Stadt Hann. Münden
FD 4.3 Tiefbau
-Straßenbaulastträger-
Böttcherstraße 3

34346 Hann. Münden

BV.: Philosophenweg, 2. BA, Straßen- und Kanalbau, Wasserleitungs- und Medienverlegung

Baugrunderkundung und –untersuchung im Hinblick auf die geplante Baumaßnahme, geotechnische Erkundung, abfallwirtschaftliche Untersuchung von Boden nach LAGA, Untersuchung von Straßenaufbruch auf PAK nach EPA, bodenmechanische Untersuchungen, Durchführen von Rammsondierungen zur Bestimmung der Lagerungsdichte, Vorbemessung von pfahlartigen Tragelementen (Mikropfähle), Nachweis der äußeren Tragfähigkeit, Gründungs- und Ausführungsempfehlung für die Ausbildung einer Winkelstützwand als Straßensicherungsmaßnahme im Bereich nicht ausreichender Standsicherheit der unbefestigten Straßenböschungen

Geländearbeiten am 22.06.2020 bis 26.06.2020 und 06.07.2020

Auftrag vom:	04.02.2020
Auftragsnummer:	B4.3/01/02/2020
Maßnahmennummer:	541100
Projekt-Nr.:	P20040-G-1
Gutachter:	04.09.2020
Datum:	

U N T E R S U C H U N G S B E R I C H T

Teil 1: Geotechnische und abfallwirtschaftliche Baugrunderkundung und -begutachtung

3. Ausfertigung

0. Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang S. 02
2. Baugrundverhältnisse S. 05
2.1 Lage des Untersuchungsgebiet, Geologie und Erdfallrisiken S. 05
2.2 Baugrund S. 07
2.3 Baugrundmodell, Homogenbereiche S. 08
2.4 Grundwasser S. 12
3. Definition der Homogenbereiche, Ermittlung von Bodenkennwerten S. 12
3.1 Schwere Rammsondierungen, Ermittlung der Lagerungsdichten S. 12
3.2 Bodenmechanische Versuche S. 14
4. Bodenkennwerte, Homogenbereiche S. 17
5. Bewertung der Baugrunds im Hinblick auf das Bauvorhaben S. 19
6. Empfehlungen zur Herstellung der geplanten Winkelstützwände und zur Gründung mittels Mikropfählen (GEWI-Pfähle) S. 22
7. Empfehlungen zum Kanalbau in offener Bauweise S. 27
9. Empfehlungen zur Herstellung des Straßenoberbaus S. 33
10. Schlussbemerkung S. 35

Anlagen, Anhang

1. Vorgang

Die Stadt Hann. Münden plant den Ausbau des Philosophenwegs in 34346 Hann. Münden im 2. BA mit Straßen-, Kanal- und Leitungsbaumaßnahme.

Hierzu sollte im Vorfeld der weiteren Planungen eine Baugrunderkundung und –begutachtung im Hinblick auf das Bauvorhaben durchgeführt werden.

Im Nachgang eines Besprechungstermins mit dem Auftraggeber und den beteiligten Planungs- und Ingenieurbüros am 09.01.2020 wurde ein Untersuchungskonzept erstellt, welches dem Straßenbaulastträger der Stadt Hann. Münden im Schreiben GA20015 vom 17.01.2020 vorgelegt wurde. Das Untersuchungskonzept wurde unter Beachtung folgender Fragestellungen angefertigt:

Aus früheren geotechnischen Untersuchungen war bekannt, dass der Hang mit der derzeitigen Straßenführung keine ausreichende Standsicherheit aufweist, sodass für die Gründung des Straßenkörpers im Bereich der Böschung und hier insbesondere bei dem erforderlichen Rückbau der talseitigen Straßenränder, die auf dem Grundstück der Bahn liegen, zusätzliche Sicherungsmaßnahmen zum Aufbau des Straßenoberbaus notwendig werden können, die durch Winkelstützelemente realisiert werden können. Um die Gründung der Winkelstützelemente auch in nicht (ausreichend) standsicherem Baugrund sicherstellen zu können, können unter den Winkelstützelementen Mikropfähle (GEWI-Pfähle) vorgesehen werden, die bis in den anstehenden Buntsandstein gebohrt und ca. 2,5 m in das Festgestein eingebunden werden sollten. Die Mikropfähle weisen im Regelfall Durchmesser von ca. 220 – 300 mm und einen Stahlstab als Tragglied auf (z. B. GEWI-Stahl). Die Mikropfähle werden als Einstab- oder Mehrstabpfähle in unverrohrte oder verrohrte Bohrlöcher eingestellt und mit Zement-Verpressmörtel umhüllt. Die erforderliche Zementüberdeckung erfolgt durch Abstandshalter gewährleistet werden. Die Pfähle werden im Anschluss an die Herstellung verpresst. Durch die Mikropfähle kann die Böschung bzw. der entsprechende Straßenbereich zudem stabilisiert werden, da die Mikropfähle ähnlich wie bei einer Bodenvernagelung wirken. Zwischen den Mikropfählen kann der Boden hier dann ein Gewölbe ausbilden, wodurch das Risiko eines Hangrutsches und das Böschungsbruchrisiko bereits bauzeitig deutlich verringert werden kann.

Die geplanten Winkelstützelemente sollten hier dann punktgestützt auf den Mikropfählen gegründet werden. Der Lastabtrag bzw. die Lastaufnahme beim Mikro- oder GEWI-Pfahl erfolgt über die Mantelreibung. Die Mikropfähle sollten dann dafür in den Tonstein bzw. Sandstein des unterlagernden triassischen Fest- und Halbfestgesteins (Mittlerer Buntsandstein) einbinden. Hier wurde eine Mindesteinbindetiefe in das Festgestein von 2,5 m vorgeschlagen. Die Mikropfähle sollten dann bemessen werden. Der Nachweis der äußeren Tragfähigkeit sollte anhand der Schlagzahlen N10 von Schweren Rammsondierungen DPH erfolgen.

Da die bisher durchgeführten Untersuchungen schon mehrere Jahre zurücklagen, waren die damaligen Analysenergebnisse nicht mehr ausreichend aktuell, um hier eine Verwertung und Entsorgung im Zuge der im nächsten Jahr anstehenden Baumaßnahme vornehmen zu können. Zudem sollten die Vorgaben der DepV und der Deklarationsanalytik nach DepV und Probennahme nach PN 98 zu berücksichtigt werden, die bei den früheren Untersuchungen noch nicht maßgeblich waren. Daher wurden aktuelle abfalltechnische Untersuchungen vorgeschlagen.

Für die Planung der Baumaßnahme und die statische Bemessung der Winkelstützen im Verlauf des Straßenzuges war es zudem erforderlich, hier in Ergänzung und unter Berücksichtigung der bislang vorliegenden Sondierbefunde weitere Rammkernsondierungen zum Baugrundaufschluss und zur Abgrenzung von Bereichen mit unzulänglicher und ausreichender Standsicherheit vorzusehen.

Da die Erkundungen z. T. ergebnisabhängig sind, z. T. aber auch zur Planung des Linienbauwerkes Winkelstützwand in regelmäßigen Abständen anzusetzen sind, war die genaue Anzahl der Sondierungen zum Zeitpunkt der Aufstellung des Untersuchungskonzeptes nicht abschließend festzulegen. Im Rahmen des Untersuchungskonzepts wurde zunächst von 15 Rammkernsondierungen und 15 Rammsondierungen sowie 5 Sondierungen für den Bedarfsfall

ausgegangen.

Das Bohrgut sollte ingenieurgeologisch aufgenommen und nach DIN 18 300 und DIN 18 196 klassifiziert sowie repräsentativ beprobt werden. Ferner sollte das Bohrgut organoleptisch auf etwaige Hinweise auf Kontaminationen geprüft werden. Eine Untersuchung der Böden auf etwaige Schadstoffe nach LAGA-Liste sollte durchgeführt werden, da ein entsprechender Nachweis im Regelfall, wenn das Aushubmaterial später abgefahren werden soll, erforderlich ist. Ferner war eine LAGA-Untersuchung anzuraten, wenn das Bodenmaterial bei der organoleptischen Prüfung Auffälligkeiten zeigen sollte. Bei der Angebotsausarbeitung wurde zunächst von 6 LAGA-Untersuchungen ausgegangen. Hiervon sollten vorläufig 3 Untersuchungen nach Tab. II.1.2.1 mit einem Mindestuntersuchungsumfang bei unspezifischem Verdacht angesetzt werden, 3 LAGA-Untersuchungen wurden als Vollanalyse nach Tab. II.1.2.2 und II.1.2.3 vorgesehen, da hier auch Boden- und Schotteranfüllungen angetroffen werden. Befestigte Asphalt-Flächen, die in der Straße angetroffen werden, sollten durch entsprechende chemische Untersuchungen auf PAK nach EPA, den Phenolindex und Asbest abfalltechnisch erfasst und klassifiziert werden. Zusätzlich sollten 2 Deklarationsanalysen nach DepV bzw. der Parameterliste für die Deponien des Landkreises Göttingen an dem Probenmaterial ausgeführt werden. Im Bedarfsfall sollten auch chemische Untersuchungen an Baustoffen (z. B. Beton) ausgeführt werden.

Zudem sollten zur Festlegung der Homogenbereiche bodenmechanische Untersuchungen an Probematerial durchgeführt werden. Hier wurde zunächst von einer Bestimmung der Kornverteilung (wenn aufgrund der Probenmenge möglich), einer Bestimmung der Zustandsgrenzen, einer Kalkgehaltsbestimmung und einer Bestimmung der organischen Anteile (Glühverlust) ausgegangen.

Zur Ermittlung und Beschreibung der Lagerungsdichte der anstehenden Böden sollten zudem im Verlauf des Straßenzuges und der geplanten Winkelstützwand 15 Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH (SRS 1 – SRS 15) durchgeführt werden. Anhand der Schlagzahlen sollten die Lagerungsdichten der Böden numerisch beschrieben werden und der bei Bohrarbeiten zur Herstellung der GEWI-Pfähle maßgebliche zu erwartende Spitzendruck abgeleitet werden. Die Sondieransatzstellen sollten nach der Lage und Höhe, bezogen auf einen örtlichen Höhenbezugspunkt (BZP) oder in m NN, eingemessen werden.

Die Untersuchungsergebnisse sollten in einem geotechnischen und abfalltechnischen Untersuchungsbericht und Baugrundgutachten in dreifacher Ausfertigung (2 x analog, 1 x digital) zusammengestellt und bewertet werden. Der Baugrund sollte nach DIN 18 300 und DIN 18 196 klassifiziert und beschrieben werden. Die Homogenbereiche nach DIN 18 300 sollten angegeben werden. Ferner sollten Empfehlungen zur allgemeinen Bauausführung abgegeben werden (Wiederverwertung von Böden, Baugrubensicherung, Grundwasserhaltung etc.). In dem Untersuchungsbericht sollte anhand der Geländebefunde eine Bewertung der Baugrundverhältnisse im Hinblick auf die Bebaubarkeit mit den geplanten Bauwerken (Winkelstützen), Setzungsberechnungen (Angabe der maximal zulässigen mittleren Bodenpressung, der maximal anfallenden Setzungen und der Bettungsmodule ks), die Abgabe von Empfehlungen zur Gründung, das Ausarbeiten von Empfehlungen zum weiteren Vorgehen aus baugrundgutachterlicher Sicht sowie eine Bewertung der angetroffenen Böden im Hinblick auf den Wiedereinbau bzw. zur Bodenverbesserung (Bodenaustausch, Bodenvermörtelung etc.) erfolgen. Ferner sollten im Bedarfsfall Empfehlungen zur Drainierung der Bauwerke bzw. der Hinterfüllungen gemacht werden. Für den Kanal- und Straßenbau sollten Empfehlungen zur Gründung, Verbau, Verfüllung, Straßenoberbau und Verdichtung gemacht werden. Für die GEWI-Pfähle sollten Angaben zu den erforderlichen Einbaulängen gemacht und eine Vorbemessung ausgeführt sowie der Nachweis der äußeren Tragfähigkeit (im Rahmen der Vorbemessung) geführt werden.

Anhand der Analysenbefunde sollte eine abfalltechnische Charakterisierung der Böden und des Bauschutts nach LAGA (Z0 bis >= Z3) erfolgen. Sollten hier Böden mit erhöhten Schadstoffgehalten angetroffen werden (>= Z 3), so dass die Böden hier dann nur als Abfall entsorgt werden können, so sollten dann zur Klärung des Entsorgungsweges Deklarationsanalysen nach DepV durchgeführt werden. Die Deklarationsanalysen sollten nicht für die Andienung der Aushubböden auf der Deponie verwendet werden, da hier eine Probennahme am im Haufwerk aufgesetzten Bodenaushub

nach den Maßgaben der DepV und PN 98 erforderlich ist. Das Aufzeigen des Entsorgungsweges im Vorfeld des Andienungsverfahrens sollte hier aber an Probenmaterial erfolgen, das aus Rammkernsondierungen gewonnen werden sollte. Im Bedarfsfall sollten hier zusätzlich aus bauseits angelegten Baggerschürfen Proben nach PN 98 entnommen und nach DepV als Deklarationsanalyse für die Andienung auf einer Deponie untersucht werden.

Am 04.02.2020 wurde das Büro für Geotechnik J. Schuster durch die Stadt Hann. Münden beauftragt, auf Grundlage des vorgelegten Untersuchungskonzeptes entsprechende Leistungen zur Baugrunderkundung und -begutachtung zu erbringen.

Nach Einholung der erforderlichen Verlegeunterlagen der erdverlegten Kabel und Leitungen der örtlichen Versorgungsträger und nach örtlicher Einweisung durch den Auftraggeber im Rahmen des Ortstermins vom 17.06.2020 wurden die Geländearbeiten im Zeitraum vom 22.06.2020 bis 26.06.2020 und am 06.07.2020 durchgeführt. Hierbei wurden insgesamt 19 Rammkernsondierungen RKS 1 – RKS 19 bis in maximale Tiefen von 0,90 – 6,50 m u GOK und 15 Schwere Rammsondierungen SRS 1 – SRS 10 und SRS 12 – SRS 13 sowie SRS 15 – SRS 17 bis in maximale Tiefen von 2,50 - 13,30 m u GOK niedergebracht. Die Rammkernsondierung RKS 14b konnte nur bis in eine Tiefe von 0,65 m niedergebracht werden, sodass die Bohrung an die Ansatzstelle der RKS 14b umgesetzt wurde, welche jedoch ebenfalls nur bis 0,90 m u GOK niedergebracht werden konnte.

Das mit unseren Rammkernsondierungen gewonnene Bohrgut wurde beprobt und ingenieurgeologisch aufgenommen sowie organoleptisch auf etwaige Auffälligkeiten und Kontaminationshinweise geprüft. Eine chemische Untersuchung der Böden nach LAGA wurde beauftragt. Die angetroffenen Asphaltdecken wurden an ausgewählten Proben auf ihre PAK-Gehalte, den Phenolindex und auf Asbest nach VDI 3866-5 untersucht. Die chemischen Untersuchungen wurden in unserem Auftrag durch die Thüringer Umweltinstitut Henterich GmbH, Krauthausen, ausgeführt. Eine tabellarischen Übersicht der Untersuchungsergebnisse sowie die Prüfberichte des Thüringer Umweltinstituts sind dem Untersuchungsbericht im Anhang beigefügt.

Zur Definition der Homogenbereiche und Ermittlung der Bodenkennwerte wurden an ausgewählten Proben bodenmechanische Versuche durchgeführt.

Die Lage der Sondierungen ist auf den beiliegenden Lageplänen verzeichnet (Anlage 1.1 – 1.5). Ferner sind die Sondierprofile als Anlage 2.1 – 2.10 zeichnerisch dargestellt. Die Schichtenverzeichnisse sind unserem Untersuchungsbericht im Anhang beigefügt und sind analog als Probennahmeprotokolle zu verwenden.

Als Höhenbezugspunkte (HBZP) dienten die Höhen der folgenden örtlichen Kanalschachtdeckeloberkanten, welche wir den uns vorliegenden Planunterlagen entnehmen konnten:

Bezeichnung	**Höhe in m NN**
HBZP 1 KD M297050	148,93
HBZP 2 -KD M297140	145,04
HBZP 3 KD M297130	145,63
HBZP 4 KD M297070	146,52
HBZP 5 KD M297020	150,86
HBZP 6 KD M297030	149,67
HBZP 5 KD M297020	150,86
HBZP 7 KD M297060	148,51
HBZP 8 KD M297050	148,93

Die Untersuchungsergebnisse werden im vorliegenden Untersuchungsbericht P20040-G-1 in zweifacher analog und einfach digitaler Ausfertigung zusammengestellt und gutachterlich bewertet.

Zur Ausfertigung unseres Untersuchungsberichtes standen uns folgende Unterlagen zur Verfügung:

1. Planunterlagen

1.1 Vorplanung, Ausbau Philosophenweg in Hann. Münden, 2.BA, Stadt Hann. Münden, B 5.4 /KDM, Lageplan Variante 2, Regelquerschnitt Variante 2, erstellt am 27.05.2019 durch das Planungsbüro und übersendet am 21.02.2020 im Rahmen der Angebotsanfrage durch den Auftraggeber,

1.2 Vorplanung, Neubau Mischwasserkanal Philosophenweg in Hann. Münden mit Angaben zu Verlegetiefen, M 1:250, erstellt am 03.09.2020 und übersendet am 26.08.2020 jeweils durch das Planungsbüro,

2. Geologische Karten:
Geologische Karte 1 : 25.000 Blatt 4523 Hann. Münden

3. Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen -Technische Regeln-, Allgemeiner Teil, Stand 06.11.2003, und Teil II, Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial, Stand 05.11.2004, und 1.4 Bauschutt,

4. Informationsblatt Abfall, Nr. 8, Zuordnungswerte für mineralische Straßenbauabfälle, Landesamt für Bau und Verkehr, Freistaat Thüringen, Stand: 15.12.2016,

5. Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt durch Artikel 3 Absatz 3 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert,

6. Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt durch Artikel 3, Absatz 4 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert,

7. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Erd- und Grundbau, ZTVE-StB 17, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau,

8. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, RStO 12, Ausgabe 2012,

9. DWA-A 125: Rohrvortrieb und verwandte Verfahren, Mai 2009,

10. Verschiedene Baugrundgutachten zur Standsicherheit der Böschung, erstellt durch das Büro im Auftrag der Stadt Hann. Münden bzw. der KDM.

2. Baugrundverhältnisse

2.1 Lage des Untersuchungsgebiet, Geologie und Erdfallrisiken

Das Untersuchungsgebiet im Bereich des „Philosophenweges“ liegt östlich des Vorfluters Fulda, südlich des Vorfluters Werra und südöstlich der Altstadt von Hann. Münden etwa 50 - 400 m östlich des Bahnhofes, am Nordwesthang des Kattenbühls (Anlage 1.1). Am Westrand bzw. Nordwestrand des Philosophenweges ist eine steile Böschung ausgebildet, die hier zu dem in einem künstlichen Hangeinschnitt ebenflächig angelegten Bahngelände mit den Gleisanlagen abfällt. Die Höhendifferenz zwischen Straßenniveau und dem eingeschnittenen Bahngelände beträgt etwa 4 m im Südwesten und ca. 14 - 15 m im Nordosten des Untersuchungsgebietes. Das Gelände steigt vom Philosophenweg aus nach Osten steil in Richtung des Kattenbühls, einem ca. 270 m hohen, teils bewaldeten, teils mit Wohnhäusern bebauten Bergrücken im Osten von Hann. Münden an. Die Höhendifferenz zwischen Philosophenweg und der bewaldeten Kuppe des Kattenbühl beträgt ca.

130 m, was einem mittleren Hanggefälle von 1 : 3,85 entspricht (= 26 %). Die Wege verlaufen zumeist parallel zu den Höhenlinien oder schneiden diese spitzwinklig. Rechtwinklig zu den Höhenlinien verlaufende Wege oder Straßen gibt es nur selten. Zwischen dem Südwestende des Philosophenweges und dem Nordostende liegt ein Höhenunterschied von ca. 7 m, der durch einen nahezu kontinuierlichen Anstieg des Straßenverlaufes nach Nordosten hin verursacht wird. Im Süden, Osten und Westen wird der Philosophenweg von bestehender, z.T. weitläufig angeordneter Wohnbebauung begrenzt. Im Norden schließen sich die Bahnanlagen an. Etwa 250 m nördlich der geplanten Kanalbaumaßnahme im Philosophenweg verläuft als natürliche Vorflut die Werra, die in westliche Richtung entwässert. Das Vorflutniveau der Werra liegt bei etwa 125 m NN.

Geologisch liegt das Gelände im Ablagerungsgebiet von Sedimenten aus der Zeit des Mittleren Buntsandsteins (Trias), der aus einer Abfolge von plattigen bis bankigen, mäßig festen bis festen, teils auch mürben, teil auch harten, teils feinkörnigen, teils grobkörnigen Sandsteinen und plattigen bis blättrigen, mäßig festen Schluff- und Tonsteinen und Tonen mit rotbraunen bis braunroten, z. T. auch grauen oder rotgrauen Farben aufgebaut wird. Die im Untergrund anstehenden Gesteine des Buntsandsteins werden in die Hardegsen- und Solling-Folge gestellt.

Nach BÜCHNER wird das Untersuchungsgebiet hinsichtlich seiner Karstgefährdung in die Gefährdungskategorie GK 2 gestellt. Hier ist eine irreguläre Auslaugung wasserlöslicher Gesteine, die z. B. unter dem Buntsandstein im Zechstein anstehen können, möglich. Zusätzliche bauliche oder konstruktive Anforderungen an die geplante Bebauung ergeben sich hieraus nicht.

Die Halbfest- und Festgesteine des Mittleren Buntsandsteins zeigen im Regelfall an ihrer Oberkante eine z. T. mehrere Meter mächtige Verwitterungszone auf, in der der Ton- und Schluffstein unter Witterungseinfluss zunehmend entfestigt und z. T. auch plastifiziert wurde. Der Sandstein zerfällt im Regelfall in der Verwitterungszone zu wechselnd bindigen Stein-Kies-Gemischen sowie Kies-Ton- oder Kies-Schluff-Gemischen bzw. auch zu Sand-Ton- oder Sand-Schluff-Gemischen.

Mit keiner der bis in maximale Tiefen von 0,90 – 6,50 m u GOK niedergebrachten Rammkernsondierungen RKS 1 – RKS 19 konnten die Halbfest- und Festgesteine oder die Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins direkt aufgeschlossen werden.

Die Rammkernsondierungen trafen in ihren maximalen Sondiertiefen von 0,90 – 6,50 m u GOK auf unüberwindbare Sondierhindernisse, welche vermutlich oft, erkennbar durch Sandsteinreste in den Sondierspitzen, auf erhöhte Steinanteile in dichter Lagerung in den quartären Hanglehmen bzw. im Hangschuttmaterial zurückzuführen sind. Die Rammsondierungen mit der Schweren Rammsonde DPH SRS 1 – SRS 10 und SRS 12 – SRS 13 sowie SRS 15 – SRS 17 konnten bis in maximale Tiefen von 2,50 – 13,30 m u GOK niedergebracht werden und trafen somit teilweise erst in vergleichsweise größeren Tiefenlagen auf unüberwindbare Sondierwiderstände. Anhand der Sondierbefunde konnte vermutet werden, dass die Festgesteinsoberkante mit ansteigendem Gelände ebenfalls ansteigt, sodass je nach Abschnitt, die Festgesteinsoberkante in Tiefenlagen von etwa 7,7 – 13,3 m u GOK erwartet werden kann.

Eine genauere Beschreibung der Korrelation zur Abschätzung der Tiefenlage der Oberkante der Festgesteine ist dem Abschnitt 3.1 zu entnehmen.

Die Festgesteine sind im Untersuchungsgebiet bedingt durch die Hanglage i.d.R. überlagert von quartären Lockersedimente, welche in ihrer Zusammensetzung von den hangaufwärts anstehenden Festgesteinen des Mittleren Buntsandsteins geprägt sind (umgelagertes Verwitterungsmaterial). Je nach Stärke der Verwitterung und je nach Feinkornanteil liegen entsprechende Sedimente als Hanglehme oder bei erhöhtem Schutt- und Steinanteil als Hangschuttmaterial vor, welches als Schuttkeil am Fuß des steilen Hanges im Untersuchungsgebiet abgelagert wurde. Nach den Befunden der Rammsondierungen ist im Untersuchungsgebiet mit Mächtigkeiten der Lockersedimente von bis zu 13 m auszugehen. Je nach Festigkeit der im Untergrund befindlichen Gesteine, welche bei erhöhter Festigkeit treppenartige Absätze ausbilden können, kann jedoch die Sedimentmächtigkeit im Untersuchungsgebiet ggf. auch kleinräumig stark schwanken, sodass dann analog die Festgesteinsoberkante auch bereits in geringeren Tiefenlagen zu vermuten ist.

Die Lockersedimente im Untersuchungsgebiet bilden i.d.R. den Baugrund der geplanten Straßen-, Kanal- und Leitungsbauwerke.

2.2 Baugrund

Oberhalb der im Untergrund zu erwartenden Festgesteine des Mittleren Buntsandsteins und deren Verwitterungsböden wurde mit den Sondierungen RKS 1, RKS 4, RKS 5, RKS 7, RKS 11, RKS 13 und RKS 19 bis in Tiefen von 1,00 – 3,60 m u GOK quartäres Hangschuttmaterial angetroffen, welches zumeist, vermutlich aufgrund von erhöhten Steinanteilen, unüberwindbare Sondierhindernisse bildete, sodass die vorgenannten Sondierungen mit Ausnahme der RKS 13 nicht mehr weiter vertieft werden konnten. Das Hangschuttmaterial besteht aus schwach steinigen, steinigen, schwach kiesigen, schwach sandigen, stark sandigen, schluffigen und tonigen Kiesen, welche vereinzelt sandig, schwach schluffig, schwach tonig oder tonig bis stark tonig ausgeprägt sind und eine kantige Kornform aufweisen. In bindiger Ausprägung sind die Kiese bei sehr geringer bis normaler Erdfeuchte steif, steif bis halbfest ausgeprägt und weisen rotbeige, braungelbe, hellbeigegraue, hellgraue, beigebraune, hellbeige, braune, rosarotgraue, rotbraune und graue Farben auf. Die Kiese und Steine bestehen aus Sandstein.

Mit den Sondierungen RKS 1 – RKS 19 konnten stets quartäre Hanglehme bis in z.T. maximale Sondiertiefen von 0,65 – 6,50 m u GOK angetroffen werden, in denen ebenfalls die zu vermutenden erhöhten Steinanteile oft unüberwindbare Sondierhindernisse bildeten, sodass die Sondierungen in ihren Endteufen ebenfalls nicht weiter vertieft werden konnten. Die quartären Hanglehme bestehen zumeist aus Ton, welcher schluffig, vereinzelt auch schwach schluffig oder stark schluffig ausgeprägt ist oder weniger oft aus Schluff, welcher tonig, vereinzelt auch stark tonig ausgeprägt ist. Insgesamt sind die Ton- und Schluffböden dann schwach sandig oder sandig, und insgesamt vereinzelt schwach steinig, wechselnd schwach kiesig bis stark kiesig und wechselnd schwach sandig bis stark sandig ausgeprägt und weisen steife bis halbfeste oder halbfeste und vereinzelt breiige bis weiche, weiche bis steife oder steife Konsistenzen bei normaler oder vereinzelt geringer oder starker Erdfeuchte sowie vereinzelter Vernässung auf. Die Böden sind braun, beigebraun, hellbraun, braun, braungrau, rötlichbeigebraun, rotbraun, rotgraubraun, braunrot, braunrotgrau bis grau, hellbraungrau bis rotbraun, braunrötlich, rotbeigebraun und dunkelbraun gefärbt. Stein- und Kiesanteile werden aus Sandstein gebildet.

Über den natürlich anstehenden quartären Böden wurden im Untersuchungsgebiet mit den Sondierungen RKS 2 – RKS 5, RKS 7 – RKS 8, RKS 10, RKS 12, RKS 15 und RKS 19 bis in Tiefen von 0,50 – 1,00 m u GOK künstliche Bodenauffüllungen angetroffen. Die vorwiegend tonigen, schwach kiesigen, kiesigen, schwach sandigen, sandigen und vereinzelt steinigen, kiesigen bis stark kiesigen, sandigen bis stark sandigen und schwach tonigen Kiese wiesen steife, steife bis halbfeste oder halbfeste Konsistenzen auf und waren schwach feucht bis feucht, feucht und vereinzelt schwach feucht oder sehr feucht bis feucht sowie dunkelbraun, grau, braun, braungrau bis graubraun, oder dunkelgrau gefärbt,

Darüber wurden mit den Sondierungen RKS 1 – RKS 13 und RKS 16 – RKS 17 bis in Sondiertiefen von 0,20 – 1,00 m u GOK künstliche Kies-, Schotter und vereinzelt auch Sandauffüllungen angetroffen. Die sandigen, schwach schluffigen, schluffigen und vereinzelt schwach steinigen, wechselnd schwach sandigen bis stark sandigen, schluffigen bis stark schluffigen und schwach tonigen Kiese waren kantig und in vereinzelt bindiger Ausprägung steif bis halbfest sowie insgesamt schwach feucht, feucht und vereinzelt schwach feucht bis feucht und dunkelgrau, grau, schwarzbraun, schwarzgrau, schwarz, graubraun, braungrau, hellgrau, beigebraun und gelb gefärbt. Die vereinzelt unterhalb der Pflasterdecken als Bettungsschicht angetroffenen kiesigen, schwach schluffigen Sande waren schwach feucht und rötlichbraungrau gefärbt.

An der Geländeoberfläche konnten im Bereich der RKS 14 a/b, RKS 15, RKS 18 und RKS 19 bis in Tiefen von 0,10 – 0,25 m u GOK künstlich angefüllte bzw. umgelagerte und natürlich anstehende Mutter- bzw. Oberböden angetroffen werden. Die vorwiegend schwach sandigen, tonigen und vereinzelt schwach kiesigen, kiesigen und sandigen Schluffböden waren vorwiegend steif bis halbfest und vereinzelt steif oder halbfest sowie i.d.R. schwach feucht oder feucht und vereinzelt schwach feucht bis feucht sowie dunkelbraun gefärbt und humos ausgeprägt.

Im Bereich der Sondierung RKS 12 befand sich an der Geländeoberfläche eine Pflasterdecke aus 20 cm mächtigen dunkelgrauen bis schwarzen Pflastersteinen.

Im Bereich der Sondierungen RKS 1 – RKS 11, RKS 13 und RKS 16 – RKS 17 wurden an der Geländeoberfläche bis 0,03 – 0,15 m u GOK feinkörnige bis mittelkörnige, schwarze Asphaltdecken angetroffen.

Die Schichtverzeichnisse zu unseren Sondierungen RKS 1 - RKS 19 sind unserem Bericht im Anhang beigefügt. Die Sondierprofile sind den Anlagen 2.1 – 2.10 zu entnehmen. Die Lage der Sondieransatzstellen ist auf der Anlage 1.1 – 1.5 verzeichnet.

2.3 Baugrundmodell, Homogenbereiche

Für den Baugrund lässt sich anhand unserer Sondieraufschlüsse RKS 1 – RKS 19 und SRS 1 – SRS 17 folgendes vereinfachtes Bodenprofil (als Baugrundmodell) aufstellen, wobei die angetroffenen Böden nach DIN 18 300, DIN 18 196 und DIN 18 319 hinsichtlich Lösen und Fördern und weiterer bautechnischer Eigenschaften wie folgt zu klassifizieren sind:

m u Gel.:

0 - 0,10: **Asphaltdecken**
(Minimal mit RKS 8 bis 0,03 m u GOK und maximal mit RKS 10 bis 0,15 m u GOK angetroffen, nicht im Bereich von RKS 12, RKS 14a/b, RKS 15, RKS 18 und RKS 19 angetroffen)
Asphalt, feinkörnig bis mittelkörnig, schwarz, schwach glänzend

oder

0 - 0,20: **Pflasterdecke**
(Nur im Bereich von RKS 12 bis 0,20 m u GOK angetroffen)
Pflasterstein, kantig, dunkelgrau bis schwarz

oder

0 - 0,30: **künstlich angefüllter bzw. umgelagerter und natürlich anstehender Mutterboden, Oberboden**
(Minimal mit RKS 19 bis 0,10 m u GOK und maximal mit RKS 14a/b, und RKS 18 bis 0,25 m u GOK aufgeschlossen, nicht im Bereich von RKS 1 – RKS 13 und RKS 16 – RKS 17 angetroffen)
Schluff, vorwiegend schwach sandig, tonig und vereinzelt schwach kiesig, kiesig, sandig, vorwiegend steif bis halbfest und vereinzelt steif, halbfest, schwach feucht, feucht und vereinzelt schwach feucht bis feucht, dunkelbraun, humos
Homogenbereich nach DIN 18 300: A
Bodenklassen nach DIN 18 300 (alte Norm): 1
Bodengruppen nach DIN 18 196: [OU]
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB: F 3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE StB: nicht angegeben

- 0,43: **Künstliche Kies-, Schotter- und Sandauffüllungen**
(Minimal mit RKS 4 und RKS 13 bis 0,20 m u GOK und maximal mit RKS 6 bis 1,00 m u GOK aufgeschlossen, nicht mit RKS 14a/b, RKS 15, RKS 18 und RKS 19 angetroffen)
Kies, sandig, schwach schluffig, schluffig und vereinzelt schwach steinig, wechselnd schwach sandig bis stark sandig, schluffig bis stark schluffig, schwach tonig, kantig und vereinzelt steif bis halbfest, schwach feucht, feucht und vereinzelt schwach feucht bis feucht, dunkelgrau, grau, schwarzbraun, schwarzgrau, schwarz, graubraun, braungrau, hellgrau, beigebraun, gelb, vereinzelt unterhalb der Pflasterdecken als Bettungsschicht als Sand, kiesig, schwach schluffig, schwach feucht, rötlichbraungrau
Homogenbereich nach DIN 18 300: B
Bodenklassen nach DIN 18 300 (alte Norm): 3, vereinzelt 3 - 4

Bodengruppen nach DIN 18 196: [GW], [GU], vereinzelt [SW], [GU*]
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB: F 1 – F 2, vereinzelt F 3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE StB: V 1, vereinzelt V 2

- 0,87: **Künstliche Bodenauffüllungen**
(Minimal mit RKS 3 bis 0,50 m u GOK und maximal mit RKS 4, RKS 5, RKS 10, RKS 12 bis 1,00 m u GOK angetroffen, nicht mit RKS 1, RKS 6, RKS 9, RKS 11, RKS 13, RKS 14a/b und RKS 16 – RKS 18 angetroffen)
Schluff, vorwiegend tonig, schwach kiesig, kiesig, schwach sandig, sandig und vereinzelt steinig, kiesig bis stark kiesig, sandig bis stark sandig, schwach tonig, steif, steif bis halbfest, halbfest, schwach feucht bis feucht, feucht und vereinzelt schwach feucht oder sehr feucht bis feucht, dunkelbraun, grau, braun, braungrau bis graubraun, dunkelgrau,
Homogenbereich nach DIN 18 300: C 1
Bodenklassen nach DIN 18 300 (alte Norm): 4
Bodengruppen nach DIN 18 196: [TL], [UL]
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB: F 3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE StB: V 3

-> 3,00: **Quartäre Hanglehme**
(Minimal mit RKS 14b bis 0,65 m u GOK und maximal mit RKS 13 bis 6,50 m u GOK aufgeschlossen, Schichtunterkanten nicht aufgeschlossen, unüberwindbare Sondierhindernisse)
Zumeist Ton, schluffig, vereinzelt auch schwach schluffig oder stark schluffig, und weniger oft Schluff, tonig, vereinzelt auch stark tonig, insgesamt schwach sandig oder sandig, und insgesamt vereinzelt schwach steinig, wechselnd schwach kiesig bis stark kiesig und wechselnd schwach sandig bis stark sandig, steif bis halbfest, halbfest und vereinzelt breiig bis weich, weich bis steif oder steif, feucht und vereinzelt schwach feucht, schwach feucht bis feucht, sehr feucht bis feucht oder nass bis sehr feucht, braun, beigebraun, hellbraun, braun, braungrau, rötlichbeigebraun, rotbraun, rotgraubraun, braunrot, braunrotgrau bis grau, hellbraungrau bis rotbraun, braunrötlich, rotbeigebraun, dunkelbraun,
Homogenbereich nach DIN 18 300: C 2
Bodenklassen nach DIN 18 300 (alte Norm): 4
Bodengruppen nach DIN 18 196: TL, UL, vereinzelt TM, GT*
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB: F 3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE StB: V 3

-> 3,00: **Quartärer Hangschutt**
(Minimal mit RKS 13 bis 1,00 m u GOK (lagenweise) und maximal mit RKS 11 bis 3,60 m u GOK aufgeschlossen, nicht mit RKS 2 – RKS 3, RKS 6, RKS 8 – RKS 10, RKS 12 und RKS 14a/b – RKS 18 angetroffen, Schichtunterkanten (zumeist) nicht aufgeschlossen, unüberwindbare Sondierhindernisse)
Kies, schwach steinig, steinig, schwach kiesig, schwach sandig, stark sandig, schluffig, tonig und vereinzelt sandig, schwach schluffig, schwach tonig, tonig bis stark tonig, kantig, und in bindiger Ausprägung steif, steif bis halbfest, sehr schwach feucht bis schwach feucht, feucht und vereinzelt schwach feucht, rotbeige, braungelb, hellbeigegrau, hellgrau, beigebraun, hellbeige, braun, rosarotgrau, rotbraun, grau, Kiese und Steine aus Sandstein
Homogenbereich nach DIN 18 300: D
Bodenklassen nach DIN 18 300 (alte Norm): 3 - 4, bei erhöhtem Steinanteil bis 5
Bodengruppen nach DIN 18 196: GX, GT, GU, GT*, GU*
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB: F 2 – F 3, in steiniger Ausprägung und wenn Steinanteile gebrochen werden ggf. F 1
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE StB: V 1 – V 2, Steinanteile müssen gebrochen werden

darunter Übergang zu gering- oder unverwitterten Halbfest- und Festgesteinen des Mittleren Buntsandsteins (mit den Rammkernsondierungen RKS 1 – RKS 19 bis in maximale

Sondiertiefen von 0,90 – 6,50 m u GOK nicht direkt aufgeschlossen) und dessen Verwitterungszone:

Verwitterungszone des Mittleren Buntsandsteins
Schluff-Ton-Gemische, wechselnd sandig, halbfest bis fest, örtlich unter Wassereinfluss ggf. auch weich oder steif, in der Zersatzzone als sandige, schluffige und tonige Kies-Sand-Gemische vorliegend, rotbraun, braunrot, rotgrau, grau, graugrün,
Homogenbereich nach DIN 18 300: E 1
Bodenklassen nach DIN 18 300 (alte Norm): 3 - 6
Bodengruppen nach DIN 18 196: TL, TM, UL, SU, SU*, ST, ST*, GU, GU*, GT, GT*, GW, GX
Frostempfindlichkeitsklassen nach ZTVE StB: F 1 – F 3
Verdichtbarkeitsklassen nach ZTVE StB: V 1 – V 3, Steinanteile müssen ggf. gebrochen werden

Halbfest- und Festgesteine des Mittleren Buntsandstein (Trias)
Sandstein, meist plattig, mäßig fest bis fest, z. T. auch hart, z. T. auch Geröll führend, braunrot, rotbraun, grau, in Wechsellage mit Tonstein, mäßig fest, dünnplattig bis blättrig,
Homogenbereich nach DIN 18 300: E 2
Bodenklassen nach DIN 18 300 (alt): 6 – 7
Bodengruppen nach DIN 18 196: keine (Fels)
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB: -
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE StB: -

Die angegebenen Homogenbereiche nach DIN 18 300 beziehen sich auf das Lösen, Laden und Fördern der Böden. Hinsichtlich einer Verwertung und Entsorgung sind die einzelnen Böden der Homogenbereiche ggf. gegeneinander weiter abzugrenzen.

