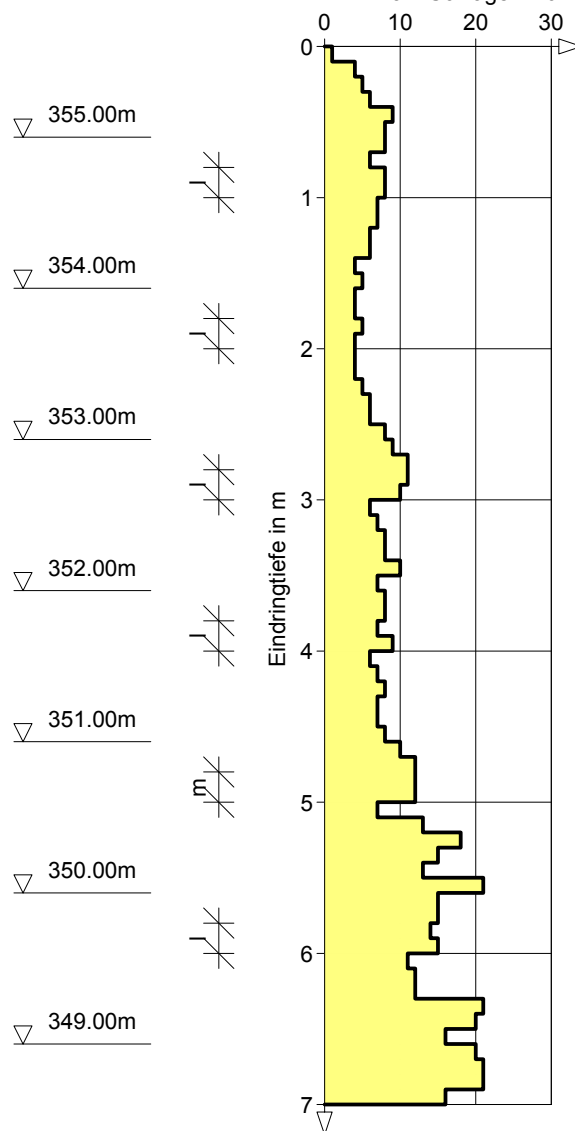
Gutachten-Nr.: 2202049	Anlage: 2.2, Seite 2
Projekt: Dätzweg II, Rottenburg am Neckar, Erschließung	
Rechtswert:	Hochwert:
GOK: 355,6 m ü. NHN	Typ: DPH
Maßstab: 1: 50	ausgeführt am: 28.07.2020/lubue
Dateiname: HPC_2202049_AnI_2-2.dcr	UTM: 32U495778/5368606
Rammsondierung DIN 22476 - DPH	



DPH 2

Ansatzpunkt: 355.6 m ü. NHN

Anzahl Schläge N10



ANLAGE 3

Bodenmechanische und -physikalische Laborversuche

- 3.1 Zusammenfassung der Laborergebnisse
- 3.2 Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17 892-4:2017-04)
- 3.3 Konsistenzbestimmung (DIN EN ISO 17 892-12:2018-10)

[illegible]

¹ Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

² Konsistenzbestimmung (DIN EN ISO 17 892-12:2018-10); Konsistenz: flüssig: $l_c \leq 0$; breiig: $0 \leq l_c \leq 0,5$; weich: $0,5 \leq l_c \leq 0,75$; steif: $0,75 \leq l_c \leq 1,0$; halbfest: $1,0 \leq l_c$

³ Korngrößenverteilung (DIN EN ISO 17 892-4:2017-04); Durchlässigkeit k abgeleitet aus der Kornverteilung

⁴ Glühverlust (DIN 18 128:2002-12)

