

Gutachten zur Versickerungsmöglichkeit der Böden im Bereich der Straßenbahnlinie

Melanchthonplatz und Landgrabenstraße VAG Nürnberg

9 Seiten, 4 Anlagen

Auftraggeber: VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg
90338 Nürnberg

Gutachtenersteller: Sakosta GmbH
Hansastr. 5a
90441 Nürnberg
Tel.: (0911) 999 133 00
Fax: (0911) 741 77 45

Projektbearbeitung: Dorian Weger, Projektbearbeiter
Mark Siebigteroth, Geschäftsführer

Projektnummer: 2400228

Verteiler: per E-Mail: petra.reissmann@vag.de

Nürnberg, den 10.09.2024

INHALTSVERZEICHNIS

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2	Standortverhältnisse	4
2.1	Lage der Untersuchungsfläche und geplante Maßnahme	4
2.2	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse	4
2.3	Schichtenfolge und Grundwasser.....	5
3	Baugrunduntersuchung zur Versickerungsfähigkeit	6
3.1	Methodik zur Baugrunduntersuchung hinsichtlich Versickerungsfähigkeit	6
3.2	Versickerungsmöglichkeit	7
3.3	Angaben zur Erdbebenzone und Untergrundklasse	8
4	Zusammenfassung	9

ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 1: Lagepläne (3 Seiten)
- Anlage 2: Darstellung der Aufschlüsse (3 Seiten)
- Anlage 3: Bodenmechanische Laborversuche (6 Seiten)
- Anlage 4: Versickerungsversuche (2 Seiten)

BEARBEITUNGSUNTERLAGEN

- [1] BayernAtlas Bayerische Vermessungsverwaltung; www.geoportal.bayern.de/bayernatlas (aufgerufen am 16.08.2024)
- [2] Umwelt Atlas; Bayerisches Landesamt für Umwelt, <https://www.umweltatlas.bayern.de> (abgerufen am 16.08.2024)
- [3] Grundwasserbericht 2017, Stadt Nürnberg / Referat für Umwelt und Gesundheit, Nürnberg September 2018
- [4] Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung-DepV); Bundesministerium für Umwelt-, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Bonn; Stand: 27.09.2017
- [5] GFZ Helmholtz-Zentrum Potsdam [Hrsg.], Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ. <http://www-app5.gfz-potsdam.de> (abgerufen am 11.10.2023)
- [6] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTV E-StB 17), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, Köln 2017
- [7] DWA Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, DWA-Regelwerk, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft und Abwasser e. V., Hennef, April 2005
- [8] Ingenieurgeologie, Helmut Prinz und Roland Strauß, 6. Auflage, Springer Spektrum, 2017
- [9] Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sowie Tagebauen (Verfüll-Leitfaden), Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, Stand 15.07.2021
- [10] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement, Köln 2012
- [11] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung (Mantelverordnung); gültig ab 01.08.2023

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A	Auffüllung
DPH	Schwere Rammsondierung (Dynamic Probing Heavy)
FOK	Fußbodenoberkante
G	Kies
GOK	Geländeoberkante
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]
LfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
LfW	Landesamt für Wasserwirtschaft
S	Sand
SP	Sondierpunkt (Rammkernsondierung)
T	Ton
U	Schluff
< Best.G. Unter der analytischen Bestimmungsgrenze je Einzelparameter bei Summenparametern	

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die VAG-Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg plant im Rahmen der Sanierung der Straßenbahnlinie Melanchthonplatz/Landgrabenstraße die Fahrbahntentwässerung über neue Versickerungsanlagen zu realisieren.

Die Stadt Nürnberg beauftragte die Sakosta GmbH auf Grundlage des Angebotes 24NB00228 vom 12.07.2024 mit der Durchführung einer Untersuchung der Versickerungsmöglichkeit im anstehenden Boden in der Landgrabenstraße.

Mit der Untersuchung sollen die versickerungstechnischen Kennwerte der Böden im gründungsrelevanten Bereich gegeben werden.

2 Standortverhältnisse

2.1 Lage der Untersuchungsfläche und geplante Maßnahme

Das Untersuchungsgrundstück befindet sich im Zentrum von Nürnberg im Bereich der Landgrabenstraße. Bei der Untersuchungsfläche handelt es sich um die Landgrabenstraße zwischen Melanchthonplatz, Melanchthonstraße und Helingstraße.

Hier soll im Rahmen des Neubaus einer Haltestelle ein neues Entwässerungskonzept geplant werden. Das Gutachten soll als Grundlage für die Entwässerungsplanung dienen. Das Regenwasser soll nicht mehr über den Regenwasserkanal oder Mischwasserkanal abgeleitet werden, sondern vor Ort versickert werden bzw. den Straßenbäumen zur Verfügung gestellt werden. Hierfür kommen unter anderen Versickerungsanlagen im Grünstreifen in Frage.

2.2 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Entsprechend [1] und Anlage 1.2 steht im Untersuchungsgebiet der Blasensandstein nur sehr tiefgründig an, welcher als Teil der Hassberge-Formation dem jungpaläozoischen bis mesozoischen Deckgebirge der Obertrias angehört. Überlagert werden die triassischen Locker- und Festgesteine von quartären Sedimentschichten des Pleistozäns. Im Untersuchungsgebiet wird die quartäre Sedimentüberdeckung durch die Flussschotter oder –sande des Urstromtals der Pegnitz gebildet. Hier sind fein- bis grobkörnige, wechselnd kiesige Sande mit großen Mächtigkeiten (teilweise >7 m) zu erwarten, welche im Mittel- bis Oberpleistozän abgelagert wurden.

Entsprechend [1] wird der oberflächennahe Baugrund von mittel- bis oberpleistozänen Flussschotter dominiert. Hier sind vor allem nichtbindige – schwach bindige, überwiegend mitteldicht gelagerte Lockergesteine zu erwarten.

Grundwasser liegt gemäß [3] und [1] im Untersuchungsgebiet in einem Kluft-Grundwasser-Leiter/Geringleiter mit mäßigen bis mittleren Durchlässigkeiten in den Lockergesteinen des quartären Urstromtals der Pegnitz vor. Mit dem Auftreten von Grundwasser wird erst in Tiefen von 304,0 m NHN gerechnet.

Das Untersuchungsgrundstück liegt gemäß [1] weder in einem festgesetzten Überschwemmungsgebiet und auch außerhalb von Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebieten.

2.3 Schichtenfolge und Grundwasser

Im Folgenden wird ein vereinfachter Schichtaufbau auf der Untersuchungsfläche anhand der Ergebnisse in den Bohrungen beschrieben. Grundwasser wurde bei keiner der Bohrungen angetroffen.

Tabelle 1: Übersicht über die realisierten Rammkernsondierungen

Sondierung	Ansatzpunkthöhe	Endtiefe RKS	
	m ü. NHN	m u. GOK	m ü. NHN
SP1	307,390	1,2	306,190
SP2	307,337	2,0	305,337
SP3	307,372	2,0	305,372

Schicht 0: Oberflächenversiegelung

Diese Schichten werden geotechnisch nicht bewertet, da sie vor dem Bau abgetragen werden müssen. Somit erfolgt auch keine Schichtbeschreibung.

Schicht 1: Auffüllung

Unter der Versiegelung bzw. dem Mutterboden folgt die Schicht 1, hierbei handelt es sich um eine Auffüllung, die im Rahmen des Baus der Straßen entstanden ist. Die Mächtigkeiten dieser Auffüllung reichen von 0,2 m bis 0,25 m. Bei dem Material handelt es sich um schwach tonige Sande, die einen geringen Anteil an Fremdbestandteilen wie Ziegelbruch aufweisen. Der Anteil dieser Fremdbestandteile beträgt meist 1 – 2 %. Die Farbe der ist als schwarz anzusprechen. Die Lagerungsdichte ist als mitteldicht anzusprechen.