Mit unseren Sondierungen RKS 1 – RKS 19 wurden die Schichtunterkanten der vorgenannten Homogenbereiche A – E in folgenden Tiefenlagen (in m u GOK und m NN) angetroffen:

Art	**Asph/ Pfl.**	**MuBo./ A.Ob.**	**A.Kies.**	**A.Bod.**	**q.Hl.**	**q.Hs.**	**VWZ/ Ok Festg.**	
Hom:	**/**	**A**	**B**	**C 1**	**C 2**	**D**	**E 1/E 2**	**Höhe**
RKS 1	0,14	--	0,30	--	2,90	3,10(3)	>3,1(4)	m u GOK
143,16	143,02	--	142,86	--	140,26	140,06	<140,06	m NN
RKS 2	0,13	--	0,60	0,90	3,60(3)	--	>3,6(4)	m u GOK
145,52	145,39	--	144,92	144,62	141,92	--	<141,92	m NN
RKS 3	0,15	--	0,30	0,50	3,40(3)	--	>3,4(4)	m u GOK
145,15	145,00	--	144,85	144,65	141,75	--	<141,75	m NN
RKS 4	0,10	--	0,20	1,00	2,20	2,40(3)	>2,4(4)	m u GOK
144,56	144,46	--	144,36	143,56	142,36	142,16	<142,16	m NN
RKS 5	0,11	--	0,21	1,00	2,60	2,80(3)	>2,8(4)	m u GOK
144,97	144,86	--	144,76	143,97	142,37	142,17	<142,17	m NN
RKS 6	0,07	--	1,00	--	2,10(3)	--	>2,1(4)	m u GOK
149,27	149,20	--	148,27	--	147,17	--	<147,17	m NN

Art Hom:	Asph/ Pfl. /	MuBo./ A.Ob. A	A.Kies. B	A.Bod. C 1	q.Hl. C 2	q.Hs. D	VWZ/ Ok Festg. E 1/E 2	Höhe
RKS 7	0,11	--	0,21	0,70	1,80	1,90(3)	>1,9(4)	m u GOK
148,82	148,71	--	148,61	148,12	147,02	146,92	<146,92	m NN
RKS 8	0,03	--	0,25	0,90	1,80(3)	--	>1,8(4)	m u GOK
149,51	149,48	--	149,26	148,61	147,71	--	<147,71	m NN
RKS 9	0,06	--	0,60	--	2,90(3)	--	>2,9(4)	m u GOK
152,86	152,80	--	152,26	--	149,96	--	<149,96	m NN
RKS 10	0,15	--	0,30	1,00	3,40(3)	--	>3,4(4)	m u GOK
145,02	144,87	--	144,72	144,02	141,62	--	<141,62	m NN
RKS 11	0,12	--	0,75	--	3,50	3,60(3)	>3,6(4)	m u GOK
145,90	145,78	--	145,15	--	142,40	142,30	<142,3	m NN
RKS 12	0,20(1)	--	0,50(2)	1,00	3,00(3)	--	>3,0(4)	m u GOK
144,47	144,27	--	143,97	143,47	141,47	--	<141,47	m NN
RKS 13	0,06	--	0,20	--	6,50	1,00(3)	>6,5(4)	m u GOK
146,40	146,34	--	146,20	--	139,90	145,40	<139,9	m NN
RKS 14a	--	0,75	--	--	0,90(3)	--	>0,9(4)	m u GOK
149,15	--	148,40	--	--	148,25	--	<148,25	m NN
RKS 14 b	--	0,25	--	--	0,65(3)	--	>0,65(4)	m u GOK
149,06	--	148,81	--	--	148,41	--	<148,41	m NN
RKS 15	--	0,15	--	0,80	1,00(3)	--	>1,0(4)	m u GOK
149,35	--	149,20	--	148,55	148,35	--	<148,35	m NN
RKS 16	0,04	--	0,50	--	5,20(3)	--	>5,2(4)	m u GOK
147,66	147,62	--	147,16	--	142,46	--	<142,46	m NN
RKS 17	0,07	--	0,50	--	5,00(3)	--	>5,0(4)	m u GOK
148,70	148,63	--	148,20	--	143,70	--	<143,7	m NN
RKS 18	--	0,25	--	--	4,80(3)	--	>4,8(4)	m u GOK
148,95	--	148,70	--	--	144,15	--	<144,15	m NN
RKS 19	--	0,10	--	0,90	2,90	3,20(3)	>3,2(4)	m u GOK
150,94	--	150,84	--	150,04	148,04	147,74	<147,74	m NN

Abkürzungen:
Hom: = Homogenbereich
Asph. = Asphaltdecke
Pfl. = Pflasterdecke
MuBo. = Mutterboden
A.Ob. = künstlicher bzw. umgelagerter Oberboden
A.Kies. = künstliche Kies-, Sand- und Schotterauffüllungen
A.Bod. = künstliche Bodenauffüllungen
q.Hl. = Quartäre Hanglehme
q.Hs. = Quartärer Hangschutt
VWZ. = Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins
OK Festg. = Oberkante der Halbfest- und Festgesteine des Mittleren Buntsandsteins

Anmerkungen:
(1) = Pflaster
(2) = künstliche Sandauffüllung (Bettungssand)
(3) = Schichtunterkanten nicht aufgeschlossen, unüberwindbares Sondierhindernis, Bohrungen nicht weiter vertiefbar
(4) = nicht direkt aufgeschlossen

Die Schichtverzeichnisse zu unseren Sondierungen RKS 1 - RKS 19 sind unserem Bericht im Anhang beigefügt. Die Sondierprofile sind den Anlagen 2.1 – 2.10 zu entnehmen. Die Lage der Sondieransatzstellen sind auf der Anlage 1.1 – 1.5 verzeichnet.

2.4 Grundwasser

Mit den Rammkernsondierungen RKS 1 – RKS 19 konnte bis in die maximalen Aufschlusstiefen von 0,90 – 6,50 m u GOK keine homogen ausgeprägte, zusammenhängende Grundwasserführung angetroffen werden (Stand: Juni/Juli 2020). Allerdings konnte Schichtwasser in RKS 11 nach Bohrende in einer Tiefe von 2,75 m u GOK und in RKS 13 nach Bohrende in einer Tiefe von 5,05 m u GOK angetroffen werden.

Es ist anzumerken, dass die Höhenlage der Grund- und Schichtwasserspiegel i.d.R. durch Niederschläge bedingt ist, sodass hier mit entsprechenden saisonalen und witterungsbedingen Schwankungen der ermittelten Grund- und Schichtwasserspiegel zu rechnen ist. Gegebenenfalls ist dann mit Grund- und Schichtwasser im Bereich der geplanten Aushubtiefen zu rechnen, da die angetroffenen quartären Hangschuttablagerungen je nach Feinkornanteil ggf. als Grundwasserleiter eingestuft werden können. Die bindigen quartären Hanglehme werden als Grundwassergeringleiter bzw. -stauer eingestuft, sodass es dann, auch bei örtlich auftretenden durchgängigen Feinkornlagen mit geringeren Wasserdurchlässigkeiten, zur Ausbildung von Schicht- bzw. Stauwasserhorizonten kommen kann.

Die Konsistenzen der im Untersuchungsgebiet vorliegenden bindigen Böden sind abhängig von ihren jeweiligen Wassergehalten. Bei erhöhten bzw. zunehmenden Wassergehalten können die bindigen Böden von steifen bis halbfesten Konsistenzen in weiche bis steife oder weiche Konsistenzen übergehen. Bei stark erhöhten Wassergehalten und Vernässung der bindigen Böden kann im ungünstigsten Fall sogar der Übergang zu weich-breiigen Bodenkonsistenzen (Bodenklasse 2 nach DIN 18 300 (alte Norm)) erfolgen.

3. Definition der Homogenbereiche, Ermittlung von Bodenkennwerten

3.1 Schwere Rammsondierungen, Ermittlung der Lagerungsdichten

Zur Ermittlung der Lagerungsdichten der Böden und als Grundlage der Bemessung der geplanten Mikropfähle wurden an den Ansatzstellen der RKS 1 – RKS 10, RKS 12 – RKS 13 und RKS 15 - RKS 17 jeweils eine, also insgesamt 15 Rammsondierungen SRS 1 – SRS 10, SRS 12- SRS 13 und SRS 15 – SRS 17 mit der Schweren Rammsonde DPH bis in Tiefen von 2,50 – 13,30 m u GOK

niedergebracht.

Eine tabellarische Auswertung der Rammbefunde ist unserem Bericht im Anhang beigefügt. Die Rammprofile sind den Anlagen 2.1 – 2.10 zu entnehmen. Die Lage der Rammsondierungen ist der Anlage 1.2 zu entnehmen.

Zusammengefasst konnte Folgendes festgestellt werden:

Die Sondierungen trafen in den maximalen Sondiertiefen von 2,50 – 13,30 m u GOK i.d.R. auf unüberwindbare Sondierhindernisse, welche vermutlich auf erhöhte Steinanteile mit hoher Lagerungsdichte in den hangschutthaltigen Böden oder bereits auf die dicht gelagerten Verwitterungsböden oder sogar auf die Oberkante der Halbfest- und Festgesteine zurückzuführen sind. Die Tiefenlage der Festgesteinsoberkante lässt sich lediglich aus den Rammprofilen ableiten, da die Festgesteine oder deren Verwitterungsböden mit keiner der bis in maximale Tiefen von 0,90 – 6,50 m u GOK niedergebrachten Rammkernsondierungen RKS 1 – RKS 19 direkt aufgeschlossen wurden. Nach den Befunden der Schweren Rammsondierungen kann vermutet werden, dass die Festgesteinsoberkante mit ansteigendem Gelände ebenfalls ansteigt, sodass je nach Abschnitt, die Festgesteinsoberkante in Tiefenlagen von etwa 7,7 – 13,3 m u GOK erwartet werden kann.

Zur weiteren Betrachtung kann die Tiefenlage der Festgesteinsoberkante von West nach Ost (vgl. Anlage 1.1 – 1.5 und 2.1 – 2.10) in folgenden Tiefen vermutet werden:

Sondierung	**Geländeoberkante [m NN]**	**Übergang zum Festgestein ab ca. [m u GOK]**	**[m NN]**
SRS 1	143,16	9,3	133,86
SRS 10	145,02	13,2	131,82
SRS 12	144,47	12,4	132,07
SRS 13	146,60	9,6	137,00
SRS 16	147,66	6,8	140,86
SRS 8	149,51	7,6	141,91
SRS 9	152,86	6,4	146,46

Über den Festgesteinen sind i.d.R. Lockersedimente zu erwarten, welche direkt oberhalb der Festgesteine des Mittleren Buntsandsteins vornehmlich aus Verwitterungsmaterial bestehen (Verwitterungszone). Darüber ist dann das quartäre Hangmaterial in Form von Hanglehmen und Hangschutt zu erwarten.

Erfahrungsgemäß können die Schlagzahlen N10 der schweren Rammsonde (DPH) mit den Lagerungsdichten bei nicht bindigen Böden bzw. mit den Bodenkonsistenzen bei bindigen Böden anhand der Spitzendrucke qs empirisch korreliert werden. Es ist jedoch anzumerken, dass die anhand der Korrelation mit den Schlagzahlen angegebenen Bodenkonsistenzen lediglich die Ausprägung der bodenmechanischen Eigenschaften bzw. der Bodenkennwerte der Böden wiederspiegeln können, welche, analog zu Böden mit entsprechenden Konsistenzen, erwartet werden können. Die Angabe der mit den Schlagzahlen zu korrelierenden Konsistenzen ist somit nur informell und dient zur Abgrenzung der Bodenkennwerte und zur Definition der Homogenbereiche.

Insgesamt konnte festgestellt werden, dass die quartären Hangablagerungen aus Lehmböden (Hanglehme) und aus Hangschuttmaterial mit hohem Steinanteil im Rammprofil deutlich durch kleinräumig stark wechselnde Rammwiderstände und somit stark variierenden Schlagzahlen N10 erkennbar sind. Die stark variierenden Schlagzahlen sind vermutlich auf lagenweise bzw. örtlich vorliegende Steine im Wechsel mit schüttungsbedingt locker gelagerten Böden zurückzuführen. Während dichter gelagerte Kies-Stein-Gemische i.d.R. hohe Rammwiderstände und damit hohe Schlagzahlen N10 herbeiführen, bilden locker gelagerte feinkörnigere Sedimente, besonders im Kontakt mit Stau- bzw. Schichtwasser, nur sehr schwache Rammhindernisse und führen somit zu geringen Schlagzahlen. Nach den Befunden der Rammsondierungen sind die quartären Hanglehme und der quartäre Hangschutt, welche vermutlich in Wechsellagen vorliegen, i.d.R. wechselnd locker bis dicht, örtlich auch sehr locker oder sehr dicht (unüberwindbares Rammhindernis) gelagert.

In einigen Rammprofilen kommt es in größeren Tiefenlage zu einem Übergang zu Böden mit vergleichsweise einheitlichen mittleren bis hohen Schlagzahlen, sodass in diesen Bereichen der Übergang zu den Verwitterungsböden der Festgesteine vermutet werden kann, welche, anders als das hangschutthaltige Material, gleichmäßiger abgelagert wurden und somit homogener ausgeprägt sind. Zum Teil kommt es im Bereich der Verwitterungsböden zu einer geringfügigen Abnahme der Rammwiderstände, sodass anhand der Schlagzahlen N10 korreliert werden kann, dass die Verwitterungsböden im Untergrund i.d.R. mitteldicht bis dicht gelagert sind und mit Bodenkennwerten von Böden mit steifen bis festen Konsistenzen korreliert werden können.

Die Verwitterungsböden sind nach den Befunden der Rammsondierungen (vergleiche Auswertung der Rammsondierung im Anhang) in folgenden Tiefenlagen zu erwarten (vgl. Anlage 1.1 – 1.5 und 2.1 – 2.10):

Sondierung	**Geländeoberkante [m NN]**	**Übergang zu den Verwitterungsböden ab ca. [m u GOK]**	**[m NN]**
SRS 1	143,16	7,5	135,66
SRS 10	145,02	10,3	134,72
SRS 2	145,52	6,7	138,82
SRS 3	145,15	7,1	138,05
SRS 12	144,47	7,4	137,07
SRS 13	146,60	8,2	138,40
SRS 16	147,66	6,3	141,36
SRS 8	149,51	6,7	142,81
SRS 9	152,86	5,4	147,46

Insgesamt kann somit anhand der Rammprofile der Schweren Rammsondierungen SRS 1 – SRS 17 die Tiefenlage der Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins (Homogenbereich E 1) und der Oberkante der Halbfest- und Festgesteine des Mittleren Buntsandsteins (Homogenbereich E 2) für folgende Abschnitte von West nach Ost in folgenden Tiefenlagen angenommen werden:

Abschnitt	**Sondierung**	**Haltung**	**Übergang zu den Verwitterungsböden ab [m NN]**	**Übergang zu den Festgesteinen ab [m NN]**
A)	SRS 1 – SRS 5	M297150 – MW009	134,72 – 138,82 Im Mittel: 136,86	131,82 – 133,86 Im Mittel: 132,58
B)	SRS 13	(bei Sondierung)	138,40	137,00
C)	SRS 16	MW009 – MW008	141,36	140,86
D)	SRS 17 – SRS 8	MW008 – MW006	142,81	141,91
E)	SRS 9	(bei Sondierung)	147,46	146,46

Die o.g. Tiefenlage der Verwitterungsböden und der Festgesteine wurde schematisch für die entsprechenden Abschnitte auf der Anlage 2.1 – 2.10 verzeichnet.

3.2 Bodenmechanische Versuche

An geeigneten Bodenproben wurden bodenmechanische Untersuchungen zur Bestimmung der Bodenkennwerte und zur Definition der Homogenbereiche durchgeführt. Hierbei wurden insgesamt 2 Bestimmungen des Glühverlustes nach DIN 18 128 – GL, eine Sieb-/Schlämmanalyse nach DIN 18 123, 6 Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 18 121, Teil 1, und zwei Ermittlungen der Zustandsgrenzen nach DIN 18 122, Teil 1 durchgeführt. Die Laborprotokolle der Versuche sind unserem Bericht als Anlage 3, Anlage 4, Anlage 5 und Anlage 6.1 – 6.2 angefügt.

3.2.1 Bestimmung des Glühverlustes

An zwei Proben der quartären Hanglehme des Homogenbereiches C 2 wurden die organischen Bestandteile über die Bestimmung des Glühverlustes nach DIN 18 128 – GL ermittelt.

Entnahmestelle	**RKS 17**	**RKS 18**
Tiefe	2,75-4,50	4,00-4,80
Bodenhorizont:	Hanglehm	Hanglehm
Homogenbereich:	C 2	C 2
Bodengruppe*	UL	UL-GT*
Glühverlust [%]	**1,8**	**1,3**

Die untersuchten Proben der quartären Hanglehme des Homogenbereiches C 2 weisen mittlere Glühverluste von 1,3 – 1,8 % auf und sind somit nach DIN EN ISO 14 688-2 nicht als organisch einzustufen.

Der Prüfbericht zur Laborauswertung ist unserem Bericht als Anlage 3 angefügt.

3.2.2 Bestimmung der Korngrößenverteilung

Mittels kombinierter Sieb-/Schlämmanalyse nach DIN 18 123 wurde die Korngrößenverteilung an der Probe RKS 19 (0,90-2,90 m) aus den quartären Hanglehmen des Homogenbereiches C 2 bestimmt:

Entnahmestelle	RKS 19
Tiefe	0,9-2,9 m
Bodenhorizont	Hanglehm
Homogenbereich	C 2
Kies [Gew.-%]	34,6
Sand [Gew-%]	28,8
Schluff [Gew-%]	27,6
Ton [Gew-%]	9,1
U	148,3
C	1,9
Bodengruppe	SU*
kf nach Beyer [m/s]	< 5,4E-08

Die Ermittlung der Korngrößenverteilung der quartären Hanglehme hat ergeben, dass die Böden aufgrund eines erhöhten Sandgehaltes auch der Bodengruppe SU* nach DIN 18 196 zugeordnet werden können.

Nach Beyer konnte ein kf-Wert von <5,4E-08 m/s ermittelt werden.

Der Prüfbericht zur Laborauswertung ist unserem Bericht als Anlage 4 angefügt.

3.2.3 Bestimmung der Wassergehalte

An insgesamt 6 ausgewählten Bodenproben wurden die Wassergehalte nach DIN 18 121 T 1 mittels Ofentrocknung bestimmt:

Entnahmestelle	RKS 16	RKS 17	RKS 17
Tiefe	2,0-3,9 m	0,5-2,75 m	2,75-4,5 m
Bodenhorizont	Hanglehm	Hanglehm	Hanglehm
Homogenbereich	C 2	C 2	C 2
Bodengruppe	TL	UL	TL
Konsistenz	Halbfest	steif – halbfest	steif – halbfest
Wassergehalt [%]	10,7	14,2	11,9

Entnahmestelle	RKS 18	RKS 18	RKS 19
Tiefe	4,0-4,8 m	1,75-4,0 m	0,9-2,9 m
Bodenhorizont	Hanglehm	Hanglehm	Hanglehm
Homogenbereich	C 2	C 2	C 2
Bodengruppe	TL	TL	TL
Konsistenz	steif – halbfest	steif – halbfest	steif
Wassergehalt [%]	11,3	14,6	10,8

Für die quartären Hanglehme des Homogenbereiches C 2 mit Bodengruppen UL, TL nach DIN 18 196 können anhand von Erfahrungs- und Literaturdaten optimale Wassergehalte von 15 – 20 Gew.-% und Proctordichten von 1,60 – 1,85 t/cbm angenommen werden.

Die Wassergehalte der quartären Hanglehme liegen nach den o.g. Untersuchungsergebnissen bei 10,7 – 14,6 Gew.-% und somit unterhalb der üblichen optimalen Wassergehalte.

Das Protokoll des Laborversuches ist der Anlage 5 zu entnehmen.

3.2.4 Bestimmung der Zustandsgrenzen

An zwei Proben der quartären Hanglehme des Homogenbereiches C 2 wurden die Zustandsgrenzen nach DIN 18 122, Teil 1, bestimmt. Eine grafische Auswertung der Messergebnisse sind der Anlage 6.1 – 6.2 zu entnehmen. Folgendes konnte ermittelt werden:

Entnahmestelle	RKS 17	RKS 18
Tiefe	0,5-2,75 m	1,75-4,00 m
Bodenhorizont	Hanglehm	Hanglehm
Homogenbereich	C 2	C 2
Wassergehalt (w)	14,2%	14,6%
Korr. Wassergehalt	14,2%	14,6%
Fließgrenze (w_l)	23,7%	21,5%
Ausrollgrenze (w_p)	18,5%	15,7%
Plastizitätszahl (I_p)	5,3%	5,7%
Konsistenzzahl (I_c)	180,8%	119,6%
Bodengruppe	SU*/ST*	SU*/ST*
Konsistenz	≥ halbfest	halbfest

Die Proben der quartären Hanglehme des Homogenebereiches C 2, mit im Versuch bestimmten Wassergehalten von 14,2 – 14,6 %, weisen nach Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenzen Plastizitätszahlen von 5,3 – 5,7 %, bei einem Plastizitätsbereich von 15,7 – 18,5 % (Ausrollgrenze) bis 21,5 – 23,7 % (Fließgrenze) auf. Die bestimmten Wassergehalte liegen dementsprechend unterhalb des Plastizitätsbereichs, in dem der Boden stärker auf sich verändernde Wassergehalte reagiert.

Die Schrumpfgrenze w_s, ab der Böden i.d.R. bei einem Erreichen oder Unterschreiten der Wassergehalte beginnen an Volumen verlieren (Schrumpfen), was ggf. in Setzungen resultiert, lässt sich aus der Beziehung $w_s = w_l - 1,5 * I_p$ errechnen. Hiernach weisen die Proben folgende Schrumpfgrenzen w_s auf:

RKS 17 (0,50-2,75 m)
w_s = 23,7 % - 1,5 * 5,3 % = 15,75 %

RKS 18 (1,75-4,00 m)
w_s = 21,5 % - 1,5 * 5,7 % = 12,95 %

Die ermittelten Schrumpfgrenzen w_s von 12,95 – 15,75 % liegen knapp oberhalb oder unterhalb der ermittelten Wassergehalte der Proben.

Aufgrund der ermittelten Konsistenzzahlen von 119,6 – 18,8 weisen die Böden, entsprechend dem Versuch, eine mindestens halbfeste Konsistenzen auf. Der untersuchte Boden ist den Bodengruppen SU*/ST* nach DIN 18 196 zuzuordnen. Die Versuchsprotokolle sind unserem Untersuchungsbericht als Anlagen 6.1 – 6.2 beigefügt.

4. Bodenkennwerte, Homogenbereiche

Für die bereits im Abschnitt 2 definierten Homogenbereiche A – E geben wir anhand von Erfahrungs- und Literaturdaten sowie anhand der in Abschnitt 3 dargestellten Ergebnisse der Rammsondierungen und bodenmechanischen Versuchen folgende Bodenkennwerte bezogen auf das Lösen, Laden und Fördern an:

Homogenbereich A: künstlich angefüllter bzw. umgelagerter und natürlich anstehender Mutterboden, Oberboden

Bodengruppen n. DIN 18 196:	[OU]
Bodenklasse n. DIN 18 301:	BO1
Bodenklassen n. DIN 18 300 (alt):	1
Konsistenz:	steif, steif – halbfest, halbfest
Lagerung:	Locker
Wichte:	16 - 18 kN/m³
Wichte unter Wasser:	6 – 8 kN/m³
Reibungswinkel:	17,5 - 20°
Kohäsion, undrainiert cu:	15 - 30 kN/m²
Kohäsion, drainiert c':	10 - 20 kN/m²
Steifemodul Es bei Auflast von 130 - 260 kN/m²:	2.000 - 4.000 kN/m² in aufgelockerten Bereichen auch < 2.000 kN/m²
Durchlässigkeitskoeffizient kf:	10^{-10} bis 10^{-8} m/s (durch Wurzel- und Grabgänge entstehen Wasserwirksamkeiten, dann ggf. >> 1 E-8 m/s)
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB:	F 3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE StB:	nicht angegeben

Homogenbereich B: Künstliche Kies-, Schotter- und Sandauffüllungen

Bodengruppen n. DIN 18 196:	[GW], [GU], [SW]
Bodenklasse n. DIN 18 301:	BN1
Bodenklassen n. DIN 18 300 (alt):	3
Lagerung:	mitteldicht - dicht
Wichte:	20 – 22 kN/m³
Wichte unter Wasser:	11 – 13 kN/m³
Reibungswinkel:	35 – 42,5°
Kohäsion, undrainiert cu:	0 - 10 kN/m²
Kohäsion, drainiert c':	0 - 5 kN/m²
Steifemodul Es bei Auflast von 130 - 260 kN/m²:	30.000 – 150.000 kN/m², in aufgelockerten Bereichen < 30.000 kN/m²
Durchlässigkeitskoeffizient kf:	10^{-6} - 10^{-2} m/s
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB:	F 1 – F 2
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE StB:	V 1
Optimaler Wassergehalt ([GW], [GU]):	4 – 7 %
Proctordichte ([GW], [GU]):	2,00 – 2,35 t/m³
Optimaler Wassergehalt ([SW]):	6 – 10 %
Proctordichte ([SW]):	1,90 – 2,15 t/m³

Homogenbereich C: Bindige Böden
Homogenbereich C 1: Künstliche Bodenauffüllungen
und
Homogenbereich C 2: Quartäre Hanglehme

Bodengruppen n. DIN 18 196:	[UL], [TL], UL, TL
Bodenklasse n. DIN 18 301:	BB 2 – BB 3
Bodenklassen n. DIN 18 300 (alt):	4
Konsistenz:	steif, steif – halbfest, halbfest
Lagerung:	mitteldicht - dicht
Wichte:	19 – 21 kN/m³
Wichte unter Wasser:	9 – 11 kN/m³
Reibungswinkel:	27,5 – 30°
Kohäsion, undrainiert cu:	15 - 70 kN/m²
Kohäsion, drainiert c':	5 – 25 kN/m²
Steifemodul Es bei Auflast von 130 - 260 kN/m²:	5.000 – 15.000 kN/m², in aufgelockerten oder weich-breiigen Bereichen << 5.000 kN/ m²
Durchlässigkeitskoeffizient kf:	10^{-9} – 10^{-8} m/s
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB:	F 3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE StB:	V 3
Optimaler Wassergehalt:	15 – 22 %
Proctordichte:	1,60 – 1,85 t/m³

Homogenbereich D: Quartärer Hangschutt

Bodengruppen n. DIN 18 196:	GX, GU, GT, GU*, GT*
Bodenklasse n. DIN 18 301:	BN 1 – BN 2, BB 2 – BB 3, BS 1 – BS 4
Bodenklassen n. DIN 18 300 (alt):	3 - 4, bei erhöhtem Steinanteil bis 5
Lagerung:	locker – dicht, örtlich: sehr locker, sehr dicht
Konsistenz:	steif, steif - halbfest
Wichte:	20 – 22 kN/m³
Wichte unter Wasser:	10 – 13 kN/m³
Reibungswinkel:	27,5 – 42,5°
Kohäsion, undrainiert cu:	0 - 50 kN/m²
Kohäsion, drainiert c':	0 – 10 kN/m²
Steifemodul Es bei Auflast von 130 - 260 kN/m²:	15.000 – 150.000 kN/m², in steinigen Bereichen bis 300.000 kN/m²
Durchlässigkeitskoeffizient kf:	10^{-9} - 10^{-6} m/s, in steinigen Bereich bis 1 m/s
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB:	F 2 – F 3, wenn Steinanteile gebrochen werden ggf. F 1
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE StB:	V 1 – V 2, Steinanteile müssen gebrochen werden
Optimaler Wassergehalt (GU, GT, GU*, GT*):	4 – 10 %
Proctordichte (GU, GT, GU*, GT*):	1,90 – 2,35 t/m³

Homogenbereich E 1: Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins

Bodengruppen n. DIN 18 196:	TL, TM, UL, SU, SU*, ST, ST*, GU, GU*, GT, GT*, GW, GX
Bodenklasse n. DIN 18 301:	BN 1 – BN 2, BB 2 – BB 4, BS 1 – BS 4
Bodenklassen n. DIN 18 300 (alt):	3 – 6
Lagerung:	mitteldicht – dicht, dicht, dicht - sehr dicht
Wichte:	19 – 23 kN/m³
Wichte unter Wasser:	10 – 14 kN/m³
Reibungswinkel:	25 – 42,5°
Kohäsion, undrainiert cu:	0 - 100 kN/m²
Kohäsion, drainiert c':	0 - 30 kN/m²
Steifemodul Es bei Auflast von 130 - 260 kN/m²:	8.000 – 150.000 kN/m², im Übergang zu den Halbfest- und Festgesteine > 150.000 kN/m²

Durchlässigkeitskoeffizient kf:	10^{-10} – 10^{-2} m/s
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB:	F 1 – F 3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE StB:	V 1 - V 3

Homogenbereich E 2: Ton-, Silt- und Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins

Bodengruppen n. DIN 18 196:	keine (Fels, Halbfestgestein, Festgestein)
Bodenklasse n. DIN 18 301:	FV 1 – FV 6, FD 1 – FD 5
Bodenklassen n. DIN 18 300 (alt):	6 – 7
Lagerung:	dicht, mäßig fest - fest, z.T. Sandsteine hart - sehr hart
Wichte:	25 – 28 kN/m³
Reibungswinkel(*):	30 – 40°
Kohäsion, drainiert(*) c':	80 - 400 kN/m²
Steifemodul Es bei Auflast von 130 - 260 kN/m²:	50.000 - 250.000 kN/m² (Halbfest- und Festgestein)
Durchlässigkeitskoeffizient kf:	10^{-8} - 10^{-5} m/s
Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE StB:	F 1 – F 3
Verdichtbarkeitsklasse nach ZTVE StB:	V 1 – V 2 (nur als gebrochenes Material)
(*): Werte für Schicht- und Kluftflächen	

Die angegebenen Homogenbereiche nach DIN 18 300 beziehen sich auf das Lösen, Laden und Fördern der Böden. Hinsichtlich einer Verwertung und Entsorgung sind die einzelnen Böden der Homogenbereiche ggf. gegeneinander weiter abzugrenzen.

Die für die Verwitterungsböden und die Festgesteine des Mittleren Buntsandsteins angenommenen Kennwerte basieren auf Erfahrungs- und Literaturwerten für die angenommenen, i.d.R. zu erwartenden Ausprägungen der Gesteine, da im Rahmen der Baugrunderkundung kein direkter Aufschluss der Gesteine erfolgte.

5. Bewertung der Baugrunds im Hinblick auf das Bauvorhaben

Die dargestellten Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen lassen sich hinsichtlich des geplanten Bauvorhabens bewerten.

