



**Baugebiet "Ellwangen Süd"
Teilfläche Ost**

**Geotechnischer Bericht als
Baugrundvorgutachten**

Projekt-Nr.: **285059**

Bericht-Nr.: **02a**

Erstellt im Auftrag von:
Stadtverwaltung Ellwangen
Spitalstraße 4
73479 Ellwangen

Dipl.-Ing. Sabine Starz-Farian
Dipl.-Geogr. Christine Heyder-Bühringer

2023-10-13

ÄNDERUNGSVERZEICHNIS

| Index | Datum | geänderte Kapitel | Beschreibung der Änderung | Autor |
|-------|------------|-------------------|---|-------|
| a | 13.10.2023 | Kapitel 5.1 | 14 Sondierungen mit der schweren Rammsonde | hey |
| | | Kapitel 7.10 | Ergänzung Kapitel Aushub und Wiederverwendbarkeit der Baugrundsichten | hey |

INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite |
|----------|--|
| 1 | VORBEMERKUNG.....6 |
| 2 | UNTERLAGEN7 |
| 3 | LAGE UND GEOLOGISCHER ÜBERBLICK.....8 |
| 4 | ANGABEN ZUM BAUVORHABEN.....9 |
| 4.1 | Baufeld 2.1 10 |
| 4.2 | Baufeld 2.2 11 |
| 4.3 | Baufeld 2.3 12 |
| 5 | UNTERSUCHUNGSUMFANG13 |
| 5.1 | Geländearbeiten 13 |
| 5.2 | Laboruntersuchungen 14 |
| 5.2.1 | Geomechanische Laborversuche 14 |
| 5.2.2 | Chemische Laboranalysen 14 |
| 5.2.2.1 | Betonaggressivität 14 |
| 6 | ERGEBNISSE DER BAUGRUNDERKUNDUNG.....15 |
| 6.1 | Baugrund 15 |
| 6.1.1 | Schichtenaufbau des Untergrundes 15 |
| 6.1.2 | Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen 18 |
| 6.1.3 | Charakteristische boden- und felsmechanische Kennwerte und Klassifikation 20 |
| 6.1.4 | Homogenbereiche 22 |
| 6.2 | Grundwasserverhältnisse 23 |
| 6.2.1 | Gemessene Grundwasserstände 23 |
| 6.2.2 | Grundwasserchemismus 24 |
| 7 | PLANUNGS- UND AUSFÜHRUNGSHINWEISE25 |
| 7.1 | Gründung von Gebäuden 25 |
| 7.2 | Baugruben 26 |
| 7.3 | Kanal- und Leitungsbau 26 |
| 7.4 | Bauwasserhaltung 27 |
| 7.5 | Eignung der aufgeschlossenen Bodenschichten zur Versickerung von Oberflächenwasser 27 |
| 7.6 | Befahrbarkeit der Bodenschichten 28 |
| 7.7 | Tragschichtaufbau unter Verkehrsflächen 29 |
| 7.8 | Frostempfindlichkeit der Schichteinheiten 29 |
| 7.9 | Baugrubensohlen / Schutz des Planums 30 |
| 7.10 | Aushub- und Wiederverwendbarkeit der Baugrundsichten 30 |
| 8 | SCHLUSSBEMERKUNG32 |

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

| | Seite |
|---------------|---|
| Abbildung 3.1 | Lage des Untersuchungsgebietes Teilfläche Ost, Quelle: Google Maps8 |
| Abbildung 4.1 | Baufeld 2.1 aus städtebaulichem Entwurf [U8]..... 10 |
| Abbildung 4.2 | Baufeld 2.2 aus städtebaulichem Entwurf [U8]..... 11 |
| Abbildung 4.3 | Baufeld 2.3 aus städtebaulichem Entwurf [U8]..... 12 |

TABELLENVERZEICHNIS

| | Seite |
|--------------|---|
| Tabelle 6.1 | Lage der Oberkanten sowie Mächtigkeiten der in den Kernbohrungen aufgeschlossenen Schichteinheiten 15 |
| Tabelle 6.2 | Lage der Oberkanten sowie Mächtigkeiten der in den Rammkernsondierungen mit DPH aufgeschlossenen Schichteinheiten..... 16 |
| Tabelle 6.3 | Lage der Oberkanten sowie Mächtigkeiten der in den Rammkernsondierungen mit DPH aufgeschlossenen Schichteinheiten..... 16 |
| Tabelle 6.4 | Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche 19 |
| Tabelle 6.5 | Ergebnisse der felsmechanischen Untersuchungen 19 |
| Tabelle 6.6 | Charakteristische bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen 20 |
| Tabelle 6.7 | Einstufung der angetroffenen Schichteinheiten nach DIN 18196 und ZTVE-StB 17 21 |
| Tabelle 6.8 | Bodengruppen (DIN 18196) u. Homogenbereiche (DIN 18300/18301) 22 |
| Tabelle 6.9 | In den Kernbohrungen und Rammkernsondierungen gemessene Wasserstände 23 |
| Tabelle 6.10 | Analyseergebnisse der Grundwasserprobe hinsichtlich Betonaggressivität ... 24 |
| Tabelle 7.1 | Zuordnung von Durchlässigkeitsbeiwerte k_f zu den vor Ort angesprochenen Bodenschichten 28 |

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 **Lagepläne**

Anlage 1.1 Lageplan mit Darstellung der Erkundungspunkte, M 1 : 2.000

Anlage 1.2 Auszug aus der geologischen Karte, M 1 : 15.000

Anlage 2 **Baugrundaufschlüsse**

Anlage 2.1 Aufschlussprofile Kernbohrungen KB mit Schlagzahldiagrammen DPH

Anlage 2.2 Fotodokumentation Kernbohrungen

Anlage 2.3 Aufschlussprofile Rammkernsondierungen RKS mit Schlagzahldiagrammen DPH

Anlage 2.4 Aufschlussprofile Rammkernsondierungen RKS und Ausbauzeichnungen GWM

Anlage 3 **Geomechanische Laborversuche**

Anlage 3.1 Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

Anlage 4 **Prüfbericht**

Anlage 4.1 Analysenergebnisse Wasserprobe auf Betonaggressivität

1 VORBEMERKUNG

Die Stadt Ellwangen plant die Erschließung des Baugebiets „Ellwangen-Süd“ mit einer Gesamtfläche von 30,6 ha südlich des Stadtkerns von Ellwangen im Ostalbkreis. Im Norden und Osten schließt sich das Stadtgebiet von Ellwangen an, im Süden und Westen grenzen landwirtschaftlich genutzte Flächen an. Das Gesamtareal liegt in einer nach Nordosten ansteigenden Hanglage. Die Geländehöhen liegen zwischen ca. 460 m ü. NHN bis 446m ü. NHN, woraus Neigungen von 4 % bis 6 % resultieren.

Für die Erschließungsmaßnahmen sind in den Baufeldern 1 (1.1 bis 1.4) und 2 (2.1 bis 2.3) Wohngebäude (Mehrfamilienhäuser, Einzelhäuser), Gewerbegebäude (Einzelhandel, Büro, Dienstleistungen), Verkehrsflächen (Straßen und Erschließungs- und Fußwege und Stellplätze) sowie Kanalarbeiten vorgesehen. Für die geplanten Wohngebäude werden bis zu sechs Geschosse mit Unterkellerung angenommen. Angaben zu den Erschließungsmaßnahmen liegen nicht vor. Deshalb wird für die geplanten Kanäle eine übliche Tiefenlage von rd. 4 - 6 m angenommen.

Im Bereich der Untersuchungsfläche Ost werden die Gebäude und Einrichtungen der ehemaligen Militär-Kaserne aktuell als Einrichtungen zur Erstaufnahme von Flüchtlingen in Baden-Württemberg genutzt.

Mit Auftragsschreiben vom 16.05.2023 wurde die CDM Smith Consult GmbH von der Stadtverwaltung Ellwangen u. a. mit der Baugrundvoruntersuchung für die oben genannte Gesamtfläche beauftragt. Die Ergebnisse der Baugrundvorerkundung der Teilfläche Ost (Baufelder 2.1 bis 2.3) sind im hier vorliegenden Bericht Nr. 02 enthalten. Die Ergebnisse der Baugrundvorerkundung für die Teilfläche West (Baufelder 1.1 bis 1.3) sowie die der derzeitigen Parkplatzfläche (Baufeld 1.4 und der Erschließung des Sportparks Hungerberg) sind in separaten Berichten 01 (Teilfläche West) [U13] und 03 (Sportpark Hungerberg) – derzeit noch in Bearbeitung – enthalten.

2 UNTERLAGEN

- [U1] Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Regierungspräsidium Freiburg, www.maps.lgrb-bw.de, Auszug Geologische Karte 1:50.000, abgerufen im September 2023.
- [U2] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, www.lubw.baden-wuerttemberg.de, Daten und Kartendienst der LUBW abgerufen im September 2023.
- [U3] Karte der Erdbebenzonen und Geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, M 1 : 35.000, LHS Stuttgart, bearbeitet vom geologischen Landesamt Baden-Württemberg, 1. Auflage, 2005.
- [U4] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau ZTV E-StB 17, Ausgabe 2017.
- [U5] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO 12, Ausgabe 2012.
- [U6] DIN EN 1997, Handbuch Eurocode 7 Geotechnische Bemessung: Band 1 - Allgemeine Regeln 2. Auflage, 2015; Band 2 – Erkundung und Untersuchung (2011)
- [U7] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA): Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, April 2005
- [U8] KE LBBW Immobilien Kommunalentwicklung GmbH: Stadt Ellwangen, Städtebaulicher Erneuerungsbereich „Mühlberg“ in Ellwangen, Städtebaulicher Entwurf, Stuttgart 02.02.2023, Maßstab 1:750 und 1:2 000 sowie Ausschnitt Sportzentrum Hungerberg
- [U9] TAUW: Ehem. Reinhardt-Kaserne, Ellwangen (Jagst) Technischer Bereich, Teil I: Umwelttechnische Bodenuntersuchung, 22.11.2021
- [U10] Prinz, H. Strauß, R: Ingenieurgeologie, 5. Auflage, 2011
- [U11] Regierungspräsidium Stuttgart, Kampfmittelbeseitigungsdienst: Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen/ Luftbildauswertung Ellwangen/Jagst Hohenstaufenstraße, Reinhardt-Kaserne, Flst.: 578, 792, 793 u.a., Schreiben vom 30.11.2009 inkl. Plan im Maßstab 1:7500, Aktenzeichen 62-1115.8/ AA-1785
- [U12] Landratsamt Ostalbkreis, Wasserwirtschaft: Wasserrechtliche Erlaubnis vom 09.06.2023, Zeichen IV/43-692.41 Lu
- [U13] CDM Smith Consult GmbH: Stadt Ellwangen, Baugebiet „Ellwangen Süd“ Teilfläche West, Geotechnischer Bericht als Baugrundvorgutachten, Projekt-Nr.: 285059, Bericht-Nr. 01 vom 20.07.2023

3 LAGE UND GEOLOGISCHER ÜBERBLICK

Das im Bericht gegenständliche Untersuchungsgebiet befindet sich im Bereich des ehemaligen Kasernengeländes der Reinhardt-Kaserne südlich des Stadtkerns von Ellwangen im Ostalbkreis. Im Bereich der Untersuchungsfläche befinden sich die Gebäude und Einrichtungen der ehemaligen Militär-Kaserne, die u.a. aktuell als Einrichtungen zur Erstaufnahme von Flüchtlingen in Baden-Württemberg genutzt werden.

Im Westen schließt sich die westliche Teilfläche [U13], im Norden und Osten das Stadtgebiet von Ellwangen an; im Süden grenzen die Sportanlage Hungerberg und landwirtschaftlich genutzte Flächen an das Untersuchungsgebiet an (Abbildung 3.1).



Abbildung 3.1 Lage des Untersuchungsgebietes Teilfläche Ost, Quelle: Google Maps

Das Gesamtareal liegt in einer nach Nordosten ansteigenden Hanglage. Die Geländehöhen liegen zwischen ca. 460 m ü. NHN bis 446m ü. NHN, woraus Neigungen von 4% bis 6% resultieren.

Nach den Ausführungen der Geologischen Karte von Baden-Württemberg [U1] sowie des Gutachtens der TAUW GmbH [U9] liegen unterhalb der Oberflächenbefestigungen bzw. der Mutterbodenschichten Bodenumlagerungen und künstliche Auffüllungen vor. Darunter schließen sich gewachsene Böden aus schluffigen, teilweise tonigen Sanden bzw. sandigen, teilweise tonigen Schluffen und im Liegenden anstehende Festgesteine an.

Das Erschließungsgebiet liegt im Verbreitungsgebiet der Löwenstein-Formation/ Stubensandstein im Mittleren Keuper (kmLw). Dieser weist Mächtigkeiten zwischen 10 m und 115 m auf und besteht aus einer Wechselfolge von fein- bis grobkörnigen Sandsteinen mit bunten, überwiegend roten bis rotvioletten Tonsteinhorizonten (sog. Letten), teilweise mit Dolomitausscheidungen. Die kieseligen oder karbonatisch gebundenen Sandsteine sind meist mürbe. Im Liegenden stehen die Festgesteinsschichten der Mainhardt-Formation / Obere Bunte Mergel des Mittleren Keuper (kmMh) an.

Beim Stubensandstein handelt es sich um einen Kluftgrundwasserleiter. Zusammenhängende Grundwasserführungen finden sich eher in den tiefer liegenden Schichten des Stubensandsteins. Abgesehen von Kluftzonen wird von einer geringen Grundwasserhydraulik ausgegangen. Da die Sandsteine im Vergleich zu den tonigen Mergelschichten relativ wasserdurchlässig sind, kann es zur Bildung von sog. schwebenden Grundwasserstockwerken kommen. Diese können mit Quellaustritten verbunden sein. Nach Angaben aus vorläufigen Studien im Untersuchungsgelände Teilfläche Ost wurde ein Grundwasserflurabstand zwischen 1,3 m bis 7,0 m ermittelt.

Etwa 250 m westlich fließt die Jagst mäandrierend von Süden nach Nordwesten hin ab. Diese bildet den Vorfluter zum Untersuchungsgelände.

Gemäß der Hochwasserrisikoabfrage bei der LUBW [U2] liegt der Untersuchungsbereich in keinem ausgewiesenen Überflutungsgebiet. Trinkwasserschutzgebiete sind nach [U2] von den Erschließungsmaßnahmen nicht betroffen.

4 ANGABEN ZUM BAUVORHABEN

Für die Erschließungsmaßnahmen der Teilfläche Ost sind in den Baufeldern 2.1 bis 2.3 Wohngebäude (Mehrfamilienhäuser und Einzelhäuser), Büroflächen und Verkehrsflächen (Straßen, Erschließungs- und Fußwege sowie Stellplätze) sowie Leitungs- und Kanalarbeiten vorgesehen.

Für die geplanten Mehrfamilien- und Bürohäuser werden bis zu sechs Geschosse mit Unterkellerung, für Einfamilienhäuser 2,5 Geschosse mit Unterkellerung angenommen. Angaben zu den Erschließungsmaßnahmen liegen nicht vor. Für die geplanten Kanäle wird eine übliche Tiefenlage von rd. 4-6 m angenommen. Folgende Abbildungen geben eine Übersicht aus dem Städtebaulichen Entwurf [U8] über die geplanten Baufelder 2.1 bis 2.3:

4.1 Baufeld 2.1

Das Baufeld 2.1 liegt im Nordosten des geplanten Erschließungsgebiets und grenzt im Norden an das bestehende Wohngebiet der „Karl-Stirner-Straße“ an. Im Westen schließen neben einer bestehenden Baum- und Heckenstruktur das Baufeld 1.1, im Süden das Baufeld 2.2 und im Südwesten das Baufeld 1.3 an.

Im Baufeld 2.1 sind neun Mehrfamilienhäuser mit 82 Wohneinheiten und 40 Einzelhäuser mit 52 Wohneinheiten, sowie 21 öffentliche Stellplätze geplant.

Das Baufeld 2.1 weist im Norden eine Höhenlage von rd. 460 m ü. NHN (KB 115) auf und fällt um ca. 5 m nach Süden hin auf rd. 454,83 m ü. NHN (RKS 141) ab.



Abbildung 4.1 Baufeld 2.1 aus städtebaulichem Entwurf [U8]

4.2 Baufeld 2.2

Das Baufeld 2.2 liegt im Südosten des geplanten Erschließungsgebiets. Es grenzt im Südosten an das Baufeld 1.3 der westlichen Teilfläche und im Nordosten an das Baufeld 2.3 an. Im Nordosten grenzt neben Baum- und Heckenstrukturen ein bewaldetes Gebiet an. Im Süden schließt das Sportzentrum Hungerberg an das Baufeld 2.2 an.

Im Baufeld 2.2 sind 17 Mehrfamilienhäuser mit insgesamt 148 Wohneinheiten, 52 Einzelhäuser mit 68 Wohneinheiten sowie 72 öffentliche Stellplätze geplant.

Das Baufeld 2.2 weist im Nordwesten eine Höhenlage von rd. 458 m ü. NHN (KB 140) auf und fällt um ca. 13 m nach Südosten hin auf rd. 444,90 m ü. NHN (KB 194) ab.

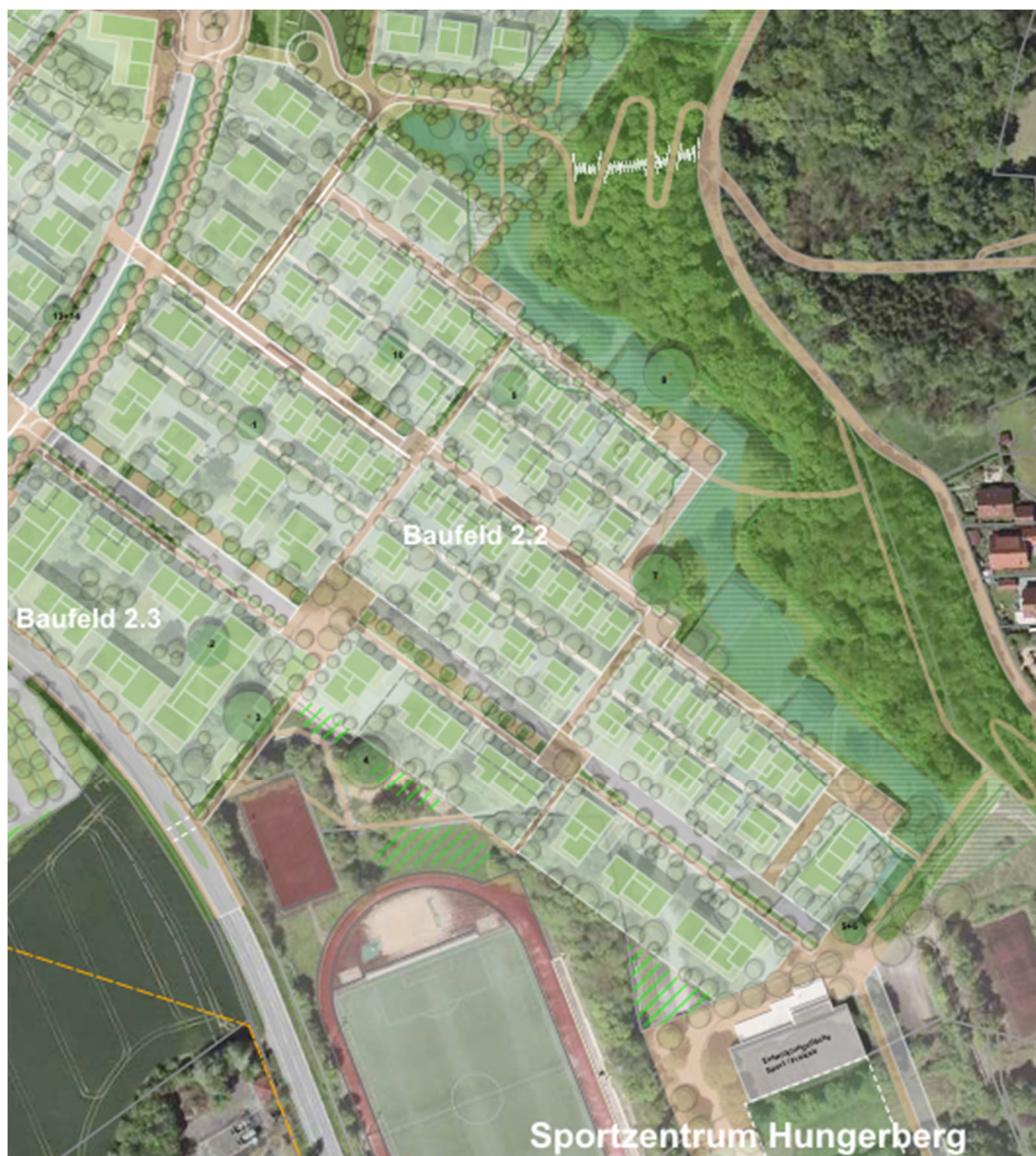


Abbildung 4.2 Baufeld 2.2 aus städtebaulichem Entwurf [U8]

4.3 Baufeld 2.3

Baufeld 2.3 ist das kleinste Baufeld mit nur sechs Gebäuden, liegt im Südosten des geplanten Erschließungsgebiets und grenzt südlich an das Baufeld 2.2 an. Im Südosten schließt das Baufeld 1.4 an den Sportpark Hungerberg an.

Im Baufeld 2.3 sind sechs Mehrfamilienhäuser mit 80 Wohneinheiten und 300 m² Bürofläche geplant.

Das Baufeld 2.3 weist im Norden eine Höhenlage von 447,48 m ü. NHN (KB 153) auf und fällt um ca. 5 m nach Süden hin auf 442,79 m ü. NHN (RKS 163) ab.



Abbildung 4.3 Baufeld 2.3 aus städtebaulichem Entwurf [U8]

5 UNTERSUCHUNGSUMFANG

5.1 Geländearbeiten

Zur geotechnischen Erkundung der Untergrundverhältnisse und zur Entnahme von Bodenproben wurden neben den Rammkernsondierungen zur umwelttechnischen Untersuchung von CDM Smith im Erkundungsbereich

- 6 Rotationskernbohrungen im Trockenbohrverfahren bis in Tiefen zwischen 4,0 m und 10,0 m unter GOK, bzw. bis ca. 8 m in die Festgesteinsschichten (KB 115, KB 140, KB 153, KB 155, KB 185, KB 194)
- 14 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde - DPH (Dynamic Probing Heavy; KB 115, KB 140, KB 153, KB 155, KB 185, KB 194, RKS 112, RKS 129, RKS 140, RKS 143, RKS 163, RKS 171, RKS 178, RKS 187) gemäß DIN EN ISO 22476-2 bis in Tiefen zwischen 1,60 m und 5,40 m unter GOK unmittelbar neben den Kernbohrungen sowie unmittelbar neben ausgewählten Rammkernsondierungen aus der umwelttechnischen Erkundung mit Tiefen zwischen 1,4 und 5,4 m unter GOK
- 5 Stahl-Rammpegel mit 2-Zoll-Durchmesser (RKS 124, RKS 129, RKS 136, RKS 140, RKS 141)

abgeteuft/ ausgebaut. Die Rammsondierungen wurden unmittelbar neben den entsprechend nummerierten Rammkernsondierungen bzw. Kernbohrungen durchgeführt.

Im Vorfeld der Aufschlussarbeiten wurde für den Untersuchungsbereich bauseits eine Kampfmittelfreigabe auf Grundlage einer vorliegenden Luftbildauswertung durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst des Regierungspräsidiums Stuttgart aus 2009 [U11] erteilt.

Die Erkundungsbohrungen wurden durch die CDM Smith Consult GmbH im Auftrag der Stadtverwaltung Ellwangen beim Landratsamt Ostalbkreis angezeigt und mit der Entscheidung vom 09.06.2023 [U12]. wasserrechtlich genehmigt.

Der Bodenaufbau wurde im Rahmen der geotechnischen Bodenansprache in Schichtenverzeichnissen gemäß DIN EN ISO 14688 (Boden) und gemäß DIN EN ISO 14689 (Fels) aufgenommen und die Schichtenfolge in Bodenprofilen in Anlehnung an DIN 4023 dargestellt und beschrieben. Die Ergebnisse der schweren Rammsondierungen (DPH) sind in Form von Schlagzahldiagrammen zusammen mit Bodenprofilen der Kernbohrungen und den maßgeblichen Rammkernsondierungen in Anlage 2.1 (KB) und Anlage 2.3 (RKS) dargestellt.

Die Ansatzpunkte der Erkundungspunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen und sind im Lageplan in Anlage 1.1 dargestellt.

Für geomechanische Laboruntersuchungen wurden aus den Kernbohrungen insgesamt 34 gestörte Locker- und Festgesteinsproben entnommen.

Aus dem offenen Bohrloch der Kernbohrung KB 194 wurde am 16.06.2023 mittels Schöpfgerät eine Wasserprobe entnommen.

5.2 Laboruntersuchungen

5.2.1 Geomechanische Laborversuche

Zur Festlegung der bodenmechanischen Kennwerte und zur Einstufung der angetroffenen Schichteinheiten wurden an ausgewählten Bodenproben aus den Lockergesteinsschichten der Teilfläche Ost durch das geotechnische Labor FeBoLab GmbH, Westheim, folgende bodenmechanische Laborversuche durchgeführt:

- 4 x Bestimmung des natürlichen Wassergehaltes gemäß DIN EN ISO 17892-1
- 3 x Bestimmung der Korngrößenverteilung gemäß DIN EN ISO 17892-4

Zur Festlegung der felsmechanischen Kennwerte und zur Einstufung der angetroffenen Schichteinheiten wurden an ausgewählten Festgesteinsproben der Teilfläche Ost durch das geotechnische Labor FeBoLab GmbH, Westheim, folgende felsmechanische Laborversuche durchgeführt:

- 5 x Punktlastversuch gemäß Empfehlung Nr. 5 des Arbeitskreises "Versuchstechnik Fels" DGGT
- 4 x Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit Nr. 1 des Arbeitskreises "Versuchstechnik Fels" DGGT
- 1 x Bestimmung der Cherchar Abrasivität gemäß Empfehlung Nr. 23 - des Arbeitskreises "Versuchstechnik Fels" DGGT

Die Ergebnisse aller durchgeführten geomechanischen Laborversuche der Teilflächen Ost und West sind in Anlage 3.1 dargestellt. Eine zusammenfassende Beschreibung der Versuche aus Teilfläche Ost ist in Kapitel 6.1.2 enthalten.

5.2.2 Chemische Laboranalysen

5.2.2.1 Betonaggressivität

Zur Bestimmung der Betonaggressivität des aufgeschlossenen Grundwassers wurde aus dem offenen Bohrloch der KB 194 eine Wasserprobe als Schöpfprobe entnommen und im chemischen Labor Synlab Umweltinstitut GmbH, Stuttgart untersucht.

6 ERGEBNISSE DER BAUGRUNDERKUNDUNG

6.1 Baugrund

6.1.1 Schichtenaufbau des Untergrundes

Bei den bis in eine max. Tiefe von 10 m u. GOK abgeteufte Rotationskernbohrungen (KB) und Rammkernsondierungen (RKS) wurden unterhalb einer Oberflächenversiegelung aus Asphalt, Beton bzw. unterhalb des anstehenden Mutter-/Oberbodens mit Grasnarbe die folgenden Baugrundsichten aufgeschlossen.

- Künstliche Auffüllungen und anthropogene Bodenumlagerungen
- Verwitterungsprodukte und Festgesteine der Löwensteinformation kmLw (Stubensandstein)

Aufgrund der Geländemorphologie ergeben sich je nach Höhenlage der Ansatzpunkte unterschiedliche Dicken der aufgeschlossenen Boden-/Festgesteinsschichten.

In der nachfolgenden Tabelle 6.1 wird eine Übersicht über die Mächtigkeit und Tiefenlage der durch die Kernbohrungen aufgeschlossenen Schichteinheiten gegeben:

Tabelle 6.1 Lage der Oberkanten sowie Mächtigkeiten der in den Kernbohrungen aufgeschlossenen Schichteinheiten

| Aufschluss | KB115 (+DPH) | KB140 (+DPH) | KB 153 (+DPH) | KB 155 (+DPH) | KB 185 (+DPH) | KB 194 (+DPH) |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Ansatzhöhe in m ü. NHN | 460,26 | 458,08 | 447,48 | 451,29 | 449,23 | 444,90 |
| Mutter-/ Oberboden | -- | 458,08 0,10 | 447,48 0,05 | 451,29 0,05 | 449,23 0,25 | 444,90 0,40 |
| Oberflächenversiegelung | 460,26 0,65 | -- | -- | -- | -- | -- |
| Künstliche Auffüllung | -- | 457,98 3,90 | 447,43 0,15 | 451,24 1,35 | -- | -- |
| Löwenstein-Formation, voll- ständig verwittert, V5 | -- | -- | -- | -- | -- | 444,50 1,90 |
| Löwenstein-Formation Sand-/Tonsteine, V3-4 | 459,61 5,35 | 454,08 5,00 | 447,28 3,80 | 449,89 4,60 | 448,98 8,75 | 442,60 7,70 |
| Erkundungstiefe in m u. GOK | 6,00 (0,70) | 9,00 (5,40) | 4,00 (1,80) | 6,00 (4,90) | 9,00 (4,20) | 10,00 (4,20) |
| Endteufe in m ü. NHN | 454,26 (458,01) | 449,08 (452,68) | 443,48 (445,68) | 445,29 (446,39) | 440,23 (445,03) | 434,90 (440,70) |

erste Ziffer Schichtoberkante unter GOK in m ü. NHN
 zweite Ziffer Mächtigkeit in m
 (..) Erkundungstiefe DPH in m bzw. m ü. NHN
 ----- Schichteinheit nicht aufgeschlossen

In den nachfolgenden Tabellen 6.2 und 6.3 wird eine Übersicht über die Mächtigkeit und Tiefenlage der durch die Rammkernsondierungen (mit DPH bzw. GWM) aufgeschlossenen Schichteinheiten gegeben:

Tabelle 6.2 Lage der Oberkanten sowie Mächtigkeiten der in den Rammkernsondierungen mit DPH aufgeschlossenen Schichteinheiten

| Aufschluss | RKS 112 (DPH) | RKS 124 (GWM) | RKS 129 (DPH+GWM) | RKS 136 (GWM) | RKS 140 (DPH+GWM) | RKS 141 (GWM) |
|--|--------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
| Ansatzhöhe in m ü. NHN | 466,50 | 460,55 | 459,47 | 455,12 | 458,08 | 454,83 |
| Oberboden | -- | | -- | 455,12 0,15 | 458,08 0,20 | 454,83 0,20 |
| Oberflächenversiegelung | -- | 460,55 0,10 | -- | | -- | |
| Künstliche Auffüllung | 466,50 0,80 | 460,45 0,70 | 459,47 1,20 | 454,97 2,05 | 457,88 1,90 | 454,63 2,10 |
| Löwenstein-Formation, vollständig verwittert, V5 | 465,70 1,20 | 459,75 3,20 | 458,27 1,70 | 452,92 1,80 | 455,98 1,90 | 452,53 1,30 |
| Löwenstein-Formation, Sand-/Tonsteine, V3-V4 | -- | -- | 456,57 1,10 | -- | -- | -- |
| Erkundungstiefe in m u.GOK | 2,00 (2,50) | 4,00 | 4,00 (4,10) | 4,00 | 4,00 (5,40) | 3,60 |
| Endteufe in m ü. NHN | 464,50 (464,00) | 456,55 | 455,47 (455,37) | 451,12 | 454,08 (452,68) | 451,23 |

erste Ziffer Schichtoberkante unter GOK in m ü. NN
 zweite Ziffer Mächtigkeit in m
 (..) Erkundungstiefe DPH in m bzw. m ü. NHN
 ---- Schichteinheit nicht aufgeschlossen

Tabelle 6.3 Lage der Oberkanten sowie Mächtigkeiten der in den Rammkernsondierungen mit DPH aufgeschlossenen Schichteinheiten

| Aufschluss | RKS 143 (DPH) | RKS 163 (DPH) | RKS 171 (DPH) | RKS 178 (DPH) | RKS 187 (DPH) |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ansatzhöhe in m ü. NHN | 464,67 | 442,79 | 450,20 | 445,44 | 453,42 |
| Oberboden | -- | 442,70 0,20 | -- | -- | 453,42 0,20 |
| Oberflächenversiegelung | -- | -- | 450,20 0,07 | -- | -- |
| Künstliche Auffüllung | 464,67 2,80 | 442,50 0,60 | 450,13 0,23 | 445,44 2,00 | 453,22 0,70 |
| Löwenstein-Formation, vollständig verwittert, V5 | -- | 441,90 0,60 | 449,90 2,30 | -- | 452,52 1,00 |

| Aufschluss | RKS 143 (DPH) | RKS 163 (DPH) | RKS 171 (DPH) | RKS 178 (DPH) | RKS 187 (DPH) |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Löwenstein-Formation, Sand-/Tonsteine, V3- V4 | 461,87 0,4 | -- | -- | -- | -- |
| Erkundungstiefe in m u.GOK | 3,20 (4,60) | 1,40 (4,80) | 1,50 (1,40) | 2,00 (1,60) | 1,90 (2,50) |
| Endteufe in m ü. NHN | 461,47 (460,07) | 441,39 (437,99) | 448,70 (448,80) | 443,44 (443,84) | 451,52 (451,02) |

erste Ziffer Schichtoberkante unter GOK in m ü. NN
zweite Ziffer Mächtigkeit in m
(..) Erkundungstiefe DPH in m bzw. m ü. NHN
----- Schichteinheit nicht aufgeschlossen

Oberboden (Mutterboden mit Grasnarbe)

In den Aufschlussbohrungen außerhalb von befestigten Flächen (KB 140, KB 153, KB 155, KB 185, KB 194, RKS 136, RKS 140, RKS 141, RKS 163 und RKS 187) wurde als oberste Schicht Mutterboden mit Grasnarbe, mit Mächtigkeiten zwischen 5 bis 40 cm, angetroffen. Dieser wurde im Feld überwiegend als Auffüllung aus dunkelbraunem, schluffig-tonigem Sand beschrieben und lag in trockenem bis schwach feuchtem Zustand vor.

Versiegelte Oberflächen

In den übrigen Untersuchungsbereichen (mit Ausnahme der RKS 112, RKS 129, RKS 143, RKS 178) wurden im Zuge der geotechnischen Erkundungsaufschlüsse oberflächliche Versiegelungen in Form flächigen Versiegelungen aus Asphalt und Beton bis 65 cm Schichtdicke angetroffen.

Künstliche Auffüllung

Im gesamten Projektgebiet der östlichen Teilfläche waren unter der Oberbodenaufgabe bzw. der Oberflächenversiegelung Auffüllungsschichten aus Schottermaterial (Kalksteinbruch/Tragschichtmaterial) oder umgelagertem Bodenmaterial (sandige, kiesige Tone und /oder Schluffe) zu verzeichnen. In den aufgefüllten Böden sind wechselnde Anteile an Fremdstoffen in Form von Ziegel-, Beton- und Asphaltresten sowie Holzresten und Styroporresten, enthalten. Die erkundeten Mächtigkeiten der künstlichen Auffüllung liegen zwischen 0,2 m (KB 153) und 3,90 m (KB 140).

