

Dieses Gutachten umfasst 17 Seiten und 13 Blatt Anlagen
Das Gutachten darf nur ungekürzt vervielfältigt werden.
Auszugsweise Wiedergabe bedarf der Genehmigung des Verfassers.
Urberschutzvermerk s. DIN 34 / ISO 16016

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. Veranlassung	4
2. Baugrund	4
2.1 Baugrundaufbau	4 - 5
2.2 Wasser im Baugrund	5
2.3 Bodenmechanische Untersuchungen	6
2.3.1 Raumgewichtsbestimmungen	6
2.3.2 Kornverteilungsuntersuchungen	6 - 7
2.4 Homogenbereiche nach VOB Ergänzungsband	7
2.5 Bandbreiten charakteristischer Bodenkennwerte	8
3. Gründungsempfehlung	8
3.1 Hydrologische Vorgaben	8 - 9
3.2 Gründungsempfehlung	10
3.3 Abfolge der Erdarbeiten	10 – 12
3.4 Containergestellung	13
3.5 Bemessungswert des Sohlwiderstandes	13
3.6 Setzungsprognosen	13 - 14
3.7 Bettungsmodul	14
4. Technische Hinweise	14
4.1 Baugrubendurchführung	14
4.2 Wasserhaltung	15
4.3 Bauwerkshinterfüllungen	15
4.4 Kanal- und Leistungsbau	15
4.5 Bewegungsfugen	15
4.6 Fundamentabtreppungen	16
4.7 Verkehrsflächen	16
4.8 Abnahmen	16
5. Zusammenfassung	17

Anlagen

1.1 – 1.2 Lageskizzen der Aufschlussbohrungen BS-001 bis BS-009/25

2.1 - 2.9 Profildarstellungen der Aufschlussbohrungen BS-001 bis BS-009/25

2.10 - 2.11 Legende

1. Veranlassung

Die Gemeinde Wanderup, Amt Eggebek, beabsichtigt den Neubau einer Offenen Ganztagschule in Wanderup.

Die Planung liegt in den Händen der Jebens Schoof Architekten BDA, in 25746 Heide.

Der Neubau wird in Holzbauweise resp. mit zwei Vollgeschossen dargestellt, nach Rückbau eines Altbestandes.

Fernerhin ist an der östlichen Bestandsgründung ein Anbau avisiert und östlich „Am Sportplatz“ ist die Gestellung von Containern vorgesehen.

Die Firsthöhe des Flachdachgebäudes kann mit etwa +7,58 m beziffert werden und der erwähnte Anbau (Gerätelager) wird den örtlichen Gegebenheiten angepasst.

Nach hier vorliegenden Planangaben sind für die Offene Ganztagschule (OGS) Grundrissabmessungen vorgesehen mit:

• **Breite** \Rightarrow **23,2 m**

• **Länge** \Rightarrow **68,2 m**

Im Rahmen der Gesamtprojektierung ist überdies eine dezentrale Versickerung anfallenden Oberflächenwassers vorgesehen.

Der Neubau erzeugt Bauflächenpressungen mit ca. $q \sim 30 - 35 \text{ kN/m}^2$, sodass Streifenlasten zu erwarten sind mit erfahrungsgemäß $R_{n,d} \sim 80 - 140 \text{ kN/m}$.

Die Geo Rohwedder GmbH wurde beauftragt, an exemplarischen Bereichen Aufschlussbohrungen niederzubringen und hierauf basierend geotechnische Eckdaten zu erarbeiten sowie hydrologische Vorgaben über eine dezentrale Versickerung darzustellen.

2. Baugrund

2.1 Baugrundaufbau

Der Geo Rohwedder GmbH ist der örtlich lokal geologische Bereich aus der Beratungstätigkeit für vorausgegangene Bauvorhaben aus der näheren Nachbarschaftsumgebung im Grundsatz bekannt.

Zur Verifizierung der erwartbaren Untergrundsystematik wurden durch Beauftragte der Geo Rohwedder GmbH an exemplarischen Bereichen auftragsgemäß 9 Stck. Aufschlussbohrungen gem. DIN EN ISO 22475-1:2022-02 mit Erkundungstiefen von je 6 m wie folgt niedergebracht:

- **Offene Ganztagschule** \Rightarrow **Aufschlussbohrungen BS-001 bis BS-005/25**
- **Anbau (Gerätelager)** \Rightarrow **Aufschlussbohrung BS-006/25**
- **Containergestellung** \Rightarrow **Aufschlussbohrungen BS-007 bis BS-009/25**

Der als Anlage 1.1 und 1.2 beigelegten Lageskizzen können die erwähnten Baumaßnahmen, die benachbarten Bestandsliegenschaften sowie die Standorte der ausgeführten Baugrundaufschlussbohrungen BS-001 bis BS-009/25, entnommen werden.

Die Ansatzpunkte der Baugrundaufschlussbohrungen wurden auf absolut Null bezogen eingemessen (NHN) bei der jeweiligen Profilauftragung berücksichtigt.

Die Ansprache des ausgetragenen Bohrgutes erfolgte gemäß DIN EN ISO 14688-1 sowie DIN EN ISO 14688-2 vor Ort und die geologische Einstufung nach regionalen Erfahrungen.

Gestörte Bodenproben der Güteklasse 3 - 4 wurden entnommen und in unserem geotechnischen Labor bodenmechanisch klassifiziert.

Die erbohrten Schichtenfolgen wurden in zeichnerischer Profilform auf den Anlagen 2.1 bis 2.9 dargestellt, während die dazugehörige Legende (Abkürzungen gem. DIN 4022 T. 1/DIN 4023 ff.) ergänzend als Anlagenkonvolut 2.10 und 2.11 beigelegt ist.

Aus den geführten Schichtenverzeichnissen geht hervor, dass ab jeweiligem Bohransatzpunkt humose Sande als auch Kulturböden anstehen. Die überwiegend locker gelagerten Auftragsböden wurden mit Mächtigkeiten aufgeschlossen zwischen 0,3 m und 1,7 m gemessen ab jeweiligem Bohransatzpunkt.

Gem. dem Resultat vorliegender Aufschlussbohrungen folgt unterlagernd als gewachsener Baugrund ein mittelsandiger Grobsand, der mit zunehmender Teufe Kornfraktionen des Mittelsandbereiches beschreibt. Der Sand besitzt anfänglich locker bis mitteldichte Lagerungen und ab Tiefen von gemittelt etwa 2 m Tiefe wenigstens mitteldichte Lagerung und wurde homogen bis zum jeweiligen Teufenende von 6 m Tiefe flächenhaft aufgeschlossen.

Die Sande wurden in unterschiedlichen Kornabstufungen erkundet und stehen zum überwiegenden Teil als weitgestufte Sande an.

Weitere Details zu den erbohrten Schichtenfolgen sowie Lagerungsdichten gewachsener Sande können den beigelegten Anlagen 2 entnommen werden.

2.2 Wasser im Baugrund

Bei den Bohrarbeiten wurden Grundwasserstände in Tiefen zwischen 2 m und 3 m unter jeweiligem Bohransatzpunkt gemessen.

Es kann somit resümiert werden, dass einer dezentralen Versickerung anfallenden Oberflächenwassers aus hydrologischer Sicht zugestimmt werden kann gem. aktuellem Regelwerk DWA-A 138-1-2024-10.

Weitere Angaben werden in Abschn. 3 dieses Gutachtens erwähnt.

2.3 Bodenmechanische Untersuchungen

Aus den bei den Erkundungsarbeiten angetroffenen Böden wurden gestörte Bodenproben der Güteklasse 3 – 4 entnommen, aus denen nach erfolgter Klassifizierung repräsentative Bodenproben ausgewählt und in unserem bodenmechanischen Labor untersucht wurden, um wesentliche Kennziffern zu ermitteln, die für die Beurteilung der geplanten Neubaugründung erforderlich sind.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im Folgenden kurz beschrieben, ergänzt durch Erfahrungswerte der Geo Rohwedder GmbH aus der unmittelbaren Nachbarschaftsumgebung.

2.3.1 Raumgewichtsbestimmungen

Für alle grundbautechnischen und erdstatischen Berechnungen sind die verschiedenen Wichten von Bedeutung. Die Wichte eines Bodens ist die auf das Volumen bezogene Gewichtskraft.

Es wurden daraufhin im geotechnischen Labor der Geo Rohwedder GmbH die Wichten, gem. DIN EN ISO 17892-2:2015-03, labortechnisch bestimmt.

Hierbei wurden die Proben in überwiegend lockerer Lagerung in die Versuchsparzellen eingebaut und folgende Streubereiche nachgewiesen:

- **Sand**
(10 Stck. Einzelversuche) $\Rightarrow 17,83 \text{ kN/m}^3 \leq \gamma_{n,k} \leq 18,01 \text{ kN/m}^3$

Die gewonnenen Einzelbefunde der Wichtebestimmungen bestätigten die Bodenansprache der Geo Rohwedder GmbH in der Örtlichkeit bzw. führten zu geringen Korrekturen nach vorheriger Klassifizierung.