Schicht 2: Quartäre Sande

Unter der Auffüllung folgen die mittel- bis oberpleistozänen Flussschotter. Hierbei handelt es sich um Sande. Die Farbe der Sande ist als weiß anzusprechen. Die Lagerungsdichte der Sande wird als mitteldicht eingestuft.

Die Schicht wurde mit den Kleinrammbohrungen nicht durchteuft, da hier nur tiefer gebohrt wurde, um genug Probenmaterial zu bekommen.

Das Material ist gemäß DIN 18196 den Bodengruppen SE zuzuordnen.

Grundwasser

Bei allen Bohrungen wurde nach Bohrende versucht ein Wasserstand mit dem Lichtlot eingemessen. Es wurde bis zur Endtiefe aller Aufschlüsse kein Wasser angetroffen.

Der Wasserstand unterliegt generell stärkeren jahreszeitlichen Schwankungen. Die Angabe eines Bemessungswasserstandes ist für die Realisierungsmöglichkeiten und die Dimensionierung von Versickerungsanlagen maßgebend. Ein Bemessungswasserstand kann nur bei Vorliegen von langjährigen Grundwasserganglinien einer Grundwassermessstelle im näheren Umfeld des Baugebietes angegeben werden. Anhand der Daten des Grundwasserberichts der Stadt Nürnberg [3] wird daher ein **vorläufiger Bemessungswasserstand von 304,0 m NHN** abgeleitet. Der tatsächliche Wasserstand kann jedoch auch etwas tiefer liegen.

3 Baugrunduntersuchung zur Versickerungsfähigkeit

3.1 Methodik zur Baugrunduntersuchung hinsichtlich Versickerungsfähigkeit

Für die Baugrunduntersuchung wurden die Aufschlussbohrungen SP1 bis SP3 bis zu einer Tiefe von 1,2 bis 2,0 m unter GOK abgeteuft. In SP1 wurde direkt im Bohrloch ein Versickerungsversuch durchgeführt. Bei SP2 und SP3 wurde direkt neben den Aufschlüssen jeweils eine weitere Bohrung auf 1,0 m abgeteuft und ein Feldversuch im Bohrloch zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert) durchgeführt. Die Lage der Aufschlussbohrungen ist den Anlagen 1.3 und 1.4 zu entnehmen. Die Höhe der Ansatzpunkte der Sondierungen wurde mittels GNNS-Vermessung ermittelt. Die Durchführung der Feldarbeiten erfolgte durch Mitarbeiter der Sakosta GmbH Nürnberg. Das Bohrgut der Kleinrammbohrungen wurde gemäß DIN EN ISO 14688 und DIN 18196 beurteilt und klassifiziert.

Zur Durchführung von bodenmechanischen Laborversuchen wurden die Bodenproben siehe Tabelle 2, Spalte 1 entnommen und in einen luftdicht verschlossenen Kunststoffbeutel dem Baugrundlabor Dr. Hölzer, Hanfröste 1, 76646 Bruchsal zur Durchführung einer Sieb- und Schlämmanalyse gemäß DIN EN ISO 17892-4 überstellt. Anhand dieser Kornverteilungskurven ist die Errechnung eines Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f -Wert) möglich.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die wesentlichen Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen dargestellt. Die Laborberichte mit den Kornverteilungskurven befinden sich in Anlage 3.1.

Tabelle 2: Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen (Kornverteilung)

Probe	Boden- schicht	k_f (Bayer) [m/s]	Bodenart DIN 4022	Boden- gruppe DIN 18196	Wasser- gehalt [%]	T [%]	U [%]	S [%]	G [%]
SP1/0,9-1,2	Schicht 2	$1,7 \times 10^{-4}$	mS, gs*, fs', fg'	SE	-	-	4,5	86,1	14,6
SP2/1,0-1,8	Schicht 2	$3,6 \times 10^{-4}$	mS, gs*, fs', fg'	SE	-	-	4,8	80,6	14,6
SP3/1,0-1,8	Schicht 2	$1,9 \times 10^{-4}$	S, fg', mg'	SE	-	-	4,7	78,8	16,5

- = nicht bestimmt

3.2 Versickerungsmöglichkeit

Wesentliche Voraussetzung für eine dezentrale Versickerung von nicht schadstoffbeaufschlagtem Oberflächenwasser ist die Durchlässigkeit der im Untergrund anstehenden Lockergesteine und der Grundwasserflurabstand. Die Durchlässigkeit der Lockergesteine hängt überwiegend von ihrer Korngröße bzw. -verteilung ab und wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert (k_f -Wert) ausgedrückt. Nach dem DWA-Regelwerk im Arbeitsblatt DWA-A 138 [7] gelten Böden mit einem k_f -Wert zwischen 10^{-3} und 10^{-6} als geeignet für eine Versickerung.

Daneben ist eine Mächtigkeit des Sickerraums (unbelastete Grundwasserüberdeckung) bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand (Bemessungswasserstand) von mindestens 1 m einzuhalten.

Die Bohrpunkte wurden gleichmäßig verteilt und die Versickerungsversuche jeweils auf einer Tiefe von 1,0 - 1,2 m im anstehenden quartären Sand durchgeführt.

Zur Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes bei den Bohrungen SP1 bis SP 3 wurde ein Auffüllversuch nach dem Verfahren von Kollbrunner und Maag durchgeführt. Hierfür wurde in das Bohrloch der Kleinrammbohrung ein PE-Rohr eingestellt und durch leichtes Nachklopfen ca. 5 cm in die Bohrlochsohle eingedrückt. Nach dem Herstellen von weitestgehend wassergesättigten Verhältnissen durch Wasserzugabe im Bohrloch wurde ein Wasserspiegel generiert. Anschließend wurde die Absenkung gemessen. Aus Randbedingungen wie Rohrradius und dem Wasserstand im Bohrloch wurde eine hydraulische Leitfähigkeit (Wasserdurchlässigkeitsbeiwert, k_f -Wert) berechnet (das Protokoll befindet sich in Anlage 5.2). Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 ist für die Bestimmung eines Bemessungs- k_f -Wertes aus Feldmethoden ein Korrekturfaktor von 2,0 anzuwenden.

Zusätzlich zu den Versickerungsversuchen wurden für die quartären Sande an 3 Proben die k_f -Werte aus den Kornverteilungen gemäß DIN EN ISO 17892-4 bestimmt. Es kam die Formel nach Beyer zur Anwendung. Gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138 sind die so berechneten Werte, um den Faktor 0,2 zu verringern.

Der Versickerungsversuch in SP1 ergab einen k_f -Wert von $1,0 \times 10^{-5}$ m/s. Dieser liegt innerhalb des versickerungsrelevanten Bereiches. Somit ist eine Versickerung in den anstehenden quartären Sanden möglich. Die Versickerungsversuche in SP2 und SP3 konnten nicht ausgewertet werden, da das Wasser schneller abfloss, als es nachgefüllt werden konnte. Dies lag hierbei vermutlich daran, dass Schotter aus einer höheren Schicht in das Bohrloch gefallen ist und somit das Wasser sofort abfließt.

Die Schätzung der Versickerung aus den Kornverteilungskurven mithilfe der Methode nach Beyer mit Korrekturfaktor ergab im Mittel einen Wert von $4,8 \times 10^{-5}$ m/s. Dieser liegt ebenfalls im Bereich des versickerungsrelevanten Bereichs ist somit für eine Versickerung geeignet.

Unter Berücksichtigung der Versickerungswerte aus der Schätzung der Siebungen und den Versickerungsversuchen im Bohrloch ist für die Quartären Sande der **Schicht 2** im Mittel von einem k_f -Wert von **$3,4 \times 10^{-5}$ m/s** auszugehen. Der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert ist für eine **Versickerung im Rasengleis geeignet**. Der Aufbau des Rasengleises muss aus ähnlich durchlässigem Material erfolgen.

