

## Geotechnischer Bericht

---

**Bauvorhaben:** Neubau von zwei Hallen,  
Nandlstadt

**Gegenstand:** Baugrunderkundung/  
Baugrundgutachten

**Auftraggeber:** Herbert Brandmeier  
Reichertshausener Str. 49  
85405 Nandlstadt

---

**Projektnummer** 23201994

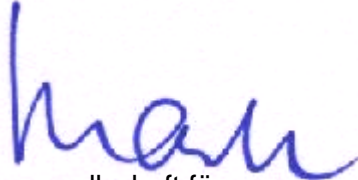
**Bearbeiter:** M. Sc. B. Feilmeier

**Datum:** 28.11.2023

---

Dieser geotechnische Bericht umfasst 18 Seiten und 5 Anlagen.

IMH  
Ingenieurgesellschaft für  
Bauwesen und Geotechnik mbH  
Dipl.-Ing. (FH) C. Hartl  
Geschäftsführer



M. Sc. B. Feilmeier  
Sachbearbeiter



Sitz der Gesellschaft:  
Hengersberg  
Registergericht  
Deggendorf HRB 2564

Geschäftsführer:  
Dipl.-Ing. (FH)  
Stefan Müller  
Dipl.-Ing. (FH)  
Christian Hartl  
M.Eng.  
Andreas Müller  
Dipl.-Ing. (Univ.)  
Simon Hartl

- Baugrunduntersuchung
- Altlastenuntersuchung
- Beweissicherung
- Erschütterungsmessung
- Bausubstanzuntersuchung
- Hydrologie
- Geothermie
- Spezialtiefbau
- Erd-/Grundbaustatik
- Kontrollprüfungen
- Prüfstelle nach  
RAP Stra 15/A1,3



Deggendorfer Straße 40  
94491 Hengersberg

Telefon (09901) 94905-0  
Telefax (09901) 94905-22

info@imh-baugeo.de  
www.imh-baugeo.de

**Inhaltsverzeichnis:**

---

<b>1. BAUVORHABEN UND AUFTRAG</b>	<b>4</b>
<b>2. UNTERLAGEN</b>	<b>4</b>
<b>3. UNTERSUCHUNGEN</b>	<b>4</b>
3.1 FELD- UND LABORUNTERSUCHUNGEN	4
3.2 UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE/SCHICHTENFOLGE	6
3.3 WASSERVERHÄLTNISSE	6
<b>4. CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION</b>	<b>6</b>
<b>5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG</b>	<b>8</b>
5.1 GRÜNDUNGSEMPFEHLUNG	8
5.2 FLACHGRÜNDUNG	9
5.3 KÜNSTLICH HERGESTELLTER BAUGRUND/ BODENAUSTAUSCH	12
5.4 GRÜNDUNG HALLENBODEN	13
<b>6. HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG</b>	<b>14</b>
6.1 ALLGEMEINE HINWEISE	14
6.2 WASSERHALTUNG	14
6.3 BAUGRUBENBÖSCHUNG/VERBAU	15
6.4 ERDARBEITEN	16
6.5 ABDICHTUNG/ DRÄNUNG	17
6.6 VERSICKERUNGSMÖGLICHKEIT	17
<b>7. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN</b>	<b>17</b>

**Tabellenverzeichnis:**

Tabelle 1:	Ansatzhöhen/Endteufen der Felderkundungen
Tabelle 2:	Ausgeführte Laborversuche
Tabelle 3:	Charakteristische Bodenkennwerte
Tabelle 4:	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 1, mind. steife Konsistenz
Tabelle 5:	Erforderlicher Verformungsmodul des Untergrundes und der Tragschicht unter Betonplatten

---

**Anlagenverzeichnis:**

Anlage 1:	Planunterlagen
Anlage 2:	Bodenprofile, Rammdiagramme
Anlage 3:	Schichtenverzeichnisse
Anlage 4:	Laboruntersuchungen
Anlage 5:	Fotoaufnahmen

---

## **1. BAUVORHABEN UND AUFTRAG**

Herr Herbert Brandmeier plant auf dem Grundstück mit der Fl.-Nr. 424 den Neubau von zwei Hallen. Der Bauherr erteilte den Auftrag an die IMH Ingenieurgesellschaft mbH Baugrunderkundungen durchzuführen und ein Baugrundgutachten für o. g. Bauvorhaben zu erstellen.

Das Baugelände wird derzeit als landwirtschaftliche Fläche genutzt. Das Baugrundstück fällt von Südwest nach Nordost ab.

Zum derzeitigen Planungsstand liegen keine Detailplanungen (Bauwerkspläne, Schnitte) der Gebäude, Angaben zu den Außenabmessungen, zu geplanten Gründungsarten und –Tiefen sowie Lastangaben etc. vor. Eine Baukote lag zum aktuellen Stand ebenfalls nicht vor.

Das Bauvorhaben ist nach DIN EN 1997-1 (2014-03) voraussichtlich der geotechnischen Kategorie 2 zuzuordnen.

Der Standort kann den Planunterlagen der Anlage 1 entnommen werden.

## **2. UNTERLAGEN**

U1: Geologische Karte von Bayern M 1 : 500.000

U2: Auszug aus digitaler geologischer Karte von Bayern, 7436 Au i. d. Hallertau, M 1 : 25.000

U3: Auszug aus digitaler hydrogeologischer Karte von Bayern, M 1 : 500.000

U4: Luftbild, Historische Karte Bayernatlas

## **3. UNTERSUCHUNGEN**

### **3.1 Feld- und Laboruntersuchungen**

Am 15.11.2023 wurden, in Abhängigkeit der geplanten Bauwerkslage und der Spartenlage, sieben Kleinrammbohrungen (BS) und sieben Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH – dynamic probing heavy) abgeteuft. Die Ansatzpunkte wurden lage- und höhenmäßig mit GPS eingemessen und gehen aus dem Detaillageplan der Anlage 1.3 sowie den Fotoaufnahmen der Anlage 5 hervor.

Die Kleinrammbohrungen (BS) dienten dabei der Erkundung der vorliegenden Baugrundschichten unter baugrundtechnischen Aspekten und auch hinsichtlich evtl. vorliegender Altlasten. Die Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) wurden zur Feststellung der Lagerungsdichte der Bodenschichten niedergebracht. Die aufgeschlossenen Bodenprofile wurden durch den Gutachter in Anlehnung an DIN 4023, DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689-1 und DIN EN ISO 22475-1 dokumentiert und das Bohrgut einer Vor-Ort-Prüfung der sensorischen Merkmale Aussehen und Geruch unterzogen. Es erfolgte eine Bodenansprache nach DIN 18 196.

Die nachfolgenden von der IMH GmbH mittels GPS eingemessenen Ansatzpunkte der Aufschlüsse sind im Koordinatenreferenzsystem „**ETRS89/ UTM – Zone 32**“ und im Höhen Bezugssystem „**DHHN2016 (NHN)**“ angegeben.

**Tabelle 1: Ansatzhöhen/ Endteufen der Felderkundungen**

Erkundungsart	Rechtswert	Hochwert	Ansatzhöhe [m ü. NHN]	Endteufe	
				[m u. GOK]	[m ü. NHN]
BS 1	707090,19	5378758,26	465,56	4,00	461,56
BS 2	707081,48	5378762,00	465,51	4,00	461,51
BS 3	707079,23	5378750,01	466,18	4,00	462,18
BS 4	707063,07	5378749,68	466,45	4,00	462,45
BS 5	707048,39	5378734,02	467,53	4,00	463,53
BS 6	707037,95	5378745,24	467,26	4,00	463,26
BS 7	707031,71	5378753,93	467,06	4,00	463,06
DPH 1	707094,88	5378766,96	464,98	5,00	459,98
DPH 2	707092,20	5378751,77	465,76	5,00	460,76
DPH 3	707077,67	5378757,26	465,79	5,00	460,79
DPH 4	707066,94	5378735,25	466,95	5,00	461,95
DPH 5	707055,63	5378746,12	466,76	5,00	461,76
DPH 6	707049,91	5378749,44	466,76	5,00	461,76
DPH 7	707028,27	5378730,79	468,20	5,00	463,20

Die Bodenprofile und Rammdiagramme können der Anlage 2 entnommen werden. Die zugehörigen, Schichtenverzeichnisse nach DIN EN ISO 14 688-1, DIN EN ISO 14 689-1 und DIN EN ISO 22 475-1 sind in der Anlage 3 zusammengestellt.

Zur Überprüfung der augenscheinlichen Ansprache und Ermittlung der Bodengruppen nach DIN 18 196 wurden gestörte Bodenproben im Erdbaulabor der IMH GmbH untersucht.

**Tabelle 2: Ausgeführte Laborversuche**

Entnahmestelle	Tiefe [m u GOK]	Sieb-/ Schlämmanalyse	Siebanalyse	Fließ- und Ausrollgrenze	Glühverlust	Wassergehalt	LCPC-Abrasivitätsversuch	Verfüll-Leitfaden	Cerchar-Versuch	Punktlastversuch	Betonangriff nach DIN 4030-2 bzw. DIN EN 206-1 Stahlangriff nach DIN 50929-3
BS2 E1	0,2-2,0			x							
BS5 E2	2,0-4,0			x							

Die Laborprotokolle sind in der Anlage 4 zusammengefasst.

### **3.2 Untergrundverhältnisse/Schichtenfolge**

Nach U1 und U2/ Anlage 1.2a ist im Untersuchungsgebiet mit Löß in Form von feinsandigen Schluffen oder mit umgelagerten Lehmen in Form von sandigen, tonigen Schluffen zu rechnen.

Gemäß der historischen Karte von Bayern (vgl. Anlage 1.2b) liegen im Untersuchungsgebiet keine Hinweise auf ehemalige Bebauung, ober- und untertägige Bergbautätigkeiten o. dgl., welche auf Ver-/ Auffüllungen schließen lassen, nicht vor.

Aufgrund der landwirtschaftlich genutzten Fläche (Acker) ist mit einer mehrere Dezimeter mächtigen Mutter-/ Ackerbodenauflage zu rechnen.

Der bei den Felderkundungen angetroffene Untergrund kann nach den derzeitigen Erkenntnissen in folgende Bodenschichten eingeteilt werden (vgl. Anlage 1.3).

#### **Bodenschicht 1 – Tone**

In dieser Bodenschicht wurden unter einer ca. 20 cm mächtigen Mutter-/ Ackerbodenschicht bei allen Aufschlüssen bis zum Endteufenbereich von 4,0 m u. GOK braun gefärbte schwach sandige bis sandige, teils schwach schluffige bis schluffige Tone erkundet. Nach der örtlichen Bodenansprache und den Laborergebnissen besitzen diese Böden überwiegend steife bis halbfeste Konsistenzen.

Nach DIN 18 196 können diese Böden überwiegend mit den Gruppensymbolen TL/TM/TA gekennzeichnet werden. Nach DIN 18 300 (2012-09) handelt es sich um Böden der Bodenklasse 4 und 5. Die anstehenden bindigen Böden sind als äußerst wasserempfindlich einzustufen und erfahren bei Wasserzutritt und/ oder dynamischer Belastung sowie Entspannung deutliche Verschlechterungen der bodenmechanischen Kennwerte mit Zuordnung zu Bodenklasse 2.

### **3.3 Wasserverhältnisse**

Mit den durchgeführten Erkundungen wurde kein Grund-/ Schichtwasser angetroffen.

Nach der hydrogeologischen Karte (vgl. Anlage 1.2a) ist im Bereich der Baumaßnahme mit einem mittleren Grundwasserstand des Tertiärs von ca. 450 m ü. NN zu rechnen.

Aufgrund der örtlichen Geomorphologie ist jahreszeitlich bedingt im flächenhaften Anschnitt mit unterschiedlich stark zulaufenden Oberflächen- und Niederschlagswässern v.a. in sandigeren Lagen zu rechnen.

## **4. CHARAKTERISTISCHE BODENKENNWERTE, BODENKLASSIFIKATION**

Für erdstatische Berechnungen können die in Tabelle 3 aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte, für die Ausschreibung erdbaulicher Arbeiten, die angegebenen Bodengruppen und Bodenklassen angewendet werden.

Sofern in der Tabelle Schwankungsbreiten angegeben werden, darf in der Regel mit Mittelwerten gerechnet werden. In kritischen Bauzuständen oder Einzelabschnitten sollte jedoch der ungünstigere Wert in der Berechnung angesetzt werden. Bei der Anwendung der charakteristischen Werte sind zusätzlich die Hinweise nach Kapitel 2.4.5 der DIN EN 1997-1 zu berücksichtigen.

**Tabelle 3: Charakteristische Bodenkennwerte**

Nr.	Bodenschicht 1
Bezeichnung	Tone
Erkundete UK Bodenschicht [m u. GOK]	s. Anlage 1.3
Wichte $\gamma_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19,5 – 21,0
Wichte unter Auftrieb $\gamma'_k$ [kN/m <sup>3</sup> ]	9,5 – 11,0
Reibungswinkel $\varphi'_k$ [°]	22,5 – 27,5 <sup>1)</sup>
Dränierete Kohäsion $c'_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	2 - 15 <sup>1)</sup>
Undränierete Kohäsion $c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	15 - 75 <sup>1)</sup>
Steifemodul $E_{s,k}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	5 - 30 <sup>1)</sup>
Konsistenz nach DIN EN ISO 14 688-2 (2020-11) (je nach Bodenart)	steif bis halbfest
Lagerungsdichte (je nach Bodenart)	-
Bodenklasse DIN 18 300 (2012-09)	4,5 / 2 <sup>1)</sup>
Bodengruppe DIN 18 196 bzw. Kurzzeichen nach DIN 4023 (2012-09)	TL/TM/TA
Frostempfindlichkeitsklasse gemäß ZTVE-StB 17	F3
Wasserdurchlässigkeit $k_f$ [m/s]	1·10 <sup>-9</sup> – 1·10 <sup>-10</sup>
Eignung für gründungs-technische Zwecke nach DIN 18 196	brauchbar
Verdichtungsfähigkeit nach DIN 18 196	sehr schlecht

<sup>1)</sup> Konsistenzabhängig

<sup>2)</sup> Einlagerung von Steinen, Blöcken, Findlingen

Die in der Tabelle angegebenen charakteristischen Bodenkennwerte beruhen auf den Erkenntnissen der örtlichen Untersuchungen und stützen sich auf die Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufer-einfassungen (EAU) sowie den Empfehlungen der ZTVE-StB 17, den Empfehlungen des Arbeits-

ausschusses Baugruben (EAB) und darüber hinaus auf die Angaben des Grundbautaschenbuches Teil 1.

## **5. FOLGERUNGEN FÜR DIE GRÜNDUNG**

### **5.1 Gründungsempfehlung**

Detailplanungen (Bauwerkspläne, Schnitte) der Gebäude, Angaben zu den Außenabmessungen, zu geplanten Gründungsarten und –Tiefen sowie Lastangaben etc. liegen derzeit nicht vor.

Eine Unterkellerung ist nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht geplant. Eine Baukote lag zum aktuellen Stand ebenfalls nicht vor.

Unter Voraussetzung einer frostfreien Einbindetiefe von mind. 1,0 m u. GOK (Frosteinwirkungszone II) liegt die Gründungssohle der nicht unterkellerten Gebäude mutmaßlich überwiegend in den Tonen der Bodenschicht 1 mit mind. steifen Konsistenzen.

**Die mind. steifen Tone der Bodenschicht 1 sind nach DIN 18 196 zur Gründung von Bauwerken als brauchbar zu bewerten und erfüllen die Voraussetzungen der DIN 1054 zum Ansatz von Bemessungswerten  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands für einfache Fälle. Eine Flachgründung auf diesen Böden kann vorgenommen werden. Es kann sowohl über eine Bodenplatte, als auch über Einzel-/ Streifenfundamente gegründet werden.**

Die Böden der Bodenschicht 1 sind jedoch als sehr witterungsempfindlich einzustufen und können infolge Schicht- und Oberflächenwasserzutritten ihre Konsistenzen rasch verschlechtern.

Böden mit weichen Konsistenzen (derzeit nicht erkundet, ggf. unter Wasserzutritt zu erwarten) eignen sich nicht zu Lastabtragungen und sind vollständig durch einen Bodenaustausch oder durch eine Magerbetonlasttieferführung bis zu den mind. steifen Tonen der Bodenschicht 1 zu ersetzen.

Zudem ist festzuhalten, dass aufgrund der witterungsempfindlichen Böden die Aushubsohle nicht über einen längeren Zeitraum offen stehen darf und die Sauberkeitsschicht bzw. der Bodenaustausch unverzüglich aufgebracht werden sollte.

Aufgrund der Witterungsempfindlichkeit der anstehenden Böden der Bodenschicht 1 wird bei einer Gründung mittels Bodenplatte daher ein mindestens 40 cm mächtiges Gründungspolster empfohlen. Das Gründungspolster für die Flachgründung ist entsprechend Kap. 5.3 herzustellen.