2.3.2 Kornverteilungsuntersuchungen

Für hydrologische Bemessungen ist zum einen der tatsächlich gemessene Grundwasserstand und zum anderen die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes von grundlegender Bedeutung.

Unter dem Aspekt der technischen Machbarkeit, Gebrauchstauglichkeit sowie unter dem Gebot der Wirtschaftlichkeit wurden Bemessungswerte aus der unmittelbaren Nachbarschaftsumgebung eingesehen und werden somit für die weiteren Bemessungen zugrunde gelegt.

Vorausgegangene Bemessungen für hydrologische Belange haben ergeben, dass die Systematik des Untergrundaufbaus aus der unmittelbaren Nachbarschaftsumgebung nachweislich der Untergrunderkundung für das hier erwähnte Bauobjekt, übertragbar ist.

Es werden lediglich eventuell abweichende Bemessungswerte herausgestellt, so wie sie für die Untersuchung einer dezentralen Versickerung von Belang sind.

Es wurden seinerzeit zur Bestimmung der anteiligen Kornzusammensetzungen an zahlreichen Materialproben sowie Nass-Sieb-Analysen nach DIN 18123-4/DIN EN 933-1 bzw. DIN EN ISO 17892-4:2017-4, im Labor der Geo Rohwedder GmbH vorgenommen.

Anhand der gewonnenen Kornverteilungslinien (Summenlinien) können überdies noch weitere bodenmechanische Eigenschaften abgeleitet werden.

Es kann somit konstatiert werden, dass in einem Tiefenbereich 1 - 2 m unter vorhandener Geländeoberkante einer dezentralen Versickerung anfallenden Oberflächenwassers aus hydrologischer Sicht zugestimmt werden kann.

Wie bereits vorausgegangen dargestellt, wird unter dem Gebot der Wirtschaftlichkeit auf benachbarte Laborbefunde zurückgegriffen.

Um auch rudimentäre Imponderabilien auszuschließen, wird ein Korrekturfaktor aufgrund der Labormethode (Sieblinienauswertung) mit 0,2 berücksichtigt, sodass für hydraulische Bemessungen eine mittlere Wasserdurchlässigkeit zugrundegelegt werden sollte mit:

$$\bullet \text{ cal. } k_r \leq 6,0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

Weitere Bemessungswerte werden in Abschnitt 3 dieses Gutachtens dargestellt.

2.4 Homogenbereiche nach VOB Ergänzungsband 2015 DIN 18300 August 2015

Im August 2015 wurde die alte DIN 18300, DIN 18301 und DIN 18319 zurückgezogen und jeweils durch die DIN 18300:2015-08, DIN 18301:2015-08 und die DIN 18319:2015-08 ersetzt.

Hierbei wurden die ehemals zugeordneten Bodenklassen nunmehr durch Homogenbereiche ersetzt.

Ein Vorschlag hinsichtlich der Zuordnung entsprechender Homogenbereiche wird wie nachstehend zugeordnet, jedoch ohne Zusicherung auf Richtigkeit, da für eine absolute richtige Zuordnung weitere/gezielte Aufschlussbohrungen erforderlich wären!

• **Homogenbereich A \Rightarrow humose Deckschicht / Auftragsboden**

• **Homogenbereich B \Rightarrow Sand / schluffiger Sand / toniger Sand**

2.5 Bandbreiten charakteristischer Bodenkennwerte (cal.-Rechenwerte)

Auf der Grundlage der Baugrunderkundungen und der ausgeführten Laboruntersuchungen sowie unter Berücksichtigung unserer regionalen Erfahrungen, können in erdstatischen Berechnungen die nachfolgend aufgeführten charakteristischen Bodenkennwerte, unter Einbeziehung des jeweiligen Sicherheitsbeiwertes gem. DIN EN 1997-1, wie folgt in Ansatz gebracht werden:

Bodenart	Raumgewicht		Scher-festigkeit	Kohäsion	Steifemodul
	natürlich	unter Auftrieb			
	γ_k kN/m ³	γ'_k kN/m ³	φ'_k (Altgrad)	c'_k kN/m ²	E_{sk} MN/m ²
Auffüllung	Für bautechnische Zwecke nicht geeignet				
Sand, pleistozän, locker-mitteldicht	18,5	10,5	32,5	./.	≤ 30
Sand, pleistozän, mindestens mitteldicht	19	11	34	./.	≤ 45
Sand, pleistozän, mitteldicht-dicht	19	11	35	./.	≤ 50
Ersatzboden, kornabgestufter Füllsand, verdichtet auf mindestens 100 % der einfachen Proctordichte	19	11	35	./.	≤ 40

3. Gründungsempfehlung

3.1 Hydrologische Vorgaben

Flächen mit bis in eine Tiefe von wenigstens 1,5 m unter vorhandener Geländeoberkante (GOK) anstehenden Sanden und einem Grundwasserflurabstand ≥ 1 m sind für eine Versickerung von Niederschlagswasser geeignet, während bei oberflächennah vorhandenen bindigen Böden bzw. nur geringmächtigen Sanden eine Versickerung nicht möglich ist.

Nach den Befunden der vorliegenden Aufschlussbohrungen, experimentell gewonnenen Laborbefunden sowie bodenmechanische Bemessungen vorausgegangener/benachbarter Bauvorhaben, kann unter Einhaltung unserer Empfehlungen einer dezentralen Versickerung von Niederschlagswasser im Bereich der Außenanlagen zugestimmt werden.

Grundsätzlich gibt es 4 verschiedene Möglichkeiten für die dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser:

• Flächenversickerung:

Hierbei wird das Niederschlagswasser offen und ohne wesentlichen Aufstau entweder direkt durch durchlässig befestigte Oberflächen oder flächenhaft in den Seitenräumen undurchlässig befestigter Flächen versickert. Bei dieser Form der Versickerung ist keine wesentliche Speicherung des Niederschlages möglich. Die Versickerungsintensität muss größer als die Intensität des Bemessungsregens sein.

• Muldenversickerung:

Dies ist eine Variante der Oberflächenversickerung, bei der eine zeitweise Speicherung angesetzt werden kann. Das Wasser wird in Versickerungsmulden (Tiefe 0,50 m) zwischengespeichert und an den Untergrund abgegeben.

• Rigolen- und Rohrversickerung:

Das Niederschlagswasser wird oberirdisch in einen kiesgefüllten Graben (Rigole) oder unterirdisch in einen in Kies gebetteten, perforierten Rohrstrang geleitet, dort zwischengespeichert und verzögert in den Untergrund abgegeben.

• Schachtversickerung:

Bei dieser Versickerungsmethode wird das Wasser in einem durchlässigen Schacht zwischengespeichert und verzögert in den Untergrund abgegeben.

Bei den beschriebenen Möglichkeiten zur dezentralen Versickerung ist anzumerken, dass bei einer Schachtversickerung gem. ATV, Regelwerk Abwasser-Abfall-Arbeitsblatt 138, zwischen dem oberen Horizont des Grundwassers bzw. der Oberkante der stauenden Schicht und der Schachtsohle ein Abstand von mindestens 1 m vorhanden sein muss.

Im vorliegenden Fall sollte die Niederschlagsversickerung überwiegend durch Rohr- und Rigolenversickerung, in Kombination mit einer Muldenversickerung, erfolgen. Da diese Methoden auf unterschiedliche Weise das natürliche Schutzpotential des Bodens beeinflussen, sollte vorrangig von dem Grundsatz ausgegangen werden, dass Lösungen, die in einem höheren Maße das Schutzpotential des Bodens mit einbeziehen, wie Flächen- und Muldenversickerung, denen mit der Einbeziehung eines geringeren Schutzpotentials, wie Rigolen- oder Rohrversickerung, vorzuziehen sind.

Die Versickerungsanlage für die Rohr- und Rigolenversickerung ist so anzulegen, dass die ankommende Regenwasserleitung zunächst in einen Verteilerschacht DN 1200 geleitet wird, der sowohl als vorgeschaltete Absetzeinrichtung für eingetragene Schweb- und Feststoffe als auch als Wartungsschacht fungiert. Zur Versickerung sollten entsprechend ATV-Rohre < DN 300 aus Wartungsgründen nicht verwendet werden.

Weitere Bemessungswerte können bei Bedarf durch die Geo Rohwedder GmbH erarbeitet werden.

Der Abstand zum nächsten unterkellerten Gebäude darf gem. den anerkannten Regeln der Technik 10 m nicht unterschreiten. Hierauf wird explizit aufmerksam gemacht.

3.2 Gründungsempfehlung

Aus den vorliegenden Baugrundaufschlussbohrungen und der experimentell gewonnenen Laborbefunden geht hervor, dass im jeweiligen Gründungsbereich unterhalb humoser Deckschichten gewachsene Sande anstehen, die als hervorragende Gründungsträger darzustellen sind.