Inwieweit eine Versickerung aufgrund von Schadstoffen im Boden möglich ist, wurde hierbei nicht untersucht.

3.3 Angaben zur Erdbebenzone und Untergrundklasse

Der nationale Anhang der DIN EN 1998-1/NA:2011-01 wurde ersetzt durch den nationalen Anhang NA:2021-07. Demnach ist, statt der bislang anzugebenden Erdbebenzonen, die spektrale Antwortbeschleunigung ($S_{aP,R}$) für einen Ort anzugeben. In Fällen sehr geringer Seismizität (gemäß DIN EN 1998-1/NA:2021-07 definiert mit $S_{aP,R} < 0,6$ m/s²) muss die DIN EN 1998-1 nicht berücksichtigt werden.

Gemäß [5] liegt die spektrale Antwortbeschleunigung ($S_{aP,R}$) für das Untergrundverhältnis A-R im Plateaubereich für Nürnberg bei $< 0,6$ m/s² für eine Wiederkehrperiode von 475 Jahren. Die DIN EN 1998-1 muss hier daher nicht berücksichtigt werden. Es ist keine Untergrundklasse anzugeben.

4 Zusammenfassung

Im Bereich des Untersuchungsgebietes in der Landgrabenstraße auf Höhe Melanchthonplatz wurde eine Untersuchung des anstehenden Bodens hinsichtlich der Versickerungsfähigkeit des Bodens durchgeführt.

Unter mächtigen Versiegelungen folgen sandige Auffüllungen mit gewissem Anteil an Fremdbestandteilen. Darunter folgen Quartäre Sande.

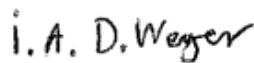
Der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert von ca. **$3,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$** der Quartären Sande ist für eine **Versickerung im Rasengleis geeignet**. Der Aufbau des Rasengleises muss aus ähnlich durchlässigem Material erfolgen. Ein entsprechender Grundwasserabstand $> 1 \text{ m}$ ist, bis auf in der Pegnitzau, überall gegeben.

Die Erkundung des Baugrundes durch Kleinrammbohrungen ergeben zwangsläufig nur punktförmige Aufschlüsse über den Aufbau des Untergrundes. Grundsätzlich sollte gegenüber dem von uns festgestellten Schichtenaufbau örtlich, auch auf eng begrenztem Raum mit Abweichungen gerechnet werden. Im Zuge der Erd- und Gründungsarbeiten ist daher sorgfältig zu überprüfen, ob die angetroffenen Baugrundverhältnisse mit den im Gutachten erfassten übereinstimmen.

Sakosta GmbH



M. Siebigtheroth
Geschäftsführer



i.A. D. Weger
Projektbearbeiter

Anlage 1: Lagepläne (3 Seiten)

Anlage 1.1: Übersichtsplan: 1 Plan, M: 1:25.000

Anlage 1.2: Geologische Karte: 1 Plan, M: 1:15.000

Anlage 1.3: Lageplan mit Lage der Aufschlusspunkte: 1 Plan, M: 1:2.000

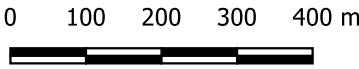



Vorliegender Plan beruht auf überlassenen Planunterlagen und stellt nur die untersuchungsrelevanten Belange sowie schematisch die örtlichen Gegebenheiten dar. Für Fehler in diesen überlassenen Planunterlagen übernimmt die Sakosta GmbH keine Haftung

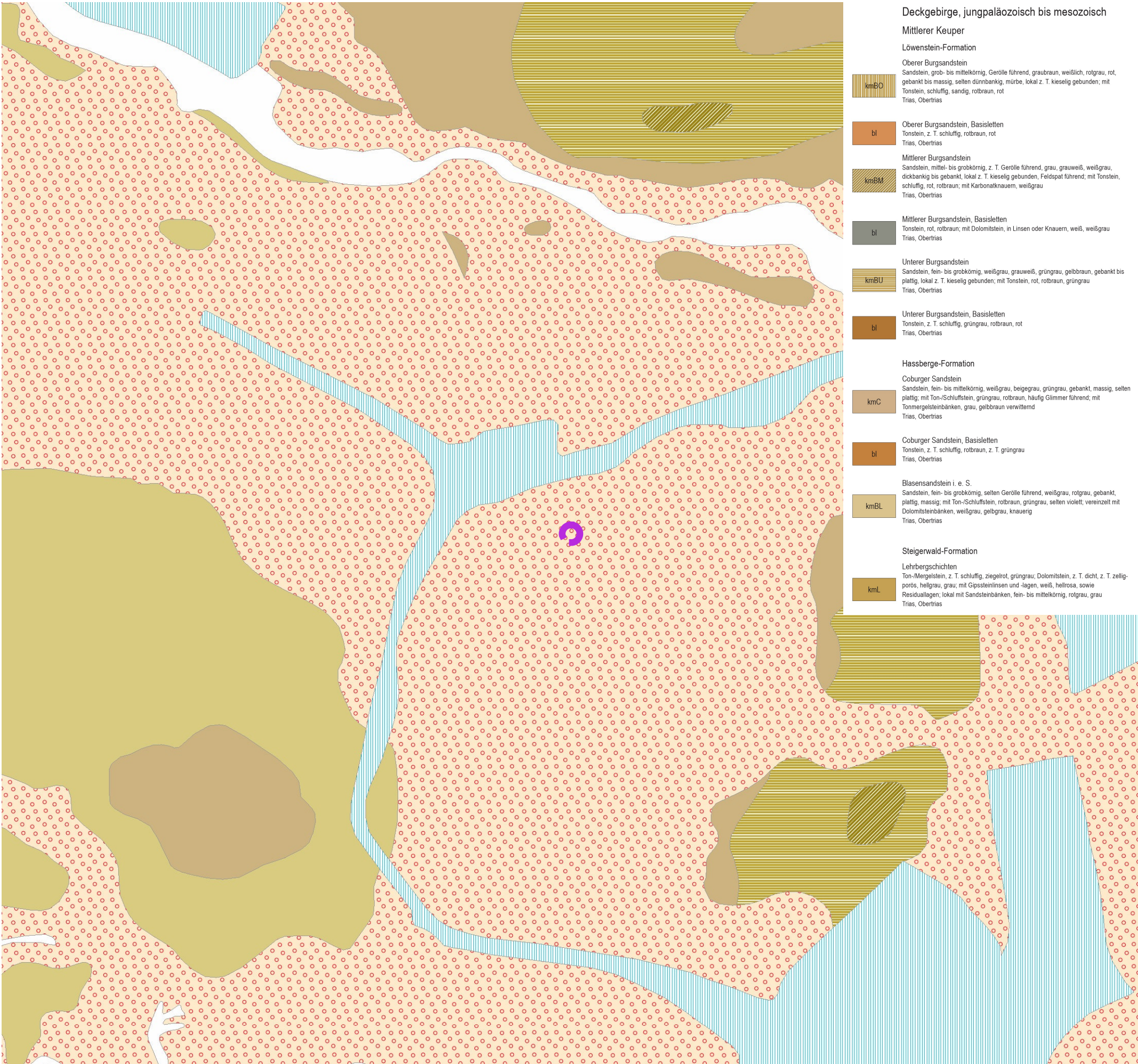
Legende

Flächen

Untersuchungsgebiet



<div><div>SakostaGmbH</div><div>Hansastraße 5a 90441 Nürnberg Tel.: 0911/99913300</div></div> <div><div>Ingenieur- und Sachverständigenleistungen Boden Bauten Umwelt</div></div>					
Auftraggeber: VAG Nürnberg Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg					
Projekt: Untersuchung der Versickerungsfähigkeit im Bereich der Straßenbahnlinie Melanchthonplatz/Landgrabenstraße					
Planinhalt: Übersichtsplan					
Plangrundlage: Geoportal Nürnberg					
Maßstab:		Name:	Datum:	Proj.-Nr:	Anlage Nr.
1:10.000	bearbeitet:	Weger	20.08.2024	2400228	1.3
	gezeichnet:	Geigenberger	23.07.2024		