Im Bereich der Auffüllungen wurden Schlagzahlen mit der schweren Rammsonde zwischen $N_{10} = 1$ und 12 Schläge pro 10 cm Eindringtiefe festgestellt, welche erfahrungsgemäß einer weichen bis halbfesten Konsistenz entsprechen. Im Bereich der kiesigen Auffüllungen unter den Verkehrsflächen waren deutlich höhere Schlagzahlen zwischen $N_{10} = 2$ und >100 zu verzeichnen, was auf eine lockere bis sehr dichte Lagerung der kiesigen Auffüllungen hinweist.

Verwitterungszone der Löwenstein-Formation

Unter den Auffüllungsschichten wurden die vollständig zu Lockergesteinsboden (Sande, zum Teil bindige Sande und Tone) verwitterten Stubensandsteine/ Tonsteine (entsprechend der Verwitterungsklasse V5 gemäß der DIN EN ISO 14689-1) der Löwenstein-Formation aufgeschlossen. Diese setzen sich aus Sanden und tonig-schluffigen Sanden, wechsellagernd mit leicht- und ausgeprägt plastischen Tonen sowie feinsandigen-tonigen Schluffen zusammen. Die Sande weisen je nach Schichtwasserführung unterschiedliche Feuchtestufen auf. Die Tone und Schluffe liegen in überwiegend steifer bis halbfester, lokal auch weicher und fester Konsistenz vor.

Die ermittelten Schlagzahlen mit der schweren Rammsonde bewegen sich im Mittel zwischen $N_{10} = 4$ und $N_{10} = 25$ Schläge pro 10 cm Eindringtiefe. Erfahrungsgemäß deuten diese Schlagzahlen in bindigen Böden auf eine steife bis halbfeste Konsistenz und in den sandigen Böden auf eine lockere bis dichte Lagerungsdichte hin. Lokal treten auch aufgeweichte bindige Zwischenlagen mit Schlagzahlen $N_{10} = 1$ und $N_{10} = 2$ Schläge pro 10 cm Eindringtiefe auf. Hier ist von einer breiig-weichen Konsistenz auszugehen.

Festgesteine der Löwenstein-Formation

Zum Teil unmittelbar unter der Oberbodenaufgabe bzw. unter den Auffüllungsschichten oder unterhalb der Verwitterungszone wurden die Festgesteine (Sand- und Tonsteine) der Löwenstein-Formation angetroffen. Hierbei handelt es sich überwiegend um mürbe Sandsteine bzw. Tonsteine, die in mäßiger bis schwach verwitterter Form (entsprechend einer Verwitterungsklasse V4-V3, untergeordnet auch V2 gemäß der DIN EN ISO 14689-1) vorliegen. Die Sandsteine sind fein- bis grobkörnig und liegen in überwiegend weißgrauer, beiger bis rotbrauner, je nach tonigen Anteilen auch in rotvioletter bzw. graugrüner, Farbe vor.

Die Tonsteine sind zum Teil stark sandig und liegen in dunkelroter bis violetter bzw. graugrüner Farbe vor. Die Tonsteine weisen in der Regel einen plattigen Bruch auf.

Die ermittelten Schlagzahlen steigen mit dem Antreffen der Festgesteinsschichten abrupt an und bewegen sich zwischen $N_{10} = 25$ und $N_{10} \geq 100$ Schläge pro 10 cm Eindringtiefe.

6.1.2 Ergebnisse der bodenmechanischen Laboruntersuchungen

Als Grundlage zur Festlegung von charakteristischen Kennwerten und zur Klassifizierung der angetroffenen Baugrundsichten wurden an ausgewählten Proben geomechanische Laborversuche durchgeführt.

Verwitterungszone der Löwenstein-Formation

Aus den Proben aus der Verwitterungszone der Löwenstein-Formation wurden vier natürliche Wassergehalte (w_n) bestimmt. An einer Probe wurde eine kombinierte Sieb-/Schlammanalyse

zur Ermittlung der Kornverteilungskurven durchgeführt. An zwei weiteren Proben wurden Siebanalysen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 6.4 zusammengestellt und detailliert in der Anlage 3.1 enthalten.

Tabelle 6.4 Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche

| Aufschluss / Entnahmetiefe [m u. GOK] | Wasser- gehalt [%] | Kornverteilung T/U/S/G [%] | Bodenart DIN 4022 | Boden- gruppe DIN 18196 |
|---|--------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| KB185 5,60-5,80 | 5,9 | 9/16/74/1 | S,u/t | SU*/ST* |
| KB194 1,40-1,60 | 5,7 | -10-/88/2 | S,u/t' | SU/ST |
| KB194 3,70-4,00 | 15,1 | -13-/84/3 | S,u/t' | SU/ST |
| KB194 7,60-7,80 | 16,4 | -- | U/T,s* | TL |

--: nicht untersucht

Festgesteine der Löwenstein-Formation

An den Festgesteinsproben der Löwenstein-Formation wurden sieben Punktlastversuche gemäß Empfehlung Nr. 5 des Arbeitskreises "Versuchstechnik Fels" DGGT durchgeführt, zwei einaxiale Druckfestigkeiten bestimmt sowie einmal die Abrasivität nach Cherchar ermittelt.

Die Ergebnisse der felsmechanischen Versuche sind in Tabelle 6.5 dargestellt.

Tabelle 6.5 Ergebnisse der felsmechanischen Untersuchungen

| Boh- rung | Entnahmetiefe [m u. GOK] | Punktlastindex $I_{S(50)}$ [MN/m ²] | Einaxiale Druckfestigkeit σ_u [MN/m ²] | Abrasivitäts- index Cerchar | Gestein |
|--------------|-----------------------------|---|--|-----------------------------------|-------------------------|
| KB115 | 2,5-2,9 | 0,225 | -- | -- | Tonstein |
| KB140 | 4,8-5,0 | 0,128 | -- | -- | Tonstein |
| KB140 | 6,5-6,8 | 0,388 | -- | -- | Tonstein |
| KB153 | 2,3-2,6 | 0,583 | -- | 0,69 (sehr niedrig) | Sandstein, u/t |
| KB155 | 4,8-5,2 | 0,448 | -- | -- | Tonstein |
| KB185 | 1,5-1,8 | -- | 0,234 | -- | Sandstein |
| KB185 | 7,6-7,8 | -- | 0,146 | -- | Tonstein/Sand- stein |
| KB194 | 2,7-2,9 | -- | 0,338 | -- | Sandstein |
| KB194 | 4,3-4,5 | -- | 0,283 | -- | Tonstein |

--: nicht untersucht

Zur Bestimmung des Verschleißpotentials wurde an einer Festgesteinsprobe (Sandstein) ein Abrasivitätsversuch durchgeführt. Die Festgesteinsprobe ist demnach als sehr niedrig abrasiv (CAI) einzustufen.

Die einaxialen Druckfestigkeiten der verwitterten Proben aus den anstehenden Festgesteinen der Löwenstein-Formation wurden von $\sigma_u = 0,146 \text{ MN/m}^2$ (Tonsteine) bis $\sigma_u = 0,338 \text{ MN/m}^2$ (Sandsteine) bestimmt.

Die ermittelten Punktlastindizes der Festgesteine liegen zwischen $I_s(50) = 0,128 \text{ MN/m}^2$ und $0,583 \text{ MN/m}^2$ in den Sand- und Tonsteinen der Löwensteinformation. Gemäß [U10] kann die einaxiale Druckfestigkeit eines Gesteins über die Abhängigkeit des gesteinspezifischen Umrechnungsfaktors zum ermittelten Punktlastindex bestimmt werden. Bei den vorliegenden Versuchen und auf der Grundlage von Erfahrungswerten kann ein Umrechnungsfaktor von 10 für Tonsteine und 20 für Sandsteine angegeben werden.

Damit lassen sich aus den im Labor ermittelten Punktlastindizes einaxiale Druckfestigkeiten zwischen $1,3 \text{ MN/m}^2$ und $5,8 \text{ MN/m}^2$ für die Tonsteine sowie bei ca. $11,5 \text{ MN/m}^2$ für die Sandsteine ableiten. Je nach Grad der Verwitterung können auch höhere Gesteinsfestigkeiten auftreten.

6.1.3 Charakteristische boden- und felsmechanische Kennwerte und Klassifikation

Gemäß DIN EN 1997-1 (Eurocode 7) ist der charakteristische Wert einer geotechnischen Kenngröße als vorsichtige Schätzung des im Grenzzustand wirkenden Wertes festzulegen. Unter Berücksichtigung dieser Definition lassen sich auf Basis der Untersuchungen und vorhandener Erfahrungen mit den im Projektgebiet anstehenden Schichteinheiten die in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellten charakteristischen Boden- und Felskennwerte angeben. Lokale Abweichungen sind möglich.

Tabelle 6.6 Charakteristische bodenmechanische Kennwerte für erdstatische Berechnungen

| Schichteinheit | Wichte γ_k [kN/m ³] | Wichte γ'_k unter Auftrieb [kN/m ³] | Reibungswinkel ϕ'_k [°] | Kohäsion c'_k [kN/m ²] | Steifemodul E_s *) [MN/m ²] | Einaxiale Druckfestigkeit σ_u [MN/m ²] |
|-------------------------------|--|--|------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| Künstliche Auffüllungen | | | | | | |
| - Schotter/ Sand | 20-22 | 10-12 | 25-30 | 0-5 | --- | --- |
| - umgelagerter bindiger Boden | 18-21 | 8-11 | 20-25 | 15-30 | | |

| Schichteinheit | Wichte γ_k [kN/m ³] | Wichte γ'_k unter Auftrieb [kN/m ³] | Reibungswinkel ϕ'_k [°] | Kohäsion c'_k [kN/m ²] | Steifemodul E_s *) [MN/m ²] | Einaxiale Druckfestigkeit σ_u [MN/m ²] |
|--|--|--|------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| Verwitterungszone Löwenstein-Formation (V5) ST* / SU* TL / TA | 19-21 18-20 | 9-12 8-11 | 25-30 20-25 | 0-15 5-20 | 10-50 2-20 | --- |
| Festgesteine Löwenstein-Formation (V3-V4) Sandstein Tonstein | 21-25 13-23 | 11-14 | 27-35 25-30 | 0-50 0-50 | 50-100 60-80 | 1-50 0,1-5 |

*) Ermittlung für den Lastbereich 100 bis 400 kN/m²

In den statischen Berechnungen sind die genannten Kennwerte in der gesamten Bandbreite zu berücksichtigen. Es wird empfohlen, die den statischen Berechnungen zugrunde zu legenden boden- und felsmechanischen Kennwerte sowie das Berechnungsmodell im Einzelfall mit einem geotechnischen Sachverständigen abzustimmen.

Grundbruchnachweise sind mit den unteren charakteristischen Werten durchzuführen. Setzungsberechnungen sollten, um einen Überblick über die Schwankungsbreite der wahrscheinlichen Setzungen und mögliche Setzungsunterschiede zu erhalten, grundsätzlich mit beiden Grenzwerten durchgeführt werden.

In Tabelle 6.7 sind die aufgeschlossenen Schichteinheiten nach den Bodengruppen gemäß DIN 18196 und ZTVE-StB 17 klassifiziert.

Tabelle 6.7 Einstufung der angetroffenen Schichteinheiten nach DIN 18196 und ZTVE-StB 17

| Schichteinheit | Bodengruppe nach DIN 18196 | Frostempfindlichkeitsklasse nach ZTVE-StB 17 ¹⁾ | Verdichtbarkeit ²⁾ |
|--|---|--|-------------------------------|
| Künstliche Auffüllungen - Schotter/ Sand - umgelagerter bindiger Boden | [GU/GT], [SU/ST], [GU*/GT*], [SU*/ST*] [TA/TM/TL] | (F1), F2 F2, F3 | V1 V2-V3 |
| Verwitterungszone Löwenstein-Formation (V5) | ST* / SU*, ST / SU, TL | F3 (F2) | V1-(V3) |
| Festgesteine Löwenstein-Formation (V3-V4) | Sandstein, Tonstein | F1, (F2) | -- |

1) nach ZTV E-StB 17 (F1 nicht frostempfindlich, F2 gering bis mittel frostempfindlich, F3 sehr frostempfindlich)

2) nach ZTV A-StB 97 (V1 = verdichtbar, V2 = eingeschränkt verdichtbar, V3 = schwer verdichtbar)

(..) untergeordnet

Nach DIN EN 1998-1/NA und der Erdbebenzonenkarte von Baden-Württemberg [U3] liegt das Projektgebiet außerhalb von Erdbebenzonen und wird entsprechend in keine Untergrundklasse eingestuft.

6.1.4 Homogenbereiche

Nach der aktuell gültigen VOB/C ist der anstehende Baugrund für die zum Einsatz kommenden Gewerke in Homogenbereiche zu untergliedern. Der Begriff Homogenbereich ist dabei definiert als begrenzter Bereich, bestehend aus einzelnen oder mehreren Boden- und Felsschichten, der für die einsetzbaren Bauverfahren und Gewerke vergleichbare Eigenschaften aufweist.

Die Untergliederung des anstehenden Baugrunds erfolgt daher für die voraussichtlich anfallenden Bauverfahren nach DIN 18300 (Erdarbeiten). Hierzu werden in folgender Tabelle die Baugrundsichten nach stratigraphischen Einheiten beschrieben und bezeichnet und für diese die ermittelten oder abgeschätzten Bandbreiten der geotechnischen Kennwerte für eine Beurteilung der bautechnischen Eigenschaften angegeben. Die Homogenbereiche und angegebenen Eigenschaften beschreiben den Zustand des Baugrunds vor dem Lösen.

Tabelle 6.8 Bodengruppen (DIN 18196) u. Homogenbereiche (DIN 18300/18301)

| Parameter | Einheit | Schicht 1: Auffüllungen | Schicht 2: Verwitterungs- zone Löwenstein- Formation | Schicht 3: Festgesteine Löwenstein-For- mation |
|--|----------------------|--|---|---|
| Bodengruppe | [-] | [GU/GT], [SU/ST], [GU*/GT*], [SU*/ST*] [TA/TM/TL] | SU*/ST*, SU/ST, TL | GX |
| ortsübliche Bezeichnung | [-] | Schotter/Trag- schicht, bindige Auffüllung | Verwitterungszone (Lockergesteine) | Sandstein, Tonstein |
| Homogenbereich | [-] | A | B | X |
| Korngrößenverteilung: * Ton/Schluff Sand Kies | [%] | - | 10-25 74-88 1-3 | - |
| Massenanteil: Steine, Blöcke, große Blöcke | [%] | <20 | <50 | >50 |
| Dichte | [g/cm ³] | 1,8-2,2 | 1,8-2,1 | 1,3-2,0 |
| Kohäsion | [kN/m ²] | 0-30 | 0-20 | 0-50 |
| undrainede Scherfestig- keit | [kN/m ²] | 5-10 | 5-30 | - |
| Wassergehalt * | [%] | - | 5,7-16,4 | - |

| Parameter | Einheit | Schicht 1: Auffüllungen | Schicht 2: Verwitterungs- zone Löwenstein- Formation | Schicht 3: Festgesteine Löwenstein-For- mation |
|--------------------|---------|----------------------------|---|---|
| Konsistenzzahl | [-] | - | - | - |
| Plastizitätszahl | [-] | - | - | - |
| Lagerungsdichte | [-] | - | - | - |
| Organischer Anteil | [%] | 0-10% | <5% | - |
| Verwitterungsgrad | [-] | - | - | stark verwittert bis zersetzt |
| Klüftigkeit | [-] | - | - | - |
| Abrasivität | | - | - | sehr schwach abrasiv |

* auf Grundlage der geomechanischen Laborergebnisse
 () untergeordnet
 (-) keine Angabe, nicht untersucht
 A = Auffüllung, B = Boden, X = Festgestein

Die Angaben wurden anhand punktueller Aufschlüsse im Zuge der geotechnischen Erkundung erhoben. Abweichungen bei der Bauausführung sind möglich.

6.2 Grundwasserverhältnisse

6.2.1 Gemessene Grundwasserstände

Im Zuge der durchgeführten Baugrunderkundung wurden lokal Wasserzutritte festgestellt.

Tabelle 6.9 In den Kernbohrungen und Rammkernsondierungen gemessene Wasserstände

| Aufschluss- bohrung | Datum der Messung | Wasserstand in m u. GOK | Wasser- stand in m ü. NHN | Bemerkung |
|------------------------|----------------------|----------------------------|---------------------------------|---|
| KB 115 | 15.06.2023 | 4,80 | 455,46 | gefallen auf 5,80 m u. GOK bzw. 454,46 m ü. NHN (15.06.2023) |
| KB 185 | 16.06.2023 | 7,00 | 442,23 | Anstieg auf 6,20 m u. GOK bzw. 443,03 m ü. NHN (16.06.2023) |
| KB 194 | 16.06.2023 | 4,00 | 440,90 | Anstieg auf 2,35 m u. GOK bzw. 442,55 m ü. NHN (16.06.2023) |
| RKS 124 | 06.07.2023 | 2,59 | 460,55 | - |
| RKS 129 | 28.06.2023 | 3,05 | 459,47 | - |
| RKS 136 | 29.06.2023 | 2,80 | 452,32 | - |
| RKS 140 | 29.06.2023 | 2,74 | 458,08 | - |

| Aufschluss-bohrung | Datum der Messung | Wasserstand in m u. GOK | Wasserstand in m ü. NHN | Bemerkung |
|--------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|
| RKS 141 | 03.07.2023 | 2,90 | 454,83 | - |
| RKS 143 | 28.06.2023 | 1,30 | 464,67 | - |

Wir weisen darauf hin, dass anhand der vorliegenden Datengrundlage keine abschließende Bewertung der Grundwassersituation im Untersuchungsbereich möglich ist. Insbesondere jahreszeitliche Schwankungen lassen sich mit den in Tabelle 6.9 vor Ort durchgeführten Stichtagmessungen nicht erfassen.

Für weitere hydrogeologische Angaben insbesondere zur Angabe des Bemessungswassertandes für Bau- und Endzustände im Bereich der Teilfläche Ost sind an den errichteten Rammpegeln (RKS124, RKS129, RKS136, RKS140, RKS 141 und RKS143) die Wasserstände im Jahresfortgang regelmäßig zu erfassen und ggf. Kurzpumpversuche zur Ermittlung des Wasserandrangs durchzuführen.

6.2.2 Grundwasserchemismus

Die aus dem Bohrloch der KB 194 entnommene Wasserprobe wurde entsprechend DIN 4030-1/2 auf die für Betonangriff relevanten Parameter analysiert und beurteilt. In Tabelle 6.10 sind die Analyseergebnisse sowie Grenzwerte für die niedrigste Expositionsklasse XA1 aufgeführt.

Tabelle 6.10 Analyseergebnisse der Grundwasserprobe hinsichtlich Betonaggressivität

| Parameter | KB 194-WP | Grenzwerte für XA1 nach DIN 4030-1 |
|-------------------------------------|-----------|------------------------------------|
| pH-Wert | 7,0 | 6,5 bis 5,5 |
| Magnesium [mg/l] | 30,5 | 300 bis 1000 |
| Ammonium [mg/l] | 0,035 | 15 bis 30 |
| Sulfat [mg/l] | 51,9 | 200 bis 600 |
| CO ₂ (kalklösend) [mg/l] | <1 | 15 bis 40 |

Anhand der Analyseergebnisse wird das Grundwasser als nicht betonangreifend eingestuft. Der Laborprüfbericht ist in Anlage 4.1 beigelegt.

7 PLANUNGS- UND AUSFÜHRUNGSHINWEISE

7.1 Gründung von Gebäuden

Detaillierte Informationen zur geplanten Bebauung im Untersuchungsgebiet liegen noch nicht vor. Zum jetzigen Zeitpunkt gehen wir davon aus, dass vorrangig Wohnbebauung in Form von Ein- und Mehrfamilienhäusern mit geringen bis mittleren Gründungslasten entstehen sollen.

Die nachfolgend aufgeführten Hinweise zur Gründung dienen nur als Orientierung und ersetzen keine bauwerksspezifische Baugrunderkundung nach Eurocode 7 [U6] mit Ausarbeitung von Gründungsmöglichkeiten für konkrete Bauwerke (Gründungsgutachten).

Gründung in der Auffüllung:

Die angetroffenen künstlichen Auffüllungen sind aufgrund der inhomogenen Zusammensetzungen, der schwankenden Schichtmächtigkeiten sowie der unterschiedlichen Konsistenz bzw. Lagerungsdichte und somit stark unterschiedlichen Kompressibilität zur Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet.

Gründung in der Verwitterungszone der Löwenstein-Formation:

Insbesondere bei nicht unterkellerten Gebäuden sind die Gründungssohlen im Bereich der angetroffenen überwiegend sandigen, lokal auch tonigen Bodenschichten der Löwenstein-Formation zu erwarten. Diese treten im Teilbereich Ost vorwiegend mit geringen Mächtigkeiten auf. Bei meist mittlerer Lagerungsdichte sind diese Bodenschichten zur Abtragung von kleinen bis mittleren Lasten geeignet. Locker gelagerte Sand sind zunächst ausreichend zu verdichten.

Organische Überlagerungen der Verwitterungszone, wie bei RKS140 angetroffen, sind zur Abtragung von Bauwerkslasten nicht geeignet und im Gründungsbereich vollständig auszukoffern.

Gründung in den Ton-/ Sandsteinen (Löwenstein-Formation):

Im Liegenden stehen die stark verwitterten bis mäßig verwitterten Bereiche der Festgesteinschichten der Löwenstein-Formation (Wechselagerung Sand- und Tonsteine) an, welche insbesondere bei tieferliegenden Gründungssohlen (Unterkellerung) von Bedeutung sind.

Die Gesteine der wechsellagernden Schichten der erkundeten Löwenstein-Formation weisen ausreichende bis gute Tragfähigkeitseigenschaften auf. Die Tonsteine zählen zu den veränderlich festen Gesteinen. Dies bedeutet, dass sich deren Festigkeitseigenschaften durch Witterungseinflüsse (insbesondere bei Zutritt von Wasser) verändern/verringern können.

7.2 Baugruben

Bei ausreichenden Platzverhältnissen können Baugruben und Gräben mit Böschungen ausgeführt werden.

Bei der Herstellung von Baugruben und Gräben sind die Hinweise der DIN 4124 zu beachten. Bei Anlage freier Böschungen mit Böschungshöhen < 5 m und Einhaltung der in DIN 4124 genannten Kriterien und Hinweise können im Bauzustand die folgenden Böschungsneigungen ausgeführt werden:

Künstliche Auffüllungen

| | |
|--|-----------------------|
| nichtbindige und bindige Bereiche mit weicher Konsistenz | $\beta \leq 45^\circ$ |
| bindig, mindestens steife Konsistenz | $\beta \leq 60^\circ$ |

Verwitterungszone Löwenstein-Formation (V5)

| | |
|------------------------|-----------------------|
| nicht bindige Bereiche | $\beta \leq 45^\circ$ |
|------------------------|-----------------------|

Festgesteine der Löwenstein-Formation (V4 – V2)

$$\beta \leq 80^{\circ 1)}$$

¹⁾ Böschungsneigung ist dem Verwitterungsgrad sowie dem Schicht- und Kluftgefüge des Gebirges anzupassen

Bei Böschungen mit Höhen > 5 m ist im Zuge der Planung die Böschungsstandsicherheit gemäß DIN EN 1997-1, DIN 1054 bzw. DIN 4084 rechnerisch nachzuweisen. Für unverbaute Gräben oder Baugruben darf gemäß DIN 4124 eine maximale Tiefe von 1,25 m (vertikale Wände) bzw. 1,75 m (vertikal und Kopfböschungen) nicht überschritten werden.

Baugrubensohlen und -böschungen sind vor Witterungseinflüssen, insbesondere vor Niederschlägen z. B. mittels Folien zu schützen. Die weiteren Hinweise der DIN 4124 (z.B. unbelastete Böschungskronen) sind zu beachten.

Werden aufgrund beengter Platzverhältnisse Verbauten erforderlich, sind diese zu bemessen und deren Standsicherheit gemäß nach DIN EN 1997-1, DIN 1054 bzw. den Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ (EAB) nachzuweisen.

In den Baugruben anfallendes Tag- und Schichtwasser kann mit offenen Wasserhaltungsmaßnahmen (Pumpensümpfe, Drainagen) gefasst und abgeleitet werden, vgl. Abschnitt 7.4.

7.3 Kanal- und Leitungsbau

Ausgehend von einer Kanaltiefe von rd. 4,0 m bis 6,0 m unter Gelände, werden die Kanalsohlen überwiegend in der Festgesteinszone der Löwenstein-Formation liegen. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Erkundungsergebnisse weisen diese Baugrundsichten insbesondere im verwitterten bis zersetzten, aufgeweichten Tonstein nicht immer eine ausreichende Tragfähigkeit

zur Auflagerung von Kanälen auf. Daher sind in Bereichen mit geringen Tragfähigkeiten Boden-austauschmaßnahmen als Rohraufleger vorzusehen. Auffüllungsschichten sind im Gründungsbereich der Kanalbauwerke komplett auszutauschen.

In den weniger verwitterten Sandsteinen der Löwenstein-Formation kann bei Aushubmaßnahmen der Einsatz von schwerem Gerät ggf. mit Meißelarbeit erforderlich werden.

Für die Herstellung von Kanal- und Leitungsgräben sind die Hinweise und Vorgaben aus Abschnitt 7.2 zu berücksichtigen.

7.4 Bauwasserhaltung

Bereichsweise wurde in den Aufschlussbohrungen zwischen 1,30 m unter GOK (RKS 143) und 7,0 m unter GOK (KB 185) Wasser angetroffen. Hierbei war im Zuge der Bohrarbeiten ein maximaler Anstieg auf 2,35 m unter GOK (KB 194) zu verzeichnen. Ein durchgängiges Grundwasserstockwerk lag wie erwartet (vgl. Ausführungen in [U9]) nicht vor.

Eine regelmäßige Überwachung mit Messung der Wasserstände der errichteten Rammpegel und ggf. die Durchführung von Kurzpumpversuchen zur Dimensionierung von Wasserhaltungsmaßnahmen wird dringend empfohlen.

In Bereichen ohne Wasserzutritte ist zur Ableitung von niederschlagsabhängig zufließendem Oberflächenwasser in Kanalgräben und Baugruben eine offene Wasserhaltung vorzuhalten.

Sowohl die Entnahme als auch die Versickerung von Grundwasser erfordern eine wasserrechtliche Genehmigung.

7.5 Eignung der aufgeschlossenen Bodenschichten zur Versickerung von Oberflächenwasser

Auf Grundlage der durchgeführten Baugrunduntersuchungen wird der oberflächennah anstehende Baugrund im Folgenden hinsichtlich der Versickerung von Oberflächenwasser bewertet.

Anhand der Vor-Ort-Ansprache des Baugrundes sowie auf Grundlage der durchgeführten bodenmechanischen Laborversuche (kombinierte Sieb-/Schlämmanalyse, Siebung) lässt sich eine Voreinschätzung der Durchlässigkeitsbeiwerte k_f gemäß [U7] treffen.

Für die Auffüllungsschichten können auf Grund der inhomogenen Zusammensetzung und Lagerung keine Angaben zur Versickerung gegeben werden.

In Tabelle 7.1 wird der rechnerisch auf Grundlage der Kornverteilungskurve ermittelte Durchlässigkeitsbeiwertes k_f angegeben:

Tabelle 7.1 Zuordnung von Durchlässigkeitsbeiwerte k_f zu den vor Ort angesprochenen Bodenschichten

| Probe | Entnahmetiefe [m u. GOK] | Durchlässigkeitsbeiwerte k_f [m/s] | Durchlässigkeit gemäß [U7] |
|--------|--------------------------|---|------------------------------------|
| KB 185 | 5,60 – 5,80 | $4,06 \times 10^{-8}$ (Beyer) $1,11 \times 10^{-6}$ (Bialas) | Sehr gering bis gering durchlässig |
| KB 194 | 1,40 – 1,60 | $1,28 \times 10^{-4}$ (Bialas) | durchlässig |
| KB 194 | 3,70 – 4,00 | $1,31 \times 10^{-4}$ (Bialas) | durchlässig |

Entsprechend DWA Arbeitsblatt A138 [U7] liegt der versickerungstechnisch relevante Durchlässigkeitsbereich zwischen k_f von 1×10^{-4} bis 1×10^{-8} . Anhand der abgeleiteten Durchlässigkeitsbeiwerte sind die oberflächennah anstehenden, sandigen Schichten zur Versickerung im Sinne des DWA Arbeitsblattes 138 geeignet. Lokal oberflächennah anstehende tonige und gemischtkörnige Böden und Festgesteinsschichten weisen in der Regel geringere Durchlässigkeiten auf und sind nicht zur Versickerung geeignet.

Bei den angegebenen Durchlässigkeitsbeiwerten ist zu beachten, dass diese sich rein aus dem bindigen Anteil der Bodenprobe zur Bestimmung der Kornverteilungsgrößen ableiten und die tatsächliche Zusammensetzung mit grobkörnigen Bestandteilen nur bedingt wiedergeben.

Zur Bestimmung von verlässlichen Durchlässigkeitsbeiwerten sind weitere Feld- und / oder Laborversuche durchzuführen.

7.6 Befahrbarkeit der Bodenschichten

Die bereichsweise oberflächennah anstehenden, bindigen Auffüllungen sowie die überwiegend schluffigen-tonigen Sande der Verwitterungszone sind aufgrund ihres bindigen Charakters als wasserempfindlich einzustufen und können bei dynamischer Beanspruchung infolge von Baufahrzeugen in Verbindung mit auftretenden Niederschlägen zum Aufweichen neigen. Auf die Frostempfindlichkeit der anstehenden Bodenschichten wird hingewiesen.

Für sämtliche Erdarbeiten gelten die aktuell gültigen Richtlinien des Erdbaus (u. a. Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, ZTVE-StB 17/Fassung 2017).

7.7 Tragschichtaufbau unter Verkehrsflächen

In Bereichen geplanter Verkehrsflächen ist auf dem Planum ein Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$, bei einem Verhältniswert $E_{v2}/E_{v2} \leq 2,3$ mittels statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18 134 nachzuweisen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunduntersuchungen ist zu erwarten, dass in den oberflächennah anstehenden Auffüllungen bzw. den lokal anstehenden tonigen-schluffigen Böden sowie bindigen Sanden der erforderliche Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ knapp oder erst nach einem Bodenaustausch durch tragfähiges Material (z.B. Schottergemisch mit geringem Feinanteil) bis in eine Tiefe von ca. 0,5 bis 1 m unter Planum erreicht werden wird.

Steht im Planumsbereich bereits das verwitterte Festgestein (KB 115, KB 140, KB 153 und KB 185) an, kann vrsl. auf einen Bodenaustausch verzichtet werden.

Bei Sanden mit einem Feinkornanteil $< 10\%$ kann nach ausreichendem Verdichten der Planumflächen ebenfalls das erforderliche Verformungsmodul erreicht werden.

Von bodenverbessernden Maßnahmen mit Bindemittelzugabe im Bereich der bindigen Auffüllungsschichten wird auf Grund der zu erwartenden Inhomogenitäten in den angetroffenen Auffüllungsschichten aus geotechnischer Sicht abgeraten.

Der Tragschichtaufbau ist gemäß verkehrstechnischen Anforderungen und aktueller RStO 12 auszuführen.

7.8 Frostempfindlichkeit der Schichteinheiten

Zur Bewertung der Frosteinwirkung auf Bauwerke und Verkehrswege werden in RStO-12 verschiedene Frosteinwirkungszonen definiert. Das Projektgebiet ist danach der Frosteinwirkungszone II zuzuordnen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung sind die im Bereich des potentiellen Planums anstehenden Böden/Lockergesteine überwiegend als gering bis mittel frostempfindlich sowie sehr frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2 bis F3 nach ZTV E-StB) zu klassifizieren.

Nach den Richtlinien der RStO 12 ist als Ausgangswert für die Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus für sehr frostempfindliche Böden (Frostempfindlichkeitsklasse F3) und einer max. angenommenen Belastungsklasse Bk 1,0 – Bk 3,2 (Quartierstraßen) eine Dicke von 65 cm anzusetzen. Die Gesamtdicke des frostsicheren Oberbaus ergibt sich anhand der unterschiedlichen, sich aus dem Verlauf der Trasse ergebenden Randbedingungen.

Eine tabellarische Zuordnung der Frostempfindlichkeit zu den einzelnen Schichteinheiten kann der Tabelle 5.7 (Kapitel 5.3) entnommen werden.

7.9 Baugrubensohlen / Schutz des Planums

Die Aushubsohle ist grundsätzlich nachzuverdichten. Beim Antreffen von durchnässten, weichen Bodenschichten und nicht entwässerbaren, verschlammten Lagen sind diese auszukoffern und durch geeignetes Bodenaustauschmaterial (z.B. Brechkorngemisch 0/56, Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100\%$) oder verstärkten Unterbeton zu ersetzen.

Im Untersuchungsgebiet sind oberflächennah lokal frostempfindliche, feinkörnige Böden vorhanden, für welche besondere Grundsätze zu beachten sind:

- Die Eigenschaften des Baugrunds dürfen durch die Arbeitsvorgänge und eingesetzten Geräte nicht nachteilig verändert werden.
- Zur Vermeidung von Auflockerungen im Aushubhorizont wird für den Aushub der Einsatz eines Grabenlöffels mit glatter Schneide empfohlen. Bei einer durch die Aushubarbeiten verursachten Gefügestörung in Höhe des Planums, ist eine Erhöhung der Schichtdicke der Stabilisierungsschicht erforderlich.
- Aufgrund der Aufweichungsgefährdung der anstehenden feinkörnigen Lockergesteine dürfen keine Erdarbeiten bei starken Regenfällen ausgeführt werden bzw. diese sind einzustellen.
- Ggf. sind Maßnahmen zum Schutz des Planums (z.B. Abdecken mit grobkörnigen Böden, Folien) erforderlich.
- Sofern das Planum in feinkörnigen Böden liegt, darf es nicht befahren werden.
- Die Erdarbeiten sind rückschreitend auszuführen. Zwischen Arbeitsebene und Planum ist ein Mindestüberdeckungsmaß von 0,5 m einzuhalten und erst unmittelbar vor dem Einbringen der Frostschutzschicht abzuräumen.
- Innerhalb bzw. auf den im Trassenbereich anstehenden feinkörnigen Lockergesteinen ist grundsätzlich mit dem Auftreten von Stau- und Schichtwasser zu rechnen.
- Für Arbeiten bei und nach Frostwetter sind die Angaben der ZTV E-StB 17 zu beachten. Gefrorener Boden darf nicht überschüttet werden.
- Beim Einsatz ungebundener Trag- und Frostschutzschichten ist eine ausreichende Filterstabilität zu gewährleisten. Ggf. kann der Einsatz von Geotextilien zweckmäßig sein.

