



**Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH**

GGU mbH • Am Hafen 22 • 38112 Braunschweig

Gemeinde Lehre
Marktstraße 10
38165 Lehre

Braunschweig
Telefon +49 (0)531 / 312895
Telefax +49 (0)531 / 313074
www.ggu.de
post-bs@ggu.de

Baugrund
Grundwasser
Umwelttechnik / Altlasten
Damm- und Deichbau
Straßen- und Erdbau
Spezialtiefbau
Deponiebau
Kunststofftechnik
Software-Entwicklung

26.06.2023

Flechtorf, Alte Berliner Straße 30
Neubau Sporthalle
Ergänzende Baugrunderkundungen und Geotechnischer Bericht

Baugrunderkundung
Feldmesstechnik
Prüflabore für Boden
Prüflabor für Kunststoff
Inspektionsstelle

Braunschweig
Magdeburg
Öhringen
Schwerin

Bericht: 12300/2023

Verteiler: Gemeinde Lehre
o.fiedler@gemeinde-lehre.de

1-fach
pdf

Die Planschmiede 2KS
Alte Molkerei 4
29386 Hankensbüttel
ca.buhr@dieplanschmiede.com

pdf

martens+puller Ingenieurgesellschaft mbH
Wilhelmstraße 20
38100 Braunschweig
mp.sh-flechtorf@martens-puller.de

pdf

Beratende Ingenieure VBI,
BDB, DWA, DGGT, ITVA, BWK
Sachverständige für
Erd- und Grundbau
Vereidigte Sachverständige

Bearbeiter: Stoewahse

Amtsgericht Braunschweig
HRB 9354
Geschäftsführer:
Prof. Dr.-Ing. Johann Buß,
Dr.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Peter Grubert, M.Sc.,
Dr.-Ing. Carl Stoewahse
Dipl.-Ing. Birk Kröber

Inhalt

1	Vorbemerkung.....	5
2	Unterlagen	5
3	Bauvorhaben.....	6
4	Baugrundverhältnisse.....	8
4.1	Erkundungen.....	8
4.2	Geologie.....	10
4.3	Baugrundaufbau.....	10
4.4	Rammsondierungen.....	12
4.5	Laborversuche	13
4.6	Bodenklassen	13
4.7	Grundwasser.....	14
5	Bodenkenngößen.....	15
6	Grundbautechnische Auswertung	16
6.1	Bewertung der Tragfähigkeit	16
6.2	Gründungskonzept.....	16
6.3	Setzungsberechnungen	18
6.4	Maßnahmen.....	21
6.5	Feuchteschutz.....	23
6.6	Bemessungsangaben und Setzungen.....	23
7	Homogenbereiche.....	24
8	Zusammenfassung.....	25

Abbildungen

Abbildung 1:	Auszug aus der geologischen Karte von Niedersachsen.....	10
Abbildung 2:	Verformungen (aus Sommer, 1980).....	20
Abbildung 3:	Schadenskriterium für Winkelverdrehungen (Grundbau-Taschenbuch, 5. Auflage, Teil 1).....	20
Abbildung 4:	Bemessungsbodenprofile.....	23

Tabellen

Tabelle 1:	Grundwasserstände	14
------------	-------------------------	----

Anlagen

Anlage 1	Lagepläne
Anlage 1.1	Übersichtslageplan
Anlage 1.2	Lageplan 1 (Kirchhoff, 1974)
Anlage 1.3	Lageplan 2 (GGU, 2005-2019)
Anlage 1.4	Lageplan 3 (UNTEG, 2021-2023)
Anlage 1.5	Lageplan 4 (GGU, 2023)
Anlage 1.6	Lageplan 5 – alle Bohrungen
Anlage 2	Bodenprofile
Anlage 2.1	Bodenprofil BKF 42
Anlage 2.2	Bodenprofil I
Anlage 2.3	Bodenprofil II
Anlage 2.4	Bodenprofil III
Anlage 2.5	Bodenprofil IV
Anlage 2.6	Bodenprofil V
Anlage 2.7	Bodenprofil VI
Anlage 2.8	Bodenprofil VII
Anlage 2.9	Ausdehnung der Torfschicht
Anlage 2.10	Sondierdiagramme
Anlage 3	Laborversuche
Anlage 3.1	Körnungslinien
Anlage 3.1.1	BKF 42
Anlage 3.1.2	aus GGU-Bericht 10725/2019
Anlage 3.2	Zustandsgrenzen

Anlage 3.3	Kompressionsversuche
Anlage 3.3.1	Druck-Setzungs-Versuch, BKF 42, 2,95 – 3,4 m
Anlage 3.3.2	Zeit-Setzungs-Versuch, BKF 42, 2,95 – 3,4 m
Anlage 3.3.3	Druck-Setzungs-Versuch, BKF 42, 9,5 – 10,5 m
Anlage 3.3.4	Zeit-Setzungs-Versuch, BKF 42, 9,5 – 10,5 m
Anlage 4	Gründung
Anlage 4.1	Gründungskonzept – baugrundverbessernde Maßnahmen
Anlage 4.2	Setzungsberechnungen
Anlage 4.2.1	System
Anlage 4.2.2	Bauabschnitt 1 – Linien gleicher Setzungen
Anlage 4.2.3	Bauabschnitt 2 – Linien gleicher Setzungen
Anlage 4.2.4	Bauabschnitt 2 – Linien gleicher Winkelverdrehungen
Anlage 4.2.5	Bauabschnitt 2 – Winkelverdrehungen mit Zusatzmaßnahmen
Anlage 4.3	Streifenfundamente
Anlage 4.3.1	Bemessungsprofil West
Anlage 4.3.2	Bemessungsprofil Mitte
Anlage 4.3.3	Bemessungsprofil Ost
Anlage 5	Homogenbereiche
Anlage 5.1	Homogenbereich I: Auffüllungen (nicht bindig), Sand
Anlage 5.2	Homogenbereich II: Auffüllungen (bindig)
Anlage 5.3	Homogenbereich III: Torf

1 Vorbemerkung

In Flechtorf ist an der Alten Berliner Straße der Neubau der Sporthalle geplant. Die vorhandene Halle wird zurückgebaut und durch einen größeren Neubau ersetzt.

Für den Bestand und den Neubau liegen Ergebnisse mehrerer Baugrunderkundungen vor. Zur näheren Beschreibung der bodenmechanischen Eigenschaften einer in Teilbereichen vorhandenen Torfschicht wurde ergänzend eine verrohrte Trockenbohrung mit durchgehender Kernentnahme abgeteuft und bodenmechanische Laborversuche durchgeführt.

In diesem Bericht werden die vorliegenden Baugrunderkundungen ausgewertet. Ein Gründungskonzept für die neue Sporthalle wird entwickelt und erdstatische Berechnungen zum Setzungsverhalten durchgeführt. Bemessungswerte für die Gründung werden angegeben.

2 Unterlagen

Zur Bearbeitung standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Bestandspläne Alte Halle, Lagepläne, Schnitte, Ansichten, Architekturbüro Schidor+Hanne, Braunschweig, 21.03.1975
- [2] Auszug Bestandstatik Gründung (2 Seiten Text), Positions- und Bewehrungspläne Fundamente und Bodenplatte, Dipl.-Ing. Heinrich Harden, Braunschweig, 1975
- [3] Gründung Turnhalle 1976, Aktennotiz, ohne Verfasser und Datum
- [4] Fundamentplan Funktionstrakt, ohne Verfasser und Datum, aus [10] entnommen
- [5] Deckblatt zum Lageplan, Neubau Sporthalle mit Parkplatzanlage an der GS Flechtorf, Die Planschmiede 2KS, Wolfsburg, 09.12.2022
- [6] Grundriss Erdgeschoss, Neubau Sporthalle mit Parkplatzanlage an der GS Flechtorf, Die Planschmiede 2KS, Wolfsburg, 09.12.2022
- [7] Schnitte A, B, Neubau Sporthalle mit Parkplatzanlage an der GS Flechtorf, Die Planschmiede 2KS, Wolfsburg, 09.12.2022
- [8] Probebohrungen und Baugrunduntersuchung, Dr.-Ing. Friedrich Kirchhoff, Braunschweig, 28.01.1974
- [9] Flechtorf, Neubau Kindergarten – Baugrunderkundung, Bericht 5839/05, GGU, Braunschweig, 26.10.2005
- [10] Flechtorf, Funktionstrakt an der Sporthalle, Baugrunderkundung und Schurtaufnahme, Bericht 6838/08, GGU, Braunschweig, 20.06.2008
- [11] Flechtorf, Funktionstrakt an der Sporthalle, Baugrunderkundung und Gründungsgutachten, Bericht 6838.2/08, GGU, Braunschweig, 21.08.2008
- [12] Lehre-Flechtorf, Alte Berliner Straße, Neubau Zweifeld-Sporthalle – Baugrund- und Gründungsgutachten, Bericht 10725/2019, GGU, Braunschweig, 15.02.2019
- [13] BV Neubau Sporthalle GS in Flechtorf – Baugrundgutachten, Bericht WF-5572, UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, 05.11.2021

- [14] BV Neubau Sporthalle Lehre-Flechtorf – Baugrundgutachten, Bericht WF-6061, UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, 31.05.2022
- [15] BV Neubau Sporthalle Lehre-Flechtorf, 1. BA – Ergänzende Baugrunderkundungen “Eingrenzungssondierungen Torflinse“, Bericht WF-6323, UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, 27.10.2022
- [16] BV Neubau Sporthalle Lehre-Flechtorf, 1. BA – Ergänzende Baugrunderkundungen “Eingrenzungssondierungen Torflinse“, Bericht WF-6323.3, UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, 31.01.2023
- [17] BV Neubau Sporthalle Lehre-Flechtorf, Schriftsatz zur Gründung, UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, 22.11.2023
- [18] Lastenpläne OK Gründung, martens+puller Ingenieurgesellschaft mbH, Braunschweig, E-Mail, 05.05.2023

3 Bauvorhaben

Die Baufläche liegt in Flechtorf auf dem Grundstück Alte Berliner Straße 30 nördlich der Grundschule und der Kindertagesstätte (Anlage 1.1).

Die Fläche ist noch mit der alten Sporthalle bebaut. Nördlich der alten Halle befinden sich mit Verbundpflaster befestigte Parkplätze. Südlich und östlich an der alten Halle sind Beete mit Büschen bepflanzt. Nach Osten liegt die asphaltierte Zufahrt zur Grundschule. Die Geländehöhen liegen zwischen rd. 87,5 mNHN im Südwesten und rd. 91 mNHN im Osten.

Die alte Halle misst im Grundriss rd. 36 m x rd. 23 m. Die Sporthalle soll über 90 Kies- oder Schotterstopfsäulen tief gegründet worden sein ([2] und [3]). Genaue Planunterlagen hierüber liegen nicht vor.

Nach Aussagen eines Zeitzeugen, der zum Zeitpunkt der Felduntersuchungen 2008 [10] vor Ort war, sind beim Bau der Sporthalle Stopfsäulen mit großem Gerät hergestellt worden. Herr Neigel war bis 1980 an der Schule als Lehrer tätig und verfolgte damals interessiert den Neubau der Sporthalle. Nach seinen Schilderungen kann auf dem Standort des Hallenfelds von Stopfsäulen sicher ausgegangen werden. Am Funktionsgebäude kann er sich nur noch an die Herstellung der Fundamente erinnern. Ob auch hier Stopfsäulen vorhanden sind, konnte er aus seiner Erinnerung nicht bestätigen.

Im Süden der Halle schließt ein Funktionstrakt an. Im Westen des Funktionstrakts ist ein Kellerraum vorhanden. Der Funktionstrakt hat Abmessungen von etwa 29,5 m x 8,8 m. Die OKFF EG liegt auf 88,80 mNHN, der Kellerraum auf 86,32 mNHN [10].

Die Gründung des Funktionsgebäudes wurde unter den Außen- und den Innenwänden über Streifenfundamente $b/d = 30 / 100$ cm ausgeführt. Etwa auf der Mittelachse sind

Fundamentverstärkungen b/d/h = 180 / 80 / 100 cm vorhanden. Nach den Ausführungsplänen des KG wurde dieses nach dem Schnitt d-d auf 1 m tiefen und 36,5 cm breiten Streifenfundamenten gegründet. Die Bodenplatte des KG ist 14 cm dick [4].

Der Funktionstrakt weist im westlichen Teil Risse im Mauerwerk auf, die auf setzungsempfindliche Böden im Untergrund hinweisen. Im mittleren und östlichen Teil sind keine Risse vorhanden.

Die neue Halle misst im Grundriss rd. 36 m x rd. 58 m. Sie überbaut etwa die Hälfte der Fläche der alten Halle und den Bereich östlich der alten Halle (s. Lageplan in Anlage 1.2). Sie ist als Zweifeldhalle mit einem Spielfeld von 22 m x 45 m geplant. Im Süden schließen sich Geräteräume an und im Norden der Funktionsbereich mit Sanitär-, Umkleide- und Technikräumen. Baunull bzw. OK FF EG Neue Halle sind mit 88,50 mNHN angegeben.

Die derzeitige Planung sieht die Errichtung der neuen Halle in zwei Bauabschnitten vor. Im 1. BA wird der östliche Teil neben der Bestandshalle gebaut. Wenn dieser in Betrieb genommen werden kann, wird die alte Halle abgerissen und der westliche 2. Bauabschnitt gebaut.

Folgende Höhenangaben liegen vor:

	BN	mNHN
OK FF EG Funktionstrakt Alte Halle		rd. 88,8
OK FF Spielfeld Alte Halle		rd. 88,0
OK FF KG Funktionstrakt Alte Halle		rd. 86,32
OK FF EG Neue Halle	0,00	88,50
Gelände		87,5 bis rd. 91,0

4 Baugrundverhältnisse

4.1 Erkundungen

Mit den Unterlagen [8] bis [16] liegen Daten aus verschiedenen Baugrunderkundungen für die alte Halle, den südlich gelegenen Kindergarten und den Hallenneubau vor.

1974 wurden für den Bau der alten Halle von Dr. Friedrich Kirchhoff

- 8 Trockenbohrungen Ø 230 mm im Schneckenbohrverfahren bzw. mit Schappe oder Ventilbohrer (B nach DIN EN ISO 22475-1) bis max. 15 m Tiefe und
- 8 Leichte Rammsondierungen (DPL-5)

ausgeführt. Die Lage dieser Bohrungen ist in Anlage 1.2 dargestellt. Die Rammsondierungen werden nicht weiter ausgewertet, da sich die Lagerungsverhältnisse der Böden unter der alten Halle infolge der Baugrundverbesserung geändert haben.

2005 wurden von der GGU

- 6 Kleinrammbohrungen (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1) bis 5 m Tiefe

für den Bau der Kindertagesstätte südlich der alten Halle niedergebracht [9]. Drei dieser Bohrungen werden für die jetzige Baumaßnahme ausgewertet.

Am Funktionstrakt der alten Halle wurden von der GGU 2008 Schürfe zur Erkundung der Gründungssituation angelegt und

- 6 Kleinrammbohrungen (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1) bis 5 m Tiefe

abgeteuft ([10] und [11]).

Mit den ersten Planungen für eine neue Sporthalle östlich des Bestands wurde 2019 der Baugrund durch die GGU mit

- 6 Kleinrammbohrungen (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1) bis 7 m Tiefe und
- 4 Rammsondierungen (DPL-5 nach TP BF-StB, Teil B 15.1) bis max. 5 m Tiefe

erkundet [12]. Die Lage der von 2005 bis 2019 durch die GGU ausgeführten Bohrungen ist im Lageplan in Anlage 1.3 dargestellt.

Ebenfalls für diesen Hallenstandort wurden 2021 durch die UNTEG GmbH, Wolfenbüttel,

- 5 Kleinrammbohrungen (KRB nach DIN EN ISO 22475-1) bis 7 m Tiefe

ausgeführt [13]. Weiter wurde 2022 und 2023 von UNTEG der Baugrund im Bereich des 1. BA der neuen Halle in mehreren Bohrkampagnen mit

- 14 Kleinrammbohrungen (KRB nach DIN EN ISO 22475-1) bis 7 m Tiefe

erkundet ([14], [15], [16]). Die Lage der von UNTEG ausgeführten Bohrungen ist in Anlage 1.4 dargestellt. Da die Zählung der UNTEG-Bohrungen mehrfach bei 1 beginnt, wurden diese neu nummeriert in die Bohrungen KRB 11/5572 ff., KRB 21/6061 ff. und KRB 31/6323 ff., wobei die hintere Zahl die Berichtsnummer von UNTEG kennzeichnet.

In den GGU-Berichten zur Kita und zum Funktionstrakt wurden auch Korngrößenverteilungen der anstehenden Böden sowie Wassergehalte und Glühverluste des Torfs dokumentiert. In den UNTEG-Berichten fehlen diese Daten. Auch lagen keine Ergebnisse von Kompressionsversuchen zur Beurteilung des Setzungsverhaltens der Torfschicht vor.

Zur Gewinnung von Bohrkernen höherer Güteklasse für entsprechende Laborversuche wurde am 22.03.23

- 1 Trockenbohrung Ø 219 mm im Rammkernbohrverfahren mit durchgehender Kernentnahme (BKF nach DIN EN ISO 22475-1) bis 10 m Tiefe

abgeteuft. Diese Bohrung wurde als BKF 42 bezeichnet. Ihre Lage ist in Anlage 1.5 dargestellt.

Und am 14.04.2023 wurden im Osten des Baufeldes

- 4 Schwere Rammsondierungen (DPH nach DIN EN ISO 22476-2) bis 10 m Tiefe

niedergebracht. Die Lage der Sondieransatzpunkte DPH 51 bis DPH 54 ist in Anlage 1.5 dargestellt.

In Anlage 1.6 ist der Grundriss der neuen Halle mit allen Bohrungen und den neuen Rammsondierungen dargestellt.

4.2 Geologie

Gemäß der geologischen Karte von Niedersachsen liegt das Baufelds im Bereich einer holozänen Rinne (Flachmoor), die aufgefüllt (Abbildung 1) wurde. Östlich, im Bereich des Gemeindehauses lagert oberflächennah Geschiebelehm.

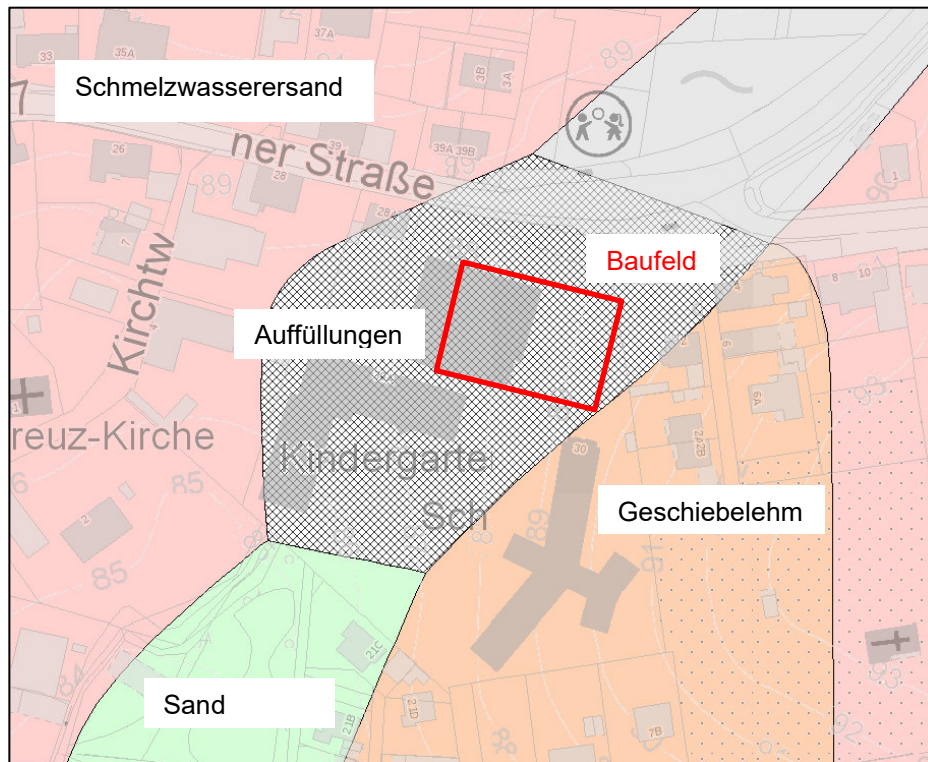


Abbildung 1: Auszug aus der geologischen Karte von Niedersachsen

4.3 Baugrundaufbau

In Anlage 2.1 ist das Bodenprofil der Bohrung BKF 42 zusammen mit Fotos der Bohrkerns dargestellt.

Anlage 2.2 bis Anlage 2.8 enthalten Profilschnitte in Süd-Nord-Richtung mit ausgewählten Bohrungen. Der Übersichtlichkeit halber wurden nicht alle Bohrungen in die Schnitte aufgenommen, sondern nur die, die ein repräsentatives Bild des Baugrundaufbaus liefern.

Die Höhen der Bohransatzpunkte wurden nicht in allen Fällen in absoluten Werten (NN-Höhen) angegeben. Sie wurden so weit rekonstruiert, dass alle dargestellten Bohrungen einen einheitlichen Höhenbezug haben.

Zu den verschiedenen Zeitpunkten der Baugrunderkundungen war die Baufläche teilweise bepflanzt oder mit Pflaster befestigt.

Im Bereich der Pflanzungen wurde oberflächennah

Mutterboden

angetroffen.

In den befestigten Flächen folgt unter dem Pflaster eine

Tragschicht aus Sand und Kies.

Darunter folgt im westlichen Teil der Baufläche, auch unter der alten Halle eine

Auffüllung

aus schluffigem Ton, teilweise mit Ziegelstücken

in steifer Konsistenz. In den UNTEG-Bohrungen wurde dieser Ton nicht als Auffüllung angesprochen. In Bohrung B 4/1974 liegt der Ton über einer alten Schicht Mutterboden und ist somit als aufgefüllter Boden zu betrachten. Diese Auffüllung aus Ton endet östlich der alten Halle relativ scharf abgegrenzt.

Unter der tonigen Auffüllung folgt bis rd. 3 m unter Gelände

Sand,

der im östlichen Teil bereits unter der Tragschicht des Pflasters bzw. dem Mutterboden ansteht.

Im westlichen Teil des Untersuchungsgebiets, unter der Bestandshalle und südlich im Bereich der Kita wurde

Torf

erbohrt. Die größte Mächtigkeit von rd. 1,5 m hat die Torfschicht im westlichen Teil des Funktionstrakts der alten Halle, der auch Risse im Mauerwerk aufweist. Die Mächtigkeit der Torfschicht ist als Isolinienplan in Anlage 2.9 dargestellt. Nach Osten und Nordosten hin läuft die Torfschicht aus. Wie bei der tonigen Auffüllung zeigt sich auch hier eine verhältnismäßig

scharfe Abgrenzung des Torfvorkommens. Östlich der alten Halle, also im 1. BA der neuen Halle wurde kein Torf mehr erbohrt.

Darunter steht mitteldicht bis dicht gelagerter

Sand

mit unterschiedlich großen schluffigen und kiesigen Anteilen an.

Zur Tiefe folgt

stark toniger Schluff

in steifer bis halbfester Konsistenz.

Nach Osten hin, in Richtung des Gemeindehauses sind die Mächtigkeiten der Auffüllungen geringer und betragen rd. 1,0 m. Hier folgt der gewachsene Boden als

Geschiebelehm,

bestehend aus schwach tonigem Schluff mit Sand- und Kiesanteilen sowie einer steifen Konsistenz. Ab rd. 2,3 m Tiefe steht Sand mit tendenziell geringeren Schluff- und höheren Kiesanteilen an.

4.4 Rammsondierungen

Um Aussagen über die Lagerungsdichte der Sandschichten im 1. BA östlich der alten Halle zu erhalten, wurden 4 Schwere Rammsondierungen (DPH) bis 10 m Tiefe niedergebracht.

Bei Rammsondierungen wird eine definierte Rammspitze mit definierter Rammenergie in den Boden eingetrieben. Als Maß für die Lagerungsdichte und die Tragfähigkeit des durchteuften Bodens gelten die gemessenen Schlagzahlen pro 10 cm Eindringtiefe der Spitze.

Die Rammdiagramme sind in der Anlage 2.10 aufgetragen.

In den oberen 3 m unter Gelände wurden vergleichsweise geringe Schlagzahlen festgestellt, die einer eher lockeren Lagerung entsprechen, aber auch durch höhere Schluffanteile bedingt sein können.

Darunter nehmen im Westen des 1. BA die Schlagzahlen zu und es wurden mitteldichte bis dichte Lagerungen festgestellt. In den beiden östlichen Rammsondierungen wurden auch zur

Tiefe geringere Schlagzahlen ermittelt, die einer lockeren bis mitteldichten Lagerung entsprechen.

4.5 Laborversuche

An ausgewählten Proben aus der Bohrung BKF 42 wurden Laborversuche zur bodenmechanischen Klassifikation und zur Zusammendrückbarkeit durchgeführt.

Die Korngrößenverteilungen wurden durch Nasssiebungen und kombinierte Sieb- und Schlämmanalysen bestimmt und sind in Anlage 3.1.1 dargestellt. In Anlage 3.1.2 wurden die Körnungslinien aus GGU-Bericht 10725/2019 [12] übernommen.

Von den bindigen Auffüllungen, dem Torf und dem zur Tiefe anstehenden Ton wurden die Wassergehalte bestimmt. Diese sind an das Bodenprofil der BKF 42 in Anlage 2.1 angetragen. Der Torf hat einen Wassergehalt von 184,7 % bei einem Glühverlust von 36,2 %.

An dem aufgefüllten Ton wurden die Zustandsgrenzen ermittelt (Anlage 3.1.1). Bei dem Boden handelt es sich nach dem Plastizitätsdiagramm um einen ausgeprägt plastischen Ton.

Anlage 3.3.1 bis Anlage 3.3.4 enthalten die Ergebnisse der Kompressionsversuche an dem Torf und dem zur Tiefe anstehenden Schluff, dargestellt als Druck-Setzungs- und Zeit-Setzungslinien.

Für den Torf ergaben sich bei Erstbelastung mit Spannungen über 100 kN/m² erwartungsgemäß geringe Steifemoduln von rd. 1 MN/m². Im Zeit-Setzungsversuch wurden relativ große Sekundärsetzungen mit entsprechenden Kriechmaßen festgestellt.