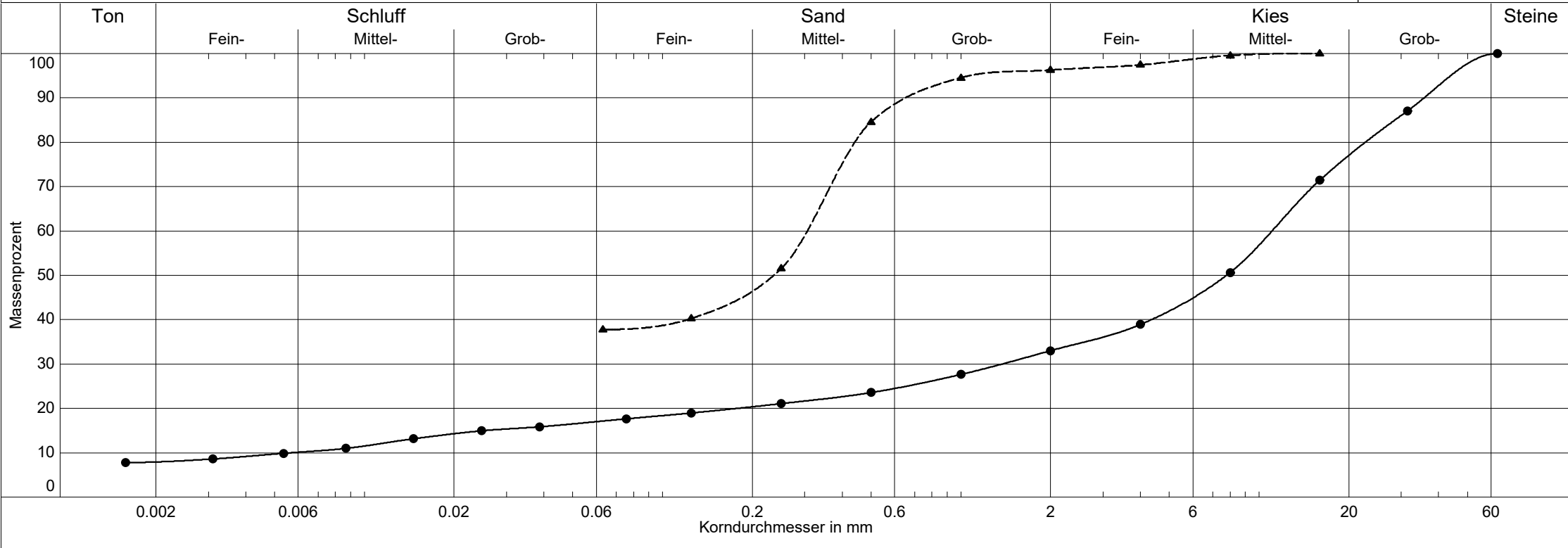
⁵ Kalkgehalt V_{Ca} nach DIN 18 129

⁶ Steifemodul aus Ödometerversuch im Lastintervall 200 - 400 kN/m²

⁷ Einaxiale Druckfestigkeit σ_{11} , Versuchsart V: P (Punktlastversuch), E (einaxialer Druckversuch), T (Triaxialversuch)

⁸ BK: Bodenklassifizierung n. DIN 18 196

Gutachten-Nr.:	2202049	Anlage:	3.2	
Projekt:	Dätzweg II, Rottenburg a. N.			
KORNGRÖßENVERTEILUNG		Datum Probennahme:	28.07.2020	
DIN EN ISO 17 892-4:2017-04		Dateiname:	HPC_2202049_AnI_3-2.dcs	