Nach den uns vorliegenden Planunterlagen ist geplant, den Kanal in folgenden Tiefenlagen zu erstellen:

Haltung	**Strecke [m]**	**Bereich (vgl. Anlage 1.2 – 1.5)**	**geplante Verlegetiefen [m u GOK]**	**[m NN]**
M297150 – MW013	111,5	RKS/SRS 1 – RKS/SRS 10	3,13 – 4,00	137,92 - 141,04
MW013 – MW012	99,8	RKS/SRS 2 - RKS 11	4,00 – 3,80	141,04 – 141,83
MW012 – MW011	84,1	RKS/SRS 3 – RKS/SRS 12	3,80 – 2,19	141,83 – 142,18
MW011 – MW010	76,3	RKS/SRS 4	2,15 – 2,19	142,18 – 142,67
MW010 – MW009	110,7	RKS/SRS 5 – RKS/SRS 13	2,15 – 2,40	142,67 – 144,12
MW009 – MW008	63,2	RKS/SRS 16	2,40 – 3,21	144,12 – 145,30
MW008 – MW007	100,6	RKS/SRS 17 – RKS 18	2,05 – 3,21	145,30 – 146,88
MW007 – MW006	92,7	RKS/SRS 8	1,90 – 2,05	146,88 – 147,77
MW006 – MW005 – MW004	39,9 + 53,4	RKS 19 – RKS/SRS 9	1,90 – 1,95	147,77 – 152,49

Entsprechend der o.g. geplanten Verlegetiefen wurde die Tiefenlage der anzunehmenden Kanalgrabensohle haltungsweise auf den Anlage 2.1 – 2.10 mit den Ramm- und Bodenprofilen verzeichnet.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung und -untersuchung und unter Beachtung der genannten Verlegetiefen der geplanten Kanäle, gründen die Kanalrohre dann in folgenden Bodenhorizonten bzw. in folgenden Homogenbereichen:

siehe Anlage	**Haltung**	**Gründungshorizont**			
		Bezeichnung	**Homogenbereich**	**Lagerungsdichte**	**Konsistenz**
2.1	M297150 – MW013	Hangschutt	D	locker - mitteldicht	(weich – halbfest)*
2.2	MW013 – MW012	Hangschutt	D	mitteldicht - dicht	(halbfest) *
2.3	MW012 – MW011	Hanglehm	C 2	locker – mitteldicht	steif - halbfest
2.4	MW011 – MW010	Hangschutt	D	locker – mitteldicht	(weich – steif) *
2.5	MW010 – MW009	Hanglehm	C 2	locker – mitteldicht	steif - halbfest
2.6	MW009 – MW008	Hanglehm	C 2	locker – mitteldicht	steif - halbfest
2.7	MW008 – MW007	Hanglehm /Hangschutt	D/C 2	vmtl. locker – mitteldicht	steif - halbfest
2.8	MW007 – MW006	Hangschutt	D	mitteldicht – dicht	(halbfest)*
2.9	MW006 – MW005 – MW004	Hanglehm	C 2	locker – mitteldicht	steif - halbfest

* Konsistenzen korreliert aus Schlagzahlen N10 der Schweren Rammsondierungen, Konsistenzen entsprechen ggf. nicht den realen Konsistenzen

Die Kanalrohre gründen demnach größtenteils auf den quartären Hanglehmen des Homogenbereiches C 2 oder auf dem quartären Hangschutt des Homogenbereiches D.

Die Hanglehme des Homogenbereiches C 2 weisen im Gründungsbereich der Kanalrohre größtenteils eine geringe bis mittlere Lagerungsdichte und zumeist mittels Rammkernsondierungen am Bohrgut festgestellte steife bis halbfeste Konsistenzen auf.

Die bindigen Böden des **Homogenbereiches C** bzw. die quartären Hanglehme des **Homogenbereiches C 2** (Bodengruppen UL, TL nach DIN 18 196) weisen bei den zumeist angetroffenen steifen bis halbfesten oder halbfesten Konsistenzen nur eine geringe bis maximal mittlere Tragfähigkeit und eine deutliche Setzungsanfälligkeit auf. Bodenbereiche mit weichen bis maximal steifen Konsistenzen weisen dann noch geringere Tragfähigkeiten und eine weiter zunehmende Setzungsanfälligkeit auf. Böden mit weich-breiigen Bodenkonsistenzen können auch sekundär durch Durchnässung und Durchweichung, aufgrund von z.B. in den Kanalgraben eintretendem Grund-, Regen-, Schicht- oder Stauwasser, entstehen und weisen noch geringere Tragfähigkeiten und eine weiter zunehmende Setzungsanfälligkeit auf, sodass die Eignung dieser Böden als Gründungshorizont sich aus bautechnischer Sicht noch weiter verschlechtert. Insgesamt sind die Böden sehr frostempfindlich (F 3 nach ZTVE StB), sehr gering wasserdurchlässig (k-Wert

10^{-10} bis 10^{-8} m/s). Sie weisen eine mittlere bis hohe Wasser- und Erosionsanfälligkeit auf, sind empfindlich gegenüber dynamischer Beanspruchung, weisen thixotrope Eigenschaften auf und sind schlecht verdichtbar (V 3 nach ZTVE StB). Bei Wassergehaltserhöhung neigen die Böden zum Quellen, bei Austrocknung zum Schrumpfen. Die Böden sind als empfindlich gegenüber jeglicher Erhöhung der vorhandenen Wassergehalte und gegenüber dynamischer Einwirkung (Befahren, Verdichten) einzustufen. Daher sind die im Erdplanum angeschnittenen bindigen Böden gegen Niederschlagseinwirkung zu schützen. Ein unnötiges Befahren der Böden ist unbedingt zu vermeiden. Bei den angetroffenen steifen, steifen bis halbfesten und halbfesten Konsistenzen sind die Böden zumindest kurzzeitig ausreichend standsicher im Anschnitt. Weich-breiige Böden können ausfließen. Die bindigen Böden des Homogenbereiches C sind als Gründungshorizont für den geplanten Kanal wenig bis stark eingeschränkt geeignet und im Regelfall mittels Baugrundverbesserung, z.B. durch Bodenaustausch in ausreichender Mächtigkeit, zu ertüchtigen. Für die geplanten Winkelstützwände sind die Böden des Homogenbereiches C i.d.R. nicht als Gründungshorizont heranzuziehen.

Das Hangschuttmaterial des Homogenbereiches D im Gründungsbereich weist eine lockere bis mitteldichte Lagerung oder örtlich auch dichter Lagerung und Schlagzahlen N10 auf, welche wechselnd mit weichen bis halbfesten Konsistenzen bindiger Böden bzw. deren Bodenkennwerten korreliert werden können.

Die quartären Hangschuttböden des **Homogenbereiches D** (Bodengruppen GX, GU, GT, GU*, GT* nach DIN 18 196) weisen bei mitteldichter bis dichter Lagerung und weichen bis halbfesten Konsistenzen je nach Ausprägung wechselnd geringe bis erhöhte Tragfähigkeiten und eine hohe bis mäßige Setzungsanfälligkeit auf. Die Hangschuttböden stabilisieren sich zwar in kiesig-steiniger Ausprägung über ihr Korngerüst, was zur erhöhten Tragfähigkeit führt, können jedoch auch lagenweise erhöhte Feinkornanteile aufweisen, welche i.d.R. nur gering tragfähig und stark setzungsanfällig sind. Bodenbereiche mit weich-breiigen Konsistenzen können sekundär durch Durchnässung und Durchweichung aufgrund von in den Leitungsgraben eintretendem Regen-, Schicht- oder Stauwasser entstehen und weisen dann geringere Tragfähigkeiten und eine zunehmende Setzungsanfälligkeit auf. Die Böden sind mittel bis sehr frostempfindlich, wenn etwaige Steinanteile gebrochen werden (F 2 – F 3 nach ZTVE StB), in nicht steiniger Ausprägung mäßig bis sehr gering wasserdurchlässig (k-Wert: 10^{-9} m/s bis 10^{-6} m/s), in steiniger Ausprägung stark wasserdurchlässig (k-Wert: 10^{-2} m/s), weisen eine mittlere bis hohe Wasser- und Erosionsanfälligkeit auf, sind jedoch i.d.R. unempfindlich gegenüber dynamischer Beanspruchung und sind, soweit etwaige Steinanteile nach Erfordernis gebrochen werden, mäßig gut bis gut verdichtbar (V 1 – V 2 nach ZTVE StB). Aufgrund der stark heterogenen Lagerungsdichte der Hangschuttböden sind diese ggf. im Anschnitt nicht standsicher. Die Hangschuttböden des Homogenbereiches D sind in steinig-kiesiger Ausprägung i.d.R. als Gründungshorizont für die geplante Kanalbaumaßnahme ausreichend gut geeignet. Etwaige Bereiche mit bindigen Böden sind analog zum Homogenbereich C wenig bis stark eingeschränkt geeignet und im Regelfall partiell mittels Baugrundverbesserung, z.B. durch Bodenaustausch in ausreichender Mächtigkeit, zu ertüchtigen. In den Hangschuttböden ist von erhöhten Steinanteilen auszugehen, sodass hier mit einem erhöhten Aufwand im Rahmen der Aushubarbeiten zu rechnen ist.

Die Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins des **Homogenbereiches E 1** (Bodengruppe TL, TM, UL, SU, SU*, ST, ST*, GU, GU*, GT, GT*, GW, GX nach DIN 18 196) weisen nach Erfahrungs- und Literaturdaten (nicht im Rahmen der Baugrunderkundung direkt mittels RKS aufgeschlossen) bei einer nach den Ergebnissen der Rammsondierungen anzunehmenden minimal mittleren Lagerungsdichte und minimal steifen Konsistenzen, eine maximal mittlere Tragfähigkeit und eine mäßige bis erhöhte Setzungsanfälligkeit auf. Die Böden sind je nach Feinkornanteil und Ausprägung nicht bis sehr frostempfindlich (F 1 - F 3 nach ZTVE StB) und stark bis sehr gering wasserdurchlässig (k-Wert: 10^{-10} m/s bis 10^{-2} m/s). Die Verwitterungsböden sind in tonig-schluffiger Ausprägung schlecht oder in sandig-kiesiger Ausprägung mäßig bis gut verdichtbar (V 1 - V 3 nach ZTVE StB). Bei minimal steifen Konsistenzen sind die Böden zumindest kurzzeitig ausreichend standsicher im Anschnitt. Die Verwitterungsböden des Homogenbereiches E 1 kommen aufgrund der hohen Tiefenlage i.d.R. nicht direkt als Gründungshorizont für die geplante Kanalbaumaßnahme in Frage und bilden i.d.R. erst mit zunehmender Tiefe bei zunehmender Lagerungsdichte im Übergang zu den Festgesteinen einen ausreichend tragfähigen Baugrund. Bindige Böden mit minimal steifen Konsistenzen weisen i.d.R. eine geringe Pfahlmantelreibung für

den Grenzzustand der Tragfähigkeit im Falle einer etwaigen Gründung der geplanten Winkelstützwände über verpresste Mikropfähle auf.

Die Halbfest- und Festgesteinen des Mittleren Buntsandsteins des **Homogenbereichs E 2** kommen aufgrund der hohen Tiefenlagen nicht als Gründungshorizont für die geplanten Kanäle in Frage, sind jedoch grundsätzlich sehr gut als Gründungshorizont von Kanalrohren geeignet und führen im Falle eines Einbringens von verpressten Mikropfählen in das Festgestein zu hohen Werten der Pfahlmantelreibung.

Die Asphaltdecken, die Mutter-bzw. Oberböden des Homogenbereiches A sowie die künstlichen Kies-, Schotter- und Sandauffüllungen des Homogenbereiches B werden dann i.d.R. durchgründet.

Mit dem Antreffen der Verwitterungsböden des Homogenbereiches E 1 oder der Halbfest- und Festgesteine des Homogenbereiches E 2 ist nach den Befunden der durchgeführten Sondierungen im Rahmen der Aushubarbeiten des Kanalgrabens bis in maximale geplante Verlegetiefen von 4 m u GOK zunächst nicht zu rechnen.

Die Konsistenzen der im Untersuchungsgebiet anstehenden bindigen Böden sind abhängig von ihren jeweiligen Wassergehalten. Bei erhöhten bzw. zunehmenden Wassergehalten können die bindigen Böden von steifen bis halbfesten Konsistenzen in steife bis weiche Konsistenzen übergehen. Bei stark erhöhten Wassergehalten und Vernässung der bindigen Böden kann im ungünstigsten Fall sogar der Übergang zu weich-breiigen Bodenkonsistenzen (Bodenklasse 2 nach DIN 18 300, alte Norm) erfolgen.

6. Empfehlungen zur Herstellung der geplanten Winkelstützwände und zur Gründung mittels Mikropfählen (GEWI-Pfähle)

Aus früheren geotechnischen Untersuchungen ist bekannt, dass der Hang mit der derzeitigen Straßenführung im nördlichen Teil des Philosophenweges (nördlich von RKS/SRS 4) keine ausreichende Standsicherheit aufweist, sodass für die Gründung des Straßenkörpers im Bereich der Böschung und hier insbesondere bei dem erforderlichen Rückbau der talseitigen Straßenränder, die auf dem Grundstück der Bahn liegen, zusätzliche Sicherungsmaßnahmen zum Aufbau des Straßenoberbaus notwendig werden, die durch Winkelstützelemente realisiert werden sollen.

In Anlehnung an die DIN 4123 kann bei einer Bermenbreite bzw. bei einem Abstand der Böschungskante von der Straße von > 2 m vermutlich von einer zusätzlichen Sicherung der Böschung mittels Winkelstützwand abgesehen werden. Allerdings ist bei einer talseitigen Böschung mit einer steileren Hangneigung als 1 : 2 die Standsicherheit der Böschung im Vorfeld nachzuweisen. Die Standsicherheitsberechnung kann nach Vorlage der Genehmigungsplanung und einer topografischen Vermessung des entsprechenden Hangabschnittes zur Ermittlung der Hanggeometrie durchgeführt werden.

Eine Sicherung mittels Winkelstützwand kann i.d.R. für die Bereiche angenommen werden, bei denen der Abstand der Straße von der Böschung < 2 m beträgt. Die Winkelstützwände sind in entsprechenden Bereichen stets mindestens bis zur Tiefe des ordnungsgemäß herzustellenden Straßenoberbaus nach RStO 12 einzubinden. Aufgrund der geringen Straßenbreite des Philosophenweges, welche nach den uns vorliegenden Planunterlagen im Rahmen des geplanten Rückbaus der Flächen der DB noch weiter auf maximal 3,5 m verringert wird, ist jedoch auch i.d.R. zur Herstellung der Kanalgräben, für die zunächst Kanalgrabenbreiten von ca. 2 m angenommen werden können, eine Sicherung mittels Stützmauer durchzuführen, da auch hier i.d.R. nicht mit ausreichenden Abständen > 2 m der Kanalgrabenflanke zur Böschung zu rechnen ist. Die uns vorgelegten Planunterlagen wurden als Vorplanung mit der Information übermittelt, dass sich die Rohrdimensionen, die Tiefenlage und der Trassenverlauf der geplanten Kanäle ggf. im Zuge der weiteren Planungen ändern können. Die genaue Lage der geplanten Kanäle ist uns somit nicht bekannt. Im Falle eines ausreichenden Abstands der äußeren Kanalgrabenflanke von der Böschungskante ist die Standsicherheit der Böschung im Vorfeld nachzuweisen. Die Standsicherheitsberechnung kann nach Vorlage der Genehmigungsplanung und einer

topografischen Vermessung des entsprechenden Hangabschnittes zur Abschätzung der Hanggeometrie durchgeführt werden.

Im Folgenden wird zunächst angenommen, dass die geplanten Winkelstützwände in den Bereichen, in denen sie aufgrund des geringen Abstands zum Hang benötigt werden, bis unterhalb der geplanten Kanalgrabensohle hergestellt werden, sodass ein Aufbau des Kanalgrabens auf dem Sockel der Winkelstützwand oder aber bergseitig daneben im Bereich der Hangschutt- und Hanglehmböden (Homogenbereiche C 2 und D) erfolgen kann.

Zur Abschätzung der Gründungstiefen der geplanten Stützwände können demnach die aus den uns vorliegenden Planunterlagen ersichtlichen geplanten Verlegetiefen der Kanäle verwendet werden. Unterhalb der geplanten Kanäle ist bei einer Gründung der Kanalrohre DA 560 - 630 auf dem Sockel der Winkelstütze die Stärke des Bettungspolsters analog zur Gründung auf Festgestein nach ATV A 139 über 100 m + 1/5 DN zu ermitteln, sodass von einer Bettungsschicht d = 25 cm ausgegangen werden kann. Bei einer angenommen Mächtigkeit des Sockels der Winkelstützwand d = 20 cm ergeben sich somit folgende Gründungstiefen der Winkelstützwände:

Haltung	**geplante Verlegetiefen**		**Gründungstiefe Winkelstützwand**	
	[m u GOK]	**[m u NN]**	**[m u GOK]**	**[m u NN]**
M297150 – MW013	3,13 – 4,00	137,92 - 141,04	3,85 – 4,45	134,07 – 140,59
MW013 – MW012	4,00 – 3,80	141,04 – 141,83	4,45 – 4,25	140,59 – 141,38
MW012 – MW011	3,80 – 2,19	141,83 – 142,18	4,25 – 2,64	141,38 – 141,73
MW011 – MW010	2,15 – 2,19	142,18 – 142,67	2,60 – 2,64	141,73 – 142,22
MW010 – MW009	2,15 – 2,40	142,67 – 144,12	2,60 – 2,85	142,22 – 143,67
MW009 – MW008	2,40 – 3,21	144,12 – 145,30	2,85 – 3,86	143,67 – 144,85
MW008 – MW007	2,05 – 3,21	145,30 – 146,88	2,50 – 3,86	144,85 – 146,43
MW007 – MW006	1,90 – 2,05	146,88 – 147,77	2,35 – 2,50	146,43 – 147,32
MW006 – MW005 – MW004	1,90 – 1,95	147,77 – 152,49	2,35 – 2,40	147,32 – 152,04

In entsprechenden Gründungstiefen der geplanten Winkelstützwände stehen stets die quartären Hangschutt- und Hanglehmböden der Homogenbereiche C 2 und D an, welche auch oft in Wechsellagen vorliegen. Die Böden der Homogenbereiche C 2 und D sind in den genannten Tiefen i.d.R. wechselnd locker bis maximal mitteldicht gelagert und i.d.R. stark heterogen ausgeprägt. Auch bei z.T. ausreichender Eignung der Böden als Gründungshorizont, ist aufgrund der nicht gegebenen Standsicherheit des bestehenden Hanges eine weitere bauzeitige und nachbauzeitige Belastung des Hanges möglichst zu verhindern, um die Standsicherheit des Hanges nicht weiter zu verschlechtern.

Um die Gründung der Winkelstützelemente auch in nicht (ausreichend) standsicherem Baugrund sicherstellen zu können, sind unter den Winkelstützelementen Mikropfähle (GEWI-Pfähle) vorzusehen, die voraussichtlich, je nach dem Ergebnis der Vorbemessung (siehe Untersuchungsbericht P20040-G-3) bis in den anstehenden Buntsandstein gebohrt und ca. 2,5 m in das Festgestein eingebunden werden.

Die Mikropfähle sollen im Regelfall Durchmesser von ca. 220 – 300 mm und einen Stahlstab als Tragglied aufweisen (z. B. GEWI-Stahl). Die Mikropfähle werden dann als Einstab- oder Mehrstabpfähle in unverrohrte oder verrohrte Bohrlöcher eingestellt und mit Zement-Verpressmörtel umhüllt. Die erforderliche Zementüberdeckung ist durch Abstandshalter zu gewährleisten. Die Pfähle sind dann im Anschluss an die Herstellung zu verpressen. Durch die

Mikropfähle kann dann die Böschung bzw. der entsprechende Straßenbereich stabilisiert werden, da die Mikropfähle ähnlich wie bei einer Bodenvernagelung wirken. Zwischen den Mikropfählen bildet der Boden Gewölbe aus, wodurch das Risiko eines Hangrutsches und das Böschungsbruchrisikos bereits bauzeitig deutlich verringert werden kann. Nachbauzeit kann dann zudem gewährleistet werden, dass sich die i.d.R. schon nicht ausreichende Standsicherheit der Böschung nicht weiter verschlechtert. Die Standsicherheit der bestehenden Böschung (im tieferen Teil unterhalb des hier betrachteten Baufeldes) ist trotz geringer Verbesserung der Situation am oberen Böschungsende in den meisten Fälle jedoch weiterhin als kritisch bzw. labil zu bewerten. Eine erneute Standsicherheitsbetrachtung des gesamten Hanges ist hier aber nicht vorgesehen. Der untere Teil der Böschung liegt nicht auf städtischem Gelände, so dass hier keine Eingriff- und Handlungsmöglichkeit besteht.

Nach Herstellung der Mikropfähle werden die geplanten Winkelstützelemente dann punktgestützt auf den Mikropfählen gegründet. Der Lastabtrag bzw. die Lastaufnahme beim Mikro- oder GEWI-Pfahl erfolgt über die Mantelreibung.

Über die Mikropfähle (GEWI-Pfähle) können die anfallenden vertikalen und, ggf. einwirkungsabhängig nach zusätzlicher Verankerung durch Zugpfähle oder Anker, auch der horizontalen Lasten unter der Winkelstütze abgetragen werden, sodass der Hang bestmöglich vor einer weiteren Belastung geschützt werden kann, welche die Standsicherheit weiter gefährdet. Vertikale Lasten durch die Winkelstütze auf den Baugrund und somit den Hang können bei einer Setzung der Mikropfähle (GEWI-Pfähle) auftreten, welche nach Vorlage der statischen Berechnungen inkl. der tatsächlich auf die Pfähle einwirkenden Lasten ermittelt werden kann. Anhand der zu erwartenden Setzungen und der daraus entstehenden Lasteinwirkung auf den Baugrund unterhalb der Winkelstützwand kann dann der Standsicherheitsnachweis für den mittels Winkelstütze gesicherten Hangbereich erfolgen.

Anhand der im vorliegenden Untersuchungsbericht erhobenen Ergebnisse der Baugrunderkundung und -begutachtung sollen die geplanten Mikropfähle bemessen werden. Der Nachweis der äußeren Tragfähigkeit erfolgt dann anhand der Schlagzahlen N10 der durchgeführten Schweren Rammsondierungen DPH im Rahmen des Untersuchungsberichtes P20040-G-3.

Die Stützwände sind aufgrund des nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung örtlich zu erwartenden Schichtwasserzutritts auf der Bergseite mittels Drainage zu entwässern. Im Falle eines Aufbaus des Kanalgrabens auf dem Sockel der Winkelstütze ist eine Fußdrainage am Tiefpunkt der Hinterfüllung anzulegen. Sollte der Kanalgraben weiter in Richtung Bergseite abseits des Sockels der Winkelstütze hergestellt werden, ist bei einem ggf. notwendigen Bodenaustausch damit zu rechnen, dass der Kanalgraben inkl. Bodenaustausch den Tiefpunkt bildet, sodass etwaiges Schicht- und Hangwasser bereits bergseitig vor dem Kanalgraben mittels Drainage abgeführt werden sollte. Die Drainageleitung kann dann parallel zum Kanalgraben am bergseitigen Fuß des Kanalgrabens verlegt werden. Zum Schutz der Filterkiesschüttung sowie des Drainagerohres gegen Einschwemmungen von schluffig-tonigem Material sollte der Einbau eines Vlieses leichter Qualität (150 g/m²), mit dem der Filterkies samt Drainagerohr umgeben wird, vorgesehen werden. Die Drainagerohre können je nach Bemessung mit dem gleichen Gefälle des parallel verlegten Kanals erstellt werden. Eine entsprechende Drainierung des Hanges verhindert den negativen Schichtwassereinfluss auf die nicht (ausreichend) standsicheren verbleibenden Böschungen und führt somit vermutlich örtlich zu einer Verbesserung der Standsicherheit des Hanges.

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Frosteinwirkzone II. Hier ist eine frostsichere Gründungstiefe der geplanten Winkelstützwände von d ≥ 1 m u GOK (bezogen auf die nachbauzeitige GOK) erforderlich.

An der bergseitigen Seite der Winkelstütze ist aufgrund des geplanten Kanalgraben- und Straßenaufbaus i.d.R. von einer ausreichenden Überdeckung d ≥ 1 m u GOK auszugehen. Hangseitig ist das Gelände entsprechend bis d ≥ 1 m u GOK wiederanzufüllen.

Für die Anfüllung sollten bindige Schotter-Schluff-Gemische mit halbfester Konsistenz, z.B. bindiger Kalkschotter der Bodengruppe GU* nach DIN 18 196 vorgesehen werden, da diese eine vergleichsweise höhere Kohäsion aufweisen, was i.d.R. die Standsicherheit des Hanges bzw. die

Standsicherheit der Aufschüttung erhöht. Der Einbau des Schottermaterials sollte mit dem der Situation des Hanges angepasstem Verdichtungsaufwand eingebaut werden. Hier sollte entsprechendes Material lediglich mit der Baggerschaufel angedrückt oder vorsichtig mittels Anbauverdichter lagenweise eingebaut werden.

Die Anfüllung sollte keilförmig mit möglichst flacher Böschungsneigung hergestellt werden, um den Hang möglichst gering hinsichtlich der Standsicherheit zu belasten.

Zur Prüfung der Standsicherheit der empfohlenen Anfüllung zur Herstellung eines Erdkörpers d ≥ 1 m an der talseitigen Außenseite der Winkelstützwand wurde die ungünstigste anzunehmende Hangsituation bei der geplanten Baumaßnahme betrachtet.

Der geringste Abstand der Winkelstütze zum Hang entsteht bei geringster Gründungstiefe der Winkelstützwand. Nach den uns vorliegenden Planunterlagen beträgt die geringste Gründungstiefe der geplanten Kanalrohre 1,90 m u GOK (Haltung MW007 – MW004), sodass damit die minimale Gründungstiefe der Winkelstützwände bei 2,25 m u GOK liegt (UK Kanalrohr + Bettung + Sockel). Im Rahmen früherer geotechnischer Untersuchungen des Hangbereiches im Philosophenweges konnten örtlich talseitige Böschungsneigungen von 1 : 1,1 ermittelt werden. Unter Annahme, dass die Böschung direkt an der Außenkante der Bestandsstraße beginnt sowie unter der Annahme, dass 0,5 m der Bestandsstraße rückgebaut werden (gemäß Planunterlage), sodass der geplante Abstand der Straße zur Außenkante der Böschung 0,5 m beträgt, ergibt sich dann modellhaft für eine Bestandsböschung 1 : 1 als „ungünstigster Fall“ eine Böschungsneigung der Anfüllung der Winkelstützwand von minimal 1 : 2, um einen 1 m mächtigen Erdkörper als Frostschutz der Winkelstütze herstellen zu können.

Das entsprechende Modell ist in der Anlage 7.1 dargestellt.

Zur Prüfung der Standsicherheit wurden für die entsprechende Situation, ohne Einfluss der Winkelstützwand auf den Baugrund durch horizontale oder vertikale Lasten (Baulast) und ohne Verkehrslasten sowie ohne Schichtwassereinfluss, Standsicherheitsberechnungen für

a) den Keil der Anfüllung aus bindigem Schotter-Schluff-Gemisch
und
b) das gesamte Böschungssystem inkl. der unveränderten Bestandsböschung

durchgeführt.

Zur Standsicherheitsberechnung wurden neben den o.g. Angaben zur Böschungsgeometrie folgende Kennwerte der relevanten Böden verwendet:

<u>bindiges Schotter-Schluff-Gemisch der Bodengruppe GU* nach DIN 18 196</u>
Konsistenz = halbfest
Reibungswinkel = 30°
Kohäsion = 5 kN/m²
Wichte = 21 kN/m²

<u>Hangschutt- und Hanglehmmaterial der Homogenbereiche C 2 und D</u>
Reibungswinkel = 30°
Kohäsion = 0 kN/m²
Wichte = 20 kN/m²

Für die Modelle a) und b) wurden Standsicherheitsberechnungen unter der Annahme des Lastfall 1.1 ohne Ansatz von Verkehrs- und Bauwerkslasten und ohne etwaigem Schichtwassereinfluss durchgeführt (Lastfall LF 1.1).

Die Standsicherheitsnachweise wurden alle mit dem GGU-Programm Stability der Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH, Braunschweig, durchgeführt. Die vorhandene Standsicherheiten wurden hierbei mittels dem Lamellen-Kreis-Verfahren nach BISHOP für die verschiedenen Lastfälle und Modelle ermittelt.

Zur Bewertung der Standsicherheit sind die ermittelten Sicherheiten η zu betrachten. Bei Sicherheiten η < 1 ist i.d.R. von einer ausreichenden Standsicherheit der Böschung auszugehen. Bei Sicherheiten η > 1 ist die Böschung als nicht standsicher zu betrachten und es besteht die Gefahr eines Böschungsbruches.
Diese Standsicherheitsberechnungen (Anlagen 7.2 – 7.3) führen zu folgenden Ergebnissen:

	Anlage	**LF**	**Beschreibung**	**Standsicherheit η**
a)	7.2	1.1	Keil der Anfüllung 1 : 2 aus bindigem Schotter-Schluff-Gemisch der Bodengruppe GU* nach DIN 18 196, ohne Verkehrs- und Bauwerkslasten, ohne Schichtwassereinfluss	0,56
b)	7.3	1.1	Böschungssystem inkl. der unveränderten Bestandsböschung 1 : 1 aus Hangschutt- und Hanglehmmaterial (Homogenbereiche C 2/D), ohne Verkehrs- und Bauwerkslasten, ohne Schichtwassereinfluss	2,14

Insgesamt ist somit nach den Standsicherheitsberechnungen festzustellen, dass im Falle des wiederanzufüllenden Keils aus bindigem Schotter-Schluff-Gemisch der Bodengruppe GU* nach DIN 18 196, welcher zur Gewährleistung der frostsicheren Einbindung der Winkelstützwände hergestellt wird, auch bei im ungünstigsten Fall anzunehmenden Hangneigungen von 1 : 2 bei einer ermittelten Standsicherheit von 0,56 kein Böschungsbruch im Keil selber zu erwarten ist.

Allerdings ist bei der Betrachtung des Gesamtsystems der Böschung inkl. der bestehen bleibenden Böschung unterhalb der Gründungssohle der Winkelstützwände, bei im Falle von angenommenen Böschungsneigungen 1 : 1, aufgrund von einer Sicherheit von 2,14 nicht von einer ausreichenden Standsicherheit auszugehen. Dass die bestehende Böschung nicht (ausreichend) standsicher ist, war aus vorhergegangenen geotechnischen Erkundungen bereits bekannt.

Insgesamt führt somit vermutlich in den meisten Fällen auch die Sicherung der geplanten Straßen und Kanäle nicht zu einer grundlegenden Gewährleistung der Standsicherheit der Gesamtböschung. Allerdings kann angenommen werden, dass nachbauzeitig aufgrund der verringerten Böschungshöhen und der abgeflachten Böschungsoberkante auf minimal 1 : 2 die Standsicherheit der gesamten Böschung zumindest geringfügig verbessert hat. Eine erneute Standsicherheitsbetrachtung des gesamten Hanges ist nicht vorgesehen.

Die Standsicherheitsnachweise der Wiederanfüllungen der äußeren Winkelstützwände können nach Vorlage der Genehmigungsplanung und einer topografischen Vermessung der entsprechenden Hangabschnitte zur Abschätzung der Hanggeometrie sowie nach Bekanntgabe der tatsächlich auf die Bauwerke einwirkenden Lasten für verschiedene Lastfälle z.B. bei Verkehrslast durchgeführt werden.

Die Böschungsertüchtigung mittels Winkelstützmauer und Mikropfählen kommt im Regelfall nur im nördlichen Abschnitt des Philosophenweges mit entsprechend hohen Böschungshöhen und geringen Straßenbreiten zum Zuge (nördlich von RKS/SRS 4).

Maßgeblich sind hier neben dem Böschungsverlauf und der Straßenbreite die Lage der Kanaltrasse zum talseitigen Straßenrand bzw. zur Böschungsoberkante und die Tiefe des Kanalgrabens. Zudem ist zu prüfen, ob, und wenn ja, in welchem Umfang ein baulicher Eingriff auf dem nichtstädtischen Grundstück (Bahngelände) möglich ist.

Hier sollten in Abhängigkeit von den geplanten Verlegetiefen der Kanalisation drei Ausführungsvarianten vorgesehen werden:

1. Bei Kanalverlegetiefen <= 2 m u GOK erfolgt ein Einbau von Winkelstützwänden mit bis zu 2 m Höhe mit entsprechendem talseitigem Einschnitt und Aushub der Böschung, wobei eine talseitige Böschung des Arbeitsraumes mit 1 : 1,5 erfolgen kann. Der Kanal kann hier dann im Schutz der

Winkelstützwand bergseitig auf dem Winkelstützwandfuß verlegt werden.

2. Bei Kanalverlegetiefen > 2 m u GOK erfolgt der Bau einer 2 m hohen Winkelstützwand mit kurzem Fuß, der auf GEWI-Pfählen aufsitzt, wobei der Kanal dann bergseitig der Winkelstützwand mit entsprechenden Grabenverbauelementen (talseitig und bergseitig gesichert) tiefer als die Winkelstützwand (bis ca. 3 – 4 m u GOK) ausgehoben wird. Hier ist ein entsprechender Abstand von >= 1 m bis zu den GEWI-Pfählen bzw. deren Verpresskörper erforderlich.

3. Bei Kanalverlegetiefen > 2 m u GOK und geringem Abstand der Kanaltrasse zur talseitigen Böschung kann ggf. auch der Einbau von Winkelstützwänden mit Höhen von 2 – 4 m notwendig werden, in deren Schutz dann die Kanalisation bergseitig verlegt werden kann (auf dem Fuß der Winkelstützelemente. Nachteilig ist hier die große Einschnittstiefe, die auch einen entsprechend tiefen und weitreichenden Eingriff in die Böschung talseitig zur Straße und Winkwelstützwand erfordert. Daher sollte diese Bauweise nur in begründeten Einzelfällen und möglichst begrenzt ausgeführt werden.

Im Bedarfsfall kann zudem mit GEWI-Pfählen, die in einem Abstand zueinander von ca. 1,5 – 2 m talseitig zum Leitungsgraben gesetzt werden, eine talseitige Stabilisierung des Erdreichs hergestellt werden (ähnlich einer Bodenvernagelung), so dass der Leitungsgraben ausreichend standsicher mit Grabenverbauelement hergestellt werden kann. Die GEWI-Pfähle können zudem zur zusätzlichen Stabilisierung mittels Betonkopfbalken oder mit einer Stützwand aus Ortbeton untereinander verbunden werden, der Fundamentbalken bzw. die Stützwand kann dann ggf. auch als Abschluss des Straßenoberbaus fungieren.

Die bergseitige Sicherung der Bestandsböschungen oder auch von Bestandsmauern mit geringer Einbindetiefe kann ebenfalls mittels GEWI-Pfählen erfolgen, die hier als Bodenstabilisierung eingebracht werden (Bodenvernagelung).

Alternativ hierzu oder auch in Kombination mit den GEWI-Pfählen kann bergseitig zu Stützmauern in abschnittsweiser Bauweise (L <= 1,25 m) ein Betonfundament frostsicher (d >= 1 m u GOK) gegründet erstellt werden, das sowohl als Sicherung der bergseitigen Mauern gegen Gleiten und Grundbruch als auch als bergseitiger Abschluss des ungebundenen Straßenoberbaus fungieren kann. Der Kopf des Fundamentes kann dann z. B. mit Pflastersteinen als Gosse ausgebildet werden.

Werden Winkelstützelemente oder Streifenfundamente ohne pfahlartige Tragglieder ausgeführt und auf angefüllten oder anstehenden Böden gegründet, so werden vorläufig folgende Bemessungsansätze für die Tragfähigkeit bzw. Lastaufnahme der im Untergrund angetroffenen Böden empfohlen:

- Gründung auf den steifen bis halbfesten bindigen Böden des Homogenbereiche C 2 bzw. über locker gelagerten Hangschuttböden über ausreichend mächtigem Bodenaustausch:
aufnehmbarer Sohldruck (charakteristisch) σ zul. <= 100 kN/m² bzw. Bemessungswert für den Sohlwiderstand (Designwert) σ R, d <= 140 kN/m²
- Gründung auf den mitteldichten bis dichten, kiesig-steinigen Hangschuttböden des Homogenbereiches D:
aufnehmbarer Sohldruck (charakteristisch) σ zul. <= 150 kN/m² bzw. Bemessungswert für den Sohlwiderstand (Designwert) σ R, d <= 210 kN/m²

Der Standsicherheitsnachweis kann durch spätere Setzungs- und Grundbruchberechnungen erfolgen, wenn die Planung der Sicherungssysteme mit Angabe der tatsächlich anfallenden Lasten, Einbindetiefe der Elemente und Lage zur Böschung erfolgt ist.

7. Empfehlungen zum Kanalbau in offener Bauweise

Der geplante Kanal soll nach den uns vorliegenden Informationen in offener Bauweise verlegt werden. Unter Beachtung der Ergebnisse der Baugrunderkundung und -begutachtung können Empfehlungen zum geplanten Kanalbau gegeben werden. Im Folgenden werden Angaben zur

Wasserhaltung, zum Bodenaushub, zum Verbau der Leitungsgräben, zur Gründung der Leitungen, zur Hauptverfüllung und zum Oberbau sowie zu möglichen Auswirkungen der Bauarbeiten auf benachbarte Bauten gemacht.

