Rubel & Partner · Management für Umwelt und Technologie

Geotechnischer Bericht

Wohnbebauung Ehemalige Brauerei Wormser Straße in Mainz

Neubau Haus 3 bis 14 mit Tiefgarage

Auftraggeber:	Fischer & Co. GmbH & Co. KG Hintere Bleiche 11 D-55116 Mainz
Auftragnehmer:	Rubel & Partner Hermannstraße 65 D-55286 Wörrstadt Tel.: 06732 932980 Fax: 06732 961098
Projektnummer:	190835_C
Projektleiter:	Dipl.-Geol. S. Lahham

Wörrstadt, den 04. März 2020

190835_C_ber

Inhaltsverzeichnis

1 Auftrag ... 1

2 Verwendete Unterlagen ... 1

3 Situation ... 3

4 Durchgeführte Untersuchungen ... 5

5 Schichtenaufbau ... 8

5.1 Auffüllung ... 9

5.1.1 Außengelände ... 9

5.1.2 Kellerräume ... 10

5.2 Tertiär ... 10

5.2.1 Tone / Schluffe ... 10

5.2.2 Kalksteine / Mergelsteine ... 11

5.2.3 Sande ... 12

6 Fundamente Kellerräume ... 12

7 Bodenklassifizierung und Kennwerte ... 12

7.1 Klassifizierung der Schichten ... 12

7.2 Bodenmechanische Kennwerte ... 13

7.3 Erdbebenzone ... 14

8 Hydrogeologische Verhältnisse / Grundwasser ... 14

9 Schlussfolgerungen und Empfehlungen ... 16

9.1 Gründung ... 16

9.1.1 Nordflügel, Bereich Kellerräume ... 16

9.1.2 Nordflügel, Westlicher Randbereich ... 18

9.1.3 Nordflügel, Nördlicher Randbereich ... 19

9.1.4 Nordflügel, verfüllte Keller / südlicher Bereich ... 20

9.1.5 Ostflügel ... 22

9.1.6 Ostflügel, Bereich Wormser Straße ... 22

9.1.7 Ausführungshinweise zu Mikropfählen ... 23

9.2 Baugrube ... 23

9.2.1 Baugrubenverbau entlang Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße ... 23

9.2.2 Hangsicherung unterhalb von Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße 12/12a ... 24

9.2.3 Böschungen ... 25

9.3 Wasserhaltung ... 26

9.4 Bauwerksabdichtung 26
9.5 Versickerung 26
9.6 Beweissicherung 27
10 Zusammenfassung 27

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Lagepläne
Anlage 1.1 Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000
Anlage 1.2 Lageplan der Aufschlusspunkte, Maßstab 1 : 250
Anlage 1.3 Lageplan der Aufschlusspunkte innerhalb der Kellergewölbe, Maßstab 1 : 250
Anlage 2 Geotechnische Profilschnitte, Maßstab 1 : 50
Anlage 2.1 Aufschlüsse außerhalb der Kellergewölbe:
Anlage 2.1.1 Nordflügel, nördlicher Randbereich
RKS 1 – DPH 9 [U9] – RKS 12 [U9] – RKS 2 – RKS 2a – BK 1
Anlage 2.1.2 Nordflügel, westlicher Randbereich
DPH 8 [U9] – RKS 11 [U9] – DPH 5 [U9] – RKS 8 [U9] – BK 3 – DPH 6/6a [U9] – RKS 9 [U9]
Anlage 2.1.3 Nordflügel, südlicher Bereich
DPH 4 [U9] – RKS 6 [U9] – RKS 7 [U9] – RKS 29 – RKS 29a – RKS 30 – DPH 3 [U9] – DPH 3 [U8] – DPH 4 [U8] – RKS 3 [U9]
Anlage 2.1.4 Ostflügel
RKS 28 – RKS 5 [U9] – DPH 1 [U8] – RKS 4 [U9] – DPH 2 [U8] – BK 2a
Anlage 2.2 Aufschlüsse innerhalb der Kellergewölbe
Anlage 2.2.1 Kellergewölbe Ostseite, Nord
RKS 8 – RKS 9 – SCH 11 – SCH 12 – RKS 10 – RKS 11
Anlage 2.2.2 Kellergewölbe Ostseite, Süd
RKS 12 – RKS 13 – RKS 14 – DPH 1 – RKS 15
Anlage 2.2.3 Verbindungsgang
SCH 6 – SCH 5 – SCH 9 – RKS 22

Anlage 2.2.4 Kellergewölbe Westseite, Nord

SCH 1 – SCH 2 – SCH 13 – RKS 16 – RKS 17 – SCH 4 – RKS 18

Anlage 2.2.5 Kellergewölbe Westseite, Mitte

RKS 23 – SCH 7 – SCH 8 – RKS 19 – SCH 10 – SCH 13 – SCH 14 – RKS 20

Anlage 2.2.6 Kellergewölbe Westseite, Süd

RKS 15 – RKS 24 – RKS 25 – RKS 21 – RKS 26 – RKS 27

Anlage 3 Bodenmechanische Laborversuche

Anlage 3.1 Bestimmung der Wassergehalte nach DIN 17892-1

Anlage 3.2 Bestimmung der Korngrößenverteilung nach DIN 17892-4

Anlage 3.3 Bestimmung der Zustandsgrenzen nach DIN 17892-12

Anlage 3.4 Bestimmung des Kalkgehaltes nach DIN 18 129

Anlage 3.5 Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128

Anlage 3.6 Bestimmung der Abrasivität nach NF P 94-430-1

Anlage 4 Homogenbereiche nach DIN 18 300: 2019-09, DIN 18 301: 2019-09, DIN 18 320: 2019-09,

Anlage 5 Analyseergebnisse Umwelttechnik, Eurofins Umwelt Ost GmbH

Prüfbericht Nr. AR-19-FR-035306-01 (Grundwasser), vom 13.12.2019

Anlage 6 Fotodokumentation Kernbohrungen BK 1, BK 2a und BK 3

1 Auftrag

Das Büro Rubel & Partner wurde auf der Grundlage des Angebotes vom 30.08.2019 von der Fischer & Co. GmbH & Co. KG aus Mainz beauftragt Baugrunduntersuchungen für den geplanten Neubau von Wohnbebauungen auf dem Gelände der ehemaligen Brauerei in der Wormser Straße in Mainz auszuführen. Die Beauftragung erfolgte mit Schreiben vom 09.10.2019.

Die vorliegende Baugrundsituation ist in einem Geotechnischen Bericht darzustellen. Auf Basis der bodenmechanischen Feld- und Laboruntersuchungen sind Vorschläge zur wirtschaftlichen und sicheren Form der Gründung der geplanten Wohnbebauung auszuarbeiten.

Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse für den Neubau der Häuser 3 bis 14 mit gemeinsamer Tiefgarage zusammengefasst und bewertet.

2 Verwendete Unterlagen

Von der Faerber Architekten GbR, Mainz, wurden Rubel & Partner zur Bearbeitung des vorliegenden Berichts folgende Planunterlagen zur Verfügung gestellt:

[P1] Vermessungsbüro Müller, Bestandsplan Urgelände (Plan-Nr. 17015-01e), Maßstab 1:200, vom 22.08.2017

[P2] Vermessungsbüro Müller, Bestandsplan Kellergeschoss (Plan-Nr. 17015-02-1), Maßstab 1:200, vom 22.08.2017

[P3] Vermessungsbüro Müller, Bestandsplan Kellergeschoss (Plan-Nr. 17015-02-2), Maßstab 1:100, vom 22.08.2017

[P4] Landeshauptstadt Mainz, Städtebaulicher Rahmenplan W 105 „Ehemalige Brauerei Wormser Straße“, Maßstab 1 : 1 : 500, vom 09.11.2017

[P5] Faerber Architekten, Bebauungsplanverfahren, Vermesserdatei + Rahmenplan, Maßstab 1 : 1000, vom 21.03.2018

[P6] Faerber Architekten, Lageplan 500 + Vermesserdaten, Maßstab 1 : 500, vom 05.06.2019

[P7] Faerber Architekten, Grundrisse 500 Ebene 0 – TG bis Ebene 5, Maßstab 1 : 500, vom 05.06.2019

[P8] Faerber Architekten, Schnitte (AA, BB, CC, DD, EE), Maßstab 1 : 500, vom 05.06.2019

[P9] Faerber Architekten, Grundriss UG 3 Kellergewölbe, Maßstab 1 : 500, vom 06.02.2019

[P10] Faerber Architekten, Lageplan Feuerwehr, Maßstab 1 : 500, vom 05.06.2019

[P11] Dipl.-Ing. Markus Estenfeld, Statisches Konzept der Neubebauung „Wormser Straße“, vom 09.07.2019

[P12] Landeshauptstadt Mainz, Kellerbestand und Rahmenplan, Grün- und Umweltamt, Maßstab 1 : 750, vom Oktober 2019

[P13] Faerber Architekten, Gewölbekeller, Maßstab 1 : 500, vom 29.11.2019

[P14] Faerber Architekten, Gewölbekeller Zwischengeschoss, Maßstab 1 : 500, vom 29.11.2019

[P15] Faerber Architekten, Lageplan 500 + Gewölbekeller, Maßstab 1 : 500, vom 29.11.2019

[P16] Faerber Architekten, Lageplan 500 + Gewölbekeller + Bestand, Maßstab 1 : 500, vom 06.12.2019

[P17] Wirtschaftsbetrieb Mainz AöR, Kanalbestandsauskunft, Stand 04.07.2016

Des Weiteren standen Rubel & Partner folgende Unterlagen zur Verfügung:

[U1] Topographische / Geologische Karte, Blatt 6015, Mainz, Maßstab 1 : 25.000

[U2] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTVE-StB 17, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV)

[U3] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen, ZTVA-StB 12, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV)

[U4] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen RStO 12, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. (FGSV), 2012

[U5] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB), Ausgabe 2012

[U6] Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Arbeitsblatt DWA-A 138, April 2005

[U7] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ (EA-Pfähle), Ausgabe 2012

[U8] Rubel & Partner, Geotechnische Stellungnahme Nr. 1 vom 04.07.2017

[U9] Rubel & Partner, Geotechnischer Untersuchungsbericht, vom 09.08.2018

[U10] Rubel & Partner, Wohnbebauung Ehem. Brauerei, Neubau Haus 1, in Mainz, Geotechnischer Bericht, vom 07.02.2020

[U11] Rubel & Partner, Wohnbebauung Ehem. Brauerei, Neubau Haus 2, in Mainz, Geotechnischer Bericht, vom 07.02.2020

[U12] SGD Süd, Angaben zum Bemessungshochwasser HQ_{100} und HQ_{Extrem}, erhalten am 05.02.2020

3 Situation

Die Fischer & Co. GmbH & Co. KG aus Mainz projektiert die Entwicklung des Geländes der ehemaligen Rheinischen Brauerei an der Wormser Straße in Mainz. Im Zuge dieser Maßnahme sind die Errichtung von insgesamt 14 Wohngebäuden und die Sanierung des Bestandsgebäudes „Wormser Straße 153“ geplant.

Die Baumaßnahme besteht aus insgesamt drei Einzelprojekten. Das Haus Nr. 1 soll im Nordosten auf eine bestehende Halle (Säulenhalle) der ehemaligen Brauerei aufgesetzt werden. Am nordwestlichen Rand des Projektgeländes ist die Errichtung des alleinstehenden Haus 2 vorgesehen. Zum Neubau der Häuser 1 und 2 liegt mit [U10] und [U11] jeweils ein Geotechnischer Bericht vor.

Die Häuser 3 bis 14 sollen über eine gemeinsame Tiefgarage gegründet werden. Die Tiefgarage ist mit einem annährend L-förmigen Grundriss geplant. Der nördliche Gebäudeflügel erstreckt sich mit maximalen Abmessungen von rund 158 m x 52 m in Nord-Süd-Ausrichtung. Er nimmt, bis auf den nördlichen Bereich mit dem Haus 2, die westliche Hälfte des Projektgrundstücks ein. Der östliche Flügel soll bei einer West-Ost-Ausrichtung maximale Abmessungen von rund 71 m x 31 m erhalten. Dieser erstreckt sich von der West- bis zur Ostgrenze des Grundstücks.

Die Höheneinstellung der Tiefgarage ist gemäß [P8] mit folgenden Höhen festgelegt:

OK RFB Tiefgarage (Ostflügel) = 92,00 mNN

OK RFB Tiefgarage (Nordflügel) = 94,00 mNN – 94,5 mNN

Die Gebäude über der Tiefgarage sind mit Abmessungen von 12 m x 19 m bis 14 m x 35 m geplant. Sie erhalten jeweils 3 bis 5 Vollgeschosse sowie ein Staffelgeschoss.

Das Gelände der ehemaligen Rheinischen Brauerei befindet sich im Südosten der Stadt Mainz. Die Lage des Projektareals kann dem Übersichtslageplan im Maßstab 1 : 25.000 (Anlage 1.1) entnommen werden.

Die östliche Grundstücksgrenze wird von der Wormser Straße gebildet. Im Westen wird das Projektgrundstück im Wesentlichen von der Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße begrenzt. Im nördlichen Abschnitt der Westgrenze sowie im Norden und Süden schließen Grundstücke mit aufgelöster Wohnbebauung an. Der Rhein fließt in einem Abstand von ca. 60 m parallel zur östlichen Grundstücksgrenze.

Das Projektgelände befindet sich in einer nach Westen hin ansteigenden Hanglage. Die Wormser Straße im Osten des Grundstücks weist gemäß [P6] gleichmäßige Geländehöhen von ca. 85,6 – 85,7 mNN. Die Höhen steigen im Westen bis maximal 104,9 mNN an der Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße an, wobei die Höhen im Grenzverlauf zur Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße von 92,80 mNN in der südwestlichen Grundstücksecke nach Norden hin ansteigen.

Oberirdisch stellt sich das Gelände der ehemaligen Brauerei im Wesentlichen als eine große, zentrale Freifläche mit relativ gleichmäßigen Höhen von 94,2 mNN bis 95,5 mNN dar, um die sechs aufgehende Gebäude angeordnet sind.

Weitere Gebäude befinden sich im tiefer liegenden, nördlichen Grundstücksabschnitt. Der nördliche Grundstücksabschnitt liegt vornehmlich mit Höhen von ca. 87,2 mNN bis 91,5 mNN vor. Zu den im Westen angrenzenden Grundstücken Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße 12 und 12a ist der bestehende Höhensprung von ca. 10 m mit zwei Stützmauern terrassiert.

Die Zufahrt zur zentralen Freifläche erfolgt derzeit über eine entlang der östlichen Grundstücksgrenze verlaufenden Rampe. Der Höhenunterschied zur Wormser Straße, der nach Süden hin bis auf maximal ca. 10 m ansteigt, wird durch eine Stützwand abgesichert. Unterlagen zur Stützwand liegen Rubel + Partner nicht vor. Äußerlich ist eine Rückverankerung zu erkennen.

Im Westen besteht eine weitere Zufahrt mit Anschluss an die Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße.

Im Untergrund des ehemaligen Brauereigeländes liegt ein komplexes Kellersystem vor. Dieses nimmt in etwa 2/3 des nördlichen Gebäudeflügels ein.

Es handelt sich um einen ca. 100 m langen, in Nord-Süd-Richtung verlaufenden, zweigeschossigen Gang, von dem auf beiden Seiten Gewölbekeller abgehen. Der Gang besitzt eine Breite von ca. 5,0 m. In der zweiten Ebene schwankt die Unterkante der Decke gemäß [P14] zwischen 91,55 mNN bis 94,82 mNN.

Die nach Osten abgehenden Keller besitzen jeweils eine Decke in Form eines Kreuzgewölbes, dass mit jeweils zwei zentralen Säulen abgestützt wird. Die 5 nördlichen Kellergewölbe auf der Ostseite des Gangs besitzen jeweils Abmessungen von ca. 12,5 m x 15,5 m, die 3 südlichen Kellergewölbe weisen Abmessungen von ca. 10,5 m x 17,5 m auf. Die Kappen der Kreuzgewölbe wurden mit einer Höhe von ca. 93,0 mNN eingemessen [P15].

Die auf der Westseite abgehenden Keller variieren in ihrer Größe und Bauweise. Gemeinsam ist Ihnen eine Länge von jeweils ca. 30 m. Die Breite der Keller variiert zwischen ca. 6 und 11,5 m. Die Decken liegen in Form von Kappendecken oder Tonnengewölben vor. Die Unterkanten der Decken wurden gemäß [P15] mit 91,0 mNN bis 94,58 mNN eingemessen. In den Decken sind z.T. (Dom-)Schächte vorhanden, die auf weitere Aufbauten oberhalb der Deckenkonstruktion hindeuten. Die bauseits durchgeführten Schürfe oberhalb der Keller bestätigen dies.

Von den Kellern auf der Westseite, liegen derzeit 7 Keller frei. Am südlichen Ende des Gangs wurden auf der Westseite zwei Zugänge zugemauert. Es wird vermutet, dass hier zwei weitere Keller vorliegen, die zumindest teilweise mit Schutt verfüllt wurden. Unterlagen, bzw. detaillierte Kenntnisse zu den Kellern liegen nicht vor.

Die OK FB der beidseitig abgehenden Keller und des Gangs wurde durch den Vermesser [P15] mit einem gleichmäßigen Niveau von 85,79 mNN bis 86,57 mNN eingemessen.

Während die Keller auf der Ostseite des Gangs zu erhalten sind, können die Keller, die nach Westen abgehen, gemäß Angabe der Landesdenkmalpflege verfüllt werden. Die vorhandenen Tonnengewölbe müssen hierbei erhalten bleiben. Für das Verfüllen dürfen jedoch Öffnungen in die Gewölbedecken eingebracht werden.

Die Lage des Baufeldes mit der aktuellen Bestandsbebauung, der Lage der historischen Kellergewölbe und der geplanten Wohnbebauung ist aus Anlage 1.2 im Maßstab 1 : 250 ersichtlich.

4 Durchgeführte Untersuchungen

Zur Erkundung der Baugrundverhältnisse im Bereich der Häuser 3 bis 14 wurden am Projektstandort von Rubel & Partner im Zeitraum von November 2019 bis Januar 2020 folgende Aufschlüsse durchgeführt:

- 3 Kernbohrungen (BK nach DIN EN ISO 22475-1): BK 1, BK 2a, BK 3
- 24 Kleinbohrungen in Form von Rammkernsondierungen (RKS): RKS 8 bis RKS 30
- 1 Rammsondierung (Typ DPH nach DIN EN ISO 22476-2): DPH 1
- 16 Geotechnische Schurfaufnahmen: SCH 1 – SCH 16

Weiterhin werden die folgenden, im Rahmen von [U8] und [U9] ausgeführten Aufschlüsse zur Bewertung der Baugrundverhältnisse mit berücksichtigt. Die Voruntersuchungen erfolgten im Juli 2017 [U8] und Juli 2018 [U9]:

- 8 Kleinbohrungen in Form von Rammkernsondierungen (RKS): RKS 3 [U9] – RKS 9 [U9], RKS 11 [U9]
- 10 Rammsondierungen (Typ DPH nach DIN EN ISO 22476-2): DPH 1 [U8] – DPH 4 [U8], DPH 3 [U9] – DPH 6 [U9], DPH 6a [U9], DPH 8 [U9

Die Kernbohrungen (BK) zum Aufschluss des anstehenden Baugrundes bis max. 30,0 m wurden von der AS Geo-Umwelt-Technik GmbH, Sembach ausgeführt. Die Bohrkerne (Ø120/148/178 mm) wurden in Kernkisten ausgelegt und von Rubel & Partner in frischem Zustand aufgenommen. In Anlage 6 sind die Bohrkerne fotographisch dokumentiert.

Die Rammkernsondierungen (RKS) wurden mit einem Durchmesser von d = 80 mm bis 40 mm niedergebracht. Sie dienten zur Probenentnahme und zur Erkundung des Baugrundes bis maximal 9,0 m unter Gelände.

Aus den Kernbohrungen und Rammkernsondierungen wurden gestörte, sowie z.T. ungestörte Bodenproben entnommen. Im bodenmechanischen Labor Rubel & Partner erfolgte eine bodenmechanische Ansprache der Proben zum Zweck einer einheitlichen Benennung und Beschreibung nach DIN EN ISO 14 688 sowie eine bautechnische Klassifizierung nach DIN 18 196, DIN 18 300 und DIN 18 301.

Zur Bestimmung der Lagerungsdichte der anstehenden Böden wurde ergänzend schwere Rammsondierungen Typ DPH (Dynamic-Probing-Heavy) bis 12 m unter GOK ausgeführt. Die schwere Rammsondierung besitzt einen Spitzenquerschnitt von 15 cm² und erfolgt mit einem Fallgewicht von 50 kg bei einer Fallhöhe von 0,5 m.

Weiterhin wurden innerhalb der Kernbohrungen (BK) Bohrlochrammsondierungen (SPT) nach DIN 4094-2 ausgeführt. Diese erfolgten mit einem Spitzenquerschnitt von 20 cm² und einem Fallgewicht von 63,5 kg bei einer Fallhöhe von 0,76 m.

Die (Klein-)Bohrungen und Rammsondierungen wurden sowohl in den Außenbereichen als auch innerhalb der Kellerräume durchgeführt.

Für die Sondierungen innerhalb der Kellerräume erfolgten bauseits Vorbereitungsarbeiten durch die Firma Haas Beton-Bohr- & Sägetechnik aus Bingen. Diese führte Kernbohrungen bis maximal 1,7 m Tiefe durch. Bei der Ausführung der Kernbohrungen erfolgte jedoch keine Kernaufnahme durch die Fa. Haas, zudem wurde nicht nur der Kellerboden durchörtert, sondern auch darunter folgende Bodenschichten. Bindige Schichten wurden mit dem Bohrwasser ausgespült. Anhand der vorhandenen Bohrkernreste erfolgte, soweit wie möglich, eine Rekonstruktion des vorhandenen Fußbodenaufbaus innerhalb der geotechnischen Profilschnitte.

Mit Ausnahme der Rammkernsondierung RKS 9 mussten alle in den Kellerräumen angesetzten Sondierungen in Tiefen von 0,7 m (DPH 1) und 5,1 m unter GOK (RKS 8) widerstandsbedingt abgebrochen werden.

Die in den Kellerräumen durchgeführten Baugrundaufschlüsse sind in der nachfolgenden Tabelle in der Übersicht dargestellt:

Tabelle 1: Durchgeführte Baugrundaufschlüsse in Kellerräumen

Aufschluss	Bohransatzpunkt ca. [mNN]	Bohrtiefe [m unter GOK]	Höhe Bohrendtiefe ca. [mNN]
RKS 8	86,60	5,10	81,50
RKS 9	86,10	9,00	77,10
RKS 10	86,20	3,20	83,00
RKS 11	86,00	2,20	83,80
RKS 12	86,20	3,00	83,20
RKS 13	86,40	3,50	82,90
RKS 14	86,40	2,00	84,40
RKS 15	86,60	5,00	81,60
RKS 16	86,20	5,40	80,80
RKS 17	86,20	3,70	82,50
RKS 18	86,20	3,50	82,70
RKS 19	85,13	3,20	81,93
RKS 20	85,74	1,80	83,94
RKS 21	85,80	3,40	82,40
RKS 22	86,00	2,30	83,70

Aufschluss	Bohransatzpunkt ca. [mNN]	Bohrtiefe [m unter GOK]	Höhe Bohrendtiefe ca. [mNN]
RKS 23	86,40	1,60	84,80
RKS 24	86,20	1,80	84,40
RKS 25	86,30	2,10	84,20
RKS 26	85,90	4,30	81,60
RKS 27	86,00	2,00	84,00
DPH 1	86,60	0,70	85,90

Von den außerhalb der Kellerräume ausgeführten Sondierungen konnte nur mit den Rammkernsondierungen RKS 5 [U9], RKS 8 [U9] und RKS 11 [U9] und den Rammsondierungen DPH 1 [U8] und DPH 8 [U9] die planmäßige Endteufe von 9,0 m unter GOK bzw. 12,0 m unter GOK erreicht werden. Alle anderen Sondierungen mussten in Tiefen von 1,5 m (RKS 29) bis 8,5 m unter GOK (RKS 4 [U9]) widerstandsbedingt abgebrochen werden.

Die in den Außenbereichen durchgeführten Baugrundaufschlüsse sind in der nachfolgenden Tabelle in der Übersicht dargestellt:

Tabelle 2: Durchgeführte Baugrundaufschlüsse Außengelände

Aufschluss	Bohransatzpunkt [mNN]	Bohrtiefe [m unter GOK]	Höhe Bohrendtiefe [mNN]
BK 1	88,80	20,00	68,80
BK 2a	95,70	20,00	75,70
BK 3	101,82	30,00	71,82
RKS 28	94,96	5,00	89,96
RKS 29	95,46	1,50	93,96
RKS 29a	95,12	4,00	91,12
RKS 30	96,38	8,00	88,38
RKS 3 [U9]	96,28	4,70	91,58
RKS 4 [U9]	95,20	8,50	86,70
RKS 5 [U9]	95,00	9,00	86,00
RKS 6 [U9]	94,47	6,60	87,87
RKS 7 [U9]	95,90	8,00	87,90
RKS 8 [U9]	101,79	9,00	92,79
RKS 9 [U9]	95,70	3,90	91,80
RKS 11 [U9]	102,47	9,00	93,47
DPH 1 [U8]	94,81	12,00	82,81
DPH 2 [U8]	94,96	6,00	88,96
DPH 3 [U8]	96,42	7,40	89,02
DPH 4 [U8]	96,31	5,60	90,71
DPH 3 [U9]	98,13	5,80	92,33
DPH 4 [U9]	94,47	6,20	88,27
DPH 5 [U9]	101,79	5,10	96,69

Aufschluss	Bohransatzpunkt [mNN]	Bohrtiefe [m unter GOK]	Höhe Bohrendtiefe [mNN]
DPH 6 [U9]	95,70	3,30	92,40
DPH 6a [U9]	95,70	2,50	93,20
DPH 8 [U9]	102,47	12,00	90,47

Die zeichnerische Darstellung der Bohrergebnisse nach DIN 4023 sowie der Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen (DPH) und Bohrlochrammsondierungen (SPT) können den geotechnischen Profilschnitten der Anlage 2 entnommen werden.

