

**GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo-
und Umwelttechnik mbH & Co. KG**

GEOTECHNISCHES UND UMWELTTECHNISCHES GUTACHTEN

BAUVORHABEN Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld
in 69120 Heidelberg

AUFTRAGGEBER Klinik-Technik-Gesellschaft am
Universitätsklinikum Heidelberg mbH
Im Neuenheimer Feld 670
69120 Heidelberg

AUFTRAG-NR. 23-0058

DATUM 30.11.2023
mai / Ru

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	6
2	Unterlagen	6
3	Projektstandort	9
3.1	Lage und aktuelle Geländesituation	9
3.2	Geologischer Überblick	9
3.3	Erdbeben	10
3.4	Wasserschutzgebiet	10
3.5	Hochwasserrisiko	10
3.6	Kampfmittel	10
4	Geplante Baumaßnahme und geotechnische Kategorie	11
5	Untersuchungsprogramm	12
5.1	Baugrundaufschlüsse	12
5.2	Geotechnische Laboruntersuchungen	13
5.3	Abrasivitätsuntersuchungen	14
5.4	Chemische Untersuchung des Grundwassers	14
5.5	Chemische Untersuchung von Boden und Schwarzdecke	14
6	Baugrund	15
6.1	Untergrundaufbau	15
6.2	Abrasivität	19
6.3	Baugrundmodell, charakteristische Kennwerte	20
6.4	Grundwasser	23
7	Umwelttechnische Untersuchungen	24
7.1	Baugrundaufschlüsse aus umwelttechnischer Sicht	24
7.2	Probenahme und Untersuchungsumfang	25
7.3	Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen	28
7.4	Umwelttechnische Bewertung	29
7.5	Baubetriebliche Hinweise aus umwelttechnischer Sicht	34
8	Gründung	36
8.1	Allgemeines, Höhen, Lasten	36

8.2	Schichtmodell, charakteristische Bodenkennwerte	37
8.3	Bemessungswerte des Sohlwiderstands, Grundbruchnachweise	38
8.4	Setzungsberechnungen, Bettungsmoduln	41
9	Versickerung von Niederschlagswasser	43
10	Abdichtung, Dränage	44
11	Gründung der Verkehrsflächen	46
12	Baugrubensicherung	49
13	Hinweise und Empfehlungen	51
14	Zusammenfassung	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Kompressionsversuche	17
Tabelle 2	Direkte Scherversuche	18
Tabelle 3	Ergebnisse der Abrasivitätsuntersuchungen	20
Tabelle 4	Baugrundmodell – Homogenbereiche und Bodenkennwerte, künstliche Auffüllungen	21
Tabelle 5	Baugrundmodell – Homogenbereiche und Bodenkennwerte, natürlich anstehender Boden	22
Tabelle 6	Zusammenstellung der chemisch analysierten Boden(misch)proben	26
Tabelle 7	Abfallrechtliche Einstufung der Schwarzdeckenprobe	31
Tabelle 8	Abfallrechtliche Bewertung der PFAS-Befunde der untersuchten Bodenmischproben aus der durchwurzelten Bodenschicht	32
Tabelle 9	Abfallrechtliche Einstufung der untersuchten Boden(misch)proben	33
Tabelle 10	Gründung in den Neckarkiesen; Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ und zulässige Bodenpressungen zul. $\sigma_{E,k}$ für Streifenfundamente, Einbindetiefe $d = 0,8 \text{ m}$	40
Tabelle 11	Gründung in den Neckarkiesen; Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ und zulässige Bodenpressungen zul. $\sigma_{E,k}$ für quadratische Einzelfundamente, Einbindetiefe $d = 0,8 \text{ m}$	40

Verteiler:

- 1-fach: Klinik-Technik-Gesellschaft am Universitätsklinikum Heidelberg mbH, Planungsgruppe Technik und Bau, Herrn Nils-Olaf Acker, Im Neuenheimer Feld 670, 69120 Heidelberg
sowie als PDF an: UKHHDZ.KTG@med.uni-heidelberg.de
- 1-fach: Nickl Architekten Deutschland GmbH, Frau Lisa-Maria Malinek, Lindberghstraße 19 | D – 80939 München
sowie als PDF an: NP_DE_Heidelberg_UKHZ@nickl-architekten.de
- 1-fach: Horn + Horn Ingenieure Partnerschaft mbB, Herrn Jörn Beckmann, Sauerbruchstraße 39-41, 24537 Neumünster
sowie als PDF an: 19266-ukhd-hz@hornundhorn.de

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Lagepläne

Anlage 1.1 Topografische Karte mit Projektstandort, M 1 : 25.000

Anlage 1.2 Luftbild mit Baufeld Neubau und Baugrundaufschlüssen, M 1 : 500

Anlage 1.3 Grundriss E00 (Erdgeschoss) mit Baugrundaufschlüssen, M 1 : 500

Anlage 2 Luftbildauswertung vom 10.09.2020, LBA Luftbildauswertung GmbH, Stuttgart

Anlage 3 Baugrunderkundung

Anlage 3.1 Bohrprofile, Rammprofile

Anlage 3.2 Schichtenverzeichnisse der Bohrunternehmen Marx UG, Hütschenhausen

Anlage 3.3 Fotodokumentation der Kernkistenproben

Anlage 3.4 Protokolle der Kampfmittelsondierungen

Anlage 4 Geotechnische Laboruntersuchungen

Anlage 4.1 Körnungskurven

Anlage 4.2 Plastizitätsdiagramme, Konsistenzgrenzen

Anlage 4.3 Kompressionsversuche (Druck-Setzungs-Diagramme)

Anlage 4.4 Rahmenscherversuche (Schergeraden, Scherspannungs-Weg-Diagramm)

Anlage 4.5 Zusammenstellung der Laboruntersuchungen

Anlage 5 Abrasivitätsuntersuchungen nach NF P18-579 (LCPC)

Anlage 6 Chemische Grundwasseranalyse (Betonaggressivität)

Anlage 7 Umwelttechnische Untersuchungen

Anlage 7.1 Prüfberichte der GBA Analytical Services GmbH, Vaterstetten

Anlage 7.2 Abfallrechtliche Auswertung von PFAS-Analysen

Anlage 8 Schnitt A-A' mit Bohrprofilen und Rammprofilen, M 1 : 200

Anlage 9 Grundbruchnachweise

Anlage 10 Setzungsberechnungen

1 Auftrag

Die Klinik-Technik-Gesellschaft am Universitätsklinikum Heidelberg mbH plant den Neubau Herzzentrum und Informatics for Life auf dem Universitätsgelände im Neuenheimer Feld, Heidelberg.

Unser Büro wurde von der Klinik-Technik-Gesellschaft am Universitätsklinikum Heidelberg mbH mit der Baugrunderkundung sowie der geotechnischen und umwelttechnischen Beratung beauftragt.

2 Unterlagen

Dem Gutachten liegen folgende Unterlagen zu Grunde:

- [2.1] Grundrisse, Ansichten und Schnitte, M 1 : 200, Stand: 31.10.2023, Nickl Architekten Deutschland GmbH, München
- [2.2] Angaben zur Konstruktion sowie zu statischen Lasten, Horn + Horn Ingenieure Partnerschaft mbB, Neumünster, Schreiben vom 08.06.2023
- [2.3] Entscheidungsvorlage Gründung „UKHD - Neubau Herzzentrum und Informatics for Life“, Horn + Horn Ingenieure Partnerschaft mbB, Neumünster, Schreiben vom 04.08.2023
- [2.4] Kanal- und Leitungspläne, Stadt Heidelberg
- [2.5] Geologische Karte von Baden-Württemberg, M 1 : 25.000, Blatt 6518 Heidelberg-Nord, Geologisches Landesamt Baden-Württemberg, Freiburg i. Br., 1984
- [2.6] Auszug aus dem Informationssystem Oberflächennahe Geothermie (ISONG, online), Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, Freiburg, 2023
- [2.7] Wasserschutzgebiete, Daten- und Kartendienst (online), Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2023
- [2.8] Hochwasserrisikomanagement-Abfrage (online), Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 2023

- [2.9] Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg, Innenministerium Baden-Württemberg, 2005
- [2.10] Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung „Hofmeisterweg, INF 150–165, Neubau Herzzentrum Heidelberg-Neuenheim“, LBA Luftbildauswertung GmbH, Stuttgart, Bericht vom 10.09.2020, Projekt-Nr.: 20.09.16-02
- [2.11] Karte der Grundwasserhöhengleichen des oberen Grundwassers am 11.04.1988 (hohe Grundwasserverhältnisse), Rhein-Neckar-Raum, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2000
- [2.12] Grundwasserdaten der Landesmessstellen 0135-0305/7 (Beobachtungszeitraum: 01/1975 – heute), 0100/355-1 (Beobachtungszeitraum: 12/1918 – heute) und 0752/305-2 (Beobachtungszeitraum: 11/1976 – heute), Daten- und Kartendienst (online), Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 2023
- [2.13] Arbeitsblatt DWA-A 138: Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef, April 2005.
- [2.14] Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser, 22.03.1999, Stuttgart
- [2.15] Erläuterungen zur Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser, 22.03.1999, Stuttgart
- [2.16] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU): Arbeitshilfen für den Umgang mit Regenwasser in Siedlungsgebieten, Karlsruhe, Mai 2005
- [2.17] Ingenieurgeologisches Gutachten „Heidelberg, Im Neuenheimer Feld INF 151 - 154 - Neubau Herzzentrum und Informatics for Life am UKHD -“, Bericht vom 14.01.2020, Töniges GmbH, Sinsheim, Projekt-Nr.: E 191176
- [2.18] Geotechnisches Gutachten „Rehabilitationszentrum für Chronisch Nierenkranke, Im Neuenheimer Feld 162, 69120 Heidelberg“, Bericht vom 12.04.2007, GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG, Auftrag-Nr. 20618

- [2.19] Geotechnisches Gutachten „Erweiterung Nierenzentrum Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 162, 69120 Heidelberg“, Bericht vom 29.06.2010, GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG, Auftrag-Nr. 20618
- [2.20] Überprüfung von Aufschlusspunkten (Bohrungen B 11 bis B 15) auf Kampfmittelfreiheit, fachtechnische Begleitung durch Feuerwerker, Kampfmittlräumung & Sondierung Heiko Moser, Kaiserslautern, Bericht vom 04.09.2023
- [2.21] Überprüfung von Aufschlusspunkten (Sondierbohrungen BS 1 bis BS 5) auf Kampfmittelfreiheit, fachtechnische Begleitung durch Feuerwerker, Hettmannsperger Spezialtiefbau GmbH, Karlsruhe, Bericht vom 17.07.2023
- [2.22] Ergebnisse von 5 Aufschlussbohrungen (B 11 bis B 15) und 25 Standard-Penetration-Tests (Bohrlochrammsondierungen), Bohrunternehmen Marx UG, Hütschenhausen, 04.09.2023 - 11.09.2023
- [2.23] Ergebnisse von 12 Kleinrammbohrungen (Sondierbohrungen BS 1, BS 2, BS 4 bis BS 13), GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG, Karlsruhe, 17. – 20.07.2023
- [2.24] Ergebnisse von 5 Rammsondierungen (DPH 11 bis DPH 15), Bohrunternehmen Marx UG, Hütschenhausen, 04. - 06.09.2023
- [2.25] Ergebnisse von bodenmechanischen Laboruntersuchungen, GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG, Karlsruhe
- [2.26] Abrasivitätsuntersuchungen (LCPC) an Bodenproben (Abrasivität nach NF P 18-579), TÜV Rheinland LGA Bautechnik GmbH, Nürnberg, Prüfprotokoll 23V20113, 19.10.2023
- [2.27] Chemische Laboruntersuchung einer Grundwasserprobe (Betonaggressivität), Prüfbericht-Nr. 6563365, SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell, 16.10.2023

[2.28] Ergebnisse von chemischen Laboruntersuchungen von Bodenproben und Schwarzdecke, Prüfbericht Nr. 2023PV06198 / 1 und 2023PV07589 / 1, ausgeführt durch die GBA Analytical Services GmbH, Vaterstetten, 17.08.2023 und 09.10.2023

[2.29] Ortsbegehungen am 17.07.2023 und 17.08.2023

3 Projektstandort

3.1 Lage und aktuelle Geländesituation

Das Baufeld für den Neubau Herzzentrum und Informatics for Life befindet sich im Süden des Universitätsgeländes im Neuenheimer Feld, ca. 200 m nördlich des Neckarufers.

In der **Anlage 1.1** ist das Plangebiet in einem Ausschnitt aus der topografischen Karte markiert.

Die aktuelle Geländesituation geht aus dem Luftbildausschnitt in **Anlage 1.2** hervor. Das Baufeld liegt an der Südseite des Hofmeisterwegs und erstreckt sich über das Flurstück Nr. 5932 der Gemarkung 3320 (Heidelberg).

Das Gelände ist weitgehend eben und mit mehreren Klinikgebäuden bebaut, die im Vorfeld der Neubaumaßnahme abgebrochen werden.

Die nicht mit Gebäuden überbauten Flächen sind entweder mit Pflaster- oder Schwarzdecken befestigt oder werden als Grünflächen genutzt.

3.2 Geologischer Überblick

Nach der geologischen Karte [2.5] ist am Standort mit einer bindigen Deckschicht aus Tonen und Schluffen zu rechnen, die bis in größere Tiefe von Neckarkiesen und -geröllen unterlagert wird. Nach früheren Baugrundaufschlüssen im Baufeld [2.17] sowie im Bereich des westlich angrenzenden Nierenzentrums [2.18], [2.19] reicht die natürliche bindige Deckschicht bis in eine Tiefe von ca. 4,0 m bis ca. 5,0 m.

3.3 Erdbeben

Nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für Baden-Württemberg [2.9] liegt der Standort in der Erdbebenzone 0 und im Bereich der Untergrundklasse R.

Die aktuell erschienene DIN EN 1998-1/NA:2023-11 gibt für den Standort die Untergrundklasse T an.

Es wird empfohlen, der Erdbebenbemessung die Baugrundklasse C zugrunde zu legen.

3.4 Wasserschutzgebiet

Das Baufeld liegt nach [2.7] außerhalb rechtskräftig festgesetzter Wasserschutzgebiete.

3.5 Hochwasserrisiko

Nach der Hochwassergefahrenkarte [2.8] liegt der Standort außerhalb von Überschwemmungsgebieten.

3.6 Kampfmittel

Die Luftbildauswertung der LBA Luftbildauswertung GmbH, Stuttgart, ergab für einen Teilbereich des Baufelds Anhaltspunkte für das mögliche Vorhandensein von Sprengbomben - Blindgängern oder anderen Kampfmitteln [2.10].

Der Bericht der LBA Luftbildauswertung GmbH ist als **Anlage 2** beigelegt. Für die darin kartierte Verdachtsfläche wird eine „nähere Überprüfung durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg oder durch ein privates autorisiertes Unternehmen dringend empfohlen. Eingriffe in den Untergrund jeglicher Art und Arbeiten, die Erschütterungen des Untergrunds verursachen, sollten vorher nicht durchgeführt werden“.

Sofern die Kampfmittelsituation des Baufelds nicht vorab z. B. durch eine Oberflächen-detektion geklärt werden kann, wird vom Kampfmittelbeseitigungsdienst üblicherweise

gefordert, dass die Aushubarbeiten durch einen Feuerwerker mit Befähigungsschein nach § 20 SprengG begleitet werden.

Im Fall von Bohrarbeiten sowie von Ramm- und Rüttelarbeiten für die Herstellung von Verbauten und deren Rückverankerung oder für tiefreichende Baugrundverbesserungsmaßnahmen (z. B. Rüttelstopfverdichtung) wird erfahrungsgemäß gefordert, dass Verbauachsen, Bohrachsen und Rüttelachsen vorab mit Hilfe von Kampfmittelbohrungen (Schneckenbohrungen) freigemessen werden.

Die zur Baugrunderkundung durchgeführten Aufschlussbohrungen und Kleinrammbohrungen (Sondierbohrungen) wurden hinsichtlich möglicher Kampfmittel untersucht und freigegeben ([2.20], [2.21]). Die Protokolle der Kampfmittelerkundung sind als **Anlage 3.4** beigelegt.

4 Geplante Baumaßnahme und geotechnische Kategorie

Im Rahmen der Maßnahme ist der Bau eines Herzzentrums mit Grundrissabmessungen von ca. 130 m x 72 m sowie dem unmittelbar anschließenden Gebäude „Informatics for Life“ (IFL) mit Grundrissabmessungen von ca. 72 m x 52 m geplant.

Ein Grundriss des Erdgeschosses ist als **Anlage 1.3** beigelegt.

Für das Herzzentrum sind vier oberirdische Geschosse sowie ein Untergeschoss vorgesehen, das bis in knapp 6 m Tiefe in den Baugrund reicht. Das Gebäude IFL ist mit drei oberirdischen Geschossen und bis auf einen Erschließungsgang ohne Unterkellerung geplant.

Das Bauvorhaben ist aufgrund seiner konventionellen Gründung und der einheitlich zu erfassenden Baugrund- und Belastungsverhältnisse in die Geotechnische Kategorie 2 einzuordnen.

5 Untersuchungsprogramm

5.1 Baugrundaufschlüsse

Zur Baugrunderkundung wurden von der Bohrunternehmen Marx UG, Hütschenhausen, folgende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

- 5 verrohrte Rammkernbohrungen (B 11 bis B 15); Durchmesser 178 mm; Bohrtiefe: 15 m
- 25 Bohrlochrammsondierungen (Standard-Penetration-Test nach EN ISO 22476-3)
- 5 Rammsondierungen mit der schweren Sonde DPH nach DIN EN ISO 22476-2 (DPH 11 bis DPH 15), Sondiertiefe: 5,7 m bis 8,5 m

Von der GHJ Ingenieurgesellschaft wurden folgende Baugrundaufschlüsse durchgeführt:

- 12 unverrohrte Kleinrammbohrungen (Sondierbohrungen BS 1, BS 2, BS 4 bis BS 13); Durchmesser 80/60 mm; Bohrtiefe: 4,5 m bis 6,0 m

Die Lage der Ansatzpunkte ist in **Anlage 1.2** und in **Anlage 1.3** dargestellt.

Die Aufschlusspunkte wurden mittels GNSS im System m NHN (2016) eingemessen. Danach liegen die Höhen der Aufschlüsse zwischen 110,36 m NHN und 110,96 m NHN.

In der **Anlage 3.1** sind die Ergebnisse der Aufschlüsse als Bohrprofile nach DIN 4023 bzw. als Rammdiagramme nach DIN EN ISO 22476-2 dargestellt. In den Rammdiagrammen ist die erforderliche Anzahl an Schlägen N_{10} für das Eindringen der Sonde um jeweils 10 cm über der Tiefe aufgetragen.

An den Profilen der Aufschlussbohrungen sind zudem die bei den Standard-Penetration-Tests registrierten Schlagzahlen (N_{0-15} / N_{30}), die in der jeweiligen Tiefe für das Eindringen der Standard-Sonde um 45 cm unter die jeweilige Bohrlochsohle erforderlich waren.

Fotografische Aufnahmen der in Kernkisten abgelegten Bodenproben aus den aktuellen Aufschlussbohrungen und die zugehörigen Schichtenverzeichnisse der Bohrunternehmen Marx UG, Hütschenhausen, liegen als **Anlage 3.3** bzw. **Anlage 3.2** bei.

Die Anlage 3.4 enthält die Protokolle der vorab zur Freimessung der Baugrundaufschlüsse durchgeführten Kampfmittelsondierungen.

5.2 Geotechnische Laboruntersuchungen

Zur genaueren Ansprache und Klassifizierung der angetroffenen Böden wurden folgende geotechnische Laboruntersuchungen durchgeführt:

- 55 x Korngrößenverteilung nach DIN EN ISO 17892-4
- 7 x Plastizitätsversuch (Konsistenzgrenzen nach ATTERBERG) nach DIN EN ISO 17892-12
- 8 x Glühverlust (organischer Gehalt) nach DIN 18128 GL
- 2 x Kalkgehalt nach DIN EN ISO 10693
- 24 x Wassergehalt (durch Ofentrocknung)
- 5 x Dichtebestimmung nach DIN 18125
- 2 x Rahmenscherversuch nach DIN 17892-10
- 4 x Kompressionsversuch nach DIN EN ISO 17892-5

Die Ergebnisse der Korngrößenbestimmungen sind in Anlage 4.1 als Körnungskurven dargestellt.

Die Ergebnisse der Plastizitätsversuche (Konsistenzgrenzen, Plastizitätsdiagramm) sind der **Anlage 4.2** zu entnehmen.

Die Auswertung der im Oedometergerät durchgeführten Kompressionsversuche (Druck-Setzungs-Diagramme) ist in der **Anlage 4.3** enthalten und die Ergebnisse der Rahmenscherversuche (Schergeraden und Scherspannungs-Weg-Diagramme) sind in **Anlage 4.4** dargestellt.

Eine Zusammenstellung der Laboruntersuchungen mit zusätzlich ermittelten Wassergehalten, Glühverlusten und Kalkgehalten sowie den Ergebnissen der Dichtebestimmungen ist als Anlage 4.5 beigefügt.

5.3 Abrasivitätsuntersuchungen

Zur quantitativen Erfassung der Abrasivität der anstehenden Kiese und Sande wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- 2 x Abrasivität nach NF P 18-579 (LCPC)

Die Versuchsergebnisse sind in der **Anlage 5** zusammengestellt.

5.4 Chemische Untersuchung des Grundwassers

Zur Überprüfung des Grundwassers hinsichtlich seiner stofflichen Zusammensetzung wurden folgende chemisch-analytischen Laboruntersuchungen durchgeführt:

- 1 x Grundwasserprobe (B 13) auf die Parameter nach DIN 4030 „Betonaggressivität“

Die Ergebnisse der Grundwasseranalysen können der **Anlage 6** entnommen werden.

5.5 Chemische Untersuchung von Boden und Schwarzdecke

Zur orientierenden Überprüfung der Oberflächenversiegelung und des Baugrundes auf Schadstoffbelastungen wurden folgende chemisch-analytische Laboruntersuchungen durchgeführt:

- 1 Schwarzdeckenprobe auf die Parameter polyzyklisch aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feststoff und Phenolindex im Eluat
- 1 Einzelprobe (BS 8: 0,15 – 0,4 m) auf polyzyklisch aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie auf Schwermetalle zzgl. Arsen im Feststoff
- 5 Bodenmischproben (MP 1, MP 2, MP 6 – MP 8 und MP 11) auf die Parameter nach EBV, Anl. 1, Tab. 3, Bodenmaterial (BM-0-Liste)
- 4 Bodenmischproben (MP 3 - MP 5, MP 10) auf die Parameter nach EBV, Anl. 1, Tab. 3, Bodenmaterial (BM-0*-Liste)
- 1 Bodenmischprobe (MP 9) auf die Parameter nach EBV, Anl. 1, Tab. 3, Bodenmaterial (BM-F0*-Liste)

- 3 Bodenmischproben (durchwurzelte Bodenschicht: MP 1, MP 2 und MP 8) ergänzend auf per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) im 2:1-Schütteleluat

Weitere Details zu den Untersuchungen sowie zur Probenzusammensetzung sind im **Kapitel 7** enthalten. Die Analyseergebnisse und die angewandten Analyseverfahren sind in den Prüfberichten der GBA Analytical Services GmbH, Vaterstetten, **Anlage 7** aufgeführt.

6 Baugrund

6.1 Untergrundaufbau

Künstliche Auffüllungen

Mit Ausnahme der Sondierbohrung BS 1 wurden bei allen Bohrungen zunächst künstliche Auffüllungen (Signatur „A“ in den Bohrprofilen) angetroffen.

Die künstlichen Auffüllungen reichen in unterschiedliche Tiefen von 0,5 m bis zu 4,4 m (im Mittel bis in ca. 1,6 m Tiefe).

Die künstlichen Auffüllungen enthalten lagenweise diverse anthropogene Fremdbestandteile wie Schwarzdeckenreste, Ziegelreste, Betonreste, Glasreste und Mörtelreste.

Bei den Bohrungen B 12, B 13, B 14 sowie BS 2, BS 5, BS 8, BS 9, BS 13 ist die Geländeoberfläche mit Betonpflastersteinen (Dicke: 0,07 m bis 0,10 m) befestigt. Bei der Bohrung BS 11 wurde eine 0,11 m starke Schwarzdecke vorgefunden.

Bei den künstlichen Auffüllungen handelt es sich teils um grobkörnige (kiesig-sandige) Materialien, die überwiegend im Bereich der befestigten Flächen vermutlich als Frostschuttschicht / Tragschicht eingebaut worden sind. Kiesige Auffüllungen wurden zudem zur Verfüllung der Arbeitsräume von Bestandsgebäuden eingebaut (BS 7/7a).

Nach den Korngrößenverteilungen sind die grobkörnigen Auffüllungen als schwach kiesig bis kiesig Sande sowie als sandige Kiese und Kies-Sand-Gemische mit ungefähr gleichgroßen Kies- und Sandanteilen („Kies+Sand“) zu charakterisieren. Die aufgefüllten Sande und Kiese sind überwiegend nichtbindig bis schwach schluffig, lagenweise auch schluffig ausgeprägt.

Bindige Auffüllungen (Schluffe, Tone) wurden sowohl im Bereich der unbefestigten Flächen vorgefunden (B 11, B 15, sowie BS 4, BS 6, BS 7/7a, BS 12), als auch unterhalb der kiesig-sandigen Auffüllungen im Bereich der befestigten Flächen (B 14 sowie BS 9 bis BS 13).

Die Rohntonanteile der aufgefüllten bindigen Böden variieren zwischen ca. 15 % und ca. 25 %. Die Siebkornanteile der bindigen Böden betragen größtenteils weniger als 10 %. Vereinzelt wurden auch Siebkornanteile bis knapp 35 % festgestellt.

Die Wassergehaltsbestimmungen ergaben Werte von $w = 8,4 \%$ bis $16,0 \%$. Die Konsistenz ist überwiegend halbfest bis fest, vereinzelt auch weich-steif.

Natürliche bindige Deckschicht

Der natürlich anstehende Boden wird bei allen Bohrungen zunächst aus einer bindigen Deckschicht in Form von Schluffen und Tonen mit zumeist steifer bis halbfester Konsistenz gebildet.

Die bindige Deckschicht reicht bis in Tiefen von 3,8 m bis 4,8 m (im Mittel bis in ca. 4,25 m Tiefe). Bei der im Arbeitsraum eines unterkellerten Bestandsgebäudes niedergebrachten Bohrung BS 7/7a, wo die künstlichen Auffüllungen bis in 4,25 m bzw. 4,40 m Tiefe reichen, wurde keine natürliche bindige Schicht angetroffen. Die natürlich anstehenden bindigen Böden sind dort vermutlich bis zum Erreichen der Neckarkiese ausgeräumt worden.

Die Rammsondierungen ergaben in den bindigen Böden Schlagzahlen von $N_{10} \approx 3$, teils auch $N_{10} = 10$. Dies gibt die steife bis halbfeste Konsistenz wieder.

Nach den Laboruntersuchungen haben die bindigen Böden Rohntonanteile von 15 % bis 25 %. Mit Siebkornanteilen von ca. 20 % bis ca. 40 % sind die bindigen Böden überwiegend als sandige, teils auch als stark sandige Schluffe und Tone sowie als Ton-Sand-Gemische anzusprechen.

Die Wassergehaltsbestimmungen ergaben Werte von $w = 9,7 \%$ bis $18,9 \%$. Die Glühverluste von $V_{GI} = 2,2 \%$ bis $3,6 \%$ zeigen schwache organische Anteile an. Die an zwei Proben ermittelten Kalkgehalte betrugen $V_{Ca} = 15,5 \%$ und $27,2 \%$.

Die Bestimmung der Atterberg'schen Grenzen ergaben Plastizitätszahlen von $I_p = 3,7 \%$ bis $9,4 \%$, bei Fließgrenzen von $w_L = 25,3 \%$ bis $29,8 \%$ und Ausrollgrenzen von $w_p = 18,5 \%$ bis $21,6 \%$. Nach der Auswertung im Plastizitätsdiagramm handelt es sich um leichtplastische Schluffe (Bodengruppe UL) sowie um Sand-Ton-Gemische (Bodengruppe ST). Die Konsistenzzahl einer der untersuchten Proben zeigt mit einem Wert von $I_C = 0,95$ eine steife Konsistenz an. Die übrigen untersuchten Proben haben mit Konsistenzzahlen von $I_C = 1,20$ bis $1,91$ eine halbfeste Konsistenz.

Die an Sonderproben durchgeführten Dichtebestimmungen ergaben für die Tone und Schluffe Feuchtwichten von $\gamma = 20,20 \text{ kN/m}^3$ bis $21,89 \text{ kN/m}^3$.

Zur Beurteilung der Zusammendrückbarkeit der bindigen Böden wurden an 4 Proben Kompressionsversuche im Ödometergerät durchgeführt. Die Druck-Setzungsdiagramme sowie die ermittelten Steifemoduln sind in der Anlage 4.3 zusammengestellt und nachfolgend tabellarisch zusammengefasst.

Tabelle 1 Kompressionsversuche

Labor-Nr.	Bohrung	Tiefe [m]	Bodenart	Steifemodul [MN/m ²]			
				Erstbelastung [kN/m ²]		Wiederbelastung [kN/m ²]	
				50 – 100	100 – 200	50 – 100	100 – 200
97299	B 11	3,4 – 3,7	U, fs	4,4	8,5	30,3	35,7
97327	B 12	2,7 – 3,0	U, fs	5,8	9,9	32,3	40,0
97353	B 13	2,7 – 3,0	U, fs	10,9	11,2	23,3	36,4
97386	B 14	1,7 – 2,0	U, fs	5,1	9,5	35,7	42,6

Im Normalspannungsintervall von $\sigma_v = 50 - 100 \text{ kN/m}^2$ ergaben sich Steifemoduln von $E_s = 4,4 - 10,9 \text{ MN/m}^2$ bei Erstbelastung und $E_{s,w} = 23,3 - 35,7 \text{ MN/m}^2$ bei Wiederbelastung.

Im Normalspannungsintervall von $\sigma_v = 100 - 200 \text{ kN/m}^2$ betrugen die Steifemoduln $E_s = 8,5 - 11,2 \text{ MN/m}^2$ bei Erstbelastung und $E_{s,w} = 35,7 - 42,6 \text{ MN/m}^2$ bei Wiederbelastung.

Zur Bestimmung der Scherparameter wurden an zwei Proben aus der bindigen Deckschicht Rahmenscherversuche nach DIN 18137-3 ausgeführt. Die Ergebnisse der Scherversuche sind in **Anlage 4.4** dargestellt und nachfolgend tabellarisch zusammengefasst.

Tabelle 2 Direkte Scherversuche

Labor-Nr.	Bohrung	Tiefe [m]	Bodenart	Reibungswinkel [°]	Kohäsion [kN/m²]
97299	B 11	3,4 – 3,7	U, fs	32,79	8,27
97416	B 15	2,7 – 3,0	U, fs	32,20	8,47

Der Reibungswinkel variiert zwischen $\phi_k = 32,2^\circ$ und $32,8^\circ$ und die Kohäsion zwischen $c_k = 8,3 \text{ kN/m}^2$ und $8,5 \text{ kN/m}^2$.

Neckarkiese / -gerölle

Ab Tiefen von 4,25 m bis 4,80 folgen bei allen Bohrungen Neckarkiese und -gerölle. Mittels der Sondierbohrungen konnten die Neckarkiese / -gerölle wegen des zu großen Eindringwiderstands zumeist nur wenige Dezimeter durchörtert werden. Lediglich die Sondierbohrung BS 7a konnte bis in 6,5 m Tiefe niedergebracht werden, die übrigen Sondierbohrungen mussten in Tiefen von 4,5 m bis 5,5 m vorzeitig beendet werden. Dies zeigt eine dichte Lagerung der Kiese / Gerölle an.

Nach den Aufschlussbohrungen B 11 bis B 15 stehen die Neckarkiese / -gerölle bis zum jeweiligen Bohrtiefsten bei 15,0 m durchgängig an.

Bei den Neckarkiesen / -geröllen handelt es sich größtenteils um sandige Kiese, die unterschiedlich große steinige Anteile (Korndurchmesser $> 63 \text{ mm}$) enthalten. Vereinzelt wurden auch zwischengeschaltete Sandlagen vorgefunden.

Die Steinanteile bestehen größtenteils aus Sandsteinen, lagenweise wurden auch Basaltsteine angetroffen.

Neben steinigen Anteilen (Korndurchmesser: 63 mm bis 20 cm) wurden unterhalb von ca. $8,5 \text{ m}$ Tiefe auch Sandsteinblöcke vorgefunden, die nur mittels Meißelarbeiten durchörtert werden konnten. Nach den Schichtenverzeichnissen der Bohrfirma (Anlage 3.2) hatten die vorgefundenen Blöcke eine Dicke bis zu $0,4 \text{ m}$. Nach den örtlichen Erfahrungen können im Neuenheimer Feld auch größere Blöcke mit Kantenlängen $\geq 63 \text{ cm}$ bis mehr als $1,0 \text{ m}$ (Findlinge) vorhanden sein.

Nach den Korngrößenverteilungen sind die Kiese und Sande mit Feinkornanteilen von zumeist weniger als 5 % größtenteils nichtbindig ausgeprägt. Zum Hangenden können die Kiese nach den Laboruntersuchungen mit Feinkornanteilen von mehr als 5 % bis zu ca. 16,5 % auch schwach schluffig bis schluffig ausgeprägt sein. Die bei der Bohrung B 13 am Übergang von der bindigen Deckschicht zu den unterlagernden Kiesen angetroffene Sandlage ist mit einem Feinkornanteil von ca. 21,5 % als schluffig anzusprechen.

Die Kiese und kiesigen Sande sind zumeist intermittierend gestuft; die Sande ohne oder mit geringen Kiesanteilen sind eng gestuft.

Der bei den Sondierbohrungen festgestellte, große Eindringwiderstand in den Kiesen / Geröllen wird auch durch die Ergebnisse der Rammsondierungen wiedergegeben. Ab Tiefen von ca. 4,0 m bis 4,5 m wurden hohe Schlagzahlen von zumeist $N_{10} > 15$ bis über 50, lagenweise bis $N_{10} > 100$ registriert. Geringere Schlagzahlen von ca. $N_{10} = 5$ bis 10 wurden lediglich bei der Rammsondierung DPH 14 im Tiefenbereich von ca. 6,2 m bis 8,0 m festgestellt.

Die Rammsondierungen wurden in Tiefen von 5,7 m bis 8,5 m vorzeitig beendet, nachdem die Eindringung auch nach 100 Schlägen nur noch wenige Zentimeter betrug. Insgesamt sind die Kiese / Gerölle nach den Ergebnissen der Rammsondierungen mindestens mitteldicht, größtenteils jedoch dicht bis sehr dicht gelagert.

Die bei den Bohrarbeiten ab Tiefen von 5,0 m unter Gelände i. d. R. alle 2 m durchgeführten Standard-Penetration-Tests ergaben Schlagzahlen von $N_{30} = 8$ bis 58 (im Mittel ca. $N_{30} = 36$). Bei einigen Standard-Penetration-Tests wurden nach 30 Schlägen nur eine Eindringung von wenigen Zentimetern verzeichnet. Auch die Standard-Penetration-Tests zeigen für die Neckarkiese / -gerölle eine überwiegend dichte bis sehr dichte Lagerung an.

6.2 Abrasivität

Die Ergebnisse der an Proben aus den Kiesen / Geröllen durchgeführten Abrasivitätsuntersuchungen (LCPC-Test nach NF P18-579) sind als **Anlage 5** beigelegt und nachfolgend tabellarisch zusammengestellt.

Tabelle 3 Ergebnisse der Abrasivitätsuntersuchungen

Labor-Nr.	Bohrung	Entnahmetiefe [m]	Bodenart	Abrasivitätskoeffizient LAK [g/t]
37443	B 14	4,0	G, s, u	154,8
37444	B 15	4,0 – 6,0	G, s, u', x'	175,0

Die ermittelten Abrasivitätskoeffizienten lagen zwischen 154,8 g/t und 175,0 g/t, wonach die Proben als „schwach abrasiv“ (LAK = 100 - 250 g/t) einzustufen sind.

Durch den LCPC-Test werden die Lagerungsdichte sowie der Spannungszustand im Baugrund und damit der Einfluss der Tiefe nicht erfasst. Wir empfehlen deshalb, insgesamt von einer starken Abrasivität der Neckarkiese / -gerölle (LAK = 500 - 1250 g/t) auszugehen und die Werkzeuge entsprechend auszulegen.

6.3 Baugrundmodell, charakteristische Kennwerte

Aus den durchgeführten Untersuchungen wurde das in den nachfolgenden Tabellen angegebene Baugrundmodell (ohne Oberflächenbefestigung / ohne durchwurzelte Bodenzone) abgeleitet, in dem der Baugrund in Homogenbereiche nach DIN 18300 (Erdarbeiten) und DIN 18301 (Bohrarbeiten), VOB Teil C, 2019, unterteilt ist.

Die angegebenen Bandbreiten der Kennwerte sind als Orientierungswerte zu verstehen. In den durchgeführten Nachweisen werden für den jeweiligen Fall zutreffende Rechenwerte ausgewählt und in den Berechnungen angesetzt.

Tabelle 4 Baugrundmodell – Homogenbereiche und Bodenkennwerte,
künstliche Auffüllungen

Homogenbereich		1 ^a	2 ^a
Bezeichnung nach DIN 4023		aufgefüllte Schluffe und Tone	aufgefüllte Kiese und Sande
Bezeichnung nach DIN 14688 (nur Hauptbodenarten)		Mg [Si, Cl]	Mg [Gr, Sa]
Bodengruppen nach DIN 18196		A(UL, UM, TL, TM, SU*, ST*)	A(GW, GI, GU, SW, SI, SU, GU*, SU*)
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17		F3	F2, F1
Schichtunterkante	[m NHN]	≈ 107,7– 109,9	≈ 106,2– 110,4
Schichtmächtigkeit	[m]	≈ 0,2 – 2,4	≈ 0,4 – 2,6
Konsistenz / Lagerung	[-]	meist steif – halbfest, teils fest	mitteldicht
Korngrößenverteilung obere Kornkennzahl:	[-]	25/65/10/0	10/25/45/20
untere Kornkennzahl	[-]	5/25/40/30	0/0/20/80
Steine d = 63 – 200 mm	[Gew.-%]	--	< 15
Blöcke d = 200 – 630 mm	[Gew.-%]	--	--
Dichte ρ	[t/m³]	1,9 – 2,2	1,9 – 2,2
Wassergehalt w	[Gew.-%]	10 – 25	3 – 15
Plastizitätszahl I _p	[%]	3 – 20	--
Konsistenzzahl I _c	[-]	0,70 – 1,5	--
Lagerungsdichte I _D	[%]	--	36 – 65
undräßierte Scherfestigkeit c _u	[kN/m²]	50 – 200	--
Abrasivität nach NF P18-579 (LCPC)	[g/t]	50 – 100 (kaum abrasiv)	500 – 1250 (stark abrasiv)
organischer Anteil	[Gew.-%]	< 6	< 2
Reibungswinkel φ	[°]	25 – 33	33 – 42
Kohäsion c	[kN/m²]	5 – 15	0
Steifemodul E _s	[MN/m²]	19 – 22	30 – 80
Wichte γ	[kN/m³]	9 – 12	19 – 22
Wichte u. Auftrieb γ'	[kN/m³]	9 – 12	10 – 13
Durchlässigkeit k	[m/s]	ca. 10 ⁻⁹ – 10 ⁻⁷	ca. 10 ⁻⁵ – 10 ⁻²

a = nicht in allen Aufschlüssen angetroffen

Tabelle 5 Baugrundmodell – Homogenbereiche und Bodenkennwerte,
natürlich anstehender Boden

Homogenbereich		3	4
Bezeichnung nach DIN 4023		natürliche Schluffe und Tone	Neckarkiese /-gerölle Kies, Sande, Steine
Bezeichnung nach DIN 14688 (nur Hauptbodenarten)		Si, Cl	Gr, Sa, Co
Bodengruppen nach DIN 18196		UL, UM, TL, TM, SU*, ST*	meist GW, GI, GU, SW, SI, teils SU, SU*
Frostempfindlichkeit nach ZTV E-StB 17		F3	F2, F1
Schichtunterkante	[m NHN]	≈ 106,0 – 107,1	< 95,3
Schichtmächtigkeit	[m]	≈ 1,2 – 4,0	> 10
Konsistenz / Lagerung	[-]	meist steif - halbfest	meist dicht - sehr dicht, teils mitteldicht
Korngrößenverteilung obere Kornkennzahl:	[-]	35/55/10/0	5/15/60/20
untere Kornkennzahl	[-]	10/35/45/10	0/0/20/80
Steine d = 63 – 200 mm	[Gew.-%]	--	< 30
Blöcke d = 200 – 630 mm	[Gew.-%]	--	< 15
Dichte ρ	[t/m ³]	1,9 – 2,2	1,9 – 2,2
Wassergehalt w	[Gew.-%]	10 – 25	3 – 15
Plastizitätszahl I_p	[%]	3 – 20	--
Konsistenzzahl I_c	[-]	0,70 – 2,0	--
Lagerungsdichte I_D	[%]	--	40 – 85
undräßierte Scherfestigkeit c_u	[kN/m ²]	50 – 150	--
Abrasivität nach NF P18-579 (LCPC)	[g/t]	50 – 100 (kaum abrasiv)	500 – 1250 (stark abrasiv)
organischer Anteil	[Gew.-%]	< 6	< 2
Reibungswinkel φ	[°]	27 – 33	33 – 42
Kohäsion c	[kN/m ²]	5 – 15	0
Steifemodul E_s	[MN/m ²]	5 – 35	40 – 150
Wichte γ	[kN/m ³]	19 – 22	19 – 22
Wichte u. Auftrieb γ'	[kN/m ³]	9 – 12	10 – 13
Durchlässigkeit k	[m/s]	ca. 10^{-9} – 10^{-7}	ca. 10^{-5} – 10^{-2}

6.4 Grundwasser

6.4.1 Bemessungswasserstand

Wie oben erwähnt, wurde der Grundwasserspiegel bei den Aufschlussbohrungen in unterschiedlichen von 13,9 m bis 14,5 m unter Gelände angeschnitten und stellte sich in Tiefen von 13,65 m bis 14,40 m ein (96,53 m NHN bis 97,17 m NHN).

Nach den Angaben in hydrogeologischen Kartenwerken [2.6], [2.11] bilden die unterhalb der bindigen Deckschicht anstehenden Neckarkiese / -gerölle den Grundwasserleiter. Gemäß den Daten umliegender Messstellen [2.12] hat der Grundwasserspiegel starke langfristige Schwankungen von ca. 4,5 m bis 5,0 m.

Die an den umliegenden Messstellen zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung in der ersten Monatshälfte des Septembers 2023 registrierten Grundwasserstände lagen ca. 2,0 m bis ca. 2,7 m unterhalb der jeweiligen Maximalstände.

Für die Bemessung wird der Ansatz eines Bemessungsgrundwasserstands von

Bemessungsgrundwasserstand: HGW = 100,00 m NHN

empfohlen.

Der Grundwasserflurabstand bzw. der Abstand des Grundwasserspiegels zur Geländeoberkante beträgt somit auch in nassen Jahren mehr als 10 m.

Der Neubau reicht nach den vorhandenen Plänen bis in eine Tiefe von maximal ca. -7,2 m = 103,70 m NHN

Das Grundwasser spielt für die Gründung des Neubaus somit keine Rolle.

6.4.2 Chemische Grundwasseranalyse

Für die Beurteilung der Betonaggressivität wurde aus der Bohrung B 13 eine Wasserprobe entnommen und von der SGS Institut Fresenius GmbH, Radolfzell, hinsichtlich Betonaggressivität chemisch-analytisch untersucht [2.27].

Die Analysenergebnisse und deren Auswertung sind als **Anlage 6** beigefügt. Das Grundwasser ist gemäß den Analyseergebnissen nach DIN 4030 als nicht betonangreifend einzustufen, so dass dem Grundwasser ausgesetzte Betonbauteile für die Expositionsklasse X0 nach DIN EN 206 ausgelegt werden können.

7 Umwelttechnische Untersuchungen

Die umwelttechnischen Untersuchungen erfolgten auf Basis der geotechnischen Baugrunderkundung primär nach abfallrechtlichen Kriterien im Hinblick auf die geplante Baumaßnahme. Eine systematische Altlastenerkundung unter Berücksichtigung einer eventuellen altlastenrechtlich relevanten Vornutzung des Projektstandortes war nicht Gegenstand der Beauftragung.

7.1 Baugrundaufschlüsse aus umwelttechnischer Sicht

In Ergänzung zu den geotechnischen Untersuchungsmaßnahmen wurde das Bohrgut aus den durchgeführten Kleinrammbohrungen auch aus umwelttechnischer Sicht begutachtet.

Bei der umwelttechnischen Auswertung von Baugrundaufschlüssen sind im Allgemeinen folgende Punkte von Interesse:

- eventuell vorhandene organoleptische (d. h. geruchliche oder visuelle) Auffälligkeiten
- die Zusammensetzung und die Mächtigkeit von schadstoffverdächtigen Materialien
- die Lage von schadstoffverdächtigen Materialien im Hinblick auf eventuell gefährdete Schutzgüter (z. B. Expositionssituation im Hinblick auf eventuell gefährdete Menschen oder Abstand zur Grundwasseroberfläche)

Im vorliegenden Fall sind die organoleptischen Auffälligkeiten auf die bodenfremden Bestandteile (u. a. Ziegel-, Beton-, Keramik-, Schwarzdeckenreste) innerhalb der erbohrten Auffüllungen beschränkt. Die Mächtigkeit der Auffüllungen schwankt größtenteils zwischen 0,6 m bis 3,0 m. Im Bereich der Kleinrammbohrung BS 7 liegt die Auffüllungsmächtigkeit bei 6,5 m, hierbei handelt es sich vermutlich um ortsüblich umgelagertes Material, das in die Arbeitsräume des angrenzenden Bestandsgebäudes eingebracht

wurde. Bei einigen Kleinrammbohrungen konnte auf Grund von fehlenden Fremdbestandteilen der genaue Übergang zwischen Auffüllungen und natürlich anstehendem Boden nicht eindeutig festgestellt werden, hierbei handelt es sich ggf. auch um umgelagertes, ortsübliches Material. Die Auffüllungen sind in den Bohrprofilen mit „A“ gekennzeichnet, die vermuteten Auffüllungen mit „(A?)“.

Bei Auffüllungen mit bodenfremden Bestandteilen besteht generell eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass diese umwelttechnisch relevante Schadstoffgehalte aufweisen. Ansonsten wurden keine Hinweise auf Schadstoffbelastungen festgestellt.

Zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung wurde in den Kleinrammbohrungen bis in einer Tiefe von 6,5 m unter GOK kein Grundwasser angetroffen. Bei den von dem Bohrunternehmen Marx UG, Hütschenhausen, durchgeführten Aufschlussbohrungen B 11 bis B 15 wurde der Grundwasserspiegel in Tiefen von 13,65 m bis 14,4 m unter GOK, d. h. bei geodätischen Höhen von 96,53 m NHN bis 97,17 m NHN angebohrt. Gemäß Kapitel 6.4 kann für den Projektstandort ein Bemessungsgrundwasserstand von 100 m NHN angenommen werden, folglich liegt der Grundwasserspiegel auch in Zeiten hoher Grundwasserstände weit unterhalb der Auffüllbasis, so dass keine Durchströmung der schadstoffverdächtigen Materialien mit Grundwasser erfolgt.

Eine Durchsickerung der schadstoffverdächtigen Auffüllungen ist aktuell noch möglich, wird aber durch die geplante Baumaßnahme größtenteils unterbunden. Gleiches gilt für die Expositionssituation im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Mensch.

7.2 Probenahme und Untersuchungsumfang

Schwarzdecke

Zur Überprüfung der Schwarzdecke auf teerhaltige Bestandteile wurde die Schwarzdecke BS 11: 0,0 – 0,11 m auf die Parameter polyzyklisch aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Feststoff und Phenolindex im Eluat untersucht:

Bodenproben

Zur Überprüfung des Baugrundes auf eventuelle Schadstoffbelastungen wurden aus dem gewonnenen Probenmaterial charakteristische Bodenmischproben (MP 1 - MP 11)

gebildet. In der folgenden Tabelle sind die untersuchten Bodenmischproben sowie eine untersuchte Einzelprobe mit dem gewählten Parameterumfang aufgeführt.

Tabelle 6 Zusammenstellung der chemisch analysierten Boden(misch)proben

Probe	Mischprobe aus	Material	Untersuchungs umfang
Gebäude, unterkellert			
MP 1	BS 1 0,00 – 0,20 m BS 4 0,00 – 0,10 m 0,10 – 0,70 m	<u>durchwurzelte Bodenschicht:</u> Schluff, feinsandig, schwach kiesig, stark wurzelig, dunkelbraun	EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0-Liste PFAS im 2:1 Eluat
MP 2	BS 6 0,00 – 0,40 m BS 7 0,00 – 0,35 m	<u>durchwurzelte Bodenschicht:</u> Schluff, sandig, kiesig, wurzelig, dunkelbraun, Mörtel-, Glasreste Fremdstoffanteil: << 1 %	EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0-Liste PFAS im 2:1 Eluat
MP 3	BS 2 0,10 – 0,60 m BS 5 0,10 – 2,70 m (5 Einzelproben)	<u>Auffüllungen:</u> Fein-/Mittelsand, (schwach) kiesig, braun, Schwarzdeckenreste Fremdstoffanteil: << 1 %	EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0*-Liste
MP 4	BS 1 0,20 – 0,70 m 0,70 – 1,00 m BS 2 0,60 – 0,80 m 0,80 – 1,00 m BS 4 0,70 – 1,00 m BS 6 1,00 – 1,30 m BS 7 0,80 – 1,00 m	<u>Auffüllungen, vermutet:</u> Schluff, feinsandig, sehr schwach kiesig + Ton, schluffig, feinsandig, braun, grau, dunkelbraun	EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0*-Liste
MP 5	BS 6 0,40 – 1,00 m BS 7 0,35 – 0,80 m BS 8 0,40 – 1,70 m (3 Einzelproben) BS 9 0,08 – 3,00 m (4 Einzelproben)	<u>gemischtkörnige fremdstoffhaltige Auffüllungen:</u> Sand, kiesig, schwach schluffig + Ton, sandig, kiesig + Kies, sandig, (schwach) tonig, Beton, Ziegel, Sandstein, Schwarzdecken-, Glasreste, Fremdstoffanteil: ca. 5 – < 10 %	EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0*-Liste
BS 8: 0,15 – 0,4 m	--	<u>Auffüllungen:</u> Fein-/Mittelkies, sandig, sehr schwach schluffig, schwarz, Schwarzdeckenstücke + angespritzte Kiese, Fremdstoffanteil: n. b.	Schwermetalle zzgl. Arsen i. F., PAK i. F.

Probe	Mischprobe aus	Material	Untersuchungs- umfang
MP 6	BS 1 1,00 – 3,95 m (4 Einzelproben) BS 2 1,00 – 4,30 m (4 Einzelproben) BS 4 1,00 – 4,65 m (5 Einzelproben) BS 5 2,70 – 4,00 m BS 6 1,30 – 4,25 m (4 Einzelproben) BS 7 1,00 – 1,65 m 1,65 – 2,40 m BS 8 1,70 – 3,00 m 3,50 – 4,35 m BS 9 3,00 – 4,20 m	<u>natürlich anstehende Auenlehme:</u> Schluff, feinsandig + Schluff, feinsandig, schwach tonig + Ton, schluffig, schwach feinsandig, vereinzelt Wurzelreste, (hell)braun	EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0-Liste
MP 7	BS 1 3,95 – 4,70 m 4,70 – 5,40 m BS 2 4,30 – 5,20 m BS 5 4,00 – 4,50 m BS 6 4,25 – 4,50 m BS 7 2,40 – 5,00 m (4 Einzelproben) BS 8 4,35 – 4,70 m BS 9 4,20 – 5,00 m	<u>natürlich anstehende Kiese, teils örtlich umgelagert:</u> Kies, sandig, schwach schluffig, (rötlich)braun	EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0-Liste
MP 11	B 11 4,3 – 10,0 m (aus Kernkisten) B 12 4,5 – 10,0 m (aus Kernkisten) B 15 4,0 – 10,0 m (aus Kernkisten)	<u>natürlich anstehende Kiese</u> Kies, sandig, schwach schluffig, braun, z. T. rötlich	EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0-Liste

Probe	Mischprobe aus	Material	Untersuchungs- umfang
Gebäude, nicht unterkellert			
MP 8	BS 10 0,00 – 0,10 m BS 12 0,00 – 0,50 m	<u>durchwurzelte Bodenschicht:</u> Schluff, sandig, schwach kiesig, (stark) wurzelig, dunkelbraun, braun, Ziegel-, Beton-, Mörtelreste Fremdstoffanteil: < 1 %	EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0-Liste PFAS im 2:1 Eluat
MP 9	BS 10 0,10 – 0,55 m 0,55 – 1,00 m BS 11 0,11 – 0,60 m 0,60 – 1,00 m BS 12 0,50 – 0,60 m BS 13 0,07 – 1,30 m	<u>Auffüllungen:</u> Kies, sandig, schwach schluffig/tonig, lokal Schluff, sandig, tonig, grau, braun, Beton, Schwarzdecke, Ziegel, Glas-, Keramik-, Holz-/Wurzelreste, Fremdstoffanteil: ca. 15 - 20 %	EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-F0*-Liste
MP 10	BS 10 1,00 – 1,75 m BS 11 1,00 – 1,75 m BS 12 0,60 – 1,00 m 1,00 – 1,30 m BS 13 1,30 – 1,50 m	<u>Auffüllungen, teils vermutet:</u> Schluff, feinsandig, schwach tonig, vereinzelt Wurzelreste, braun	EBV, Anl. 1, Tab. 3, BM-0*-Liste

EBV = Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV bzw. EBV) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, vom 09.07.2021

Die angegebenen Fremdstoffanteile beziehen sich auf die untersuchten Proben. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass durch Bohrungen der Fremdstoffanteil anthropogener Auffüllungen nicht immer zutreffend abgeschätzt werden kann. Es kann daher generell nicht ausgeschlossen werden, dass die tatsächlichen Fremdstoffanteile von den oben genannten Angaben abweichen.

7.3 Ergebnisse der chemischen Laboruntersuchungen

Die Analyseergebnisse, die angewandten Analyseverfahren sowie die jeweiligen Bestimmungsgrenzen sind in den Prüfberichten der GBA Analytical Services GmbH, Vaterstetten, in **Anlage 7.1** aufgeführt.

Wie den Prüfberichten zu entnehmen ist, wurde Folgendes festgestellt:

- Die untersuchte Schwarzdecke weist nur einen geringen, bitumentypischen PAK-Gehalt von 0,89 mg/kg auf und ist demnach als teerfrei zu bezeichnen.

- In den untersuchten Mischproben aus den durchwurzelten Bodenschichten (MP 1, MP 2, MP 8) wurden PFAS-Summenkonzentrationen zwischen 0,035 µg/l (MP 8) und 0,646 µg/l (MP 1) nachgewiesen.

Zudem ergaben sich in den Mischproben aus den durchwurzelten Bodenschichten substratbedingt vergleichsweise hohe TOC-Gehalte von 1,7 bis 2,2 Masse-%. Dies lässt sich auf die natürlich im Boden enthaltenen Wurzeln zurückführen und erlaubt daher keinen Rückschluss auf eine Schadstoffbelastung.

In der Mischprobe MP 1 wurde zudem ein geringfügig erhöhter Quecksilber-Gehalt sowie in der Mischprobe MP 8 ein geringfügig erhöhter Gehalt an Benzo(a)pyren festgestellt.