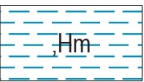
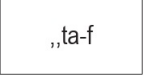
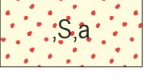
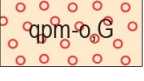
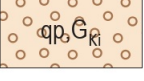
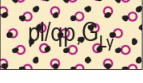


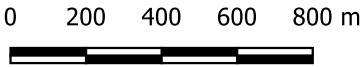
Vorliegender Plan beruht auf überlassenen Planunterlagen und stellt nur die untersuchungsrelevanten Belange sowie schematisch die örtlichen Gegebenheiten dar. Für Fehler in diesen überlassenen Planunterlagen übernimmt die Sakosta GmbH keine Haftung

Legende

Flächen

Untersuchungsgebiet

-  Künstliche Ablagerung
Auffüllung, Aufschüttung, Aufspülung
Quartär, Holozän
-  Anmoor
z. T. Torf, degradiert
Quartär, Holozän
-  Talfüllung, polygenetisch oder fluviatil
Quartär, Pleistozän bis Holozän
-  Flugsand
Sand (Korngröße meist um 200 µm)
Quartär, Pleistozän
-  Flussschotter, mittel- bis oberpleistozän
Kies, wechselnd sandig, steinig
Quartär, Pleistozän
-  Hornsteinschotter
Kies, wechselnd sandig, steinig
Quartär, Pleistozän
-  Flussschotter, Lydit führend
Kies, wechselnd sandig, steinig
Tertiär bis Quartär, Pliozän bis Pleistozän



SakostaGmbH

Hansastraße 5a
90441 Nürnberg
Tel.: 0911/99913300



Auftraggeber: VAG Nürnberg
Südliche Fürther Str. 5
90429 Nürnberg

Projekt: Untersuchung der Versickerungsfähigkeit im Bereich der
Straßenbahnlinie Melanchthonplatz/Landgrabenstraße

Planinhalt: Geologische Karte

Plangrundlage: Geoportal Nürnberg

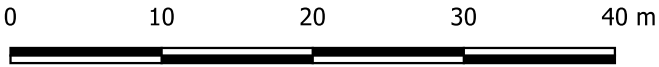
Maßstab:		Name:	Datum:	Proj.-Nr:	Anlage Nr.
1:20.000	bearbeitet:	Weger	20.08.2024	2400228	1.3
	gezeichnet:	Geigenberger	23.07.2024		



Vorliegender Plan beruht auf überlassenen Planunterlagen und stellt nur die untersuchungsrelevanten Belange sowie schematisch die örtlichen Gegebenheiten dar. Für Fehler in diesen überlassenen Planunterlagen übernimmt die Sakosta GmbH keine Haftung

Legende

- Untersuchungsgrundstück
- Aufschlüsse
 - Kleinrammbohrung
 - Versickerung



SakostaGmbH
Hansastraße 5a
90441 Nürnberg
Tel.: 0911/99913300

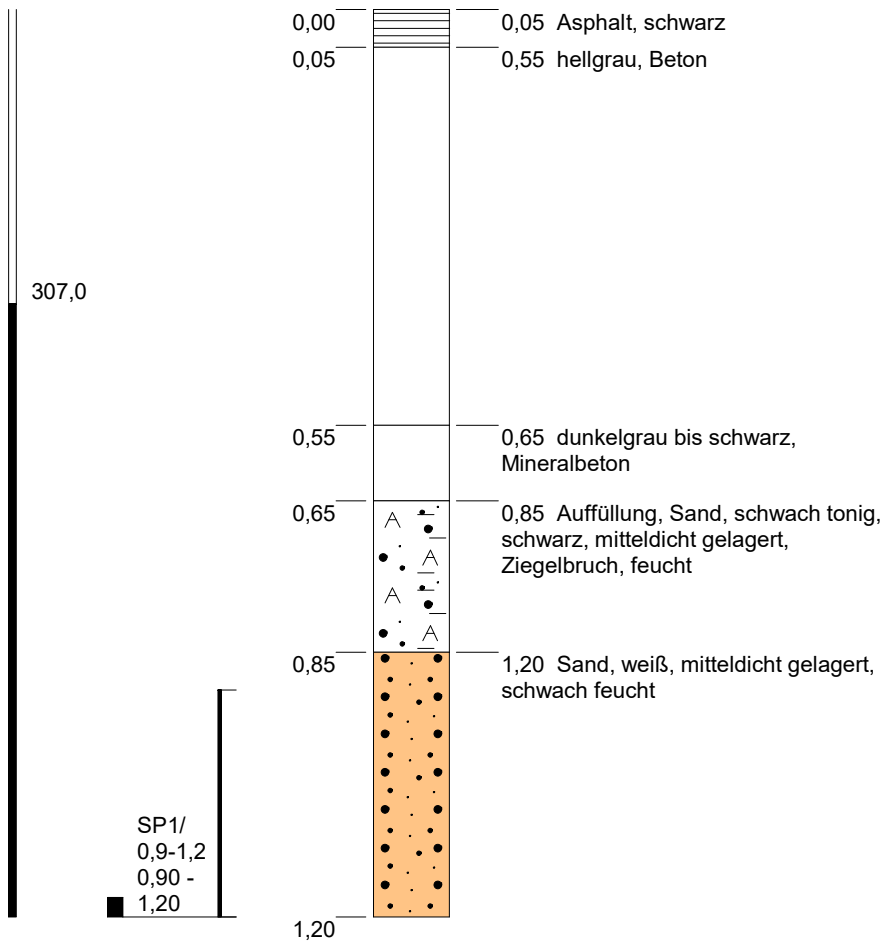


Auftraggeber:		VAG Nürnberg Südliche Fürther Str. 5 90429 Nürnberg			
Projekt:		Untersuchung der Versickerungsfähigkeit im Bereich der Straßenbahnlinie Melancthonplatz/Landgrabenstraße			
Planinhalt:		Aufschlussageplan			
Plangrundlage:		Geoportal Nürnberg			
Maßstab:		Name:	Datum:	Proj.-Nr:	Anlage Nr.
1:500	bearbeitet:	Weger	20.08.2024	2400228	1.3
	gezeichnet:	Geigenberger	23.07.2024		

Anlage 2: Darstellung der Aufschlüsse (3 Seiten)