Die Ansatzpunkte der Aufschlüsse im Außengelände wurden lage- und höhenmäßig eingemessen. Die Baugrundaufschlüsse wurden auf einen Kanaldeckel in der Wormser Straße (Nr. 503853068), einen Kanaldeckel im Gehweg der Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße (Nr. 503833092) und einen Kanaldeckel auf dem Grundstück vor dem Haus „Wormser Straße 155“ eingemessen, deren Höhen dem Höhenplan [P1] und dem Kanalbestandsplan [P17] entnommen wurde.

Die Ansatzhöhen der in den Kellern durchgeführten Bohrungen wurde auf Grundlage der Vermessungen [P13] ermittelt.

Um Erkenntnisse über die Gründung der Grundmauern in den Kelleranlagen zu erlangen, wurden im Vorfeld der Geländearbeiten in Absprache mit dem Statik Büro Estenfeld aus Mainz entlang der Zwischenwände zwischen den einzelnen Kellern Baggerschürfe niedergebracht. Durch das Büro Rubel & Partner wurden die Schürfe hinsichtlich der Tiefe und der Art der Gründung und der Böden unterhalb der Grundmauern aufgenommen.

Die Lage der Schürfe ist in der Anlage 1.3 ersichtlich. Die Darstellung der Schurfprofile ist in den Anlagen 2.2 dargestellt.

5 Schichtenaufbau

Nach den Ergebnissen der Baugrundaufschlüsse, dem vorhandenen Kartenwerk und der eingehenden Geländeaufnahme vor Ort kann der allgemeine Schichtenaufbau wie folgt zusammengefasst werden:

Das Untersuchungsgebiet liegt im Mainzer Becken, das im Zusammenhang mit der Entstehung des Oberrheingrabens entstanden ist.

Die Basis wird im Projektareal von Tertiärablagerungen eingenommen. Bei diesen Ablagerungssedimenten handelt es sich am Projektstandort um Ton-/Kalkmergel sowie Hydrobien-Schille (Schalen- und Schneckenreste) mit eingeschalteten Kalksteinbänken. Innerhalb der Sedimente sind kohlige Pflanzenreste und dünne Braunkohleflöze nicht auszuschließen. Die tertiären Ablagerungen werden im Außenbereich flächig von einer künstlichen Auffüllung überlagert, die bereichsweise mit einem Basalt-Kopfsteinpflaster und Asphalt befestigt ist. In den

Kellern ist die Kellersohle flächig mit einem Betonfußboden versiegelt und teilweise von einer Auffüllung unterlagert.

Nachfolgend wird der angetroffene Schichtenaufbau beschrieben.

5.1 Auffüllung

5.1.1 Außengelände

Die Oberflächen im Außengelände weisen in den Grünflächen umgelagerte Oberböden vor. Die befestigten Flächen zeigen Asphalt- und Pflasteroberflächen.

In den Grünflächen (RKS 4 [U9], RKS 5 [U9], RKS 7 [U9], RKS 9 [U9], RKS 29 und RKS 30) wurde der Oberboden als wechselnd kiesiger, schwach schluffiger bis schluffiger Sand oder als schwach kiesiger, sandiger Schluff erkundet. Der humose Oberboden besitzt eine braun bis dunkelbraune Färbung und weist Wurzeln und Holzreste auf. Bereichsweise (RKS 4 [U9]) wurden innerhalb des Oberbodenhorizontes Schlackenbruchstücke dokumentiert.

In der RKS 6 [U9] wurde als Oberflächenbefestigung eine 0,08 m mächtige Asphaltschicht durchbohrt. Die Pflasterbefestigungen (RKS 8 [U9], RKS 9 [U9], RKS 11 [U9], RKS 28, RKS 29a, BK 2a und BK 3) weisen Stärken von 0,1 m (BK 2a) bis 0,6 m (RKS 11 [U9]) auf.

Unterhalb des umgelagerten Oberbodens bzw. unterhalb der Oberflächenbefestigung wurden im Außenbereich des Geländes flächig Auffüllungen angetroffen. Die Auffüllungen sind sehr inhomogen ausgeprägt, die Farbgebung variiert stark. Es ist zu beachten, dass es sich bei den Auffüllungen Böden, anthropogenen Ursprungs handelt, die in ihrer Zusammensetzung und Lagerungsdichte großen Schwankungen unterworfen sein können.

Bodenmechanisch können sie zum einen als sandige bis stark sandige, kiesige bis stark kiesige, tonige Schluffe angesprochen werden und zum anderen als kiesige bis stark kiesige, schluffige, tonige bis stark tonige Sande und sandige bis stark sandige, schluffige, tonige bis stark tonige Kiese. In der BK 3, die am südwestlichen Ende der historischen Keller niedergebracht wurde, war die Auffüllung stark steinig ausgeprägt. Generell ist in den Auffüllungen mit einem Block- und Steinanteil zu rechnen. Der Kiesanteil besteht vornehmlich aus Kalkstein, teilweise auch aus Sandstein. Weiterhin wurden Schnecken und Schneckenreste dokumentiert.

Als Fremdbestandteile wurden verbreitet Ziegelbruch und Betonbruch innerhalb der aufgefüllten Böden vorgefunden. In der RKS 11 [U9] und der RKS 8 [U9] wurden Kohlereste in der Auffüllung dokumentiert. In der RKS 5 [U9], RKS 4 [U9], RKS 6 [U9], RKS 7 [U9] und RKS 9[U9] wurden Schlackebruchstücke vorgefunden, in der RKS 7 [U9], in einer Tiefe von 0,7 m bis 1,05 m uGOK eine sandig, kiesige Schlackelage. In der RKS 8 [U9] und der BK 3 wurde vereinzelt Keramikbruch festgestellt.

Die Farbgebung schwankt in der schluffigen Auffüllung zwischen braun und graubraun bis hin zu grau, in der sandigen Auffüllung von hellbraun und gelbbraun über braungrau bis dunkel-

grau und in der kiesigen Auffüllung von schwarzgrau über graubraun und braun bis zu rotbraun und olivbraun.

Die Schlagzahlen der schweren Rammsondierungen DPH aus [U8] und [U9] von vornehmlich $N_{10} < 10$ dokumentieren eine geringe Tragfähigkeit, vereinzelt höhere Schlagzahlen sind auf Steine innerhalb der Auffüllung zurückzuführen. Nicht bindig ausgeprägte Bereiche sind als locker bis maximal mitteldicht gelagert zu bewerten. Den bindig ausgeprägten Bereichen ist in Übereinstimmung mit der Bohrgutansprache gemäß DIN EN ISO 14 688 eine weiche bis maximal halbfeste Konsistenz zuzuweisen.

5.1.2 Kellerräume

In den Kellerräumen liegt ein Betonfußboden vor. Die Stärke des Betonfußbodens schwankt in den Kernbohrungen und an den Baggerschürfen zwischen ca. 0,11 m und 0,48 m. Bereichsweise folgt unterhalb des Betonfußbodens eine Auffüllung bzw. eine Verstärkung aus Magerbeton, Ziegel- oder Kalksteinen. Die Unterkante der Verstärkung/ Auffüllung ist bei maximal 1,0 m anzunehmen.

Es ist des Weiteren anzunehmen, dass der Fußbodenaufbau direkt auf dem tertiären Baugrund aufliegt. Aufgrund der fehlenden Aufnahme der bauseits durchgeführten Kernbohrungen (Kernverluste) kann grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass Auffüllungen, wenn auch nur von geringer Mächtigkeit, unterhalb der Fußböden vorliegen können.

5.2 Tertiär

Unterhalb der Auffüllung wurden die tertiären Schichten aufgeschlossen. Diese stellen sich als geringmächtige Wechsellagerung von Tonen / Schluffen, eingelagerten Kalkstein- und Mergelsteinbänken und untergeordnet Sand dar. Die Zwischenlagen aus Kalkstein und Mergelstein weisen unterschiedliche Verwitterungszustände auf und können sowohl Eigenschaften eines Festgesteins als auch eines Lockergesteins besitzen. Die Mächtigkeit der einzelnen Schichten beträgt zumeist nur wenige Dezimeter. Sie verzahnen sich sowohl lateral, als auch vertikal. Ein einheitlicher Verlauf einzelner Schichten ist nicht eindeutig nachzuverfolgen.

Aus geotechnischer Sicht sind mit den anstehenden schluffigen Tonen, Kalksteinen/Mergelsteinen und Sanden drei Grundeinheiten der tertiären Wechsellagerung zu unterscheiden. In der Schichtenfolge stellen die schluffigen Tone den überwiegenden Anteil dar.

5.2.1 Tone / Schluffe

In allen Bohrungen wurden die tertiären Tone in unterschiedlichen Stärken erbohrt. Die Ton-/ Schluffablagerungen weisen meist eine graue – dunkelgraue bis olivgraue Farbe auf. Untergeordnet besitzen die Tone / Schluffe auch eine hellbraune bis beigebraune Färbung.

Bodenmechanisch sind die Tone / Schluffe als schwach sandige bis sandige Tone / Schluffe anzusprechen. Innerhalb der z.T. fein geschichteten Tone / Schluffe sind bereichsweise fossile Ablagerungen (Schalenreste, Schnecken) festzustellen. Die ausgeführten Wassergehaltsbestimmungen der Anlage 3.1 weisen dem Ton / Schluff Wassergehalte zwischen w_n = 22,17 – 39,56 Ma.-% nach. Die z.T. hohen Wassergehalte sind auf die Anteile von Schneckenresten und Muschelresten zurückzuführen, die ein hohes Wasserspeichervermögen besitzen. Sie können aber auch auf organische Anteile innerhalb der Schluffe /Tone zurückgeführt werden.

Die Konsistenz der anstehenden Tone ist überwiegend mit steif bis halbfest, bereichsweise auch mit halbfest bis fest zu bezeichnen. Die im Labor und während der Geländearbeiten angesprochenen Konsistenzen werden mit den exemplarisch ausgeführten Zustandsgrenzen der Anlage 3.3 bestätigt. Bei den Tonen / Schluffen handelt es sich nach der Darstellung im Plastizitätsdiagramm um mittelplastische bis ausgeprägt plastische Tone bzw. leicht plastische Schluffe und Sand-Ton-Gemische.

Repräsentativ durchgeführte Kalkgehaltsbestimmung der Anlage 3.4 an den Schluffen / Tonen zeigen einen hohen Kalkgehalt von V_{Ca} = 40,17 Ma.-% bis V_{Ca} = 68,76 Ma.-%. Der Glühverlust ist gemäß Anlage 3.5 an repräsentativen Proben mit Werten zwischen V_{gl} = 2,96 Ma.-% und V_{gl} = 8,27 Ma.-% bestimmt. Die Tone / Schluffe sind gemäß DIN EN ISO 14 688-2 als schwach organisch bis mittel organisch einzustufen.

5.2.2 Kalksteine / Mergelsteine

Im Untersuchungsgebiet sind Kalkstein- und Mergelsteinbänke sowohl innerhalb der Tone / Schluffe, als auch innerhalb der Sande vorzufinden. Die Kalksteine zeigen meist eine hellgraue bis graubraune bis gelbbraune Farbe.

Massive, unverwitterte Kalkstein-/Mergelsteinbänke mit einer Stärke von mehreren Metern wurden nicht erschlossen. Generell liegt die Mächtigkeit der unverwitterten Kalksteinbänke bei < 1,0 m. Die Kalksteinbänke sind gemäß DIN 18 300 (Stand 2010) den Bodenklassen 6 bis 7 zuzuordnen.

Aufgrund der Verwitterungseinflüsse sind Kalk-/Mergelsteine auch in ihrem Verfestigungsgrad als angewittert bis zersetzt zu bezeichnen. Nach bodenmechanischer Ansprache liegen die Kalk-/Mergelsteine als schluffige, sandige und steinige (blockige) Kieslagen vor.

Zersetzter Kalk-/Mergelstein besitzt Lockergesteinseigenschaften. Er ist jedoch aufgrund des Steinanteiles gemäß DIN 18 300 (Stand 2010) den Bodenklassen 5 bis 6 zuzuordnen.

Die Kalkstein-/Mergelsteinbänke sind aufgrund unterschiedlicher Mächtigkeit und Tiefenlage in den durchgeführten Bohrungen nicht durchgehend korrellierbar und erfahrungsgemäß nicht horizontbeständig.

Der Abrasivitätsindex wurde im Rahmen von [U11] an der Einzelteilprobe BK 2a/(2,65-2,76) [U11] nach NF P 94-430-1 mit A_{in} = 1,1 [-] bestimmt. Dieses Ergebnis klassifiziert nach CERCHAR ein abrasives Festgestein.

5.2.3 Sande

Die tertiären Sande wurden im gesamten Untersuchungsgebiet vorwiegend als dünne, wenige Dezimeter mächtige Schicht in den tertiären Wechsellagerungen erbohrt. Ausschließlich in den Kernbohrungen BK 1 [U10] und BK 2a [U11] wurden in einer Tiefenlage von 79,6 mNN bis 74 mNN mächtigere Sandlagen (BK 1: 1,2 m mächtig, BK 2a: 1,9 m mächtig) erbohrt. Im Altaufschluss RKS 5 [U9] im östlichen Projektgebiet (Tiefgaragenkomplex) wurde eine 1,4 m mächtige Sandlage auf einem Höhenniveau von 88,6 mNN bis 90,0 mNN erbohrt. Analog zu den Kalksteinbänken sind auch die Sandlagen nicht korrellierbar und erfahrungsgemäß nicht horizontbeständig.

Die Farbe der Sande schwankt zwischen gelbbraun, beigebraun und graubraun. Bodenmechanisch handelt es sich um einen schluffigen, schwach tonigen, kiesigen Sand.

Die Sande sind fossilführend (Schnecken) und weisen einen hohen Gehalt an Muschelbruch und Schneckenbruch auf. Die Kalkgehalte liegen erfahrungsgemäß zwischen V_{Ca} = 70 – 85 %.

6 Fundamente Kellerräume

Die bauseits hergestellten Schürfe wurden hinsichtlich der Gründungstiefe und dem unterhalb der Grundmauern anstehenden Boden aufgenommen (siehe Anlage 2.9 bis 2.11).

Die geotechnische Aufnahme der Fundamente in den Kellerräumen zeigt, dass die Fundamente durchgängig in dem natürlich anstehenden Baugrund abgesetzt wurden. Dieser wird im Projektgebiet von der tertiären Wechsellagerung gebildet.

Bei den Fundamenten der Kellerwände handelt es sich überwiegend um gemauerte Grundmauern aus Kalk-, Sand- oder Ziegelsteinen. Untergeordnet liegen die Fundamente ohne Mauerwerksbindung als lose Steine vor.

Die Unterkante der Fundamente schwankt zwischen 0,2 m und 1,45 m unter OK FFB des Kellers.

In den Schürfen wurden in der Gründungsebene mehrheitlich Kalksteine bzw. Kalksteinbänke festgestellt. Die Fundamente wurden jedoch auch innerhalb der Lockergesteinsschichten des Tertiärs (Ton, Schluff) abgesetzt (Kap. 5.2).

Da die Schürfe nur bis zur Unterkante der Fundamente ausgeführt wurden, wurden die Kalksteinbänke, bzw. unterlagernde Böden nicht durchfahren, so dass die Stärke der Kalksteinbänke, bzw. Böden nicht aufgenommen werden konnte.

7 Bodenklassifizierung und Kennwerte

7.1 Klassifizierung der Schichten

In der nachfolgenden Tabelle 3 wird eine Unterteilung der Schichten und eine Klassifizierung nach den Bodengruppen der DIN 18 196 sowie der Bodenklasse nach DIN 18300 alt/neu vor-

genommen. Die Eigenschaften und Kennwerte der Homogenbereiche nach DIN 18 300/18 301 sind der Anlage 4 zu entnehmen. Des Weiteren folgt eine Zuordnung der Frostempfindlichkeit nach ZTVE-StB 17 und der Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVA-StB 12.

Tabelle 3: Erdbautechnische Klassifizierung der Schichten

Schichten	Bodengruppe DIN 18 196	Bodenklasse DIN 18 300		Bodenklasse DIN 18 301		Frostempfindlichkeit ZTVE-StB 17 [2]	Verdichtbarkeitsklasse ZTVA-StB 12 [3]
		alt	neu [1]	alt [4]	neu [1]		
Auffüllung							
Oberboden	[OH]	1	A	BO 1 / BO 2	A	/	/
Schluff / Sand / Kies	[UL / TL / TM / SE / SU / SU* / ST* / GE / GW / GU* / GT*]	3 / 4 / 5 / 6, wenn breiig 2	B	BB 1 – BB 3 BN 1 – BN 2 BS 1 – BS 4	B	F 1 – F 3	V 1 – V3
Tertiär							
Ton / Schluff	UL / TL / TM / TA	4, 5, wenn breiig 2		BB 2 – BB 4		F 2 – F 3	V 3
Sand	SU* / ST*	4		BN 1 – BN 2		F 3	V 2
Kalkstein / Mergelstein, zersetzt	SU / GU / GW / GT* / GU*	3 / 4 / 5 / 6	C	BB 2 – BB 4 BS 1 – BS 2 FV 1	C	F 1 – F 3	V 1 – V3
Kalkstein / Mergelstein, entfestigt bis unverwittert	/	6 / 7		FV 1 – FV 2 FD 1 – FD 4		/	/

[1] Homogenbereich nach DIN 18 300/18 301: 2019-09, Anlage 4

[2] F 1 = nicht frostempfindlich; F 2 = gering bis mittel frostempfindlich; F 3 = sehr frostempfindlich

[3] V 1 = nicht bindige bis schwach bindige, grobkörnige und gemischtkörnige Böden; V 2 = bindige gemischtkörnige Böden
V 3 = bindige, feinkörnige Böden

[4] Klasse BO = Organische Böden, 1 = Mudde, Humus, und zersetzte Torfe; 2 = unzersetzte Torfe
Klasse BN = Nichtbindige Böden, 1 = Feinkornanteil bis 15 %; 2 = Feinkornanteil über 15 %
Klasse BB = Bindige Böden, 1 = flüssig bis breiig; 2 = weich bis steif; 3 = halbfest; 4 = fest bis sehr fest
Zusatzklasse BS = Steine und Blöcke, 1 = bis 30 Gew.-% bis 300 mm; 2 = über 30 Gew.-% bis 300 mm; 3 = bis 30 Gew.-% bis 630 mm; 4 = über 30 Gew.-% bis 630 mm
Klasse FV = Fels nach Verwitterungsgrad, 1 = entfestigt; 2 = angewittert mit Trennflächenabstand bis 30 cm; 3 = angewittert mit Trennflächenabstand über 30 cm; 4 = unverwittert mit Trennflächenabstand bis 10 cm, 5 = unverwittert mit Trennflächenabstand von 10 bis 30 cm; 6 = unverwittert mit Trennflächenabstand über 30 cm
Zusatzklasse FD = Fels nach einaxialer Festigkeit, 1 = bis 20 N/mm²; 2 = über 20 bis 80 N/mm²; 3 = über 80 bis 200 N/mm²; 4 = über 200 bis 300 N/mm²; 5 = über 300 N/mm²;

7.2 Bodenmechanische Kennwerte

Auf Grundlage der durchgeführten bodenmechanischen Feld- und Laborversuche können die in der nachfolgenden Tabelle 4 zusammengestellten mittleren Bodenkennwerte in Abstimmung mit DIN 1055 für erdstatische Berechnungen in Ansatz gebracht werden.

Die tertiären Schichten weisen eine sehr wechselhafte Unterteilung auf. Eine Angabe von Bemessungskennwerten für die einzelnen Schichten (Ton / Schluff und Kalkstein) kann aus planerischer und baupraktischer Sicht nicht als sinnvoll erachtet werden, so dass in der nachfolgenden Tabelle 4 ergänzend auch mittlere Bemessungskennwerte für die tertiäre Wechsellagerung angegeben werden.

Tabelle 4: Bodenmechanische Kennwerte (charakteristisch)

Schichten	Wichte (feucht) γ_k [kN/m³]	Wichte (unter Auftrieb) γ'_k [kN/m³]	Reibungswinkel (dränierter Boden) φ'_k [Grad]	Kohäsion (dränierter Boden) c'_k [kN/m²]	Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m²]
Auffüllung					
Oberboden	17	7	/	/	/
Schluff / Sand / Kies	18 – 21	8 – 12	25 – 32,5	0 – 10	/
Tertiär					
Ton	20	10	22,5 – 25	10 – 20	25 – 30
Sand	20	10	32,5	0	30 – 40
Kalkstein / Mergelstein, zersetzt	21	13	35[1)]	5 – 10 [1)]	30 – 60
Kalkstein / Mergelstein entfestigt bis unverwittert	24	/	45[1)]	/	80 – 200
Tertiär Wechsellagerung	20	10	25,0	10	40

[1)] Ersatzreibungswinkel

7.3 Erdbebenzone

Nach DIN EN 1998 und der Karte zu den Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen liegt das Baugelände in der Erdbebenzone 0 sowie in der Untergrundklasse S (Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung).

Der Baugrund (bis ca. 30 m u. GOK), kann in die Baugrundklasse C eingestuft werden.

8 Hydrogeologische Verhältnisse / Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Baugrundaufschlussarbeiten wurde sowohl in [U9] als auch im laufenden Projekt in einigen Sondierungen Grundwasser angetroffen. In der nachfolgenden Tabelle sind die ermittelten Wasserstände zum Zeitpunkt der Sondierarbeiten festgehalten:

Tabelle 5: Grund- / Schichtwasserbeobachtungen

Aufschluss	Bohransatzpunkt [mNN]	Wasserstand [m u. GOK]	Wasserstand [mNN]	Datum
RKS 13 [U9]	87,62	4,40	83,22	05.07.2018
RKS 14 [U9]	88,47	6,69	81,78	05.07.2018
BK 1	88,70	6,60	82,10	29.11. – 03.12.2019
BK 2a	95,70	14,30	81,40	20.11. – 25.11.2019
BK 3	101,80	20,60	81,20	26. – 28.11.2019
RKS 4	86,72	4,86	81,86	18.12.2019
RKS 6	84,90	2,92	81,98	18.12.2019
RKS 9	86,10	3,00	83,10	21.11.2019
RKS 13	86,40	2,60	83,80	22.11.2019

Grund- bzw. Schichtwasser wurde während der Geländearbeiten im Juli 2018 und November/ Dezember 2019 angesichts dessen, dass vor Ort kein Porengrundwasserleiter vorhanden ist, bei einem relativ gleichmäßigen Druckniveau von 81,2 mNN bis 83,80 mNN angebohrt. Das Grundwasser zirkuliert im Projektgebiet innerhalb der durchlässigen Schichten der tertiären Wechsellagerung und liegt auch bereichsweise gespannt vor. So wurde in BK 1 ein Anstieg von ca. 1,7 m bis zum Bohrende aufgezeichnet.

Grundsätzlich kann nicht ausgeschlossen werden, dass bei längeren Niederschlagsereignissen höhere Grundwassermessstände (auch über die gemessenen Schichtwasserstände) möglich sind.

Es ist davon auszugehen, dass der Grundwasserstand im Projektgebiet direkt mit dem Rheinwasserpegel korrespondiert. Die Hochwasserstände des Rheins im Bereich des Projektgebiets Rhein-km 494,85) wurden gemäß [U12] mit HQ_{100} = 87,13 mNN und HQ_{extrem} = 88,50 mNN angegeben.

Die erteuften schluffigen Auffüllungen sowie die bindigen tertiären Böden können Niederschlagswasser aufstauen, so dass es temporär auch zu einer Schichtwasserführung und Stauwasser in geringeren Tiefen kommen kann. Nach längeren Niederschlägen ist nicht auszuschließen, dass örtlich und zeitlich begrenzt Schichtwasser aus versickerndem Niederschlagswasser auftreten kann.

Zur Beurteilung betonaggressiver Inhaltsstoffe nach DIN 4030-2 wurde aus der Kernbohrung BK 1 eine Grundwasserprobe entnommen und im chemischen Labor untersucht. Die Analysendaten sind in der Anlage 5 zusammengestellt. Nach dem Ergebnis der chemischen Analyse ist das entnommene Grundwasser als „schwach betonangreifend“ einzustufen.

9 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

9.1 Gründung

Im Hinblick auf die Gründungsarbeiten ist das Baufeld in zwei grundsätzliche Einheiten aufzuteilen. Das Baufeld kann hierbei in den nördliche Gebäudeflügel mit den im Untergrund vorliegenden Kellern und in den südlichen Gebäudeflügel ohne unterirdische Bauten aufgeteilt werden.

Innerhalb dieser Einheiten sind einzelne Bereiche gesondert zu betrachten. Im nördlichen Gebäudeflügel sind hier die westlichen und nördlichen Randbereiche zu nennen, wo die Grundfläche des Neubaus über das bestehende Kellersystem hinausragen. Des Weiteren besitzt der Bereich, in dem die zwei verfüllten Keller vermutet werden gesonderte Randbedingungen. Im Ostflügel ist der Anschlussbereich an die Stützwand zur Wormser Straße gesondert zu betrachten.

9.1.1 Nordflügel, Bereich Kellerräume

Im nördlichen Teilbereich ist die OK RFB der gemeinsamen Tiefgarage mit einem Niveau von 94,50 mNN geplant. Dementsprechend kommt die UK Bodenplatte bei einer geplanten, bzw angenommenen Bodenplattenstärke von 0,5 m bei 94,0 mNN zu liegen [P8].

Im Bereich der bestehenden Keller ist, vorbehaltlich der unbekannten Stärke der Kellerdecken, davon auszugehen, dass die Bodenplatte der Tiefgarage überwiegend unmittelbar oberhalb der Keller zu liegen kommt. In Abschnitten des zentralen Gangs sowie in Teilbereichen der westlichen Kellerräume wurden die Kellerdecken mit Höhen > 94,0 mNN eingemessen, so dass hier wahrscheinlich die UK Bodenplatte in die bestehenden Decken einschneiden wird.

Gemäß Vorgabe der Landesdenkmalpflege dürfen die nach Westen abgehenden Kellerräume, sowie die obere Galerie des Gangs verfüllt werden, während der Verbindungsgang (untere Ebene) und die nach Osten hin abgehenden Keller erhalten bleiben müssen.

Das Konzept der Tragwerksplanung [P11] sieht im Bereich der bestehenden Kelleranlage eine Lastabtragung über die bestehenden Kellerwände sowie über zusätzliche Stützen vor. Die historischen Gewölbe sowie die vorhandenen, historischen Stützen sollen keine zusätzlichen Lasten erhalten.

Die Keller sind flach über Streifenfundamente gegründet. Bei den Fundamenten der Kellerwände handelt es sich überwiegend um gemauerte Grundmauern aus Kalk-, Sand- oder Ziegelsteinen. Untergeordnet liegen die Fundamente ohne Mauerwerksbindung als lose Steine vor.