7.10 Aushub- und Wiederverwendbarkeit der Baugrundsichten

Allgemeine Hinweise und Spezifikationen zum Aushub und Wiedereinbau sind in der DIN EN 1610 und im Arbeitsblatt DWA-A 139 enthalten und entsprechend zu berücksichtigen.

Es wird davon ausgegangen, dass im Rahmen der Baumaßnahme der Wiedereinbau von anfallenden Aushubmassen zum Beispiel für die Verfüllung von ehemaligen Kellern geplant ist. Die

Beschreibung bautechnisch relevanter Eigenschaften und Kennwerte sind in Kapitel 6.1 enthalten. Der Wiedereinbau ausgehobener Materialien sollte nur nach Prüfung der bodenmechanischen Eignung und unter Berücksichtigung der umwelttechnischen Zuordnung erfolgen.

Nach den Ergebnissen der Baugrunderkundung erfolgt der Aushub voraussichtlich innerhalb der Lockergesteine der Homogenbereiche A (Auffüllungen), B (Verwitterungszone der Löwenstein-Formation) und vrs. auch X (Festgesteine der Löwenstein-Formation) für Erdarbeiten im Boden. Hinsichtlich der Lösbarkeit des Homogenbereichs A und B sind keine besonderen Schwierigkeiten zu erwarten. Der Aushub kann voraussichtlich mit Baggern erfolgen. Bei dem Festgestein des Homogenbereich X sind ggf. zusätzliche Maßnahmen zum Lösen, z.B. Meißelarbeiten im Sandstein, erforderlich.

Die aufgeschlossenen Auffüllungen sind in ihrer Beschaffenheit und Zusammensetzung heterogen ausgebildet und können unterschiedlich stark mit anthropogenen Fremdbestandteilen durchsetzt sein. Die Wiedereinbaubarkeit der nichtbindigen bzw. gemischtkörnigen künstlichen Auffüllungen des Homogenbereichs A kann in Abhängigkeit der vorhandenen Fremdbestandteile unter Berücksichtigung der umwelttechnischen Zuordnung zunächst in Anlehnung an die natürlich anstehenden Schichten erfolgen. Wir weisen darauf hin, dass aufgefundene Fremdbestandteile einen definierten Wiedereinbau erschweren.

Die gemischtkörnigen und nicht bindigen Böden gemäß Homogenbereich B sind überwiegend gut bis eingeschränkt verdichtungsfähig und in Abhängigkeit des Feinkornanteils sowie der umwelttechnischen Zuordnung grundsätzlich zum Wiedereinbau mit den Verdichtungsanforderungen nach der ZTV E-StB 2017 geeignet. Größere Bestandteile sind ggf. auszusortieren bzw. auszusieben. Es wird empfohlen, das ausgehobene Material zur Vergleichmäßigung der geotechnischen Eigenschaften vor dem Wiedereinbau ausreichend zu Durchmischen.

Bei den bindigen Böden gemäß Homogenbereich B hängt die Wiederverwertbarkeit stark von den vorhandenen Konsistenzen und damit vom natürlichen Wassergehalt ab. Aufgrund der plastischen Eigenschaften ist das Material nur bedingt zum Wiedereinbau geeignet und sollte ohne Zusatzmaßnahmen nur außerhalb von Bereichen mit geplanter Auflast (außerhalb von Verkehrswegen und Bauwerken) oder in Fällen in denen Setzungen hingenommen werden können, verwendet werden. Aufgeweichte Böden sollten nicht wiedereingebaut werden. Es wird empfohlen, die bodenmechanische Eignung des Aushubmaterials im Zuge der Bauausführung zu überprüfen und ggf. erforderliche Zusatzmaßnahmen entsprechend anzupassen.

Die im Zuge des Aushubs anfallenden Sandsteine des Homogenbereichs X sind in Abhängigkeit des Verwitterungsgrades zum Wiedereinbau geeignet. Bei geringer Verwitterung (<V3) und beim Auftreten von großen Schollen/Brocken sind diese vor den Einbau entsprechend zu brechen. Die Tonsteine sind als wasserempfindlich einzustufen und können bei Zutritt von Wasser oder bei starker Vernässung vollständig zerfallen. Dies ist beim Einbau zu berücksichtigen.

Für qualifiziert herzustellende Verfüllungen (z. B. Arbeitsräume, ehem. Keller, etc.) sind geeignete Baustoffe lagenweise einzubauen und zu verdichten. Grundsätzlich sind volumenbeständige Erdbaustoffe zu verwenden, deren bodenmechanische und umwelttechnische Eignung vor

dem Einbau nachzuweisen ist. Wir empfehlen ein gut kornabgestuftes, verdichtungsfähiges, nicht bindiges Bodenmaterial (z.B. Kies-Sand-Gemisch mit Feinkornanteil $d \leq 0,063 \text{ mm} \leq 5 \text{ M.-%}$) zu verwenden.

Fremdbestandteile wie Wurzeln, Bauschutt o.ä. sind vor einer Wiederverwendung der Böden auszusondern. Die vorgenannten Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die bautechnische Wiederverwendbarkeit von Aushubböden. Vor einer Wiederverwendung sind die Ergebnisse von abschließenden abfalltechnischen Untersuchungen zu berücksichtigen. Organoleptisch auffälliger und analytisch nachweislich belasteter Bodenaushub ist für einen Wiedereinbau nicht geeignet.

Zudem sind die umwelttechnischen Einstufungen der auszuhebenden Erdmaterialien zu berücksichtigen.

8 SCHLUSSBEMERKUNG

Der vorliegende Bericht beruht auf den Ergebnissen der Baugrunduntersuchung in der Teilfläche Ost. Aufgrund der punktuellen Erkundung sind Abweichungen der Untergrundverhältnisse von den im Gutachten enthaltenen Aussagen nicht auszuschließen. Daher sind eine sorgfältige Überwachung der Erd- und Gründungsarbeiten und eine laufende Überprüfung der angetroffenen Bodenverhältnisse im Vergleich mit dem Gutachten enthaltenen Angabe erforderlich.

Die hier aufgeführten Empfehlungen beruhen auf dem derzeitigen Planungsstand. Bei Änderungen bzw. maßgeblichen Abweichungen von den hier getroffenen Annahmen sind die Empfehlungen bzw. Vorschläge erneut mit dem geotechnischen Sachverständigen abzustimmen.

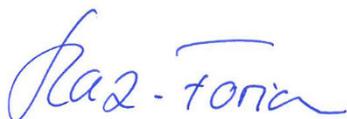
Die in diesem Gutachten aufgeführten Hinweise zu Gründungen dienen nur als Orientierung und ersetzen in keinem Falle eine weitere, ergänzende Baugrunderkundung mit Ausarbeitung von Gründungsmöglichkeiten für konkrete Bauwerke (Gründungsgutachten).

Zur weiteren Bewertung der Grundwassersituation sind regelmäßige Messung der Wasserstände in den errichteten Rammpegel zu empfehlen.

Zur Planung und Durchführung weiterer Erkundungsmaßnahmen sowie für ergänzende Erläuterungen oder im weiteren Verlauf der Planung und Ausführung auftretenden Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.

CDM Smith SE
2023-10-13

i.V.



Dipl.-Ing. Sabine Starz-Farian

erstellt:

i.A.



Dipl.-Geogr. Christine Heyder-Bühringer

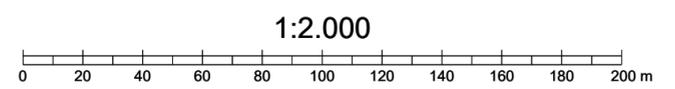
ANLAGE 1 LAGEPLÄNE

- | | |
|------------|--|
| Anlage 1.1 | Lageplan mit Darstellung der Erkundungspunkte, M 1 : 2.000 |
| Anlage 1.2 | Auszug aus der geologischen Karte, M 1 : 15.000 |



Legende

- KB Kernbohrung / Rammsondierung
- DPH
- RKS Rammkernsondierungen (Umwelt)
- RKS Rammkernsondierungen mit Ausbau zur Grundwassermessstelle
- RKS Rammkernsondierung mit Ausbau zur Grundwassermessstelle / Rammsondierung



Plangrundlage:
 Kataster.dwg
 2023-03-16 städtebaulicher Entwurf GR -Beschluss.dwg

Bauherr / Auftraggeber



STADT ELLWANGEN

Planverfasser



CDM Smith Consult GmbH
 Hofwiesenstraße 17
 74564 Crailsheim

tel: 07951 9392-0
 fax: 07951 9392-91
 crailsheim@cdmsmith.com
 cdmsmith.com

Projekt

Erschließung Baugebiet Ellwangen-Süd

Titel

Lageplan mit Darstellung der Lage der Erkundungspunkte für die Teilfläche Südost

| | | | | | | |
|-----------|---------------------|---------|-------------|---------------|-----------------|--------------|
| | Gezeichnet | Geprüft | Freigegeben | Projekt-Nr. | Plan-Nr. | Bericht-Nr. |
| Datum | 08/2023 | 08/2023 | - | 285059 | 0-01-002 | 02 |
| Name | Bie/Fie | Hey/Stz | - | Phase | Maßstab | Anlagen.-Nr. |
| Dateiname | 285059-0-01-003.DWG | | | - | 1:2.000 | 1.1 |

R:\GERMANY\PROJECTS\285000-285499\285059\500_CAD\520_GUI\521_ARDA\285059-0-01-003_FIS.20_Sep.2023.01.9-28

ANLAGE 2 BAUGRUNDAUFSCHLÜSSE

- | | |
|------------|---|
| Anlage 2.1 | Aufschlussprofile Kernbohrungen KB mit Schlagzahldiagrammen DPH |
| Anlage 2.2 | Fotodokumentation Kernbohrungen |
| Anlage 2.3 | Aufschlussprofile Rammkernson- dierungen RKS mit Schlagzahldiagrammen DPH |
| Anlage 2.4 | Aufschlussprofile Rammkernson- dierungen RKS und Ausbauzeichnungen GWM |

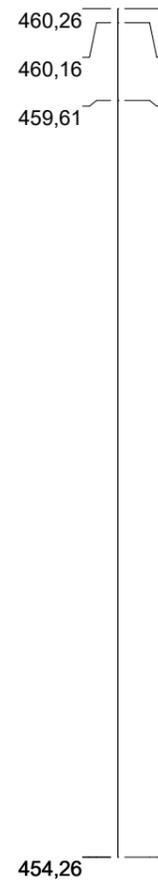
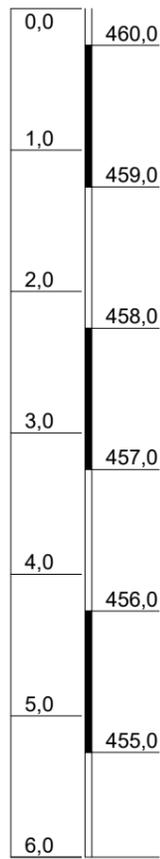
KB115/DPH115

DPH115

m u. GOK m ü. NHN m ü. NHN Stratigraphie Probe

Bohrprofil

Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe



Oberflächenbefestigung

Auffüllung

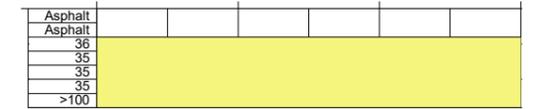
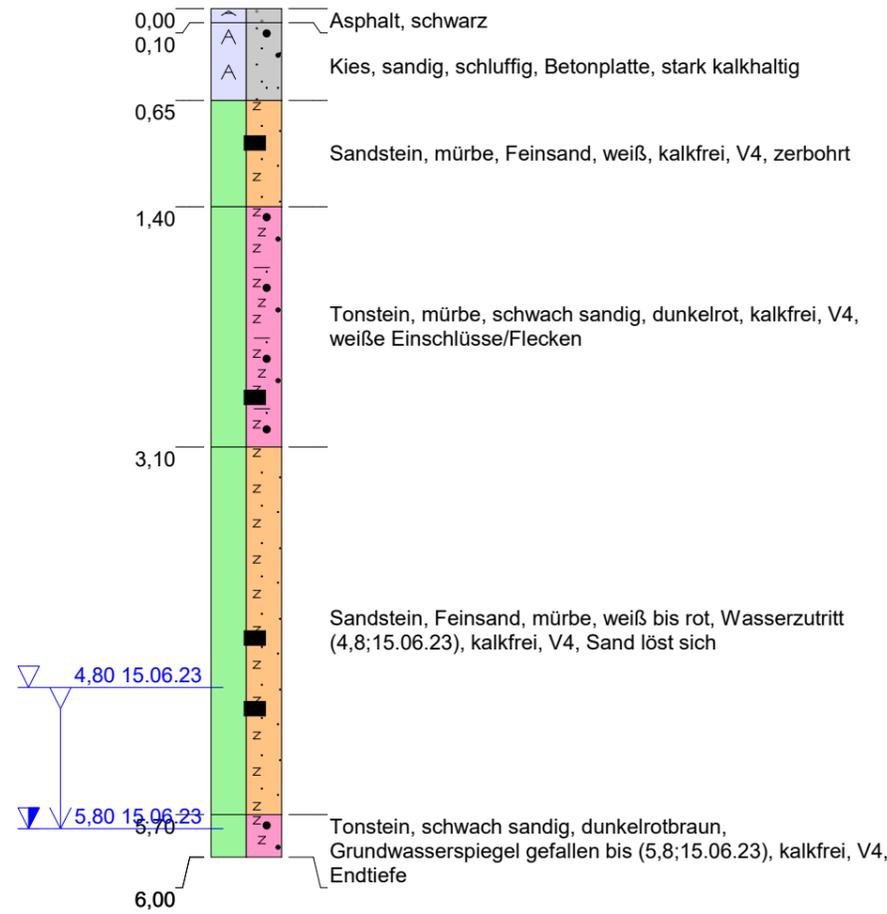
Löwenstein-Formation
(Stubensandsteine)

KB 115-1 0,70-1,00 m

KB 115-2 2,50-2,80 m

KB 115-3 4,00-4,50 m

KB 115-4 4,50-5,00 m



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

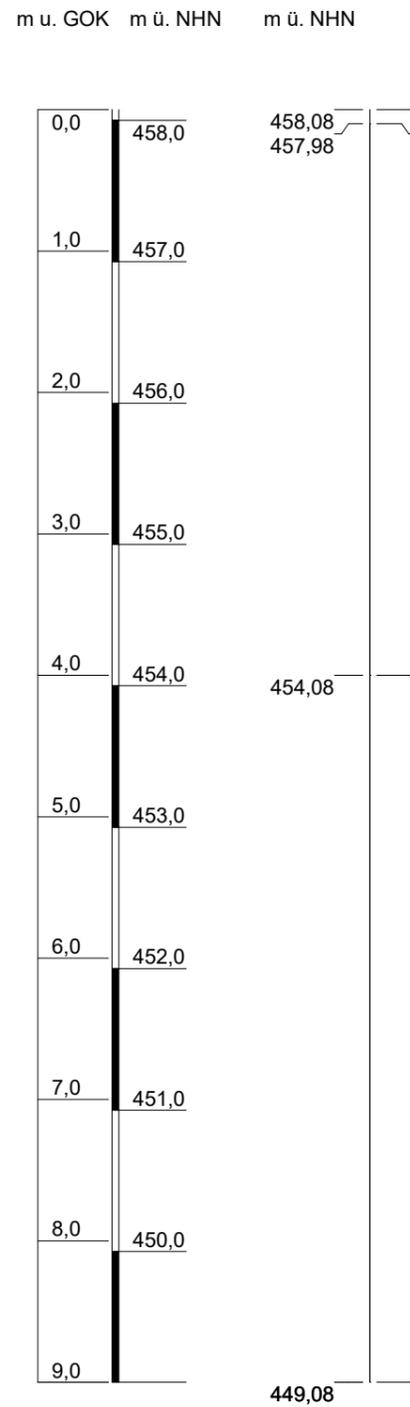
Kernbohrung nach DIN EN ISO 22475-2
DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

| | | | |
|-----------------|---|-------------|-----------------|
| Projekt: | Ellwangen, Erschließung Ellwangen-Süd, Projekt-Nr. 285059 | | |
| Bohrung: | KB115/DPH115 | | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: | 32582775,57 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: | 5422833,69 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: | 460,26 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 15.06.2023 | Anlage: | 2.1 |

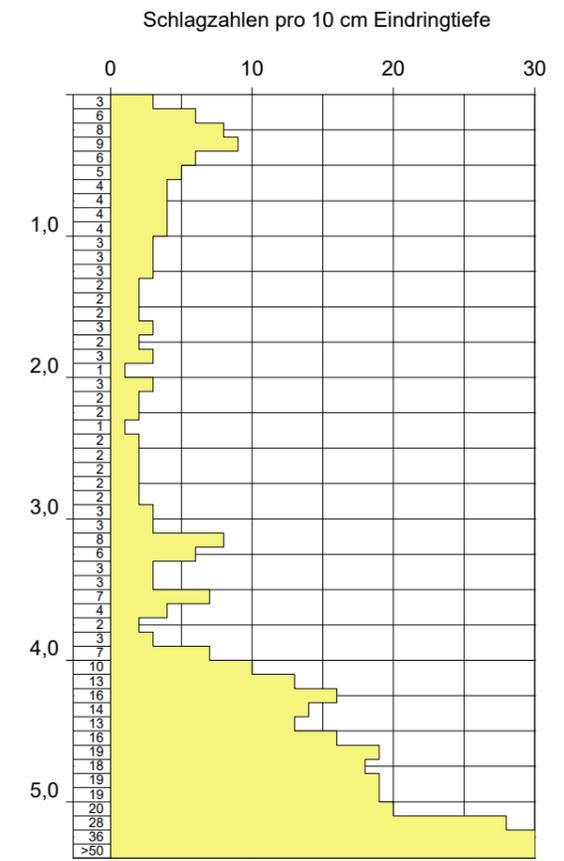
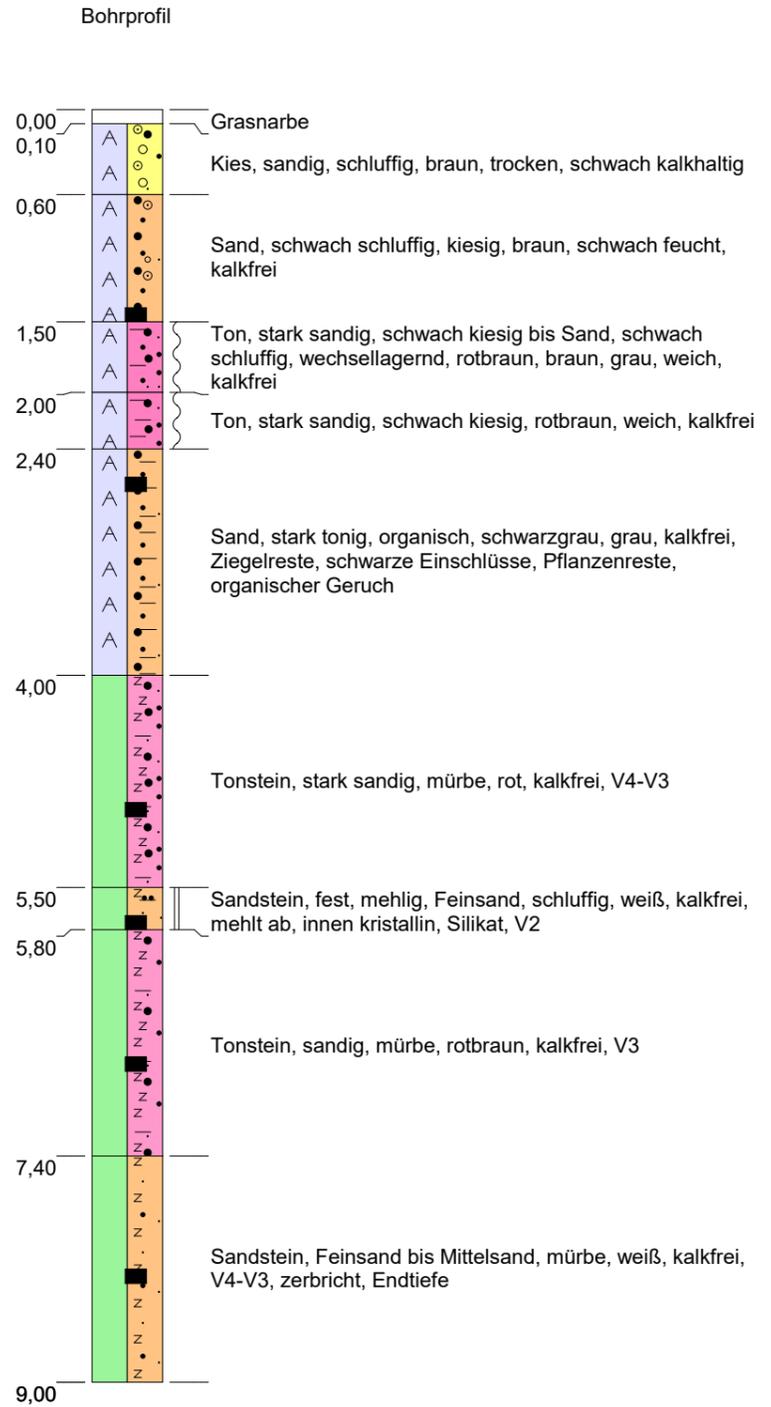


KB140/DPH140

DPH140



| Stratigraphie | Probe |
|--|----------------------|
| Auffüllung | KB 140-1 1,00-1,50 m |
| | KB 140-2 2,50-2,70 m |
| Löwenstein-Formation (Stubensandsteine) | KB 140-3 4,80-5,00 m |
| | KB 140-4 5,50-5,80 m |
| | KB 140-5 6,50-6,80 m |
| | KB 140-6 8,00-8,30 m |



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

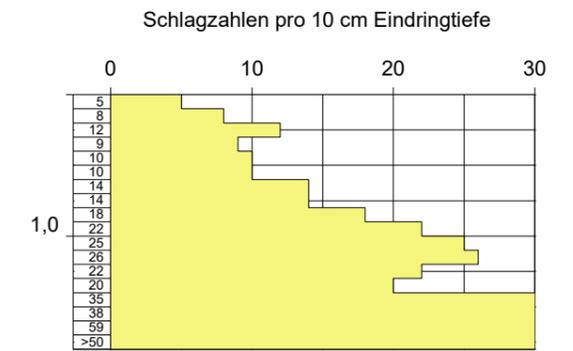
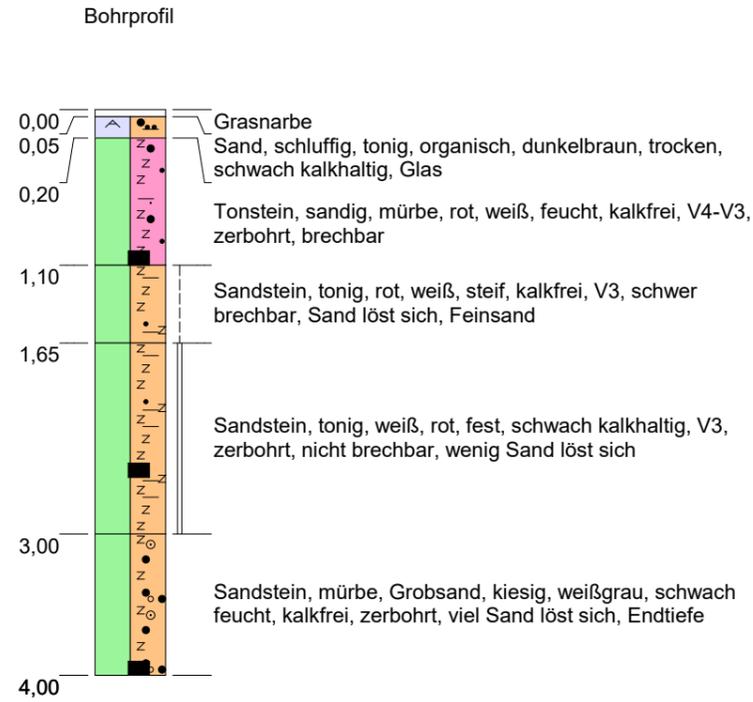
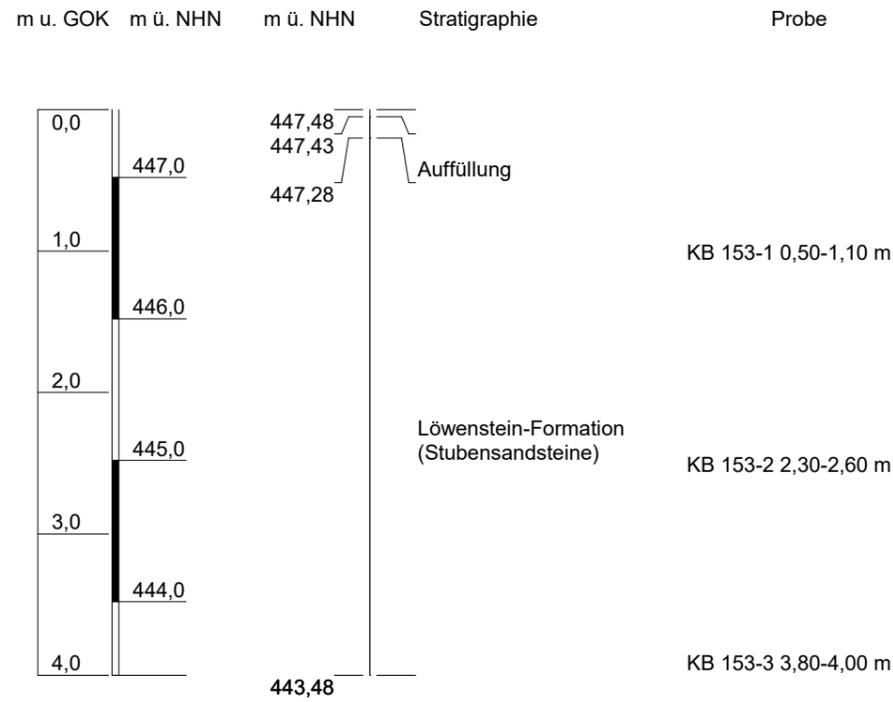
Kernbohrung nach DIN EN ISO 22475-2
DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

| | | | |
|-----------------|---|-------------|-----------------|
| Projekt: | Ellwangen, Erschließung Ellwangen-Süd, Projekt-Nr. 285059 | | |
| Bohrung: | KB140/DPH140 | | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: | 32582678,79 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: | 5422684,79 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: | 458,08 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 15.06.2023 | Anlage: | 2.1 |



KB153/DPH153

DPH153



Kernbohrung nach DIN EN ISO 22475-2
 DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

| | | |
|-----------------|---|-----------------------------|
| Projekt: | Ellwangen, Erschließung Ellwangen-Süd, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: | KB153/DPH153 | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582611,77 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422581,87 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: 447,48 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 16.06.2023 | Anlage: 2.1 |



KB155/DPH155

DPH155

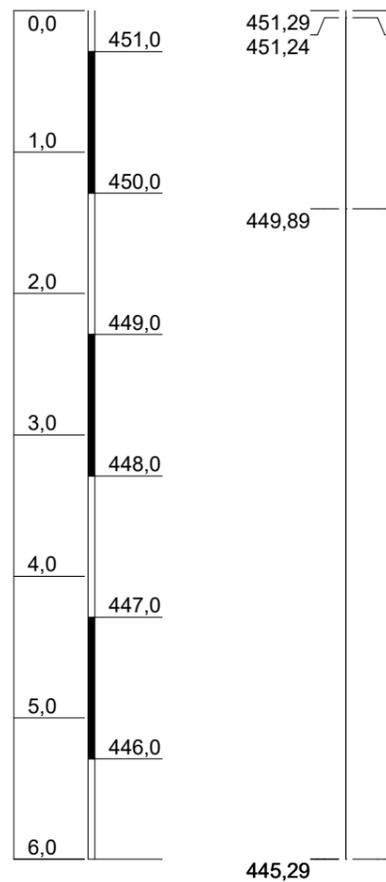
m u. GOK m ü. NHN m ü. NHN

Stratigraphie

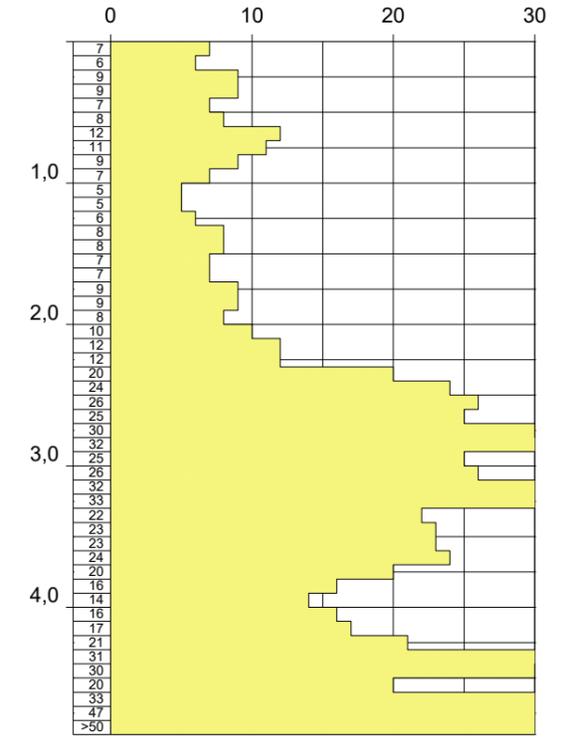
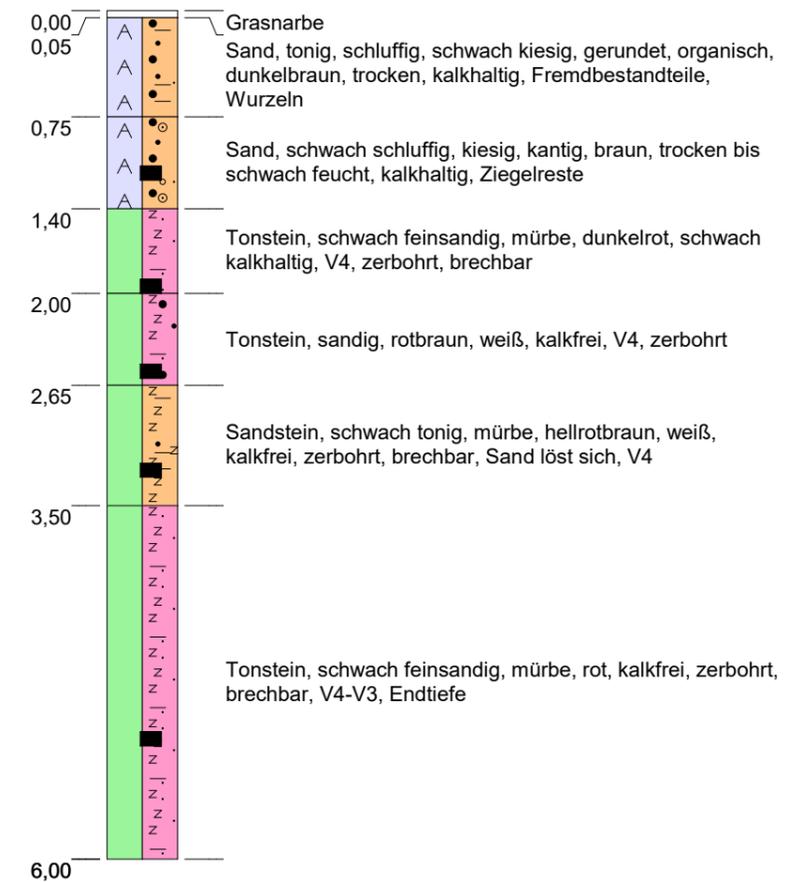
Probe

Bohrprofil

Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe



| Probe | Stratigraphie |
|----------------------|--|
| KB 155-1 0,80-1,20 m | Auffüllung |
| KB 155-2 1,80-2,00 m | Löwenstein-Formation (Stubensandsteine) |
| KB 155-3 2,50-2,60 m | |
| KB 155-4 3,00-3,30 m | |
| KB 155-5 4,80-5,20 m | |



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Kernbohrung nach DIN EN ISO 22475-2
DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

| | | | |
|-----------------|---|-------------|-----------------|
| Projekt: | Ellwangen, Erschließung Ellwangen-Süd, Projekt-Nr. 285059 | | |
| Bohrung: | KB155/DPH155 | | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: | 32582710,33 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: | 5422579,30 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: | 451,29 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 16.06.2023 | Anlage: | 2.1 |



KB185/DPH185

DPH185

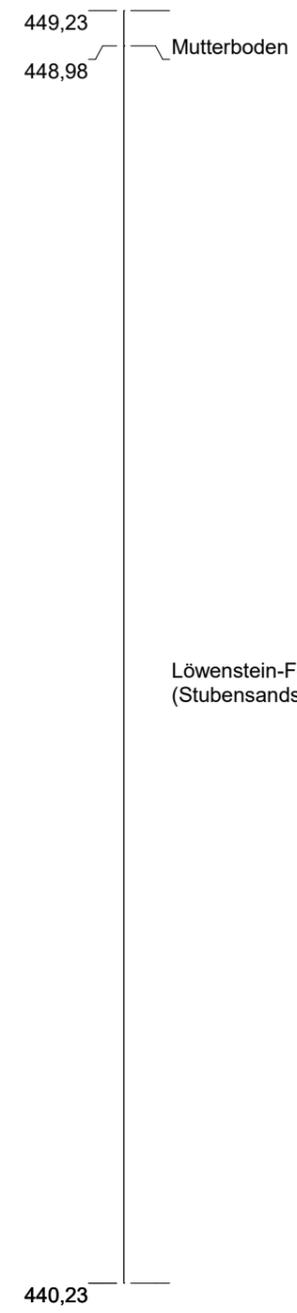
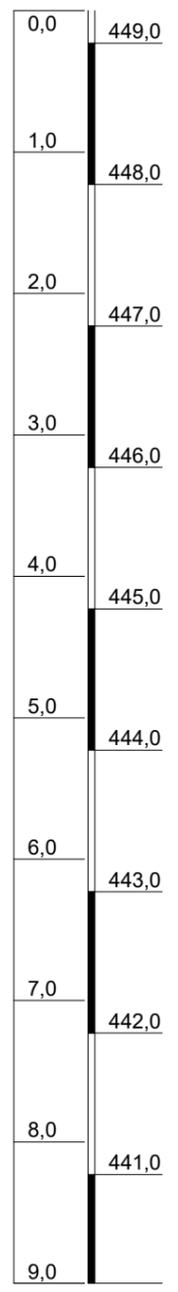
m u. GOK m ü. NHN m ü. NHN