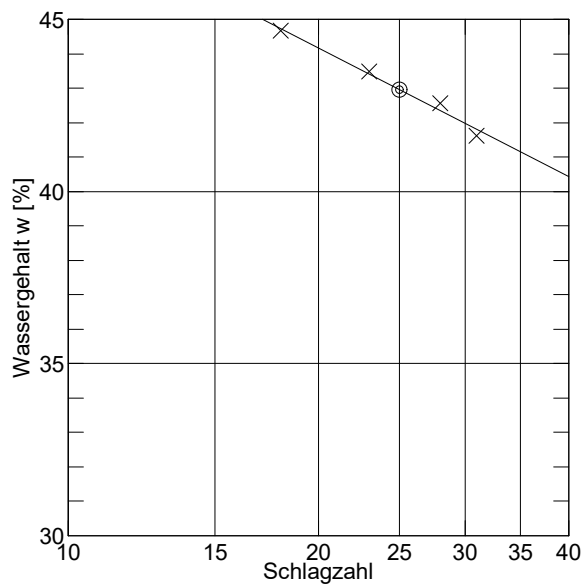


Entnahmestelle/Schicht	RKS 5	RKS 5		
Labornummer	—●— RKS5/2,0-3,0	—▲— RKS5/3,3-4,0		
Entnahmetiefe	2,0 - 3,0 m	3,3 - 4,0 m		
Wassergehalt	6.1 %	14.8 %		
Frostempfindlichkeitsklasse	F3	F3		
Anteil < 0.063 mm	17.2 %	37.8 %		
Kornfraktionen T/U/S/G/X	7.9/9.2/15.9/67.0 %	0.0/37.8/58.5/3.7 %		
d10 / d60	0.006/11.061 mm	- /0.306 mm		
Bodengruppe DIN 18196	GÜ	SÜ		
Bodenart	G,u',gs',t'	mS,ü,fs',gs'		
kf nach Kaubisch	3.2E-06 m/s	3.9E-08 m/s		

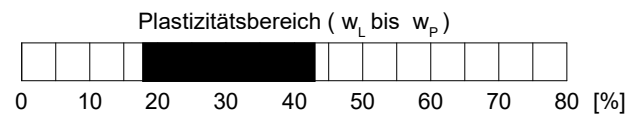
Gutachten-Nr.:	2202049	Anlage:	3.3	
Projekt:	Dätzweg II, Rottenburg a. N.			
Bodenart:	Lösslehm	Entnahme am:	28.07.2020	
Entnahmestelle:	RKS 5	Tiefe:	0,8 - 1,4 m	
Art d. Entnahme:	GP	ausgeführt durch:	HPC-Rottenburg/hk	
		Dateiname:	HPC_2202049_An1_3-3.dck	

FLIEß- UND AUSROLLGRENZEN DIN EN ISO 17892-12:2018/10

		Fließgrenze					Ausrollgrenze				
Behälter-Nr.		21	48	59	89		2	78	45		
Zahl der Schläge		18	23	28	31						
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	46.35	43.12	45.37	45.17		30.32	31.42	31.34		
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	36.27	33.98	35.60	36.02		27.86	28.76	28.52		
Behälter	m_B [g]	13.70	12.96	12.64	14.03		13.88	13.90	12.71		
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	10.08	9.14	9.77	9.15		2.46	2.66	2.82		
Trockene Probe	m_t [g]	22.57	21.02	22.96	21.99		13.98	14.86	15.81	Mittel	
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	44.7	43.5	42.6	41.6		17.6	17.9	17.8	17.8	



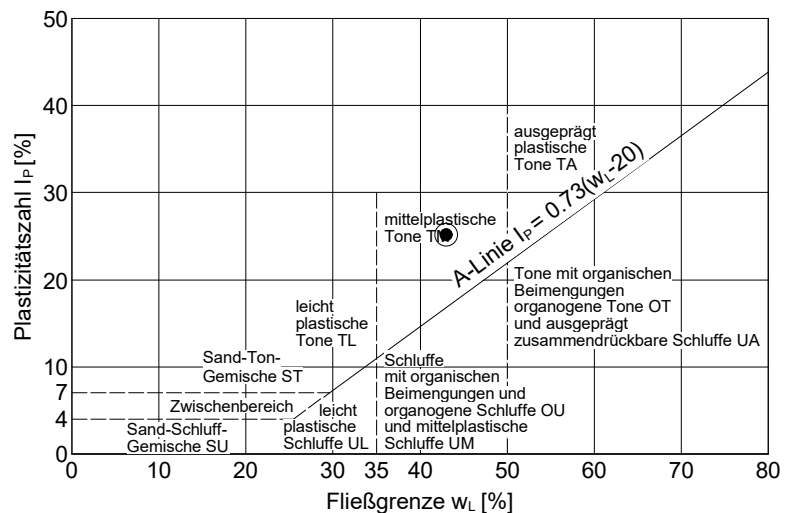
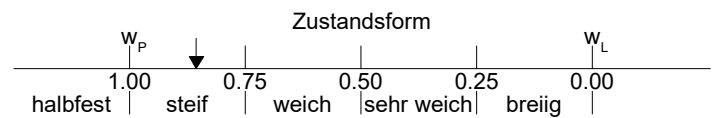
Überkornanteil $\ddot{u}$ = 2.4 %
 Wassergeh. Überkorn $w_{\ddot{u}}$ = 4.0 %
 Wassergehalt w_N = 21.0 %, $w_{N\ddot{u}}$ = 21.4 %
 Fließgrenze w_L = 43.0 %
 Ausrollgrenze w_P = 17.8 %