- Ansonsten ergaben sich in der Mischprobe MP 9 aus den fremdstoffhaltigen Auffüllungen im Eluat leicht erhöhte Konzentrationen an Chrom (gesamt) und PAK. Untergeordnet sind im Feststoff die Parameter PAK, B(a)P, Zink, Blei und Arsen als geringfügig auffällig zu bezeichnen.
- Die anderen untersuchten Mischproben erwiesen sich als analytisch unauffällig.

7.4 Umwelttechnische Bewertung

Die Bewertung umwelttechnischer Baugrunduntersuchungen erfolgt grundsätzlich unter zwei Gesichtspunkten. Zum einen ist das mit einer eventuellen Belastung einhergehende Gefährdungspotential abzuschätzen (schutzgutbezogene bzw. altlastenrechtliche Bewertung), zum anderen ist bei Baumaßnahmen gegebenenfalls anfallender Aushub im Hinblick auf dessen Entsorgung zu beurteilen (abfallrechtliche Bewertung).

Anhand der altlastenrechtlichen Bewertung ist zu entscheiden, ob weitere Erkundungsmaßnahmen oder eine Sanierung erforderlich sind. Die abfallrechtliche Bewertung erfolgt im Hinblick auf die ordnungsgemäße und wirtschaftliche Entsorgung von bei Baumaßnahmen anfallendem Aushub.

7.4.1 Altlastenrechtliche Bewertung

Bei der schutzgutbezogenen bzw. altlastenrechtlichen Bewertung eines mit Schadstoffen belasteten Bodens ist das mit der Kontamination über Aufnahmepfade bzw.

Wirkungspfade einhergehende Gefährdungspotential für die betroffenen Schutzgüter (i. d. R. Mensch, Pflanzen, Grundwasser) abzuschätzen. Hierbei wird durch den Vergleich der festgestellten Schadstoffbefunde mit entsprechenden Prüfwerten geprüft, ob von einer Gefahr für die Schutzgüter Mensch, Pflanze und/oder Grundwasser auszugehen ist. Für die Wirkungspfade Boden-Mensch, Boden-Nutzpflanze und Boden-Grundwasser gelten die Prüfwerte der Bundes- Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV).

Im Rahmen der vorliegenden Erkundung liegt bezüglich des Wirkungspfades Boden-Grundwasser eine Prüfwertüberschreitung in der Mischprobe MP 9 (fremdstoffhaltige Auffüllungen) für den Parameter PAK im Eluat (Messwert: 0,6 µg/l, Prüfwert: 0,2 µg/l) vor. Erfahrungsgemäß sind jedoch gerade die Eluatuntersuchungen auf den Parameter PAK bedeutenden Messwertschwankungen unterworfen, die die tatsächlichen Elutionsverhältnisse des Materials im eingebauten Zustand nur eingeschränkt wiedergeben. Unter Berücksichtigung der relativ geringen Feststoffgehalte (Summe PAK1-16 = 3,563 mg/kg), der im Allgemeinen geringen Löslichkeit der PAK und des tiefliegenden Grundwasserspiegels ist daher u. E. keine Gefahr für das Grundwasser zu erkennen.

Bezüglich der Stoffgruppe der PFAS wurden in allen 3 Mischproben aus der durchwurzelten Bodenzone geringe PFAS-Konzentrationen nachgewiesen, die jedoch sämtlich unterhalb der Prüfwerte der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser liegen. Die PFAS-Quotientensummen der Proben, bezogen auf die Geringfügigkeitsschwellenwerte bzw. GFS-Werte der LAGA, sind ebenfalls gering und liegen nur bei der Probe MP 1 mit einem gerundeten Wert von 2 oberhalb von 1. In Anbetracht des tiefliegenden Grundwasserspiegels ist von den Befunden u. E. keine signifikante Gefährdung für das Grundwasser abzuleiten.

Ansonsten ergaben sich keine Überschreitungen von Prüfwerten der BBodSchV für die vorhandene und geplante Nutzung.

7.4.2 Abfallrechtliche Bewertung

Schwarzdecken

Auf Basis der Analyseergebnisse ergibt sich für die untersuchte Schwarzdeckenprobe folgende abfallrechtliche Klassifizierung:

Tabelle 7 Abfallrechtliche Einstufung der Schwarzdeckenprobe

Probe	PAK [mg/kg]	Benzo- (a)pyren [mg/kg]	Phenol- Index [µg/l]	Einstufung nach Leitfaden LUBW* (+ AVV-Schlüssel)	Einstufung nach RC- Erlass**	Deponie- klasse***
BS 11: 0,0 – 0,11 m	0,89	0,039	< 6	bituminös (AVV 170302)	Z1.1	DK 0
Zuordnungswerte:				belastet, wenn: PAK > 25 mg/kg teerhaltig wenn: PAK > 200 mg/kg gefährl. Abfall (170301*), wenn: PAK > 200 mg/kg B(a)P > 50 mg/kg	PAK: Z1.1 = 10 mg/kg Z1.2 = 15 mg/kg Z2 = 35 mg/kg Phenol-Index i. E.: Z1.1 = 20 µg/l Z1.2 = 50 µg/l Z2 = 100 µg/l	PAK: DK0 = 30 mg/kg DKI = 500 mg/kg DKII = 1.000 mg/kg

*: nach Leitfaden zum Umgang mit und zur Entsorgung von teerhaltigem Straßenaufbruch der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, 05/2018

**.: Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Bauschuttrecyclingmaterial“ (RC-Erlass) des Landes Baden-Württemberg vom 13.04.2004

***.: nach Handlungshilfe des Umweltministeriums für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen, 05/2012

n. n.: nicht nachweisbar / Einzelparameter unterhalb der Bestimmungsgrenze

Die untersuchte Schwarzdecke ist demnach teerfrei und fällt unter den Abfallschlüssel 170302 („*Bitumengemische mit Ausnahme derjenigen, die unter 170301 fallen*“). Sie kann einem herkömmlichen Schwarzdeckenrecycling zugeführt werden.

Bodenproben

Die abfallrechtliche Bewertung von **PFAS-Befunden** erfolgt nach dem „Leitfaden zur PFAS-Bewertung“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit vom 21.02.2022. Aus abfallrechtlicher Sicht werden dort drei Verwertungsklassen (VK 1 bis VK 3) definiert, wobei unbelastetes Material der Verwertungsklasse VK 1 entspricht. Die festgestellten PFAS-Konzentrationen (im W/F 2:1-Eluat) sowie deren Auswertung sind der **Anlage 7** zu entnehmen.

Die abfallrechtliche Bewertung der PFAS-Befunde ist in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst:

Tabelle 8 Abfallrechtliche Bewertung der PFAS-Befunde der untersuchten Bodenmischproben aus der durchwurzelter Bodenschicht

Probe	Einstufung nach PFAS-Leitfaden	maßgebliche Einzelverbindung mit Analysewert	überschrittener Prüfwertvorschlag
Gebäude, unterkellert			
MP 1	VK 1	--	--
MP 2	VK 1	--	--
Gebäude, nicht unterkellert			
MP 8	VK 1	--	--

Die Bodenmischproben MP 1, MP 2 und MP 8 sind hinsichtlich der PFAS-Befunde sämtlich in die **Verwertungskategorie 1 (VK 1)** einzustufen. Bodenmaterial der VK 1 kann im offenen Einbau in technischen Bauwerken verwertet werden.

Die PFAS-Befunde sind somit für die nachfolgenden abfallrechtlichen Einstufungen auf Basis der übrigen Analysebefunde ohne Relevanz.

Für **die übrigen Befunde** erfolgt die abfallrechtliche Bewertung von Böden und bodenähnlichen Auffüllungen ab dem 01. August 2023 anhand der Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung – ErsatzbaustoffV bzw. EBV)“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz vom 09.07.2021, der Deponieverordnung (DepV) des Bundes vom 27.04.2009 und der „Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit von Abfällen mit organischen Schadstoffen“ des Landes Baden-Württemberg vom Mai 2012.

In der o. g. ErsatzbaustoffV bzw. der EBV sind in Abhängigkeit der Materialart verschiedene Materialklassen definiert. Darüber hinaus sind für jede einzelne Materialklasse die materialspezifischen Einbaumöglichkeiten in technischen Bauwerken festgelegt. Aus abfallrechtlicher Sicht unbelastete Materialien sind der Materialklasse BM-0 zuzuordnen.

Material mit Schadstoffkonzentrationen oberhalb der maximal zulässigen Materialwerte (z. B. BM-F3 für Bodenaushub) kann in der Regel nur noch einer Deponie zugeführt werden, wobei die Klassifizierung anhand der Zuordnungswerte der DepV für die einzelnen Deponieklassen (Deponien der Deponie-klassen DK 0, DK I, DK II, DK III und DK IV) erfolgt. Nach der DepV in der aktuellen Fassung besteht alternativ die Möglichkeit,

bestimmte Materialklassen ohne zusätzliche Untersuchungen direkt den Deponieklassen DK 0 oder DK I zuzuordnen (z. B. Zuordnung von Boden der Klassen BM-F2 oder BM-F3 in die Deponieklasse DK I und von Boden der Klassen BM-0 bis BM-F1 in die Deponieklasse DK 0).

Aus abfallrechtlicher Sicht sind die untersuchten Proben nach den Bewertungsmaßstäben der EBV einschließlich aller Fußnoten (ohne Berücksichtigung von PFAS) wie folgt einzustufen:

Tabelle 9 Abfallrechtliche Einstufung der untersuchten Boden(misch)proben

Probe	Einstufung nach EBV	maßgebliche(r) Parameter mit Analysewert	überschrittener Zuordnungswert
Gebäude, unterkellert			
MP 1	BM-0*	Quecksilber = 0,50 mg/kg (1)	BM-0 = 0,3 mg/kg (1)
MP 2	BM-0	(1)	(1)
MP 3	BM-0	--	--
MP 4	BM-0	--	--
MP 5	BM-0	--	--
BS 8: 0,15 – 0,4 m	[BM-0*]	Arsen = 11 mg/kg	BM-0 = 10 mg/kg
MP 6	BM-0	--	--
MP 7	BM-0	--	--
Gebäude, nicht unterkellert			
MP 8	BM-0*	Benzo(a)pyren = 0,36 mg/kg (1)	BM-0 = 0,3 mg/kg (1)
MP 9	BM-F1	Chrom i. E. = 16 µg/l PAK i. E. = 0,6 µg/l	BM-F0* = 15 µg/l BM-F0* = 0,6 µg/l
MP 10	BM -0	--	--
MP 11	BM -0	--	--

- (1) Der geringfügig erhöhte Gehalt an TOC ist auf die im Boden natürlich enthaltenen Wurzeln zurückzuführen und nach Anl. 1, Tab. 3, Fußnote 7 für die Einstufung nicht relevant
[...] eingeschränkter Analyseumfang (Mindestbelastungsgrad)

Auf Basis der vorliegenden Analysenergebnisse ergeben sich für die untersuchten Mischproben aus der **durchwurzelter Bodenschicht (MP 1, MP 2 und MP 8)** die Materialklassen BM-0 und BM-0* nach EBV. Für diese Materialien ist außerdem auf die in der Tabelle 4 angegebenen Verwertungskategorien gemäß dem „Leitfaden zur PFAS-Bewertung“ hinzuweisen (jeweils VK 1).

Die **künstlichen Auffüllungen (MP 3, MP 4, MP 5, MP 9, MP10 zzgl. Einzelprobe BS 8 [0,15 – 0,4 m])** sind nach den Analysenergebnissen überwiegend der Materialklasse BM-0 nach EBV zuzuordnen und somit abfallrechtlich frei verwertbar. Lediglich die schwarzdeckenhaltige Einzelprobe BS 8: 0,15 – 0,4 m sowie die Mischprobe MP 9 aus den fremdstoffhaltigen Auffüllungen zeigen gewisse analytische Auffälligkeiten, welche Belastungsgraden von BM-0* (Mindestbelastungsgrad) bzw. BM-F1 nach EBV entsprechen.

Für die Mischproben aus dem **natürlich anstehenden Boden bzw. örtlich umgelagerten Böden (MP 6, MP 7 und MP 11)** ergibt sich wiederum die Materialklasse BM-0 nach EBV. Das Material ist somit frei verwertbar.

Auf Grundlage der vorliegenden Analyseergebnisse sind keine gefährlichen Abfälle zu erwarten, sodass das gesamte Aushubmaterial dem AVV-Abfallschlüssel 170504 „*Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 170503* fallen*“ zuzuordnen ist.

7.5 Baubetriebliche Hinweise aus umwelttechnischer Sicht

Entsprechend den durchgeführten Untersuchungen ist nach derzeitigem Kenntnisstand mit teerfreien Schwarzdecken zu rechnen.

Die bei der Baumaßnahme anfallenden Aushubmaterialien sind größtenteils den Materialklassen BM-0 und BM-0* nach EBV zuzuordnen, jedoch wurden in den fremdstoffhaltigen Auffüllungen auch ein Belastungsgrad von BM-F1 nach EBV festgestellt.

Im Hinblick auf eine ordnungsgemäße und möglichst wirtschaftliche Entsorgung empfehlen wir beim Ausheben folgende, voraussichtlich unterschiedlich belasteten Chargen voneinander zu separieren:

- Schwarzdecke, teerfrei
- durchwurzelte Bodenschichten
- fremdstoffhaltige Auffüllungen
- fremdstoffarme Auffüllungen bzw. vermutete Auffüllungen
- natürlich anstehende Auenlehme
- natürlich anstehende sandige Kiese, teils örtlich umgelagert

Besondere Sorgfalt ist beim Abbruch der Schwarzdecken erforderlich. Es handelt sich zwar um teerfreies Material, es ist aber zu beachten, dass Schwarzdecken als bituminöse Baustoffe stets hohe Gehalte an Kohlenwasserstoffen (KW-Index) enthalten. Schon geringe Mengen an Schwarzdeckenresten können deshalb zu einer deutlichen Verschlechterung der abfalltechnischen Qualität von Aushubmaterial führen. Die Schwarzdecken sollten daher rückschreitend mit einem Bagger mit Tieflöffel abgebrochen werden. Anschließend sollten verbliebene Schwarzdeckenreste außerdem händisch aufgenommen werden.

Bei der sukzessiven Rückbebauung von Bestandsgebäuden oder Bauwerksteilen ist zu beachten, dass schon geringe Anteile an Abbruchabfällen, wie z. B. gipshaltiger Putz und sonstige mineralische und nicht mineralische Abbruchabfälle, den Belastungsgrad der anstehenden Böden negativ beeinflussen können (z. B. in Form einer erhöhten Sulfat-Konzentration im Eluat bei Beimengungen von Gipsputz). Es sollte daher darauf geachtet werden, dass Abbruchabfälle vor der Durchführung von Erdarbeiten möglichst rückstandsfrei entfernt werden.

Bei einer Abfuhr von Bodenmaterialien ist davon auszugehen, dass zumindest schadstoffverdächtiges Aushubmaterial entsprechend der derzeitigen, von allen Entsorgungsstellen akzeptierten Vorgehensweise in Abhängigkeit der Material-zusammensetzung chargenweise innerhalb des Baugeländes in Haufwerken bereitgestellt werden muss. Die Haufwerke sind dann zur abschließenden, rechtlich verbindlichen Deklaration entsprechend den Richtlinien der LAGA PN98 zu beproben und chemisch-analytisch zu untersuchen. Die Entsorgung des Aushubmaterials erfolgt auf Basis der daraus resultierenden Klassifizierung.

Je nach Entsorgungsstelle kann die oben beschriebene Vorgehensweise mit einer Haufwerksbildung und einer nochmaligen Beprobung auch für Aushubmaterial erforderlich sein, das sich im Zuge einer Baugrunduntersuchung als unbelastet erwiesen hat, also im vorliegenden Fall insbesondere für die natürlich anstehenden Böden. Da dies erhebliche Auswirkungen auf den Bauablauf und die damit verbunden Kosten hat, sollte dieser Punkt bereits im Vorfeld der Baumaßnahme mit den in Frage kommenden Baufirmen geklärt werden (z. B. im Rahmen von Bietergesprächen).

Schließlich ist darauf hinzuweisen, dass zwischen den Aufschlusspunkten auch Material mit bislang nicht festgestellten Belastungsklassen anstehen kann. Wir empfehlen daher, in die Ausschreibung von Erdarbeiten neben Positionen für die Separierung und Bereitstellung von Aushubmaterial auch Positionen für die Entsorgung von Aushub-

material mit allen gängigen Belastungsklassen aufzunehmen (Materialklassen BM-0, BM-0*, BM-F0*, BM-F1 und BM-F2 nach EBV).

Sollte für die abfallrechtliche Abfuhr der Aushubmaterialen trotz der Voruntersuchung und der dabei ermittelten geringen PFAS-Befunde eine abfallrechtliche Einstufung nach PFAS-Leitfaden notwendig sein, empfehlen wir auch hierfür Positionen mit in die Ausschreibung aufzunehmen. In diesem Fall sollte für jede Belastungsklasse nach EBV eine Zulage für VK1- und ggf. VK2-Material nach PFAS-Leitfaden berücksichtigt werden.

Höhere Belastungsgrade sind nach derzeitigem Kenntnisstand unwahrscheinlich; es wird deshalb vorgeschlagen, diese im Bedarfsfall über ein Nachtragsangebot abzuwickeln.

Abschließend weisen wir darauf hin, dass die vorgenannten Aussagen auf stichprobenartigen Untersuchungen basieren. Lokal begrenzte Verunreinigungen, die durch die Kleinrammbohrungen nicht erfasst wurden, können nicht vollständig ausgeschlossen werden. Bei der Durchführung der Aushubarbeiten sollte deshalb auf organoleptische Auffälligkeiten geachtet werden (z. B. erhöhter Fremdstoffanteil, Verfärbungen, Geruch nach Schadstoffen). Sollte entsprechendes Material angetroffen werden, so sollte es separiert, beprobt und chemisch-analytisch untersucht werden.

8 Gründung

8.1 Allgemeines, Höhen, Lasten

Der Neubau besteht aus dem Gebäude des Herzzentrums mit vier oberirdischen Geschossen und einem Untergeschoss sowie dem Gebäude „Informatics for Life“ (IFL), das mit drei oberirdischen Geschossen und bis auf einen Erschließungsgang ohne Unterkellerung geplant ist.

Aus den vorliegenden Planunterlagen sind folgende Bauhöhen zu entnehmen:

OK FFB E00 (Erdgeschoss)	= ± 0,00 m	110,90 m NHN
OK FFB E99 (Untergeschoss)	= – 5,00 m	105,90 m NHN

Die beiden Höhenkoten sind in der **Anlage 3.1** an den Bohrprofilen aufgetragen.

Für beide Gebäude ist eine Gründung auf einer tragenden Bodenplatte geplant [2.3], wobei Plattendicken von 0,5 m (IFL) und 0,8 m (Herzzentrum, Erschließungsgang IFL) vorgesehen sind.

Die mittleren charakteristischen Flächenlasten auf den Gründungsebenen betragen nach [2.2] für das Herzzentrum ca. $p_{s,k} = 225 \text{ kN/m}^2$ und für das Gebäude IFL unter Berücksichtigung einer möglichen Aufstockung ca. $p_{s,k} = 80 \text{ kN/m}^2$ bis 180 kN/m^2 .

Die Bodenplatte für das Herzzentrum kommt durchgängig in den Neckarkiesen / -geröllen zu liegen, ebenso die Bodenplatte des Erschließungsgangs unter dem Gebäude IFL. Die Neckarkiese /-gerölle sind aufgrund ihrer zumeist dichten bis sehr dichten, mindestens aber mitteldichten Lagerung ausreichend tragfähig für die geplante Flachgründung. Der Einbau einer Tragschicht unter der Bodenplatte ist dort nicht erforderlich.

Die Bodenplatte des Gebäudes IFL kommt in der bindigen Deckschicht zu liegen, die bis zu ca. 4,3 m tiefer reicht. Teilweise sind auf dem Gründungsniveau auch noch künstliche Auffüllungen vorhanden.

Die natürlich anstehenden bindigen Böden sind aufgrund ihrer steifen bis halbfesten Konsistenz ausreichend tragfähig für eine Flachgründung des Gebäudes. Aufgrund der im Vergleich zu den Kiesen deutlich größeren Verformbarkeit, können jedoch Baugrundverbesserungsmaßnahmen oder ein Teilbodenaustausch notwendig werden, um schädliche Setzungsdifferenzen zu den im Kies gegründeten Gebäudeteilen zu vermeiden.

Nachfolgend wird die Gründung der Gebäude rechnerisch untersucht. Dazu werden zunächst die Bemessungswerte des Sohlwiderstands durch Grundbruchnachweise ermittelt. Anschließend werden Setzungsberechnungen zur Ermittlung von Bettungsmoduln durchgeführt.

8.2 Schichtmodell, charakteristische Bodenkennwerte

Für den Nachweis der Grundbruchsicherheit nach DIN 4017 sowie die Setzungsberechnungen nach DIN 4019 werden folgende bodenmechanischen Kennwerte als maßgebend angesetzt:

Bindige Deckschicht (Tone, Schluffe):

Reibungswinkel:	$\varphi_k = 30^\circ$
Kohäsion:	$c_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$
Wichte:	$\gamma_{k2} = 20,5 \text{ kN/m}^3$
Steifemodul:	$E_s = 15 \text{ MN/m}^2$ (bis 106,0 m NHN)

Neckarkiese /-gerölle:

Reibungswinkel:	$\varphi_k = 37,5^\circ$
Kohäsion:	$c_k = 0$
Wichte:	$\gamma_{k2} = 22,0 \text{ kN/m}^3$
Steifemoduln:	$E_s = 60 \text{ MN/m}^2$ (Gründungssohle bis 102,0 m NHN) $E_s = 80 \text{ MN/m}^2$ (102,0 m NHN bis 99,0 m NHN) $E_s = 100 \text{ MN/m}^2$ (99,0 m NHN bis 96,0 m NHN) $E_s = 150 \text{ MN/m}^2$ (unterhalb 96,0 m NHN)

8.3 Bemessungswerte des Sohlwiderstands, Grundbruchnachweise

8.3.1 Gründung in der bindigen Deckschicht

a) Tragende Bodenplatten

Für Gründungen auf tragenden Bodenplatten wird rechnerisch ein 1,0 m breiter Streifen der Platte betrachtet (mitwirkende Breite) mit Einbindetiefen von $d = 0,5 \text{ m}$ bzw. $0,8 \text{ m}$.

Die Ergebnisse der Grundbruchberechnungen sind als **Anlage 9.1** beigefügt.

Es ergeben sich folgende Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054-2010 (Bemessungssituation BS-P, Abminderung des Bruchwerts mit $\gamma_{R,v} = 1,40$) bzw. folgende zulässigen Bodenpressungen zul. $\sigma_{E,k}$ (für charakteristische Lasten, Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1,0$, globale Sicherheit $\eta \geq 2,0$):

- Einbindetiefe (Plattendicke) $d = 0,8 \text{ m}$:
 $\sigma_{R,d} = 510 \text{ kN/m}^2$; zul. $\sigma_{E,k} = 350 \text{ kN/m}^2$
- Einbindetiefe (Plattendicke) $d = 0,5 \text{ m}$:
 $\sigma_{R,d} = 435 \text{ kN/m}^2$; zul. $\sigma_{E,k} = 300 \text{ kN/m}^2$

Die nach dem Grundbruchnachweis zulässigen Bodenpressungen sind deutlich höher als die zu erwartenden Werte von $\sigma_k = 80 - 180 \text{ kN/m}^2$. Die Sicherheit gegen Versagen durch Grundbruch ist ausreichend.

b) Einzel- und Streifenfundamente

Sofern Bauteile auf Einzel- und Streifenfundamenten in der bindigen Deckschicht gegründet werden sollen, wird empfohlen, die Bemessungswerte des Sohlwiderstands bzw. die zulässigen Bodenpressungen auf folgende Werte zu begrenzen, um zu große Setzungsbeträge zu vermeiden.

- Streifenfundamente, $b \geq 0,5 \text{ m}$, $d \geq 0,8 \text{ m}$:
 $\sigma_{R,d} = 350 \text{ kN/m}^2$; zul. $\sigma_{E,k} = 250 \text{ kN/m}^2$
- Quadratische Einzelfundamente, $b \geq 0,75 \text{ m}$, $d \geq 0,8 \text{ m}$:
 $\sigma_{R,d} = 420 \text{ kN/m}^2$; zul. $\sigma_{E,k} = 300 \text{ kN/m}^2$

In **Anlage 9.2** wird für die angegebenen Werte die ausreichende Sicherheit gegen Versagen durch Grundbruch nachgewiesen.

Die Angaben gelten für Fundamente unter lotrechter und mittiger Belastung. Bei schrägem bzw. exzentrischem Lastangriff sind die Sohlwiderstände nach DIN 1054 mit dem Neigungsfaktor abzumindern bzw. die Vertikallast ist auf die reduzierte Fundamentfläche zu beziehen.

8.3.2 Gründung in den Neckarkiesen / -geröllen

a) Tragende Bodenplatten

Die rechnerische Betrachtung eines $1,0 \text{ m}$ breiten Streifens der Bodenplatte (mitwirkende Breite) ergibt für die Einbindetiefe von $d = 0,8 \text{ m}$ folgende Sohlwiderstände (siehe **Anlage 9.3**):

- Einbindetiefe (Plattendicke) $d = 0,8 \text{ m}$:
 $\sigma_{R,d} = 1050 \text{ kN/m}^2$; zul. $\sigma_{E,k} = 720 \text{ kN/m}^2$

Die nach dem Grundbruchnachweis zulässigen Bodenpressungen sind deutlich höher als die zu erwartenden Werte von $\sigma_k = 225 \text{ kN/m}^2$. Die Sicherheit gegen Versagen durch Grundbruch ist ausreichend.

b) Einzel- und Streifenfundamente

Für Gründungen auf Einzel- und Streifenfundamenten in den Neckarkiesen / -geröllen wird der Ansatz folgender Bemessungswerte des Sohlwiderstands nach DIN 1054-2010 (Bemessungssituation BS-P, Abminderung des Bruchwerts mit $\gamma_{R,V} = 1,40$) bzw. folgender zulässigen Bodenpressungen $\sigma_{E,k}$ (für charakteristische Lasten, Ausnutzungsgrad $\mu \leq 1,0$, globale Sicherheit $\eta \geq 2,0$):

Tabelle 10 Gründung in den Neckarkiesen; Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ und zulässige Bodenpressungen zul. $\sigma_{E,k}$ für Streifenfundamente, Einbindetiefe $d = 0,8 \text{ m}$

b [m]	0,75	1,0	1,25	$\geq 1,5$
$\sigma_{R,d} [\text{kN/m}^2]$	625	720	815	905
zul. $\sigma_{E,k} [\text{kN/m}^2]$	915	1050	1185	1320

Tabelle 11 Gründung in den Neckarkiesen; Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ und zulässige Bodenpressungen zul. $\sigma_{E,k}$ für quadratische Einzelfundamente, Einbindetiefe $d = 0,8 \text{ m}$

b [m]	0,75	1,0	1,25	$\geq 1,5$
$\sigma_{R,d} [\text{kN/m}^2]$	755	820	885	950
zul. $\sigma_{E,k} [\text{kN/m}^2]$	1100	1195	1290	1385

In **Anlage 9.4** wird für die angegebenen Werte die ausreichende Sicherheit gegen Versagen durch Grundbruch nachgewiesen.

Die Angaben gelten für Fundamente unter lotrechter und mittiger Belastung. Bei schrägem bzw. exzentrischem Lastangriff sind die Sohlwiderstände nach DIN 1054 mit dem Neigungsfaktor abzumindern bzw. die Vertikallast ist auf die reduzierte Fundamentfläche zu beziehen.

8.4 Setzungsberechnungen, Bettungsmoduln

Zur Abschätzung der zu erwartenden Setzungen der Bodenplatten sowie zur Ermittlung von Bettungsmoduln werden in **Anlage 10** Berechnungen nach DIN 4019 für den kennzeichnenden Punkt nach KANY durchgeführt.

In den Berechnungen werden die in **Kapitel 8.2** aufgeführten Kennwerte angesetzt. Beim Herzzentrum wird die Aushubentlastung mit $\Delta\sigma_k = 5,8 \text{ m} \times 20,5 \text{ kN/m}^2 \approx 119 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt. Bei Wiederbelastung werden die Steifemoduln um den Faktor 2,0 erhöht.

Für das Herzzentrum ergibt sich unter Volllast ($\sigma_k = 225 \text{ kN/m}^2$) ein rechnerischer Setzungsbetrag von $s = 3,8 \text{ cm}$ (**Anlage 10.1**). Dieser Wert dürfte für die Konstruktion unproblematisch sein, zumal sich die Setzungen unmittelbar mit der Lastaufbringung, d. h. ohne merklichen zeitlichen Verzug einstellen werden. Die Verformungen aus Eigengewicht werden somit nach Ende der Rohbauarbeiten abgeklungen sein.

Für die Berechnung der Bodenplatte des Herzzentrums mit elastischer Bettung wird der Ansatz eines Bettungsmoduls von $k_{s,k} = 6,0 \text{ MN/m}^3$ als Startwert empfohlen.

Im Bereich des bestehenden Hochhauses ist der Baugrund höher vorbelastet als in den übrigen Bereichen. Für diesen Abschnitt der Bodenplatte wird vorab empfohlen, den o. g. Bettungsmodul um den Faktor 1,5 zu erhöhen. Genauere Angaben können auf Wunsch nach Vorlage von Lasten des Bestandsgebäudes ausgearbeitet werden.

Für das Gebäude IFL ergeben sich je nach den angesetzten Lasten rechnerische Setzungsbeträge von $s = 34 \text{ mm}$ (für $\sigma_k = 80 \text{ kN/m}^2$) bis zu $s = 77 \text{ mm}$ (für $\sigma_k = 180 \text{ kN/m}^2$). Dabei resultieren jeweils ca. 65 % der Setzungen (ca. 22 mm bzw. ca. 50 mm) aus der bindigen Deckschicht (s. **Anlage 10.2**).

Mögliche Setzungen von mehr als 7 cm des Gebäudes IFL und Setzungsunterschiede bis zu ca. 5 cm zu dem im Kies gegründeten Herzzentrum können vermutlich nicht hingenommen werden.

Prinzipiell kann eine Reduzierung der Setzungen durch einen (Teil-)Bodenaustausch der bindigen Deckschicht gegen verdichtetes Tragschichtmaterial erzielt werden oder alternativ durch eine Verfestigung des bindigen Bodens, in dem dieser zunächst ausgehoben und nach Einfräsen eines Mischbindemittels (Kalk-Zement-Gemisch) lagenweise verdichtet wieder eingebaut wird.

Um die möglichen Setzungsunterschiede zum Gebäude des Herzzentrums auf ca. 2 cm zu reduzieren, müsste der Boden hierzu in einer Stärke von ca. 2,5 m ausgetauscht bzw. verfestigt werden.

Bei der ersten Variante wäre dies mit hohen Kosten für die Entsorgung des bindigen Auhubmaterials und Lieferkosten für das Tragschichtmaterial verbunden. Die zweite Variante ist baubetrieblich aufwendig und kann aufgrund der Staubentwicklung bei den Fräsarbeiten wegen der sensiblen Umgebung vermutlich nicht uneingeschränkt ausgeführt werden.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit wirtschaftlich und baubetrieblich günstiger ist eine tiefreichende Baugrundvergütung der bindigen Schicht durch eine kombinierte Rütteldruck- / Rüttelstopfverdichtung (Tiefenrüttelverfahren nach DIN EN 14731).

Bei diesem Verfahren wird ein zylindrischer Rüttler (mittlerer Durchmesser ca. 60 cm) durch Einvibrieren bis zum Erreichen des Kieshorizonts eingebracht. Der anstehende Boden wird seitlich verdrängt und verdichtet. Anschließend wird beim Ziehen des Rüttlers über dessen Spitze schrittweise grobkörniges Material (Schotter, Kies) eingebracht und verdichtet. Infolge der Verdichtung des Zugabematerials werden im Baugrund säulenförmige Körper mit relativ gut definierten bodenmechanischen Eigenschaften und hoher Tragfähigkeit hergestellt. Durch die Anordnung mehrerer Säulen im Raster wird schließlich eine Vergütung des Baugrunds erzielt, mit der die mittlere Tragfähigkeit erhöht und die Verformbarkeit reduziert wird.

Die Rüttelstopfsäulen sind in den Neckarkiesen /-geröllen abzusetzen (Einbindung ca. 0,50 m; UK Säulen $\approx 105,5$ m NHN). Um die mittlere Steifigkeit des mittels Rüttelstopfsäulen vergüteten bindigen Bodens um den Faktor 2 zu erhöhen, wird empfohlen, von einer Säule je 2 m² auszugehen (Säulenabstand im Dreiecksraster ca. $a = 1,55$ m). Im Bereich von Lastkonzentrationen ist das Rastermaß ggf. zu verringern. Die genaue Bemessung und die Festlegung der Säulenordnung erfolgt gemäß den bauaufsichtlichen Zulassungen der ausführenden Firmen auf Grundlage eines Lastenplans.

Durch die Erhöhung der Steifigkeit der bindigen Schicht um den Faktor 2 ergibt sich für das Gebäude IFL bei Ansatz einer mittleren Flächenlast von $\sigma_k = 180$ kN/m² ein rechnerischer Setzungsbetrag von ca. $s = 5$ cm (**Anlage 10.3**). Die mögliche Setzungsdifferenz zu dem im Kies gegründeten Herzzentrum beträgt dann weniger als 2 cm, was gemäß [2.3] hingenommen werden kann.

Für die Berechnung der Bodenplatte des Gebäudes IFL mit elastischer Bettung auf dem vergüteten Baugrund wird der Ansatz eines Bettungsmoduls von $k_{s,k} = 3,5 \text{ MN/m}^3$ als Startwert empfohlen.

Genauere Angaben zu den möglichen Setzungen und Setzungsdifferenzen können nach Vorlage eines Lastenplans (Sohlspannungsverteilung) ausgearbeitet werden.

Zusammenfassend hat die rechnerische Gründungsuntersuchung ergeben, dass die beiden Gebäude wie geplant auf tragenden Bodenplatten flach gegründet werden können. Für das Gebäude IFL wird eine Baugrundvergütung (Rüttelstopfverdichtung) der bindigen Schicht empfohlen, um die möglichen Setzungsunterschiede zum Herzzentrum auf ein verträgliches Maß zu reduzieren.

9 Versickerung von Niederschlagswasser

Die im Baufeld in den oberen Metern anstehenden bindigen Böden (Tone, Schluffe) sind aufgrund ihrer hohen Feinkornanteile als schwach durchlässig bis sehr schwach durchlässig nach DIN 18130 einzustufen. Nach den Korngrößenverteilungen ist mit Durchlässigkeiten im Bereich von $k_f = 10^{-9} \text{ m/s}$ bis $k_f = 10^{-7} \text{ m/s}$ zu rechnen.

Im Arbeitsblatt ATV-DWK A 138 "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser" wird ein Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 10^{-6} \text{ m/s}$ als untere Grenze des "entwässerungstechnisch relevanten Bereichs" genannt. Eine wirtschaftliche Versickerung von Niederschlagswasser, z. B. über eine Sickermulde, ist in den bindigen Böden somit nicht möglich.

Ausreichend durchlässig und für die Versickerung von Niederschlagswasser geeignet sind hingegen die unterhalb der bindigen Deckschicht anstehenden kiesig-sandigen und steinigen Böden (Neckarkiese / -gerölle).

Die Versickerung von Niederschlagswasser über Versickerungsmulden oder Mulden-Rigolen-Systeme ist an dem Standort prinzipiell möglich. Eine ausreichende Versickerungsleistung kann jedoch nur mittels „Sickeröffnungen“ in Form von Austauschschürfen erzielt werden, die bis in die gut durchlässigen Sande/Kiese geführt werden.

Nach den Korngrößenverteilung beträgt die Durchlässigkeit der Kiese / Sande zumeist ca. $k_f = 5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ bis $k_f = 10^{-3} \text{ m/s}$. Am Übergang von der bindigen Deckschicht zu den

Neckarkiesen können die Böden lokal größere bindige Anteile aufweisen, so dass die Durchlässigkeit geringer ist ($k_f \approx 5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ bis $k_f \approx 10^{-5} \text{ m/s}$).

Für die Versickerung von Niederschlagswasser wird empfohlen, die Böden der bindigen Deckschicht bis zum Erreichen des Kieshorizonts zu entfernen und gegen gut durchlässigen Kiessand auszutauschen (Kies-Sand-Gemisch 0/32 mm, Tragschichtmaterial nach den TL SoB-StB 20) oder Rigolenelemente (z. B. Kunststoffboxen) einzubauen. Lokal auf dem Aushubplanum vorhandene, stärker bindig durchsetzte Sande / Kiese sind gegen kiesiges Tragschichtmaterial auszutauschen.

Für die Dimensionierung der Versickerungsanlage wird empfohlen, vorab einen mittleren Durchlässigkeitsbeiwert von $k_f = 2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ für die Kiese / Sande unterhalb der bindigen Deckschicht anzusetzen und diesen Wert durch Doppel-Infiltrometerversuche vor Ort zu überprüfen.

Bei der Planung der Versickerungsanlagen ist des Weiteren zu beachten, dass die Versickerung von Niederschlagswasser in Baden-Württemberg über eine belebte Bodenzone (Oberboden) oder ein entsprechendes Filtersubstrat erfolgen muss, um den Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser zu vermeiden ([2.14], [2.15], [2.16]).

Je nach der Beschaffenheit der belebten Bodenzone bzw. des Filtersubstrats kann dessen Durchlässigkeit maßgebend für die Versickerungsleistung werden.

Bei der Planung der Versickerungsanlage ist sicherzustellen, dass auch außergewöhnliche Niederschlagsereignisse / Starkregenereignisse keine Gefahr für das Gebäude mit sich bringen. Für die geplante Versickerung von Niederschlägen in den Innenhöfen wird empfohlen, Notüberläufe vorzusehen.

Für Versickerungsanlagen ist eine wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich.

10 Abdichtung, Drainage

Die Böden der bindigen Deckschicht haben eine Durchlässigkeit von deutlich unter $k_f = 10^{-4} \text{ m/s}$, sodass sich infiltriertes Oberflächenwasser in den verfüllten Arbeitsräumen temporär aufstauen und zu einer Beanspruchung durch drückendes Wasser führen kann.

Je nach der Einbindetiefe der Bauteile in den Baugrund gilt dann nach DIN 18533 die Wassereinwirkungsklasse W2.1-E (mäßige Einwirkung von drückendem Wasser ≤ 3 m Eintauchtiefe) oder die Wassereinwirkungsklasse W2.2-E (hohe Einwirkung von drückendem Wasser > 3 m Eintauchtiefe). Sofern die erdberührten Bauteile nicht dräniert werden, muss Abdichtung für die genannten Wassereinwirkungsklassen erfolgen.

Im Fall der Dränierung darf die Abdichtung für die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E (Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung) ausgelegt werden.

Für die unterhalb der bindigen Deckschicht anstehenden Neckarkiese /-gerölle kann von einer mittleren Durchlässigkeit von $k_f > 10^{-4}$ m/s ausgegangen werden, so dass infiltriertes Oberflächenwasser auf den Arbeitsraumsohlen drucklos versickern kann. Der Einbau einer Ringdränage sowie einer Flächendränage unter der Bodenplatte ist nicht erforderlich. Die Sohlen der Arbeitsräume dürfen jedoch nicht durch eingeschlammtes Material, Baustellenabfälle etc. verunreinigt oder durch Überstände der Sauberkeitsschicht versiegelt sein. Es wird empfohlen, dies durch Abnahmen unmittelbar vor der Verfüllung sicherzustellen. Eventuelle in den Arbeitsraumsohlen örtlich vorhandene bindig durchgesetzte Lagen sind gegen durchlässigen Kiessand auszutauschen.

Für die Bodenplatte gilt dann die Wassereinwirkungsklasse W1.1-E (Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser). Die Beanspruchung durch Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser gilt auch für die aufgehenden Wände, sofern die Arbeitsräume durchgängig mit einem stark durchlässigem Material verfüllt werden oder das drucklose Versickern von infiltriertem Oberflächenwasser bis zum Erreichen der Arbeitsraumsohlen durch Dränelemente vor den Wänden sichergestellt ist.

Um hinsichtlich des Verfüllmaterials für die Arbeitsräume nicht zu stark eingeschränkt zu sein, wird empfohlen, der Variante mit Dränelementen den Vorzug zu geben. In diesem Fall genügt es, die unteren 50 cm der Arbeitsräume mit nichtbindigem Kies (Bodengruppe GW nach DIN 18196) zu verfüllen, in den die Dränelemente definiert einbinden.

11 Gründung der Verkehrsflächen

Die Dimensionierung von Verkehrsflächen wird in den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12)“ geregelt.

Angaben zu den geplanten Belastungsklassen der Verkehrsflächen liegen nicht vor.

Nach den vorhandenen Plänen ist für die Verkehrsflächen eine Befestigung mit Pflaster sowie mit Asphalt vorgesehen.

Es wird vorgeschlagen, die Verkehrsflächen für die Belastungsklasse Bk1,8 auszulegen. Damit ist Pkw-Verkehr einschließlich geringem Schwerlastverkehr abgedeckt.

Der Standort liegt in der Frosteinwirkungszone 1.

Die anstehenden Böden der bindigen Deckschicht sind der Frostempfindlichkeitsklasse F3 (sehr frostempfindlich) nach den ZTV E –StB 17 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) zuzuordnen.

Nach den RStO 12 beträgt die Minstdicke des frostsicheren Aufbaus (Asphaltbelag bzw. Pflasterbelag + Trag-/Frostschuttschicht) für Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk1,8 somit 60 cm.

Für die gepflasterten Flächen muss nach den RStO auf der Oberfläche der Trag-/Frostschuttschicht ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 150 \text{ MN/m}^2$ nachgewiesen werden.

Für die mit Asphalt befestigten Flächen muss nach den RStO auf der Oberfläche der Trag-/Frostschuttschicht ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$ (bei einem verstärkten gebundenen Oberbau mit einer Dicke von 20 cm) bzw. von $E_{v2} = 150 \text{ MN/m}^2$ (bei einem gebundenen Oberbau mit einer Dicke von 16 cm) nachgewiesen werden.

Der Verdichtungserfolg auf der Oberfläche der Trag-/Frostschuttschicht hängt dabei maßgebend vom Zustand des Planums ab.

Die Regelaufbauten nach den RStO setzen voraus, dass auf dem Erdplanum ein Verformungsmodul von mindestens $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ gegeben ist. Auf den anstehenden bin-

digen Böden liegen die erreichbaren Verformungsmoduln erfahrungsgemäß jedoch auch bei günstigen Witterungsverhältnissen lediglich bei ca. $E_{v2} = 10 - 15 \text{ MN/m}^2$.

Die nach dem Frostkriterium erforderlichen Dicken der Trag-/Frostschuttschicht sind somit nicht ausreichend, um die auf deren Oberfläche geforderten Nachweise an den Verformungsmodul zu erfüllen.

Es ist deshalb entweder eine Verstärkung der Trag-/Frostschuttschicht erforderlich (Bodenaustausch) oder das Erdplanum muss durch Einfräsen (Frästiefe 40 cm) eines Mischbindemittels (Kalk-Zement-Gemisch) vergütet werden.

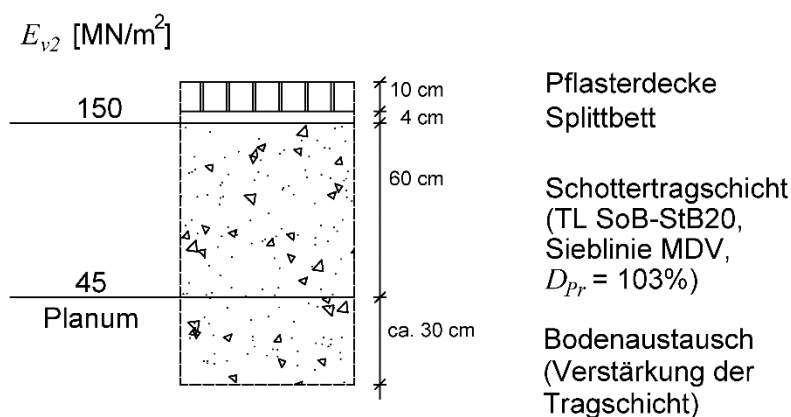
Erfahrungsgemäß kann durch eine Bindemittelmenge von 5 - Gew.-% (DOROSOL C50) und einer Frästiefe von 40 cm (ca. 40 kg Bindemittel je m^2) ein Verformungsmodul von $E_{v2} \approx 70 - 80 \text{ MN/m}^2$ erzielt werden, sodass die hinsichtlich der Frostsicherheit erforderliche Stärke der Trag-/Frostschuttschicht mit hoher Wahrscheinlichkeit ausreichend ist, um die auf deren Oberfläche geforderten Verformungsmoduln zu erreichen.

Der Bindemitteltyp und die Bindemittelmenge sind vorab durch Eignungsprüfungen zu bestimmen.

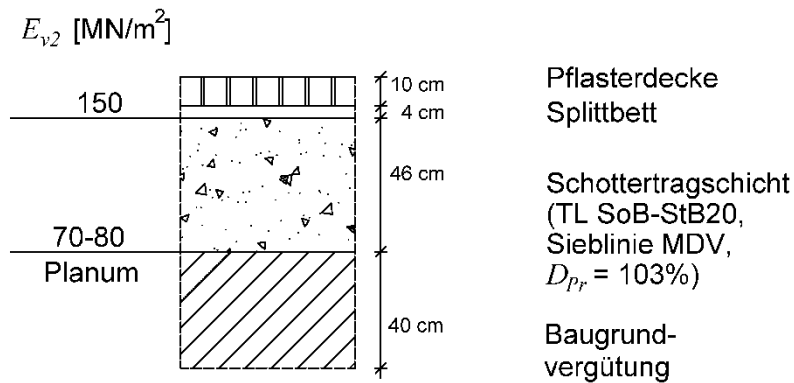
Für die Trag-/Frostschuttschicht werden gebrochene Hartsteinmaterialien (Schotter-Splitt-Sand-Gemische der Körnung 0/45 mm, Tragschichtmaterial nach den TL SoB-StB 20, Sieblinie MDV) empfohlen. Die Verdichtungsanforderung beträgt $D_{pr} = 103\%$.

Folgende Aufbauten werden in Anlehnung an die RStO 12 empfohlen:

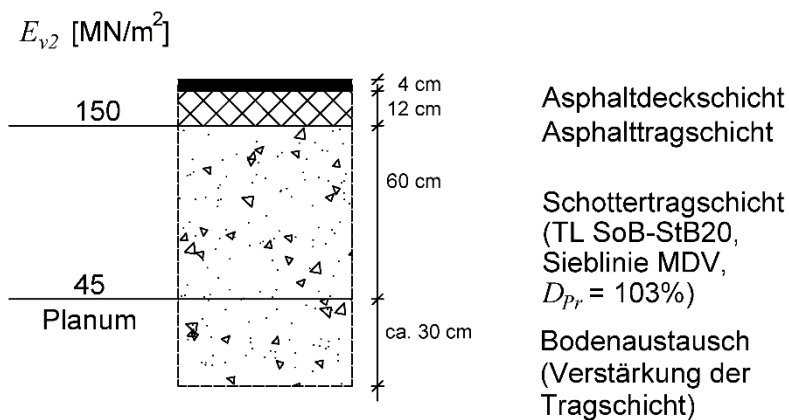
1a) Pflasterflächen (Bk1,8), Bodenaustausch:



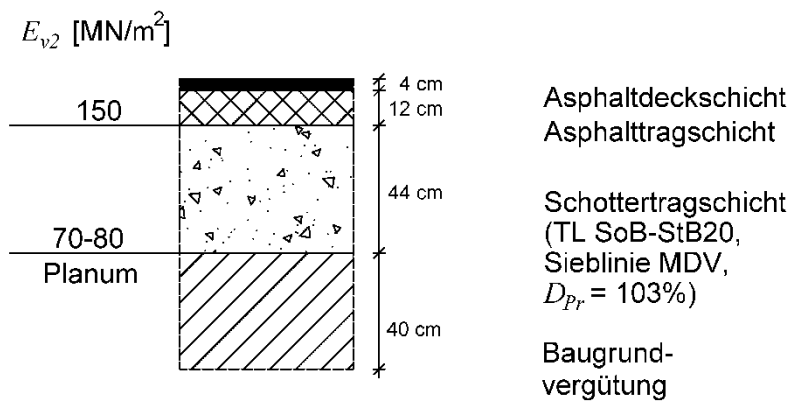
1b) Pflasterflächen (Bk1,8), Vergütung:



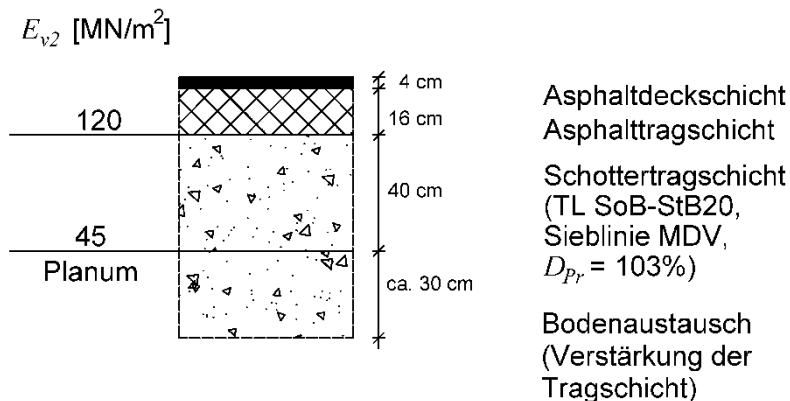
2a) Asphaltflächen (Bk1,8), gebundener Oberbau = 16 cm, Bodenaustausch:



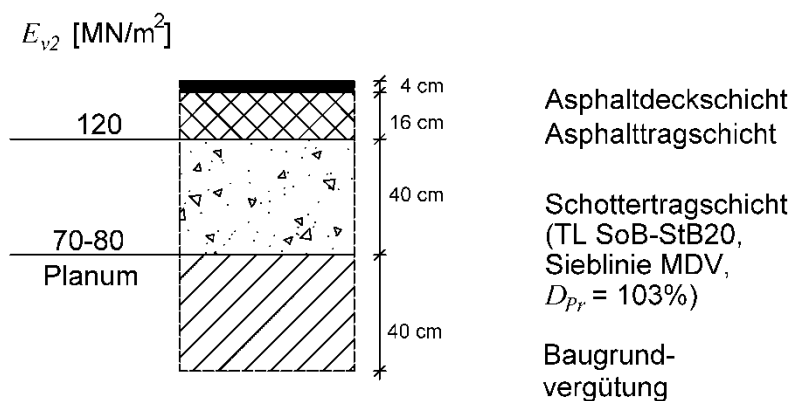
2b) Asphaltflächen (Bk1,8), gebundener Oberbau = 16 cm, Vergütung:



3a) Asphaltflächen (Bk1,8), gebundener Oberbau = 20 cm, Bodenaustausch:



3b) Asphaltflächen (Bk1,8), gebundener Oberbau = 20 cm, Vergütung:



Sofern für die Trag-/Frostschuttschicht Materialien geringerer Güte verwendet werden sollen oder für die Verkehrsflächen eine höhere Belastungsklasse vorgesehen ist, muss die Tragschicht ggfs. verstärkt werden. Es wird empfohlen, den tatsächlich erforderlichen Tragschichtaufbau bzw. die erforderliche Bindemittelmenge im Fall der Baugrundvergütung mit Hilfe von Probefeldern festzulegen.

12 Baugrubensicherung

Lastfreie Baugrubenböschungen dürfen in den Neckarkiesen / -geröllen sowie in den künstlichen Auffüllungen unter maximal 45° gegen die Waagerechte geneigt hergestellt werden.

In den natürlich anstehenden Böden dürfen die Böschungen auf bis zu 60° gegen die Waagerechte versteilt werden.

Für Böschungen mit einer Höhe > 5 m wird empfohlen, eine mindestens 1,5 m breite Zwischenberme vorzusehen.

Entlang der Böschungsschulter ist ein mindestens 1 m breiter Streifen lastfrei zu halten. Für größere Lasten wie z. B. Kran- oder Fahrzeuglasten in der Nähe der Böschungsschulter sind Standsicherheitsnachweise erforderlich. Die Angaben der DIN 4124 sind zu beachten.

Die Böschungen sind z. B. mittels Folien gegen Erosion zu sichern. Es wird empfohlen, die Folien am Kopf der Böschungen so zu verwalten, dass die Hinterläufigkeit unterbunden ist-

Für eventuelle Verbauten der Baugrube werden rückverankerte Trägerbohlwände (Berliner Verbau) empfohlen.

Für die Verlegung von Leitungen etc. wird eine Sicherung mittels Grabenverbaugeräten empfohlen.

Das Einbringen der Verbauträger kann durch Blöcke und Findlinge (Blöcke mit Kantenlängen > 63 cm) erschwert sein oder verhindert werden, so dass einzelne Träger ggfs. versetzt angeordnet werden müssen. Solche Unwägbarkeiten können durch Einstellen der Träger in zuvor mittels verrohrter Bohrungen hergestellte Bohrlöcher vermieden werden.

Für die Bemessung von Verbauten wird der Ansatz folgender charakteristischer Bodenkennwerte empfohlen:

GOK bis 106,0 m NHN:

Auffüllungen, bindige Deckschicht

Wichte	$\gamma_k = 20,5 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi_k = 30^\circ$
Kohäsion:	$c_k = 0$

unterhalb 106,0 m NHN:

Neckarkiese /-gerölle

Wichten	$\gamma_k / \gamma'_k = 22,0 / 13,0 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi_k = 37,5^\circ$
Kohäsion:	$c_k = 0$

Grundsätzlich darf für die Bemessung der aktive Erddruck angesetzt werden. Im Rahmen der Verbauplanung ist jedoch zu prüfen, ob (z. B. wegen Kabel oder Leitungen) besondere Anforderungen bzgl. der zulässigen Verformungen des Verbaus gelten. Bei geringen Verformungstoleranzen kann es erforderlich sein, einen erhöhten aktiven Erddruck anzusetzen ($0,5 \times E_0 + 0,5 \times E_a$).

Zum Abtrag von Vertikalbeanspruchungen der Träger kann in den Neckarkiesen / geröllten ein charakteristischer Spitzenwiderstand von $q_{b,k} = 2 \text{ MN/m}^2$ und eine charakteristische Mantelreibung von $q_{s,k} = 100 \text{ kN/m}^2$ angesetzt werden.

Im Fall von Verankerungen wird empfohlen, die Verpresskörper in den Neckarkiesen /-geröllten anzuordnen. Für übliche Verpresskörperlängen von 5 m bis 8 m darf dann zur Vordimensionierung von einer charakteristischen Mantelreibung von $q_{s,k} = 300 \text{ kN/m}^2$ ausgegangen werden. Die Anker sind nachzuverpressen.

Die aufnehmbaren Ankerkräfte hängen stark von der Qualität der Herstellung ab. Zum Nachweis der o. g. Wertes sind Eignungsprüfungen durchzuführen; die charakteristische Mantelreibung ist dann ggf. anzupassen. Auf Eignungsprüfungen kann verzichtet werden, wenn für die geplanten Ankertypen und Ausführungsbedingungen Prüfungen in gleichartigen Böden vorliegen. Für alle Anker sind Abnahmeprüfungen durchzuführen. Die Angaben der DIN EN 1537 sind zu beachten.

13 Hinweise und Empfehlungen

Rüttelstopfarbeiten

Die Rüttelstopfarbeiten setzen eine 50 cm starke Tragschicht als Arbeitsebene sowie zur Lastverteilung auf die Säulen voraus. Hierfür werden gebrochene Tragschichtmaterialien (Schotter-Splitt-Sandgemische der Körnung 0/45 mm, Tragschichtmaterial nach den TL SoB-StB 20) empfohlen. Die Verdichtungsanforderung beträgt $D_{Pr} = 100 \%$.