Die Unterkante der Fundamente schwankt zwischen 0,2 m und 1,45 m unter OK FFB. In den Schürfen wurden in der Gründungsebene mehrheitlich Kalksteinbänke festgestellt. Die Fundamente wurden jedoch auch in den Lockergesteinsschichten der tertiären Wechsellagerung gegründet.

Die bestehende Gründung der Keller ist anhand der Untersuchungsergebnisse grundsätzlich als uneinheitlich zu bezeichnen und ist nicht für den Abtrag zusätzlicher konzentrierter Bauwerkslasten aus dem Neubau geeignet.

Aufgrund der unterschiedlich aufgebauten und gegründeten Fundamente sind nicht bauwerksverträgliche Setzungsunterschiede bei einer zusätzlichen Belastung durch den Neubau zu erwarten. Ebenso ist auch die Grundbruchsicherheit in weiten Teilen nicht nachzuweisen. Es sind daher Zusatzmaßnahmen zum Abtrag der Lasten ohne Beanspruchung der bestehenden Gründung erforderlich.

Als Zusatzmaßnahme eignet sich eine Ertüchtigung der Gründung über Mikropfähle. In den westlichen Kellern kann auch der Abtrag der Lasten über eine entsprechende Verfüllung der Kellerräume erfolgen.

Die Bemessung und zulässige Belastung von verpressten Mikropfählen (Durchmesser $D_s \leq 0{,}30$ m) gemäß DIN EN 14199 sind in der EA-Pfähle 2012 festgelegt [U7].

Die OK FB der beidseitig abgehenden Keller und des Gangs wurde durch den Vermesser [P15] mit einem gleichmäßigen Niveau von 85,79 mNN bis 86,57 mNN eingemessen. Die Oberkante des Tertiärs ist bei einer maximalen Aufbaustärke des bestehenden Kellerbodens von 1,0 m ab einem Niveau von 84,8 mNN zu erwarten.

Für die Tragfähigkeitsermittlung dieser Pfähle können nach Auswertung der Labor- und Feldversuche folgende Kennwerte für die Pfahlmantelreibung zugrunde gelegt werden:

Tabelle 6: Bemessungskennwerte Kellerräume (verpresste Mikropfähle)

Schichten	**Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung [kN/m²]**
Auffüllung	/
Tertiäre Wechsellagerung ab 84,8 mNN	100

Empfehlungen und Hinweise zur Ausführung der Mikropfähle können dem Kapitel 9.1.7 entnommen werden.

Bei einer Ertüchtigung der Kellerwände mittels Mikropfähle sind Setzungen in einer Größenordnung von < 1,0 cm zu erwarten. Um ein gleichmäßiges Setzungsverhalten zu gewährleisten, sind auch die neuen Stützen über die Mikropfähle zu gründen.

Die Ertüchtigung der Kellerwände und Gründung der Stützen über Mikropfähle kann für das gesamte Kellersystem angewandt werden. In Kombination mit der (Nach-)Gründung über Mikropfähle kann eine unqualifizierte (d.h. lockere) Verfüllung der westlichen Keller mit Bauschutt- und Bodenmaterial erfolgen. Aus der Auflast der Verfüllung können zusätzliche Setzungen resultieren, die bei vollständiger Verfüllung der Kellerräume mit ca. 1,0 bis 2,0 cm abgeschätzt werden, wobei davon auszugehen ist, dass die Setzungen bis zum Beginn des Neubaus weitestgehend abgeklungen sein werden. Des Weiteren ist für die Stützen und ertüchtigten Wandscheiben eine negative Mantelreibung zu berücksichtigen falls nicht durch bauliche Maßnahmen verhindert wird, dass sich die unqualifizierte Verfüllung an diese anheftet.

Alternativ kann im Bereich der westlichen Keller die Gründung der Tiefgarage durch eine Stabilisierung der Kellerräume erfolgen. Die Stabilisierung der Kellerräume kann mit einer qualifizierten Verfüllung der Kellerräume durchgeführt werden. Es wird empfohlen, für die qualifizierte Verfüllung der Kellerräume Flüssigboden zu verwenden. Bei Flüssigboden, z.B. nach RAL GZ 507 handelt es sich um zeitweise fließfähiges, selbstverdichtendes Verfüllmaterial, dass über verschiedene Rezepturen hinsichtlich seiner bauphysikalischen Eigenschaften (Tragfähigkeit, Konsolidierung etc.) gesteuert werden kann. Auf der Baustelle anfallender Aushub sowie der beim Abbruch der Gebäude anfallende Bauschuttmaterialien können zur Herstellung verwendet werden. Ggf. innerhalb der anfallenden Materialien bestehende Schadstoffe können immobilisiert werden.

Unter der Verwendung von Flüssigboden sind unterschiedliche Gründungsvarianten vorstellbar, die in der weiteren Planung zu betrachten und gegenüberzustellen sind.

Wenn die Keller kraftschlüssig und hohlraumfrei verfüllt werden und oberhalb der Keller eine Ausgleichschicht (Schotter oder ebenfalls Flüssigboden) aufgebracht wird, kann der Neubau als Flächengründung über eine lastabtragende Bodenplatte auf die Keller aufgelegt werden.

Es ist auch möglich, die Keller nur zum Teil zu verfüllen und den Neubau mit Stützen innerhalb des Flüssigbodens flach zu gründen. Der Flüssigboden dient dann als steifes, lastverteilendes Gründungspolster.

Die Gründung auf dem einzubringenden Flüssigboden ist zwischen den Fachplanern und der ausführenden Firma abzustimmen und festzulegen.

9.1.2 Nordflügel, Westlicher Randbereich

Im Westen sowie im Nordwesten ragt die Grundfläche des Neubaus über das vorhandene Kellersystem hinaus.

In den zur Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße gelegenen Randbereichen kommt die Bodenplatte des Neubaus gemäß den Erkenntnissen der Baugrunderkundungen sowohl innerhalb der natürlich anstehenden Böden, die als tertiären Wechsellagerung anstehen, als auch innerhalb von Auffüllungen (BK 3) liegen. Bei den Auffüllungen handelt es sich um schluffige, stark kiesige, stark steinige (blockige) Sande, die wahrscheinlich als Verfüllung von Arbeitsräumen eingebracht wurden.

Hier wird eine Gründung über Mikropfähle empfohlen, um ein gleichmäßiges Setzungsverhalten zum anschließenden auf dem Kellersystem gegründeten Bereich zu gewährleisten.

Die Bemessung und zulässige Belastung von verpressten Mikropfählen (Durchmesser $D_s \leq 0{,}30$ m) gemäß DIN EN 14199 sind in der EA-Pfähle 2012 festgelegt [U7].

Für die Tragfähigkeitsermittlung dieser Pfähle können nach Auswertung der Labor- und Feldversuche folgende Kennwerte für die Pfahlmantelreibung zugrunde gelegt werden:

Tabelle 7: Bemessungskennwerte Randbereich West (verpresste Mikropfähle)

Schichten	Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung [kN/m²]
Auffüllung	/
Tertiäre Wechsellagerung ab 91,0 mNN	100

Empfehlungen und Hinweise zur Ausführung der Mikropfähle können dem Kapitel 9.1.7 entnommen werden.

9.1.3 Nordflügel, Nördlicher Randbereich

Die Randbedingungen im nördlichen Randbereich der Bodenplatte können als vielseitig beschrieben werden.

Das Außengelände liegt bereichsweise bei einem Niveau von ca. 91,0 mNN, wobei im Untergrund auch hier weitere unterirdische Bauwerke, wie ein Treppenzugang zum Kellersystem sowie der nach Nordwest verlaufende Gang, vorliegen. Die Deckenunterkante des Gangs wurde mit 89,34 mNN eingemessen. Der Aufbau der Gangdecke ist nicht bekannt. Daher sollen in Abstimmung mit der Tragwerksplanung auf den Gang und auch auf den Treppenzugang zum Kellersystem keine Bauwerkslasten aufgelastet werden. Abseits des Gangs sind Auffüllung zu erwarten.

Zum Ausgleich des Geländes sind Auffüllungen aufzubringen. Als Geländeauffüllungen kann gebrochenes Schottermaterial oder güteüberwachtes RC-Material verwendet werden. Dieses ist lagenweise ($d \leq 0{,}25$ m) einzubringen und auf $D_{Pr} \geq 100$ % zu verdichten. Die eingesetzten Geräte sind auf die im Untergrund befindlichen Bauwerke abzustimmen.

Der westliche Ausläufer des nördlichen Randbereichs ragt in eine Hanglage hinein, die im geotechnischen Bericht zum Haus 2 [U11] beschrieben wird. Es handelt sich um ein mit zwei Stützmauern terrassiertes Hanggelände mit einem Gesamthöhenunterschied von ca. 10 – 11 m. Es liegen keine Erkenntnisse über die Baugrundverhältnisse oberhalb bzw. hinter den vorhandenen Stützmauern vor. Daher wird im Folgenden davon ausgegangen, dass sich hinter den Stützmauern jeweils Auffüllungen befinden.

Aufgrund der heterogenen Baugrundverhältnisse und der unterirdischen Bauwerke wird auch für den nördlichen Randbereich eine Gründung über Mikropfähle empfohlen.

Die Bemessung und zulässige Belastung von verpressten Mikropfählen (Durchmesser $D_s \leq 0{,}30$ m) gemäß DIN EN 14199 sind in der EA-Pfähle 2012 festgelegt [U7].

Für die Tragfähigkeitsermittlung dieser Pfähle können nach Auswertung der Labor- und Feldversuche folgende Kennwerte für die Pfahlmantelreibung zugrunde gelegt werden:

Tabelle 8: Bemessungskennwerte Randbereich Nord (verpresste Mikropfähle)

Schichten	Bruchwert $q_{s,k}$ der Pfahlmantelreibung [kN/m²]
Auffüllung	/
Tertiäre Wechsellagerung ab ca. 86,0 mNN (Annahme)	100

Empfehlungen und Hinweise zur Ausführung der Mikropfähle können dem Kapitel 9.1.7 entnommen werden.

9.1.4 Nordflügel, verfüllte Keller / südlicher Bereich

Im Südwesten des Kellersystems werden zwei weitere Keller vermutet, die mutmaßlich mit Bauschutt verfüllt wurden. Unterlagen, bzw. detaillierte Erkenntnisse zu den Kellern liegen nicht vor.

Aufgrund des gleichmäßigen Niveaus der OK FFB des gesamten, offenen Kellersystems kann für die verfüllten Keller ein vergleichbares Niveau angenommen werden. Dementsprechend wäre die Unterkante der möglichen Auffüllung im Bereich der verfüllten Keller bei ca. 85,79 mNN bis 86,57 mNN zu erwarten. Bei einem Geländeniveau von i.M. 95,5 mNN bedeutet dies eine Auffüllstärke von ca. 9,0 – 10,0 m.

Abseits der Keller weisen die Baugrunderkundungen Auffüllstärken von 1,8 m – 6,0 m nach. Die Unterkante der Auffüllungen schwankt hier zwischen 88,47 mNN (RKS 6 [U9]) und 93,32 mNN (RKS 29a). Die Auffüllungen stellen sich als Sande, Kiese und Schluffe in wechselnden Zusammensetzungen und z.T. schwach tonigen bis tonigen Nebenanteilen dar.

Die Tiefgarage ist im betrachtenden Bereich mit einer OK RFB = 94,00 mNN bzw. 94,50 mNN geplant. Unter Berücksichtigung einer geplanten Bodenplattenstärke von 0,5 m [P8] kommt die Bodenplatte bei ca. 93,6 mNN bzw. 94,0 mNN zu liegen. Es verbleiben entsprechend Auffüllstärken von 0,3 – 7,8 m.

Die aus der heterogen und i.W. locker gelagerten Auffüllung resultierenden Setzungen werden für die Gründung des Gebäudes als nicht vertretbar angesehen. Zur Erhöhung der Trag- und Lastaufnahmefähigkeit des Untergrunds sind Zusatzmaßnahmen erforderlich.

Als wirtschaftliches Verfahren kann eine Bodenverbesserung mittels Rüttelstopfverdichtung durch Kies- oder Schottersäulen empfohlen werden. Es wird der Einsatz von Schleusenrüttlern empfohlen, die es erlauben, das eingebrachte Schüttgut über sukzessives Ziehen des Vortreiberrohres einzubringen und zu verdichten.

Generell wird darauf hingewiesen, dass gemäß „Merkblatt für die Untergrundverbesserung durch Tiefenrüttler, 1979“ eine mindestens 0,5 m starke Ausgleichsschicht aus grobkörnigem, gut verdichtetem Material unter den Fundamenten vorzusehen ist.

Das Schüttgut ist mindestens bis 2,0 m unter UK Bodenplatte bzw. mindestens in den natür-

lich anstehenden Baugrund zu führen, der von der tertiären Wechsellagerung gebildet wird. Bei der festgestellten Auffüllstärke sowie einer 0,5 m starken Ausgleichsschicht ergeben sich der Verdichtungspositionen von 1,5 m bis 7,3 m.

Als erschütterungsärmere Alternative kann unter Berücksichtigung der vorliegenden Baugrundverhältnisse auch eine Baugrundverbesserung mittels unbewehrten Betonsäulen erfolgen.

Zur Herstellung der Betonsäulen ist die obere Baugrundzone mittels Lanze bis zu den Tertiärböden zu durchfahren und in diese einzubinden. Beim anschließenden Ziehen der Lanze wird mit einer Zement-Mörtel-Suspension der entstandene Hohlraum mit geringem Druck verfüllt (Vollverdrängungsverfahren). Unter Berücksichtigung einer Mindestlänge von 2,0 m und den festgestellten Auffüllstärken ergeben sich Längen der Betonsäulen von 2,0 – 7,8 m.

Das arbeitstägliche Abziehen der am Rüttelloch verfahrensbedingt entstehenden Materialanhäufungen ist zwingend zu beachten.

Oberhalb der Säulen wird i.d.R. eine Ausgleichschicht in einer Stärke von 0,5 m aufgebracht.

Als Ausgleichsschicht werden jeweils grobkörnige Böden der Bodengruppe GW, GI oder GE empfohlen, die verdichtet einzubauen sind.

Der Einbau der Schottertragschicht ist vor Kopf auszuführen, so dass die unbewehrten Säulen(köpfe) nicht beschädigt werden.

Im Bereich der Auffüllungsböden ist mit großformatigen Bauschutt-, Mauerwerks- oder Fundamentresten zu rechnen, so dass ggf. zur Ausführung der Rüttelstopfverdichtung ein Voraushub / Rückbau der Fundamente auszuführen ist.

Die endgültige Festlegung der Anordnung und Tiefe der Beton- oder Rüttelstopfsäulen erfolgt nach Vorlage aller Fundamentlasten in Zusammenarbeit zwischen Tragwerksplaner und der ausführenden Firma und sollte von der geotechnischen Fachbauüberwachung geprüft werden.

Für die Bodenverbesserungsmaßnahmen ist jeweils ein Arbeitsplanum bereitzustellen, das jeweils entsprechend den Vorgaben der ausführenden Spezialtiefbaufirma auszubilden ist. Es sollte vorab eine Tragschicht aus Schotter oder RC-Material der Körnung 0/45 – 0/64 mm in einer Stärke von 0,3 m berücksichtigt werden.

Vor Ausführungsbeginn der Bodenverbesserungsmaßnahmen ist die Kampfmittelfreiheit zu prüfen.

Auf dem verbesserten Baugrund kann die Tiefgarage flach über eine lastabtragende Bodenplatte gegründet werden.

9.1.5 Ostflügel

Die Tiefgarage ist im Bereich des östlichen Gebäudeflügels mit einem Höhenniveau der OK RFB = 92,00 mNN festgelegt. Die Bodenplatte kommt entsprechend den Erkenntnissen der Baugrunduntersuchung innerhalb der tertiären Böden zu liegen, bzw. es verbleiben Auffüllungen in geringer Stärke.

Bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen wird eine Gründung über eine lastabtragende Bodenplatte empfohlen. Durch diese Gründungsart wird eine Vergleichmäßigung der Bodenpressung und somit eine Verringerung der Gesamtsetzung des Gebäudes erreicht. Durch das einheitliche Last-Setzungsverhalten des Gebäudes werden Differenzsetzungen auf ein Minimum reduziert.

Unterhalb der Bodenplatte ist ein Gründungpolster in einer Stärke von 0,5 m vorzusehen. Für das Gründungspolster kann gut verdichtbares Schottermaterial oder güteüberwachtes RC-Material der Körnung 0/32 – 0/45 mm verwendet werden. Dieses ist lagenweise ($d \leq 0{,}25$ m) einzubauen und auf $D_{Pr} \geq 100$ % zu verdichten. Bei der Planung ist eine Lastausbreitung von 45° innerhalb des Schotterpolster zu berücksichtigen und das Polster mit einem entsprechenden Überstand über die Grundfläche der Tiefgarage anzuordnen.

Die Bemessung der Bodenplatte erfolgt nach dem Bettungsmodulverfahren. Nach überschlägig durchgeführten Setzungsberechnungen kann zur Dimensionierung der Bodenplatte bei der o.g. Vorgehensweise ein Bettungsmodul

$$\mathbf{k_s = 8\ MN/m^3}$$

angesetzt werden.

Unter Annahme geschätzter, <u>mittlerer</u> Bodenpressungen von $p \approx 100$ kN/m² werden sich maximale Setzungsbeträge von $s = 12$ mm einstellen. Setzungsdifferenzen werden in einer maximalen Größenordnung $\Delta s = 8$ mm erwartet.

9.1.6 Ostflügel, Bereich Wormser Straße

Im Bereich zur Wormser Straße stößt der Ostflügel der Tiefgarage bis an die Stützmauer an. Bei einem geplanten Niveau der UK Bodenplatte von 91,5 mNN kommt die Gründungsebene ca. 5,7 m oberhalb der Wormser Straße zu liegen, die in diesem Abschnitt Geländehöhen von ca. 85,8 mNN aufweist.

Um zu vermeiden, dass die bestehende Stützwand zusätzliche Lasten aus dem Neubau abtragen muss, wird empfohlen die Lasten im Anschlussbereich an die Stützmauer tiefer zuführen. Die Tieferführung der Lasten kann durch Bohr- oder Mikropfähle erfolgen. Die Tieferführung ist unter Berücksichtigung einer Lastausbreitung von 45° auszuführen. Bei der Ausführung ist die vorhandene Rückverankerung der Stützmauer zu beachten.

9.1.7 Ausführungshinweise zu Mikropfählen

Die Dimensionierung der Mikropfähle kann auf Grundlage der Aufschlussprofile erfolgen. Innerhalb der tertiären Schichten sowie innerhalb der Auffüllungen sind Bohrhindernisse (Fundamentreste, Steine und Blöcke, Kalksteinbänke und Kalksteine) zu berücksichtigen.

Da bei den anstehenden, z.T. kohäsionslosen Böden, insbesondere unter Grundwassereinfluss, für die Bohrlöcher keine ausreichende Standsicherheit zu erwarten ist, muss die Pfahlherstellung im Schutze einer wasserdichten Verrohrung erfolgen.

Beim Bohren unter dem Grundwasserspiegel muss durch Überdruck der Spül- oder Stützflüssigkeiten verhindert werden, dass Boden in das Bohrloch eintreibt.

Die erforderlichen Pfahllängen ergeben sich in Abhängigkeit der anfallenden Lasten und aus dem angesetzten Pfahldurchmesser. Für jeden Pfahl ist ein Herstellungsprotokoll von der ausführenden Firma zu fordern.

Die zulässige Belastung der Kleinbohrpfähle / Mikropfähle ist über Probebelastungen in-situ zu bestimmen.

Zur Erhöhung der Planungssicherheit und zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit der Gründung wird empfohlen, Probebelastungen bereits frühzeitig in der Planungsphase auszuführen. Bei Ausführung einer Pfahlprobebelastung können ggf. höhere Bemessungswerte für die Mantelreibung zugelassen werden.

9.2 Baugrube

9.2.1 Baugrubenverbau entlang Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße

Grundsätzlich wird zur Herstellung der Baugrube aufgrund der Geländehöhe und der geplanten Gründungshöhe der Tiefgarage entlang der Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße ein Baugrubenverbau notwendig.

Aus geotechnischer Sicht kann als Baugrubenverbau ein Trägerbohlverbau mit Holzausfachung zur Ausführung kommen.

Für die Bemessung der Verbauwände können die im Kapitel 7, Tabelle 4 angegebenen Bodenkennwerte zugrunde gelegt werden. Dabei ist im Allgemeinen der aktive Erddruck anzusetzen.

Sofern eine weitgehende Unverschieblichkeit des Verbaus gefordert wird (Vermeidung von Straßen- und Leitungsschäden) ist der Ansatz eines erhöhten aktiven Erddrucks

$$E = 0{,}5 \times (E_{0h} + E_{ah})$$

notwendig.

Aufgrund der Baugrubentiefe wird eine Rückverankerung der Baugrube erforderlich. Bei der Herstellung ist nach DIN EN 1537 zu verfahren. Die Dimensionierung der Anker kann auf Grundlage der zu interpolierenden Aufschlussprofile erfolgen.

Für die Vorbemessung und vorläufige Ermittlung der Ankerzahl kann nach Ostermayer davon ausgegangen werden, dass bei Krafteinleitungslängen von 5 – 6 m bei Verpressankern in den tertiären Schichten Grenzzuglasten von ca. F_K = 450 kN erreicht werden. Die tatsächlich mobilisierbaren Ankerkräfte müssen im Zuge von Eignungsprüfungen durch den Ankerhersteller nachgewiesen werden. Zur Erzielung der oben genannten Ankerkräfte sind Nachverpressungen erforderlich.

Bei der Planung der Anker sind die Mindestabstände zu den angrenzenden Bauwerken einzuhalten.

Bei der Bemessung des Verbaus sind zusätzlich zum Endzustand alle Bauphasen des Ein- und Ausbaus zu berücksichtigen. In diesem Zusammenhang ist auf die „Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben" (EAB), herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau [U5] hinzuweisen.

Insbesondere nach Niederschlagsereignissen ist damit zu rechnen, dass mit der Verbauwand Schichtwasserhorizonte angeschnitten werden. Es kann somit ein Wasserzutritt zur Baugrube erfolgen. Um ein Ausspülen des Untergrundes zu vermeiden ist bei einer Holzausfachung diese mittels z.B. Geotextilien (≥ 150 g/m²) zu hinterlegen. Die Geotextilien sind an den Füßen der Verbauwände in die Baugrube zu führen. Das gegebenenfalls anfallende Wasser kann dann durch die offene Wasserhaltung (Tagwasserhaltung) am Baugrubenrand gefasst und abgeleitet werden.

Aufgrund der zu erwartenden Rammhindernisse (Kalksteine) sind die Träger jeweils bis mindestens 0,5 m über Endtiefe vorzubohren. Die Trägerfüße sind auszubetonieren.

9.2.2 Hangsicherung unterhalb von Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße 12/12a

Weiterhin werden zu der bestehenden Bestandsbebauung der Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße 12/12a ergänzende Sicherungsmaßnahmen notwendig.

Hier ist der Hang / die Böschung sowohl bauzeitlich als auch dauerhaft zu sichern.

Aufgrund dessen, dass die Tragfähigkeit der bestehenden Stützmauern nicht nachzuweisen ist und die oberen Bereiche des Geländes für große bzw. schwere Geräte nicht zugänglich ist, sind übliche Verbausysteme (wie Trägerbohlwand, Spundwand oder Bohrpfahlwand) nicht ausführbar.

Darüber hinaus ist aufgrund der bestehenden, gering tragfähigen Konstruktion der Stützwände zu den Nachbargrundstücken ein erschütterungsarmes Verfahren zu wählen.

Es wird daher zur bauzeitlichen und dauerhaften Sicherung des Hangs eine vernagelte Spritzbetonschale empfohlen. Dieses System ermöglicht Hangsicherungen bis zu einer Neigung von 85°.

Da der Bereich oberhalb der Stützmauer zum Zeitpunkt der Baugrunderkundungen mit Bohrgerät nicht zugänglich war, liegen keine Erkenntnisse zu den Baugrundverhältnissen in den

obenliegenden Bereichen sowie zur Hinterfüllung der bestehenden Stützmauer vor. Zur Bemessung der Hangsicherung mittels vernagelter Spritzbetonschale sind daher ergänzende Baugrunduntersuchungen zwingend erforderlich.

Darüber hinaus ist es für die Bemessung der Hangsicherung erforderlich, die Nachbargrundstücke Kirchhoff-Straße 12/12a zu vermessen sowie die Gründung und Lasten der Bestandsgebäude Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße 12/12a zu bestimmen.

Die Rückverankerung der Hangsicherung muss in den natürlich anstehenden Baugrund geführt werden, der von tertiären Schichten der Wechsellagerung aufgebaut wird (Annahme). Für die Vordimensionierung der Nägel kann ein Herausziehwiderstand von 100 kN/m² innerhalb der tertiären Schichten angesetzt werden. Erfahrungsgemäß werden bei Hangneigungen von 75 – 85° und einem Raster von 1,5 m x 1,5 m Nagellängen von 7,0 bis 11,0 m erforderlich.

Aufgrund von zu erwartenden Schichtwasserführungen ist eine Entwässerung hinter der Betonschale zu berücksichtigen.

Es wird darauf hingewiesen, dass für die Ausführung der Vernagelung im Vorfeld eine Grunddienstbarkeit auf dem Nachbargrundstück eingetragen werden muss. Sie bedarf entsprechend der Zustimmung der Grundstücksbesitzer.

9.2.3 Böschungen

Insofern die Platzverhältnisse freie Böschungen gemäß DIN 4124 ermöglichen, dürfen diese mit folgenden maximalen Böschungswinkeln ausgeführt werden:

- Auffüllung ≤ 45°
- Tertiäre Böden, bindig, mindestens steif ≤ 60°

Es muss beachtet werden, dass die Standsicherheit von Böschungen u.U. durch besondere Gegebenheiten, Witterungseinflüsse sowie den Baustellenbetrieb beeinträchtigt wird. Außerdem sind Verkehrs-, Stapel- und Kranlasten zu berücksichtigen. In solchen Fällen sowie bei Böschungshöhen von >5,0 m ist die Standsicherheit der Böschung rechnerisch nachzuweisen.