Auflockerungen in der Gründungssohle infolge Einschneidens des Baggerlöffels beim Aushub sind durch Nachverdichtung rückgängig zu machen.

Für den Bodenaustausch/ Gründungspolster ist gut verdichtbarer und grobkörniger Boden vorwiegend der Bodengruppe GW, GU, GT nach DIN 18 196 lagenweise (ca. 25 bis 30 cm) mit einem Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 100\%$  i. M., mindestens jedoch 98% und einem Lastausbreitungswinkel  $\alpha \leq 45^\circ$  (Rundkorn) bzw.  $\alpha \leq 60^\circ$  (gebrochenes Material) zur Horizontalen ab Außenkante Fundament/ Bodenplatte einzubauen. Zwischen Bodenaustausch und dem natürlich anstehenden Boden (Bodenschicht 1) ist ein geotextiles Filtervlies (mechanisch verfestigt, GRK 4) einzubauen.

## 5.2 Flachgründung

### Einzel-/ Streifenfundamentgründung

Nach DIN 1054 (2021-04) können für die anstehenden Tone der Bodenschicht 1 (mind. steife Konsistenzen) die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands für einfache Fälle angesetzt werden. In den Tabellenwerten sind die Bodenfestigkeiten, die geologische Vorbelastung etc. bereits eingearbeitet. Zwischenwerte können geradlinig interpoliert werden.

In der Sohlaufstandsfläche weiche/ breiige bindige Böden bzw. Auffüllungsböden und locker gelagerte Sande/ Kiese etc. sind durch eine Magerbetonauffüllung bzw. durch einen geeigneten Bodenaustausch bis zu den Böden der Bodenschicht 1 mit mindestens steifen Konsistenzen zu ersetzen.

**Tabelle 4: Bemessungswerte  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf Bodenschicht 1, mind. steife Konsistenz bzw. mitteldichte Lagerung**

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes m	Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands b bzw. b' von 0,5 m bis 2,0 m kN/m <sup>2</sup>
0,5	200
1,0	250
1,5	290
2,0	320

**ACHTUNG – Die angegebenen Werte sind Bemessungswerte des Sohlwiderstands, keine aufnehmbaren Sohldrücke nach DIN 1054:2005-01 und keine zulässigen Bodenpressungen nach DIN 1054:1976-11.**  
(Zum Erreichen des aufnehmbaren Sohldrucks  $\sigma_{zul}$ , nach DIN 1054:2005-01 sind die Tabellenwerte um den Faktor 1,4 zu reduzieren ( $\sigma_{zul} \approx \sigma_{R,d} / 1,4$ ))

### *Voraussetzung für die Anwendung der Tabellenwerte*

- Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden  
 $\tan \delta = H / V \leq 0,2$
- Keine klaffende Fuge in der Sohlfläche infolge der aus ständigen Einwirkungen resultierenden charakteristischen Beanspruchung. Bei Rechteckfundamenten ist diese Bedingung eingehalten, wenn die Sohldruckresultierende innerhalb der ersten Kernweite liegt.
- Bei außermittiger Lage der Sohldruckresultierenden darf nur derjenige Teil  $A'$  der Sohlfläche angesetzt werden, für den die resultierende charakteristische bzw. repräsentative Beanspruchung im Schwerpunkt steht, also bei Rechteckfundamenten mit den Seitenlängen  $b_L$  und  $b_B$  und zugeordneten Außermittigkeiten  $e_L$  und  $e_B$  die Fläche:  
$$A' = b_L' \cdot b_B' = (b_L - 2 \cdot e_L) \cdot (b_B - 2 \cdot e_B)$$
- Die Anwendung der genannten Werte für den Bemessungswert des Sohlwiderstands kann bei mittig belasteten Fundamenten zu Setzungen in der Größenordnung von 2 bis 4 cm führen.

### *Erhöhung der Tabellenwerte*

- Ist die Einbindetiefe auf allen Seiten des Gründungskörpers  $d > 2,00$  m, so darf der Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands um die Spannung erhöht werden, die sich aus der 1,4-fachen Bodenentlastung ergibt, die sich aus der über 2 m hinausgehenden Tiefe ergibt. Dabei darf der Boden weder vorübergehend noch dauernd entfernt werden, solange die maßgebende Beanspruchung vorhanden ist.
- Bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis  $b_L / b_B < 2$  bzw.  $b_L' / b_B' < 2$  und bei Kreisfundamenten darf der Tabellenwert um 20 % erhöht werden.

### *Verminderung der Tabellenwerte*

- Bei Fundamentbreiten zwischen 2,00 und 5,00 m muss der in der Tabelle angegebene Bemessungswert  $\sigma_{R,d}$  des Sohlwiderstands um 10% je Meter zusätzlicher Fundamentbreite vermindert werden.

### *Formelzeichen*

$\delta$  Wand- oder Sohlreibungswinkel [°]

H Horizontallast oder Einwirkungskomponente parallel zur Fundamentsohle [kN]

V Vertikallast oder Komponente der Einwirkungs-Resultierenden normal zur Fundamentsohlfläche [kN]

$A'$  rechnerische Sohlfläche [m<sup>2</sup>]

$b_L'$  reduzierte Fundamentbreite  $b_L$  [m]

$b_B'$  reduzierte Fundamentbreite  $b_B$  [m]

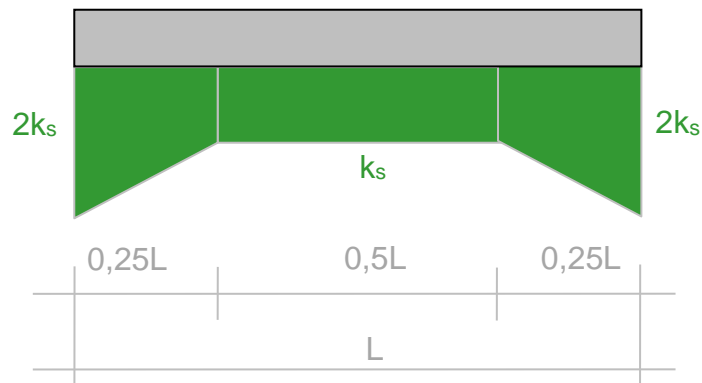
- b<sub>L</sub> längere Fundamentbreite [m]
- b<sub>B</sub> kürzere Fundamentbreite [m]
- e<sub>L</sub> Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse x [m]
- e<sub>B</sub> Ausmittigkeit der resultierenden charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchung in der Sohlfläche in Richtung der Fundamentachse y [m]

## Gründungsplatte

Aufgrund der Witterungsempfindlichkeit der anstehenden Böden der Bodenschicht 1 wird ein Bodenaustausch bzw. ein Gründungspolster mit gut verdichtbarem, nicht bindigem Boden auf einem geotextilen Vlies, GRK 4, mit einer Mindestmächtigkeit von 40 cm empfohlen. Der Bodenaustausch ist mit einem Lastausbreitungswinkel  $\beta \leq 45^\circ$  (Rundkornmaterial) bzw.  $\beta \leq 60^\circ$  (gebrochene Kornform) bis über die Gründungsplatte hinaus einzubauen. Es ist ein Verdichtungsgrad von mind.  $D_{Pr} \geq 98\%$  nachzuweisen. Die Frostsicherheit ist durch entsprechende Frostschrüzen, entsprechend mächtigem Frostschutzmaterial etc. zu gewährleisten.

Bei einer Plattengründung kann für die Bemessung einer Bodenplatte nach dem derzeitigen Kenntnisstand auf den Tonen der Bodenschicht 1 mit mind. steifen Konsistenzen und einem Gründungspolster ( $d \geq 40$  cm), der o. g. Anforderungen erfüllt, ein Bettungsmodul  $k_s = 8-12 \text{ MN/m}^3$  (Nichtunterkellerung) abgeschätzt werden. Da es sich hierbei um eine Kenngröße für die Setzung der Bodenoberfläche unter einer Flächenlast handelt, ist der genaue Bettungsmodul nach Vorlage der Bauwerkslasten und -abmessungen zwingend in einer gesonderten Setzungsberechnung unter Berücksichtigung der Steifemoduln zu ermitteln.

Das klassische Bettungsmodulverfahren (Federkissenmodell) geht davon aus, dass sich die Setzungen proportional zu den Sohlspannungen verhalten und eine Last auf dem Baugrund eine Verformung nur direkt unter der Last selbst hervorruft. Aufgrund der Modellvorstellung von einem Federkissen (diskrete Federn, die keine Verbindung untereinander haben und eine Interaktion nur über generierte Plattenelemente ermöglichen) kann bei diesem Modell keine Setzungsmulde außerhalb der Plattenränder und auf direktem Weg auch keine Schubsteifigkeit des Bodens berücksichtigt werden. Bodenschichtungen und Interaktionen zwischen den Bauwerken können ebenfalls nicht abgebildet werden. Mit dem modifizierten Bettungsmodulverfahren unter Berücksichtigung eines veränderlichen Bettungsmoduls können diese Unzulänglichkeiten näherungsweise erfasst werden. Nach Dörken / Dehne kann dabei der Bettungsmodul von einem konstanten Wert im mittleren Bereich ( $= 0,5 \cdot L$ ) linear auf das Doppelte zum Rand ( $= 0,25 \cdot L$ ) hin ansteigen.

**Bild 1: Verteilung des Bettungsmoduls  $k_s$  unter der Gründungsplatte**

### **5.3 Künstlich hergestellter Baugrund/ Bodenaustausch**

Witterungsbedingt ggf. aufgeweichte obere Bodenschichten, Mutterboden, Auffüllungen etc. sind vor Aufbringung der ersten Schüttung auszutauschen. Die Geländeaufschüttung sollte für eine gleichmäßige Setzung eine einheitliche Dicke aufweisen.

Niederschlags-/ Oberflächenwasser, Sickerwässer, Quellen und sonstige Wasserzuflüsse sind vor dem Überschütten zu fassen und abzuleiten.

Auf UK Bodenaustausch sollte ein geotextiles Vlies GRK 4, mechanisch verfestigt, verlegt werden.

Als Bodenaustauschmaterial ist gut verdichtbarer, nicht bindiger Boden lagenweise (ca. 25-30cm) einzubauen. Ab Außenkante Fundament/ Bodenplatte ist ein Lastausbreitungswinkel  $\alpha \leq 45^\circ$  (Rundkornmaterial) bzw.  $\alpha \leq 60^\circ$  (gebrochenes Bodenmaterial) zur Horizontalen zu berücksichtigen. Es empfehlen sich für die Anpassungsmaßnahmen Auffüllkiese der Bodengruppe GW oder gemischtkörnige Böden der Bodengruppe GU, SU, GT, ST nach DIN 18 196.

Beim Einbau von Bodenmaterial ist insbesondere auch als Grundlage für die angegebenen Bemessungswerte des Sohlwiderstands, sowie des Bettungsmoduls ein Verdichtungsgrad von  $D_{Pr} \geq 100\%$  i. M., mindestens jedoch 98% nachzuweisen.

Bei witterungs-/ wasserbedingten Aufweichungen der Gründungssohle kann der Einsatz einer zusätzlichen unteren Schroppenlage notwendig werden.

Alle Schüttilagen sollten möglichst in der vollen Arbeitsbreite eingebaut werden. Nach dem Verteilen soll möglichst umgehend verdichtet werden. Die Böschungsbereiche sind sorgfältig mitzuverdichten, ggf. sind die Böschungflächen zusätzlich von außen zu verdichten und zu glätten.

Alle Auftragsflächen sind beim Einbau von witterungsempfindlichem Material mit mindestens 6% Seitengefälle anzulegen, damit das Oberflächenwasser sofort abfließen kann. Bei Beginn ungünstiger Witterung ist jede Schüttilage sofort zu verdichten sowie bei Abschluss der Tagesleistung die verdichtete Fläche glattzuwalzen.

## 5.4 Gründung Hallenboden

Der Hallenboden ist in Anlehnung an „Betonböden im Industriebau“ des Beton-Verlags GmbH zu planen. Je nach Belastung durch maximale Einzellasten werden die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Verformungsmodul  $E_{V2}$  auf dem Untergrund erforderlich.

**Tabelle 5: Erforderlicher Verformungsmodul des Untergrundes und der Tragschicht unter Betonplatten**

Belastung max. Einzellast Q in kN (t)	Verformungsmodul $E_{V2}$ in N/mm <sup>2</sup> bzw. MN/m <sup>2</sup> <sup>*)</sup>	
	des Untergrundes	der Tragschicht
≤ 32,5 (≤ 3,25)	≥ 30	≥ 80
≤ 60 (≤ 6,00)	≥ 45	≥ 100
≤ 100 (≤ 10,00)	≥ 60	≥ 120
≤ 150 (≤ 15,00)	≥ 80	≥ 150
≤ 200 (≤ 20,00)	≥ 100	≥ 180

<sup>\*)</sup> Bedingung:  $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,5$

Auf den Tonen der Bodenschicht 1 mit mind. steifen Konsistenz liegen schätzungsweise die Verformungsmodul im Bereich von  $E_{V2}$  ca. 5-15 MN/m<sup>2</sup>.

Zur Erzielung eines Anforderungswertes auf dem Erdplanum von z. B.  $E_{V2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> ist im Bereich mit anstehenden Tone der Bodenschicht 1 ein Bodenaustausch mit einer Mächtigkeit im Bereich 40-50 cm auszuführen/ einzuplanen. Auf Unterkante des Bodenaustausches ist zusätzlich ein geotextiles Filtervlies (GRK 4, mechanisch verfestigt) zu verlegen.

Alternativ kann zur Erzielung eines Anforderungswertes von z. B.  $E_{V2} \geq 45$  MN/m<sup>2</sup> auf dem Erdplanum auch eine Bodenstabilisierung (½ Zement, ½ Kalk) mit einer Mächtigkeit im Bereich 40-50 cm ausgeführt werden. Die geschätzte Zugabemenge liegt dabei in einem Bereich von 2 – 3 Gew.-%, ist den Witterungsverhältnissen anzupassen und sollte in einer Eignungsprüfung detailliert bestimmt werden. Aufgrund der bereichsweise erkundeten halbfesten Konsistenzen ist bei der Bodenverbesserung insbesondere bei trockener Witterung mit einer Wasserzugabe zu rechnen, um ein Aufschollen zu vermeiden. Vor Aufbringung der ersten Schüttlage ist der anstehende natürliche Boden anzustabilisieren.

Zur ausreichenden Entwässerung der stabilisierten Fläche bzw. des Untergrunds sollte ein Dachprofil ausgebildet und im Abstand von ca. 15 m am Tiefpunkt Dränagen verlegt werden. Die Dränagen sind zur Vermeidung von Verschlammung mit Kies und geotextilem Filtervlies zu ummanteln.

Auf die stabilisierte Fläche bzw. den Bodenaustausch ist Frostschutzkies unter lagenweiser Verdichtung mit max. Schüttlagen  $d = 30$  cm aufzubauen. Zur Erzielung eines z. B.  $E_{V2}$ -Wertes  $\geq 100$  MN/m<sup>2</sup> auf OK Tragschicht wird die Schichtmächtigkeit der Kiestragschicht auf der stabilisierten Fläche bei etwa 40 cm und zur Erzielung eines z. B.  $E_{V2}$ -Wertes  $\geq 120$  MN/m<sup>2</sup> auf OK Tragschicht wird die Schichtmächtigkeit der Kiestragschicht auf der stabilisierten Fläche bei etwa 50 cm geschätzt.

Der auf OK Tragschicht erforderliche Verformungsmodul ist in Abhängigkeit der Belastung der Bodenplatte zu bestimmen und daraus die erforderliche Aufbauhöhe (s. Tabelle 5) festzulegen.

**Welche Tragfähigkeiten auf dem Gründungsplanum des Untergrundes erreicht werden können, ist durch gesonderte Plattendruckversuche zwingend in einem Probefeld vorab zu ermitteln! In Abstimmung mit der projektierten maximalen Einzellast soll durch rasterartige Plattendruckversuche die notwendige Bodenaustausch/ -verbesserungsmächtigkeit ermittelt werden. Bei einer Bodenstabilisierung ist die genaue Zugabemenge in einer Eignungsprüfung zu ermitteln.**

## **6. HINWEISE FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG**

### **6.1 Allgemeine Hinweise**

Die nachfolgend dargestellten Hinweise für die Bauausführung sind als Empfehlungen für die Bauausführung nach DIN 4020 anzusehen.

Die Wahl des Bauverfahrens, des Bauablaufes und der Förderwege sowie die Wahl und der Einsatz der Geräte sind nach DIN 18 300 (2019-09) Sache des Auftragnehmers.

### **6.2 Wasserhaltung**

Mit den ausgeführten Kleinrammbohrungen wurde, wie in Kap. 3.3 dargestellt, bis zum maximal möglichen Endteufenbereich kein Grund-/ Schichtwasserzutritt erkundet.