Vorbereiten der Gründungssohlen

Die bindigen Böden neigen bei mechanischer Beanspruchung und Wasserzutritt zu Aufweichungen bzw. Auflockerungen. Sie können dann rasch ihre Festigkeit verlieren und in die flüssig-breiige Konsistenz übergehen. Beim Aushub ist deshalb darauf zu achten,

dass der Zutritt von Wasser vermieden und die Sohlen nicht durch den Baubetrieb aufgelockert werden.

Es wird empfohlen, den Aushub im bindigen Boden rückschreitend und mit glatter Baggerschneide durchzuführen. Das Tragschichtmaterial (Arbeitsebene Rüttelstopfverdichtung, Trag-/Frostschuttschicht für die Verkehrsflächen) ist unmittelbar dem Aushub folgend vor Kopf aufzubringen und mittels Plattenrüttler zu verdichten. Das Befahren des Planums sollte nur über die Tragschicht erfolgen.

Die Gründungssohlen von eventuellen Fundamenten im bindigen Boden sind durch das Aufbringen der Sauberkeitsschicht unmittelbar nach dem Freilegen zu schützen. Sollten die bindigen Böden örtlich aufgeweicht oder aufgelockert sein, sind die entsprechenden Zonen gegen Tragschichtmaterial (Verdichtungsanforderung $D_{Pr} = 100 \%$) auszutauschen.

Bei Arbeiten im Winter ist zu beachten, dass die bindigen Böden nach den ZTV StB 17 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau) sehr frostempfindlich (F3) sind.

Bei der Herstellung des Planums in den Neckarkiesen /-geröllen werden sich Überprofile (mittler Dicke ca. 10 cm) wegen der groben Bestandteile (Steine, Blöcke) erfahrungsgemäß nicht gänzlich vermeiden lassen. Sofern der Ausgleich der Überprofile nicht mittels Beton (Verstärkung der Sauberkeitsschicht) erfolgen soll, wird der Einbau nichtbindiger, weitgestufter Kies-Sand-Gemische der Körnung 0/32 mm (Bodengruppe GW nach DIN 18196, z. B. Tragschichtmaterial nach den TL SoB-StB 20) empfohlen.

Vor dem Aufbringen der Ausgleichsschicht ist das Erdplanum durch 3 orthogonale Übergänge mit einer schweren Rüttelwalze nachzuverdichten, um durch den Aushub unvermeidbare Auflockerungen zurückzustellen.

Das Kies-Sand-Gemisch für die Ausgleichsschicht ist mittels Plattenrüttler zu verdichten. Die Verdichtungsanforderung beträgt $D_{Pr} = 100 \%$.

Wiederverwendung von Aushubmaterial, Verfüllung der Arbeitsräume, Erddruckansatz

Der beim Aushub vorwiegend anfallende bindige Boden ist zwar prinzipiell für den Wiedereinbau geeignet, der qualifizierte Einbau (z.B. in Arbeitsräumen) ist jedoch nur

mit erheblichem baubetrieblichem Aufwand zu bewerkstelligen (Einbau in dünnen Lagen von max. 25 cm). Das Erdmaterial ist zu dem stark feuchtigkeitsempfindlich, so dass je nach der Witterung die Zugabe von Bindemitteln notwendig sein kann, um den für die Verdichtung erforderlichen optimalen Wassergehalt zu erzielen.

Insgesamt stellt der qualifizierte Einbau bindigen Erdmaterials hohe Anforderungen und hat in der Vergangenheit oft zu Schäden geführt, die erst Jahre nach der Beendigung der Bauarbeiten aufgetreten sind (z.B. Verformungen der Geländeoberfläche durch allmähliche Sackungen in verfüllten Arbeitsräumen).

Wir empfehlen daher, bindigen Aushub lediglich außerhalb konstruktiv beanspruchter Flächen, z.B. zur Geländemodellierung einzubauen.

Falls bindiges Material in konstruktiv beanspruchten Bereichen wiedereingebaut werden soll, wird empfohlen, in jedem Fall eine Überwachung der Arbeiten vorzusehen.

Baubetrieblich einfacher und weniger schadensanfällig ist die Verwendung von kiesig-sandigen Materialien zur Arbeitsraumverfüllung. Empfohlen werden nichtbindige oder schwach bindige Kies-Sand-Gemische (Bodengruppen GW, GI, GU nach DIN 18196). Die Verdichtungsanforderung für die Arbeitsraumverfüllung beträgt $D_{Pr} = 100 \%$.

Für den Wiedereinbau prinzipiell ist auch das kiesig-sandig-steinige Aushubmaterial aus den Neckarkiesen /-geröllen, wobei empfohlen wird, Steinanteile mit Kantenlängen >10 cm mittels Sieblöffel abzutrennen, um eine qualifizierte Verdichtung zu ermöglichen.

Zu beachten ist, dass dort, wo bindiges oder bindig durchsetztes Material zur Verfüllung der Arbeitsräume verwendet wird, der temporäre Aufstau von infiltriertem Oberflächenwasser möglich ist. Für Gebäudeteile, die für die Beanspruchung durch drückendes Wasser ausgelegt sind, ist dies ohne Belang. Für Gebäudeteile, die nur für die Beanspruchung durch Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser ausgelegt sind, müssen hingegen Dränelemente vor den Wänden eingebaut werden (vgl. Hinweise in **Kapitel 10**).

Sofern für die Verfüllung wie oben empfohlen kiesig-sandige Materialien verwendet werden, dürfen für die Erddruckbemessung der Kellerwände vereinfachend folgende charakteristische Bodenkennwerte angesetzt werden:

Wichten	$\gamma_k / \gamma'_k = 21 / 12 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi_k = 33^\circ$
Kohäsion	$c_k = 0$

Es wird der Ansatz des erhöhten aktiven Erddrucks ($0,5 \cdot E_0 + 0,5 \cdot E_a$) empfohlen.

14 Zusammenfassung

Nach der Baugrunderkundung ist im Baufeld unterhalb der örtlich vorhandenen Oberflächenbefestigung (Pflaster, Schwarzdecke) zunächst mit künstlichen Auffüllungen zu rechnen, die bis in unterschiedliche Tiefen von 0,5 m bis 4,4 m (im Mittel ca. 1,6 m) reichen.

Die künstlichen Auffüllungen sind teils aus kiesig-sandigen Materialien zusammengesetzt sowie aus bindigen Böden (Schluffe, Tone) und enthalten lagenweise anthropogene Fremdbestandteile wie Schwarzdeckenreste, Ziegelreste, Glasreste Mörtelreste.

Der natürlich anstehende Boden wird aus einer bindigen Deckschicht in Form von Schluffen und Tonen mit steifer bis halbfester Konsistenz gebildet.

Die bindige Deckschicht reicht bis in Tiefen von 3,8 m bis 4,8 m (im Mittel ca. 4,25 m) und wird von Neckarkiesen / -geröllen unterlagert, die bis in größere Tiefe anstehen und zumeist dicht bis sehr dicht gelagert sind.

Die Neckarkiese / -gerölle enthalten neben kiesigen, sandigen und steinigen Anteilen auch Blöcke (Kantenlänge >20 cm). Nach den örtlichen Erfahrungen können im Neuenheimer Feld auch größere Blöcke mit Kantenlängen mehr als 63 cm bis über 1,0 m auftreten (Findlinge).

Der Grundwasserspiegel wurde in mehr als 13 m Tiefe angetroffen. Der Flurabstand des Grundwassers beträgt auch in nassen Jahren mehr als 10 m und spielt für die Gründung des Neubaus somit keine Rolle.

Das Herzzentrum kann wie geplant auf einer tragenden Bodenplatte in den Neckarkiesen / -geröllen gegründet werden. Für das Gebäude IFL, dessen Bodenplatte in der bindigen Deckschicht zu liegen kommt, wird empfohlen, eine Baugrundvergütung (Rüttel-

stopfverdichtung) auszuführen, um die Setzungen / Setzungsunterschiede zum Herzzentrum auf ein verträgliches Maß zu reduzieren.

Die Neckarkiese / -gerölle sind für die Versickerung von Niederschlagswasser ausreichend durchlässig. Die oberhalb anstehenden bindigen Böden sind im Bereich der Versickerungsanlagen auszutauschen.

Der Standort liegt in der Erdbebenzone 0.

Die schadstoffanalytischen Untersuchungen ergaben, dass die untersuchte Schwarzdecke teerfrei ist.

Zur Überprüfung des Baugrundes auf Schadstoffbelastungen wurden 11 Bodenmischproben (3 x durchwurzelte Bodenschichten, 5 x Auffüllungen, 3 x natürlich anstehender, teils örtlich umgelagerter Boden) auf die Parameter nach EBV, BM-0- bzw. BM-0*-Liste untersucht. Zudem wurde eine Einzelprobe aus den Auffüllungen auf die Parameter Schwermetalle zzgl. Arsen und PAK im Feststoff untersucht. Die Analytik der Mischproben aus den durchwurzelten Bodenschichten wurden um den Parameterumfang PFAS im Eluat ergänzt.

Für die durchwurzelten Bodenschichten ergaben sich die Materialklassen BM-0 und BM-0* nach EBV. Im Hinblick auf die PFAS-Konzentrationen ergab sich zudem für alle 3 untersuchten Bodenmischproben die bestmögliche Verwertungskategorie VK 1.

Die künstlichen Auffüllungen sind überwiegend der Materialklasse BM-0 nach EBV zuzuordnen und somit abfallrechtlich frei verwertbar. Lediglich die Einzelprobe BS 8: 0,15 – 0,4 m sowie die Mischprobe MP 9 aus den fremdstoffhaltigen Auffüllungen weisen Belastungsgrade von BM-0* (Mindestbelastungsgrad) sowie BM-F1 nach EBV auf. Die natürlich anstehenden, teils örtlich umgelagerten Böden sind wiederum als frei verwertbar (BM-0-Material nach EBV) anzusehen.

Nach altlastenrechtlichen Kriterien bestehen unseres Erachtens keine Einwände gegen einen Verbleib der untersuchten Materialien vor Ort.

Eventuell auftretende Fragen können in einem Nachtrag zum Gutachten oder im Rahmen von Besprechungen geklärt werden.

Dr.-Ing. K. Maisch
(Bearbeiter Geotechnik)



Dipl.-Geol. N. Rumpler
(Bearbeiterin Umwelttechnik)

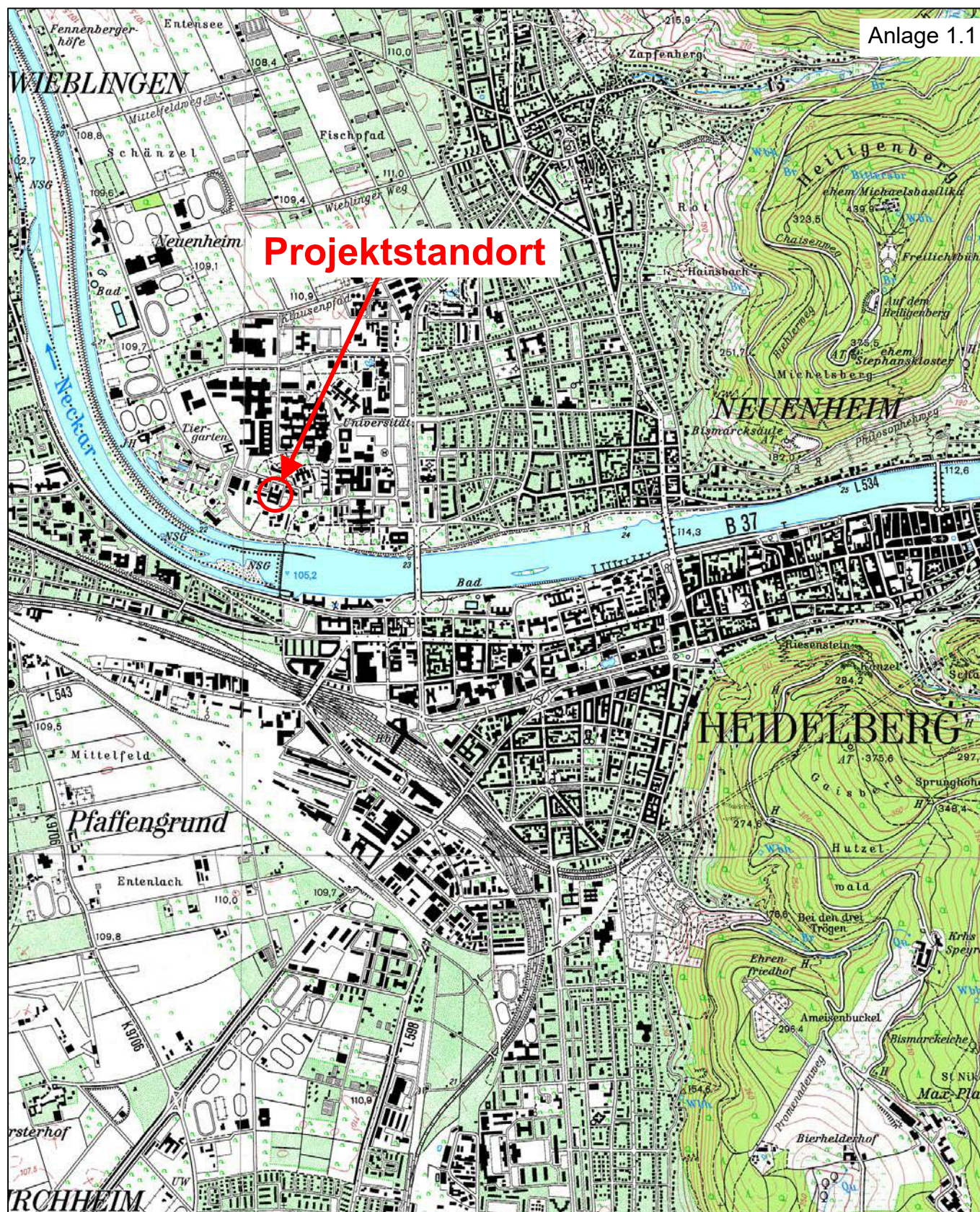
**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 1

Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld in Heidelberg

Lagepläne

- Anlage 1.1 Topografische Karte mit Projektstandort, M 1 : 25.000
- Anlage 1.2 Luftbild mit Baufeld Neubau und Baugrundaufschlüssen, M 1 : 500
- Anlage 1.3 Grundriss E00 (Erdgeschoss) mit Baugrundaufschlüssen, M 1 : 500



km 0.50 1



Kartengrundlage:
TopMaps25 - Amtliche Topografische Karten 1:25 000, digital
(Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Wü.; 2012)

Bauvorhaben: **Neubau Herzzentrum
und Informatics for Life
im Neuenheimer Feld, Heidelberg**

Planbezeichnung: **Topografische Karte
mit Projektstandort**

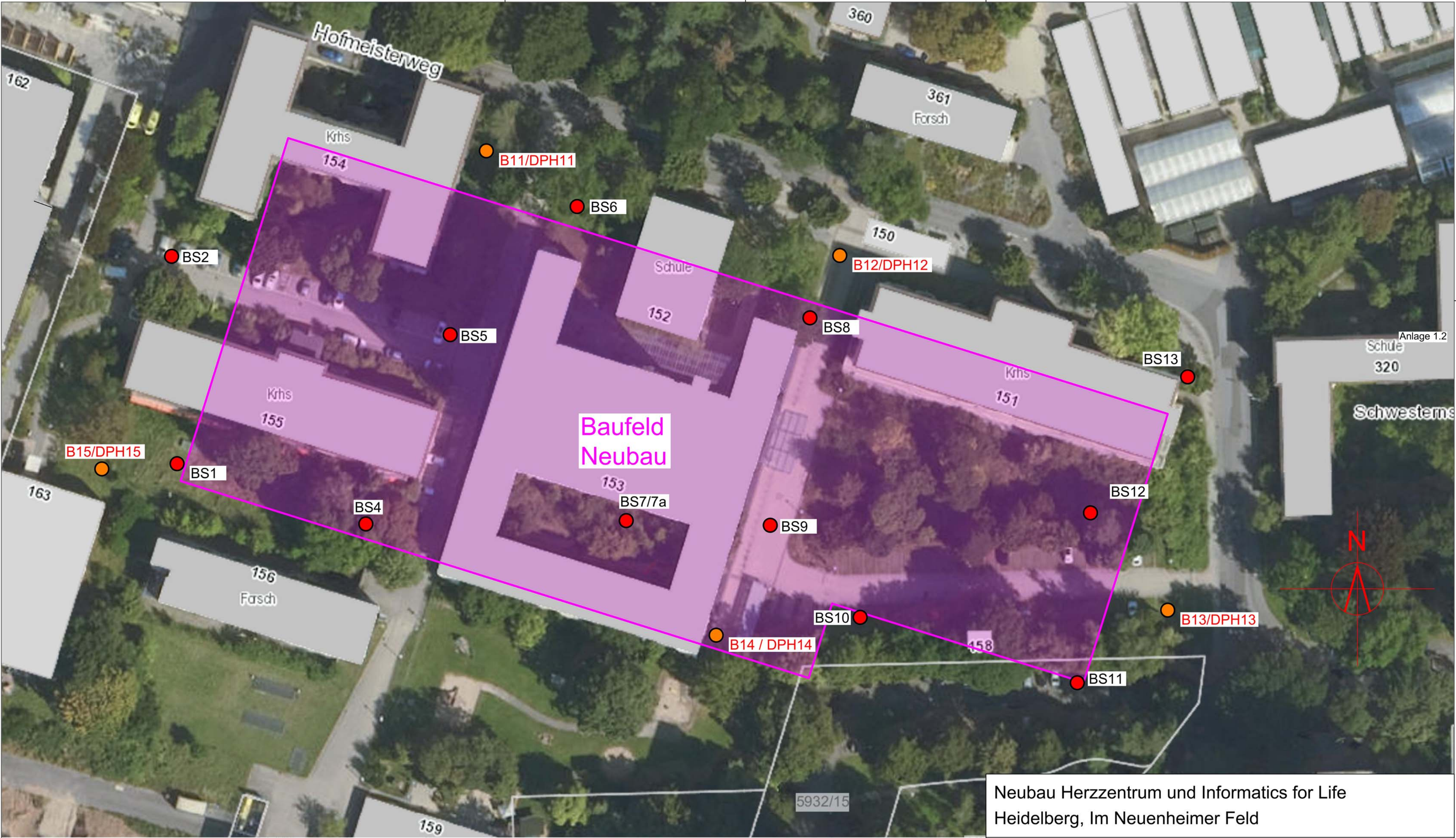
... G H J ...

Maßstab: 1:25.000

Auftrag-Nr.: 23-0058

Bearbeiter: mai

Datum: 07.11.23



Baufeld
Neubau

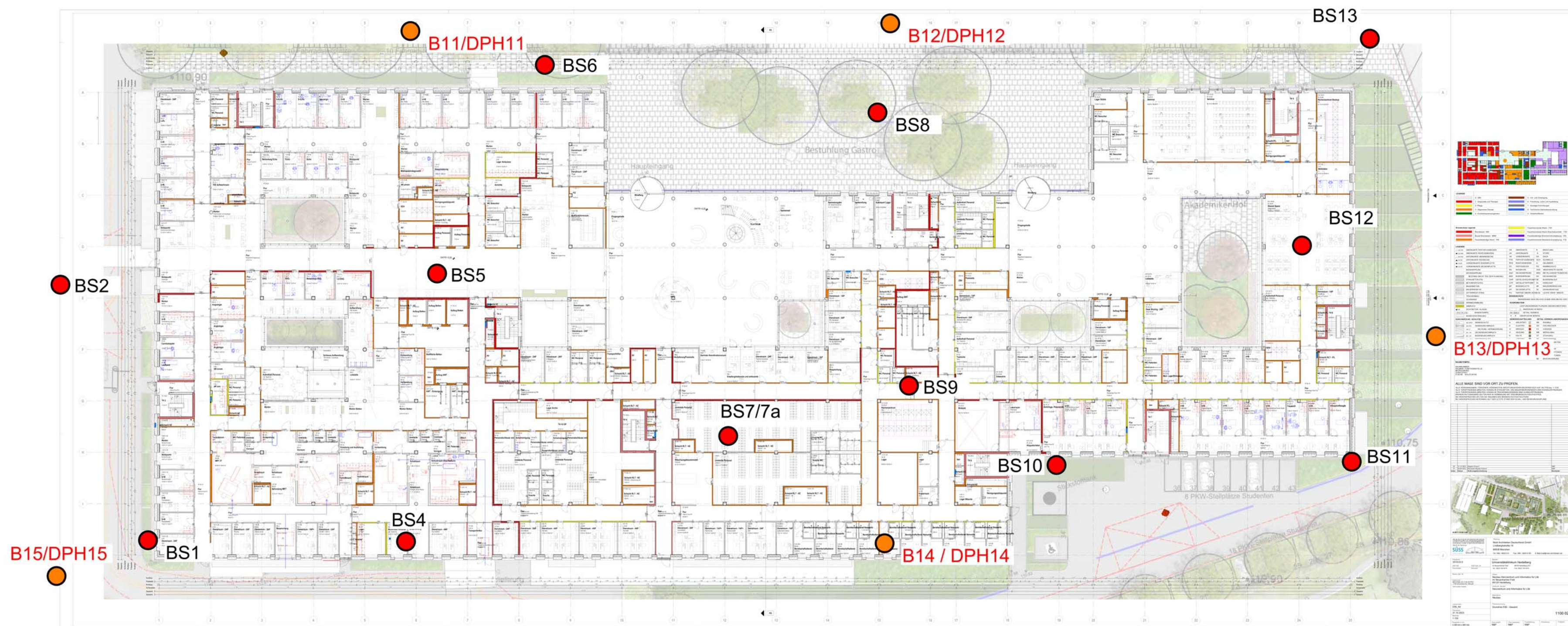
Legende:

- B = Aufschlussbohrung
DPH = Rammsondierung
- BS = Kleinrammbohrung

Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Heidelberg, Im Neuenheimer Feld

Luftbild mit Baufeld Neubau
und Baugrundaufschlüssen

Plan-Nr.:	Maßstab: 1:500	
<div><div>...</div><div>G</div><div>H</div><div>J</div><div>...</div></div> <div>G H J Geo- und Umwelttechnik Am Hubengut 4 76149 Karlsruhe Telefon: 07 21 / 9 78 35 - 0 Telefax: 07 21 / 9 78 35 - 99 E-Mail: office@ghj.de</div>	Bearbeiter: mai	Datum: 14.07.23
	Gezeichnet: OS	26.07.23
	Geändert: mai	17.08.23
	Gesehen: mai	30.11.23
Projekt-Nr.: 23-0058		



Anlage 1.3

Legende:

- B = Aufschlussbohrung
DPH = Rammsondierung
- BS = Kleinrammbohrung

 Beratende Ingenieure		Planung Nickl Architekten Deutschland GmbH Lindberghstraße 19 80939 München Tel: 089 / 360514-0 Fax: 089 / 360514-99 E-Mail:mail@nickl-architekten.de			
 Bauherren Universität Heidelberg					
Projekt-Nr. 2019.03.0		Bauherr Universitätsklinikum Heidelberg			
SAP-WE Dienststelle		SAP-Geb. Nr. Bauwerk		Im Neuenheimer Feld 69120 Heidelberg 672 Tel.: 06221 56 4574 Fax: 06221 56 4574	
Nutzer Geb. Nr.		Objekt Neubau Herzzentrum und Informatics for Life Im Neuenheimer Feld 69120 Heidelberg			
Dateiname NBH2HMA-3G Z+00 061P02 -1100-Grundriss100_E00.pdf		Gebäude / Bauteil Herzzentrum und Informatics for Life			
Verknüpfte Dateien		Maßnahme Neubau			
Layoutname DIN_A0		Planbezeichnung Grundriss E00 - Gesamt			
Plandatum 31.10.2023					
Maßstab 1:100					
Plangröße in mm 2.300 mm x 940 mm		Plan erstellt N&P	Plan bearbeitet N&P	Projektleitung N&P	Amtsleitung
					Freigabe

Neubau Herzzentrum und Informatics for Life Heidelberg, Im Neuenheimer Feld

Grundriss E00 (Erdgeschoss) und Baugrundaufschlüssen

Plan-Nr.:	Maßstab: 1:500	
	Bearbeiter:	mai
	Gezeichnet:	OS
	Geändert:	mai
	Gesehen:	mai
Projekt-Nr.: 23-0058		Datum: 14.07.23 26.07.23 17.08.23 30.11.23

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 2

Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld in Heidelberg

**Luftbildauswertung vom 10.09.2020, LBA Luftbildauswertung GmbH,
Stuttgart**



Luftbildauswertung GmbH

Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung Hofmeisterweg, INF 150–165, Neubau Herzzentrum Heidelberg-Neuenheim

Datum: 10.09.2020

Projekt-Nr.: 20.09.16-02

Bearbeiter: Ruprecht Zwießler, M. Sc.

Auftraggeber: Klinik-Technik-Gesellschaft am
Universitätsklinikum Heidelberg mbH
Im Neuenheimer Feld 670
69120 Heidelberg

Ansprechpartnerin: Frau Dipl.-Ing. (FH) Katrin Hintermaier
Tel.: 0 62 21/56-34635
Fax: 0 62 21/56-33806
Mobil: 01 52/54 64 83 50
Mail: katrin.hintermaier@med.uni-heidelberg.de

Bestellnummer des Auftraggebers: 348HH/300108826

Lieferantennummer des Auftragnehmers: 10152046

Auftragserteilung: 28.08.2020

LBA Luftbildauswertung GmbH

Ludwigstraße 17 B
D – 70176 Stuttgart

Handelsregister Stuttgart HRB 764914
Erfüllungsort: Stuttgart
Gerichtsstand: Stuttgart

Tel.: +49 (711) 77 99 222
Fax: +49 (711) 77 99 249

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Benedikt Herré
Steuer-Nr.: 99028/11377
USt-IdNr.: DE320346869

info@lba-luftbildauswertung.de
www.lba-luftbildauswertung.de

BW-Bank Stuttgart
IBAN: DE13 6005 0101 0405 1205 16
BIC/SWIFT: SOLA DE 3300



1. Zusammenfassung

Die vorliegende Luftbildauswertung für das Projekt Neubau Herzzentrum im INF 150–165 im Hofmeisterweg im Stadtteil Neuenheim von Heidelberg wurde zur Vorerkundung einer potenziellen Belastung durch Kampfmittel aus dem Zweiten Weltkrieg, vorrangig Sprengbomben-Blindgänger, erstellt. Sie basiert auf der Auswertung einer repräsentativen Auswahl historischer Luftbilder aus den Kriegsjahren und liefert folgendes Ergebnis:

Für einen Teilbereich des Untersuchungsgebiets liefern die untersuchten Luftbilder Hinweise auf eine erhöhte potenzielle Belastung durch Kampfmittel aus dem Zweiten Weltkrieg.

Eine nähere Überprüfung durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg oder durch ein privates autorisiertes Unternehmen ist dringend zu empfehlen. Eingriffe in den Untergrund jeglicher Art und Arbeiten, die Erschütterungen des Untergrunds verursachen, sollten vorher nicht durchgeführt werden.

In den Bereichen des Untersuchungsgebiets, die außerhalb des bombardierten Bereichs liegen, können die Untersuchungs- und Bauarbeiten ohne weitere Auflagen in Bezug auf Kampfmittel durchgeführt werden.

Diese Aussagen können nicht als Garantie für die absolute Kampfmittelfreiheit des übrigen Untersuchungsgebiets gewertet werden. Sie beziehen sich ausschließlich auf das dargestellte Untersuchungsgebiet und gelten für den Zeitraum des beschriebenen Bauvorhabens.

2. Aufgabenstellung

In Heidelberg soll im Stadtteil Neuenheim im Hofmeisterweg bzw. im INF (Im Neuenheimer Feld) 150–165 ein neues Herzzentrum gebaut werden. Zur Absicherung der Erkundungs- und Bauarbeiten soll das Untersuchungsgebiet, welches insgesamt aus zwei Flächen besteht, mit Hilfe einer Luftbildauswertung auf das mögliche Vorhandensein von Sprengbomben-Blindgängern aus dem Zweiten Weltkrieg untersucht werden.

Dazu werden die von den alliierten Streitkräften zwischen 1940 und 1945 aufgenommenen derzeit verfügbaren Luftbilder auf vorhandene Sprengbombentrichter, schwere Gebäudeschäden und militärische Strukturen hin untersucht. Sprengbombentrichter sind in unbebauten und vegetationsarmen Gebieten anhand ihres runden Kraterbilds und des sternförmigen Auswurfsaums, abhängig von ihrem Alter, der Bildqualität und der Beschaffung des Untergrunds, in der Regel gut zu erkennen. War ein Trichter der Witterung und anderen Umwelteinflüssen ausgesetzt, hat sich seine optische Erscheinung möglicherweise verändert, z. B. indem er abflachte oder wieder verfüllt wurde. In bebauten und vegetationsreichen Gebieten, wie Städten und Wäldern, ist das Erkennen von Trichtern deutlich schwieriger, da sie durch Schlagschatten und/oder Verkippung (Radialversatz) von hohen Strukturen verdeckt werden können.

Sprengbomben-Blindgänger sind weder von einem runden Krater noch von einem sternförmigen Auswurf umgeben. Die Größe ihres Einschlagspunkts entspricht dem Durchmesser der Sprengbombe, welcher in der Regel bei ca. 50 Zentimetern liegt. Sprengbomben-Blindgänger sind daher nur auf Luftbildern von besonders guter Qualität und unter besten räumlichen Bedingungen als kleine, dunkle Punkte zu erkennen.

Artilleriebeschuss ist in Abhängigkeit von der Qualität der verfügbaren historischen Luftbilder in der Regel ebenfalls äußerst schwierig zu erkennen, da die Explosionstrichter von Artilleriegranaten ungleich kleiner und flacher sind als die der Sprengbombentrichter. Die Einschlagspunkte nicht explodierter Artilleriegranaten sind dabei noch mal um ein Vielfaches kleiner. Neben Luftbildern bester Qualität liefern häufig Archivrecherchen Hinweise für einen Artilleriebeschuss und dadurch entstandene Schäden.

Aufgrund der dargelegten Widrigkeiten und um ein möglichst vollständiges Bild der potenziellen Kampfmittelbelastung zu erhalten, gilt es, Luftbilder möglichst vieler verschiedener Zeitschnitte auszuwerten. Wir führen zu diesem Zweck regelmäßig neue Recherchen zur Luftbildabdeckung durch und erweitern ständig unsere Bestände.

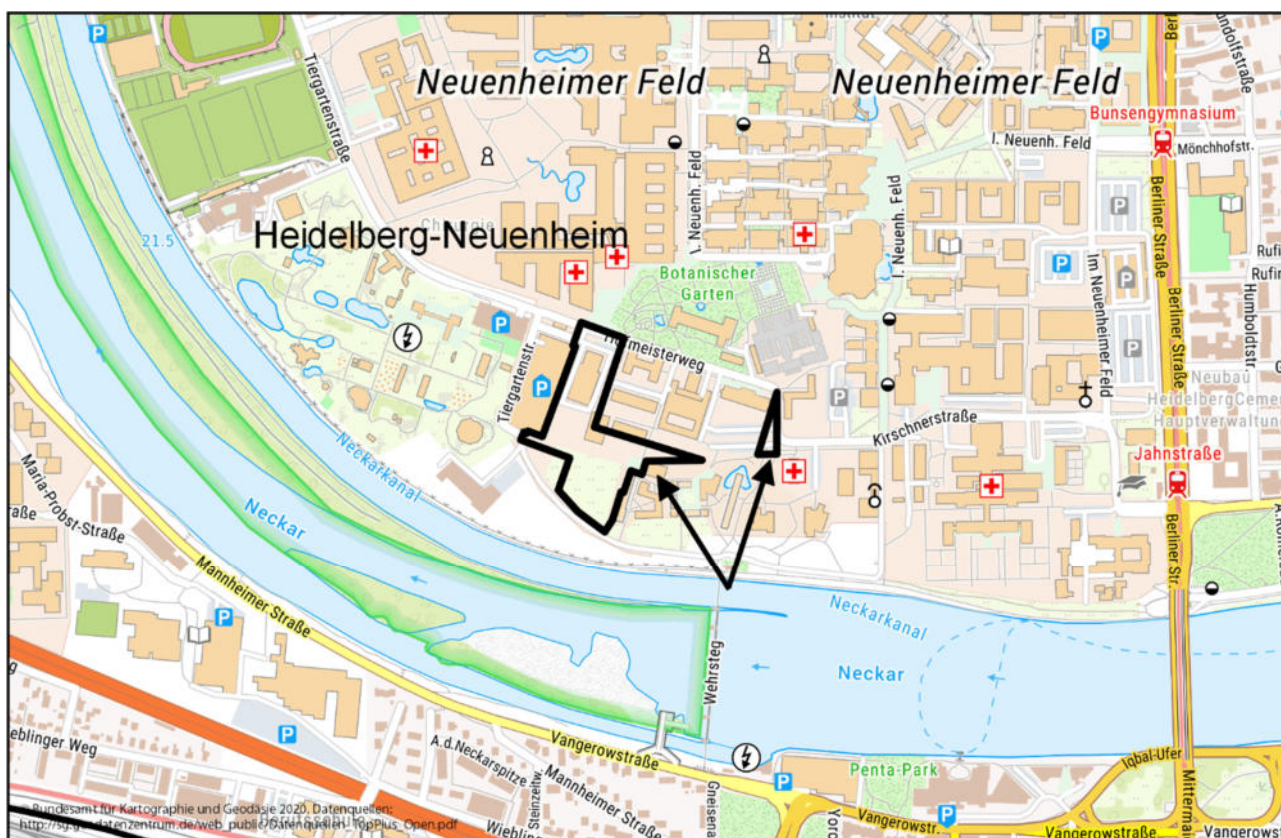
Auf Basis der aus den Luftbildern gewonnenen Informationen können Aussagen in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Sprengbomben-Blindgängern getroffen werden.

3. Untersuchungsgebiet

3.1. Angaben zum Untersuchungsgebiet

Projekt:	Hofmeisterweg, INF 150–165, Neubau Herzzentrum
Bundesland:	Baden-Württemberg
Stadt:	Heidelberg
Stadtteil:	Neuenheim
Straße:	Hofmeisterweg
Gemarkung:	Heidelberg
UTM 32N-Koordinaten ca.:	R: 475 782, H: 5 473 478

Übersichtsdarstellung mit Lage des Untersuchungsgebiets (schwarz markiert).





3.2. Einordnung in den historischen Kontext

Heidelberg, im Jahr 1196 erstmals urkundlich erwähnt, ist heute die fünftgrößte Stadt Baden-Württembergs. 1386 gründete Kurfürst Ruprecht I. die erste Universität Deutschlands und legte somit den Grundstein für die Blütezeit Heidelbergs als Residenz- und Hauptstadt der Kurpfalz. Neuenheim wurde 1891 als erster der angrenzenden Orte nach Heidelberg eingemeindet. 1951 entstand in dem Stadtteil der Universitätscampus „Neuenheimer Feld“, der Heidelberg endgültig zur Stadt der Wissenschaft machte.

Im Zweiten Weltkrieg blieb Heidelberg als einzige deutsche Großstadt nahezu unversehrt. Der erste Luftangriff erfolgte in der Nacht vom 19. auf den 20. September 1940, danach kam es 1944 und 1945 zu weiteren Angriffen, die insgesamt eher geringe Schäden verursachten. Am 22. März 1945 wurde allerdings der Heidelberger Tiergarten durch einen Bombenangriff fast vollständig zerstört. Ziel des Angriffs war die nahegelegene alte Eisenbahnbrücke über den Neckar. Die Wehrmacht sprengte bei ihrem Rückzug aus Heidelberg am 29. März 1945 vier Neckarbrücken und zwei Stauwehre. Am 30. März 1945 besetzten die amerikanischen Truppen der 7. US-Armee die Stadt, ohne auf nennenswerten Widerstand zu stoßen.

4. Auswertungsgrundlagen

Eine Luftbildrecherche ergab, dass das Untersuchungsgebiet und seine nähere Umgebung von über 200 Luftbildern aus dem Befliegungszeitraum vom 12.04.1942 bis zum 26.07.1945 erfasst werden. Eine repräsentative Auswahl dieser Luftbilder wurde beschafft.

Die Qualität der Luftbilder hinsichtlich Schärfe, Auflösung, Bildmaßstab sowie Einflüssen des Aufnahmezeitpunkts (z. B. Sonnenstand, Verschattung, Vegetationsphase, Rauch) und der Witterungsverhältnisse (Wolken, Dunst, Regen, Schnee) ist als gut zu bewerten.

Das eigentliche engere Untersuchungsgebiet ist in Bezug auf Sprengbombenrichter gut und in Bezug auf Blindgänger-Einschläge sehr schlecht einzusehen.

5. Luftbildauswertung

5.1. Methodik der Luftbildauswertung

Die repräsentative Auswahl der Luftbilder wird mit Hilfe verschiedener bildgebender Verfahren analoger und digitaler Art, soweit möglich stereoskopisch, durchmustert und in Bezug auf mögliche Sprengbombenrichter, Blindgänger-Einschläge, Artilleriebeschuss, militärische Nutzungen, Verteidigungsanlagen und zerstörte bzw. schwer beschädigte Gebäude untersucht und ausgewertet.



Zur Analyse der Gesamtsituation werden gegebenenfalls die Art und Weise der Bombardierungen, außerdem die Häufigkeit der in der Umgebung des Untersuchungsgebiets auftretenden Sprengbombenrichter sowie im Speziellen Flakstellungen, Grabensysteme oder weitere militärisch angelegte und genutzte Strukturen sowie die zivile Infrastruktur miteinbezogen.

5.2. Ergebnisse der Luftbildauswertung und der Archivrecherchen

Auf den untersuchten Luftbildern finden sich Hinweise auf eine Bombardierung des Untersuchungsgebiets. Zahlreiche Sprengbombeneinschläge sind im Untersuchungsgebiet und seiner näheren Umgebung zu erkennen. Eine vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Auswertung eines an das Untersuchungsgebiet angrenzenden Bereichs durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg wurde berücksichtigt. Ein Teilbereich des Untersuchungsgebiets ist aufgrund dieser Befunde als „bombardierter Bereich“ zu bezeichnen. Die Ergebnisse der Luftbildauswertung bestätigen die Archivrecherchen, denen zufolge der westlich an das Untersuchungsgebiet angrenzende Tiergarten beim Versuch, die Eisenbahnbrücke zu treffen, am 22. März 1945 von zahlreichen Sprengbomben getroffen wurde (siehe Kapitel 3.2.).

6. Fazit

Die Luftbildauswertung und die Archivrecherchen haben Anhaltspunkte für das mögliche Vorhandensein von Sprengbomben-Blindgängern innerhalb des Untersuchungsgebiets ergeben. Da erfahrungsgemäß etwa 8 bis 15 Prozent aller abgeworfenen Sprengbomben nicht explodierten, kann nicht ausgeschlossen werden, dass in einem Teilbereich des Untersuchungsgebiets noch Sprengbomben-Blindgänger oder andere Kampfmittel vorhanden sind.

Der auf der Anlage 1 kreuzschraffierte Bereich des Untersuchungsgebiets ist aufgrund der Ergebnisse der Luftbildauswertung möglicherweise mit Kampfmitteln belastet.

Eine nähere Überprüfung durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg oder durch ein privates autorisiertes Unternehmen ist dringend zu empfehlen. Eingriffe in den Untergrund jeglicher Art und Arbeiten, die Erschütterungen des Untergrunds verursachen, sollten vorher nicht durchgeführt werden.

Bitte setzen Sie sich mit dem Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg oder mit einem privaten autorisierten Unternehmen wegen der zu ergreifenden Maßnahmen in Verbindung.



In den Bereichen des Untersuchungsgebiets, die außerhalb des bombardierten Bereichs liegen, können die Untersuchungs- und Bauarbeiten ohne weitere Auflagen in Bezug auf Kampfmittel durchgeführt werden.

Dieser Bericht hat nur für das oben und auf der Anlage 1 beschriebene Untersuchungsgebiet und für den Zeitraum des beschriebenen Bauvorhabens Gültigkeit. Es können daraus keine Aussagen für eventuelle Eingriffe in den Untergrund außerhalb des Untersuchungsgebiets abgeleitet werden.

Die vorliegende Luftbildauswertung basiert in erster Linie auf der Interpretation einer repräsentativen Auswahl der im Kapitel 4 „Auswertungsgrundlagen“ genannten Bilder. Daher beziehen sich die diesbezüglich gemachten Aussagen nur auf die Befliegungsdaten der ausgewerteten Luftbilder und können nicht darüber hinausgehen. In der Vergangenheit bereits durchgeführte Räumungen oder Veränderungen der untersuchten Fläche, wie beispielsweise Baumaßnahmen, Geländeabtragungen oder Aufschüttungen in der Nachkriegszeit, die zu einer Veränderung der Belastungssituation geführt haben können, sind in dieser Auswertung nicht berücksichtigt.

Diese Mitteilung kann nicht als Garantie für die absolute Kampfmittelfreiheit des übrigen Untersuchungsgebiets gewertet werden.

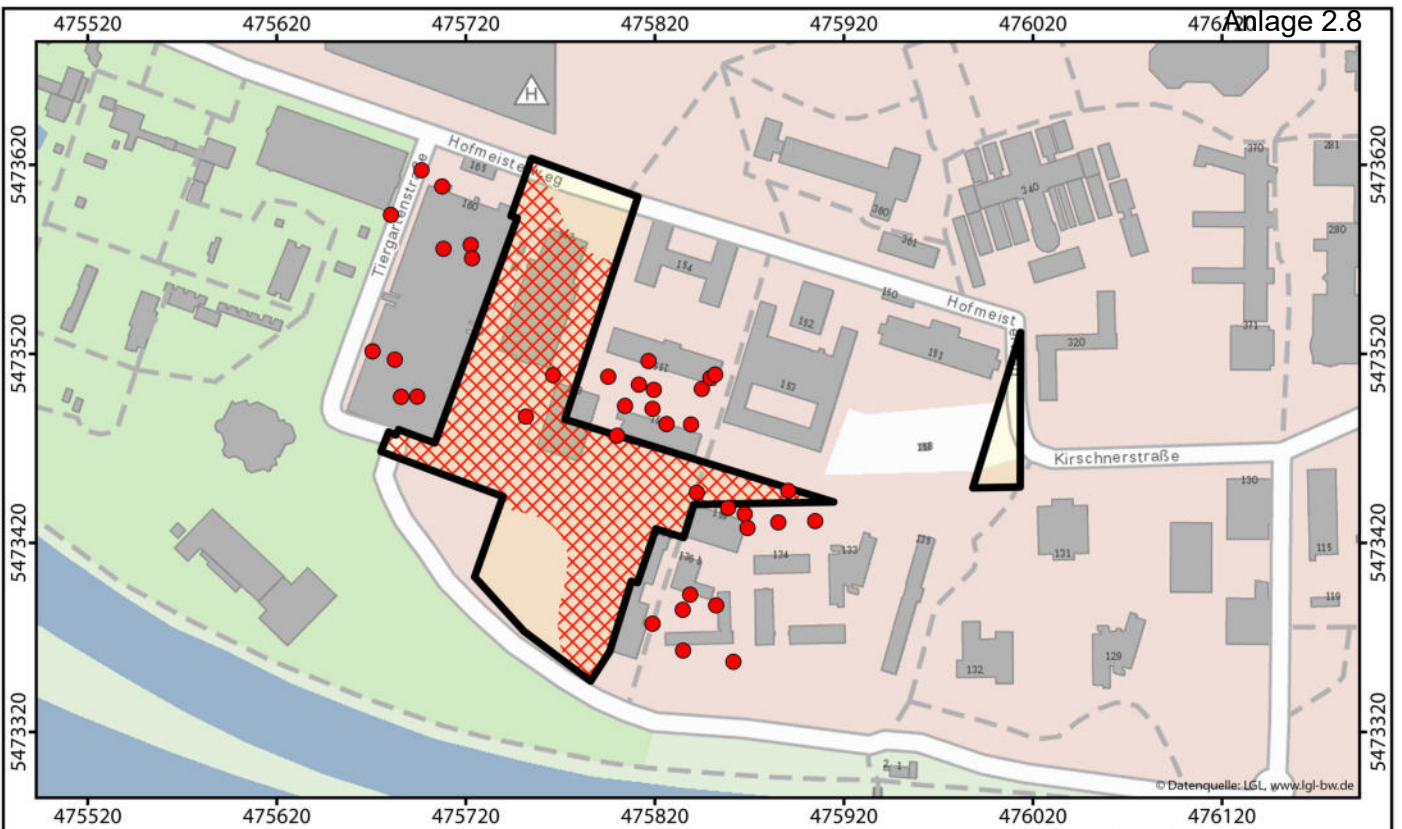
Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Benedikt Herré
- Geschäftsführer -

Ruprecht Zwießler, M. Sc.
- Bearbeiter -

Anlage 1: Untersuchungsgebiet und Ergebnisse der Luftbildauswertung sowie
Ausschnittvergrößerung eines Luftbilds vom 23.03.1945.



Legende



Untersuchungsgebiet



Sprengbombeneinschlag



"bombardierter Bereich"



0 40 80 120 160 m

ca.-Maßstab 1 : 4 000
Koordinatenreferenzsystem: ETRS89 UTM32N

Untersuchungsgebiet (gestrichelt umgrenzt) auf einer Ausschnittvergrößerung eines entsprechenden Luftbilds vom 23.03.1945. Die Reproduktion des Luftbilds ist aus urheberrechtlichen Gründen nicht gestattet.

Projekt-Nr.: 20.09.16-02

Bearbeiter: Zwießler

10.09.2020

Anlage 1

Luftbildauswertung auf Kampfmittelbelastung

Heidelberg-Neuenheim
Hofmeisterweg, INF 150–165, Neubau Herzzentrum

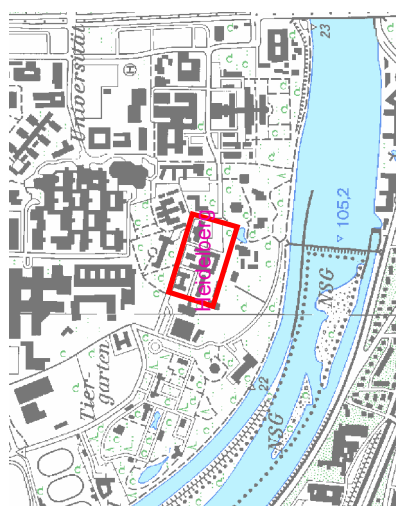


Luftbildauswertung GmbH

Ludwigstraße 17 B
D – 70176 Stuttgart

Tel.: +49 (711) 77 99 222
Fax: +49 (711) 77 99 249

Mail: info@lba-luftbildauswertung.de



TK 1:20.000

Legend

- | Beurteilung | Beurteilung | Beurteilung | Beurteilung | Beurteilung | Beurteilung |
|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |
| Beurtragt_HD_3444 | Freigabe_HD_3444 | bombardierter_Bereich | Abgesuchte_Flaeche | Trichter_HD_3444 | Blindgaengerverdacht |
| | | | | | Einzelfund Blindgaenger |

	RW	HW
Pkt. 30102	3475915,0	5475258,0
Pkt. 30101	3475877,0	5475255,0



Anlage 1 zu HD-3444

Heidelberg
Hofmeisterweg
Neubau Herzzentrum

Maßstab 1:2.000	Karte: 6517.30
-----------------	----------------

Stand: 04.03.2019

2.9 Die Aussagen beziehen sich nur auf das Untersuchungsgebiet (Beauftragt) sowie die verwendeten Luftbilder und können nicht darüber hinausgehen!
Diese Mitteilung kann nicht als Garantie der Kampfmittelfreiheit gewertet werden.