Für Kanalarbeiten sind die Gräben in Abstimmung mit der DIN 4124 anzulegen. Bis zu einer Grabentiefe von 1,25 m unter GOK ist ein Böschungswinkel von ≤ 90° anzusetzen. Bei Gräben mit Tiefen zwischen 1,25 - 1,75 m ist die Böschungskante ab 1,25 m bis GOK unter ≤ 45° abzuböschen. Bei Gräben mit Tiefen > 1,75 m sind Verbaumaßnahmen erforderlich.

9.3 Wasserhaltung

Die anstehenden tertiären Böden sowie die schluffigen Auffüllungen weisen eine nur geringe Wasserdurchlässigkeit auf und können entsprechend Niederschlagswasser temporär aufstauen. Darüber hinaus ist insbesondere nach Niederschlagsereignissen mit Schichtwasserführung innerhalb der tertiären Wechsellagerung zu rechnen.

Die Komponenten einer offenen Wasserhaltung sind daher generell auf der Baustelle vorzuhalten.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Tagwasserhaltung eine kostenfreie Nebenleistung gemäß VOB, Teil C, DIN 18 299 ist. Alle Zusatzmaßnahmen, die durch eine unsachgemäße Tagwasserhaltung entstehen, sind deshalb von der bauausführenden Firma zu tragen.

9.4 Bauwerksabdichtung

Der Neubau des Tiefgaragenkomplexes bindet in das vorhandene Gelände ein. Teilweise liegt die Tiefgarage auf vorhandenen Kellergewölben auf.

Der Ansatz der Einwirkungsklasse ist gemäß DIN 18 533 abhängig von der Einbindetiefe in den Boden. Bindet das Gebäude tiefer als 3,0 m in das Gelände ein, ist die Einwirkungsklasse W 2.2-E (hohe Einwirkung von drückendem Wasser) zu wählen. Bei einer Einbindung von kleiner 3,0 m ist die Einwirkungsklasse W 2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser) anzusetzen.

9.5 Versickerung

Die Versickerung des Niederschlagswassers über geeignete Sickersysteme ist dem Arbeitsblatt DWA-A 138 [U5] in Verbindung mit dem Merkblatt DWA-M 153 [U6] zu entnehmen.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Versickerung ist die Durchlässigkeit des anstehenden Bodens. Generell liegt die entwässerungstechnisch relevante Durchlässigkeit in einem k_f-Bereich von 1×10^{-3} m/s bis 1×10^{-6} m/s. Eine Versickerung in aufgefüllten Bodenhorizonte ist nicht genehmigungsfähig.

Die tertiären Schichten setzen sich überwiegenden aus schwach wasserdurchlässigen Böden (Ton, Schluff) mit k_f-Werten von $<1 \times 10^{-8}$ m/s zusammen und sind entsprechend nicht für eine Versickerung geeignet.

Demzufolge wird eine zentrale Versickerung am Projektstandort nicht empfohlen.

9.6 Beweissicherung

Zur Beweissicherung wird empfohlen, vor Beginn der Bauarbeiten unter Mitwirkung aller Beteiligten den Zustand der an das Baufeld unmittelbar angrenzenden Gebäude und Bauwerke festzustellen.

Alle Bauten, die durch die geplanten Baumaßnahmen Schaden erleiden können (vorwiegend durch die Erschütterung bei Verdichtung der Einbaumaterialien sowie beim Herstellen des Verbaus), sind während der Bauarbeiten zu beobachten.

Durch die Beweissicherung können mögliche Schadensrisiken abgeschätzt, Bauverfahren gezielt angepasst und vor allem unbegründete Schadenersatzansprüche abgewehrt werden.

10 Zusammenfassung

Die Fischer & Co. GmbH plant auf dem Gelände der ehemaligen Rheinischen Brauerei an der Wormser Straße in Mainz die Errichtung von mehreren Gebäuden zu Wohnbebauung. Gegenstand dieses geotechnischen Berichtes ist der Neubau der Häuser 3 bis 14. Die Häuser sind als aufgehende Wohnbebauung auf einem durchgehenden Tiefgaragenkomplex geplant. Die Tiefgarage liegt im nördlichen Baugebiet auf historischen Kellern der ehemaligen Rheinischen Brauerei auf. Die Keller stehen z.T. unter Denkmalschutz und dürfen nur teilweise verfüllt werden.

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse wurden in Ergänzung zu [U8] und [U9] am Projektstandort Ramm- und Rammkernsondierungen ausgeführt. Diese wurden sowohl außerhalb als auch innerhalb der historischen Keller durchgeführt. Zur Ermittlung der Gründungssituation der vorhandenen, historischen Kellermauern wurden bauseits Schürfe ausgeführt, die von Rubel & Partner geotechnisch aufgenommen wurden.

Im vorliegenden Bericht wird der angetroffene Schichtaufbau beschrieben. Auf der Grundlage der durchgeführten bodenmechanischen Feld- und Laborversuche werden Empfehlungen hinsichtlich zur Gründung des geplanten Neubaus ausgearbeitet.

Durch die Baugrunderkundung wurde nachgewiesen, dass am Projektstandort unterhalb einer Oberflächenbefestigung oder einer Oberbodenauflage eine heterogen aufgebaute Auffüllung folgt. Unterhalb der Auffüllung folgt der natürliche Boden in Form von tertiären Tonen, Sanden und Kalksteinbänken in unterschiedlichen Verwitterungsstufen. Unterhalb des bestehenden Kellerfußbodens steht direkt der natürliche Boden in Form der tertiären Wechsellagerung an.

Aufgrund der Randbedingungen ist das Baufeld gründungstechnisch in unterschiedliche Bereiche aufzuteilen. Im Bereich der bestehenden Keller ist eine Ertüchtigung oder Ergänzung der bestehenden Gründung erforderlich. Diese kann durch Mikropfähle oder eine kraftschlüssige Verfüllung der Keller erfolgen. Auch in den nördlichen und westlichen Randbereichen wird eine Tiefgründung mittels Mikropfähle empfohlen.

Für den südlichen Bereich des Nordflügels wird eine Bodenverbesserung erforderlich. Diese kann in Form von Rüttelstopfsäulen oder unbewehrten Betonsäulen erfolgen. Auf dem verbesserten Baugrund kann flach gegründet werden.

Im Ostflügel kommt der Neubau weitestgehend im natürlich anstehenden Baugrund zu liegen, so dass der Ostflügel über eine lastabtragende Bodenplatte gegründet werden kann. Unterhalb der Bodenplatte ist ein Gründungspolster vorzusehen.

Zum Schutz der bestehenden Stützmauer zur tiefer gelegenen Wormser Straße sind die Lasten aus dem Neubau im Anschlussbereich an die bestehende Stützwand tiefer zu führen. Die Tieferführung kann mittels Bohr- oder Mikropfähle erfolgen.

Entlang der Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße und zur nördlichen Nachbarbebauung Dr.-Friedrich-Kirchhoff-Straße 12/12a werden zur Herstellung der Baugrube Verbauarbeiten bzw. eine Hangsicherung notwendig.

Die Gründungsarbeiten sind von der Fachbauleitung Rubel & Partner überwachen zu lassen.

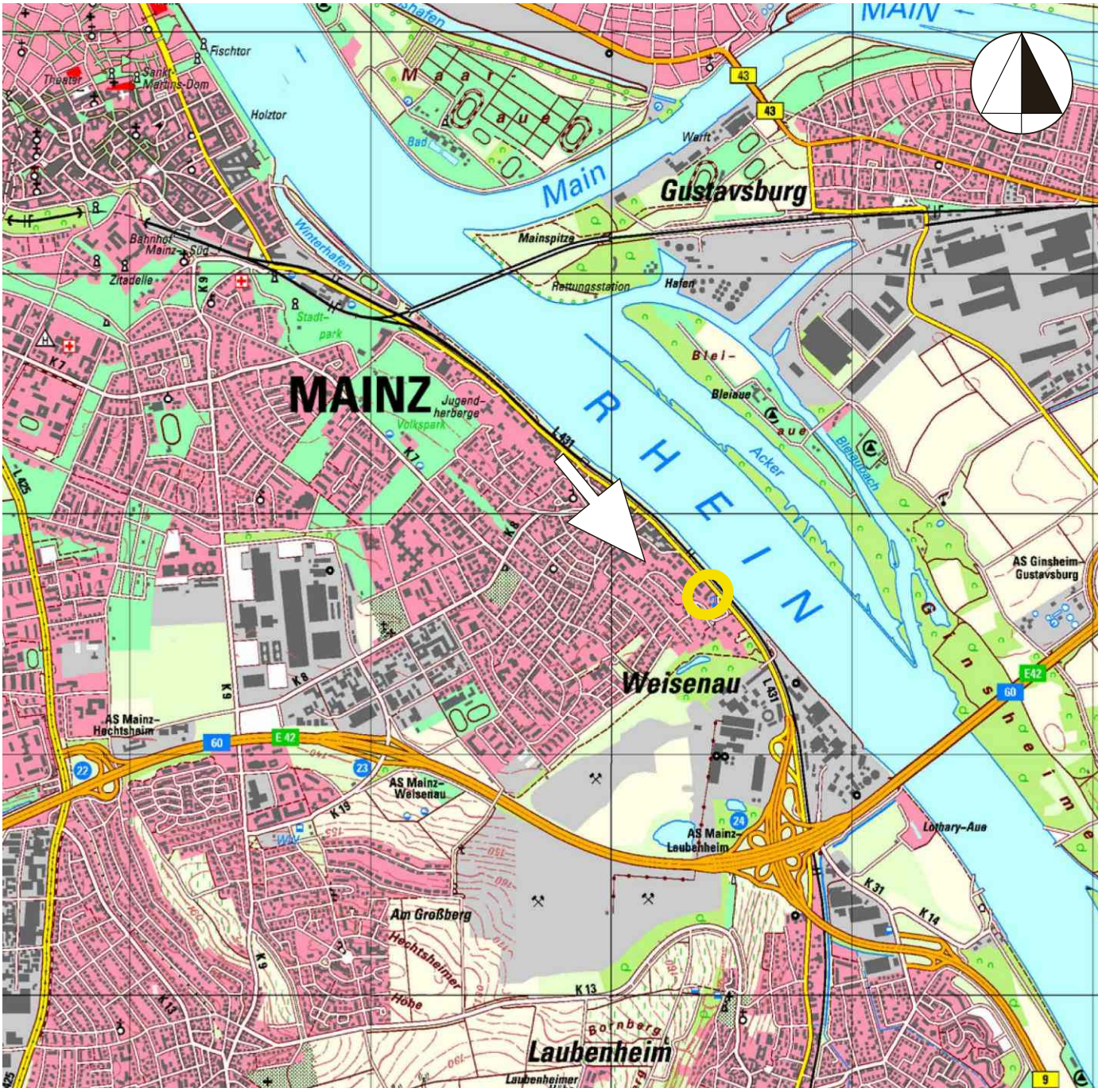
Sollten sich im Zuge der weiteren Planungsphase Änderungen in ausführungstechnischer Hinsicht ergeben, so sind auf Basis der vorliegenden Untersuchung ergänzende Empfehlungen anzufordern.

Der Bericht ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

Wörrstadt, den 04. März 2020

Dipl.-Geol. S. Lahham

gez. Dipl.-Ing. D. Boddem



Datengrundlage: Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz, Koblenz, 2005
TK25plus - © Copyright 2005 by LVermGeo RLP (Daten verändert)

Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

Auftraggeber:

Fischer & Co. GmbH & Co. KG
Hintere Bleiche 11
D-55116 Mainz

	Datum	Name
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

Planer:

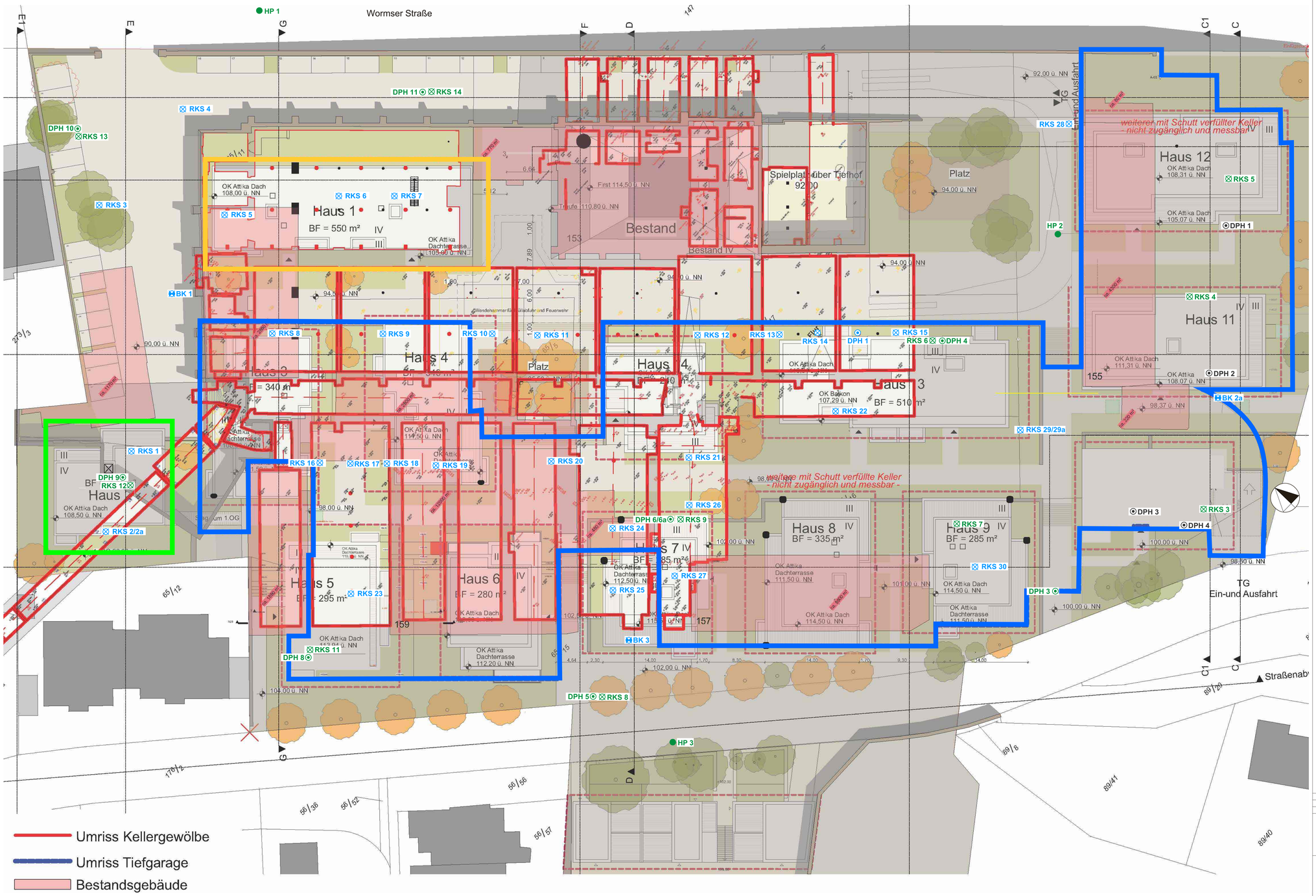
Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

	Datum	Name
bearbeitet:	22.11.2019	KO
gezeichnet:	07.01.2020	AH
geprüft:	02.03.2020	BO

Projekt:

Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz, Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Übersichtslageplan

Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1 : 25.000	190835_C	1.1



Legende

- Rammkernsondierung (RKS)
- Schwere Rammsondierung (DPH)
- Kernbohrung (BK)
- Rammkernsondierung (RKS) aus 2018 [U9]
- Schwere Rammsondierung (DPH) aus 2018 [U9]
- Schwere Rammsondierung (DPH) aus 2017 [U8]
- Höhenbezugspunkt (HP)
  HP 1 = OK Kanaldeckel 503853068 = 85,78 mNN
  HP 2 = OK Kanaldeckel = 94,69 mNN
  HP 3 = OK Kanaldeckel 503833092 = 101,80 mNN

- Teil A - Haus Nr. 1
- Teil B - Haus Nr. 2
- Teil C - Tiefgaragenkomplex

Datengrundlage: © Faerber Architekten, Entwurf Lageplan 500 + Gewölbekeller + Bestand vom 06.12.2019 (Daten verändert)

Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

Auftraggeber:
Fischer & Co. GmbH & Co. KG
Hintere Bleiche 11
D-55116 Mainz

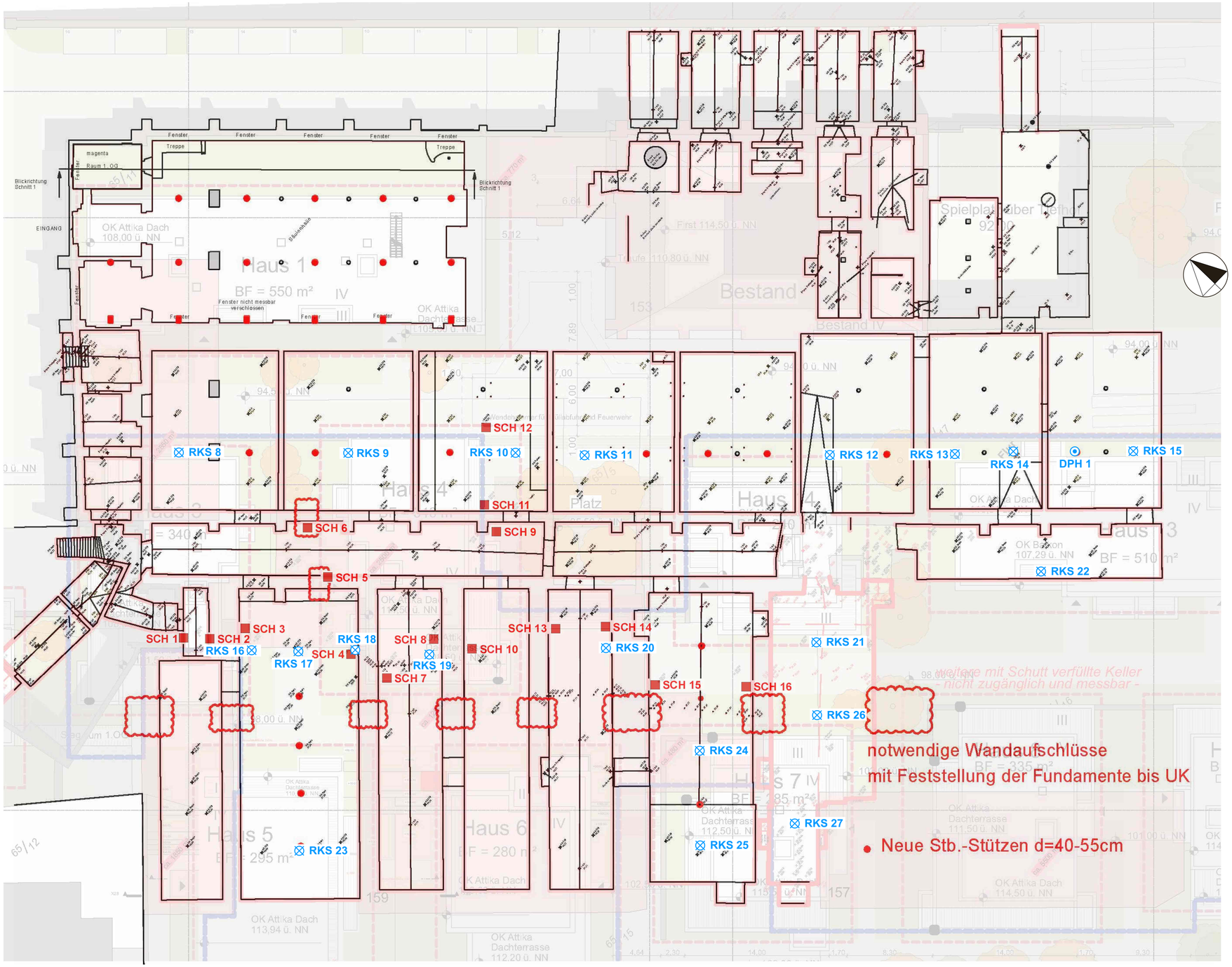
	Datum	Name
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

Planer:
Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

	Datum	Name
bearbeitet:	22.11.2019	KO
gezeichnet:	07.01.2020	AH
geprüft:	02.03.2020	BO

Projekt:
Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz, Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Lageplan der Aufschlusspunkte

Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1 : 250	190835_C	1.2



Legende

- ⊗ Rammkernsondierung (RKS)
- ⊙ Schwere Rammsondierung (DPH)
- ■ Schurf (SCH)

Datengrundlage: © Faerber Architekten, Lageplan UG 3 Kellergewölbe vom 06.02.2019 (Daten verändert)

Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

Auftraggeber: Fischer & Co. GmbH & Co. KG
Hintere Bleiche 11
D-55116 Mainz

	Datum	Name
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

Planer: Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

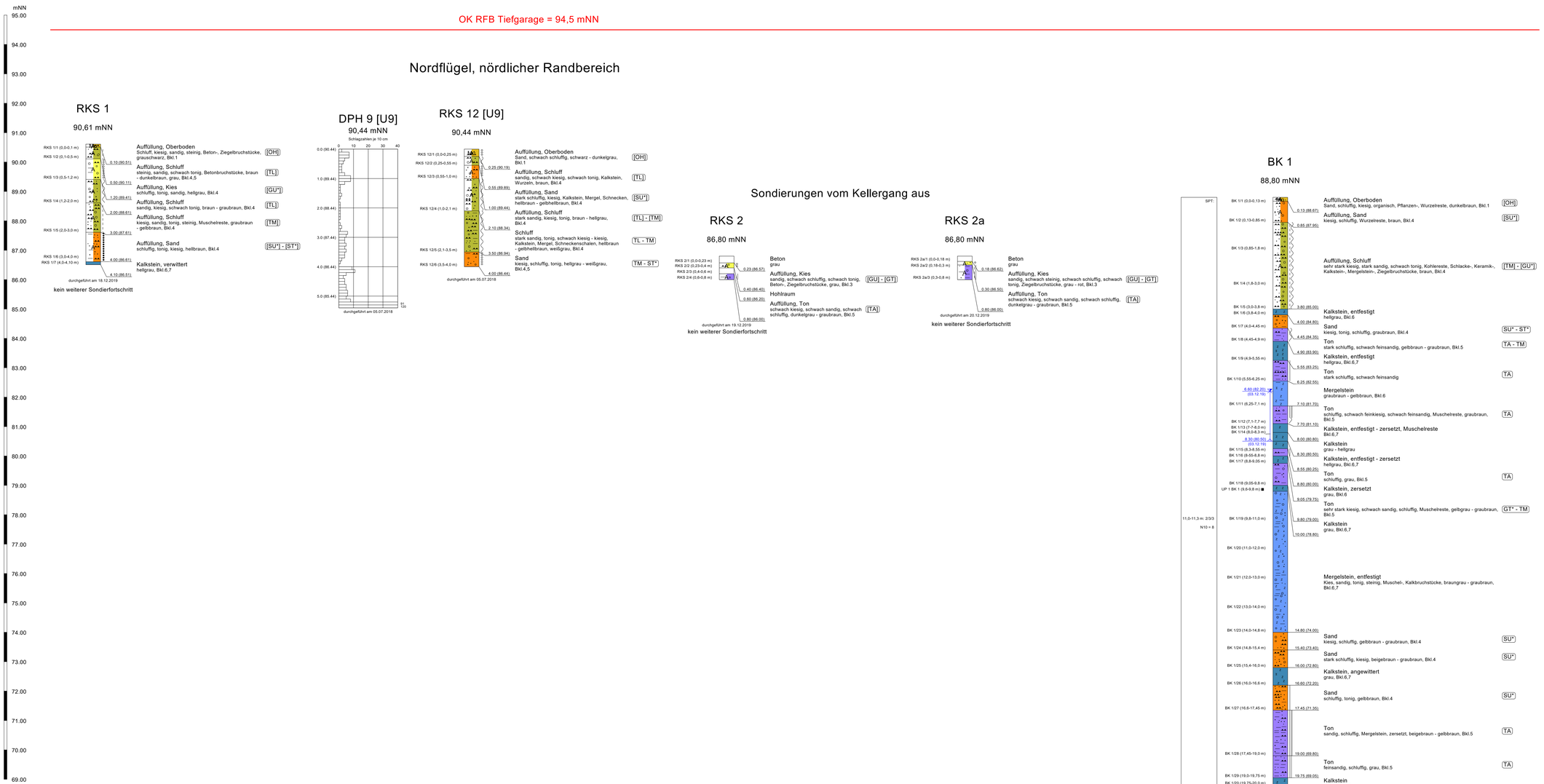
	Datum	Name
bearbeitet:	22.11.2019	KO
gezeichnet:	07.01.2020	AH
geprüft:	02.03.2020	BO

Projekt: Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz, Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Lageplan der Aufschlusspunkte innerhalb der Kellergewölbe

Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1 : 250	190835_C	1.3

OK RFB Tiefgarage = 94,5 mNN

Nordflügel, nördlicher Randbereich



Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

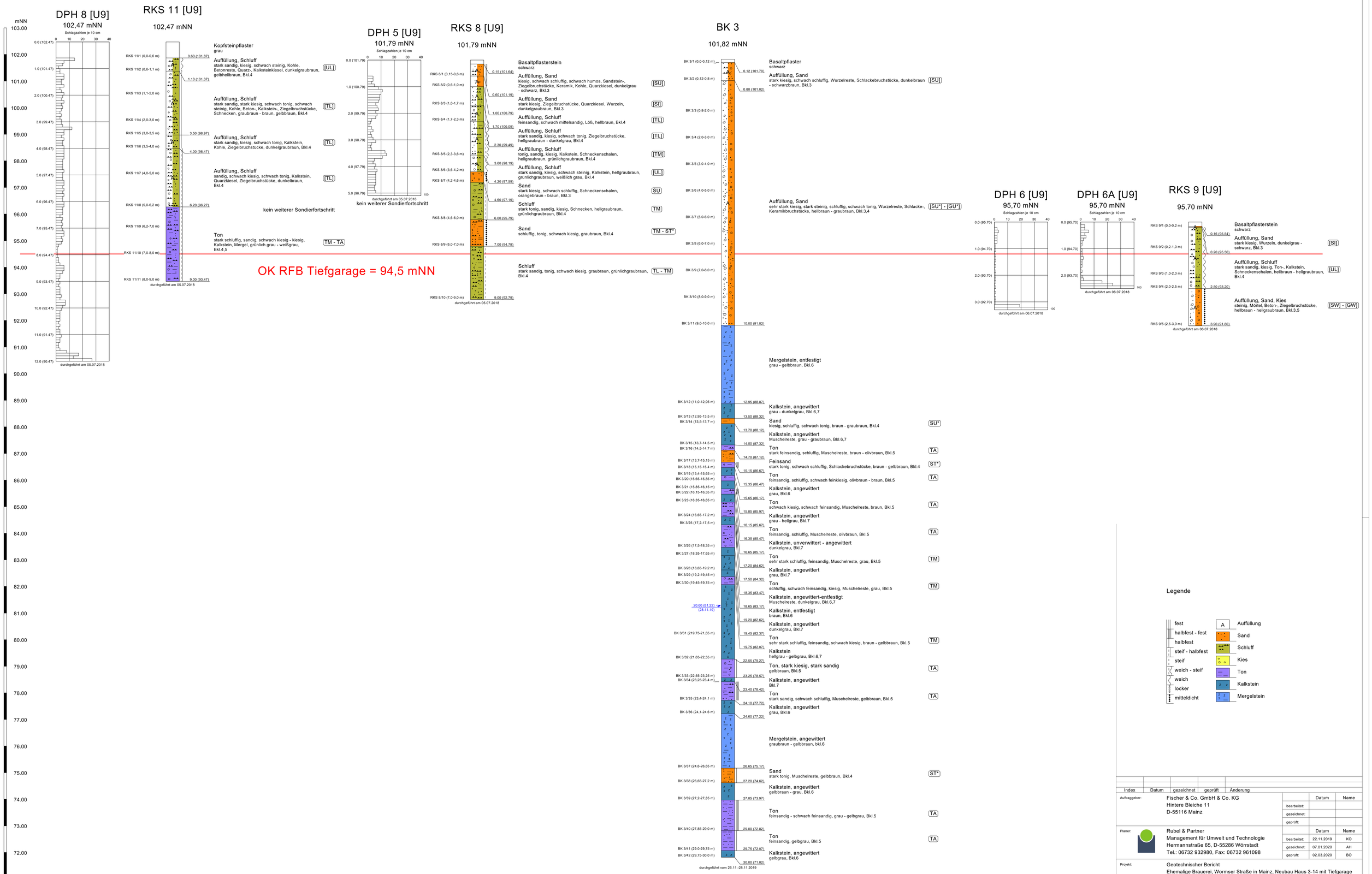
Auftraggeber:	Fischer & Co. GmbH & Co. KG Hintere Bleiche 11 D-55116 Mainz		Datum	Name
		bearbeitet:		
		gezeichnet:		
		geprüft:		

Planer:	Rubel & Partner Management für Umwelt und Technologie Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098		Datum	Name
		bearbeitet:	22.11.2019	KO
		gezeichnet:	07.01.2020	AH
		geprüft:	02.03.2020	BO

Projekt: Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz, Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Geot. Profilschnitt außerhalb Kellergewölbe: Nordflügel, nördlicher Randbereich
RKS 1 - DPH 9 [U9] - RKS 12 [U9] - RKS 2 - RKS 2a - BK 1

Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1:50	190835_C	2.1.1

Nordflügel, westlicher Randbereich



Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

Auftraggeber: Fischer & Co. GmbH & Co. KG, Hintere Bleiche 11, D-55116 Mainz

	Datum	Name
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

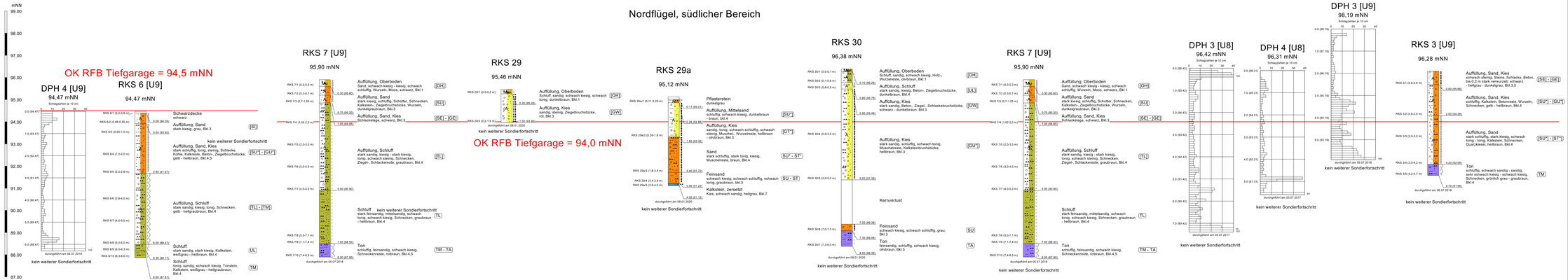
Planer: Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

	Datum	Name
bearbeitet:	22.11.2019	KO
gezeichnet:	07.01.2020	AH
geprüft:	02.03.2020	BO

Projekt: Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz, Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Geot.Profilschnitt außerhalb Kellergewölbe: Nordflügel, westlicher Randbereich
DPH 8 [U9] - RKS 11 [U9] - DPH 5 [U9] - RKS 8 [U9] - BK 3 - DPH 6/6a [U9] - RKS 9 [U9]

Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1:50	190835	2.1.2

Nordflügel, südlicher Bereich



Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

Auftraggeber: Fischer & Co. GmbH & Co. KG
Hintere Bleiche 11
D-55116 Mainz

Planer: Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

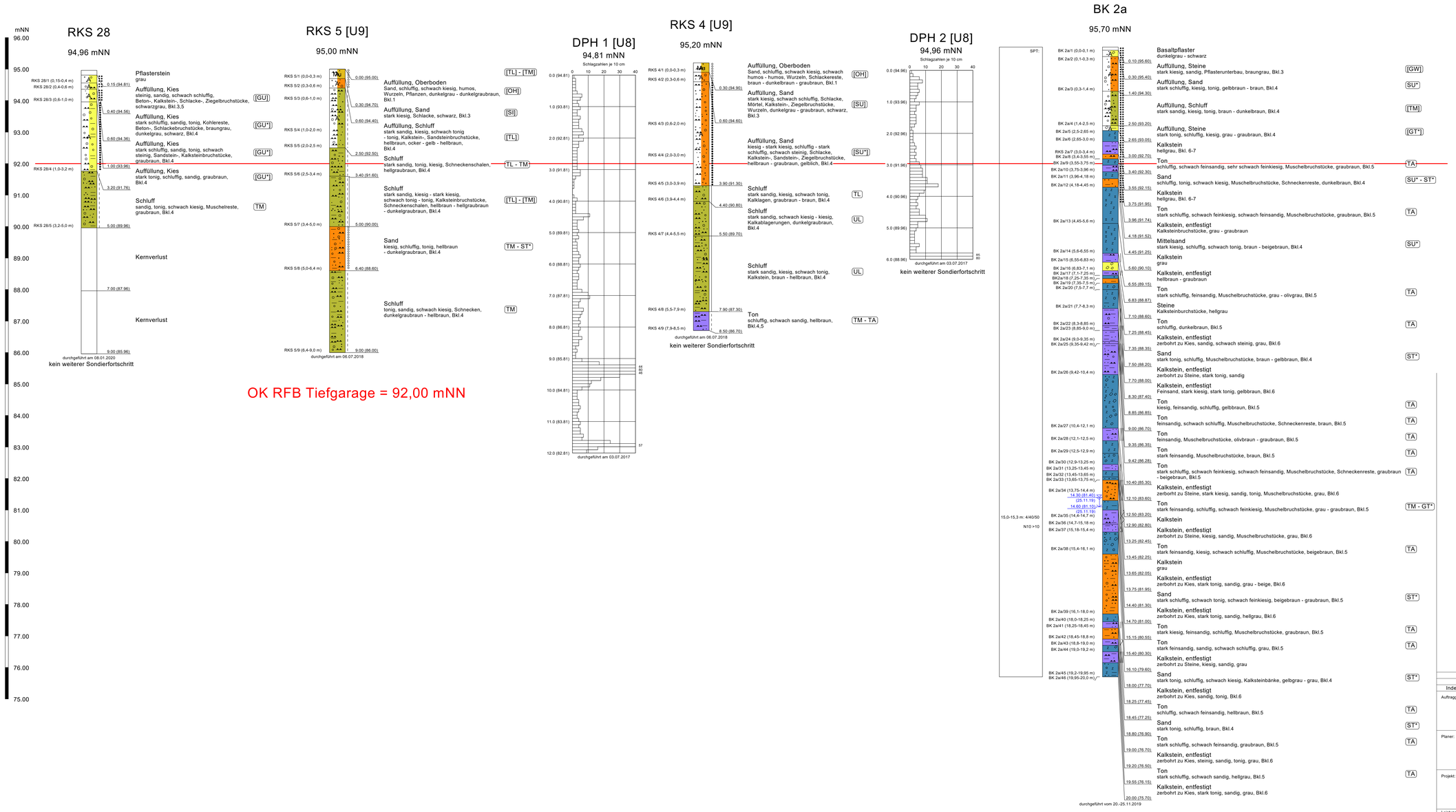
	Datum	Name
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

	Datum	Name
bearbeitet:	22.11.2019	KO
gezeichnet:	07.01.2020	AH
geprüft:	02.03.2020	BO

Projekt: Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz, Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Geot.Profilschn. außerhalb Kellergewölbe: Nordflügel südl. Bereich: DPH4[U9]
RKS6[U9]-RKS7[U9]-RKS29/29a-RKS30-DPH3[U9]-DPH3[U8]-RKS3[U9]

Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1:50	190835_C	2.1.3

Ostflügel



Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

Auftraggeber: Fischer & Co. GmbH & Co. KG
Hintere Bleiche 11
D-55116 Mainz

	Datum	Name
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

Planer: Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

	Datum	Name
bearbeitet:	22.11.2019	KO
gezeichnet:	07.01.2020	AH
geprüft:	02.03.2020	BO

Projekt: Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz, Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Geotechnischer Profilschnitt außerhalb Kellergewölbe: Ostflügel
RKS 28 - RKS 5 [U9] - DPH 1 [U8] - RKS 4 [U9] - DPH 2 [U8] - BK 2a

Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1:50	190835	2.1.4

Kellergewölbe Ostseite, Nord

mNN
90.00
89.00
88.00
87.00
86.00
85.00
84.00
83.00
82.00
81.00
80.00
79.00
78.00
77.00

RKS 8

86,60 mNN

0.20 (86.40) Beton
0.61 (85.99) Ziegelsteine
0.86 (85.74) Kalkstein
KB 8
1.10 (85.50) Kernverlust
2.00 (84.60) Kalkstein, entfestigt
Kies, sandig, schluffig, schwach tonig, hellgrau, Bkl.6
RKS 8/1 (1,1-2,0 m)
RKS 8/2 (2,0-2,4 m) Ton TA
feinsandig, schluffig, schwach feinkiesig, Muschelreste, braun - olivbraun, Bkl.5
2.40 (84.20) Kalkstein, entfestigt
Kies, sandig, schluffig, hellgrau, Bkl.6
RKS 8/3 (2,4-3,0 m)
3.00 (83.60) Ton TA
RKS 8/4 (3,0-3,5 m)
feinsandig, schluffig, sehr schwach feinkiesig, Muschelreste, braun, Bkl.5
3.50 (83.10) Ton TA
RKS 8/5 (3,5-4,2 m)
kiesig, feinsandig, schluffig, braun, Bkl.5
RKS 8/6 (4,2-4,4 m)
4.20 (82.40) Ton TA
RKS 8/7 (4,4-4,7 m)
schluffig, schwach kiesig, schwach sandig, graubraun, Bkl.5
RKS 8/8 (4,7-5,1 m)
4.40 (82.20) Ton TA
schluffig, schwach feinsandig, graubraun - olivbraun, Bkl.5
4.70 (81.90) Ton TA
stark schluffig, feinsandig, hellbraun - graubraun, Bkl.5
5.10 (81.50)
durchgeführt am 19.11.2019

kein weiterer Sondierfortschritt

RKS 9

86,10 mNN

0.07 (86.03) Beton
0.70 (85.40) Magerbeton
KB 9
Ton ST* - TA
stark sandig, schwach kiesig, schwach schluffig, Muschelreste, braun, Bkl.4,5
1.40 (84.70) Ton TA
feinsandig, schluffig, schwach feinkiesig, Muschelreste, braun, Bkl.5
1.60 (84.50) Kalkstein, entfestigt
Kies, stark sandig, tonig, schwach schluffig, braungrau, Bkl.6
RKS 9/3 (1,6-2,3 m)
RKS 9/4 (2,3-2,6 m)
RKS 9/5 (2,6-3,0 m)
2.30 (83.80) Ton TA
3.00 (83.10) (21.11.19)
schluffig, schwach feinkiesig, schwach feinsandig, Muschelreste, braun - olivbraun, Bkl.5
2.60 (83.50) Kalkstein, entfestigt
Kies, stark sandig, schluffig, tonig, hellbraun, Bkl.6
RKS 9/6 (3,0-3,9 m)
3.00 (83.10) Ton TA
sandig, schwach feinkiesig, schwach schluffig, Muschelreste, hellbraun - graubraun, Bkl.5
RKS 9/7 (3,9-4,3 m)
3.90 (82.20) Ton TA
schluffig, schwach feinsandig, Muschelreste, olivbraun, Bkl.5
RKS 9/8 (4,3-4,9 m)
RKS 9/9 (4,9-5,1 m)
4.30 (81.80) Kies GT*
stark tonig, schwach sandig, schwach schluffig, hellbraun, Bkl.4
RKS 9/10 (5,1-5,8 m)
4.90 (81.20) Ton TA
RKS 9/11 (5,8-6,1 m)
schwach schluffig, olivbraun, Bkl.5
5.10 (81.00) Kalkstein, entfestigt
Kies, stark sandig, schluffig, tonig, hellbraun, Bkl.6
RKS 9/12 (6,1-7,0 m)
5.80 (80.30) Ton TA
6.10 (80.00)
schluffig, schwach feinkiesig, grau - graubraun, Bkl.5
Kalkstein, entfestigt
Kies, stark sandig, tonig, schwach schluffig, hellbraun - gelbbraun, Bkl.6
RKS 9/13 (7,0-9,0 m)
9.00 (77.10)
durchgeführt am 21.11.2019

SCH 11

86,10 mNN

0.62 (85.48) Steinfundament
Kalkstein, Sandstein, Ziegelbruchstücke
Kalkstein, angewittert bis mäßig entfestigt
hellgrau
0.70 (85.40)

Schurfsohle: Kalkstein

SCH 12

86,23 mNN

0.37 (85.86) Sandstein 1,2 x 1,2 m, Gesamt 0,63 m
Fundament unter Säule
Steinfundament, ungeordnet
Kalkstein, Ziegelbruch, auskragend um 0,35-0,4 m
0.72 (85.51) Kalkstein, angewittert bis mäßig entfestigt
hellgrau
0.80 (85.43)

Schurfsohle: Kalkstein

RKS 10

86,20 mNN

0.22 (85.98) Beton
0.97 (85.23) Ziegelsteine
KB 10
Mergelstein
1.20 (85.00) Ton
feinsandig, schwach schluffig, Muschelreste, dunkelgrau - olivgrau, Bkl.5
RKS 10/1 (1,2-1,5 m) TA
1.50 (84.70) Ton
sandig, schluffig, schwach kiesig, hellbraun - braun, Bkl.5
RKS 10/2 (1,2-2,0 m) TA
2.00 (84.20) Kalkstein, entfestigt
Kies, stark sandig, tonig, schwach schluffig, braun, Bkl.6
RKS 10/3 (2,0-2,45 m)
RKS 10/4 (2,45-2,85 m)
2.45 (83.75) Ton TA
stark schluffig, feinsandig, graubraun - braun, Bkl.5
RKS 10/5 (2,85-3,2 m)
2.85 (83.35) Ton TA
schluffig, schwach feinsandig, Muschelreste, braun, Bkl.5
3.20 (83.00)
durchgeführt am 21.11.2019

kein weiterer Sondierfortschritt

RKS 11

86,00 mNN

0.25 (85.75) Beton
KB 11
0.36 (85.64) Kernverlust
Kalkstein, entfestigt
Kies, stark tonig, sandig, schwach schluffig, braun - braungrau, Bkl.5,6
RKS 11/1 (0,0-0,36 m)
1.30 (84.70) Ton TA
feinsandig, schluffig, Muschelreste, olivbraun, Bkl.5
RKS 11/2 (0,36-1,3 m)
1.70 (84.30) Kalkstein, zersetzt
Ton, sandig, schluffig, schwach kiesig, hellbraun, Bkl.6
RKS 11/3 (1,3-1,7 m)
2.20 (83.80)
RKS 11/4 (1,7-2,2 m)
durchgeführt am 22.11.2019

kein weiterer Sondierfortschritt

Legende

halbfest - fest
halbfest
steif - halbfest
steif
weich
breiig
dicht

A Auffüllung
Kies
Sand
Schluff
Ton
Kalkstein

3.00 (21.11.19) GW Bohrende

Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

Auftraggeber:
Fischer & Co. GmbH & Co. KG
Hintere Bleiche 11
D-55116 Mainz

	Datum	Name
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

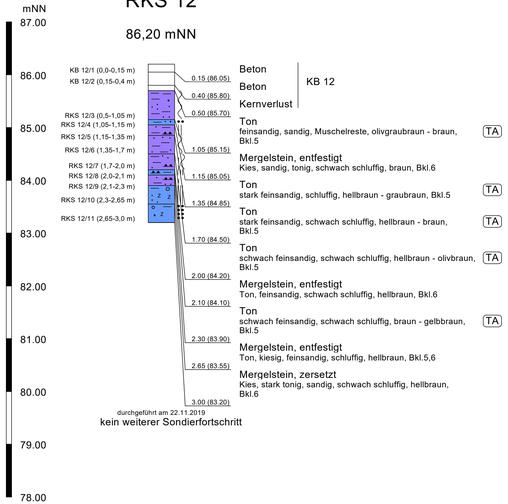
Planer:
Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

	Datum	Name
bearbeitet:	22.11.2019	KO
gezeichnet:	07.01.2020	AH
geprüft:	02.03.2020	BO

Projekt:
Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz , Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Geotechnischer Profilschnitt in Kellergewölbe: Kellergewölbe Ostseite Nord
RKS 8 - RKS 9 - SCH 11 - SCH 12 - RKS 10 - RKS 11

Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1:50	190835_C	2.2.1

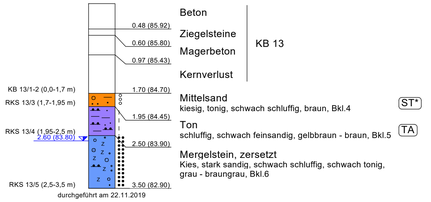
Kellergewölbe Ostseite, Süd



RKS 12

86,20 mNN

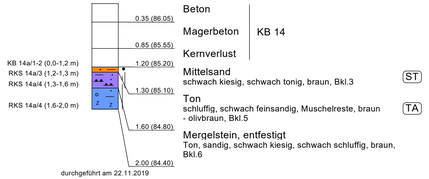
kein weiterer Sondierfortschritt



RKS 13

86,40 mNN

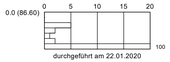
kein weiterer Sondierfortschritt



RKS 14

86,40 mNN

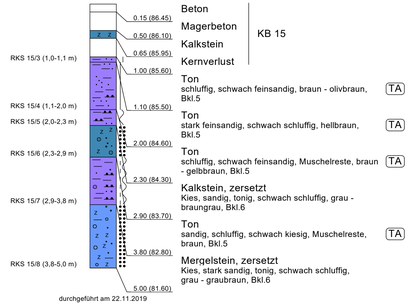
kein weiterer Sondierfortschritt



DPH 1

86,60 mNN

kein weiterer Sondierfortschritt

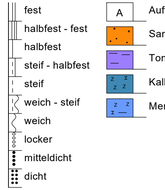


RKS 15

86,60 mNN

kein weiterer Sondierfortschritt

Legende



Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

Auftraggeber: Fischer & Co. GmbH & Co. KG
Hintere Bleiche
D-55116 Mainz

	Datum	Name
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

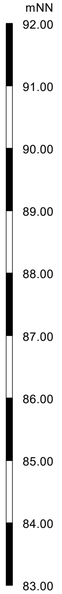
Planer: Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

	Datum	Name
bearbeitet:	22.11.2019	Ko
gezeichnet:	07.01.2020	AH
geprüft:	02.03.2020	BO

Projekt: Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz, Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Geotechnischer Profilschnitt in Kellergewölbe: Kellergewölbe Ostseite, Süd
RKS 12 - RKS 13 - RKS 14 - DPH 1 - RKS 15

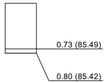
Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1:50	190835_C	2.2.2

Verbindungsgang



SCH 5

86,22 mNN



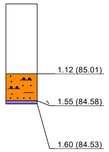
Steinfundament
Kalk, Sandstein, Ziegel

Kalkstein, angewittert bis mäßig entfestigt
hellgrau

Schurfsohle: Kalkstein

SCH 6

86,13 mNN



Steinfundament, ungeordnet
Kalkstein

Feinsand
stark schluffig, tonig, braun - gelbbraun, Bkl.4 SU* - UM

Ton
stark schluffig, feinkiesig, Kalk, Muscheln als Feinkies im Ton, braun - gelbbraun, Bkl.4 SU* - UM

SCH 9

85,92 mNN

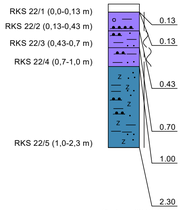
Ziegelfundament

Steinblöcke
Kalkstein

Schurfboden: Kalkblöcke (Fundament?)

RKS 22

86,00 mNN



Beton

Beton

Ton
schluffig, feinsandig, schwach kiesig, hellbraun - beigebraun, Bkl.5 TA

Ton
schluffig, schwach feinsandig, beigebraun - hellbraun, Bkl.5 TA

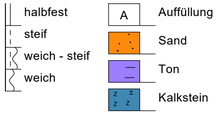
Ton
schluffig, schwach feinsandig, olivbraun, Bkl.5 TA

Kalkstein, entfestigt
Ton, feinsandig, schluffig, schwach kiesig, hellbraun - beigebraun, Bkl.5,6

durchgeführt am 09.01.2019

kein weiterer Sondierfortschritt

Legende



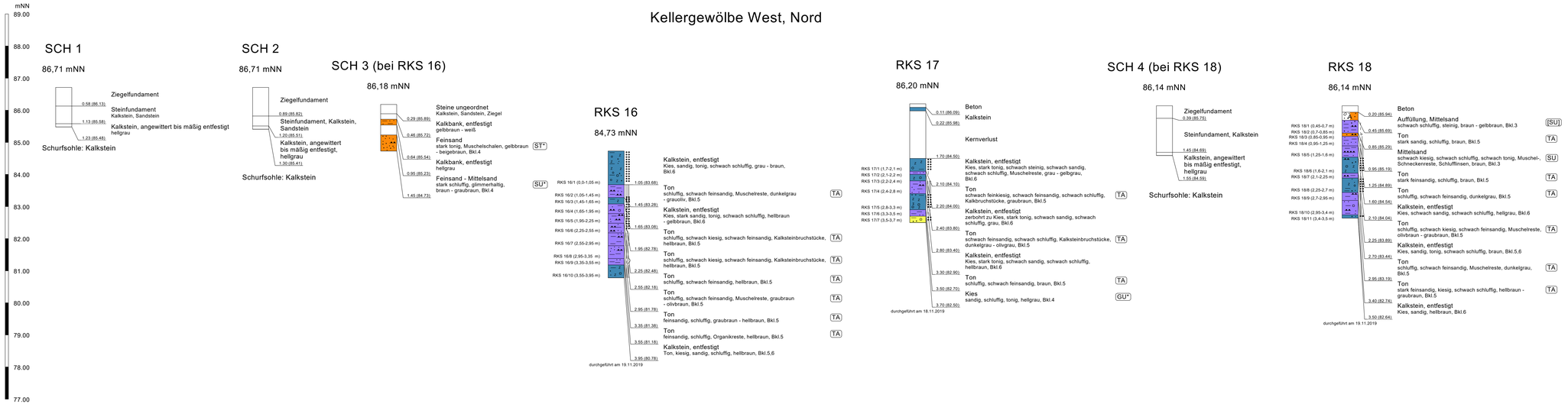
Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

		Datum	Name
Auftraggeber: Fischer & Co. GmbH & Co. KG, Hintere Bleiche 11, D-55116 Mainz	bearbeitet:		
	gezeichnet:		
	geprüft:		
Planer: Rubel & Partner, Management für Umwelt und Technologie, Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt, Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098		Datum	Name
	bearbeitet:	22.11.2019	KO
	gezeichnet:	07.01.2020	AH
	geprüft:	02.03.2020	BO

Projekt:
Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz, Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Geotechnischer Profilschnitt innerhalb Kellergewölbe: Verbindungsgang
SCH 5 - SCH 6 - SCH 9 - RKS 22

Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1:50	190835_C	2.2.3

Kellergewölbe West, Nord



Legende

fest	Auffüllung
halbfest - fest	Sand
halbfest	Kies
steif - halbfest	Ton
steif	Kalkstein
weich - steif	
weich	
locker	
dicht	

Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

Auftraggeber: Fischer & Co. GmbH & Co. KG
Hintere Bleiche 11
D-55116 Mainz

	Datum	Name
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

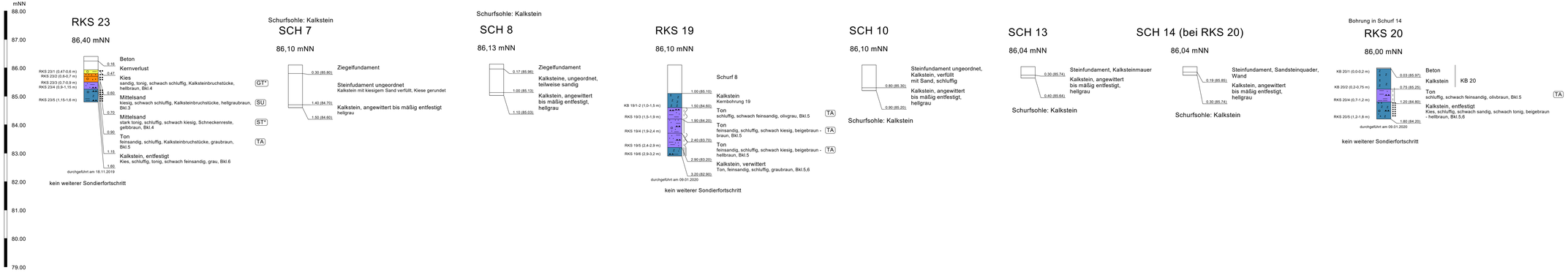
Planer: Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