7.1 Wasserhaltung

Mit den Rammkernsondierungen RKS 1 – RKS 19 konnte bis in die maximalen Aufschlusstiefen von 0,90 – 6,50 m u GOK keine homogen ausgeprägte, zusammenhängende Grundwasserführung angetroffen werden (Stand: Juni/Juli 2020). Allerdings konnte Schichtwasser in RKS 11 nach Bohrende in einer Tiefe von 2,75 m u GOK und in RKS 13 nach Bohrende in einer Tiefe von 5,05 m u GOK angetroffen werden.

In Anbetracht der bindigen Böden der Homogenbereiche C und z.T. D, welche vermutlich im Bereich des geplanten Kanalgrabens vorliegen, und auf sich verändernde Wassergehalte z.T. stark reagieren, sollte im gesamten Bauabschnitt eine offene Wasserhaltung vorgehalten und im Bedarfsfall betrieben werden, um ggf. in den Leitungsgraben eintretendes Schicht- oder Niederschlagswasser abführen zu können. Die Wasserhaltung kann mithilfe einzelner Pumpensümpfe erfolgen. Im Bedarfsfall können im Sohlbereich der Kanalgräben auch Drainagerohre verlegt werden, um die einzelnen Pumpensümpfe miteinander zu verbinden.

Es ist anzumerken, dass die Höhenlage der Grund- und Schichtwasserspiegel i.d.R. durch Niederschläge bedingt ist, sodass hier mit entsprechenden saisonalen und witterungsbedingen Schwankungen der ermittelten Grundwasserspiegel zu rechnen ist. Gegebenenfalls ist dann mit Schicht- und Grundwasser im Bereich der geplanten Aushubtiefen zu rechnen, da die angetroffenen quartären Hangschuttablagerungen je nach Feinkornanteil ggf. als Grundwasserleiter eingestuft werden können. Die bindigen quartären Hanglehme werden als Grundwassergeringleiter bzw. -stauer eingestuft, sodass es dann, auch bei örtlich auftretenden durchgängigen Feinkornlagen mit geringeren Wasserdurchlässigkeiten, zur Ausbildung von Schicht- bzw. Stauwasserhorizonten kommen kann.

Es wir daher empfohlen, die Leitungsverlegung möglichst bei trockener Witterung in niederschlagsarmen Jahreszeiten durchzuführen. Der Leitungsgraben sollte nicht lange offen stehen, um eine nachteilige Einwirkung durch Niederschläge so gering wie möglich zu halten.

7.2 Bodenaushub

Der Bodenaushub erfolgt vorrausichtlich größtenteils in den Böden der Homogenbereiche A - D. Nach Abtrag der Asphaltdecken und der Oberböden des Homogenbereiches A (Bodenklasse 1 nach DIN 18 300 (alte Norm)) werden dann i.d.R. die künstlichen Kies-, Schotter- und Sandauffüllungen des Homogenbereiches B (Bodenklassen 3 nach DIN 18 300 (alte Norm)) angetroffen. Darunter folgen dann die künstlich aufgefüllten Böden oder die quartären Hanglehme des Homogenbereiches C bzw. des Teilbereiches C 2 (Bodenklasse 4 nach DIN 18 300 (alte Norm)). Anschließend kommt es zum Übergang zu den wechselnd schwach bindigen bis bindigen quartären Hangschuttböden des Homogenbereiches D (Bodenklasse 3 - 4 nach DIN 18 300 (alte Norm)), welche örtlich, bei erhöhten Steinanteilen, auch der Bodenklasse 5 nach DIN 18 300 (alte Norm) zugeordnet werden können. Im Rahmen der Aushubarbeiten ist demnach örtlich mit dem Antreffen erhöhter Steinanteile zu rechnen.

Die je nach Verwitterungsgrad, Feinkorn- und Steinanteil und Lagerungsdichte den Bodenklassen 3 - 6 nach DIN 18 300 (alte Norm) zuzuordnenden Verwitterungsböden des Homogenbereiches E 1 oder die Halbfest- und Festgesteine des Homogenbereiches E2 (Bodenklasse 6 – 7 nach DIN 18 300 (alte Norm)) werden i.d.R. nicht im Rahmen der Aushubarbeiten angetroffen, sodass hier keine entsprechenden Zulagepositionen für die Aushubarbeiten anzunehmen sind.

Zum Beprobungszeitpunkt wiesen die angetroffenen Böden größtenteils steife bis halbfeste oder halbfeste Konsistenzen auf und sind somit zumeist als mindestens kurzzeitig standsicher im Anschnitt einzustufen. Allerdings können die bindigen Böden durch eine anhaltende Einwirkung von in den Leitungsgraben eintretenden Regen- oder Schichtwässern im ungünstigsten Fall sekundär verbreien oder verflüssigen und somit von der Bodenklasse 4 in die Bodenklasse 2 nach

DIN 18 300 (alte Norm) übergehen. Für diesen Fall ist ebenfalls mit Mehraufwand beim Aushub der Böden zu rechnen.

7.3 Verbau

Nach DIN 4124 ist bei senkrechtem Bodenaushub mit Tiefen > 1,25 m ein senkrechter Verbau von Leitungsgräben erforderlich (z. B. mit Grabenverbaugeräten). Der Verbau dient zur Sicherung der Grabenwand, zur Verhinderung des Ausfließens ggf. sekundär entstandener weich-breiiger Böden sowie zur Verminderung eines etwaigen Schichtwasserzufluss in den Leitungsgraben.

Die Böden im Untersuchungsgebiet weisen größtenteils steife bis halbfeste und halbfeste Konsistenzen auf. Da Böden die größtenteils steife bis halbfeste Konsistenzen aufweisen und diese zumindest kurzzeitig standsicher im Anschnitt sind, ist hier der Einbau von Verbauelementen im Einstellverfahren möglich. Sollten örtlich Böden mit weich-breiigen Bodenkonsistenzen z.B. bei Grundwasserkontakt angetroffen werden, ist der Einbau von Verbauelementen im Absenkverfahren zu empfehlen. Ähnlich ist zu Verfahren, wenn es im Bereich des Hangschuttmaterials in Abschnitten mit locker gelagerten nicht bindigen Böden zu erheblichen Ausbrüchen kommt.

Von einer Leitungsgrabengrabensicherung mittels Spundwänden wird dringend abgeraten. Durch die Einramm- oder Vibrationserschütterungen könnten die bindigen Böden im Untergrund und besonders in der Böschung thixotrop aufweichen und ihre Tragfähigkeit verlieren. Zudem können die im Untergrund zu vermutenden erhöhten Steinanteile ein Einbringen der Spundbohlen verhindern bzw. erschweren, was auch dazu führt, dass sich die Vibrationen auf nah angrenzenden Bauten und die Böschung übertragen und es so ggf. zu Schäden und Rutschungen kommt.

Jeder Verbau ist statisch zu bemessen. Auf die Vorschriften der DIN 4124 wird verwiesen. Die Wahl der Einbauweise der Verbauelemente ist ggf. nach örtlichem Befund anzupassen.
Zur Beurteilung des bauzeitigen Zustandes der bergseitigen Böschung bei geöffneten Kanalgraben können Standsicherheitsberechnungen nach Vorlage der Genehmigungsplanung, und einer topografischen Vermessung der entsprechenden Hangabschnitte zur Abschätzung der Hanggeometrie sowie nach Erkundung der Gründungstiefen der Mauern und Stützmauern mittels Böschungsbruchberechnung durchgeführt werden.

Alternativ zu einem Verbau können die Leitungsgräben auch geböscht angelegt werden. Bei bindigen Böden mit steifen bis halbfesten Konsistenzen muss der Böschungswinkel $\leq 60°$, bei weichen Bodenkonsistenzen oder nicht-bindig ausgebildeten Böden sowie bei mitteldicht gelagerten Kiesauffüllungen $\leq 45°$ sein. Aufgrund der geringen Straßenbreite ist jedoch das Böschen der Leitungsgräben nicht zu empfehlen und im Regelfall bautechnisch auch nicht durchführbar.

7.4 Gründung der Kanalrohre

Anhand der beschriebenen Baugrundverhältnisse ist festzustellen, dass die Kanäle entweder auf dem Sockel der Winkelstützen aufliegen oder bergseitig daneben vermutlich größtenteils auf den quartären Hanglehmen des Homogenbereiches C 1 (Bodengruppen UL, TL nach DIN 18 169) oder örtlich auf dem quartären Hangschutt des Homogenbereiches D (Bodengruppe GX, GU, GT, GU*, GT*nach DIN 18 169) gründen werden.

Eine bautechnische Bewertung der Böden erfolgte im Abschnitt 5.

Während die kiesig-steinigen Hangschuttböden des Homogenbereiches D bei mitteldichter bis dichter Lagerung i.d.R. als Gründungshorizont der geplanten Kanalbaumaßnahme ausreichend gut geeignet sind, sind die bindigen Böden des Homogenbereiche C oder auch Bereiche mit locker gelagertem Hangschutt (Homogenbereich D) aus bautechnischer Sicht mittels Baugrundverbesserung, z.B. durch einen Bodenaustausch in ausreichender Mächtigkeit, zu ertüchtigen.

Als Gründungshorizont müssen die Böden bis 0,5 m Tiefe unter der Oberkante des Planums einen Verdichtungsgrad Dpr $\geq$ 97 % aufweisen. Auf der Oberkante des Erdplanums muss zudem ein Verformungsmodul $Ev_2 \geq 45$ MN/m² ($Ev_2/Ev_1 \leq 3{,}0$) nachzuweisen sein.

Erfahrungsgemäß ist bei einer Gründung der Kanäle auf den kiesig-steinigen, mitteldicht bis dicht gelagerten Hangschuttböden des Homogenbereiches D von einer ausreichenden Tragfähigkeit der Böden auszugehen. Auf den Böden ist dann i.d.R. ein Ev_2-Wert ≥ 45 KM/m² nach entsprechender Nachverdichtung auch ohne zusätzliche Ertüchtigungsmaßnahmen sicher nachweisbar. Im Fall erhöhter Steinanteile > 100 m Kantenlänge wird hier ein zusätzlicher Bodenaustausch mit d = 0,3 m empfohlen.

Sollten jedoch ggf. lagenweise auftretende bindige Bodenpartien, analog zu den quartären Hanglehmen des Homogenbereiches C 2, oder locker gelagertes Material im Bereich der Kanalgrabensohle vorliegen, ist bei steifen bis halbfesten Konsistenzen der Böden oder lockerer Lagerung selbst bei guter Verdichtung, optimalem Witterungsschutz und Schutz gegen Befahren lediglich ein Ev_2-Wert von 10 – 20 MN/m² zu erwarten. Um den geforderten Ev_2-Wert von 45 MN/m² zu erreichen, muss in der Regel eine Nachverdichtung und Ertüchtigung der Böden oder auch ein Bodenaustausch von 20 – 40 cm mit gut verdichtbaren Schottergemischen (0/32 oder 0/45) durchgeführt werden. Große Blöcke und Steine müssen entfernt werden und ebenfalls mit Schotter aufgefüllt werden. Bei Böden mit weichen bis steifen Konsistenzen sind i.d.R. nur Ev_2-Werte von 5 – 10 MN/m² zu erwarten, woraus sich ein notwendiger Bodenaustausch von 40 – 60 cm ergibt, um den erforderlichen Ev_2-Wert von 45 MN/m² zu erreichen.

Ggf. auftretende bindige Böden mit weich-breiigen Konsistenzen, welche auch sekundär durch in den Leitungsgraben eintretendes Wasser entstehen können, sind nicht ausreichend tragfähig, sodass diese dann vollständig per Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von 50 – 60 cm ersetzt werden müssen. Der Austausch muss auch hier durch gut verdichtbare Schottergemische erfolgen. Bei größeren Mächtigkeiten weicher oder breiiger Bodenschichten kann der Bodenaustausch auch partiell durchgeführt werden. Zur Stabilisierung der Grabensohle können dann zusätzlich Gesteinsschrotten (z. B. 0/100) mit der Baggerschaufel in den weichen Untergrund eingedrückt werden, bis sich durch die gegenseitige Verzahnung der Gesteine eine gründungsfähige Sohle ausbildet, auf der ein Bodenaustausch aufgebaut werden kann.

Die Beurteilung der Bodenkonsistenzen und die genaue Festlegung etwaiger Bodenaustauschstärken sollte nach örtlichem Befund erfolgen, z. B. nach Durchführung dynamischer Fallplattenversuche auf dem Erdplanum.

Grundsätzlich wird eine abschnittsweise durchgeführte Bauausführung empfohlen, bei der möglichst kurze Stützwand- und Grabenbereiche möglichst kurzfristig wieder verfüllt werden können. Sohlaufbrüche in Böden mit weichen Konsistenzen können durch den umgehenden Einbau von Grobschotter zur Sohlbeschwerung behandelt werden. Das Schottermaterial kann dann als Schrotten- oder Austauschschicht im Untergrund verbleiben und vom Regelaufbau des Leitungsgrabens überbaut werden.

Die Mindestdicke der unteren Bettungsschicht im Leitungsgraben beträgt nach DIN EN 1610 „bei normalen Bodenverhältnissen“ 10 cm. Nach ATV-A 139 berechnet sich die Mindestdicke d wie folgt:

$$d = 100 \text{ mm} + 1/10 \text{ DN (in mm)}.$$

Bei Fels im Gründungsbereich bzw. analog dazu im Falle einer Gründung der Kanalrohre auf dem Sockel der Winkelstützwände wird eine geringfügige Verstärkung der unteren Bettungsschicht empfohlen, die nach DIN EN 1610 mindestens 150 mm bzw. nach ATV A 139 mindestens 100 m + 1/5 DN (in mm) beträgt, was im Falle eines Sockels d = 0,2 m und Rohrdurchmessern DA 580 – 630 einer Bettungsschicht von etwa 25 cm entspricht, um eine ausreichende Lastverteilung sicherzustellen und Lastkonzentrationen vermeiden zu können.

Als Bettungsmaterial werden gut verdichtbare Brechsand-Splitt-Gemische (Größtkorn 11 mm) oder auch Kiessand (0/16, Rundkorn, Sandanteil > 15 Masse-%, Ungleichförmigkeitsgrad $U \geq 10$) empfohlen. Das Material wird lagenweise (d = 20 cm) bis 30 cm über den Rohrscheitel angeschüttet und anschließend von Hand oder mit leichtem Gerät verdichtet. Die tatsächliche Einbaustärke richtet sich nach den Verlegebestimmungen und dem Kanalrohrdurchmesser. Die Bettungsschicht ist mittels Vlies (Flächengewicht 150 g/m²) oder durch andere geeignete Maßnahmen (z. B. Beton-

oder Tonriegel) gegen Verlagerung durch Grund- oder Sickerwasserzutritte zu sichern.

Alternativ hierzu kann auch eine Verfüllung der Rohrleitungsgräben mit Flüssigboden erfolgen, die auch deshalb zu empfehlen ist, da der Flüssigboden selbstverdichtend ohne zusätzliche dynamische Einwirkungen eingebaut werden kann.

Für die Gründung von Schachtbauwerken auf bindigen Böden mit steifen bis halbfesten Konsistenzen (Homogenbereiche C 2) wird eine Sauberkeits- bzw. Polsterschicht aus Magerbeton (C12/C15, d ≥ 0,25 m) oder ein Schotterpolster (0/32 oder 0/45, d ≥ 0,3 m) mit Sauberkeitsschicht aus Magerbeton empfohlen. Bei einer geplanten Gründung der Schachtbauwerke auf den Hangschuttböden des Homogenbereiches D kann die Polsterschicht auf ca. 0,1 – 0,2 m reduziert werden.

Für die Schachtbauwerke können folgende zulässigen Bodenpressungen (aufnehmbarer Sohldruck, charakteristisch, σ zul.) angesetzt werden:

- Gründung auf den steifen bis halbfesten bindigen Böden des Homogenbereiche C 2 bzw. über locker gelagerten Hangschuttböden über ausreichend mächtigem Bodenaustausch: σ zul. <= 100 kN/m²
- Gründung auf den mitteldichten bis dichten, kiesig-steinigen Hangschuttböden des Homogenbereiches D: σ zul. <= 150 kN/m²

7.5 Hauptverfüllung

Bis 30 cm über Rohrscheitel sollte die Leitungsgrabenverfüllung aus gut verdichtbaren Brechsand-Splitt-Gemischen oder Kiessand bestehen. Darüber empfehlen wir zugefahrene Schotter- und Kiesgemische 0/45 – 0/56 einzubauen und lagenweise zu verdichten (d = 0,2 – 0,4 m), da diese tragfähig und wenig setzungsanfällig sind. Der Feinkornanteil (< 0,06 mm) sollte ≤ 10 Gew.-% sein.

Alternativ zur Leitungsgrabenverfüllung aus sandigen und kiesigen Böden kann auch selbstverdichtender Flüssigboden verwendet werden. Dadurch können schädliche Einflüsse durch dynamische Beanspruchungen der im Untersuchungsgebiet angetroffenen bindigen Böden vermieden werden. Ferner können durch den Einbau von Flüssigboden mit hoher Festigkeit und geringem spezifischem Gewicht die anfallenden Gesamtsetzungen begrenzt bzw. vermindert werden. Durch die hohen Kohäsionseigenschaften des Flüssigbodens kann zudem die erforderliche Dicke einer Bodenaustauschschicht auf ca. 20 – 30 cm begrenzt werden.

Voraussetzung für eine mögliche Verwendung der vor Ort angetroffenen bindigen Böden als Ausgangsmaterialien für die Flüssigbodenherstellung ist der Nachweis, dass die Böden unbelastet oder allenfalls gering belastet sind (Z 0 – Z 1.2 nach LAGA). Die Böden dürfen zudem keine sichtbaren Fremdbestandteile (Asphalt, Ziegelreste, Beton, etc.) enthalten. Die Vorgaben der LAGA sind zu beachten.

Zur Aussteifung der Hauptverfüllung wird der Einbau eines Vlieses mit einem Flächengewicht ≥ 250 g/m² (GRK III) empfohlen. Das Vlies verhindert zudem Ein- oder Ausspülungen und Materialumlagerungen von feinkörnigen Bodenanteilen. Bei einer Verwendung von Flüssigboden als Leitungsgrabenverfüllung kann der Einbau eines Vlieses entfallen.

Nach ZTVE-StB 17 müssen für die Leitungshauptverfüllung im Straßenbereich folgende Verdichtungswerte erreicht und mittels Lastplattendruckversuch nach DIN 18 134-300 nachgewiesen werden:

Für Verfüllungen im Leitungsgraben unterhalb 0,5 m u OK Planum:

- Verdichtungsgrad Dpr ≥ 97 %

Für Verfüllungen im Leitungsgraben bis 0,5 m u OK Planum:

- Verdichtungsgrad Dpr ≥ 97 % bei fein- oder gemischtkörnigen (stark bindigen) Verfüllungen ($Ev_2/Ev_1 \leq 3{,}0$ und $Ev_2 \geq 45$ MN/m²)

oder

- Verdichtungsgrad Dpr ≥ 100 % bei gemischtkörnigen (schwach bindigen) bzw. vermörtelten Verfüllungen ($Ev_2/Ev_1 \leq 2{,}5$ und $Ev_2 \geq 70$ MN/m²)

oder

- Verdichtungsgrad Dpr ≥ 100 % bei grobkörnigen Verfüllungen ($Ev_2/Ev_1 \leq 2{,}3$ und $Ev_2 \geq 100$ MN/m²)

Die Verdichtungsarbeiten sind im gesamten Bauabschnitt maßvoll und der Situation angemessen durchzuführen, so dass es hier nicht zu Schädigungen von benachbarten Hochbauten durch dynamische Beanspruchungen kommt. Werden die angegebenen Verdichtungsgrade nur im Bereich des Kanalgrabens, aber nicht in den angrenzenden Bodenbereichen erreicht, so können sich durch Festigkeits- und Setzungsunterschiede zwischen der Leitungsgrabenverfüllung und dem angrenzenden Boden Risse und Aufbrüche in überlagernden Asphalttragschichten und Asphaltdecken bilden.

Mit Blick auf die labile Gesamtsituation wird hier daher der Einbau von Flüssigboden als Grabenverfüllung empfohlen.

7.6 Mögliche Auswirkungen der Bauarbeiten auf benachbarte Bauten (Stützwände, Wände)

Mit dem Kanalgraben dürfen die Lastausbreitungswinkel unter den Fundamenten benachbarter Bauten, welche im Untersuchungsgebiet z.B. in Form von Mauern und Stützmauern bergseitig angeordnet sind, nicht unterschnitten werden. Folgende Mindestabstände zu Bauten sind unbedingt einzuhalten:

Bauwerke mit angesetzter Gründungstiefe von ca. 2,5 m u GOK, zulässiger Abstand A des verbauten Leitungsgrabens zu benachbarten Bauten bei Aushubtiefe d des Leitungsgrabens:

d ≤ 2,0 m u GOK:	A ≥ 2,0 m
2,0 m u GOK < d < 3,0 m u GOK:	A ≥ 2,5 m
3,0 m u GOK < d < 3,75 m u GOK:	A ≥ 4,5 m
3,5 m u GOK < d < 5,5 m u GOK:	A ≥ 5,5 m

Die genannten Abstände dürfen nur nach vorheriger sorgfältiger Prüfung der örtlichen baulichen Verhältnisse, hier insbesondere der Gründungsverhältnisse, der Statik und der Bauweise benachbarter Bauwerke angewendet werden. Es muss sichergestellt sein, dass die Bausubstanz die Veränderung der Bodenverhältnisse aufgrund ihrer Gründungssituation und konstruktiven Gestaltung schadensfrei aushalten kann. Dazu sind durch die vor den Bauwerken im Erdreich verbleibenden Erdkörper ausreichende Sicherheiten gegen Grundbruch, Gleiten, Kippen etc. sicherzustellen. Sollten die Tiefenlagen der Fundamente bzw. die Gründungstiefen benachbarter Bauwerke nicht bekannt sein, wird hier im Falle eines Unterschreitens der o.g. Mindestabstände zwischen Kanalgraben und benachbarter Bebauung eine gesonderte Untersuchung der jeweiligen Gründungsverhältnisse und Bauwerkssituation angeraten. Gleichzeitig können dabei die Bau- und Gründungsverhältnisse der angrenzenden Bauwerke ermittelt werden. Im Zweifelsfall gelten die Abstandsregelungen der DIN 4123.

Die Standsicherheit der bergseitigen Böschung ist dann nach Vorlage der Genehmigungsplanung, und einer topografischen Vermessung der entsprechenden Hangabschnitte sowie nach Erkundung der Gründungstiefen der Mauern und Stützmauern mittels Böschungsbruchberechnung nachzuweisen.

Der Leitungsgraben ist umgehend, abschnittsweise und sukzessive mit fortschreitendem Aushub kraftschlüssig zu verbauen. Zudem sind Erschütterungen benachbarter Hochbauten während der Aushubarbeiten und insbesondere beim Verdichten der einzubauenden Böden und Schotter bei

einer konventionellen Leitungsgrabenverfüllung zu erwarten. Die Verdichtungsgeräte und Verdichtungsweise sollten der örtlichen Situation angepasst werden.

Beim Einsatz von Spundbohlen in der Nähe von Hochbauten sind möglichst erschütterungsarme Rammverfahren und Rammgeräte bzw. geeignete Einbringverfahren einzusetzen. Dazu zählen Hochfrequenzvibratoren > 40 Hz mit An- und Auslaufkompensation, bei denen die Arbeitsvibrationsfrequenzen über den Gebäudeeigenfrequenzen liegen, so dass es hier nicht zu unzulässigen Erschütterungen benachbarter Hochbauten kommen kann. Die Bestimmungen der DIN 4150 T 3, Tab. 1, Zeile 2, Anhaltswerte für Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten, sind hier bei kurzzeitigen Erschütterungen mindestens einzuhalten. Sollte dies nicht möglich sein, sind Spundbohlen alternativ mit Hydraulikpressen bzw. zusätzlich mit Erleichterungen für den Vortrieb, z. B. Vorbohren, einzubringen. Für den Fall, dass Rammarbeiten in Baubereichen durchgeführt werden, in deren Umfeld denkmalgeschützte Bauten stehen, sind die Anhaltswerte der DIN 4150 T3, Tab 1, Zeile 3 anzuwenden. Bei Gewerbebauten können die Anhaltswerte der DIN 4150 T3, Tab 1, Zeile 1 angesetzt werden.

Mit Blick auf die vorgenannte labile Böschungssituation wird vom Einsatz von Spundbohlen und sonstigen mittels Rammarbeiten einzubringenden Verbau- und Sicherungssystemen abgeraten.

9. Empfehlungen zur Herstellung des Straßenoberbaus

Im Rahmen der Kanalbauarbeiten soll der Straßenoberbau ordnungsgemäß wiederhergestellt werden. Zudem erfolgt eine Erneuerung der Bestandsstraße im Vollausbau. Nach den uns vorliegenden Informationen soll die Straße gemäß RStO 12, Tafel 1, Zeile 3, hergestellt werden. Die Belastungsklasse wird mit Bk1,8 angegeben.

Das Untersuchungsgebiet liegt laut RStO 12 in der Frosteinwirkzone II und befindet sich in nördlicher Hanglage.

Im Bereich des Erdplanums der wiederherzustellenden Straße sind besonders außerhalb vorhandener oder herzustellender Leitungs- und Kanalgrabenverfüllungen vornehmlich frostempfindliche Böden mit einer Frostempfindlichkeitsklasse F 2 - F 3 oder F 3 nach ZTVE StB zu erwarten. Zur weiteren Betrachtung sollte daher die Frostempfindlichkeitsklasse F 3 nach ZTVE StB angenommen werden.

Wenn die Verkehrsflächen in die Belastungsklasse Bk1,8 nach RStO 12 einzuordnen sind, ergibt sich aufgrund der auf dem Erdplanum anstehenden, sehr frostempfindlichen, bindigen Böden (F 3 nach ZTVE StB) nach RStO 12, Tabelle 6, eine Mindestaufbaustärke an frostsicherem Straßenoberbau von 60 cm (ohne Berücksichtigung der Mehr- und Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse). Unter Ansatz der Mehr- und Minderdicken nach Tabelle 7 (RStO 12) ist diese Aufbaustärke um 5 cm für die Einflüsse der Frosteinwirkzone II zu erhöhen. Weiterhin sollte eine Mehrdicke von 5 cm aufgrund der exponierten Lage am Nordhang und somit ungünstiger Klimaverhältnisse angenommen werden. Zudem kann bei Entwässerungseinrichtungen der Fahrbahn und Randbereiche über Rinnen und Abläufe und Rohrleitungen eine Minderdicke von 5 cm angesetzt werden. Hier ist aber planungsseitig noch zu prüfen, ob in Abhängigkeit von den jeweiligen Bestandssituationen und Planungszielen die günstigen Ortsfaktoren mit Mehr- und Minderdicken tatsächlich so anzusetzen sind.

Die auf frostempfindlichem Baugrund (F 3) von der RStO 12 empfohlene Gesamtstärke des frostsicheren Gesamtaufbaus ist im Einzelnen wie folgt zu ermitteln:

Belastungsklassen Bk1,8	60 cm
Frosteinwirkzone II	+ 5 cm
ungünstige Klimaverhältnisse	+ 5 cm
Mindeststärke an frostsicherem Oberbau nach RStO 12 (ohne Minderdicken)	70 cm

Entwässerungseinrichtungen der Fahrbahn (planerseits zu prüfen)	- 5 cm
Mindeststärke an frostsicherem Oberbau nach RStO 12	65 cm

Insgesamt kann bei Anwendung der o.g. Mehr- und Minderdicken ein frostsicherer Straßenoberbau nach RStO 12 von 65 cm angenommen werden.

Nach den uns vorliegenden Planunterlagen (Regelquerschnitt, Variante 2) ist folgender Straßenaufbau gemäß RStO 12, Tafel 1, Zeile 3 geplant:

Asphaltdeckschicht	4 cm
Asphalttragschicht	10 cm
Schottertragschicht	15 cm
Frostschutzschicht	36 cm
Gesamtaufbau des frostsicheren Oberbaus	65 cm

Der geplante Mindestaufbau des frostsicheren Oberbaus entspricht somit den Vorgaben der RStO 12.

Zur Herstellung der Frostschutzschichten empfehlen wir Brechkorngemische 0/32 – 0/45 (F 1-Material, FSS-Material) zu verwenden, welches lagenweise (d = 0,2 m) eingebaut wird. Das Frostschutzmaterial darf im nicht eingebauten Zustand einen maximalen Anteil an feinkörnigen Komponenten (Ton- und Schluff, Korngrößen < 0,06 mm) von ≤ 5 Gew.-% aufweisen. Im eingebauten Zustand darf der Feinkornanteil an Ton und Schluff nicht über 7 Gew.-% betragen.

Für den Einbau in der Frostschutzschicht wie ggf. auch in der mineralischen Tragschicht (Schottertragschicht, STS) geeignet sind hier v. a. Brechkorngemische aus Basaltgestein, ggf. auch Frostschutzschichten aus Kalkstein (Kalkschotter aus dem Muschelkalk), die aber nicht mergelig sein dürfen und die Eignung mit Zertifikat nachweisen können.

Nach ZTVE StB 17 und RStO 12 sind als Nachweis einer ausreichenden Tragfähigkeit bzw. Verdichtung folgende Ev2-Werte auf der OK Erdplanum bzw. der OK Frostschutzschicht nachzuweisen:

OK Erdplanum:	$Ev_2 \geq 45$ MN/m²
<u>für Belastungsklasse Bk1,8:</u>	
OK Frostschutzschicht:	$Ev_2 \geq 120$ MN/m², $Ev_2/Ev_1 \leq 2{,}3$
OK Schottertragschicht:	$Ev_2 \geq 150$ MN/m², $Ev_2/Ev_1 \leq 2{,}3$

Sollte im Bereich des Erdplanums der Straße die Kanalgrabenverfüllung, bestehend aus Flüssigboden oder aus konventionellen kiesigen Mineralgemisch vorliegen, sind auf diesen die geforderten Ev2-Werte von ≥ 45 MN/m² i.d.R. sicher nachzuweisen.

Auf einem Erdplanum mit den bindigen Böden des Homogenbereiches C oder ggf. bei lagenweise auftretenden bindigen Bodenpartien des Homogenbereiches D sind bei steifen bis halbfesten Konsistenzen, selbst bei guter Verdichtung, optimalem Witterungsschutz und Schutz gegen Befahren, nur Ev_2-Werte von 10 – 20 MN/m² zu erwarten. Um den geforderten Ev_2-Wert von 45 MN/m² zu erreichen, muss in der Regel eine Nachverdichtung und Ertüchtigung der Böden oder auch ein Bodenaustausch von 20 – 40 cm mit gut verdichtbaren Schottergemischen (0/32 oder 0/45) durchgeführt werden. Große Blöcke und Steine müssen dabei entfernt werden und ebenfalls mit Schotter aufgefüllt werden. Sollten im Bereich des Erdplanums der Straße bindige Böden mit weichen bis steifen Konsistenzen angetroffen werden, sind nur Ev_2-Werte von 5 – 10 MN/m² zu erwarten, sodass die Stärke des Bodenaustausches auf 40 – 50 cm zu erhöhen ist.
Böden mit weich-breiigen Konsistenzen, welche auch sekundär entstehen können, sind nicht ausreichend tragfähig, sodass diese dann vollständig per Bodenaustausch in einer Mächtigkeit von 50 – 60 cm ersetzt werden müssen.

Besonders während der Bauphase ist zu beachten, dass die Wassergehalte der bindigen Böden direkt deren Konsistenzen beeinflussen, d. h. bei diesen Böden sind durch sich verändernde Wassergehalte auch deren Konsistenzen veränderlich. Bei erhöhten Wassergehalten können die Böden daher durchweichen bis verbreien, bei abnehmenden Wassergehalten verfestigen sich die Böden zunehmend. Es wird dementsprechend darauf hingewiesen, dass die dargestellte Höhenlage der Bodenhorizonte mit entsprechenden Konsistenzen durch sich die Witterungsverhältnisse veränderlich ist.

Bei auf OK des Erdplanums festgestellten folgenden Ev2-Werten sind im Regelfall folgende, mindestens einzuhaltende Gesamtaufbaustärken d an Schottermaterial (Bodenaustausch + Frostschutz) vorzusehen:

Für Ev2 >= 120 MN/m² auf der OK Frostschutzschicht
ausgehend von einem Ev2-Wert auf der OK Erdplanum von 5 MN/m²: d ≥ 90 cm
ausgehend von einem Ev2-Wert auf der OK Erdplanum von 10 MN/m²: d ≥ 80 cm
ausgehend von einem Ev2-Wert auf der OK Erdplanum von 15 MN/m²: d ≥ 70 cm
ausgehend von einem Ev2-Wert auf der OK Erdplanum von 20 MN/m²: d ≥ 55 cm
ausgehend von einem Ev2-Wert auf der OK Erdplanum von 40 MN/m²: d ≥ 35 cm

Es ist zu beachten, dass auf der OK Schottertragschicht ein Ev2-Wert ≥ 150 MN/m² (für Bk1,0/Bk3,2) nachzuweisen ist. Hier ist dann, ausgehend von einem Ev2-Wert ≥ 120 MN/m² auf der OK Frostschutzschicht, der Einbau von 10 - 20 cm mineralischer Tragschicht (Schottertragschicht) erforderlich, um auf der OK Schottertragschicht dann Ev2-Wert ≥ 150 MN/m² nachweisen zu können.

Als Frostschutzmaterial wird ein gut verdichtbares, wasserdurchlässiges Mineralgemisch aus Brechkorn 0/32 oder 0/45 empfohlen, das im nicht eingebauten Zustand einen Feinkornanteil (< 0,06 mm) von maximal 5 Gew.-% aufweisen darf. Im eingebauten Zustand ist hier dann ein Feinkornanteil von maximal 7 Gew.-% zulässig.

Als Austauschmaterial kann entweder RC-Material oder Brechkorngemisch 0/45, 0/56 oder 0/70 (z. B. Kalkschotter o. ä.) verwendet werden, wobei auch der Höchstanteil an Feinkorn dann unter 7 Gew.-% liegen sollte. Die Korngröße richtet sich nach der Einbaustärke der Austauschschicht.

Es wird empfohlen, nach dem Freilegen des Erdplanums zunächst Lastplattendruckversuche nach DIN 18 134-300 durchzuführen, um die tatsächlich vorhandenen Verformungsmodule Ev1 und Ev2 zu ermitteln.

Behelfsweise können hier auch Fallplattenversuche mit der dynamischen Fallplatte nach TP BF-StB Teil B 8.3 zur Ermittlung der Evd-Werte durchgeführt werden.

10. Schlussbemerkung

Es wird darauf hingewiesen, dass die Aufschluss- und Untersuchungsbefunde lediglich die Situation an den Sondier- und Probenentnahmestellen RKS 1 – RKS 19 und SRS 1 – SRS 17 widerspiegeln können. Rückschlüsse aus diesen örtlichen Befunden auf die Gesamtsituation im Bereich der kompletten Baumaßnahme sind zwar unter der Voraussetzung einheitlicher Ablagerungs- und Einbaubedingungen fachtechnisch und methodisch zulässig, unterliegen aber hinsichtlich ihrer flächendeckend exakten Anwendbarkeit Risiken, die bei den natürlich anstehenden Böden durch natürliche Schwankungen in der Materialzusammensetzung und Mächtigkeit oder aber durch unterschiedliche anthropogene Einflüsse (z. B. durch spätere Aufgrabungen und Verfüllungen etc.) hervorgerufen werden und insofern mit den örtlich gewonnenen Geländebefunden nicht immer in ihrer vollen Komplexität erfasst werden können.

Daher sollten die Untersuchungsbefunde bei der weiteren Bearbeitung der Untersuchungs-ergebnisse im Rahmen künftiger Planungen zunächst als eine Beschreibung der örtlichen Situation zugrunde gelegt werden, bei der Ermittlung von Massen und Volumina im Rahmen von Ausschreibungen und Leistungsverzeichnissen sollten hier aber die methodisch bedingten

Schwankungsrisiken auch unter Berücksichtigung statistischer Aspekte beachtet werden.