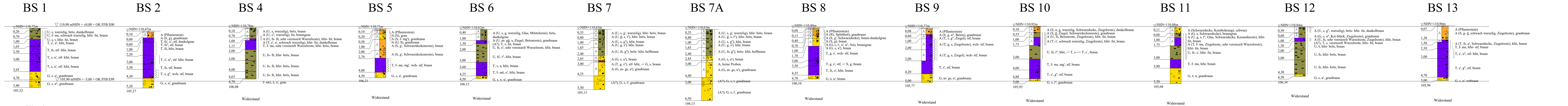
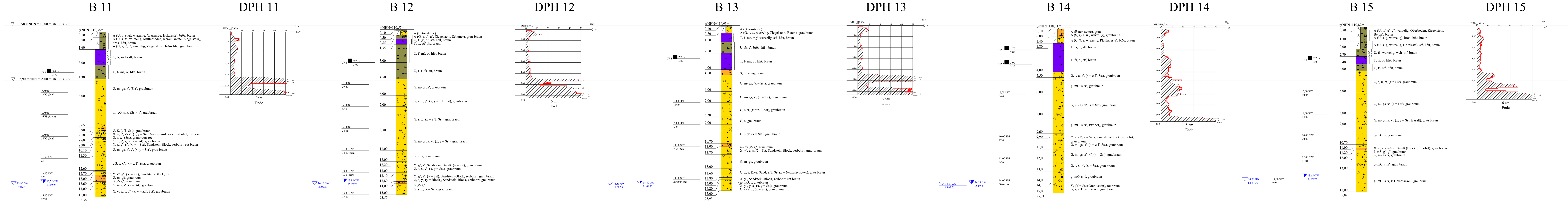
**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 3

Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld in Heidelberg

Baugrunderkundung

- Anlage 3.1 Bohrprofile, Rammdiagramme
- Anlage 3.2 Schichtenverzeichnisse der Bohrunternehmen Marx UG,
Hütschenhausen
- Anlage 3.3 Fotodokumentation der Kernkistenproben
- Anlage 3.4 Protokolle der Kampfmittelsondierungen



ZEICHENERKLÄRUNG (S. DIN 4023)

○ B Bohrung
○ DPH Rammsondierung Schwere Sonde ISO 22476-2
BS Sonderbohrung

Proben-Güteklass nach DIN 4021, Tab. 1

Grundwasser angebohrt
Grundwasser nach Bohrende
Sonderprobe

BODENARTEN

BODENARTEN	Auffüllung	mit Blöcken	A	Y	y
Blöcke	Kies	kiesig	G	g	g
Mulde	Sand	organisch	F	o	s
Schluff	Steine	schluffig	U	u	u
Ton		tonig	X	x	t

KORNGRÖßENBEREICH

KORNGRÖßENBEREICH	f	m	g
fein	mittel	grob	

KONSISTENZ

KONSISTENZ	weh	hft	stf	stf
weich	hft	stf	stf	stf
hft	hft	stf	stf	stf
brs	hft	stf	stf	stf

RAMMSONDIERUNG NACH EN ISO 22476-2 / DIN 4094-3

Stempeltiefe für 10 cm Erdboden

Stempeltiefe	Stempeltiefe	Stempeltiefe	Stempeltiefe
2,00 cm	2,00 cm	2,00 cm	2,00 cm
3,00 cm	3,00 cm	3,00 cm	3,00 cm
4,00 cm	4,00 cm	4,00 cm	4,00 cm
5,00 cm	5,00 cm	5,00 cm	5,00 cm
6,00 cm	6,00 cm	6,00 cm	6,00 cm
7,00 cm	7,00 cm	7,00 cm	7,00 cm
8,00 cm	8,00 cm	8,00 cm	8,00 cm
9,00 cm	9,00 cm	9,00 cm	9,00 cm
10,00 cm	10,00 cm	10,00 cm	10,00 cm
11,00 cm	11,00 cm	11,00 cm	11,00 cm
12,00 cm	12,00 cm	12,00 cm	12,00 cm
13,00 cm	13,00 cm	13,00 cm	13,00 cm
14,00 cm	14,00 cm	14,00 cm	14,00 cm
15,00 cm	15,00 cm	15,00 cm	15,00 cm
16,00 cm	16,00 cm	16,00 cm	16,00 cm
17,00 cm	17,00 cm	17,00 cm	17,00 cm
18,00 cm	18,00 cm	18,00 cm	18,00 cm
19,00 cm	19,00 cm	19,00 cm	19,00 cm
20,00 cm	20,00 cm	20,00 cm	20,00 cm

BOHRLÖCHRAMMSONDIERUNG NACH DIN 4094-3

Stempeltiefe für 10 cm Erdboden

Stempeltiefe	Stempeltiefe	Stempeltiefe	Stempeltiefe
2,00 cm	2,00 cm	2,00 cm	2,00 cm
3,00 cm	3,00 cm	3,00 cm	3,00 cm
4,00 cm	4,00 cm	4,00 cm	4,00 cm
5,00 cm	5,00 cm	5,00 cm	5,00 cm
6,00 cm	6,00 cm	6,00 cm	6,00 cm
7,00 cm	7,00 cm	7,00 cm	7,00 cm
8,00 cm	8,00 cm	8,00 cm	8,00 cm
9,00 cm	9,00 cm	9,00 cm	9,00 cm
10,00 cm	10,00 cm	10,00 cm	10,00 cm
11,00 cm	11,00 cm	11,00 cm	11,00 cm
12,00 cm	12,00 cm	12,00 cm	12,00 cm
13,00 cm	13,00 cm	13,00 cm	13,00 cm
14,00 cm	14,00 cm	14,00 cm	14,00 cm
15,00 cm	15,00 cm	15,00 cm	15,00 cm
16,00 cm	16,00 cm	16,00 cm	16,00 cm
17,00 cm	17,00 cm	17,00 cm	17,00 cm
18,00 cm	18,00 cm	18,00 cm	18,00 cm
19,00 cm	19,00 cm	19,00 cm	19,00 cm
20,00 cm	20,00 cm	20,00 cm	20,00 cm

Bauvorhaben:
Neubau Herzzentrum Uni-Klinik
Im Neuenheimer Feld in Heidelberg

Planbezeichnung:
Bohrprofile
Rammdiagramme

Plan-Nr.: **G H J**

Maßstab: 1 : 100

Bearbeiter: mai
Gezeichnet: Fa.
Geändert: OS
Gesehen: Fa.
Projekt-Nr.: 23-0058

Name des Unternehmens: Marx UG (Haftungsbeschränkt)			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1					Seite: 3.1	
Name des Auftraggebers: GHJ								Aufschluss: B11	
Bohrverfahren: RaKB/RotKB Datum: 06.-07.09.2023 Durchmesser: 178mm Neigung: vertikal									
Projektbezeichnung: Heidelberg Klinik			Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers: Krahel Helmut						
1	2	3	4	5	6	7			
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbareit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge			
0.10	Geol. Benennung (Stratigraphie) <div>Grasnarbe</div>				GP/1/10.30 GP/2/1.00 GP/3/3.00	Handsacht bis 1.20m			
0.50	Mutterboden	braun		leicht bohrbar	GP/4/5.00 GP/5/7.00 GP/6/9.00	R-Kernrohr 140mm von 0.00m bis 15.00m verbohrt 178mm bis 14.90m			
1.60	Auffüllung, Schluff, Sand, Kies	grau braun		mittelschwer bohrbar	GP/7/11.00 GP/8/13.00 GP/9/15.00	GW am 07.09.2023 bei 13.90m O.K.G. erreicht GW am 07.09.2023 bei 13.72m O.K.G. teilentspiegelt			
3.20	Schluff, schwach sandig	braun	weich-steif	mittelschwer bohrbar		verfüllt mit Ton von 15.00m bis 0.00m			
4.30	Schluff	braun	weich-steif	mittelschwer bohrbar	UP/1/3.40-3.70				
8.90	Kies, Sand, z.T. Sandsteine	grau braun	grob-kiesig	mittel bis schwer bohrbar		SPT bei 5.50m 13/30Schläge 7cm			

[illegible]

Name des Unternehmens: Marx UG (Haftungsbeschränkt)			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Seite: 3.3	
Name des Auftraggebers: GHJ							Aufschluss: B12	
Bohrverfahren: RaKB/RotKB Datum: 06.09.2023 Durchmesser: 178mm Neigung: vertikal								
Projektbezeichnung: Heidelberg Klinik							Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers: Krahel Helmut	
1	2	3	4	5	6	7		
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkheit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge		
0.10	Geol. Benennung (Stratigraphie) <div>Betonsteine</div>				GP/1/10.50 GP/2/1.00	Handsacht bis 1.20m		
0.50								
	Schotter	grau		schwer bohrbar	GP/3/1.90 GP/4/2.50	R-Kernrohr 140mm von 0.00m bis 15.00m verbohrt 178mm bis 14.50m		
4.50								
	Schluff	braun	steif	mittelschwer bohrbar	GP/5/4.10 GP/6/5.00 GP/7/7.00	GW am 06.09.2023 bei 14.10m O.K.G. erreicht GW am 06.09.2023 bei 13.85m O.K.G. teilentspiegelt		
					UP/1/2.70-3.00			
9.30	Kies,Sand,z.T. Sandsteine	grau braun	grob-kiesig	mittel bis schwer bohrbar	GP/8/9.00 GP/9/11.00	verfüllt mit Ton von 15.00m bis 0.10m Betonsteine von 0.10m bis 0.00m		
					GP/10/13.00 GP/11/15.00	SPT bei 5,00m 29/17/23		
11.00	Kies,Sand,Sandstein (Blöcke) ca 5-10cm	grau braun	grob kiesig	schwer bohrbar		Meißelarbeiten von 9,30m bis 11,00m 2 Stunden		
11.80	Kies,Sand,z.T. Sandsteine	grau braun	grob kiesig	mittel bis schwer bohrbar		SPT bei 7,00m 9/19/24		

[illegible]

Name des Unternehmens: Marx UG (Haftungsbeschränkt)		Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Seite: 3.5	
Name des Auftraggebers: GHJ		Aufschluss: B 13					
Bohrverfahren: RaKB/RotKB Datum: 08.-11.09.2023							
Durchmesser: 178mm Neigung: vertikal							
Projektbezeichnung: Heidelberg Klinik		Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers: Krahel Helmut					
1	2	3	4	5	6	7	
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbartkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge	
0.10	Geol. Benennung (Stratigraphie) Betonsteine			schwer bohrbar		Handsacht bis 1,20m	
0.40	Schotter, Kies, Sand	grau braun		mittelschwer bohrbar	GP/1/1,00 GP/2/2,00	R-Kernrohr 140mm von 0,0m bis 15,00m verbohrt 178mm bis 14,80m	
4.00	Schluff, schwach sandig	braun	weich-stEIF	mittelschwer bohrbar	GP/3/2,50 GP/4/3,50	GW am 11.09.2023 bei 14,50m O.K.G. erreicht	
					UP/1/2,70-3,00	GW am 11.09.2023 bei 14,40m O.K.G. teilentspiegelt	
4.50	Mittelsand	braun		mittelschwer bohrbar	GP/5/4,00 GP/6/4,40	verfüllt mit Ton von 15,00m bis 0,50m verfüllt mit Kies+Sand von 0,50m bis 0,10m	
						Betonsteine von 0,10m bis 0,00m	
7.00	Mittelsand, stark kiesig z.T. Sandsteine	grau braun	grob-kiesig	mittel bis schwer bohrbar	GP/7/6,00 GP/8/7,00		
					GP/9/9,00 GP/10/11,00		
11.20	Kies, Sand z.T. Sandsteine	grau braun	grob-kiesig	mittel bis schwer bohrbar		SPT bi 7,00m 14/20/29	

[illegible]

Name des Unternehmens: Marx UG (Haftungsbeschränkt)			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Seite: 3.7	
Name des Auftraggebers: GHJ							Aufschluss: B14	
Bohrverfahren: RaKB/RotKB Datum: 04.-05.09.2023 Durchmesser: 178mm Neigung: vertikal								
Projektbezeichnung: Heidelberg Klinik			Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers: Krahel Helmut					
1	2	3	4	5	6	7		
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge		
0.10	Geol. Benennung (Stratigraphie) Betonsteine	grau		schwer bohrbar	GP/1/0.50 GP/2/1.10	Handsacht bis 1,20m		
0.80	Schotter	grau		schwer bohrbar	GP/3/3.00 GP/4/4.00 GP/5/5.00	R-Kernrohr 140mm von 0,00m bis 15,00m verbohrt 178mm bis 14,70m		
1.80	Schluff, schwach sandig	braun		mittelschwer bohrbar	GP/6/7.00	GW am 05.09.2023 bei 14,30m O.K.G. erreicht		
					UP/1/1.70-2.00 UP/2/3.00-3.30	GW am 05.09.2023 bei 14,15m O.K.G. teilentspiegelt		
4.00	Schluff	braun	steif	mittelschwer bohrbar	GP/7/9.00 GP/8/11.00 GP/9/13.00 GP/10/15.00	verfüllt mit Ton von 15,00m bis 0,10m Betonsteine von 0,10m bis 0,00m		
9.60	Kies, Sand, z.T. Sandsteine	grau braun	grob-kiesig	mittelschwer bohrbar				
9.90	Sandstein-Basalt (Block)	grau braun		schwer bohrbar		Meißelarbeiten von 9,60m bis 9,90m 1 Stunde		

[illegible]

Name des Unternehmens: Marx UG (Haftungsbeschränkt)			Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1				Seite: 3.9	
Name des Auftraggebers: GHJ							Aufschluss: B 15	
Bohrverfahren: RaKB/RotKB Datum: 07.-08.09.2023 Durchmesser: 178mm Neigung: vertikal								
Projektbezeichnung: Heidelberg Klinik			Name und Unterschrift des qualifizierten Technikers: Krahel Helmut					
1	2	3	4	5	6	7		
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk-gehalt	Beschreibung der Probe - Konsistenz, Plastizität, Härte, einachsige Festigkeit - Kornform, Matrix - Verwitterung, Trennflächen usw.	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw.	Proben Versuche - Typ - Nr - Tiefe	Bemerkungen - Wasserführung/Spülung - Bohrwerkzeuge/Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge		
0.10	Geol. Benennung (Stratigraphie) Grasnarbe			leicht bohrbar	GP/1/10.30	Handsacht bis 1,20m		
1.20								
	Schluff z.T. Kies	braun		mittelschwer bohrbar	GP/2/1.00 GP/3/2.00 GP/4/2.50	R-Kernrohr 140mm von 0,00m bis 15,00m verbohrt 178mm bis 14,70m		
2.70	Schluff, schwach sandig	braun	weich-steif	mittelschwer bohrbar	GP/5/3.50 GP/6/4.00 UP/1/2.70-3.00	GW am 08.09.2023 bei 14,00m O.K.G. erreicht GW am 08.09.2023 bei 13,65m O.K.G. teilentspiegelt		
	Schluff	braun	weich-steif	mittelschwer bohrbar	GP/7/5.00 GP/8/6.00 GP/9/7.00	verfüllt mit Ton von 15,00m bis 0,00m		
4.00								
	Kies, Sand, z.T. Sandsteine	grau braun	grob-kiesig	mittel bis schwer bohrbar	GP/10/8.00 GP/11/9.00 GP/12/10.00			
8.70								
	Sandstein, Basalt (Block)	grau braun		schwer bohrbar	GP/13/11.00 GP/14/12.00	Meißelarbeiten von 8,70m bis 9,00m 1 Stunde		
9.00								

[illegible]

Bauvorhaben: Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld in 69120 Heidelberg
hier: Fotos der Kernkisten
Projekt-Nr.: 23-0058



Bauvorhaben: Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
 Im Neuenheimer Feld in 69120 Heidelberg
 hier: Fotos der Kernkisten
 Projekt-Nr.: 23-0058



Bauvorhaben: Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
 Im Neuenheimer Feld in 69120 Heidelberg
 hier: Fotos der Kernkisten
 Projekt-Nr.: 23-0058



Bauvorhaben: Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld in 69120 Heidelberg
hier: Fotos der Kernkisten
Projekt-Nr.: 23-0058



Bauvorhaben: Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
 Im Neuenheimer Feld in 69120 Heidelberg
 hier: Fotos der Kernkisten
 Projekt-Nr.: 23-0058



Bauvorhaben: Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
 Im Neuenheimer Feld in 69120 Heidelberg
 hier: Fotos der Kernkisten
 Projekt-Nr.: 23-0058



Bauvorhaben: Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
 Im Neuenheimer Feld in 69120 Heidelberg
 hier: Fotos der Kernkisten
 Projekt-Nr.: 23-0058



Bauvorhaben: Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
 Im Neuenheimer Feld in 69120 Heidelberg
 hier: Fotos der Kernkisten
 Projekt-Nr.: 23-0058



Bauvorhaben: Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
 Im Neuenheimer Feld in 69120 Heidelberg
 hier: Fotos der Kernkisten
 Projekt-Nr.: 23-0058





Projekt

Alte Kinderklinik

Heidelberg

Referenznummer

K23050

Auftraggeber

Bohrunternehmen Marx UG (Haftungsbeschränkt)

Hauptstraße 18

66882 Hütschenhausen

Untersuchungsdatum

04.09.2023

Sondierverfahren

Geomagnetik

Sondiermethodik

Bohrlochsondierung

Sondiertechnik

Vallon VX-1



BESCHREIBUNG DER ARBEITEN

Die beauftragten und von uns eingemessenen Bohransatzpunkte wurden durch eine 2-to Bohrlafette mit angebaute Bohrglocke erschütterungsfrei, mittels Vollbohrschnecke, bis zur geforderten vertikalen Sondiertiefe (6,0 m unter GOK) abgeteuft und anschließend mit 2 Zoll HDPE-Rohren verrohrt. In diese HDPE Schutzverrohrung wurde o.g. Sondiertechnik abgelassen und das Bohrloch von unten nach oben, mittels EDV-gestützter Geomagnetik gemessen und gleichzeitig aufgezeichnet.

Die Lage der Aufschlusspunkte wurde mittels GNSS System eingemessen, die Aufzeichnungen erfolgten im Koordinatensystem UTM 32, (Zone 32 U) sowohl lage- als auch höhenmäßig. Die Koordinaten und die Ansatzhöhen, können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Bohrpunkt	Ost (m)	Nord (m)	Höhe (m)	Bemerkungen
B 11	32475865.563	5473567.693	110.36	
B 12	32475941.795	5473547.027	110.57	
B 13	32476000.146	5473476.977	110.93	
B 14	32475910.954	5473472.033	110.713	
B 15	32475789.608	5473504.875	110.82	

Im Anschluss an die Sondierung wurden die Messergebnisse mittels der Software „Vallon EVA2000, 2.48“ ausgewertet und auf Kampfmittelrelevante Anomalien/Störpunkte interpretiert.

Die Sondierungen wurden nach den anerkannten Methoden der Geophysik und nach dem heutigen Stand der Technik durchgeführt.

BOHRANSATZPUNKTE

BL1 B 15 (6,0 m)	BL 2 B 12 (6,0 m)	BL 3 B 13 (6,0 m)	BL 4 B 11 (6,0 m)	BL 5 B 13 (6,0 m)					
------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--	--	--	--	--

K23050

Alte Kinderklinik
Heidelberg

ERGEBNIS

An den o.g. Bohransatzpunkten wurden keine ferromagnetischen Anomalien/Störpunkte, welche auf Kampfmittel hindeuten, gemessen/festgestellt. Die Kampfmittelfreiheit ist im unmittelbaren Umfeld um den jeweiligen Bohrpunkt (Radius ca. 1.0 m) erteilt!

Hinweise auf Kampfmittel liegen nicht vor. Gegen die Ausführung der Baugrundaufschlüsse mittels und scheren Rammsondierungen (DPH, bestehen meinerseits keine Bedenken.

HINWEIS

Es wird darauf hingewiesen, dass trotz fachgerechter Untersuchung und Beräumung nach dem Stand der Technik und den gesetzlichen Vorgaben nicht auszuschließen ist, dass sich auf dem untersuchten o.g. Flächen weiterhin Kampfmittel befinden. Bei jeglichem Verdacht des Antreffens von Kampfmitteln ist deshalb die zuständige Polizeibehörde zu benachrichtigen und die Bauarbeiten sind in diesem Bereich sofort einzustellen.

Kaiserslautern, den 04.09.2023

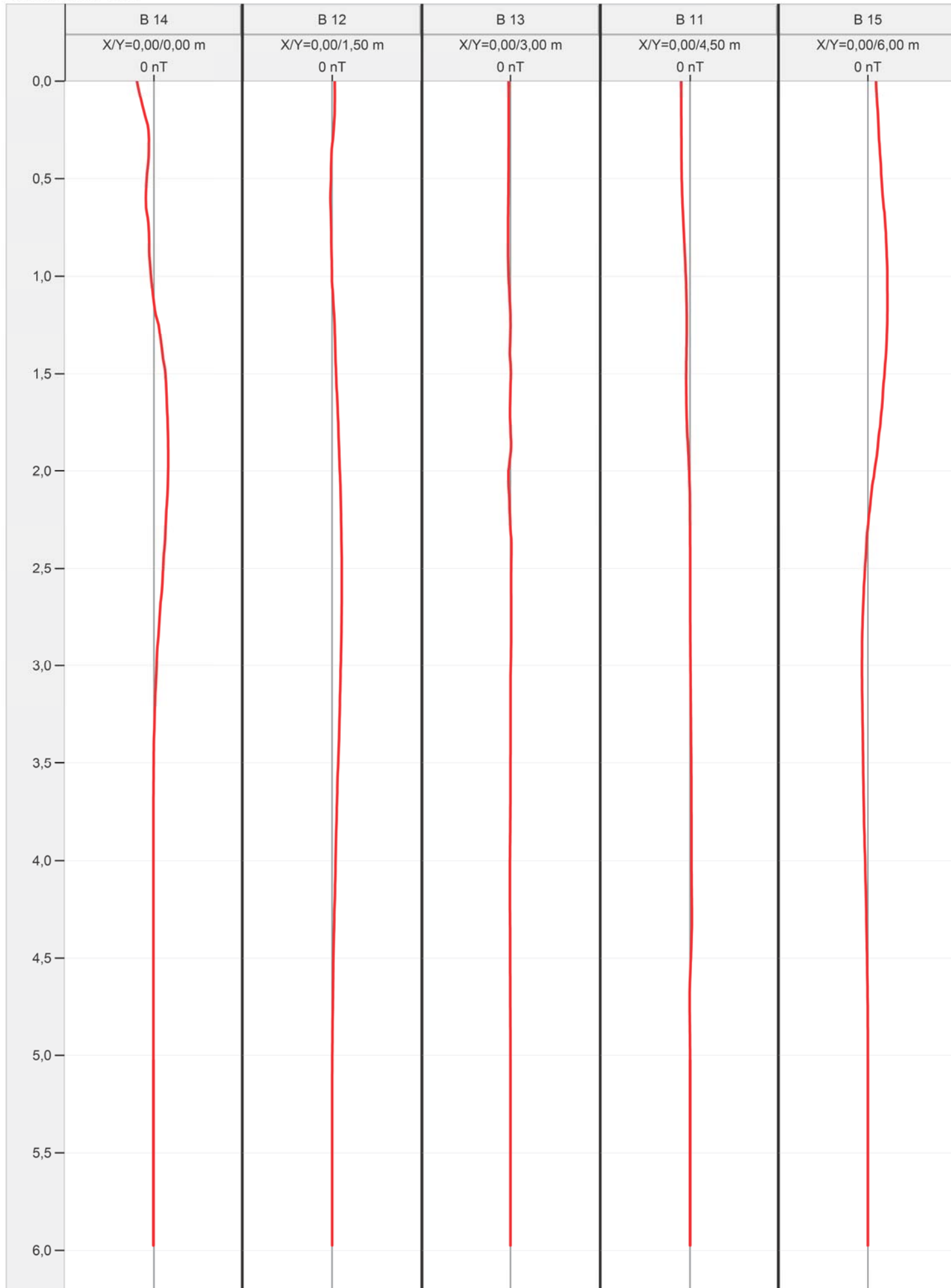
Heiko Moser

(Erlaubnis nach §7 SprengG und
Erlaubnisscheininhaber nach §20 SprengG)

Dienstleister: KMRS Heiko Moser

Bearbeiter: Heiko Moser

Datenschicht: VSM



Protokoll über durchgeführte Maßnahmen der Kampfmittelerkundung

1.	Ausführende Firma:	Hettmannsperger Spezialtiefbau GmbH
2.	Auftraggeber:	GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG
3.	unsere Auftragsnummer:	74801
4.	Aktenzeichen KMBD:	-
5.	Ausführungsort:	Heidelberg, Im Neuenheimer Feld, Hofmeisterstraße, Flurstücksnummer 5932
6.	Ausführungszeitraum:	17.07.2023
7.	Art der Kampfmittel- erkundung:	Tiefensondierung
8.	verwendete Sonde:	Sensys SBL-10
9.	Verwendete Auswertungs- software:	Magneto 3.00
10.	Ausführungsbereiche:	BS 1, BS 2, BS 4, BS 5
11.	Ergebnisse der Erkundungs- maßnahmen:	Es wurden keine kampfmittelrelevanten Anomalien ge- messen.
12.	Kampfmittelfunde:	keine
13.	Freigabe für die Flächen und Punkte:	BS 1, BS 2, BS 4, BS 5 sind freigegeben.
14.	Bemerkungen/Hinweise:	

Die Maßnahmen der Kampfmittelerkundung wurden nach derzeitigem Stand der Technik und den gesetzlichen Vorgaben durchgeführt. Trotzdem ist nicht vollständig auszuschließen, daß sich im untersuchten Bereich weiterhin Kampfmittel befinden. Die Freigabe gilt nicht für Kabel und Leitungen.

Feuerwerker auf der Räumstelle
Niels Kessler



Karlsruhe, den 17.07.2023

Messbereich der Anzeige max.: 10.000 nT



HETTMANNSPERGER
SPEZIALTIEFBAU GMBH

Brunnenbau - Wasserhaltung - Kampfmittelerkundung - Baugrunderkundung

Kampfmittelerkundung

AZ KMBD: -

**GHJ Ingenieurgesellschaft für
Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG**

**Heidelberg, Universitätsklinikum,
NB Herzzentrum**

**Sondentyp: Sensys SBL-10
Auswertung mit Sensys Magneto 3.00**

4 Bohrungen und Tiefensondierungen

Hettmannsperger Spezialtiefbau GmbH
Feuerwerker auf der Räumstelle: Kessler

HS-Nr. 74801
17.07.2023

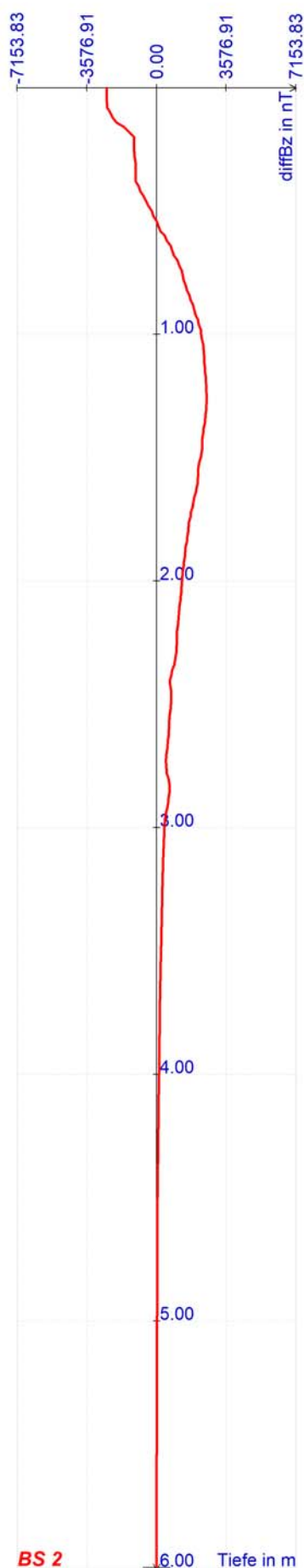
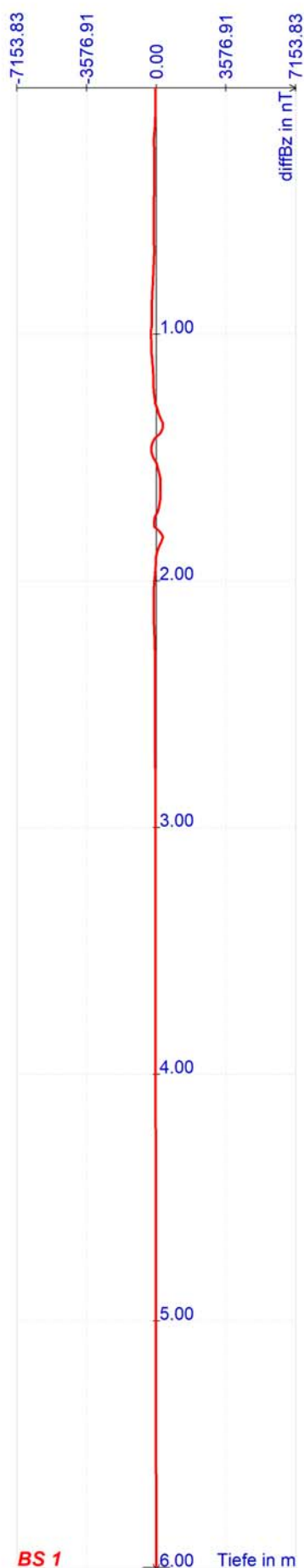
Messbereich der Anzeige max.: 10.000 nT



Hettmannsperger Spezialtiefbau GmbH
Feuerwerker auf der Räumstelle: Kessler

HS-Nr. 74801
17.07.2023

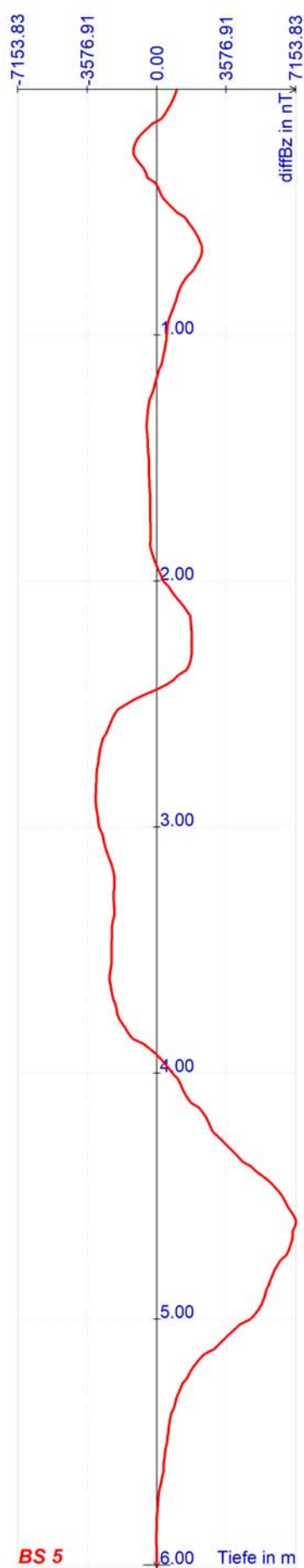
Messbereich der Anzeige max.: 10.000 nT



Hettmannsperger Spezialtiefbau GmbH
Feuerwerker auf der Räumstelle: Kessler

HS-Nr. 74801
17.07.2023

Messbereich der Anzeige max.: 10.000 nT



BS 5

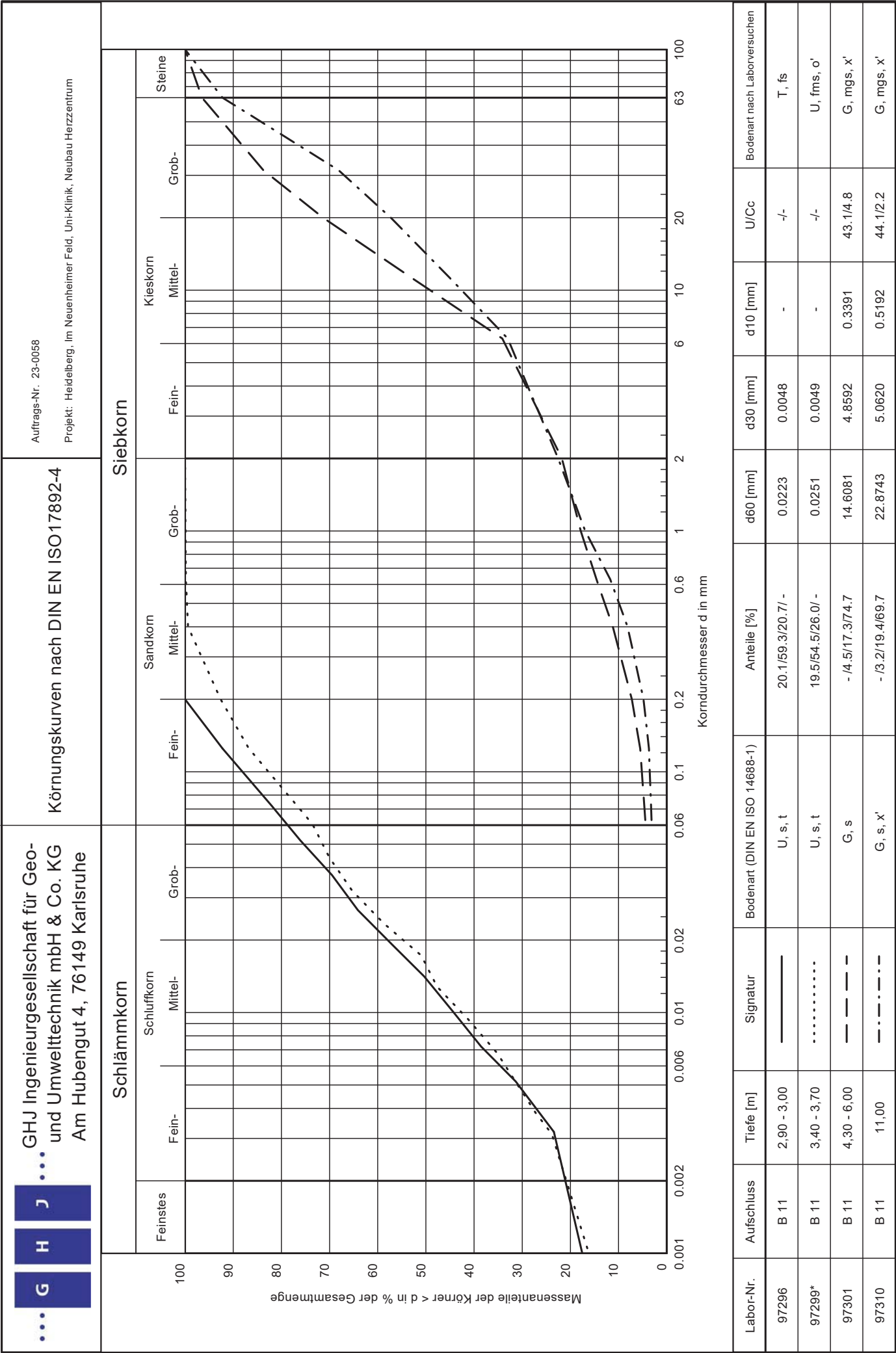
**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

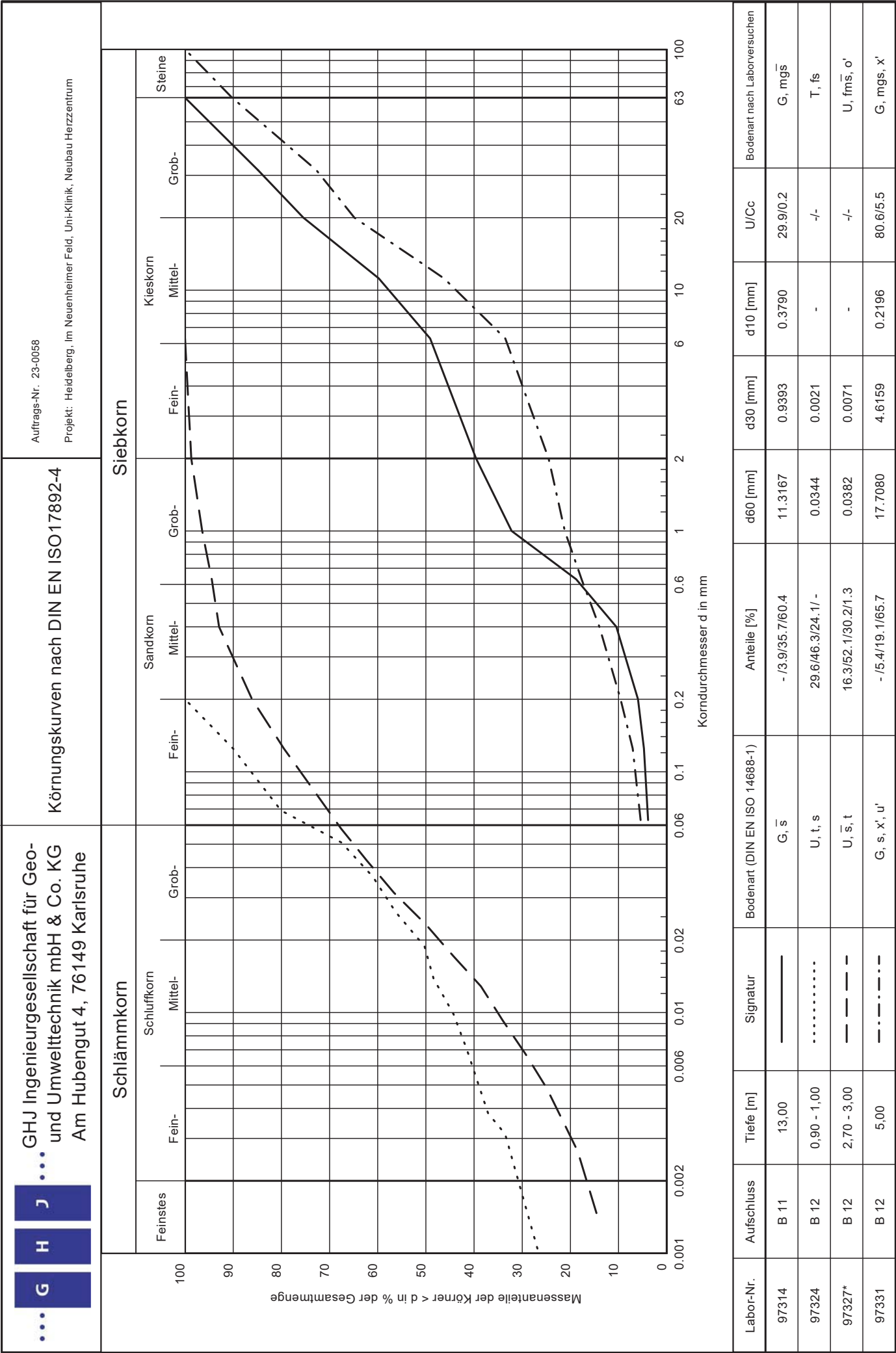
Anlage 4

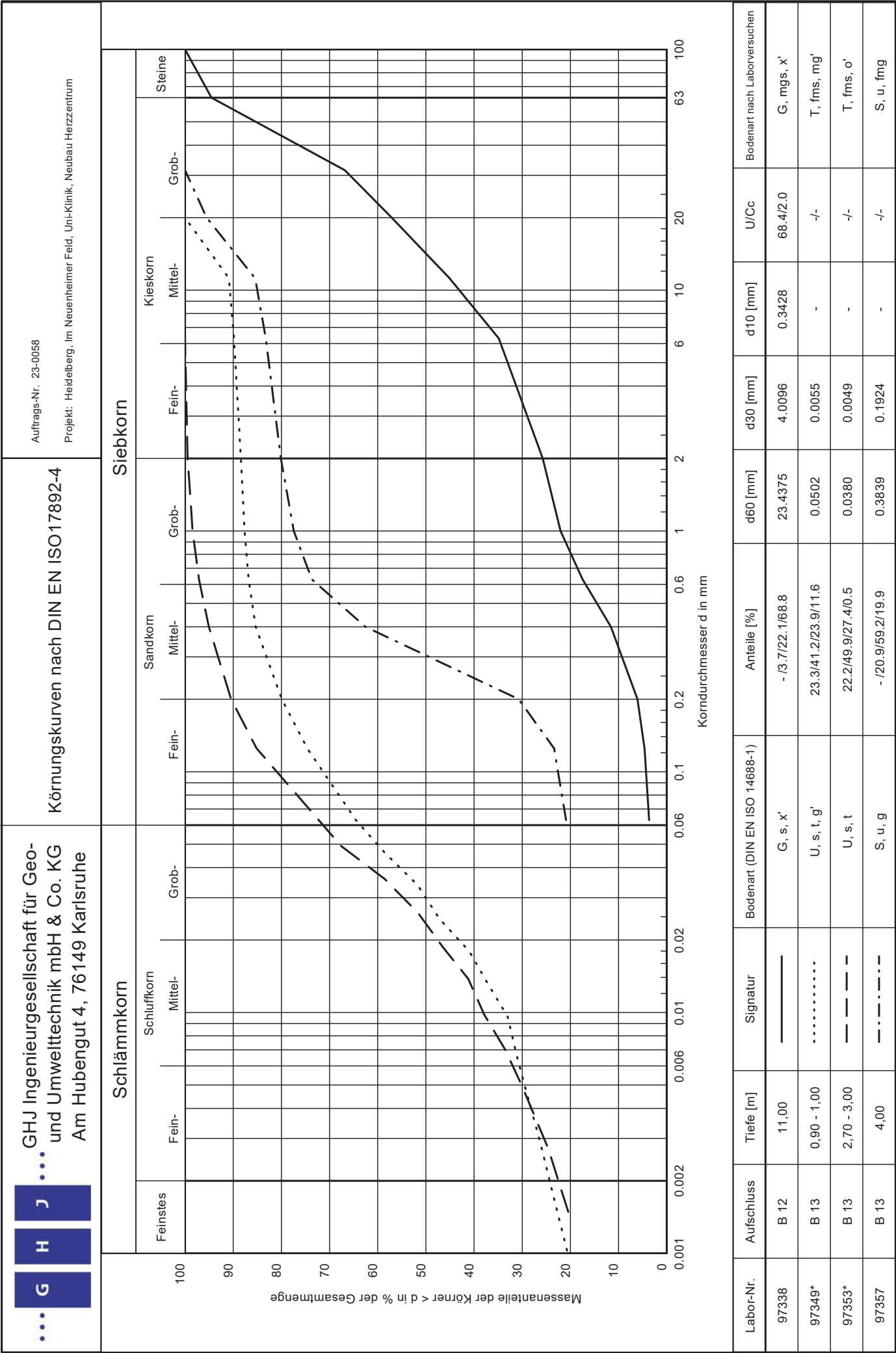
Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld in Heidelberg

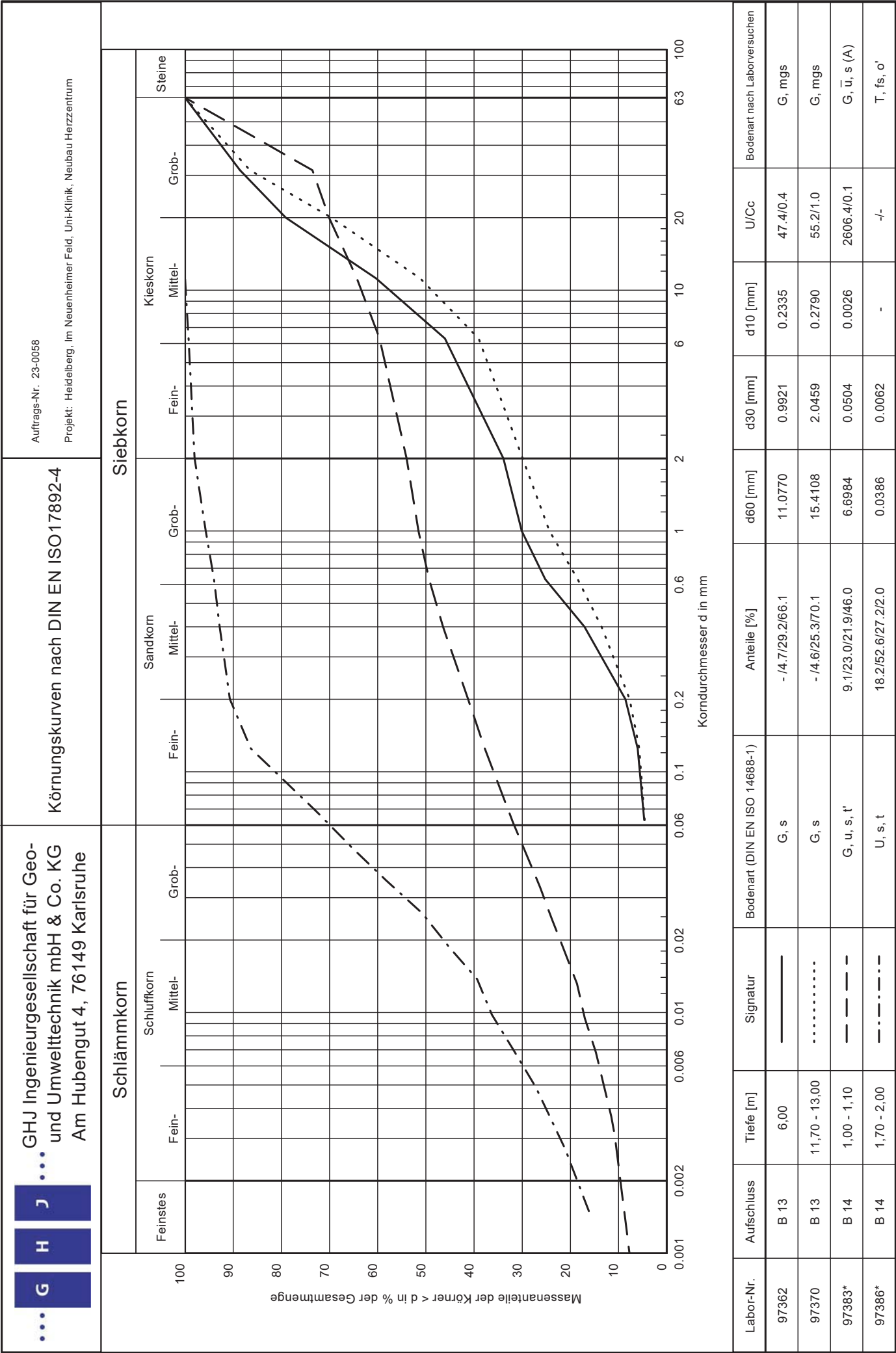
Chemische Grundwasseranalyse (Betonaggressivität)

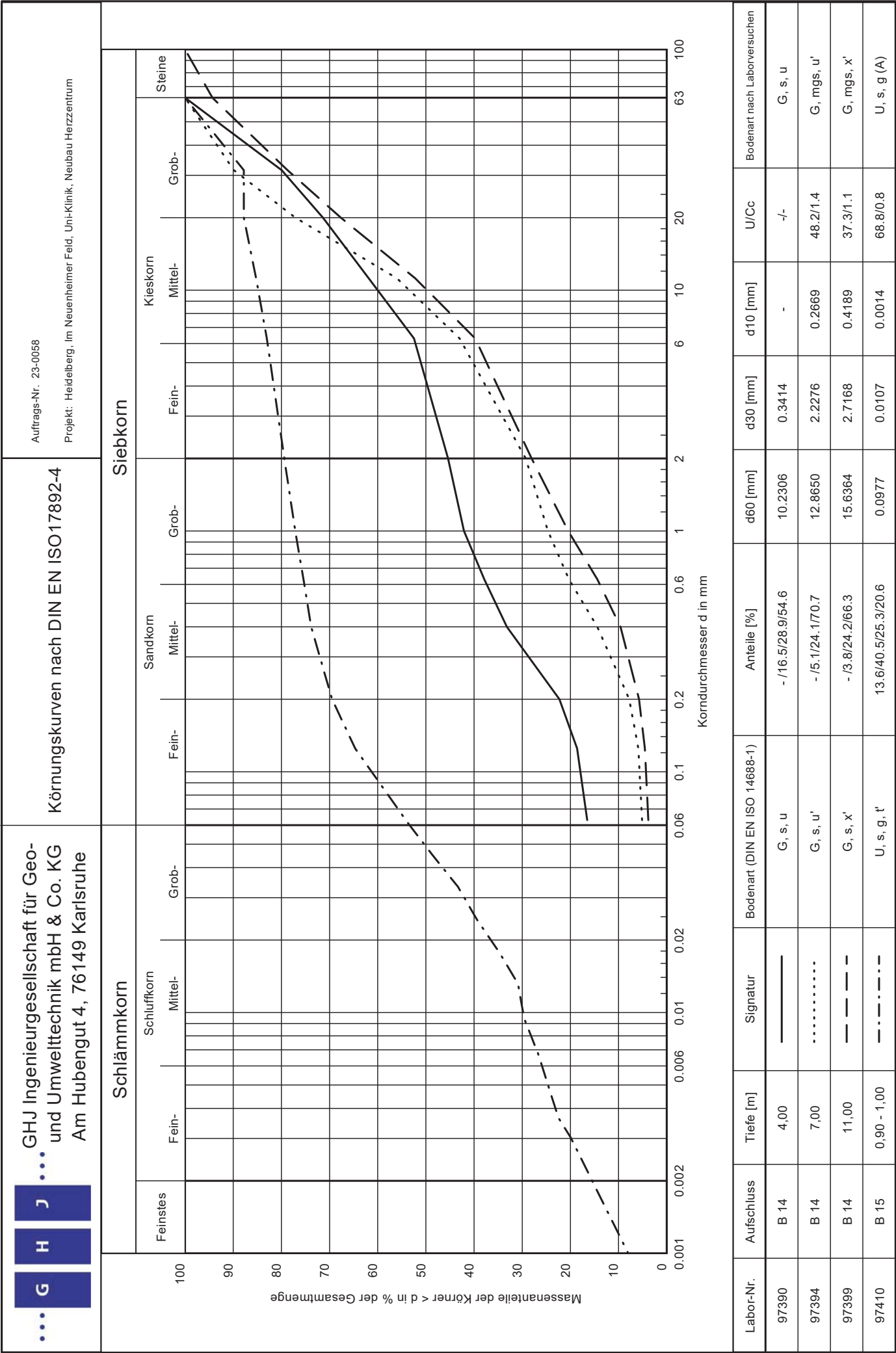
- Anlage 4.1 Körnungskurven
- Anlage 4.2 Plastizitätsdiagramme, Konsistenzgrenzen
- Anlage 4.3 Kompressionsversuche (Druck-Setzungs-Diagramme)
- Anlage 4.4 Rahmenscherversuche (Schergeraden, Scherspannungs-Weg-Diagramm)
- Anlage 4.5 Zusammenstellung der Laboruntersuchungen