Aufgrund der Topografie und des abfallenden Geländes ist jedoch nicht auszuschließen, dass im flächenhaften Anschnitt unterschiedlich stark laufende Schichtwasserhorizonte während der Bau- maßnahme auftreten. Es wird nach dem derzeitigem Erkundungsstand daher während der Bauphase bei der Fundament-/ Bodenplattenherstellung eine Entsorgung von Schichten-, Oberflächen- oder Niederschlagswasser notwendig sein. Die Wasserhaltung kann deshalb offen mittels Pumpen- sumpfen oder Längsdränagen ausgeführt werden.

Beim Anschneiden von sandigeren/ kiesigeren Horizonten ist mit erhöhtem Wasserandrang/ Quellwasseraustritten (*nicht erkundet*) zu rechnen. Zur Vermeidung von Ausspülungen und zur Erhöhung der Suffosionsstabilität ist an der Böschung ggf. zusätzlich Auflastfilter (Filtervliesauflage mit Grobschotter-/ Schroppenschüttung) erforderlich, welche einen suffosionsstabilen Wasseraustritt aus der Böschung ermöglichen und schadlos über entsprechende Rigolen/ Querleitungen mit zeitlichem Vorlauf abgeleitet werden.

### **6.3 Baugrubenböschung/Verbau**

Nach DIN 4124 dürfen nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe  $\leq 1,25$  m ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden, wenn die anschließende Geländeoberfläche bei nichtbindigen und weichen bindigen Böden nicht steiler als 1:10 oder bei mindestens steifen bindigen Böden nicht steiler als 1:2 ansteigt. Am oberen Rand ist beidseitig ein mindestens 0,60 m breiter Schutzstreifen freizuhalten. Bei Grabentiefen bis 0,80 m darf auf einer Seite auf den Schutzstreifen verzichtet werden. Nicht verbaute Baugruben und Gräben mit einer Tiefe  $\leq 1,75$  m können nur unter Einhaltung aller Voraussetzungen gemäß DIN 4124 abgeböschert bzw. gesichert hergestellt werden.

Ohne rechnerischen Nachweis der Standsicherheit dürfen nach DIN 4124 für die relevanten Böden der Bodenschicht 1 mit mind. steifen Konsistenzen Böschungswinkel  $\beta \leq 60^\circ$  bei Böschungshöhen bis 5,0 m ausgeführt werden.

Für Fahrzeuge, Baumaschinen oder Baugeräte ist gemäß DIN 4124 bei nicht verbauten Baugruben und Gräben mit Böschungen ein Abstand zwischen der Außenkante der Aufstandsfläche und der Böschungskante von mindestens

- $\geq 1,00$  m für Fahrzeuge, die die zul. Achslasten nach StVZO einhalten (z. B. PKW, Omnibusse, übliche Lastzüge) und Baugeräte bis 12 t Gesamtgewicht
- bzw.  $\geq 2,00$  m für Fahrzeuge, die die zul. Achslasten nach StVZO überschreiten und Baugeräte bei mehr als 12 t bis 40 t Gesamtgewicht.

Bei höheren Böschungen oder wenn ungünstige Gegebenheiten oder ein ungünstiger Einfluss (z. B. Störungen des Bodengefüges, Verfüllungen oder Aufschüttungen, Grundwasserabsenkungen, Zufluss von Schichtenwasser, starke Erschütterungen, etc.) die Standsicherheit oder bauliche Anlagen o. ä. gefährden, sind Böschungen entsprechend flacher auszubilden und durch eine Böschungsbruchberechnung nachzuweisen und ggf. zu verbauen. Lose Steine/Blöcke sind abzutragen!

Böschungen mit einer Böschungsneigung im Bereich der maximal zulässigen Neigungen sind vor Witterungseinflüssen zu schützen. Im Allgemeinen reicht hierzu ein Abdecken mit Folien aus. Es ist in jedem Fall auf eine funktionsfähige Windsogsicherung zu achten.

Bei beengten Platzverhältnissen, welche eine freigeböscherte Baugrube unter Berücksichtigung der Lasteintragungswinkel nicht ausführbar machen, wird ein verformungsarmer Verbau (z. B. Trägerbohlverbau etc.) notwendig werden.

## **6.4 Erdarbeiten**

### **für Bauwerkshinterfüllungen**

Nach ZTVE-StB 17 sind für Hinterfüllbereiche sowie den Überschüttbereich grobkörnige und gemischtkörnige Böden der Bodengruppen SW/SI/SE/GW/GI/GE/SU/ST/GU/GT nach DIN 18 196 geeignet. In Verbindung mit einer qualifizierten Bodenverbesserung können auch gemischt- und feinkörnige Böden der Gruppen SU\*/ST\*/GU\*/GT\*/TL/TM/UM/UL nach DIN 18 196 verwendet werden. Böden und Baustoffe nach den TL BuB E-StB, sofern sie in o.g. grob- und gemischtkörnigen Bodengruppen mit weniger als 15 Gew.-% Korn unter 0,063 mm entsprechen, können ebenfalls eingebaut werden. Bei Straßen der Bauklasse  $\geq$  Bk10 der RStO 12 sollten grobkörnige Böden der Gruppe SW, SI, GW, GI zum Einsatz kommen.

Die im Zuge des Baugrubenaushubs gewonnenen Böden der Bodenschicht 1 mit Zuordnung zu Bodengruppe TL/TM/TA sind aufgrund ihrer erhöhten bis stark erhöhten Feinkornanteile und der damit einhergehenden sehr schlechten Verdichtbarkeit, als nicht geeignet zu bewerten bzw. nur mit Zusatzmaßnahmen (Bodenverbesserungsmaßnahmen + ggf. zusätzliche Wässerung bei halbfesten Konsistenzen etc.) wieder einbaufähig.

Es sollte der Einbau von gut verdichtbarem, nicht bindigem Fremdboden eingeplant werden.

Die Hinterfüllung ist lagenweise (höchstens 30 cm Dicke) mit einem Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 100 \%$  einzubauen. Beim Verdichten in engeren Arbeitsräumen sowie die unmittelbar an die Wände grenzenden Hinterfüllbereiche und Böschungskegel etc. sind mit leichten Verdichtungsgeräten zu verdichten.

Das Hinterfüllmaterial ist grundsätzlich mit der statischen Erddruckbemessung des Bauwerks abzustimmen.

### **für Verkehrsflächen**

Die Straßen- und Platzbefestigungen sind nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12) bzw. entsprechend den statischen Vorgaben zu planen. Die im Erdplanumsbereich überwiegend anstehenden Tone der Bodenschicht 1 sind nach ZTVE-StB 17 einer Klassifikation der Frostempfindlichkeit F3 zuzuordnen, weshalb hier für Verkehrsflächen ein Anforderungswert an die Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  zu erreichen ist.

Dieser Wert wird auf den anstehenden Tönen der Bodenschicht 1 nicht erreicht werden, weshalb ein Bodenaustausch mit gut verdichtbaren, nicht bindigem Bodenmaterial auf einem geotextilen Filtervlies (GRK 3, mechanisch verfestigt) im Bereich von ca. 40-50 cm eingeplant werden muss.

Alternativ kann eine Bodenverbesserung (ca. 40 cm) ausgeführt werden. Dabei kann ohne derzeit genauere Versuchskennnisse von einem 2-3 Gew.-% Kalk-Zement-Gemisch ( $\frac{1}{2}$  Kalk,  $\frac{1}{2}$  Zement) ausgegangen werden. Aufgrund der teils erkundeten halbfesten Konsistenzen ist bei trockener Witterung mit einer Wasserzugabe zu rechnen. Bei ggf. starken Aufweichungen (u. U. bei Schicht-/Quellwasserzutritt) ist mit größeren Bodenverbesserungs-/ Bodenaustauschmaßnahmen bzw. einer zusätzlichen unteren Schroppenlage zu rechnen. Anstehende bindige Böden mit breiigen Konsistenzen, organischen Einlagerungen, Auffüllungen etc. sind gänzlich auszutauschen.

Die genaue Dimensionierung des Bodenaufbaus ist vor Ort durch Plattendruckversuche, einer Eignungsprüfung in Abhängigkeit der statischen Vorgaben zu ermitteln und durch Anlage von Probefeldern vorab zu ermitteln!

Für die Anlage von Baustraßen gelten die o.g. Grundsätze gleichermaßen.

### **6.5 Abdichtung/ Dränung**

Nach den derzeitigen Erkenntnissen kann bei nicht unterkellerten Bauteilen, welche in den sehr schwach bis schwach durchlässigen Böden der Bodenschicht 1 gründen, nach DIN 4095, Kapitel 3.6 b, eine Abdichtung mit Dränung gegen Stau- und Sickerwasser ausgeführt werden. Gemäß DIN 18 533 handelt es sich um die Wassereinwirkungsklasse W1.2-E. Die Abdichtung ist nach DIN 18 533 Kap. 8.5.1 vorzusehen. Die Verlegung der Dränage wird auf Höhe UK Gründungspolster außerhalb dem Lastausbreitungswinkel empfohlen!

Die Hinweise der DIN 18 195 sowie DIN 18 533 für Bauwerksabdichtungen sind zusätzlich zu berücksichtigen.

### **6.6 Versickerungsmöglichkeit**

Nach dem Arbeitsblatt DWA-A 138 kann unbedenkliches und tolerierbares Niederschlagswasser entwässerungstechnisch in einem relevanten Versickerungsbereich mit einem  $k_f$ -Wert im Bereich von  $1 \cdot 10^{-3}$  bis  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s versickert werden. Sind die  $k_f$ -Werte kleiner als  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s, stauen die Versickerungsanlagen lange ein, wobei dann anaerobe Verhältnisse in der ungesättigten Zone auftreten können, die das Rückhalte- und Umwandlungsvermögen ungünstig beeinflussen können.

Die Böden der Bodenschicht 1 sind aufgrund ihrer sehr geringen Durchlässigkeiten nicht zur Versickerung geeignet. Eine Versickerung ist daher nicht möglich.

## **7. ERGÄNZENDE HINWEISE UND EMPFEHLUNGEN**

Nach DIN EN 1997-1 ist spätestens nach dem Aushub der Baugruben von einem Sachverständigen für Geotechnik bzw. dem Berichtverfasser zu prüfen, ob die vorliegend getroffenen Annahmen über die Beschaffenheit und den Verlauf der die Gründung tragenden Schichten in der Gründungssohle zutreffen.

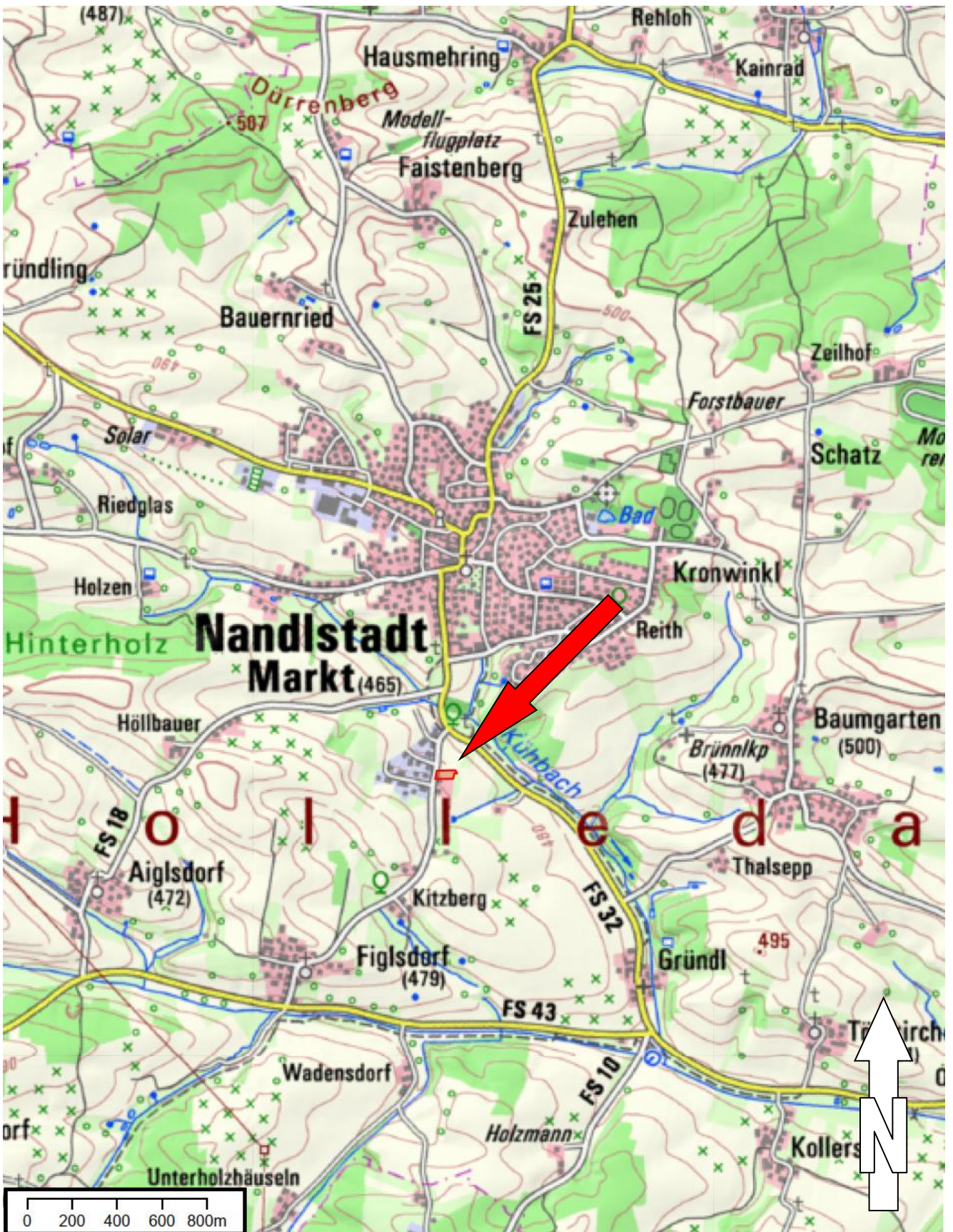
Die im vorliegenden Bericht angegebenen Tragfähigkeits- und Verdichtungsanforderungen sind durch Eigenüberwachungs- und Kontrollprüfungen nachzuweisen.

Da durch Baustellenverkehr, Verdichtungsarbeiten, Rammarbeiten etc. Einflüsse auf die Nachbarbebauung und angrenzende Straßen nicht auszuschließen sind, wird eine Beweissicherung des Ist-Zustandes durch einen Sachverständigen für Geotechnik empfohlen.

Bei Baustellenverkehr, Verdichtungsarbeiten, etc. vor allem nahe an bestehender Bebauung, sind bauwerksunverträgliche Erschütterungseinwirkungen nicht auszuschließen, weshalb baubegleitende Erschütterungsmessungen empfohlen werden. Hierzu steht die IMH Ingenieurgesellschaft mbH kurzfristig zur Verfügung.

Bei den beauftragten Felduntersuchungen handelt es sich naturgemäß nur um punktuelle Aufschlüsse. Sollten sich während der Ausführung Abweichungen zum vorliegenden Baugrundgutachten als auch planungsbedingte Änderungen ergeben, so ist der Berichtverfasser in Kenntnis zu setzen. Gegebenenfalls ist unsererseits die kurzfristige Erarbeitung einer ergänzenden Stellungnahme erforderlich.