Von der Geo Rohwedder GmbH wird angeregt, Oberkante Fertigfußboden etwaiger Neubaugründungen (OK FFB) den örtlichen Gegebenheiten anzupassen bzw. mit wenigstens +0,4 m über künftigen Geländeniveau anzusiedeln, damit zum einen bei langanhaltenden Niederschlägen kurzfristig größere Wasseransammlungen nahezu der Geländeoberkante (GOK) unterbunden werden und zum anderen ein größerer Grundwasserflurabstand geschaffen wird.

Unter Einhaltung dieser Maßgaben werden folgende Empfehlungen ausgesprochen.

3.3 Abfolge der Erdarbeiten

Die erbohrten Kulturböden sowie humose Deckschichten sind aufgrund ihrer bauphysikalischen Eigenschaften als nicht hinreichend tragfähig einzustufen.

Grundsätzlich kann von einer hinreichend tragfähigen Baugrundsituation im Bereich der Neubaugründung ausgegangen werden.

Aufgrund des Schwankungsbereiches humoser Deckschichten werden Setzungsunterschiede unzulässig hoch sein. Die Minimierung der auftretenden Setzungen innerhalb eines zulässigen Rahmens soll in Form eines oberflächennahen Bodenaustausches unter dem Aspekt der Gebrauchstauglichkeit und technischen Machbarkeit erfolgen.

Unter Zugrundelegung der vorliegenden Aufschlussbohrungen sind zunächst mit folgenden Aushubtiefen zu rechnen – ***vorbehaltlich der Bestätigung durch Baugrubenabnahmen, die durch die Geo Rohwedder GmbH zu veranlassen sind*** – wie folgt:

- | | | |
|--|---|-----------------------------|
| • Aufschlussbereich BS-001/25 \Rightarrow A ~ 1,5 m* | } | Offene Ganztagsschule (OGS) |
| • Aufschlussbereich BS-002/25 \Rightarrow A ~ 0,7 m* | | |
| • Aufschlussbereich BS-003/25 \Rightarrow A ~ 0,7 m* | | |
| • Aufschlussbereich BS-004/25 \Rightarrow A ~ 0,7 m* | | |
| • Aufschlussbereich BS-005/25 \Rightarrow A ~ 0,7 m* | | |
| • Aufschlussbereich BS-006/25 \Rightarrow A ~ 1,4 m* | } | Anbau Gerätelager |

** definitive Angaben werden im Zuge einer Baugrubenabnahme durch die Geo Rohwedder GmbH in der Örtlichkeit dargestellt*

- Aufschlussbereich BS-007/25 $\Rightarrow A \sim 0,4 \text{ m}^*$
 - Aufschlussbereich BS-008/25 $\Rightarrow A \sim 0,4 \text{ m}^*$
 - Aufschlussbereich BS-009/25 $\Rightarrow A \sim 0,4 \text{ m}^*$
- } **Containergestellung**

** definitive Angaben werden im Zuge einer Baugrubenabnahme durch die Geo Rohwedder GmbH in der Örtlichkeit dargestellt*

Bei Erreichen der dargestellten Aushubtiefen bzw. des hinreichend tragfähigen Baugrundes ist durch die Geo Rohwedder GmbH je nach Bauabschnitt eine Baugrubenabnahme zu veranlassen, um zum einen die örtlich freigelegte Baugrundsituation flächenhaft in Augenschein nehmen zu können und zum anderen die in diesem geotechnischen Gutachten getroffenen Annahmen/Empfehlungen und Vorgaben abzugleichen sowie die in der Tragwerksplanung zugrunde gelegten Bemessungswerte zu bestätigen.

Hierbei kann nicht ausgeschlossen werden, dass geringfügige Tieferschachtungen notwendig werden, nämlich dann, wenn die in der voraussichtlichen Aushubtiefe bereichsweise noch aufgefüllte Sande für bautechnische Belange nicht geeignet sind.

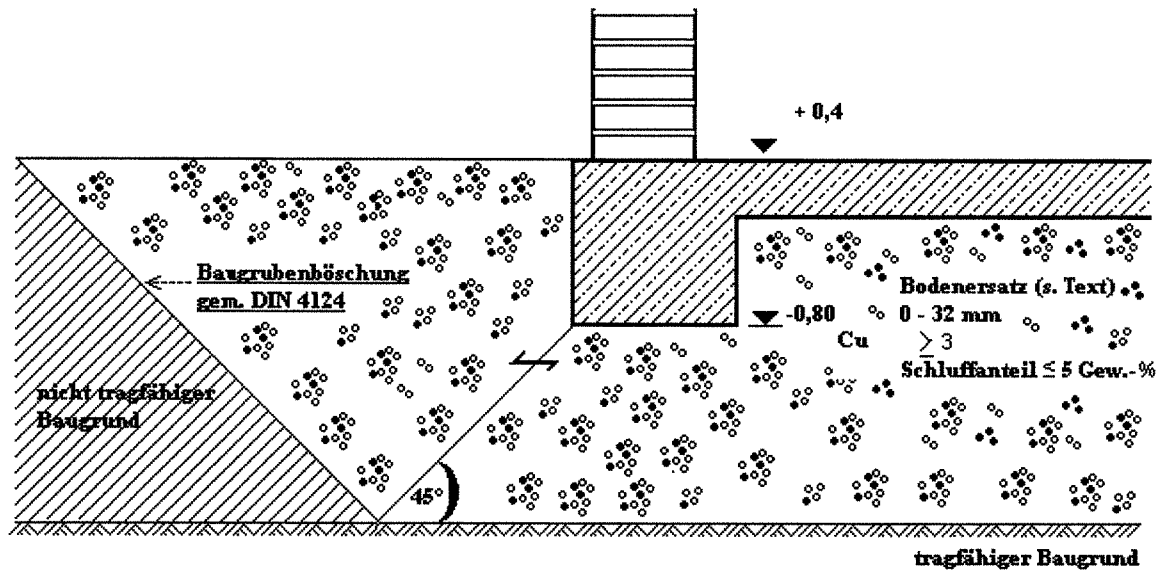
Sollten während der Erdarbeiten erhebliche Niederschläge fallen oder vorausgegangen sein, so sollte nach Freigabe der eingesehenen Baugrundsituation ein Geotextil (Vliesstoff) als Trennschicht zwischen freigegebener Baugrubensohle und aufzubauendem Ersatzbodenpolster eingebracht werden. Damit wird gewährleistet, dass die darüber einzubringende Ersatzbodenschicht geschützt und somit ein entsprechendes Widerlager beim Verdichten geschaffen wird.

Im Bedarfsfall ist ein einschichtiger, mechanisch verfestigter Vliesstoff der Geotextilrobustheitsklasse **GRK 3** gem. Merkblatt FGSV (M Geok E 2005) zu verlegen. Die Bahnen sind gem. den Empfehlungen der FGSV (Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus) zu verlegen. Die Überlappungsverluste sind einzurechnen und der Vliesstoff ist im Vor-Kopf-Einbau zu beschütten. Es ist ein Flächengewicht einzuhalten von wenigstens $A_G \geq 220 \text{ g/m}^2$.

Nach Freigabe durch die Geo Rohwedder GmbH ist bis zur geplanten Sohlplattenunterkante der Neubaugründung ein kornabgestufter Füllsand mit niedrigem Schlämmkornanteil ($\leq 5 \text{ Gew.-%}$) einzubauen auf mitteldichte-dichte Lagerungen. Der Ungleichförmigkeitsgrad ist sicherzustellen mit mindestens $C_U \geq 3$ und der Ersatzboden ist im erdfeuchten Zustand lagenweise (je Schüttlage ca. 30 – 40 cm) mit einem mittleren Flächenrüttler (z. B. AT 4000 o. gl.) kreuzweise durch etwa 3 – 4 Übergänge zu verdichten. Hierbei ist darauf zu achten, dass Oberkante Fertigfußboden (OK FFB) der Neubaugründung mit wenigstens **+0,4 m** über vorhandenem Straßenniveau angesiedelt werden kann.

Der kornabgestufte Füllsand (schluffarmer Sand der Bodengruppe **SI oder SW nach DIN 18196**) ist unter Berücksichtigung eines Druckausstrahlungsbereichs von $\alpha \leq 45^\circ$ nach außen zu verwenden.

In der folgenden Prinzipskizze wird diese Maßnahme schematisch dargestellt:



An dieser Stelle wird darauf aufmerksam gemacht, dass Lagerungsschwankungen der gewachsenen Sande, die in größerer Tiefe anstehen im Untergrund verbleiben können, sofern die hierdurch geringfügig ausgelösten Setzungen (sog. „Seichtsetzungen“) in Kauf genommen werden. Die möglichen Auswirkungen des leicht vergrößerten Setzungsverhaltens können durch konstruktive Maßnahmen (s. Abschnitt 4 d. Gutachtens) vollständig kompensiert werden.

Größere Verdichtungsgeräte, wie z. B. Rüttelwalzen, sollten nicht eingesetzt werden, da hierdurch erhebliche Schwingungen im tieferreichenden Baugrund erzeugt werden, die wiederum ein Aufweichen (Liquefaction-Effekt) hervorrufen.