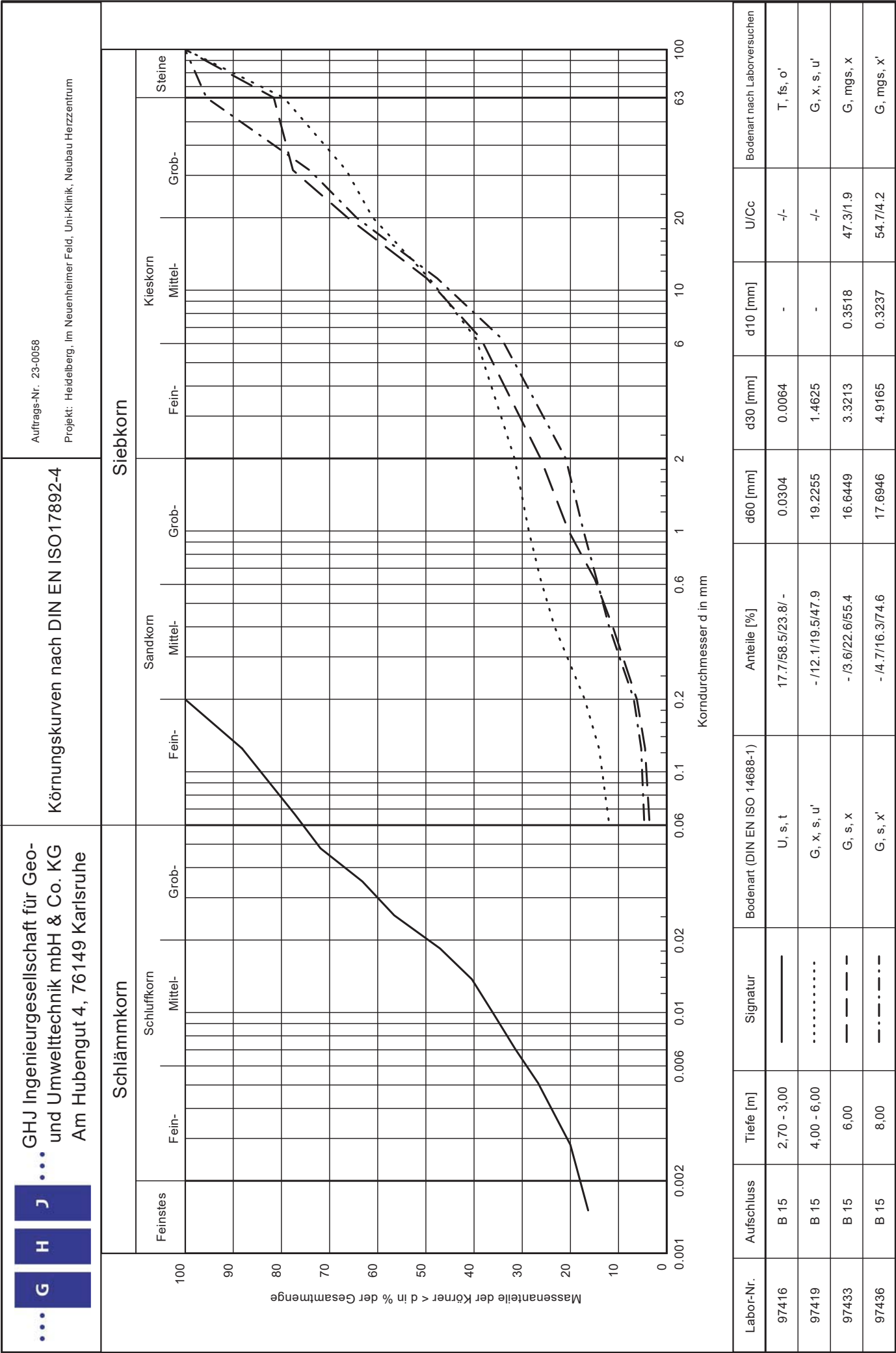


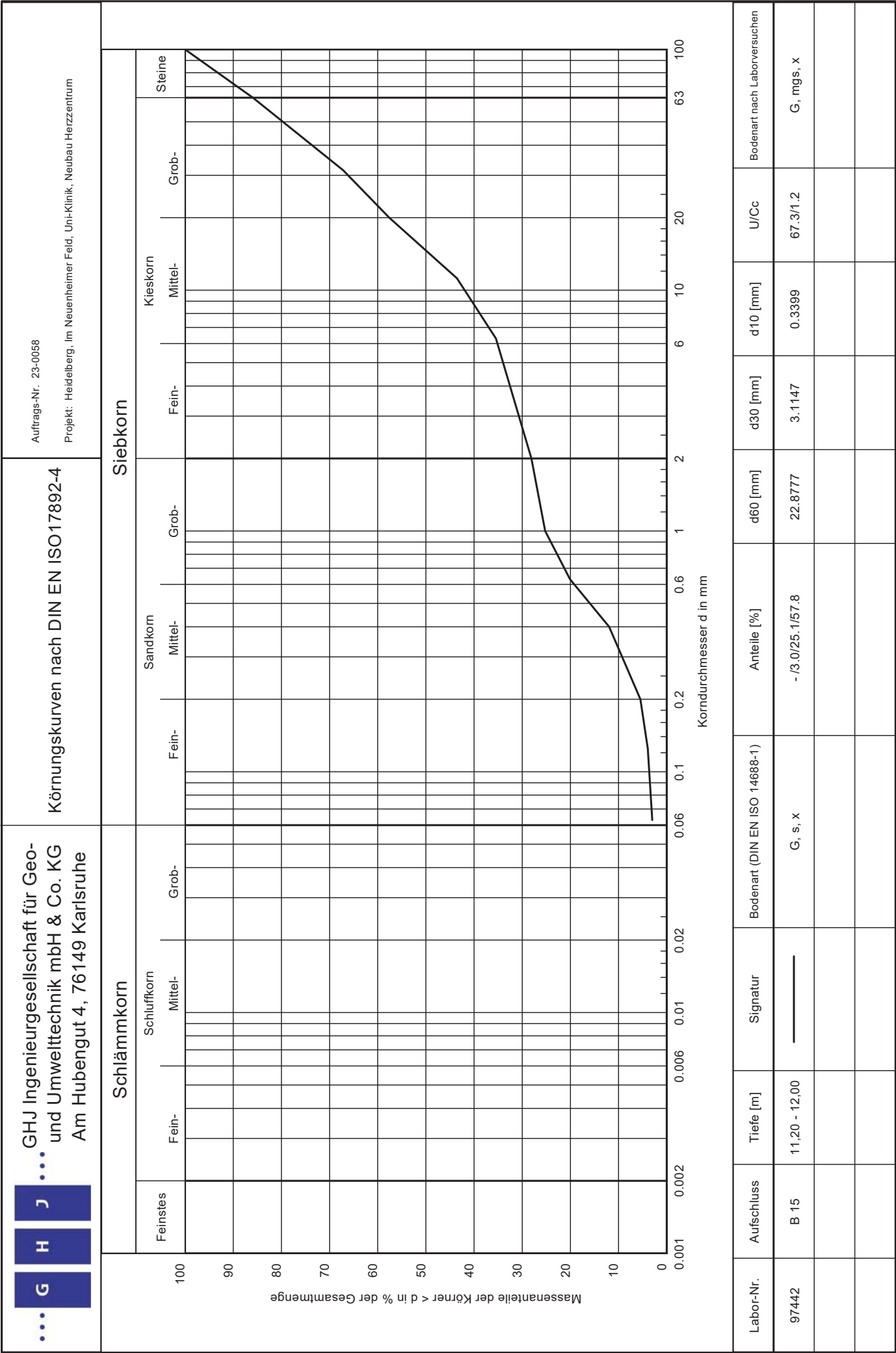


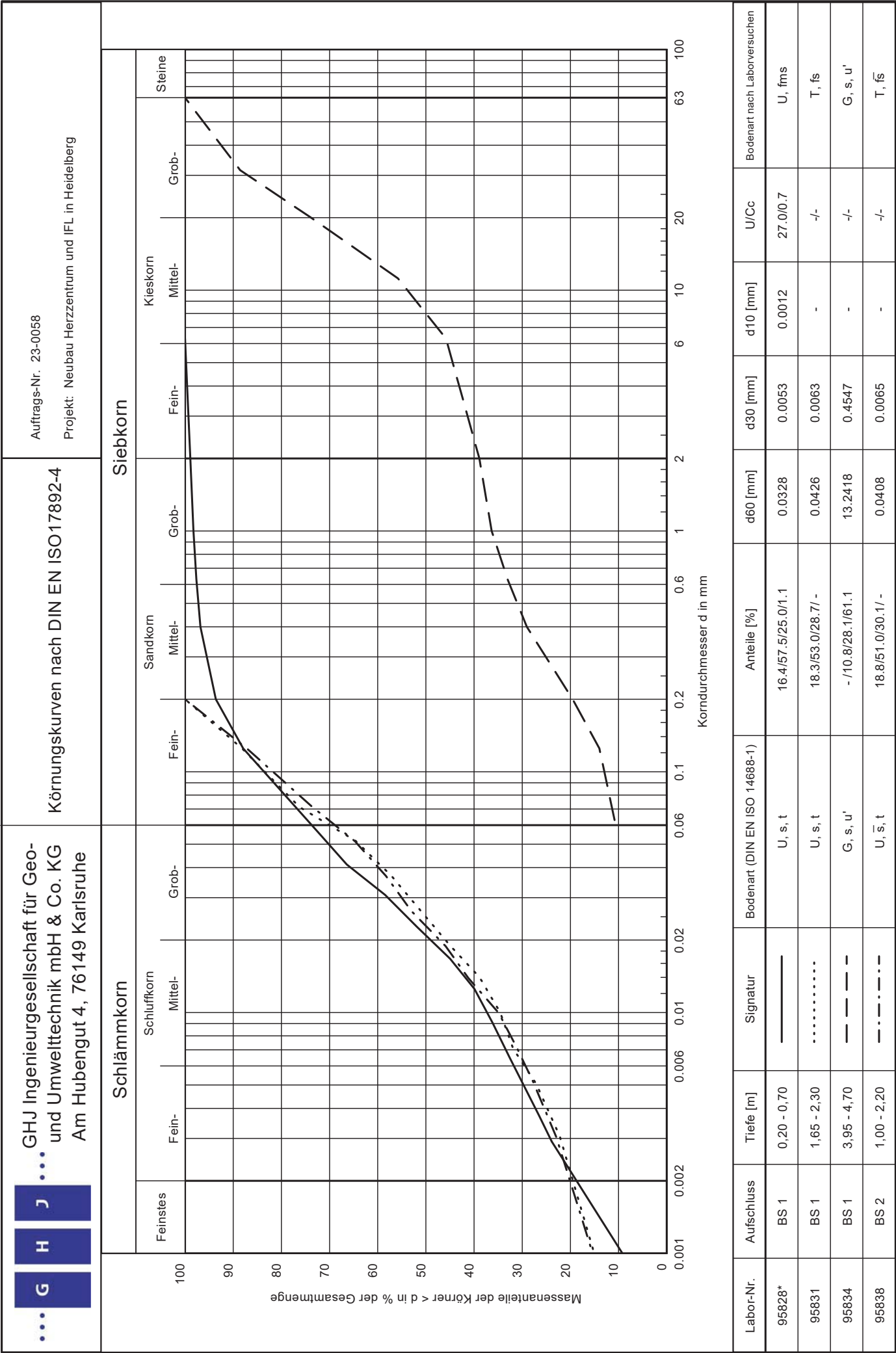


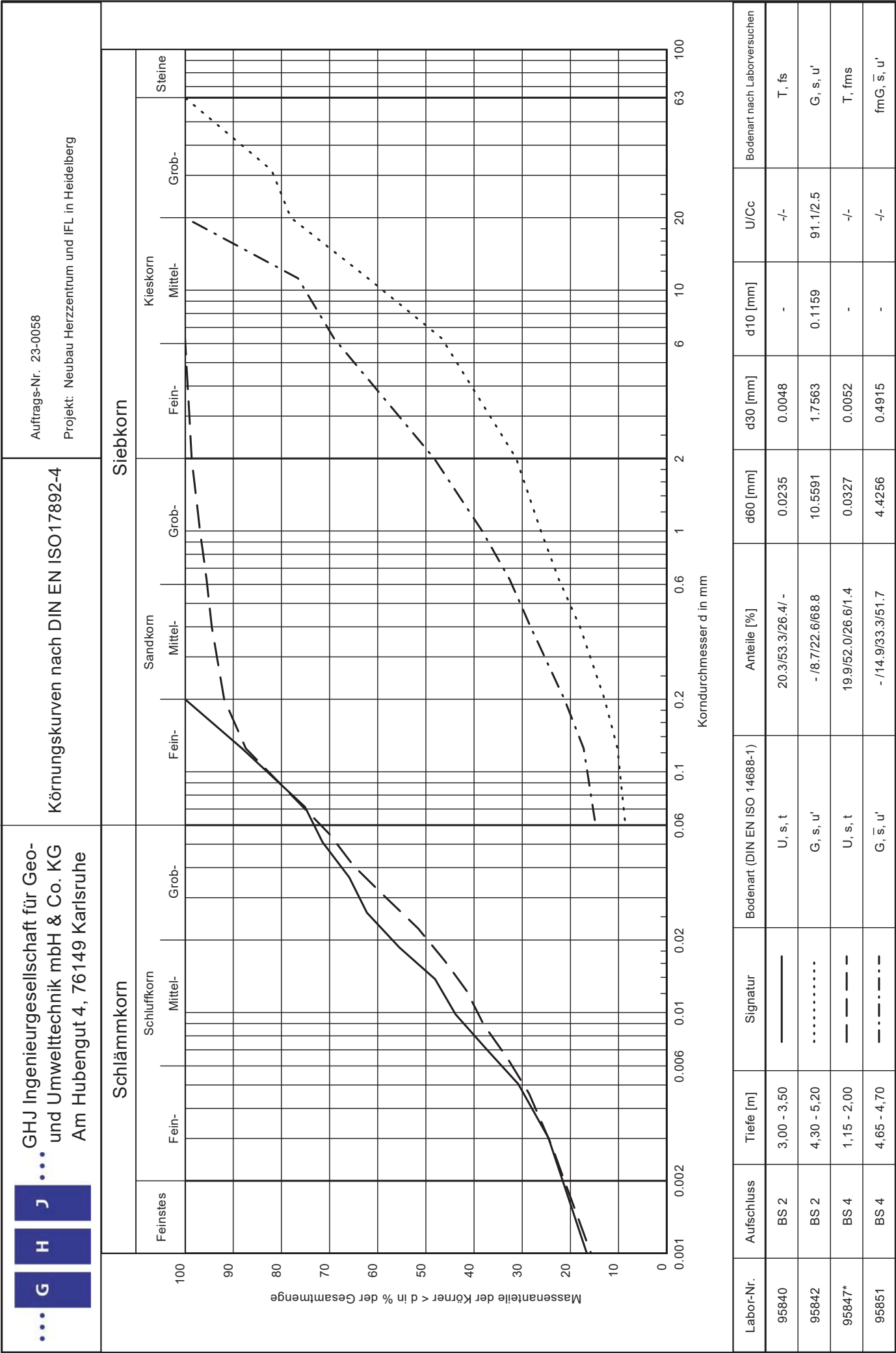


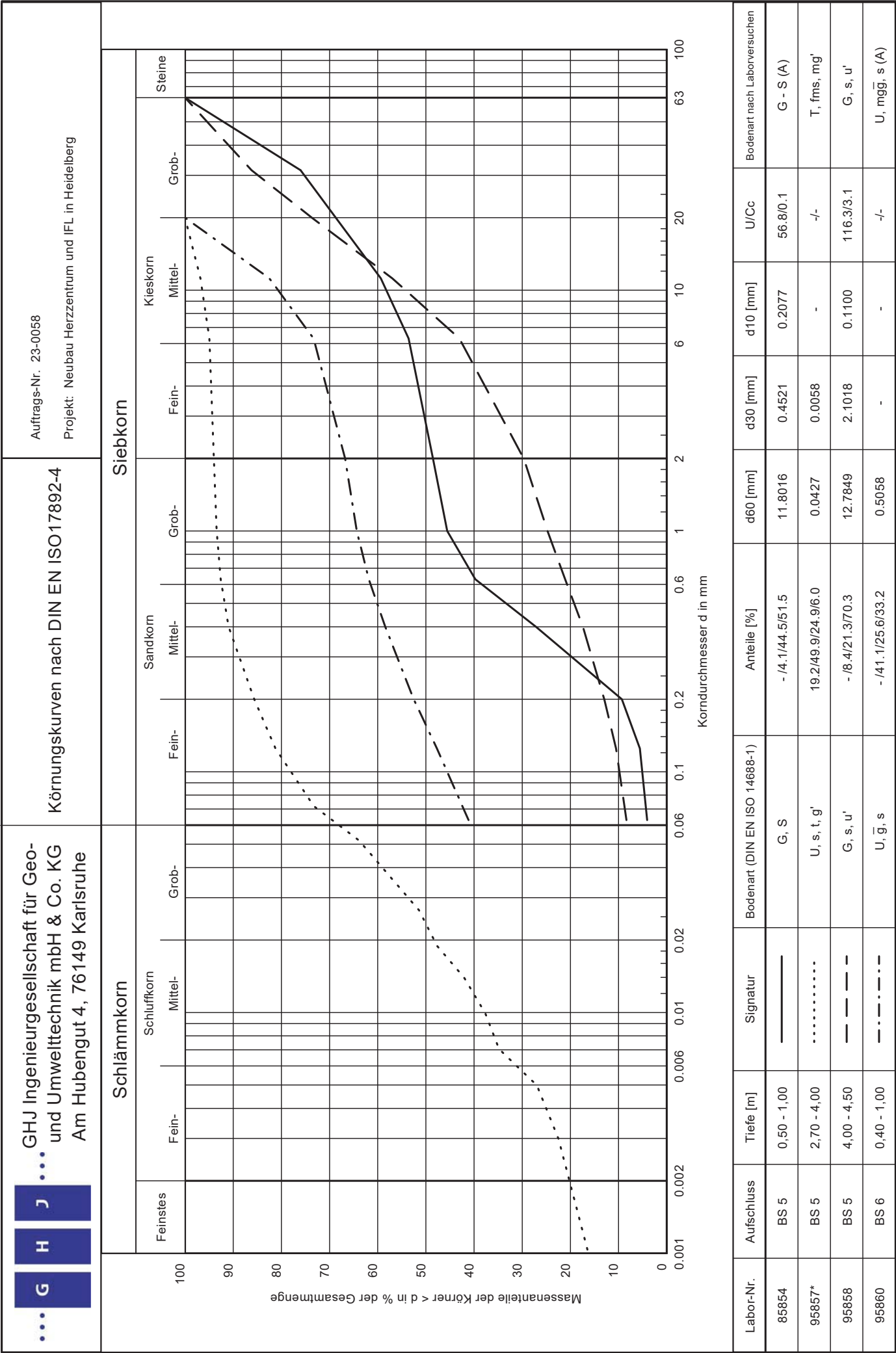


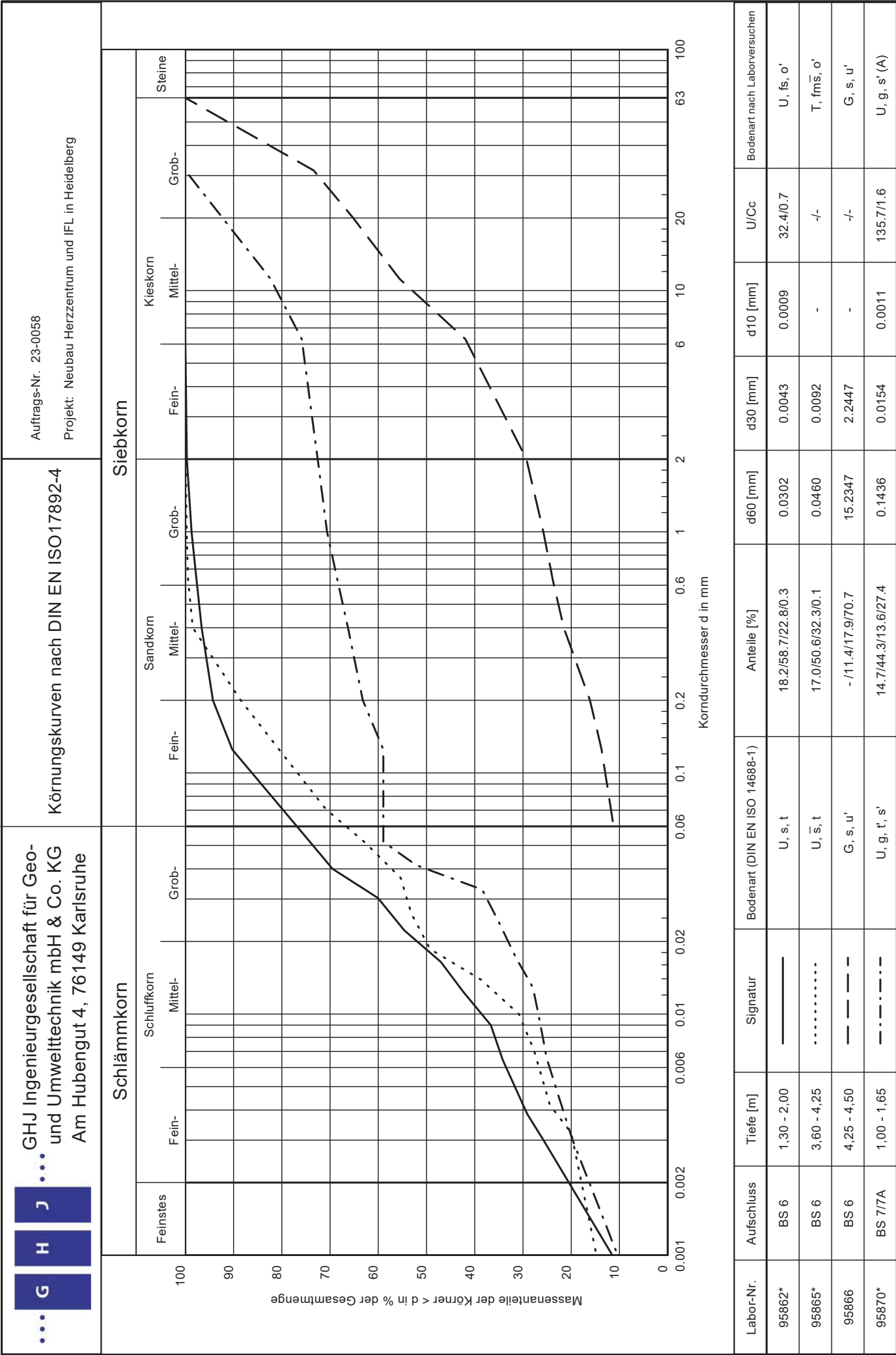


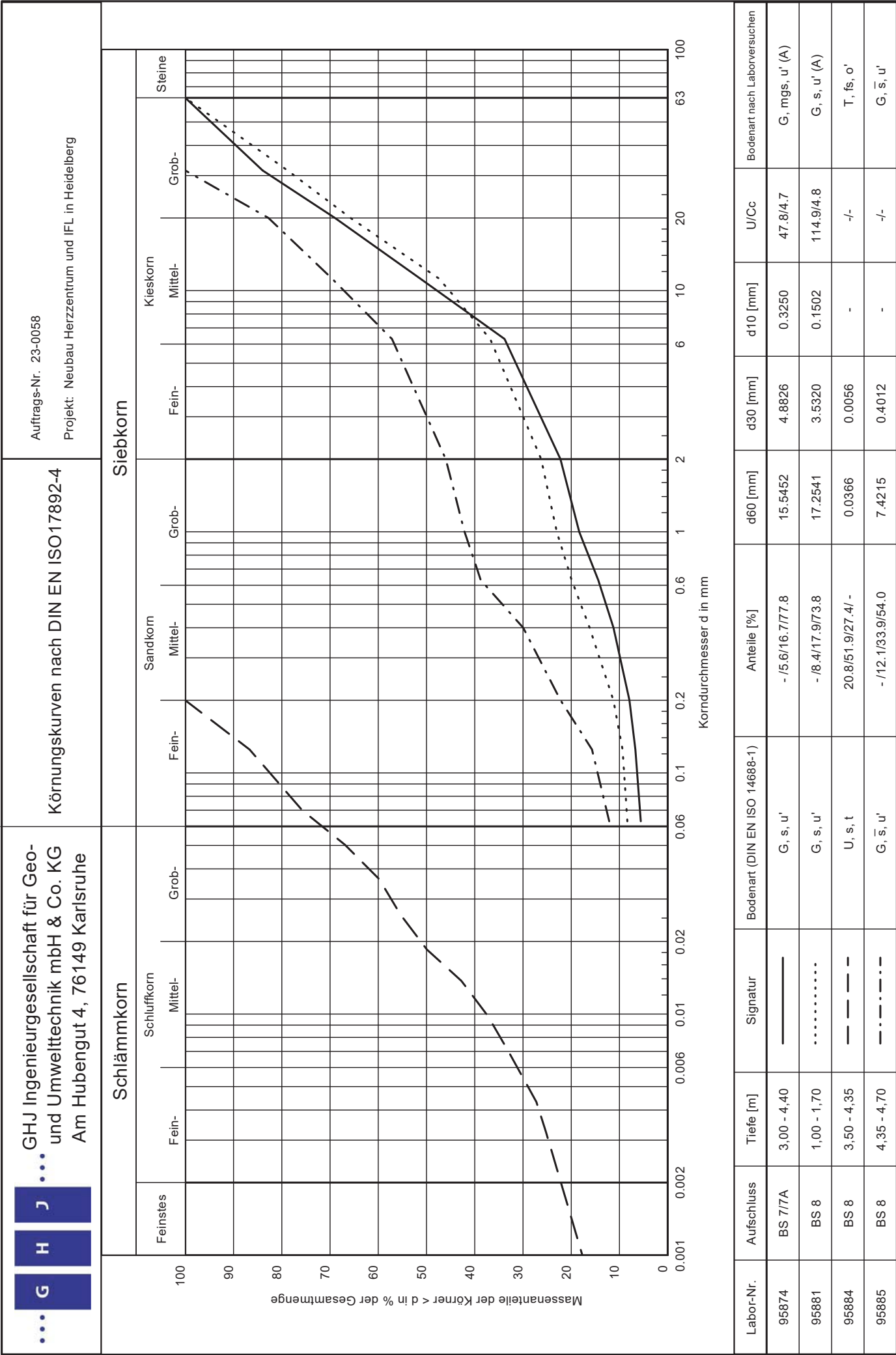


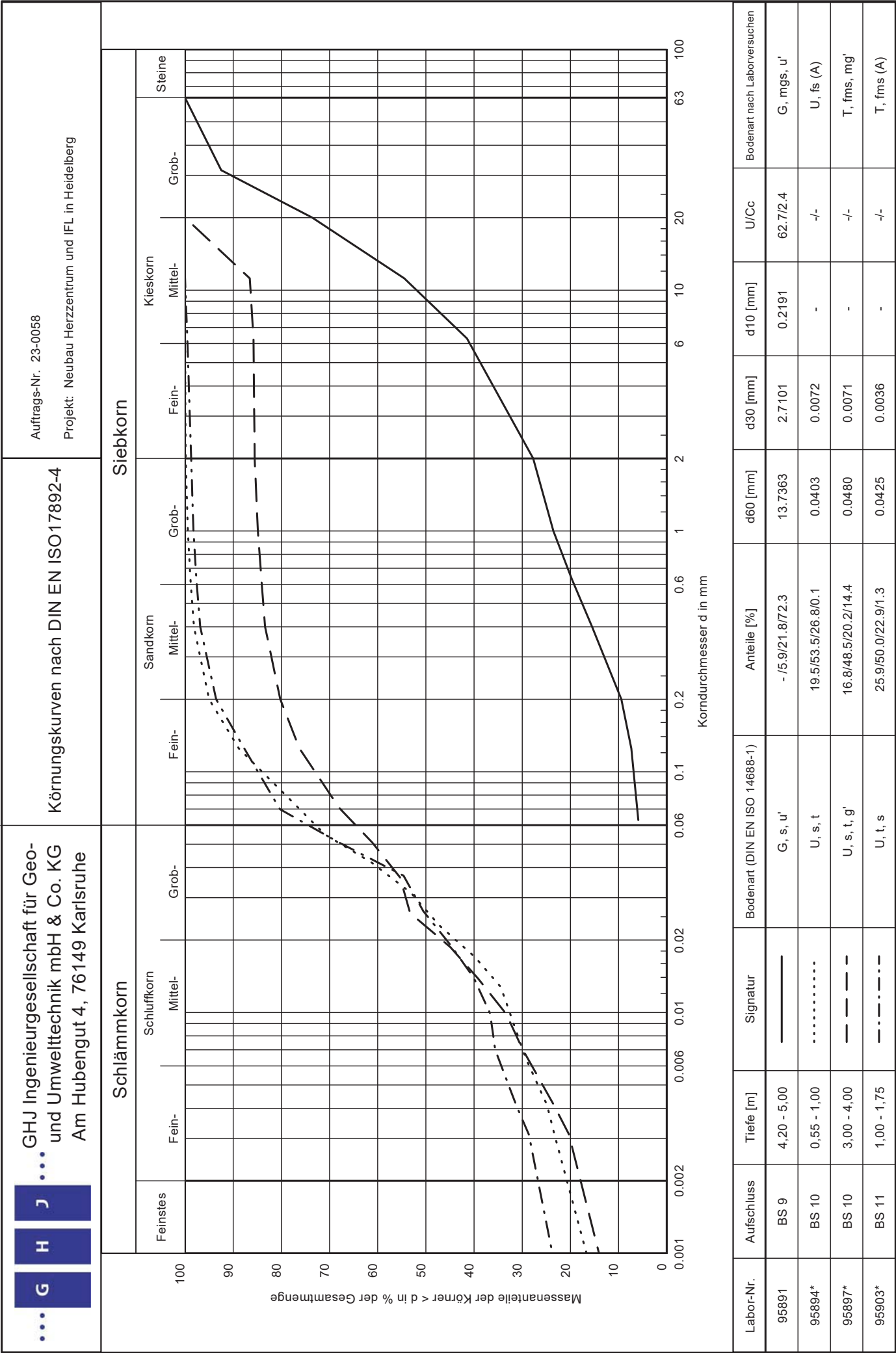


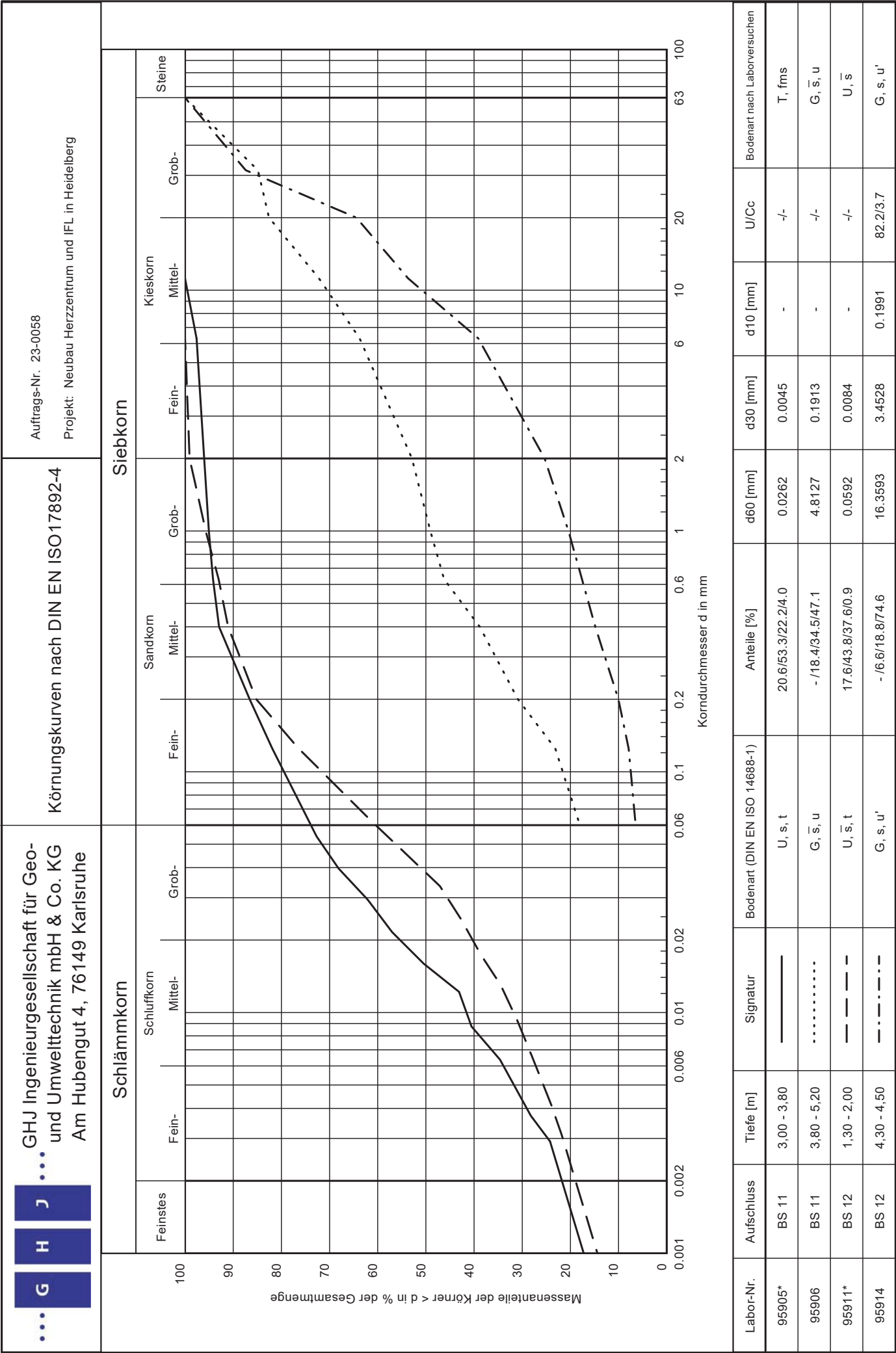


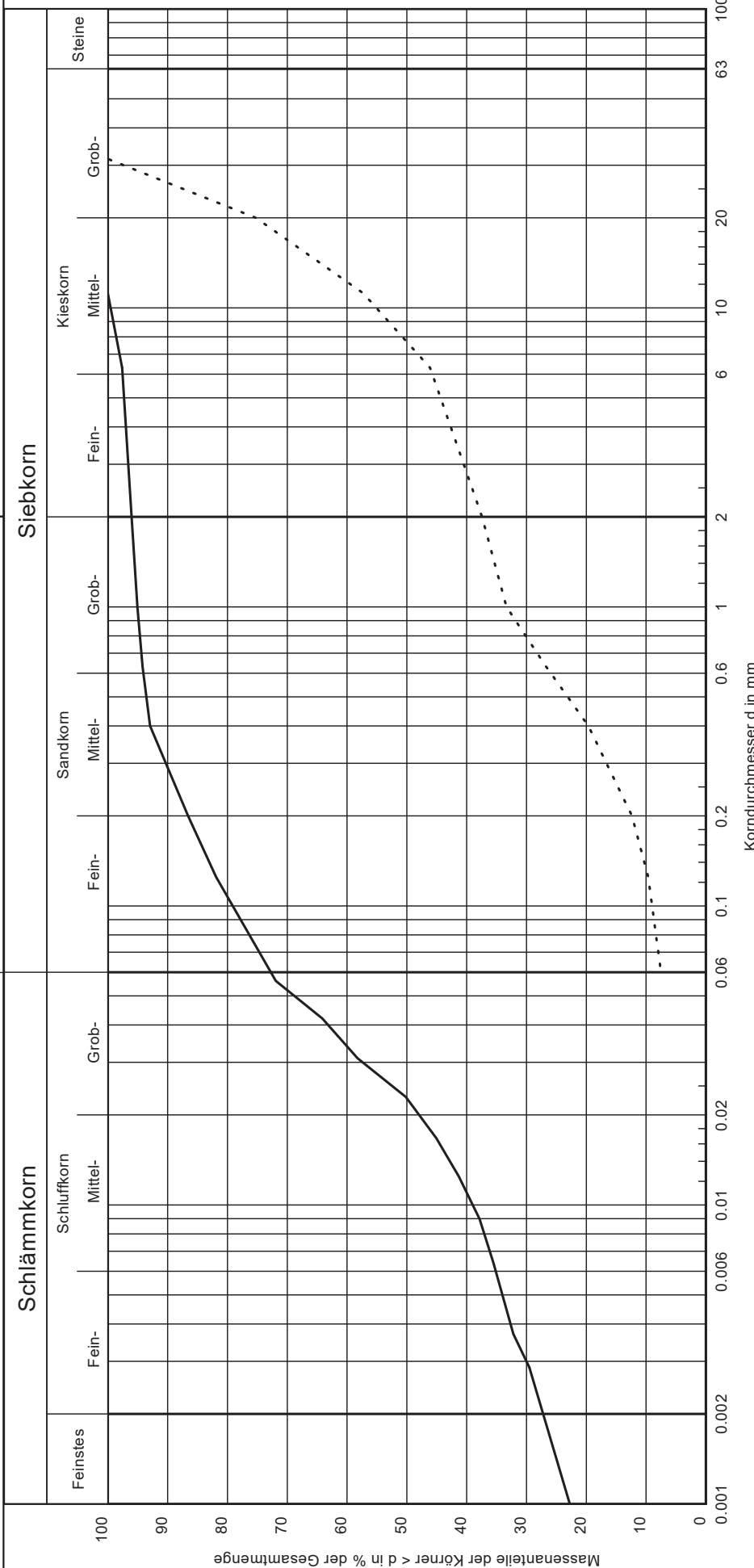
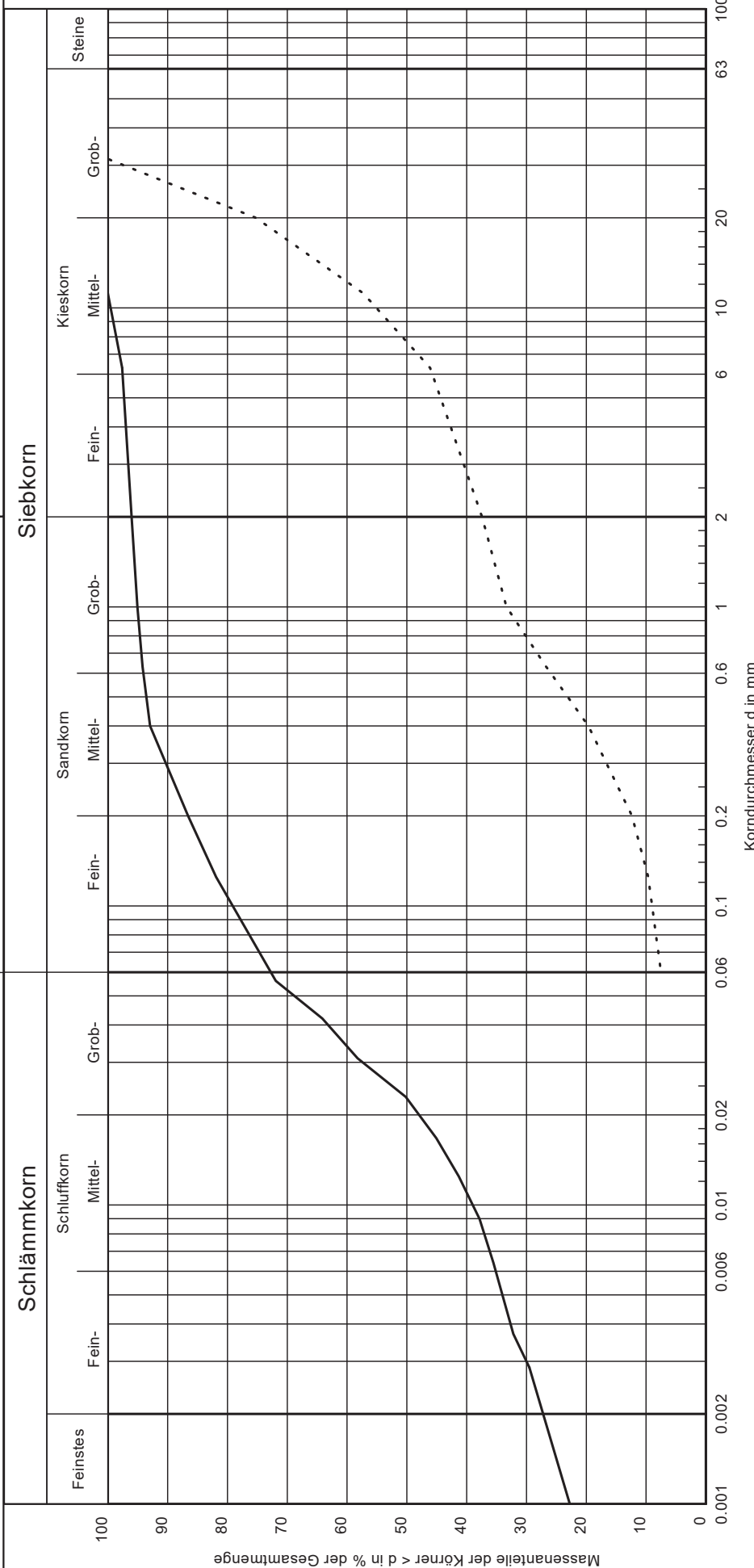










<div><div><div>...</div><div>G</div></div><div><div>H</div><div>J</div></div><div><div>...</div><div>...</div></div></div> <div>GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG Am Hubengut 4, 76149 Karlsruhe</div>			Körnungskurven nach DIN EN ISO17892-4			Auftrags-Nr. 23-0058 Projekt: Neubau Herzzentrum und IFL in Heidelberg					
<div>Schlammkorn</div> <div><div>Feinstes</div><div><div>Fein-</div><div>Mittel-</div><div>Grob-</div></div><div><div>Schluffkorn</div><div><div>Fein-</div><div>Mittel-</div><div>Grob-</div></div></div></div>						<div>Siebkorn</div> <div><div>Fein-</div><div>Mittel-</div><div>Grob-</div></div> <div><div>Kieskorn</div><div><div>Fein-</div><div>Mittel-</div><div>Grob-</div></div><div>Steine</div></div>					
											
Labor-Nr.	Aufschluss	Tiefe [m]	Signatur	Bodenart (DIN EN ISO 14688-1)	Anteile [%]	d60 [mm]	d30 [mm]	d10 [mm]	U/Cc	Bodenart nach Laborversuchen	
95917*	BS 13	1,50 - 2,10	—————	U, t, s	26.1/46.8/23.1/4.0	0.0342	0.0030	-	-/-	T, fms	
95920	BS 13	4,70 - 5,00	G, s, u'	- /7.6/29.8/62.6	12.5225	0.8137	0.1351	92.7/0.4	G, s, u'	

GHJ Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG
Am Hubengut 4
76149 Karlsruhe



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892 - 12

Auftragsnr.: 23-0058

Projekt: Heidelberg, Universitätsklinikum

Prüfungsnummer: 97299A

Entnahmestelle: B 11

Tiefe: 3,4 - 3,7 m

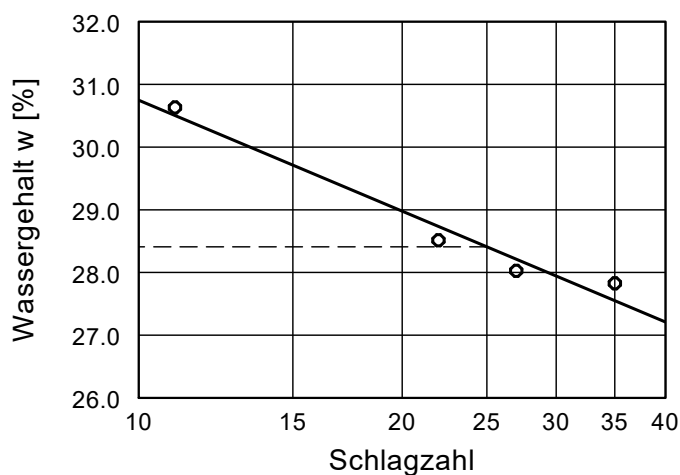
Art der Entnahme: GP

Bodenart: leicht plast. Schluff (UL)

Probe entnommen am: 08.09.2023

Bearbeiter: AP

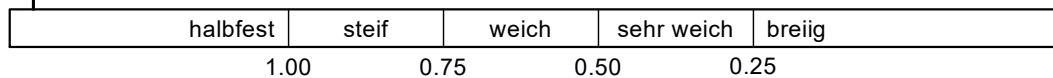
Datum: 13.10.2023



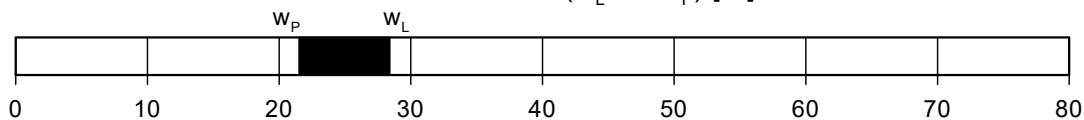
Wassergehalt $w = 18.6 \%$
 Fließgrenze $w_L = 28.4 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 21.5 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 6.9 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.41$
 Ungetrocknete Probe = 360.00 g
 Entfernte Partikel = 1.08 g
 Korr. Wassergehalt = 18.7 %

$I_C = 1.41$

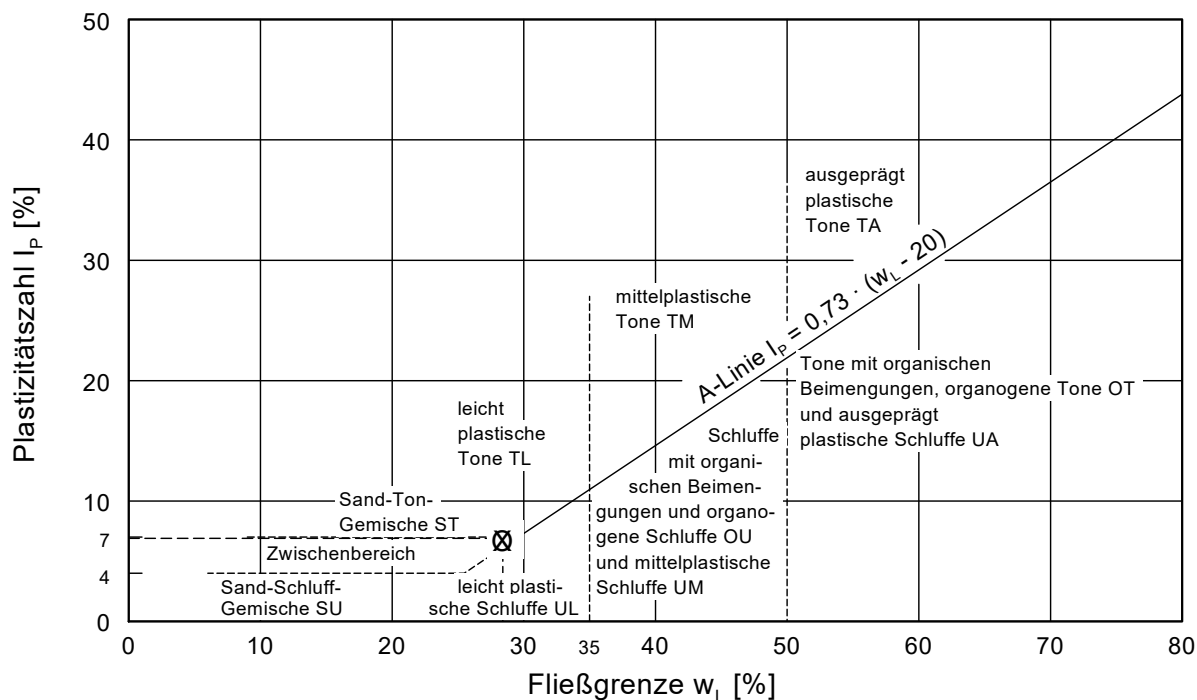
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



GHJ Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG
Am Hubengut 4
76149 Karlsruhe



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892 - 12

Auftragsnr.: 23-0058

Projekt: Heidelberg, Universitätsklinikum

Prüfungsnummer: 97327A

Entnahmestelle: B 12

Tiefe: 2,7 - 3,0 m

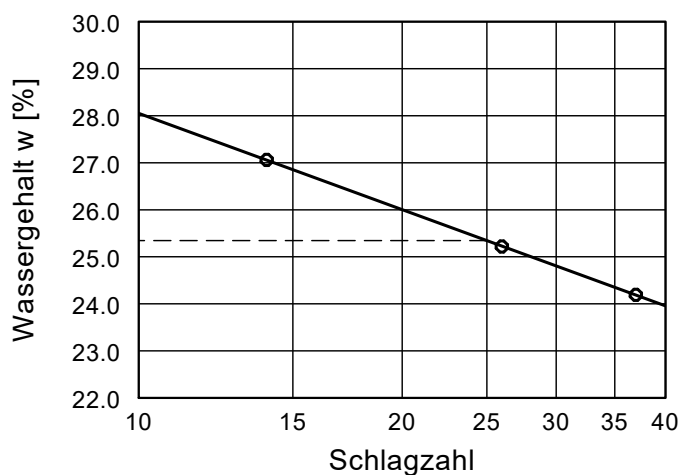
Art der Entnahme: GP

Bodenart: leicht plast. Schluff (UL)

Probe entnommen am: 08.09.2023

Bearbeiter: lap

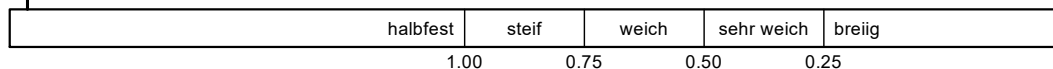
Datum: 20.10.2023



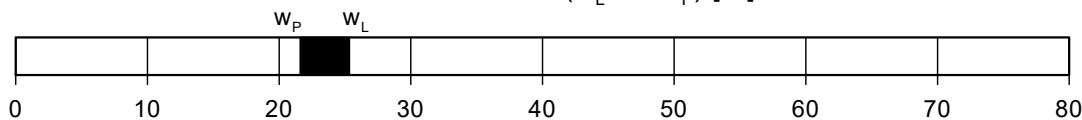
Wassergehalt $w = 17.7 \%$
 Fließgrenze $w_L = 25.3 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 21.6 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 3.7 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.91$
 Ungetrocknete Probe = 360.00 g
 Entfernte Partikel = 8.15 g
 Korr. Wassergehalt = 18.2 %

$I_C = 1.91$

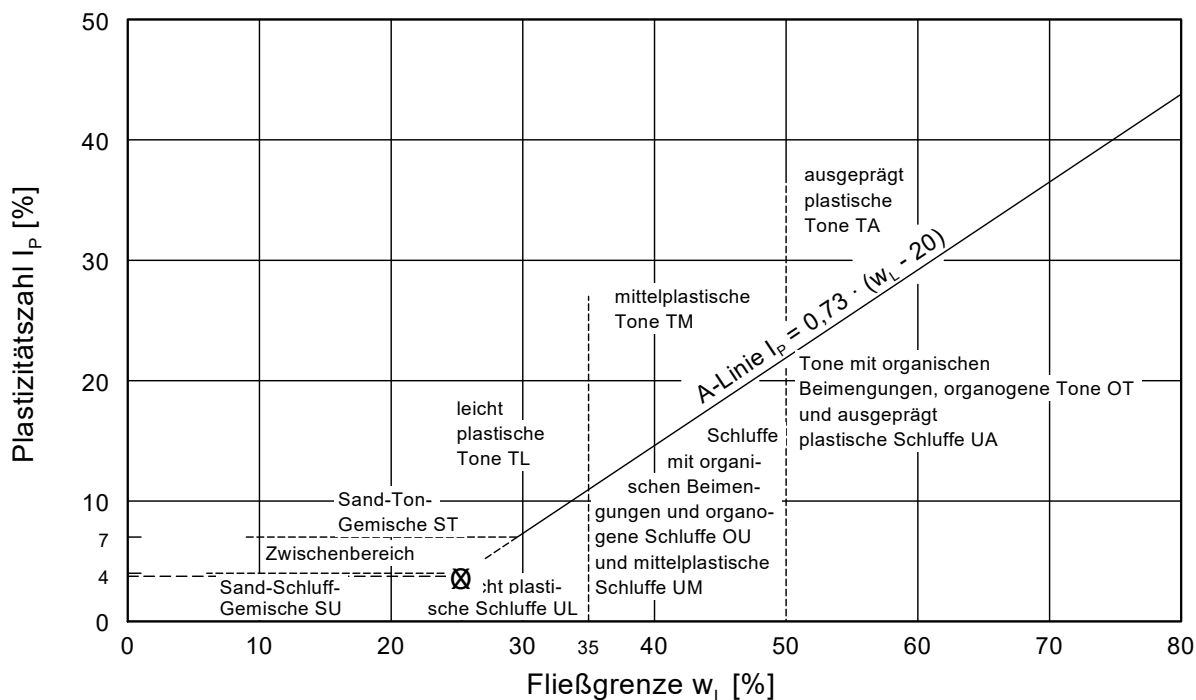
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



GHJ Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG
Am Hubengut 4
76149 Karlsruhe



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892 - 12

Auftragsnr.: 23-0058

Projekt: Heidelberg, Universitätsklinikum

Prüfungsnummer: 97353A

Entnahmestelle: B 13

Tiefe: 2,7 - 3,0 m

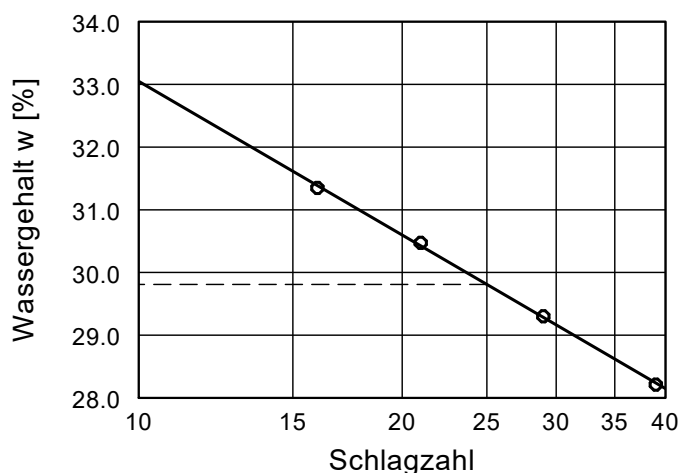
Art der Entnahme: UP

Bodenart: Sand-Ton-Gemisch (ST)

Probe entnommen am: 08.09.2023

Bearbeiter: La

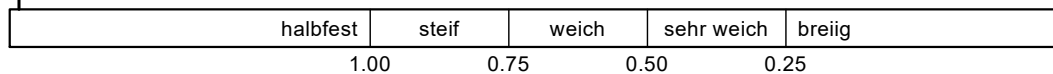
Datum: 23.10.2023



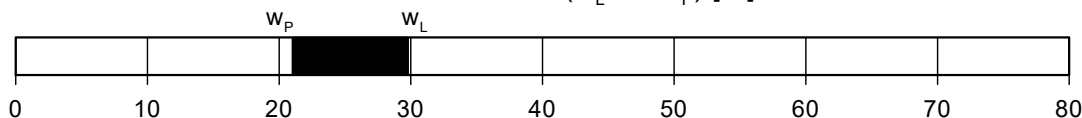
Wassergehalt $w = 14.4 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 21.0 \%$
 Plastizitätszahl $I_P = 8.8 \%$
 Konsistenzzahl $I_C = 1.63$
 Ungetrocknete Probe = 360.00 g
 Entfernte Partikel = 21.13 g
 Korr. Wassergehalt = 15.4 %

$I_C = 1.63$

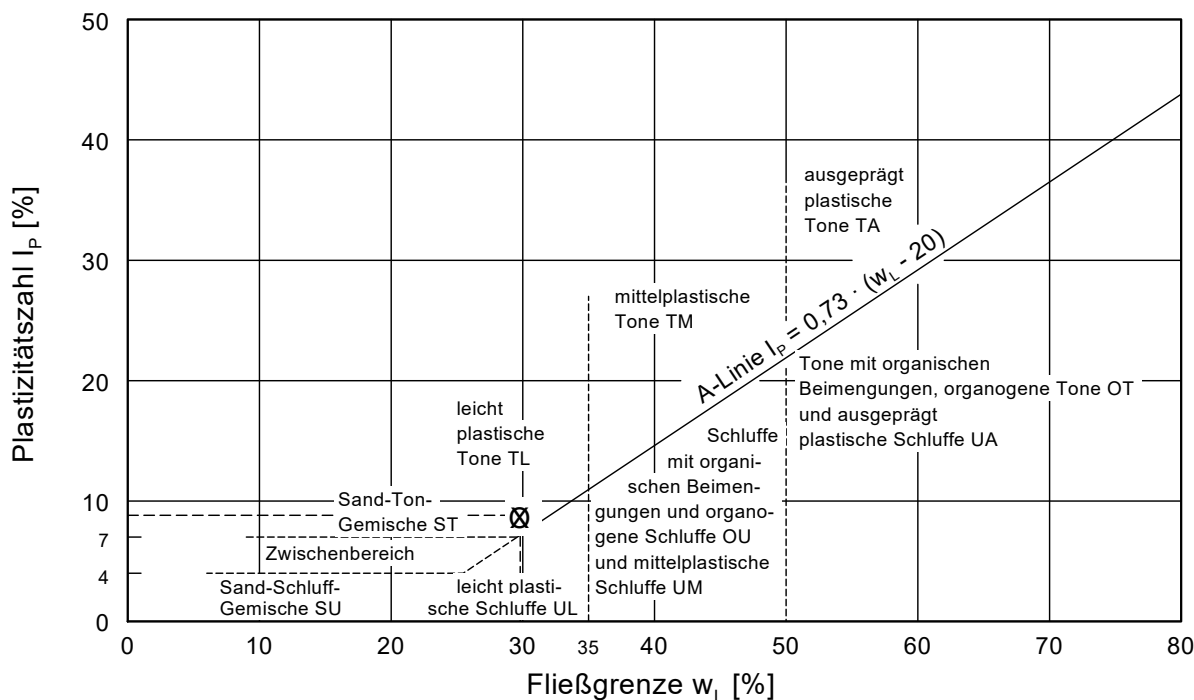
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_P) [%]



Plastizitätsdiagramm



GHJ Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG
Am Hubengut 4
76149 Karlsruhe



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892 - 12

Auftragsnr.: 23-0058

Projekt: Heidelberg, Universitätsklinikum

Prüfungsnummer: 97386A

Entnahmestelle: B 14

Tiefe: 1,7 - 2,0 m

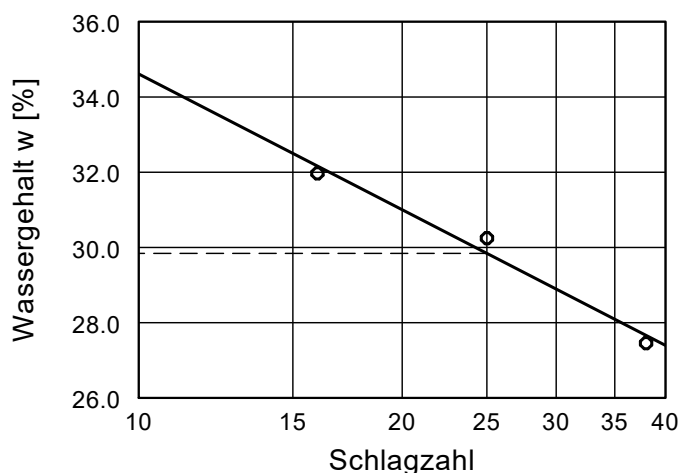
Art der Entnahme: UP

Bodenart: Sand-Ton-Gemisch (ST)

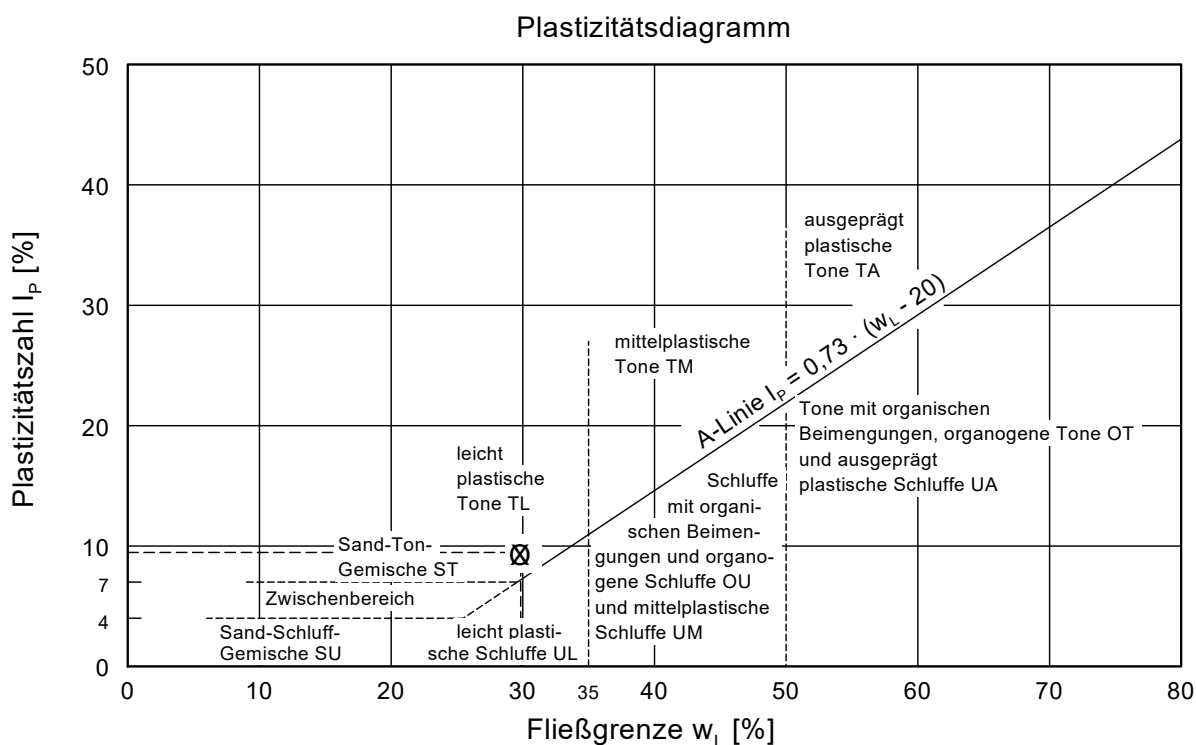
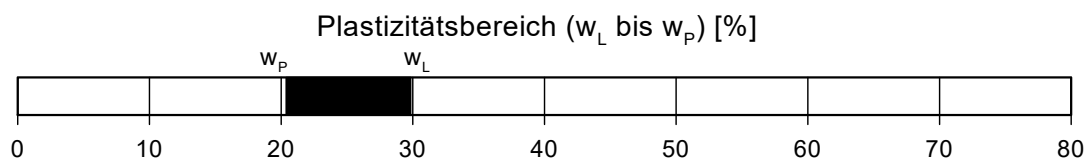
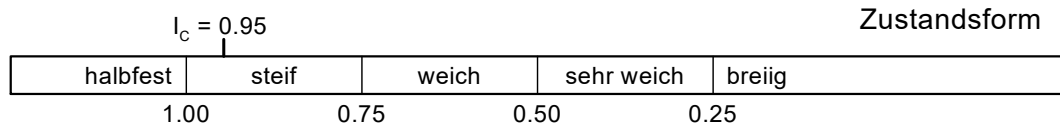
Probe entnommen am: 08.09.2023

Bearbeiter: AM

Datum: 12.10.2023



Wassergehalt $w = 20.1 \%$
 Fließgrenze $w_L = 29.8 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 20.4 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 9.4 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 0.95$
 Ungetrocknete Probe = 360.00 g
 Entfernte Partikel = 10.56 g
 Korr. Wassergehalt = 20.9 %



GHJ Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG
Am Hubengut 4
76149 Karlsruhe



Zustandsgrenzen nach DIN EN ISO 17892 - 12

Auftragsnr.: 23-0058

Projekt: Heidelberg, Universitätsklinikum

Prüfungsnummer: 97416A

Entnahmestelle: B 15

Tiefe: 2,7 - 3,0

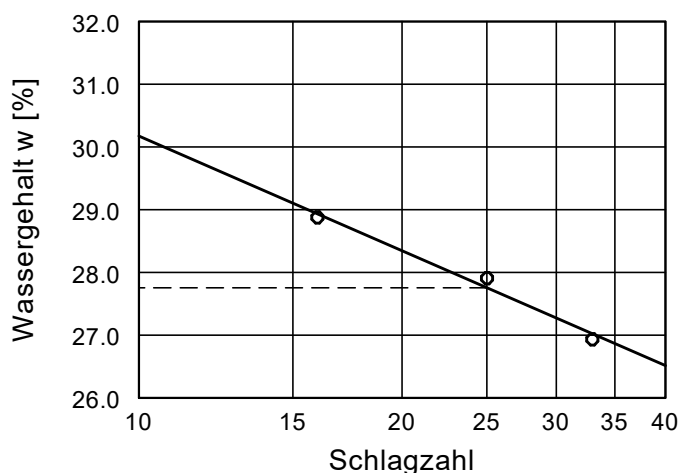
Art der Entnahme: UP

Bodenart: Sand-Ton- Gemisch

Probe entnommen am: 08.09.2023

Bearbeiter: lap

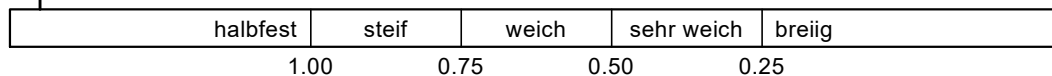
Datum: 24.10.2023



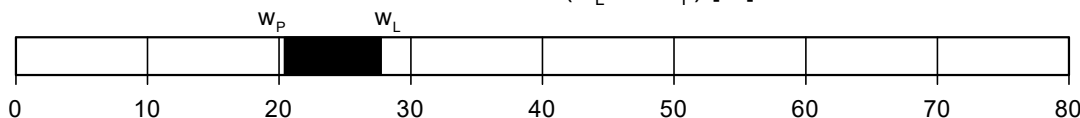
Wassergehalt $w = 16.6 \%$
Fließgrenze $w_L = 27.8 \%$
Ausrollgrenze $w_p = 20.4 \%$
Plastizitätszahl $I_p = 7.4 \%$
Konsistenzzahl $I_c = 1.45$
Ungetrocknete Probe = 360.00 g
Entfernte Partikel = 8.62 g
Korr. Wassergehalt = 17.1 %

$I_c = 1.45$

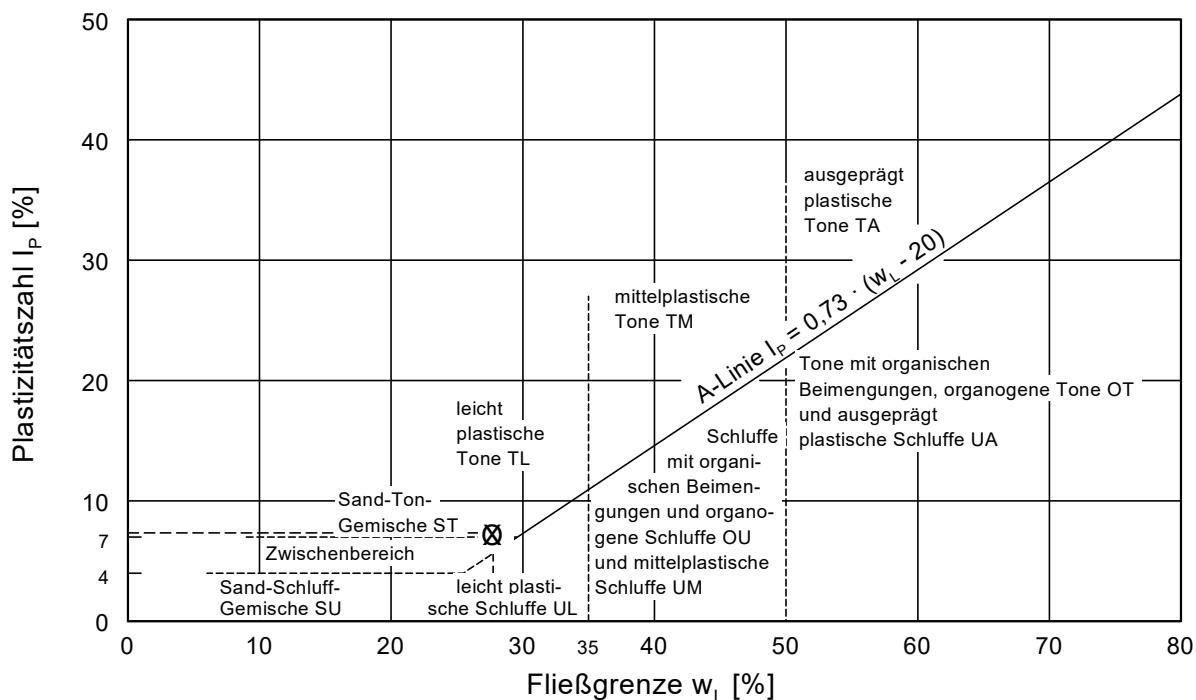
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