	Datum	Name
bearbeitet:	22.11.2019	KO
gezeichnet:	07.01.2020	AH
geprüft:	02.03.2020	BO

Projekt: Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz, Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Geotechnischer Profilschnitt in Kellergewölbe: Kellergewölbe Westseite, Nord
SCH 1 - SCH 2 - SCH 3 - RKS 16 - RKS 17 - SCH 4 - RKS 18

Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1:50	190835_C	2.2.4

Kellergewölbe West, Mitte



Legende

halbfest - fest		A	Auffüllung
halbfest			Sand
steif - halbfest			Kies
steif			Ton
weich - steif			Kalkstein
dicht			

Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

Auftraggeber:

Fischer & Co. GmbH & Co. KG
Hintere Bleiche 11
D-55116 Mainz

	Datum	Name
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

Planer:

Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

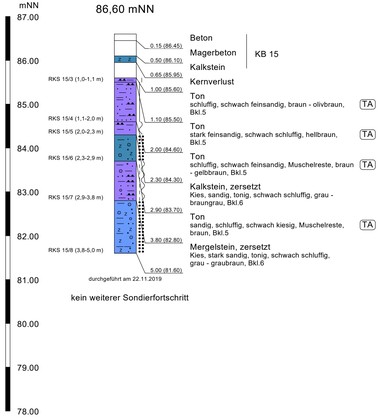
	Datum	Name
bearbeitet:	22.11.2019	KO
gezeichnet:	07.01.2020	AH
geprüft:	02.03.2020	BO

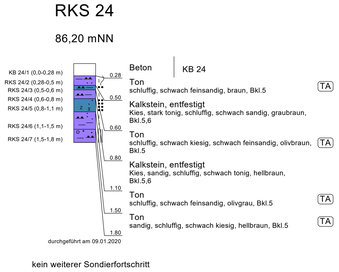
Projekt:

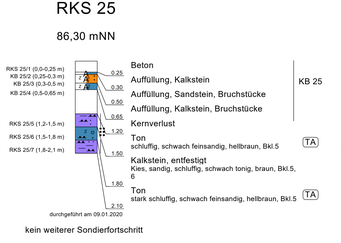
Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz, Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Geotechnischer Profilschnitt in Kellergewölbe: Kellergewölbe Westseite Mitte
RKS 23 - SCH 7 - SCH 8 - RKS 19 - SCH 10 - SCH 13 - SCH 14 - RKS 20

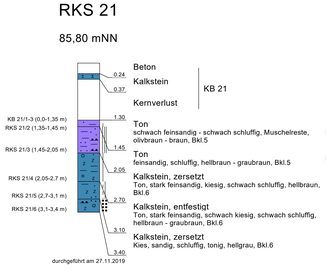
Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1:50	190835_C	2.2.5

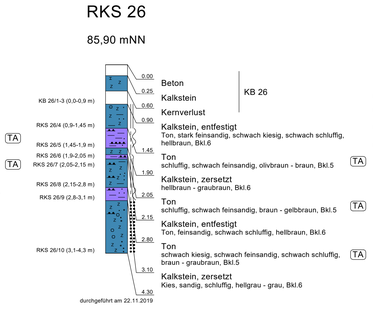
Gewölbekeller West, Süd

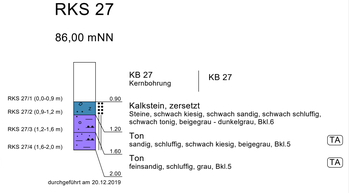












Legende

Index	Datum	gezeichnet	geprüft	Änderung

Auftraggeber:
Fischer & Co. GmbH & Co. KG
Hintere Bleiche 11
D-55116 Mainz

	Datum	Name
bearbeitet:		
gezeichnet:		
geprüft:		

Planer:
Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

	Datum	Name
bearbeitet:	22.11.2019	KG
gezeichnet:	07.01.2020	AH
geprüft:	02.03.2020	BO

Projekt:
Geotechnischer Bericht
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße in Mainz, Neubau Haus 3-14 mit Tiefgarage
Geotechnischer Profilschnitt in Kellergewölbe: Kellergewölbe Westseite, Süd
RKS 15- RKS 24 - RKS 25 - RKS 21 - RKS 26 - RKS 27

Leistungsphase:	Maßstab:	Projekt-Nr.:	Anlage-Nr.:
Geotechnische Erkundung	1:50	190835_C	2.2.6

Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

Bericht: 190835
Anlage: 3.1.1

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Wohnbebauung Ehemalige Brauerei Wormser Straße in Mainz

Bearbeiter: WO Datum: 16.12.2019

Entnahmestelle: BK

Art der Entnahme: gestört / ungestört

Probe entnommen am: 10.2019

Probenbezeichnung:	BK 1/GP5	BK 1/GP7	BK 1/GP8	BK 1/GP10
Entnahmetiefe [m]:	3,00 - 3,80 m	4,00 - 4,45 m	4,45 - 4,90 m	5,55 - 6,25 m
Bodenart:	A, G, s*, u, t'	S, u, g, t'	T, u*, s, g'	T, u*, s'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1143.70	951.00	695.70	576.20
Trockene Probe + Behälter [g]:	1002.70	783.70	572.10	493.50
Behälter [g]:	256.20	245.20	259.70	260.20
Porenwasser [g]:	141.00	167.30	123.60	82.70
Trockene Probe [g]:	746.50	538.50	312.40	233.30
Wassergehalt [%]	18.89	31.07	39.56	35.45

Probenbezeichnung:	BK 1/UP1	BK 2a/GP12	BK 2a/GP28	BK 2a/GP34
Entnahmetiefe [m]:	9,60 - 9,80 m	4,18 - 4,45 m	12,1 - 12,5 m	13,75 - 14,4 m
Bodenart:	G, u, t, s'	S, g*, u, t'	U, s*, t, g'	S, u*, t', g'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1991.20	1136.70	756.00	672.20
Trockene Probe + Behälter [g]:	1649.80	998.20	688.20	580.00
Behälter [g]:	291.50	264.10	274.10	249.30
Porenwasser [g]:	341.40	138.50	67.80	92.20
Trockene Probe [g]:	1358.30	734.10	414.10	330.70
Wassergehalt [%]	25.13	18.87	16.37	27.88

Probenbezeichnung:	BK 3/GP11	BK 3/GP24	BK 3/GP26	BK 3/GP30
Entnahmetiefe [m]:	9,00 - 10,0 m	16,65 -17,2 m	17,5 - 18,35 m	19,45 - 19,75 m
Bodenart:	A, G, s, u, t'	U, t*, g, s'	T, u, g, s'	U, t*, s, g'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1021.70	428.00	604.50	625.80
Trockene Probe + Behälter [g]:	943.50	388.90	524.50	522.10
Behälter [g]:	220.80	212.50	216.60	218.20
Porenwasser [g]:	78.20	39.10	80.00	103.70
Trockene Probe [g]:	722.70	176.40	307.90	303.90
Wassergehalt [%]	10.82	22.17	25.98	34.12

Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

Bericht: 190835
Anlage: 3.1.2

Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1

Wohnbebauung Ehemalige Brauerei Wormser Straße in Mainz

Bearbeiter: WO Datum: 14.01.2020

Entnahmestelle: RKS

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 09.01.2020

Probenbezeichnung:	RKS 19/5	RKS 22/4	RKS 24/6
Entnahmetiefe [m]:	2,40 - 2,90 m	0,70 - 1,00 m	1,10 - 1,50 m
Bodenart:	T, u, fs, g'	T, u, fs'	T, u, fs'
Feuchte Probe + Behälter [g]:	214.90	190.30	160.10
Trockene Probe + Behälter [g]:	179.40	159.50	139.80
Behälter [g]:	71.40	67.80	72.10
Porenwasser [g]:	35.50	30.80	20.30
Trockene Probe [g]:	108.00	91.70	67.70
Wassergehalt [%]	32.87	33.59	29.99

Probenbezeichnung:	RKS 28/5	RKS 30/7	
Entnahmetiefe [m]:	3,20 - 5,00 m	7,30 - 8,00 m	
Bodenart:	U, s, t, g'	T, fs, u, g', o'	
Feuchte Probe + Behälter [g]:	202.70	152.20	
Trockene Probe + Behälter [g]:	177.40	133.90	
Behälter [g]:	65.20	69.70	
Porenwasser [g]:	25.30	18.30	
Trockene Probe [g]:	112.20	64.20	
Wassergehalt [%]	22.55	28.50	

Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

Bearbeiter: WO Datum: 17.12.2019

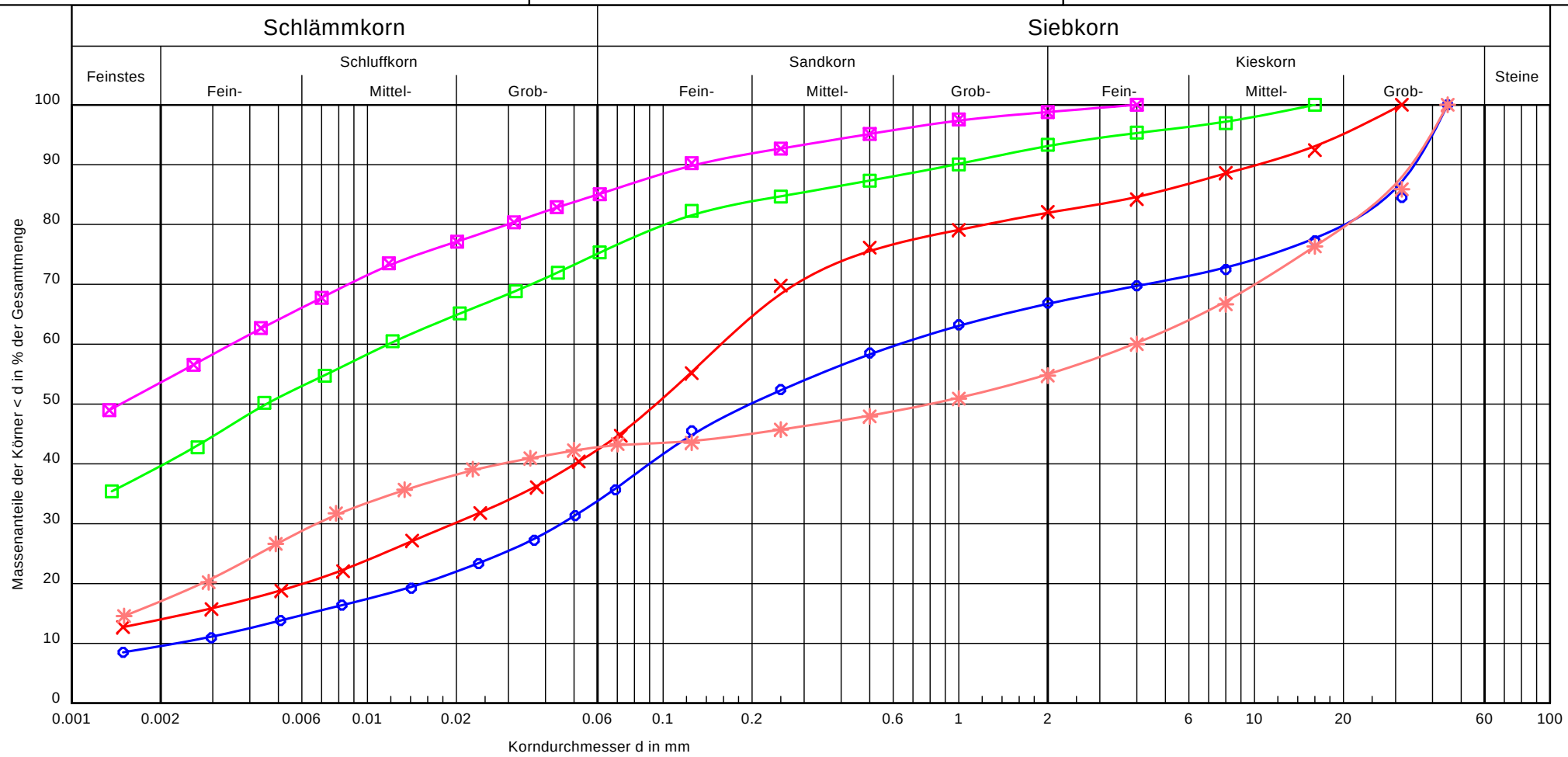
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Wohnbebauung Ehemalige Brauerei
Wormser Straße in Mainz

Probe entnommen am: 10.2019

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	BK 1/GP5	BK 1/GP7	BK 1/GP8	BK 1/GP10	BK 1 /UP1
Entnahmetiefe:	3,00 - 3,80 m	4,00 - 4,45 m	4,45 - 4,90 m	5,55 - 6,25 m	9,60 - 9,80 m
Bodenart:	G, s̄, u, t'	S, u, g, t'	T, ū, s, g'	T, ū, s'	G, u, t, s'
T/U/S/G [%]:	9.6/24.9/32.2/33.3	14.0/29.0/38.9/18.1	39.7/35.9/17.5/6.9	53.6/31.7/13.5/1.2	17.0/25.9/12.1/45.0
Bodengruppe:	[GU*]	TL / SU*	TM / TA	TA	GT*
Signatur:					

Bemerkungen:

Bericht:
190835
Anlage
3.2.1

Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

Bearbeiter: WO Datum: 17.12.2019

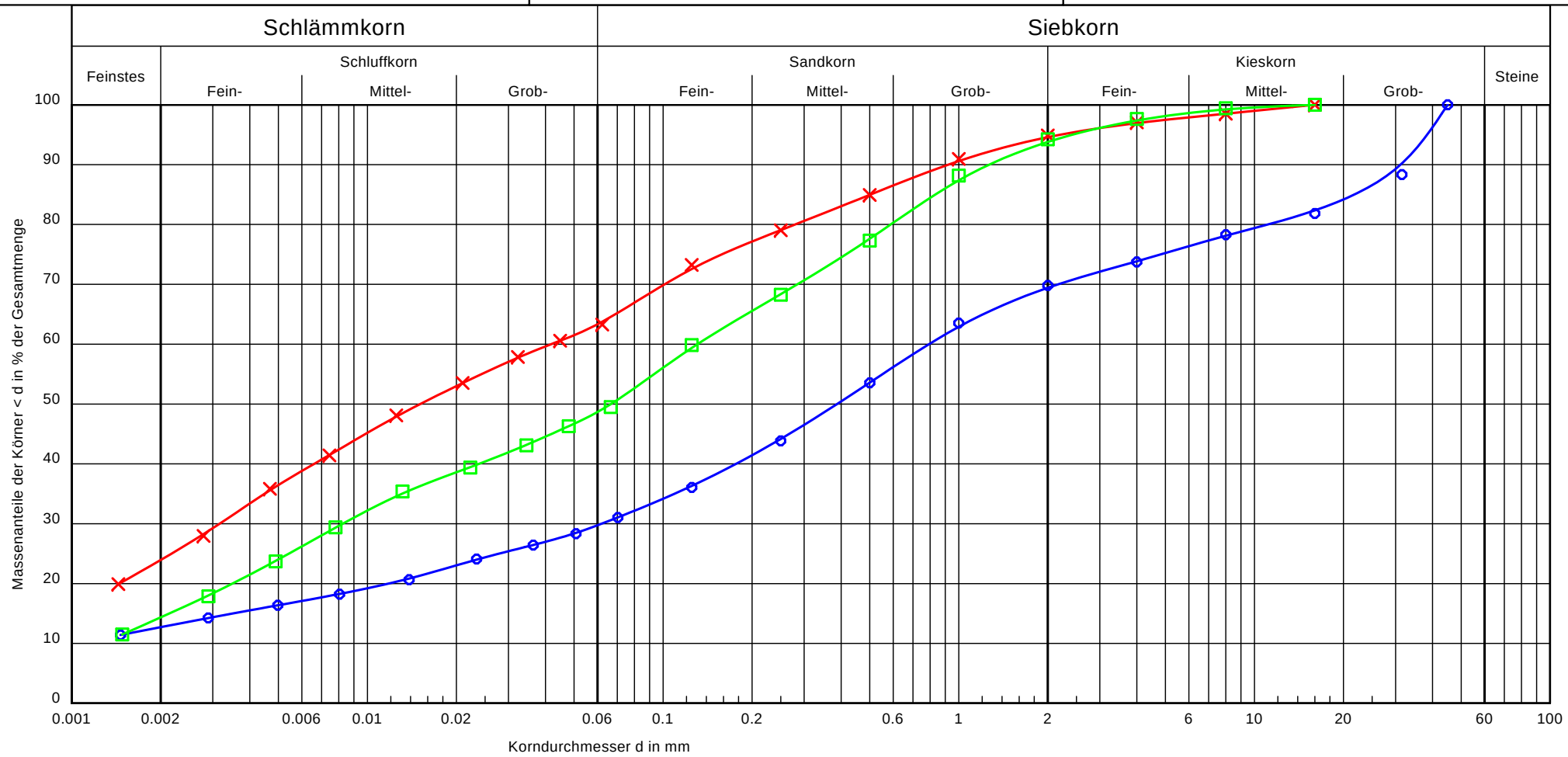
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Wohnbebauung Ehemalige Brauerei
Wormser Straße in Mainz

Probe entnommen am: 10.2019

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	BK 2a/GP12	BK 2a/GP28	BK 2a/GP34
Entnahmetiefe:	4,18 - 4,45 m	12,1 - 12,5 m	13,75 - 14,4 m
Bodenart:	S, $\overline{g}$, u, t'	U, $\overline{s}$, t, g'	S, $\overline{u}$, t', g'
T/U/S/G [%]:	12.7/17.4/39.3/30.6	23.9/40.0/30.7/5.4	14.3/34.9/44.5/6.2
Bodengruppe:	SU*	TM	SU*
Signatur:			

Bemerkungen:

Bericht:
190835
Anlage
3.2.2

Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

Bearbeiter: WO Datum: 17.12.2019

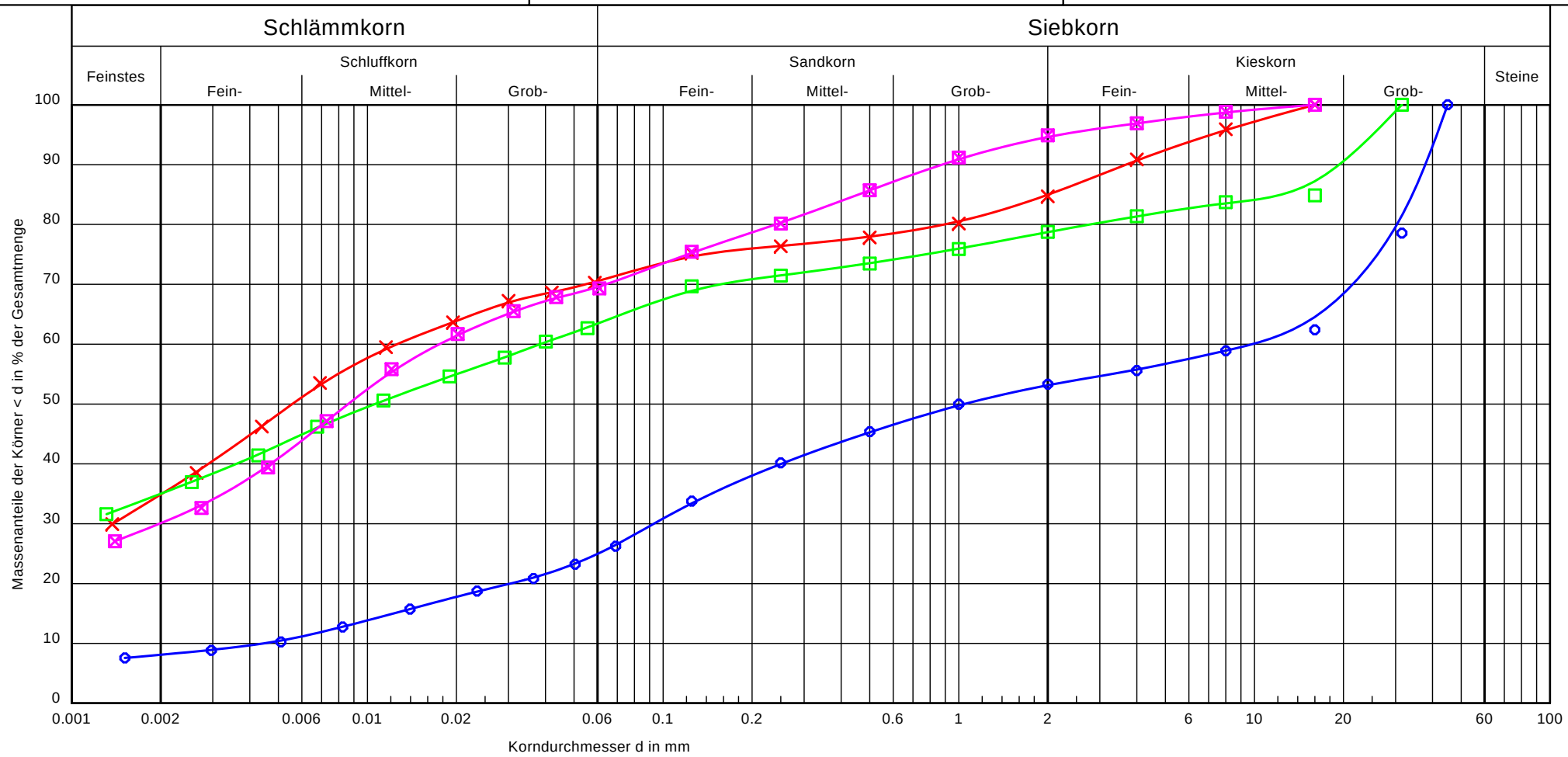
Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4

Wohnbebauung Ehemalige Brauerei
Wormser Straße in Mainz

Probe entnommen am: 10.2019

Art der Entnahme: gestörte Probe

Arbeitsweise: kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse



Bezeichnung:	BK 3/GP11	BK 3/GP24	BK 3/GP26	BK 3/GP30
Entnahmetiefe:	9,00 - 10,00 m	16,65 - 17,2 m	17,5 - 18,35 m	19,45 - 19,75 m
Bodenart:	G, s, u, t'	U, $\bar{t}$, g, s'	T, u, g, s'	U, $\bar{t}$, s, g'
T/U/S/G [%]:	8.1/17.4/27.7/46.9	34.9/36.0/14.1/15.0	35.0/28.8/14.9/21.3	30.1/39.8/24.7/5.4
Bodengruppe:	[GU*]	TM	TM	TM
Signatur:				

Bemerkungen:

Bericht:
190835
Anlage
3.2.3

Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

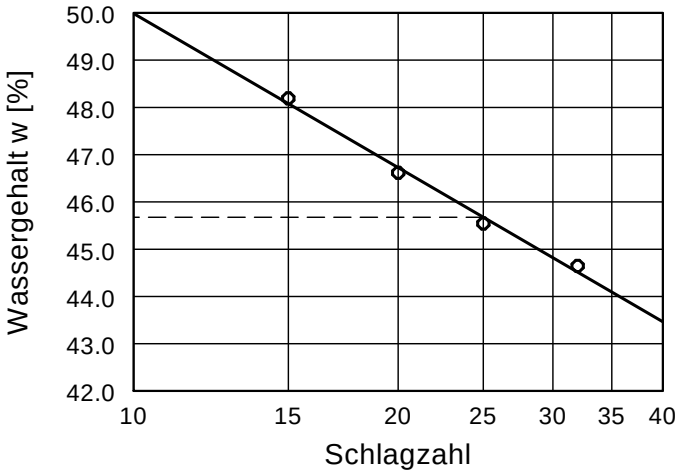
Bericht: 190835
Anlage: 3.3.1

Zustandsgrenzen nach DIN ISO 17892-12

Wohnbebauung Ehemalige Brauerei
Wormser Straße in Mainz

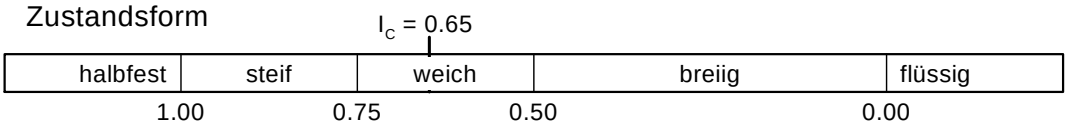
Bearbeiter: WO Datum: 15.01.2020

Probenbezeichnung: RKS 19/5
Entnahmetiefe: 2,40 - 2,90 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, u, fs, g', o'
Probe entnommen am: 09.01.2020

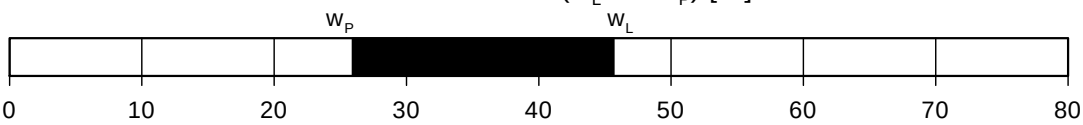


Wassergehalt w =	32.9 %
Fließgrenze w_L =	45.7 %
Ausrollgrenze w_P =	25.9 %
Plastizitätszahl I_P =	19.8 %
Konsistenzzahl I_C =	0.65

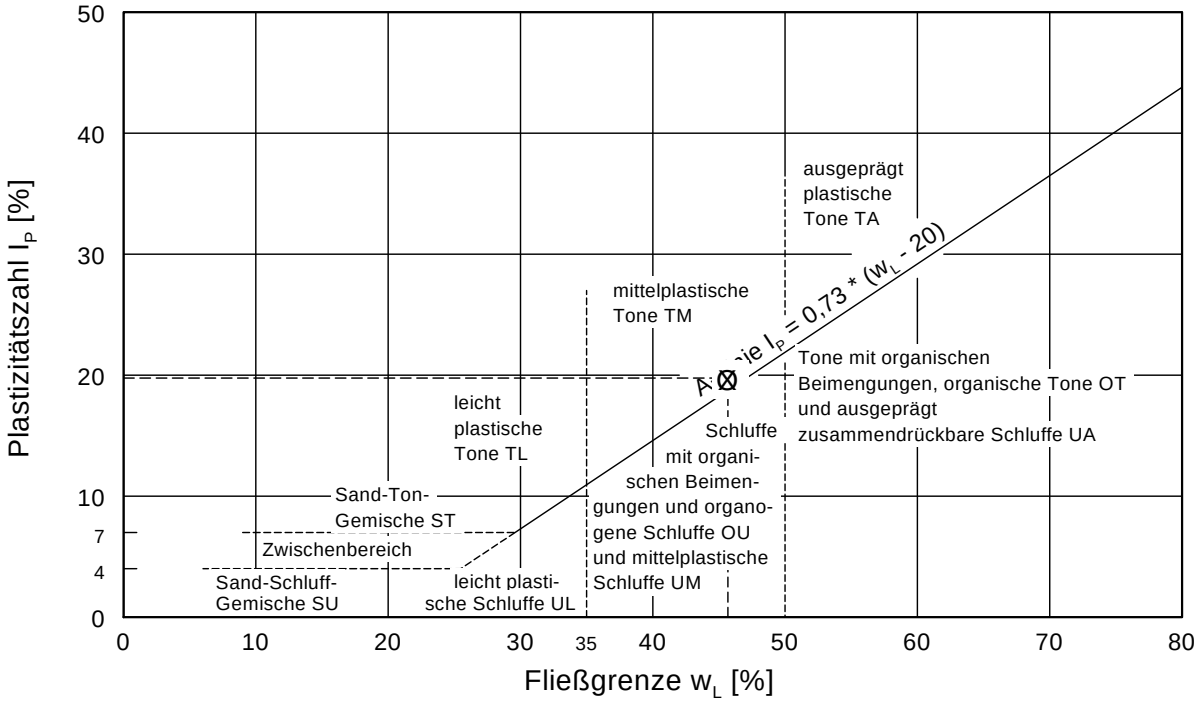
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