Diese Aktivierung des Porenwasserüberdrucks führt zu einem Herabsetzen der Scherparameter, sodass langfristig größere, unvorhersehbare Setzungen eintreten können. Die Erdarbeiten sind mit einem Bagger auf Kettenfahrwerk in rückschreitender Arbeitsweise mit Glattschaufel vorzunehmen.

Die erreichte Verdichtung sollte mittels Rammsondierungen gem. DIN EN 22476-2: 2005 durch die Geo Rohwedder GmbH überprüft werden. Hierbei sind unterhalb einer üblichen Störzone von ca. 30 – 40 cm Schlagzahlen zu erreichen mit mindestens $N_{10} \geq 10 - 12$ Schlägen auf 10 cm Eindringung der Messsonde, die eine mitteldichte Lagerung der Sande bestätigen. Nach positivem Ausgang der Verdichtungsüberprüfungen können die Fundamentarbeiten aufgenommen werden.

3.4 Containergestellung

Im avisierten Gründungsbereich der Containergestellung wird empfohlen, nach einem Bodenabtrag von gemittelt etwa 40 cm ein Mineralstoffgemisch aus dem Körnungsbereich 0 – 45 mm (z.B. Granodiorit o. glw.) verdichtet einzubauen.

Recyclingbaustoffe sollten nicht eingesetzt werden, da ein Eluieren unterbunden werden muss.

Die Mineralstoffgemische sind mit einem kleinen Flächenrüttler (z. B. AT 4000 o. glw.) kreuzweise durch wenigstens 3 - 4 Übergänge zu verdichten.

Nach hinreichender Feinprofilierung können bei Bedarf die jeweiligen Auflagerflächen beispielsweise durch vorgefertigte Betonplatten ergänzt werden.

Hierzu sollten nach Planungsfortschreibung bzw. Vorlage des Datenblattes für die einzusetzenden Container verifiziert werden.

3.5 Bemessungswert des Sohlwiderstandes

Der zulässige Sohlwiderstand ist keine alleinige bodenspezifische Kenngröße, sondern eine Funktion des Verformungsverhaltens und der Grundbruchsicherheit der Fundamente. Beide Randbedingungen sind als zulässig nachzuweisen (Grenzzustand der Tragfähigkeit, GEO-2 und Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, SLS). Die Berechnung der Grundbruchsicherheit erfolgt gemäß EC 7 und dem nationalen Anhang DIN 1054 (2010-12) sowie der DIN 4017 (2006-03).

Im Folgenden werden die zulässigen Sohldrücke angegeben. Die Bemessungen gelten für den Lastfall BS-P (Lastfall 1 „ständige Bemessungssituation“) und lotrechten, zentrischen Lasteintrag.

Unter Einhaltung unserer Empfehlungen kann für Belange der Tragwerksplanung ein Sohlwiderstand ausgeschöpft werden mit:

$$\bullet \quad \underline{\sigma_{R,d} \leq 250 \text{ kN/m}^2}$$

Für schräg und außermittig belastete Fundamente sind im Bedarfsfall besondere Nachweise erforderlich. Hierauf wird explizit aufmerksam gemacht.

3.6 Setzungsprognosen

Langfristig sind sogenannte „Seichtsetzungen“ zu erwarten, herrührend aus Lagerungsschwankungen der gewachsenen Sande, die erfahrungsgemäß mit $s \sim 4 - 6 \text{ mm}$ dargestellt werden können.

Fernerhin werden unter Einhaltung unserer Empfehlungen resp. bei Ausschöpfung des dargestellten Sohlwiderstandes erwartbare Setzungsstreuungen auftreten mit $s \sim 1 - 1,6 \text{ cm}$, sodass das Gesamtsetzungsmaß prognostiziert werden kann mit $s \sim 2 - 3 \text{ cm}$.

Diese Setzungen ergeben sich theoretisch für die Grundrissmittelfläche der Neubaugründung, an den Rändern sind dagegen nur Setzungen zu erwarten mit ca. 70 % dieser Werte, zu berücksichtigen sind weiterhin die nicht dauernd wirkenden Verkehrslasten.

Überdies wird ein erheblicher Teil der abgeschätzten bzw. überschlägig unter Zugrundelegung max. zulässig ausgelasteter Fundamente errechneten Setzungen ($> 50\%$) bei rolligen und sandigen Böden bereits während der Rohbauphase eintreten.

Schädliche Winkelverdrehungen bzw. Schädigungen nach den Untersuchungen von Skempton und McDonald bzw. $\alpha \leq L/300$ sind somit nicht zu befürchten.

3.7 Bettungsmodul

Sollte die baulichen Anlagen nach dem Bettungsmodulverfahren statisch bemessen werden, so ist unter Einhaltung unserer Empfehlungen ein Streubereich zu berücksichtigen wie folgt:

- $\underline{K_{smin.} - K_{smax.} \cong 25 - 35 \text{ MN/m}^3}$

Die angegebenen Bettungsmoduli sind zunächst Anhaltswerte, da der Bettungsmodul keine bodenmechanische Kenngröße ist, sondern auch von den geometrischen Abmessungen der Gebäudesteifigkeit und den Gebäudelasten beeinflusst wird.

Das Ergebnis der Sohlplattenbemessung ist deshalb auf Plausibilität (Sohldruck/Setzungen) zu überprüfen.

Ggf. wird eine Anpassung der Bettungsmoduli hinsichtlich Größe und Verteilung in einem weiteren Berechnungsschritt erforderlich.

4. Technische Hinweise

4.1 Baugrubendurchführung

Bei der Herstellung von Baugruben sind die Richtlinien der **DIN 4124** maßgebend und einzuhalten. Sie besagt, dass ab einer Böschungshöhe von 1,25 m abgeböschet werden muss. Die Böschungsneigung richtet sich u. a. nach den bodenmechanischen Eigenschaften des Bodens. Nach DIN 4124, Abschn. 3.2.2, sind folgende **Böschungsneigungen** β max. zulässig:

- **nicht bindige oder weiche, bindige Böden** $\Rightarrow \beta \leq 45^\circ$
- **steife bis halbfeste bindige Böden** $\Rightarrow \beta \leq 60^\circ$

Die Baugrubenwände sind durch eine sturmfest angebrachte Folie vor Witterungseinflüssen zu schützen, da diese eine erhebliche Verschlechterung der Bodenkennwerte verursachen können. Auf den Oberkanten der Böschungen ist ein mindestens 1,5 m breiter, lastfreier Streifen einzuhalten (keine Stapellasten, Verkehrslasten, Baukran).

4.2 Wasserhaltung

Aufgrund der erbohrten Wasserstände sind bei Aufnahme der Erdarbeiten mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit keine vorseilenden Wasserhaltungsmaßnahmen einzuplanen.

Präventiv wird empfohlen, bei regenreichen Ereignissen kurzzeitige Wasserstände oberhalb der Auftragsböden zu berücksichtigen, sodass bei Bedarf Maßnahmen der offenen Wasserhaltung einzuplanen wären.

Die Grundwasserabsenkungsmaßnahmen sind dem jeweiligen Bodenaushub vorseilend vorzuschalten und der Bodenaushub als Trockenaushub durchzuführen.

Bei konkreter Problemstellung sollten weitere Angaben durch den Sachverständigen in der Örtlichkeit erfolgen.

4.3 Bauwerkshinterfüllungen

Für die Hinterfüllungen der Arbeitsräume ist dort, wo keine nachträglichen Setzungen in Kauf genommen werden können (Verkehrslasten) ausreichend durchlässiger schluffarmer Sand der Bodenklasse SI oder SW nach DIN 18196 ab OK Fundament lagenweise verdichtet einzubauen. Es ist eine mindestens mitteldichte Lagerung zu erreichen und nachzuweisen.

4.4 Kanal- und Leitungsbau

Bei der Herstellung von Kanalgräben sind die Richtlinien der DIN 4124 zu beachten. Danach können nicht verbaute Gräben bis zu einer Tiefe von max. 1,25 m mit senkrechten Wänden hergestellt werden.

Tiefere Gräben sind zu böschen oder zu verbauen. Wird geböscht, so ist ohne rechnerischen Stand sicherheitsnachweis nach DIN 4084 ein Böschungswinkel von $\beta \leq 45^\circ$ einzuhalten.

Bei Gräben über 2 m Tiefe ist generell ein Verbau vorzusehen (z. B. Krings-Verbau). Für die Herstellung und Verfüllung von Kanal- und Leitungsräben sind die Richtlinien der DIN 4124, der ZTVE-StB 09 und der ZTVA-StB 07 zu beachten. Sollte dennoch frei geböscht werden, so sollte auf halber Höhe eine Berme (Breite $\geq 1,5$ m) vorgesehen werden, um abrutschendes Erdmaterial aufzufangen.

4.5 Bewegungsfugen

Zwischen den einzelnen Bauabschnitten bzw. an entstehenden Eck- und Kreuzungspunkten sowie thermischen Notwendigkeiten sind hinreichend dimensionierte Bewegungsfugen anzuordnen, die nicht durch die Fundamente hindurchgeführt werden brauchen.

Weitere Bewegungsfugen sollten nach statischen Notwendigkeiten bzw. Belastungsinhomogenitäten berücksichtigt werden.