Projekt: Heidelberg, Herzzentrum

Auftrag-Nr.: 23-0058

Labornummer: 95865 A

ausgeführt durch: lap

Datum: 02.08.2023

Entnahmestelle: BS 6

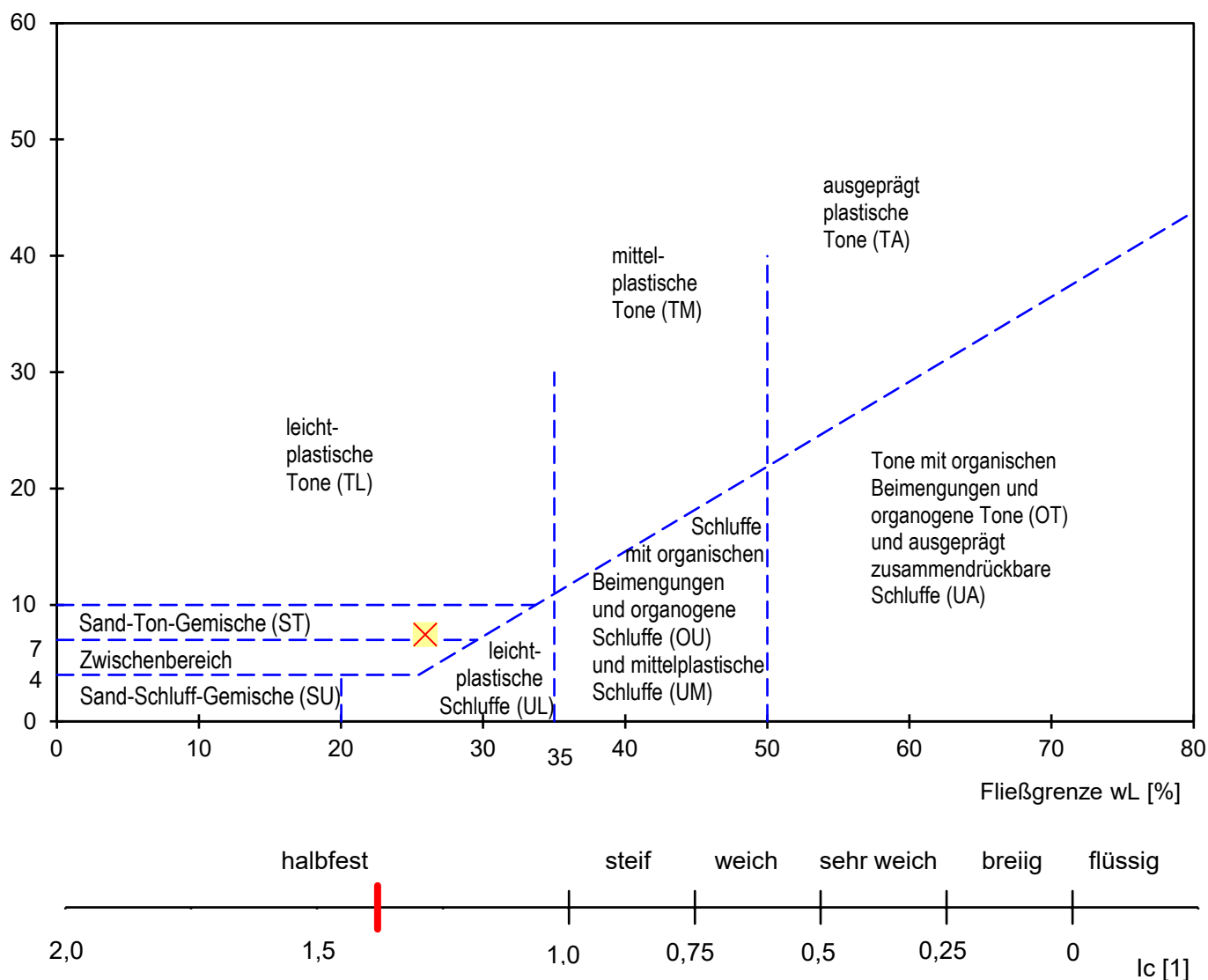
Entnahmetiefe: 3,6 - 4,25 m

Entnahmeart: GP

entnommen am: 17-20.07.2023

entnommen durch: GHJ

Ip [%]

Plastizitätsdiagramm / Atterbergsche Grenzen nach DIN EN ISO 17892-12**Die Bodenart ist: Sand- Ton-Gemisch (ST)****Die Konsistenz ist: halbfest**

Wassergehalt 15,37 [%]

Kornanteil > 0,4mm 2,76 [%]

Wassergehalt (Anteil >0,4mm) 5,00 [%]

Wassergehalt (Anteil <0,4mm) 15,66 [%]

Fließgrenze w_L 25,93 [%]Ausrollgrenze w_p 18,47 [%]Plastizitätszahl I_p 7,46 [%]Konsistenzzahl I_c 1,38 [1]

Projekt: Heidelberg, Herzzentrum

Auftrag-Nr.: 23-0058

Labornummer: 95884 A

ausgeführt durch: lap

Datum: 03.08.2023

Entnahmestelle: BS 8

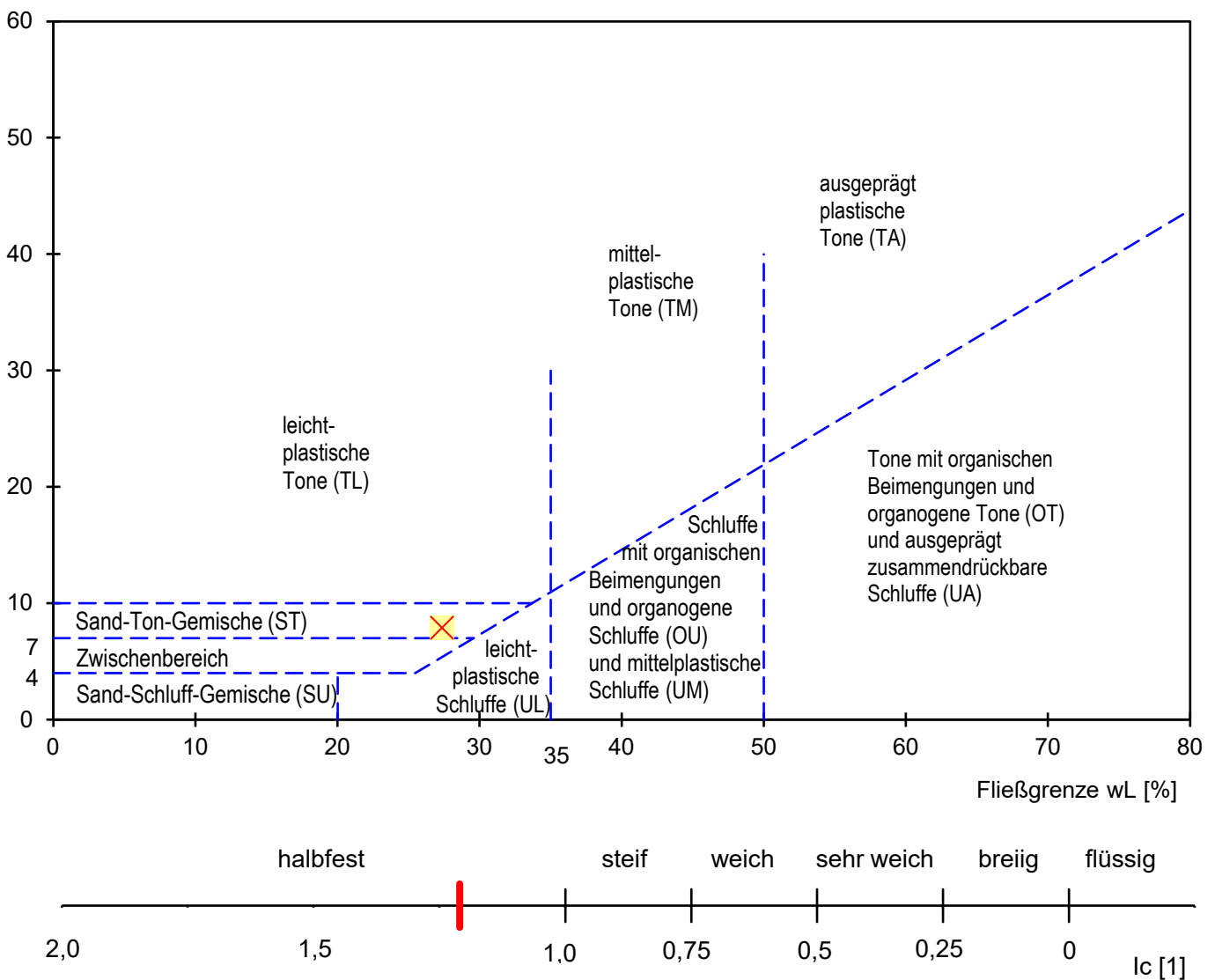
Entnahmetiefe: 3,5 - 4,35 m

Entnahmeart: GP

entnommen am: 17-20.07.2023

entnommen durch: GHJ

Ip [%]

Plastizitätsdiagramm / Atterbergsche Grenzen nach DIN EN ISO 17892-12**Die Bodenart ist: Sand- Ton-Gemisch (ST)****Die Konsistenz ist: halbfest**

Wassergehalt 17,68 [%]

Kornanteil > 0,4mm 1,06 [%]

Wassergehalt (Anteil >0,4mm) 5,00 [%]

Wassergehalt (Anteil <0,4mm) 17,82 [%]

Fließgrenze w_L 27,36 [%]Ausrollgrenze w_p 19,46 [%]Plastizitätszahl I_p 7,90 [%]Konsistenzzahl I_c 1,21 [1]

Druck-Setzungs-Versuch (DIN EN ISO 17892-5)

Heidelberg, Universitätsklinikum

Bearbeiter: AM

Datum: 05.10. - 17.10.2023

Labornummer: 97299

Entnahmestelle: B 11

Tiefe: 3,4 - 3,7 m

Bodenart: U, fs

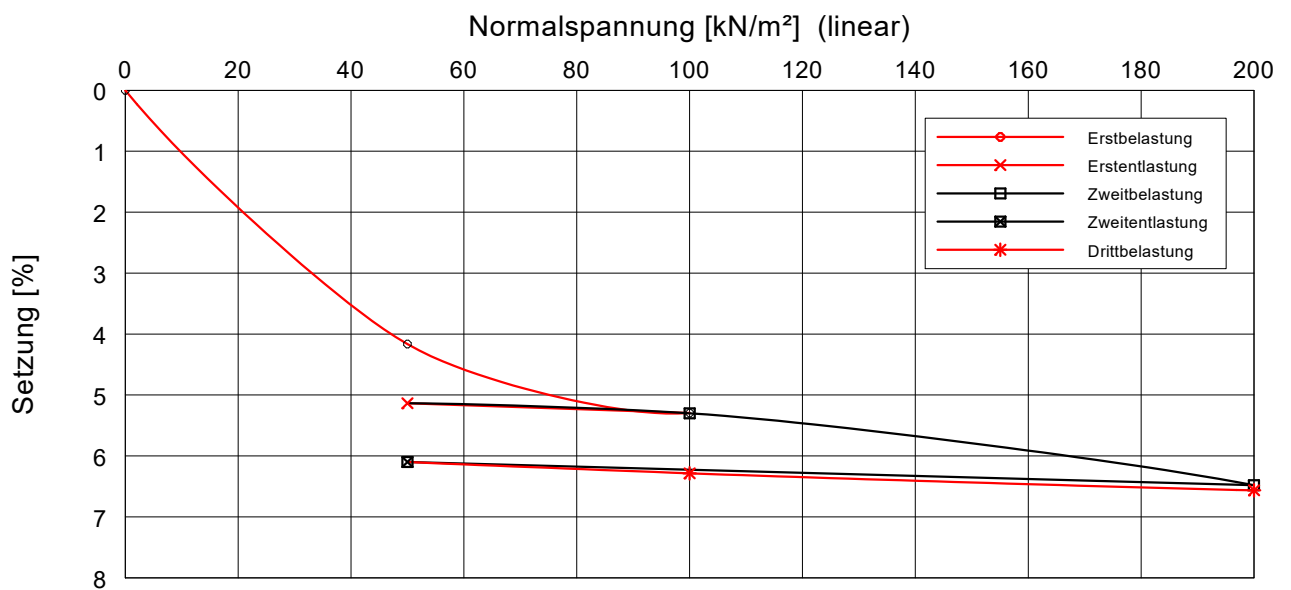
Art der Entnahme: ungestört

Einbauhöhe [mm] = 20.000

w (vorher) [%] = 18,4

Probendurchmesser [mm] = 70,00

w (nachher) [%] = 17,3



Normalspannung [kN/m²]	Setzung [mm]	Setzung [%]	Steifemodul [MN/m²]
0.00	0.000	0.0	
50.00	0.833	4.2	1.2
100.00	1.059	5.3	4.4
50.00	1.027	5.1	30.3
100.00	1.060	5.3	8.5
200.00	1.296	6.5	
50.00	1.220	6.1	27.0
100.00	1.257	6.3	35.7
200.00	1.313	6.6	

Druck-Setzungs-Versuch (DIN EN ISO 17892-5)

Heidelberg, Universitätsklinikum

Bearbeiter: AM

Datum: 05.10. - 17.10.2023

Labornummer: 97327

Entnahmestelle: B 12

Tiefe: 2,7 - 3,0 m

Bodenart: U, fs, t'

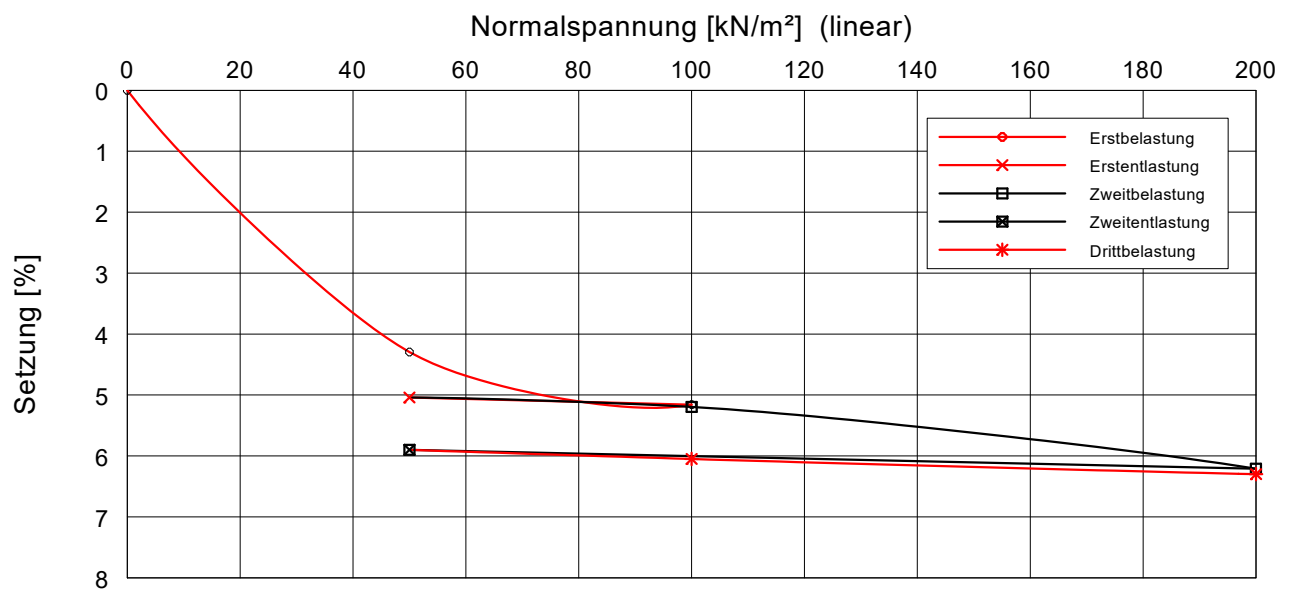
Art der Entnahme: ungestört

Einbauhöhe [mm] = 20.000

w (vorher) [%] = 17,9

Probendurchmesser [mm] = 70,00

w (nachher) [%] = 16,6



Normalspannung [kN/m ²]	Setzung [mm]	Setzung [%]	Steifemodul [MN/m ²]
0.00	0.000	0.0	
50.00	0.859	4.3	1.2
100.00	1.032	5.2	5.8
50.00	1.008	5.0	
100.00	1.039	5.2	32.3
200.00	1.242	6.2	9.9
50.00	1.180	5.9	
100.00	1.210	6.0	33.3
200.00	1.260	6.3	40.0

Druck-Setzungs-Versuch (DIN EN ISO 17892-5)

Heidelberg, Universitätsklinikum

Bearbeiter: La

Datum: 09.10. - 20.10.2023

Labornummer: 97353

Entnahmestelle: B 13

Tiefe: 2,7 - 3,0 m

Bodenart: U, t', fs

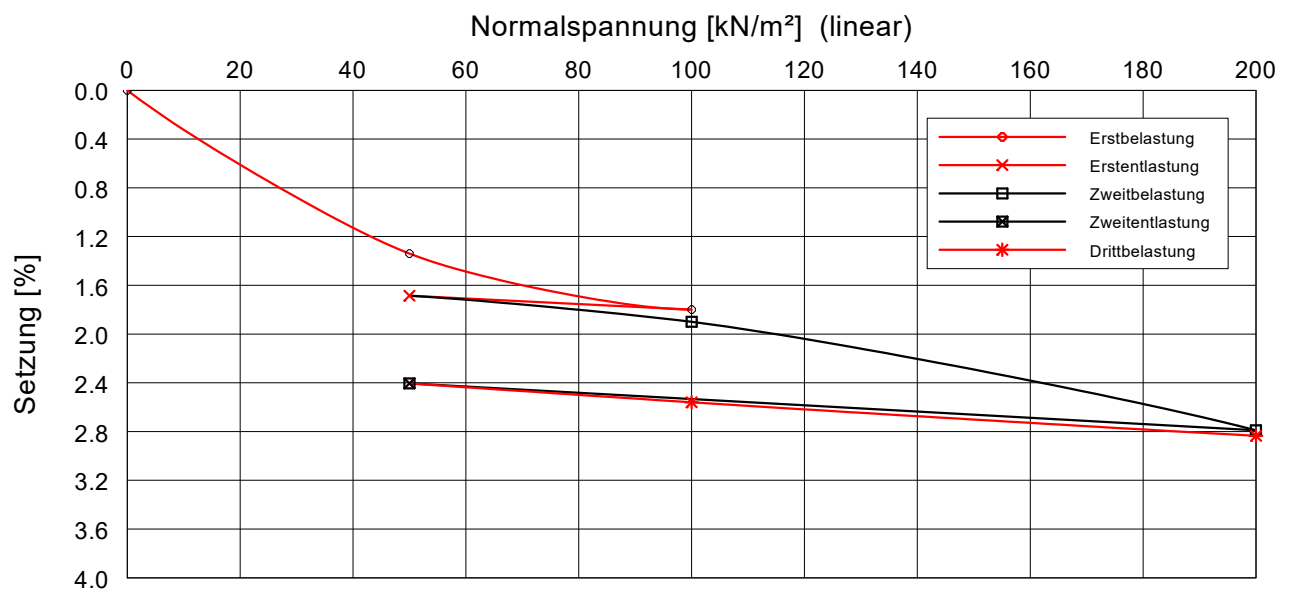
Art der Entnahme: ungestört

Einbauhöhe [mm] = 20.000

w (vorher) [%] = 16,8

Probendurchmesser [mm] = 70,00

w (nachher) [%] = 17,5



Normalspannung [kN/m²]	Setzung [mm]	Setzung [%]	Steifemodul [MN/m²]
0.00	0.000	0.0	
50.00	0.268	1.3	3.7
100.00	0.360	1.8	10.9
50.00	0.337	1.7	
100.00	0.380	1.9	23.3
200.00	0.558	2.8	11.2
50.00	0.481	2.4	
100.00	0.512	2.6	32.3
200.00	0.567	2.8	36.4

Druck-Setzungs-Versuch (DIN EN ISO 17892-5)

Heidelberg, Universitätsklinikum

Bearbeiter: La

Datum: 09.10. - 20.10.2023

Labornummer: 97386

Entnahmestelle: B 14

Tiefe: 1,7 - 2,0 m

Bodenart: U, fs, t''

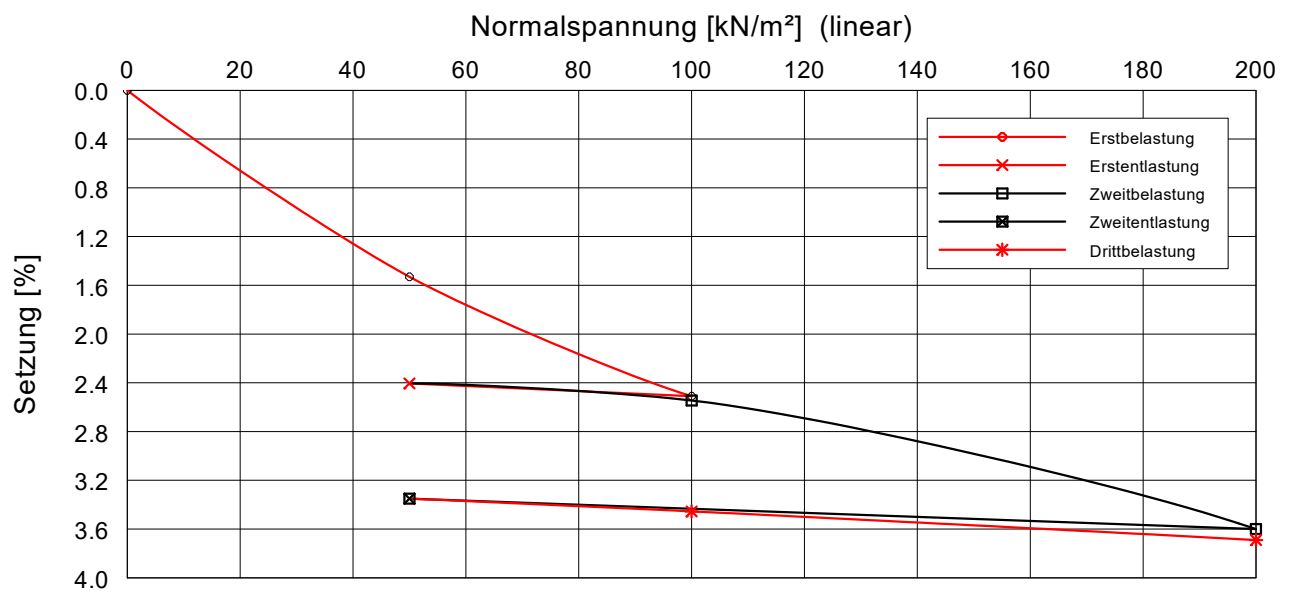
Art der Entnahme: ungestört

Einbauhöhe [mm] = 20.000

w (vorher) [%] = 19,9

Probendurchmesser [mm] = 70,00

w (nachher) [%] = 19,1



Normalspannung [kN/m²]	Setzung [mm]	Setzung [%]	Steifemodul [MN/m²]
0.00	0.000	0.0	
50.00	0.306	1.5	3.3
100.00	0.502	2.5	5.1
50.00	0.481	2.4	
100.00	0.509	2.5	35.7
200.00	0.720	3.6	9.5
50.00	0.670	3.4	
100.00	0.691	3.5	47.6
200.00	0.738	3.7	42.6

Entnahmestelle	B 11
Entnahmetiefe	3,4 - 3,7 m
Entnahmetag	09/2023
Bodenart	U, fs
Einbau	ungestört
ausgeführt am	07.10.2023
ausgeführt von	La/AM



Reibungswinkel	32.20 [°]
Kohäsion	8.47 [kN/m²]
Korrelation	1.00

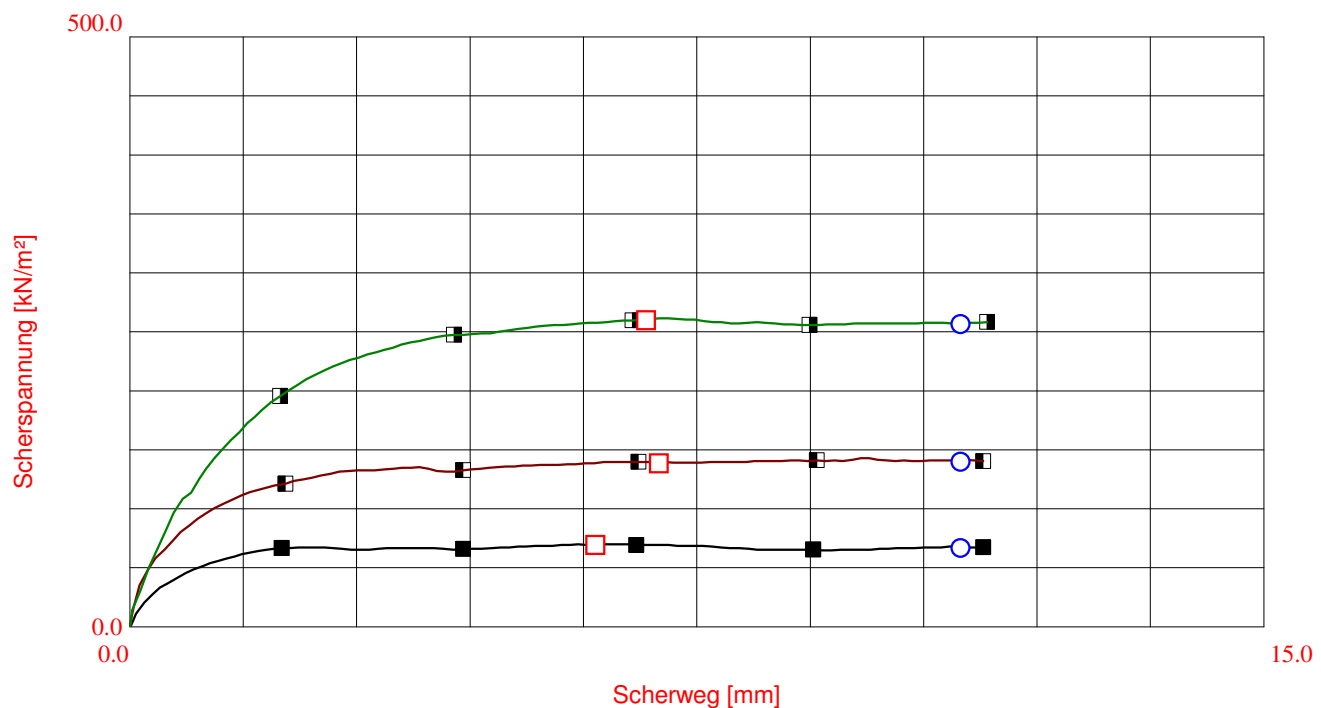
- Restscherfestigkeit

Reibungswinkel	31.99 [°]
Kohäsion	8.13 [kN/m²]
Korrelation	1.00

Nr.	Normalspannung kN/m ²		Bruchspannung kN/m ²	Bruchweg mm	Restsf-Spannung kN/m ²	Restsf-Weg mm
	Bruch	Restsf.				
1	100.0	100.0	69.10	6.17	66.44	11.00
2	200.0	200.0	137.94	7.00	139.27	11.00
3	400.0	400.0	259.22	6.84	255.90	10.99

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Scherspannungs-Weg-Diagramm

Entnahmestelle B 11
Entnahmetiefe 3,4 - 3,7 m
Entnahmetag 09/2023
Bodenart U, fs
Einbau ungestört
ausgeführt am 07.10.2023
ausgeführt von La/AM



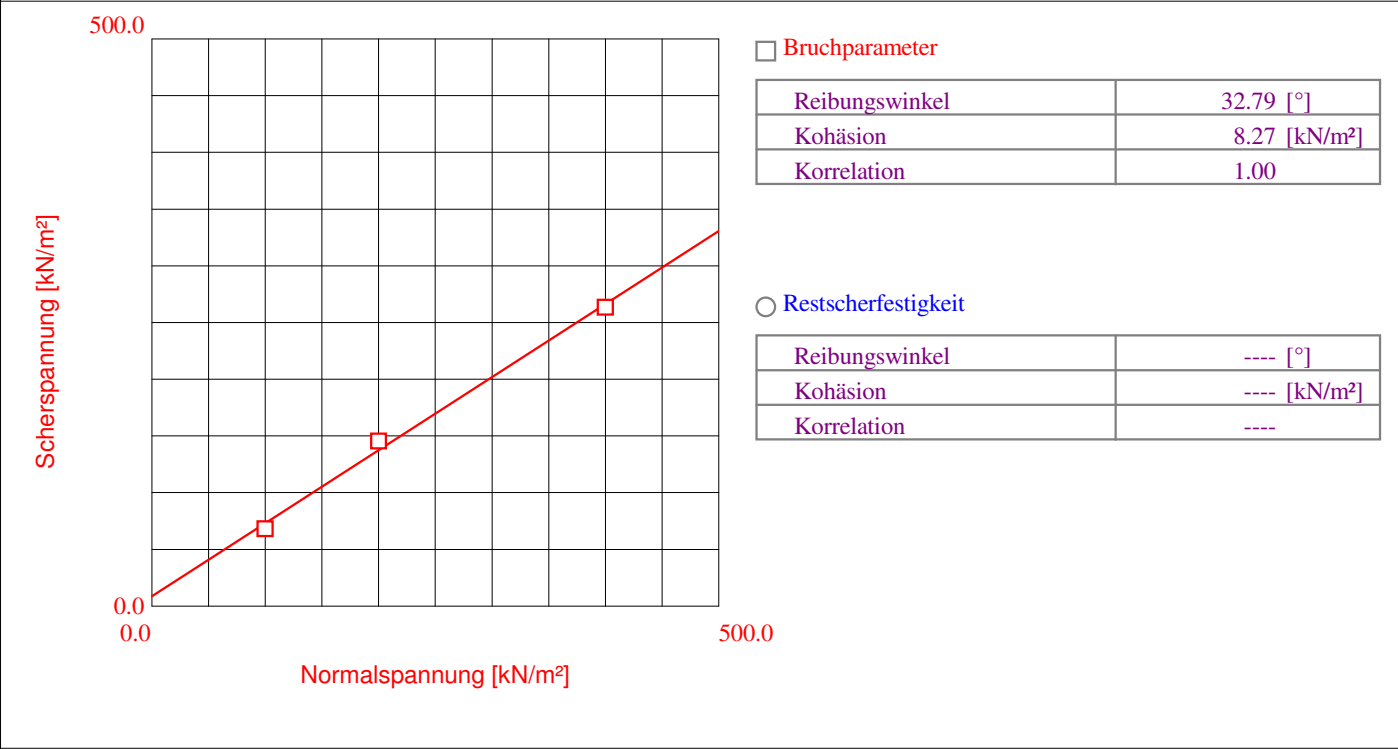
Nr.	Normalspannung kN/m²		Bruchfläche cm²	Bruchgeschw. mm/min	Restsf-Fläche cm²	Restsf-Geschw. mm/min
	Bruch	Restsf.				
1 ■	100.0	100.0	38.32	0.04000	36.11	0.04000
2 ■	200.0	200.0	37.98	0.04000	36.11	0.04000
3 ■	400.0	400.0	38.05	0.04000	36.11	0.04000

DIREKTER SCHERVERSUCH

Rahmenscherversuch

Schergeraden

Entnahmestelle	B 15
Entnahmetiefe	2,7 - 3,0 m
Entnahmetag	09/2023
Bodenart	U, fs, t'-t''
Einbau	ungestört
ausgeführt am	10.10.2023
ausgeführt von	AM/La



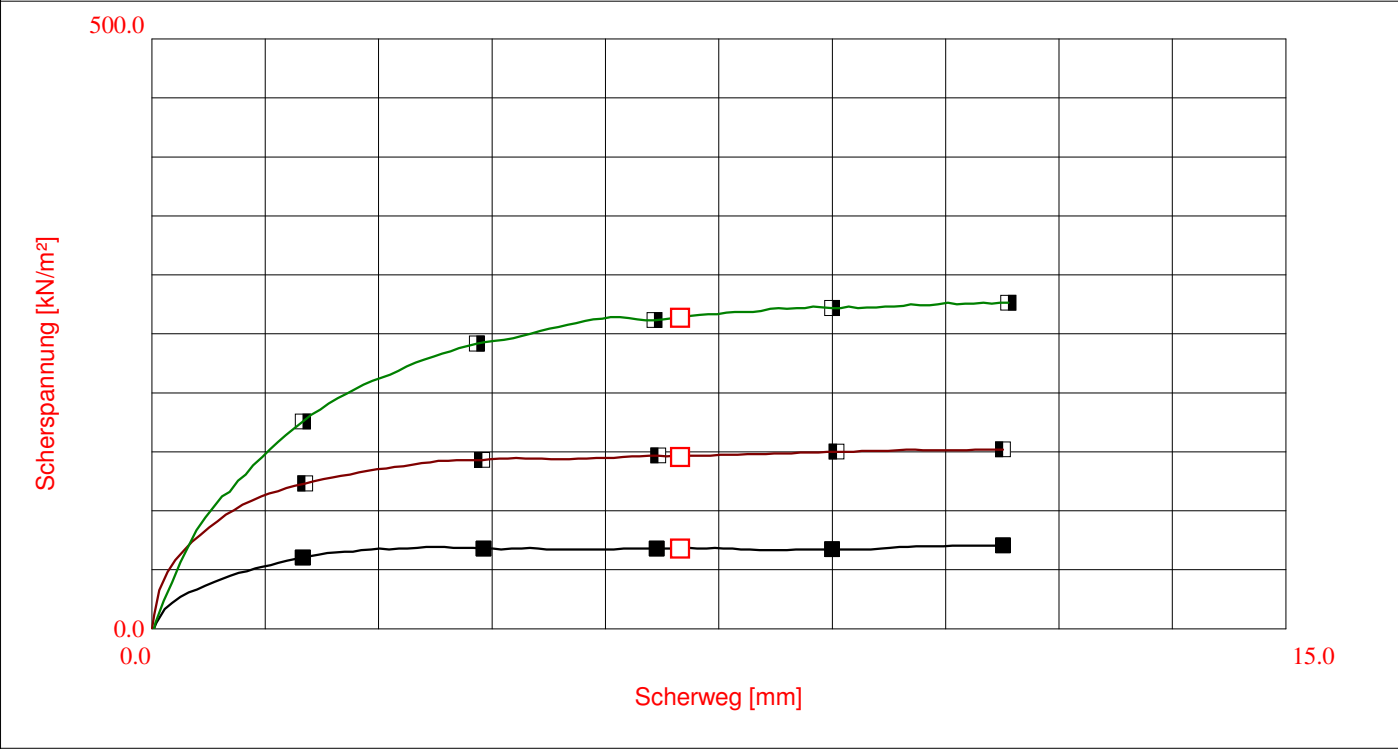
Nr.	Normalspannung kN/m²		Bruchspannung kN/m²	Bruchweg mm	Restsf-Spannung kN/m²	Restsf-Weg mm
	Bruch	Restsf.				
1	100.0	100.0	67.39	7.00	-----	-----
2	200.0	200.0	145.04	7.00	-----	-----
3	400.0	400.0	263.27	7.00	-----	-----

DIREKTER SCHERVERSUCH

Rahmenscherversuch

Scherspannungs-Weg-Diagramm

EntnahmestelleB 15
Entnahmetiefe2,7 - 3,0 m
Entnahmetag09/2023
BodenartU, fs, t'-t"
Einbauungestört
ausgeführt am10.10.2023
ausgeführt vonAM/La



Nr.	Normalspannung kN/m²		Bruchfläche cm²	Bruchgeschw. mm/min	Restsf-Fläche cm²	Restsf-Geschw. mm/min
	Bruch	Restsf.				
1	■	100.0	100.0	37.98	0.04000	-----
2	■	200.0	200.0	37.99	0.04000	-----
3	■	400.0	400.0	37.99	0.04000	-----

(c) Copyright Wille Geotechnik

Zusammenstellung der Laboratoriumsuntersuchungen

Bauvorhaben: Neubau Herzzentrum, Universitätsklinikum, Im Neuenheimer Feld in Heidelberg (23-0058)														
Labor- nummer	Bohrung Schürfe	Tiefe (m)	Bodenart	Wichte des feuchten Bodens γ kN/m ³	Wasser- gehalt w %	Trocken- wichte γ_d kN/m ³	Poren- anteil n %	Sätti- gungszahl S_r %	Fließ- grenze w_L %	Ausroll- grenze w_p %	Plastizi- tätsszahl I_p %	Konsi- stenzzahl I_c	Glühver- lust V_{gl} %	Kalkgehalt V_{Ca} %
97296	B 11	3,00	Ton, fs		13,8									
97299	B 11	3,40 – 3,70	Schluff, fms, o ´	20,52	18,6	17,42	34,3	90,5	28,4	21,5	6,9	1,41	3,2	
97324	B 12	1,00	Ton, fs		18,9									
97327	B 12	2,70 – 3,00	Schluff, fms, o ´	20,56	17,7	17,47	34,1	90,7	25,3	21,6	3,7	1,91	2,2	27,2
97349	B 13	1,00	Ton, fms, mg´		17,4									
97353	B 13	2,70 – 3,00	Ton, fms, o ´	20,93	14,4	18,35	30,8	83,9	29,8	21,0	8,8	1,63	2,6	
97383	B 14	1,10	Kies, \bar{u} , s (A)		4,2									
97386	B 14	1,70 – 2,00	Ton, fs, o ´	21,89	20,1	18,10	31,7	119,5	29,8	20,4	9,4	0,95	3,1	15,5
97410	B 15	1,00	Schluff, s, g (A)		12,9									
97416	B 15	2,70 – 3,00	Ton, fs, o ´	20,20	16,6	17,25	34,9	84,5	27,8	20,4	7,4	1,45	2,6	

Zusammenstellung der Laboratoriumsuntersuchungen														
Bauvorhaben: Neubau Herzzentrum, Universitätsklinikum, Im Neuenheimer Feld in Heidelberg (23-0058)														
Labor- nummer	Bohrung Schürfe	Tiefe (m)	Bodenart	Wichte des feuchten Bodens γ kN/m ³	Wasser- gehalt w %	Trocken- wichte γ_d kN/m ³	Poren- anteil n %	Sätti- gungszahl S_r %	Fließ- grenze w_L %	Ausroll- grenze w_p %	Plastizi- tätszahl I_p %	Konsi- stenzzahl I_c	Glühver- lust V_{gl} %	Kalkgehalt V_{Ca} %
95828	BS 1	0,20 – 0,70	Schluff, fms		10,0									
95831	BS 1	1,65 – 2,30	Ton, fs		16,3									
95838	BS 2	1,00 – 2,20	Ton, \overline{fs}		17,3									
95840	BS 2	3,00 – 3,50	Ton, fs		17,4									
95847	BS 4	1,15 – 2,00	Ton, fms		12,1									
95857	BS 5	2,70 – 4,00	Ton, fms, mg'		17,3									
95862	BS 6	1,30 – 2,00	Schluff, fs, o'		14,1								3,6	
95865	BS 6	3,60 – 4,25	Ton, \overline{fms} , o'		15,4				25,9	18,5	7,5	1,4	2,7	
95870	Bs 7A	1,00 – 1,65	Schluff, g, s (A)		8,4									
95884	BS 8	3,50 – 4,35	Ton, fs, o'		17,7				27,4	19,5	7,9	1,2	3,1	
95894	BS 10	0,55 – 1,00	Schluff, fs (A)		10,8									
95897	BS 10	3,00 – 4,00	Ton, fms, mg'		14,9									

Zusammenstellung der Laboratoriumsuntersuchungen

Bauvorhaben: Neubau Herzzentrum, Universitätsklinikum, Im Neuenheimer Feld in Heidelberg (23-0058)

[illegible]


**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 5

Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld in Heidelberg

Abrasivitätsuntersuchungen nach NF P18-579 (LCPC)

Code: FO-BTL-310_003 Version: 1.1 Gültig ab: 03.04.2023	LCPC Abrasivität nach NF P18-579																									
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Projekt: Heidelberg, Universitätsklinikum Anlage: </div>																										
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Auftraggeber: GHJ Ingenieurgesellschaft Projektnummer: </div>																										
Labor-Nr.: 37443 Proben-Bez.: B14 Prüfer: Schmidt Probeneingang: 11.10.2023 Prüfdatum: 19.10.2023 Bemerkung:	Art der Entnahme: Entnahmestelle: B14 Entnahmetiefe: 4,0m Entnahme am: Bodenart: Kies Farbe: grau-braun																									
Probenvorbereitung																										
Probe	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Brechen des Gesteins</td> <td style="width: 50%;">Backenbrecher</td> </tr> <tr> <td>Körnung [mm]</td> <td>4,0 - 6,3</td> </tr> <tr> <td>Masse der Probe M [g]</td> <td>500,0</td> </tr> <tr> <td>Bemerkung</td> <td></td> </tr> </table>	Brechen des Gesteins	Backenbrecher	Körnung [mm]	4,0 - 6,3	Masse der Probe M [g]	500,0	Bemerkung		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Prüfmittel</td> <td style="width: 50%;">Nr.</td> </tr> <tr> <td>LCPC-Gerät</td> <td>139</td> </tr> <tr> <td>1,6 mm - Sieb</td> <td>148</td> </tr> <tr> <td>4,0 mm - Sieb</td> <td>149</td> </tr> <tr> <td>6,3 mm - Sieb</td> <td>150</td> </tr> </table>	Prüfmittel	Nr.	LCPC-Gerät	139	1,6 mm - Sieb	148	4,0 mm - Sieb	149	6,3 mm - Sieb	150						
Brechen des Gesteins	Backenbrecher																									
Körnung [mm]	4,0 - 6,3																									
Masse der Probe M [g]	500,0																									
Bemerkung																										
Prüfmittel	Nr.																									
LCPC-Gerät	139																									
1,6 mm - Sieb	148																									
4,0 mm - Sieb	149																									
6,3 mm - Sieb	150																									
Versuchsdurchführung																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Versuchsgerät</td> <td style="width: 50%;">LCPC-Gerät</td> </tr> <tr> <td>Drehzahl [rpm]</td> <td>4500</td> </tr> <tr> <td>Versuchsdauer [min]</td> <td>5</td> </tr> </table>			Versuchsgerät	LCPC-Gerät	Drehzahl [rpm]	4500	Versuchsdauer [min]	5																		
Versuchsgerät	LCPC-Gerät																									
Drehzahl [rpm]	4500																									
Versuchsdauer [min]	5																									
Versuchsergebnisse																										
Versuchs- auswertung	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Probe</td> </tr> <tr> <td>Masse Flügel vor Versuch M_0 [g]</td> <td style="text-align: center;">47,5099</td> </tr> <tr> <td>Masse Flügel nach Versuch M_5 [g]</td> <td style="text-align: center;">47,4325</td> </tr> <tr> <td>Masse < 1,6 mm nach Versuch m' [g]</td> <td style="text-align: center;">191,3</td> </tr> <tr> <td>Abrasivitätsindex A_{BR} [g/t]</td> <td style="text-align: center;">154,8</td> </tr> <tr> <td>Brechbarkeitsindex B_R [%]</td> <td style="text-align: center;">38,3</td> </tr> </table>			Probe	Masse Flügel vor Versuch M_0 [g]	47,5099	Masse Flügel nach Versuch M_5 [g]	47,4325	Masse < 1,6 mm nach Versuch m' [g]	191,3	Abrasivitätsindex A_{BR} [g/t]	154,8	Brechbarkeitsindex B_R [%]	38,3												
	Probe																									
Masse Flügel vor Versuch M_0 [g]	47,5099																									
Masse Flügel nach Versuch M_5 [g]	47,4325																									
Masse < 1,6 mm nach Versuch m' [g]	191,3																									
Abrasivitätsindex A_{BR} [g/t]	154,8																									
Brechbarkeitsindex B_R [%]	38,3																									
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $A_{BR} = \frac{M_0 - M_5}{M}$ </div> <div style="text-align: center;"> $B_R = \frac{m' * 100}{M}$ </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <table border="1" style="width: 45%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>A_{BR}</th> <th>Beurteilung</th> </tr> <tr><td>0 - 50</td><td>nicht abrasiv</td></tr> <tr><td>50 - 100</td><td>kaum abrasiv</td></tr> <tr><td>100 - 250</td><td>schwach abr.</td></tr> <tr><td>250 - 500</td><td>abrasiv</td></tr> <tr><td>500 - 1250</td><td>stark abrasiv</td></tr> <tr><td>1250 - >2000</td><td>extrem abrasiv</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 45%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>B_R</th> <th>Beurteilung</th> </tr> <tr><td>0 - 25</td><td>sehr schwach</td></tr> <tr><td>25 - 50</td><td>mittelschwach</td></tr> <tr><td>50 - 75</td><td>mittel</td></tr> <tr><td>75 - 100</td><td>stark</td></tr> </table> </div>			A_{BR}	Beurteilung	0 - 50	nicht abrasiv	50 - 100	kaum abrasiv	100 - 250	schwach abr.	250 - 500	abrasiv	500 - 1250	stark abrasiv	1250 - >2000	extrem abrasiv	B_R	Beurteilung	0 - 25	sehr schwach	25 - 50	mittelschwach	50 - 75	mittel	75 - 100	stark
A_{BR}	Beurteilung																									
0 - 50	nicht abrasiv																									
50 - 100	kaum abrasiv																									
100 - 250	schwach abr.																									
250 - 500	abrasiv																									
500 - 1250	stark abrasiv																									
1250 - >2000	extrem abrasiv																									
B_R	Beurteilung																									
0 - 25	sehr schwach																									
25 - 50	mittelschwach																									
50 - 75	mittel																									
75 - 100	stark																									
Bemerkung: Angeliefertes Probenmaterial wurde getrocknet, gebrochen und die Kornfraktion 4,00-6,3mm abgetrennt																										

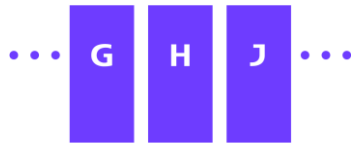
Code: FO-BTL-310_003 Version: 1.1 Gültig ab: 03.04.2023	LCPC Abrasivität nach NF P18-579																									
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Projekt: Heidelberg, Universitätsklinikum Anlage: </div>																										
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Auftraggeber: GHJ Ingenieurgesellschaft Projektnummer: </div>																										
Labor-Nr.: 37444 Proben-Bez.: B15 Prüfer: Schmidt Probeneingang: 11.10.2023 Prüfdatum: 19.10.2023 Bemerkung:	Art der Entnahme: Entnahmestelle: B15 Entnahmetiefe: 4,0-6,00m Entnahme am: Bodenart: Kies Farbe: grau-braun																									
Probenvorbereitung																										
Probe	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Brechen des Gesteins</td> <td style="width: 50%;">Backenbrecher</td> </tr> <tr> <td>Körnung [mm]</td> <td>4,0 - 6,3</td> </tr> <tr> <td>Masse der Probe M [g]</td> <td>500,0</td> </tr> <tr> <td>Bemerkung</td> <td></td> </tr> </table>	Brechen des Gesteins	Backenbrecher	Körnung [mm]	4,0 - 6,3	Masse der Probe M [g]	500,0	Bemerkung		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Prüfmittel</td> <td style="width: 50%;">Nr.</td> </tr> <tr> <td>LCPC-Gerät</td> <td>139</td> </tr> <tr> <td>1,6 mm - Sieb</td> <td>148</td> </tr> <tr> <td>4,0 mm - Sieb</td> <td>149</td> </tr> <tr> <td>6,3 mm - Sieb</td> <td>150</td> </tr> </table>	Prüfmittel	Nr.	LCPC-Gerät	139	1,6 mm - Sieb	148	4,0 mm - Sieb	149	6,3 mm - Sieb	150						
Brechen des Gesteins	Backenbrecher																									
Körnung [mm]	4,0 - 6,3																									
Masse der Probe M [g]	500,0																									
Bemerkung																										
Prüfmittel	Nr.																									
LCPC-Gerät	139																									
1,6 mm - Sieb	148																									
4,0 mm - Sieb	149																									
6,3 mm - Sieb	150																									
Versuchsdurchführung																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Versuchsgerät</td> <td style="width: 50%;">LCPC-Gerät</td> </tr> <tr> <td>Drehzahl [rpm]</td> <td>4500</td> </tr> <tr> <td>Versuchsdauer [min]</td> <td>5</td> </tr> </table>			Versuchsgerät	LCPC-Gerät	Drehzahl [rpm]	4500	Versuchsdauer [min]	5																		
Versuchsgerät	LCPC-Gerät																									
Drehzahl [rpm]	4500																									
Versuchsdauer [min]	5																									
Versuchsergebnisse																										
Versuchs- auswertung	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Probe</td> </tr> <tr> <td>Masse Flügel vor Versuch M₀ [g]</td> <td style="text-align: center;">46,3790</td> </tr> <tr> <td>Masse Flügel nach Versuch M₅ [g]</td> <td style="text-align: center;">46,2915</td> </tr> <tr> <td>Masse < 1,6 mm nach Versuch m' [g]</td> <td style="text-align: center;">187,5</td> </tr> <tr> <td>Abrasivitätsindex A_{BR} [g/t]</td> <td style="text-align: center;">175</td> </tr> <tr> <td>Brechbarkeitsindex B_R [%]</td> <td style="text-align: center;">37,5</td> </tr> </table>			Probe	Masse Flügel vor Versuch M ₀ [g]	46,3790	Masse Flügel nach Versuch M ₅ [g]	46,2915	Masse < 1,6 mm nach Versuch m' [g]	187,5	Abrasivitätsindex A_{BR} [g/t]	175	Brechbarkeitsindex B_R [%]	37,5												
	Probe																									
Masse Flügel vor Versuch M ₀ [g]	46,3790																									
Masse Flügel nach Versuch M ₅ [g]	46,2915																									
Masse < 1,6 mm nach Versuch m' [g]	187,5																									
Abrasivitätsindex A_{BR} [g/t]	175																									
Brechbarkeitsindex B_R [%]	37,5																									
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> $A_{BR} = \frac{M_0 - M_5}{M}$ <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>A_{BR}</th> <th>Beurteilung</th> </tr> <tr><td>0 - 50</td><td>nicht abrasiv</td></tr> <tr><td>50 - 100</td><td>kaum abrasiv</td></tr> <tr><td>100 - 250</td><td>schwach abr.</td></tr> <tr><td>250 - 500</td><td>abrasiv</td></tr> <tr><td>500 - 1250</td><td>stark abrasiv</td></tr> <tr><td>1250 - >2000</td><td>extrem abrasiv</td></tr> </table> </div> <div style="text-align: center;"> $B_R = \frac{m' * 100}{M}$ <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>B_R</th> <th>Beurteilung</th> </tr> <tr><td>0 - 25</td><td>sehr schwach</td></tr> <tr><td>25 - 50</td><td>mittelschwach</td></tr> <tr><td>50 - 75</td><td>mittel</td></tr> <tr><td>75 - 100</td><td>stark</td></tr> </table> </div> </div>			A _{BR}	Beurteilung	0 - 50	nicht abrasiv	50 - 100	kaum abrasiv	100 - 250	schwach abr.	250 - 500	abrasiv	500 - 1250	stark abrasiv	1250 - >2000	extrem abrasiv	B _R	Beurteilung	0 - 25	sehr schwach	25 - 50	mittelschwach	50 - 75	mittel	75 - 100	stark
A _{BR}	Beurteilung																									
0 - 50	nicht abrasiv																									
50 - 100	kaum abrasiv																									
100 - 250	schwach abr.																									
250 - 500	abrasiv																									
500 - 1250	stark abrasiv																									
1250 - >2000	extrem abrasiv																									
B _R	Beurteilung																									
0 - 25	sehr schwach																									
25 - 50	mittelschwach																									
50 - 75	mittel																									
75 - 100	stark																									
Bemerkung: Angeliefertes Probenmaterial wurde getrocknet, gebrochen und die Kornfraktion 4,00-6,3mm abgetrennt																										

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 6

Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld in Heidelberg

Chemische Grundwasseranalyse (Betonaggressivität)


GHJ Ingenieurgesellschaft für Geo- und Umwelttechnik mbH & Co. KG

Am Hubengut 4, 76149 Karlsruhe
Telefon 0721 - 9 78 35 - 0

Beurteilung der Betonaggressivität von Grundwasser nach DIN 4030-1:2008-06 und Zuordnung der Expositionsklasse von Beton für chemischen Angriff nach DIN EN 206:2017-01, Tabelle 1.

Bauvorhaben: Heidelberg, Im Neuenheimer Feld, Uni-Klinik A-Nr.: 23-0058
Analysiert durch: SGS Institut Fresenius Datum Probennahme: 11.09.2023
Grundwassermessstelle B 13 Datum der Prüfung: 28.09. - 12.10.2023
Tiefe: 14,40 m

Grenzwerte für Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch natürliches Grundwasser nach DIN 4030-1:2008-06

Parameter	Einheit	Ergebnis	Grenzwerte nach DIN 4030-1:2008-06, Tabelle 4		
			schwach angreifend	mäßig angreifend	stark angreifend
			XA1	XA2	XA3
Aussehen			-	-	-
Geruch (unveränderte Probe)			-	-	-
Geruch (angesäuerte Probe)			-	-	-
pH-Wert		7,9	6,5 bis 5,5	<5,5 bis 4,5	<4,5 bis 4,0
Permanganat-Verbrauch	mg/l	23,00	-	-	-
Härte (CaO)	mg/l	172,00	-	-	-
Härte	°dH		-	-	-
Hydrogencarbonat-Härte (CaO)	mg/l	286,00	-	-	-
Nichtcarbonat-Härte	mg/l	-114,00	-	-	-
Magnesium (Mg ²⁺)	mg/l	17,6	300 bis 1000	>1000 bis 3000	>3000 bis zur Sättigung
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l	0,05	15 bis 30	>30 bis 60	> 60 bis 1000
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	111	200 bis 600	>600 bis 3000	>3000 bis 6000
Chlorid (Cl ⁻)	mg/l	51,4	-	-	-
Aggressive Kohlensäure	mg/l	<3,00	15 bis 40	>40 bis 100	>100 bis zur Sättigung
Sulfid		<3,00	-	-	-
Calcium	mg/l		-	-	-
Eisen	mg/l		-	-	-
Mangan	mg/l		-	-	-
Elektr. Leitfähigkeit	µS/cm	758	-	-	-

Die untersuchte Grundwasserprobe ist nach DIN 4030-1:2008-06 nicht betonangreifend.

Gemäß DIN EN 206:2017-01, Tabelle 1, Ziffer 6 wird der verwendete Beton keinen chemischen Angriffen durch natürliches Grundwasser ausgesetzt.