307,39 NHN

SP1



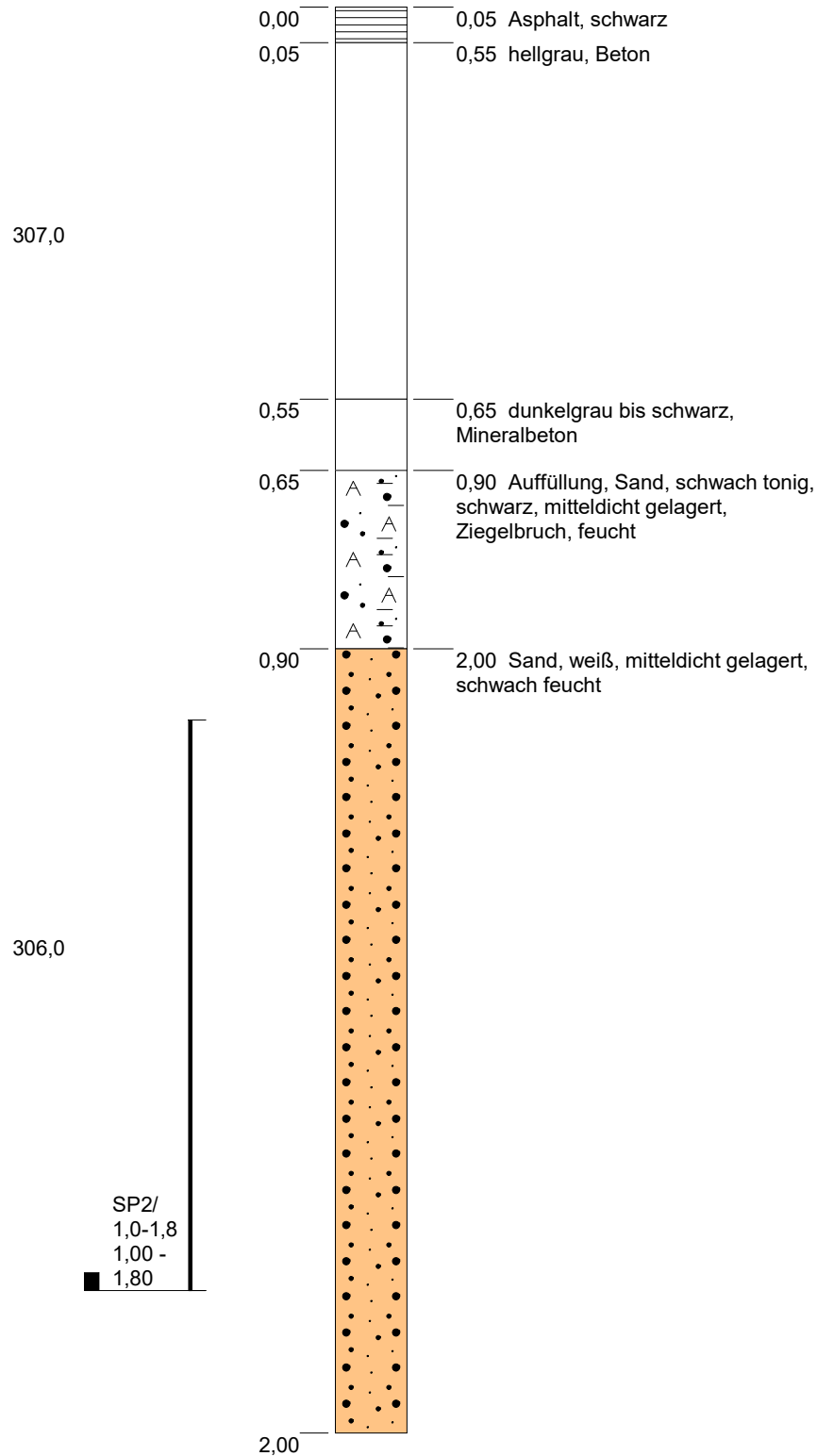
Höhenmaßstab: 1:10

Blatt 1 von 3

Projekt: 2400228 Versickerung Landgrabenstraße				
Bohrung: SP1				
Auftraggeber:	VAG		Rechtswert:	650058,98
Bohrfirma:	Sakosta GmbH		Hochwert:	5478339,00
Bearbeiter:	dwe		Ansatzhöhe:	307,39 NHN
Datum:	14.08.2024		Endtiefe:	1,20 m


307,34 NHN

SP2



Höhenmaßstab: 1:10

Blatt 2 von 3

Projekt: 2400228 Versickerung Landgrabenstraße				
Bohrung: SP2				
Auftraggeber:	VAG		Rechtswert:	650041,31
Bohrfirma:	Sakosta GmbH		Hochwert:	5478341,71
Bearbeiter:	dwe		Ansatzhöhe:	307,34 NHN
Datum:	14.08.2024		Endtiefe:	2,00 m

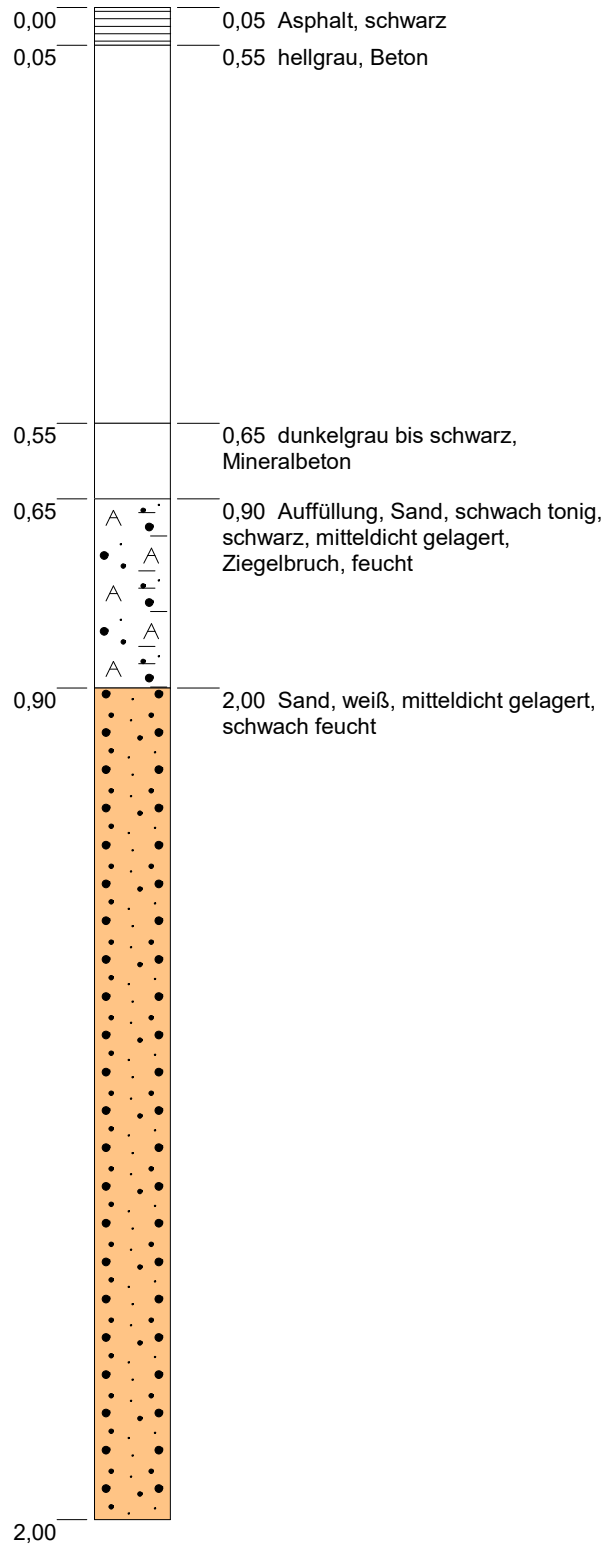
307,37 NHN

SP3

307,0

306,0

SP3/
1,0-1,8
1,00 -
1,80



Höhenmaßstab: 1:10

Blatt 3 von 3

Projekt: 2400228 Versickerung Landgrabenstraße

Bohrung: SP3

Auftraggeber: VAG

Rechtswert: 650023,52

Bohrfirma: Sakosta GmbH

Hochwert: 5478344,41

Bearbeiter: dwe

Ansatzhöhe: 307,37 NHN

Datum: 14.08.2024

Endtiefe: 2,00 m



Anlage 3: Bodenmechanische Laborversuche (6 Seiten)