**Anlage 1**



**Neubau von zwei Hallen  
Nandlstadt**

**Übersichtslageplan**

Anlage 1.1a

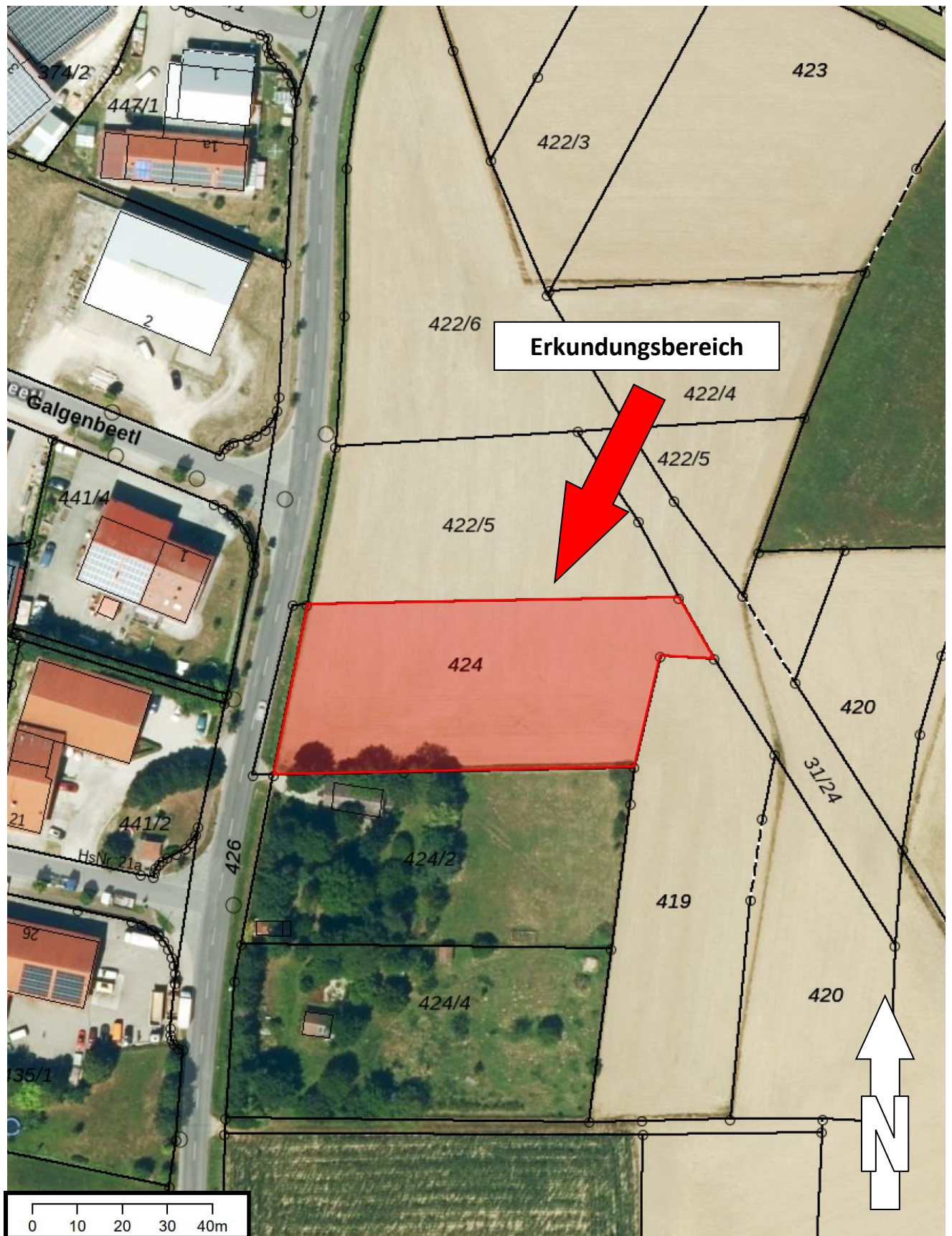
Datum: 03.11.2023

Maßstab: siehe Balken

Bearbeiter:

Annette Ranzinger





**Neubau von zwei Hallen  
Nandlstadt**

**Übersichtsaufnahme**

Anlage 1.1b

Datum: 03.11.2023

Maßstab: siehe Balken

Bearbeiter:

Annette Ranzinger





Auszug digitale Geologische Karte von Bayern, M 1 : 25.000



Auszug digitale Hydrogeologische Karte von Bayern, M 1 : 100.000

**Legende Geologie**

**Geologische Haupteinheit**

- Künstliche Ablagerung
- Lehm, umgelagert, pleistozän bis holozän
- Hangendserie (OSM), Sand
- Nördliche Vollschotter-Abfolge (oberer Teil 2), Feinsediment
- Nördliche Vollschotter-Abfolge (oberer Teil 2), Sand
- Nördliche Vollschotter-Abfolge (oberer Teil 2), Schotter
- Nördliche Vollschotter-Abfolge (oberer Teil 1), Sand
- Talfüllung, polygenetisch, pleistozän bis holozän
- Löß, karbonatfrei, pleistozän

**Legende Hydrogeologie**

**Verbreitung Grundwasserstockwerke**

- Quartär - Flussablagerungen
- Quartär - über die Talräume reichende Schmelzwasserablagerungen
- Tertiär - Obere Süßwassermolasse (OSM)

**Stützpunkte Grundwassergleichen**

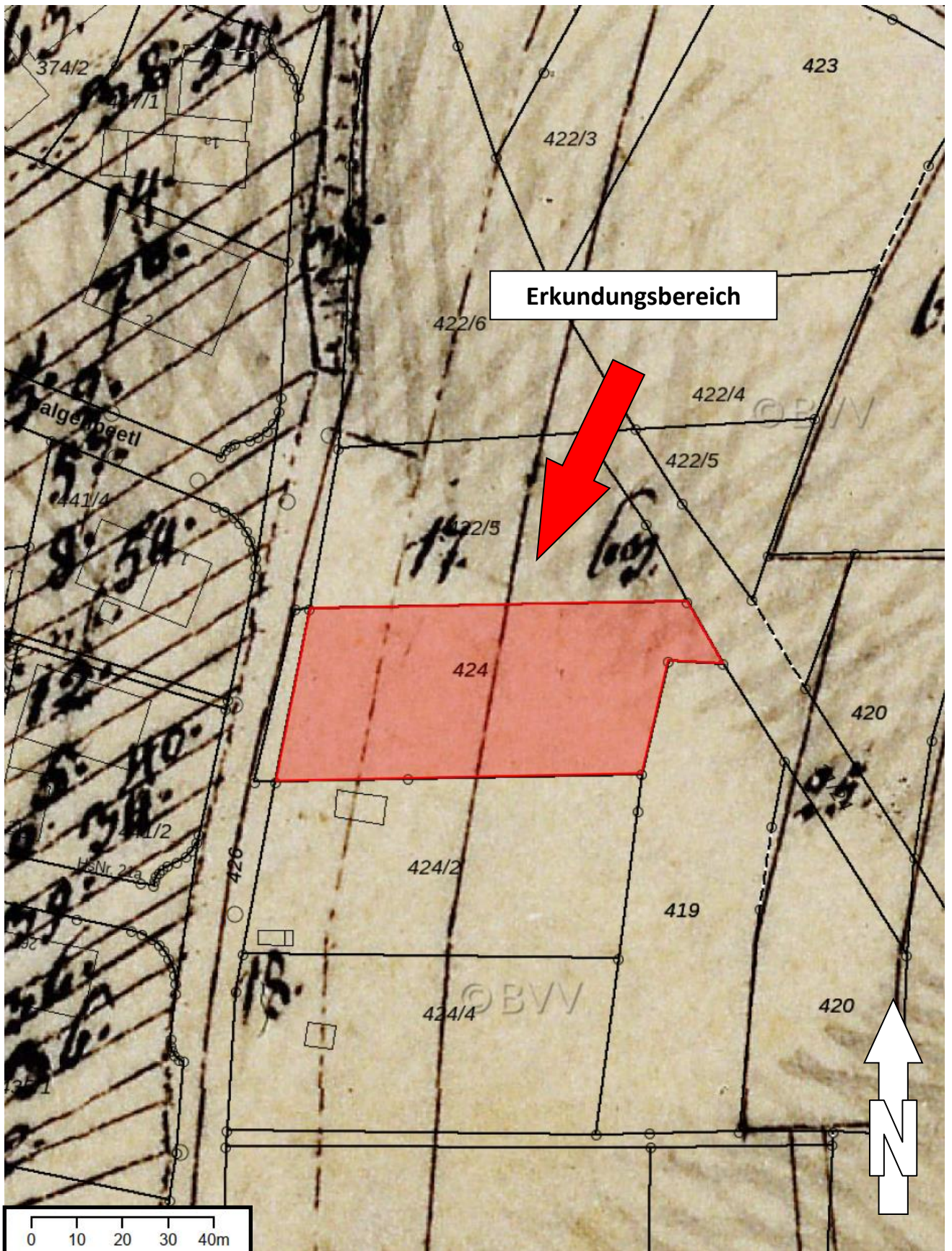
- Tertiär
- Grundwassergleichen**
- Tertiär, oberflächennah verbreitet
- Tertiär, vermutet und/oder überdeckt bzw. tiefer liegend

**Neubau von zwei Hallen  
Nandlstadt**

**Geologischer/ Hydrogeologischer  
Übersichtslageplan**

Anlage 1.2a  
 Datum: 03.11.2023  
 Maßstab: ohne  
 Bearbeiter:  
 Annette Ranzinger





**Neubau von zwei Hallen  
Nandlstadt**

**Historische Karte**

Anlage 1.2b

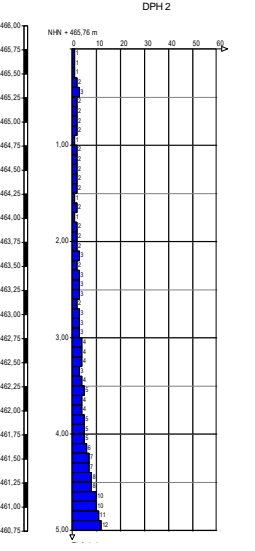
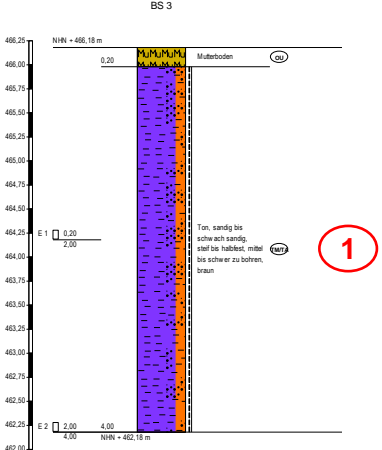
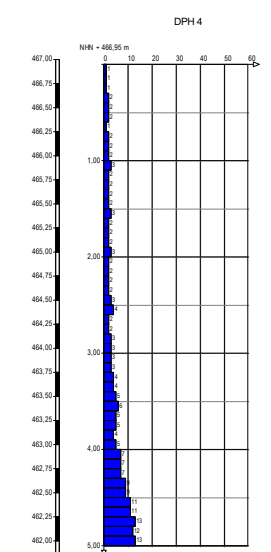
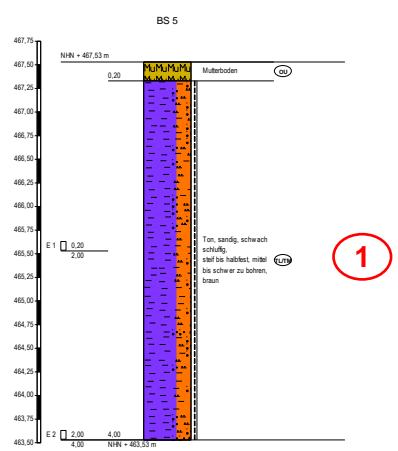
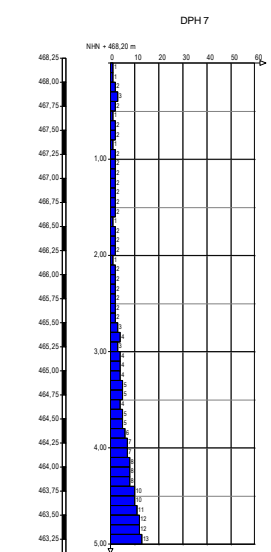
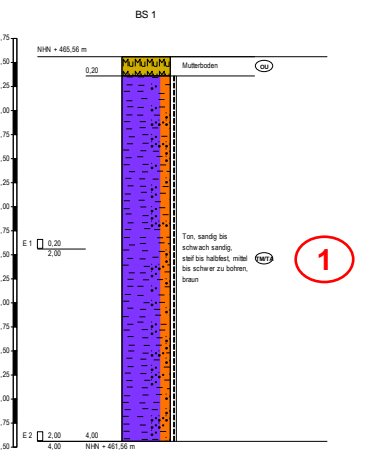
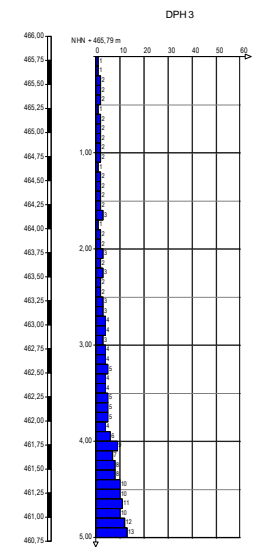
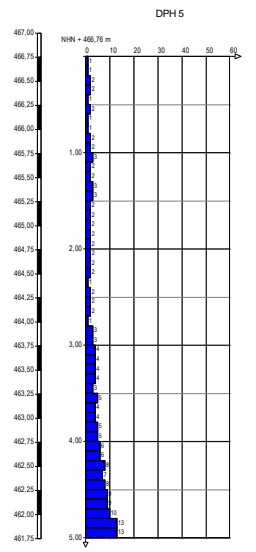
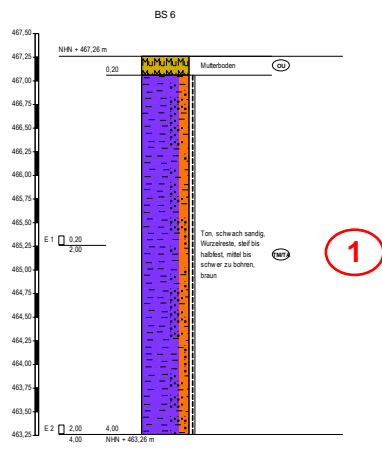
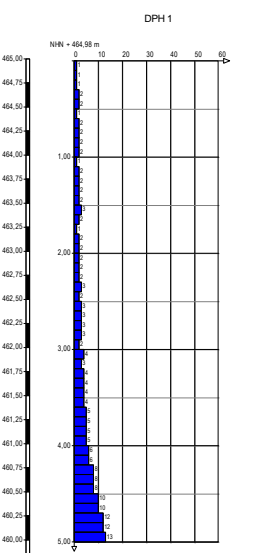
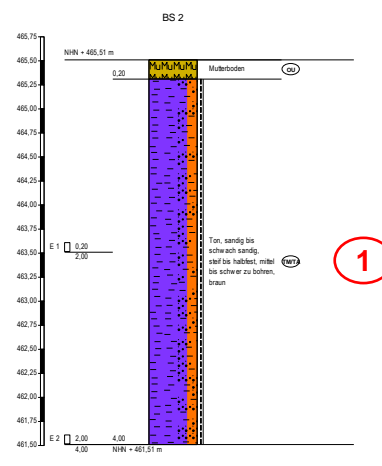
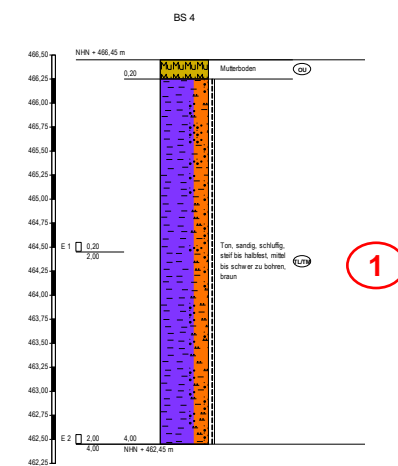
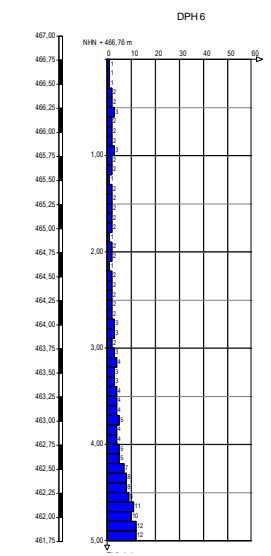
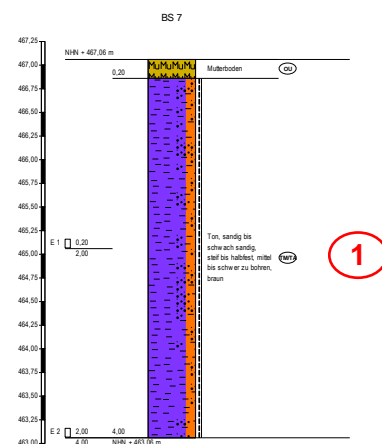
Datum: 03.11.2023

Maßstab: siehe Balken

Bearbeiter:

Annette Ranzinger

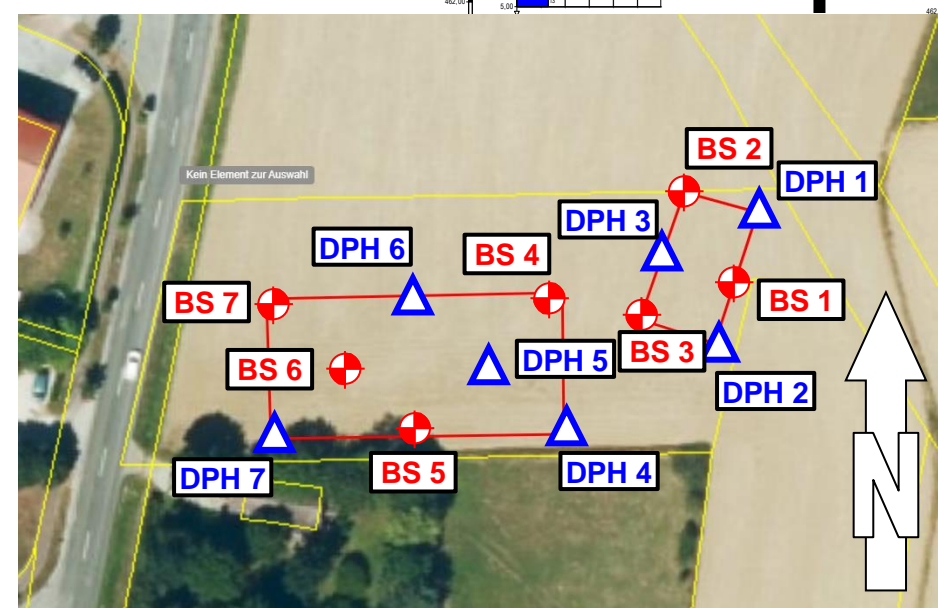




Werkstatt und Büro  
Maschinenhalle

Legende:

	Bohrsondierung (BS)
	Rammsondierung (DPH)
	Bodenschicht Nr.