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 7

Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld in Heidelberg

Umwelttechnische Untersuchungen

Anlage 7.1 Prüfberichte der GBA Analytical Services GmbH, Vaterstetten

Anlage 7.2 Abfallrechtliche Auswertung von PFAS-Analysen

GBA Analytical Services GmbH · Johann-Sebastian-Bach-Str. 40 · 85591 Vaterstetten

GHJ Ingenieurbüro für Geo- und Umwelttechnik
Frau Rumpler


Am Hubengut 4

76149 Karlsruhe

**Prüfbericht-Nr.: 2023PV06198 / 1**

Auftraggeber	GHJ Ingenieurbüro für Geo- und Umwelttechnik
Eingangsdatum	01.08.2023
Projekt	23-0058; Heidelberg, Im Neuenheimer Feld
Material	siehe Tabelle
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	PE-Eimer
Probenmenge	siehe Tabelle
unsere Auftragsnummer	23V03763
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	Kurier (GO)
Labor	GBA Analytical Services GmbH
Analysenbeginn / -ende	01.08.2023 - 17.08.2023
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Vaterstetten, 17.08.2023



i. A. Dr. B. Schwarzkopf
Projektbearbeitung / Kundenbetreuung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch ein Probenehmer eines der zur GBA Group gehörigen Unternehmen oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht oder auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGBs auf der

Seite 1 von 13 zu Prüfbericht-Nr.: 2023PV06198 / 1

GBA Analytical Services GmbH
Johann-Sebastian-Bach-Str. 40
85591 Vaterstetten
Telefon +49 (0)8106 2460-0
E-Mail vaterstetten@gba-group.de
www.gba-group.com

HypoVereinsbank
IBAN DE71 7002 0270 0002 4296 83
SWIFT BIC HYVEDEMMXXX

Sitz der Gesellschaft:
Vaterstetten
Handelsregister:
München HRB 93447
USt-Id.Nr. DE 129 360 902
St.-Nr. 114/127/60117

Geschäftsführer:
Dr. Matthias Kleih

Prüfbericht-Nr.: 2023PV06198 / 1

23-0058; Heidelberg, Im Neuenheimer Feld

unsere Auftragsnummer		23V03763	23V03763	23V03763
Probe-Nummer		001	002	003
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3
Probemenge		ca. 2,14kg	ca. 2,64kg	ca. 3,14kg
Probeneingang		01.08.2023	01.08.2023	01.08.2023
Analysenergebnisse	Einheit			
Abtrennung <2mm-Fraktion		ja	ja	Ja
Probenvorbereitung				
Trockenrückstand	Masse-%	89,7	92,2	95,4
pH-Wert		8,0	8,1	8,5
Leitfähigkeit	µS/cm	236	225	89
Sulfat	mg/L	4,0	3,0	1,3
Aufschluss mit Königswasser				
Arsen	mg/kg TM	12	11	3,1
Blei	mg/kg TM	39	36	4,5
Cadmium	mg/kg TM	0,40	0,31	<0,30
Chrom ges.	mg/kg TM	29	25	7,0
Kupfer	mg/kg TM	18	20	3,3
Nickel	mg/kg TM	21	19	4,4
Quecksilber	mg/kg TM	0,50	0,18	<0,050
Thallium	mg/kg TM	<0,40	<0,40	<0,40
Zink	mg/kg TM	71	100	9,7
TOC	Masse-% TM	2,2	1,7	<0,050
Naphthalin	mg/kg TM	<0,010	0,015	<0,010
Acenaphthylen	mg/kg TM	0,023	0,029	<0,010
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010
Phenanthren	mg/kg TM	0,084	0,064	<0,010
Anthracen	mg/kg TM	0,039	0,034	<0,010
Fluoranthren	mg/kg TM	0,25	0,20	<0,010
Pyren	mg/kg TM	0,20	0,15	<0,010
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	0,16	0,12	<0,010
Chrysen	mg/kg TM	0,13	0,11	<0,010
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	0,16	0,15	<0,010
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	0,084	0,063	<0,010
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	0,17	0,14	0,010
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	0,077	0,082	<0,010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	0,080	0,074	<0,010
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	0,017	0,013	<0,010
Summe PAK (16)	mg/kg TM	1,474	1,244	0,01
PCB 28	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
PCB 52	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
PCB 101	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
PCB 118	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
PCB 138	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
PCB 153	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
PCB 180	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Summe PCB (7) (EBV)	mg/kg TM	n.n.	n.n.	n.n.
EOX	mg/kg	<0,60	<0,60	<0,60
Eluat 2:1				
Eluat 2:1				
PFC				

Prüfbericht-Nr.: 2023PV06198 / 1

23-0058; Heidelberg, Im Neuenheimer Feld

unsere Auftragsnummer		23V03763	23V03763	23V03763
Probe-Nummer		001	002	003
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3
Probemenge		ca. 2,14kg	ca. 2,64kg	ca. 3,14kg
Probeneingang		01.08.2023	01.08.2023	01.08.2023
Perfluorobutansäure (PFBA)	µg/L	0,36	0,081	
Perfluoropentansäure (PFPeA)	µg/L	0,071	<0,010	
Perfluorohexansäure (PFHxA)	µg/L	0,040	0,017	
Perfluorheptansäure (PFHpA)	µg/L	0,014	0,012	
Perfluoroctansäure (PFOA)	µg/L	0,089	0,039	
Perfluorononansäure (PFNA)	µg/L	<0,010	<0,010	
Perfluordecansäure (PFDA)	µg/L	<0,010	<0,010	
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	µg/L	<0,010	<0,010	
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	µg/L	<0,010	<0,010	
Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)	µg/L	<0,010	<0,010	
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)	µg/L	0,072	0,079	
Perfluoroctansulfonamid (PFOSA)	µg/L	<0,010	<0,010	
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat (6:2-FTS)	µg/L	<0,010	<0,010	
Summe PFT	µg/L	0,646	0,228	
Arsen	mg/L			<0,0050
Blei	mg/L			<0,0010
Cadmium	mg/L			<0,00040
Chrom ges.	µg/L			<2,0
Kupfer	µg/L			<15
Nickel	mg/L			<0,0030
Quecksilber	mg/L			<0,00020
Thallium	mg/L			<0,00020
Zink	mg/L			<0,030
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM			<25
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM			<50
Acenaphthylen	µg/L			<0,010
Acenaphthen	µg/L			<0,010
Fluoren	µg/L			<0,010
Phenanthren	µg/L			<0,010
Anthracen	µg/L			<0,010
Fluoranthren	µg/L			<0,010
Pyren	µg/L			<0,010
Benz(a)anthracen	µg/L			<0,010
Chrysen	µg/L			<0,010
Benzo(b)fluoranthren	µg/L			<0,010
Benzo(k)fluoranthren	µg/L			<0,010
Benzo(a)pyren	µg/L			<0,010
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L			<0,010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L			<0,010
Dibenz(a,h)anthracen	µg/L			<0,010
Summe PAK (15) ohne Naphthalin (EBV)	µg/L			n.n.
Naphthalin	µg/L			<0,010
1-Methylnaphthalin	µg/L			<0,010
2-Methylnaphthalin	µg/L			<0,010
Summe Naphthalin, Methylnaphthaline (EBV)	µg/L			n.n.

unsere Auftragsnummer		23V03763	23V03763	23V03763
Probe-Nummer		001	002	003
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 1	MP 2	MP 3
Probemenge		ca. 2,14kg	ca. 2,64kg	ca. 3,14kg
Probeneingang		01.08.2023	01.08.2023	01.08.2023
PCB 28	µg/L			<0,0050
PCB 52	µg/L			<0,0050
PCB 101	µg/L			<0,0050
PCB 118	µg/L			<0,0050
PCB 138	µg/L			<0,0050
PCB 153	µg/L			<0,0050
PCB 180	µg/L			<0,0050
Summe PCB (7)	µg/L			n.n.

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Prüfbericht-Nr.: 2023PV06198 / 1

23-0058; Heidelberg, Im Neuenheimer Feld

unsere Auftragsnummer		23V03763	23V03763	23V03763
Probe-Nummer		004	005	006
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 4	MP 5	MP 6
Probemenge		ca. 3,08kg	ca. 6,30kg	ca. 5kg
Probeneingang		01.08.2023	01.08.2023	01.08.2023
Analysenergebnisse	Einheit			
Abtrennung <2mm-Fraktion		Ja	Ja	Ja
Probenvorbereitung				
Trockenrückstand	Masse-%	88,9	94,0	90,1
pH-Wert		8,1	9,6	8,2
Leitfähigkeit	µS/cm	172	341	192
Sulfat	mg/L	5,7	91	19
Aufschluss mit Königswasser				
Arsen	mg/kg TM	9,9	7,2	8,6
Arsen	mg/L	<0,0050	<0,0050	
Blei	mg/kg TM	16	12	9,7
Blei	mg/L	<0,0010	<0,0010	
Cadmium	mg/kg TM	<0,30	<0,30	<0,30
Cadmium	mg/L	<0,00040	<0,00040	
Chrom ges.	mg/kg TM	29	17	24
Chrom ges.	µg/L	<2,0	5,4	
Kupfer	mg/kg TM	12	7,9	9,3
Kupfer	µg/L	<15	<15	
Nickel	mg/kg TM	22	12	17
Nickel	mg/L	<0,0030	<0,0030	
Quecksilber	mg/kg TM	<0,050	<0,050	<0,050
Quecksilber	mg/L	<0,00020	<0,00020	
Thallium	mg/kg TM	<0,40	<0,40	<0,40
Thallium	mg/L	<0,00020	<0,00020	
Zink	mg/kg TM	45	32	30
Zink	mg/L	<0,030	<0,030	
TOC	Masse-% TM	0,38	0,20	0,54
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<25	<25	
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	<50	<50	
Acenaphthylen	µg/L	<0,010	<0,010	
Acenaphthen	µg/L	<0,010	0,024	
Fluoren	µg/L	<0,010	<0,010	
Phenanthren	µg/L	<0,010	0,012	
Anthracen	µg/L	<0,010	0,012	
Fluoranthren	µg/L	<0,010	0,036	
Pyren	µg/L	<0,010	0,024	
Benz(a)anthracen	µg/L	<0,010	<0,010	
Chrysen	µg/L	<0,010	<0,010	
Benzo(b)fluoranthren	µg/L	<0,010	<0,010	
Benzo(k)fluoranthren	µg/L	<0,010	<0,010	
Benzo(a)pyren	µg/L	<0,010	<0,010	
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	<0,010	<0,010	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	<0,010	<0,010	
Dibenz(a,h)anthracen	µg/L	<0,010	<0,010	
Summe PAK (15) ohne Naphthalin (EBV)	µg/L	n.n.	0,108	
Naphthalin	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010

unsere Auftragsnummer		23V03763	23V03763	23V03763
Probe-Nummer		004	005	006
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 4	MP 5	MP 6
Probemenge		ca. 3,08kg	ca. 6,30kg	ca. 5kg
Probeneingang		01.08.2023	01.08.2023	01.08.2023
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010
Phenanthren	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,026
Anthracen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranthren	mg/kg TM	0,012	<0,010	0,064
Pyren	mg/kg TM	0,010	<0,010	0,048
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,031
Chrysen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,030
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,030
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,013
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,029
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,016
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,014
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010
Summe PAK (16)	mg/kg TM	0,022	n.n.	0,301
Naphthalin	µg/L	<0,010	<0,010	
1-Methylnaphthalin	µg/L	<0,010	<0,010	
2-Methylnaphthalin	µg/L	<0,010	<0,010	
Summe Naphthalin, Methylnaphthaline (EBV)	µg/L	n.n.	n.n.	
PCB 28	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
PCB 52	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
PCB 101	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
PCB 118	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
PCB 138	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
PCB 153	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
PCB 180	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	<0,0010
Summe PCB (7) (EBV)	mg/kg TM	n.n.	n.n.	n.n.
PCB 28	µg/L	<0,0050	<0,0050	
PCB 52	µg/L	<0,0050	<0,0050	
PCB 101	µg/L	<0,0050	<0,0050	
PCB 118	µg/L	<0,0050	<0,0050	
PCB 138	µg/L	<0,0050	<0,0050	
PCB 153	µg/L	<0,0050	<0,0050	
PCB 180	µg/L	<0,0050	<0,0050	
Summe PCB (7)	µg/L	n.n.	n.n.	
EOX	mg/kg	<0,60	<0,60	<0,60
Eluat 2:1				
Eluat 2:1				

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Prüfbericht-Nr.: 2023PV06198 / 1

23-0058; Heidelberg, Im Neuenheimer Feld

unsere Auftragsnummer		23V03763	23V03763	23V03763
Probe-Nummer		007	008	009
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 7	MP 8	MP 9
Probemenge		ca. 5kg	ca. 1,80kg	ca. 5kg
Probeneingang		01.08.2023	01.08.2023	01.08.2023
Analysenergebnisse	Einheit			
Abtrennung <2mm-Fraktion		Ja	Ja	
Probenvorbereitung				
Trockenrückstand	Masse-%	96,7	91,4	94,1
pH-Wert		8,3	8,1	8,7
Leitfähigkeit	µS/cm	117	279	271
Sulfat	mg/L	12	10	78
Aufschluss mit Königswasser				
Arsen	mg/kg TM	5,4	9,6	14
Blei	mg/kg TM	5,1	34	62
Cadmium	mg/kg TM	<0,30	0,36	<0,30
Chrom ges.	mg/kg TM	8,6	25	18
Kupfer	mg/kg TM	4,6	20	11
Nickel	mg/kg TM	6,4	18	14
Quecksilber	mg/kg TM	<0,050	0,096	<0,050
Thallium	mg/kg TM	<0,40	<0,40	<0,40
Zink	mg/kg TM	16	81	63
TOC	Masse-% TM	<0,050	2,1	0,46
Naphthalin	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,010	0,097	0,073
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,010	0,015	0,012
Fluoren	mg/kg TM	<0,010	0,024	0,016
Phenanthren	mg/kg TM	<0,010	0,084	0,13
Anthracen	mg/kg TM	<0,010	0,10	0,13
Fluoranthren	mg/kg TM	<0,010	0,27	0,53
Pyren	mg/kg TM	<0,010	0,23	0,45
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,010	0,20	0,35
Chrysen	mg/kg TM	<0,010	0,18	0,30
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	<0,010	0,30	0,39
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	<0,010	0,14	0,19
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,010	0,36	0,41
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	<0,010	0,25	0,26
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,010	0,25	0,27
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	<0,010	0,054	0,052
Summe PAK (16)	mg/kg TM	n.n.	2,554	3,563
PCB 28	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	
PCB 52	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	
PCB 101	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	
PCB 118	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	
PCB 138	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	
PCB 153	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	
PCB 180	mg/kg TM	<0,0010	<0,0010	
Summe PCB (7) (EBV)	mg/kg TM	n.n.	n.n.	
EOX	mg/kg	<0,60	<0,60	
Eluat 2:1				
Eluat 2:1				
PFC				

unsere Auftragsnummer		23V03763	23V03763	23V03763
Probe-Nummer		007	008	009
Material		Boden	Boden	Boden
Probenbezeichnung		MP 7	MP 8	MP 9
Probemenge		ca. 5kg	ca. 1,80kg	ca. 5kg
Probeneingang		01.08.2023	01.08.2023	01.08.2023
Perfluorobutansäure (PFBA)	µg/L		0,035	
Perfluoropentansäure (PFPeA)	µg/L		<0,010	
Perfluorohexansäure (PFHxA)	µg/L		<0,010	
Perfluorheptansäure (PFHpA)	µg/L		<0,010	
Perfluoroctansäure (PFOA)	µg/L		<0,010	
Perfluornonansäure (PFNA)	µg/L		<0,010	
Perfluordecansäure (PFDA)	µg/L		<0,010	
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	µg/L		<0,010	
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	µg/L		<0,010	
Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)	µg/L		<0,010	
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)	µg/L		<0,030	
Perfluoroctansulfonamid (PFOSA)	µg/L		<0,010	
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat (6:2-FTS)	µg/L		<0,010	
Summe PFT	µg/L		0,035	
Brechen mit Backenbrecher				ja
Arsen	mg/L			0,0077
Blei	mg/L			<0,0010
Cadmium	mg/L			<0,00040
Chrom ges.	µg/L			16
Kupfer	µg/L			<15
Nickel	mg/L			<0,0030
Zink	mg/L			<0,030
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM			<25
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM			220
Acenaphthylen	µg/L			<0,010
Acenaphthen	µg/L			0,059
Fluoren	µg/L			0,041
Phenanthren	µg/L			0,060
Anthracen	µg/L			0,056
Fluoranthren	µg/L			0,18
Pyren	µg/L			0,11
Benz(a)anthracen	µg/L			0,026
Chrysen	µg/L			0,030
Benzo(b)fluoranthren	µg/L			0,018
Benzo(k)fluoranthren	µg/L			<0,010
Benzo(a)pyren	µg/L			0,020
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L			<0,010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L			<0,010
Dibenz(a,h)anthracen	µg/L			<0,010
Summe PAK (15) ohne Naphthalin (EBV)	µg/L			0,6

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Prüfbericht-Nr.: 2023PV06198 / 1

23-0058; Heidelberg, Im Neuenheimer Feld

unsere Auftragsnummer		23V03763	23V03763	23V03763
Probe-Nummer		010	011	012
Material		Boden	Boden	Schwarzdecke
Probenbezeichnung		MP 10	BS 8: 0,15 - 0,4 m	BS 11: 0,0 - 0,11 m
Probemenge		ca. 5kg	ca. 1kg	ca. 1kg
Probeneingang		01.08.2023	01.08.2023	01.08.2023
Analysenergebnisse	Einheit			
Abtrennung <2mm-Fraktion		Ja	Ja	
Probenvorbereitung				
Trockenrückstand	Masse-%	88,6		99,8
pH-Wert		8,2		9,8
Leitfähigkeit	µS/cm	244		82
Sulfat	mg/L	26		
Aufschluss mit Königswasser				
Arsen	mg/kg TM	9,8	11	
Arsen	mg/L	<0,0050		
Blei	mg/kg TM	17	13	
Blei	mg/L	<0,0010		
Cadmium	mg/kg TM	<0,30	<0,30	
Cadmium	mg/L	<0,00040		
Chrom ges.	mg/kg TM	28	8,8	
Chrom ges.	µg/L	<2,0		
Kupfer	mg/kg TM	13	3,9	
Kupfer	µg/L	<15		
Nickel	mg/kg TM	21	7,6	
Nickel	mg/L	<0,0030		
Quecksilber	mg/kg TM	<0,050	<0,050	
Quecksilber	mg/L	<0,00020		
Thallium	mg/kg TM	<0,40		
Thallium	mg/L	<0,00020		
Zink	mg/kg TM	44	25	
Zink	mg/L	<0,030		
TOC	Masse-% TM	0,38		
mobiler Anteil bis C22	mg/kg TM	<25		
Kohlenwasserstoffe	mg/kg TM	78		
Acenaphthylen	µg/L	<0,010		
Acenaphthen	µg/L	<0,010		
Fluoren	µg/L	<0,010		
Phenanthren	µg/L	<0,010		
Anthracen	µg/L	<0,010		
Fluoranthren	µg/L	<0,010		
Pyren	µg/L	<0,010		
Benz(a)anthracen	µg/L	<0,010		
Chrysen	µg/L	<0,010		
Benzo(b)fluoranthren	µg/L	<0,010		
Benzo(k)fluoranthren	µg/L	<0,010		
Benzo(a)pyren	µg/L	<0,010		
Benzo(g,h,i)perylene	µg/L	<0,010		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/L	<0,010		
Dibenz(a,h)anthracen	µg/L	<0,010		
Summe PAK (15) ohne Naphthalin (EBV)	µg/L	n.n.		

Prüfbericht-Nr.: 2023PV06198 / 1

23-0058; Heidelberg, Im Neuenheimer Feld

unsere Auftragsnummer		23V03763	23V03763	23V03763
Probe-Nummer		010	011	012
Material		Boden	Boden	Schwarzdecke
Probenbezeichnung		MP 10	BS 8: 0,15 - 0,4 m	BS 11: 0,0 - 0,11 m
Probemenge		ca. 5kg	ca. 1kg	ca. 1kg
Probeneingang		01.08.2023	01.08.2023	01.08.2023
Naphthalin	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,17
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,091
Fluoren	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,023
Phenanthren	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,20
Anthracen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,019
Fluoranthren	mg/kg TM	<0,010	0,014	0,080
Pyren	mg/kg TM	<0,010	0,012	0,080
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,038
Chrysen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	0,044
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	<0,010	0,012	0,052
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	<0,010	0,012	<0,010
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,010	0,019	0,039
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	<0,010	0,062	0,054
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	<0,010	<0,010	<0,010
Summe PAK (16)	mg/kg TM	n.n.	0,131	0,89
Naphthalin	µg/L	<0,010		
1-Methylnaphthalin	µg/L	<0,010		
2-Methylnaphthalin	µg/L	<0,010		
Summe Naphthalin, Methylnaphthaline (EBV)	µg/L	n.n.		
PCB 28	mg/kg TM	<0,0010		
PCB 52	mg/kg TM	<0,0010		
PCB 101	mg/kg TM	<0,0010		
PCB 118	mg/kg TM	<0,0010		
PCB 138	mg/kg TM	<0,0010		
PCB 153	mg/kg TM	<0,0010		
PCB 180	mg/kg TM	<0,0010		
Summe PCB (7) (EBV)	mg/kg TM	n.n.		
PCB 28	µg/L	<0,0050		
PCB 52	µg/L	<0,0050		
PCB 101	µg/L	<0,0050		
PCB 118	µg/L	<0,0050		
PCB 138	µg/L	<0,0050		
PCB 153	µg/L	<0,0050		
PCB 180	µg/L	<0,0050		
Summe PCB (7)	µg/L	n.n.		
EOX	mg/kg	<0,60		
Eluat 2:1				
Eluat 2:1				
Fraktion < 2 mm	Masse-%		29,1	
Brechen mit Backenbrecher				ja
Eluat 10:1				
Phenolindex	mg/L			<0,0060

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Abtrennung <2mm-Fraktion			DIN 19747: 2009-07 ^a 54
Probenvorbereitung			DIN 19747: 2009-07 ^a 54
Trockenrückstand	0,10	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 54
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 54
Leitfähigkeit	20	µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 ^a 54
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 54
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 ^a 54
Arsen	1,5	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Blei	3,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Cadmium	0,30	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Chrom ges.	2,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Kupfer	2,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Nickel	2,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Quecksilber	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Thallium	0,40	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Zink	2,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
TOC	0,050	Masse-% TM	DIN EN 15936: 2012-11 ^a 5
Naphthalin	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Acenaphthylen	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Acenaphthen	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Fluoren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Phenanthren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Anthracen	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Fluoranthren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Pyren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Benz(a)anthracen	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Chrysen	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Benzo(b)fluoranthren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Benzo(k)fluoranthren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Benzo(a)pyren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Benzo(g,h,i)perylene	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Dibenz(a,h)anthracen	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Summe PAK (16)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
PCB 28	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
PCB 52	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
PCB 101	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
PCB 118	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
PCB 138	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
PCB 153	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
PCB 180	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
Summe PCB (7) (EBV)		mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
EOX	0,60	mg/kg	DIN 38414-17: 2017-01 ^a 54

Parameter	BG	Einheit	Methode
Eluat 2:1			DIN 19529: 2015-12 ^a 54
PFC			
Perfluorobutansäure (PFBA)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
Perfluoropentansäure (PFPeA)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
Perfluorohexansäure (PFHxA)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
Perfluorheptansäure (PFHpA)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
Perfluoroctansäure (PFOA)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
Perfluomonansäure (PFNA)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
Perfluordecansäure (PFDA)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
Perfluoroctansulfonamid (PFOSA)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonat (6:2-FTS)	0,010	µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 5
Summe PFT		µg/L	DIN 38407-42: 2011-03 ^a 54
Brechen mit Backenbrecher			DIN 19747: 2009-07 ^a 54
Eluat 10:1			DIN EN 12457-4: 2003-01 ^a 54
Phenolindex	0,0060	mg/L	DIN EN ISO 14402: 1999-12 ^a 54
Arsen	0,0050	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Blei	0,0010	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Cadmium	0,00040	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Chrom ges.	2,0	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Kupfer	15	µg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Nickel	0,0030	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Quecksilber	0,00020	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Thallium	0,00020	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Zink	0,030	mg/L	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
mobiler Anteil bis C22	25	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 ^a 54
Kohlenwasserstoffe	50	mg/kg TM	DIN EN 14039: 2005-01 i.V.m. LAGA KW/04: 2019-09 ^a 54
Acenaphthylen	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Acenaphthen	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Fluoren	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Phenanthren	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Anthracen	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Fluoranthren	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Pyren	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Benz(a)anthracen	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Chrysen	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Benzo(b)fluoranthren	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Benzo(k)fluoranthren	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Benzo(a)pyren	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Benzo(g,h,i)perylene	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Dibenz(a,h)anthracen	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a 54
Summe PAK (15) ohne Naphthalin (EBV)		µg/L	berechnet 54

Prüfbericht-Nr.: 2023PV06198 / 1

Parameter	BG	Einheit	Methode
Naphthalin	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a ₅₄
1-Methylnaphthalin	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a ₅₄
2-Methylnaphthalin	0,010	µg/L	DIN 38407-39: 2011-09 ^a ₅₄
Summe Naphthalin, Methylnaphthaline (EBV)		µg/L	berechnet ₅₄
PCB 28	0,0050	µg/L	DIN 38407-3: 1998-07 ^a ₅₄
PCB 52	0,0050	µg/L	DIN 38407-3: 1998-07 ^a ₅₄
PCB 101	0,0050	µg/L	DIN 38407-3: 1998-07 ^a ₅₄
PCB 118	0,0050	µg/L	DIN 38407-3: 1998-07 ^a ₅₄
PCB 138	0,0050	µg/L	DIN 38407-3: 1998-07 ^a ₅₄
PCB 153	0,0050	µg/L	DIN 38407-3: 1998-07 ^a ₅₄
PCB 180	0,0050	µg/L	DIN 38407-3: 1998-07 ^a ₅₄
Summe PCB (7)		µg/L	berechnet ₅₄
Fraktion < 2 mm	0,50	Masse-%	

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.

Untersuchungslabor: ₅₄GBA Analytical Services GmbH ₅GBA Pinneberg

GBA Analytical Services GmbH · Johann-Sebastian-Bach-Str. 40 · 85591 Vaterstetten

GHJ Ingenieurbüro für Geo- und Umwelttechnik
Frau Plattner
Am Hubengut 4

**76149 Karlsruhe****Prüfbericht-Nr.: 2023PV07589 / 1**

Auftraggeber	GHJ Ingenieurbüro für Geo- und Umwelttechnik
Eingangsdatum	26.09.2023
Projekt	23-0058; Heidelberg, Im Neuenheimer Feld
Material	natürlich anstehende sandige Kiese
Auftrag	Analytik gem. Vorgabe des Auftraggebers
Verpackung	PE-Eimer
Probenmenge	5kg
unsere Auftragsnummer	23V04807
Probenahme	durch den Auftraggeber
Probentransport	Kurier (GO)
Labor	GBA Analytical Services GmbH
Analysenbeginn / -ende	26.09.2023 - 09.10.2023
Bemerkung	keine
Probenaufbewahrung	Wenn nicht anders vereinbart, werden Feststoffproben drei Monate und Wasserproben bis zwei Wochen nach Prüfberichtserstellung aufbewahrt.

Vaterstetten, 09.10.2023



i. A. S. Moses
Projektbearbeitung / Kundenbetreuung

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch ein Probenehmer eines der zur GBA Group gehörigen Unternehmen oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht oder auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGBs auf der

Seite 1 von 5 zu Prüfbericht-Nr.: 2023PV07589 / 1

Prüfbericht-Nr.: 2023PV07589 / 1

23-0058; Heidelberg, Im Neuenheimer Feld

unsere Auftragsnummer		23V04807
Probe-Nummer		001
Material		anstehende sand
Probenbezeichnung		MP 11
Probemenge		5kg
Probeneingang		26.09.2023
Analysenergebnisse	Einheit	
Abtrennung <2mm-Fraktion		ja
Probenvorbereitung		
Trockenrückstand	Masse-%	95,7
pH-Wert		8,7
Leitfähigkeit	µS/cm	51
Sulfat	mg/L	1,6
Aufschluss mit Königswasser		
Arsen	mg/kg TM	3,5
Blei	mg/kg TM	<3,0
Cadmium	mg/kg TM	<0,30
Chrom ges.	mg/kg TM	4,7
Kupfer	mg/kg TM	3,5
Nickel	mg/kg TM	3,5
Quecksilber	mg/kg TM	<0,050
Thallium	mg/kg TM	<0,40
Zink	mg/kg TM	8,4
TOC	Masse-% TM	0,22
Naphthalin	mg/kg TM	<0,010
Acenaphthylen	mg/kg TM	<0,010
Acenaphthen	mg/kg TM	<0,010
Fluoren	mg/kg TM	<0,010
Phenanthren	mg/kg TM	<0,010
Anthracen	mg/kg TM	<0,010
Fluoranthren	mg/kg TM	<0,010
Pyren	mg/kg TM	<0,010
Benz(a)anthracen	mg/kg TM	<0,010
Chrysen	mg/kg TM	<0,010
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TM	<0,010
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TM	<0,010
Benzo(a)pyren	mg/kg TM	<0,010
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TM	<0,010
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TM	<0,010
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TM	<0,010
Summe PAK (16)	mg/kg TM	n.n.
PCB 28	mg/kg TM	<0,0010
PCB 52	mg/kg TM	<0,0010
PCB 101	mg/kg TM	<0,0010
PCB 118	mg/kg TM	<0,0010
PCB 138	mg/kg TM	<0,0010
PCB 153	mg/kg TM	<0,0010
PCB 180	mg/kg TM	<0,0010
Summe PCB (7) (EBV)	mg/kg TM	n.n.

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch ein Probenehmer eines der zur GBA Group gehörigen Unternehmen oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht oder auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGBs auf der

unsere Auftragsnummer		23V04807
Probe-Nummer		001
Material		anstehende sand
Probenbezeichnung		MP 11
Probemenge		5kg
EOX	mg/kg	<0,60
Eluat 2:1		

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch ein Probenehmer eines der zur GBA Group gehörigen Unternehmen oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht oder auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGBs auf der

Prüfbericht-Nr.: 2023PV07589 / 1

Angewandte Verfahren

Parameter	BG	Einheit	Methode
Abtrennung <2mm-Fraktion			DIN 19747: 2009-07 ^a 54
Probenvorbereitung			DIN 19747: 2009-07 ^a 54
Trockenrückstand	0,10	Masse-%	DIN ISO 11465: 1996-12 ^a 54
pH-Wert			DIN EN ISO 10523: 2012-04 ^a 54
Leitfähigkeit	20	µS/cm	DIN EN 27888: 1993-11 ^a 54
Sulfat	0,50	mg/L	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07 ^a 54
Aufschluss mit Königswasser			DIN EN 13657: 2003-01 ^a 54
Arsen	1,5	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Blei	3,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Cadmium	0,30	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Chrom ges.	2,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Kupfer	2,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Nickel	2,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Quecksilber	0,050	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Thallium	0,40	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
Zink	2,0	mg/kg TM	DIN EN ISO 17294-2: 2017-01 ^a 54
TOC	0,10	Masse-% TM	DIN EN 15936: 2012-11 ^a 54
Naphthalin	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Acenaphthylen	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Acenaphthen	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Fluoren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Phenanthren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Anthracen	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Fluoranthren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Pyren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Benz(a)anthracen	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Chrysen	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Benzo(b)fluoranthren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Benzo(k)fluoranthren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Benzo(a)pyren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Benzo(g,h,i)perylene	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Dibenz(a,h)anthracen	0,010	mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
Summe PAK (16)		mg/kg TM	DIN ISO 18287: 2006-05 ^a 54
PCB 28	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
PCB 52	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
PCB 101	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
PCB 118	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
PCB 138	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54
PCB 153	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a 54

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch ein Probenehmer eines der zur GBA Group gehörigen Unternehmen oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht oder auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGBs auf der

Parameter	BG	Einheit	Methode
PCB 180	0,0010	mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a ₅₄
Summe PCB (7) (EBV)		mg/kg TM	DIN EN 17322: 2021-03 ^a ₅₄
EOX	0,60	mg/kg	DIN 38414-17: 2017-01 ^a ₅₄
Eluat 2:1			DIN 19529: 2015-12 ^a ₅₄

Die mit ^a gekennzeichneten Verfahren sind akkreditierte Verfahren. Die Bestimmungsgrenzen (BG) können matrixbedingt variieren.
 Untersuchungslabor: ₅₄GBA Analytical Services GmbH

BG = Bestimmungsgrenze MU = Messunsicherheit n.a. = nicht auswertbar n.b. = nicht bestimmbar n.n. = nicht nachweisbar ngw. = nachgewiesen

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die genannten Prüfgegenstände. Es wird keine Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme übernommen, wenn die Proben nicht durch ein Probenehmer eines der zur GBA Group gehörigen Unternehmen oder in ihrem Auftrag genommen wurden. In diesem Fall beziehen sich die Ergebnisse auf die Probe wie erhalten. Ohne schriftliche Genehmigung des ausstellenden Unternehmens darf der Prüfbericht nicht veröffentlicht oder auszugsweise vervielfältigt werden. Entscheidungsregeln sind in den AGBs auf der

Abfallrechtliche Auswertung einer PFAS-Analyse



Auftraggeber: Klinik-Technik-Gesellschaft am Universitätsklinikum Heidelberg mbH
 Projekt: Heidelberg, Im Neuenheimer Feld, Uniklinik
 Proj.-Nr.: 23-0058

Labor: GBA Analytical Services GmbH, Vaterstetten
 Labor-Auftrag-Nr.: 2023PV06198 / 1
 Probe: MP 1
 Labor-Nr. 001

Prozentuale Verteilung der Eluatbefunde nach Einzelsubstanzen und Kettenlängen

	Laborergebnis Eluat			prozentuale Anteile im Eluat					Feststoff
	Einzelstoff	c [µg/l]	positiv	Einzelstoff	Gruppe	Kettenlänge ¹		c [mg/kg]	
Carbonsäuren	PFBA	0,360	PFBA	55,73%	Carbonsäuren:	89%	kurzkettig Carbonsäuren < C8 Sulfonsäuren < C6	75%	-
	PFPA	0,071	PFPA	10,99%					-
	PFHxA	0,040	PFHxA	6,19%					-
	PFHpA	0,014	PFHpA	2,17%					-
	PFOA	0,089	PFOA	13,78%					-
	PFNoA	< BG							-
	PFDeA	< BG							-
Sulfonsäuren	PFBS	< BG			Sulfonsäuren:	11%	langkettig ¹ Carbonsäuren ≥ C8 Sulfonsäuren ≥ C6	25%	-
	PFPeS	0,000	PFPeS	0,00%					-
	PFHxS	< BG							-
	PFHpS	< BG							-
	PFOS	0,072	PFOS	11,15%					-
	PFOSA	< BG							-
	H4PFOS	< BG							-
Summe PFAS:		0,646							

¹ langkettig: ab PFOA bzw. PFHxS

Einstufungen nach altlastenrechtlichen und abfallrechtlichen Kriterien

	Vorsorge / altlastenrechtl. Bewertung			Entsorgung / abfallrechtliche Bewertung					
	Boden - Grundwasser			VK 1	VK 2	VK 3	Verwertungs- klasse	Zuordnungs- werte Deponie	PFAS-Summe
	GFS	GOW	Quotient	µg/l	µg/l	µg/l		µg/l	µg/l
PFBA	10,0		0,04	10,0	20,0	50	VK 1	DK I: Σ PFAS (2:1-Eluat) < 500	0,646
PFPA		3		3,0	6,0	15	VK 1		
PFHxA	6,0		0,01	6,0	12,0	30	VK 1		
PFHpA		0,3		0,3	0,6	3	VK 1		
PFOA	0,1		0,89	0,1	0,2	1	VK 1		
PFNoA	0,06		-	0,06	0,12	0,6	VK 1		
PFDeA		0,1		0,1	0,2	1	VK 1		
PFBS	6,0		-	6,0	12,0	30	VK 1		
PFPeS		0,1		0,1	0,2	2	VK 1		
PFHxS	0,1		-	0,1	0,2	1	VK 1		
PFHpS		0,3		0,3	0,6	3	VK 1		
PFOS	0,1		0,72	0,1	0,2	1	VK 1		
PFOSA		0,1		0,1	0,2	1	VK 1		
H4PFOS		0,1		0,1	0,2	1	VK 1		
QS (GFS):			2	Einstufung Verwertungsklasse			VK 1	Einstufung Deponiekl.	DK 0

GFS = Geringfügigkeitsschwellenwert / GOW = gesundheitlicher Orientierungswert / QS = Quotientensumme, gerundet auf ganze Zahl

Abfallrechtliche Auswertung einer PFAS-Analyse



Auftraggeber: Klinik-Technik-Gesellschaft am Universitätsklinikum Heidelberg mbH
 Projekt: Heidelberg, Im Neuenheimer Feld, Uniklinik
 Proj.-Nr.: 23-0058

Labor: GBA Analytical Services GmbH, Vaterstetten
 Labor-Auftrag-Nr.: 2023PV06198 / 1
 Probe: MP 2
 Labor-Nr. 002

Prozentuale Verteilung der Eluatbefunde nach Einzelsubstanzen und Kettenlängen

	Laborergebnis Eluat			prozentuale Anteile im Eluat					Feststoff
	Einzelstoff	c [µg/l]	positiv	Einzelstoff	Gruppe	Kettenlänge ¹		c [mg/kg]	
Carbonsäuren	PFBA	0,081	PFBA	35,53%	Carbonsäuren:	65%	kurzkettig Carbonsäuren < C8 Sulfonsäuren < C6	48%	-
	PFPA	< BG							-
	PFHxA	0,017	PFHxA	7,46%					-
	PFHpA	0,012	PFHpA	5,26%					-
	PFOA	0,039	PFOA	17,11%					-
	PFNoA	< BG							-
	PFDeA	< BG							-
Sulfonsäuren	PFBS	< BG			Sulfonsäuren:	35%	langkettig ¹ Carbonsäuren ≥ C8 Sulfonsäuren ≥ C6	52%	-
	PFPeS	0,000	PFPeS	0,00%					-
	PFHxS	< BG							-
	PFHpS	< BG							-
	PFOS	0,079	PFOS	34,65%					-
	PFOSA	< BG							-
	H4PFOS	< BG							-
Summe PFAS:		0,228							

¹ langkettig: ab PFOA bzw. PFHxS

Einstufungen nach altlastenrechtlichen und abfallrechtlichen Kriterien

	Vorsorge / altlastenrechtl. Bewertung			Entsorgung / abfallrechtliche Bewertung					
	Boden - Grundwasser			VK 1	VK 2	VK 3	Verwertungs- klasse	Zuordnungs- werte Deponie	PFAS-Summe
	GFS	GOW	Quotient	µg/l	µg/l	µg/l		µg/l	µg/l
PFBA	10,0		0,01	10,0	20,0	50	VK 1	DK I: Σ PFAS (2:1-Eluat) < 500	0,228
PFPA		3		3,0	6,0	15	VK 1		
PFHxA	6,0		0,00	6,0	12,0	30	VK 1		
PFHpA		0,3		0,3	0,6	3	VK 1		
PFOA	0,1		0,39	0,1	0,2	1	VK 1		
PFNoA	0,06		-	0,06	0,12	0,6	VK 1		
PFDeA		0,1		0,1	0,2	1	VK 1		
PFBS	6,0		-	6,0	12,0	30	VK 1		
PFPeS		0,1		0,1	0,2	2	VK 1		
PFHxS	0,1		-	0,1	0,2	1	VK 1		
PFHpS		0,3		0,3	0,6	3	VK 1		
PFOS	0,1		0,79	0,1	0,2	1	VK 1		
PFOSA		0,1		0,1	0,2	1	VK 1		
H4PFOS		0,1		0,1	0,2	1	VK 1		
QS (GFS):			1	Einstufung Verwertungsklasse			VK 1	Einstufung Deponiekl.	DK 0

GFS = Geringfügigkeitsschwellenwert / GOW = gesundheitlicher Orientierungswert / QS = Quotientensumme, gerundet auf ganze Zahl

Abfallrechtliche Auswertung einer PFAS-Analyse



Auftraggeber: Klinik-Technik-Gesellschaft am Universitätsklinikum Heidelberg mbH
 Projekt: Heidelberg, Im Neuenheimer Feld, Uniklinik
 Proj.-Nr.: 23-0058

Labor: GBA Analytical Services GmbH, Vaterstetten
 Labor-Auftrag-Nr.: 2023PV06198 / 1
 Probe: MP 8
 Labor-Nr. 008

Prozentuale Verteilung der Eluatbefunde nach Einzelsubstanzen und Kettenlängen

	Laborergebnis Eluat			prozentuale Anteile im Eluat					Feststoff
	Einzelstoff	c [µg/l]	positiv	Einzelstoff	Gruppe	Kettenlänge ¹		c [mg/kg]	
Carbonsäuren	PFBA	0,035	PFBA	100,00%	Carbonsäuren:	100%	kurzkettig Carbonsäuren < C8 Sulfonsäuren < C6	100%	-
	PFPA	< BG							-
	PFHxA	< BG							-
	PFHpA	< BG							-
	PFOA	< BG							-
	PFNoA	< BG							-
	PFDeA	< BG							-
Sulfonsäuren	PFBS	< BG			Sulfonsäuren:	kleiner 1 %	langkettig ¹ Carbonsäuren ≥ C8 Sulfonsäuren ≥ C6	kleiner 1 %	-
	PFPeS	0,000	PFPeS	0,00%					-
	PFHxS	< BG							-
	PFHpS	< BG							-
	PFOS	< BG							-
	PFOSA	< BG							-
	H4PFOS	< BG							-
Summe PFAS:		0,035							

¹ langkettig: ab PFOA bzw. PFHxS

Einstufungen nach altlastenrechtlichen und abfallrechtlichen Kriterien

	Vorsorge / altlastenrechtl. Bewertung			Entsorgung / abfallrechtliche Bewertung					
	Boden - Grundwasser			VK 1	VK 2	VK 3	Verwertungs- klasse	Zuordnungs- werte Deponie	PFAS-Summe
	GFS	GOW	Quotient	µg/l	µg/l	µg/l		µg/l	µg/l
PFBA	10,0		0,00	10,0	20,0	50	VK 1	DK I: Σ PFAS (2:1-Eluat) < 500	0,035
PFPA		3		3,0	6,0	15	VK 1		
PFHxA	6,0		-	6,0	12,0	30	VK 1		
PFHpA		0,3		0,3	0,6	3	VK 1		
PFOA	0,1		-	0,1	0,2	1	VK 1		
PFNoA	0,06		-	0,06	0,12	0,6	VK 1		
PFDeA		0,1		0,1	0,2	1	VK 1		
PFBS	6,0		-	6,0	12,0	30	VK 1		
PFPeS		0,1		0,1	0,2	2	VK 1		
PFHxS	0,1		-	0,1	0,2	1	VK 1		
PFHpS		0,3		0,3	0,6	3	VK 1		
PFOS	0,1		-	0,1	0,2	1	VK 1		
PFOSA		0,1		0,1	0,2	1	VK 1		
H4PFOS		0,1		0,1	0,2	1	VK 1		
QS (GFS):			0	Einstufung Verwertungsklasse			VK 1	Einstufung Deponiekl.	DK 0

GFS = Geringfügigkeitsschwellenwert / GOW = gesundheitlicher Orientierungswert / QS = Quotientensumme, gerundet auf ganze Zahl

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 8

Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld in Heidelberg

Schnitt A-A' mit Bohrprofilen und Rammdiagrammen, M 1 : 200

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 9

Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld in Heidelberg

Grundbruchnachweise

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	20,50 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	30,00 °
Kohäsion	c	7,50 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 10,05 \quad N_c = 30,14 \quad N_d = 18,40$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Bindige Deckschicht: Plattenstreifen, b=1,0m; d=0,5m	
Streifenfundament		
Breite	b	1,00 m
Einbindetiefe	d	0,50 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 1,0000 \quad v_c = 1,0000 \quad v_d = 1,0000$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 1,59 \text{ m} \quad l_s = 4,79 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 20,50 \cdot 1,00 \cdot 10,05 \cdot 1,0000 \\ &+ 7,50 \cdot 30,14 \cdot 1,0000 \\ &+ 19,50 \cdot 0,50 \cdot 18,40 \cdot 1,0000 \\ &= 205,95 + 226,05 + 179,41 \\ &= 611,41 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 611,41 \text{ kN/m}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 611,41 / 1,40 \\ &= 436,72 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 436,72 \text{ kN/m}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 436,72 \\ &= 436,72 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 436,72 \text{ kN/m}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 436,72 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 436,72 / 1,455 \\ &= 300,15 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 300,15 \text{ kN/m}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 611,41 / 300,15 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	20,50 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	30,00 °
Kohäsion	c	7,50 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 10,05 \quad N_c = 30,14 \quad N_d = 18,40$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Bindige Deckschicht: Plattenstreifen, b=1,0m; d=0,5m	
Streifenfundament		
Breite	b	1,00 m
Einbindetiefe	d	0,50 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 1,0000 \quad v_c = 1,0000 \quad v_d = 1,0000$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 1,59 \text{ m} \quad l_s = 4,79 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 20,50 \cdot 1,00 \cdot 10,05 \cdot 1,0000 \\ &+ 7,50 \cdot 30,14 \cdot 1,0000 \\ &+ 19,50 \cdot 0,50 \cdot 18,40 \cdot 1,0000 \\ &= 205,95 + 226,05 + 179,41 \\ &= 611,41 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 611,41 \text{ kN/m}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 611,41 / 1,40 \\ &= 436,72 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 436,72 \text{ kN/m}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 436,72 \\ &= 436,72 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 436,72 \text{ kN/m}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 436,72 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 436,72 / 1,455 \\ &= 300,15 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 300,15 \text{ kN/m}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 611,41 / 300,15 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	20,50 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	30,00 °
Kohäsion	c	7,50 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 10,05 \quad N_c = 30,14 \quad N_d = 18,40$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Bindige Deckschicht: Streifenfundament: b/d = 0,5/0,8 m	
Streifenfundament		
Breite	b	0,50 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 1,0000 \quad v_c = 1,0000 \quad v_d = 1,0000$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 0,79 \text{ m} \quad l_s = 2,39 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 20,50 \cdot 0,50 \cdot 10,05 \cdot 1,0000 \\ &+ 7,50 \cdot 30,14 \cdot 1,0000 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 18,40 \cdot 1,0000 \\ &= 102,98 + 226,05 + 287,06 \\ &= 616,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 308,04 \text{ kN/m}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 616,08 / 1,40 \\ &= 440,06 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 220,03 \text{ kN/m}$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\sigma_{E,k} \text{ (gewählt)} = 250,00 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{E,k} = 125,00 \text{ kN/m}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 616,08 / 250,00 \\ &= 2,464 \end{aligned}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt)} = 70,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \sigma_{E,k} \cdot [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 250,00 \cdot [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 250,00 \cdot 1,455 \\ &= 363,75 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 181,88 \text{ kN/m}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\begin{aligned} \mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} &= 363,75 / 440,06 \\ &= 0,8266 < 1,0 \text{ ...Nachweis erfüllt.} \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	20,50 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	30,00 °
Kohäsion	c	7,50 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 10,05 \quad N_c = 30,14 \quad N_d = 18,40$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Bindige Deckschicht: Quadratfundament: b/d = 0,75/0,8 m	
Länge	a	0,75 m
Breite	b	0,75 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 0,7000 \quad v_c = 1,5287 \quad v_d = 1,5000$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 1,19 \text{ m} \quad l_s = 3,59 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 20,50 \cdot 0,75 \cdot 10,05 \cdot 0,7000 \\ &+ 7,50 \cdot 30,14 \cdot 1,5287 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 18,40 \cdot 1,5000 \\ &= 108,13 + 345,57 + 430,59 \\ &= 884,28 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 497,41 \text{ kN}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 884,28 / 1,40 \\ &= 631,63 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 355,29 \text{ kN}$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\sigma_{E,k} \text{ (gewählt)} = 300,00 \text{ kN/m}^2 \quad V_{E,k} = 168,75 \text{ kN}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 884,28 / 300,00 \\ &= 2,948 \end{aligned}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt): } 70,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \sigma_{E,k} \cdot [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 300,00 \cdot [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 300,00 \cdot 1,455 \\ &= 436,50 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 245,53 \text{ kN}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\begin{aligned} \mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} &= 436,50 / 631,63 \\ &= 0,6911 < 1,0 \text{ ...Nachweis erfüllt.} \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$N_b = 34,38$ $N_c = 58,40$ $N_d = 45,81$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Neckarkiese: Plattenstreifen, $b=1,0$ m, $d=0,8$ m	
Streifenfundament		
Breite	b	1,00 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$v_b = 1,0000$ $v_c = 1,0000$ $v_d = 1,0000$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$z_s = 2,11$ m $l_s = 7,27$ m

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 1,00 \cdot 34,38 \cdot 1,0000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,0000 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,0000 \\ &= 756,47 + 0,00 + 714,66 \\ &= 1.471,13 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 1.471,13 \text{ kN/m}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned}\sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 1.471,13 / 1,40 \\ &= 1.050,80 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 1.050,80 \text{ kN/m}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt): } 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned}\sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 1.050,80 \\ &= 1.050,80 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 1.050,80 \text{ kN/m}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt): } 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned}\sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 1.050,80 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 1.050,80 / 1,455 \\ &= 722,20 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 722,20 \text{ kN/m}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned}\eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 1.471,13 / 722,20 \\ &= 2,037\end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 34,38 \quad N_c = 58,40 \quad N_d = 45,81$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Neckarkies: Streifenfundament: b/d = 0,75/0,8 m	
Streifenfundament		
Breite	b	0,75 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 1,0000 \quad v_c = 1,0000 \quad v_d = 1,0000$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 1,58 \text{ m} \quad l_s = 5,45 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 0,75 \cdot 34,38 \cdot 1,0000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,0000 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,0000 \\ &= 567,35 + 0,00 + 714,66 \\ &= 1.282,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 961,51 \text{ kN/m}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 1.282,01 / 1,40 \\ &= 915,72 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 686,79 \text{ kN/m}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 915,72 \\ &= 915,72 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 686,79 \text{ kN/m}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 915,72 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 915,72 / 1,455 \\ &= 629,36 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 472,02 \text{ kN/m}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 1.282,01 / 629,36 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 34,38 \quad N_c = 58,40 \quad N_d = 45,81$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Neckarkies: Streifenfundament: b/d = 1,00/0,8 m	
Streifenfundament		
Breite	b	1,00 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 1,0000 \quad v_c = 1,0000 \quad v_d = 1,0000$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 2,11 \text{ m} \quad l_s = 7,27 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 1,00 \cdot 34,38 \cdot 1,0000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,0000 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,0000 \\ &= 756,47 + 0,00 + 714,66 \\ &= 1.471,13 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 1.471,13 \text{ kN/m}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 1.471,13 / 1,40 \\ &= 1.050,80 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 1.050,80 \text{ kN/m}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 1.050,80 \\ &= 1.050,80 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 1.050,80 \text{ kN/m}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 1.050,80 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 1.050,80 / 1,455 \\ &= 722,20 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 722,20 \text{ kN/m}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 1.471,13 / 722,20 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 34,38 \quad N_c = 58,40 \quad N_d = 45,81$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Neckarkies: Streifenfundament: b/d = 1,25/0,8 m	
Streifenfundament		
Breite	b	1,25 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 1,0000 \quad v_c = 1,0000 \quad v_d = 1,0000$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 2,63 \text{ m} \quad l_s = 9,09 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 1,25 \cdot 34,38 \cdot 1,0000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,0000 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,0000 \\ &= 945,59 + 0,00 + 714,66 \\ &= 1.660,24 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 2.075,30 \text{ kN/m}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 1.660,24 / 1,40 \\ &= 1.185,89 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 1.482,36 \text{ kN/m}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 1.185,89 \\ &= 1.185,89 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 1.482,36 \text{ kN/m}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 1.185,89 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 1.185,89 / 1,455 \\ &= 815,04 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 1.018,80 \text{ kN/m}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 1.660,24 / 815,04 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 34,38 \quad N_c = 58,40 \quad N_d = 45,81$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Neckarkies: Streifenfundament: b/d = 1,50/0,8 m	
Streifenfundament		
Breite	b	1,50 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 1,0000 \quad v_c = 1,0000 \quad v_d = 1,0000$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 3,16 \text{ m} \quad l_s = 10,90 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 1,50 \cdot 34,38 \cdot 1,0000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,0000 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,0000 \\ &= 1.134,70 + 0,00 + 714,66 \\ &= 1.849,36 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 2.774,04 \text{ kN/m}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 1.849,36 / 1,40 \\ &= 1.320,97 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 1.981,46 \text{ kN/m}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 1.320,97 \\ &= 1.320,97 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 1.981,46 \text{ kN/m}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 1.320,97 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 1.320,97 / 1,455 \\ &= 907,88 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 1.361,83 \text{ kN/m}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 1.849,36 / 907,88 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 34,38 \quad N_c = 58,40 \quad N_d = 45,81$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Streifenfundament: b/d = 0 / 0 m	
Streifenfundament		
Breite	b	0,00 m
Einbindetiefe	d	0,00 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 1,0000 \quad v_c = 1,0000 \quad v_d = 1,0000$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 0,00 \text{ m} \quad l_s = 0,00 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 0,00 \cdot 34,38 \cdot 1,0000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,0000 \\ &+ 19,50 \cdot 0,00 \cdot 45,81 \cdot 1,0000 \\ &= 0,00 + 0,00 + 0,00 \\ &= 0,00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 0,00 \text{ kN/m}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 0,00 / 1,40 \\ &= 0,00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 0,00 \text{ kN/m}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 0,00 \\ &= 0,00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 0,00 \text{ kN/m}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 0,00 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 0,00 / 1,455 \\ &= 0,00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 0,00 \text{ kN/m}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 0,00 / 0,00 \\ &= \text{NaN} \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 34,38 \quad N_c = 58,40 \quad N_d = 45,81$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Streifenfundament: b/d = 0/0,8 m	
Streifenfundament		
Breite	b	0,00 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 1,0000 \quad v_c = 1,0000 \quad v_d = 1,0000$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 0,00 \text{ m} \quad l_s = 0,00 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 0,00 \cdot 34,38 \cdot 1,0000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,0000 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,0000 \\ &= 0,00 + 0,00 + 714,66 \\ &= 714,66 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 0,00 \text{ kN/m}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 714,66 / 1,40 \\ &= 510,47 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 0,00 \text{ kN/m}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 510,47 \\ &= 510,47 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 0,00 \text{ kN/m}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 510,47 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 510,47 / 1,455 \\ &= 350,84 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 0,00 \text{ kN/m}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 714,66 / 350,84 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$N_b = 34,38$ $N_c = 58,40$ $N_d = 45,81$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Streifenfundament: $b/d = 3,00/0,8$ m	
Streifenfundament		
Breite	b	3,00 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$v_b = 1,0000$ $v_c = 1,0000$ $v_d = 1,0000$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$z_s = 6,32$ m $l_s = 21,81$ m

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 3,00 \cdot 34,38 \cdot 1,0000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,0000 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,0000 \\ &= 2.269,41 + 0,00 + 714,66 \\ &= 2.984,06 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 8.952,19 \text{ kN/m}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned}\sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 2.984,06 / 1,40 \\ &= 2.131,47 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 6.394,42 \text{ kN/m}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt): } 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned}\sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 2.131,47 \\ &= 2.131,47 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 6.394,42 \text{ kN/m}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt): } 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned}\sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 2.131,47 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 2.131,47 / 1,455 \\ &= 1.464,93 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 4.394,79 \text{ kN/m}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned}\eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 2.984,06 / 1.464,93 \\ &= 2,037\end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 34,38 \quad N_c = 58,40 \quad N_d = 45,81$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Neckarkies: Quadratfundament: b/d = 0,75/0,8 m	
Länge	a	0,75 m
Breite	b	0,75 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 0,7000 \quad v_c = 1,6223 \quad v_d = 1,6088$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 1,58 \text{ m} \quad l_s = 5,45 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 0,75 \cdot 34,38 \cdot 0,7000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,6223 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,6088 \\ &= 397,15 + 0,00 + 1.149,71 \\ &= 1.546,86 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 870,11 \text{ kN}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 1.546,86 / 1,40 \\ &= 1.104,90 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 621,51 \text{ kN}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 1.104,90 \\ &= 1.104,90 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 621,51 \text{ kN}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 1.104,90 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 1.104,90 / 1,455 \\ &= 759,38 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 427,15 \text{ kN}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 1.546,86 / 759,38 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 34,38 \quad N_c = 58,40 \quad N_d = 45,81$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Neckarkies: Quadratfundament: b/d = 1,00/0,8 m	
Länge	a	1,00 m
Breite	b	1,00 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 0,7000 \quad v_c = 1,6223 \quad v_d = 1,6088$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 2,11 \text{ m} \quad l_s = 7,27 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 1,00 \cdot 34,38 \cdot 0,7000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,6223 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,6088 \\ &= 529,53 + 0,00 + 1.149,71 \\ &= 1.679,24 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 1.679,24 \text{ kN}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 1.679,24 / 1,40 \\ &= 1.199,46 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 1.199,46 \text{ kN}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 1.199,46 \\ &= 1.199,46 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 1.199,46 \text{ kN}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 1.199,46 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 1.199,46 / 1,455 \\ &= 824,37 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 824,37 \text{ kN}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 1.679,24 / 824,37 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 34,38 \quad N_c = 58,40 \quad N_d = 45,81$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Neckarkies: Quadratfundament: $b/d = 1,25/0,8$ m	
Länge	a	1,25 m
Breite	b	1,25 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 0,7000 \quad v_c = 1,6223 \quad v_d = 1,6088$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 2,63 \text{ m} \quad l_s = 9,09 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 1,25 \cdot 34,38 \cdot 0,7000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,6223 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,6088 \\ &= 661,91 + 0,00 + 1.149,71 \\ &= 1.811,62 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 2.830,66 \text{ kN}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 1.811,62 / 1,40 \\ &= 1.294,02 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 2.021,90 \text{ kN}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 1.294,02 \\ &= 1.294,02 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 2.021,90 \text{ kN}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 1.294,02 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 1.294,02 / 1,455 \\ &= 889,36 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 1.389,62 \text{ kN}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 1.811,62 / 889,36 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 34,38 \quad N_c = 58,40 \quad N_d = 45,81$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Neckarkies: Quadratfundament: b/d = 1,50/0,8 m	
Länge	a	1,50 m
Breite	b	1,50 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 0,7000 \quad v_c = 1,6223 \quad v_d = 1,6088$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 3,16 \text{ m} \quad l_s = 10,90 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 1,50 \cdot 34,38 \cdot 0,7000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,6223 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,6088 \\ &= 794,29 + 0,00 + 1.149,71 \\ &= 1.944,00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 4.374,01 \text{ kN}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 1.944,00 / 1,40 \\ &= 1.388,57 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 3.124,29 \text{ kN}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 1.388,57 \\ &= 1.388,57 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 3.124,29 \text{ kN}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 1.388,57 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 1.388,57 / 1,455 \\ &= 954,35 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 2.147,28 \text{ kN}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 1.944,00 / 954,35 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$N_b = 34,38$ $N_c = 58,40$ $N_d = 45,81$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Quadratfundament: b/d = 0 / 0 m	
Länge	a	0,00 m
Breite	b	0,00 m
Einbindetiefe	d	0,00 m