Der Schluff aus 10 m Tiefe ist vorbelastet und quoll nach Wasserzugabe in der Laststufe von 100 auf 200 kN/m². Bis zu Spannungen von 200 kN/m² kann für diesen Boden in Setzungsberechnungen der Wiederbelastungsmodul angesetzt werden. Für höhere Lasten ist der Erstbelastungsmodul zu verwenden.

4.6 Bodenklassen

Bodenklassen nach alter Normung sind mit der Einführung der Homogenbereiche nach VOB-C nicht mehr maßgebend. Die Homogenbereiche werden gewerkeabhängig in Abschnitt 7 definiert. Zusätzlich werden dort auch die Bodenklassen nach alter Norm und den Frosteinwirkungsklassen nach ZTVE-StB 17 benannt.

4.7 Grundwasser

In Tabelle 1 sind die bei den Bohrarbeiten gemessenen minimalen und maximalen Grundwasserstände zusammengestellt.

Tabelle 1: Grundwasserstände

		min [mNHN]	max [mNHN]
1974	Kirchhoff, alte Halle	83,60	86,80
2005	GGU 5839, Kindergarten südlich	85,32	85,80
2019	GGU 10725, östlich der Halle	86,84	87,78
2022	UNTEG, Bereich BA 2	86,00	87,05

In den Sanden ist ein zusammenhängender Grundwasserleiter vorhanden. Das Grundwasser fließt von Osten nach Westen, so dass im Osten etwas höhere Grundwasserstände vorhanden sind.

Unter Berücksichtigung jahreszeitlicher Schwankungen werden folgende Bemessungsgrundwasserstände festgelegt:

Östlich der neuen Halle 1. BA: $\text{GW}_{\max} = 88,50 \text{ mNHN}$

Westlich der alten Halle: $\text{GW}_{\max} = 87,50 \text{ mNHN}$

Zudem staut sich im Bereich der alten Halle und des 2. BA versickerndes Niederschlagswasser in den Auffüllungen auf. Hier ist zusätzlich mit **geländenahen Stauwasserständen** zu rechnen.

5 Bodenkenngrößen

Anhand der Laborversuche und auf Grundlage von Erfahrungswerten werden folgende charakteristische Bodenkenngrößen festgelegt.

Auffüllungen, nichtbindig

Reibungswinkel	φ'_k	=	32,5 °
Kohäsion	c'_k	=	0 kN/m ²
Wichte	γ / γ'	=	19 / 11 kN/m ³
Steifemodul	E_s	=	60 MN/m ²

Auffüllung Ton

Reibungswinkel	φ'_k	=	25 °
Kohäsion	c'_k	=	10 kN/m ²
Wichte	γ / γ'	=	19 / 9 kN/m ³
Steifemodul	E_s	=	10 MN/m ²

Oberer Sand

Reibungswinkel	φ'_k	=	30 °
Kohäsion	c'_k	=	0 kN/m ²
Wichte	γ / γ'	=	19 / 11 kN/m ³
Steifemodul	E_s	=	30 MN/m ²

Torf

Reibungswinkel	φ'_k	=	20 °
Kohäsion	c'_k	=	5 kN/m ²
Wichte	γ / γ'	=	12 / 2 kN/m ³
Steifemodul	E_s	=	1 MN/m ²

Unterer Sand

Reibungswinkel	φ'_k	=	32,5 °
Kohäsion	c'_k	=	0 kN/m ²
Wichte	γ / γ'	=	19 / 11 kN/m ³
Steifemodul	E_s	=	50 MN/m ²

Schluff

Reibungswinkel	φ'_k	=	27,5 °
Kohäsion	c'_k	=	15 kN/m ²
Wichte	γ / γ'	=	19 / 9 kN/m ³
Steifemodul bis 200 kN/m ²	E_s	=	30 MN/m ²
Steifemodul über 200 kN/m ²	E_s	=	15 MN/m ²

6 Grundbautechnische Auswertung

6.1 Bewertung der Tragfähigkeit

Die erkundeten nichtbindigen Auffüllungen der Tragschichten unter den Verkehrsflächen sind gut tragfähig.

Der im westlichen Teil der Baufläche darunter lagernde, aufgefüllten Ton ist bei mindestens steifer Konsistenz ausreichend tragfähig für die geplante Bebauung.

Problematisch ist die unter der Bestandshalle sowie nördlich und südlich davon vorhandene Torfschicht. Diese wurde unter der Bestandshalle mit Rüttelstopfsäulen verbessert. Da hier an der Bestandshalle keine wesentlichen Setzungsschäden zu erkennen sind, kann für den mit Stopfsäulen verbesserten Torf eine ausreichende Tragfähigkeit angenommen werden.

Unter dem südlichen Funktionstrakt des Bestands sowie nördlich und teilweise östlich des Bestands wurde der Torf nicht verbessert und ist setzungsempfindlich. Hier sind baugrundverbessernde Maßnahmen erforderlich.

Die unter dem Torf und im Osten der Baufläche anstehenden Sande sind ausreichend bis gut tragfähig.

6.2 Gründungskonzept

Wie oben beschrieben sind im Bereich des „ursprünglichen“ Torfs baugrundverbessernde Maßnahmen erforderlich, um einheitlichere Gründungsverhältnisse zu schaffen und Setzungsdifferenzen zu minimieren.

Zusätzlich sind – wie in Abschnitt 6.3 gezeigt wird – im 2. Bauabschnitt Zusatzmaßnahmen unter den Fundamenten zu ergreifen.

Dazu wird folgendes Gründungskonzept empfohlen:

- Die neue Halle wird in beiden Bauabschnitten flach auf einer durchgehenden Bodenplatte mit Frostschrüzen bzw. Streifenfundamenten gegründet.

In den Bereichen der Torfschicht und im Übergangsbereich von der alten zur neuen Halle ist eine Baugrundverbesserung mit teilvermörtelten Stopfsäulen oder CMC-Säulen erforderlich.

Bei den teilvermörtelten Stopfsäulen handelt es sich im Prinzip um die gleiche Art der Baugrundverbesserung wie die unter der Bestandshalle ausgeführt. Ein Schleusenrüttler wird verdrängend bis auf die Solltiefe in den Boden eingebracht. Dann wird der Rüttler hochgezogen und über die Spitze des Rüttlers Kies in den Untergrund eingebracht und verdichtet. Im Bereich der Torfschicht wird nicht mit Kies, sondern mit Beton verfüllt. Oberhalb des Torf, im aufgefüllten Ton kann wieder mit Kies gestopft werden. Durch die Betonplombe wird ein Auspressen des Kiesel in den Torf vermieden. Bei der Herstellung von Rüttelstopfsäulen wird es zu einer Nachverdichtung der anstehenden Böden und Mitnahmesetzungen in der Bestandshalle kommen. Risse in der alten Halle können nicht ausgeschlossen werden. Sie müssten über die Restbetriebszeit der Halle toleriert werden.

CMC-Säulen (Controlled Modulus Columns) sind vollverdrängend hergestellte, unbewehrte Betonsäulen. Sie können erschütterungsarm hergestellt werden, so dass die Auswirkungen auf die Bestandshalle deutlich minimiert sind. Sie können im oberen Bereich ebenfalls mit Kies verfüllt werden, der dann aber nicht sehr stark verdichtet werden kann.

Oberhalb der Säulen muss eine lastverteilende Tragschicht aufgebaut werden. Diese ist sowieso als Arbeitsebene herzustellen (s. auch Abschnitt 6.4).

Zur Ausführung werden die CMC-Säulen empfohlen.

- Nördlich der Bestandshalle ist der in Anlage 4.1 durchgezogen schraffierte Bereich auf einer Breite von rd. 6 m mit CMC-Säulen zu verbessern.

Die Säulen werden unter den Wänden platziert. Damit werden die Torfschicht und auch der aufgefüllte Ton in ihrer Tragfähigkeit so verbessert, dass hier die gleichen Tragfähigkeiten vorliegen wie unter der Bestandshalle. Die Säulen werden bis in eine Tiefe von 85,0 mNHN, also etwa 1 m unter Unterkante Torf in den Sanden abgesetzt.

- Östlich der Bestandshalle im Übergangsbereich zum 1. BA muss die temporäre Außenwand des 1. BA auf einem Streifenfundament gegründet werden. Hier sind in dem in Anlage 4.1 gestrichelt schraffierten Bereich unter dem Streifenfundament Säulen bis in eine Tiefe von maximal 85,0 mNHN herzustellen. Die Säulen müssen im Norden, wo noch Torf ansteht, länger sein und können nach Süden hin gekürzt werden.
Diese Baugrundverbesserung muss vor dem Bau des 1. Bauabschnitts erfolgen. Der bestehende Funktionstrakt mit den Umkleiden und Sanitärräumen südlich der Bestandshalle kann erhalten bleiben.
- Weiter östlich neben dem Übergangsbereich stehen im 1. Bauabschnitt der neuen Halle ausreichend bis gut tragfähige Sande an. In diesen Sanden sind bis auf eine oberflächige Nachverdichtung der Aushubsohle keine baugrundverbessernden Maßnahmen erforderlich. Der 1. BA kann auf dem verbesserten Übergangsbereich und den anstehenden Sanden flach über eine Bodenplatte mit Frostschrüzen oder Streifenfundamenten gegründet werden.
Nach dem Abriss der Bestandshalle sind im 2. BA unter den westlichen, südlichen und teilweise auch nördlichen Fundamenten der Halle zusätzliche Baugrundverbesserungen erforderlich, da es hier sonst zu unzulässig großen Setzungsdifferenzen und Winkelverdrrehungen kommen würde (s. Abschnitt 6.3). Dieser Bereich ist in Anlage 4.1 kreuzweise schraffiert.

Weitere erdbauliche Maßnahmen werden in Abschnitt 6.4 mitgeteilt.

6.3 Setzungsberechnungen

Die Setzungen wurden unter Berücksichtigung der Steifigkeit der Bodenplatte nach dem Steifemodulverfahren berechnet. Das Gesamtsystem ist in Anlage 4.2.1 dargestellt. Für die Berechnung der Setzungen in den beiden Bauabschnitten wurden die jeweiligen Teilsysteme betrachtet.

Die Bodenplatte wurde mit 30 cm Dicke modelliert und mit einer Flächenlast von 10 kN/m^2 angesetzt. Vom Tragwerksplaner wurden Lastenpläne mit den ständigen und veränderlichen Einzel- und Streckenlasten übergeben [18]. Die Verkehrslasten werden zu rd. 50 % als setzungserzeugend angesetzt. Streifenfundamente wurden nicht als aussteifende Elemente berücksichtigt.

In der zu überbauenden Fläche der alten Halle wurde eine Vorbelastung des Baugrunds von 10 kN/m^2 angesetzt. Dieser Bereich ist in Anlage 4.2.1 mit einem dunkleren Grau hinterlegt.

Die Baugrundverhältnisse wurden anhand der vorliegenden Bohrungen modelliert. Die Bodenprofile sind in der Anlage dargestellt.

Wie in Abschnitt 3 beschrieben wurden unter der Bestandshalle 90 Säulen hergestellt. Für diese Säulen wird ein Durchmesser von 80 cm angenommen, so dass sich bezogen auf die Grundfläche der Bestandshalle das Verhältnis Säulenfläche zu Gesamtfläche zu $A_c/A = 0,05$ ergibt. Mit diesem Verhältniswert und den in Anlage 4.2.1 angegebenen Steifigkeitsverhältnissen wurde die Ersatzbodenkenngrößen nach Priebe für den aufgefüllten Ton, den oberen Sand und den Torf ermittelt. Der Ansatz kann mit hinreichender Genauigkeit auch für die CMC-Säulen verwendet werden und liegt im Hinblick auf die zu erwartenden Setzungen auf der sicheren Seite. Im östlichen Teil des 1. BA fehlen der Ton und der Torf. Hier wurde auch für den oberen Sand mit den „unverbesserten“ Kennwerten gerechnet.

Im **1. Bauabschnitt** ergeben sich die in Anlage 4.2.2 dargestellten Setzungen von weniger als 1 cm. Die Setzungsdifferenzen sind mit wenigen Millimetern vernachlässigbar und die daraus resultierenden Krümmungen der Bodenplatte sind gering. Die Setzungen treten im 1. BA kurzfristig nach der Lastaufbringung ein und sind in der Rohbauphase abgeklungen. Während des Betriebs infolge von Verkehrslasten eintretende Setzungen betragen nur wenige Millimeter.

Im **2. Bauabschnitt** sind die Baugrundverhältnisse komplexer mit den oben beschriebenen, unterschiedlich verbesserten und vorbelasteten Torfschichten. Die Linien gleicher Setzungen in diesem Bauabschnitt sind in Anlage 4.2.3 dargestellt. Die größten Setzungen treten unter den Außenwänden und den Stützenreihen der Halle ein mit maximalen Setzungen von rd. 2 cm im nordwestlichen Teil des Funktionstraktes.

Das Spielfeld im Innenraum der Halle belastet den Baugrund kaum. Hier sind im Übergangsbereich zum 1. BA Setzungen von wenigen Millimeter zu erwarten, die in der Herstellungstoleranz der Betonoberfläche liegen. Der Boden des Spielfeldes wird als Schwingboden gebaut und ist von der Bodenplatte des Gebäudes entkoppelt. Etwaige Setzungsdifferenzen zwischen den Bodenplatten werden somit ausgeglichen.

Ein Maß zur Beurteilung, ob die zu erwartenden Setzungen für das Bauwerk verträglich sind, ist die Winkelverdrehung, die nach Abbildung 2 ermittelt werden kann. In Abbildung 3 sind Angaben zu Winkelverdrehungen und Schadenskriterien beschrieben. Üblicherweise geht man davon aus, dass Winkelverdrehungen von 1/500 für ein Bauwerk unkritisch sind. Für Setzungsmulden von Bodenplatten gelten für das Biegeungsverhältnis gemäß Grundbau-

Taschenbuch (5. Auflage, Teil 1) die gleichen Kriterien wie für die Winkelverdrehung nach Abbildung 3.

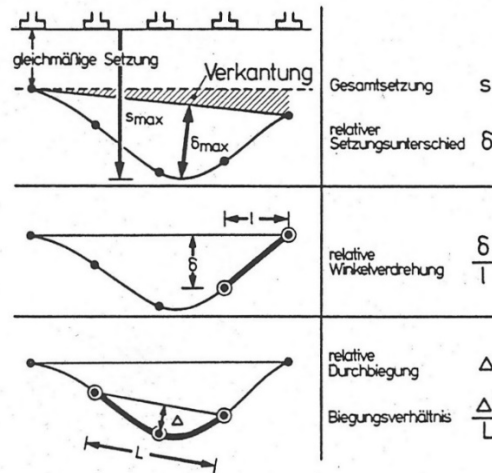


Abbildung 2: Verformungen (aus Sommer, 1980)

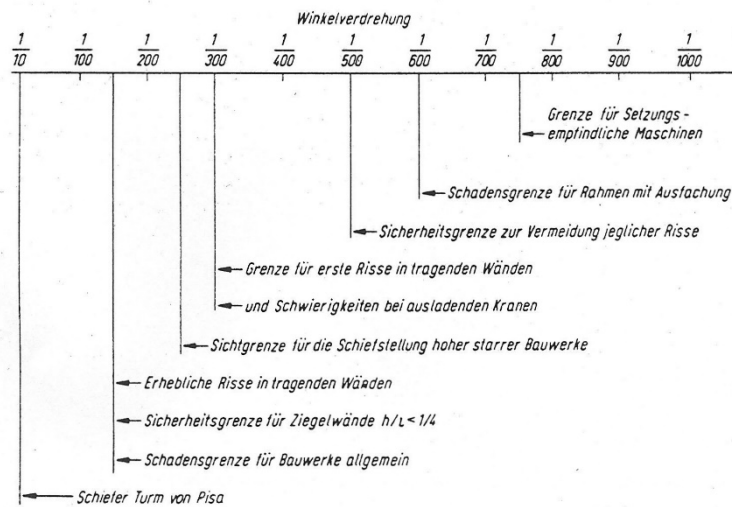


Abbildung 3: Schadenskriterium für Winkelverdrehungen (Grundbau-Taschenbuch, 5. Auflage, Teil 1)

In Anlage 4.2.4 sind die Winkelverdrehungen als Farbflächen dargestellt. Winkelverdrehungen von weniger als $1/1000$ sind nicht dargestellt. Die maximalen Winkelverdrehungen ergeben sich mit rd. $1/300$ bis $1/400$ an der Südost- und der Nordostseite der Halle. Kleinere Risse sind in diesen Bereichen nicht auszuschließen.

Wie oben beschrieben sind unter den in Anlage 4.1 und Anlage 4.2.5 kreuzweise schraffierten Bereichen zusätzliche Baugrundverbesserungen auszuführen. Diese sind bis 1 m unter

UK Torf, also bis in eine Tiefe von 85,0 mNHN herzustellen. Im Süden sind kürzere Säulen möglich. In der Berechnung werden diese als Federelemente in Abständen von 2 m unter den Streifenfundamenten berücksichtigt. Die genaue Positionierung und Längen sind in der weiteren Ausführungsplanung festzulegen.

In Anlage 4.2.5 sind die Winkelverdrehungen dargestellt, die sich mit diesen Zusatzmaßnahmen ergeben. In der Südostecke können die Winkelverdrehungen der Bodenplatte damit auf ein sehr geringes Maß von weniger als 1/1000 reduziert werden. Im Flur neben der nördlichen Hallenwand betragen die maximalen Winkelverdrehung rd. 1/540 und sind somit ebenfalls unkritisch.

Die Setzungen treten zu etwa 80 % während der Rohbauphase ein. Das verbleibende Restsetzungsmaß ist unkritisch.

6.4 Maßnahmen

Die OK FF EG liegt bei 88,50 mNHN. Bei einer Dicke der Bodenplatte von 30 cm zzgl. dem Aufbau des Schwingboden wird die Unterkante der Bodenplatte bei 88,0 mNHN angenommen. Der Bemessungsgrundwasserstand liegt im Osten bei 88,50 mNHN und im Westen bei 87,50 mNHN.

1. Bauabschnitt

Im 1. BA unter liegt die OK FF der Halle unter dem umgebenden Gelände und in Höhe des Bemessungsgrundwasserstands. Die Aushubsohle (Annahme 88,0 mNHN) liegt dann im Osten in den oberen Sanden und im Westen des 1. BA zur Bestandshalle hin in den aufgefüllten Tonen.

Die vorhandenen Oberflächenbefestigungen sind aufzunehmen. Im Übergangsbereich zur Bestandshalle liegt die Aushubsohle in den aufgefüllten Tonen. Hier ist ein Arbeitsplanum für die Baugrundverbesserungsarbeiten herzustellen. Eine 30 cm dicke Tragschicht aus Mineralgemisch 0/32 oder Recyclingmaterial ist voraussichtlich ausreichend. Der Ausbau der Oberflächenbefestigung muss rückschreitend erfolgen und das Tragschichtmaterial muss vor Kopf eingebaut werden. Ein Befahren des Tons mit Reifenfahrzeugen ist nicht zulässig, da dieser sonst seine Struktur und Tragfähigkeit verlieren kann.

Im östlichen Teil der Baufläche des 1. BA liegt die Aushubsohle unter dem vorhandenen Gelände. Hier ist entsprechend abzutragen. Hier können in der Aushubsohle entweder noch die

aufgefüllten Tone (im Norden) oder stark schluffige Sande anstehen. Diese Böden sind bei Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung strukturempfindlich und dürfen ebenfalls nicht mit Reifenfahrzeugen befahren werden.

Die Aushubsohle liegt nur knapp über den angetroffenen Grundwasserständen. Die Aushubsohle ist statisch nachzuverdichten. Durch eine dynamische Verdichtung werden die bindigen und anbindigen Böden in Grundwassernähe angeregt und in ihren bodenmechanischen Eigenschaften eher verschlechtert als verbessert.

Auf die Aushubsohle ist direkt die Sauberkeitsschicht aus Magerbeton aufzubringen. Der Einbau einer kapillarbrechenden Schicht unter der Bodenplatte ist wegen des hohen Bemessungsgrundwasserstands nicht erforderlich. Eine Tragschicht unter der Bodenplatte ist nicht erforderlich.

2. Bauabschnitt

Nach dem Rückbau der Bestandshalle ist die Abbruchsohle mit glatter Baggerschaufel rückschreitend abzuziehen, um die Köpfe der alten Stopfsäulen freizulegen. Die Säulen sind in Anzahl und Größe aufzunehmen. Ggf. ist das Berechnungsmodell anzupassen und die für den 2. BA genannten Baugrundverbesserungsmaßnahmen anzupassen.

Bei Abgrabungen neben den Fundamenten des Neubaus (1. BA) sind die Vorgaben der DIN 4123 zu beachten.

Nach dem Rückbau der Bestandshalle wird ein geringer Höhenausgleich erforderlich. Hierfür kann Kiessand-Gemisch 0/32 mm oder Recyclingmaterial verwendet werden.

Der Keller im Westen des Funktionstrakts der Bestandshalle kann im Boden verbleiben und ist mit den o. g. Materialien zu verfüllen. Die Kellerwände sind bis 1 m unter neuer Geländeoberfläche abzubrechen.

Sofern unter der Bestandshalle kein Planum für die damalige Arbeitsebene eingebaut wurde, liegt die Gründungssohle in den aufgefüllten Tönen. Diese Böden sind bei Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung strukturempfindlich und dürfen nicht mit Reifenfahrzeugen befahren werden.

Auf die Aushubsohle ist direkt die Sauberkeitsschicht aus Magerbeton aufzubringen. Der Einbau einer kapillARBrechenden Schicht oder Tragschicht unter der Bodenplatte ist nicht erforderlich.

6.5 Feuchteschutz

Der Bemessungsgrundwasserstand liegt im östlichen Teil des 1. BA geländenah bei 88,5 mNHN und fällt nach Westen auf 87,5 mNHN ab. Im 2. BA ist wegen der oberflächennah anstehenden Böden mit aufstauendem Sickerwasser in Geländehöhe zu rechnen.

Bis 50 cm oberhalb des Bemessungsgrundwasserstands ist eine Abdichtung gemäß DIN 18 533-1 nach W2.1-E „mäßige Einwirkung von drückendem Wasser“ (vormals DIN 18 195-6, Abschnitt 9) erforderlich. Alternativ kann die Bodenplatte aus WU-Beton hergestellt werden.

Auch die Abdichtung des Gebäudesockels muss auf aufstauendes Sickerwasser (W2.1-E) ausgelegt werden.

Das Gelände ist mit einem Gefälle vom Gebäude weg zu modellieren.

6.6 Bemessungsangaben und Setzungen

Wegen der heterogenen Baugrundverhältnisse werden in der Baufläche drei verschiedene Bemessungsbodenprofile maßgebend (s. Abbildung 4).

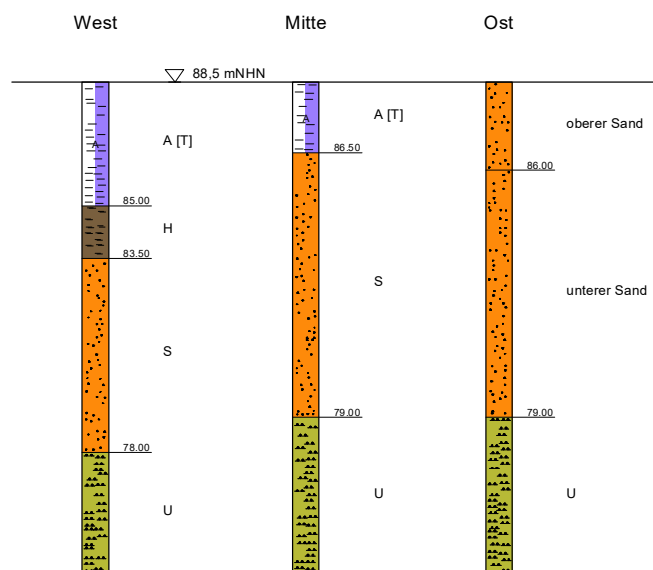


Abbildung 4: Bemessungsbodenprofile

In Anlage 4.3.1 bis Anlage 4.3.3 werden für alle drei Bemessungsprofile die Bemessungswerte des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ durch Grundbruchberechnungen ermittelt. In den Bemessungsprofilen „West“ und „Mitte“ wurden die Bodenkenngößen nach Baugrundverbesserung angesetzt.

Damit können für eine Bemessung von Streifenfundamenten mit einer Breite von mindestens 0,50 m und einer Einbindung von 0,8 m unter GOK folgende, über die gesamte Baufläche einheitliche Werte angesetzt werden.

Bemessungswert des Sohlwiderstands	$\sigma_{R,d} = 300 \text{ kN/m}^2$	EC 7
Zulässige Bodenpressung	$\sigma_{zul} = 210 \text{ kN/m}^2$	DIN 1054 (alt)

Der EC 7 verwendet den Bemessungswert des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$. Die Begriffe der zulässigen Bodenpressung bzw. des aufnehmbaren Sohldrucks σ_{zul} (DIN 1054, alt) werden nicht mehr verwendet, da zulässige Werte nicht zum Teilsicherheitskonzept passen.

Die Bemessung der Bodenplatte und der in die Bodenplatte integrierten Streifenfundamente kann nach dem Bettungsmodulverfahren erfolgen. Obwohl der Bettungsmodul keine Bodenkonstante ist, sondern auch von den Lastgrößen und den Laststellungen abhängig ist, kann im vorliegenden Fall mit ausreichender Genauigkeit mit einem konstanten Bettungsmodul

Bodenplatte	$k_s = 10 \text{ MN/m}^3$
Streifenfundamente	$k_s = 15 \text{ MN/m}^3$

bemessen werden.

7 Homogenbereiche

In Anlage 5 werden die Homogenbereiche für

- DIN 18 300: Erdarbeiten
- DIN 18 301: Bohrarbeiten und
- DIN 18 304: Ramm-, Rüttel-, Verpressarbeiten

definiert.

8 Zusammenfassung

In Flechtorf ist an der Alten Berliner Straße der Neubau der Sporthalle geplant. Die vorhandene Halle wird zurückgebaut und durch einen größeren Neubau ersetzt. Dieser wird in zwei Bauabschnitten hergestellt. Die alte Halle bleibt während des ersten Bauabschnitts noch in Betrieb.