4.6 Fundamentabtreppungen

Im Bereich verschieden tief gegründeter Fundamentbereiche sind Fundamentabtreppungen unter $\alpha \leq 30^\circ$ zur Horizontalen vorzunehmen, damit an den Übergängen eine einwandfreie Abtragung der Lasten gewährleistet ist.

4.7 Verkehrsflächen

Im Bereich geplanter Verkehrsflächen wird empfohlen, humose Deckschichten auszuheben mit Mächtigkeiten von etwa $d \sim 40 - 50$ cm. Danach ist ein frostsicheres Ersatzbodenmaterial (kornabgestufter Füllsand FSS!) in einer Stärke von $d \geq 40$ cm flächenhaft einzubauen auf mitteldichte bis dichte Lagerungen. Auf Oberkante Frostschutzschicht (FSS) ist ein Verformungsmoduli gem. DIN 18134 mit dem statischen Lastplattendruckgerät nachzuweisen von mindestens $E_{V2} \geq 100$ MPa.

Nach positivem Ausgang ist hierauf bis zur geplanten Unterkante etwaiger Versiegelungen eine Tragschicht (STS) aus dem Körnungsbereich 0 – 45 mm auf mitteldichte-dichte Lagerungen einzubauen. Der Verdichtungserfolg sollte mit dem statischen Lastplattendruckgerät gem. DIN 18134 auf Oberkante Tragschicht (STS) erfolgen mit einem Nachweis in der maßgebenden Zweitbelastung $E_{V2} \geq 150$ MPa. In diesem Zusammenhang wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Belastungsklassen für die Außenflächen hinreichend dimensioniert werden sollten gem. „RStO 12 Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“, Ausgabe 2012!

Die Tragschichten sind so zu dimensionieren, dass hierauf im Zuge eines ca. 3 – 5 cm mächtigen Bettungssandes gem. DIN 18318 eine hinreichende Oberflächenversiegelung (z. B. $d \geq 10$ cm mächtiges Betonpflaster!) praktiziert werden kann mit einem ausreichenden Gefälle ($I \geq 1,2$ %!).

Bei der Planung ist überdies zu berücksichtigen, dass großzügig dimensionierte Wassereinläufe ($A_E \leq 80$ m²) ausgeführt werden sollten. Insbesondere ist die Rückstauenebene zu beachten.

4.8 Abnahmen

Abnahmen durch die Geo Rohwedder GmbH sind zu veranlassen:

- **Während des Aushubs von Baugruben bzw. Erreichen der dargestellten Aushubtiefen im Bereich der einzelnen Bauabschnitte zur flächenhaften Überprüfung der freigelegten Baugrundsituation und deren Freigabe zum Aufbau mit Ersatzboden**
- **nach Abschluss von Verdichtungsarbeiten eingebrachter Füllsande, zur Überprüfung der erreichten Verdichtung und deren Freigabe zur Aufnahme von Fundamentarbeiten**
- **beim Einsatz etwaiger Wasserhaltungsmaßnahmen während der Erdarbeiten**

5. Zusammenfassung

Für den Neubau der Offenen Ganztagschule (OGS) in Wanderup, sollte der Untergrund erkundet und bewertet werden. Hierzu erhielt das aufstellende Büro den Auftrag.

Der geologische Untergrund besteht aus anthropogenen Auftragsböden über pleistozän sedimentierten Sanden.

Aus hydrologischer Sicht kann einer dezentralen Versickerung anfallenden Oberflächenwassers im gesamten Erschließungsareal zugestimmt werden.

Die Baugrundverhältnisse sind in dem vorliegenden Gutachten beschrieben, die charakteristischen Eigenschaften wurden bewertet.

Unter diesen Vorgaben werden der Sohlwiderstand sowie die Spannweite möglicher Setzungsgrößen beziffert.

Die Aushub- und Gründungssohle muss nach DIN 4020 durch die Geo Rohwedder GmbH abgenommen werden.

Um nicht das Risiko von unkontrollierten Setzungen entstehen zu lassen, sind die Gründungsarbeiten sorgfältig nach Anweisung des Gutachters durchzuführen. Entsprechend den vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen Baugrund und Bauwerk ist das Gutachten nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

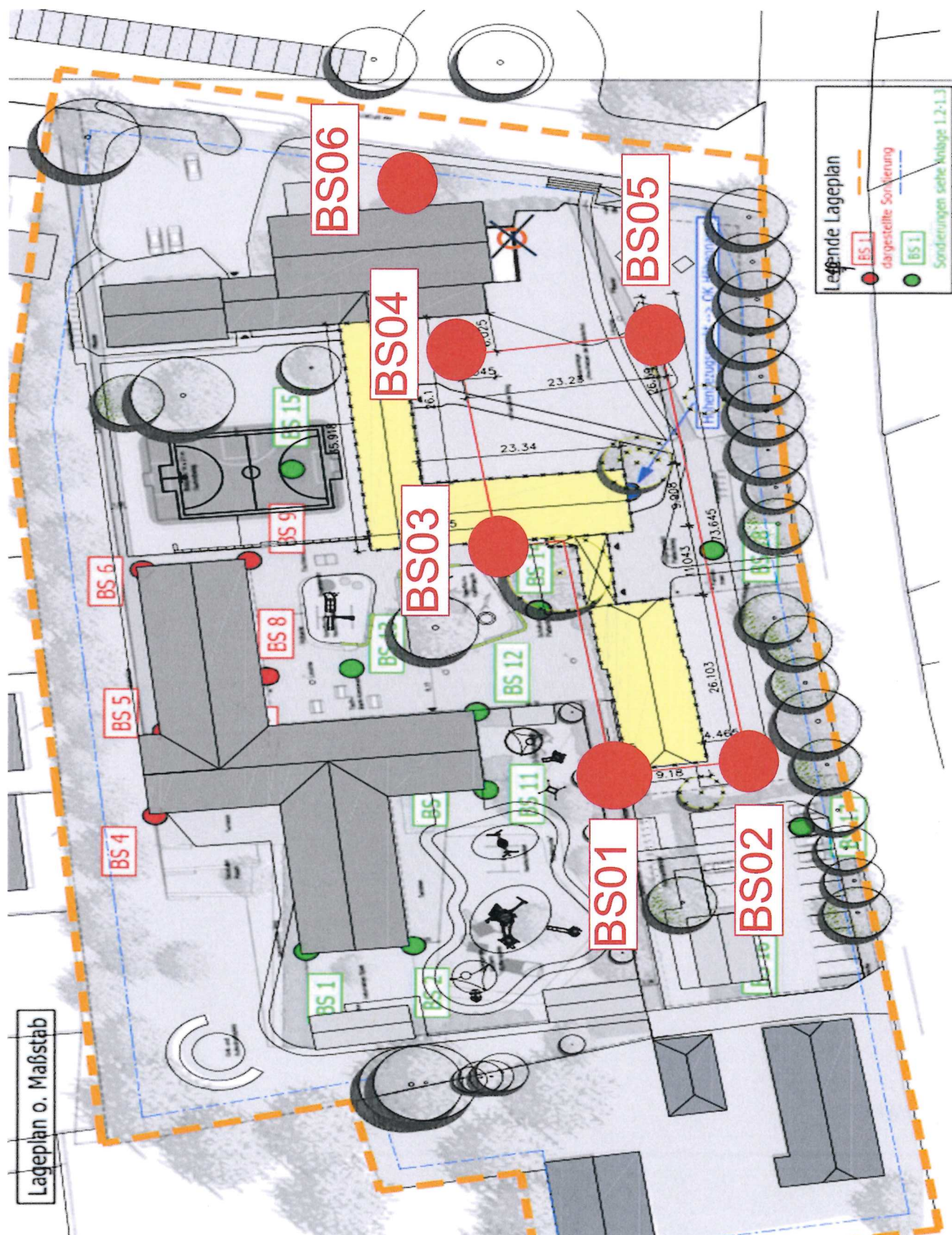
Die ausgeführten Baugrundaufschlüsse basieren auch bei Einhaltung der nach den gültigen Vorschriften vorgegebenen Rasterabständen zwangsläufig auf punktförmigen Aufschlüssen, sodass Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Verhältnissen zwischen den Ansatzpunkten nicht völlig ausgeschlossen werden können.

Es werden qualitative Hinweise dargestellt zu den Anforderungen an den Ersatzboden und seine Verdichtung, zur Einhaltung von notwendigen Dehnungsfugen, Hinweise zur Fundamentabtreppung bei deutlichen Grundrissänderungen sowie zu Einzelabnahmen des Baugrundes, die durch die Geo Rohwedder GmbH zu veranlassen sind.

Für die Instandhaltung gelten die Begriffe und die allgemeine Verfahrensweise nach DIN 31051. Es wird empfohlen, hinreichend dimensionierte Bewegungsfugen vorzuhalten, die nicht durch die Fundamente hindurchgeführt werden brauchen.