FORMBEIWERTE

$v_b = 0,7000$ $v_c = 1,6223$ $v_d = 1,6088$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$z_s = 0,00$ m $l_s = 0,00$ m

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 0,00 \cdot 34,38 \cdot 0,7000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,6223 \\ &+ 19,50 \cdot 0,00 \cdot 45,81 \cdot 1,6088 \\ &= 0,00 + 0,00 + 0,00 \\ &= 0,00 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 0,00 \text{ kN}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned}\sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 0,00 / 1,40 \\ &= 0,00 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 0,00 \text{ kN}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt): } 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned}\sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 0,00 \\ &= 0,00 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 0,00 \text{ kN}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt): } 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned}\sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 0,00 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 0,00 / 1,455 \\ &= 0,00 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 0,00 \text{ kN}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned}\eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 0,00 / 0,00 \\ &= \text{NaN}\end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 34,38 \quad N_c = 58,40 \quad N_d = 45,81$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Quadratfundament: b/d = 0/0,8 m	
Länge	a	0,00 m
Breite	b	0,00 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 0,7000 \quad v_c = 1,6223 \quad v_d = 1,6088$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 0,00 \text{ m} \quad l_s = 0,00 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 0,00 \cdot 34,38 \cdot 0,7000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,6223 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,6088 \\ &= 0,00 + 0,00 + 1.149,71 \\ &= 1.149,71 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 0,00 \text{ kN}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 1.149,71 / 1,40 \\ &= 821,22 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 0,00 \text{ kN}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 821,22 \\ &= 821,22 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 0,00 \text{ kN}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 821,22 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 821,22 / 1,455 \\ &= 564,41 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 0,00 \text{ kN}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 1.149,71 / 564,41 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

GRUNDBRUCHNACHWEIS NACH DIN 4017 FÜR MITTIGE, LOTRECHTE BEANSPRUCHUNG

CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE

Wichten	γ_1	19,50 kN/m ³
	γ_2	22,00 kN/m ³
Reibungswinkel	φ	37,50 °
Kohäsion	c	0,00 kN/m ²

TRAGFÄHIGKEITSBEIWERTE

$$N_b = 34,38 \quad N_c = 58,40 \quad N_d = 45,81$$

TEILSICHERHEITSBEIWERTE NACH DIN 1054-2010

Ständige Bemessungssituation BS-P

Einwirkungen, ständig	γ_G	1,35
Einwirkungen, veränderlich	γ_Q	1,50
Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,v}$	1,40

FUNDAMENT

Position	Quadratfundament: b/d = 3,00/0,8 m	
Länge	a	3,00 m
Breite	b	3,00 m
Einbindetiefe	d	0,80 m

FORMBEIWERTE

$$v_b = 0,7000 \quad v_c = 1,6223 \quad v_d = 1,6088$$

BRUCHKÖRPERGEOMETRIE

$$z_s = 6,32 \text{ m} \quad l_s = 21,81 \text{ m}$$

CHARAKTERISTISCHER WERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS (BRUCHSPANNUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{Bruch}} = \sigma_{R,k} &= 22,00 \cdot 3,00 \cdot 34,38 \cdot 0,7000 \\ &+ 0,00 \cdot 58,40 \cdot 1,6223 \\ &+ 19,50 \cdot 0,80 \cdot 45,81 \cdot 1,6088 \\ &= 1.588,58 + 0,00 + 1.149,71 \\ &= 2.738,30 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,k} = 24.644,66 \text{ kN}$$

BEMESSUNGSWERT DES SOHLDRUCKWIDERSTANDS

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d} = \sigma_{R,k} / \gamma_{R,v} &= 2.738,30 / 1,40 \\ &= 1.955,93 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{R,d} = 17.603,33 \text{ kN}$$

AUSNUTZUNGSGRAD

$$\mu = \sigma_{E,d} / \sigma_{R,d} \text{ (gewählt):} \quad 100,00 \%$$

BEMESSUNGSWERT DER SOHLDRUCKBEANSPRUCHUNG (EINWIRKUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,d} = \mu \cdot \sigma_{R,d} &= 1,0000 \cdot 1.955,93 \\ &= 1.955,93 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,d} = 17.603,33 \text{ kN}$$

ANTEIL VERÄNDERLICHER LASTEN

$$\alpha = \sigma_{E,k,Q} / \sigma_{E,k,G+Q} \text{ (gewählt):} \quad 70,00 \%$$

AUFNEHMBARER SOHLDRUCK (ZULÄSSIGE CHARAKTERISTISCHE BODENPRESSUNG)

$$\begin{aligned} \sigma_{E,k} = \sigma_{E,d} / [(1 - \alpha) \cdot \gamma_G + \alpha \cdot \gamma_Q] &= 1.955,93 / [(1 - 0,7000) \cdot 1,35 + 0,7000 \cdot 1,50] \\ &= 1.955,93 / 1,455 \\ &= 1.344,28 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$V_{E,k} = 12.098,51 \text{ kN}$$

SICHERHEIT, GLOBAL

$$\begin{aligned} \eta = \sigma_{R,k} / \sigma_{E,k} &= 2.738,30 / 1.344,28 \\ &= 2,037 \end{aligned}$$

**GHJ INGENIEURGESELLSCHAFT FÜR GEO-
UND UMWELTTECHNIK mbH & Co. KG**

Anlage 10

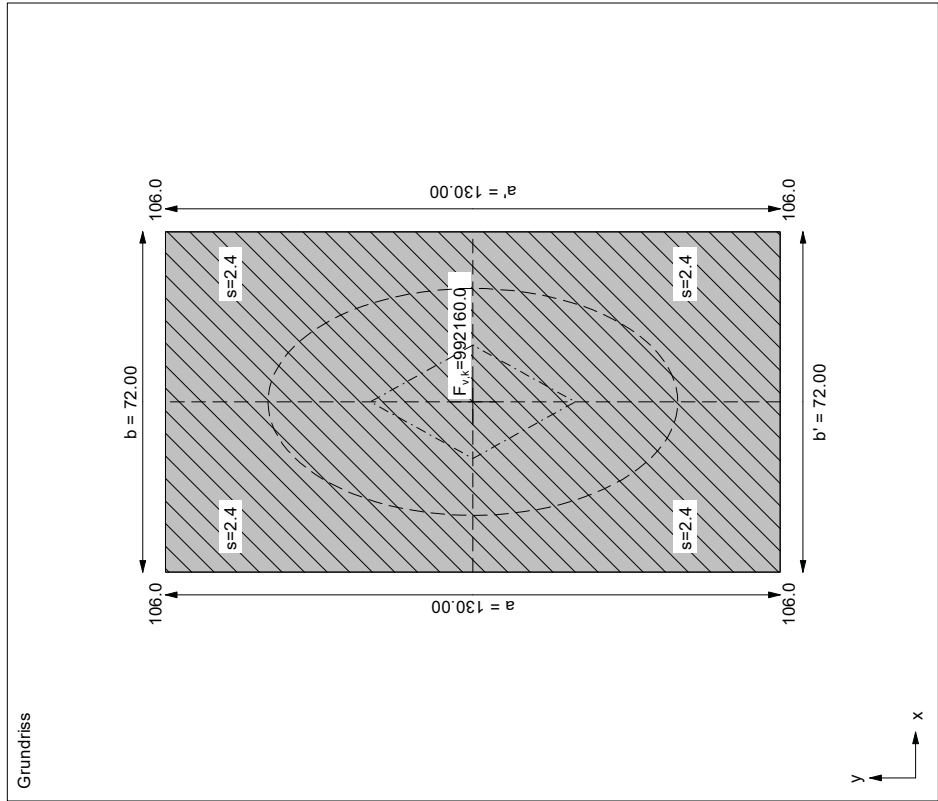
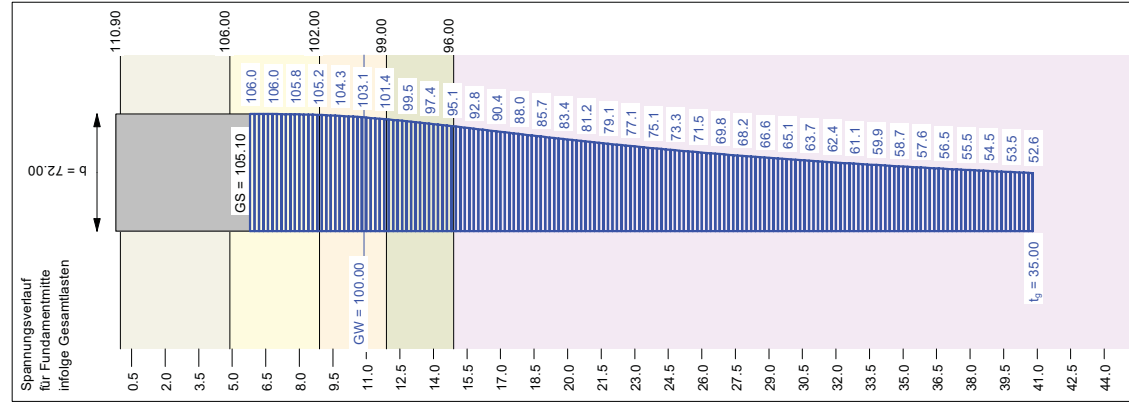
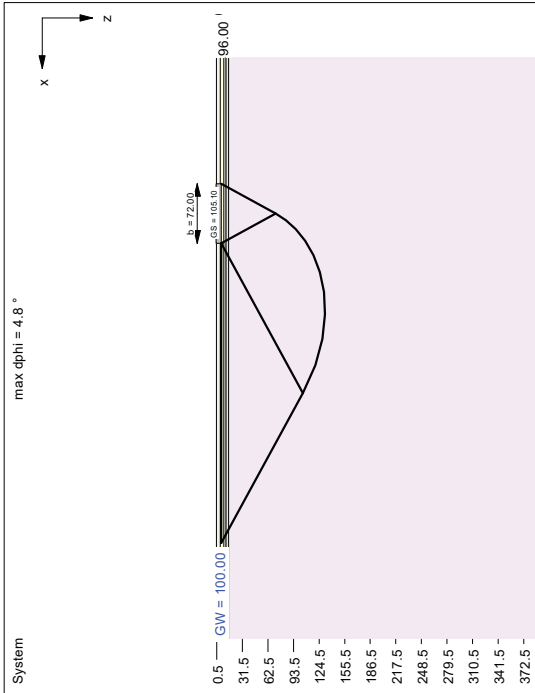
Neubau Herzzentrum und Informatics for Life
Im Neuenheimer Feld in Heidelberg

Setzungsberechnungen

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
20.5/10.5	30.0	7.5	0.00	0.00	15.0	bindige Deckschicht
22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	0.00	60.0	Kiese / Sande 1
22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	0.00	80.0	Kiese / Sande 2
22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	0.00	100.0	Kiese / Sande 3
22.0/13.0	32.5	0.0	0.00	0.00	150.0	Kiese / Sande 3

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_G = 1.50$
Grenzfall mit festem Wert von 35.00 m u. GS
Datei: 2023_11_28_UKBOPLA_10510_Erstbelastung.gdg
--- 1. Kernweite
--- 2. Kernweite

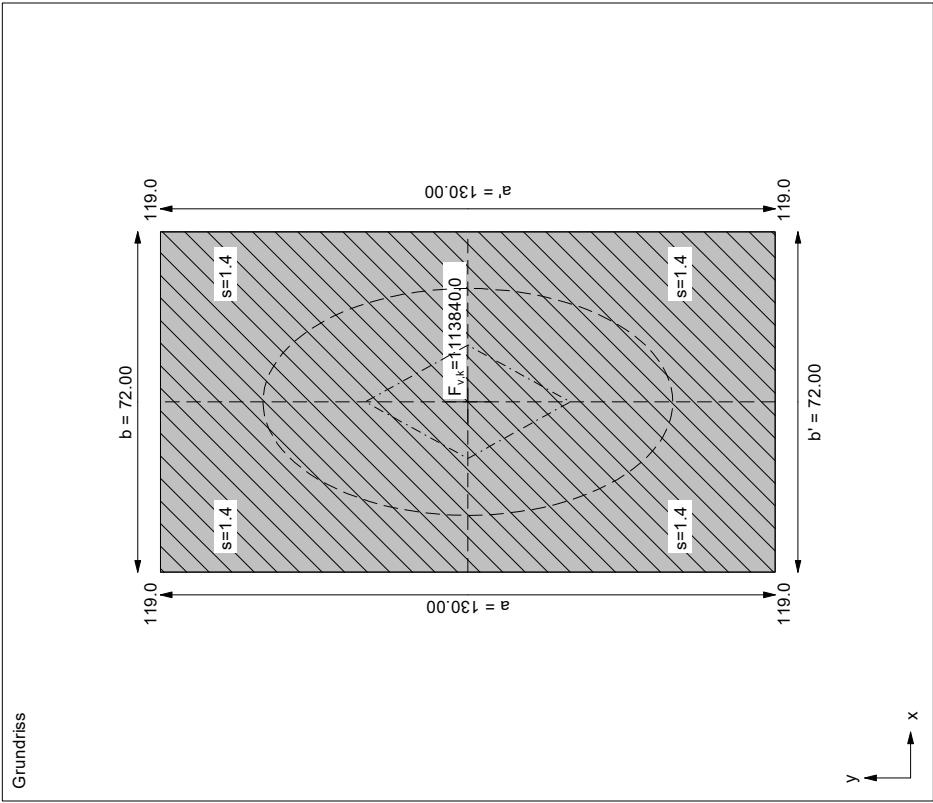
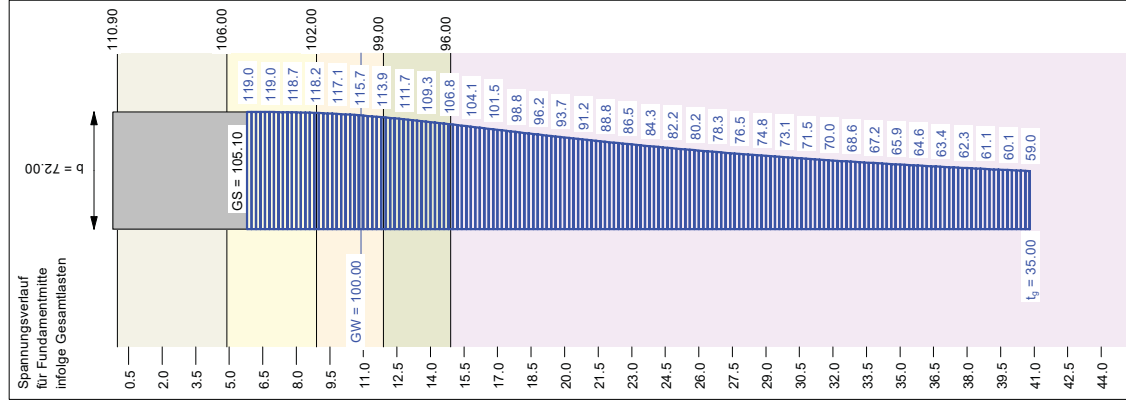
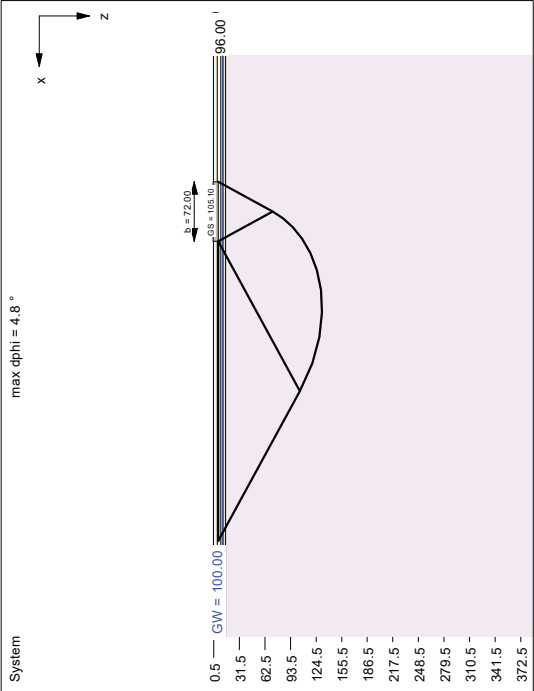
$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{G,dst} = 1.50$
Oberkante Gelände = 110.90 m
Gründungssohle = 105.10 m
Grundwasser = 100.00 m
Datei: 2023_11_28_UKBOPLA_10510_Erstbelastung.gdg
--- 1. Kernweite
--- 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k} = 496080.00 / 496080.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,k,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,k,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Moment $M_{v,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Moment $M_{h,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Länge $a = 130.000$ m
Breite $b = 72.000$ m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge $a' = 130.000$ m
Breite $b' = 72.000$ m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge $a' = 130.000$ m
Breite $b' = 72.000$ m
Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe $t_b = 40.80$ m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 2.44 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 2.44 cm
rechts oben = 2.44 cm
links unten = 2.44 cm
rechts unten = 2.44 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 0.0
Nachweis EQU:
Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stab} = 496080.0 \cdot 72.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 16072992.0$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 16072992.0 = 0.000$
Durchbrüche:
Durchbrüche untersucht,
aber nicht maßgebend.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,v} / \sigma_{R,d} = 16821.2 / 12015.16$ kN/m²
 $R_{n,k} = 157446708.87$ kN
 $R_{n,d} = 112461934.91$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 496080.00 + 1.50 \cdot 496080.00$ kN
 $V_d = 1413828.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.013
cal $\phi = 32.8^\circ$
cal $c = 0.00$ kN/m²
cal $\gamma_2 = 13.57$ kN/m³

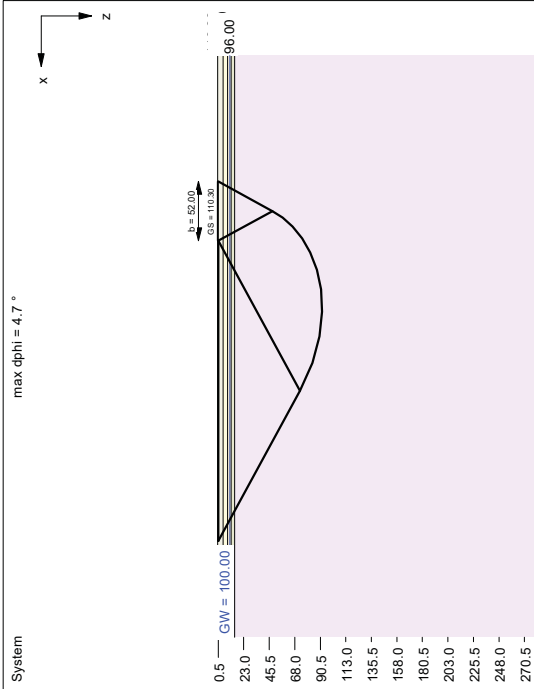
Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{G,atb} = 0.90$
 $\gamma_{G,dst} = 1.50$
Oberkante Gelände = 110.90 m
Gründungssohle = 105.10 m
Grundwasser = 100.00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 35.00 m u. GS
Datei: 2023_11_28_Hz_UKBOPLA_10510_Wiederbelastung.gdg
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_G = 1.50$
Grenzzustand EQU:
- - - - - 1. Kernweite
- - - - - 2. Kernweite

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	20.5/10.5	30.0	7.5	0.00	15.0	bindige Deckschicht
	22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	120.0	Kiese / Sande 1, WB
	22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	160.0	Kiese / Sande 2, WB
	22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	200.0	Kiese / Sande 3, WB
	22.0/13.0	32.5	0.0	0.00	300.0	Kiese / Sande 3, WB

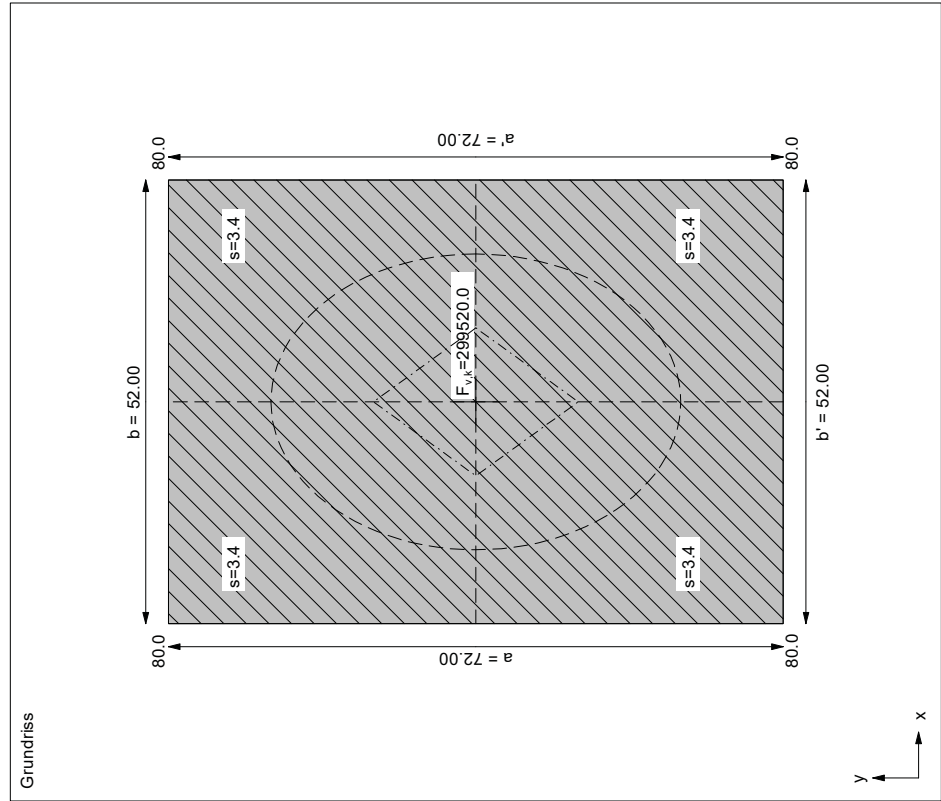
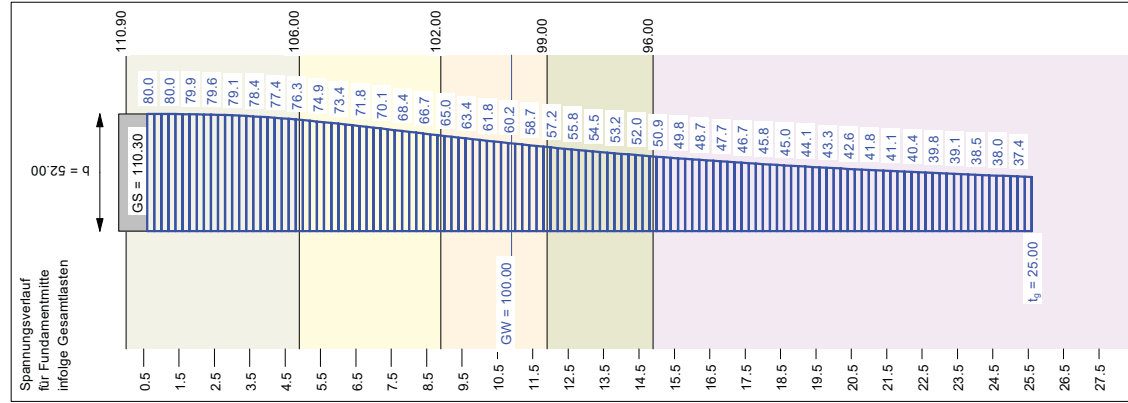


Ergebnisse Einzelfundament:
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k} = 556920.00 / 556920.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,k,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Horizontalalkraft $F_{h,k,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Moment $M_{v,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Moment $M_{h,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Länge $a = 130.000$ m
Breite $b = 72.000$ m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge $a' = 130.000$ m
Breite $b' = 72.000$ m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge $a' = 130.000$ m
Breite $b' = 72.000$ m
Setzungen der KPs:
links oben = 1.37 cm
rechts oben = 1.37 cm
links unten = 1.37 cm
rechts unten = 1.37 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 0.0
Nachweis EQU:
Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{v,ab} = 556920.0 \cdot 72.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 18044208.0$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 18044208.0 = 0.000$
Durchstanzten untersucht,
aber nicht maßgebend.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,v} / \sigma_{B,d} = 16821.2 / 12015.16$ kN/m²
 $R_{n,k} = 157446708.87$ kN
 $R_{n,d} = 112461934.91$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 556920.00 + 1.50 \cdot 556920.00$ kN
 $V_d = 1587222.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.014
cal $\phi = 32.8^\circ$
cal c = 0.00 kN/m²
cal $\gamma_2 = 13.57$ kN/m³






Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	20.5/10.5	30.0	7.5	0.00	15.0	bindige Deckschicht
	22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	60.0	Kiese / Sande 1
	22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	80.0	Kiese / Sande 2
	22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	100.0	Kiese / Sande 3
	22.0/13.0	32.5	0.0	0.00	150.0	Kiese / Sande 3

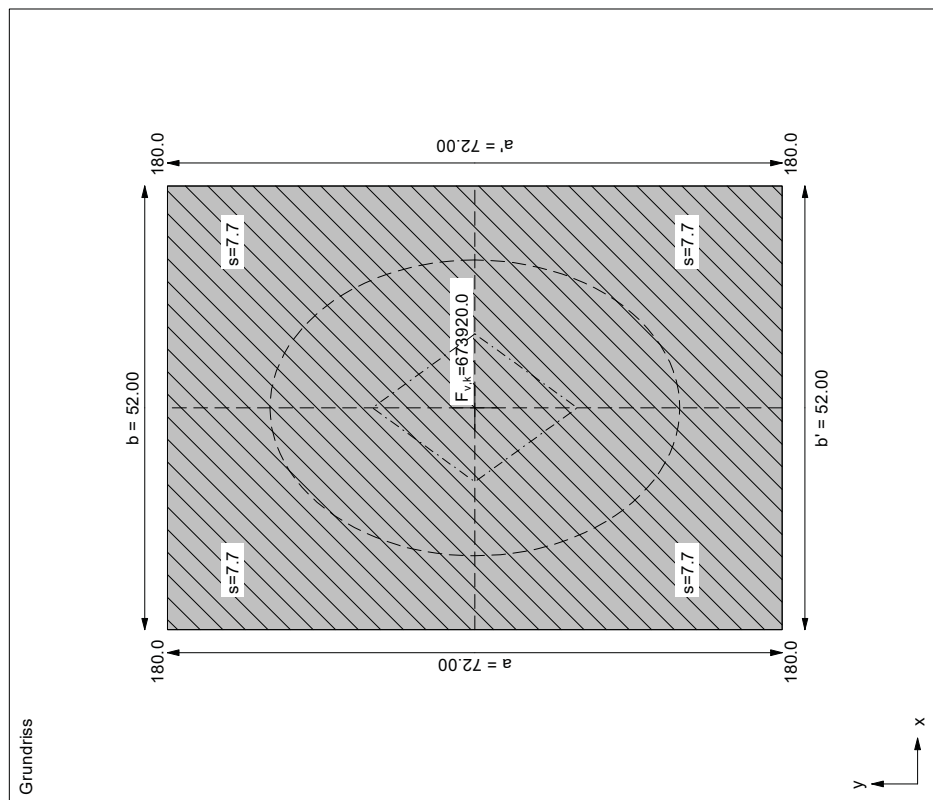
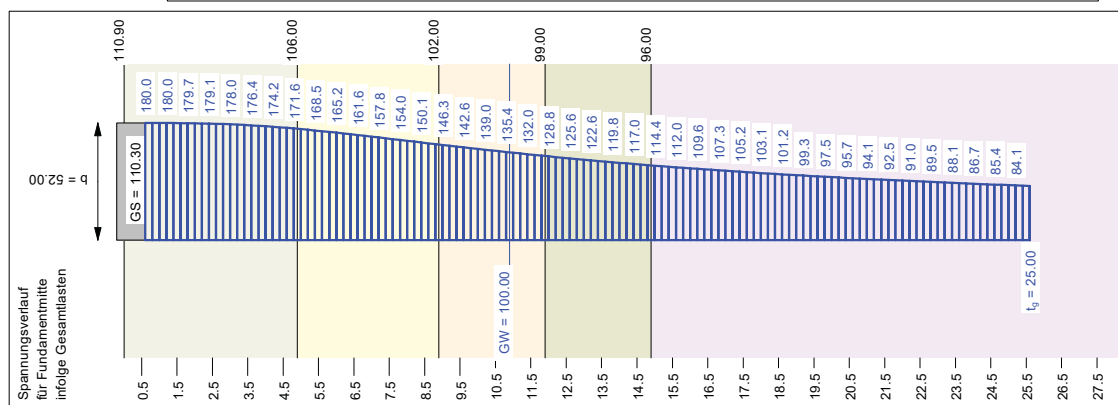
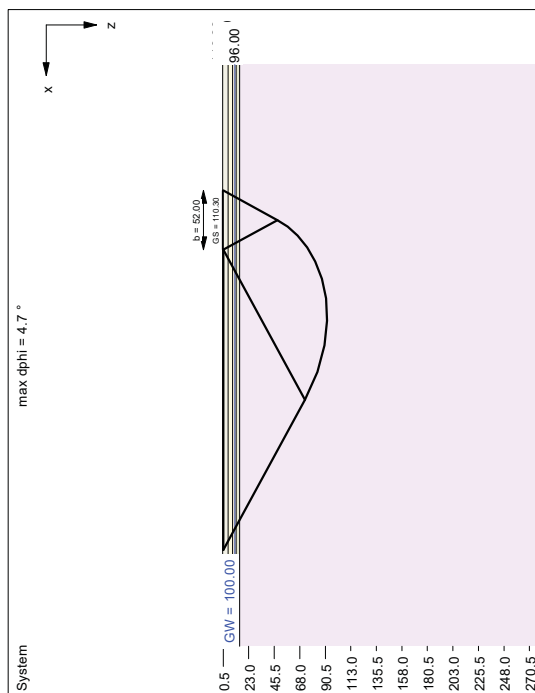


Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_G = 1.50$
Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{G,dst} = 1.50$
Oberkante Gelände = 110.90 m
Gründungssohle = 110.30 m
Grundwasser = 100.00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 25.00 m u. GS
Datei: 2023_11_28_IFL_UKBOPLA_11030_psk080_Erstbelastung.gcd
--- 1. Kernweite
--- 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k} = 149760.00 / 149760.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Moment $M_{v,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Länge $a = 72.000$ m
Breite $b = 52.000$ m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge $a' = 72.000$ m
Breite $b' = 52.000$ m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge $a' = 72.000$ m
Breite $b' = 52.000$ m
Setzungen der KPs:
links oben = 3.43 cm
rechts oben = 3.43 cm
links unten = 3.43 cm
rechts unten = 3.43 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 0.0
Nachweis EQU:
Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stab} = 149760.0 \cdot 52.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 3504384.0$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 3504384.0 = 0.000$
Durchstanz: $\sigma_{R,v} / \sigma_{R,d} = 9814.5 / 7010.32$ kN/m²
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $R_{n,k} = 36745308.78$ kN
 $R_{n,d} = 26248649.13$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 149760.00 + 1.50 \cdot 149760.00$ kN
 $V_d = 426816.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.016
cal $\varphi = 32.9^\circ$
cal $c = 0.27$ kN/m²
cal $\gamma_2 = 14.43$ kN/m³
cal $\sigma_{v0} = 12.30$ kN/m²
UK log. Spirale = 92.14 m u. GOK
Länge log. Spirale = 381.88 m
Fläche log. Spirale = 18344.71 m²
Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 38.17$; $N_{d0} = 25.66$; $N_{d0} = 15.93$
Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.408$; $v_d = 1.392$; $v_b = 0.783$
 μ [V(st), M und H(gesamt)] = 0.008
Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe $t_b = 25.60$ m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 3.43 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 3.43 cm
rechts oben = 3.43 cm
links unten = 3.43 cm
rechts unten = 3.43 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 0.0
Nachweis EQU:
Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stab} = 149760.0 \cdot 52.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 3504384.0$
 $M_{dst} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 3504384.0 = 0.000$

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	20.5/10.5	30.0	7.5	0.00	15.0	bindige Deckschicht
	22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	60.0	Kiese / Sande 1
	22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	80.0	Kiese / Sande 2
	22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	100.0	Kiese / Sande 3
	22.0/13.0	32.5	0.0	0.00	150.0	Kiese / Sande 3



Berechnungsgrundlagen:

Norm: EC 7

Grundbruchformel nach DIN 4017:2006

Teilsicherheitskonzept (EC 7)

$\gamma_{\text{Rkv}} = 1,40$

$\gamma_{\text{G}} = 1,35$

$\gamma_{\text{G}} = 1,50$

Grenzzustand EQU:

$\gamma_{\text{G,alt}} = 0,90$

$\gamma_{\text{G,dst}} = 1,50$

Überante Gelände = 110,90 m

Grundsohle = 110,30 m

Grundwasser = 100,00 m

Grenztiefe mit festem UK von 25,00 m u. GS

Datei: 2023_11_28_IFL_ÜKBOPLA_11030_psk180_Ersbelastung.gdg

----- 1. Kernweite

----- 2. Kernweite

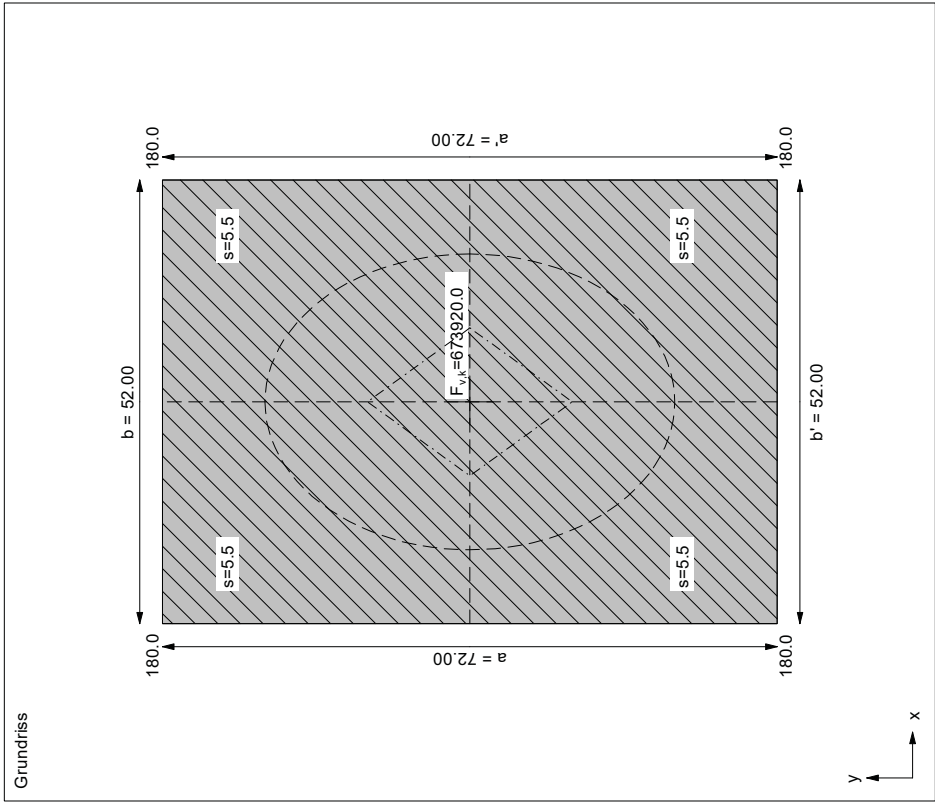
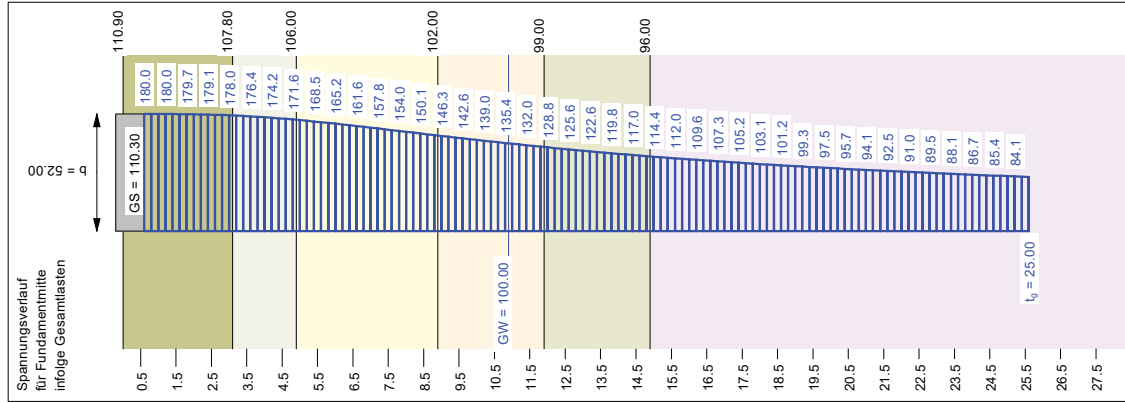
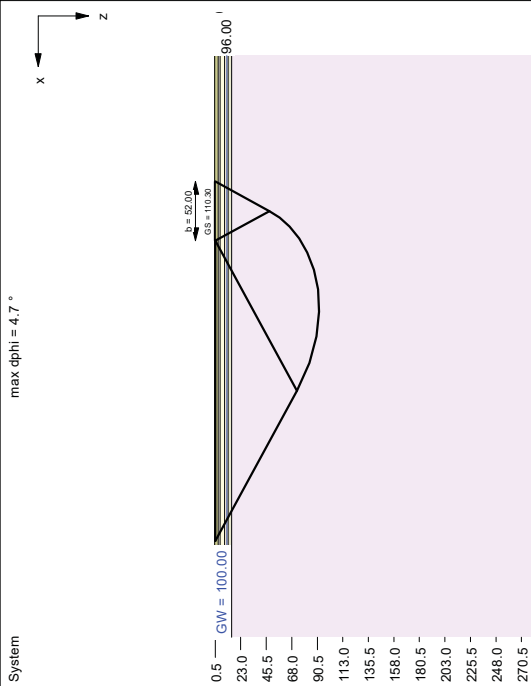
$\gamma_{\text{G,dst}} = 1,10$

<p>Ergebnisse Einzelfundament:</p> <p>Lasten = standig / veränderlich</p> <p>Vertikallast $F_{v,k} = 336960,00 \text{ kN}$</p> <p>Horizontalkraft $F_{h,k} = 0,00 / 0,00 \text{ kN}$</p> <p>Horizontalkraft $F_{h1,k} = 0,00 / 0,00 \text{ kN}$</p> <p>Moment $M_{x,k} = 0,00 / 0,00 \text{ kN}\cdot\text{m}$</p> <p>Moment $M_{y,k} = 0,00 / 0,00 \text{ kN}\cdot\text{m}$</p> <p>Länge a = 72,000 m</p> <p>Breite b = 52,000 m</p> <p>Unter ständigen Lasten:</p> <p>Exzentrizität $e_x = 0,000 \text{ m}$</p> <p>Exzentrizität $e_y = 0,000 \text{ m}$</p> <p>Resultierende im 1. Kern</p> <p>Länge a' = 72,000 m</p> <p>Breite b' = 52,000 m</p> <p>Unter Gesamtlasten:</p> <p>Exzentrizität $e_x = 0,000 \text{ m}$</p> <p>Exzentrizität $e_y = 0,000 \text{ m}$</p> <p>Resultierende im 1. Kern</p> <p>Länge a' = 72,000 m</p> <p>Breite b' = 52,000 m</p> <p>Grundbruch:</p> <p>Durchstanzen untersucht, aber nicht maßgebend.</p> <p>Teilsicherheits (Grundbruch) $\gamma_{R,V} = 1,40$</p> <p>$\sigma_{R,k} / \sigma_{R,d} = 9814,5 / 7010,32 \text{ kN/m}^2$</p> <p>$R_{h,k} = 36745308,78 \text{ kN}$</p> <p>$R_{h,d} = 26246649,13 \text{ kN}$</p> <p>$V_{1,d} = 1,35 \cdot 336960,00 + 1,50 \cdot 336960,00 \text{ kN}$</p> <p>$V_{2,d} = 960336,00 \text{ kN}$</p> <p>$\mu$ (parallel zu x) = 0,037</p> <p>cal $\varphi = 32,9^\circ$</p> <p>cal c = 0,27 kN/m²</p> <p>cal $\gamma_{20} = 14,43 \text{ kN/m}^3$</p>	<p>cal $\sigma_{90} = 12,30 \text{ kN/m}^2$</p> <p>UK log. Spirale = 92,14 m u. GOK</p> <p>Länge log. Spirale = 381,88 m</p> <p>Fläche log. Spirale = 18344,71 m²</p> <p>Tragfähigkeitsbeiwerte (x):</p> <p>$N_{90} = 38,17$; $N_{90} = 25,66$; $N_{90} = 15,93$</p> <p>Formbeiwerte (x):</p> <p>$v_e = 1,408$; $v_d = 1,392$; $v_b = 0,783$</p> <p>μ [V(st), M und H(gesamt)] = 0,017</p> <p>Setzung infolge Gesamtlasten:</p> <p>Grenztiefe $t_b = 25,60 \text{ m u. GOK}$</p> <p>Setzung (Mittel aller KPs) = 7,73 cm</p> <p>Setzungen der KPs:</p> <p>links oben = 7,73 cm</p> <p>rechts oben = 7,73 cm</p> <p>links unten = 7,73 cm</p> <p>rechts unten = 7,73 cm</p> <p>Verdrehung(x) (KP) = 0,0</p> <p>Verdrehung(y) (KP) = 0,0</p> <p>Nachweis EQU:</p> <p>Maßgebend: Fundamentbreite</p> <p>$M_{stab} = 336960,0 \cdot 52,00 \cdot 0,5 \cdot 0,90 = 7884864,0$</p> <p>$M_{dest} = 0,0$</p> <p>$\mu_{EQU} = 0,0 / 7884864,0 = 0,000$</p>
--	---

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	20.5/10.5	30.0	7.5	0.00	60.0	Bodenaustausch
	20.5/10.5	30.0	7.5	0.00	15.0	bindige Deckschicht
	22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	60.0	Kiese / Sande 1
	22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	80.0	Kiese / Sande 2
	22.0/13.0	37.5	0.0	0.00	100.0	Kiese / Sande 3
	22.0/13.0	32.5	0.0	0.00	150.0	Kiese / Sande 3

Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,stab} = 1.10$

$\gamma_{G,stab} = 0.90$
 $\gamma_{Q,stab} = 1.50$
Oberkante Gelände = 110.90 m
Gründungssohle = 110.30 m
Grundwasser = 100.00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 25.00 m u. GS
Datei: 2023_11_28_IFL_UKBOPLA_11030_psk180_Erstbelastung_Bodenaustausch 250 .gdg
- - - - - 1. Kernweite
_ _ _ _ _ 2. Kernweite



Ergebnisse Einzelfundament:
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k} = 336960.00 / 336960.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Moment $M_{v,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Länge $a = 72.000$ m
Breite $b = 52.000$ m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge $a' = 72.000$ m
Breite $b' = 52.000$ m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge $a' = 72.000$ m
Breite $b' = 52.000$ m
Setzungen der KPs:
links oben = 5.48 cm
rechts oben = 5.48 cm
links unten = 5.48 cm
rechts unten = 5.48 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 0.0
Nachweis EQU:
Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stab} = 336960.0 \cdot 52.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 7884864.0$
 $M_{dat} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 7884864.0 = 0.000$
Durchbruch:
Durchstanzungen untersucht,
aber nicht maßgebend.
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\sigma_{R,v} / \sigma_{B,d} = 9814.5 / 7010.32$ kN/m²
 $R_{n,k} = 36745308.78$ kN
 $R_{n,d} = 26248649.13$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 336960.00 + 1.50 \cdot 336960.00$ kN
 $V_d = 960336.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.037
cal $\varphi = 32.9^\circ$
cal $c = 0.27$ kN/m²
cal $\gamma_2 = 14.43$ kN/m³

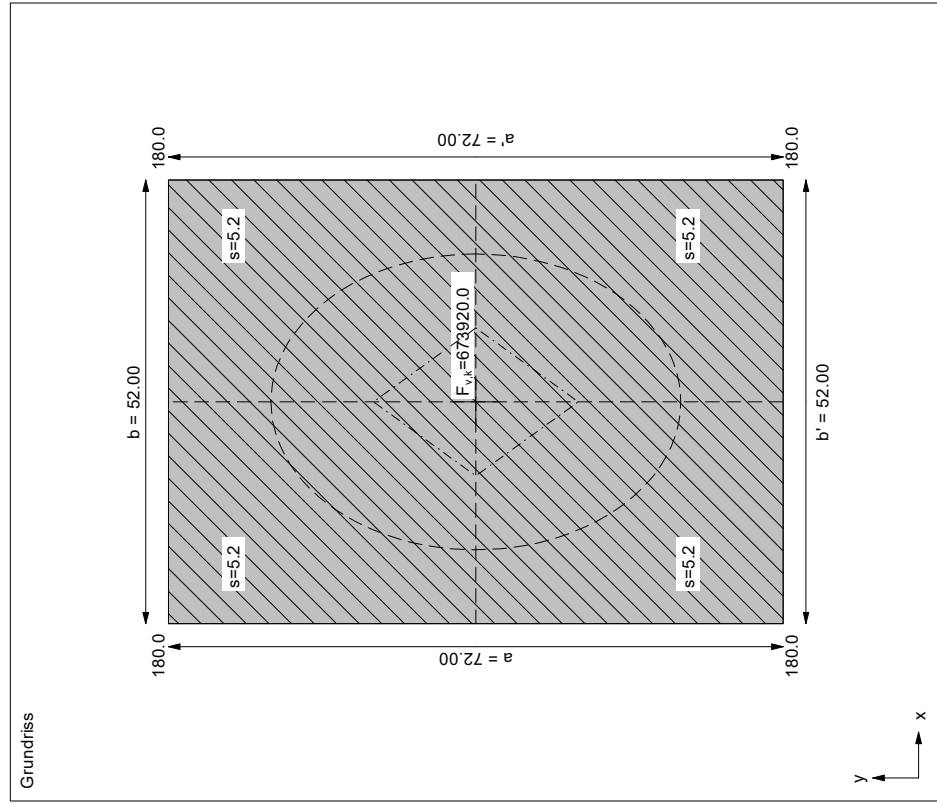
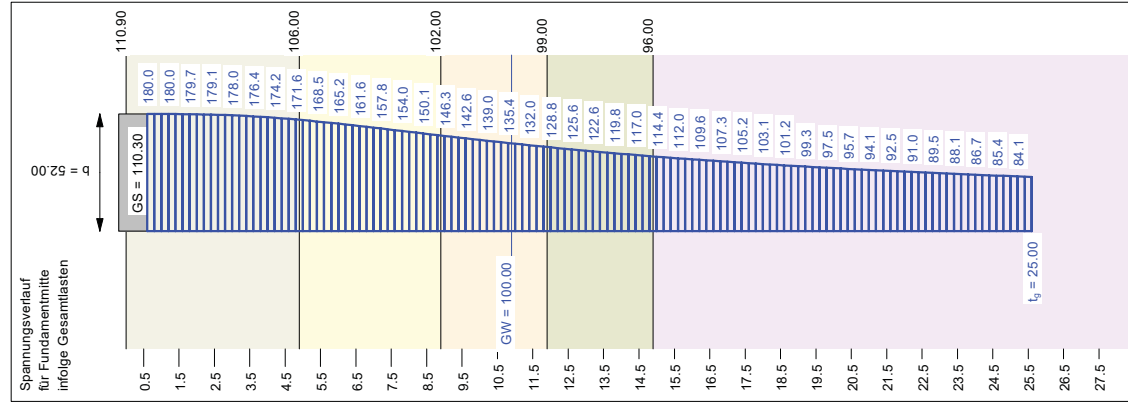
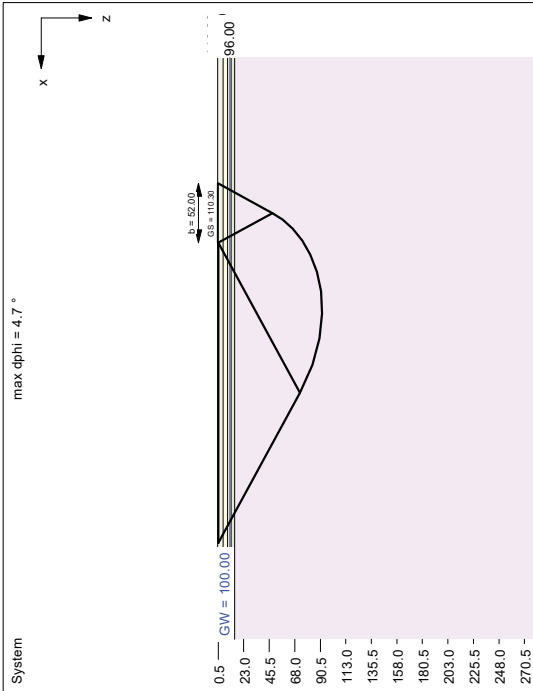
cal $\sigma_{v0} = 12.30$ kN/m²
UK log. Spirale = 92.14 m u. GOK
Länge log. Spirale = 381.88 m
Fläche log. Spirale = 18344.71 m²
Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{u0} = 38.17$; $N_{u0} = 25.66$; $N_{u0} = 15.93$
Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.408$; $v_d = 1.392$; $v_b = 0.783$
 μ [V(st), M und H(gesamt)] = 0.017
Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe $t_b = 25.60$ m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 5.48 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 5.48 cm
rechts oben = 5.48 cm
links unten = 5.48 cm
rechts unten = 5.48 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0.0
Verdrehung(y) (KP) = 0.0
Nachweis EQU:
Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stab} = 336960.0 \cdot 52.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 7884864.0$
 $M_{dat} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 7884864.0 = 0.000$

Berechnungsgrundlagen:

Norm: EC 7
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
 $\gamma_{R,v} = 1,40$
 $\gamma_G = 1,35$
 $\gamma_Q = 1,50$
Grenzzustand EQU:
 $\gamma_{G,stab} = 1,10$

$\gamma_{G,stab} = 0,90$
 $\gamma_{Q,stab} = 1,50$
Oberkante Gelände = 110,90 m
Gründungssohle = 110,30 m
Grundwasser = 100,00 m
Grenztiefe mit festem Wert von 25,00 m u. GS
Datei: 2023_11_28_IFL_UKBOPLA_11030_psk180_Erstbelastung_Ton_vergütet_F2.gdg
--- 1. Kernweite
--- 2. Kernweite

Boden	γ/γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	v [-]	E_s [MN/m ²]	Bezeichnung
	20,5/10,5	30,0	7,5	0,00	30,0	bindige Deckschicht, verg. 2,0
	22,0/13,0	37,5	0,0	0,00	60,0	Kiese / Sande 1
	22,0/13,0	37,5	0,0	0,00	80,0	Kiese / Sande 2
	22,0/13,0	37,5	0,0	0,00	100,0	Kiese / Sande 3
	22,0/13,0	32,5	0,0	0,00	150,0	Kiese / Sande 3



Ergebnisse Einzelfundament:
Lasten = ständig / veränderlich
Vertikallast $F_{v,k} = 336960.00 / 336960.00$ kN
Horizontalkraft $F_{h,k} = 0.00 / 0.00$ kN
Moment $M_{v,k} = 0.00 / 0.00$ kN·m
Länge $a = 72.000$ m
Breite $b = 52.000$ m
Unter ständigen Lasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge $a' = 72.000$ m
Breite $b' = 52.000$ m
Unter Gesamtlasten:
Exzentrizität $e_x = 0.000$ m
Exzentrizität $e_y = 0.000$ m
Resultierende im 1. Kern
Länge $a' = 72.000$ m
Breite $b' = 52.000$ m
Setzungen der KPs:
links oben = 5,18 cm
rechts oben = 5,18 cm
links unten = 5,18 cm
rechts unten = 5,18 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0,0
Verdrehung(y) (KP) = 0,0
Nachweis EQU:
Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stab} = 336960.0 \cdot 52.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 7884864.0$
 $M_{dat} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 7884864.0 = 0.000$
Durchbruch:
aber nicht maßgebend:
Teilsicherheit (Grundbruch) $\gamma_{R,v} = 1,40$
 $\sigma_{R,v} / \sigma_{B,d} = 9814.5 / 7010.32$ kN/m²
 $R_{n,k} = 36745308.78$ kN
 $R_{n,d} = 26248649.13$ kN
 $V_d = 1.35 \cdot 336960.00 + 1.50 \cdot 336960.00$ kN
 $\mu = 960336.00$ kN
 μ (parallel zu x) = 0.037
cal $\varphi = 32.9^\circ$
cal c = 0.27 kN/m²
cal $\gamma_2 = 14.43$ kN/m³

cal $\sigma_{v0} = 12.30$ kN/m²
UK log. Spirale = 92.14 m u. GOK
Länge log. Spirale = 381.88 m
Fläche log. Spirale = 18344.71 m²
Tragfähigkeitsbeiwerte (x):
 $N_{d0} = 38.17$; $N_{d0} = 25.66$; $N_{d0} = 15.93$
Formbeiwerte (x):
 $v_c = 1.408$; $v_d = 1.392$; $v_b = 0.783$
 μ [V(st), M und H(gesamt)] = 0.017
Setzung infolge Gesamtlasten:
Grenztiefe $t_b = 25.60$ m u. GOK
Setzung (Mittel aller KPs) = 5.18 cm
Setzungen der KPs:
links oben = 5,18 cm
rechts oben = 5,18 cm
links unten = 5,18 cm
rechts unten = 5,18 cm
Verdrehung(x) (KP) = 0,0
Verdrehung(y) (KP) = 0,0
Nachweis EQU:
Maßgebend: Fundamentbreite
 $M_{stab} = 336960.0 \cdot 52.00 \cdot 0.5 \cdot 0.90 = 7884864.0$
 $M_{dat} = 0.0$
 $\mu_{EQU} = 0.0 / 7884864.0 = 0.000$