Stratigraphie

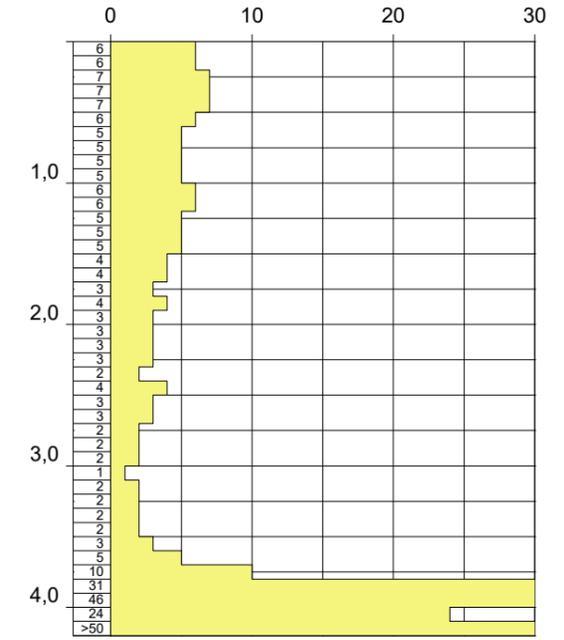
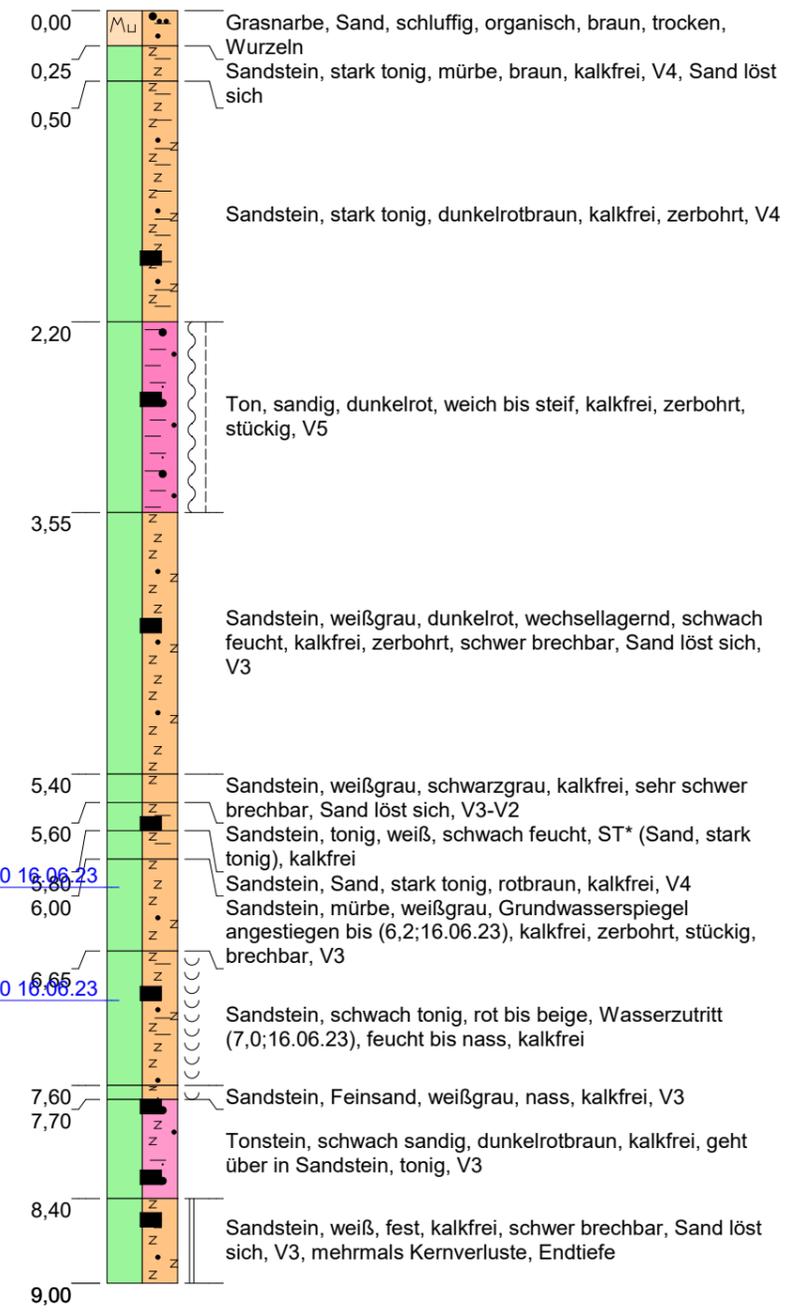
Probe

Bohrprofil

Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe



- KB 185-1 1,50-1,80 m
- KB 185-2 2,30-2,80 m
- KB 185-3 4,00-4,40 m
- KB 185-4 5,60-5,80 m
- KB 185-5 6,80-7,00 m
- KB 185-6 7,60-7,80 m
- KB 185-7 8,00-8,30 m
- KB 185-8 8,50-8,60 m



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

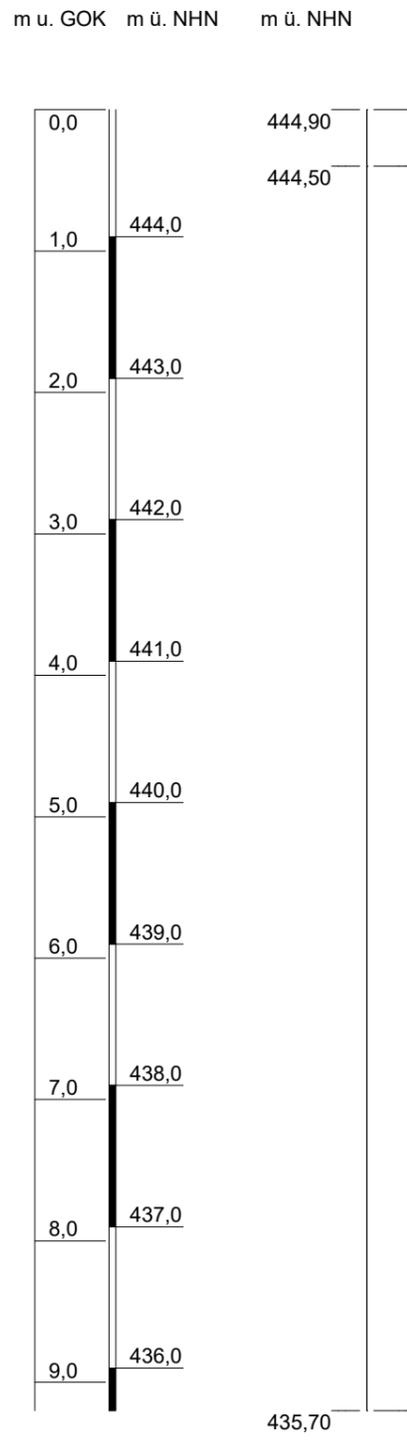
Kernbohrung nach DIN EN ISO 22475-2
DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

| | | | |
|-----------------|---|-------------|-----------------|
| Projekt: | Ellwangen, Erschließung Ellwangen-Süd, Projekt-Nr. 285059 | | |
| Bohrung: | KB185/DPH185 | | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: | 32582853,26 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: | 5422449,21 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: | 449,23 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 16.06.2023 | Anlage: | 2.1 |



KB194/DPH194

DPH194



Stratigraphie

Mutterboden, Auffüllung

KB 194-1 1,40-1,60 m

KB 194-2 2,70-2,90 m

KB 194-3 3,70-4,00 m

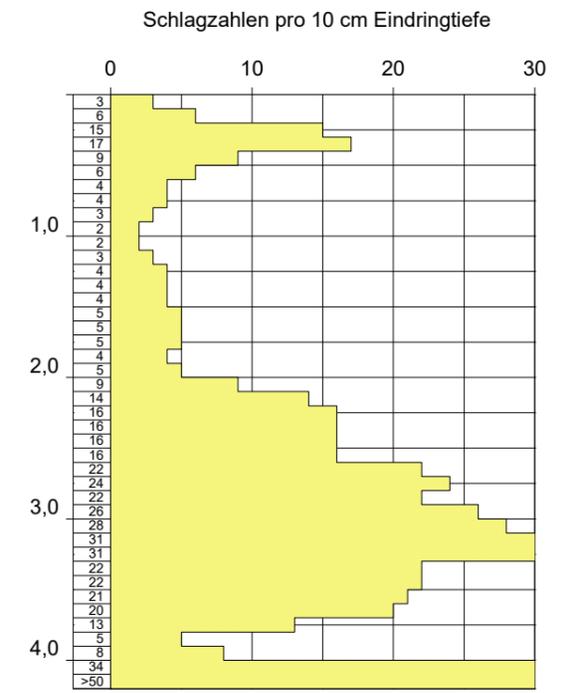
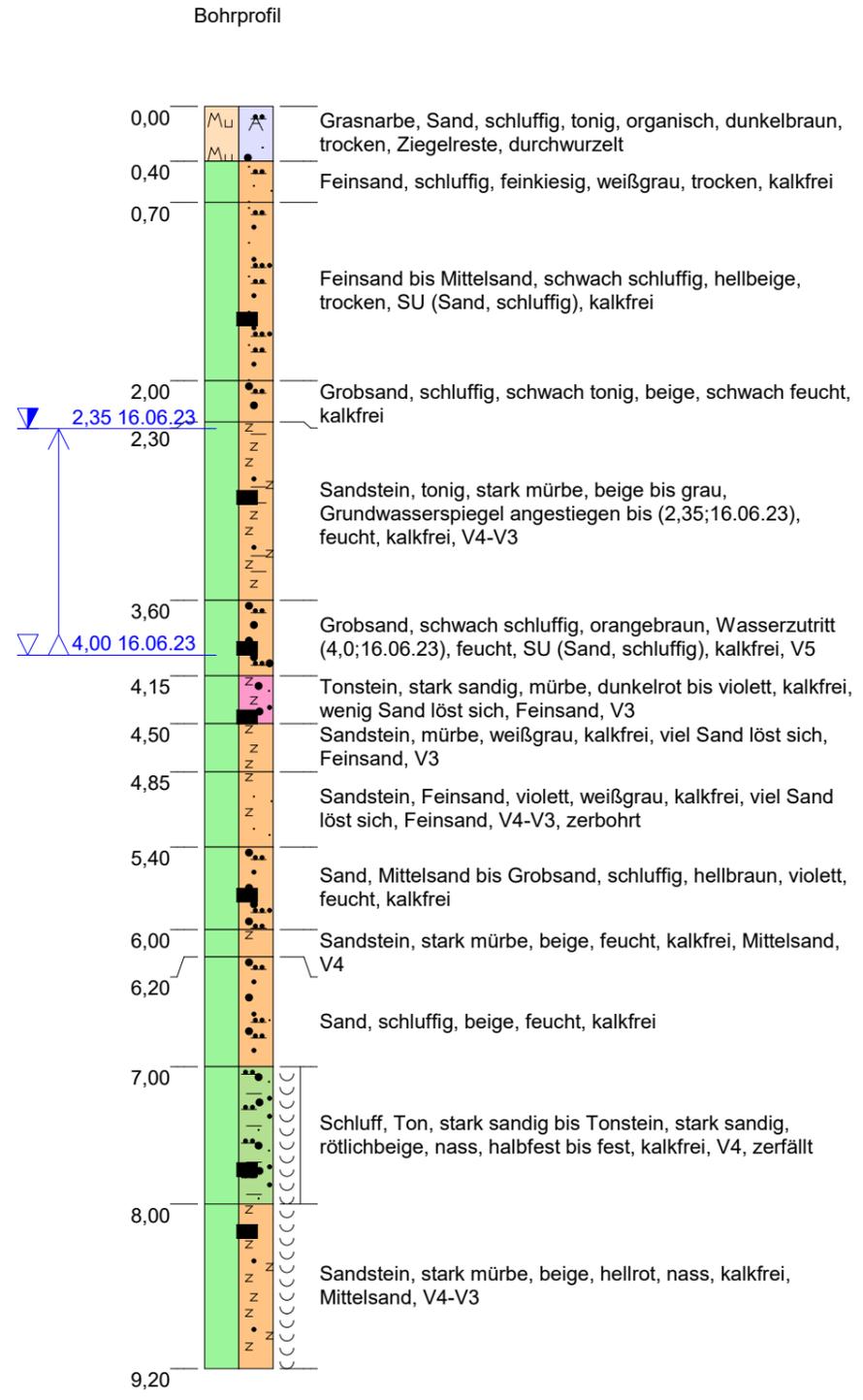
KB 194-3 4,30-4,50 m

Löwenstein-Formation (Stubensandsteine)

KB 194-4 5,50-5,80 m

KB 194-5 7,60-7,80 m

KB 194-6 8,00-8,25 m



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Kernbohrung nach DIN EN ISO 22475-2
 DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

| | | | |
|-----------------|---|-------------|-----------------|
| Projekt: | Ellwangen, Erschließung Ellwangen-Süd, Projekt-Nr. 285059 | | |
| Bohrung: | KB194/DPH194 | | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: | 32582797,11 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: | 5422377,03 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: | 444,90 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 16.06.2023 | Anlage: | 2.1 |



KB194/DPH194

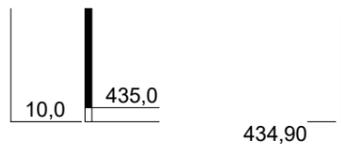
m u. GOK m ü. NHN m ü. NHN

Stratigraphie

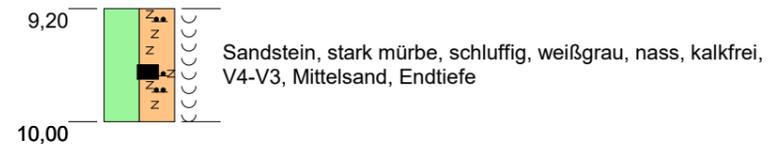
Probe

Bohrprofil

Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe



KB 194-7 9,40-9,70 m



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Kernbohrung nach DIN EN ISO 22475-2
DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

| | | |
|-----------------|---|-----------------------------|
| Projekt: | Ellwangen, Erschließung Ellwangen-Süd, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: | KB194/DPH194 | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582797,11 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422377,03 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: 444,90 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 16.06.2023 | Anlage: 2.1 |





Foto Nr. 1: Kernbohrung KB 115 (0,0 m - 3,0 m)



Foto Nr. 2: Kernbohrung KB 115 (3,0 m - 6,0 m)

| | | |
|---|--------------------------------|---|
| <p>Stadtverwaltung Ellwangen Spitalstraße 4 73479 Ellwangen</p> | <p>Projekt-Nr.: 285059</p> |  |
| <p>Baugebiet Ellwangen Süd, Teilfläche Ost Baugrundvorerkundung</p> | <p>Bericht-Nr.: 02</p> | <p>Anlage-Nr. 3 Seite 1/6</p> |



Foto Nr. 3: Kernbohrung KB 140 (0,0 m - 4,0 m)



Foto Nr. 4: Kernbohrung KB 140 (4,0 m - 9,0 m)

| | | |
|---|--------------------------------|---|
| <p>Stadtverwaltung Ellwangen Spitalstraße 4 73479 Ellwangen</p> | <p>Projekt-Nr.: 285059</p> |  |
| <p>Baugebiet Ellwangen Süd, Teilfläche Ost Baugrundvorerkundung</p> | <p>Bericht-Nr.: 02</p> | <p>Anlage-Nr. 3 Seite 2/6</p> |



Foto Nr. 5: Kernbohrung KB 153 (0,0 m - 4,0 m)

| | | |
|---|---|---|
| <p>Stadtverwaltung Ellwangen Spitalstraße 4 73479 Ellwangen</p> | <p>Projekt-Nr.: 285059</p> |  |
| <p>Baugebiet Ellwangen Süd, Teilfläche Ost Baugrundvorerkundung</p> | <p>Bericht-Nr.: 02</p> | <p>Anlage-Nr. 3 Seite 3/6</p> |



Foto Nr. 6: Kernbohrung KB 155 (0,0 m - 3,0 m)



Foto Nr. 7: Kernbohrung KB 155 (3,0 m - 6,0 m)

| | | |
|---|--------------------------------|---|
| <p>Stadtverwaltung Ellwangen Spitalstraße 4 73479 Ellwangen</p> | <p>Projekt-Nr.: 285059</p> |  |
| <p>Baugebiet Ellwangen Süd, Teilfläche Ost Baugrundvorerkundung</p> | <p>Bericht-Nr.: 02</p> | <p>Anlage-Nr. 3 Seite 4/6</p> |



Foto Nr. 8: Kernbohrung KB 185 (0,0 m - 4,0 m)



Foto Nr. 9: Kernbohrung KB 185 (4,0 m - 9,0 m)

| | | |
|---|--------------------------------|---|
| <p>Stadtverwaltung Ellwangen Spitalstraße 4 73479 Ellwangen</p> | <p>Projekt-Nr.: 285059</p> |  |
| <p>Baugebiet Ellwangen Süd, Teilfläche Ost Baugrundvorerkundung</p> | <p>Bericht-Nr.: 02</p> | <p>Anlage-Nr. 3 Seite 5/6</p> |



Foto Nr. 10: Kernbohrung KB 194 (0,0 m - 5,0 m)



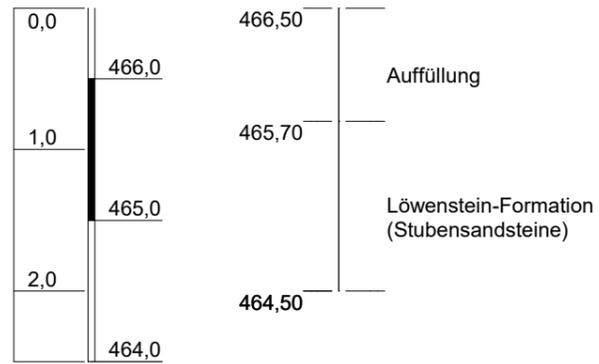
Foto Nr. 11: Kernbohrung KB 194 (5,0 m - 10,0 m)

| | | |
|---|--------------------------------|---|
| <p>Stadtverwaltung Ellwangen Spitalstraße 4 73479 Ellwangen</p> | <p>Projekt-Nr.: 285059</p> |  |
| <p>Baugebiet Ellwangen Süd, Teilfläche Ost Baugrundvorerkundung</p> | <p>Bericht-Nr.: 02</p> | <p>Anlage-Nr. 3 Seite 6/6</p> |

RKS112/DPH112

DPH 112

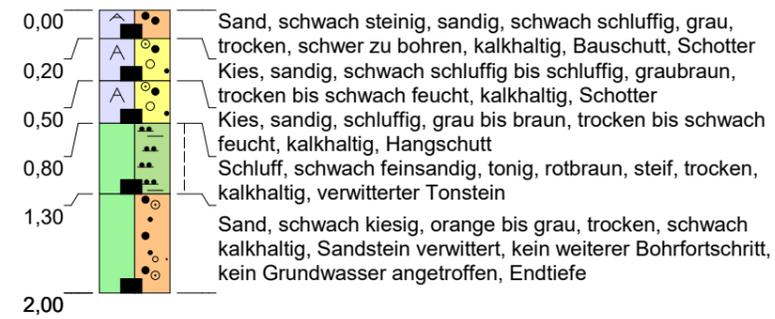
m u. GOK m ü. NHN m ü. NHN Stratigraphie



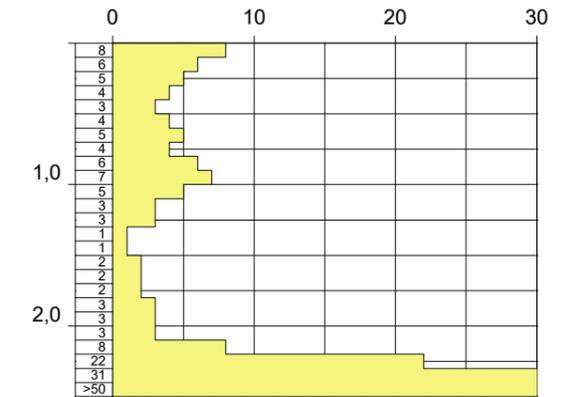
Probe

RKS 112-1 0,00-0,20 m
 RKS 112-2 0,20-0,50 m
 RKS 112-3 0,50-0,80 m
 RKS 112-4 0,80-1,30 m
 RKS 112-5 1,30-2,00 m

Bohrprofil



Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Rammkernsondierung nach DIN EN ISO 22475-1
 DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

| | | |
|-----------------|---|-----------------------------|
| Projekt: | Ellwangen, Erschließung Ellwangen-Süd, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: | RKS112/DPH112 | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582632,51 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422876,27 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: 466,50 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 03.07.2023 | Anlage: 2.3 |



RKS129/DPH129

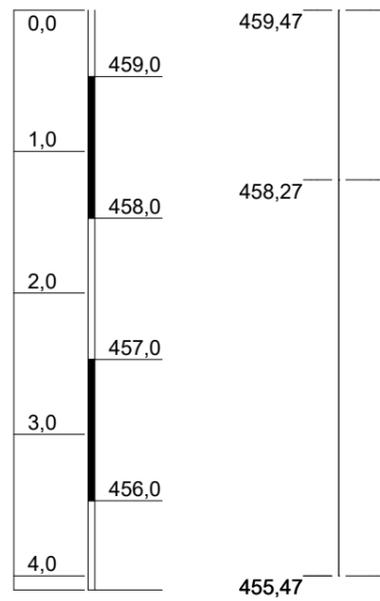
DPH 129

m u. GOK m ü. NHN m ü. NHN Stratigraphie

Probe

Bohrprofil

Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe



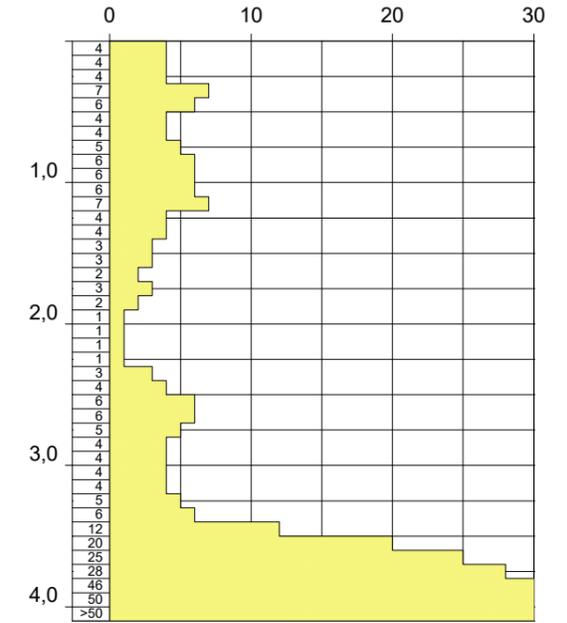
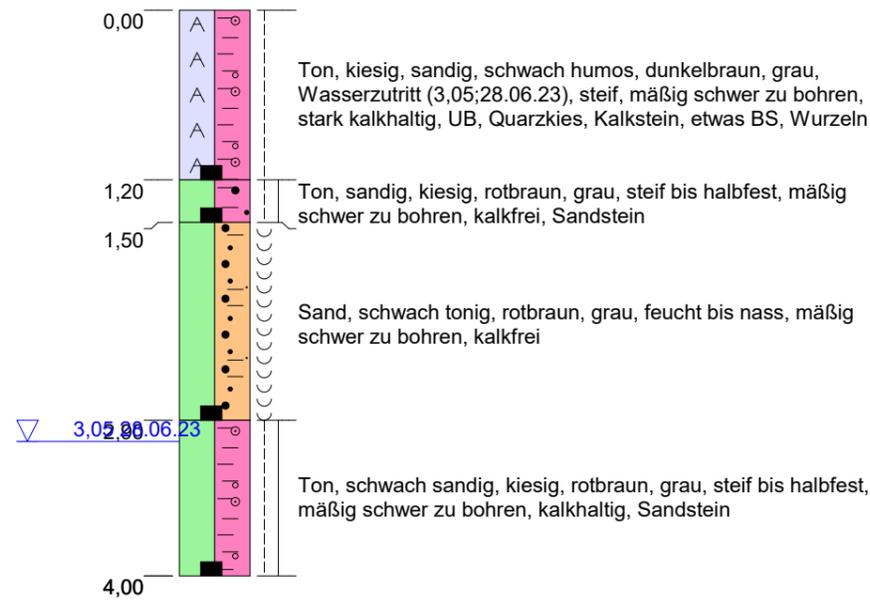
Auffüllung

Löwenstein-Formation
(Stubensandsteine)

RKS 129-1 0,00-1,20 m
RKS 129-2 1,20-1,50 m

RKS 129-3 1,50-2,90 m

RKS 129-4 2,90-4,00 m



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

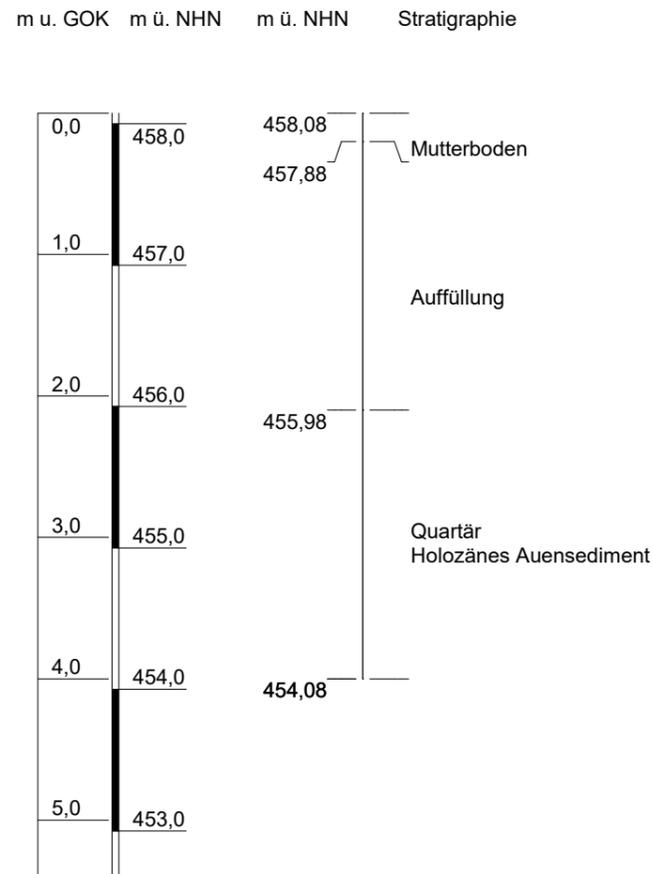
Rammkernsondierung nach DIN EN ISO 22475-1
DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

| | | |
|-----------------|---|-----------------------------|
| Projekt: | Ellwangen, Erschließung Ellwangen-Süd, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: | RKS129/DPH129 | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582828,11 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422754,19 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: 459,47 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 28.06.2023 | Anlage: 2.3 |

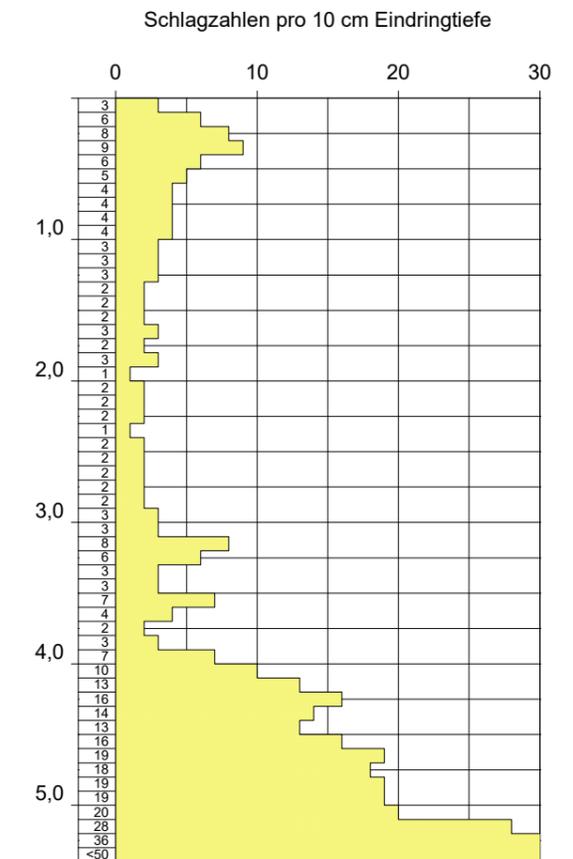
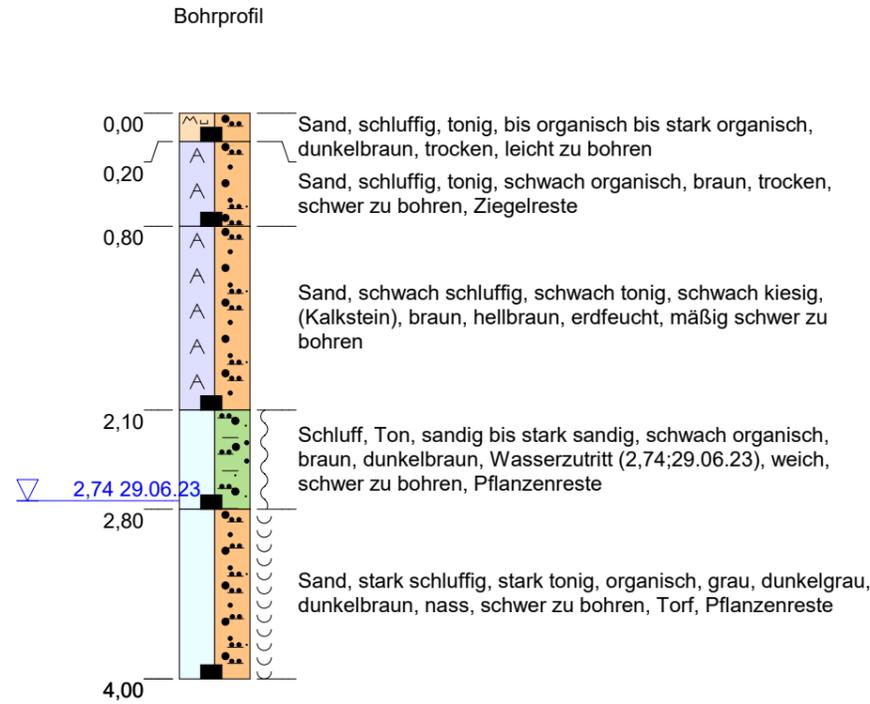


RKS140/DPH140

DPH140



| Probe | Bohrprofil |
|-----------------------|------------|
| RKS 140-1 0,00-0,20 m | 0,00 |
| RKS 140-2 0,20-0,80 m | 0,20 |
| RKS 140-3 0,80-2,10 m | 0,80 |
| RKS 140-4 2,10-2,80 m | 2,10 |
| RKS 140-5 2,80-4,00 m | 2,80 |



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Rammkernsondierung nach DIN EN ISO 22475-1
 DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

| | | |
|-----------------|---|-----------------------------|
| Projekt: | Ellwangen, Erschließung Ellwangen-Süd, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: | RKS140/DPH140 | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582678,79 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422684,79 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: 458,08 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 29.06.2023 | Anlage: 2.3 |



RKS143/DPH143

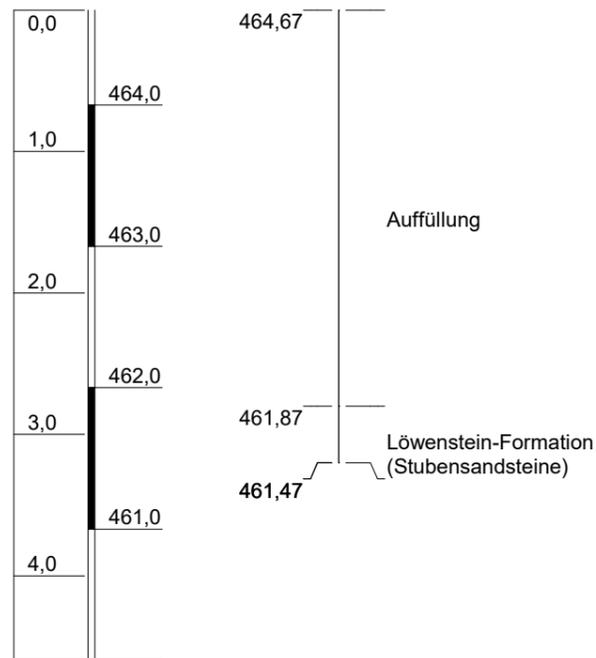
DPH 143

m u. GOK m ü. NHN m ü. NHN Stratigraphie

Probe

Bohrprofil

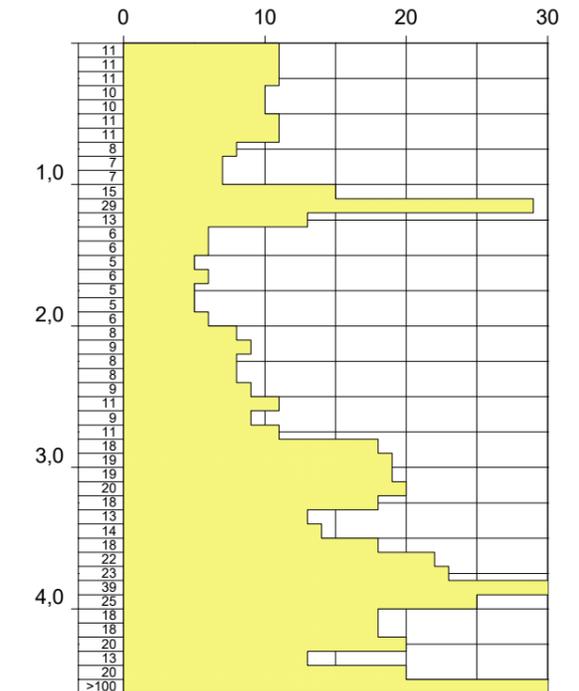
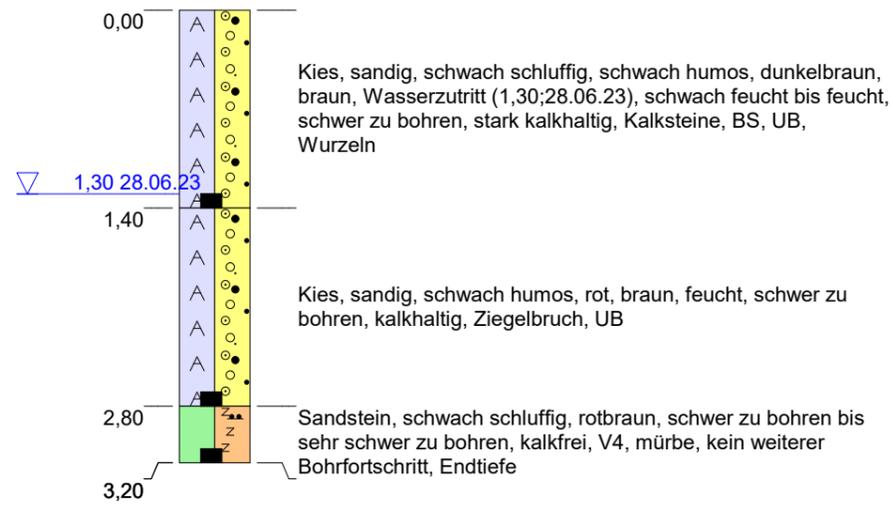
Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe



RKS 143-1 0,00-1,40 m

RKS 143-2 1,40-2,80 m

RKS 143-3 2,80-3,20 m



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Rammkernsondierung nach DIN EN ISO 22475-1
DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

| | | |
|-----------------|---|-----------------------------|
| Projekt: | Ellwangen, Erschließung Ellwangen-Süd, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: | RKS143/DPH143 | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582794,55 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422662,68 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: 464,67 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 28.06.2023 | Anlage: 2.3 |



RKS163/DPH163

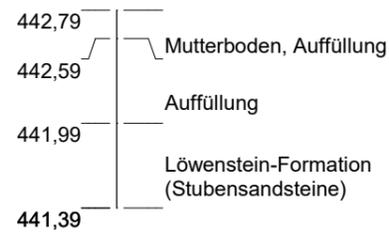
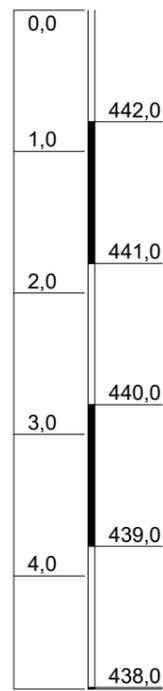
DPH163

m u. GOK m ü. NHN m ü. NHN Stratigraphie

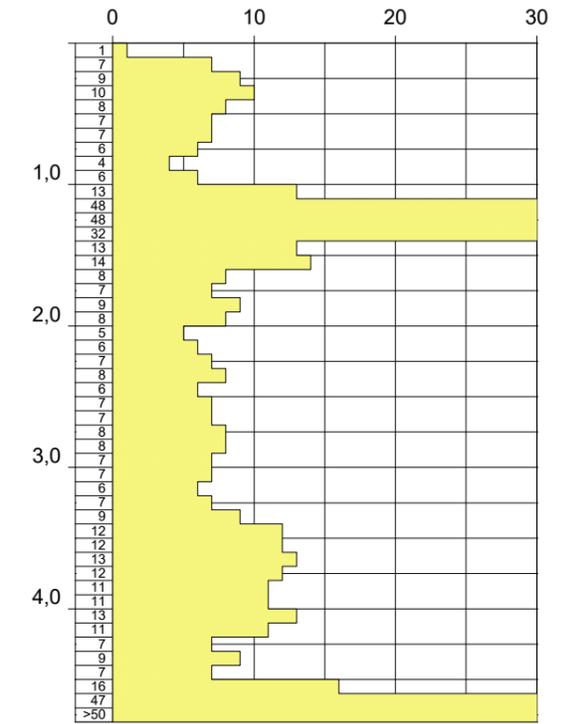
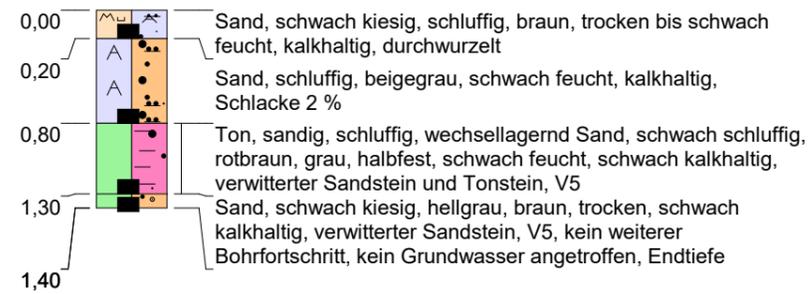
Probe

Bohrprofil

Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe



RKS 163-1 0,00-0,20 m
 RKS 163-2 0,20-0,80 m
 RKS 163-3 0,80-1,30 m
 RKS 163-4 1,30-1,40 m



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Rammkernsondierung nach DIN EN ISO 22475-1
 DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

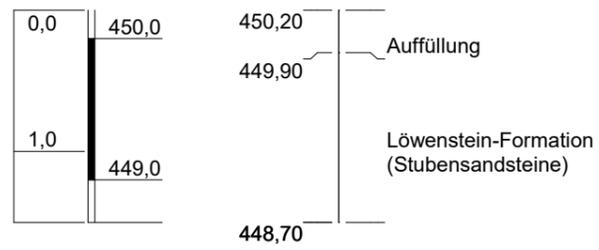
| | | |
|-----------------|---|-----------------------------|
| Projekt: | Erschließung Ellwangen-Süd, Ellwangen, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: | RKS163/DPH163 | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582557,09 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422530,49 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: 442,79 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 27.06.2023 | Anlage: 2.3 |



RKS171/DPH171

DPH 171

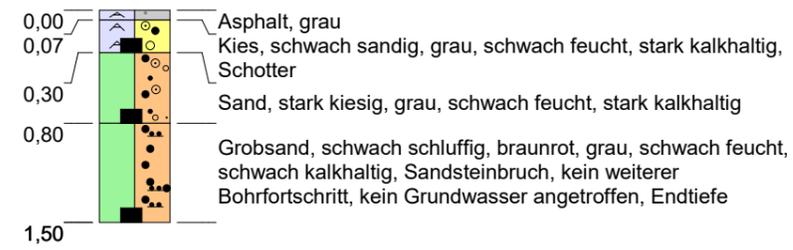
m u. GOK m ü. NHN m ü. NHN Stratigraphie



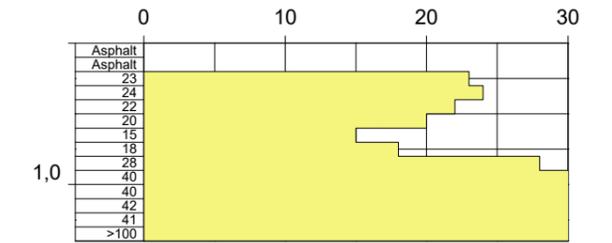
Probe

RKS 171-1 0,07-0,30 m
 RKS 171-2 0,20-0,80 m
 RKS 171-3 0,80-1,50 m

Bohrprofil



Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Rammkernsondierung nach DIN EN ISO 22475-1
 DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

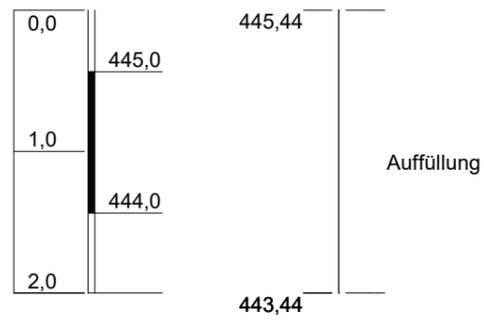
| | | |
|-----------------|---|-----------------------------|
| Projekt: | Erschließung Ellwangen-Süd, Ellwangen, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: | RKS171/DPH171 | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582759,66 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422514,85 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: 450,20 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 28.06.2023 | Anlage: 2.3 |



RKS178/DPH178

DPH 178

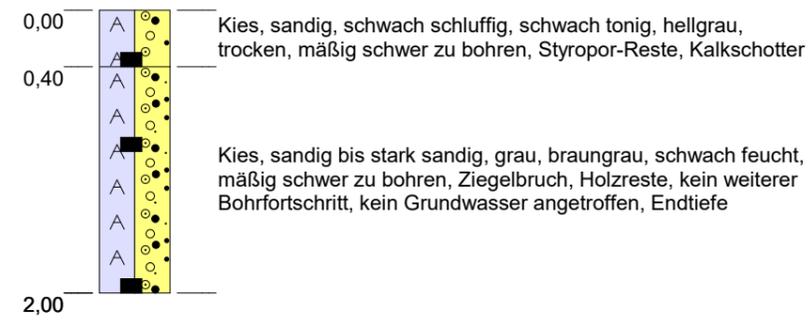
m u. GOK m ü. NHN m ü. NHN Stratigraphie



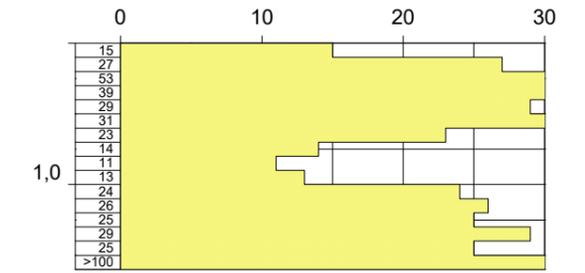
Probe

- RKS 178-1 0,00-0,40 m
- RKS 178-2 0,40-1,00 m
- RKS 178-3 1,00-2,00 m

Bohrprofil



Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Rammkernsondierung nach DIN EN ISO 22475-1
DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

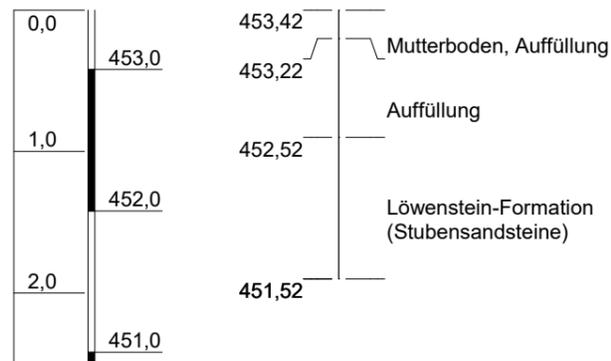
| | | |
|-----------------|---|-----------------------------|
| Projekt: | Ellwangen, Erschließung Ellwangen-Süd, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: | RKS178/DPH178 | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582671,97 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422456,31 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: 445,44 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 04.07.2023 | Anlage: 2.3 |



RKS187/DPH187

DPH 187

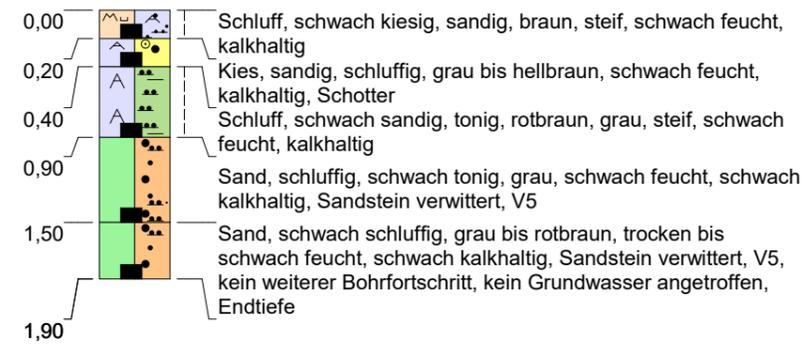
m u. GOK m ü. NHN m ü. NHN Stratigraphie



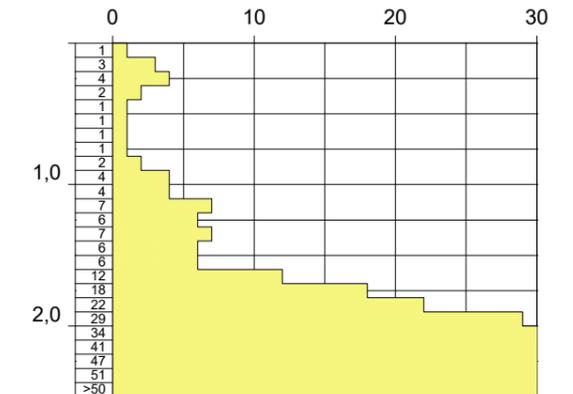
Probe

RKS 187-1 0,00-0,20 m
 RKS 187-2 0,20-0,40 m
 RKS 187-3 0,40-0,90 m
 RKS 187-4 0,90-1,50 m
 RKS 187-5 1,50-1,90 m

Bohrprofil



Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe



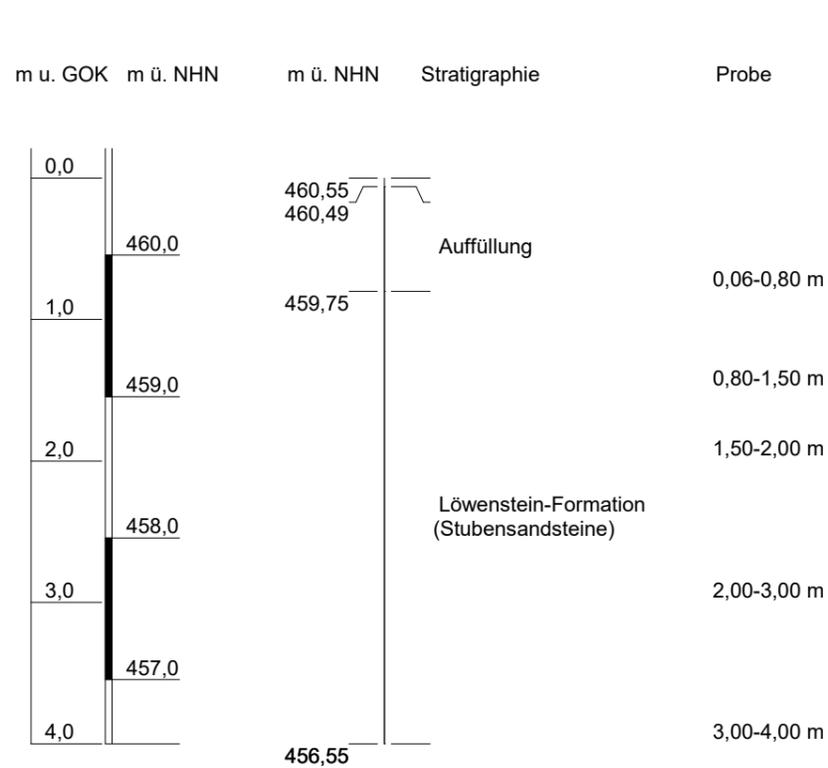
Rammkernsondierung nach DIN EN ISO 22475-1
 DPH Rammsondierung mit der schweren Rammsonde nach DIN EN ISO 22476-2

Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

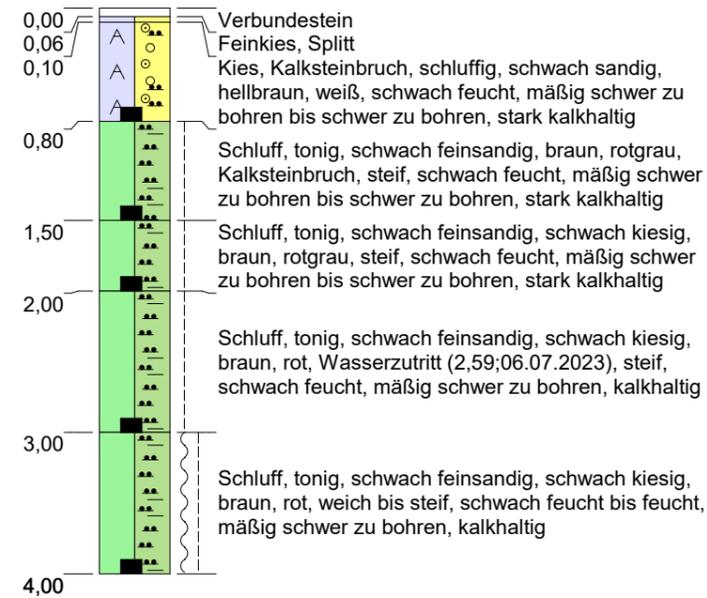
| | | |
|-----------------|---|-----------------------------|
| Projekt: | Erschließung Ellwangen-Süd, Ellwangen, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: | RKS187/DPH187 | |
| Auftraggeber: | Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582924,74 |
| Fachaufsicht: | CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422456,54 |
| Bearbeiter: | C. Heyder | Ansatzhöhe: 453,42 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: | 03.07.2023 | Anlage: 2.3 |



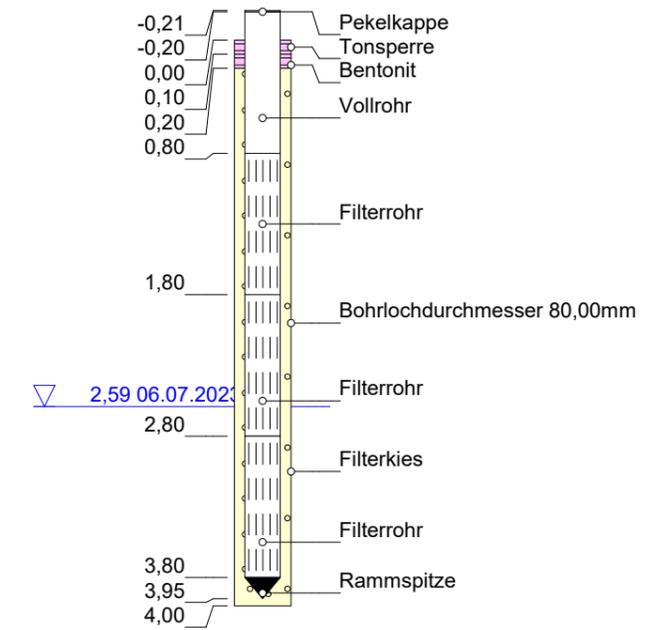


RKS124

Bohrprofil



AUSBAU



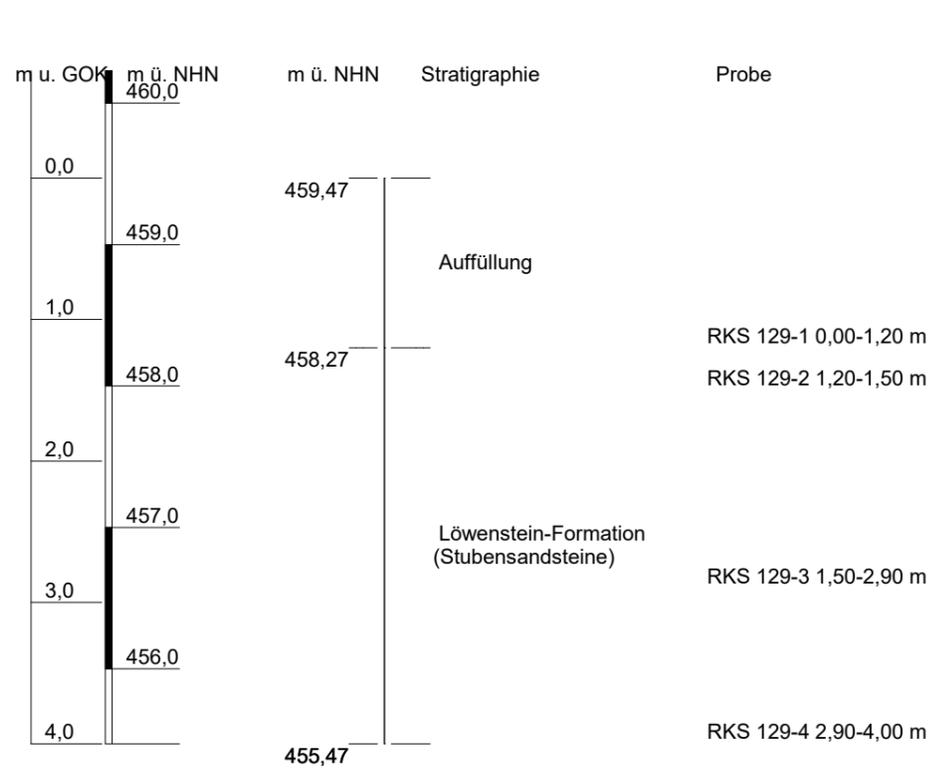
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

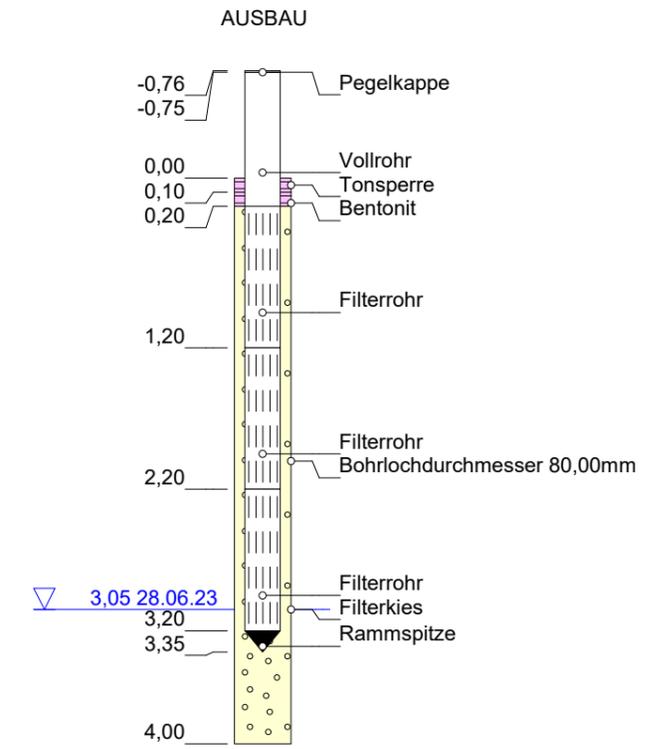
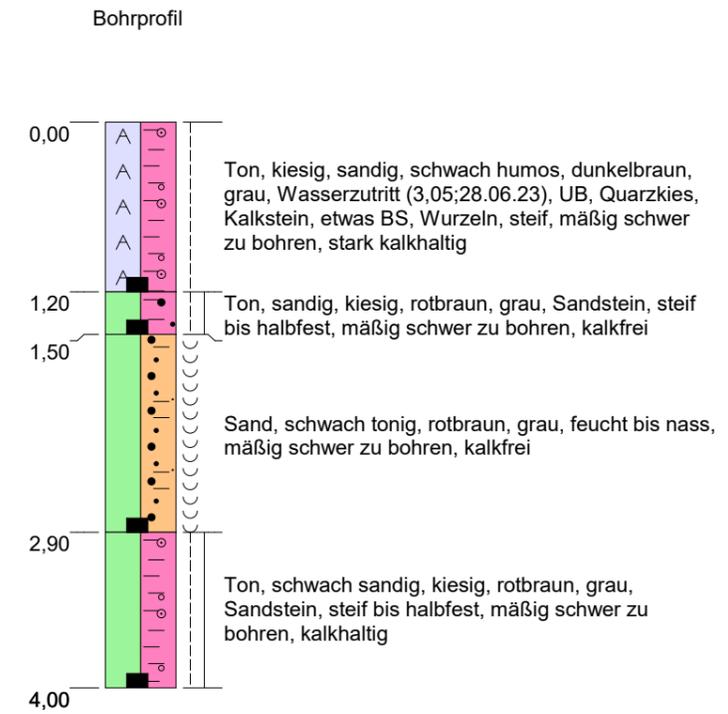
Rammkernsondierung nach DIN EN ISO 22475-1

| | |
|---|-----------------------------|
| Projekt: Ellwangen, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: RKS124 | |
| Auftraggeber: Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582643,25 |
| Fachaufsicht: CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422797,92 |
| Bearbeiter: C. Heyder | Ansatzhöhe: 460,55 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: 06.07.2023- | Anlage: 2.3 |





RKS129/DPH129



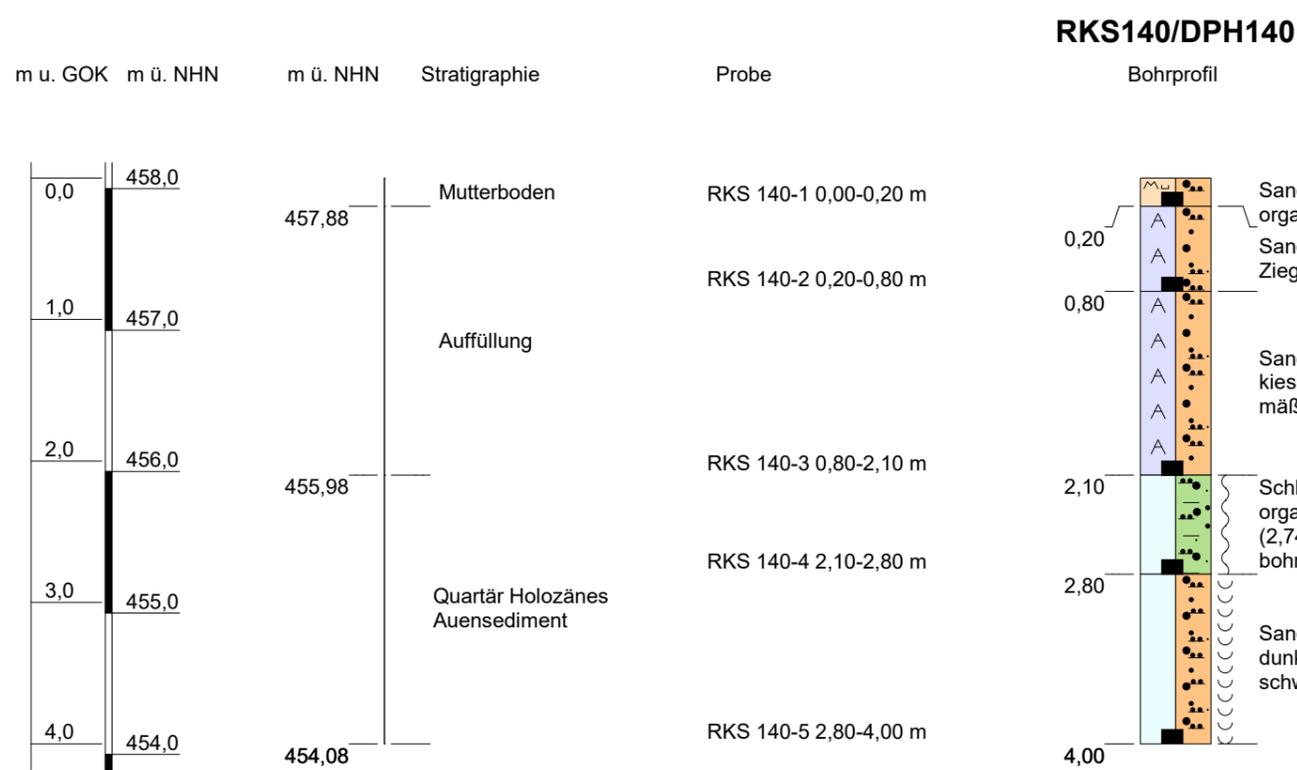
Rammkernsondierung nach DIN EN ISO 22475-1

Höhenmaßstab: 1:50

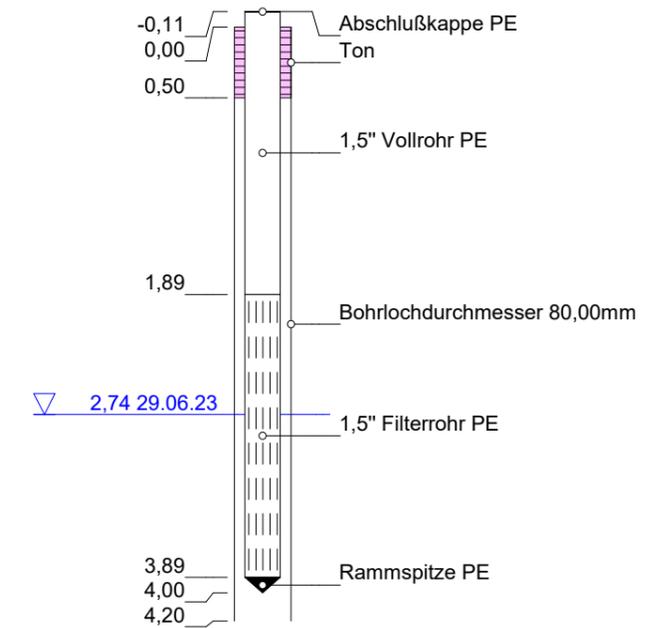
Blatt 1 von 1

| | |
|---|-----------------------------|
| Projekt: Ellwangen, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: RKS129/DPH129 | |
| Auftraggeber: Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582828,11 |
| Fachaufsicht: CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422754,19 |
| Bearbeiter: C. Heyder | Ansatzhöhe: 459,47 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: 28.06.2023- | Anlage: 2.3 |





AUSBAU



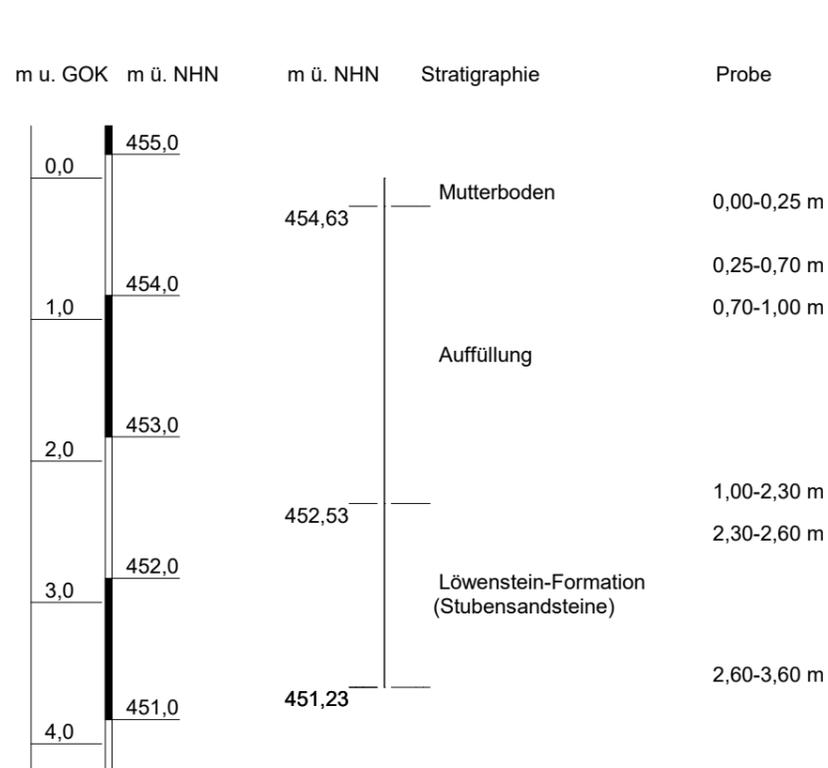
Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Rammkernsondierung nach DIN EN ISO 22475-1

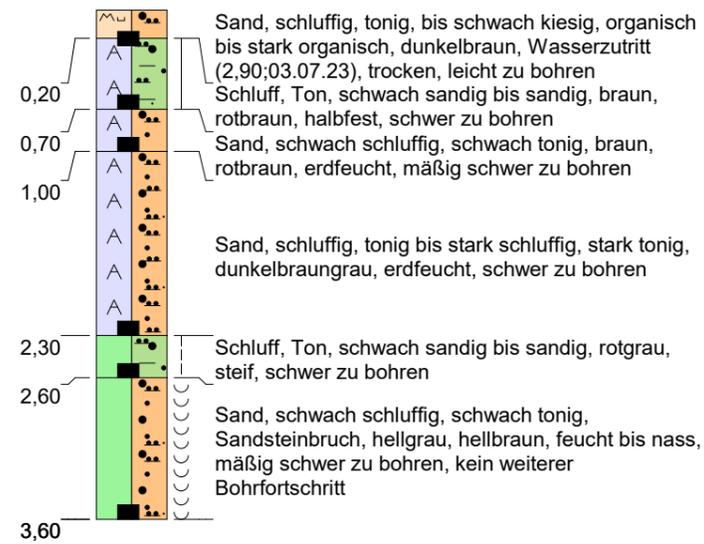
| | |
|---|-----------------------------|
| Projekt: Ellwangen, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: RKS140/DPH140 | |
| Auftraggeber: Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582678,79 |
| Fachaufsicht: CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422684,79 |
| Bearbeiter: C. Heyder | Ansatzhöhe: 458,08 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: 29.06.2023- | Anlage: 2.3 |



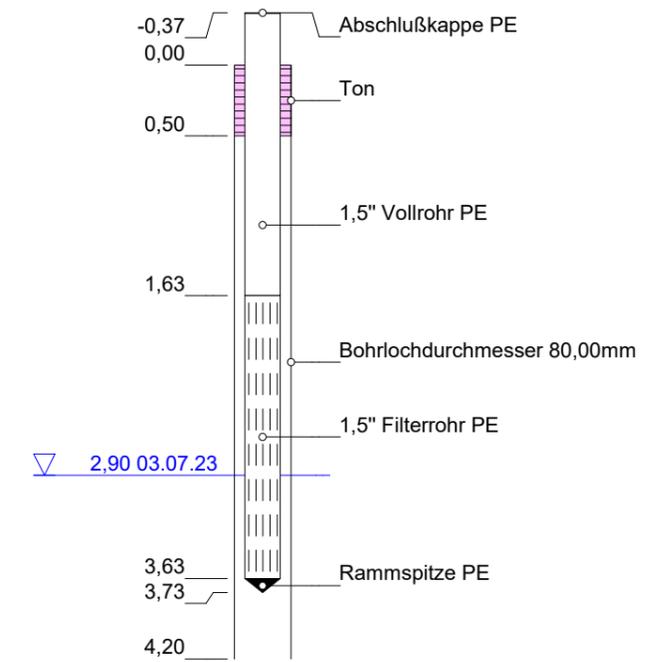


RKS141

Bohrprofil



AUSBAU



Höhenmaßstab: 1:50

Blatt 1 von 1

Rammkernsondierung nach DIN EN ISO 22475-1

| | |
|---|-----------------------------|
| Projekt: Ellwangen, Projekt-Nr. 285059 | |
| Bohrung: RKS141 | |
| Auftraggeber: Stadt Ellwangen | Rechtswert: 32582736,85 |
| Fachaufsicht: CDM Smith Consult GmbH | Hochwert: 5422664,17 |
| Bearbeiter: C. Heyder | Ansatzhöhe: 454,83 m ü. NHN |
| Bohr-Datum: 03.07.2023- | Anlage: 2.3 |