Für den Fall, dass im weiteren Planungsverlauf signifikante Änderungen gegenüber dem Planungsstand, der unserem Gutachten zugrunde liegt, planungsseitig vorgenommen werden, so ist der Baugrundgutachter entsprechend zu informieren und ggf. beratend hinzuziehen, um zu prüfen, ob die Änderungen Auswirkungen auf die vorliegende geotechnische Begutachtung des Bauvorhabens haben. Analog ist zu verfahren, wenn signifikant von den Empfehlungen des vorliegenden Gutachtens abgewichen wird.

Anhang:
- Schichtverzeichnisse RKS 1 – RKS 19
- Tabellarische Übersicht der Auswertung der Schweren Rammsondierungen SRS 1 – SRS 17

Anlagen:
Anlage 1.1 – 1.5: Lagepläne
Anlage 2.1 – 2.10: Sondier- und Rammprofile
Anlage 3: Laborprotokoll, Glühverlustbestimmung nach DIN 18 128 – GL
Anlage 4: Laborprotokoll, Siebanalyse nach DIN 18 123
Anlage 5: Laborprotokoll, Wassergehalt nach DIN 18 121
Anlage 6.1 – 6.2: Laborprotokoll, Zustandsgrenzen nach DIN 18 122, Teil 1
Anlage 7.1 – 7.3: Standsicherheitsberechnung des Anfüllungskeils der talseitigen Böschung der Winkelstützwand

3

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 1 / Blatt: 1 Höhe: 143,16 m

Datum: 22.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung [1] h) [1] Gruppe i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.14 143.02	a) Asphalt, schwach glänzend, feinkörnig, mittelkörnig b) c) d) Meißelarbeit e) schwarz f) Auffüllung g) Auffüllung h) i)					G	1	0 - 0,14
0.30 142.86	a) Kies, schwach steinig, schwach sandig, schwach schluffig b) Kies: Basaltschotter Steine: Sandsteine, Packlagereste c) kantig d) schwer zu bohren e) dunkelgrau - grau f) Auffüllung g) Auffüllung h) [GW] i)				Bodenklasse 3, schwach feucht	G	2	0,14 - 0,30
1.20 141.96	a) Schluff, schwach sandig, tonig b) c) steif - halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) hellbraun - braun f) Hanglehm g) Quartär h) UL i)				Bodenklasse 4, schwach feucht - feucht	G	3	0,30 - 1,20
1.80 141.36	a) Ton, schwach kiesig, schwach sandig, schluffig b) c) steif d) mäßig schwer zu bohren e) braunrot - braun f) Hanglehm g) Quartär h) TL i)				Bodenklasse 4, schwach feucht - feucht	G	4	1,20 - 1,80
2.90 140.26	a) Ton, kiesig, schwach sandig, schluffig b) Kies: Sandsteine c) steif d) schwer zu bohren e) braunrot f) Hanglehm g) Quartär h) TL i)				Bodenklasse 4, schwach feucht - feucht	G	4	1,80 - 2,90

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 1 / Blatt: 2 Höhe: 143,16 m

Datum: 22.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
3.10 140.06	a) Kies, schwach steinig, stark sandig, tonig				Bodenklasse 3 - Bodenklasse 5, schwach feucht, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt	G	6	2,90 - 3,10
	b) Kies + Steine: Sandsteine, z. T. zerbohrt							
	c) kantig	d) schwer- sehr schwer zu bohren	e) rotbraun - grau					
	f) Hangschutt	g) Quartär	h) GX - GT	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 2 / Blatt: 1 Höhe: 145,52 m

Datum: 22.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1]				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe			Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.13 145.39	a) Asphalt, schwach glänzend, feinkörnig - mittelkörnig b)					G	1	0,00 - 0,13
	c) Meißelarbeit	d) schwer zu bohren	e) schwarz					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h)	i)				
0.60 144.92	a) Kies, stark sandig - sandig, schwach schluffig b) Basaltschotter, Sandsteine, Schlackereste				Bodenklasse 3, schwach feucht	G	2	0,13 - 0,60
	c) kantig	d) mäßig schwer- schwer zu bohren	e) dunkelgrau schwarzbraun					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) [GW]	i)				
0.90 144.62	a) Schluff, schwach kiesig, schwach sandig, tonig b) Kies: wenig Ziegel- und Schackereste				Bodenklasse 4, schwach feucht - feucht	G	3	0,60 - 0,90
	c) halbfest	d) mäßig schwer zu bohren	e) braungrau - graubraun					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) [UL]	i)				
3.50 142.02	a) Schluff, schwach sandig, tonig b)				Bodenklasse 4, schwach feucht - feucht	G	4	0,90 - 3,50
	c) halbfest	d) mäßig schwer - schwer zu bohren	e) hellbraun - braun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) UL	i)				
3.60 141.92	a) Ton, kiesig, schwach sandig, schluffig b) Kies: Sandsteine				Bodenklasse 4, schwach feucht - feucht, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt	G	5	3,50 3,60
	c) halbfest	d) schwer- sehr schwer zu bohren	e) braunrot - rotbraun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) TL	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

3	Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Projekt Nr.: P 20040 Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 3 / Blatt: 1 Höhe: 145,15 m | Datum: 22.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1]				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe			Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.15 145.00	a) Asphalt, schwach glänzend, feinkörnig - mittelkörnig b)					G	1	0,00 - 0,15
	c)	d) Meißelarbeit	e) schwarz					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h)	i)				
0.30 144.85	a) Kies, sandig, schwach schluffig b) Asphaltbruch, matt, nicht klebend				Bodenklasse 3, feucht	G	2	0,15 - 0,30
	c) kantig	d) mäßig schwer zu bohren	e) schwarzgrau - schwarz					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) [GW]	i)				
0.50 144.65	a) Schluff, schwach kiesig, sandig, tonig b) Kies: Schlackreste, Asphaltreste				Bodenklasse 4, feucht	G	3	0,30 - 0,50
	c) steif - halbfest	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelgraubraun graubraun					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) [UL]	i)				
3.30 141.85	a) Schluff, schwach sandig, tonig b)				Bodenklasse 4, feucht	G	4	0,50 - 3,30
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun - braun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) UL	i)				
3.40 141.75	a) Ton, schwach sandig, schluffig b) Sandstein				Bodenklasse 4 - Bodenklasse 5, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt Sandstein in Sondenspitze	G	5	3,30 - 3,40
	c) halbfest	d) schwer zu bohren schwer zu bohren	e) braunrötlich - braun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) TL	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

	für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 4 / Blatt: 1 Höhe: 144,56 m | Datum: 22.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung [1]					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.10 144.46	a) Asphalt, schwach glänzend, feinkörnig - mittelkörnig					G	1	0,00 - 0,10
	b)							
	c)	d) Meißelarbeit	e) schwarz					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h)	i)				
0.20 144.36	a) Kies, sandig, schwach schluffig				Bodenklasse 3, feucht	G	2	0,10 -0,20
	b) Basaltschotter, Schlackreste, Asphaltbruchreste							
	c) ksntig	d) mäßig schwer-schwer zu bohren	e) dunkelgrau schwarzgrau					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h)[GW]-[GU]	i)				
1.00 143.56	a) Schluff, schwach kiesig, schwach sandig, tonig				Bodenklasse 4, feucht	G	3	0,20 - 1,00
	b) Kies: Basaltreste, Ziegelreste							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) graubraun - braungrau					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) [UL]	i)				
2.20 142.36	a) Schluff, schwach sandig, tonig				Bodenklasse 4, feucht	G	4	1,00 - 2,20
	b)							
	c) steif - halbfest	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun - braun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) UL	i)				
2.40 142.16	a) Kies, sandig, tonig, lagenweise - Ton, schwach kiesig, sandig, schluffig				Bodenklasse 3 - Bodenklasse 5, feucht, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt	G	5	2,20 - 2,40
	b)							
	c) steif - halbfest	d) sehr schwer zu bohren	e) hellgraubeige braun					
	f) Hangschutt	g) Quartär	h) GT - TL	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 5 / Blatt: 1 Höhe: 144,97 m

Datum: 22.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung [1]					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.11 144.86	a) Asphalt, feinkörnig - mittelkörnig, schwach glänzend - mattglänzend					G	1	0,00 - 0,11
	b)							
	c)	d) Meißelarbeit	e) schwarz					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h)	i)				
0.21 144.76	a) Kies, sandig - schwach sandig, schwach schluffig				Bodenklasse 3, schwach feucht	G	2	0,11 - 0,21
	b) Kies: Basalt, Sandsteine							
	c)	d) schwer zu bohren	e) dunkelgrau - grau					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) [GW]	i)				
1.00 143.97	a) Schluff, schwach kiesig, schwach sandig, tonig				Bodenklasse 4, feucht	G	3	0,21 - 1,00
	b) Kies: Sandsteine , etwas Basalt							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braungrau					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) [UL]	i)				
2.60 142.37	a) Schluff, schwach sandig, tonig				Bodenklasse 4, feucht	G	4	1,00 - 2,60
	b)							
	c) steif - halbfest	d) mäßig schwer zu bohren	e) hellbraun - braun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) UL	i)				
2.80 142.17	a) Kies, schwach steinig, sandig, tonig, lagenweise - Ton, schwach kiesig, schwach sandig, schluffig				Bodenklasse 3 - Bodenklasse 5, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt, Sandstein in Sondenspitze	G	5	2,60 - 2,80
	b)							
	c) kantig, halbfest	d) schwer - sehr schwer zu bohren	e) hellbeigebraun braun					
	f) Hangschutt	g) Quartär	h) GX - GT	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 6 / Blatt: 1 Höhe: 149,27 m

Datum: 23.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung [1] h) [1] Gruppe i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.07 149.20	a) Asphalt, feinkörnig - mittelkörnig, schwach glänzend - mattglänzend b) c) d) Meißelarbeit e) schwarz f) Auffüllung g) Auffüllung h) i)					G	1	0,00 - 0,07
0.17 149.10	a) Kies, schwach sandig, schwach schluffig b) Basaltschotter c) kantig d) schwer zu bohren e) grau - dunkelgrau f) Auffüllung g) Auffüllung h) [GW] i)				Bodenklasse 3, schwach feucht	G	2	0,07 - 0,17
1.00 148.27	a) Kies, stark sandig, schluffig b) Sandsteine, Basaltschotter c) kantig d) schwer zu bohren e) hellgrau - grau f) Auffüllung g) Auffüllung h) [GU] i)				Bodenklasse 3, schwach feucht	G	3	0,17 - 1,00
2.10 147.17	a) Ton, kiesig, stark sandig, schluffig b) Kies: Sandsteine c) halbfest d) schwer - sehr schwer zu bohren e) braunrotgrau f) Hanglehm g) Quartär h) TL i)				Bodenklasse 4 - Bodenklasse 5, schwach feucht, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt, Sandstein in Sondenspitze	G	4	1,00 - 2,10
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)							

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 7 / Blatt: 1 Höhe: 148,82 m

Datum: 23.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1] / h) [1] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
						Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.11 148.71	a) Asphalt, feinkörnig - mittelkörnig b) c) / d) Meißelarbeit / e) schwarz f) Auffüllung / g) Auffüllung / h) / i)					G	1	0,00 - 0,11
0.21 148.61	a) Kies, schwach sandig, schwach schluffig b) Basaltschotter c) kantig / d) schwer zu bohren / e) dunkelgrau - grau f) Auffüllung / g) Auffüllung / h) [GW] / i)				Bodenklasse 3, schwach feucht	G	2	0,11 - 0,21
0.70 148.12	a) Schluff, schwach steinig, kiesig, stark sandig - sandig, tonig b) Steine: Sandsteine Kies: Basalt, Sandsteine c) halbfest / d) mäßig schwer- schwer zu bohren / e) braungrau - braun f) Auffüllung / g) Auffüllung / h) [UL] / i)				Bodenklasse 4, schwach feucht - feucht	G	3	0,21 - 0,70
1.80 147.02	a) Schluff, schwach sandig, tonig b) c) halbfest / d) mäßig schwer- schwer zu bohren / e) hellbraun f) Hanglehm / g) Quartär / h) UL / i)				Bodenklasse 4, schwach feucht	G	4	0,70 - 1,80
1.90 146.92	a) Kies, steinig, schwach sandig, schwach schluffig, zerbohrt b) Kies und Steine: Sandsteine c) zerbohrt / d) sehr schwer zu bohren / e) rosarotgrau f) Hangschutt / g) Quartär / h) GX / i)				Bodenklasse 3 - 5, sehr schwach feucht - schwach feucht, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt	G	5	1,80 - 1,90

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 8 / Blatt: 1 Höhe: 149,51 m

Datum: 23.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung [1] h) [1] Gruppe i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
						Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.03 149.48	a) Asphalt, feinkörnig - mittelkörnig, mattglänzend b) c) d) Meißelarbeit e) schwarz f) Auffüllung g) Auffüllung h) i)					G	1	0,00 - 0,03
0.25 149.26	a) Kies, schwach sandig, schwach schluffig b) Basaltschotter, Sandsteine c) kantig d) schwer zu bohren e) graubraun - grau f) Auffüllung g) Quartär h) [GW] i)				Bodenklasse 3, schwach feucht	G	2	0,03 - 0,25
0.90 148.61	a) Schluff, kiesig, sandig, tonig b) Kies: Sandsteine, Basaltreste c) steif - halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) braungrau f) Auffüllung g) Auffüllung h)[UL]-[TL] i)				Bodenklasse 4, schwach feucht - feucht	G	3	0,25 - 0,90
1.80 147.71	a) Ton, stark kiesig, sandig, schluffig b) Kies: Sandsteine c) halbfest d) schwer - sehr schwer zu bohren e) rotbraun - grau f) Hanglehm g) Quartär h) TL i)				Bodenklasse 4 - Bodenklasse 5, schwach feucht, GW gefallen bis, kein Bohrfortschritt	G	4	0,90 - 1,80
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)							

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 9 / Blatt: 1 Höhe: 152,86 m

Datum: 23.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung [1]					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.06 152.80	a) Asphalt, schwach glänzend, feinkörnig - mittelkörnig					G	1	0,00 - 0,06
	b)							
	c)	d) Meißelarbeit	e) schwarz					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h)	i)				
0.60 152.26	a) Kies, stark sandig - sandig, schluffig				Bodenklasse 3, schwach feucht - feucht	G	2	0,06 - 0,60
	b) Kies: Basaltschotter, Sandsteine							
	c) kantig	d) mäßig schwer- schwer zu bohren	e) braungrau - grau					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) [GU]	i)				
1.00 151.86	a) Schluff, schwach sandig, tonig, schwach kiesig				Bodenklasse 4, feucht	G	3	0,60 - 1,00
	b) Kies: Sandsteine							
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) braungrau					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) UL	i)				
2.90 149.96	a) Ton, stark kiesig, kiesig, stark sandig, schluffig				Bodenklasse 4 - Bodenklasse 5, feucht, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt	G	4	1,00 - 2,90
	b) Kies: Sandsteine							
	c) steif - halbfest	d) schwer - sehr schwer zu bohren	e) grau					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) TL	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 10 / Blatt: 1 Höhe: 145,02 m

Datum: 24.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung [1] h) [1] Gruppe i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
						Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.15 144.87	a) Asphalt, schwach glänzend b) c) d) Meißelarbeit e) schwarz f) Auffüllung g) Auffüllung h) i)					G	1	0 - 0,13
0.30 144.72	a) Kies, sandig, schluffig b) Basaltschotter, Asphaltreste c) kantig d) schwer zu bohren e) dunkelgrau - schwarz f) Auffüllung g) Auffüllung h)[GW]-[GU] i)				Bodenklasse 3, schwach feucht	G	2	0,13 - 0,30
1.00 144.02	a) Schluff, kiesig - stark kiesig, sandig, schwach tonig b) Kies: Sandsteine,z. T. zerbohrt, Basalt- und Ziegelreste c) steif - halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) braungrau f) Auffüllung g) Auffüllung h)[UL]-[GU*] i)				Bodenklasse 4, feucht	G	3	0,30 - 1,00
3.40 141.62	a) Ton, schwach kiesig, stark sandig, schluffig b) Kies: Sandsteine c) halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) braunrotgrau f) Hanglehm g) Quartär h) TL i)				Bodenklasse 4, schwach feucht, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt, Sandstein in Sondenspitze	G	4	1,00 - 3,40
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)							

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 11 / Blatt: 1 Höhe: 145,90 m

Datum: 24.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung [1] h) [1] Gruppe i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.12 145.78	a) Asphalt, glänzend b) c) d) Meißelarbeit e) schwarz f) Auffüllung g) Auffüllung h) i)					G	1	0 - 0,12
0.25 145.65	a) Kies, sandig, schwach schluffig b) Basaltschotter c) kantig d) schwer zu bohren e) dunkelgrau f) Auffüllung g) Auffüllung h) [GW] i)				Bodenklasse 3, schwach feucht	G	2	0,12 - 0,25
0.75 145.15	a) Kies, sandig, schluffig, schwach tonig b) Kies: Sandsteine, Basalt- und Ziegelreste c) steif - halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) graubraun f) Auffüllung g) Auffüllung h)[GU]-[GU*] i)				Bodenklasse 3 - Bodenklasse 4, schwach feucht - feucht	G	3	0,25 - 0,75
2.75 143.15	a) Schluff, sandig - stark sandig, tonig b) c) steif d) mäßig schwer zu bohren e) grau f) Hanglehm g) Quartär h) UL i)				Bodenklasse 4, feucht - sehr feucht	G	4	0,75 - 2,75
3.50 142.40	a) Schluff, stark sandig, tonig b) c) breiig - weich d) mäßig schwer zu bohren e) braunrotgrau f) Hanglehm g) Quartär h) UL i)				Bodenklasse 2 - Bodenklasse 4, sehr feucht - naß	G	5	2,75 - 3,50

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 11 / Blatt: 2 Höhe: 145,90 m

Datum: 24.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
3.60 142.30	a) Kies, stark sandig, schluffig, tonig				Bodenklasse 4 - 5, feucht, kein Bohrfortschritt, Schichtwasser nach Bohrende bei 2,75 m, Sandstein in Sondenspitze	G	6	3,50 - 3,60
	b) Kies: Sandsteine							
	c) steif	d) schwer zu bohren	e) braunrotgrau					
	f) Hangschutt	g) Quartär	h) GU*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 12 / Blatt: 1 Höhe: 144,47 m

Datum: 24.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1]				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe			Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.20 144.27	a) Pflaster b)							
	c) kantig	d) aufgehebelt	e) dunkelgrau - schwarz					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h)	i)				
0.50 143.97	a) Sand, kiesig, schwach schluffig b)				Bodenklasse 3, schwach feucht	G	1	0,20 - 0,50
	c)	d) sehr schwer zu bohren	e) rötlichbraun grau					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) [SW]	i)				
1.00 143.47	a) Schluff, kiesig, sandig, schwach tonig, humos b)				Bodenklasse 4, schwach feucht	G	2	0,50 - 1,00
	c) halbfest	d) sehr schwer zu bohren	e) dunkelgrau					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) [UL]	i)				
2.25 142.22	a) Schluff, kiesig, schwach sandig - sandig, stark tonig b)				Bodenklasse 4, feucht	G	3	1,00 - 2,25
	c) steif - halbfest	d) schwer zu bohren	e) hellbraungrau					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) UL - TL	i)				
3.00 141.47	a) Ton, schwach kiesig, schwach sandig, schwach schluffig b)				Bodenklasse 4 - Bodenklasse 5, schwach feucht - feucht, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt, Sandstein in Sondenspitze	G	4	2,25 - 3,00
	c) halbfest	d) schwer - sehr schwer zu bohren	e) rotbraun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) TL - TM	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 13 / Blatt: 1 Höhe: 146,40 m

Datum: 25.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung [1] h) [1] Gruppe i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.06 146.34	a) Asphalt, glänzend b) c) d) Meißelarbeit e) schwarz f) Auffüllung g) Auffüllung h) i)					G	1	0,00 - 0,06
0.20 146.20	a) Kies, sandig b) Basaltschotter, wenige Asphaltreste c) kantig d) schwer zu bohren e) dunkelgrau - schwarz f) Auffüllung g) Auffüllung h) [GW] i)				Bodenklasse 3, schwach feucht	G	2	0,06 - 0,20
0.75 145.65	a) Ton, schwach sandig - sandig, stark schluffig b) c) weich - steif d) schwer zu bohren e) beigebraun f) Hanglehm g) Quartär h) TL i)				Bodenklasse 4, feucht - sehr feucht	G	3	0,20 - 0,75
1.00 145.40	a) Kies, sandig, schluffig, tonig - stark tonig b) c) steif - halbfest d) sehr schwer zu bohren e) rotbeigebraun gelb f) Hangschutt g) Quartär h) GT-GT* i)				Bodenklasse 3 - Bodenklasse 4, feucht	G	4	0,75 - 1,00
3.00 143.40	a) Ton, kiesig, sandig, schluffig b) Kies: Sandsteine, z.T. zerbohrt c) steif - halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) rotbeigebraun f) Hanglehm g) Quartär h) TL i)				Bodenklasse 4, feucht	G	5	1,00 - 3,00

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 13 / Blatt: 2 Höhe: 146,40 m

Datum: 25.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
4.30 142.10	a) Ton, schwach sandig, schluffig				Bodenklasse 4, feucht - sehr feucht	G	5	1,00 - 3,00
	b)							
	c) weich - halbfest	d) mäßig schwer zu bohren	e) rotbeigebraun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) TL	i)				
6.50 139.90	a) Ton, schwach kiesig, schwach sandig, schwach schluffig				Bodenklasse 4, feucht, kein Bohrfortschritt, Schichtwasser nach Bohrende bei 5,05 m	G	7	4,30 - 6,50
	b) Kies: Sandsteine							
	c) halbfest	d) sehr schwer zu bohren	e) rötlich grau					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) TL - TM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 14a / Blatt: 1 Höhe: 149.15 m

Datum: 25.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1]				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe			Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.25 148.90	a) Schluff, schwach sandig, tonig, humos b)				Bodenklasse 1, schwach feucht			
	c) steif - halbfest	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Quartär	h) OU	i)				
0.90 148.25	a) Ton, sandig - stark sandig, schluffig b)				Bodenklasse 4, schwach feucht, kein Bohrfortschritt, kein GW angetroffen, Sandstein in Sondenspitze	G	1	0,25 - 0,90
	c) halbfest	d) mäßig schwer - schwer zu bohren	e) braun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) TL	i)				
	a) b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a) b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a) b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 14 b / Blatt: 1 Höhe: 149.06 m

Datum: 25.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung [1]					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.25 148.81	a) Schluff, schwach sandig, tonig, humos				Bodenklasse 1, schwach feucht			
	b)							
	c) steif - halbfest	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Quartär	h) OU	i)				
0.65 148.41	a) Ton, sandig - stark sandig, schluffig				Bodenklasse 4, schwach feucht, kein Bohrfortschritt, kein GW angetroffen, umgesetzt zu RKS 14a,			
	b)							
	c) halbfest	d) mäßig schwer zu schwer zu bohren	e) braun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) TL	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 15 / Blatt: 1 Höhe: 149.35 m

Datum: 25.06.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung [1] h) [1] Gruppe i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.15 149.20	a) Schluff, kiesig, sandig, tonig, stark humos b) c) steif d) mäßig schwer zu bohren e) dunkelbraun f) Mutterboden g) Auffüllung h) [OU] i)				Bodenklasse 1, feucht			
0.80 148.55	a) Schluff, kiesig, sandig, tonig b) Kies: Basalt, Ziegel-, Sandstein-, Wurzelreste c) steif d) mäßig schwer zu bohren e) dunkelbraungrau f) Auffüllung g) Auffüllung h) [UL] i)				Bodenklasse 4, feucht - sehr feucht	G	1	0,15 - 0,80
1.00 148.35	a) Ton, schwach kiesig, schwach sandig, schluffig b) Kies: Sandsteine, Wuzrezlreste c) steif d) schwer zu bohren e) rötlichbeigebraun f) Hanglehm g) Quartär h) TL i)				Bodenklasse 4, feucht - sehr feucht, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt, Sandstein in Sondenspitze	G	2	0,80 - 1,00
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)							
	a) b) c) d) e) f) g) h) i)							

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 16 / Blatt: 1 Höhe: 147,66 m

Datum: 06.07.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1]				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe			Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.04 147.62	a) Asphalt b)					G	1	0,00 - 0,04
	c)	d) Meißelarbeit	e) schwarz					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h)	i)				
0.20 147.46	a) Kies, sandig, schluffig b) Basaltschotter				Bodenklasse 3, feucht	G	2	0,04 - 0,20
	c) kantig	d) schwer zu bohren	e) dunkelgrau - schwarz					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h)[GW]-[GU]	i)				
0.50 147.16	a) Kies, sandig, schluffig - stark schluffig b) Kies: Sandsteine				Bodenklasse 3 - Bodenklasse 4, feucht	G	3	0,20 - 0,50
	c) gerundet+ kantig	d) mäßig schwer - schwer zu bohren	e) grau					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h)[GU]-[GU*]	i)				
2.00 145.66	a) Schluff, schwach kiesig, schwach sandig, tonig b) Kies: Sandsteine				Bodenklasse 4, feucht	G	4	0,50 - 2,00
	c) steif	d) mäßig schwer zu bohren	e) beigebraun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) UL	i)				
3.90 143.76	a) Ton, kiesig, sandig, schluffig b) Kies: Sandsteine				Bodenklasse 4, feucht	G	5	2,00 - 3,90
	c) halbfest	d) schwer zu bohren	e) rotbraun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) TL	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 16 / Blatt: 2 Höhe: 147,66 m

Datum: 06.07.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
5.20 142.46	a) Ton, stark kiesig, sandig, schluffig				Bodenklasse 4, feucht - sehr feucht, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt	G	6	3,90 - 5,20
	b)							
	c) steif - halbfest	d) schwer - sehr schwer zu bohren	e) dunkelbraungrau					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) TL-GT*	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 17 / Blatt: 1 Höhe: 148,70 m

Datum: 06.07.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang e) Farbe f) Übliche Benennung g) Geologische Benennung [1] h) [1] Gruppe i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.07 148.63	a) Asphalt, schwach glänzend b) c) d) Meißelarbeit e) schwarz f) Auffüllung g) Auffüllung h) i)					G	1	0,00 - 0,07
0.20 148.50	a) Kies, sandig, schwach schluffig b) Basaltschotter c) kantig d) schwer zu bohren e) dunkelgrau - schwarz f) Auffüllung g) Auffüllung h) [GW] i)				Bodenklasse 3, feucht	G	2	0,07 - 0,20
0.50 148.20	a) Kies, sandig, schwach schluffig b) Kies: Sandsteine c) kantig d) schwer zu bohren e) beigebraun - gelb f) Auffüllung g) Auffüllung h) [GW] i)				Bodenklasse 3, feucht	G	3	0,20 - 0,50
2.75 145.95	a) Schluff, schwach kiesig, sandig, tonig b) Kies: Sandsteine, kantig c) steif - halbfest d) mäßig schwer zu bohren e) beigebraun f) Hanglehm g) Quartär h) UL i)				Bodenklasse 4, feucht	G	4	0,50 - 2,75
4.50 144.20	a) Ton, kiesig, sandig, schluffig b) Kies: Sandsteine c) steif - halbfest d) schwer zu bohren e) rotbraun f) Hanglehm g) Quartär h) TL i)				Bodenklasse 4, feucht	G	5	2,75 - 4,50

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 17 / Blatt: 2 Höhe: 148,70 m

Datum: 06.07.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung 1)					Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung 1)	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
5.00 143.70	a) Ton, stark kiesig, sandig, schluffig				Bodenklasse 4, feucht, kein Bohrfortschritt	G	6	4,50 - 5,00
	b)							
	c) halbfest	d) sehr schwer zu bohren	e) rotbraun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) TL - TM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 18 / Blatt: 1 Höhe: 148,95 m

Datum: 06.07.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1] / h) [1] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.25 148.70	a) Schluff, schwach kiesig, schwach sandig, tonig, stark humos b) c) steif - halbfest / d) leicht zu bohren / e) dunkelbraun f) Mutterboden / g) Quartär / h) OU / i)				Bodenklasse 1, feucht			
1.75 147.20	a) Schluff, schwach kiesig, schwach sandig, tonig b) c) steif - halbfest / d) mäßig schwer zu bohren / e) beigebraun f) Hanglehm / g) Quartär / h) UL / i)				Bodenklasse 4, feucht	G	1	0,25 - 1,75
4.00 144.95	a) Ton, kiesig - stark kiesig, sandig, schwach schluffig b) Kies; Sandsteine c) steif - halbfest / d) mäßig schwer zu bohren / e) rotbraun f) Hanglehm / g) Quartär / h) TL / i)				Bodenklasse 4, feucht	G	2	1,75 - 4,00
4.80 144.15	a) Ton, stark kiesig, sandig, schluffig b) c) steif - halbfest / d) schwer - sehr schwer zu bohren / e) rotbraun f) Hanglehm / g) Quartär / h) TL-GT* / i)				Bodenklasse 4, feucht, kein Bohrfortschritt, kein GW angetroffen	G	3	4,00 - 4,80
	a) b) c) / d) / e) f) / g) / h) / i)							

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Projekt Nr.: P 20040

Anhang

Vorhaben: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA

Bohrung RKS 19 / Blatt: 1 Höhe: 150,94 m

Datum: 06.07.2020

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1]				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe			Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung [1]	h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt				
0.10 150.84	a) Schluff, kiesig, schwach sandig, tonig, stark humos b)				Bodenklasse 1, schwach feucht - feucht			
	c) halbfest	d) mäßig schwer zu bohren	e) dunkelbraun					
	f) Mutterboden	g) Auffüllung	h) [OU]	i)				
0.90 150.04	a) Schluff, stark kiesig - kiesig, schwach sandig, tonig b) Kies: Basaltschotter, Sandsteine				Bodenklasse 4, schwach feucht - feucht	G	1	0,10 - 0,90
	c) steif - halbfest	d) mäßig schwer - schwer zu bohren	e) braun					
	f) Auffüllung	g) Auffüllung	h) [UL]-[TL]	i)				
2.90 148.04	a) Ton, schwach steinig, kiesig - schwach kiesig, stark sandig - sandig, schluffig b) Steine + Kies: Sandsteine, z.T. zerbohrt				Bodenklasse 4, feucht	G	2	0,90 - 2,90
	c) steif	d) mäßig schwer - schwer zu bohren	e) rotgraubraun					
	f) Hanglehm	g) Quartär	h) TL	i)				
3.20 147.74	a) Kies, steinig, schwach sandig, schwach tonig b) Steine + Kies: Sandsteine				Bodenklasse 3 - Bodenklasse 5, sehr schwach feucht - schwach feucht, kein GW angetroffen, kein Bohrfortschritt	G	3	2,90 - 3,20
	c) kantig, zerbohrt	d) schwer - sehr schwer zu bohren	e) hellbeigegrau					
	f) Hangschutt	g) Quartär	h) GX	i)				
	a) b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor

BV.: Philosophenweg 2. BA Stadt Hann. Münden

Auswertung der Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (SRS)

Erfahrungsgemäß können die Schlagzahlen N10 der schweren Rammsonde (DPH) mit folgenden Lagerungsdichten bei nicht bindigen Böden und folgenden Bodenkonsistenzen bei bindigen Böden sowie mit folgenden Spitzendrücken qs empirisch korreliert werden:

nicht bindige Böden:

Lagerung	N10	qs (MN/m²)
sehr locker	0 - 1	< 2
locker	1 - 4	2 - 5
mitteldicht	4 - 13	5 – 7,5
dicht	13 - 24	7,5 - 15
sehr dicht	> 24	> 15

bindige Böden:

Konsistenz	N10	qs (MN/m²)
breiig	0 - 2	< 2
weich	2 - 5	2 - 5
steif	5 - 9	5 - 8
halbfest	9 - 17	8 - 15
fest	> 17	> 15

SRS 1 (143,16 m NN), bei RKS 1

m u GOK

0,1 - 0,4:	**Künstliche Kies-, Schotter- und Sandauffüllungen**	
	Schlagzahlen N10: 5 - 8, korrelieren mit:	
	- mitteldichter Lagerungsdichte	
	- weicher bis steifer Konsistenz	
	- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5,3 - 6,1 MN/qm	
	- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 5 - 7,3 MN/qm	
0,4 - 1,2:	**Quartäre Hanglehme**	
	Schlagzahlen N10: 1 - 3, korrelieren mit:	
	- sehr lockerer bis lockerer Lagerungsdichte	
	- breiiger bis weicher Konsistenz	
	- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 2 - 4 MN/qm	
	- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 1 - 2,8 MN/qm	
1,2 - 7,5:	**Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt**	
	Schlagzahlen N10: 2 - 12, korrelieren mit:	
	- lockerer bis mitteldichter Lagerungsdichte	
	- breiiger bis halbfester Konsistenz	
	- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 3 - 0,2 MN/qm	
	- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 2 - 10,6 MN/qm	
7,5 - 9,3:	**Übergang zu den Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins**	
	Schlagzahlen N10: 11 - 21, korrelieren mit:	
	- mitteldichter bis dichter Lagerungsdichte	
	- halbfester bis fester Konsistenz	
	- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 6,9 - 13 MN/qm	
	- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 9,8 - >15 MN/qm	
9,3 - 9,4:	**Übergang zu den Festgesteinen des Mittleren Buntsandsteins**	
	Schlagzahlen N10: 36 - 36, korrelieren mit:	
	- sehr dichter Lagerungsdichte	
	- fester Konsistenz	
	- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von >15 MN/qm	
	- Spitzendrücken qs für bindige Böden von >15 MN/qm	

SRS 10 (145,02 m NN), bei RKS 10

m u GOK

0,1 - 0,4:	**Künstliche Kies-, Schotter- und Sandauffüllungen**	
	Schlagzahlen N10: 11 - 23, korrelieren mit:	
	- mitteldichter bis dichter Lagerungsdichte	
	- halbfester bis fester Konsistenz	
	- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 6,9 - 14,3 MN/qm	
	- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 9,8 - >15 MN/qm	
0,4 - 1,3:	**Künstliche Bodenauffüllungen und quartäre Hanglehme**	
	Schlagzahlen N10: 1 - 8, korrelieren mit:	
	- sehr lockerer bis mitteldichter Lagerungsdichte	
	- breiiger bis steifer Konsistenz	
	- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 2 - 6,1 MN/qm	
	- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 1 - 7,3 MN/qm	
1,3 - 10,3:	**Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt**	
	Schlagzahlen N10: 2 - 15, korrelieren mit:	
	- lockerer bis dichter Lagerungsdichte	
	- breiiger bis halbfester Konsistenz	
	- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 3 - 8,9 MN/qm	
	- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 2 - 13,3 MN/qm	
10,3 - 13,2:	**Übergang zu den Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins**	
	Schlagzahlen N10: 11 - 24, korrelieren mit:	
	- mitteldichter bis dichter Lagerungsdichte	
	- halbfester bis fester Konsistenz	
	- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 6,9 - 15 MN/qm	
	- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 9,8 - >15 MN/qm	
13,2 - 13,3:	**Übergang zu den Festgesteinen des Mittleren Buntsandsteins**	
	Schlagzahlen N10: 30 - 30, korrelieren mit:	
	- sehr dichter Lagerungsdichte	
	- fester Konsistenz	
	- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von >15 MN/qm	
	- Spitzendrücken qs für bindige Böden von >15 MN/qm	

Anmerkung:
Die anhand der Korrelation mit den Schlagzahlen angegebenen Bodenkonsistenzen spiegeln lediglich die Ausprägung der bodenmechanischen Eigenschaften bzw. der Bodenkennwerte der Böden, analog zu Böden mit den jeweiligen Konsistenzen wieder und entsprechen i.d.R. nicht den reellen, zu erwartenden Konsistenzen. Die Angabe der mit den Schlagzahlen zu korrelierenden Konsistenzen ist somit nur informell und dient zur Abgrenzung der Bodenkennwerte zur Definition der Homogenbereiche.