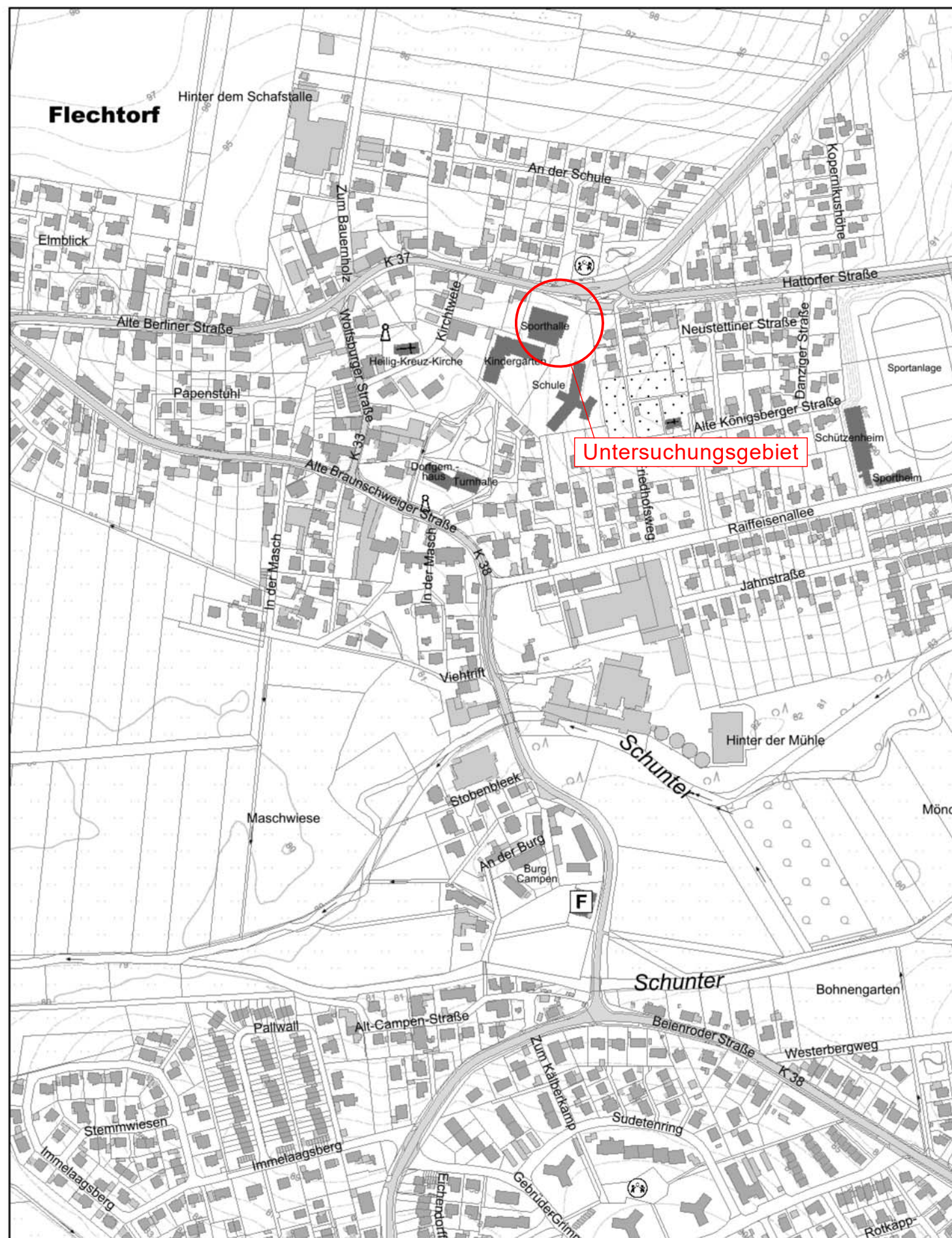
Für den Bestand und den Neubau liegen Ergebnisse mehrerer Baugrunderkundungen vor. Der Baugrundaufbau ist heterogen mit tonigen Auffüllungen über Torf über Sand im Westen der Baufläche. In der Mitte lagern tonige Auffüllungen über Sand und im Osten stehen Sande an. Das Grundwasser fließt von Osten nach Westen ab mit geländenahen Grundwasserständen im Osten und 1 m tieferem Grundwasser im Westen.

Unter der Bestandshalle wurde der Baugrund mit Kiesstopfsäulen verbessert. Außerhalb der Bestandshalle, in der Baufläche der neuen Halle steht allerdings noch „unverbesserter“ Torf an.

Wegen des unterschiedlichen Setzungsverhaltens der anstehenden Böden sind noch Maßnahmen zur Baugrundverbesserung zu ergreifen. Hierzu werden CMC-Säulen empfohlen, da diese erschütterungsarm neben der Bestandshalle und dem Neubau hergestellt werden können. Diese sind in unterschiedlichen Teilbereichen im Norden der Baufläche, im Übergangsbereich von der Bestandshalle zum 1. Bauabschnitt der neuen Halle und unter den Fundamenten des 2. Bauabschnitts zu platzieren.

Das Gebäude kann dann flach auf einer Bodenplatte mit Streifenfundamenten gegründet werden. Angaben zur Bemessung der Gründung und zur Trockenhaltung des Gebäudes werden gemacht.


Dr.-Ing. C. Stoewahse

0 0,05 0,1 0,2 Km

20230503-141447_Umweltkarten

Maßstab: 1:5.000

Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen.

© 2023 LGLN

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz

GGU Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Flechtorf
Alte Berliner Straße 30
Neubau Sporthalle

Gezeichnet: Th

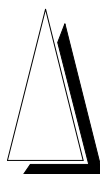
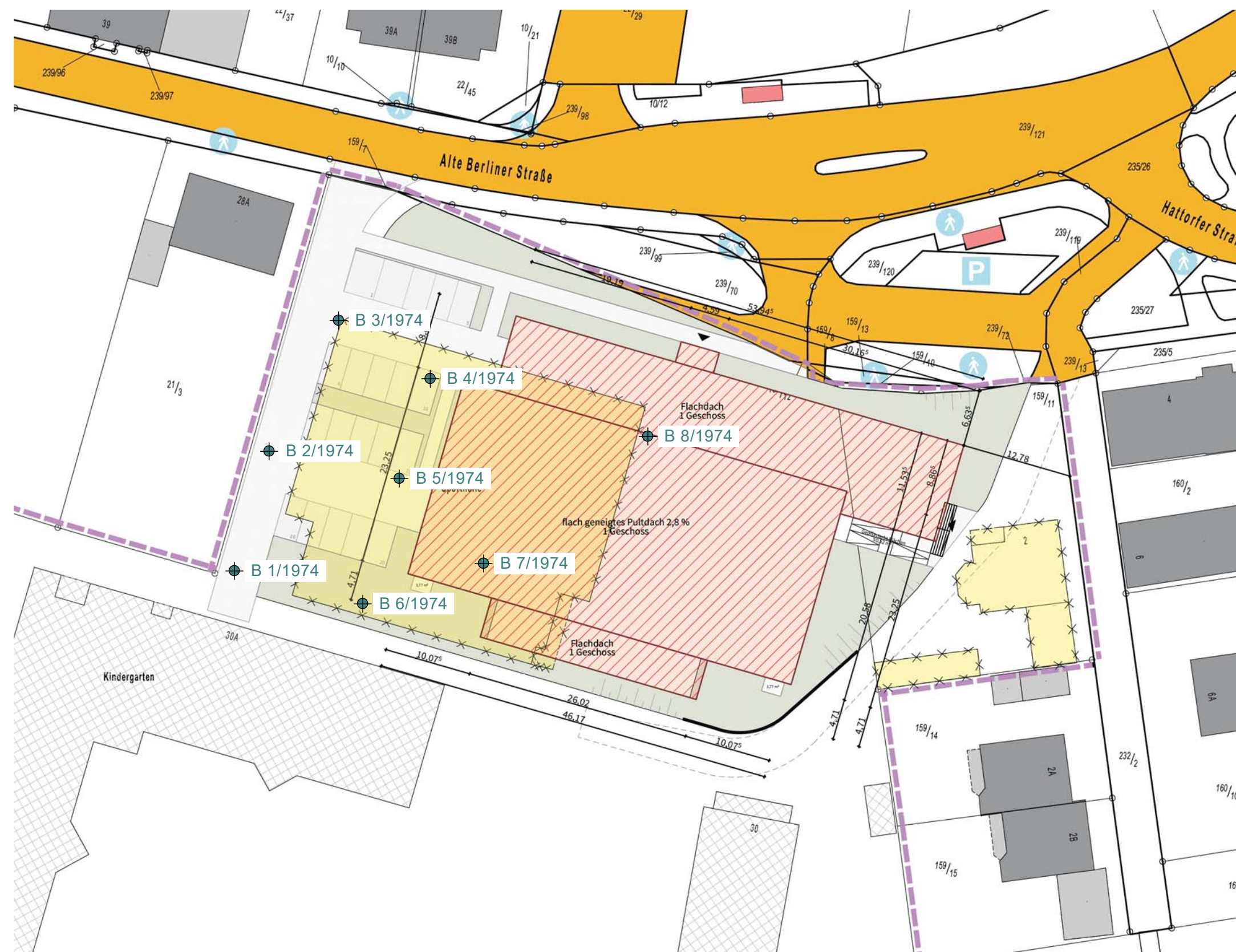
Bearbeiter: St

Maßstab: 1 : 5000

Übersichtslageplan

Bericht Nr.: 12300/2023

Anlage Nr.: 1.1



● B/1974 = Bohrung (übernommen von Dr.-Ing. Friedrich Kirchhoff, 1974)



Flechtorf
Alte Berliner Straße 30
Neubau Sporthalle

Gezeichnet: Th

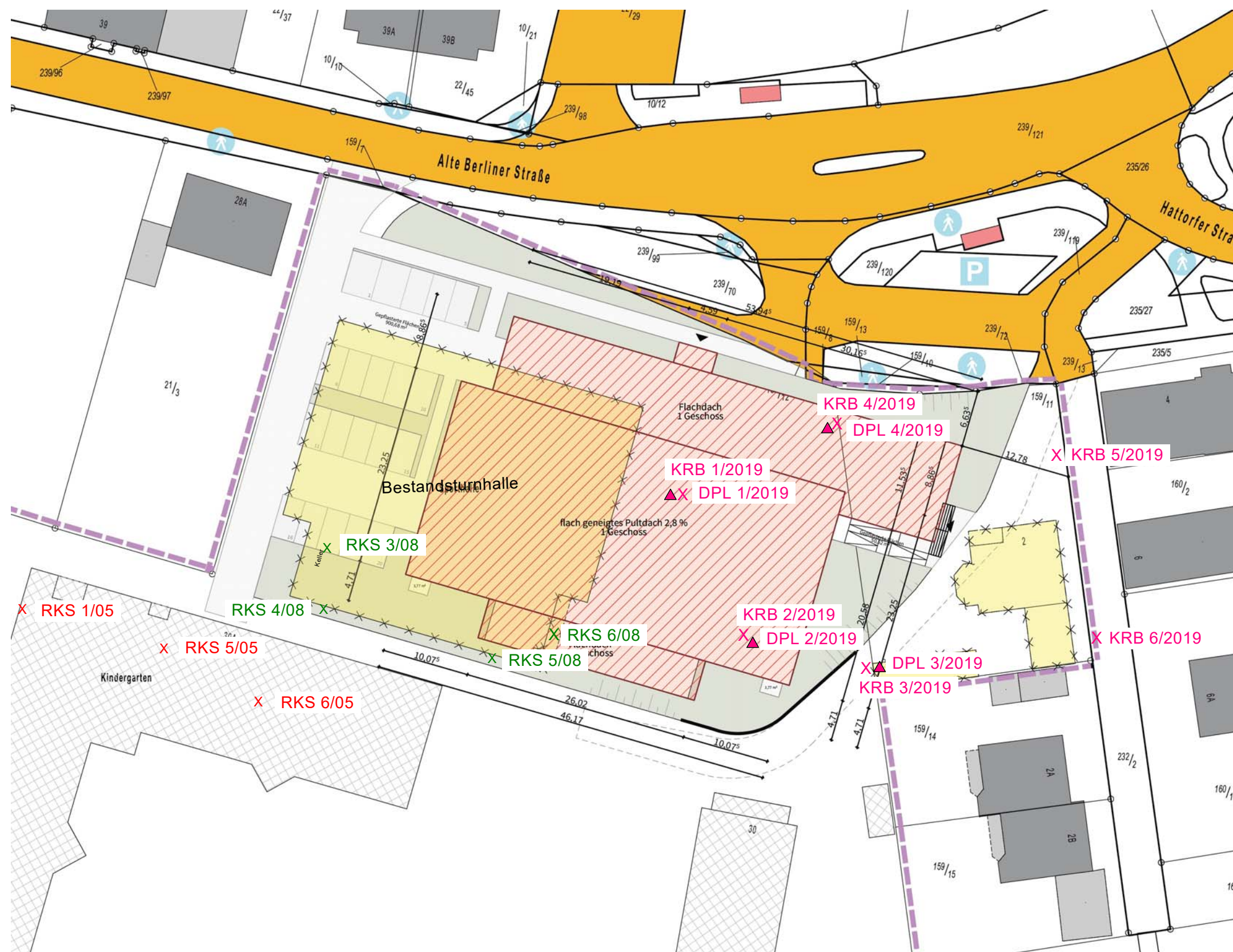
Bearbeiter: St

Maßstab: 1 : 500

Lageplan 1 (Kirchhoff, 1974)

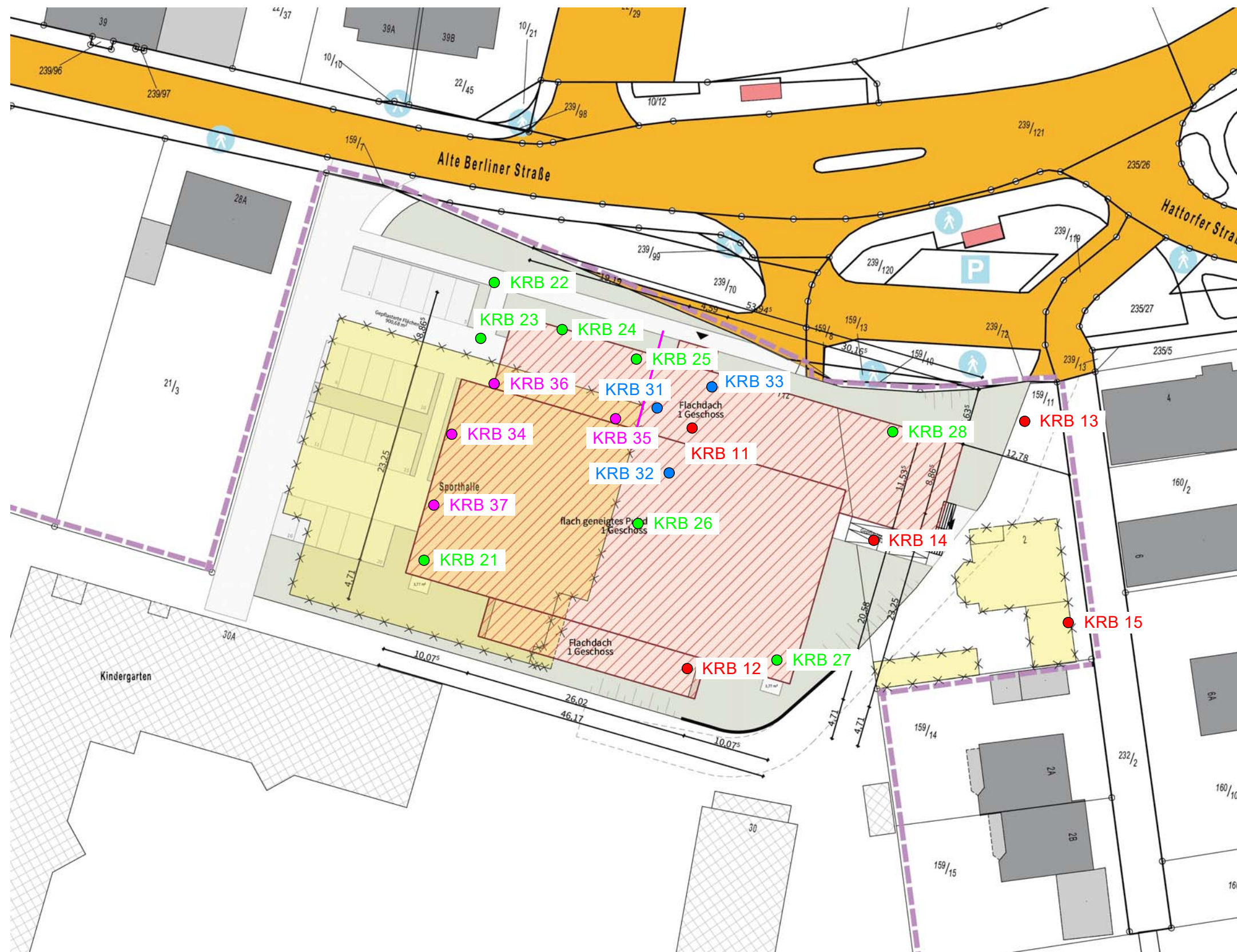
Bericht Nr.: 12300/2023

Anlage Nr.: 1.2



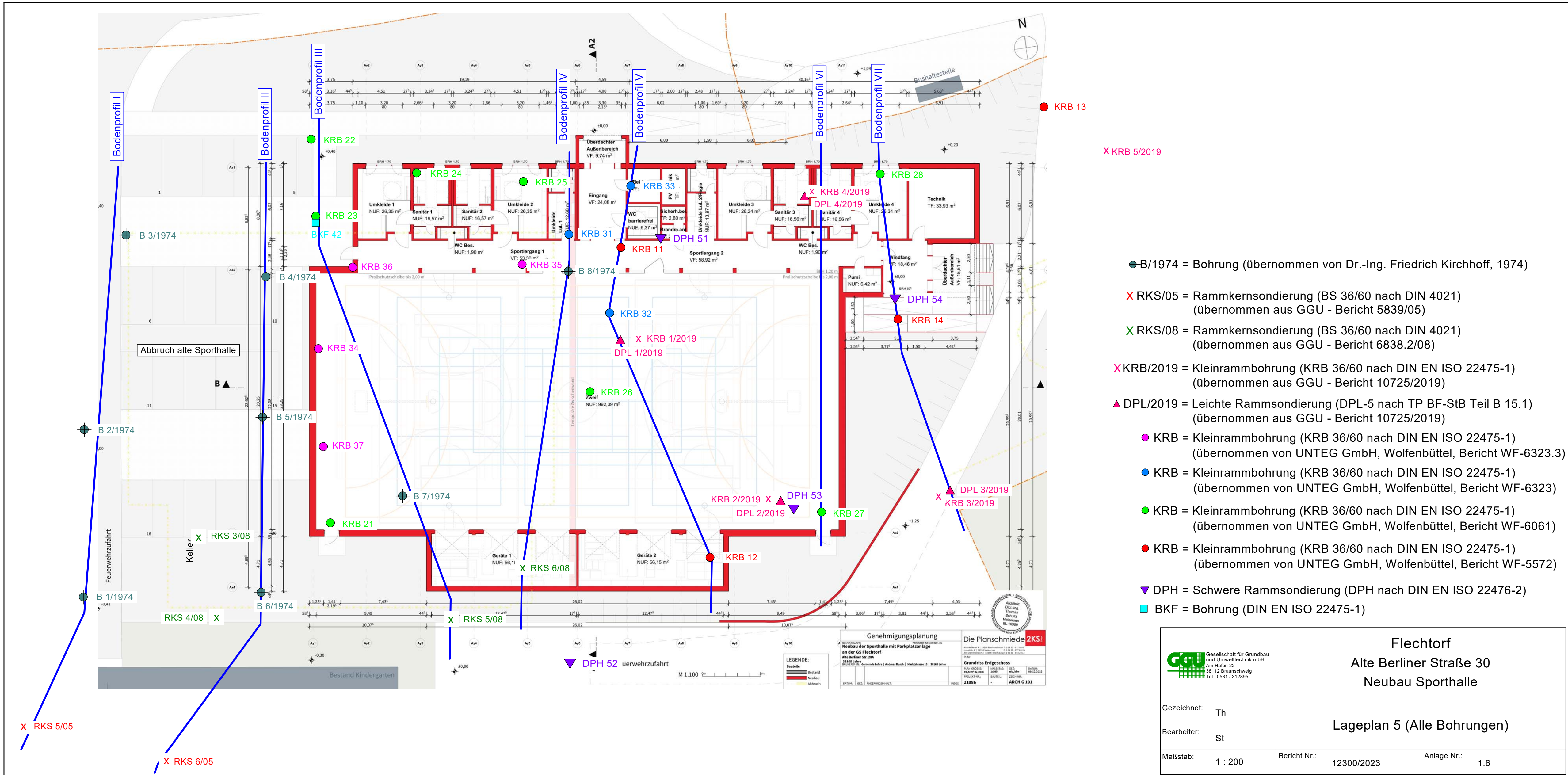
- X RKS/05 = Rammkernsondierung (BS 36/60 nach DIN 4021)
(übernommen aus GGU - Bericht 5839/05)
- X RKS/08 = Rammkernsondierung (BS 36/60 nach DIN 4021)
(übernommen aus GGU - Bericht 6838.2/08)
- X KRB/2019 = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
(übernommen aus GGU - Bericht 10725/2019)
- ▲ DPL/2019 = Leichte Rammsondierung (DPL-5 nach TP BF-StB Teil B 15.1)
(übernommen aus GGU - Bericht 10725/2019)

 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895		Flechtorf Alte Berliner Straße 30 Neubau Sporthalle	
Gezeichnet:	Th	Lageplan 2 (GGU, 2005-2019)	
Bearbeiter:	St		
Maßstab:	1 : 500	Bericht Nr.: 12300/2023	Anlage Nr.: 1.3



- KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
(übernommen von UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, Bericht WF-6323.3)
- KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
(übernommen von UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, Bericht WF-6323)
- KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
(übernommen von UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, Bericht WF-6061)
- KRB = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
(übernommen von UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, Bericht WF-5572)

Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895 Flechtorf Alte Berliner Straße 30 Neubau Sporthalle	
Gezeichnet: Th	Lageplan 3 (UNTEG, 2021-2023)
Bearbeiter: St	
Maßstab: 1 : 500	Bericht Nr.: 12300/2023
	Anlage Nr.: 1.4



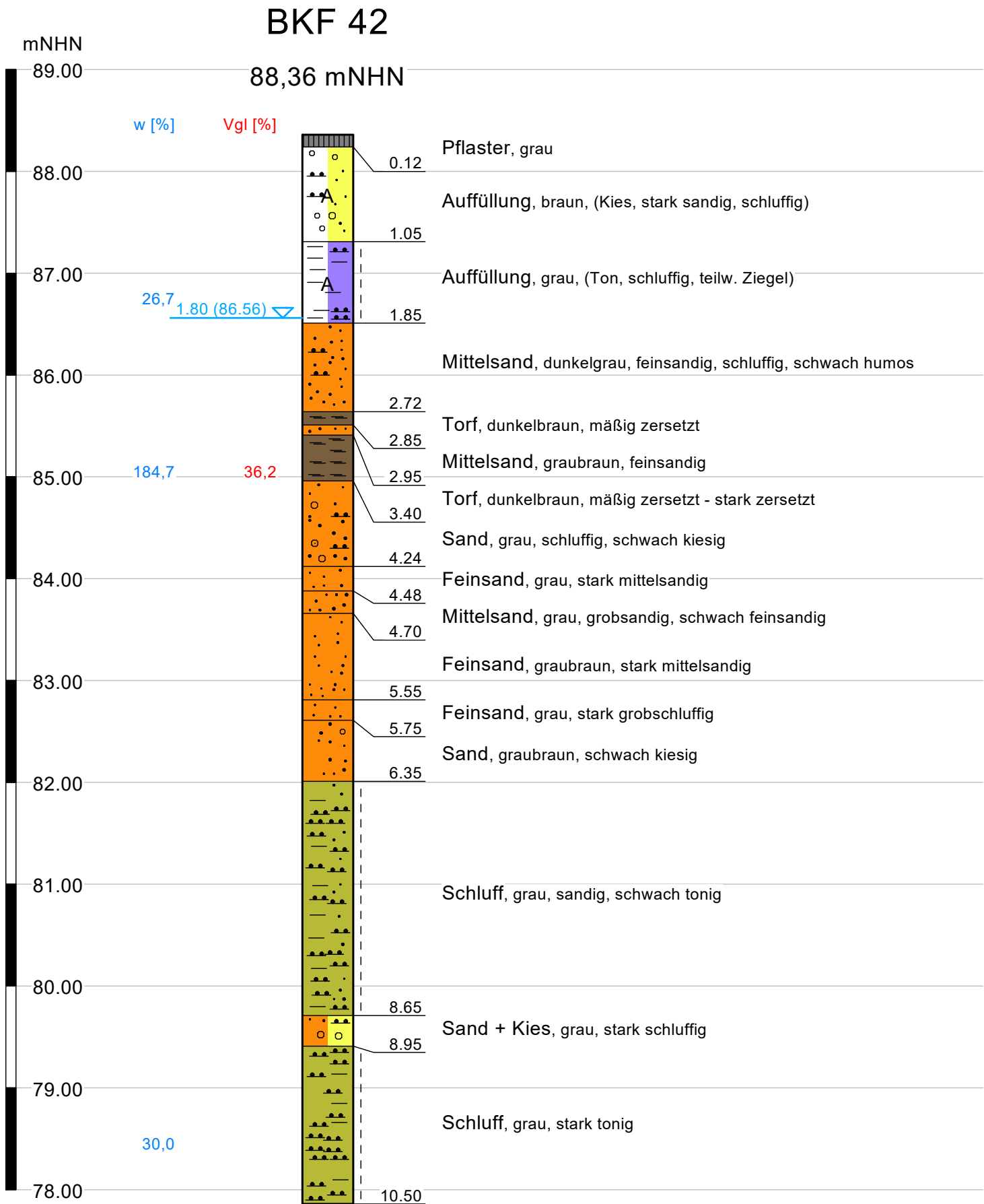
Konsistenzen:

steif

Bodenprofil BKF 42

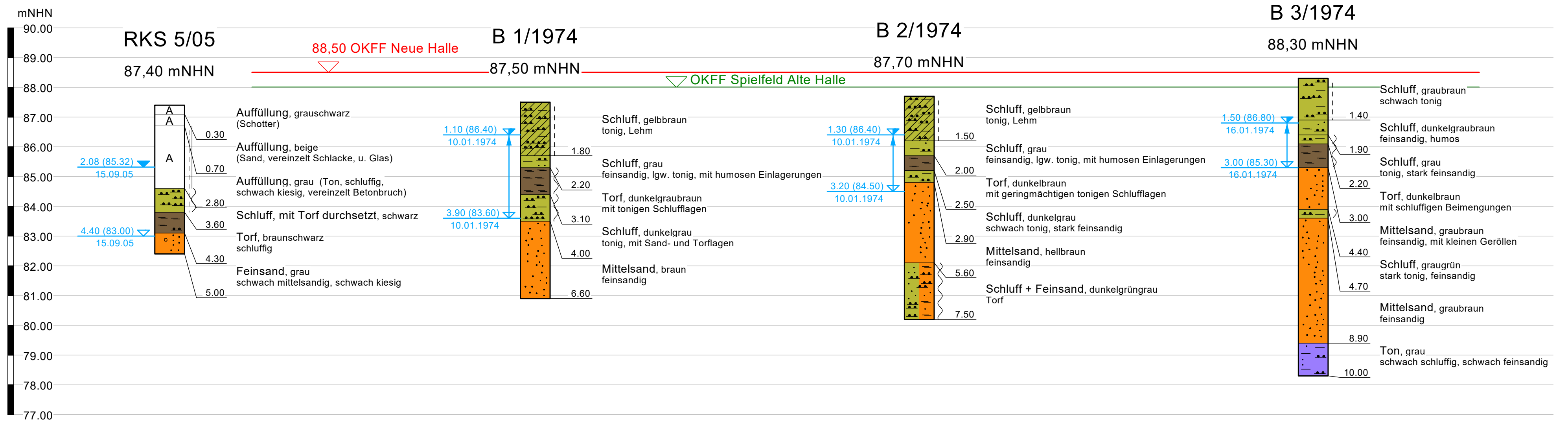
Maßstab d. H. 1 : 50

Vgl = Glühverlust
w = Wassergehalt



Maßstab d. H. 1 : 100

B/1974 = Bohrung (übernommen von Dr.-Ing. Friedrich Kirchhoff, 1974)