**Neubau von zwei Hallen,  
Nandlstadt**

**Detaillageplan**

Anlage 1.3  
 Datum: 27.11.2023  
 Maßstab: ohne  
 Bearbeiter:  
 M. Sc. B. Feilmeier



## **Anlage 2**

Boden- und Felsarten



Mutterboden, Mu



Sand, S, sandig, s



Schluff, U, schluffig, u



Ton, T, tonig, t

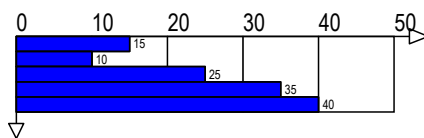
Korngrößenbereich

f - fein  
m - mittel  
g - grob

Nebenanteile

' - schwach (<15%)  
- - stark (30-40%)

Rammdiagramm



Bodengruppe nach DIN 18196

- |   |   |
|---|---|
| (GE) enggestufte Kiese  | (GW) weitgestufte Kiese   |
| (GI) Intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische                  | (SE) enggestufte Sande  |
| (SW) weitgestufte Sand-Kies-Gemische                              | (SI) Intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische                        |
| (GU) Kies-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm              | (GU*) Kies-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm                  |
| (GT) Kies-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm                  | (GT*) Kies-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm                      |
| (SU) Sand-Schluff-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm              | (SU*) Sand-Schluff-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm                  |
| (ST) Sand-Ton-Gemische, 5 bis 15% $\leq 0,06$ mm                  | (ST*) Sand-Ton-Gemische, 15 bis 40% $\leq 0,06$ mm                      |
| (UL) leicht plastische Schluffe                                   | (UM) mittelplastische Schluffe  |
| (UA) ausgeprägt zusammendrückbarer Schluff                        | (TL) leicht plastische Tone   |
| (TM) mittelplastische Tone  | (TA) ausgeprägt plastische Tone   |
| (OU) Schluffe mit organischen Beimengungen                        | (OT) Tone mit organischen Beimengungen                                  |
| (OH) grob- bis gemischtkörnige Böden mit Beimengungen humoser Art | (OK) grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen, kieseligen Bildungen |
| (HN) nicht bis mäßig zersetzte Torfe (Humus)                      | (HZ) zersetzte Torfe  |
| (F) Schlämme (Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel)            | ([ ]) Auffüllung aus natürlichen Böden                                  |
| (A) Auffüllung aus Fremdstoffen                                   |   |

Konsistenz



breiig



weich



steif



halbfest



fest



**IMH**  
Ingenieurges. mbH  
Deggendorfer Str. 40  
94491 Hengersberg

Legende und Zeichenerklärung  
nach DIN EN ISO 22475

Anlage 2

Projekt: Neubau von 2 Hallen,  
Nandlstadt

Auftraggeber: Hr. Brandmeier

Bearb.: BF

Datum: 15.11.23

Proben

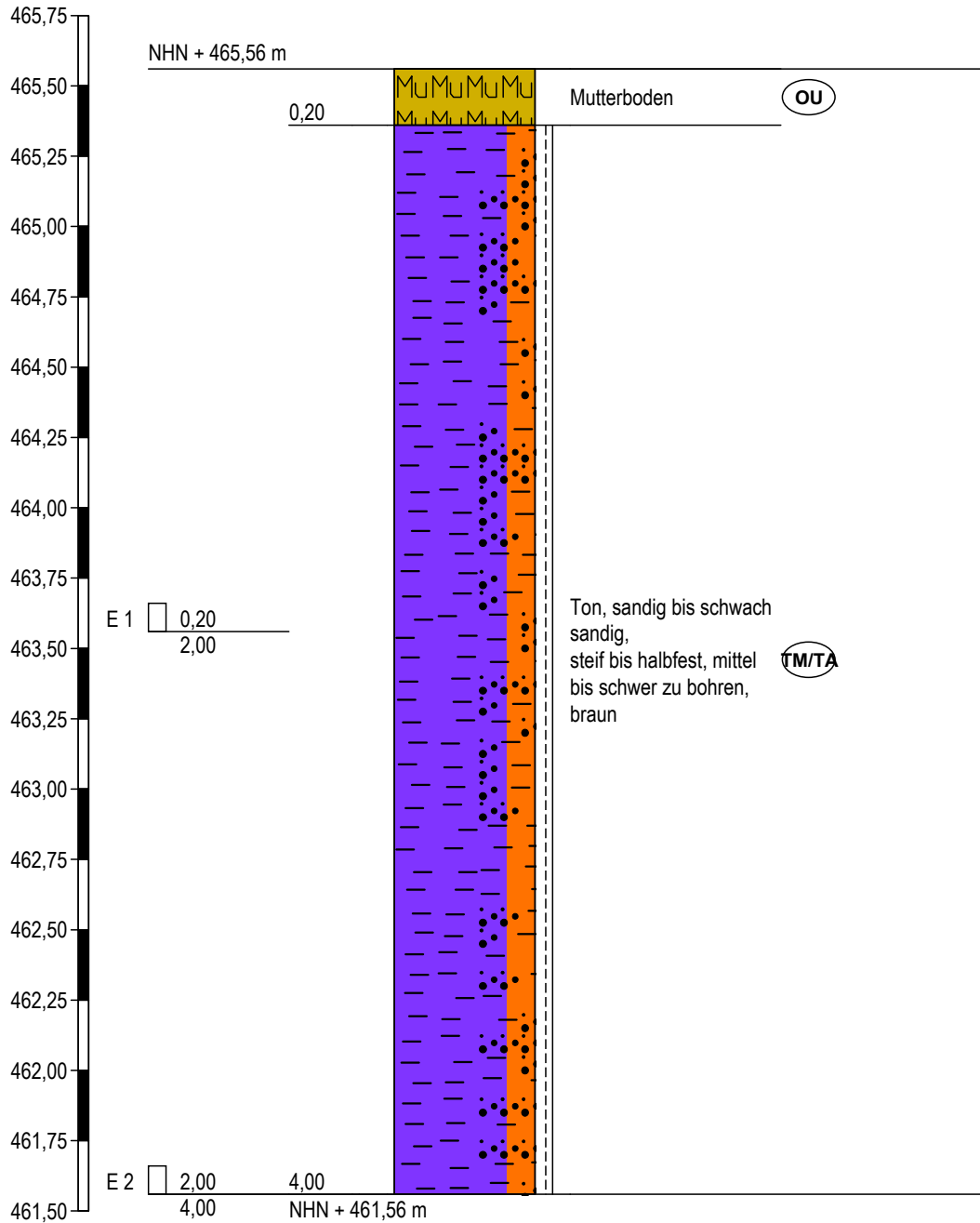
A1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der  
Entnahmekategorie A aus 1,00 m Tiefe

C1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der  
Entnahmekategorie C aus 1,00 m Tiefe

B1  1,00 Probe Nr 1, entnommen mit einem Verfahren der  
Entnahmekategorie B aus 1,00 m Tiefe

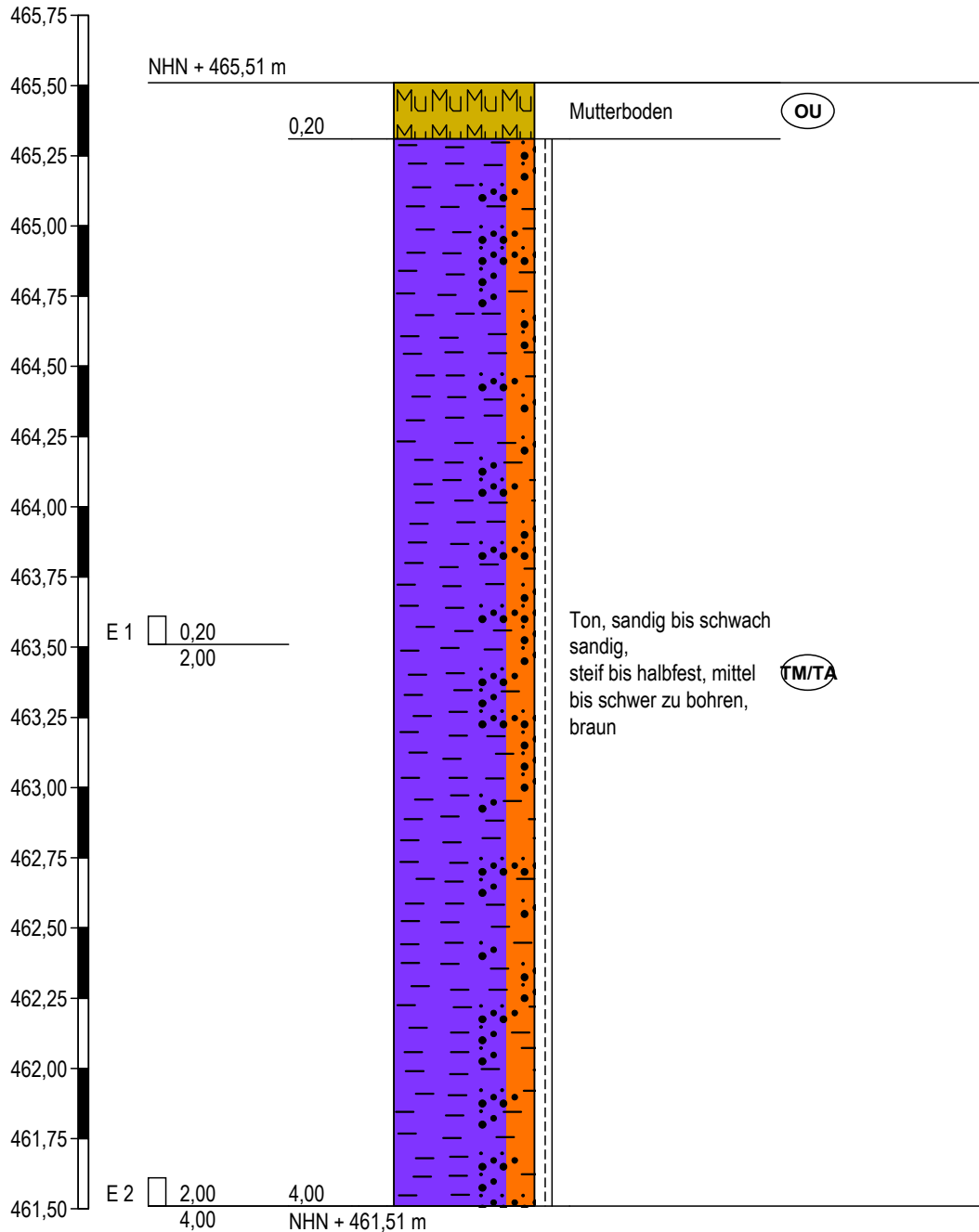
W1  1,00 Wasserprobe Nr 1 aus 1,00 m Tiefe