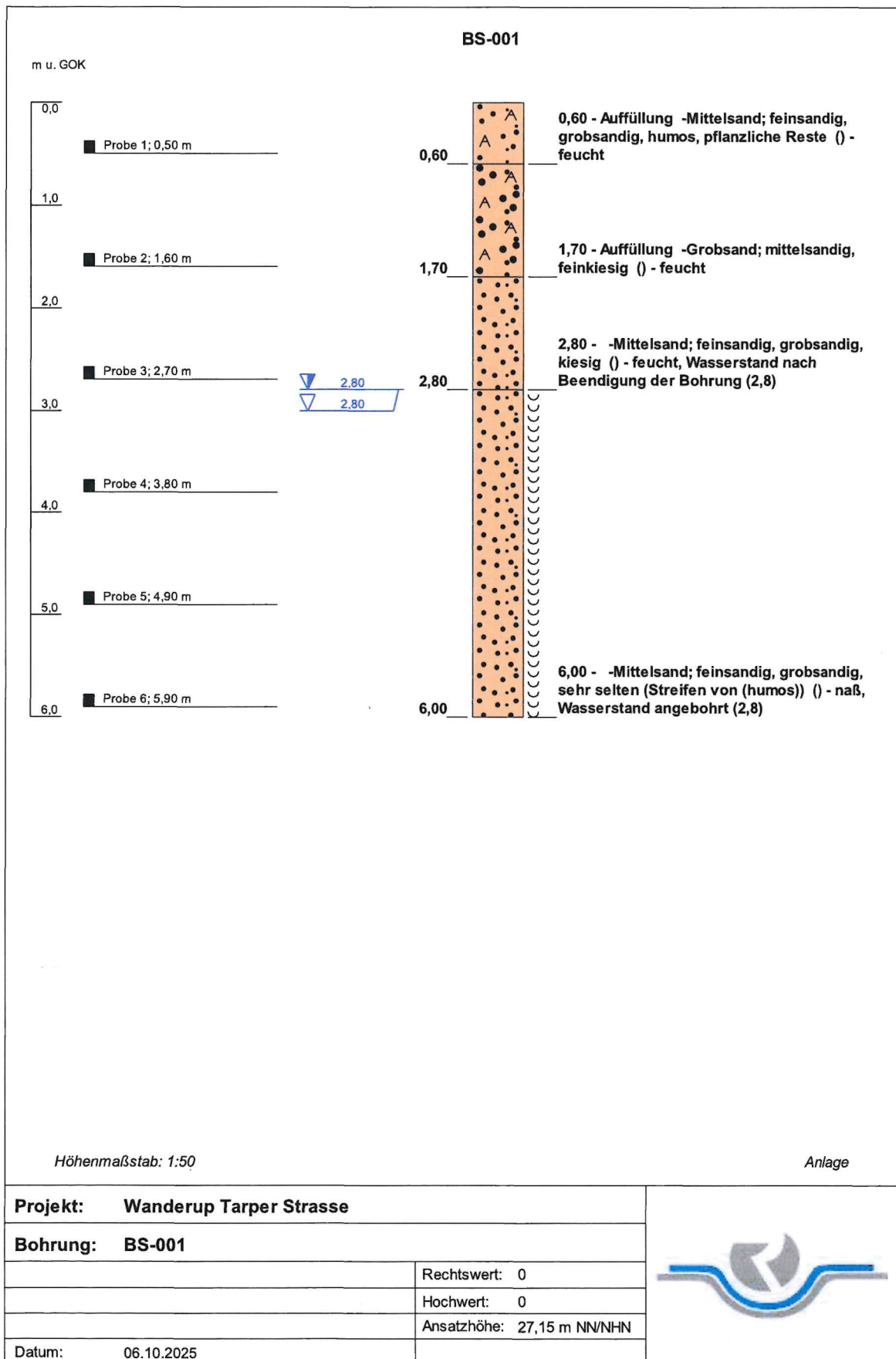
Für Rückfragen und weitere Beratungen stehen wir Ihnen weiterhin gerne zur Verfügung.