Konsistenzen:

weich

steif

steif - halbfest

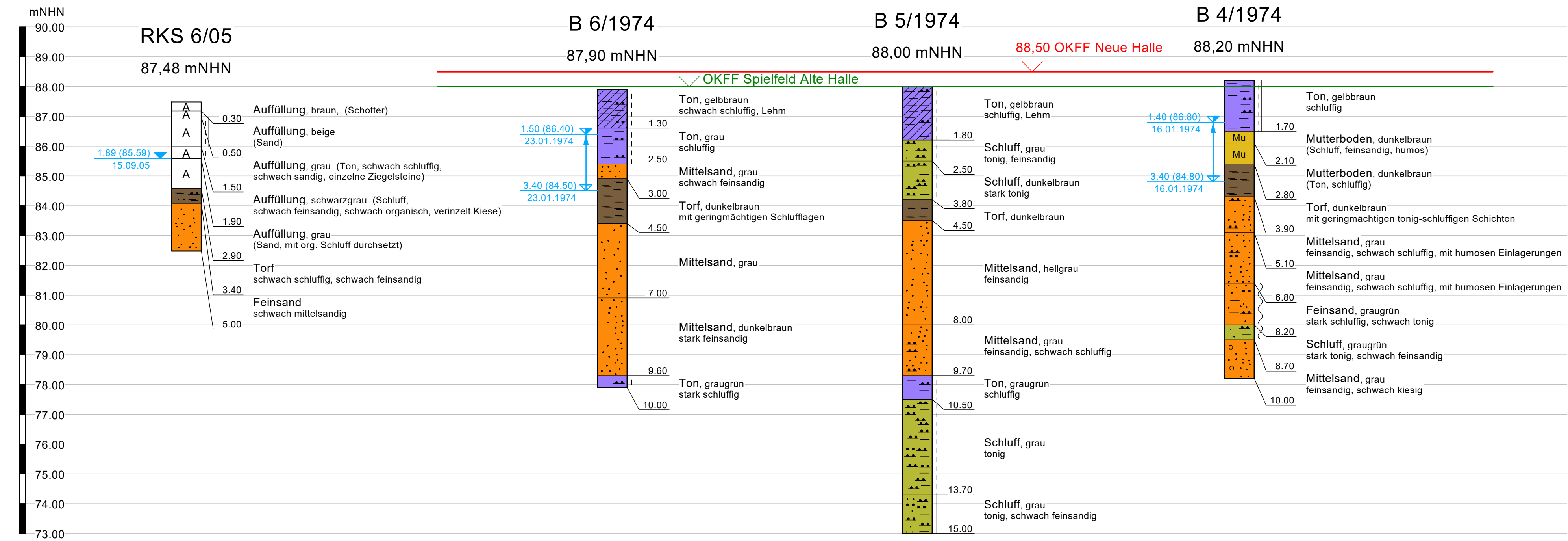
halbfest

Bodenprofil II

Maßstab d. H. 1 : 100

RKS/05 = Rammkernsondierung (BS 36/60 nach DIN 4021)
(übernommen aus GGU - Bericht 5839/05)

B/1974 = Bohrung (übernommen von Dr.-Ing. Friedrich Kirchhoff, 1974)



Konsistenzen:

steif

halbfest

fest

Bodenprofil III

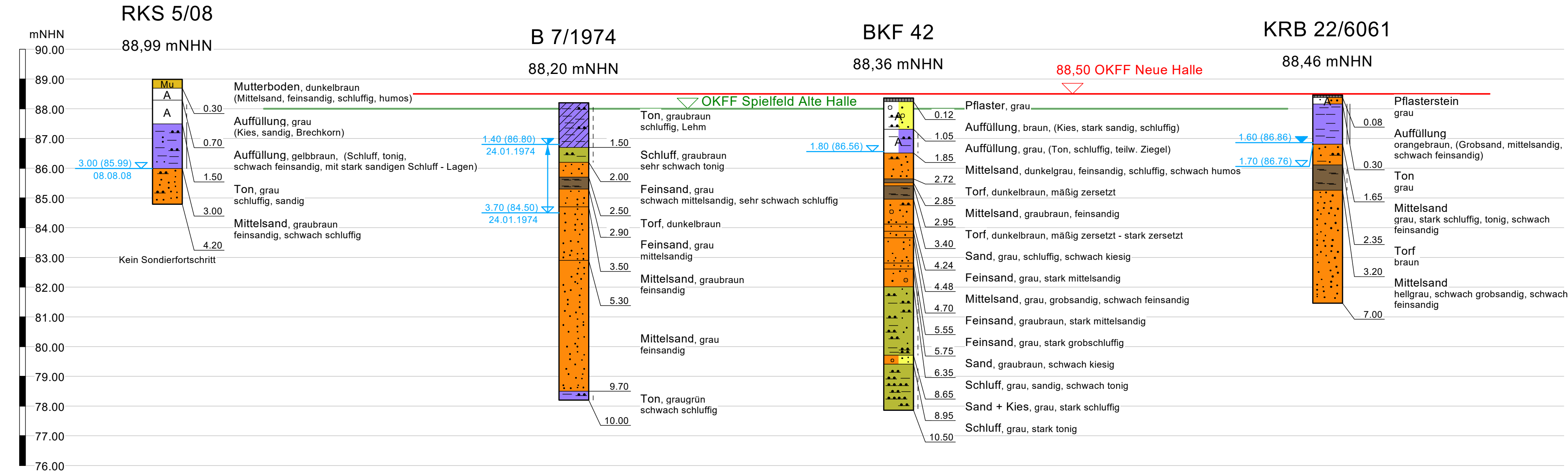
Scale d. H. 1 : 100

RKS/08 = Rammkernsondierung (BS 36/60 nach DIN 4021)
(übernommen aus GGU - Bericht 6838.2/08)

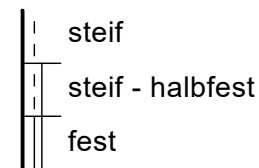
B/1974 = Bohrung (übernommen von Dr.-Ing. Friedrich Kirchhoff, 1974)

BKF = Bohrung

KRB/6061 = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
(übernommen von UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, Bericht WF-6061)



Konsistenzen:



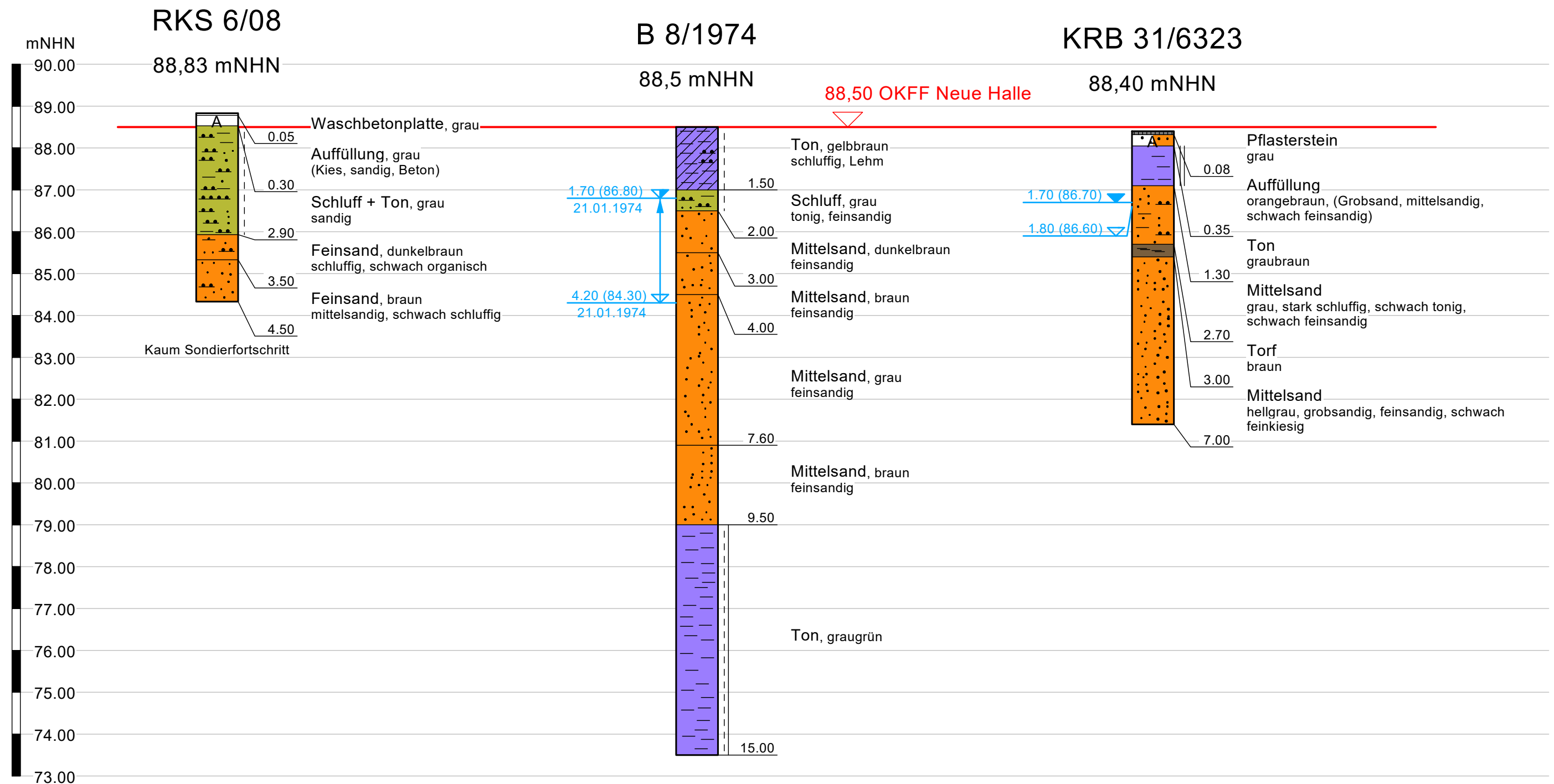
Bodenprofil IV

Maßstab d. H. 1 : 100

RKS/08 = Rammkernsondierung (BS 36/60 nach DIN 4021)
(übernommen aus GGU - Bericht 6838.2/08)

B/1974 = Bohrung (übernommen von Dr.-Ing. Friedrich Kirchhoff, 1974)

KRB/6323 = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
(übernommen von UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, Bericht WF-6323)



Konsistenzen:

steif

GGU Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Flechtorf
Alte Berliner Straße 30
Neubau Sporthalle

Bericht Nr. 12300/2023

Anlage Nr. 2.7

Bodenprofil VI

Maßstab d. H. 1 : 100

KRB/6061 = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
(übernommen von UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, Bericht WF-6061)

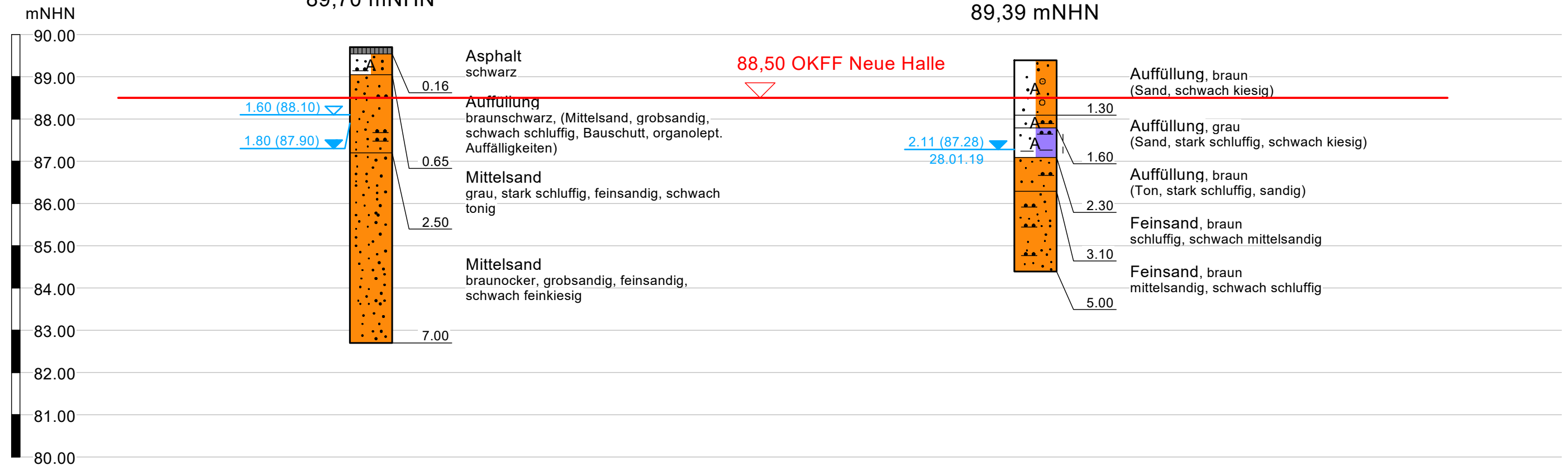
KRB/2019 = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
(übernommen aus GGU - Bericht 10725/2019)

KRB 27/6061

89,70 mNHN

KRB 4/2019

89,39 mNHN



Bodenprofil VII

Maßstab d. H. 1 : 100

KRB/5572 = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
(übernommen von UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, Bericht WF-5572)

KRB/2019 = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
(übernommen aus GGU - Bericht 10725/2019)

KRB/6061 = Kleinrammbohrung (KRB 36/60 nach DIN EN ISO 22475-1)
(übernommen von UNTEG GmbH, Wolfenbüttel, Bericht WF-6061)

KRB 3/2019

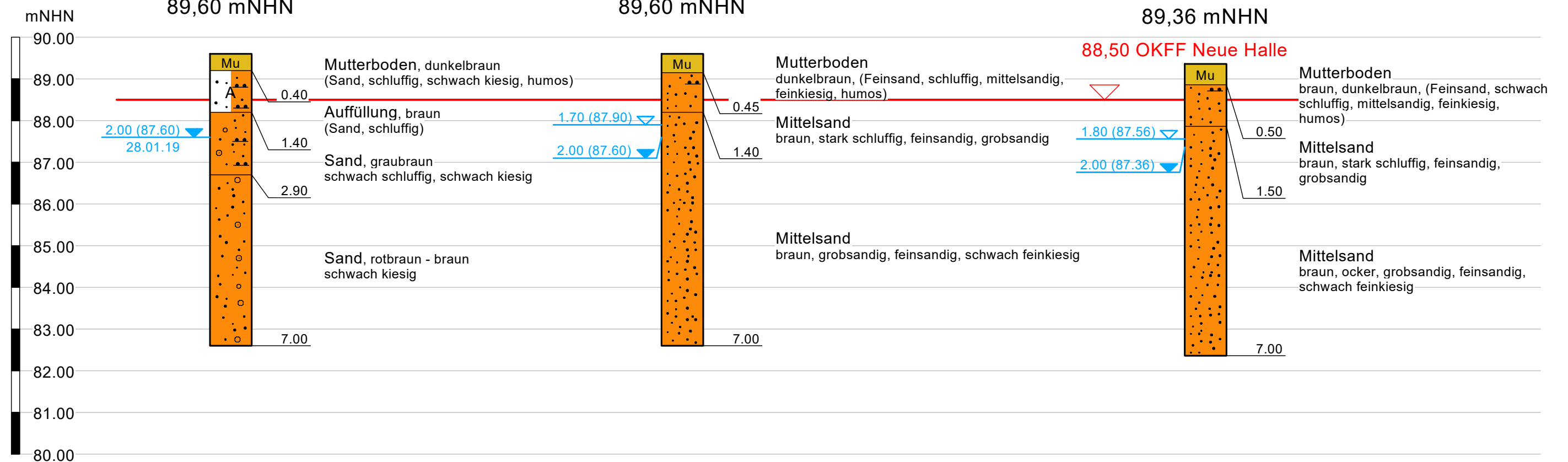
89,60 mNHN

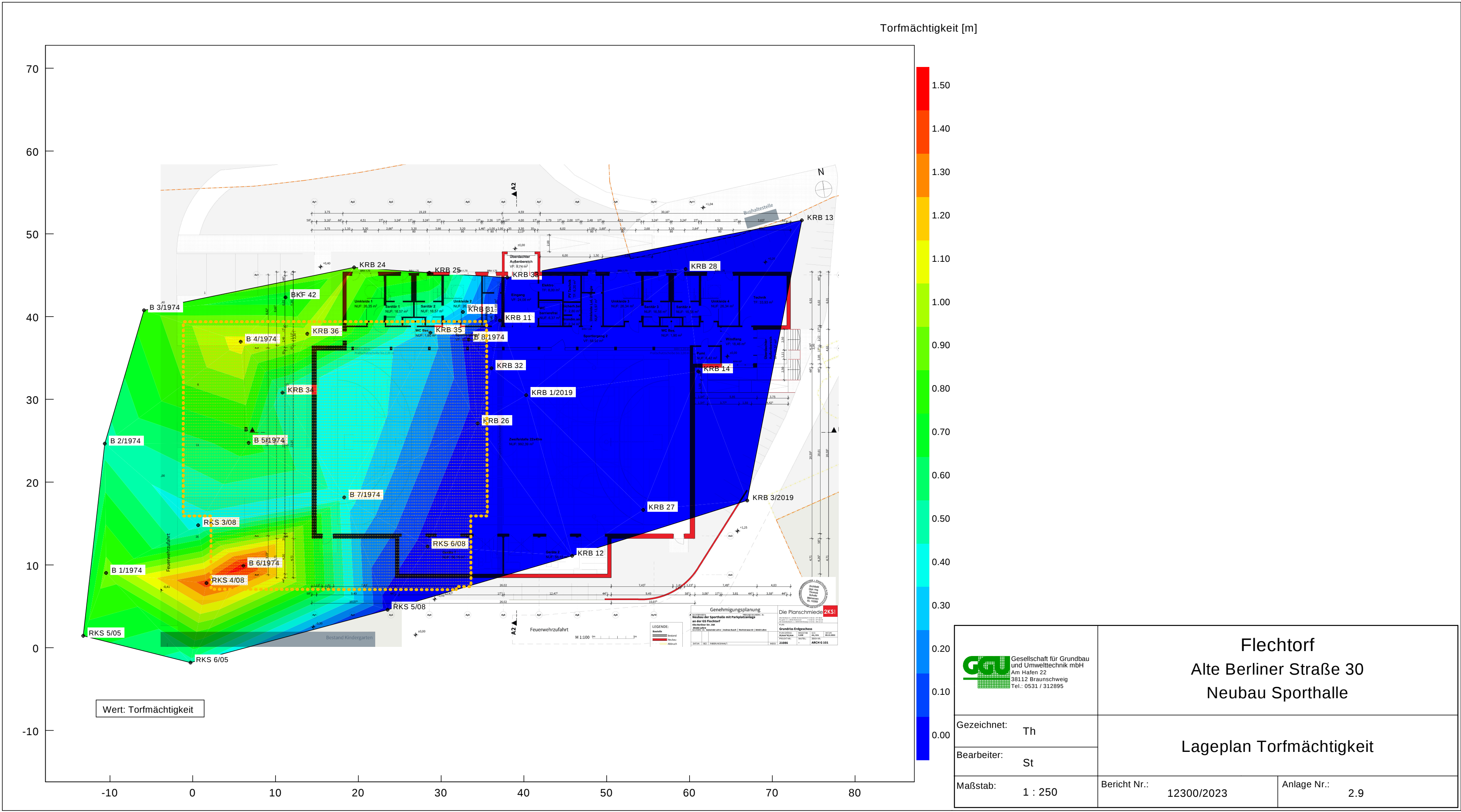
KRB 14/5572

89,60 mNHN

KRB 28/6061

89,36 mNHN



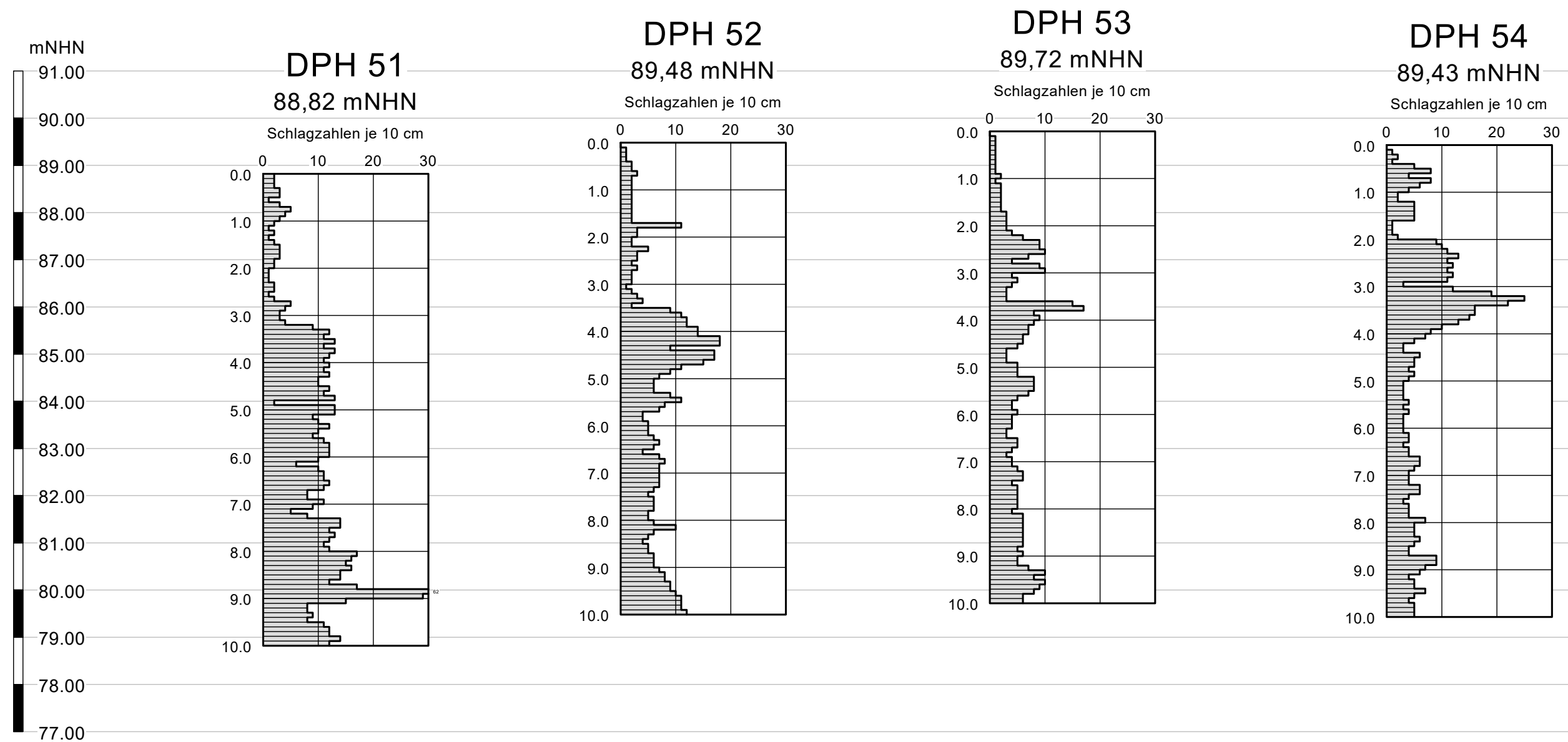


Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895		Flechtorf Alte Berliner Straße 30 Neubau Sporthalle	
Gezeichnet:	Th	Lageplan Torfmächtigkeit	
Bearbeiter:	St		
Maßstab:	1 : 250	Bericht Nr.: 12300/2023	Anlage Nr.: 2.9

Rammdiagramme

Maßstab d. H. 1 : 100

DPH = Schwere Rammsondierung (DPH nach DIN EN ISO 22476-2)





Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Bearbeiter: PP

Datum: 02.05.2023

Körnungslinien

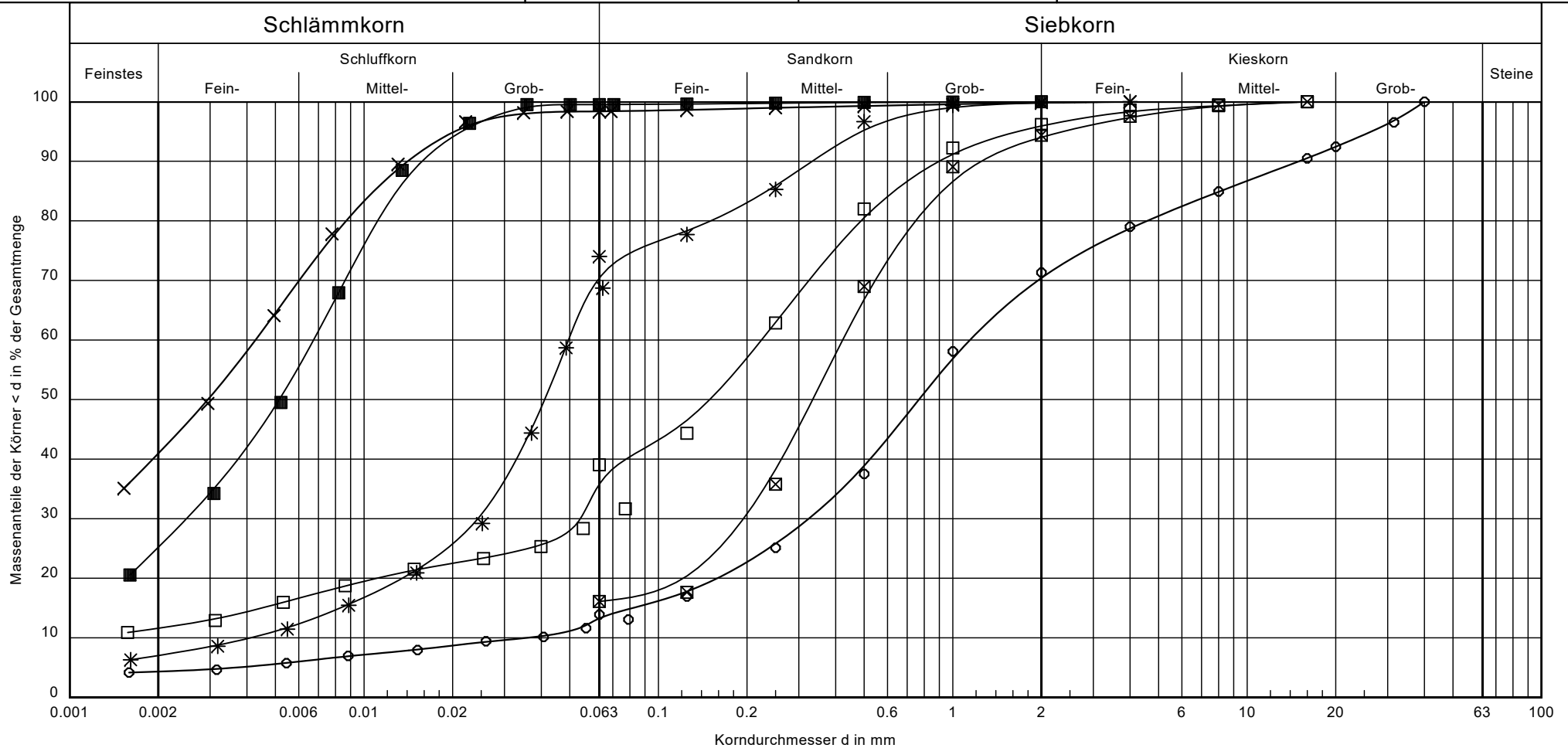
Flechtorf

Alte Berliner Straße 30
Neubau Sporthalle

Probe entnommen am: März 2023

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: komb. Sieb- und Schlämmanalyse, Nasssiebung



Kurve:	○—○	×—×	□—□	⊠—⊠	*—*	■—■
Entnahmestelle:	BKF 42	BKF 42	BKF 42	BKF 42	BKF 42	BKF 42
Tiefe:	0,5 - 1,05 m	1,05 - 1,5 m	2,5 - 2,72 m	3,5 - 4,24 m	7,5 - 8,5 m	9,5 - 10,5 m
Bodenart:	S, g, u	T, u	S, $\bar{u}$	S, u, g'	U, s, t'	U, $\bar{t}$
Cu/Cc:	31.9/2.6	-/-	-/-	-/-	12.0/2.9	-/-
k [m/s]:	$6.5 \cdot 10^{-5}$ Seiler	-	-	-	$1.8 \cdot 10^{-7}$ USBR	-
T/U/S/G [%]:	4.3/8.9/57.2/29.6	40.9/57.4/1.4/0.2	11.6/24.2/60.2/4.1	- /16.1/77.9/6.0	7.0/63.3/29.4/0.2	25.2/74.3/0.5/-

Bemerkungen:

Bericht:
12300/2023
Anlage:
3.1.1



Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Bearbeiter: OI

Datum: 07.02.2019

Körnungslinie

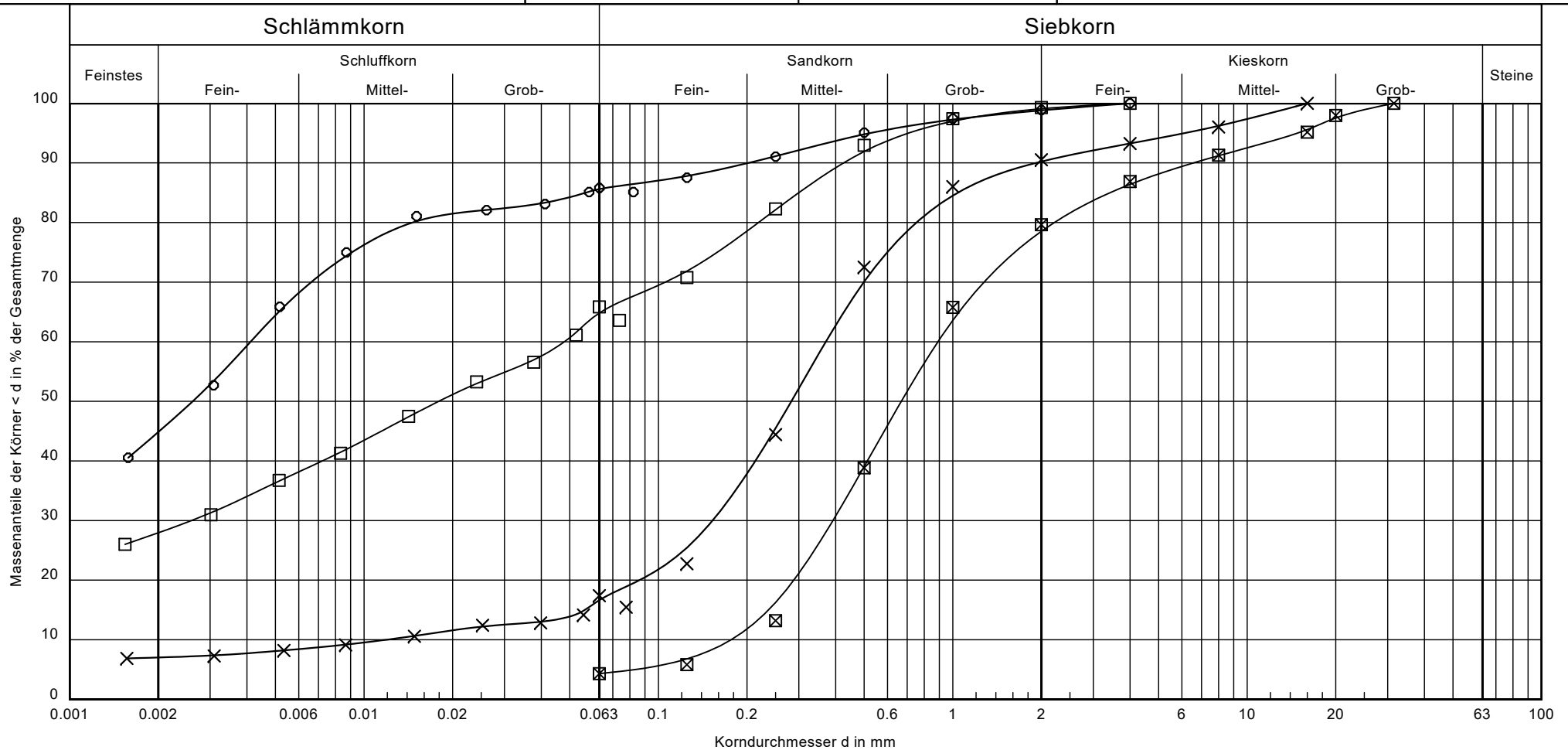
Flechtort

Alte Berliner Straße 30
Neubau Sporthalle

Probe entnommen am: 28.01.2019

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Sieb- und Schlämmanalyse, Nasssiebung



Kurve:	○—○	×—×	□—□	⊠—⊠
Entnahmestelle:	KRB 1	KRB 2	KRB 4	KRB 5
Tiefe:	1,5 - 2,4 m	2,9 - 5,0 m	1,6 - 2,3 m	0,9 - 7,0 m
Bodenart:	T, $\bar{u}$, s'	S, t', u', g'	T, $\bar{u}$, $\bar{s}$	S, g
Cu/Cc:	-/-	31.1/5.3	-/-	5.0/1.0
T/U/S/G [%]:	44.8/40.8/13.2/1.2	7.0/9.6/73.6/9.8	27.9/36.9/34.3/0.9	- /4.3/74.2/21.5

Bemerkungen:

übernommen aus GGU-Bericht 10725/2019

Bericht:
12300/2023
Anlage:
3.1.2



Zustandsgrenzen

Flechtorf

Alte Berliner Straße 30

Neubau Sporthalle

Bearbeiter: PP

Datum: 02.05.2023

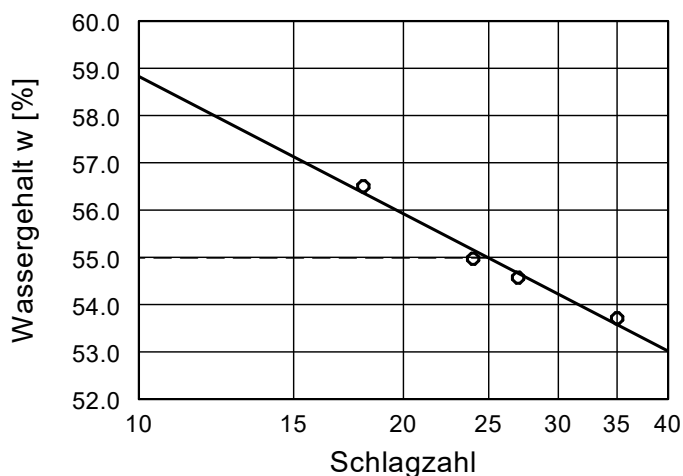
Entnahmestelle: BKF 42

Tiefe: 1,05 - 1,5 m

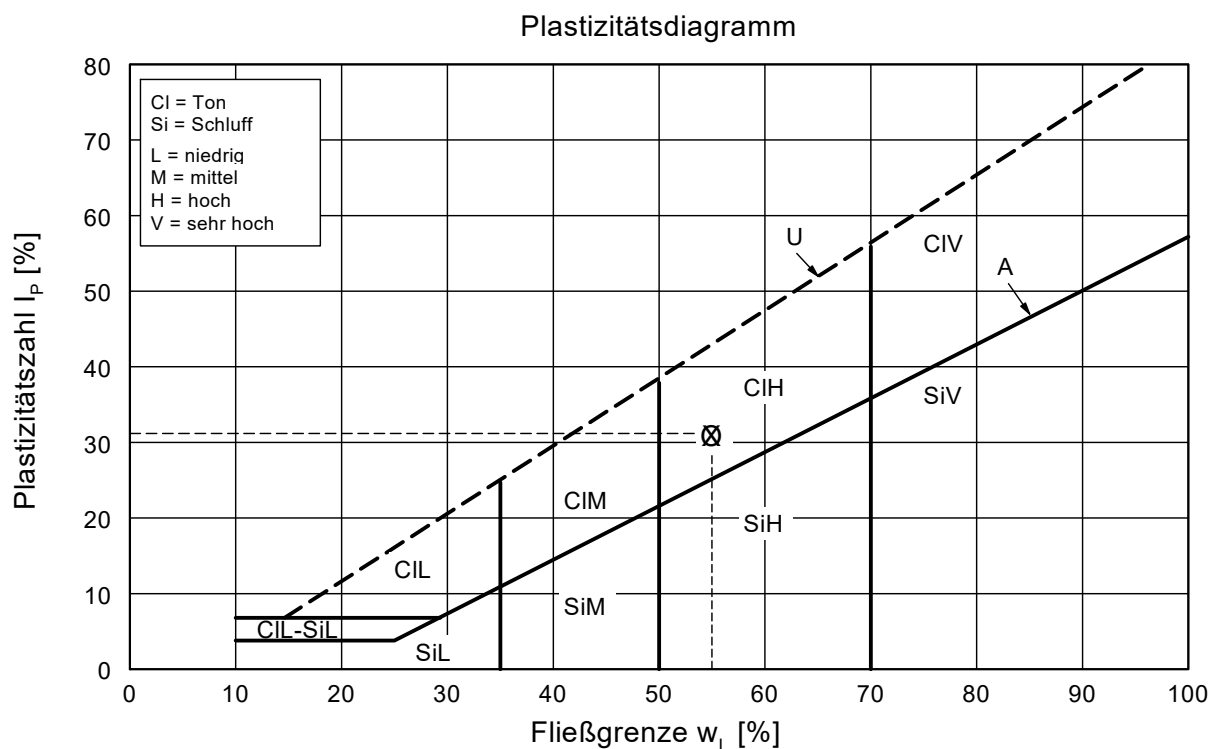
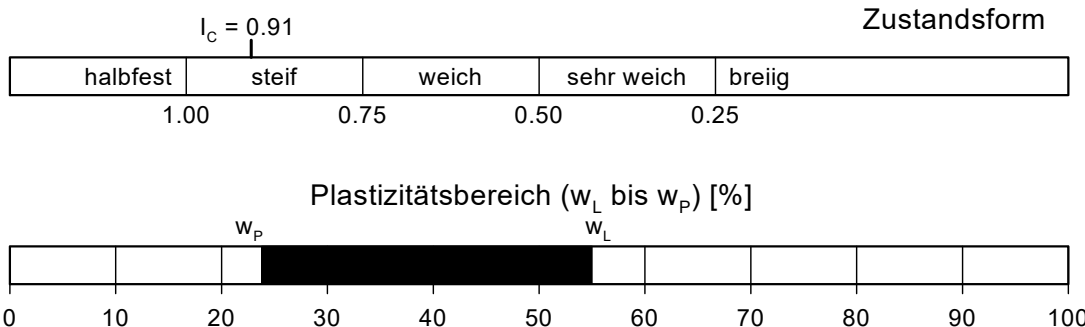
Art der Entnahme: ungestört

Bodenart: T, u

Probe entnommen am: März 2023



Wassergehalt $w =$ 26.7 %
Fließgrenze $w_L =$ 55.0 %
Ausrollgrenze $w_P =$ 23.8 %
Plastizitätszahl $I_P =$ 31.2 %
Konsistenzzahl $I_C =$ 0.91





Druck-Setzungs-Versuch

Flechtorf

Alte Berliner Straße 30

Neubau Sporthalle

Bearbeiter: Ol

Datum: 31.03.2023

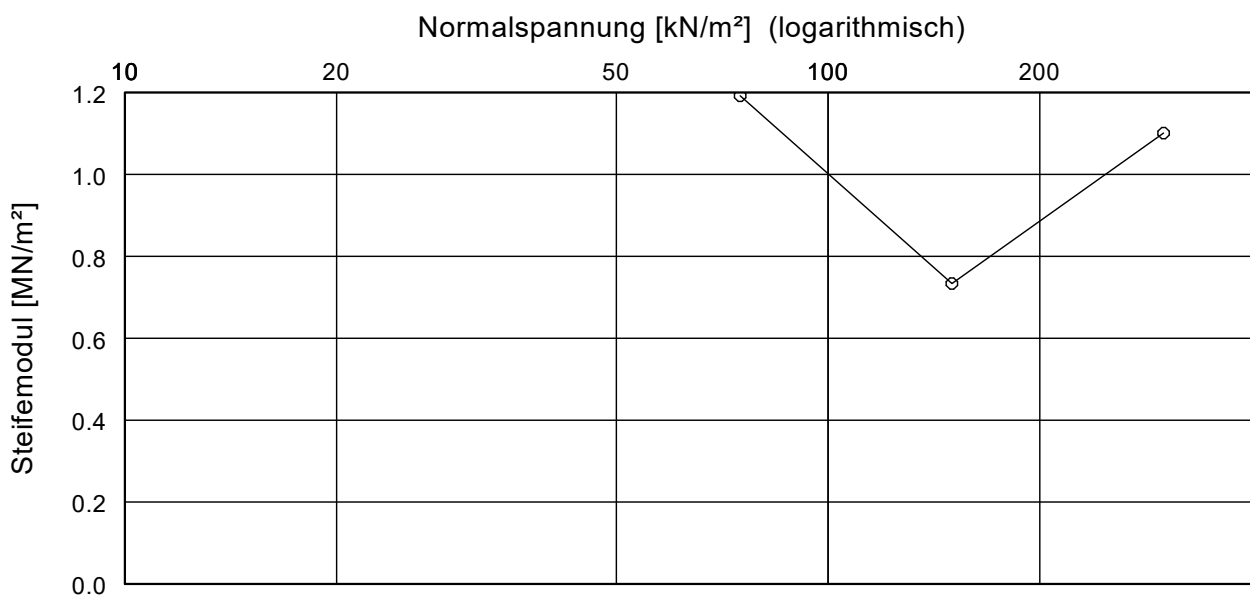
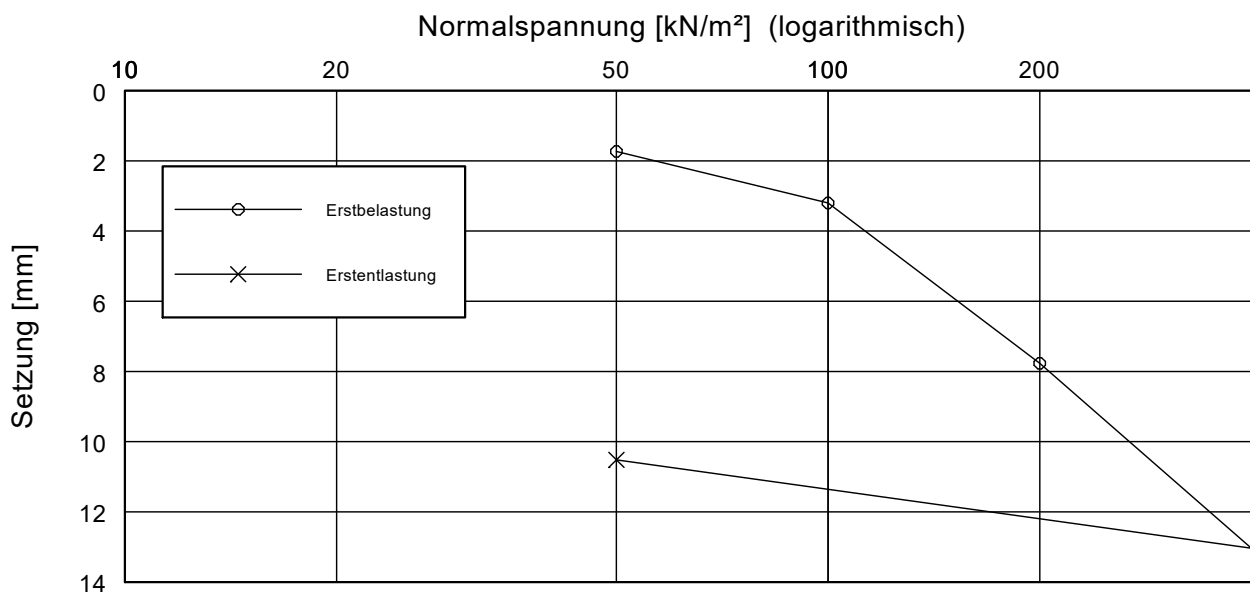
Entnahmestelle: BKF 42

Tiefe: 2,95 - 3,4 m

Bodenart: Torf

Art der Entnahme: ungestört

Probe entnommen am: März 2023



Versuch-Nr.	1	2	3	4	5
Normalspannung [kN/m ²]	50.0	100.0	200.0	400.0	50.0
Meßuhrablesung [mm]	1.732	3.200	7.770	13.032	10.519
Steifemodul [MN/m ²]		1.2	0.73	1.1	-

Einbauhöhe [mm] = 35.000	Probendurchmesser [cm] = 7,1
w (Einbau) [%] = 184,7	w (Ausbau) [%] = 124,1
rho (Einbau) [g/cm ³] = 1,247	rho (Ausbau) [g/cm ³] = 1,403



Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Zeit-Setzungs-Versuch

Flechtorf

Alte Berliner Straße 30
Neubau Sporthalle

Entnahmestelle: BKF 42

Tiefe: 2,95 - 3,4 m

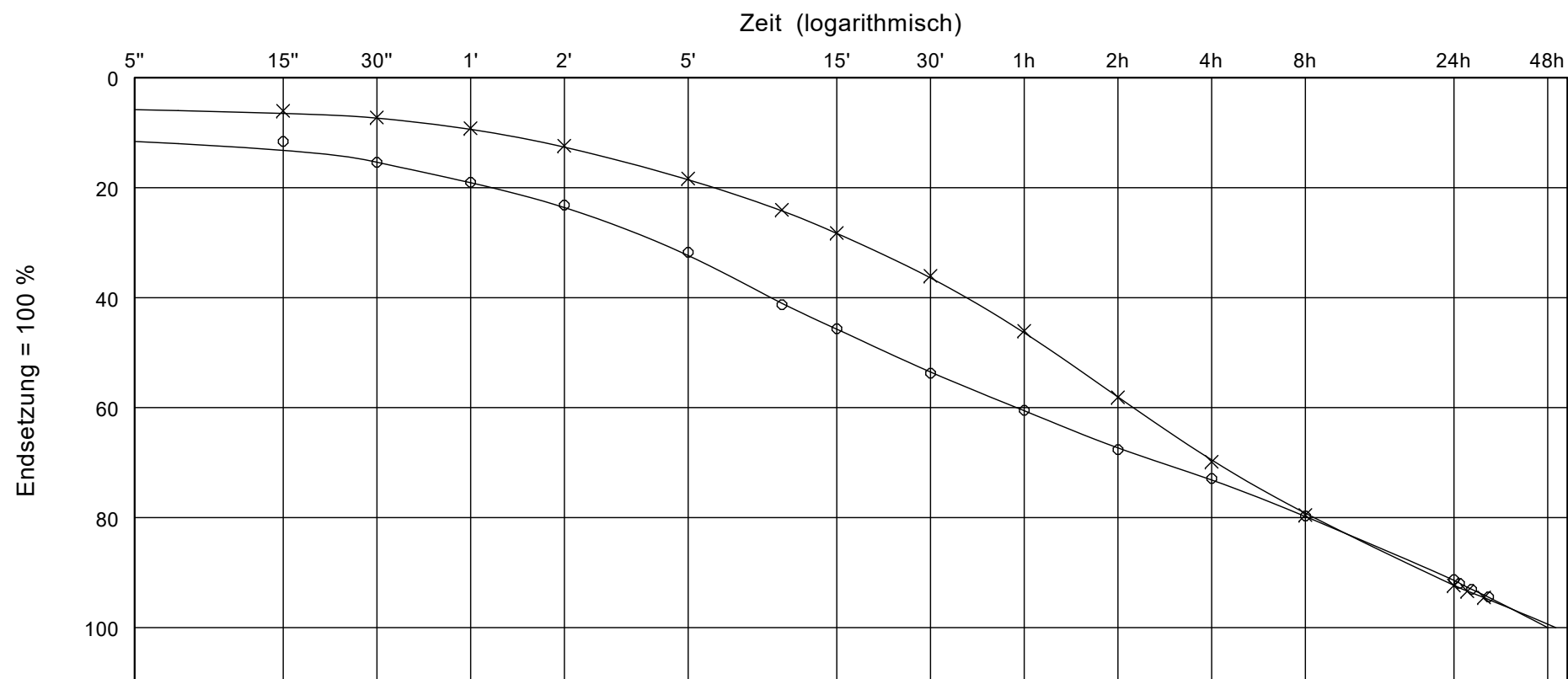
Bodenart: Torf

Art der Entnahme: ungestört

Probe entnommen am: März 2023

Bearbeiter: OI/PP

Datum: 03.04.2023



Bezeichnung:	100 kN/m²	200 kN/m²
Signatur:	○ ○	× ×
Einbauhöhe [mm]	33.27	31.80
Normalspannung	100.00	200.00
maximale Setzung [mm]	3.200	7.770
maximale Setzung [%]	9.619	24.434
Versuchsdauer	48h	51h

Bemerkungen:

Bericht:
12300/2023
Anlage:
3.3.2



Druck-Setzungs-Versuch

Flechtorf

Alte Berliner Straße 30

Neubau Sporthalle

Bearbeiter: OI

Datum: 13.04.2023

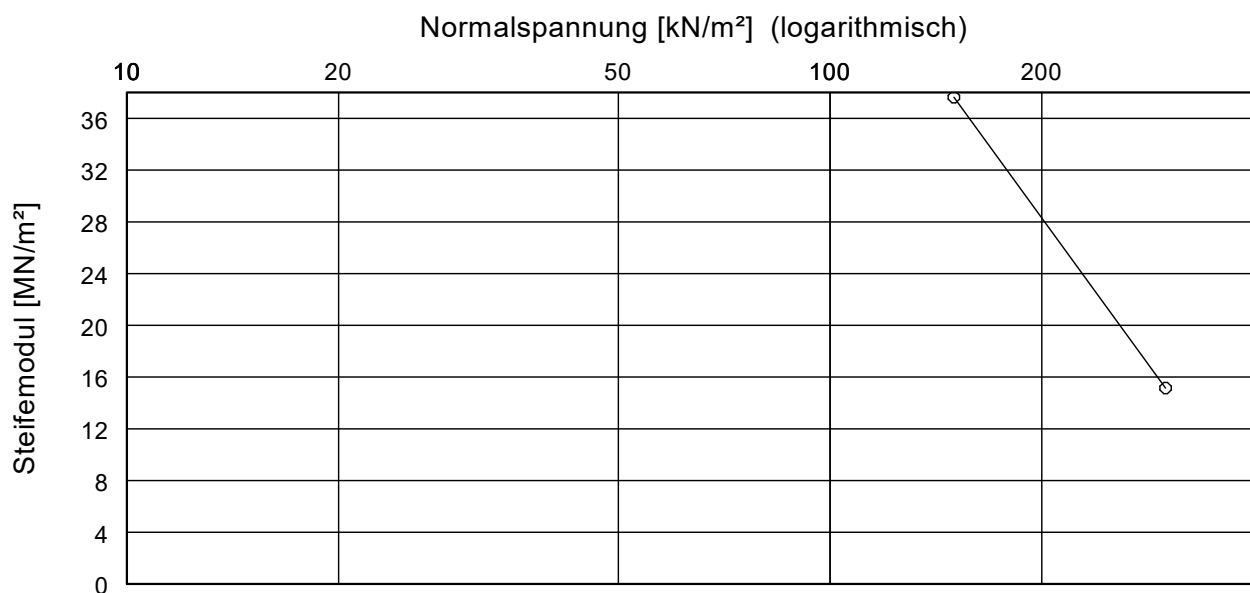
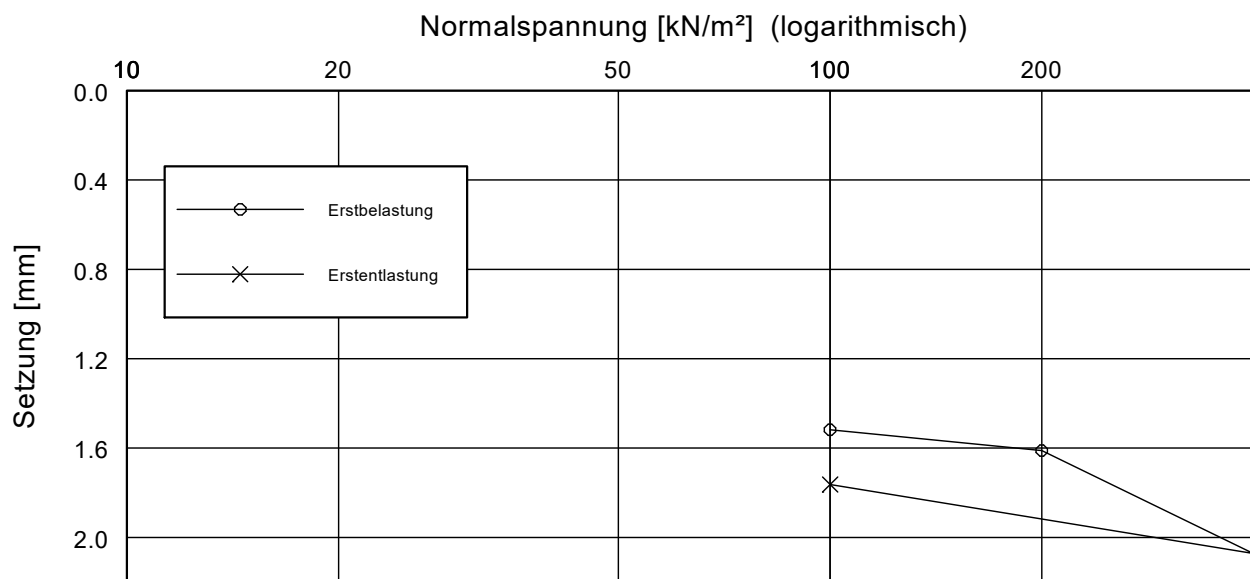
Entnahmestelle: BKF 42

Tiefe: 9,5 - 10,5 m

Bodenart: U, $\bar{t}$

Art der Entnahme: ungestört

Probe entnommen am: März 2023



Versuch-Nr.	1	2	3	4
Normalspannung [kN/m ²]	100.0	200.0	400.0	100.0
Meßuhrablesung [mm]	1.518	1.611	2.072	1.763
Steifemodul [MN/m ²]		37.6	15.1	-

Einbauhöhe [mm] = 35.000	Probendurchmesser [cm] = 7,1
w (Einbau) [%] = 30,0	w (Ausbau) [%] = 27,0
rho (Einbau) [g/cm ³] = 1,543	rho (Ausbau) [g/cm ³] = 1,625



Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Zeit-Setzungs-Versuch

Flechtorf

Alte Berliner Straße 30
Neubau Sporthalle

Entnahmestelle: BKF 42

Tiefe: 9,5 - 10,5 m

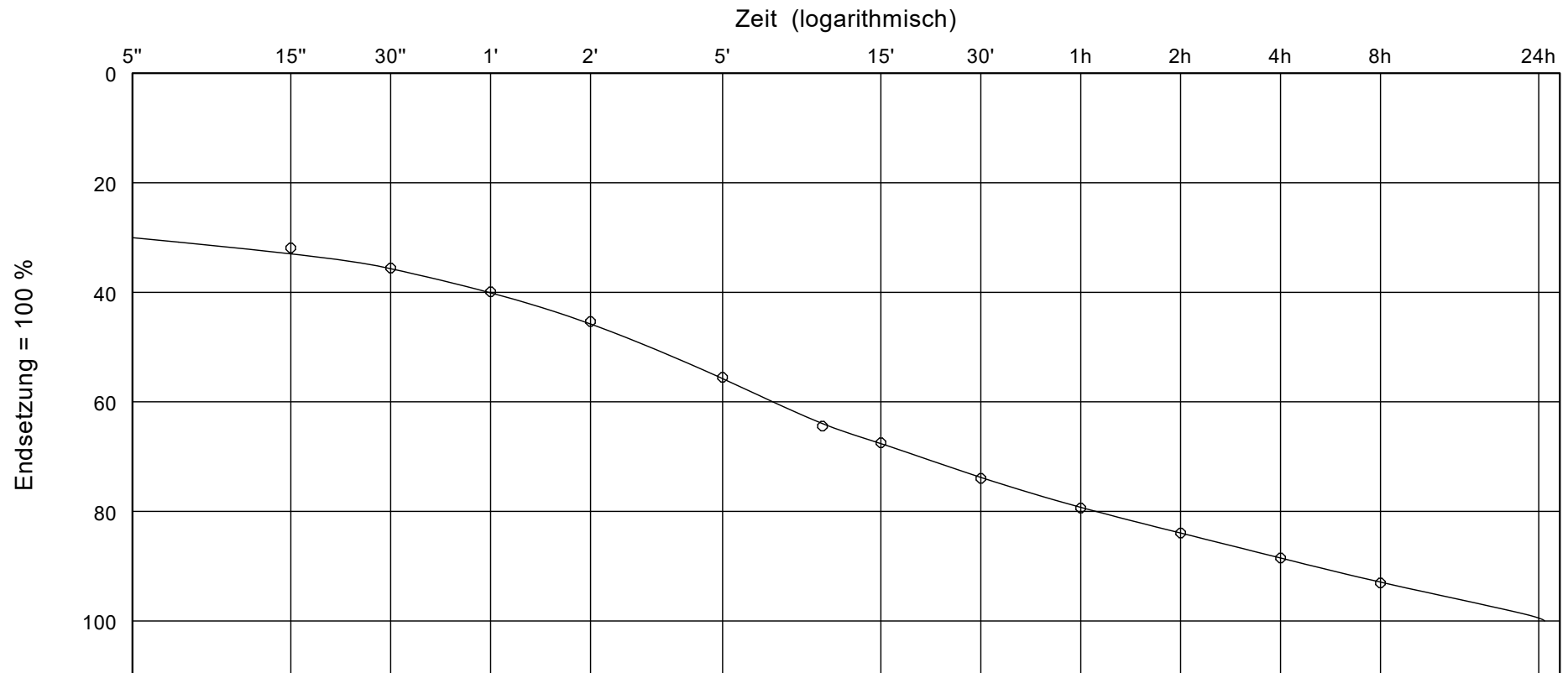
Bodenart: U, $\bar{t}$

Art der Entnahme: ungestört

Probe entnommen am: März 2023

Bearbeiter: OI/PP

Datum: 17.04.2023



Bezeichnung: 400 kN/m²

Signatur:

Einbauhöhe [mm] 33.39

Normalspannung 400.00

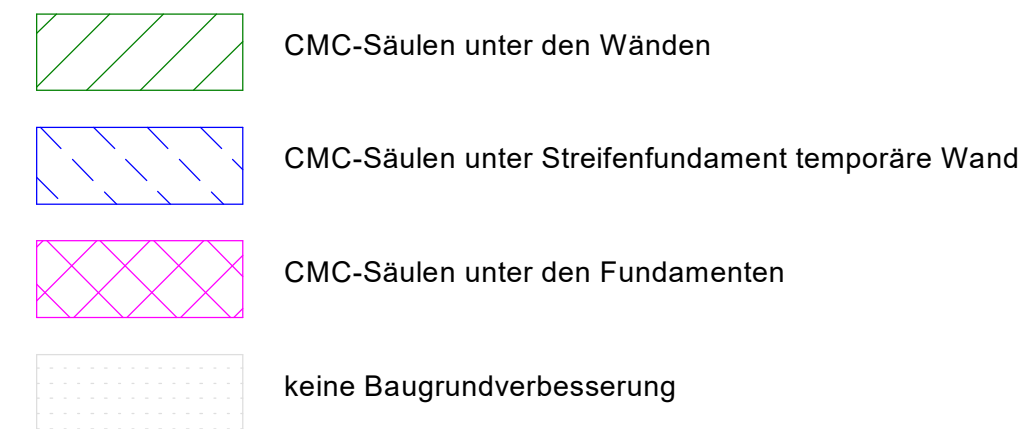
maximale Setzung [mm] 2.072

maximale Setzung [%] 6.206

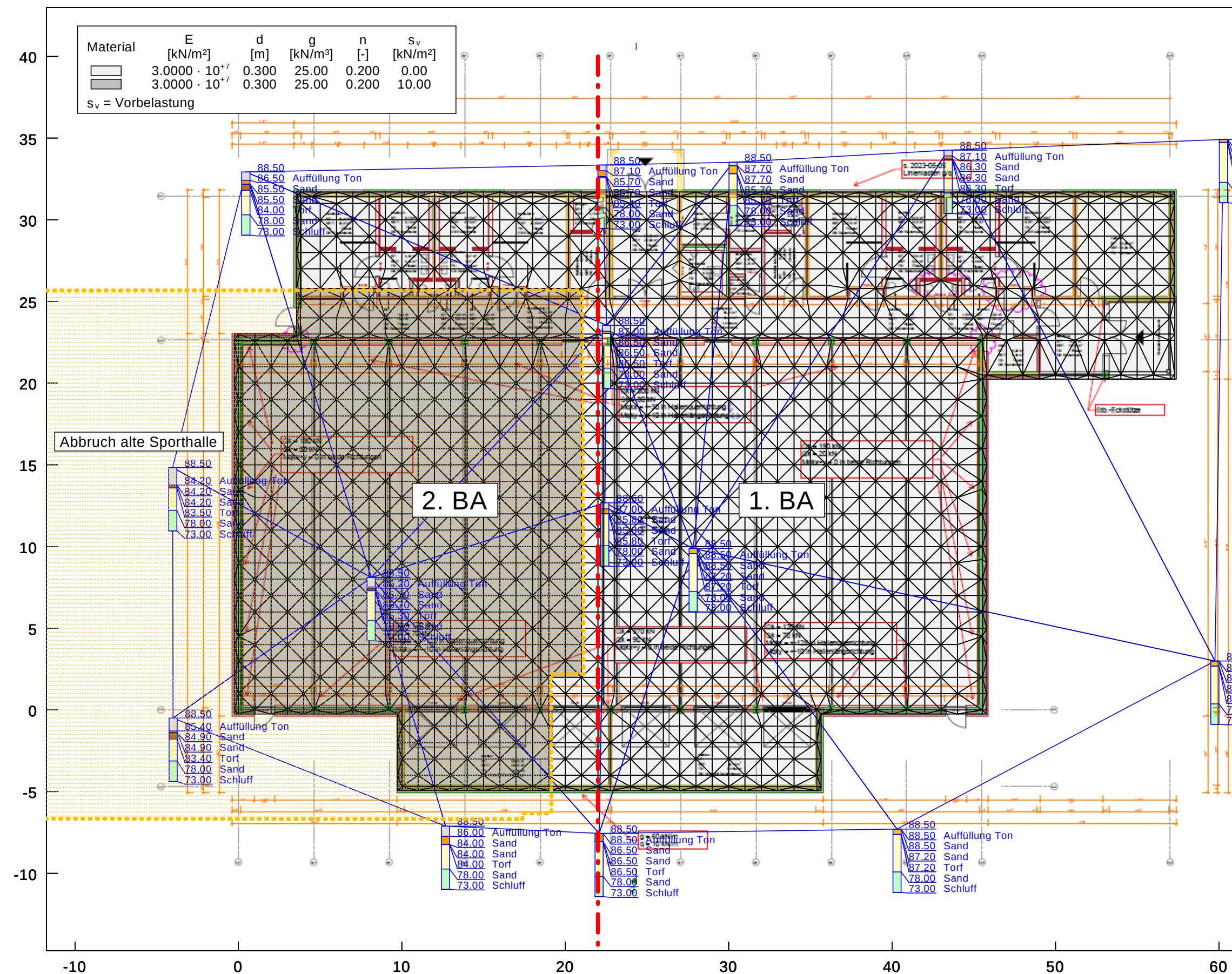
Versuchsdauer 25h

Bemerkungen:

Bericht:
12300/2023
Anlage:
3.3.4



 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895	Flechtorf Alte Berliner Straße 30 Neubau Sporthalle	
Gezeichnet: Th	Gründungskonzept Baugrundverbessernde Maßnahmen	
Bearbeiter: St		
Maßstab: 1 : 250	Bericht Nr.: 12300/2023	Anlage Nr.: 4.1



Boden	E_s [MN/m²]	$n_1 \cdot E_s$ [MN/m²]	A_c/A [-]	j_c [°]	E_c/E_B [-]	n_1 [-]	g [kN/m³]	Bezeichnung
	10.00	12.98	0.050	40.00	10.000	1.298	19.00	Auffüllung Ton
	30.00	38.05	0.050	40.00	3.000	1.268	19.00	Sand
	30.00	30.00	-	-	-	1.000	19.00	Sand
	1.00	1.31	0.050	40.00	100.000	1.306	19.00	Torf
	50.00	50.00	-	-	-	1.000	19.00	Sand
	30.00	30.00	-	-	-	1.000	19.00	Schluff

A_c/A = Fläche Säule / Fläche Zelle
 j_c = Reibungswinkel Säule
 E_c/E_B = E-Modul (Säule) / E-Modul (Boden)
 n_1 = Verbesserungswert

Berechnungsgrundlagen
Steifemodulverfahren
Dimensionen:
- Längen [m]
- Kräfte [kN]
- Verschiebung w [cm]
- Bettungsmodul [kN/m³]
- Setzungen s [cm]
- Steifemodul E_s [MN/m²]



Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Flechtorf
Alte Berliner Straße 30
Neubau Sporthalle

Gezeichnet: Th

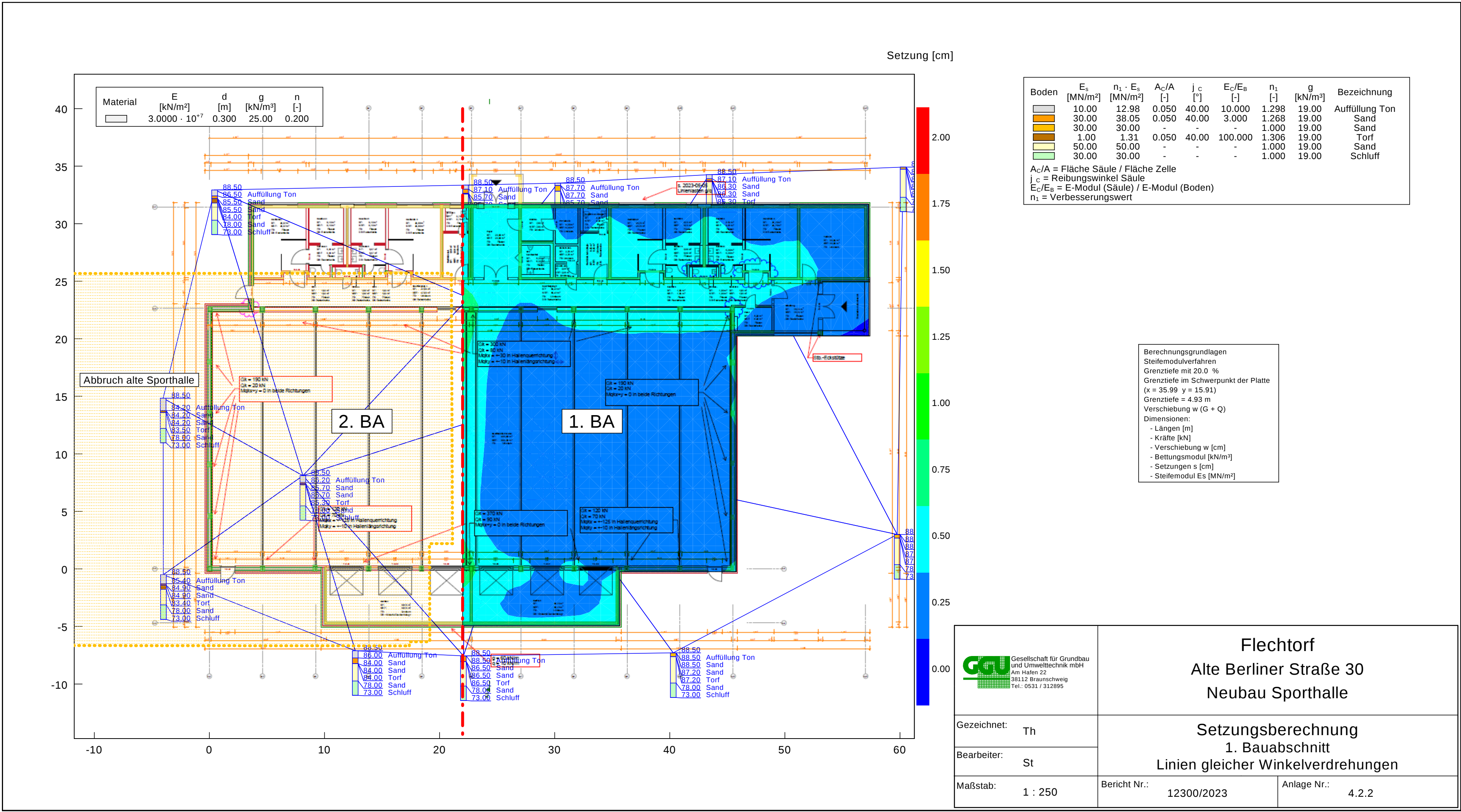
Bearbeiter: St

Maßstab: 1 : 250

Setzungsrechnung
Gesamtsystem

Bericht Nr.: 12300/2023

Anlage Nr.: 4.2.1



Material	E [kN/m²]	d [m]	g [kN/m³]	n [-]
	3.0000 · 10 ⁺⁷	0.300	25.00	0.200

Boden	E _s [MN/m²]	n ₁ · E _s [MN/m²]	A _c /A [-]	j _c [°]	E _c /E _B [-]	n ₁ [-]	g [kN/m³]	Bezeichnung
	10.00	12.98	0.050	40.00	10.000	1.298	19.00	Auffüllung Ton
	30.00	38.05	0.050	40.00	3.000	1.268	19.00	Sand
	30.00	30.00	-	-	-	1.000	19.00	Sand
	1.00	1.31	0.050	40.00	100.000	1.306	19.00	Torf
	50.00	50.00	-	-	-	1.000	19.00	Sand
	30.00	30.00	-	-	-	1.000	19.00	Schluff

A_c/A = Fläche Säule / Fläche Zelle
j_c = Reibungswinkel Säule
E_c/E_B = E-Modul (Säule) / E-Modul (Boden)
n₁ = Verbesserungswert

Berechnungsgrundlagen
Steifemodulverfahren
Grenztiefe mit 20.0 %
Grenztiefe im Schwerpunkt der Platte
(x = 35.99 y = 15.91)
Grenztiefe = 4.93 m
Verschiebung w (G + Q)
Dimensionen:
- Längen [m]
- Kräfte [kN]
- Verschiebung w [cm]
- Bettungsmodul [kN/m³]
- Setzungen s [cm]
- Steifemodul E_s [MN/m²]

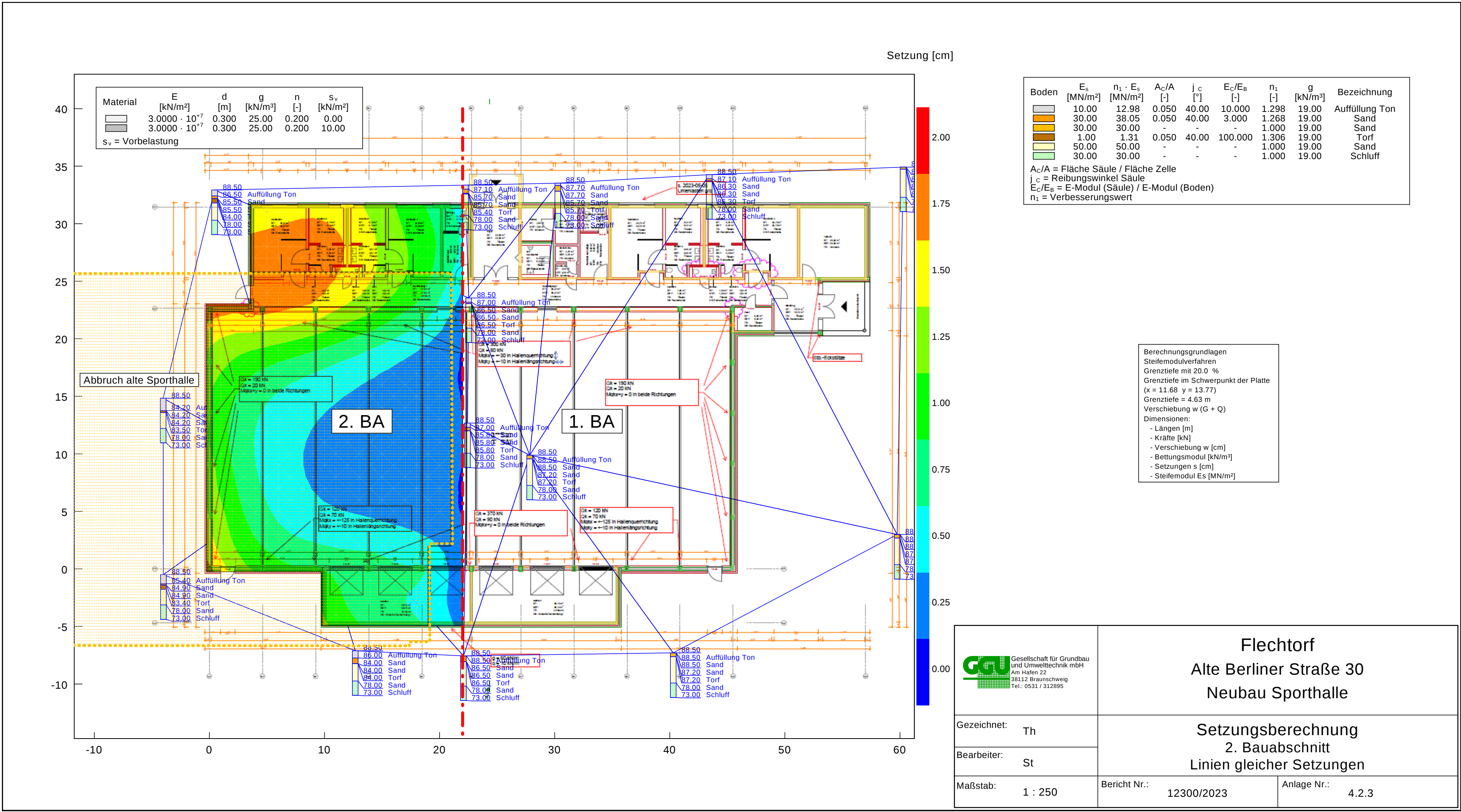


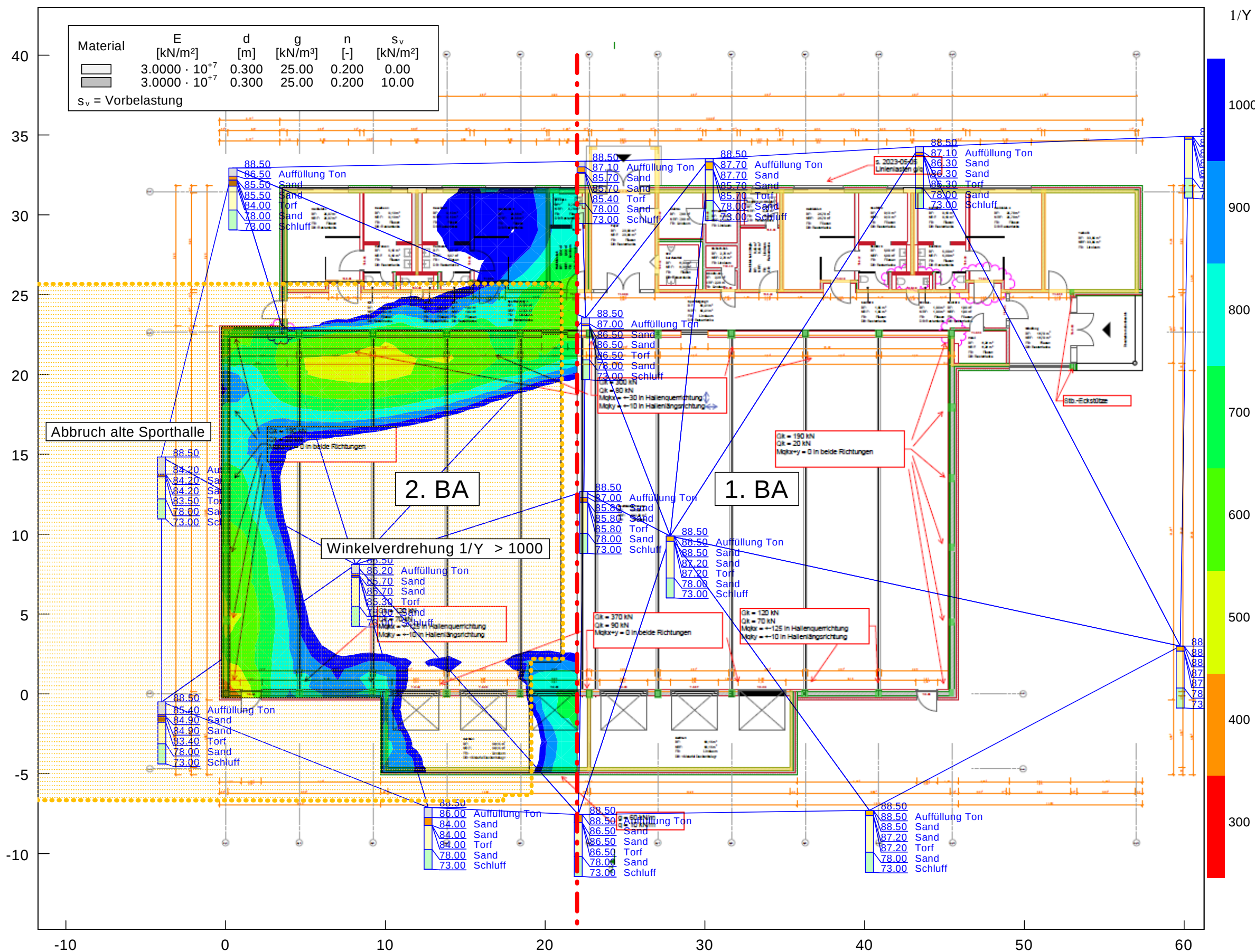
Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Flechtorf
Alte Berliner Straße 30
Neubau Sporthalle