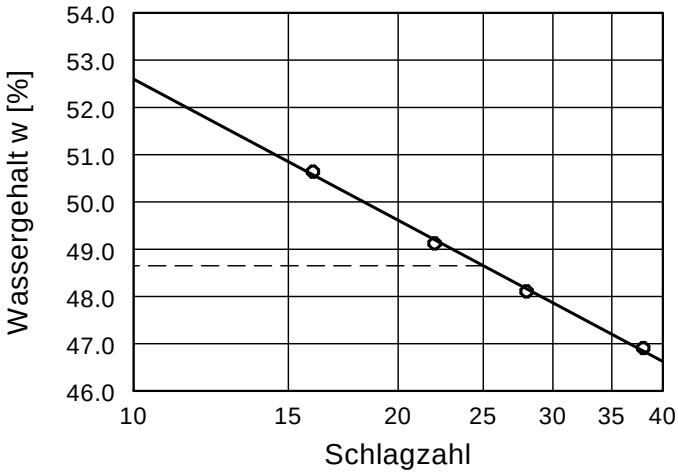
Bericht: 190835
Anlage: 3.3.2

Zustandsgrenzen nach DIN ISO 17892-12

Wohnbebauung Ehemalige Brauerei
Wormser Straße in Mainz

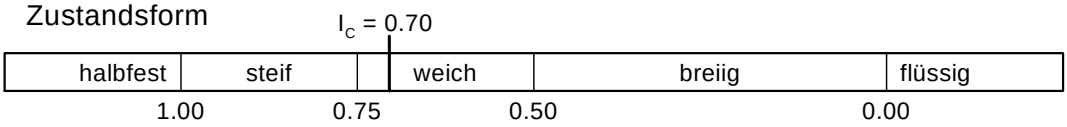
Bearbeiter: WO Datum: 15.01.2020

Probenbezeichnung: RKS 22/4
Entnahmetiefe: 0,70 - 1,00 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, u, fs'
Probe entnommen am: 09.01.2020



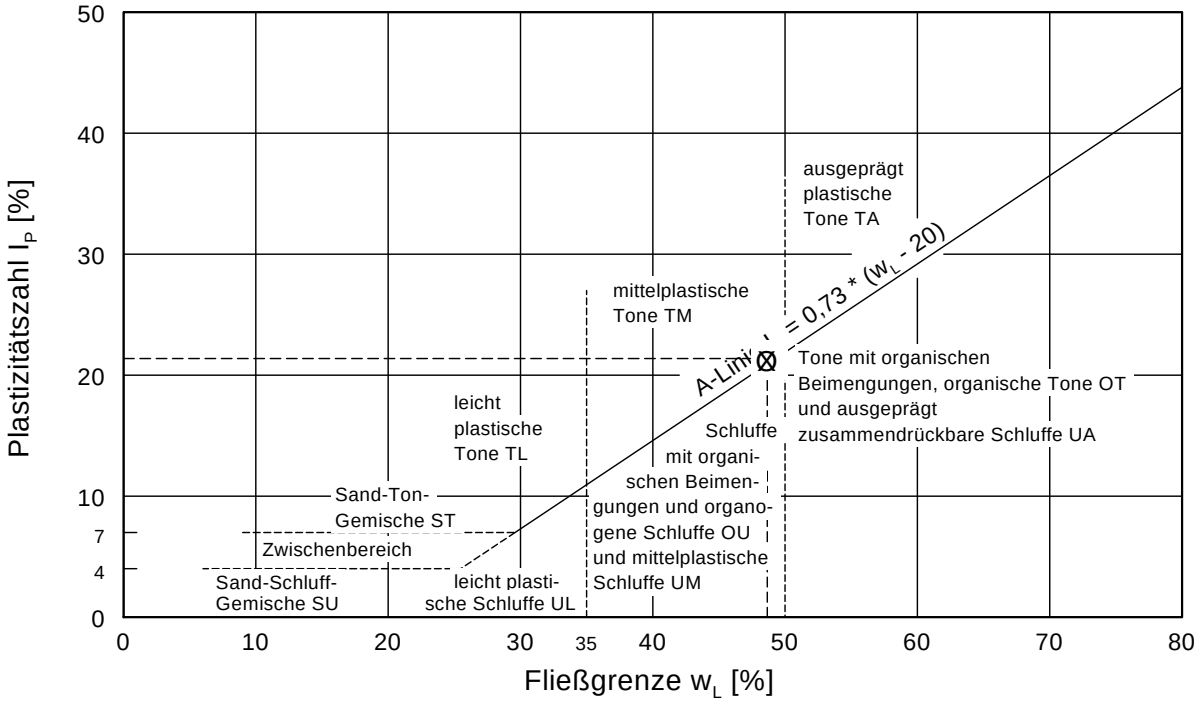
Wassergehalt w =	33.6 %
Fließgrenze w_L =	48.7 %
Ausrollgrenze w_P =	27.3 %
Plastizitätszahl I_P =	21.4 %
Konsistenzzahl I_C =	0.70

Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]

Plastizitätsdiagramm



Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

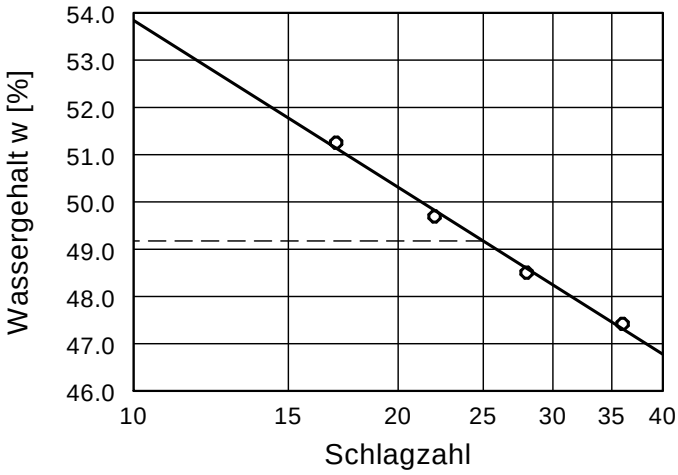
Bericht: 190835
Anlage: 3.3.3

Zustandsgrenzen nach DIN ISO 17892-12

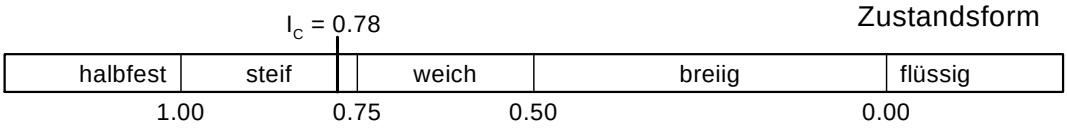
Wohnbebauung Ehemalige Brauerei
Wormser Straße in Mainz

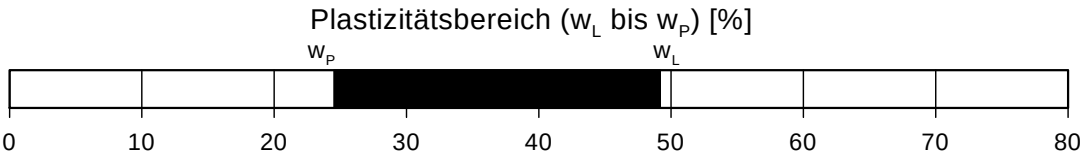
Bearbeiter: WO Datum: 15.01.2020

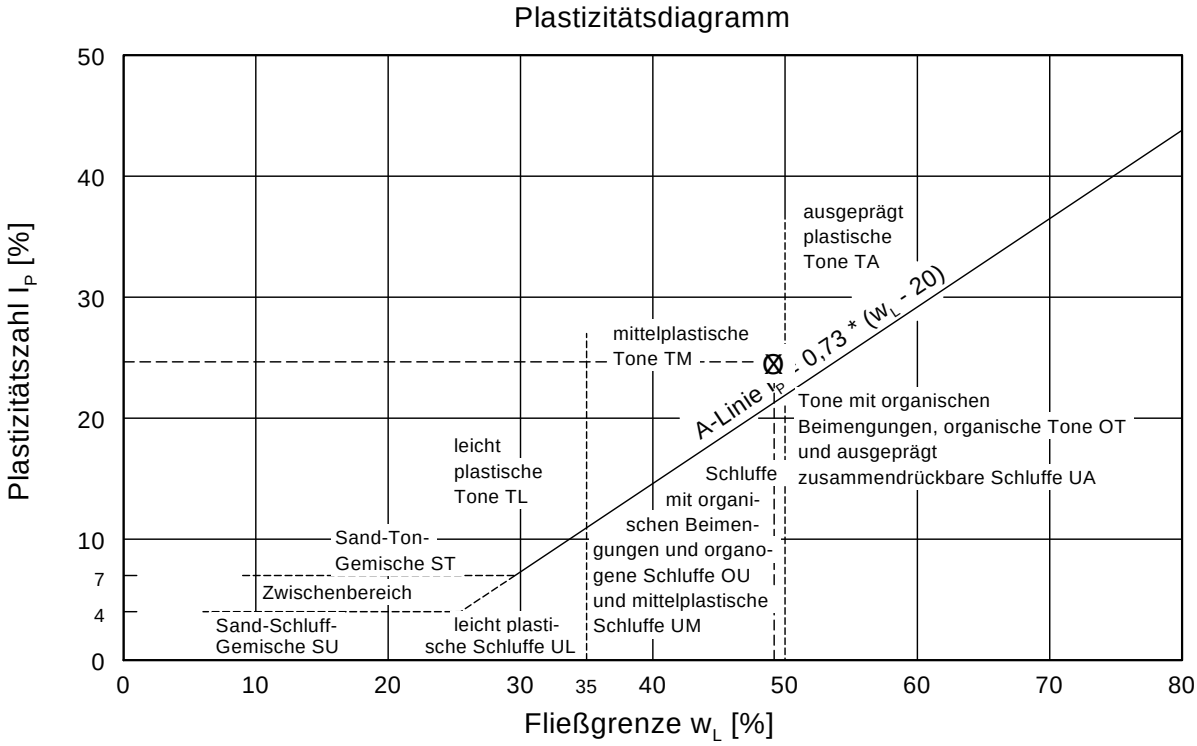
Probenbezeichnung: RKS 24/6
Entnahmetiefe: 1,10 - 1,50 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, u, fs', o'
Probe entnommen am: 09.01.2020



Wassergehalt w =	30.0 %
Fließgrenze w_L =	49.2 %
Ausrollgrenze w_P =	24.5 %
Plastizitätszahl I_P =	24.7 %
Konsistenzzahl I_C =	0.78







Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

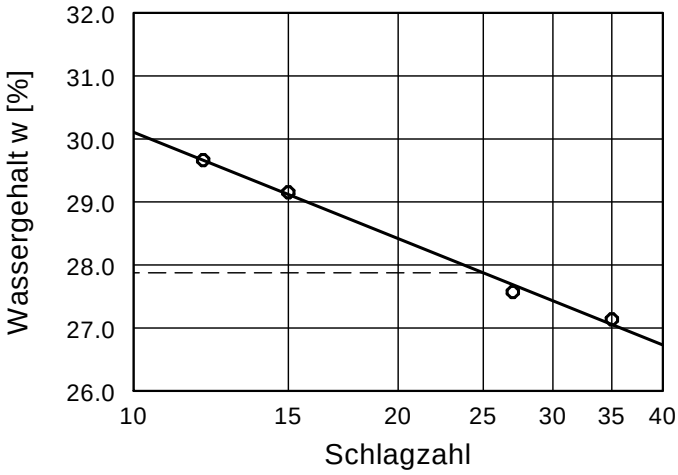
Bericht: 190835
Anlage: 3.3.4

Zustandsgrenzen nach DIN ISO 17892-12

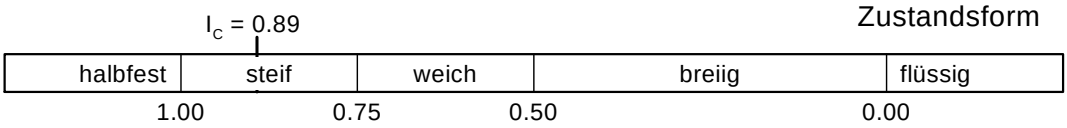
Wohnbebauung Ehemalige Brauerei
Wormser Straße in Mainz

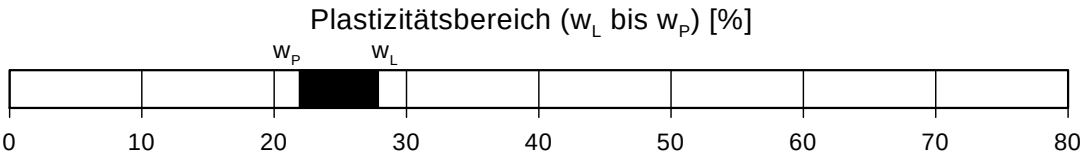
Bearbeiter: WO Datum: 16.01.2020

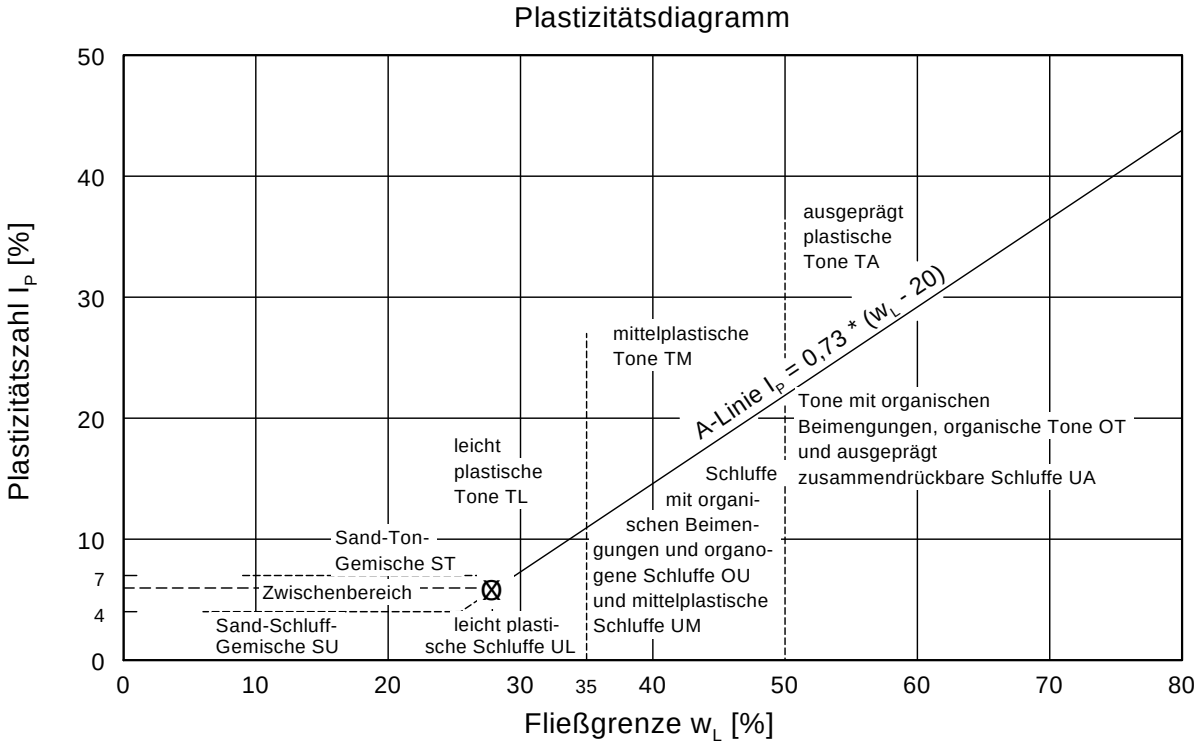
Probenbezeichnung: RKS 28/5
Entnahmetiefe: 3,20 - 5,00 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: U, s, t, g'
Probe entnommen am: 08.01.2020



Wassergehalt w =	22.6 %
Fließgrenze w_L =	27.9 %
Ausrollgrenze w_P =	21.9 %
Plastizitätszahl I_P =	6.0 %
Konsistenzzahl I_C =	0.89







Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

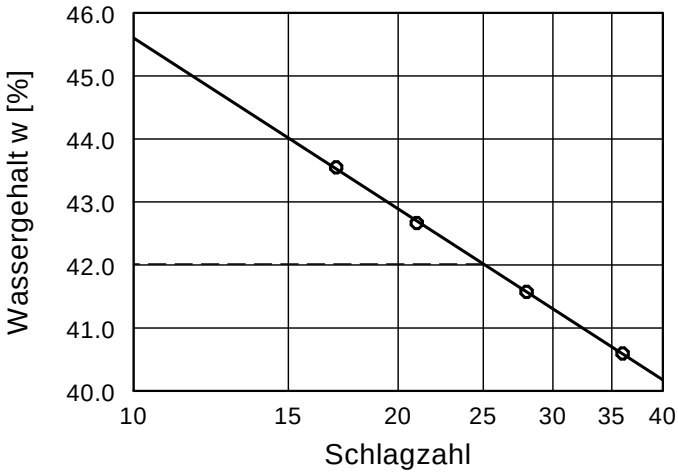
Bericht: 190835
Anlage: 3.3.5

Zustandsgrenzen nach DIN ISO 17892-12

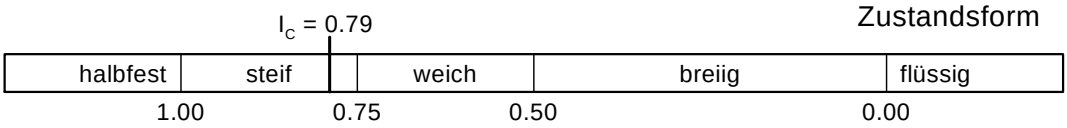
Wohnbebauung Ehemalige Brauerei
Wormser Straße in Mainz

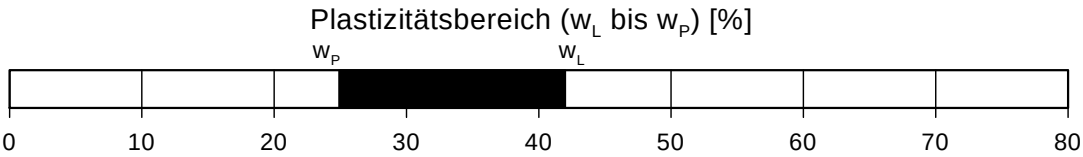
Bearbeiter: WO Datum: 16.01.2020

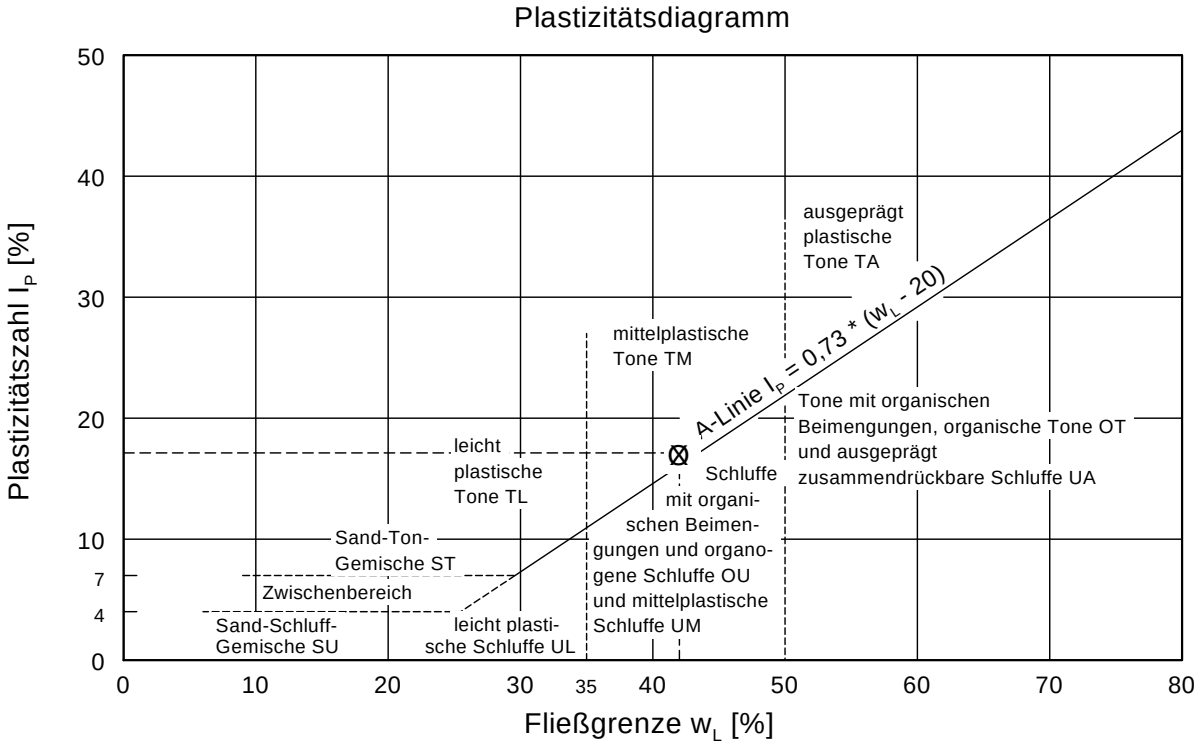
Probenbezeichnung: RKS 30/7
Entnahmetiefe: 7,30 - 8,00 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: T, fs, u, g', o'
Probe entnommen am: 08.01.2020



Wassergehalt w =	28.5 %
Fließgrenze w_L =	42.0 %
Ausrollgrenze w_P =	24.9 %
Plastizitätszahl I_P =	17.1 %
Konsistenzzahl I_C =	0.79







Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

Bericht: 190835
Anlage: 3.4

Kalkgehalt nach DIN 18 129

Wohnbebauung Ehemalige Brauerei Wormser Straße in Mainz

Bearbeiter: WO Datum: 16.01.2020

Entnahmestelle: RKS

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 09.01.2020

Probenbezeichnung	RKS 24/6	RKS 24/6
Entnahmetiefe [m]:	1,10 - 1,50 m	1,10 - 1,50 m
Bodenart:	T, u, fs'	T, u, fs'
Trockenmasse [g]	0.38	0.30
Temperatur [°C]	22.90	22.90
Absoluter Luftdruck [kPa]	101.50	101.50
Volumen Versuchsende [cm³]	37.00	29.00
Kalkgehalt [%]	40.32	40.03
Mittelwert [%]	40.17	

Probenbezeichnung	RKS 22/4	RKS 22/4
Entnahmetiefe [m]:	0,70 - 1,00 m	0,70 - 1,00 m
Bodenart:	T, u, fs'	T, u, fs'
Trockenmasse [g]	0.31	0.15
Temperatur [°C]	22.90	22.90
Absoluter Luftdruck [kPa]	101.50	101.50
Volumen Versuchsende [cm³]	42.00	21.00
Kalkgehalt [%]	56.10	57.97
Mittelwert [%]	57.04	

Probenbezeichnung	RKS 28/5	RKS 28/5
Entnahmetiefe [m]:	3,20 - 5,00 m	3,20 - 5,00 m
Bodenart:	U, s, t, g'	U, s, t, g'
Trockenmasse [g]	0.23	0.15
Temperatur [°C]	22.70	22.70
Absoluter Luftdruck [kPa]	101.50	101.50
Volumen Versuchsende [cm³]	38.00	25.00
Kalkgehalt [%]	68.46	69.06
Mittelwert [%]	68.76	

Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

Bericht: 190835
Anlage: 3.5.1

Glühverlust nach DIN 18 128

Wohnbebauung Ehemalige Brauerei
Wormser Straße in Mainz

Bearbeiter: WO Datum: 20.01.2020

Entnahmestelle: RKS

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 09.01.2020

Probenbezeichnung:	RKS 19/5	RKS 19/5
Entnahmetiefe [m]:	2,40 - 2,90 m	2,40 - 2,90 m
Bodenart:	T, u, fs, g'	T, u, fs, g'
Ungeglühte Probe + Behälter [g]:	72.80	50.00
Geglühte Probe + Behälter [g]:	71.79	49.06
Behälter [g]:	49.36	29.95
Massenverlust [g]:	1.01	0.94
Trockenmasse vor Glühen [g]:	23.44	20.05
Glühverlust [%]	4.31	4.69
Mittelwert [%]	4.50	

Probenbezeichnung:	RKS 22/4	RKS 22/4
Entnahmetiefe [m]:	0,70 - 1,00 m	1,10 - 1,50 m
Bodenart:	T, u, fs'	T, u, fs'
Ungeglühte Probe + Behälter [g]:	36.45	66.50
Geglühte Probe + Behälter [g]:	35.84	65.77
Behälter [g]:	18.75	45.70
Massenverlust [g]:	0.61	0.73
Trockenmasse vor Glühen [g]:	17.70	20.80
Glühverlust [%]	3.45	3.51
Mittelwert [%]	3.48	

Probenbezeichnung:	RKS 24/6	RKS 24/6
Entnahmetiefe [m]:	1,10 - 1,50 m	1,10 - 1,50 m
Bodenart:	T, u, fs'	T, u, fs'
Ungeglühte Probe + Behälter [g]:	38.42	67.50
Geglühte Probe + Behälter [g]:	37.93	66.78
Behälter [g]:	19.93	45.50
Massenverlust [g]:	0.49	0.72
Trockenmasse vor Glühen [g]:	18.49	22.00
Glühverlust [%]	2.65	3.27
Mittelwert [%]	2.96	