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 25.2 \%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_{N\ddot{u}} - w_P}{I_p} = 0.143$

Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_{N\ddot{u}}}{I_p} = 0.857$



ANLAGE 4

Kenndaten für Boden und Fels nach VOB 2019 (ATV-Normen)

Kenndaten für Boden und Fels nach VOB 2019 (ATV-Normen)



Projekt: 2202049 Erschließung Baugebiet "Dätzweg II", Rottenburg am Neckar

Anlage:

4

Homogenschicht		S1	S2	S3		
ortsübliche Bezeichnung		Auffüllungen	Lehm	Lettenkeuper-Zersatzzone inkl. Hochterrassenschotter		
Bodengruppe nach DIN 18196		[GW, GU, GU*, TM, TL]	TM, TA	GU*, GU, TL, TM,		
Körnungszahl T/U/S/G (auf 10 M-% gerundet)						
obere Grenze		20/70/10/0	80/20/0/0	40/40/20/0		
untere Grenze		0/10/20/60	50/30/10/10	0/10/10/60		
Ton (< 0,002 mm)	T	0 - 20	50 - 80	0 - 40		
Schluff (0,002 – 0,06 mm)	U	0 - 90	0 - 50	0 - 80		
Sand (0,06 – 2,0 mm)	S	0 - 90	0 - 20	0 - 90		
Kies (2,0 – 63 mm)	G	0 - 70	0 - 10	0 - 80		
Steine (63 – 200 mm)	X M-[%]	< 10	-	> 20		
Blöcke (200 – 630 mm)	Y M-[%]	-	-	-		
große Blöcke (> 630 mm)	M-[%]	-	-	-		
mineralogische Zusammensetzung von Steinen und Blöcken		Tonminerale, Calcit, Dolomit, Quarz	Tonminerale, Calcit, Dolomit, Quarz	Tonminerale, Calcit, Dolomit, Quarz		
Dichte	ρ [t/m³]	1,8 - 2,2	1,8 - 2,0	1,9 - 2,2		
Kohäsion	c' [kN/m²]	0 - 2	2 - 10	2 - 30		
undräßierte Scherfestigkeit	c_u [kN/m²]	20 - 200	20 - 250	50 - 250		
Wassergehalt	w [%]	7 - 30	6 - 45	5 - 25		
Konsistenz		weich - steif	weich - halbfest	steif - fest		
Konsistenzzahl	I_c [-]	0,5 - 1,0	0,5 - 1,25	0,75 - 1,25		
Plastizität		< 0,3	0,2 - 0,4	0,2 - 0,4		
Plastizitätszahl	I_p [-]	10-4 -10-7	10-5 -10-8	10 ⁻⁵ -10 ⁻⁷		
Durchlässigkeitsbeiwert	k [m/s]	mitteldicht	mitteldicht	-		
Lagerungsdichte						
organischer Anteil (Glühverlust)	V_{Gl} [%]	0 - 10	0 - 15	0 - 10		
Abrasivität nach Cerchar		kaum bis abrasiv	kaum abrasiv	kaum bis schwach		
Benennung von Fels		--	--	Dolomit-, Kalk-, Mergelstein		
Verwitterung		--	--	stark		
Veränderungen		--	--	-		
Veränderlichkeit		--	--	stark		
Druckfestigkeit	σ_u [MN/m²]	--	--	< 60		
Trennflächenrichtung		--	--	horizontal und vertikal		
Trennflächenabstand		--	--	cm - dm		