Gezeichnet: Th	Setzungsberechnung 1. Bauabschnitt Linien gleicher Winkelverdrehungen
Bearbeiter: St	
Maßstab: 1 : 250	

Bericht Nr.: 12300/2023	Anlage Nr.: 4.2.2
-------------------------	-------------------





Material	E [kN/m²]	d [m]	g [kN/m³]	n [-]	s _v [kN/m²]
	3.0000 · 10 ⁺⁷	0.300	25.00	0.200	0.00
	3.0000 · 10 ⁺⁷	0.300	25.00	0.200	10.00

s_v = Vorbelastung

Boden	E _s [MN/m²]	n ₁ · E _s [MN/m²]	A _c /A [-]	j _c [°]	E _c /E _B [-]	n ₁ [-]	g [kN/m³]	Bezeichnung
	10.00	12.98	0.050	40.00	10.000	1.298	19.00	Auffüllung Ton
	30.00	38.05	0.050	40.00	3.000	1.268	19.00	Sand
	30.00	30.00	-	-	-	1.000	19.00	Sand
	1.00	1.31	0.050	40.00	100.000	1.306	19.00	Torf
	50.00	50.00	-	-	-	1.000	19.00	Sand
	30.00	30.00	-	-	-	1.000	19.00	Schluff

A_c/A = Fläche Säule / Fläche Zelle
j_c = Reibungswinkel Säule
E_c/E_B = E-Modul (Säule) / E-Modul (Boden)
n₁ = Verbesserungswert

Berechnungsgrundlagen
Steifemodulverfahren
Grenztiefe mit 20.0 %
Grenztiefe im Schwerpunkt der Platte
(x = 11.68 y = 13.77)
Grenztiefe = 4.63 m
Winkelverdrehung (1:?) (G + Q)
Dimensionen:
- Längen [m]
- Kräfte [kN]
- Verschiebung w [cm]
- Bettungsmodul [kN/m³]
- Setzungen s [cm]
- Steifemodul E_s [MN/m²]



Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Flechtorf
Alte Berliner Straße 30
Neubau Sporthalle

Gezeichnet: Th

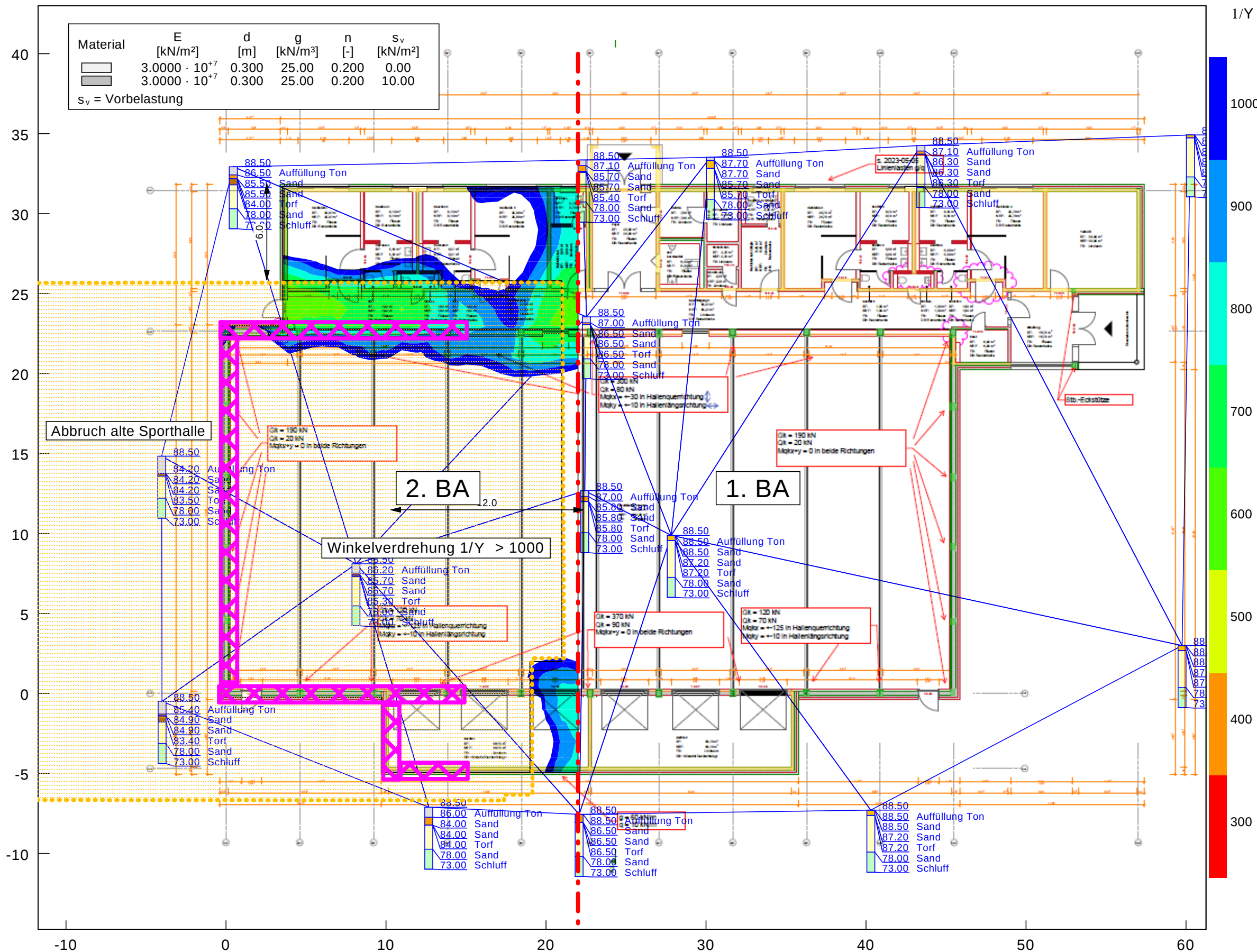
Bearbeiter: St

Maßstab: 1 : 250

Setzungsberechnung
2. Bauabschnitt
Linien gleicher Winkelverdrehungen

Bericht Nr.: 12300/2023

Anlage Nr.: 4.2.4



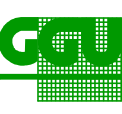
Material	E [kN/m ²]	d [m]	g [kN/m ³]	n [-]	s _v [kN/m ²]
	3.0000 · 10 ⁺⁷	0.300	25.00	0.200	0.00
	3.0000 · 10 ⁺⁷	0.300	25.00	0.200	10.00

s_v = Vorbelastung

Boden	E _s [MN/m ²]	n ₁ · E _s [MN/m ²]	A _c /A [-]	j _c [°]	E _c /E _B [-]	n ₁ [-]	g [kN/m ³]	Bezeichnung
	10.00	12.98	0.050	40.00	10.000	1.298	19.00	Auffüllung Ton
	30.00	38.05	0.050	40.00	3.000	1.268	19.00	Sand
	30.00	30.00	-	-	-	1.000	19.00	Sand
	1.00	1.31	0.050	40.00	100.000	1.306	19.00	Torf
	50.00	50.00	-	-	-	1.000	19.00	Sand
	30.00	30.00	-	-	-	1.000	19.00	Schluff

A_c/A = Fläche Säule / Fläche Zelle
j_c = Reibungswinkel Säule
E_c/E_B = E-Modul (Säule) / E-Modul (Boden)
n₁ = Verbesserungswert

Berechnungsgrundlagen
Steifemodulverfahren
Grenztiefe mit 20.0 %
Grenztiefe im Schwerpunkt der Platte
(x = 11.68 y = 13.77)
Grenztiefe = 4.45 m
Winkelverdrehung (1:?) (G + Q)
Dimensionen:
- Längen [m]
- Kräfte [kN]
- Verschiebung w [cm]
- Bettungsmodul [kN/m³]
- Setzungen s [cm]
- Steifemodul E_s [MN/m²]



Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
Am Hafen 22
38112 Braunschweig
Tel.: 0531 / 312895

Flechtorf
Alte Berliner Straße 30
Neubau Sporthalle

Gezeichnet: Th

Bearbeiter: St

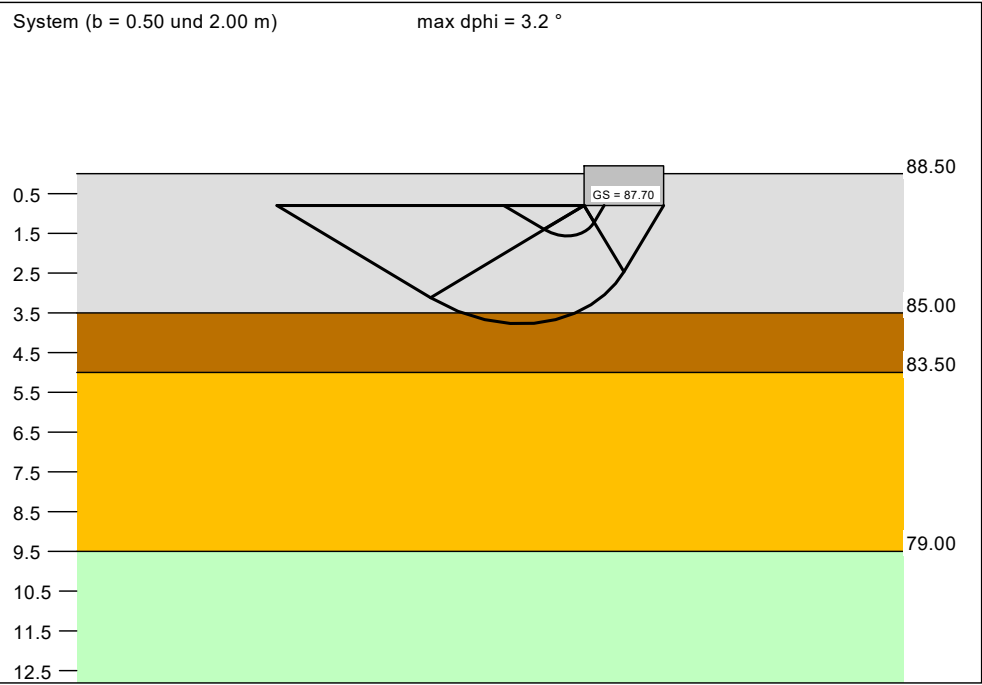
Maßstab: 1 : 250

Setzungsberechnung
2. Bauabschnitt
Winkelverdrehungen nach Zusatzmaßnahme

Bericht Nr.: 12300/2023

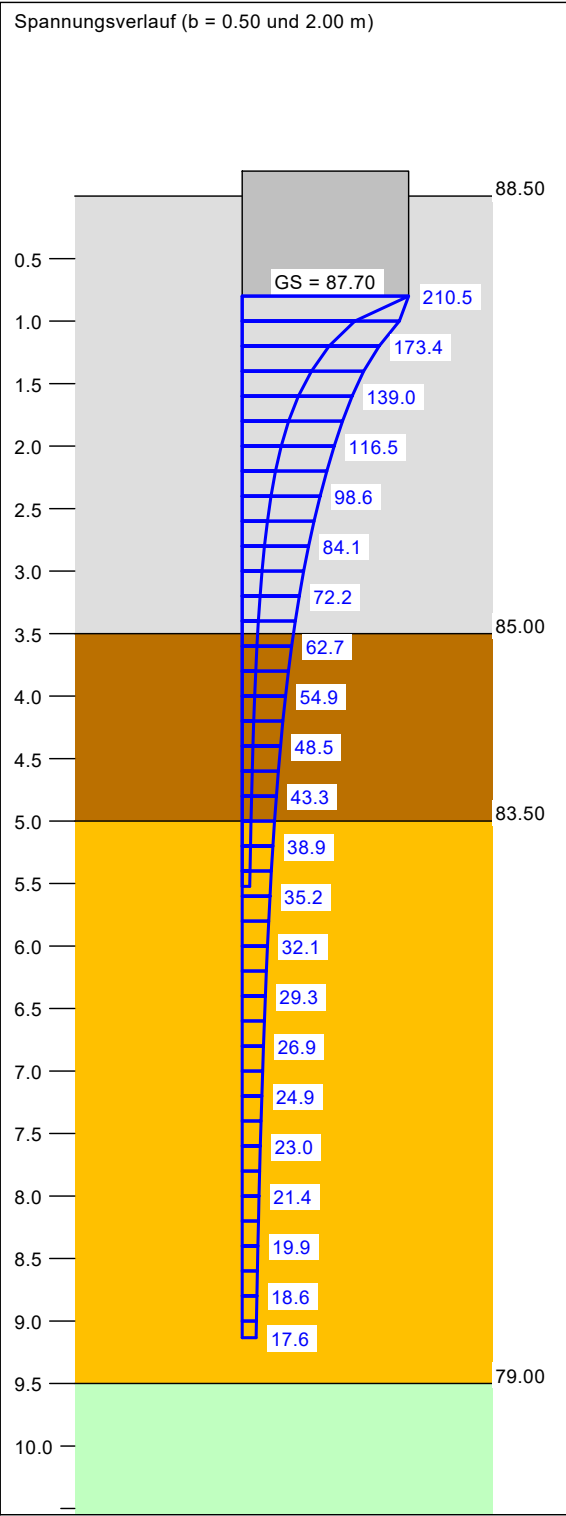
Anlage Nr.: 4.2.5

Boden	γ/γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	19.0/9.0	28.9	7.7	13.0	Auffüllung (Ton)
	12.0/2.0	25.4	3.8	1.3	Torf
	19.0/11.0	32.5	0.0	50.0	Unterer Sand
	19.0/9.0	27.5	15.0	30.0	Schluff

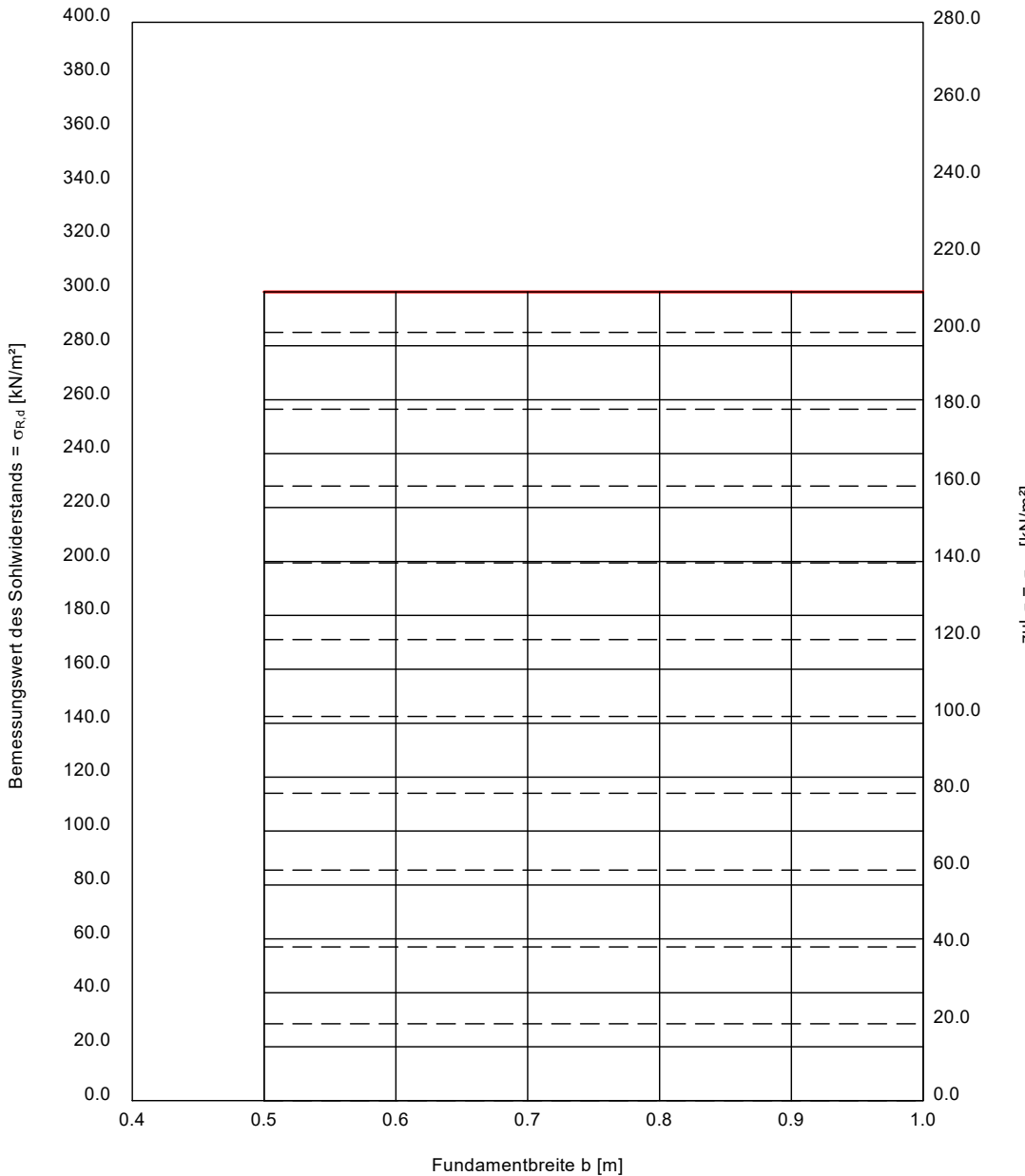


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]
10.00	0.50	300.0	150.0	210.5	2.99	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	0.60	300.0	180.0	210.5	3.47	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	0.70	300.0	210.0	210.5	3.94	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	0.80	300.0	240.0	210.5	4.39	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	0.90	300.0	270.0	210.5	4.82	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	1.00	300.0	300.0	210.5	5.23	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	1.10	300.0	330.0	210.5	5.63	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	1.20	300.0	360.0	210.5	6.02	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	1.30	300.0	390.0	210.5	6.39	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	1.40	300.0	420.0	210.5	6.75	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	1.50	300.0	450.0	210.5	7.10	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	1.60	300.0	480.0	210.5	7.43	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	1.70	300.0	510.0	210.5	7.75	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	1.80	300.0	540.0	210.5	8.06	28.6	7.40	8.99	15.20
10.00	1.90	300.0	570.0	210.5	8.36	28.3	7.00	8.92	15.20
10.00	2.00	300.0	600.0	210.5	8.64	28.1	6.75	8.81	15.20

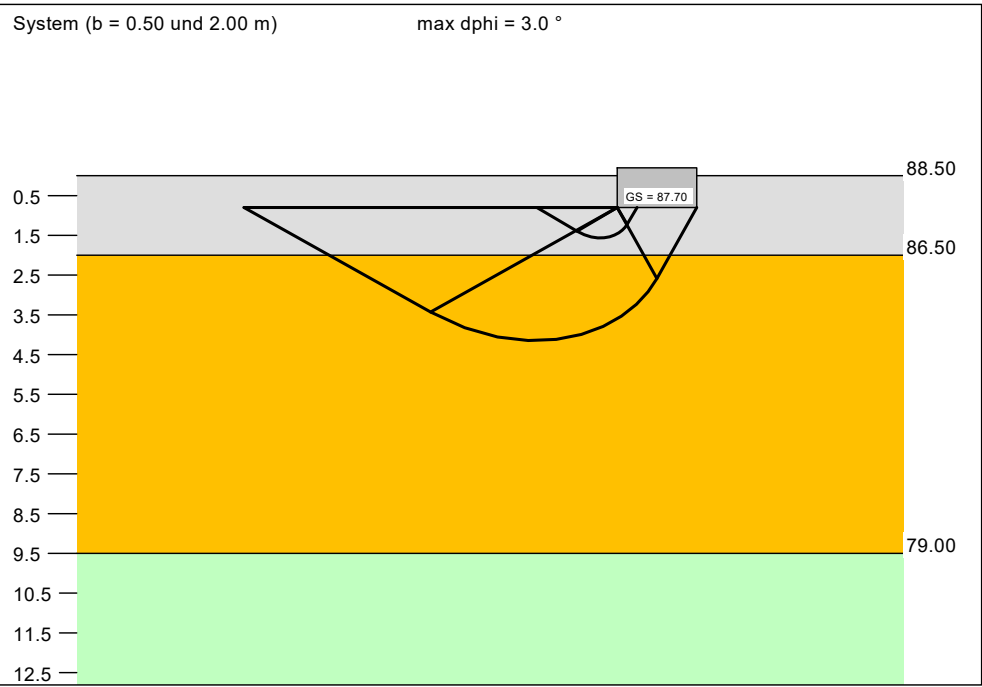
zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 300.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 88.50 mNHN
Gründungssohle = 87.70 mNHN
Grundwasser = 87.70 mNHN
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— Sohldruck
— Setzungen

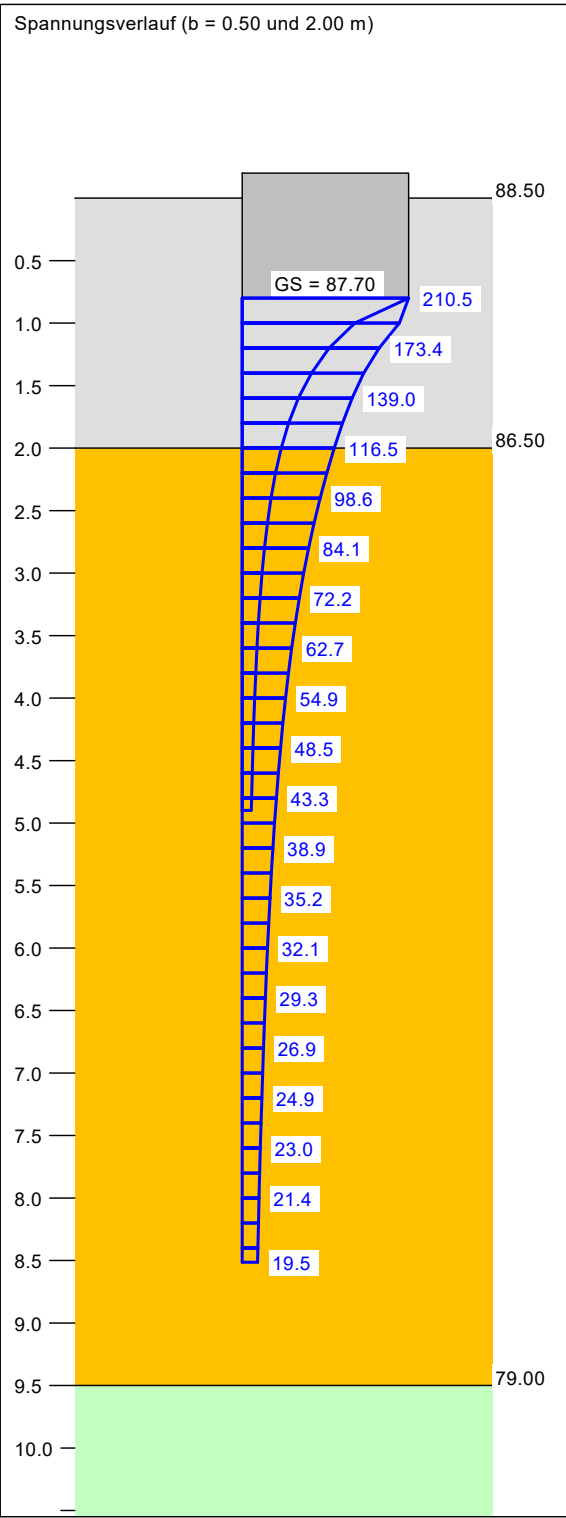


Boden	γ/γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	19.0/9.0	28.9	7.7	13.0	Auffüllung (Ton)
	19.0/11.0	32.5	0.0	50.0	Unterer Sand
	19.0/9.0	27.5	15.0	30.0	Schluff