Untersuchungsberichte Baugrundlabor Dr. Hölzer

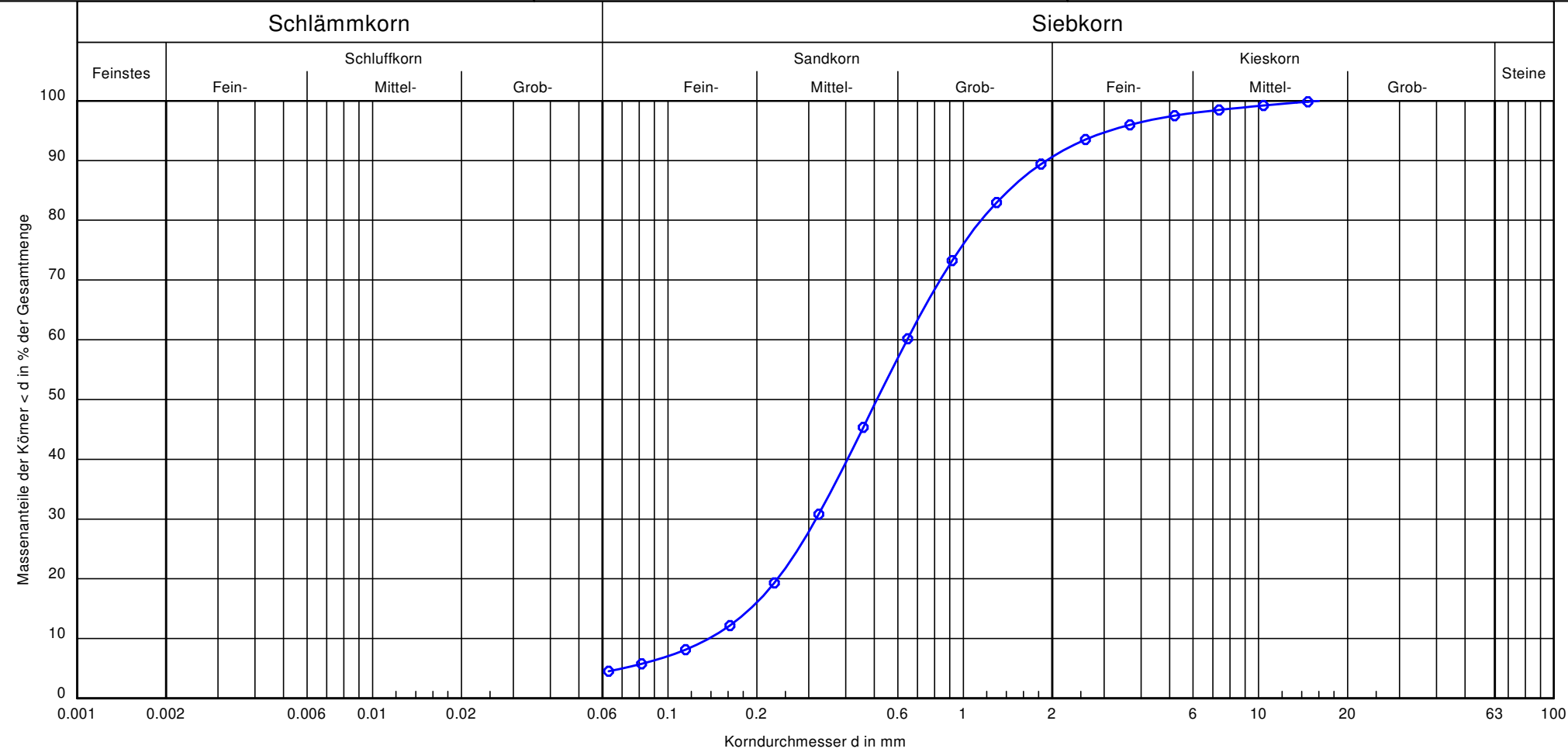
Baugrundlabor Dr. Hölzer
Hanfröste 1
76646 Bruchsal
07251-934931

Bearbeiter: Dr. Hölzer

Datum: 26.08.24

Körnungslinie
Landgrabenstraße, Versickerung
Projekt-Nr.: 2400228

Prüfungsnummer:
Probe entnommen am: 14.08.24
Art der Entnahme:
Arbeitsweise: Nasssiebung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	SP 1	Bemerkungen: Entnahme durch: Sakosta GmbH	Anlage: Bericht:
Bodenart:	mS, gs, fs', fg'		
Tiefe:	0,9 - 1,2 m		
k [m/s] (Beyer):	1.7 · 10 ⁻⁴		
Entnahmestelle:			
U/Cc	4.7/1.1		
T/U/S/G [%]:	- /4.5/86.1/9.4		
Bodengruppe nach DIN 18196:	SE		

<div>Baugrundlabor Dr. Hölzer Hanfröste 1 76646 Bruchsal 07251-934931</div>		<div>Bericht: Anlage: 2</div>																																																					
<div>Körnungslinie</div> <div>Landgrabenstraße, Versickerung</div> <div>Projekt-Nr.: 2400228</div> <div>Bearbeiter: Dr. Hölzer</div>		<div>Prüfungsnummer:</div> <div>Probe entnommen am: 14.08.24</div> <div>Art der Entnahme:</div> <div>Arbeitsweise: Nasssiebung nach DIN EN ISO 17892-4</div> <div>Datum: 26.08.24</div>																																																					
<div>Bezeichnung: SP 1</div> <div>Bodenart: mS, g\bar{s}, fs', fg'</div> <div>Tiefe: 0,9 - 1,2 m</div> <div>k [m/s] (Beyer): 1.708E-4</div> <div>Entnahmestelle:</div> <div>U/Cc 4.7/1.1</div> <div>T/U/S/G [%]: - / 4.5 / 86.1 / 9.4</div> <div>Bodengruppe nach DIN 18196: SE</div> <div>d10/d30/d60 [mm]: 0.138 / 0.317 / 0.645</div> <div>Siebanalyse:</div> <div>Trockenmasse [g]: 1676.48</div>		<div>Siebanalyse</div> <table><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurchgänge [%]</th></tr><tr><td>16.0</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr><tr><td>8.0</td><td>20.92</td><td>1.25</td><td>98.75</td></tr><tr><td>4.0</td><td>29.86</td><td>1.79</td><td>96.96</td></tr><tr><td>2.0</td><td>82.88</td><td>4.96</td><td>92.00</td></tr><tr><td>1.0</td><td>222.07</td><td>13.28</td><td>78.72</td></tr><tr><td>0.5</td><td>490.00</td><td>29.31</td><td>49.41</td></tr><tr><td>0.25</td><td>519.01</td><td>31.05</td><td>18.37</td></tr><tr><td>0.125</td><td>178.16</td><td>10.66</td><td>7.71</td></tr><tr><td>0.063</td><td>53.51</td><td>3.20</td><td>4.51</td></tr><tr><td>Schale</td><td>75.36</td><td>4.51</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>1671.77</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>4.71</td><td></td><td></td></tr></table>		Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]	16.0	0.00	0.00	100.00	8.0	20.92	1.25	98.75	4.0	29.86	1.79	96.96	2.0	82.88	4.96	92.00	1.0	222.07	13.28	78.72	0.5	490.00	29.31	49.41	0.25	519.01	31.05	18.37	0.125	178.16	10.66	7.71	0.063	53.51	3.20	4.51	Schale	75.36	4.51	-	Summe	1671.77			Siebverlust	4.71		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]																																																				
16.0	0.00	0.00	100.00																																																				
8.0	20.92	1.25	98.75																																																				
4.0	29.86	1.79	96.96																																																				
2.0	82.88	4.96	92.00																																																				
1.0	222.07	13.28	78.72																																																				
0.5	490.00	29.31	49.41																																																				
0.25	519.01	31.05	18.37																																																				
0.125	178.16	10.66	7.71																																																				
0.063	53.51	3.20	4.51																																																				
Schale	75.36	4.51	-																																																				
Summe	1671.77																																																						
Siebverlust	4.71																																																						