Rubel & Partner
Management für Umwelt und Technologie
Hermannstraße 65, D-55286 Wörrstadt
Tel.: 06732 932980, Fax: 06732 961098

Bericht: 190835
Anlage: 3.5.2

Glühverlust nach DIN 18 128

Wohnbebauung Ehemalige Brauerei
Wormser Straße in Mainz

Bearbeiter: WO Datum: 20.01.2020

Entnahmestelle: RKS

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 09.01.2020

Probenbezeichnung:	RKS 28/5	RKS 28/5
Entnahmetiefe [m]:	3,20 - 5,00 m	3,20 - 5,00 m
Bodenart:	U, s, t, g'	U, s, t, g'
Ungeglühte Probe + Behälter [g]:	72.02	41.20
Geglühte Probe + Behälter [g]:	71.28	40.48
Behälter [g]:	47.62	21.23
Massenverlust [g]:	0.74	0.72
Trockenmasse vor Glühen [g]:	24.40	19.97
Glühverlust [%]	3.03	3.61
Mittelwert [%]	3.32	

Probenbezeichnung:	RKS 30/7	RKS 30/7
Entnahmetiefe [m]:	7,30 - 8,00 m	7,30 - 8,00 m
Bodenart:	T, fs, u, g', o'	T, fs, u, g', o'
Ungeglühte Probe + Behälter [g]:	73.39	39.23
Geglühte Probe + Behälter [g]:	71.36	37.78
Behälter [g]:	50.88	19.93
Massenverlust [g]:	2.03	1.45
Trockenmasse vor Glühen [g]:	22.51	19.30
Glühverlust [%]	9.02	7.51
Mittelwert [%]	8.27	

G_ Abrasivitäts Index nach
NF P 94-430-1

LGA- Bautechnik GmbH Tillystr.2 90431 Nürnberg

Projekt: Wohnbebauung Ehemalige Brauerei Wormser Straße in Mainz	Auftrags-Nr.:	Anlage:

Zusätzliche Bezeichnung: Projektnummer 190835

Labornummer:	Probennummer: BK 2a-2,65-2,76m	
Entnahme durch:	Bohrung: BK 2a	Tiefe: 2,65-2,76m
Entnahmedatum:	Probeneingang: 16.01.2020	Prüfdatum: 17.01.2020

Gesteinsbeschreibung: Kst, beige, dicht, kalkhaltig, gute Kornbindung, Härtegrad 4

Versuchsangaben:

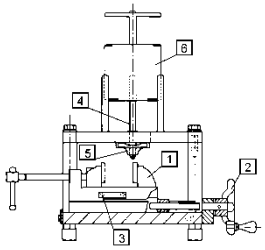
- ☒ keine Gefügeausrichtung erkennbar
- ☐ in Richtung der Trennfläche
- ☐ gegen Richtung der Trennfläche
- ☒ bruchraue Oberfläche
- ☐ gesägt
- ☐ geschliffen
- ☐ poliert

Prüfstrecke: ☒ 10 mm ☐ 20 mm

Einzelversuchsnummer:	1	2	3	4	5	durchschnittliche Abnutzung
Stiftnummer:	2	4	23	3	14	***Mittelwert***
d (in Mikrometer)	111	120	124	110	98	***112,6***
A_{in}	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	1,1
Klassifizierung	abrasiv					

$A_{in} = 10^{-2} \bullet d$

Versuchsgerät nach West



① Schraubstock, ② Handkurbel, ③ Schlitten, ④ Prüfstift, ⑤ Prüfstiftführung, ⑥ Gewicht

A_{in}	Klassifizierung: nach CERCHAR, 1986
0,3-0,5	kaum abrasiv
0,5-1,0	schwach abrasiv
1,0-2,0	abrasiv
2,0-4,0	sehr abrasiv
4,0-6,0	extrem abrasiv

Bemerkung:

Bearbeiter: Schmidt

Homogenbereiche nach DIN 18 300, DIN 18 301 und DIN 18 320

Homogenbereich		**A**	**B**	**C**
ortsübliche Bezeichnung	**[-]**	Auffüllung: Oberboden	Auffüllung (Außenbereich)	Tertiäre Wechsellagerung
Bodengruppe DIN 18 196	**[-]**	[OH]	[GW / GU / GU* / GT* / SI / SU / SU* / UL / TL / TM]	GW / GU / GU* / GT* / SU / SU* / ST* / UL / TL / TM / TA
Bodengruppe DIN 18 915	**[-]**	3a, 4a, 5a	/	/
Organischer Anteil V_{Gl}	**[Ma.-%]**	< 6	< 6	< 10
Kornkennziffer	**[-]**	/	5/4/1/0 bis 0/0/3/7	5/4/1/0 bis 0/2/3/5
Anteil Steine, D > 63 mm	**[Ma.-%]**	< 10	10 – 20, bis >20	10 – 20, bis >20
Anteil Blöcke, D > 200 mm	**[Ma.-%]**	< 5	5 – 20, bis >20	5 – 20, bis >20
Anteil große Blöcke, D > 630 mm	**[Ma.-%]**	< 5	5 – 20, bis >20	5 – 20, bis >20
Wassergehalt w_L	**[Ma.-%]**	/	7 – 25	5 – 40
Wichte γ_k	**[kN/m³]**	17	18 – 21	19 – 24
Lagerungsdichte I_D	**[%]**	/	35 – 65 (nicht bindige Bereiche)	35 – 100 (nicht bindige Bereiche)
Kohäsion c'_k	**[kN/m²]**	/	0 – 15 (bindige Bereiche)	0 – 25 (bindige Bereiche)
Plastizitätszahl I_P	**[%]**	/	7 – 25 (bindige Bereiche)	5 – 35 (bindige Bereiche)
Konsistenzzahl I_C	**[-]**	/	0,5 – 1,0 (bindige Bereiche)	0,75 – >1,0 (bindige Bereiche)
Undränierte Scherfestigkeit c_u	**[kN/m²]**	/	20 – 60 (bindige Bereiche)	50 – 150 (bindige Bereiche)
Abrasivität	**[-]**	/	schwach bis stark abrasiv	kaum bis abrasiv

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Lindenstraße 11
Gewerbegebiet Freiberg Ost - D-09627 - Bobritzsch-Hilbersdorf

Rubel & Partner
Hermannstraße 65
55286 Wörrstadt

Titel:	**Prüfbericht zu Auftrag 11939126**
Prüfberichtsnummer:	**AR-19-FR-035306-01**
Auftragsbezeichnung:	**190835 Ehem. Brauerei, Wormser Straße Mainz**
Anzahl Proben:	**1**
Probenart:	**Grundwasser**
Probenahmedatum:	**28.11.2019**
Probenehmer:	**Auftraggeber**
Probeneingangsdatum:	**05.12.2019**
Prüfzeitraum:	**05.12.2019 - 12.12.2019**

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

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

Das beauftragte Prüflaboratorium ist durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert. Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage (D-PL-14081-01-00) aufgeführten Umfang.

Dr. Ulrich Erler
Prüfleitung
Tel. +49 37312076510

Digital signiert, 13.12.2019
Dr. Ulrich Erler
Prüfleitung

DAkkS
Deutsche Akkreditierungsstelle
D-PL-14081-01-00

								Probenbezeichnung		**BK 1, 7,6 m u. GOK**
								Probenahmedatum/ -zeit		**28.11.2019**
				Vergleichswerte				**Probennummer**		**119156747**
Parameter	**Lab.**	**Akkr.**	**Methode**	nicht angrei-fend	schwach angrei-fend	stark angrei-fend	sehr stark angrei-fend	**BG**	**Einheit**	
Prüfungen auf Betonaggressivität von Wasser nach DIN 4030-2: 2008-06										
Trübung, qualitativ	FR	JE02	qualitativ							ohne
Färbung, qualitativ	FR	JE02	DIN EN ISO 7887: 2012-04	1)						farblos
Geruch	FR	JE02	DEV B 1/2: 1971	2)						ohne
Geruch, angesäuert	FR	JE02	DEV B 1/2: 1971	2)						ohne
pH-Wert	FR	JE02	DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	> 6,5	> 5,5	> 4,5	> 4			7,8
Temperatur pH-Wert	FR	JE02	DIN 38404-C4: 1976-12						°C	21,5
Magnesium (Mg)	FR	JE02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 300	1000	3000		0,02	mg/l	43
Ammonium	FR	JE02	DIN ISO 15923-1: 2014-07	< 15	30	60	100	0,06	mg/l	< 0,06
Ammonium-Stickstoff	FR	JE02	DIN ISO 15923-1: 2014-07					0,05	mg/l	< 0,05
Sulfat (SO4)	FR	JE02	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	< 200	600	3000	6000	1,0	mg/l	90
Kalkaggressives Kohlendioxid	FR	JE02	DIN 38404-C10: 2012-12	< 15	40	100		5,0	mg/l	32
Anorganische Summenparameter										
Säurekapazität pH 4,3 (m-Wert)	FR	JE02	DIN 38409-H7: 2005-12					0,1	mmol/l	5,3
Temperatur Säurekapazität pH 4,3	FR	JE02	DIN 38404-C4: 1976-12						°C	21,5
Säurekapazität nach CaCO3-Zugabe	FR	JE02	DIN 38404-C10: 2012-12					0,1	mmol/l	6,8

Erläuterungen

BG - Bestimmungsgrenze

Lab. - Kürzel des durchführenden Labors

Akkr. - Akkreditierungskürzel des Prüflabors

Die mit FR gekennzeichneten Parameter wurden von der Eurofins Umwelt Ost GmbH (Bobritzsch-Hilbersdorf) analysiert. Die mit JE02 gekennzeichneten Parameter sind nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14081-01-00 akkreditiert.

Erläuterungen zu Vergleichswerten

Untersuchung nach Betonaggressivität (DIN 4030).

1) Nach Absetzen farblos

2) Kein Geruch

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

BK 1

(0 – 20 m)

Ruberl & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße, Mainz
Grauskala #13
Bohrung Tiefe
BK1 0 - 4m
BK 1 Mainz - Alte Brauerei

Ruberl & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße, Mainz
Grauskala #13
Bohrung Tiefe
BK1 4 - 8m
BK 1 Mainz - Alte Brauerei
BK 1 Mainz - Alte Brauerei

Ehemalige Brauerei,
Wormser Straße,
Mainz
Bohrung Tiefe
BK1 8 - 12m
Ehemalige Brauerei,
Wormser Straße,
Mainz
Bohrung Tiefe
BK1 12 - 16m
BK1 Mainz – Alte Brauerei

Ruber & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei,
Wormser Straße,
Mainz
Grauskala #13
Bohrung Tiefe
BK1 16-20m

BK 2a

(0 – 20 m)

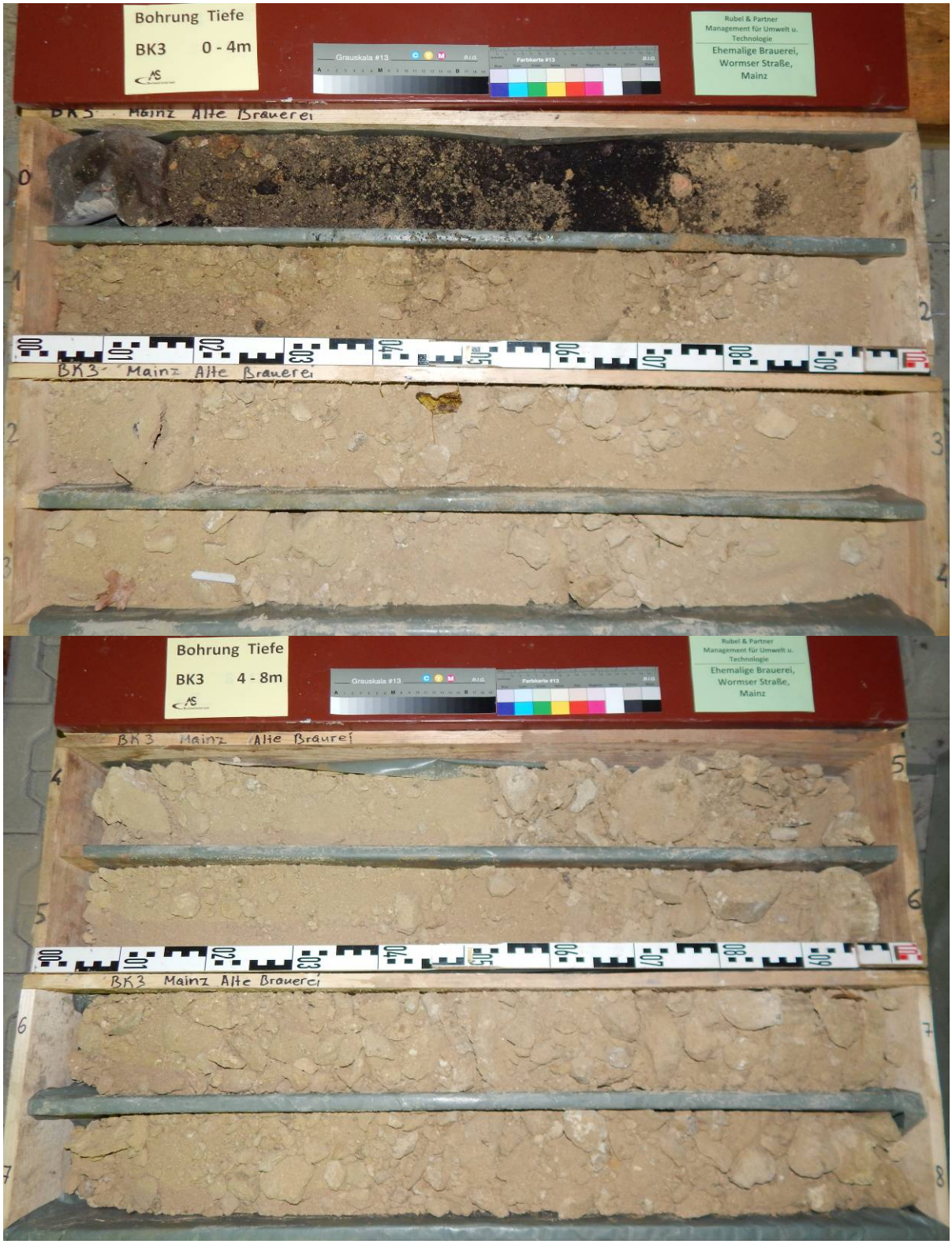
Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße, Mainz
Grauskala #13
Farbkarte #13
Bohrung Tiefe
BK2a 0 - 4m
BK2a Mainz - Alte Brauerei
Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße, Mainz
Grauskala #13
Farbkarte #13
Bohrung Tiefe
BK2 A 4 - 8m
BK2a Mainz - Alte Brauerei
BK2a Mainz - Alte Brauerei

Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße, Mainz
Bohrung Tiefe
BK2A 8 - 12m
BK 2a Mainz - Alte Brauerei
Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße, Mainz
Bohrung Tiefe
BK2A 8 - 12m
Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße, Mainz
Bohrung Tiefe
BK2A 12 - 16m
BK 2a Mainz - Alte Brauerei

Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße, Mainz
Bohrung Tiefe
BK2 A 16-20m
BK 2a Mainz - Alte Brauerei
BK 2a Mainz - Alte Brauerei

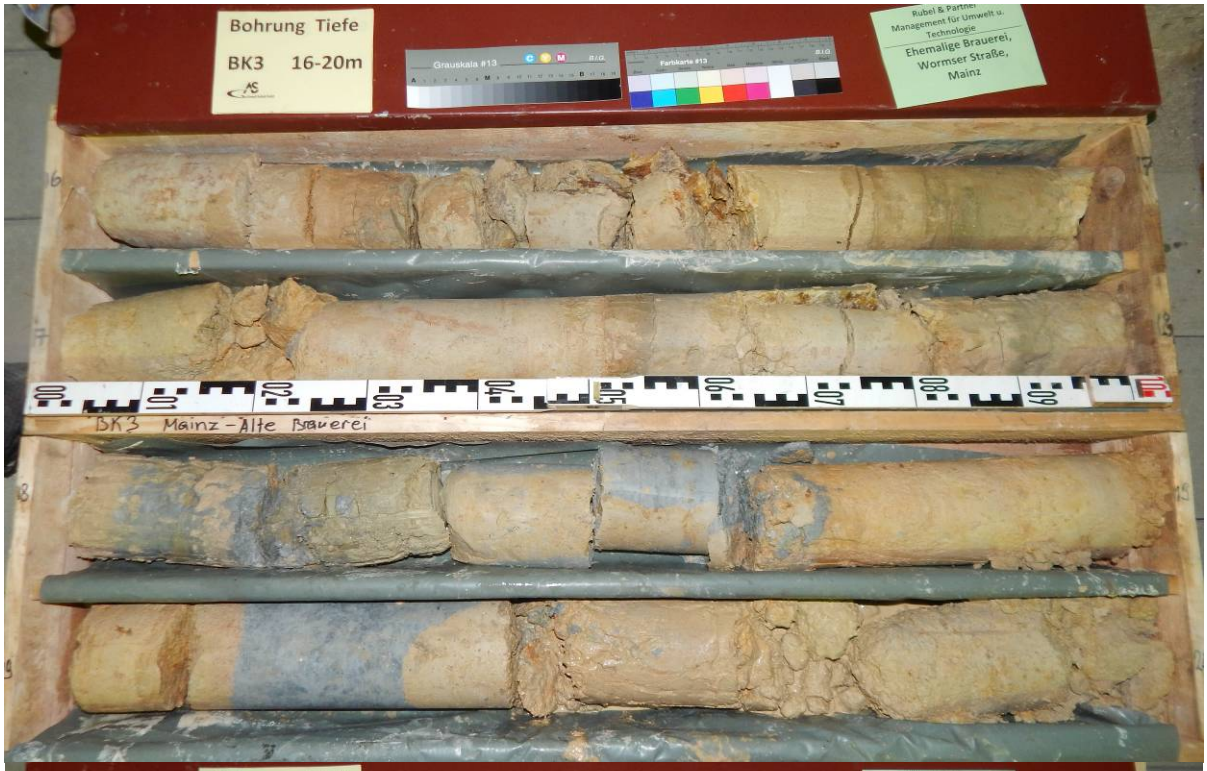
BK 3

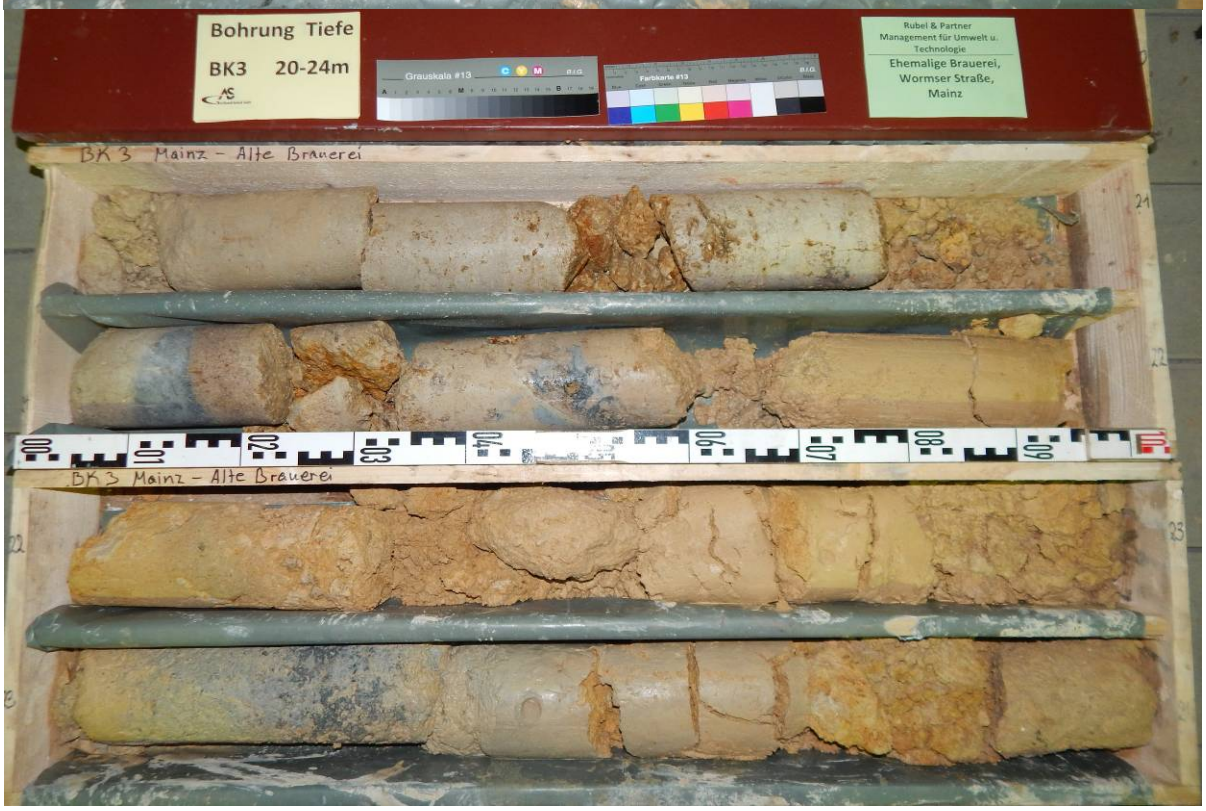
(0 – 30 m)

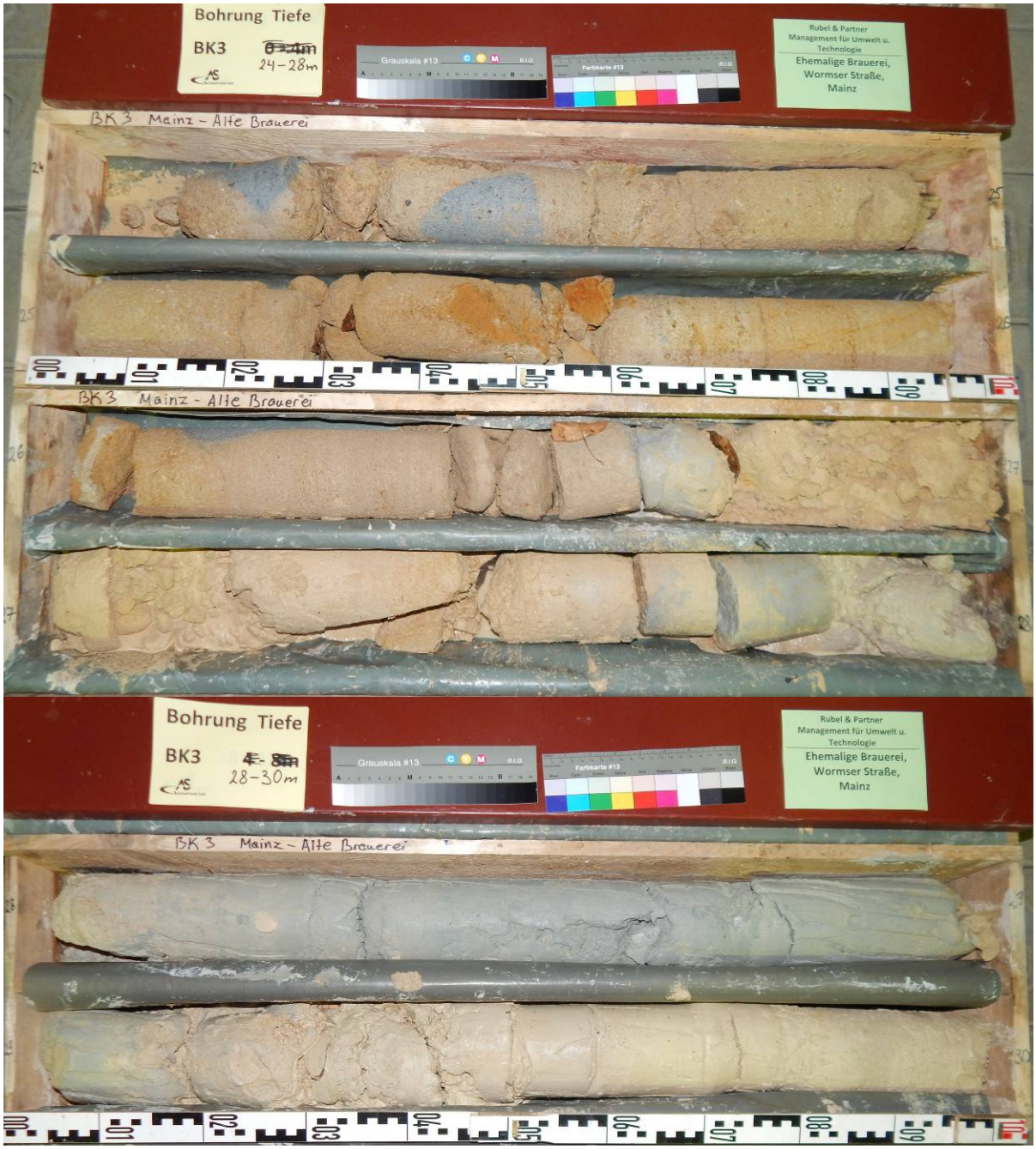

Bohrung Tiefe
BK3 0 - 4m
Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße, Mainz
BK3 Mainz Alte Brauerei
Bohrung Tiefe
BK3 4 - 8m
Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße, Mainz
BK3 Mainz Alte Brauerei

Bohrung Tiefe
BK3 8 - 12m
Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei,
Wormser Straße,
Mainz
BK3 Mainz Alte Brauerei

Bohrung Tiefe
BK3 12 - 16m
Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei,
Wormser Straße,
Mainz
BK3 Mainz Alte Brauerei


Bohrung Tiefe
BK3 16-20m
Grauskala #13
Farbkarte #13
Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei,
Wormser Straße,
Mainz
BK3 Mainz-Alte Brauerei


Bohrung Tiefe
BK3 20-24m
Grauskala #13
Farbkarte #13
Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei,
Wormser Straße,
Mainz
BK3 Mainz - Alte Brauerei
BK3 Mainz - Alte Brauerei


Bohrung Tiefe
BK3
24–28m
Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße, Mainz
BK 3 Mainz – Alte Brauerei
BK 3 Mainz – Alte Brauerei
Bohrung Tiefe
BK3
28–30m
Rubel & Partner
Management für Umwelt u. Technologie
Ehemalige Brauerei, Wormser Straße, Mainz
BK 3 Mainz – Alte Brauerei