BS 1



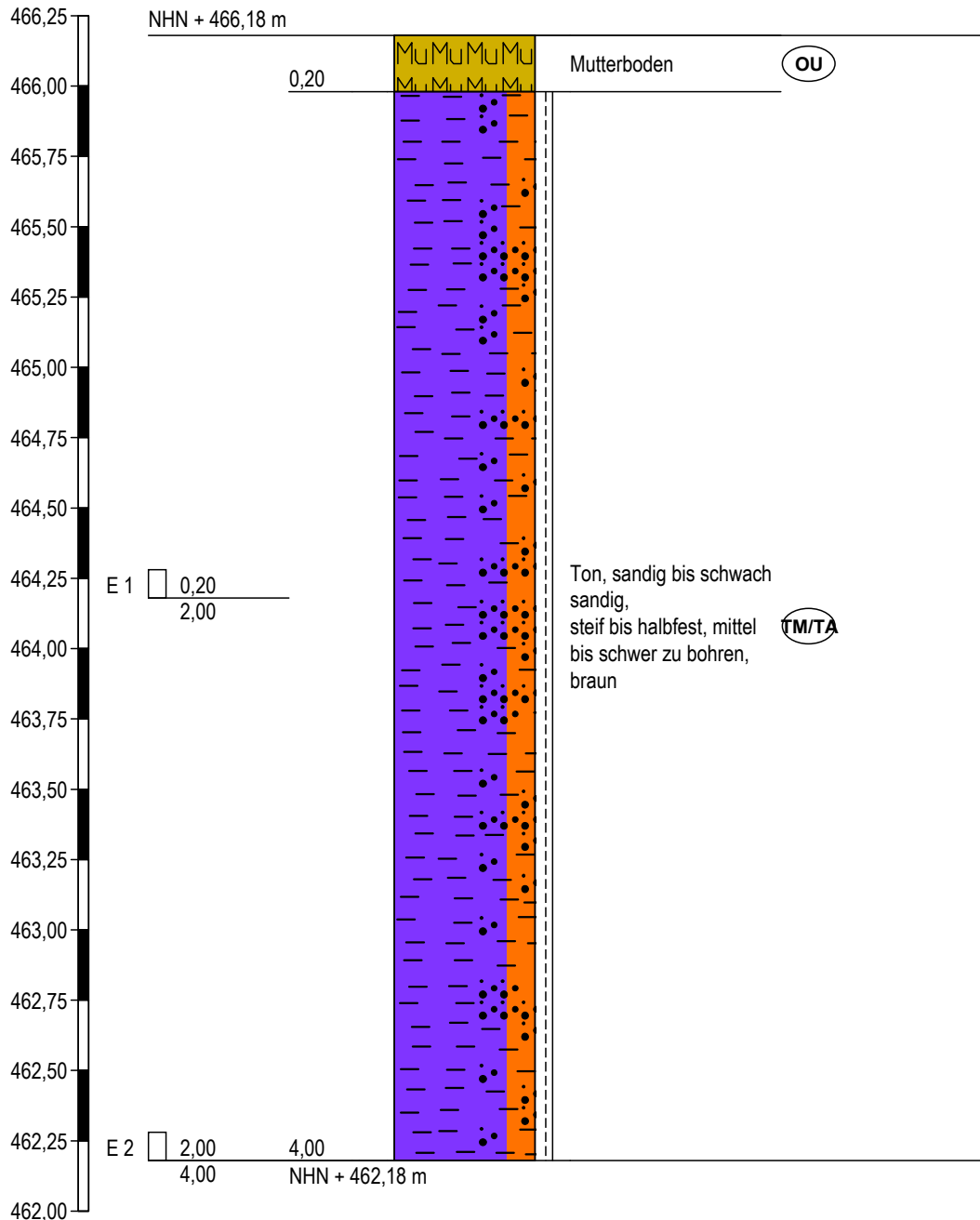
Höhenmaßstab 1:25

BS 2



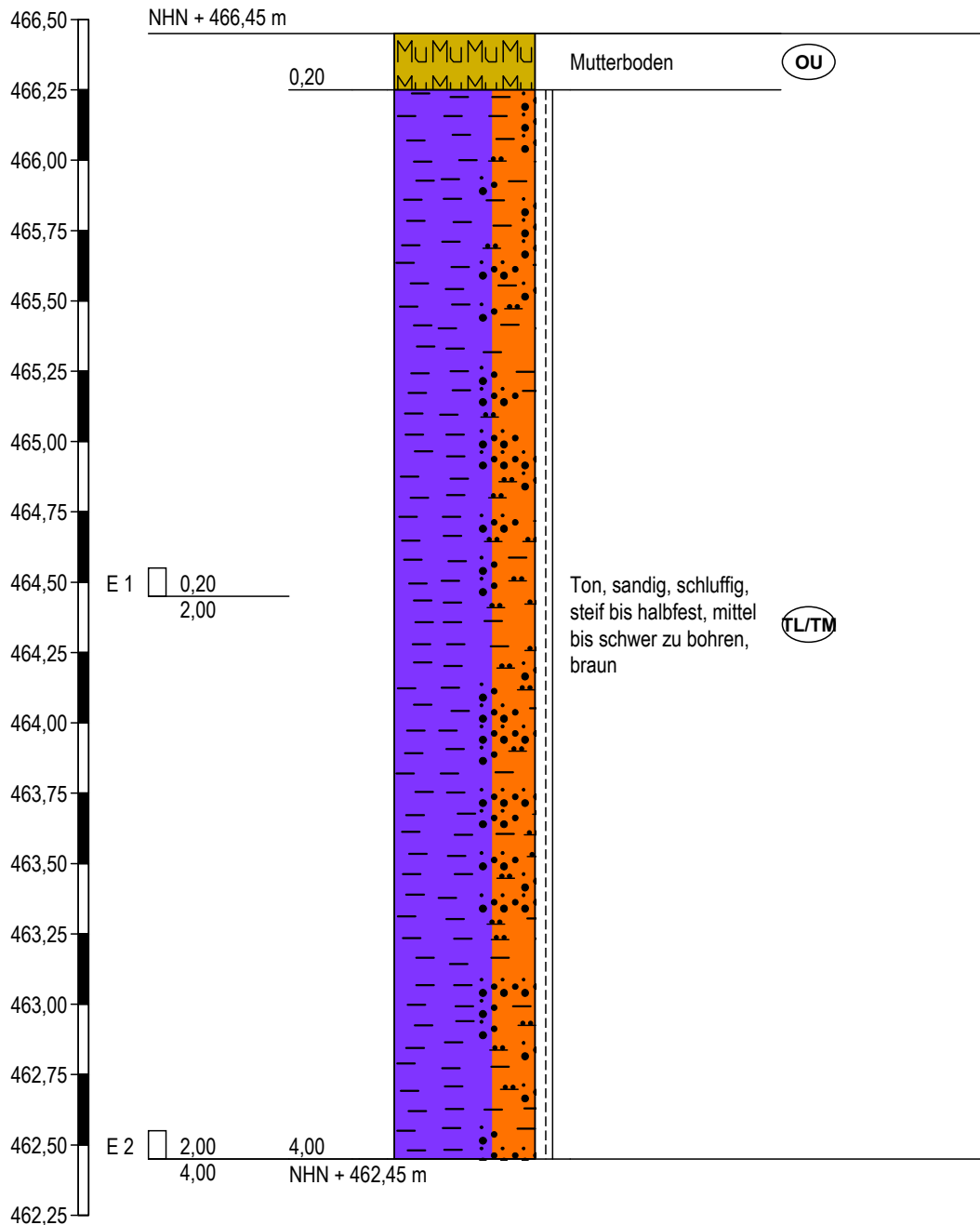
Höhenmaßstab 1:25

BS 3



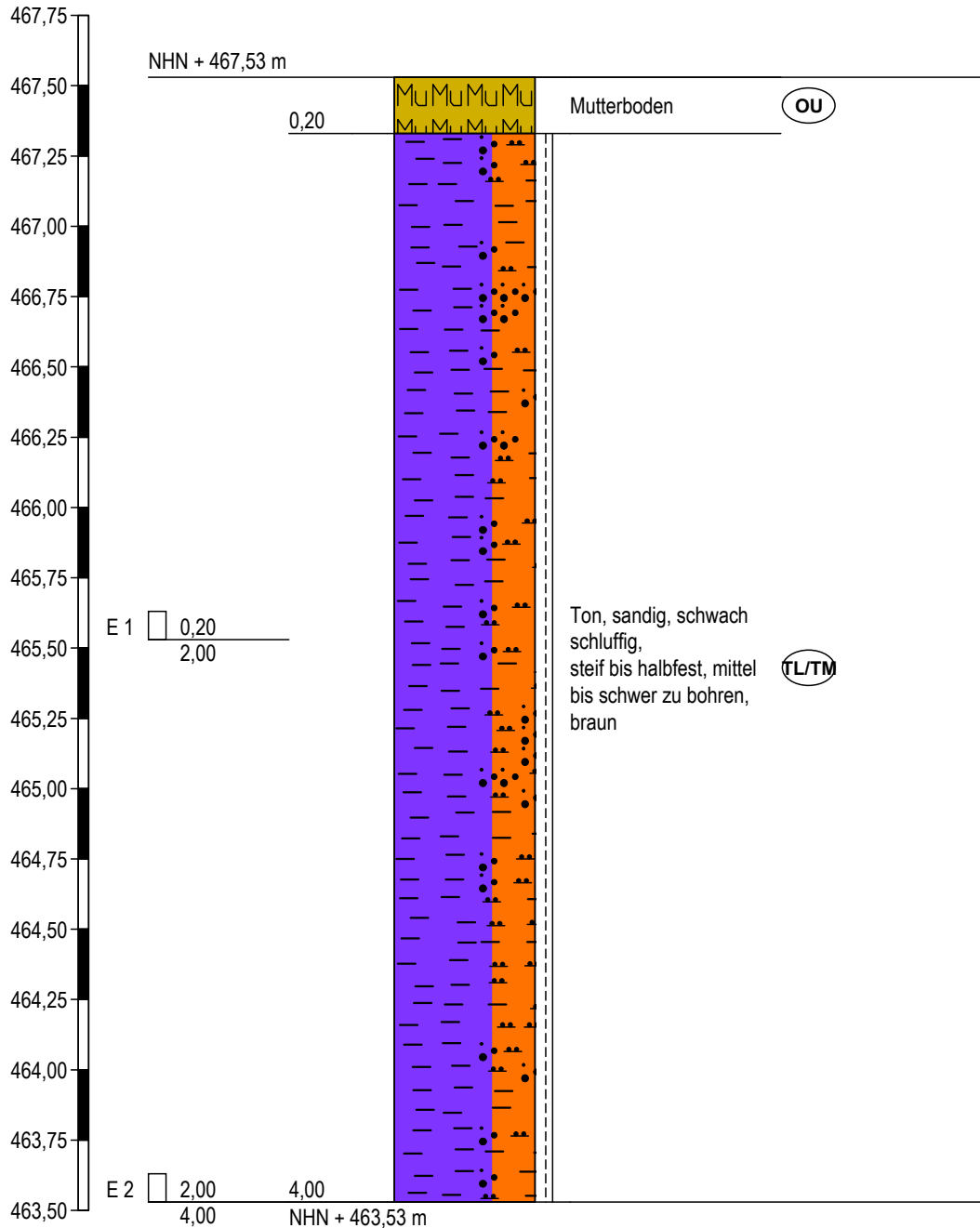
Höhenmaßstab 1:25

BS 4



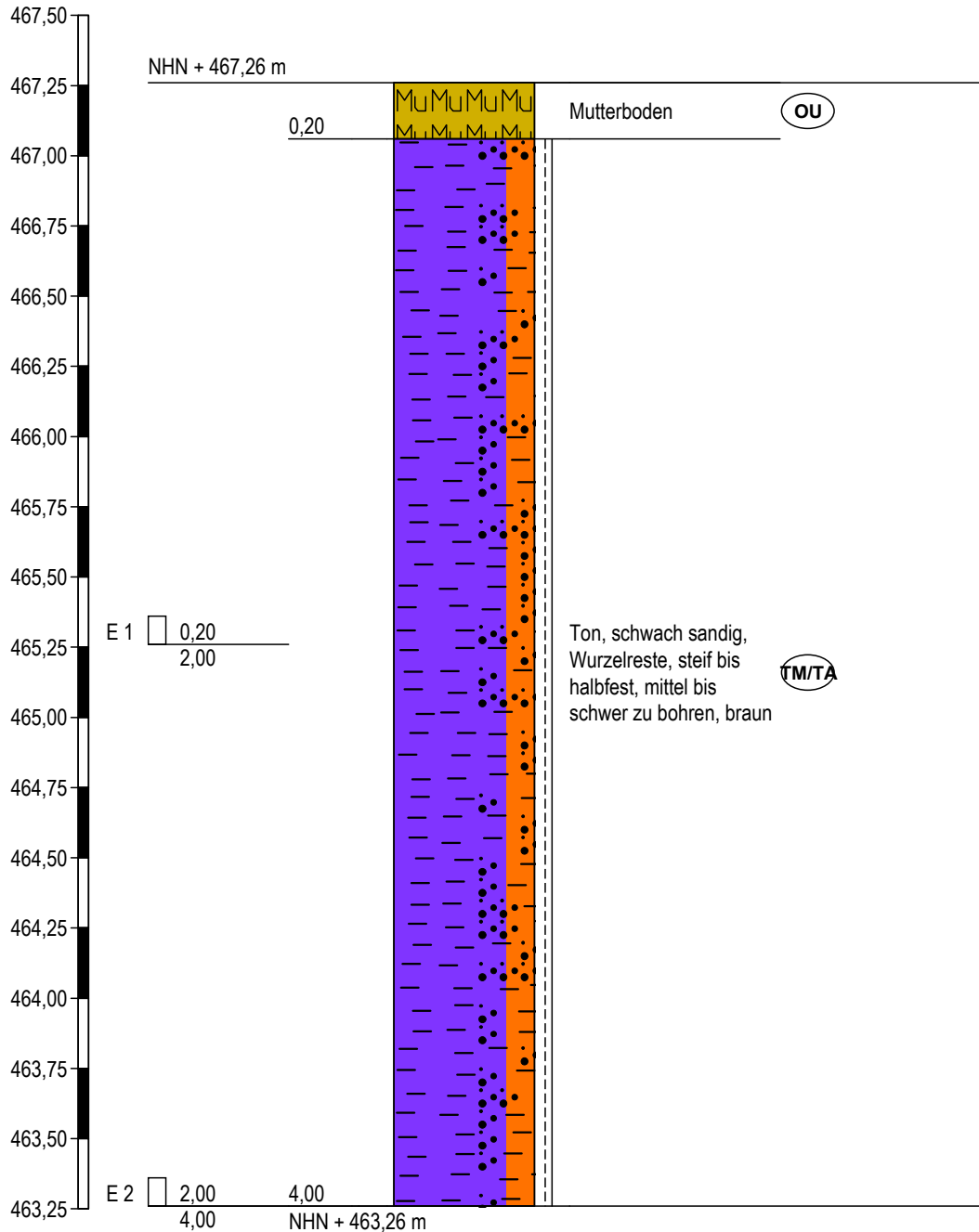
Höhenmaßstab 1:25

BS 5



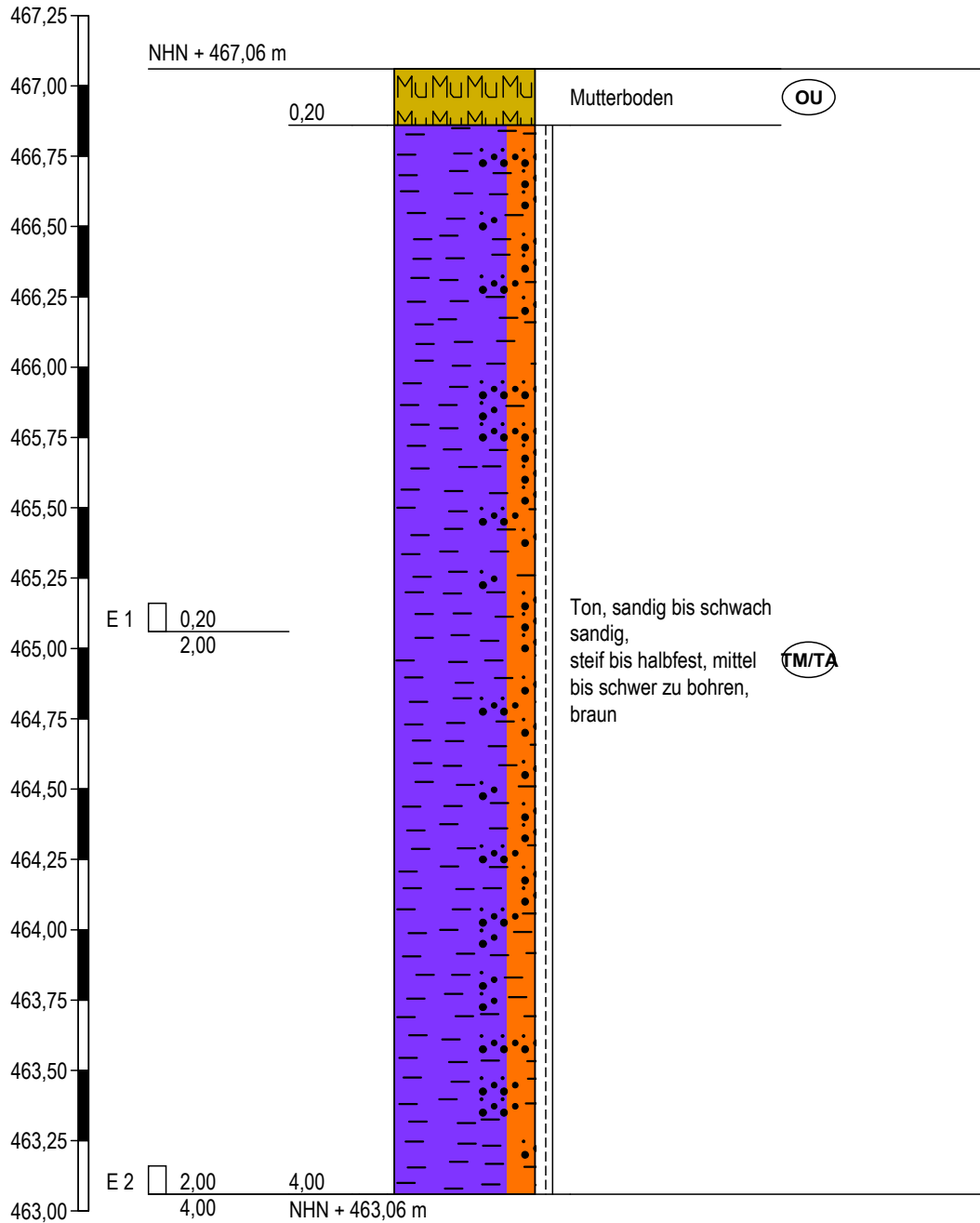
Höhenmaßstab 1:25

BS 6



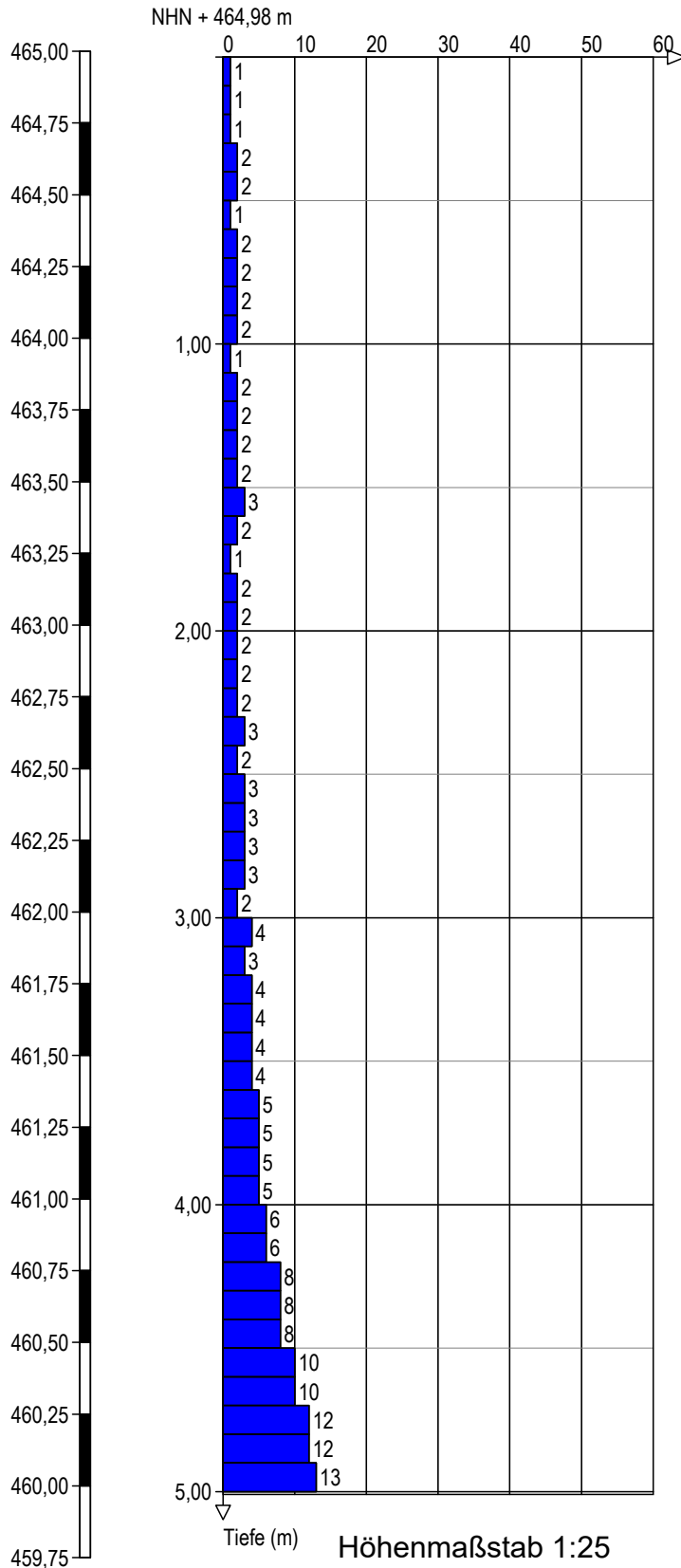
Höhenmaßstab 1:25

BS 7

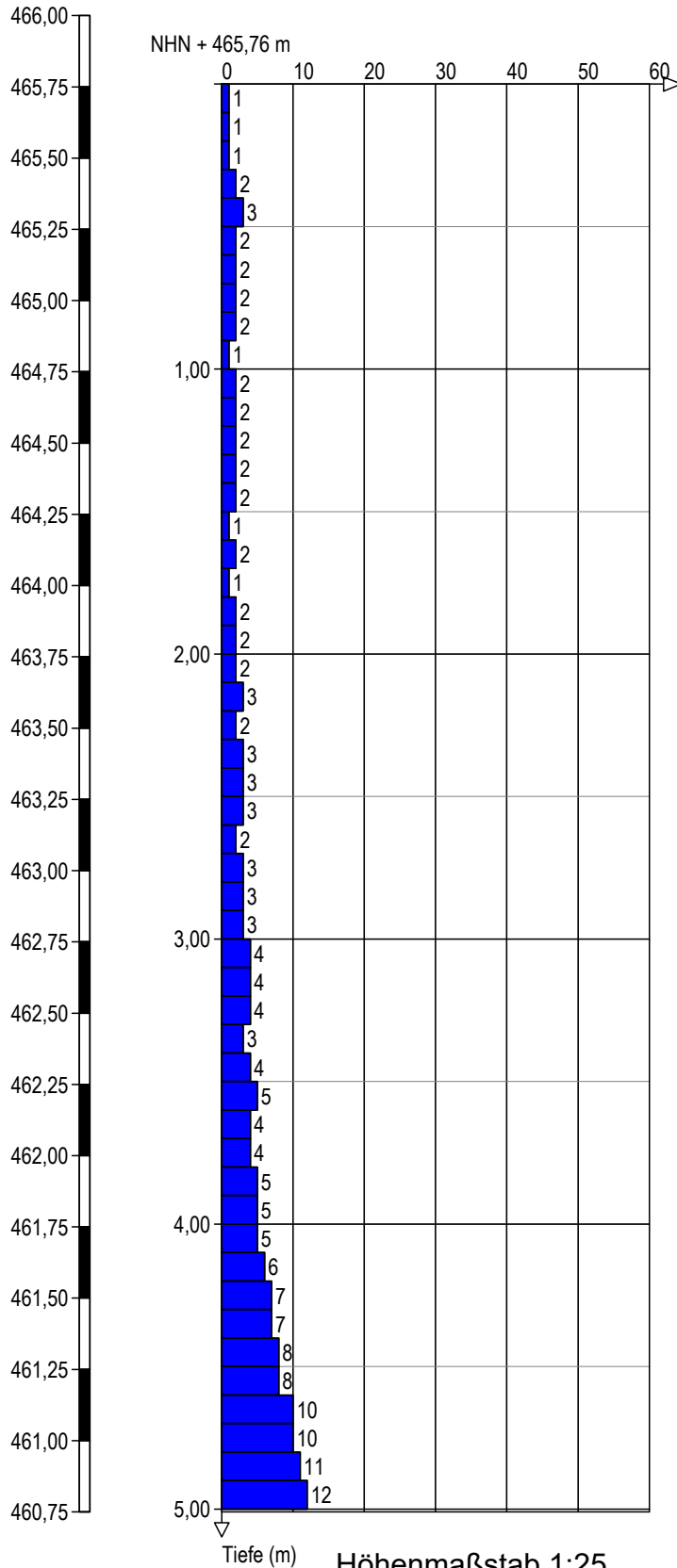


Höhenmaßstab 1:25

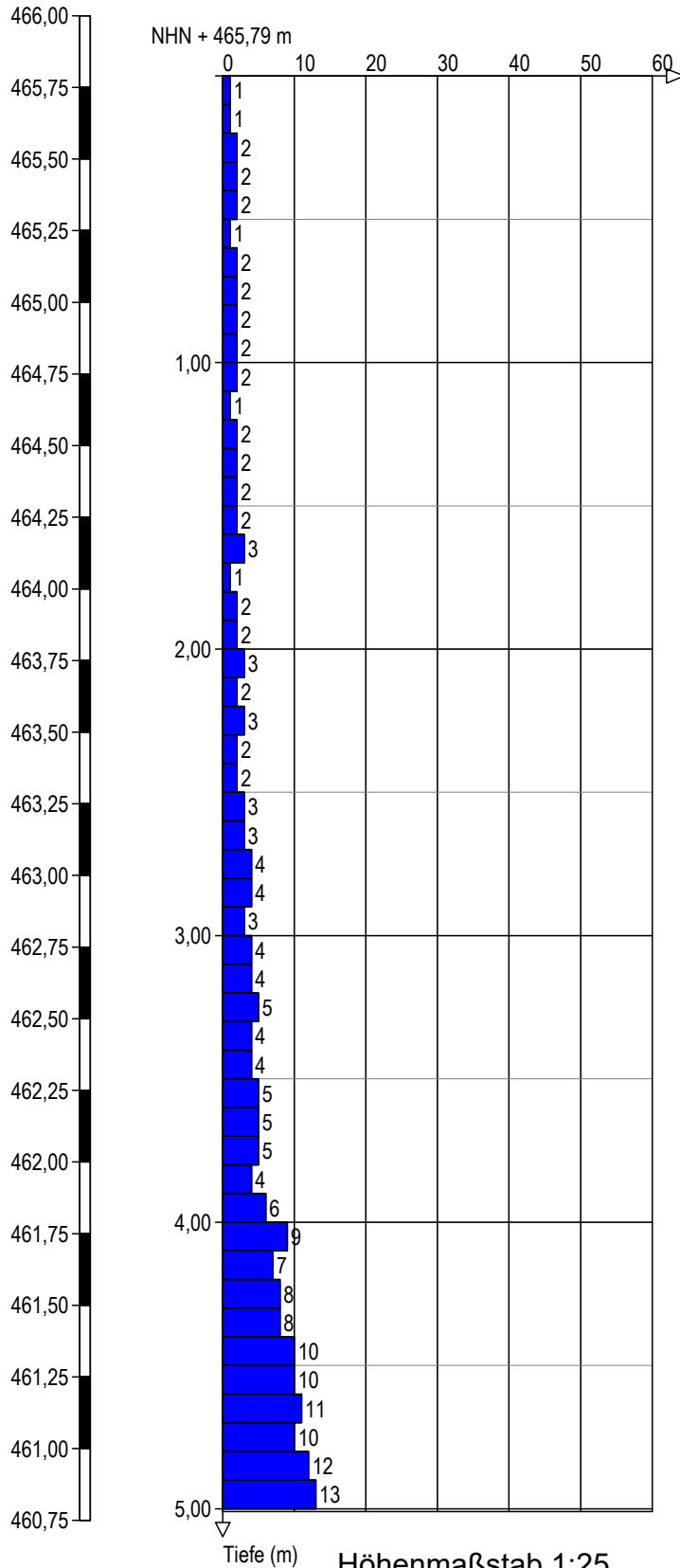
DPH 1



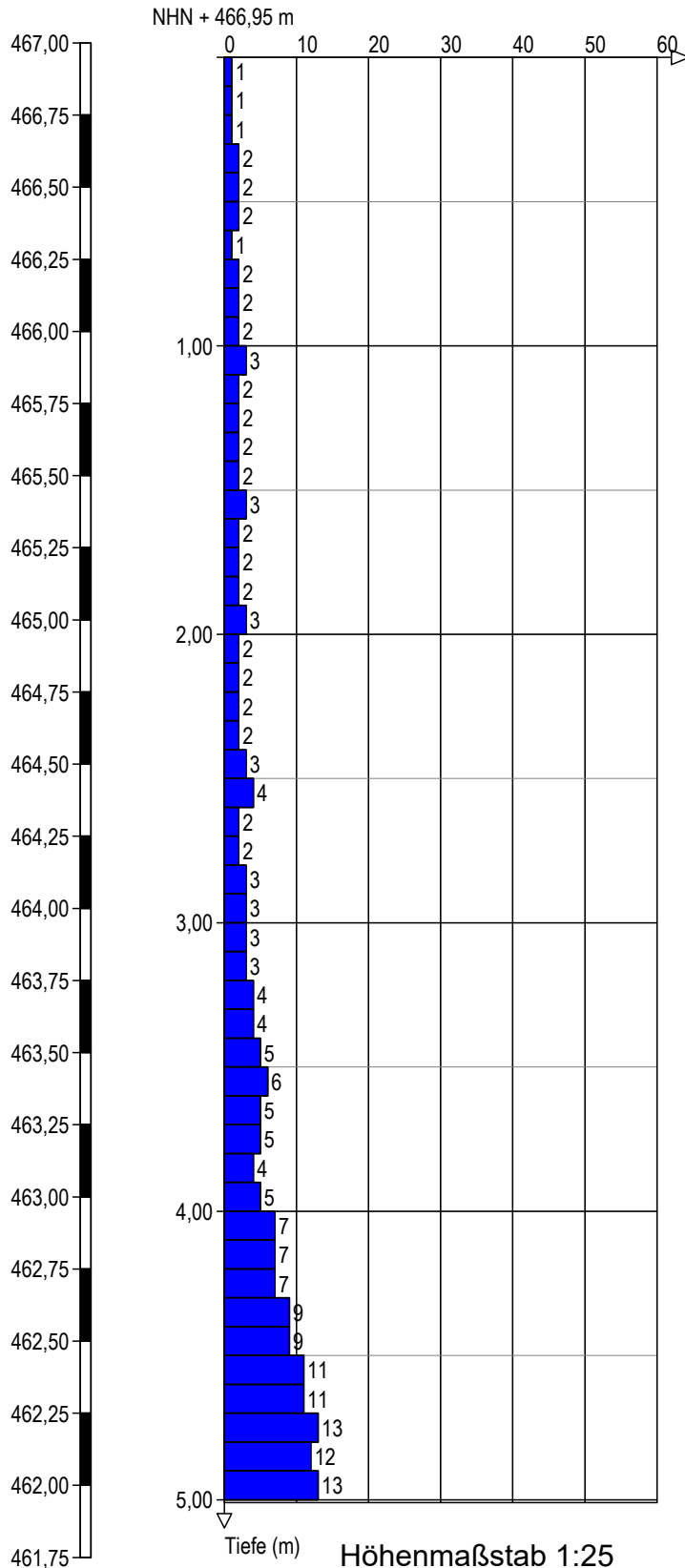
DPH 2



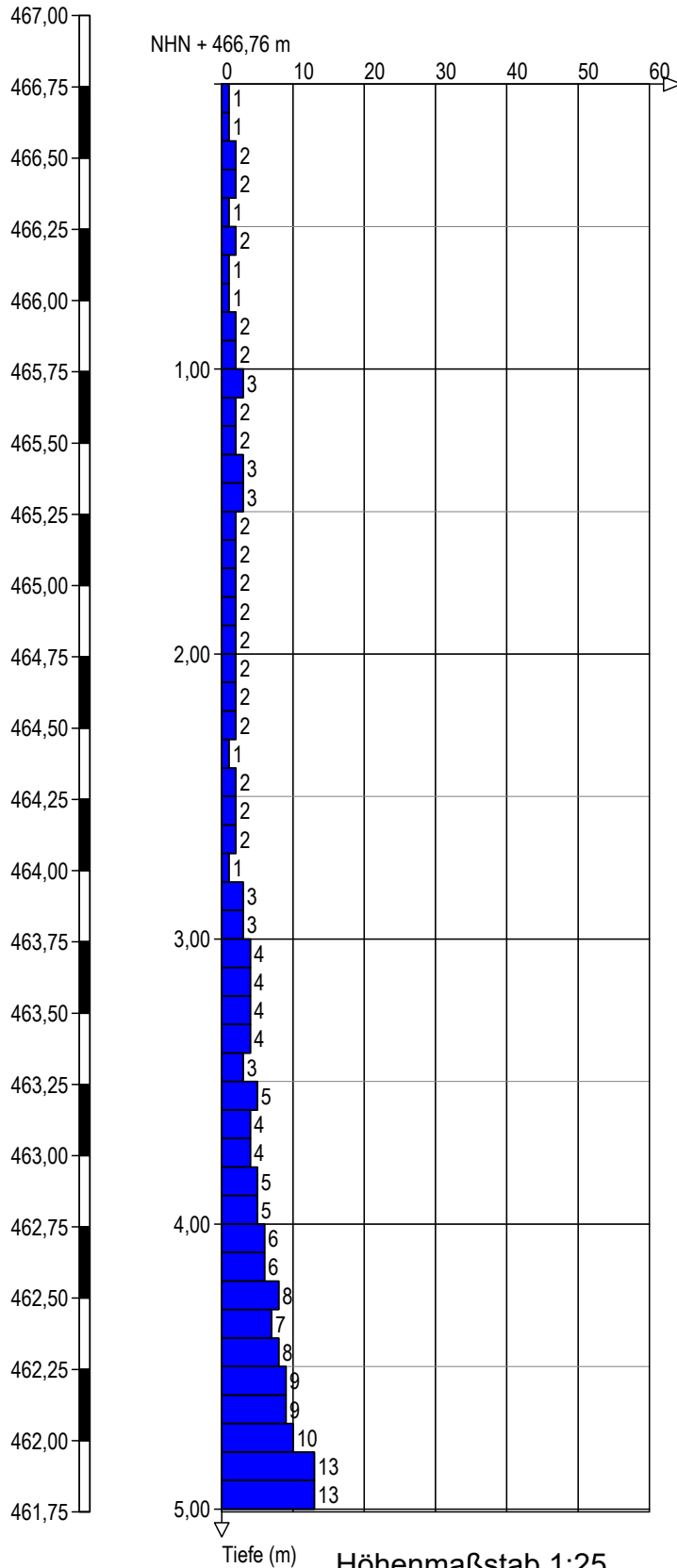
DPH 3



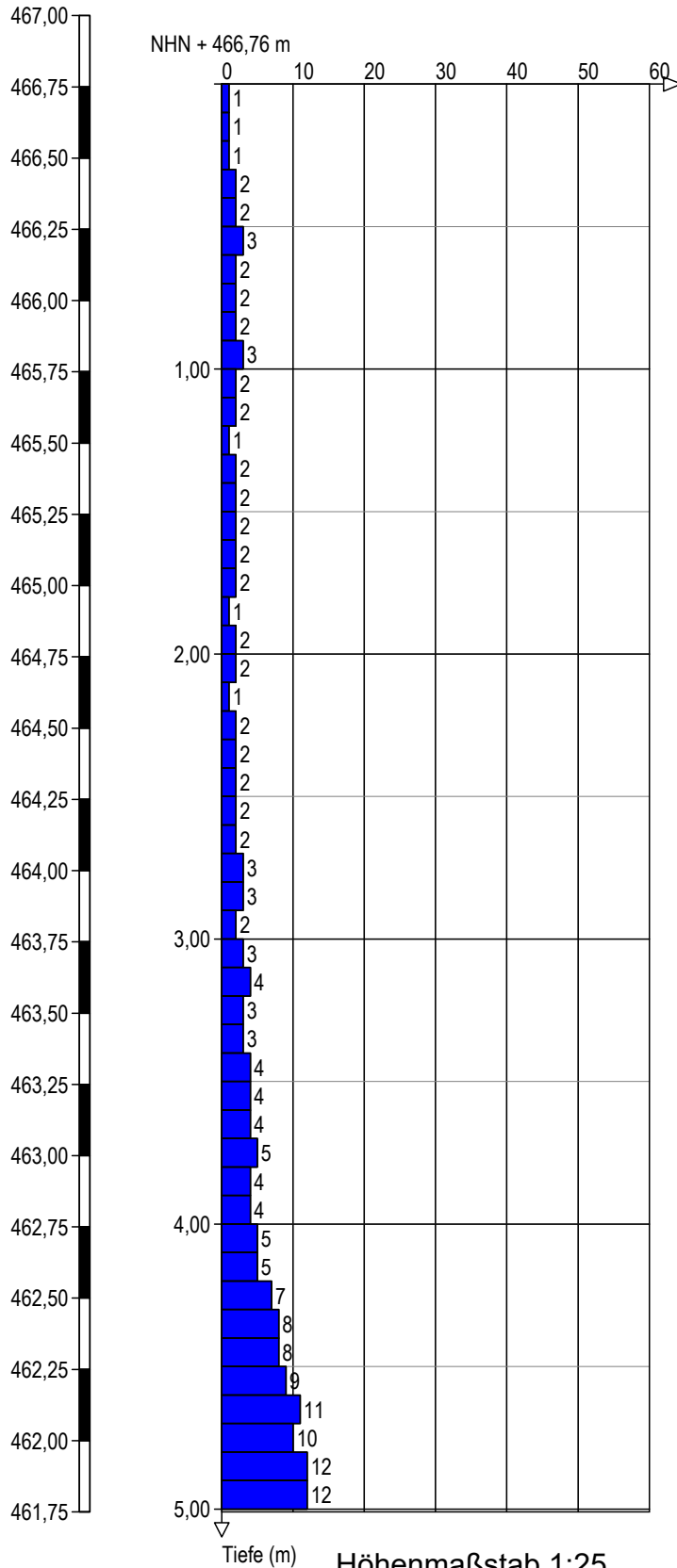
DPH 4



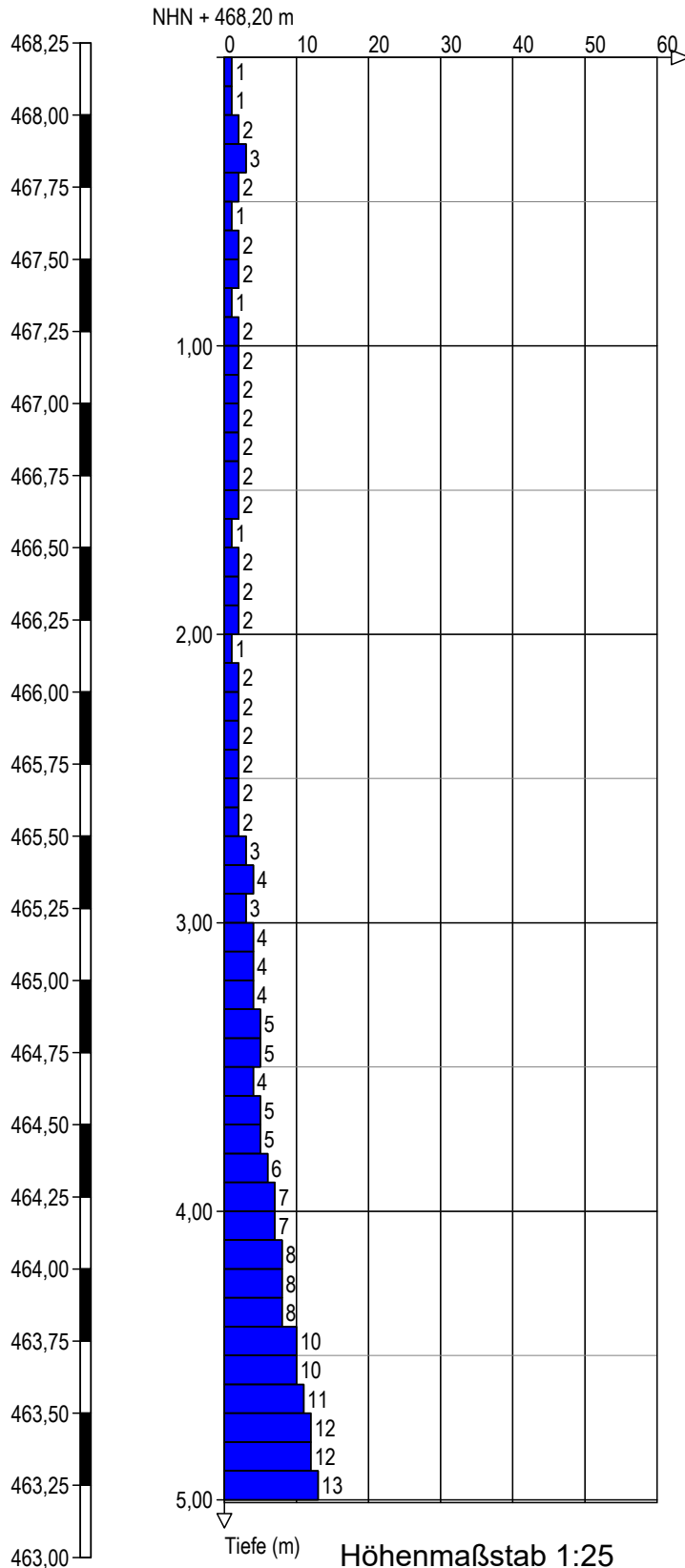
DPH 5



DPH 6



DPH 7



## **Anlage 3**



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 23201994

Az.: 23201994

Bauvorhaben: Neubau von 2 Hallen, Nandlstadt

Bohrung Nr BS 1 /Blatt 1

Datum:  
15.11.23

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalkgehalt				
0,20	a) Mutterboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) OU	i)				
4,00	a) Ton, sandig bis schwach sandig					C C	E 1 E 2	2,00 4,00
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) mittel bis schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TM/TA	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 23201994

Az.: 23201994

Bauvorhaben: Neubau von 2 Hallen, Nandlstadt

Bohrung Nr BS 2 /Blatt 1

Datum:  
15.11.23

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,20	a) Mutterboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) OU	i)				
4,00	a) Ton, sandig bis schwach sandig					C C	E 1 E 2	2,00 4,00
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) mittel bis schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TM/TA	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 23201994

Az.: 23201994

Bauvorhaben: Neubau von 2 Hallen, Nandlstadt

Bohrung Nr BS 3 /Blatt 1

Datum:  
15.11.23

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,20	a) Mutterboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) OU	i)				
4,00	a) Ton, sandig bis schwach sandig					C C	E 1 E 2	2,00 4,00
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) mittel bis schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TM/TA	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 23201994

Az.: 23201994

Bauvorhaben: Neubau von 2 Hallen, Nandlstadt

Bohrung Nr BS 4 /Blatt 1

Datum:  
15.11.23

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,20	a) Mutterboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) OU	i)				
4,00	a) Ton, sandig, schluffig					C C	E 1 E 2	2,00 4,00
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) mittel bis schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TL/TM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 23201994