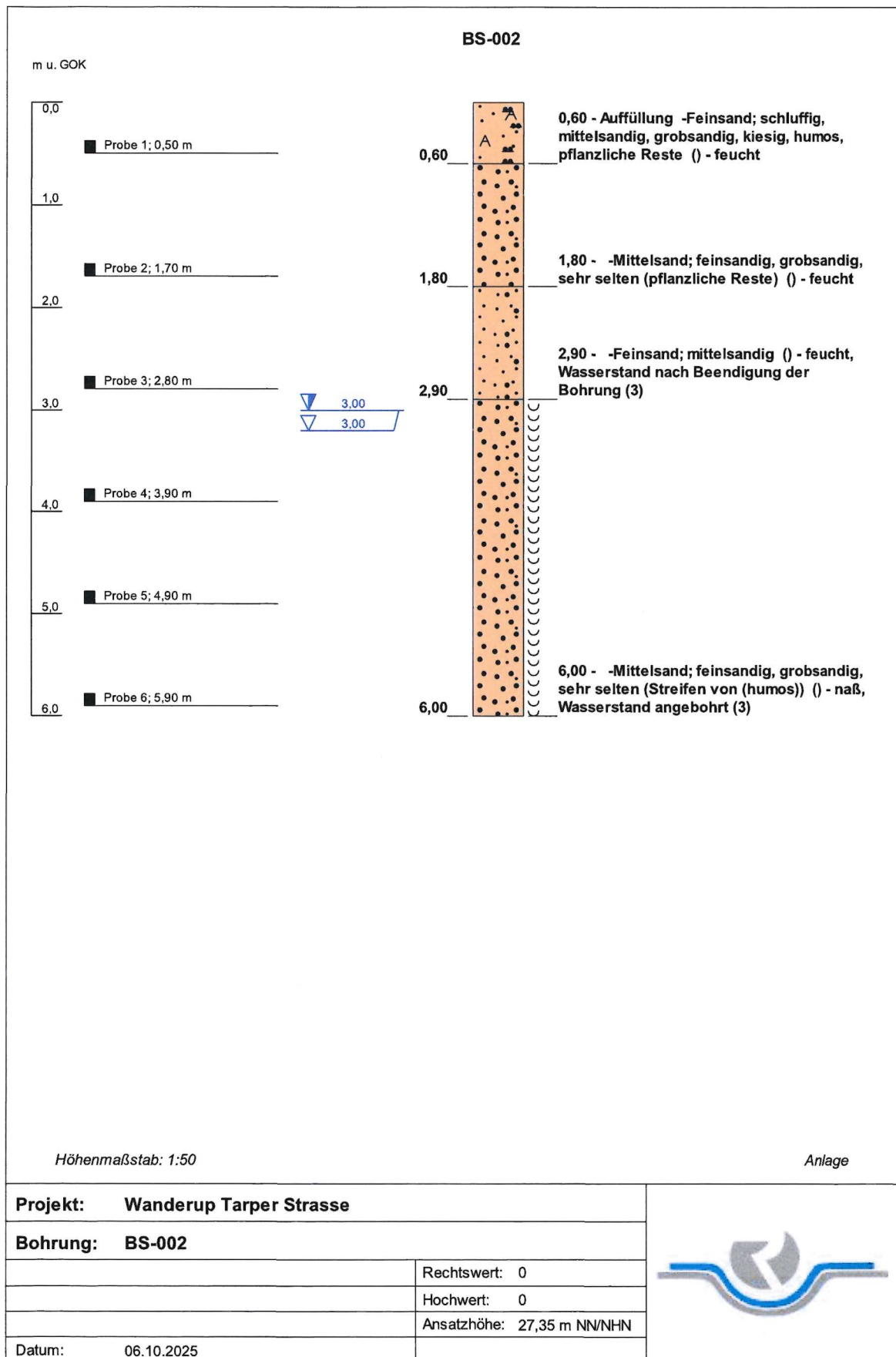


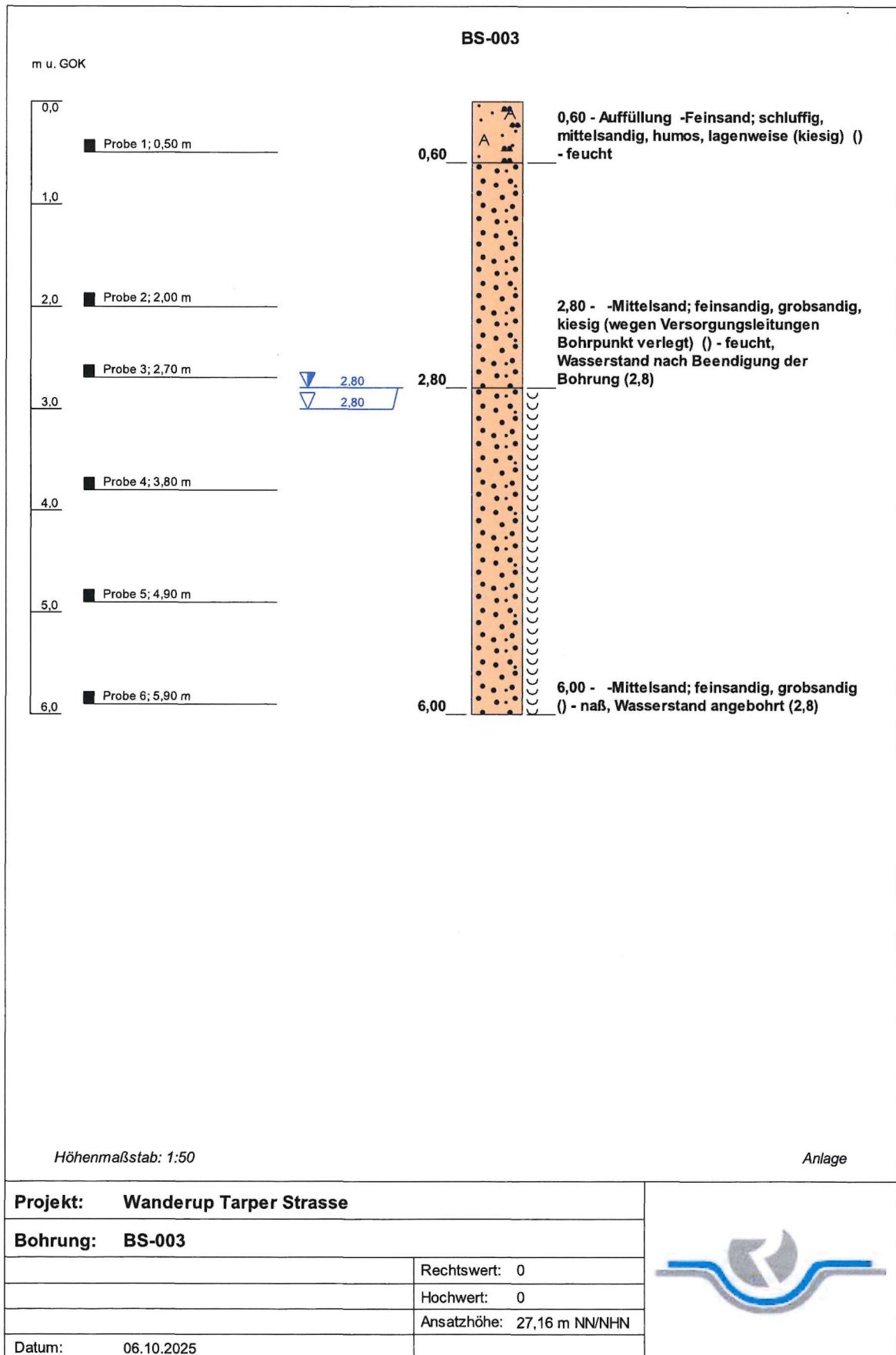


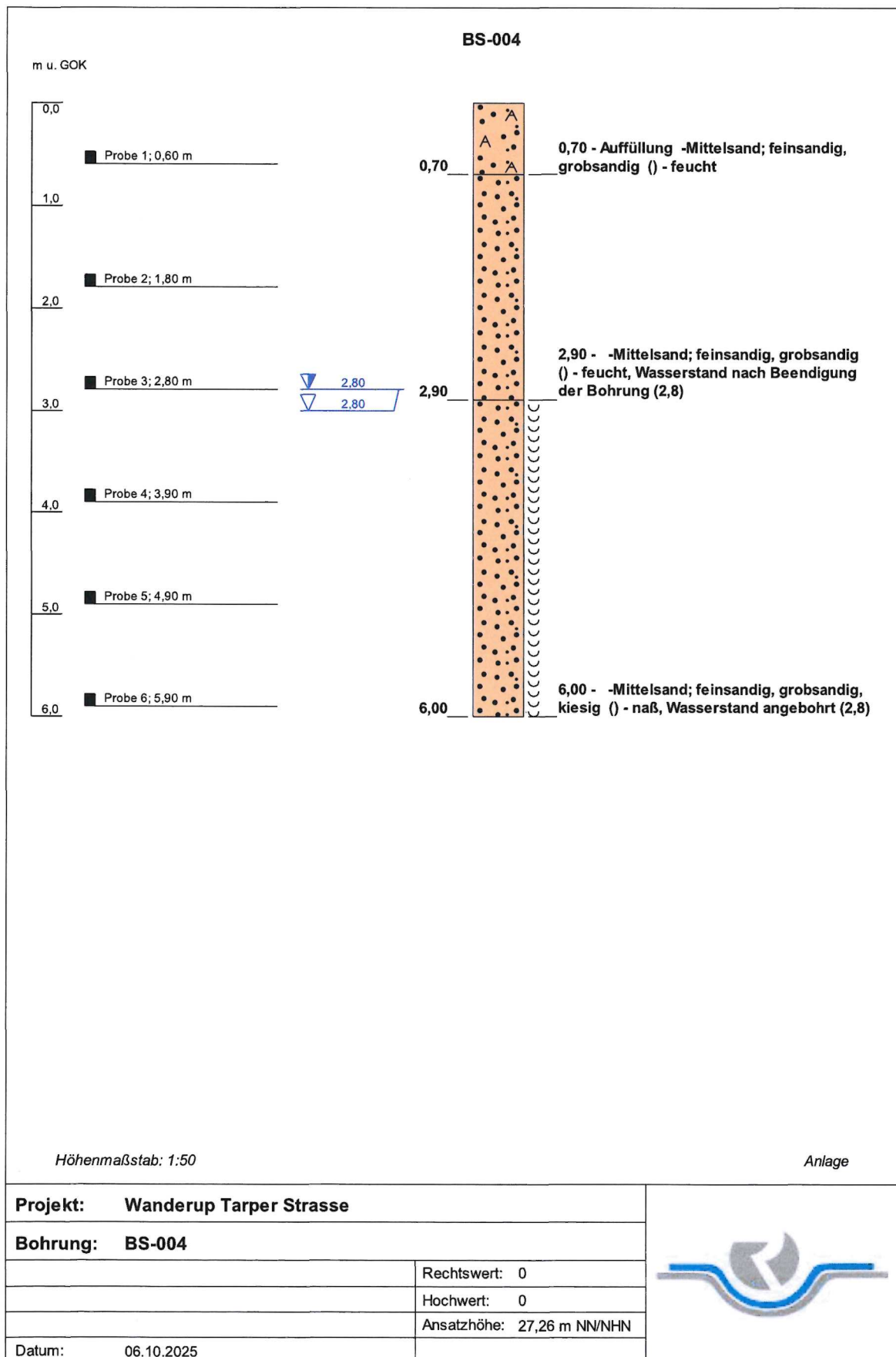
[illegible]