BV.: Philosophenweg 2. BA Stadt Hann. Münden

Auswertung der Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (SRS)

Erfahrungsgemäß können die Schlagzahlen N10 der schweren Rammsonde (DPH) mit folgenden Lagerungsdichten bei nicht bindigen Böden und folgenden Bodenkonsistenzen bei bindigen Böden sowie mit folgenden Spitzendrücken qs empirisch korreliert werden:

nicht bindige Böden:

Lagerung	N10	qs (MN/m²)
sehr locker	0 - 1	< 2
locker	1 - 4	2 - 5
mitteldicht	4 - 13	5 – 7,5
dicht	13 - 24	7,5 - 15
sehr dicht	> 24	> 15

bindige Böden:

Konsistenz	N10	qs (MN/m²)
breiig	0 - 2	< 2
weich	2 - 5	2 - 5
steif	5 - 9	5 - 8
halbfest	9 - 17	8 - 15
fest	> 17	> 15

SRS 2 (145,52 m NN), bei RKS 2

m u GOK

0,1 - 2,9: Künstliche Kies- und Bodenauffüllungen und quartäre Hanglehme

Schlagzahlen N10: 1 - 4, korrelieren mit:
- sehr lockerer bis lockerer Lagerungsdichte
- breiiger bis weicher Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 2 - 5 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 1 - 4 MN/qm

2,9 - 6,7: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 3 - 18, korrelieren mit:
- lockerer bis dichter Lagerungsdichte
- weicher bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 4 - 10,9 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 2,8 - >15 MN/qm

6,7 - 10,3: Übergang zu den Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins

Schlagzahlen N10: 6 - 11, korrelieren mit:
- mitteldichter Lagerungsdichte
- steifer bis halbfester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5,6 - 6,9 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 5,8 - 9,8 MN/qm

SRS 3 (145,15 m NN), bei RKS 3

m u GOK

0,1 - 2,9: Künstliche Kies- und Bodenauffüllungen und quartäre Hanglehme

Schlagzahlen N10: 1 - 4, korrelieren mit:
- sehr lockerer bis lockerer Lagerungsdichte
- breiiger bis weicher Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 2 - 5 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 1 - 4 MN/qm

2,9 - 7,1: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 3 - 24, korrelieren mit:
- lockerer bis dichter Lagerungsdichte
- weicher bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 4 - 15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 2,8 - >15 MN/qm

7,1 - 10,3: Übergang zu den Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins

Schlagzahlen N10: 8 - 12, korrelieren mit:
- mitteldichter Lagerungsdichte
- steifer bis halbfester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 6,1 - 0,2 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 7,3 - 10,6 MN/qm

Anmerkung:
Die anhand der Korrelation mit den Schlagzahlen angegebenen Bodenkonsistenzen spiegeln lediglich die Ausprägung der bodenmechanischen Eigenschaften bzw. der Bodenkennwerte der Böden, analog zu Böden mit den jeweiligen Konsistenzen wieder und entsprechen i.d.R. nicht den reellen, zu erwartenden Konsistenzen. Die Angabe der mit den Schlagzahlen zu korrelierenden Konsistenzen ist somit nur informell und dient zur Abgrenzung der Bodenkennwerte zur Definition der Homogenbereiche.

BV.: Philosophenweg 2. BA Stadt Hann. Münden

Auswertung der Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (SRS)

Erfahrungsgemäß können die Schlagzahlen N10 der schweren Rammsonde (DPH) mit folgenden Lagerungsdichten bei nicht bindigen Böden und folgenden Bodenkonsistenzen bei bindigen Böden sowie mit folgenden Spitzendrücken qs empirisch korreliert werden:

nicht bindige Böden:

Lagerung	N10	qs (MN/m²)
sehr locker	0 - 1	< 2
locker	1 - 4	2 - 5
mitteldicht	4 - 13	5 – 7,5
dicht	13 - 24	7,5 - 15
sehr dicht	> 24	> 15

bindige Böden:

Konsistenz	N10	qs (MN/m²)
breiig	0 - 2	< 2
weich	2 - 5	2 - 5
steif	5 - 9	5 - 8
halbfest	9 - 17	8 - 15
fest	> 17	> 15

SRS 12 (144,47 m NN), bei RKS 12

m u GOK

0,2 - 0,8: Künstliche Sand- und Bodenauffüllungen

Schlagzahlen N10: 8 - 20, korrelieren mit:
- mitteldichter bis dichter Lagerungsdichte
- steifer bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 6,1 - 12,3 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 7,3 - >15 MN/qm

0,8 - 2: Quartäre Hanglehme

Schlagzahlen N10: 2 - 5, korrelieren mit:
- lockerer bis mitteldichter Lagerungsdichte
- breiiger bis weicher Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 3 - 5,3 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 2 - 5 MN/qm

2 - 7,4: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 4 - 24, korrelieren mit:
- lockerer bis dichter Lagerungsdichte
- weicher bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5 - 15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 4 - >15 MN/qm

7,4 - 12,4: Übergang zu den Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins

Schlagzahlen N10: 7 - 23, korrelieren mit:
- mitteldichter bis dichter Lagerungsdichte
- steifer bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5,8 - 14,3 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 6,5 - >15 MN/qm

12,4 - 12,7: Übergang zu den Festgesteinen des Mittleren Buntsandsteins

Schlagzahlen N10: 32 - 58, korrelieren mit:
- sehr dichter Lagerungsdichte
- fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von >15 MN/qm

SRS 4 (144,56 m NN), bei RKS 4

m u GOK

0,1 - 2,1: Künstliche Kies- und Bodenauffüllungen und quartäre Hanglehme

Schlagzahlen N10: 1 - 4, korrelieren mit:
- sehr lockerer bis lockerer Lagerungsdichte
- breiiger bis weicher Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 2 - 5 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 1 - 4 MN/qm

2,1 - 4,4: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 5 - 30, korrelieren mit:
- mitteldichter bis sehr dichter Lagerungsdichte
- weicher bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5,3 - >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 5 - >15 MN/qm

Anmerkung:
Die anhand der Korrelation mit den Schlagzahlen angegebenen Bodenkonsistenzen spiegeln lediglich die Ausprägung der bodenmechanischen Eigenschaften bzw. der Bodenkennwerte der Böden, analog zu Böden mit den jeweiligen Konsistenzen wieder und entsprechen i.d.R. nicht den reellen, zu erwartenden Konsistenzen. Die Angabe der mit den Schlagzahlen zu korrelierenden Konsistenzen ist somit nur informell und dient zur Abgrenzung der Bodenkennwerte zur Definition der Homogenbereiche.

BV.: Philosophenweg 2. BA Stadt Hann. Münden

Auswertung der Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (SRS)

Erfahrungsgemäß können die Schlagzahlen N10 der schweren Rammsonde (DPH) mit folgenden Lagerungsdichten bei nicht bindigen Böden und folgenden Bodenkonsistenzen bei bindigen Böden sowie mit folgenden Spitzendrücken qs empirisch korreliert werden:

nicht bindige Böden:

Lagerung	N10	qs (MN/m²)
sehr locker	0 - 1	< 2
locker	1 - 4	2 - 5
mitteldicht	4 - 13	5 – 7,5
dicht	13 - 24	7,5 - 15
sehr dicht	> 24	> 15

bindige Böden:

Konsistenz	N10	qs (MN/m²)
breiig	0 - 2	< 2
weich	2 - 5	2 - 5
steif	5 - 9	5 - 8
halbfest	9 - 17	8 - 15
fest	> 17	> 15

SRS 5 (144,97 m NN), bei RKS 5

m u GOK

0,1 - 0,2: Künstliche Kiesauffüllung

Schlagzahlen N10: 7 - 7, korrelieren mit:
- mitteldichter Lagerungsdichte
- steifer Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5,8 - 5,8 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 6,5 - 6,5 MN/qm

0,2 - 2,1: Künstliche Bodenauffüllung und quartäre Hanglehme

Schlagzahlen N10: 1 - 4, korrelieren mit:
- sehr lockerer bis lockerer Lagerungsdichte
- breiiger bis weicher Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 2 - 5 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 1 - 4 MN/qm

2,1 - 5,4: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 3 - 37, korrelieren mit:
- lockerer bis sehr dichter Lagerungsdichte
- weicher bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 4 - >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 2,8 - >15 MN/qm

SRS 13 (146,60 m NN), bei RKS 13

m u GOK

0,1 - 0,3: Künstliche Kiesauffüllungen und quartäre Hanglehme

Schlagzahlen N10: 7 - 10, korrelieren mit:
- mitteldichter bis mitteldichter Lagerungsdichte
- steifer bis halbfester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5,8 - 6,7 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 6,5 - 8,9 MN/qm

0,3 - 0,9: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 1 - 3, korrelieren mit:
- sehr lockerer bis lockerer Lagerungsdichte
- breiiger bis weicher Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 2 - 4 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 1 - 2,8 MN/qm

0,9 - 8,2: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 2 - 24, korrelieren mit:
- lockerer bis dichter Lagerungsdichte
- breiiger bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 3 - 15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 2 - >15 MN/qm

8,2 - 9,6: Übergang zu den Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins

Schlagzahlen N10: 10 - 24, korrelieren mit:
- mitteldichter bis dichter Lagerungsdichte
- halbfester bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 6,7 - 15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 8,9 - >15 MN/qm

9,6 - 9,9: Übergang zu den Festgesteinen des Mittleren Buntsandsteins

Schlagzahlen N10: 30 - 37, korrelieren mit:
- sehr dichter Lagerungsdichte
- fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von >15 MN/qm

Anmerkung:
Die anhand der Korrelation mit den Schlagzahlen angegebenen Bodenkonsistenzen spiegeln lediglich die Ausprägung der bodenmechanischen Eigenschaften bzw. der Bodenkennwerte der Böden, analog zu Böden mit den jeweiligen Konsistenzen wieder und entsprechen i.d.R. nicht den reellen, zu erwartenden Konsistenzen. Die Angabe der mit den Schlagzahlen zu korrelierenden Konsistenzen ist somit nur informell und dient zur Abgrenzung der Bodenkennwerte zur Definition der Homogenbereiche.

BV.: Philosophenweg 2. BA Stadt Hann. Münden

Auswertung der Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (SRS)

Erfahrungsgemäß können die Schlagzahlen N10 der schweren Rammsonde (DPH) mit folgenden Lagerungsdichten bei nicht bindigen Böden und folgenden Bodenkonsistenzen bei bindigen Böden sowie mit folgenden Spitzendrücken qs empirisch korreliert werden:

nicht bindige Böden:

Lagerung	N10	qs (MN/m²)
sehr locker	0 - 1	< 2
locker	1 - 4	2 - 5
mitteldicht	4 - 13	5 – 7,5
dicht	13 - 24	7,5 - 15
sehr dicht	> 24	> 15

bindige Böden:

Konsistenz	N10	qs (MN/m²)
breiig	0 - 2	< 2
weich	2 - 5	2 - 5
steif	5 - 9	5 - 8
halbfest	9 - 17	8 - 15
fest	> 17	> 15

SRS 16 (147,66 m NN), bei RKS 16

m u GOK

0,1 - 0,3: Künstliche Kiesauffüllung

Schlagzahlen N10: 20 - 28, korrelieren mit:
- dichter bis sehr dichter Lagerungsdichte
- fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 12,3 - >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von >15 MN/qm

0,3 - 6,3: Künstliche Kiesauffüllung, quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 2 - 17, korrelieren mit:
- lockerer bis dichter Lagerungsdichte
- breiiger bis halbfester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 3 - 10,2 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 2 - 15 MN/qm

6,3 - 6,8: Übergang zu den Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins

Schlagzahlen N10: 8 - 14, korrelieren mit:
- mitteldichter bis dichter Lagerungsdichte
- steifer bis halbfester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 6,1 - 8,2 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 7,3 - 12,4 MN/qm

6,8 - 7: Übergang zu den Festgesteinen des Mittleren Buntsandsteins

Schlagzahlen N10: 30 - 49, korrelieren mit:
- sehr dichter Lagerungsdichte
- fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von >15 MN/qm

SRS 17 (148,70 m NN), bei RKS 17

m u GOK

0,1 - 0,4: Künstliche Kiesauffüllung

Schlagzahlen N10: 12 - 30, korrelieren mit:
- mitteldichter bis sehr dichter Lagerungsdichte
- halbfester bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 0,2 - >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 10,6 - >15 MN/qm

0,4 - 2,9: Künstliche Kiesauffüllung, quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 3 - 8, korrelieren mit:
- lockerer bis mitteldichter Lagerungsdichte
- weicher bis steifer Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 4 - 6,1 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 2,8 - 7,3 MN/qm

2,9 - 4,4: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 4 - 30, korrelieren mit:
- lockerer bis sehr dichter Lagerungsdichte
- weicher bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5 - >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 4 - >15 MN/qm

Anmerkung:
Die anhand der Korrelation mit den Schlagzahlen angegebenen Bodenkonsistenzen spiegeln lediglich die Ausprägung der bodenmechanischen Eigenschaften bzw. der Bodenkennwerte der Böden, analog zu Böden mit den jeweiligen Konsistenzen wieder und entsprechen i.d.R. nicht den reellen, zu erwartenden Konsistenzen. Die Angabe der mit den Schlagzahlen zu korrelierenden Konsistenzen ist somit nur informell und dient zur Abgrenzung der Bodenkennwerte zur Definition der Homogenbereiche.

BV.: Philosophenweg 2. BA Stadt Hann. Münden

Auswertung der Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (SRS)

Erfahrungsgemäß können die Schlagzahlen N10 der schweren Rammsonde (DPH) mit folgenden Lagerungsdichten bei nicht bindigen Böden und folgenden Bodenkonsistenzen bei bindigen Böden sowie mit folgenden Spitzendrücken qs empirisch korreliert werden:

nicht bindige Böden:

Lagerung	N10	qs (MN/m²)
sehr locker	0 - 1	< 2
locker	1 - 4	2 - 5
mitteldicht	4 - 13	5 – 7,5
dicht	13 - 24	7,5 - 15
sehr dicht	> 24	> 15

bindige Böden:

Konsistenz	N10	qs (MN/m²)
breiig	0 - 2	< 2
weich	2 - 5	2 - 5
steif	5 - 9	5 - 8
halbfest	9 - 17	8 - 15
fest	> 17	> 15

SRS 6 (149,27 m NN), bei RKS 6

m u GOK

0 - 2,9: Künstliche Kiesauffüllung, quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 4 - 19, korrelieren mit:
- lockerer bis dichter Lagerungsdichte
- weicher bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5 - 11,6 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 4 - >15 MN/qm

2,9 - 3,1: Quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 30 - 39, korrelieren mit:
- sehr dichter Lagerungsdichte
- fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von >15 MN/qm

SRS 15 (149,35 m NN), bei RKS 15

m u GOK

0 - 1,2: Künstliche Bodenauffüllungen und quartäre Hanglehme

Schlagzahlen N10: 2 - 8, korrelieren mit:
- lockerer bis mitteldichter Lagerungsdichte
- breiiger bis steifer Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 3 - 6,1 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 2 - 7,3 MN/qm

1,2 - 2,5: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 5 - 30, korrelieren mit:
- mitteldichter bis sehr dichter Lagerungsdichte
- weicher bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5,3 - >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 5 - >15 MN/qm

2,9 - 4,4: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 4 - 30, korrelieren mit:
- lockerer bis sehr dichter Lagerungsdichte
- weicher bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5 - >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 4 - >15 MN/qm

Anmerkung:
Die anhand der Korrelation mit den Schlagzahlen angegebenen Bodenkonsistenzen spiegeln lediglich die Ausprägung der bodenmechanischen Eigenschaften bzw. der Bodenkennwerte der Böden, analog zu Böden mit den jeweiligen Konsistenzen wieder und entsprechen i.d.R. nicht den reellen, zu erwartenden Konsistenzen. Die Angabe der mit den Schlagzahlen zu korrelierenden Konsistenzen ist somit nur informell und dient zur Abgrenzung der Bodenkennwerte zur Definition der Homogenbereiche.

BV.: Philosophenweg 2. BA Stadt Hann. Münden

Auswertung der Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (SRS)

Erfahrungsgemäß können die Schlagzahlen N10 der schweren Rammsonde (DPH) mit folgenden Lagerungsdichten bei nicht bindigen Böden und folgenden Bodenkonsistenzen bei bindigen Böden sowie mit folgenden Spitzendrücken qs empirisch korreliert werden:

nicht bindige Böden:

Lagerung	N10	qs (MN/m²)
sehr locker	0 - 1	< 2
locker	1 - 4	2 - 5
mitteldicht	4 - 13	5 – 7,5
dicht	13 - 24	7,5 - 15
sehr dicht	> 24	> 15

bindige Böden:

Konsistenz	N10	qs (MN/m²)
breiig	0 - 2	< 2
weich	2 - 5	2 - 5
steif	5 - 9	5 - 8
halbfest	9 - 17	8 - 15
fest	> 17	> 15

SRS 7 (148,82 m NN), bei RKS 7

m u GOK

0,2 - 0,3: Künstliche Kiesauffüllung

Schlagzahlen N10: 10, korrelieren mit:
- mitteldichter Lagerungsdichte
- halbfester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 6,7 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 8,9 MN/qm

0,3 - 1,9: Künstliche Bodenauffüllungen und quartäre Hanglehme

Schlagzahlen N10: 2 - 5, korrelieren mit:
- lockerer bis mitteldichter Lagerungsdichte
- breiiger bis weicher Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 3 - 5,3 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 2 - 5 MN/qm

1,9 - 2,7: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 7 - 51, korrelieren mit:
- mitteldichter bis sehr dichter Lagerungsdichte
- steifer bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5,8 - >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 6,5 - >15 MN/qm

SRS 8 (149,51 m NN). bei RKS 8

m u GOK

0,2 - 0,4: Künstliche Kies- und Bodenauffüllungen

Schlagzahlen N10: 9, korrelieren mit:
- mitteldichter Lagerungsdichte
- steifer Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 6,4 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 8 MN/qm

0,5 - 6,7: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 4 - 110, korrelieren mit:
- lockerer bis sehr dichter Lagerungsdichte
- weicher bis fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5 - >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 4 - >15 MN/qm

6,7 - 7,6: Übergang zu den Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins

Schlagzahlen N10: 10 - 13, korrelieren mit:
- mitteldichter Lagerungsdichte
- halbfester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 6,7 - 7,5 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 8,9 - 11,5 MN/qm

7,6 - 7,7: Übergang zu den Festgesteinen des Mittleren Buntsandsteins

Schlagzahlen N10: 30 - 30, korrelieren mit:
- sehr dichter Lagerungsdichte
- fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von >15 MN/qm

Anmerkung:
Die anhand der Korrelation mit den Schlagzahlen angegebenen Bodenkonsistenzen spiegeln lediglich die Ausprägung der bodenmechanischen Eigenschaften bzw. der Bodenkennwerte der Böden, analog zu Böden mit den jeweiligen Konsistenzen wieder und entsprechen i.d.R. nicht den reellen, zu erwartenden Konsistenzen. Die Angabe der mit den Schlagzahlen zu korrelierenden Konsistenzen ist somit nur informell und dient zur Abgrenzung der Bodenkennwerte zur Definition der Homogenbereiche.

BV.: Philosophenweg 2. BA Stadt Hann. Münden

Auswertung der Ergebnisse der Schweren Rammsondierungen (SRS)

Erfahrungsgemäß können die Schlagzahlen N10 der schweren Rammsonde (DPH) mit folgenden Lagerungsdichten bei nicht bindigen Böden und folgenden Bodenkonsistenzen bei bindigen Böden sowie mit folgenden Spitzendrücken qs empirisch korreliert werden:

nicht bindige Böden:

Lagerung	N10	qs (MN/m²)
sehr locker	0 - 1	< 2
locker	1 - 4	2 - 5
mitteldicht	4 - 13	5 – 7,5
dicht	13 - 24	7,5 - 15
sehr dicht	> 24	> 15

bindige Böden:

Konsistenz	N10	qs (MN/m²)
breiig	0 - 2	< 2
weich	2 - 5	2 - 5
steif	5 - 9	5 - 8
halbfest	9 - 17	8 - 15
fest	> 17	> 15

SRS 9 (152,86 m NN), bei RKS 9

m u GOK

0,2 - 0,6: Künstliche Kiesauffüllungen

Schlagzahlen N10: 7 - 13, korrelieren mit:
- mitteldichter bis mitteldichter Lagerungsdichte
- steifer bis halbfester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5,8 - 7,5 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 6,5 - 11,5 MN/qm

0,6 - 1,5: Quartäre Hanglehme

Schlagzahlen N10: 1 - 4, korrelieren mit:
- sehr lockerer bis lockerer Lagerungsdichte
- breiiger bis weicher Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 2 - 5 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 1 - 4 MN/qm

1,5 - 5,4: Quartäre Hanglehme und quartärer Hangschutt

Schlagzahlen N10: 2 - 12, korrelieren mit:
- lockerer bis mitteldichter Lagerungsdichte
- breiiger bis halbfester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 3 - 0,2 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 2 - 10,6 MN/qm

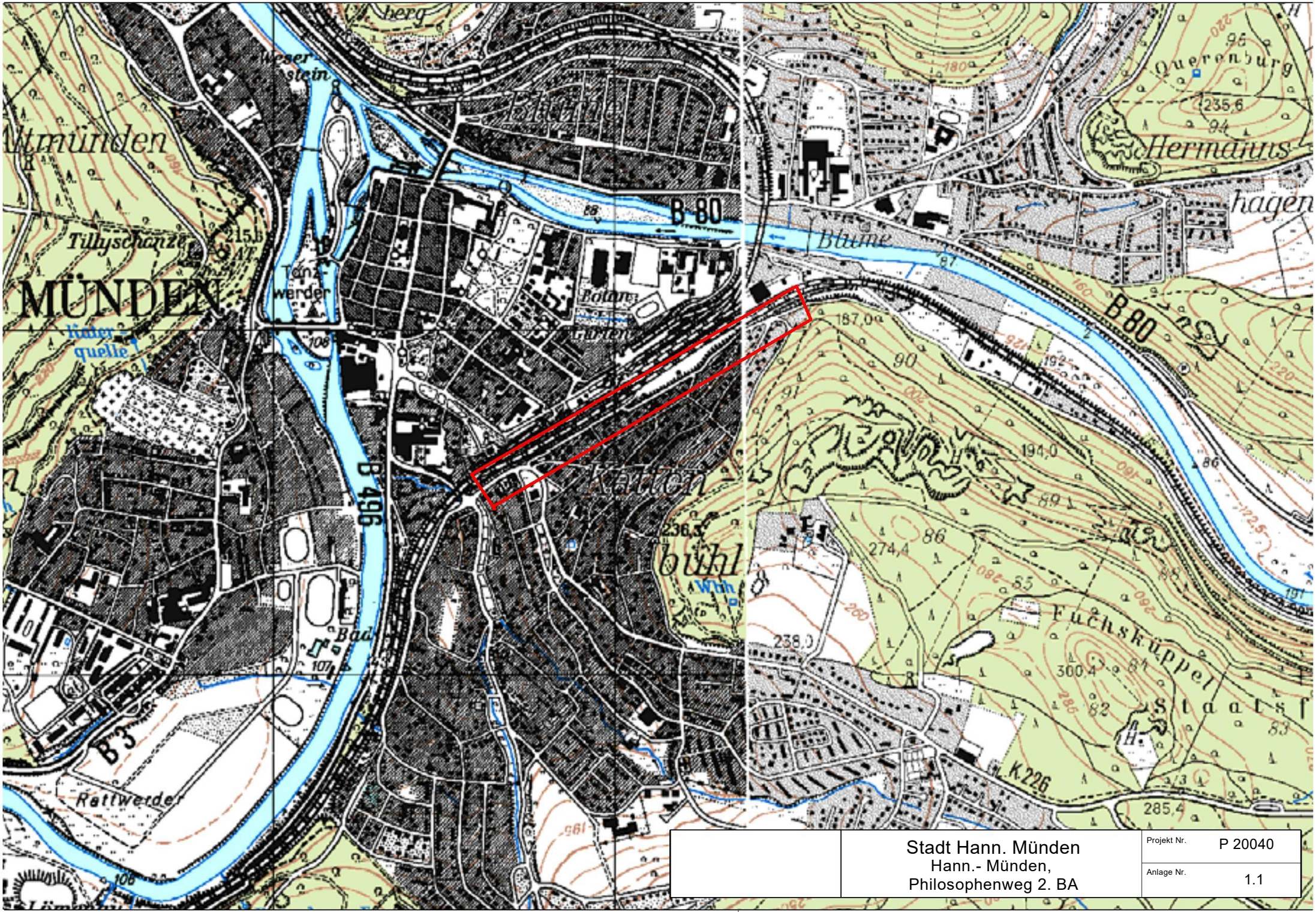
5,4 - 6,4: Übergang zu den Verwitterungsböden des Mittleren Buntsandsteins

Schlagzahlen N10: 7 - 16, korrelieren mit:
- mitteldichter bis dichter Lagerungsdichte
- steifer bis halbfester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von 5,8 - 9,5 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von 6,5 - 14,1 MN/qm

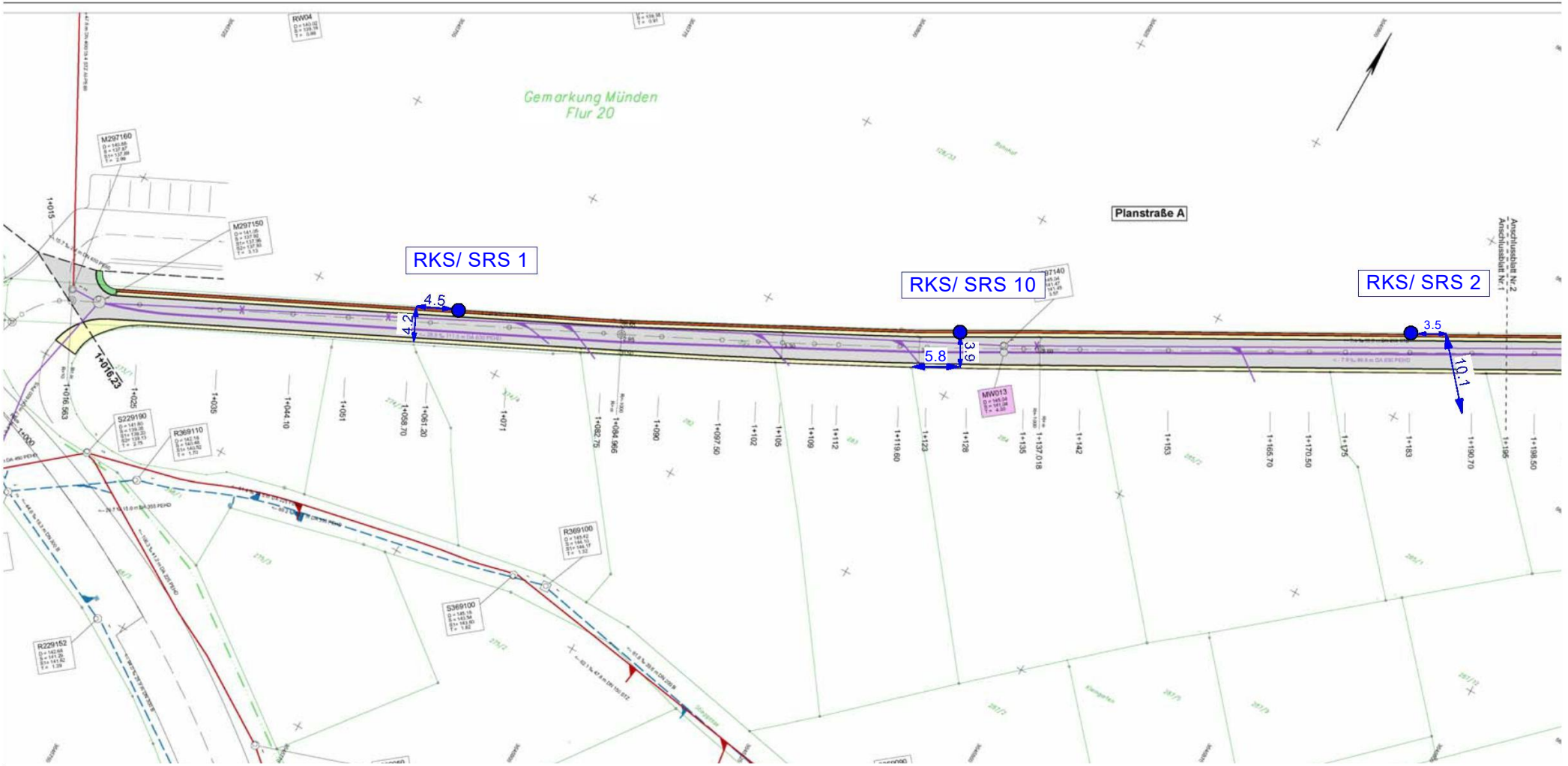
6,4 - 6,6: Übergang zu den Festgesteinen des Mittleren Buntsandsteins

Schlagzahlen N10: 40 - 52, korrelieren mit:
- sehr dichter Lagerungsdichte
- fester Konsistenz
- Spitzendrücken qs für nicht bindige Böden von >15 MN/qm
- Spitzendrücken qs für bindige Böden von >15 MN/qm

Anmerkung:
Die anhand der Korrelation mit den Schlagzahlen angegebenen Bodenkonsistenzen spiegeln lediglich die Ausprägung der bodenmechanischen Eigenschaften bzw. der Bodenkennwerte der Böden, analog zu Böden mit den jeweiligen Konsistenzen wieder und entsprechen i.d.R. nicht den reellen, zu erwartenden Konsistenzen. Die Angabe der mit den Schlagzahlen zu korrelierenden Konsistenzen ist somit nur informell und dient zur Abgrenzung der Bodenkennwerte zur Definition der Homogenbereiche.

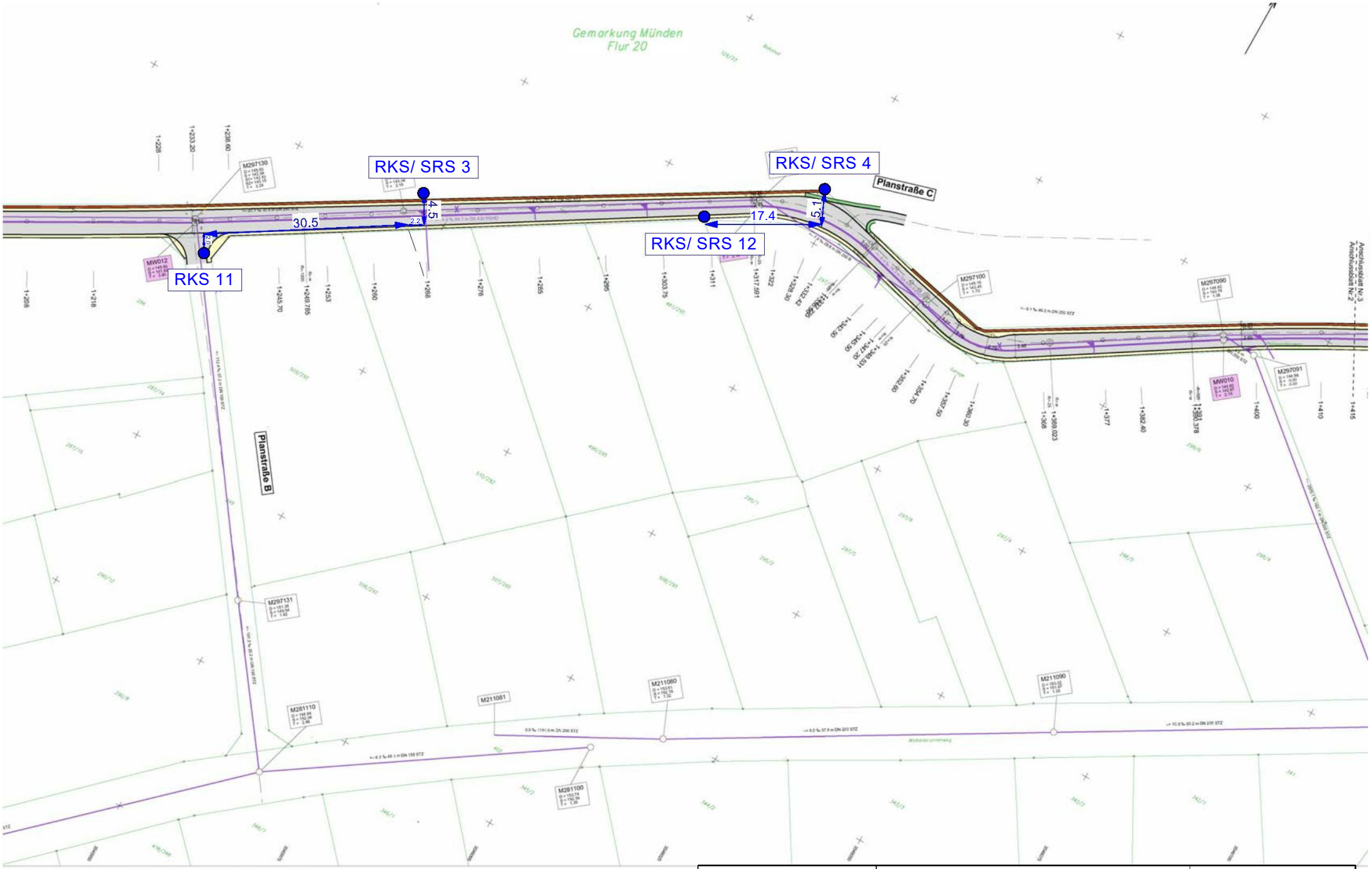


	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr.	P 20040
		Anlage Nr.	1.1

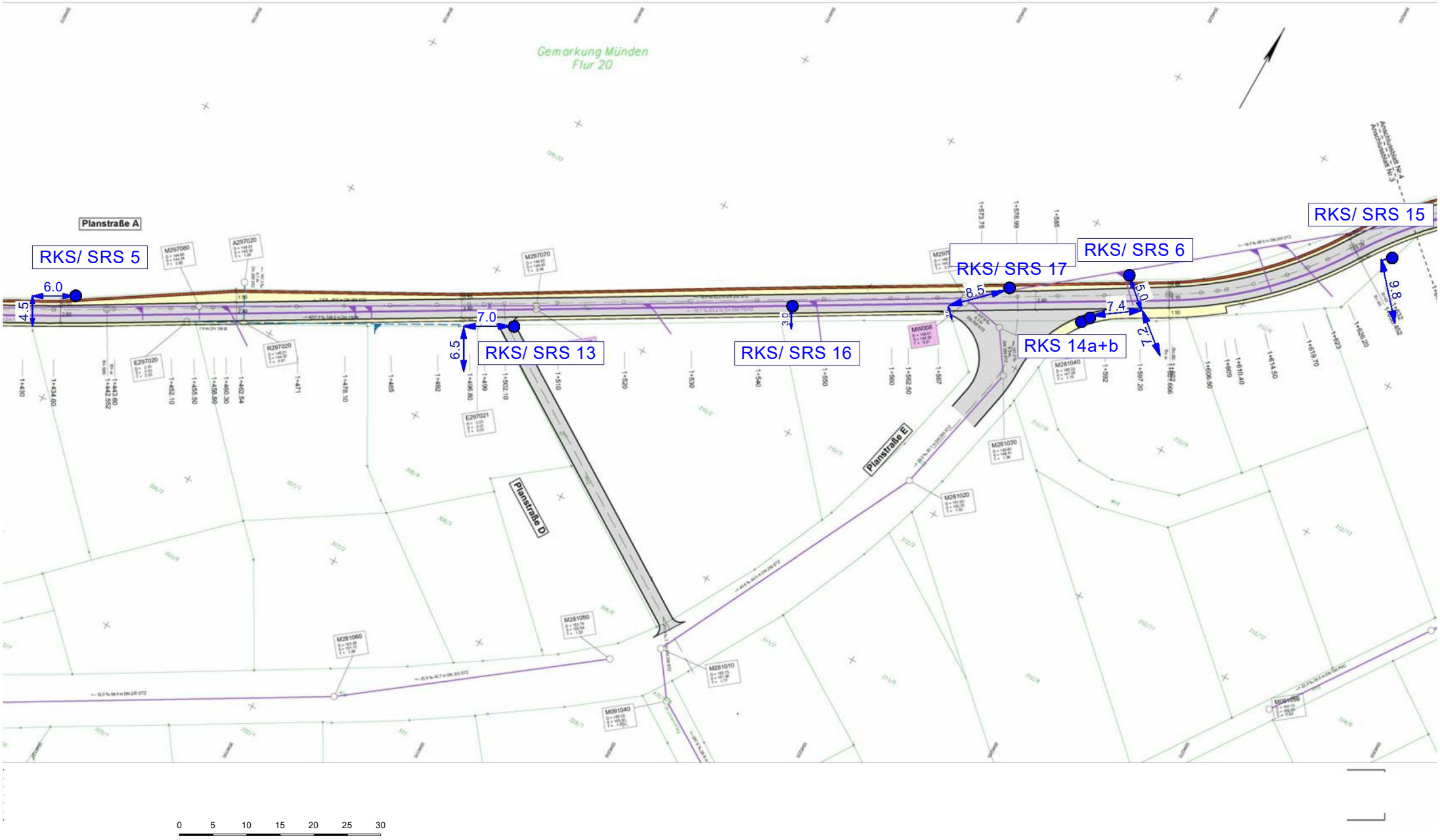


0 5 10 15 20 25 30

	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr. P 20040 Anlage Nr. 1.2



	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr.	P 20040
		Anlage Nr.	1.3

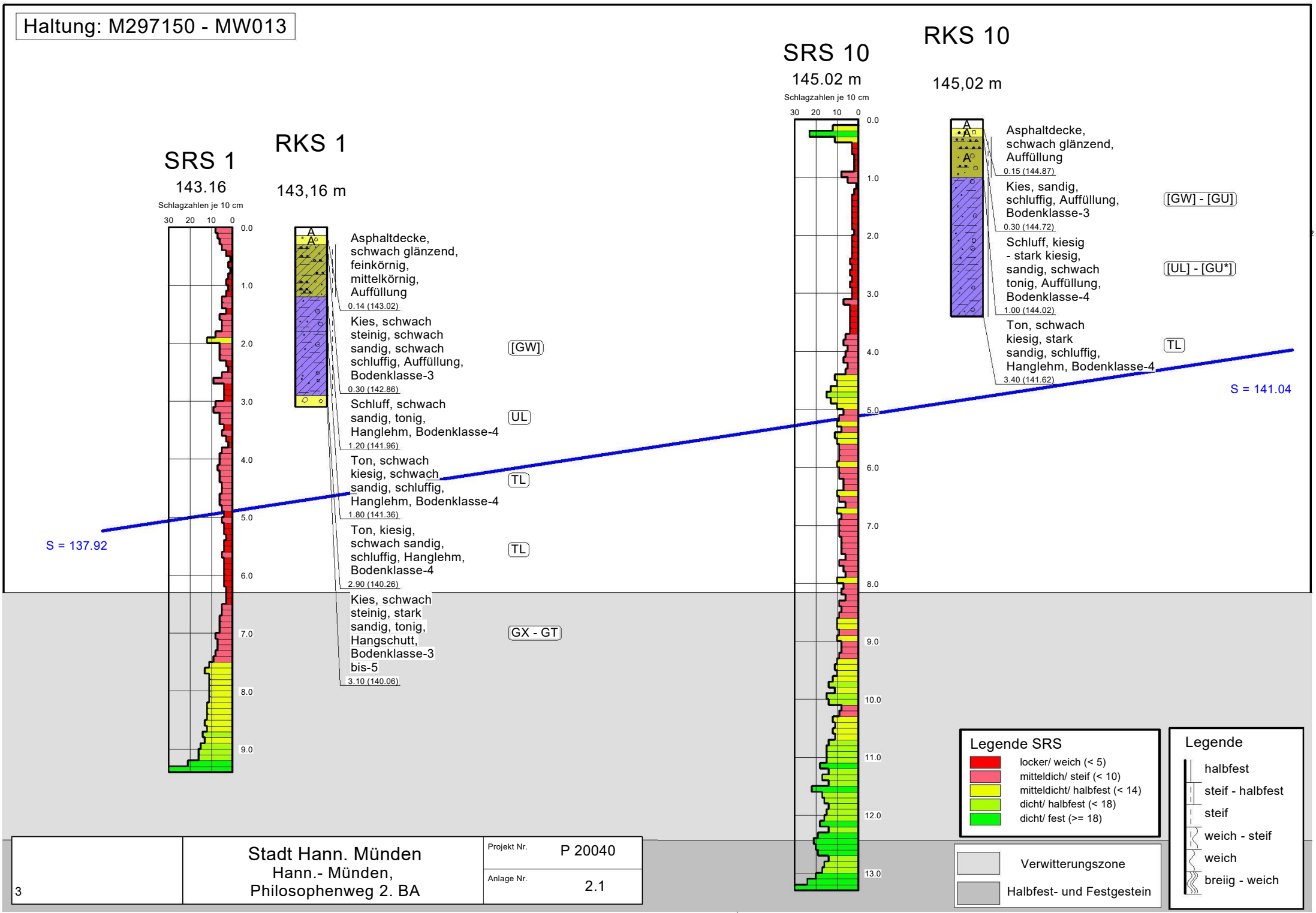


	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr.	P 20040
		Anlage Nr.	2.4

0 5 10 15 20 25 30 35

	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr. P 20040 Anlage Nr. 1.5

Haltung: M297150 - MW013



3	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr.	P 20040
		Anlage Nr.	2.1