Az.: 23201994

Bauvorhaben: Neubau von 2 Hallen, Nandlstadt

Bohrung Nr BS 5 /Blatt 1

Datum:  
15.11.23

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen <sup>1)</sup>					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische <sup>1)</sup> Benennung	h) <sup>1)</sup> Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,20	a) Mutterboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) OU	i)				
4,00	a) Ton, sandig, schwach schluffig					C C	E 1 E 2	2,00 4,00
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) mittel bis schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TL/TM	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 23201994

Az.: 23201994

Bauvorhaben: Neubau von 2 Hallen, Nandlstadt

Bohrung Nr BS 6 /Blatt 1

Datum:  
15.11.23

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,20	a) Mutterboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) OU	i)				
4,00	a) Ton, schwach sandig					C C	E 1 E 2	2,00 4,00
	b) Wurzelreste							
	c) steif bis halbfest	d) mittel bis schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TM/TA	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.



# Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage 3

Bericht: 23201994

Az.: 23201994

Bauvorhaben: Neubau von 2 Hallen, Nandlstadt

Bohrung Nr BS 7 /Blatt 1

Datum:  
15.11.23

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen  Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,20	a) Mutterboden							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h) OU	i)				
4,00	a) Ton, sandig bis schwach sandig					C C	E 1 E 2	2,00 4,00
	b)							
	c) steif bis halbfest	d) mittel bis schwer zu bohren	e) braun					
	f)	g)	h) TM/TA	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

**Anlage 4**

## Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12

Prüfungs-Nr. : L23201994 - Att 01  
Bauvorhaben : Neubau von zwei Hallen,  
Nandlstadt  
Ausgeführt durch : IMH  
am : 23.12.2023  
Bemerkung :  
Probe: 236232

Entnahmestelle : BS2 - E1  
Entnahmetiefe : 0,2 - 2,0 m unter GOK  
Bodenart : Ton, schwach sandig - sandig  
(gem. BA)  
Art der Entnahme : gestört  
Entnahme am : 15.11.2023 durch :

### Fließgrenze

### Ausrollgrenze

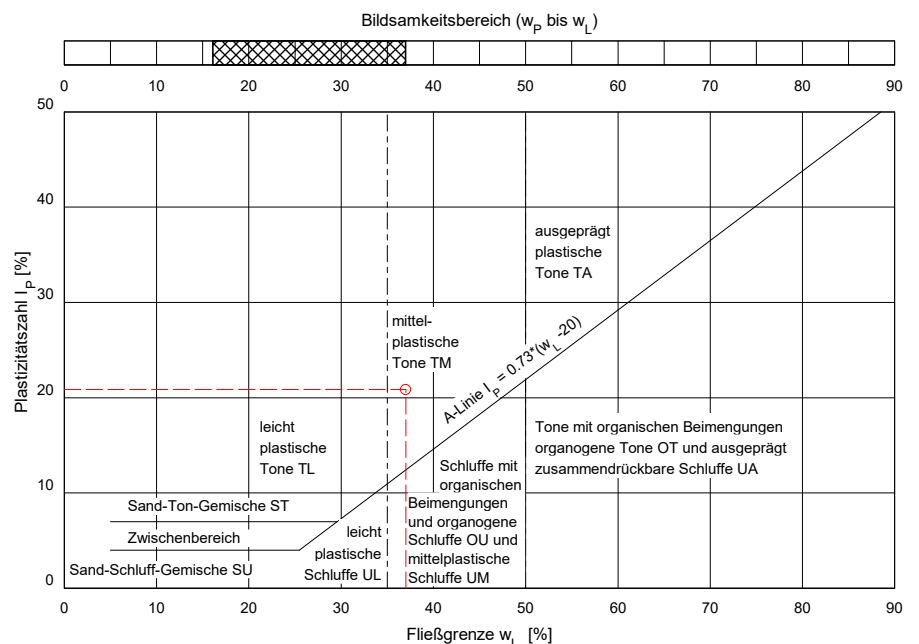
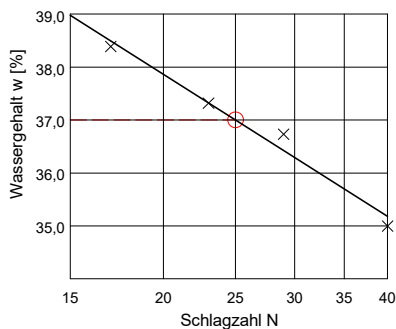
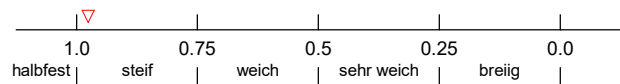
Behälter Nr. :	100	78	71	79	
Zahl der Schläge :	40	29	23	17	
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] :	41,88	41,55	64,96	59,55	
Trockene Probe + Behälter $m_d+m_B$ [g] :	38,65	38,20	60,90	56,74	
Behälter $m_B$ [g] :	29,42	29,08	50,02	49,42	
Wasser $m - m_d = m_w$ [g] :	3,23	3,35	4,06	2,81	
Trockene Probe $m_d$ [g] :	9,23	9,12	10,88	7,32	
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] :	34,99	36,73	37,32	38,39	