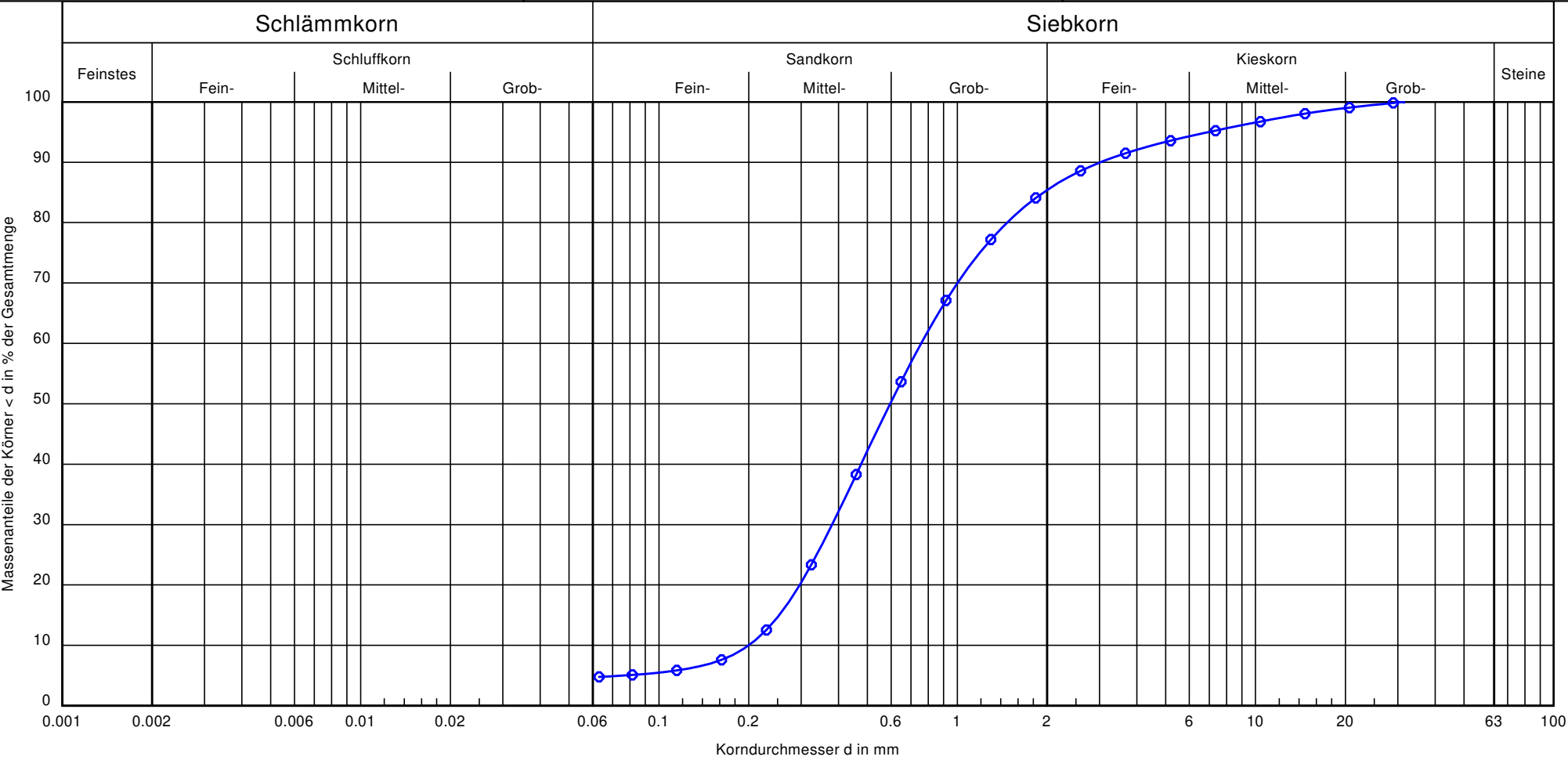
Baugrundlabor Dr. Hölzer
Hanfröste 1
76646 Bruchsal
07251-934931

Bearbeiter: Dr. Hölzer

Datum: 26.08.24

Körnungslinie
Landgrabenstraße, Versickerung
Projekt-Nr.: 2400228

Prüfungsnummer:
Probe entnommen am: 14.08.24
Art der Entnahme:
Arbeitsweise: Nasssiebung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	SP 2
Bodenart:	mS, gs, fs', fg'
Tiefe:	1,0 - 1,8 m
k [m/s] (Beyer):	3.6 · 10 ⁻⁴
Entnahmestelle:	
U/Cc	3.8/1.0
T/U/S/G [%]:	- /4.8/80.6/14.6
Bodengruppe nach DIN 18196:	SE

Bemerkungen:
Entnahme durch: Sakosta GmbH

Anlage:
Bericht:

<div>Baugrundlabor Dr. Hölzer Hanfröste 1 76646 Bruchsal 07251-934931</div>		<div>Bericht:</div> <div>Anlage: 2</div>																																																									
<div>Körnungslinie</div> <div>Landgrabenstraße, Versickerung</div> <div>Projekt-Nr.: 2400228</div> <div>Bearbeiter: Dr. Hölzer</div>		<div>Prüfungsnummer:</div> <div>Probe entnommen am: 14.08.24</div> <div>Art der Entnahme:</div> <div>Arbeitsweise: Nasssiebung nach DIN EN ISO 17892-4</div> <div>Datum: 26.08.24</div>																																																									
<div>Bezeichnung: SP 2</div> <div>Bodenart: mS, g\bar{s}, fs', fg'</div> <div>Tiefe: 1,0 - 1,8 m</div> <div>k [m/s] (Beyer): 3.579E-4</div> <div>Entnahmestelle:</div> <div>U/Cc 3.8/1.0</div> <div>T/U/S/G [%]: - / 4.8 / 80.6 / 14.6</div> <div>Bodengruppe nach DIN 18196: SE</div> <div>d10/d30/d60 [mm]: 0.199 / 0.381 / 0.757</div> <div>Siebanalyse:</div> <div>Trockenmasse [g]: 2216.08</div>		<div>Siebanalyse</div> <table><tr><th>Korngröße [mm]</th><th>Rückstand [g]</th><th>Rückstand [%]</th><th>Siebdurchgänge [%]</th></tr><tr><td>31.5</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>100.00</td></tr><tr><td>16.0</td><td>31.70</td><td>1.43</td><td>98.57</td></tr><tr><td>8.0</td><td>64.14</td><td>2.90</td><td>95.67</td></tr><tr><td>4.0</td><td>70.94</td><td>3.20</td><td>92.47</td></tr><tr><td>2.0</td><td>124.80</td><td>5.64</td><td>86.83</td></tr><tr><td>1.0</td><td>315.84</td><td>14.27</td><td>72.57</td></tr><tr><td>0.5</td><td>660.96</td><td>29.85</td><td>42.71</td></tr><tr><td>0.25</td><td>726.24</td><td>32.80</td><td>9.91</td></tr><tr><td>0.125</td><td>96.48</td><td>4.36</td><td>5.55</td></tr><tr><td>0.063</td><td>17.52</td><td>0.79</td><td>4.76</td></tr><tr><td>Schale</td><td>105.46</td><td>4.76</td><td>-</td></tr><tr><td>Summe</td><td>2214.08</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Siebverlust</td><td>2.00</td><td></td><td></td></tr></table>		Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]	31.5	0.00	0.00	100.00	16.0	31.70	1.43	98.57	8.0	64.14	2.90	95.67	4.0	70.94	3.20	92.47	2.0	124.80	5.64	86.83	1.0	315.84	14.27	72.57	0.5	660.96	29.85	42.71	0.25	726.24	32.80	9.91	0.125	96.48	4.36	5.55	0.063	17.52	0.79	4.76	Schale	105.46	4.76	-	Summe	2214.08			Siebverlust	2.00		
Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurchgänge [%]																																																								
31.5	0.00	0.00	100.00																																																								
16.0	31.70	1.43	98.57																																																								
8.0	64.14	2.90	95.67																																																								
4.0	70.94	3.20	92.47																																																								
2.0	124.80	5.64	86.83																																																								
1.0	315.84	14.27	72.57																																																								
0.5	660.96	29.85	42.71																																																								
0.25	726.24	32.80	9.91																																																								
0.125	96.48	4.36	5.55																																																								
0.063	17.52	0.79	4.76																																																								
Schale	105.46	4.76	-																																																								
Summe	2214.08																																																										
Siebverlust	2.00																																																										