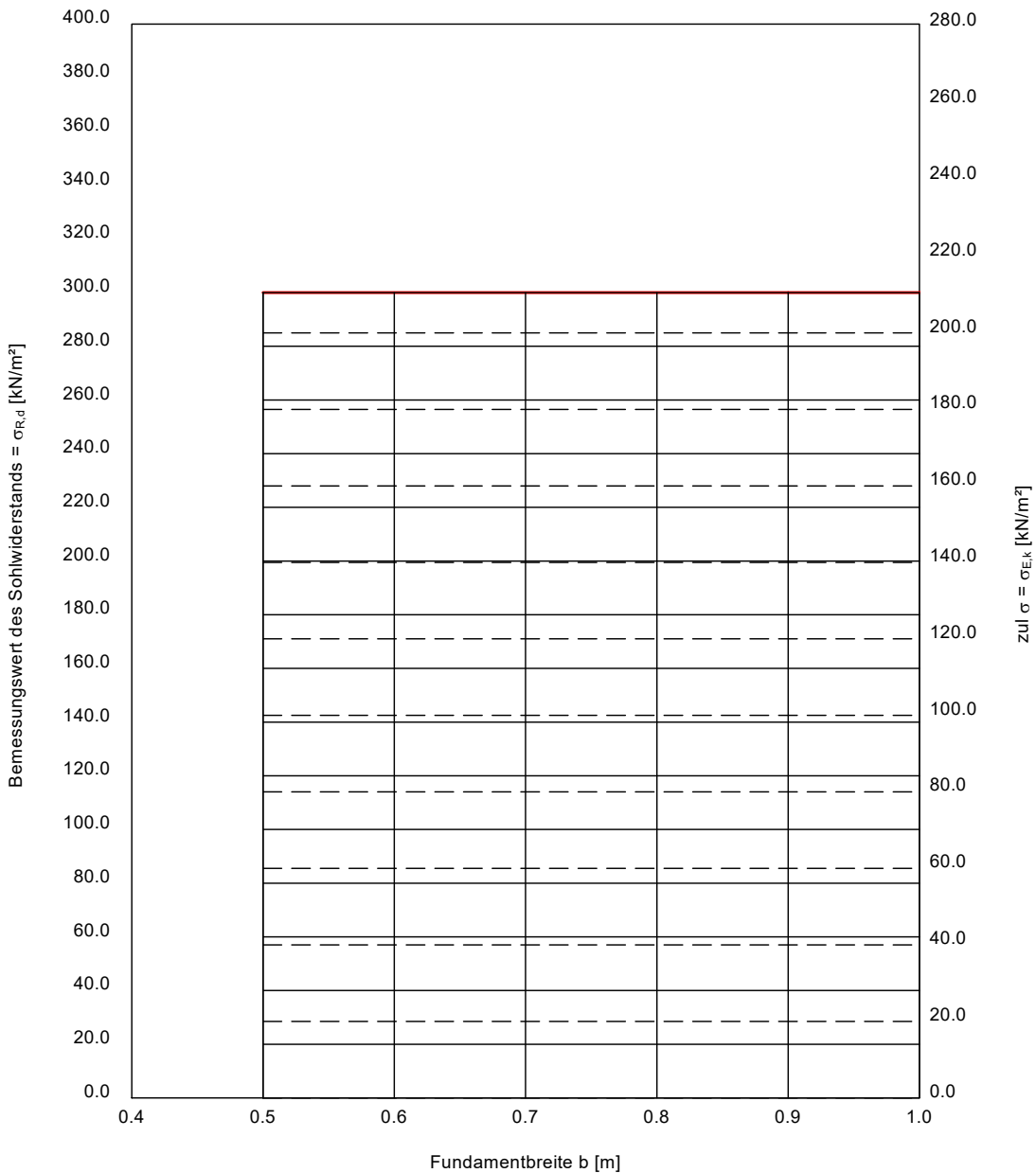


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]
10.00	0.50	300.0	150.0	210.5	1.05	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	0.60	300.0	180.0	210.5	1.17	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	0.70	300.0	210.0	210.5	1.27	28.9	7.70	9.00	15.20
10.00	0.80	300.0	240.0	210.5	1.36	29.5	6.54	9.01	15.20
10.00	0.90	300.0	270.0	210.5	1.45	30.1	5.20	9.13	15.20
10.00	1.00	300.0	300.0	210.5	1.52	30.4	4.52	9.25	15.20
10.00	1.10	300.0	330.0	210.5	1.60	30.6	4.05	9.37	15.20
10.00	1.20	300.0	360.0	210.5	1.66	30.8	3.67	9.47	15.20
10.00	1.30	300.0	390.0	210.5	1.72	31.0	3.37	9.57	15.20
10.00	1.40	300.0	420.0	210.5	1.78	31.1	3.11	9.65	15.20
10.00	1.50	300.0	450.0	210.5	1.84	31.2	2.89	9.73	15.20
10.00	1.60	300.0	480.0	210.5	1.89	31.3	2.70	9.79	15.20
10.00	1.70	300.0	510.0	210.5	1.94	31.3	2.54	9.85	15.20
10.00	1.80	300.0	540.0	210.5	1.99	31.4	2.39	9.91	15.20
10.00	1.90	300.0	570.0	210.5	2.04	31.5	2.26	9.96	15.20
10.00	2.00	300.0	600.0	210.5	2.09	31.5	2.14	10.01	15.20

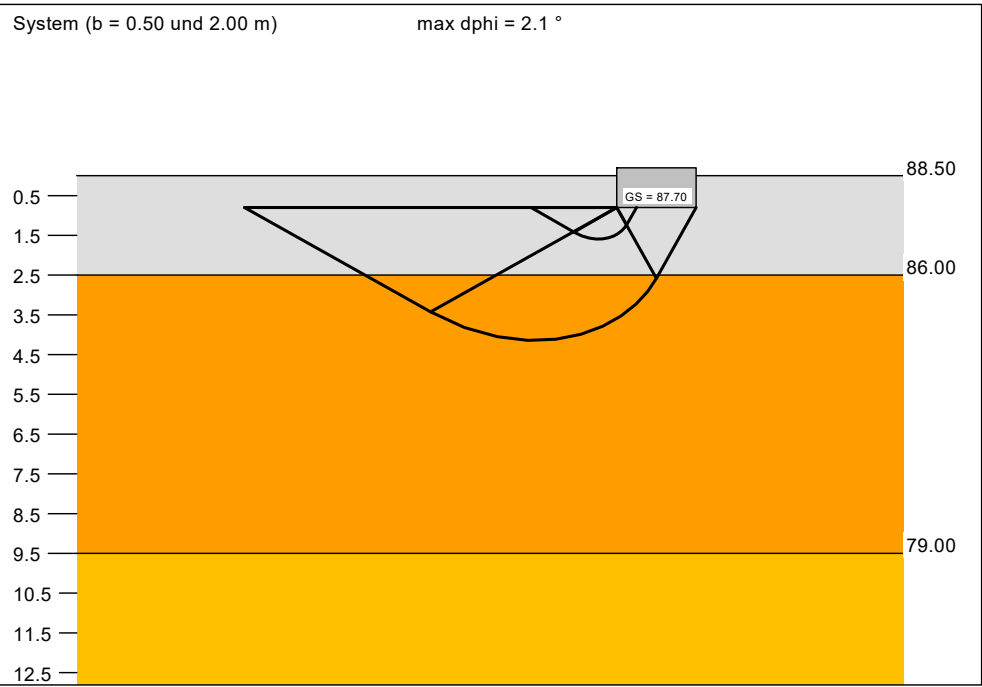
zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$
 $\sigma_{R,d}$ auf 300.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 88.50 mNHN
Gründungssohle = 87.70 mNHN
Grundwasser = 87.70 mNHN
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
— Sohl Druck
— Setzungen

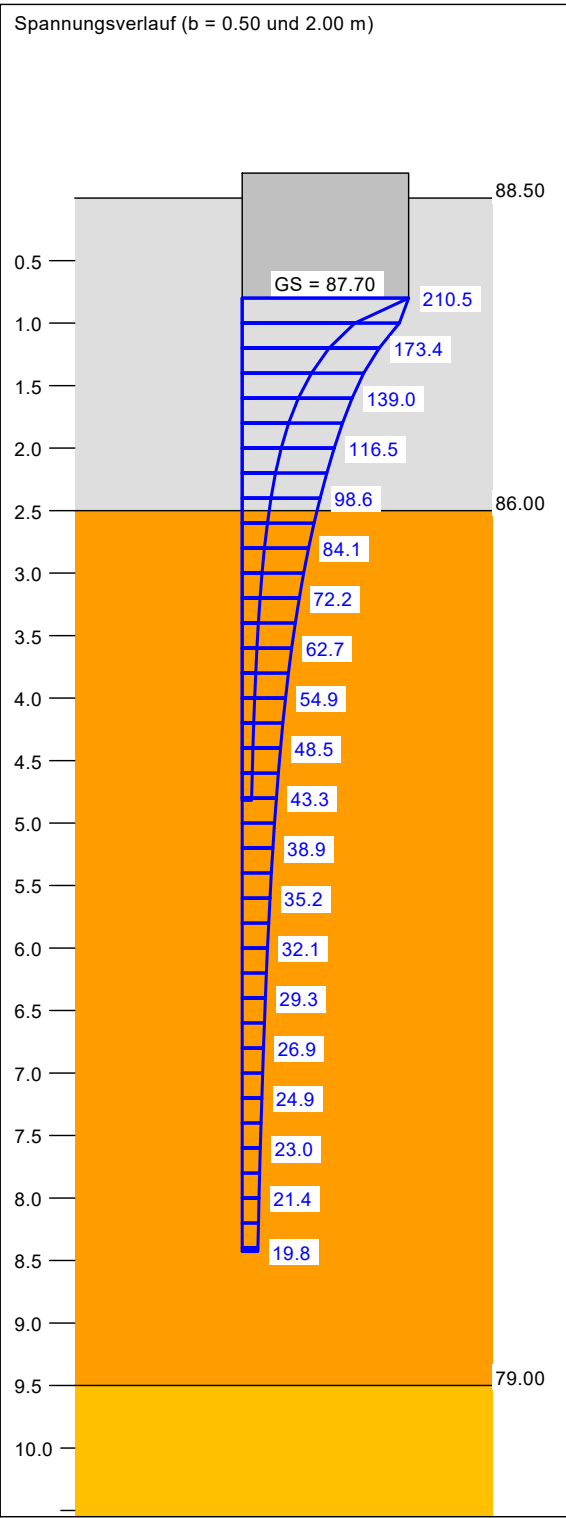


Boden	γ/γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	Bezeichnung
	19.0/11.0	30.0	0.0	30.0	Oberer Sand
	19.0/11.0	32.5	0.0	50.0	Unterer Sand
	19.0/9.0	27.5	15.0	30.0	Schluff



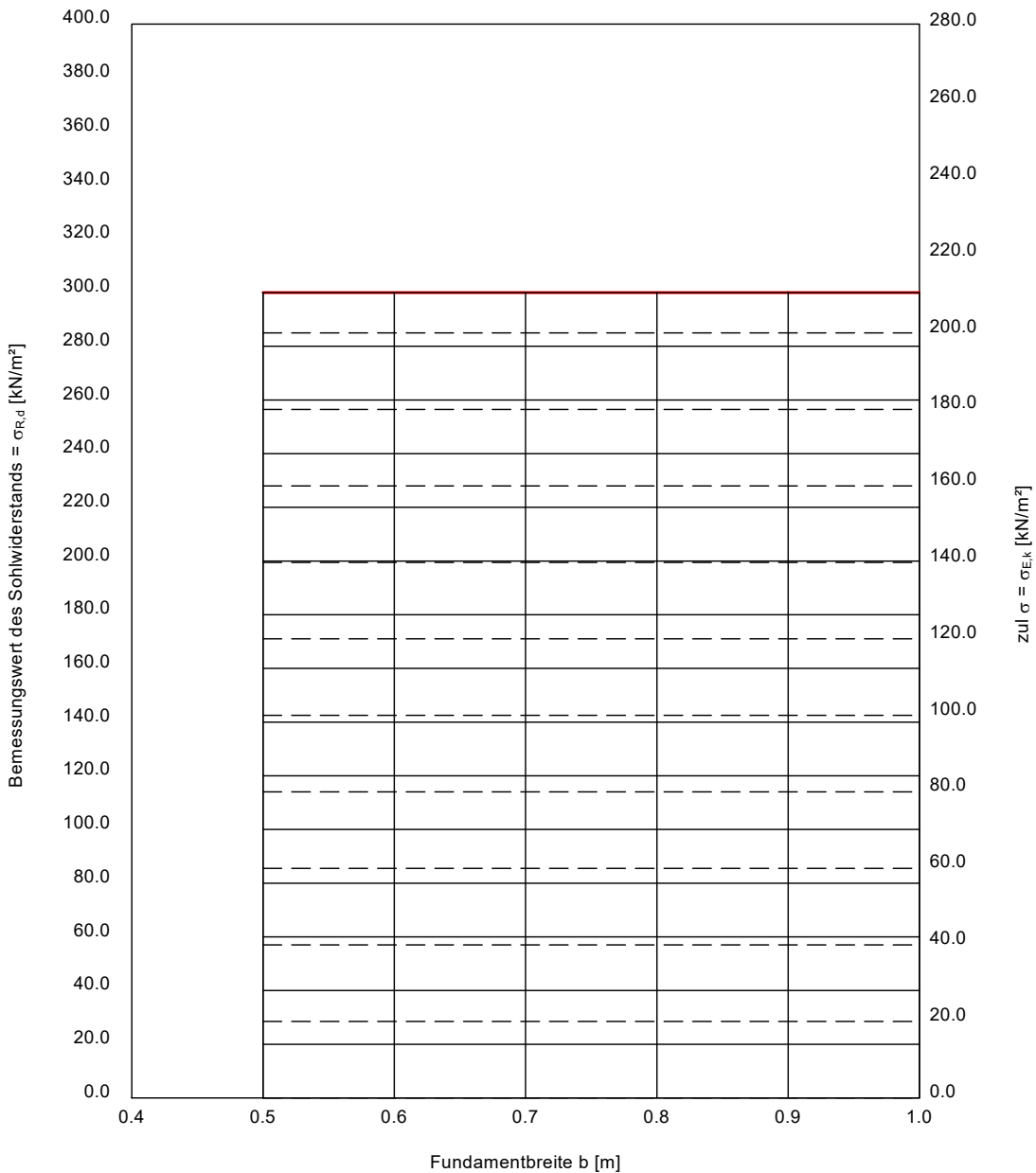
a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m²]	$R_{n,d}$ [kN/m]	zul $\sigma = \sigma_{E,k}$ [kN/m²]	s [cm]	cal φ [°]	cal c [kN/m²]	γ_2 [kN/m³]	σ_0 [kN/m²]
10.00	0.50	300.0	150.0	210.5	0.56	30.0	0.00	11.00	15.20
10.00	0.60	300.0	180.0	210.5	0.63	30.0	0.00	11.00	15.20
10.00	0.70	300.0	210.0	210.5	0.70	30.0	0.00	11.00	15.20
10.00	0.80	300.0	240.0	210.5	0.76	30.0	0.00	11.00	15.20
10.00	0.90	300.0	270.0	210.5	0.82	30.0	0.00	11.00	15.20
10.00	1.00	300.0	300.0	210.5	0.88	30.0	0.00	11.00	15.20
10.00	1.10	300.0	330.0	210.5	0.93	30.4	0.00	11.00	15.20
10.00	1.20	300.0	360.0	210.5	0.98	30.7	0.00	11.00	15.20
10.00	1.30	300.0	390.0	210.5	1.03	30.9	0.00	11.00	15.20
10.00	1.40	300.0	420.0	210.5	1.08	31.1	0.00	11.00	15.20
10.00	1.50	300.0	450.0	210.5	1.12	31.2	0.00	11.00	15.20
10.00	1.60	300.0	480.0	210.5	1.16	31.3	0.00	11.00	15.20
10.00	1.70	300.0	510.0	210.5	1.20	31.3	0.00	11.00	15.20
10.00	1.80	300.0	540.0	210.5	1.24	31.4	0.00	11.00	15.20
10.00	1.90	300.0	570.0	210.5	1.28	31.5	0.00	11.00	15.20
10.00	2.00	300.0	600.0	210.5	1.32	31.5	0.00	11.00	15.20

zul $\sigma = \sigma_{E,k} = \sigma_{R,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{R,k} / (1.40 \cdot 1.43) = \sigma_{R,k} / 1.99$ (für Setzungen)
Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.50



Berechnungsgrundlagen:
Norm: EC 7
BS: DIN 1054: BS-P
Grundbruchformel nach DIN 4017:2006
Teilsicherheitskonzept (EC 7)
Streifenfundament (a = 10.00 m)
 $\gamma_{R,v} = 1.40$
 $\gamma_G = 1.35$
 $\gamma_Q = 1.50$
Anteil Veränderliche Lasten = 0.500
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.500 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.500) \cdot \gamma_G$
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.425$

Tiefenbeiwerte nach: GCOC (ES)
berechnet mit $\varphi = 30.0^\circ$
 $\sigma_{R,d}$ auf 300.00 kN/m² begrenzt
Oberkante Gelände = 88.50 mNHN
Gründungssohle = 87.70 mNHN
Grundwasser = 87.70 mNHN
Grenztiefe mit p = 20.0 %
Grenztiefen spannungsvariabel bestimmt
Grundbruch mit Tiefenbeiwerten
— Sohldruck
— Setzungen

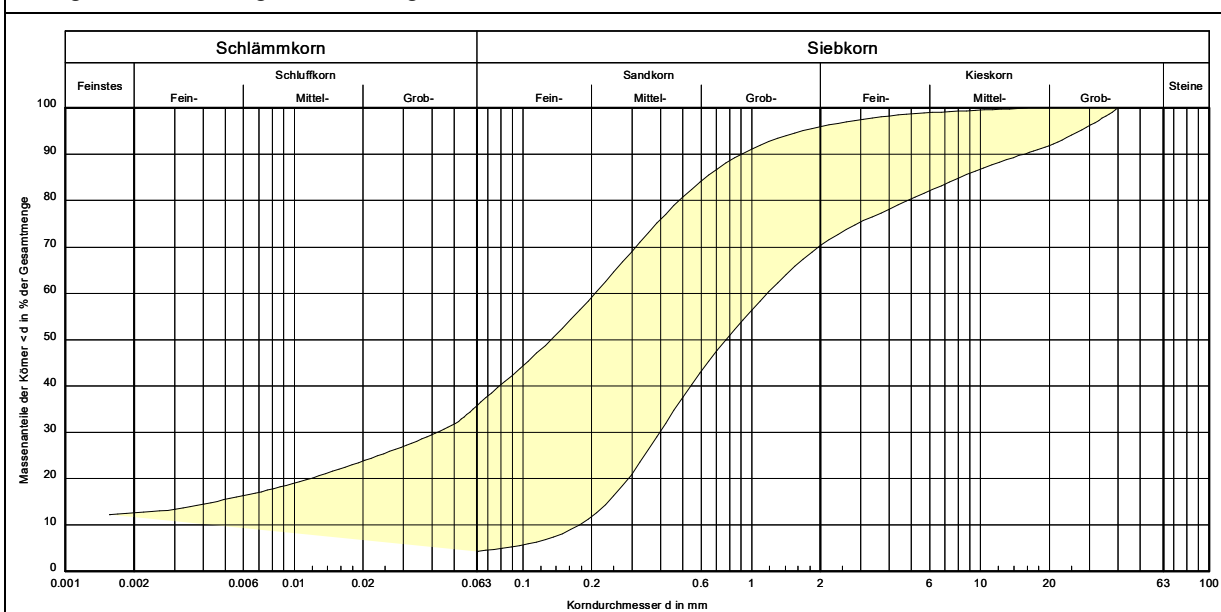


Homogenbereiche

DIN 18 300: Erdarbeiten
 DIN 18 301: Bohrarbeiten
 DIN 18 304: Ramm-, Rüttel-, Verpressarbeiten

Homogenbereich I: Auffüllungen (nichtbindig) und Sand

Korngrößenverteilung mit Körnungsband nach DIN 18123:



Stein- und Blockanteile DIN EN ISO 14688-2	geschätzt < 10 %	
Bodengruppe DIN 18 196:	A, [] [SE], SE [SU], SU [SU*], SU*	Auffüllungen aus Fremdstoffen, bzw. natürlichen Böden enggestufte Sande Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15 % $\leq 0,06$ mm Sand-Schluff-Gemische, > 15 bis 40 % $\leq 0,06$ mm
Dichte	$\rho =$	1,8 – 2,1 t/m ³
Undränierete Scherfestigkeit	$c_u =$	Nicht maßgebend
Reibungswinkel	$\varphi' =$	25° – 40°
Kohäsion	$c' =$	0 – 5 kN/m ²
Wassergehalt	$w =$	0 – 20 %
Konsistenzzahl, Konsistenz	$I_c =$	Nicht maßgebend
Plastizitätszahl, Plastizität	$I_p =$	Nicht maßgebend
Lagerungsdichte	locker bis dicht	

 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895	Flechtorf Alte Berliner Straße Neubau Sporthalle	Bericht Nr.: 12300/2023
		Anlage Nr.: 5.1.2

Homogenbereiche

DIN 18 300: Erdarbeiten

DIN 18 301: Bohrarbeiten

DIN 18 304: Ramm-, Rüttel-, Verpressarbeiten

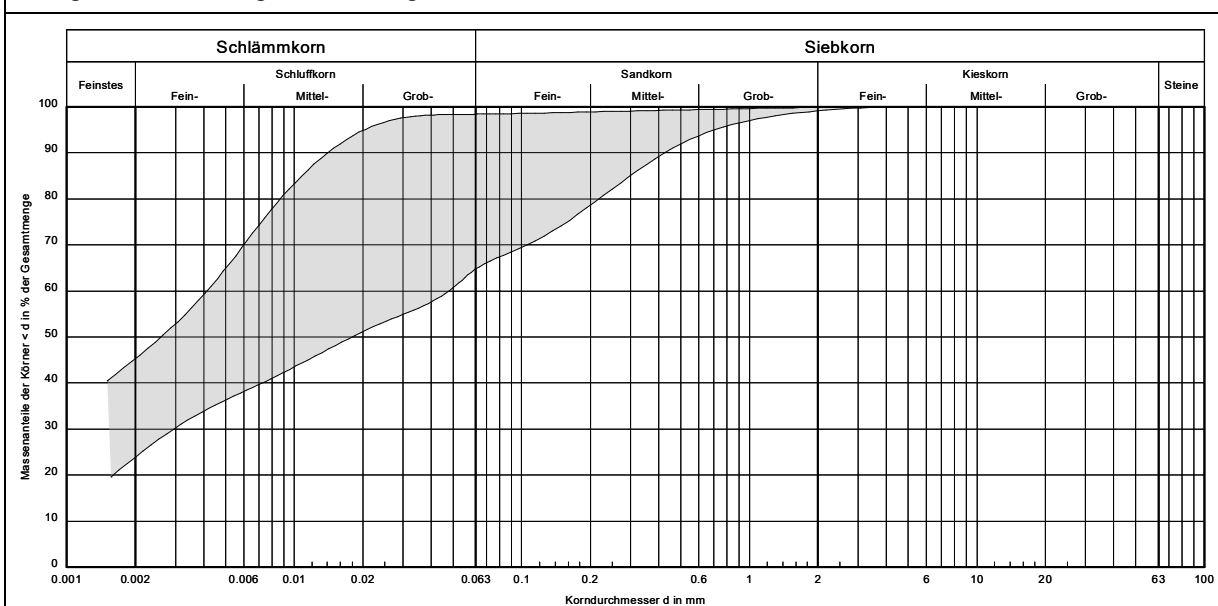
Sondierwiderstände (DPH, DIN EN ISO 22476-2)	$N_{10} = 1 - 30$	
Organischer Anteil DIN 18128	$V_{gl} = 0 - 5 \%$	
Abrasivität	Nicht bestimmt, erfahrungsgemäß gering	
Korndichte	$\rho_s = 2,50 - 2,70 \text{ g/cm}^3$	
Bodenklasse DIN 18 300 (alt)	3 - 4 (2)	leicht bis mittel schwer lösbarer Boden, SU, SU* gehen bei Wasserzutritt und dynamischer Beanspruchung in den breiigen Zustand über (BK 2)
Frostempfindlichkeit ZTVE-StB	F1 – F 3	Nicht bis sehr frostempfindlich
Einbauklasse LAGA TR Boden	Z 1.1	Nicht bestimmt

Homogenbereiche

DIN 18 300: Erdarbeiten
 DIN 18 301: Bohrarbeiten
 DIN 18 304: Ramm-, Rüttel-, Verpressarbeiten

Homogenbereich II: **Auffüllungen (bindig)**

Korngrößenverteilung mit Körnungsband nach DIN 18123:



Stein- und Blockanteile DIN EN ISO 14688-2	geschätzt < 5 %	
Bodengruppe DIN 18 196:	TL TM	leicht plastische Tone mittelplastische Tone
Dichte	$\rho =$	1,5 – 2,1 t/m ³
Undrained Scherfestigkeit	$c_u =$	Nicht maßgebend
Reibungswinkel	$\varphi' =$	22° – 35°
Kohäsion	$c' =$	0 – 25 kN/m ²
Wassergehalt	$w =$	10 – 40 %
Konsistenzzahl, Konsistenz	$I_c =$	weich, steif, halbfest
Plastizitätszahl, Plastizität	$I_p =$	Leicht bis mittelplastisch
Lagerungsdichte	Nicht maßgebend	

 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895	Flechtorf Alte Berliner Straße Neubau Sporthalle	Bericht Nr.: 12300/2023
		Anlage Nr.: 5.2.2

Homogenbereiche

DIN 18 300: Erdarbeiten

DIN 18 301: Bohrarbeiten

DIN 18 304: Ramm-, Rüttel-, Verpressarbeiten

Sondierwiderstände (DPH, DIN EN ISO 22476-2)	$N_{10} =$	1 – 20
Organischer Anteil DIN 18128	$V_{gl} =$	0 – 10 %
Abrasivität	Nicht bestimmt, erfahrungsgemäß gering	
Korndichte	$\rho_s =$	2,50 – 2,70 g/cm ³
Bodenklasse DIN 18 300 (alt)	4 - 5	mittelschwer bis schwer lösbarer Boden
Frostempfindlichkeit ZTVE-StB	F 3	sehr frostempfindlich
Einbauklasse LAGA TR Boden	Z 1.1	Nicht bestimmt

 Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH Am Hafen 22 38112 Braunschweig Tel.: 0531 / 312895	Flechtorf Alte Berliner Straße Neubau Sporthalle	Bericht Nr.: 12300/2023
		Anlage Nr.: 5.3.1

Homogenbereiche

DIN 18 300: Erdarbeiten

DIN 18 301: Bohrarbeiten

DIN 18 304: Ramm-, Rüttel-, Verpressarbeiten

Homogenbereich III: Torf

Korngrößenverteilung mit Körnungsband nach DIN 18123: nicht bestimmt		
Stein- und Blockanteile DIN EN ISO 14688-2	geschätzt < 5 %	
Bodengruppe DIN 18 196:	HN HZ	nicht bis mäßig zersetzte Torfe zersetzte Torfe
Dichte	$\rho =$	1,1 – 1,5 t/m ³
Undrained Scherfestigkeit	$c_u =$	10 – 50 kN/m ²
Reibungswinkel	$\varphi' =$	20° – 30°
Kohäsion	$c' =$	0 – 15 kN/m ²
Wassergehalt	$w =$	10 - 150 %
Konsistenzzahl, Konsistenz	$I_c =$	0,5 – 0,75, weich bis steif
Plastizitätszahl, Plastizität	$I_p =$	Nicht maßgebend
Lagerungsdichte	Nicht maßgebend	
Sondierwiderstände (DPM, DIN EN ISO 22476-2)	$N_{10} =$	1 – 10
Organischer Anteil DIN 18128	$V_{gl} =$	10 – 50 %
Abrasivität	Nicht bestimmt, erfahrungsgemäß gering	
Korndichte	$\rho_s =$	2,00 – 2,50 g/cm ³
Bodenklasse DIN 18 300 (alt)	2 3 - 4	Fließender Bode leicht bis mittelschwer lösbarer Boden
Frostempfindlichkeit ZTVE-StB	F 3	sehr frostempfindlich
Einbauklasse LAGA TR Boden	Nicht bestimmt, voraussichtlich >Z 2 wg. TOC	