Haltung: MW013 - MW012

SRS 2

145.52 m

Schlagzahlen je 10 cm

30 20 10 0

0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0 9.0 10.0

S = 141.04

RKS 2

145,52 m

Asphaltdecke, schwach glänzend, feinkörnig - mittelkörnig, Auffüllung	0.13 (145.39)	
Kies, stark sandig - sandig, schwach schluffig, Auffüllung, Bodenklasse-3	0.60 (144.92)	[GW]
Schluff, schwach kiesig, schwach sandig, tonig, Auffüllung, Bodenklasse-4	0.90 (144.62)	[UL]
Schluff, schwach sandig, tonig, Hanglehm, Bodenklasse-4	3.50 (142.02)	UL
Ton, kiesig, schwach sandig, schluffig, Hanglehm, Bodenklasse-4	3.60 (141.92)	TL

RKS 11

145,90 m

2.75
24.6.20

Asphaltdecke, glänzend, Auffüllung	0.12 (145.78)	
Kies, sandig, schwach schluffig, Auffüllung, Bodenklasse-3	0.25 (145.65)	[GW]
Kies, sandig, schluffig, schwach tonig, Auffüllung, Bodenklasse-3 bis-4	0.75 (145.15)	[GU] - [GU*]
Schluff, sandig - stark sandig, tonig, Hanglehm, Bodenklasse-4	2.75 (143.15)	UL
Schluff, stark sandig, tonig, Hanglehm, Bodenklasse-2 bis-4	3.50 (142.40)	UL
Kies, stark sandig, schluffig, tonig, Hangschutt, Bodenklasse-4-5	3.60 (142.30)	GU*

S = 141.83

Legende SRS

- locker/ weich (< 5)
- mitteldich/ steif (< 10)
- mitteldicht/ halbfest (< 14)
- dicht/ halbfest (< 18)
- dicht/ fest (>= 18)

Legende

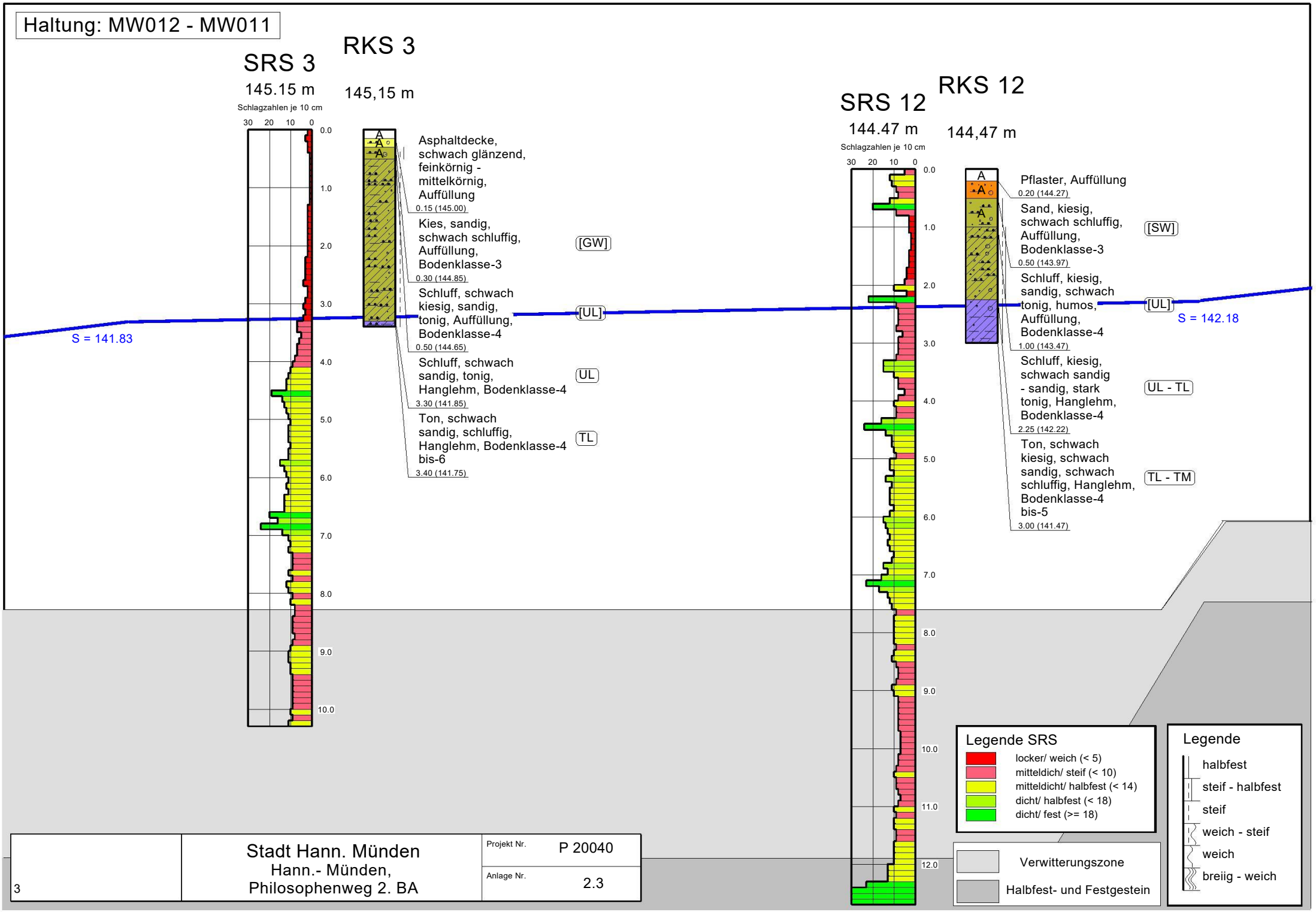
- halbfest
- steif - halbfest
- steif
- weich - steif
- weich
- breiig - weich

Verwitterungszone

Halbfest- und Festgestein

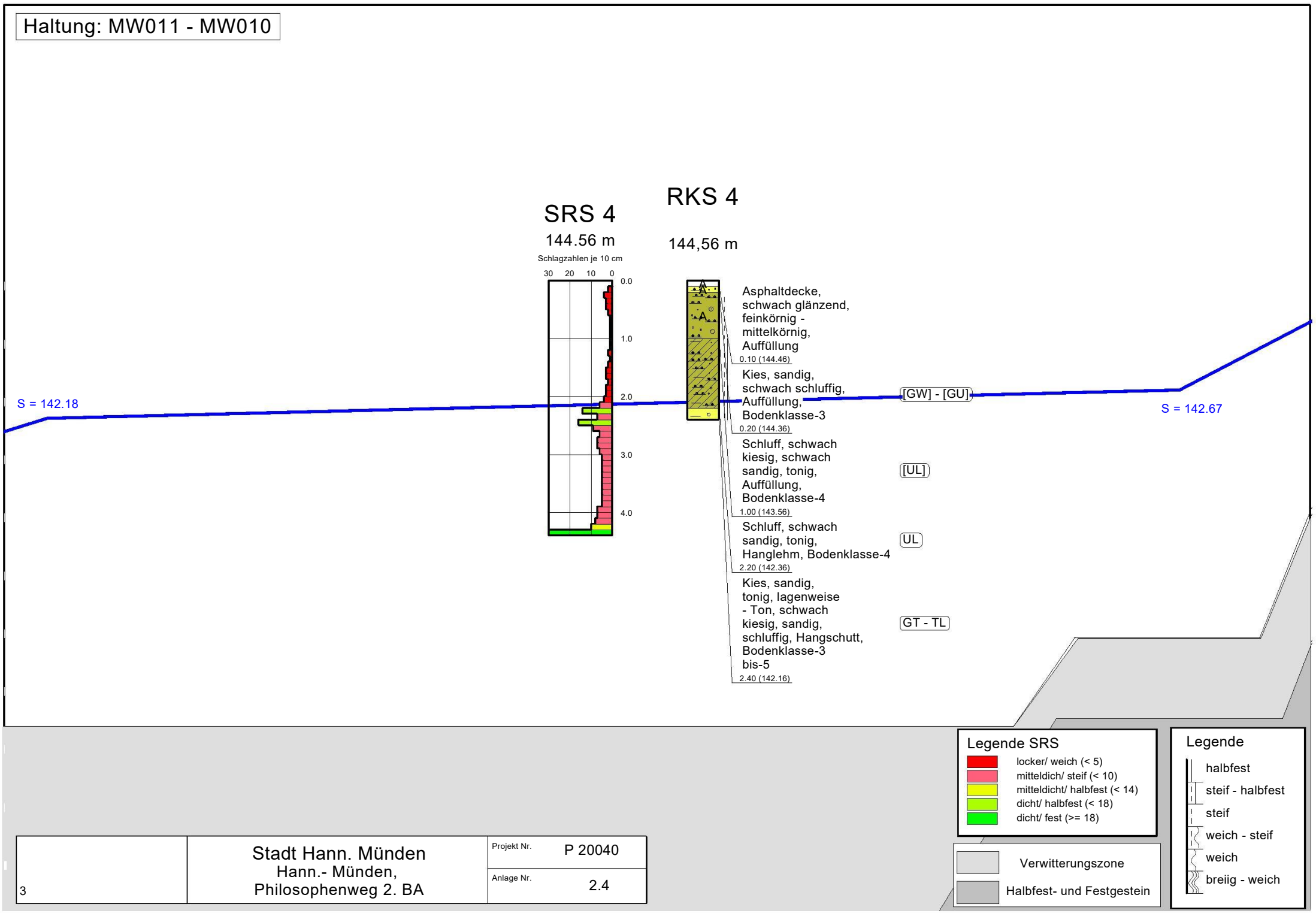
3	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr.	P 20040
		Anlage Nr.	2.2

Haltung: MW012 - MW011



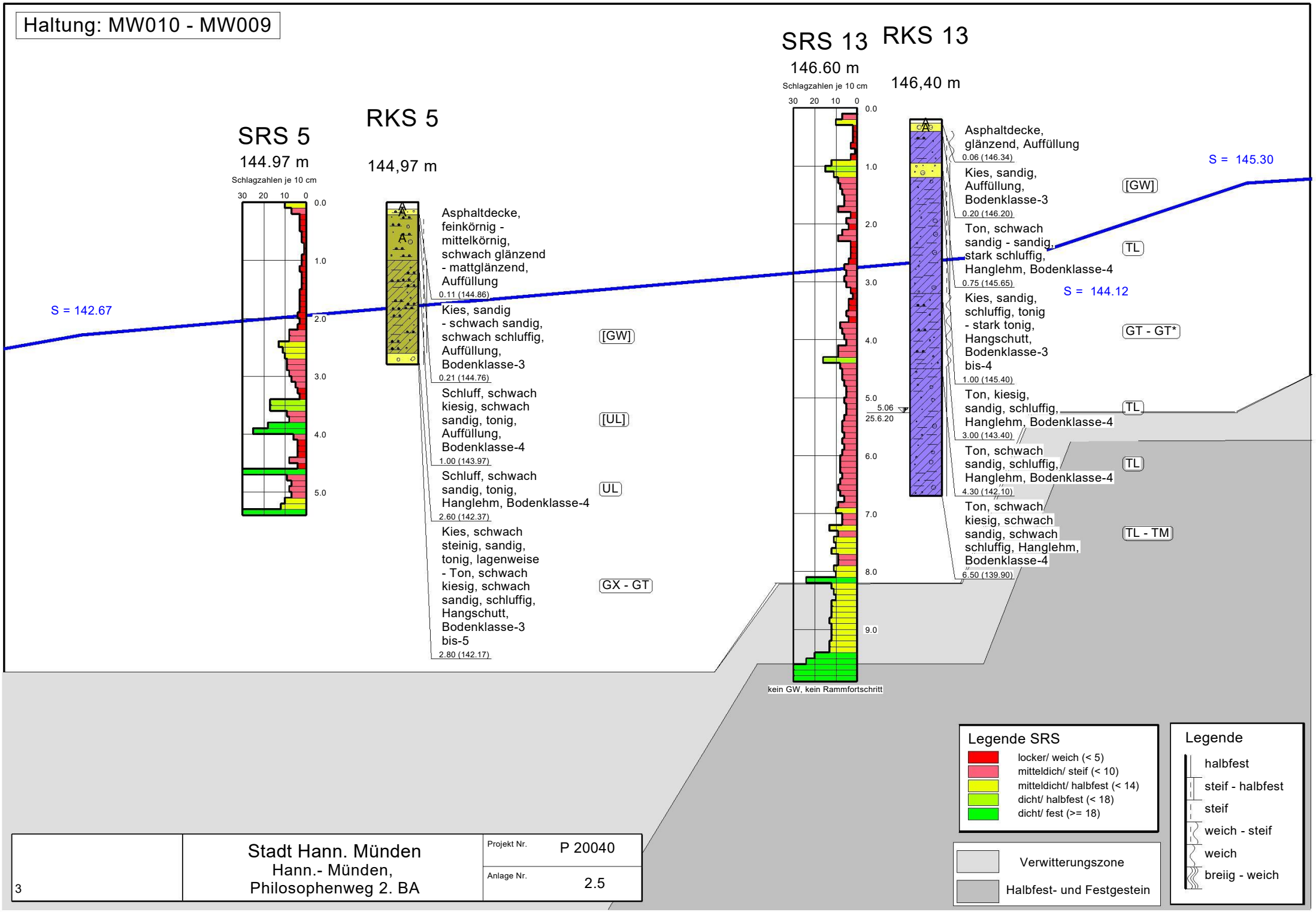
3	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr.	P 20040
		Anlage Nr.	2.3

Haltung: MW011 - MW010



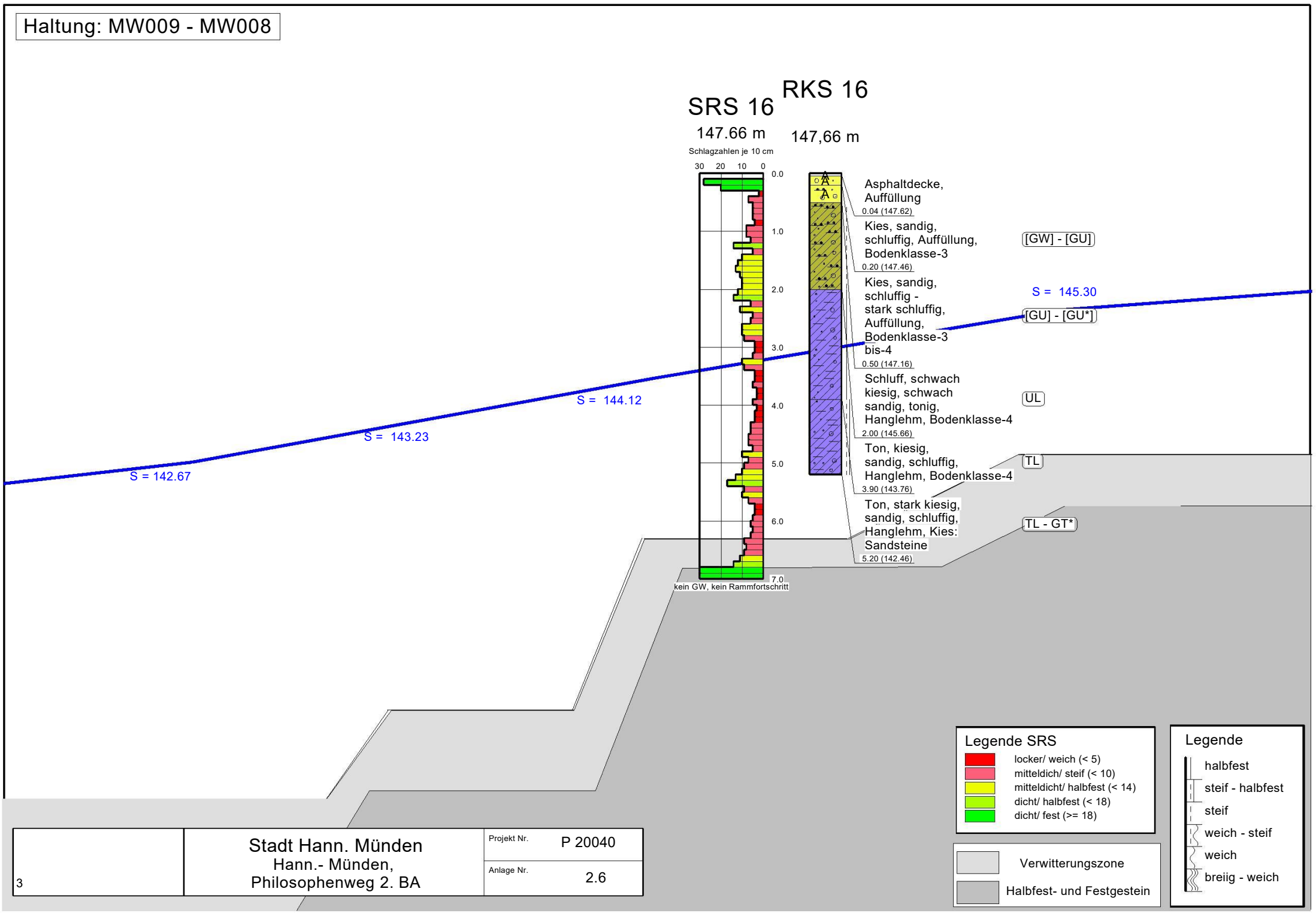
3	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr.	P 20040
		Anlage Nr.	2.4

Haltung: MW010 - MW009



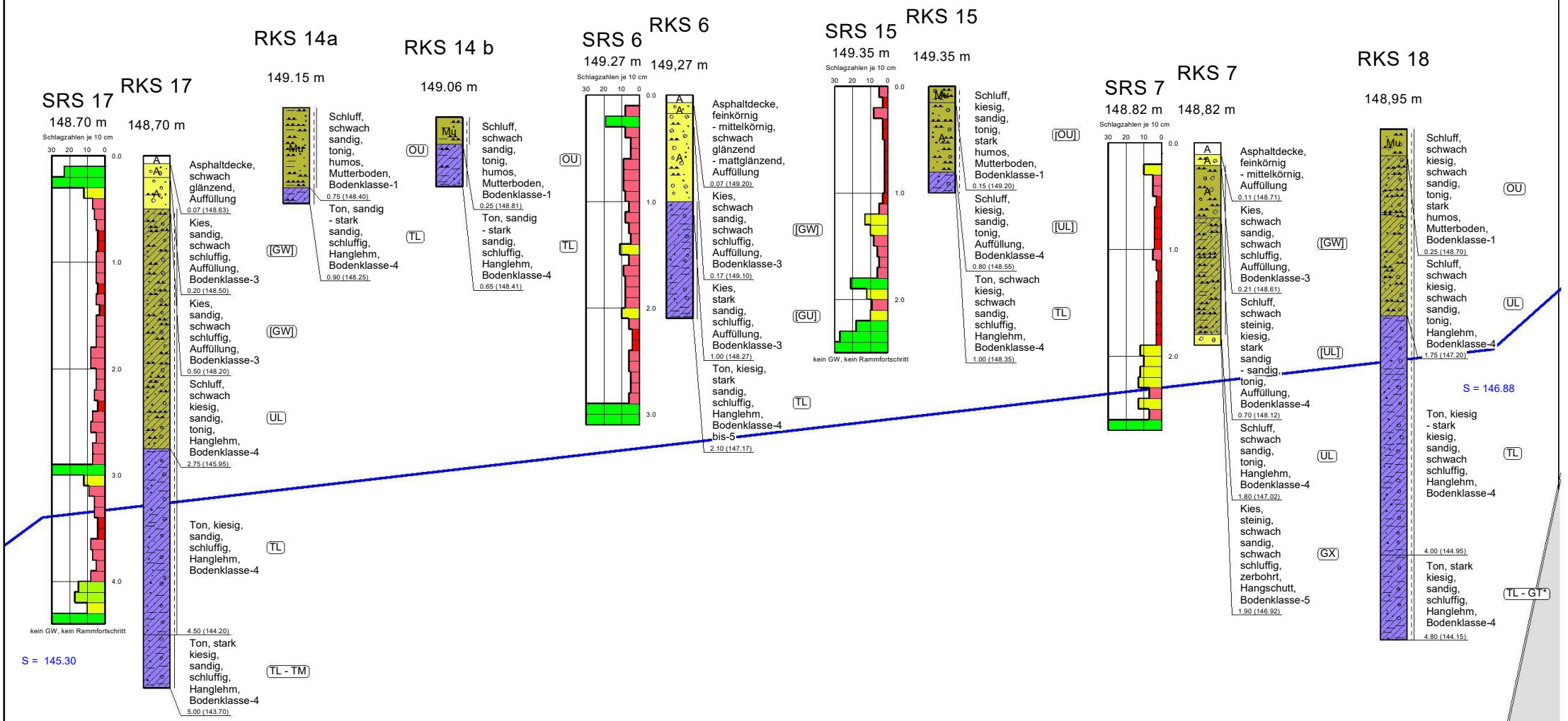
3	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr.	P 20040
		Anlage Nr.	2.5

Haltung: MW009 - MW008



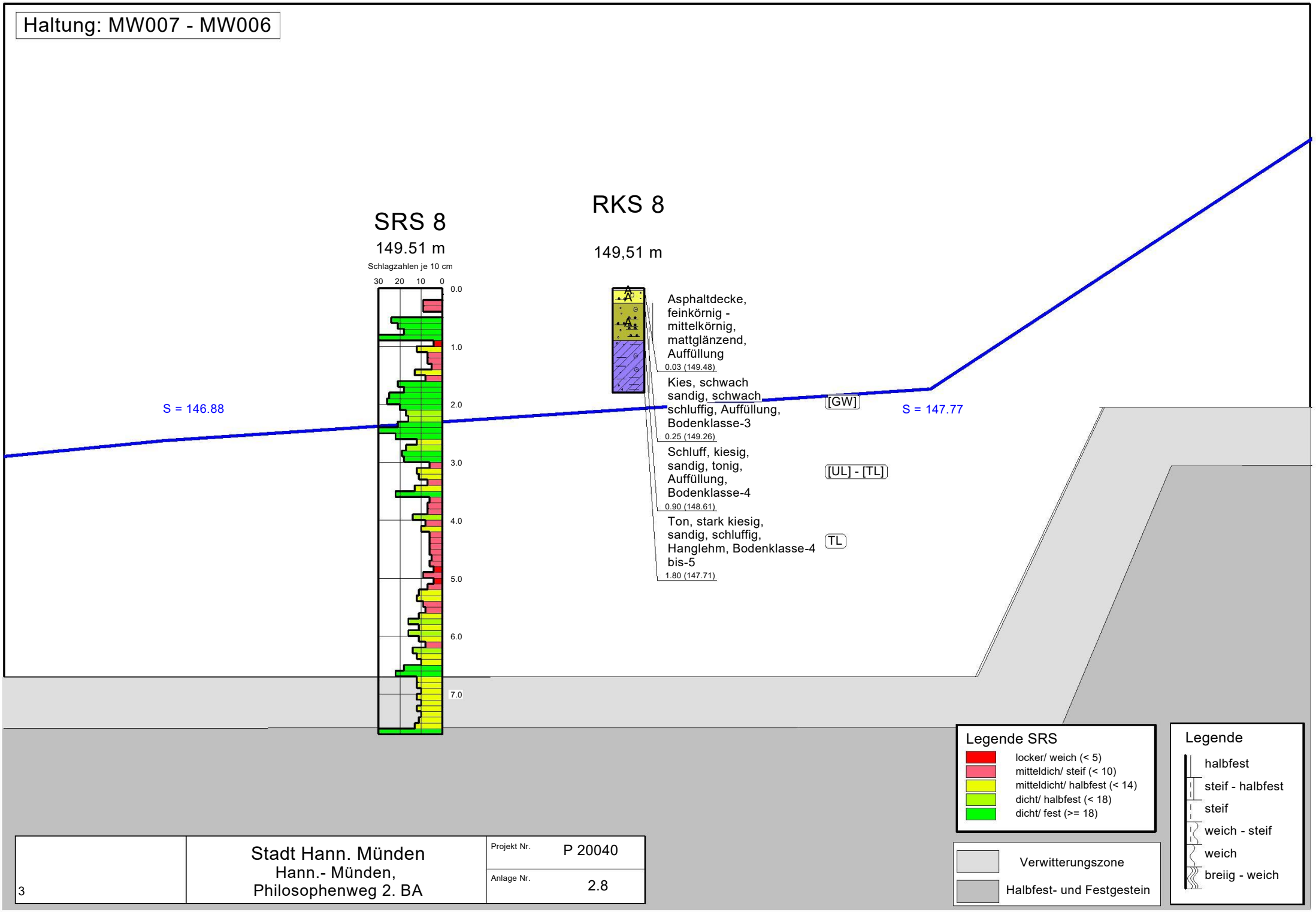
3	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr.	P 20040
		Anlage Nr.	2.6

Haltung: MW008 - MW007



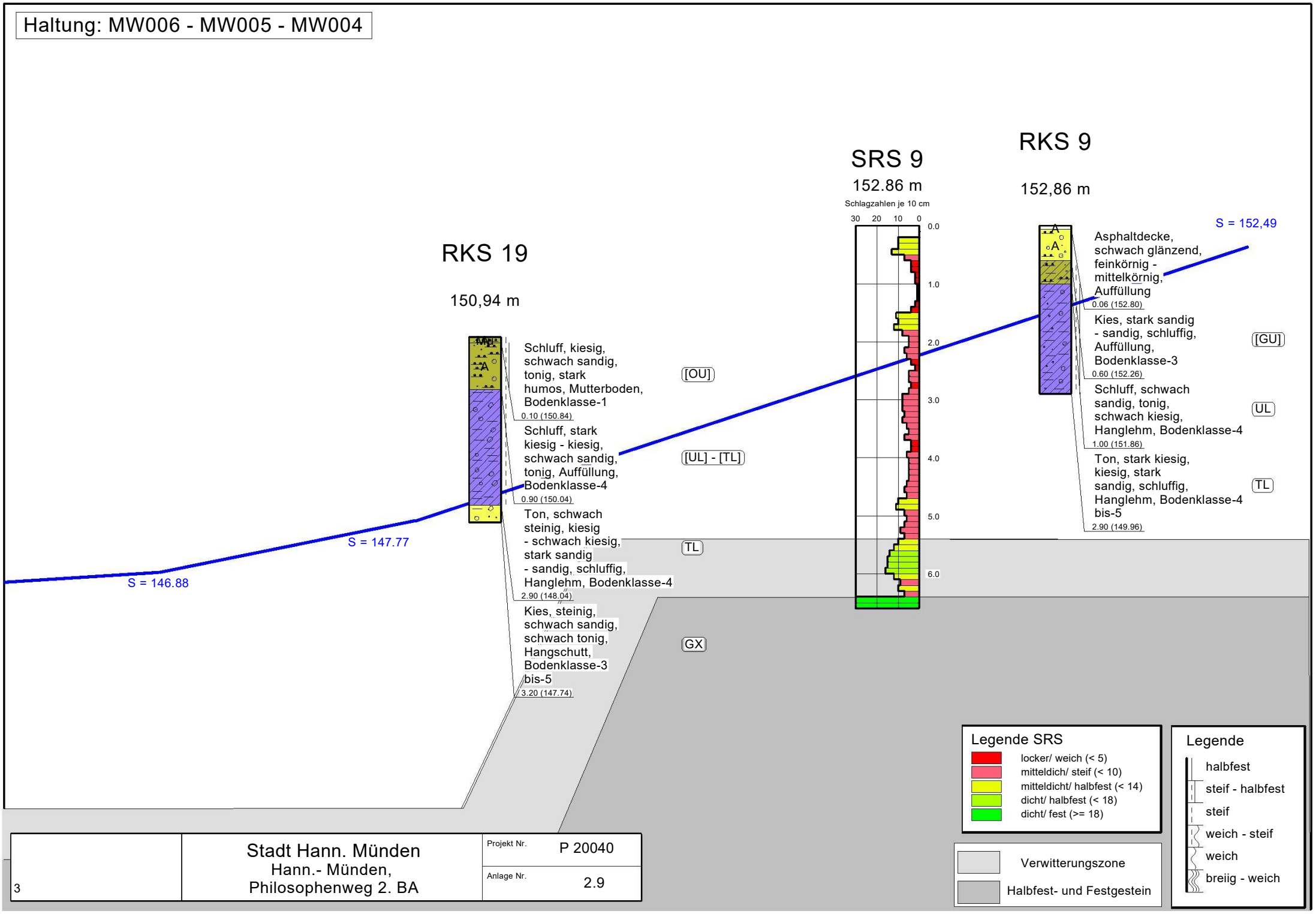
3	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr.	P 20040
		Anlage Nr.	2.7

Haltung: MW007 - MW006

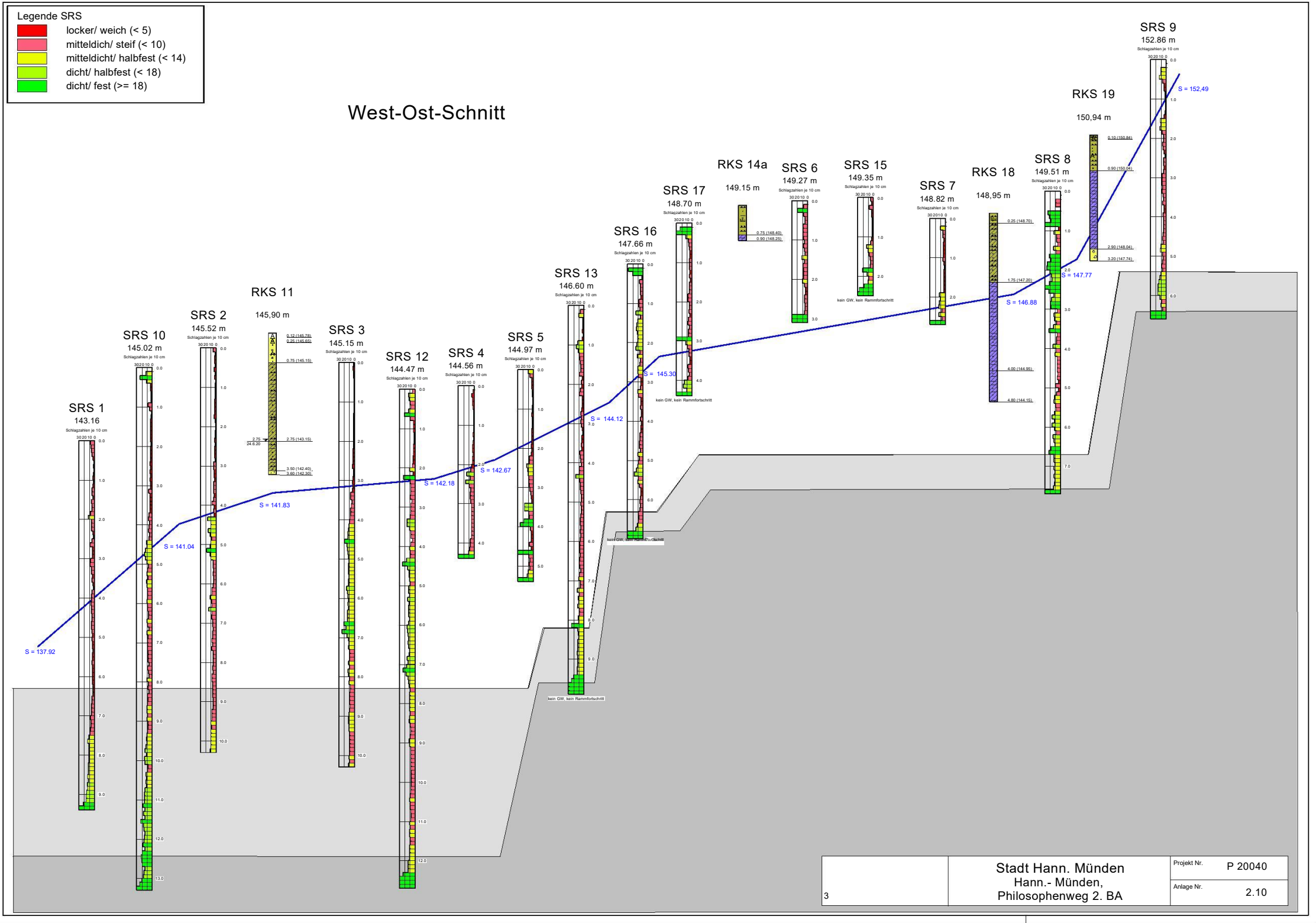


3	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr.	P 20040
		Anlage Nr.	2.8