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

	74	80	97	
	33,40	34,88	55,83	
	32,80	34,29	55,22	
	29,05	30,67	51,44	
	0,60	0,59	0,61	
	3,75	3,62	3,78	
	16,00	16,30	16,14	

Natürlicher Wassergehalt :  $w = 16,65$  %  
 Größtkorn : mm  
 Masse des Überkorns : g  
 Trockenmasse der Probe : g  
 Überkornanteil :  $\dot{u} = 0,00$  %  
 Anteil  $\leq 0.4$  mm :  $m_d / m = 100,00$  %  
 Anteil  $\leq 0.002$  mm :  $m_T / m =$  %  
 Wassergehalt (Überkorn)  $w_{\dot{u}} = 0,00$  %  
 korr. Wassergehalt :  $w_K = \frac{w - w_{\dot{u}} * \dot{u}}{1.0 - \dot{u}} = 16,65$  %

Bodengruppe = TM  
 Fließgrenze  $w_L = 37,00$  %  
 Ausrollgrenze  $w_P = 16,15$  %  
 Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 20,86$  %  
 Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 0,98 \triangleq$  steif  
 Liquiditätszahl  $I_L = 1 - I_C = 0,02$   
 Aktivitätszahl  $I_A = \frac{I_P}{m_T / m} =$

Zustandsform



## Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze nach DIN EN ISO 17892-12

Prüfungs-Nr. : L23201994 - Att 02  
Bauvorhaben : Neubau von zwei Hallen,  
Nandlstadt  
Ausgeführt durch : IMH  
am : 23.12.2023  
Bemerkung :  
Probe: 236233

Entnahmestelle : BS5 - E2  
Entnahmetiefe : 2,0 - 4,0 m unter GOK  
Bodenart : Ton, sandig, schwach schluffig  
(gem. BA)  
Art der Entnahme : gestört  
Entnahme am : 15.11.2023 durch :

### Fließgrenze

### Ausrollgrenze

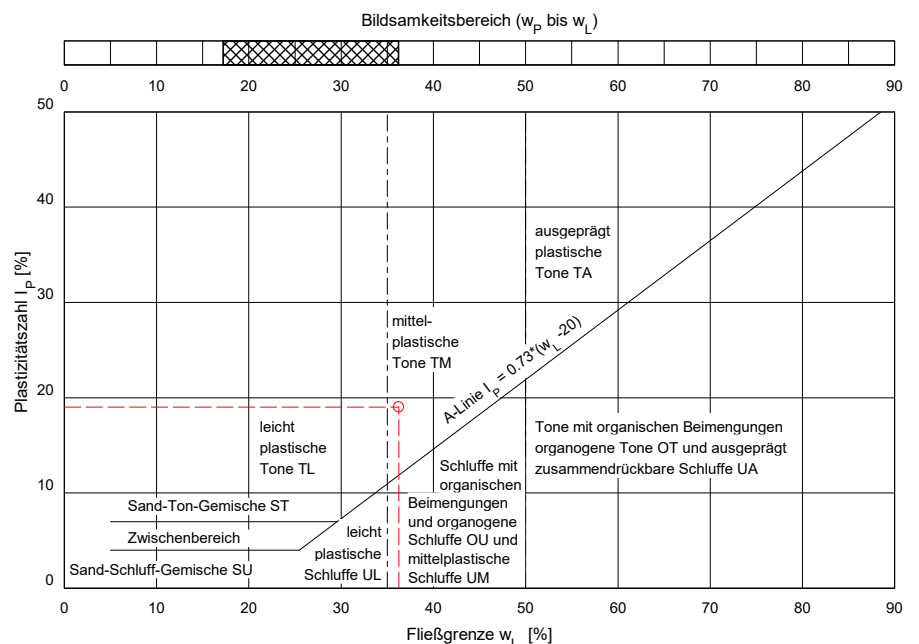
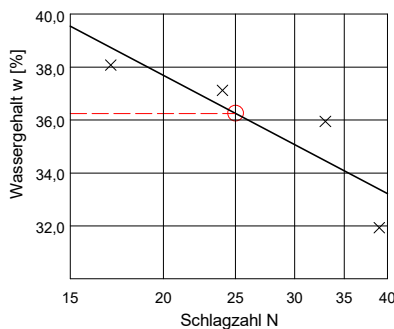
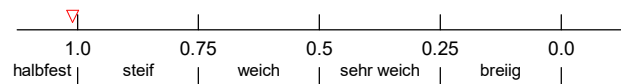
Behälter Nr. :	65	78	71	80
Zahl der Schläge :	39	33	24	17
Feuchte Probe + Behälter $m+m_B$ [g] :	57,43	53,13	42,55	60,13
Trockene Probe + Behälter $m_d+m_B$ [g] :	50,65	46,77	38,76	56,28
Behälter $m_B$ [g] :	29,42	29,08	28,55	46,17
Wasser $m - m_d = m_w$ [g] :	6,78	6,36	3,79	3,85
Trockene Probe $m_d$ [g] :	21,23	17,69	10,21	10,11
Wassergehalt $m_w / m_d * 100$ [%] :	31,94	35,95	37,12	38,08
Wert übernehmen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

40	26	29
42,56	55,30	54,97
41,91	54,46	54,38
38,03	49,56	51,06
0,65	0,84	0,59
3,88	4,90	3,32
16,75	17,14	17,77

Natürlicher Wassergehalt :  $w = 17,03$  %  
Größtkorn : mm  
Masse des Überkorns : g  
Trockenmasse der Probe : g  
Überkornanteil :  $\dot{u} = 0,00$  %  
Anteil  $\leq 0.4$  mm :  $m_d / m = 100,00$  %  
Anteil  $\leq 0.002$  mm :  $m_T / m =$  %  
Wassergehalt (Überkorn)  $w_{\dot{u}} = 0,00$  %  
korr. Wassergehalt :  $w_K = \frac{w - w_{\dot{u}} * \dot{u}}{1.0 - \dot{u}} = 17,03$  %

Bodengruppe = TM  
Fließgrenze  $w_L = 36,25$  %  
Ausrollgrenze  $w_P = 17,22$  %  
Plastizitätszahl  $I_P = w_L - w_P = 19,03$  %  
Konsistenzzahl  $I_C = \frac{w_L - w_K}{w_L - w_P} = 1,01 \hat{=} \text{halbfest}$   
Liquiditätszahl  $I_L = 1 - I_C = -0,01$   
Aktivitätszahl  $I_A = \frac{I_P}{m_T / m} =$

Zustandsform



**Anlage 5**