**ANLAGE 3 GEOMECHANISCHE
LABORVERSUCHE**

Anlage 3.1 Zusammenstellung der geome-
chanischen Versuchsergebnisse

Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

| Entnahmedaten | | Proben-Nr. | | Zeilen-Nr.: | KB | KB | KB | KB | KB | KB | KB |
|---|--------------------------------------|---|---|-----------------------------------|---------------------|---------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|------|
| Entnahmestelle | | | | | 20 | 20 | 20 | 41b | 44 | 72 | 185 |
| Zusätzliche Angaben | | | | | | | | | | | |
| Entnahmetiefe | von | m | | | 1,45 | 3,00 | 6,80 | 5,30 | 3,50 | 2,40 | 5,60 |
| | bis | m | | | 1,90 | 4,00 | 7,80 | 5,50 | 3,70 | 2,60 | 5,80 |
| Entnahmeart | | | | gestört | gestört | gestört | gestört | gestört | gestört | gestört | |
| Probenbeschreibung | | | | U/T,s*,g' | S,u/t | U/T,s* | S,u/t*,g' | T,s | S,u/t | S,u/t | |
| Bodengruppe nach DIN18196 | | | | TL | SU* / ST* | TL | SU* / ST* | TA | SU* / ST* | SU* / ST* | |
| Penetrometerablesung | | q _p | MN/m ² | | | | | | | | |
| Stratigraphie | | | | | | | | | | | |
| Kom-vertig. | Kennziffer = T/U/S/G/X - Anteil | | % | 1 | 7 / 10 / 79 / 4 / 0 | | 9 / 27 / 55 / 9 / 0 | 47 / 30 / 23 / 0 / 0 | 5 / 14 / 78 / 3 / 0 | 9 / 16 / 74 / 1 / 0 | |
| | bzw. --T/U--S/G/X | | Vers.-Typ | | Komb. | | Komb.(GrK) | Komb. | Komb. | Komb. | |
| Dichtebestimmung | Korndichte | | ρ _s t/m ³ | 2 | | | | | | | |
| | Feuchtdichte | | ρ t/m ³ | 3 | | | | | | | |
| | Wassergehalt | | w % | 4 | 15,1 | 9,5 | 15,8 | 14,6 | 24,4 | 7,8 | 5,9 |
| | Trockendichte | | ρ _d t/m ³ | 5 | | | | | | | |
| Verdichtungsg. / Lagerungsd. D _{Pr} / I _D | | | | % / - | 6 | | | | | | |
| Atterberg Grenzen | w-Feinteile | | w % | 7 | | | | 25,4 | | | |
| | Fließ- / Ausrollgrenze | | w _L / w _p % / % | 8 | | | | 61,5 / 24,7 | | | |
| | Plastizitätsz. / Konsistenz. | | I _p / I _c % / - | | | | | 36,8 / 0,98 | | | |
| | Aktivitätsz. / Schrumpfg. | | I _A / w _s - / % | | | | | | | | |
| Glühverlust | | V _{gl} % | | 9 | | | | | | | |
| Kalkgehalt nach SCHEIBLER | | V _{Ca} % | | | | | | | | | |
| Durchlässigkeitsbeiwert | | k _{10°} m/s | | 10 | | | | | | | |
| KD-Versuch | Vorhandene Erdauflast | | p _n MN/m ² | | | | | | | | |
| | Steifemodul | | E _s (p _n , Δp) / Δp MN/m ² | 11 | | | | | | | |
| | Konsolidierungsbeiwert | | c _v cm ² /s | | | | | | | | |
| Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven | | | | 12 | | | | | | | |
| Quellversuche | Quellspannung | | σ _q MN/m ² | 13 | | | | | | | |
| | Versuchsdauer | | d | 14 | | | | | | | |
| | Quelldehnung | | ε _{q,0} % | 15 | | | | | | | |
| | Versuchsdauer | | d | 16 | | | | | | | |
| | Quellversuch nach Huder und Amberg | | K % | 17 | | | | | | | |
| | Versuchsdauer | | d | 18 | | | | | | | |
| Einaxiale Druckfestigk./-modul | | q _u / E _u MN/m ² | | 19 | | | | | | | |
| Probendurchmesser | | | | cm | | | | | | | |
| Scherwiderst. d. Flügelsonde | | | | τ _{FS} MN/m ² | 20 | | | | | | |
| Scher-versuche | Vers.Typ/Probendurchm. | | - / cm | 21 | | | | | | | |
| | Reibungswinkel | | φ ° | 22 | | | | | | | |
| | Kohäsion | | c MN/m ² | | | | | | | | |
| Einfache Proctordichte | | ρ _{Pr} t/m ³ | | 23 | | | | | | | |
| Optimaler Wassergehalt | | W _{Pr} % | | | | | | | | | |
| LAK | | LAK g/t | | | | | | | | | |
| LCPC Abrasivität | | | | Bezeichnung - | 24 | | | | | | |
| LBR | | | | % | | | | | | | |
| Lockerste Lagerung | | ρ _{d min} t/m ³ | | 25 | | | | | | | |
| Dichteste Lagerung | | ρ _{d max} t/m ³ | | | | | | | | | |
| Versuchsgerät / Durchmesser | | | | -/cm | | | | | | | |
| CBR-Versuch | Versuchstyp (Feld/Labor) | | F/L | 26 | | | | | | | |
| | W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg. | | % / % | | | | | | | | |
| | Schwellmaß / Dauer | | % / d | | | | | | | | |
| | CBR _o ohne Wasserlagerung | | % | | | | | | | | |
| CBR _w mit Wasserlagerung | | % | | 27 | | | | | | | |
| PDV | Verformungsmodul | | E _{v1} MN/m ² | 28 | | | | | | | |
| | Verhältnis | | E _{v2} / E _{v1} - | | | | | | | | |
| | dyn. Verformungsmodul | | E _{vd} MN/m ² | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Bemerkungen:

Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse

| Entnahmedaten | | Proben-Nr. | | Entnahmestelle | | KB | KB | KB | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------|----------------|-------------------|-------------------|---------|---------|--|--|--|--|
| | | | | | | 194 | 194 | 194 | | | | |
| Zusätzliche Angaben | | | | | | | | | | | | |
| Entnahmetiefe | | von | m | | | 1,40 | 3,70 | 7,60 | | | | |
| | | bis | m | | | 1,60 | 4,00 | 7,80 | | | | |
| Entnahmeart | | | | | | gestört | gestört | gestört | | | | |
| Probenbeschreibung | | | | | | S,u/t' | S,u/t' | U/T,s* | | | | |
| Bodengruppe nach DIN18196 | | | | | | SU / ST | SU / ST | TL | | | | |
| Penetrometerablesung | | q _p | MN/m ² | | | | | | | | | |
| Stratigraphie | | | | | | | | | | | | |
| Kom-vertig. | Kennziffer = T/U/S/G/X - Anteil | % | | 1 | --10-/ 88 / 2 / 0 | --13-/ 84 / 3 / 0 | | | | | | |
| | bzw. --T/U--/S/G/X | Vers.-Typ | | | Siebung | Siebung | | | | | | |
| Dichtebestimmung | Korndichte | ρ _s | t/m ³ | 2 | | | | | | | | |
| | Feuchtdichte | ρ | t/m ³ | 3 | | | | | | | | |
| | Wassergehalt | w | % | 4 | 5,7 | 15,1 | 16,4 | | | | | |
| | Trockendichte | ρ _d | t/m ³ | 5 | | | | | | | | |
| Verdichtungsg. / Lagerungsd. | | D _{Pr} / I _D | % / - | 6 | | | | | | | | |
| Atterberg Grenzen | w-Feinteile | w | % | 7 | | | | | | | | |
| | Fließ- / Ausrollgrenze | w _L / w _p | % / % | 8 | | | | | | | | |
| | Plastizitätsz. / Konsistenz. | I _p / I _c | % / - | 8 | | | | | | | | |
| | Aktivitätsz. / Schrumpfg. | I _A / w _s | - / % | 8 | | | | | | | | |
| Glühverlust | | V _{gl} | % | 9 | | | | | | | | |
| Kalkgehalt nach SCHEIBLER | | V _{Ca} | % | 9 | | | | | | | | |
| Durchlässigkeitsbeiwert | | k _{10°} | m/s | 10 | | | | | | | | |
| Versuchsspannung | | σ | MN/m ² | 10 | | | | | | | | |
| KD-Versuch | Vorhandene Erdauflast | p _n | MN/m ² | 11 | | | | | | | | |
| | Steifemodul | E _s (p _n , Δp) / Δp | MN/m ² | | | | | | | | | |
| | Konsolidierungsbeiwert | c _v | cm ² /s | | | | | | | | | |
| Anzahl Lastst. / Zeit-Setzungs-Kurven | | | | 12 | | | | | | | | |
| Quellversuche | Quellspannung | σ _q | MN/m ² | 13 | | | | | | | | |
| | Versuchsdauer | d | | 14 | | | | | | | | |
| | Quelldehnung | ε _{q,0} | % | 15 | | | | | | | | |
| | Versuchsdauer | d | | 16 | | | | | | | | |
| | Quellversuch nach Huder und Amberg | K | % | 17 | | | | | | | | |
| | Versuchsdauer | σ ₀ | MN/m ² | 17 | | | | | | | | |
| Einaxiale Druckfestigk./-modul | | q _u / E _u | MN/m ² | 19 | | | | | | | | |
| Probendurchmesser | | cm | | 19 | | | | | | | | |
| Scherwiderst. d. Flügelsonde | | τ _{FS} | MN/m ² | 20 | | | | | | | | |
| Scher- versuche | Vers.Typ/Probendurchm. | - / cm | | 21 | | | | | | | | |
| | Reibungswinkel | φ | ° | 22 | | | | | | | | |
| | Kohäsion | c | MN/m ² | 22 | | | | | | | | |
| Einfache Proctordichte | | ρ _{Pr} | t/m ³ | 23 | | | | | | | | |
| Optimaler Wassergehalt | | W _{Pr} | % | 23 | | | | | | | | |
| LAK | | LAK | g/t | 23 | | | | | | | | |
| LCPC Abrasivität | | Bezeichnung | - | 24 | | | | | | | | |
| | | LBR | % | | | | | | | | | |
| Lockerste Lagerung | | ρ _{d min} | t/m ³ | 25 | | | | | | | | |
| Dichteste Lagerung | | ρ _{d max} | t/m ³ | | | | | | | | | |
| Versuchsgerät / Durchmesser | | -/cm | | 25 | | | | | | | | |
| CBR-Versuch | Versuchstyp (Feld/Labor) | F/L | | 26 | | | | | | | | |
| | W-Geh. Einbau/n. W.-Lagerg. | % / % | | | | | | | | | | |
| | Schwellmaß / Dauer | % / d | | | | | | | | | | |
| | CBR _o ohne Wasserlagerung | % | | | | | | | | | | |
| CBR _w mit Wasserlagerung | | % | | 27 | | | | | | | | |
| PDV | Verformungs- modul | E _{v1} | MN/m ² | 28 | | | | | | | | |
| | | E _{v2} | MN/m ² | | | | | | | | | |
| | Verhältnis | E _{v2} / E _{v1} | - | | | | | | | | | |
| dyn. Verformungsmodul | | E _{vd} | MN/m ² | 28 | | | | | | | | |
| Bemerkungen: | | | | | | | | | | | | |

Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse (Fels)

| Entnahmedaten | | | Zeilen-Nr.: | KB | KB | KB | KB | KB | KB | KB | |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| Proben-Nr. | | | | 28 | 28 | 41b | 44 | 51 | 51 | 72 | |
| Entnahmestelle | | | | | | | | | | | |
| Zusätzliche Angaben | | | | | | | | | | | |
| Entnahmetiefe | | von m bis m | | 1,90 2,00 | 4,50 4,70 | 7,00 7,40 | 9,00 9,30 | 1,30 1,50 | 3,40 3,60 | 3,50 3,60 | |
| Entnahmeart | | | ungestört | ungestört | ungestört | ungestört | ungestört | ungestört | ungestört | | |
| Probenbeschreibung | | | Sst,u/t | Tst | Sst | Tst | Sst | Sst | Sst/Tst | | |
| Stratigraphie | | | | | | | | | | | |
| Dichte- bestimmung | Korndichte | ρ_s | t/m ³ | 29 | | | | | | | |
| | Feuchtdichte | ρ | t/m ³ | 30 | | | | | | | |
| | Wassergehalt | w | % | 31 | | | | | | | |
| | Trockendichte | ρ_d | t/m ³ | 32 | | | | | | | |
| Einaxialer Druckversuch | Einax. Druckfestigkeit | σ_u | MN/m ² | | 0,430 | | 0,440 | | | | |
| | Belastungsmodul | B | MN/m ² | 33 | 22,4 | | 24,0 | | | | |
| | Wiederbelastungsmodul | V | MN/m ² | | | | | | | | |
| | Entlastungsmodul | E | MN/m ² | | | | | | | | |
| Dreiaxialer Druckversuch | Poisson- zahlen | für Belastung, Wiederbelastung und Entlastung | ν_B ν_V ν_E | | | | | | | | |
| | Vers. Typ/Probendurchm. | - / cm | | 35 | | | | | | | |
| | Anzahl der Zyklen | - | | | | | | | | | |
| Punktlastindex | diametral | $I_{S(50)}$ | MN/m ² | 37 | 0,065 | | 0,348 | | 0,081 | 1,275 | 0,087 |
| | axial | | | | | | | | | | |
| Spaltzugversuch | | | σ_z | MN/m ² | 38 | | | | | | |
| Reibungsversuch | Probenfläche | A | cm ² | 39 | | | | | | | |
| | Anzahl der Laststufen | - | | | | | | | | | |
| | Trennflächentyp | - | | | | | | | | | |
| | Trennflächengeometrie | - | | 40 | | | | | | | |
| | Reibungswinkel | φ | ° | | | | | | | | |
| technische Kohäsion | | | c | MN/m ² | | | | | | | |
| Quellversuche | Quellspannung | σ_q | MN/m ² | 41 | | | | | | | |
| | Versuchsdauer | d | | 42 | | | | | | | |
| | Quelldehnung | $\varepsilon_{q,0}$ | % | 43 | | | | | | | |
| | Versuchsdauer | d | | 44 | | | | | | | |
| | Quellversuch nach Huder und Amberg | K σ_0 | % MN/m ² | 45 | | | | | | | |
| | Versuchsdauer | d | | 46 | | | | | | | |
| DIN 52103 | Wasseraufnahme | | % | 47 | | | | | | | |
| | Absplitterung | | | | | | | | | | |
| | Kennziffer der Absplitt. | - | | 48 | | | | | | | |
| Veränderlichk. in Wasser DIN 14689 | | | - | | 49 | | | | | | |
| Cerchar | | | CAI | - | 50 | 0,57 | | | | | |
| Abrasiveindex | | | Klassifizierung | - | 51 | sehr niedrig | | | | | |
| Frostversuch nach | | | Absplitterung | % | 52 | | | | | | |
| DIN 52104 / 4226 | | | Kennziffer d. Absplitt. | - | 53 | | | | | | |
| Einaxialer Kriechversuch | % von einax. Druckfestigkeit | | % | | | | | | | | |
| | Kriechrate am 10. Tag (LS 1) | | % | 54 | | | | | | | |
| | % von einax. Druckfestigkeit | | % | | | | | | | | |
| | Kriechrate am 10. Tag (LS 2) | | % | | | | | | | | |
| | % von einax. Druckfestigkeit | | % | | | | | | | | |
| Kriechrate am 10. Tag (LS 3) | | % | | | | | | | | | |
| Slake Durability Test | | | I_{d1} I_{d2} | % % | 55 | | | | | | |

Bemerkungen:

Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse (Fels)

| Entnahmedaten | | | Zeilen-Nr.: | KB | KB | KB | KB | KB | KB | KB |
|------------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-------|
| Proben-Nr. | | | | 84 | 84 | 115 | 140 | 140 | 153 | 155 |
| Entnahmestelle | | | | | | | | | | |
| Zusätzliche Angaben | | | | | | | | | | |
| Entnahmetiefe von m | | | | 4,90 | 6,90 | 2,50 | 4,80 | 6,50 | 2,30 | 4,80 |
| bis m | | | 5,00 | 7,00 | 2,90 | 5,00 | 6,80 | 2,60 | 5,20 | |
| Entnahmeart | | | ungestört | ungestört | ungestört | ungestört | ungestört | ungestört | ungestört | |
| Probenbeschreibung | | | Sst/Tst | Tst | Tst | Tst | Tst | Sst,u/t | Tst | |
| Stratigraphie | | | | | | | | | | |
| Dichte- bestimmung | Korndichte | ρ_s | t/m ³ | 29 | | | | | | |
| | Feuchtdichte | ρ | t/m ³ | 30 | | | | | | |
| | Wassergehalt | w | % | 31 | | | | | | |
| | Trockendichte | ρ_d | t/m ³ | 32 | | | | | | |
| Einaxialer Druckversuch | Einax. Druckfestigkeit | σ_u | MN/m ² | 33 | | | | | | |
| | Belastungsmodul | B | MN/m ² | | | | | | | |
| | Wiederbelastungsmodul | V | MN/m ² | | | | | | | |
| | Entlastungsmodul | E | MN/m ² | | | | | | | |
| Dreiaxialer Druckversuch | Poisson- zahlen | für Belastung, Wiederbelastung und Entlastung | ν_B ν_V ν_E | - | 34 | | | | | |
| | Vers. Typ/Probendurchm. | - / cm | | 35 | | | | | | |
| | Anzahl der Zyklen | - | | 36 | | | | | | |
| Punktlastindex | diametral | $I_{S(50)}$ | MN/m ² | 37 | | | | | | |
| | axial | | | | 0,133 | 0,051 | 0,225 | 0,128 | 0,388 | 0,583 |
| Spaltzugversuch | | | σ_z | MN/m ² | 38 | | | | | |
| Reibungsversuch | Probenfläche | A | cm ² | 39 | | | | | | |
| | Anzahl der Laststufen | - | | 40 | | | | | | |
| | Trennflächentyp | - | | | | | | | | |
| | Trennflächengeometrie | - | | | | | | | | |
| | Reibungswinkel | φ | ° | | | | | | | |
| technische Kohäsion | | | c | MN/m ² | | | | | | |
| Quellversuche | Quellspannung | σ_q | MN/m ² | 41 | | | | | | |
| | Versuchsdauer | d | | 42 | | | | | | |
| | Quelldehnung | $\epsilon_{q,0}$ | % | 43 | | | | | | |
| | Versuchsdauer | d | | 44 | | | | | | |
| | Quellversuch nach Huder und Amberg | K σ_0 | % MN/m ² | 45 | | | | | | |
| | Versuchsdauer | d | | 46 | | | | | | |
| DIN 52103 | Wasseraufnahme | | % | 47 | | | | | | |
| | Absplitterung | | | 48 | | | | | | |
| | Kennziffer der Absplitt. | - | | | | | | | | |
| Veränderlichk. in Wasser DIN 14689 | | | - | 49 | | | | | | |
| Cerchar | | | CAI | - | 50 | | | | 0,69 | |
| Abrasivitätsindex | | | Klassifizierung | - | 51 | | | | sehr niedrig | |
| Frostversuch nach | | | Absplitterung | % | 52 | | | | | |
| DIN 52104 / 4226 | | | Kennziffer d. Absplitt. | - | 53 | | | | | |
| Einaxialer Kriechversuch | % von einax. Druckfestigkeit | | % | 54 | | | | | | |
| | Kriechrate am 10. Tag (LS 1) | | % | | | | | | | |
| | % von einax. Druckfestigkeit | | % | | | | | | | |
| | Kriechrate am 10. Tag (LS 2) | | % | | | | | | | |
| | % von einax. Druckfestigkeit | | % | | | | | | | |
| Kriechrate am 10. Tag (LS 3) | | % | | | | | | | | |
| Slake Durability Test | | | I_{d1} | % | 55 | | | | | |
| | | | I_{d2} | % | | | | | | |

Bemerkungen:

Zusammenstellung der geomechanischen Versuchsergebnisse (Fels)

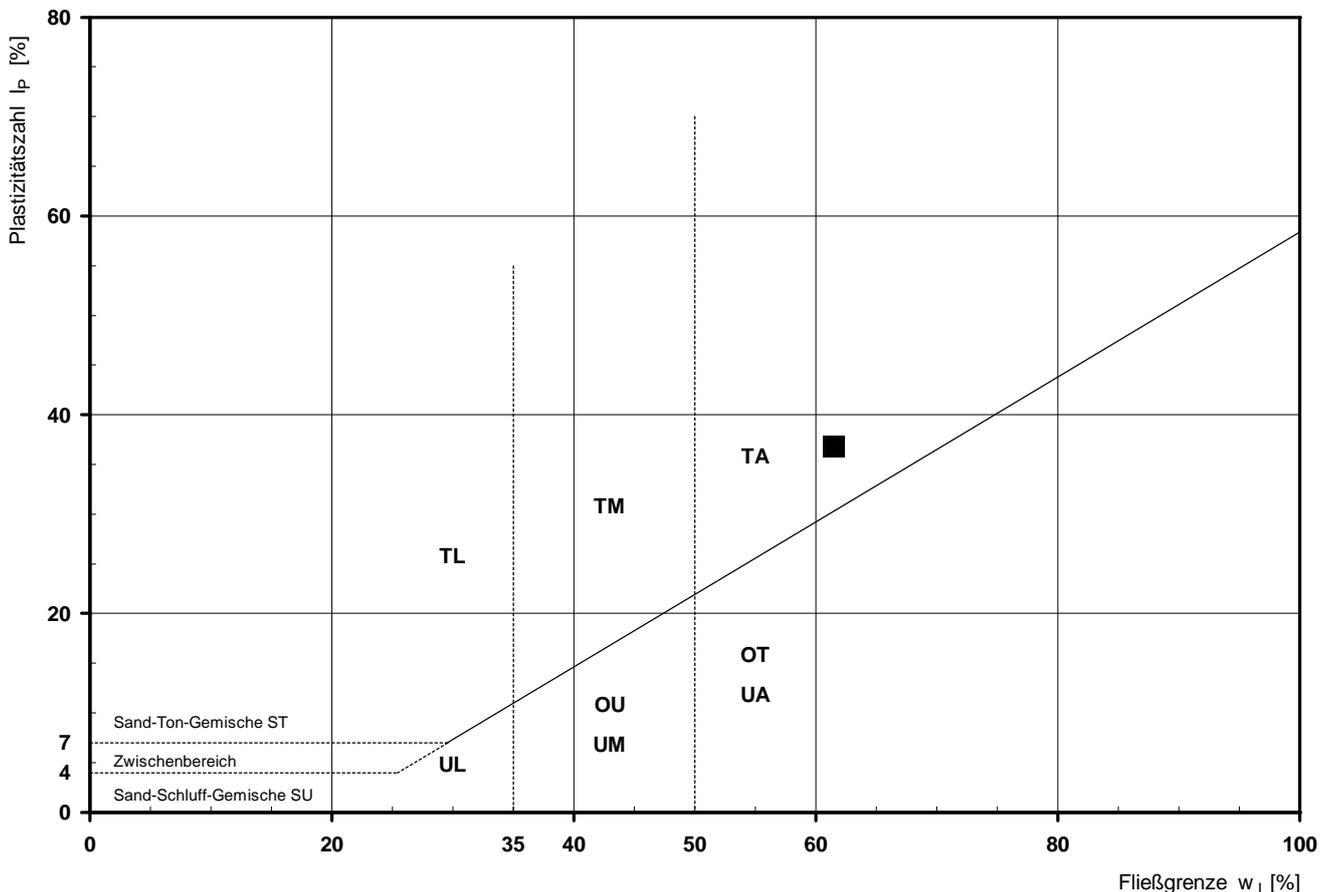
| Entnahmedaten | | Proben-Nr. | | Entnahmestelle | | KB | KB | KB | KB | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------|-------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|--|--|
| | | | | | | 185 | 185 | 194 | 194 | | | |
| | | Zusätzliche Angaben | | | | | | | | | | |
| | | Entnahmetiefe | | von | m | 1,50 | 7,60 | 2,70 | 4,30 | | | |
| | | | | bis | m | 1,80 | 7,80 | 2,90 | 4,50 | | | |
| | | Entnahmeart | | | | ungestört | ungestört | ungestört | ungestört | | | |
| Probenbeschreibung | | | | | | Sst | Tst/Sst | Sst | Tst | | | |
| Stratigraphie | | | | | | | | | | | | |
| Dichte- bestimmung | Korndichte | ρ_s | t/m ³ | 29 | | | | | | | | |
| | Feuchtdichte | ρ | t/m ³ | 30 | | | | | | | | |
| | Wassergehalt | w | % | 31 | | | | | | | | |
| | Trockendichte | ρ_d | t/m ³ | 32 | | | | | | | | |
| Einaxialer Druckversuch | Einax. Druckfestigkeit | σ_u | MN/m ² | 33 | 0,234 | 0,146 | 0,338 | 0,283 | | | | |
| | Belastungsmodul | B | | | 13,6 | 6,0 | 17,3 | 16,7 | | | | |
| | Wiederbelastungsmodul | V | MN/m ² | | | | | | | | | |
| | Entlastungsmodul | E | | | | | | | | | | |
| Dreiaxialer Druckversuch | Poisson- zahlen | für Belastung, Wiederbelastung und Entlastung | ν_B ν_V ν_E | - | 34 | | | | | | | |
| | Vers. Typ/Probendurchm. | | - / cm | 35 | | | | | | | | |
| | Anzahl der Zyklen | | - | 36 | | | | | | | | |
| Reibungswinkel | φ | ° | | | | | | | | | | |
| | technische Kohäsion | c | MN/m ² | | | | | | | | | |
| | Punktlastindex | diametral axial | $I_{S(50)}$ | MN/m ² | 37 | | | | | | | |
| | Spaltzugversuch | \perp \parallel | σ_z | MN/m ² | 38 | | | | | | | |
| Reibungsversuch | Probenfläche | A | cm ² | 39 | | | | | | | | |
| | Anzahl der Laststufen | | - | 40 | | | | | | | | |
| | Trennflächentyp | | - | | | | | | | | | |
| | Trennflächengeometrie | | - | | | | | | | | | |
| | Reibungswinkel | φ | ° | | | | | | | | | |
| technische Kohäsion | c | MN/m ² | | | | | | | | | | |
| Quellversuche | Quellspannung | σ_q | MN/m ² | 41 | | | | | | | | |
| | Versuchsdauer | d | | 42 | | | | | | | | |
| | Quelldehnung | $\epsilon_{q,0}$ | % | 43 | | | | | | | | |
| | Versuchsdauer | d | | 44 | | | | | | | | |
| | Quellversuch nach Huder und Amberg | K σ_0 | % MN/m ² | 45 | | | | | | | | |
| | Versuchsdauer | d | | 46 | | | | | | | | |
| DIN 52103 | Wasseraufnahme | | % | 47 | | | | | | | | |
| | Absplitterung | | | | | | | | | | | |
| | Kennziffer der Absplitt. | | - | 48 | | | | | | | | |
| | Veränderlichk. in Wasser DIN 14689 | | - | 49 | | | | | | | | |
| | Cerchar | CAI | - | 50 | | | | | | | | |
| | Abrasivitätsindex | Klassifizierung | - | 51 | | | | | | | | |
| | Frostversuch nach | Absplitterung | % | 52 | | | | | | | | |
| | DIN 52104 / 4226 | Kennziffer d. Absplitt. | - | 53 | | | | | | | | |
| Einaxialer Kriechversuch | % von einax. Druckfestigkeit | | % | 54 | | | | | | | | |
| | Kriechrate am 10. Tag (LS 1) | | % | | | | | | | | | |
| | % von einax. Druckfestigkeit | | % | | | | | | | | | |
| | Kriechrate am 10. Tag (LS 2) | | % | | | | | | | | | |
| | % von einax. Druckfestigkeit | | % | | | | | | | | | |
| Kriechrate am 10. Tag (LS 3) | | % | | | | | | | | | | |
| Slake Durability Test | I_{d1} | | % | 55 | | | | | | | | |
| | I_{d2} | | % | | | | | | | | | |

Bemerkungen:

Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen nach DIN EN ISO 17892-12

| | | | | | | | |
|--|----------------|--|--|--|--|--|--|
| Laufende Nummer: | 1 | | | | | | |
| Symbol: | ■ | | | | | | |
| Entnahmestelle: | KB 44 | | | | | | |
| Entnahmetiefe: von [m] | 3,50 | | | | | | |
| bis [m] | 3,70 | | | | | | |
| Probenbeschreibung: | T _s | | | | | | |
| Stratigraphie: | | | | | | | |
| Natürlicher Wassergehalt: (Feinanteil ≤ 0,4 mm) w _F [%] | 25,4 | | | | | | |
| Fließgrenze: w _L [%] | 61,5 | | | | | | |
| Ausrollgrenze: w _P [%] | 24,7 | | | | | | |
| Plastizitätszahl: I _P [%] | 36,8 | | | | | | |
| Konsistenzzahl: I _C [-] | 0,98 | | | | | | |
| Aktivitätszahl: I _A [-] | | | | | | | |
| Bodengruppe nach DIN 18196: | TA | | | | | | |
| Bodengruppe des Feinanteils: (bei gemischtkörnigen Böden) | | | | | | | |

Plastizitätsdiagramm (nach DIN 18196)



Korngrößenverteilung

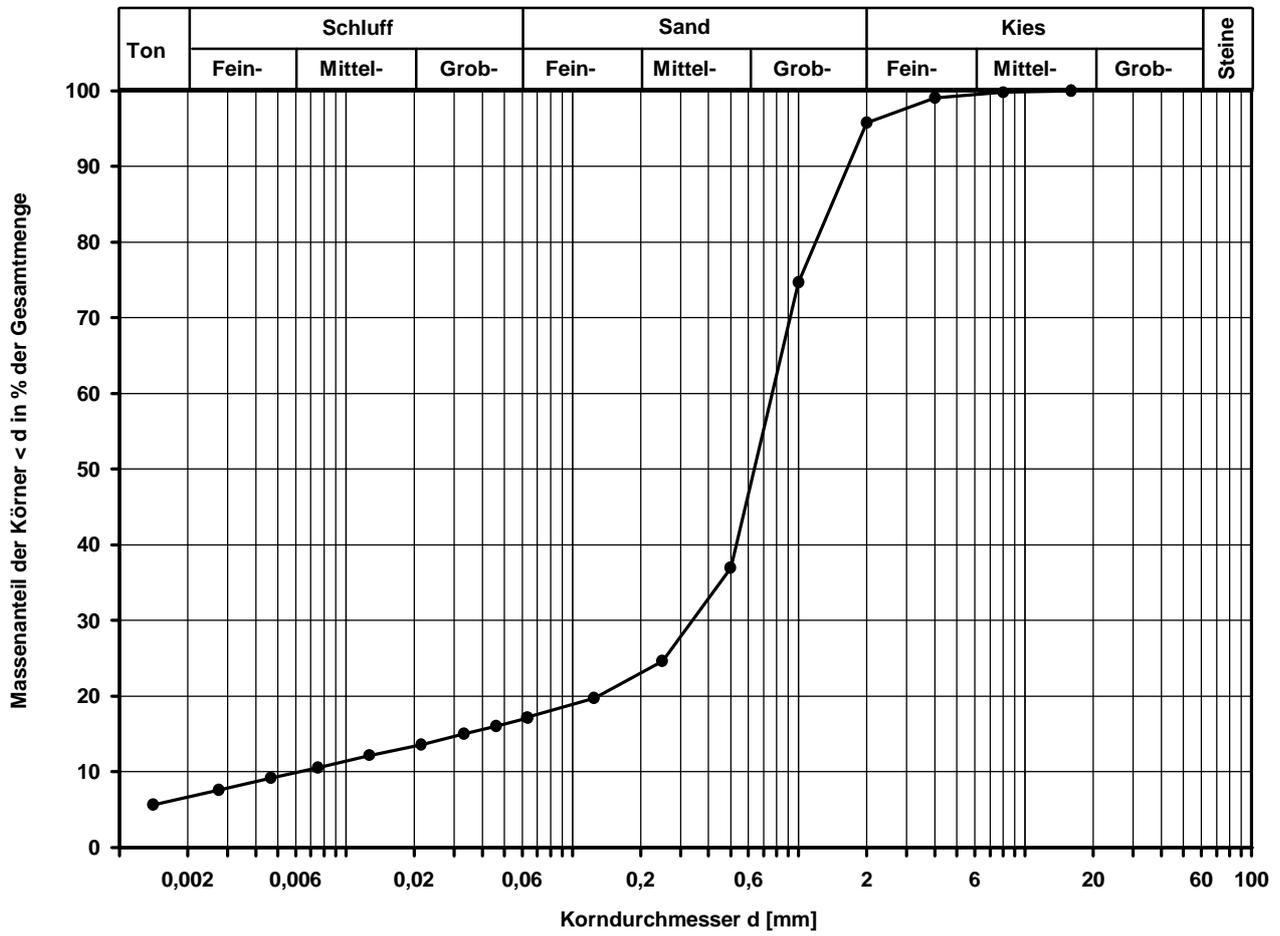
nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung und Sedimentation

| | | |
|--------------------------------|---------------------------|----------------|
| Entnahmestelle KB 20 | | |
| Tiefe unter GOK: 3,00 - 4,00 m | | |
| Entnahmeart: gestört | | |
| Probenbeschreibung: S,u/t | Bodengruppe: SU* / ST* | Stratigraphie: |
| Entrn. am: | | von: CDM Smith |

| | | |
|------------------------|----------------|--------|
| Ausgeführt von: Weiß | am: | Gepr.: |
| Ausgewertet von: Kosar | am: 27.06.2023 | |

| | | | | | | |
|---------------------|---|--|----------|----------|----------|----------|
| Kennziffer [%] | Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$ | Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$ | d60 [mm] | d50 [mm] | d20 [mm] | d10 [mm] |
| 7 / 10 / 79 / 4 / 0 | 23,8 | 121,2 | 0,7636 | 0,6355 | 0,1299 | 0,0063 |

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 2,381E-07 m/s
nach Bialas: 3,293E-05 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung und Sedimentation (GrK)

Entnahmestelle
KB 41b

Tiefe unter GOK: 5,30 - 5,50 m

Entnahmeart: gestört

Probenbeschreibung: S,u/t*,g' Bodengruppe: SU* / ST* Stratigraphie:

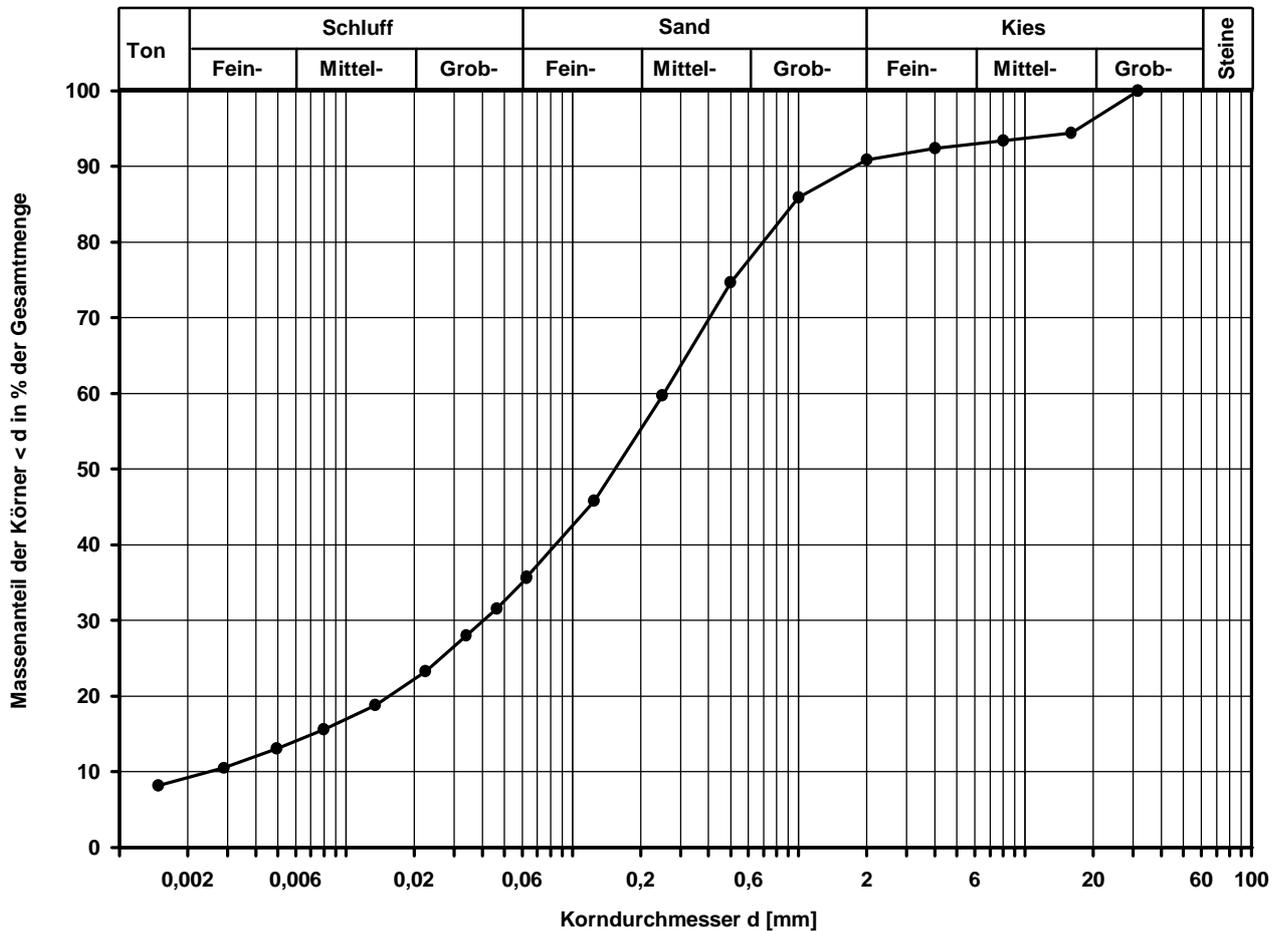
Ausgeführt von: Dinkelmeier am: 21.06.2023 Gepr.:

Ausgewertet von: Kosar am: 27.06.2023

Entrn. am: von: CDM Smith

| | | | | | | |
|---------------------|---|--|----------|----------|----------|----------|
| Kennziffer [%] | Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$ | Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$ | d60 [mm] | d50 [mm] | d20 [mm] | d10 [mm] |
| 9 / 27 / 55 / 9 / 0 | 2,6 | 101,3 | 0,2532 | 0,1541 | 0,0155 | 0,0025 |

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 3,750E-08 m/s
nach Bialas: 2,478E-07 m/s



Bemerkungen:

| | | |
|---------------------------------|---------|--------|
| Aktenzeichen: F230476 | Anlage: | Blatt: |
|---------------------------------|---------|--------|

| |
|--|
| Projekt: 285059 Baugrundvorerkundung Baugebiet Ellwangen-Süd |
|--|

Korngrößenverteilung

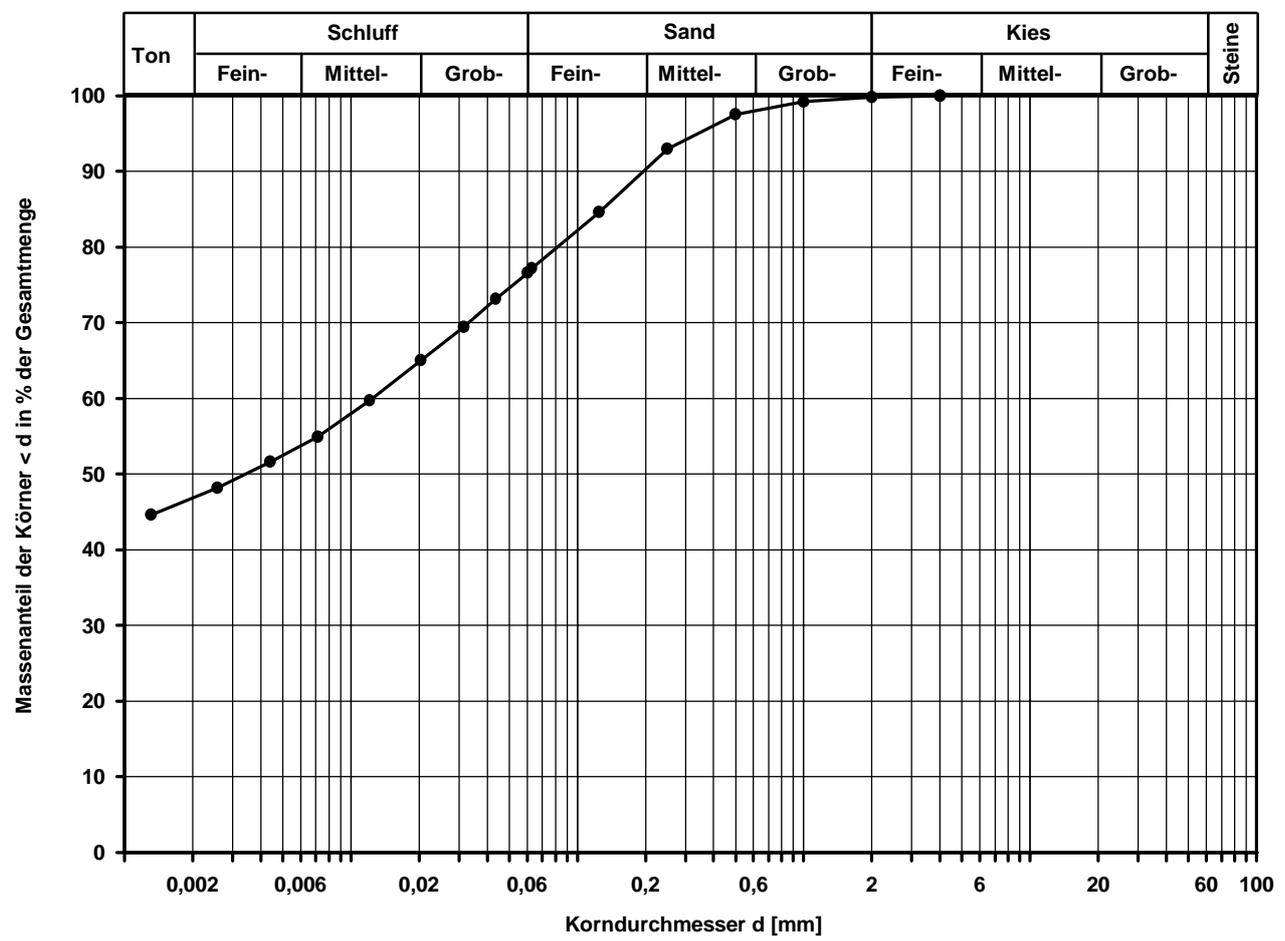
nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung und Sedimentation

| | | | |
|----------------------------|--|--------------------|----------------|
| Entnahmestelle KB 44 | | | |
| Tiefe unter GOK: | | 3,50 - 3,70 m | |
| Entnahmeart: gestört | | | |
| Probenbeschreibung: T,s | | Bodengruppe: TA | Stratigraphie: |
| Entrn. am: | | von: CDM Smith | |

| | | |
|------------------------|----------------|--------|
| Ausgeführt von: Weiß | am: 22.06.2023 | Gepr.: |
| Ausgewertet von: Kosar | am: 27.06.2023 | |

| | | | | | | |
|----------------------|---|--|----------|----------|----------|----------|
| Kennziffer [%] | Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$ | Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$ | d60 [mm] | d50 [mm] | d20 [mm] | d10 [mm] |
| 47 / 30 / 23 / 0 / 0 | | | 0,0125 | 0,0034 | | |

Berechnung k_f Wert:



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

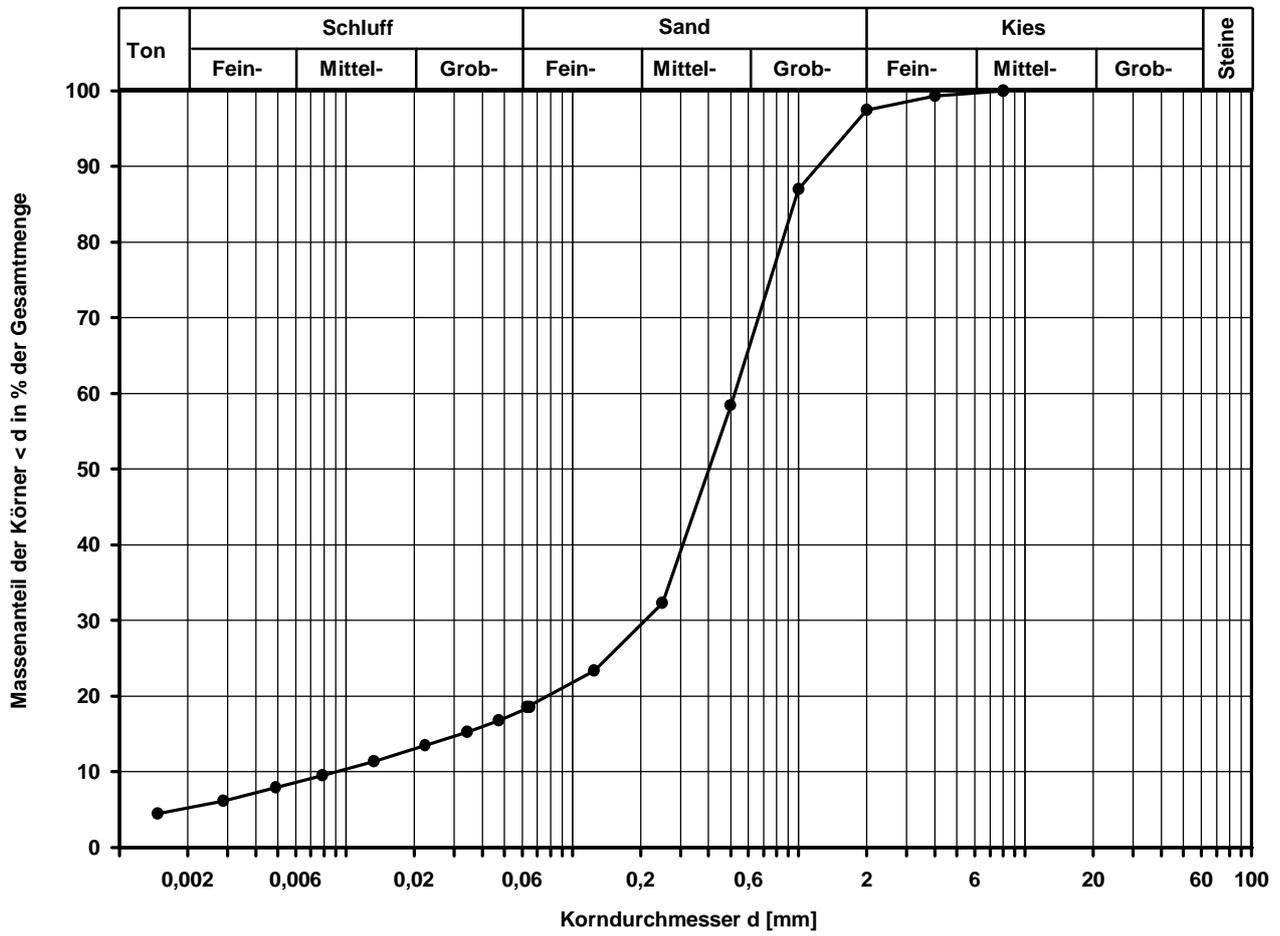
nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung und Sedimentation

| | | |
|--------------------------------|---------------------------|----------------|
| Entnahmestelle KB 72 | | |
| Tiefe unter GOK: 2,40 - 2,60 m | | |
| Entnahmeart: gestört | | |
| Probenbeschreibung: S,u/t | Bodengruppe: SU* / ST* | Stratigraphie: |
| Entrn. am: | | von: CDM Smith |

| | | |
|------------------------|----------------|--------|
| Ausgeführt von: Weiß | am: | Gepr.: |
| Ausgewertet von: Kosar | am: 27.06.2023 | |

| | | | | | | |
|---------------------|---|--|----------|----------|----------|----------|
| Kennziffer [%] | Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$ | Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$ | d60 [mm] | d50 [mm] | d20 [mm] | d10 [mm] |
| 5 / 14 / 78 / 3 / 0 | 9,3 | 57,1 | 0,5196 | 0,4000 | 0,0775 | 0,0091 |

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 4,969E-07 m/s
nach Bialas: 1,004E-05 m/s



Bemerkungen:

| | | |
|---------------------------------|---------|--------|
| Aktenzeichen: F230476 | Anlage: | Blatt: |
|---------------------------------|---------|--------|

| |
|--|
| Projekt: 285059 Baugrundvorerkundung Baugebiet Ellwangen-Süd |
|--|

Korngrößenverteilung

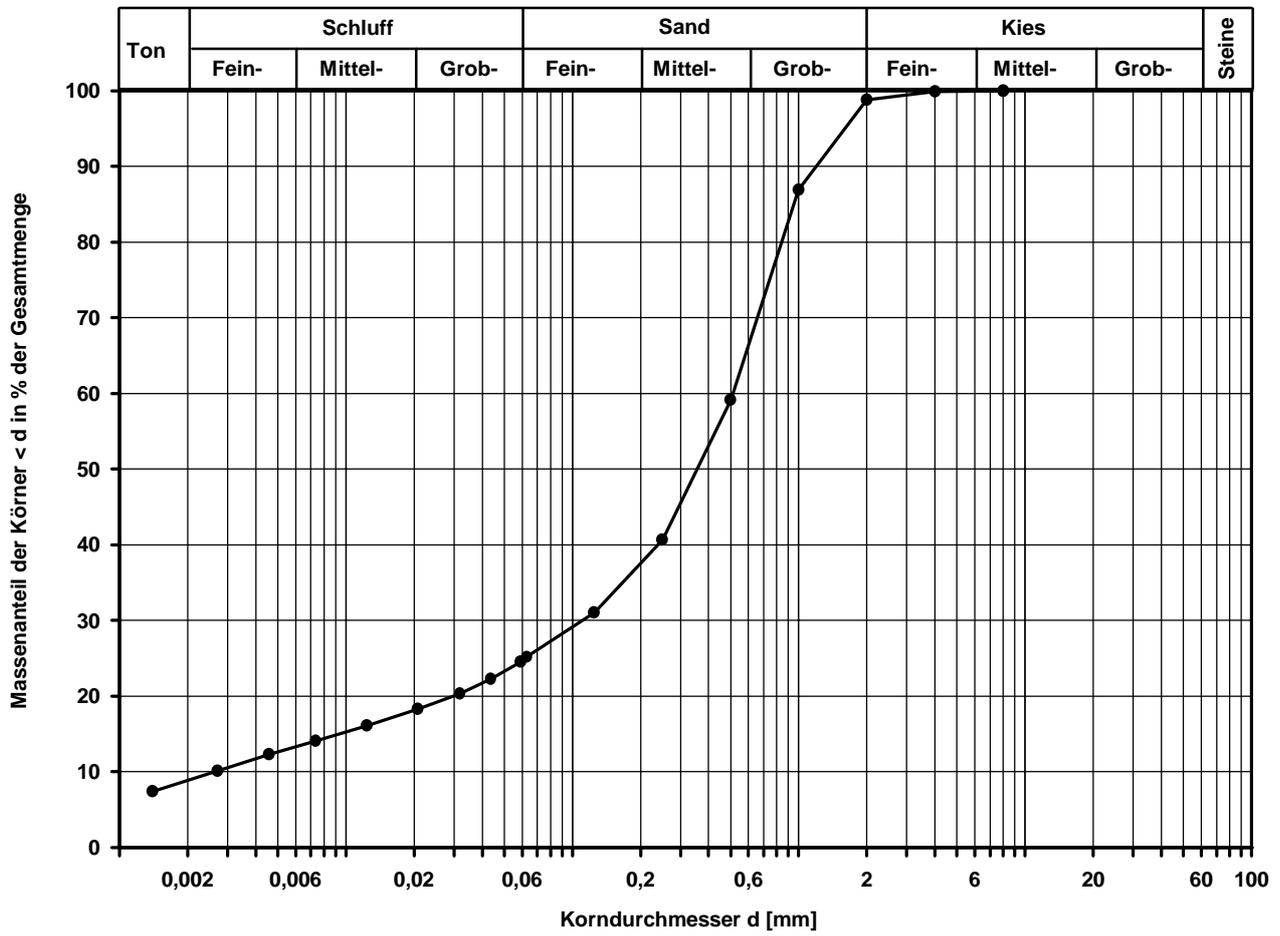
nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung und Sedimentation

| | | |
|--------------------------------|---------------------------|----------------|
| Entnahmestelle KB 185 | | |
| Tiefe unter GOK: 5,60 - 5,80 m | | |
| Entnahmeart: gestört | | |
| Probenbeschreibung: S,u/t | Bodengruppe: SU* / ST* | Stratigraphie: |
| Entrn. am: | | von: CDM Smith |

| | | |
|------------------------|----------------|--------|
| Ausgeführt von: Weiß | am: 22.06.2023 | Gepr.: |
| Ausgewertet von: Kosar | am: 27.06.2023 | |

| | | | | | | |
|---------------------|---|--|----------|----------|----------|----------|
| Kennziffer [%] | Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$ | Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$ | d60 [mm] | d50 [mm] | d20 [mm] | d10 [mm] |
| 9 / 16 / 74 / 1 / 0 | 9,3 | 196,5 | 0,5108 | 0,3548 | 0,0297 | 0,0026 |

Berechnung k_f Wert:
nach Beyer: 4,056E-08 m/s
nach Bialas: 1,106E-06 m/s



Bemerkungen:

Korngrößenverteilung

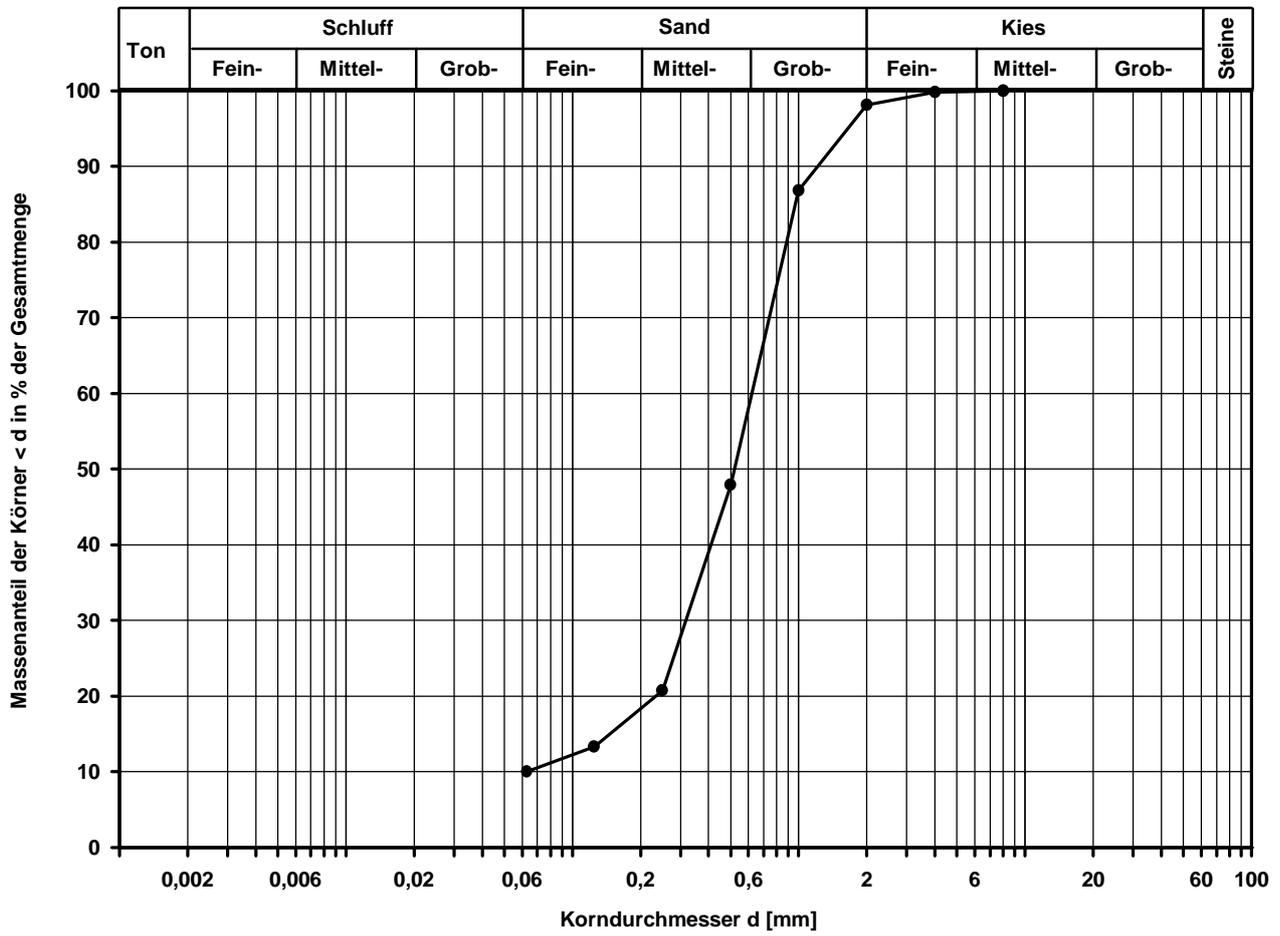
nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung

| | | |
|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| Entnahmestelle KB 194 | | |
| Tiefe unter GOK: 1,40 - 1,60 m | | |
| Entnahmeart: gestört | | |
| Probenbeschreibung: S,u/t' | Bodengruppe: SU / ST | Stratigraphie: |
| Entrn. am: | | von: CDM Smith |

| | | |
|------------------------|----------------|--------|
| Ausgeführt von: Weiß | am: 22.06.2023 | Gepr.: |
| Ausgewertet von: Kosar | am: 27.06.2023 | |

| | | | | | | |
|--------------------|---|--|----------|----------|----------|----------|
| Kennziffer [%] | Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$ | Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$ | d60 [mm] | d50 [mm] | d20 [mm] | d10 [mm] |
| --10--/ 88 / 2 / 0 | | | 0,6202 | 0,5189 | 0,2343 | |

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 1,279E-04 m/s



Bemerkungen:

| | | |
|---------------------------------|---------|--------|
| Aktenzeichen: F230476 | Anlage: | Blatt: |
|---------------------------------|---------|--------|

| |
|--|
| Projekt: 285059 Baugrundvorerkundung Baugebiet Ellwangen-Süd |
|--|

Korngrößenverteilung

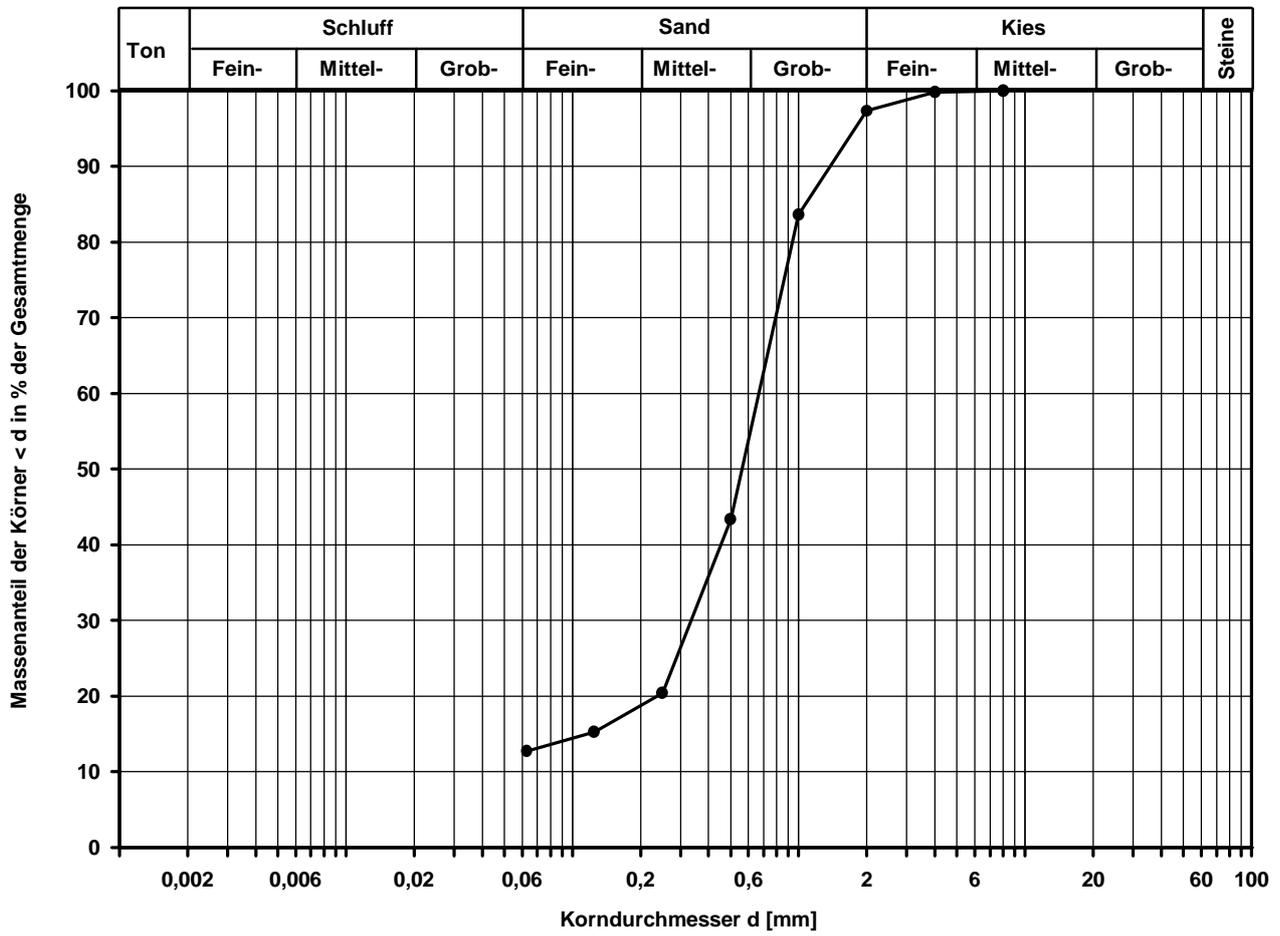
nach DIN EN ISO 17892-4
Siebung

| | | |
|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| Entnahmestelle KB 194 | | |
| Tiefe unter GOK: 3,70 - 4,00 m | | |
| Entnahmeart: gestört | | |
| Probenbeschreibung: S,u/t' | Bodengruppe: SU / ST | Stratigraphie: |
| Entrn. am: | | von: CDM Smith |

| | | |
|------------------------|----------------|--------|
| Ausgeführt von: Weiß | am: 22.06.2023 | Gepr.: |
| Ausgewertet von: Kosar | am: 27.06.2023 | |

| | | | | | | |
|--------------------|---|--|----------|----------|----------|----------|
| Kennziffer [%] | Krümmungszahl C_c $C_c = (d_{30})^2 / (d_{10} \cdot d_{60})$ | Ungleichförmigkeitszahl U $U = d_{60} / d_{10}$ | d60 [mm] | d50 [mm] | d20 [mm] | d10 [mm] |
| --13--/ 84 / 3 / 0 | | | 0,6661 | 0,5608 | 0,2367 | |

Berechnung k_f Wert:
nach Bialas: 1,309E-04 m/s



Bemerkungen:

| | | |
|---|----------------|-----------------|
| Aktenzeichen: F230476 | Anlage: | Blatt: |
| Projekt: 285059 | | |
| Baugrundvorerkundung Baugebiet Ellwangen-Süd | | |
| Entnahmestelle: | | KB 28 |
| Tiefe : | | 1,90 - 2,00 [m] |
| Entnahmeart: | | ungestört |
| Probenbeschreibung: Sst,u/t | Bodengruppe: | Stratigraphie: |
| Entn. am: | von: CDM Smith | |

Cerchar - Abrasivitätsindex (CAI) nach DGGT Empfehlung Nr. 23

| | | |
|--------------------------|----------------|--------|
| Ausgeführt von: Büttner | am: 27.06.2023 | Gepr.: |
| Ausgewertet von: Büttner | am: 27.06.2023 | |

Gesteinbeschreibung: fest

Korrekturfaktor $f_s=1,1$ $D_m = f_s \times D_{m^*}$
(D_{m^*} : durchschnittlicher Durchmesser der Verschleißphase bei Versuchen auf sägerauer Oberfläche)

Zustand der Probenoberfläche: bruchrau sägerauh

| | | | | | |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Einzelversuch-Nr.: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Prüfstift-Nr.: | 91 | 92 | 94 | 95 | 96 |
| Ablesung d_1 [mm] | 0,04 | 0,07 | 0,04 | 0,07 | 0,04 |
| Ablesung d_2 [mm] | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| Ablesung d_3 [mm] | 0,04 | 0,07 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Ablesung d_4 [mm] | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,07 | 0,04 |
| Prüfstiftabnutzung D_j [mm] | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,05 |

mittlere Prüfstiftabnutzung D_m [mm] = **0,06**

Cerchar-Abrasivitäts-Index (CAI) [] = **0,57**

Standardabweichung (SD) = 0,10

Standardfehler (SEM) = 0,05

| CAI | Klassifizierung |
|--------------------|---------------------|
| 0,1-<0,5 | extrem niedrig |
| 0,5-<1,0 | sehr niedrig |
| 1,0-<2,0 | niedrig |
| 2,0-<3,0 | mittel |
| 3,0-<4,0 | hoch |
| 4,0-<5,0 | sehr hoch |
| ≥ 5,0 | extrem hoch |

Fotodokumentation:



Gerätespezifikation: Prüfgerät Typ 2 nach West (1989)
Prüfspitzen Rockwell Härte 54/56 HRC

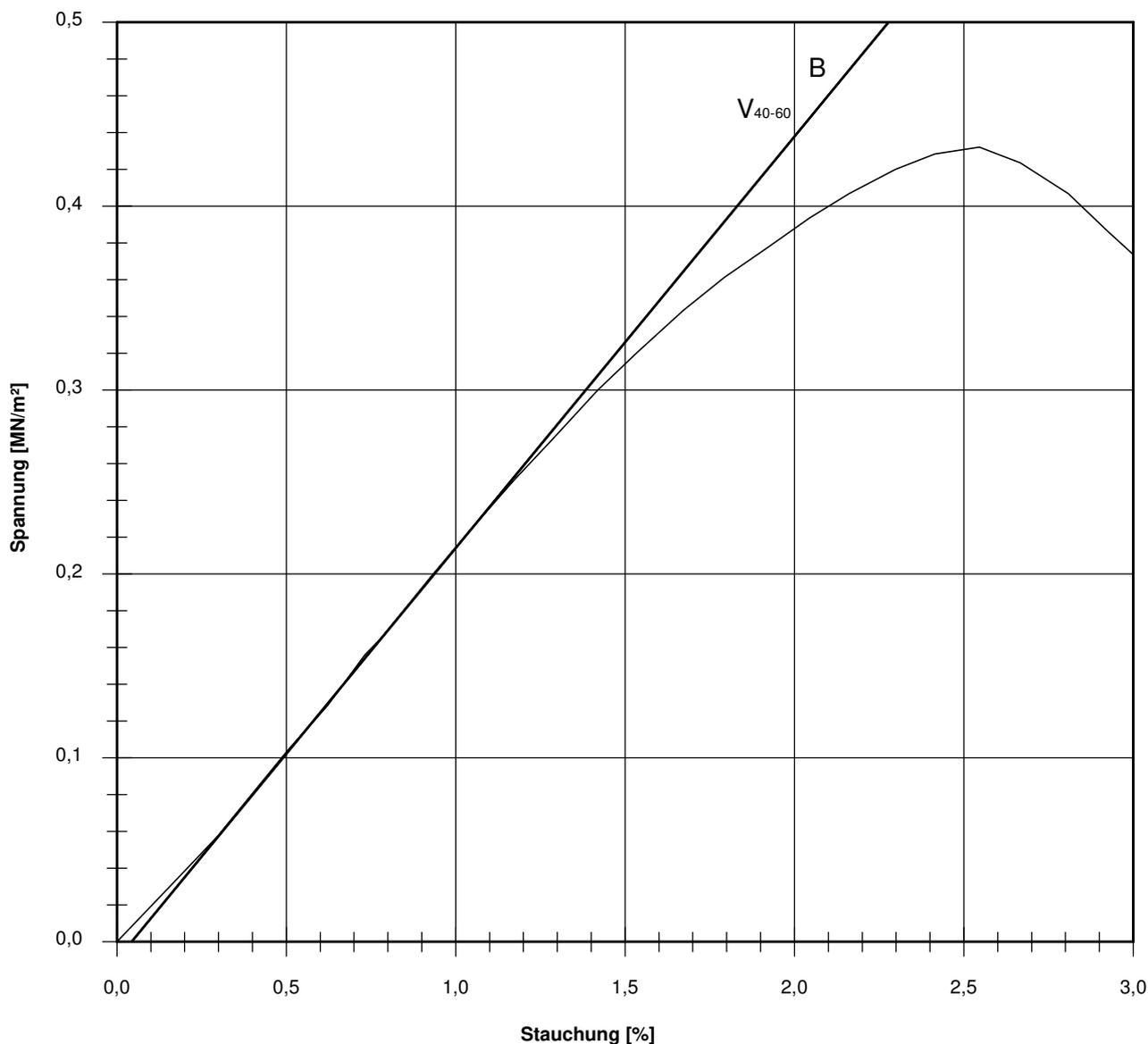
Bemerkungen:

Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung
nach DGGT-Empfehlung Nr. 1

| | | |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Entnahmestelle KB 28 | | |
| Tiefe unter GOK: 4,50 - 4,70 m | | |
| Entnahmeart: ungestört | | |
| Probenbeschreibung: Tst | Bodengruppe: | Stratigraphie: |
| Entn. am: | von: CDM Smith | |

| | | |
|---|--------------------------------------|---|
| Ausgeführt von: Walter C. | am: 27.06.2023 | Gep.:: |
| Ausgewertet von: Walter C. | am: 27.06.2023 | |
| Probenhöhe: 198,0 mm | Feuchtdichte: 1,979 t/m ³ | Verformungsgeschwindigkeit: 0,20 mm/min |
| Durchmesser: 103,0 mm | Wassergehalt: % | Höhen/Durchmesserverhältnis(h/d): 1,92 |
| Querschnittsfläche: 83,32 cm ² | Trockendichte: t/m ³ | Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$: 0,995 |



| | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| Bruchspannung σ : | 0,432 MN/m ² | Verformungsmoduli: | | Poissonzahl: |
| Einaxiale Druckfestigkeit | | Belastungsmodul | V_{40-60} : 22,4 MN/m ² | |
| $f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : | 0,430 MN/m ² | Modul d. einaxialen Druckf. E_u : | | für Belastung v_B : |
| Stauchung beim Bruch: | 2,55 % | Belastungsmodul | B : 22,4 MN/m ² | für Wiederbelastung v_V : |
| Querdehnung beim Bruch: | | Wiederbelastungsmodul | V : | für Entlastung v_E : |
| | | Entlastungsmodul | E : | |