Haltung: MW006 - MW005 - MW004



3	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr.	P 20040
		Anlage Nr.	2.9


Legende SRS
locker/ weich (< 5)
mitteldich/ steif (< 10)
mitteldicht/ halbfest (< 14)
dicht/ halbfest (< 18)
dicht/ fest (>= 18)
West-Ost-Schnitt
SRS 1
143.16
SRS 10
145.02 m
SRS 2
145.52 m
RKS 11
145,90 m
SRS 3
145.15 m
SRS 12
144.47 m
SRS 4
144.56 m
SRS 5
144.97 m
SRS 13
146.60 m
SRS 16
147.66 m
SRS 17
148.70 m
RKS 14a
149.15 m
SRS 6
149.27 m
SRS 15
149.35 m
SRS 7
148.82 m
RKS 18
148,95 m
SRS 8
149.51 m
RKS 19
150,94 m
SRS 9
152.86 m
S = 137.92
S = 141.04
S = 141.83
S = 142.18
S = 142.67
S = 144.12
S = 145.30
S = 146.88
S = 147.77
S = 152,49
kein GW, kein Rammfortschritt
Stadt Hann. Münden
Hann.- Münden,
Philosophenweg 2. BA
Projekt Nr.
P 20040
Anlage Nr.
2.10
3

Glühverlustbestimmung nach DIN 18 128 - GL

Auftraggeber: Stadt Hann.- Münden
Böttcher Straße 3, 34346 Hann.-Münden
Projekt: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA,
Straßen- und Kanalbau, Wasserleitungs- und Medienverlegung
Baugrunderkundung

Probenbezeichnung	**RKS 17**		
Entnahmetiefe	2,75-4,50 m		
Bodenart nach DIN 4022 Teil 1	T, u, s, g'		
Bodengruppe nach DIN 18196	TL		
Farbe	rotbraun		
Glühverlust beeinflussende Mineralien	-		
Wassergehalt [%]	11,9		
Glühzeit [h]	2		
Probenentnahme am	13.08.20		
Labornummer	1110		
Sachbearbeiter	W. Otteni		
Datum	13.08.20		
Versuch	1	2	3
Masse ungeglühte Probe mit Behälter [g]	50,12	48,12	48,42
Masse geglühte Probe mit Behälter [g]	49,81	47,84	48,14
Masse Behälter [g]	32,95	32,89	32,66
Massenverlust [g]	0,31	0,27	0,28
Trockenmasse der ungeglühten Probe [g]	17,16	15,23	15,75
Glühverlust [%]	1,8	1,8	1,8
Glühverlust Mittelwert [%]	**1,8**		

Probenbezeichnung	**RKS 18**		
Entnahmetiefe	4,0-4,8 m		
Bodenart nach DIN 4022 Teil 1	T, u, s, g'		
Bodengruppe nach DIN 18196	TL		
Farbe	rotbraun		
Glühverlust beeinflussende Mineralien	-		
Wassergehalt [%]	11,3		
Glühzeit	2		
Probenentnahme am	13.08.20		
Labornummer	1110		
Sachbearbeiter	W. Otteni		
Datum	13.08.20		
Versuch	1	2	3
Masse ungeglühte Probe mit Behälter [g]	34,51	33,48	33,81
Masse geglühte Probe mit Behälter [g]	34,32	33,32	33,65
Masse Behälter [g]	19,95	20,63	21,52
Massenverlust [g]	0,19	0,16	0,16
Trockenmasse der ungeglühten Probe [g]	14,56	12,85	12,29
Glühverlust [%]	1,3	1,2	1,3
Glühverlust Mittelwert [%]	**1,3**		

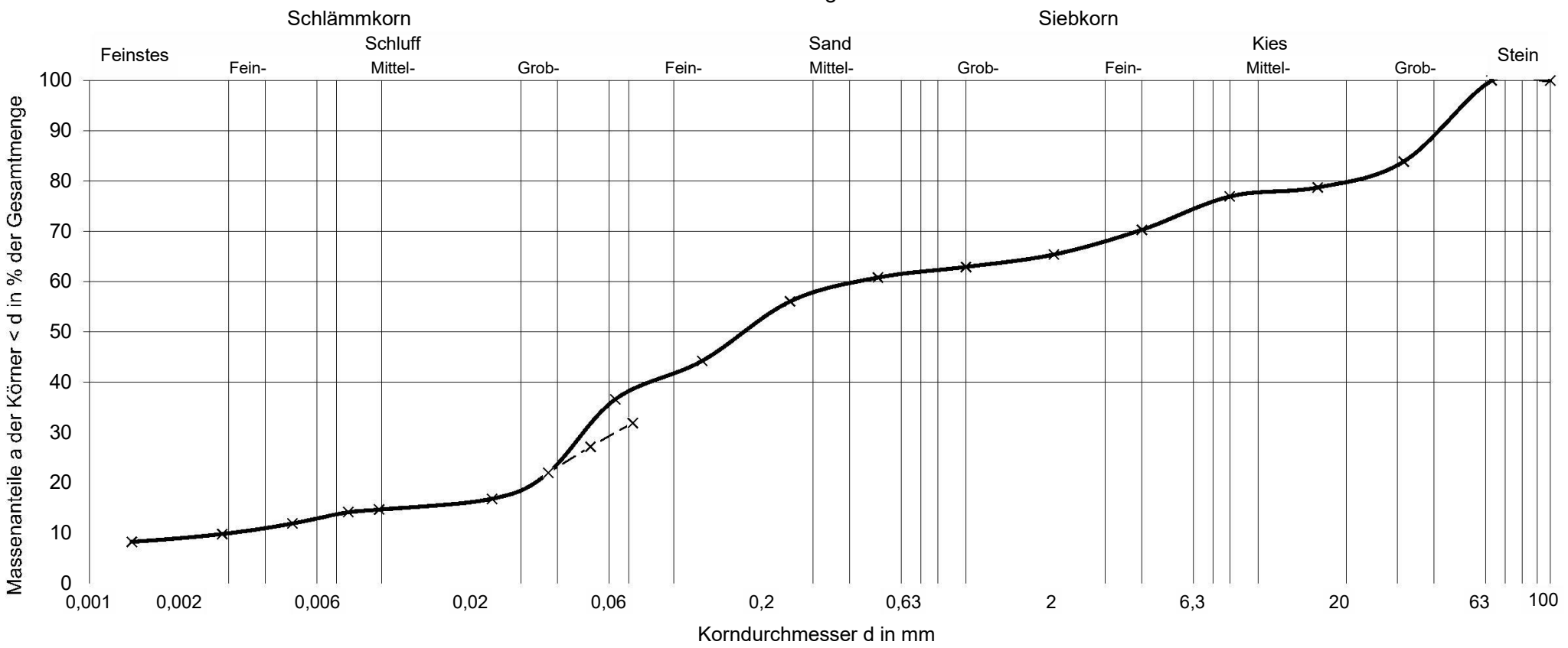
Sieb- / Schlämmanalyse nach DIN 18 123

Auftraggeber: Stadt Hann.- Münden
Böttcher Straße 3, 34346 Hann.-Münden
Projekt: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA,
Straßen- und Kanalbau, Wasserleitungs- und Medienverlegung
Baugrunderkundung

Probe:	**RKS 19**
Entnahmetiefe:	**0,9-2,9 m**
Bodenart:	**G, s, u, t'**
Probeentnahme am:	06.07.2020
Labornummer:	1113
Sachbearbeiter:	Dipl.-Geol. W. Otteni
Datum:	14.08.2020
Bezugstrockenmasse:	512,51 g

Kies [Gew.-%]	**34,6**
Sand [Gew-%]	**28,8**
Schluff [Gew-%]	**27,6**
Ton [Gew-%]	**9,1**
U	**148,3**
C	**1,9**
Bodengruppe	**SU***
kf nach Beyer [m/s]	**< 5,4E-08**

Körnungslinie



Wassergehalt nach DIN 18 121, Teil 1

Auftraggeber Stadt Hann.- Münden
Böttcher Straße 3, 34346 Hann.-Münden
Projekt Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA,
Straßen- und Kanalbau, Wasserleitungs- und Medienverlegung
Baugrunderkundung

Probenbezeichnung	**RKS 16** 2,0-3,9 m	**RKS 17** 0,5-2,75 m	**RKS 17** 2,75-4,5 m
Bodenart	T, u, s, g	T, u, s, g	T, u, s, g
Art der Entnahme	gestört	gestört	gestört
Probenentnahme am	03.06.20	03.06.20	03.06.20
Labornummer	1108	1109	1110
Sachbearbeiter	W. Otteni	W. Otteni	W. Otteni
Datum	12.08.20	12.08.20	12.08.20
Feuchte Probe + Behälter [g]	355,94	270,90	385,48
Trockene Probe + Behälter [g]	341,78	263,28	366,74
Behälter [g]	209,52	209,68	209,68
Porenwasser [g]	14,16	7,62	18,74
Trockene Probe [g]	132,26	53,60	157,06
Wassergehalt [%]	**10,7**	**14,2**	**11,9**

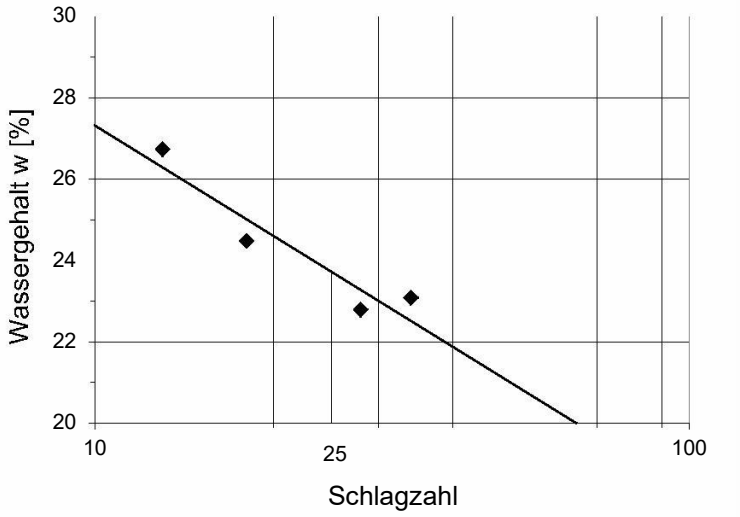
Probenbezeichnung	**RKS 18** 4,0-4,8 m	**RKS 18** 1,75-4,0 m	**RKS 19** 0,9-2,9 m
Bodenart	T, u, s, g*	T, u', s, g	G, s, u, t'
Art der Entnahme	gestört	gestört	gestört
Probenentnahme am	03.06.20	03.06.20	03.06.20
Labornummer	1111	1112	1113
Sachbearbeiter	W. Otteni	W. Otteni	W. Otteni
Datum	12.08.20	12.08.20	12.08.20
Feuchte Probe + Behälter [g]	403,14	308,08	618,76
Trockene Probe + Behälter [g]	383,54	295,54	563,36
Behälter [g]	209,46	209,72	50,85
Porenwasser [g]	19,60	12,54	55,40
Trockene Probe [g]	174,08	85,82	512,51
Wassergehalt [%]	**11,3**	**14,6**	**10,8**

Probenbezeichnung			
Bodenart			
Art der Entnahme			
Probenentnahme am			
Labornummer			
Sachbearbeiter			
Datum			
Feuchte Probe + Behälter [g]			
Trockene Probe + Behälter [g]			
Behälter [g]			
Porenwasser [g]			
Trockene Probe [g]			
Wassergehalt [%]			

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122, Teil 1

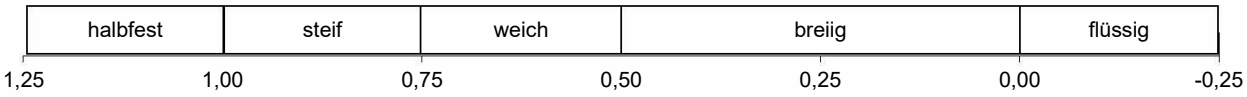
Auftraggeber: Stadt Hann.- Münden
Böttcher Straße 3, 34346 Hann.-Münden
Projekt: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA,
Straßen- und Kanalbau, Wasserleitungs- und Medienve
Baugrunderkundung

Probe:	**RKS 17**
Entnahmetiefe:	0,5-2,75 m
Bodenart:	U, t, s, g'
Probeentnahme am:	06.07.20
Labornummer:	1109
Sachbearbeiter:	W. Otteni
Datum:	14.08.20

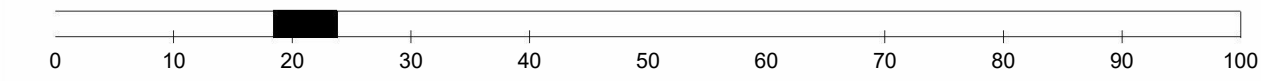


Wassergehalt (w)	**14,2%**
Anteil Überkorn (ü)	**0,0%**
Wassergehalt Überk. ($w_ü$)	**0,0%**
Korr. Wassergehalt	**14,2%**
Fließgrenze (w_l)	**23,7%**
Ausrollgrenze (w_p)	**18,5%**
Plastizitätszahl (I_p)	**5,3%**
Konsistenzzahl (I_c)	**180,8%**
Bodengruppe	**SU*/ST***

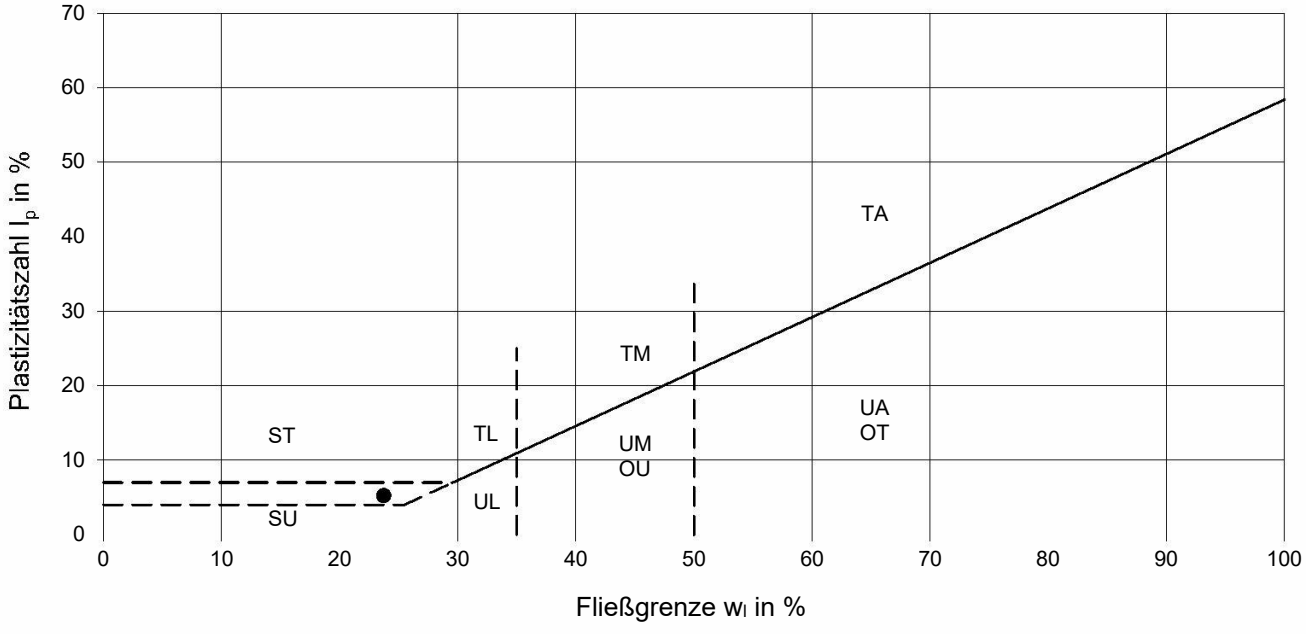
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_l bis w_p) [%]



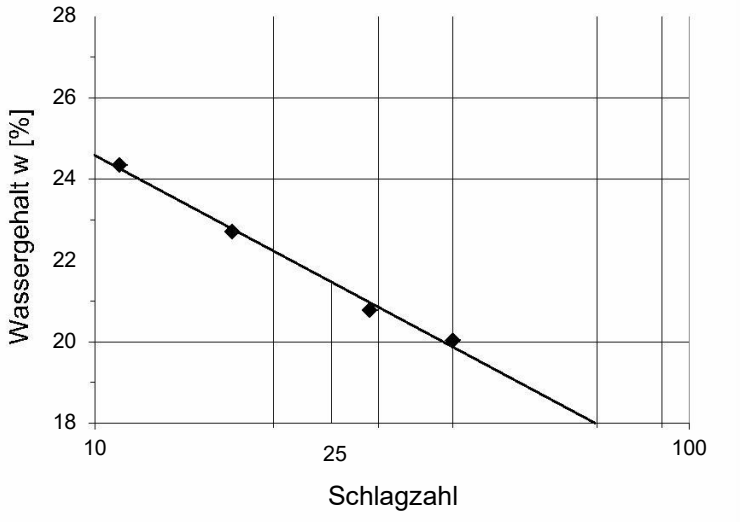
Plastizitätsdiagramm



Zustandsgrenzen nach DIN 18 122, Teil 1

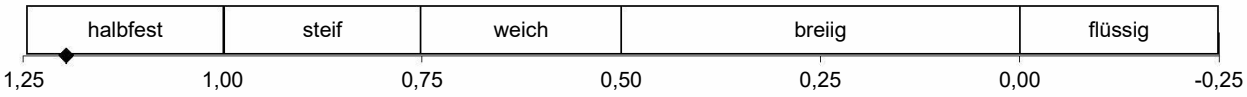
Auftraggeber: Stadt Hann.- Münden
Böttcher Straße 3, 34346 Hann.-Münden
Projekt: Philosophenweg Hann.- Münden, 2. BA,
Straßen- und Kanalbau, Wasserleitungs- und Medienve
Baugrunderkundung

Probe:	**RKS 18**
Entnahmetiefe:	1,75-4,00 m
Bodenart:	T, u', s, g
Probeentnahme am:	06.07.20
Labornummer:	1112
Sachbearbeiter:	W. Otteni
Datum:	14.08.20

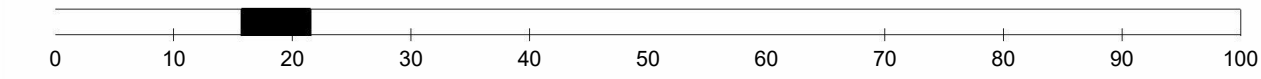


Wassergehalt (w)	**14,6%**
Anteil Überkorn (ü)	**0,0%**
Wassergehalt Überk. ($w_ü$)	**0,0%**
Korr. Wassergehalt	**14,6%**
Fließgrenze (w_l)	**21,5%**
Ausrollgrenze (w_p)	**15,7%**
Plastizitätszahl (I_p)	**5,7%**
Konsistenzzahl (I_c)	**119,6%**
Bodengruppe	**SU*/ST***

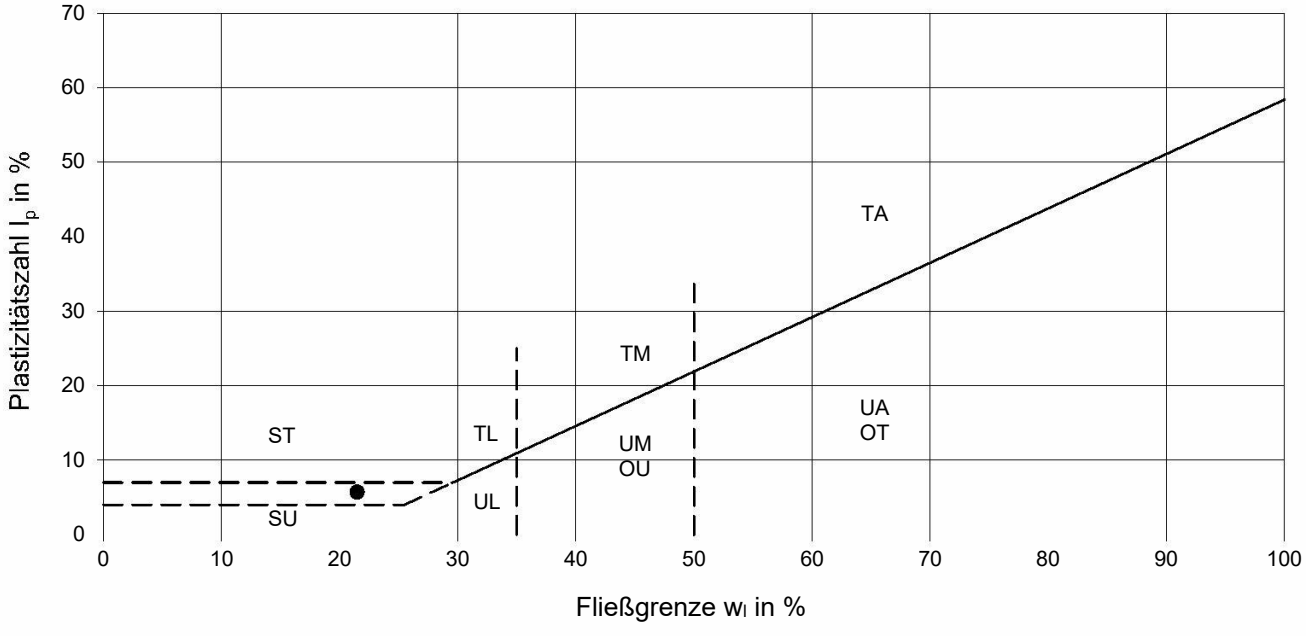
Zustandsform



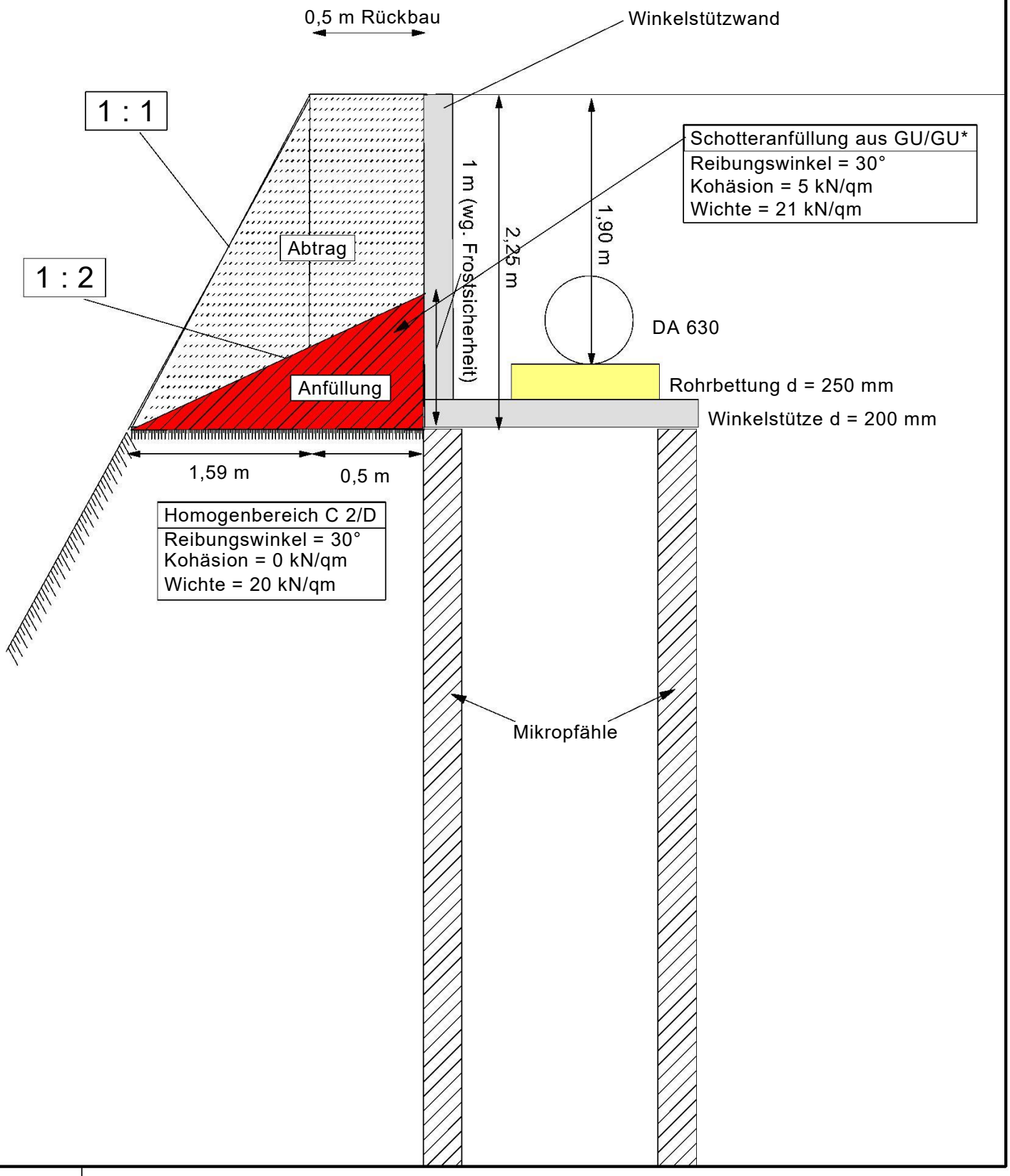
Plastizitätsbereich (w_l bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



3	Stadt Hann. Münden Hann.- Münden, Philosophenweg 2. BA	Projekt Nr. P 20040 Anlage Nr. 7.1



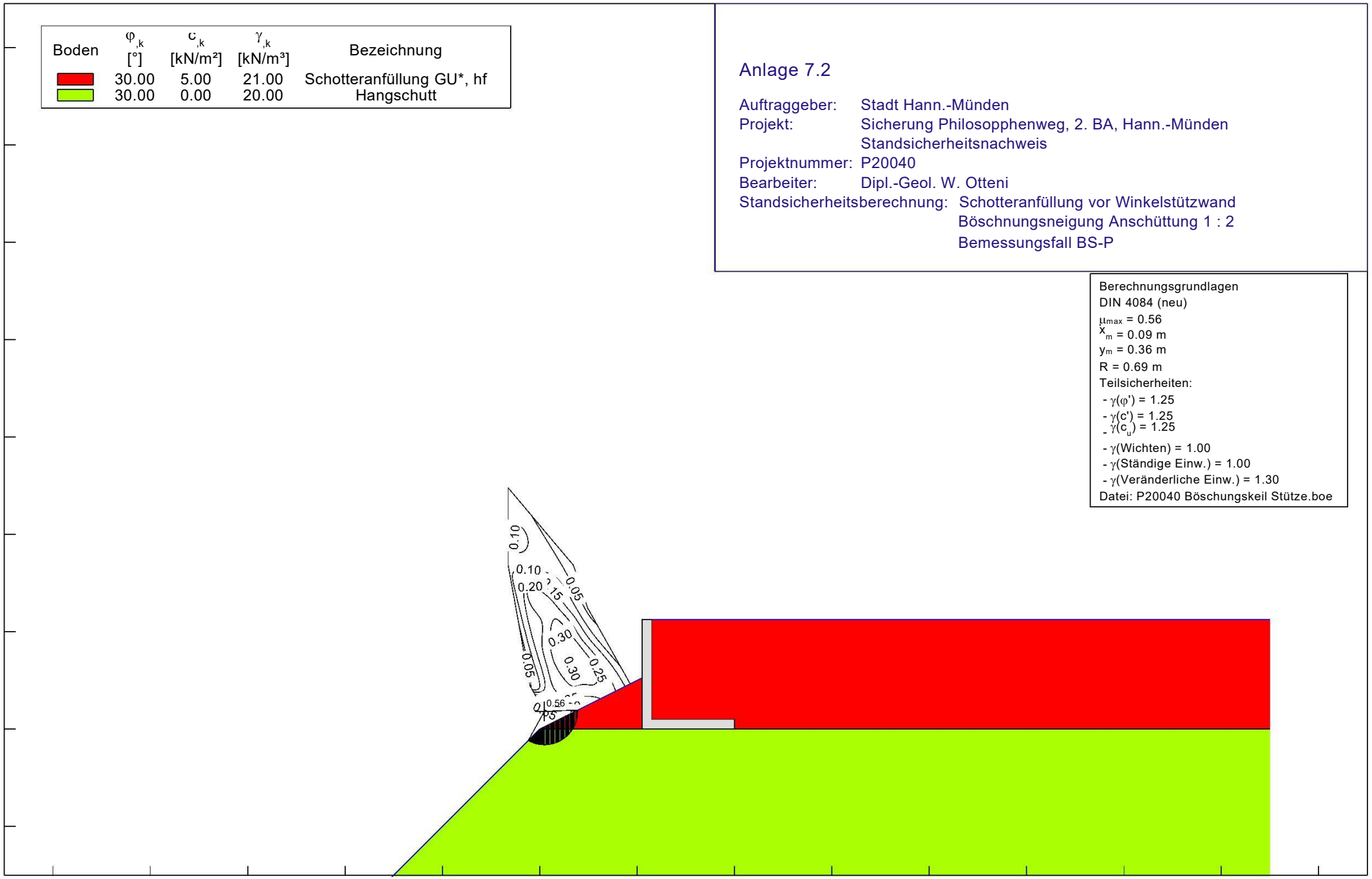
Boden	$\varphi_{,k}$ [°]	$c_{,k}$ [kN/m²]	$\gamma_{,k}$ [kN/m³]	Bezeichnung
	30.00	5.00	21.00	Schotteranfüllung GU*, hf
	30.00	0.00	20.00	Hangschutt

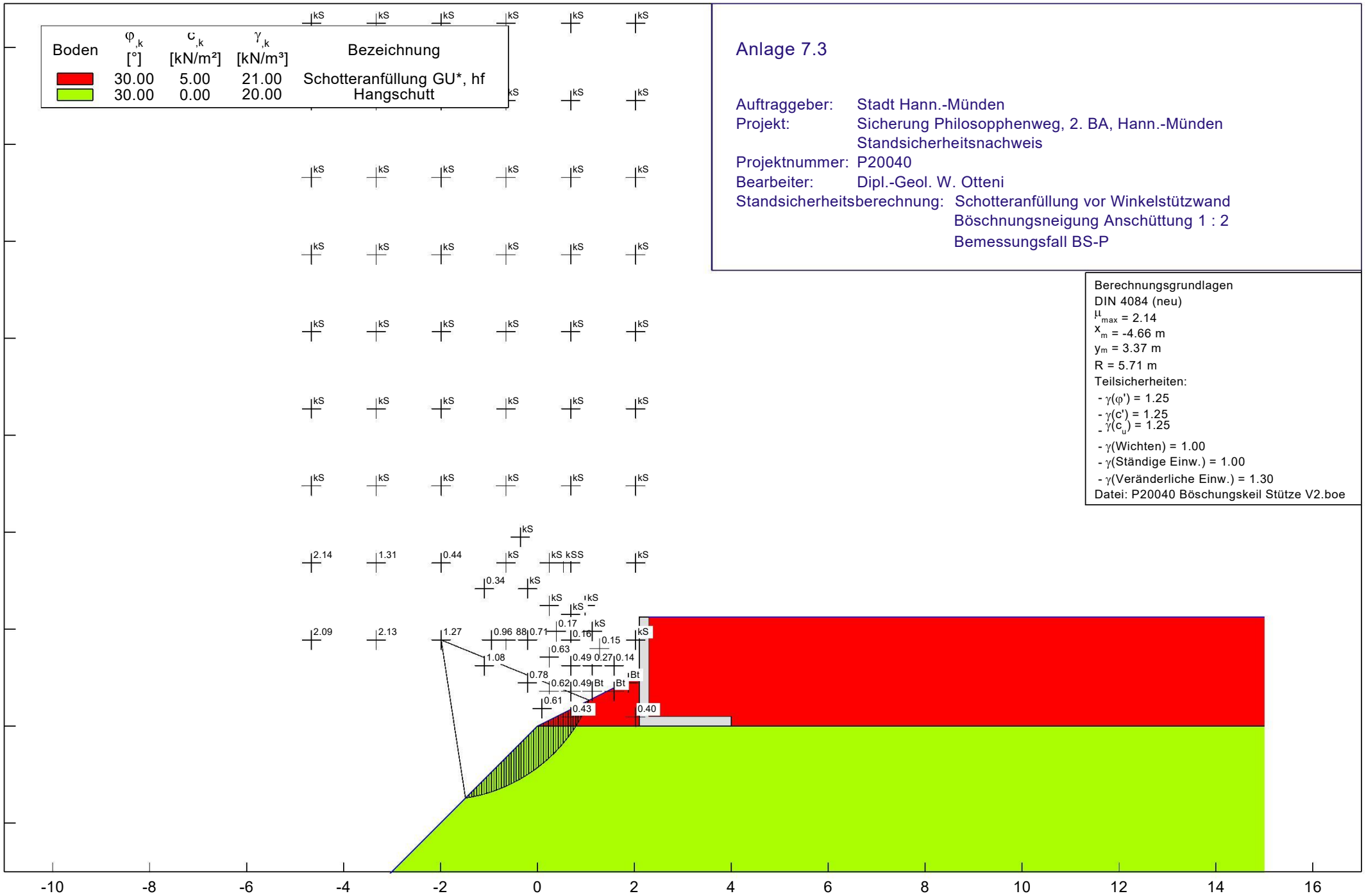
Anlage 7.2

Auftraggeber: Stadt Hann.-Münden
Projekt: Sicherung Philosopphenweg, 2. BA, Hann.-Münden
Standsicherheitsnachweis
Projektnummer: P20040
Bearbeiter: Dipl.-Geol. W. Otteni
Standsicherheitsberechnung: Schotteranfüllung vor Winkelstützwand
Böschnungsneigung Anschüttung 1 : 2
Bemessungsfall BS-P

Berechnungsgrundlagen
DIN 4084 (neu)
μ_{max} = 0.56
x_m = 0.09 m
y_m = 0.36 m
R = 0.69 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.25
- $\gamma(c')$ = 1.25
- $\gamma(c_u)$ = 1.25
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.30

Datei: P20040 Böschungskeil Stütze.boe





Anlage 7.3

Auftraggeber: Stadt Hann.-Münden
Projekt: Sicherung Philosopphenweg, 2. BA, Hann.-Münden
Standsicherheitsnachweis
Projektnummer: P20040
Bearbeiter: Dipl.-Geol. W. Otteni
Standsicherheitsberechnung: Schotteranfüllung vor Winkelstützwand
Böschnungsneigung Anschüttung 1 : 2
Bemessungsfall BS-P

Berechnungsgrundlagen
DIN 4084 (neu)
μ_{max} = 2.14
x_m = -4.66 m
y_m = 3.37 m
R = 5.71 m
Teilsicherheiten:
- $\gamma(\varphi')$ = 1.25
- $\gamma(c')$ = 1.25
- $\gamma(c_u)$ = 1.25
- γ(Wichten) = 1.00
- γ(Ständige Einw.) = 1.00
- γ(Veränderliche Einw.) = 1.30

Datei: P20040 Böschungskeil Stütze V2.boe