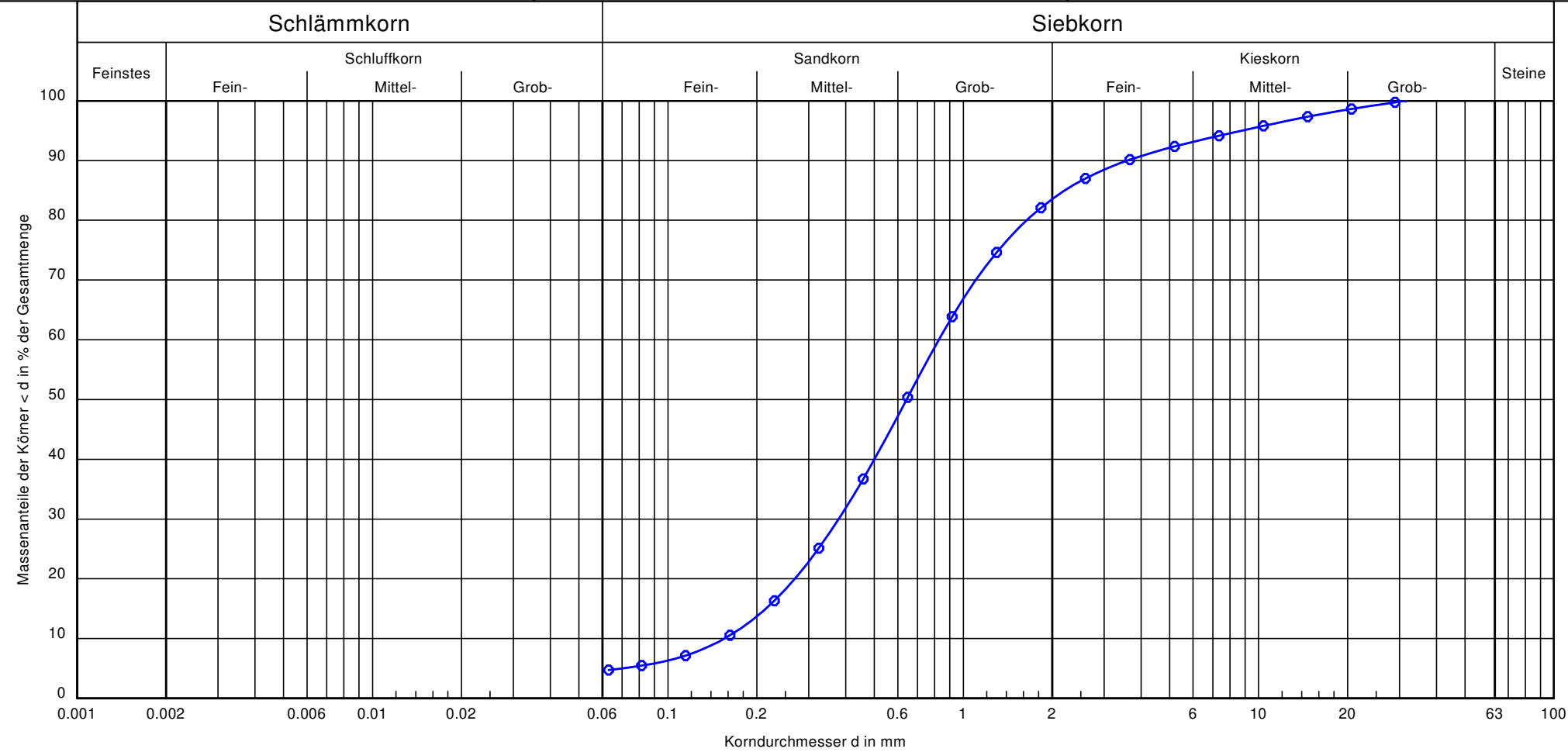
Baugrundlabor Dr. Hölzer
Hanfröste 1
76646 Bruchsal
07251-934931

Bearbeiter: Dr. Hölzer

Datum: 26.08.24

Körnungslinie
Landgrabenstraße, Versickerung
Projekt-Nr.: 2400228

Prüfungsnummer:
Probe entnommen am: 14.08.24
Art der Entnahme:
Arbeitsweise: Nasssiebung nach DIN EN ISO 17892-4



Bezeichnung:	SP 3	Bemerkungen: Entnahme durch: Sakosta GmbH	Anlage: Bericht:
Bodenart:	S, fg', mg'		
Tiefe:	1,0 - 1,8 m		
k [m/s] (Beyer):	1.9 · 10 ⁻⁴		
Entnahmestelle:			
U/Cc	5.3/1.1		
T/U/S/G [%]:	- /4.7/78.8/16.5		
Bodengruppe nach DIN 18196:	SE		

Bezeichnung: SP 3
Bodenart: S, fg', mg'
Tiefe: 1,0 - 1,8 m
k [m/s] (Beyer): 1.927E-4
Entnahmestelle:
U/Cc 5.3/1.1
T/U/S/G [%]: - / 4.7 / 78.8 / 16.5
Bodengruppe nach DIN 18196: SE
d10/d30/d60 [mm]: 0.155 / 0.379 / 0.827
Siebanalyse:
Trockenmasse [g]: 2531.66

Siebanalyse

Korngröße [mm]	Rückstand [g]	Rückstand [%]	Siebdurch- gänge [%]
31.5	0.00	0.00	100.00
16.0	53.64	2.12	97.88
8.0	83.76	3.32	94.56
4.0	85.22	3.37	91.19
2.0	151.98	6.02	85.17
1.0	398.32	15.76	69.41
0.5	778.70	30.82	38.59
0.25	568.88	22.52	16.07
0.125	241.54	9.56	6.52
0.063	45.24	1.79	4.72
Schale	119.38	4.72	-
Summe	2526.66		
Siebverlust	5.00		

Anlage 4: Versickerungsversuche (2 Seiten)

Anlage 4.1: Zusammengefasste Ergebnisse der Versickerungsversuche (1 Seite)

Anlage 4.2: Protokolle der Versickerungsversuche (1 Seite)

Auffüllversuch zur Bestimmung der Durchlässigkeit
Verfahren nach Kollbrunner und Maag

Datum:	14.08.2024	Projekt:	Versickerung Landgrabenstraße
Bearbeiter:	Weger	Projektnr:	2400228

Versuchsdurchführung

Bezeichnung Bohrung:	SP1	Versickerungsrohr (2 m)	
Rohrradius r [m]:	0,018	eingebaut u. GOK [m]:	1,0

Zeitintervall dt	Zeitintervall dt	Höhe Wasserspiegel h über Versickerungspunkt	berechnete Durchlässigkeit k_f für Zeitintervall	Durchlässigkeit k_f incl. Korrekturfaktor 2
[min]	[s]	[m]	[m/s]	[m/s]
0	0	1,69		
00:00:30	30	1,55	1,3E-05	2,6E-05
00:01:00	60	1,35	1,0E-05	2,1E-05
00:01:30	90	1,28	2,7E-06	5,3E-06
00:02:00	120	1,19	2,7E-06	5,5E-06
00:02:30	150	1,09	2,6E-06	5,3E-06
00:03:00	180	0,99	2,4E-06	4,8E-06
00:03:30	210	0,90	2,0E-06	4,1E-06
00:04:00	240	0,82	1,7E-06	3,5E-06
00:04:30	270	0,75	1,5E-06	3,0E-06
00:05:00	300	0,68	1,5E-06	2,9E-06

<p style="text-align: center;">Berechnung $k_f = \frac{r}{4 * dt} * 2.303 * \lg \frac{h_1}{h_2}$</p> <p>h1 = Wasserstand im Pegelrohr zu Beginn des Meßintervalles h2 = Wasserstand im Pegelrohr am Ende des Meßintervalles dt = Dauer Messintervall [s] r = Rohrradius [m]</p>	
mittlere Durchlässigkeit k_f 5,1E-06 m/s	mittlere Durchlässigkeit k_f incl. Korrektur 1,0E-05 m/s