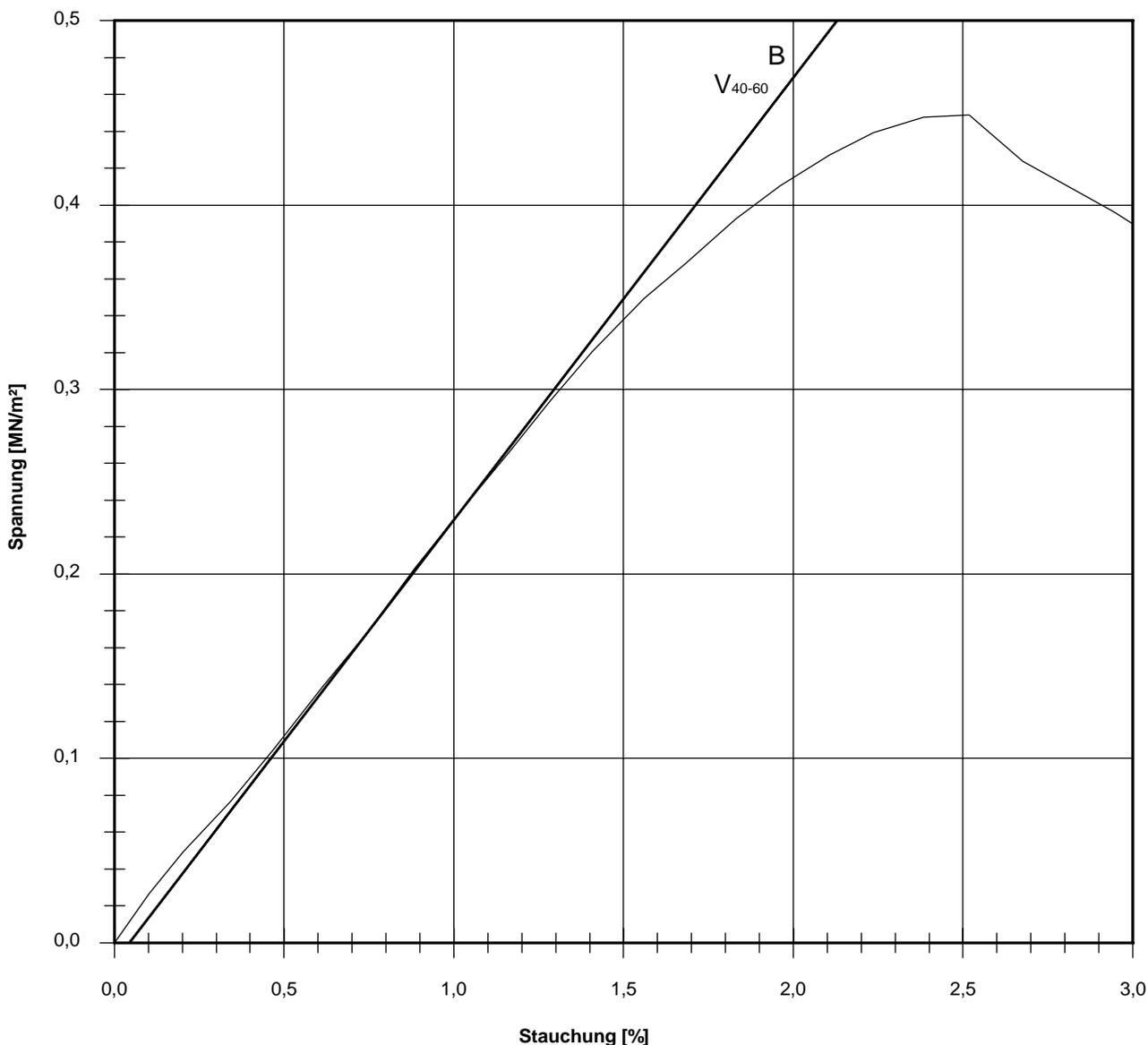
Bemerkungen:

Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung
nach DGGT-Empfehlung Nr. 1

| | | |
|----------------------------|----------------|----------------|
| Entnahmestelle | KB 44 | |
| Tiefe unter GOK: | 9,00 - 9,30 m | |
| Entnahmeart: | ungestört | |
| Probenbeschreibung: Tst | Bodengruppe: | Stratigraphie: |
| Entn. am: | von: CDM Smith | |

| | | |
|---|--------------------------------------|---|
| Ausgeführt von: Walter C. | am: 27.06.2023 | Gepr.: |
| Ausgewertet von: Walter C. | am: 27.06.2023 | |
| Probenhöhe: 177,5 mm | Feuchtdichte: 1,974 t/m ³ | Verformungsgeschwindigkeit: 1,00 mm/min |
| Durchmesser: 103,0 mm | Wassergehalt: % | Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d): 1,72 |
| Querschnittsfläche: 83,32 cm ² | Trockendichte: t/m ³ | Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$: 0,980 |



| | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Bruchspannung σ : | 0,449 MN/m ² | Verformungsmoduli: | | Poissonzahl: |
| Einaxiale Druckfestigkeit | | Belastungsmodul V_{40-60} : | 24,0 MN/m ² | |
| $f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : | 0,440 MN/m ² | Modul d. einaxialen Druckf. E_u : | | für Belastung v_B : |
| Stauchung beim Bruch: | 2,52 % | Belastungsmodul B : | 24,0 MN/m ² | für Wiederbelastung v_V : |
| Querdehnung beim Bruch: | | Wiederbelastungsmodul V : | | für Entlastung v_E : |
| | | Entlastungsmodul E : | | |

Bemerkungen:

Cerchar - Abrasivitätsindex (CAI) nach DGGT Empfehlung Nr. 23

| | | |
|---------------------|----------------|----------------|
| Entnahmestelle: | KB 153 | |
| Tiefe : | 2,30 - 2,60 | [m] |
| Entnahmeart: | ungestört | |
| Probenbeschreibung: | Bodengruppe: | Stratigraphie: |
| Sst,u/t | | |
| Entn. am: | von: CDM Smith | |

| | | |
|--------------------------|----------------|--------|
| Ausgeführt von: Büttner | am: 27.06.2023 | Gepr.: |
| Ausgewertet von: Büttner | am: 27.06.2023 | |

Gesteinbeschreibung: fest

Korrekturfaktor $f_s=1,1$ $D_m = f_s \times D_{m^*}$
(D_{m^*} : durchschnittlicher Durchmesser der Verschleißphase bei Versuchen auf sägerauer Oberfläche)

Zustand der Probenoberfläche: bruchrauh sägerauh

| Einzelversuch-Nr.: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Prüfstift-Nr.: | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 |
| Ablesung d_1 [mm] | 0,04 | 0,07 | 0,09 | 0,07 | 0,07 |
| Ablesung d_2 [mm] | 0,04 | 0,07 | 0,09 | 0,04 | 0,07 |
| Ablesung d_3 [mm] | 0,07 | 0,04 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| Ablesung d_4 [mm] | 0,04 | 0,07 | 0,07 | 0,04 | 0,07 |
| Prüfstiftabnutzung D_j [mm] | 0,05 | 0,06 | 0,08 | 0,06 | 0,07 |

mittlere Prüfstiftabnutzung D_m [mm] = **0,07**

Cerchar-Abrasivitäts-Index (CAI) [] = **0,69**

Standardabweichung (SD) = 0,14

Standardfehler (SEM) = 0,06

| CAI | Klassifizierung |
|--------------------|---------------------|
| 0,1-<0,5 | extrem niedrig |
| 0,5-<1,0 | sehr niedrig |
| 1,0-<2,0 | niedrig |
| 2,0-<3,0 | mittel |
| 3,0-<4,0 | hoch |
| 4,0-<5,0 | sehr hoch |
| ≥ 5,0 | extrem hoch |

Fotodokumentation:



Gerätespezifikation: Prüfgerät Typ 2 nach West (1989)
Prüfspitzen Rockwell Härte 54/56 HRC

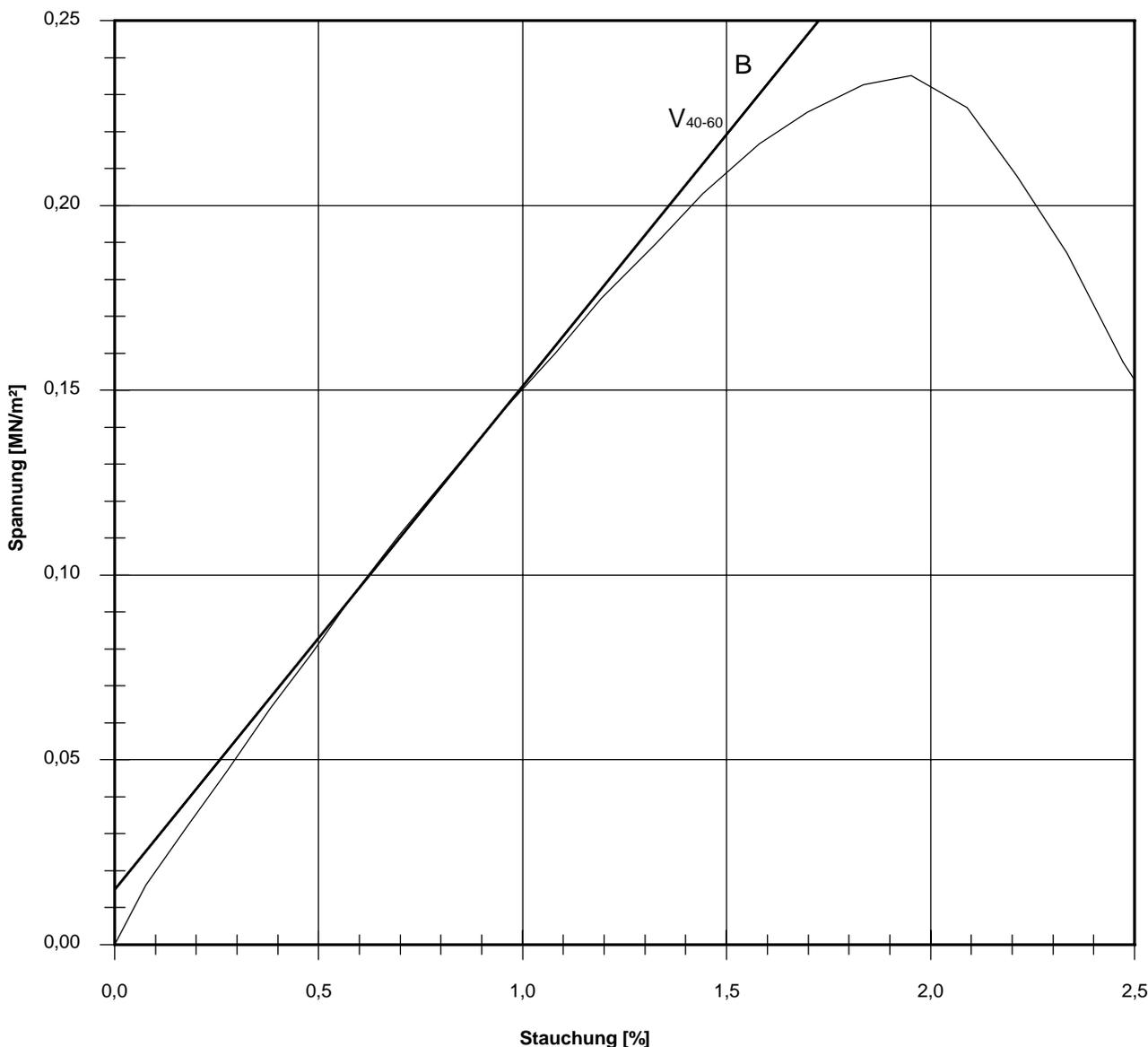
Bemerkungen:

Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung
nach DGGT-Empfehlung Nr. 1

| | | |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Entnahmestelle KB 185 | | |
| Tiefe unter GOK: 1,50 - 1,80 m | | |
| Entnahmeart: ungestört | | |
| Probenbeschreibung: Sst | Bodengruppe: | Stratigraphie: |
| Entn. am: | von: CDM Smith | |

| | | |
|---|--------------------------------------|---|
| Ausgeführt von: H. Büttner | am: 27.06.2023 | Gepr.: |
| Ausgewertet von: H. Büttner | am: 27.06.2023 | |
| Probenhöhe: 196,2 mm | Feuchtdichte: 1,945 t/m ³ | Verformungsgeschwindigkeit: 1,00 mm/min |
| Durchmesser: 101,7 mm | Wassergehalt: % | Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d): 1,93 |
| Querschnittsfläche: 81,23 cm ² | Trockendichte: t/m ³ | Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$: 0,995 |



| | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Bruchspannung σ : | 0,235 MN/m ² | Verformungsmoduli: | | Poissonzahl: |
| Einaxiale Druckfestigkeit | | Belastungsmodul V_{40-60} : | 13,6 MN/m ² | |
| $f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : | 0,234 MN/m ² | Modul d. einaxialen Druckf. E_u : | | für Belastung v_B : |
| Stauchung beim Bruch: | 1,95 % | Belastungsmodul B : | 13,6 MN/m ² | für Wiederbelastung v_V : |
| Querdehnung beim Bruch: | | Wiederbelastungsmodul V : | | für Entlastung v_E : |
| | | Entlastungsmodul E : | | |

Bemerkungen:

Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung
nach DGGT-Empfehlung Nr. 1

Entnahmestelle
KB 185

Tiefe unter GOK: 7,60 - 7,80 m

Entnahmearart: ungestört

| | | |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| Probenbeschreibung: Tst/Sst | Bodengruppe: | Stratigraphie: |
|--------------------------------|--------------|----------------|

| | |
|------------|----------------|
| Enthn. am: | von: CDM Smith |
|------------|----------------|

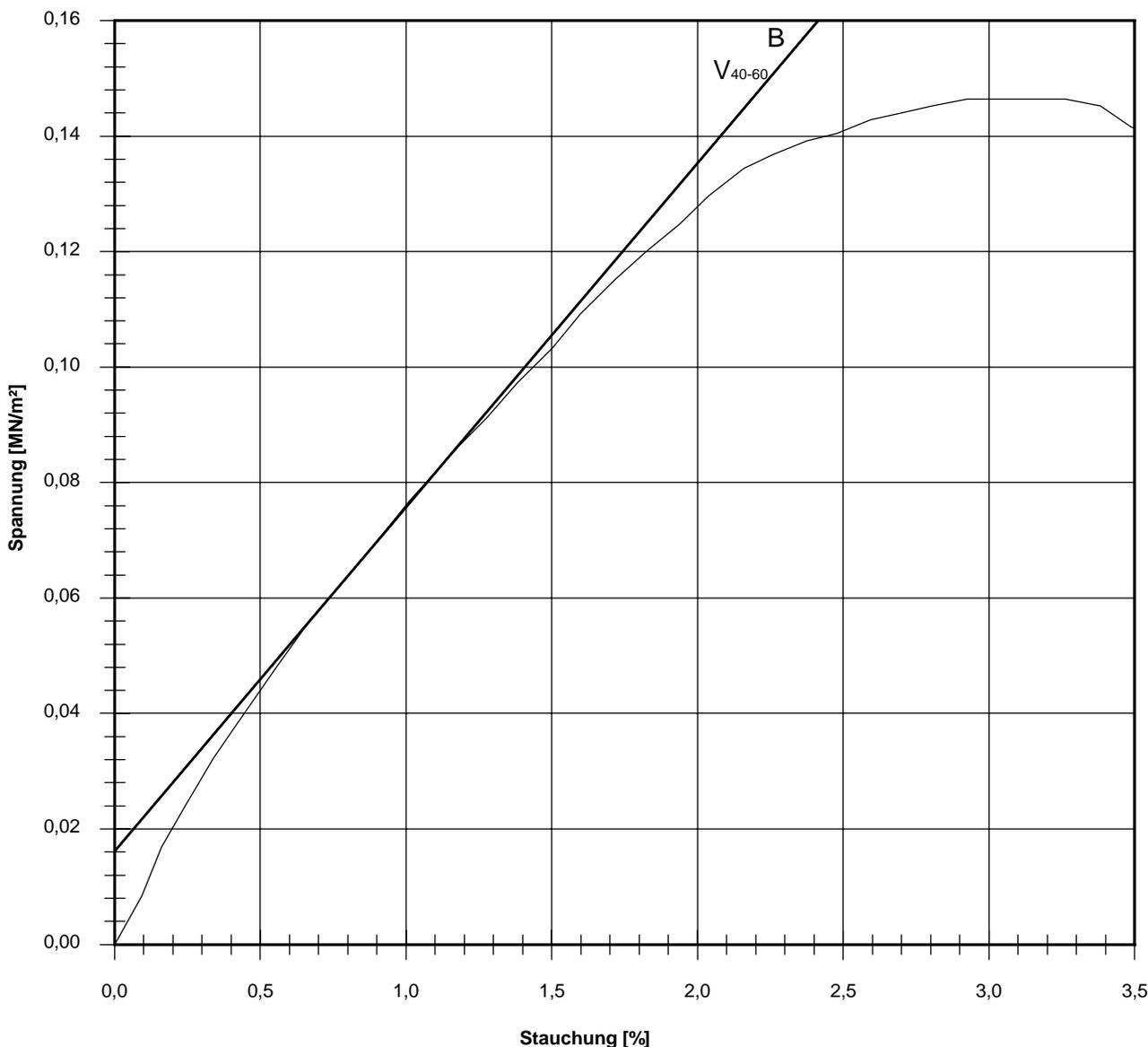
| | | |
|---------------------------|----------------|--------|
| Ausgeführt von: Walter C. | am: 27.06.2023 | Gepr.: |
|---------------------------|----------------|--------|

| | | |
|----------------------------|----------------|--|
| Ausgewertet von: Walter C. | am: 27.06.2023 | |
|----------------------------|----------------|--|

| | | |
|----------------------|--------------------------------------|---|
| Probenhöhe: 223,2 mm | Feuchtdichte: 1,879 t/m ³ | Verformungsgeschwindigkeit: 1,00 mm/min |
|----------------------|--------------------------------------|---|

| | | |
|-----------------------|-----------------|---|
| Durchmesser: 103,0 mm | Wassergehalt: % | Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d): 2,17 |
|-----------------------|-----------------|---|

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| Querschnittsfläche: 83,32 cm ² | Trockendichte: t/m ³ | Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$: 1,000 |
|---|---------------------------------|---|



| | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Bruchspannung σ : | 0,146 MN/m ² | Verformungsmoduli: | | Poissonzahl: |
| Einaxiale Druckfestigkeit | | Belastungsmodul V_{40-60} : | 6,0 MN/m ² | |
| $f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : | 0,146 MN/m ² | Modul d. einaxialen Druckf. E_u : | | für Belastung v_B : |
| Stauchung beim Bruch: | 2,93 % | Belastungsmodul B : | 6,0 MN/m ² | für Wiederbelastung v_V : |
| Querdehnung beim Bruch: | | Wiederbelastungsmodul V : | | für Entlastung v_E : |
| | | Entlastungsmodul E : | | |

Bemerkungen:

| | | |
|---------------------------------|---------|--------|
| Aktenzeichen: F230476 | Anlage: | Blatt: |
|---------------------------------|---------|--------|

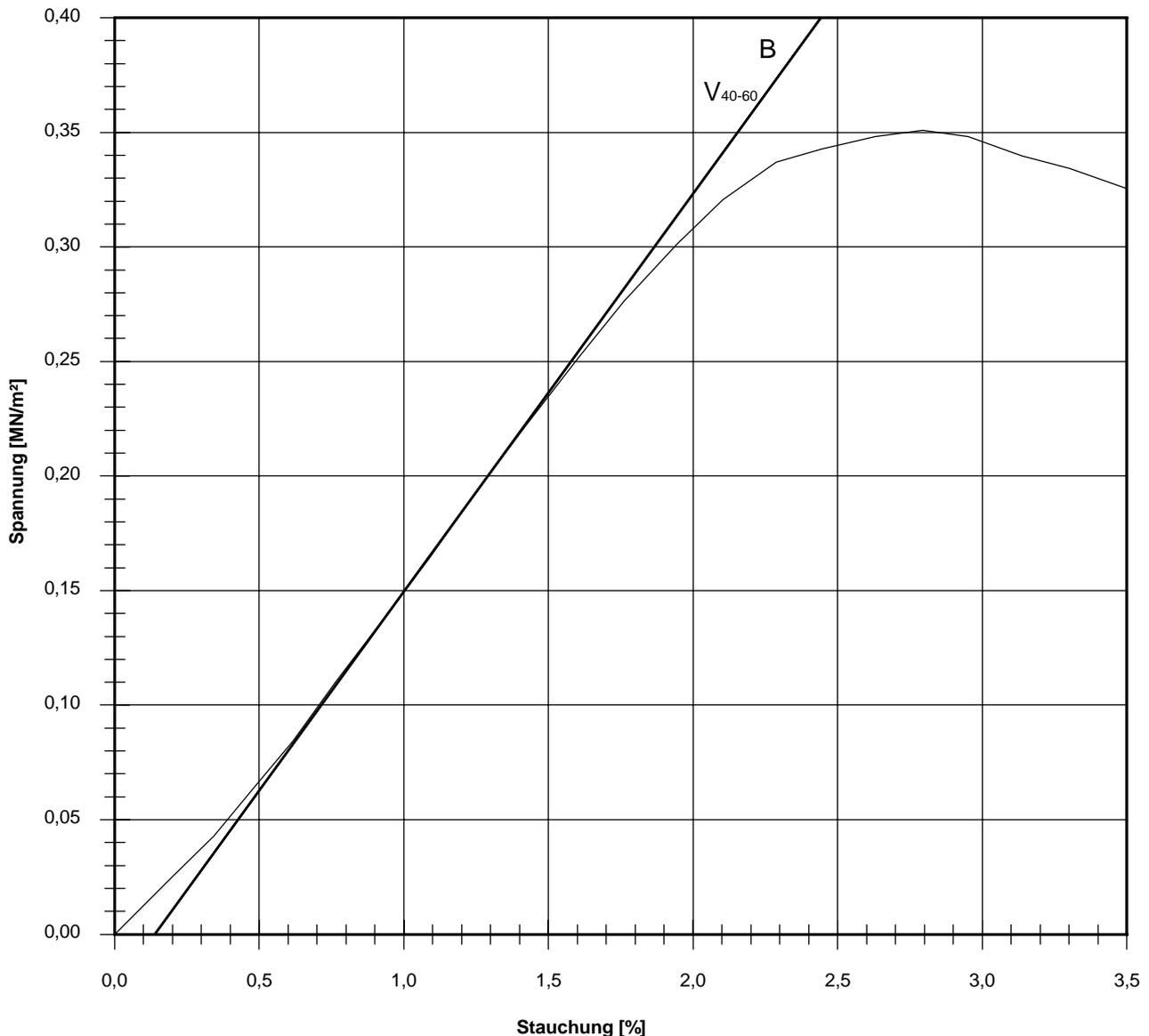
| |
|--|
| Projekt: 285059 Baugrundvorerkundung Baugebiet Ellwangen-Süd |
|--|

Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung
nach DGGT-Empfehlung Nr. 1

| | | |
|----------------------------|----------------|----------------|
| Entnahmestelle | KB 194 | |
| Tiefe unter GOK: | 2,70 - 2,90 m | |
| Entnahmeart: | ungestört | |
| Probenbeschreibung: Sst | Bodengruppe: | Stratigraphie: |
| Ennt. am: | von: CDM Smith | |

| | | |
|---|--------------------------------------|---|
| Ausgeführt von: Walter C. | am: 27.06.2023 | Gepr.: |
| Ausgewertet von: Walter C. | am: 27.06.2023 | |
| Probenhöhe: 146,0 mm | Feuchtdichte: 2,094 t/m ³ | Verformungsgeschwindigkeit: 1,00 mm/min |
| Durchmesser: 96,0 mm | Wassergehalt: % | Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d): 1,52 |
| Querschnittsfläche: 72,38 cm ² | Trockendichte: t/m ³ | Korrekturfaktor; $f = 8/(7+2d/h)$: 0,962 |



| | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Bruchspannung σ : | 0,351 MN/m ² | Verformungsmoduli: | | Poissonzahl: |
| Einaxiale Druckfestigkeit | | Belastungsmodul V_{40-60} : | 17,3 MN/m ² | |
| $f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : | 0,338 MN/m ² | Modul d. einaxialen Druckf. E_u : | | für Belastung ν_B : |
| Stauchung beim Bruch: | 2,79 % | Belastungsmodul B : | 17,3 MN/m ² | für Wiederbelastung ν_V : |
| Querdehnung beim Bruch: | | Wiederbelastungsmodul V : | | für Entlastung ν_E : |
| | | Entlastungsmodul E : | | |

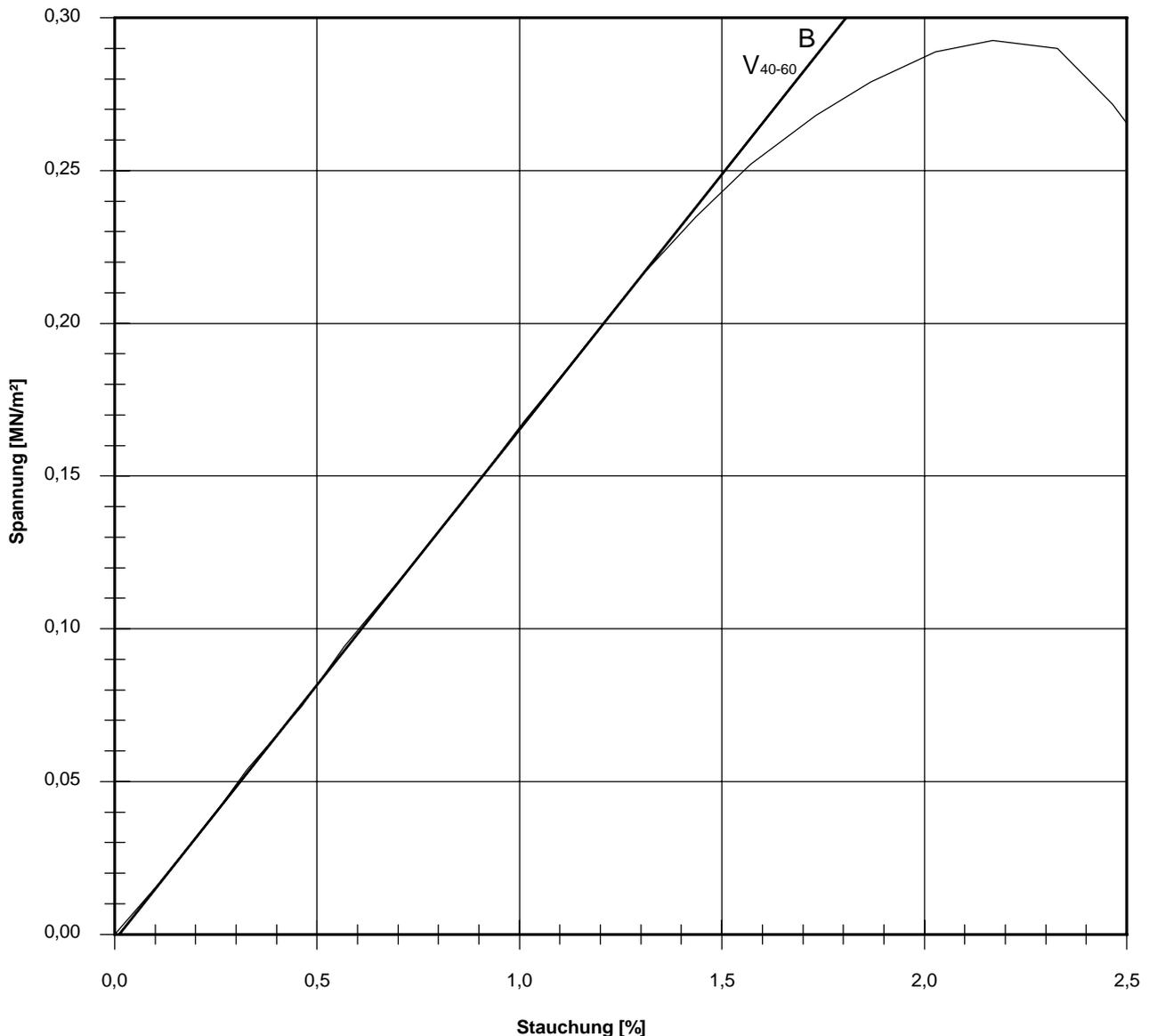
Bemerkungen:

Einaxialer Druckversuch

Felsprobe ohne Messung der Querdehnung
nach DGGT-Empfehlung Nr. 1

| | | |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Entnahmestelle KB 194 | | |
| Tiefe unter GOK: 4,30 - 4,50 m | | |
| Entnahmeart: ungestört | | |
| Probenbeschreibung: Tst | Bodengruppe: | Stratigraphie: |
| Enntn. am: | von: CDM Smith | |

| | | |
|---|--------------------------------------|---|
| Ausgeführt von: Walter C. | am: 27.06.2023 | Gedr.: |
| Ausgewertet von: Walter C. | am: 27.06.2023 | |
| Probenhöhe: 162,3 mm | Feuchtdichte: 2,016 t/m ³ | Verformungsgeschwindigkeit: 1,00 mm/min |
| Durchmesser: 102,0 mm | Wassergehalt: % | Höhen/Durchmesser Verhältnis(h/d): 1,59 |
| Querschnittsfläche: 81,71 cm ² | Trockendichte: t/m ³ | Korrekturfaktor; f = 8/(7+2d/h): 0,969 |



| | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------------|--|
| Bruchspannung σ : | 0,292 MN/m ² | Verformungsmoduli: | | Poissonzahl: | |
| Einaxiale Druckfestigkeit | | Belastungsmodul V_{40-60} : | 16,7 MN/m ² | | |
| $f \cdot \sigma = q_u$ bzw. σ_u : | 0,283 MN/m ² | Modul d. einaxialen Druckf. E_u : | | für Belastung v_B : | |
| Stauchung beim Bruch: | 2,17 % | Belastungsmodul B : | 16,7 MN/m ² | für Wiederbelastung v_V : | |
| Querdehnung beim Bruch: | | Wiederbelastungsmodul V : | | für Entlastung v_E : | |
| | | Entlastungsmodul E : | | | |

Bemerkungen:

ANLAGE 4 PRÜFBERICHT

Anlage 4.1 Analysenergebnisse Wasser-
probe auf Betonaggressivität

SGS Analytics Germany GmbH - Höhenstraße 24 - 70736 Fellbach

CDM Smith Consult GmbH
Frau Christine Heyder-Bühringer
Hofwiesenstraße 17
74564 Crailsheim

Standort Fellbach

Telefon: 0711-16272-0
Telefax: 0711-16272-999
E-Mail: DE.IE.fel.info@sgs.com
Internet: www.sgs.com/analytics-de

Seite 1 von 2

Datum: 26.06.2023

Prüfbericht Nr.: UST-23-0058181/01-1

Auftrag-Nr.: UST-23-0058181
Ihr Auftrag: vom 20.06.2023
Projekt: Kaserne Ellwangen // 285059
Eingangsdatum: 20.06.2023
Probenahme durch: Auftraggeber
Probenahmedatum: 16.06.2023
Prüfzeitraum: 20.06.2023 - 26.06.2023
Probenart: Grundwasser



Sofern nicht anders dargestellt wurden die Untersuchungen am eigenen Standort durchgeführt. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände und den Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung im Rahmen der Prüfvorgaben. Die Veröffentlichung und Vervielfältigung unserer Prüfberichte und Gutachten zu Werbezwecken sowie deren auszugsweise Verwendung in sonstigen Fällen bedürfen unserer schriftlichen Genehmigung.

Dieses Dokument wurde von der Gesellschaft im Rahmen ihrer Allgemeinen Geschäftsbedingungen für Dienstleistungen erstellt, die unter www.sgsgroup.de/agb zugänglich sind. Es wird ausdrücklich auf die darin enthaltenen Regelungen zur Haftungsbegrenzung, Freistellung und zum Gerichtsstand hingewiesen. Dieses Dokument ist ein Original. Wenn das Dokument digital übermittelt wird, ist es als Original im Sinne der UCP 600 zu behandeln. Jeder Besitzer dieses Dokuments wird darauf hingewiesen, dass die darin enthaltenen Angaben ausschließlich die im Zeitpunkt der Dienstleistung von der Gesellschaft festgestellten Tatsachen im Rahmen der Vorgaben des Kunden, sofern überhaupt vorhanden, wiedergeben. Die Gesellschaft ist allein dem Kunden gegenüber verantwortlich. Dieses Dokument entbindet die Parteien von Rechtsgeschäften aber nicht von ihren insoweit bestehenden Rechten und Pflichten. Jede nicht genehmigte Änderung, Fälschung oder Verzerrung des Inhalts oder des äußeren Erscheinungsbildes dieses Dokuments ist rechtswidrig. Ein Verstoß kann rechtlich geahndet werden.

Der Prüfbericht wurde am 26.06.2023 um 11:45 Uhr durch Sarah Huber elektronisch freigegeben und ist ohne Unterschrift gültig.



Probenbezeichnung: BP 194-WP (Ost)

Probe Nr.:

UST-23-0058181-01

Laboruntersuchungen

| Parameter | Einheit | Messwert | Verfahren |
|--|-----------------------|----------------------|---------------------------------|
| Aussehen | -- | klar, viel Bodensatz | sensorisch |
| Geruch | -- | eigenartig | sensorisch |
| Farbe | -- | farblos | sensorisch |
| pH-Wert | -- | 7,0 | DIN EN ISO 10523 (C 5):2012-04 |
| Permanganat-Index (als O ₂) | mg/l | 1,28 | DIN EN ISO 8467:1995-05 |
| Chlorid | mg/l | 90,3 | DIN EN ISO 10304-1:2009-07 |
| Sulfat | mg/l | 51,9 | DIN EN ISO 10304-1:2009-07 |
| Ammonium | mg/l | 0,035 | DIN ISO 15923-1:2014-07 |
| Sulfid leicht freisetzbar (S) | mg/l | <0,010 | DIN 38 405-D 27:2017-10 |
| Calcium | mg/l | 75,4 | DIN EN ISO 14911 (E 34):1999-12 |
| Magnesium | mg/l | 30,5 | DIN EN ISO 14911 (E 34):1999-12 |
| Nichtkarbonathärte | °dH | 4,90 | DIN 38 409-H 6:1986-01 |
| Gesamthärte | °dH | 17,6 | berechnet |
| Karbonathärte | °dH | 12,7 | DIN 38 409-H 7-2:2005-12 |
| Kalklösekapazität | mg CO ₂ /l | <1 | DIN 4030:2008-06 (*) |

(*) - nicht akkreditiertes Verfahren