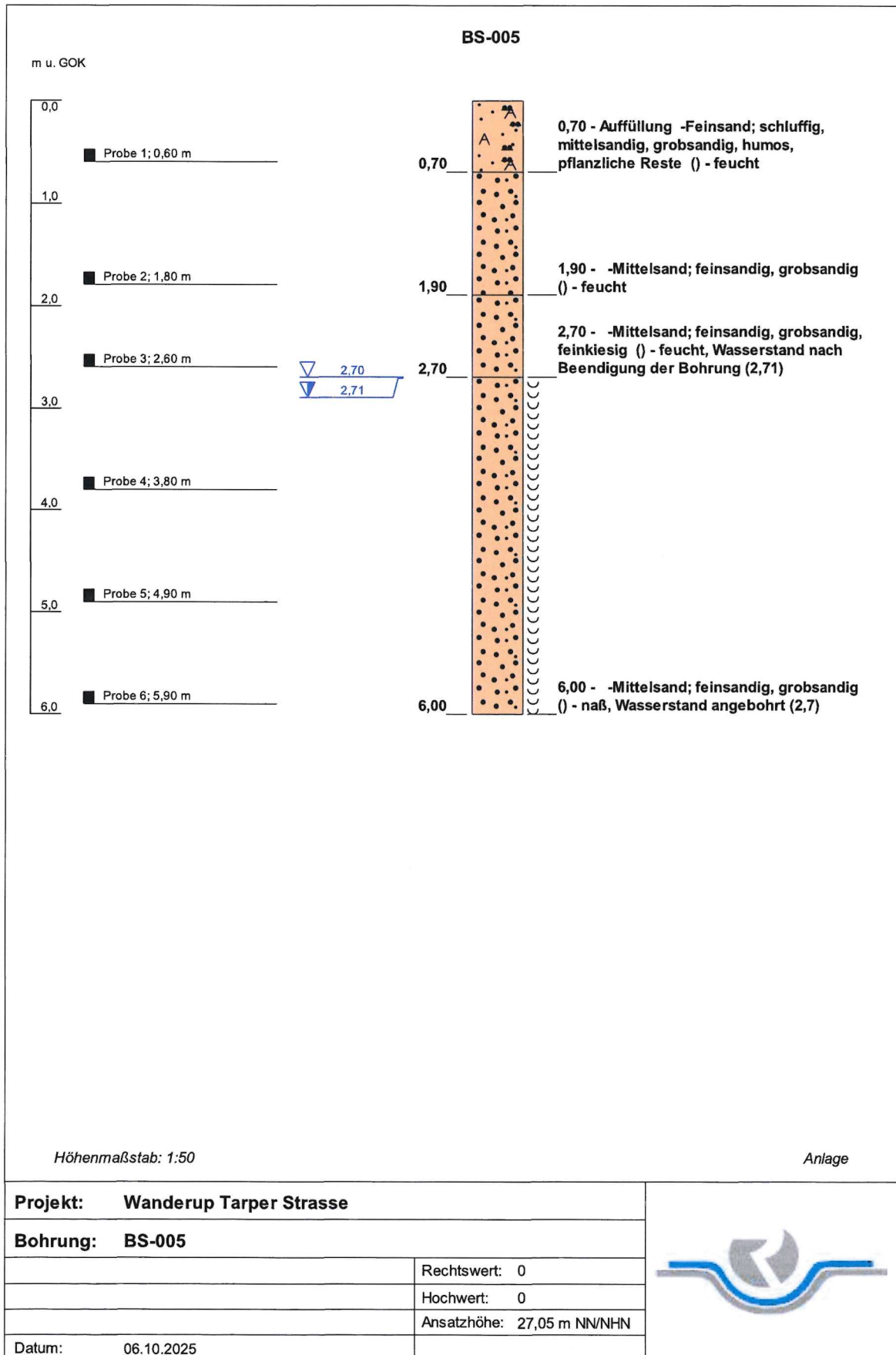
HBP
26,31

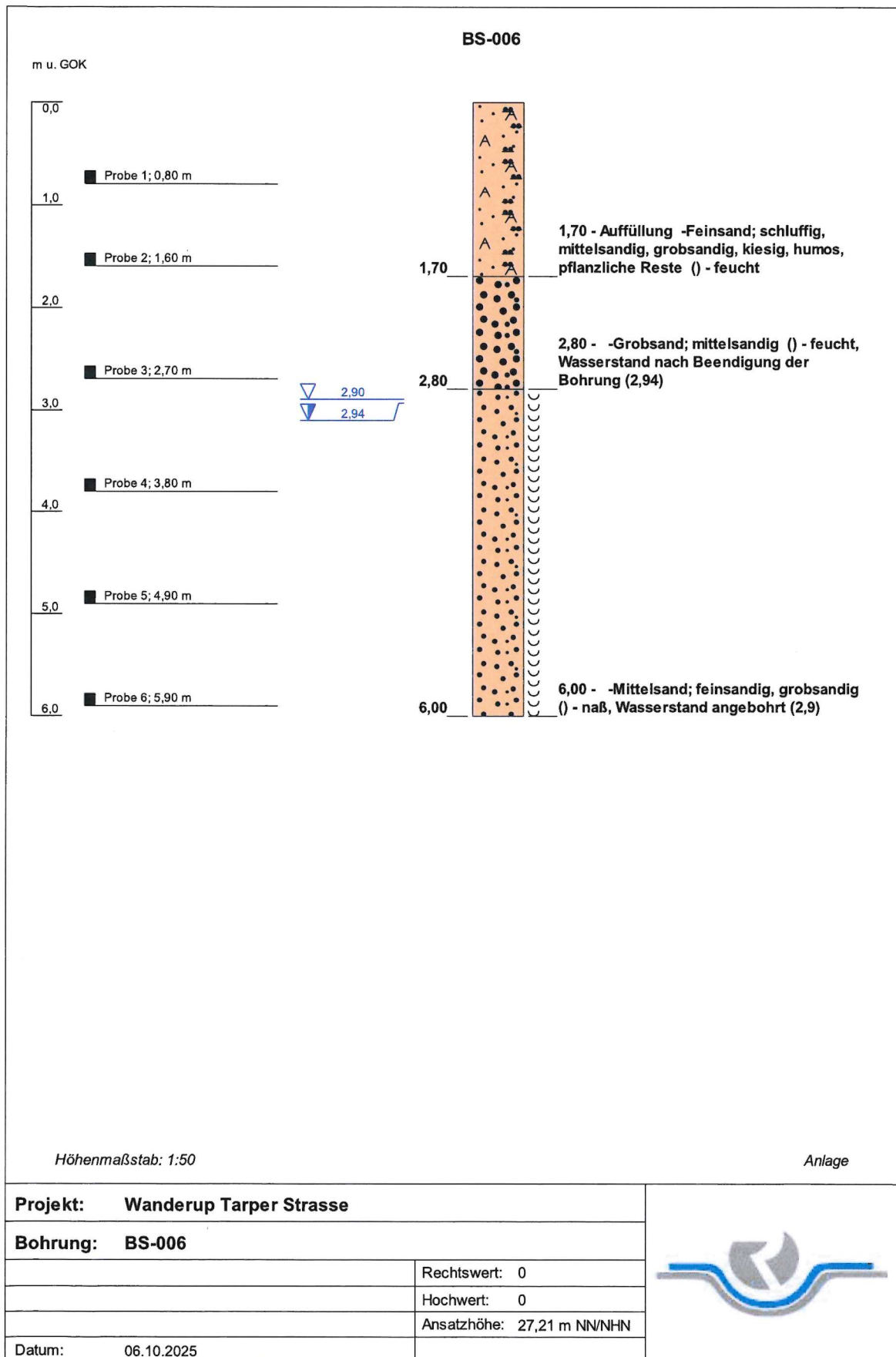


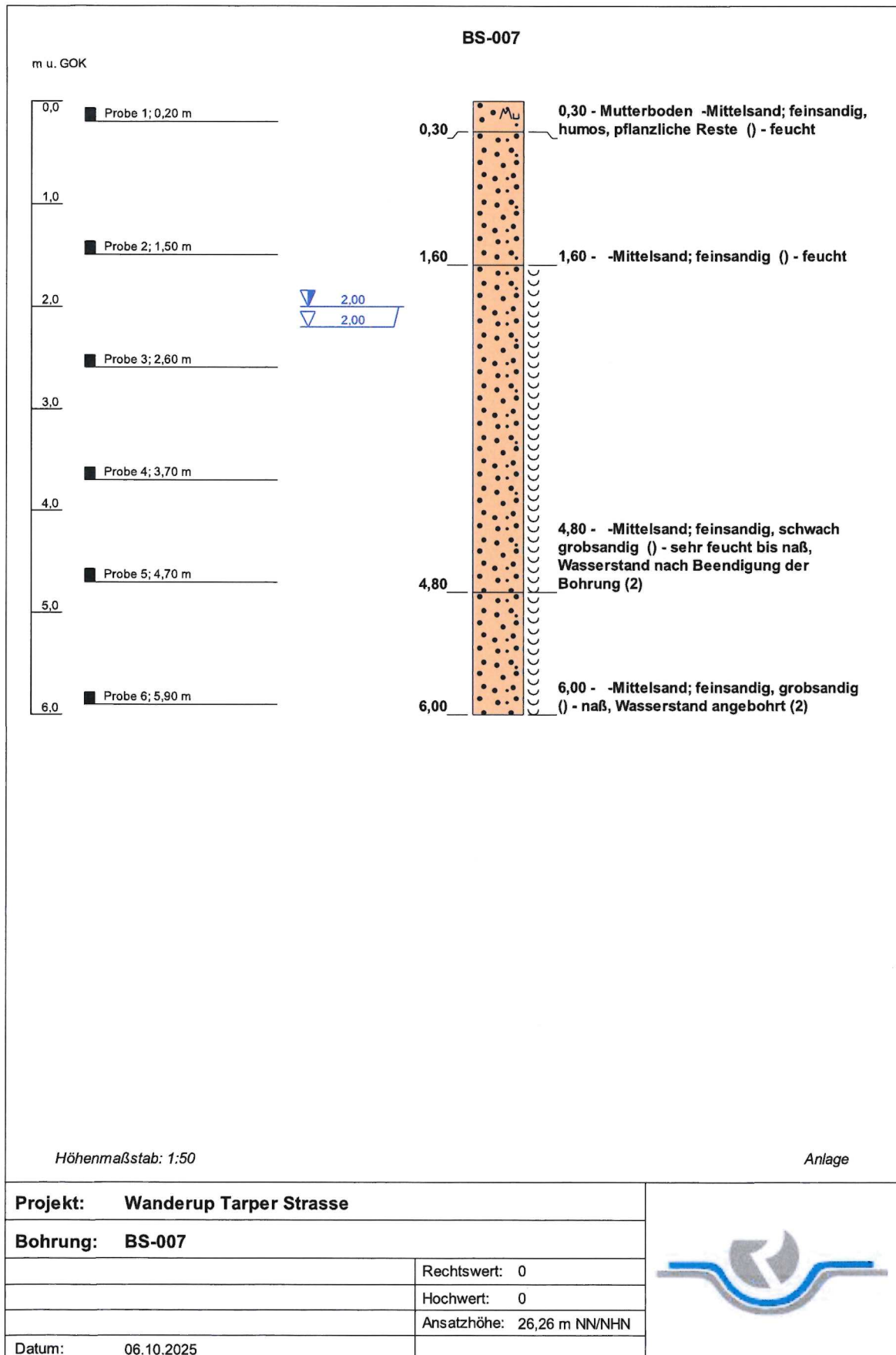


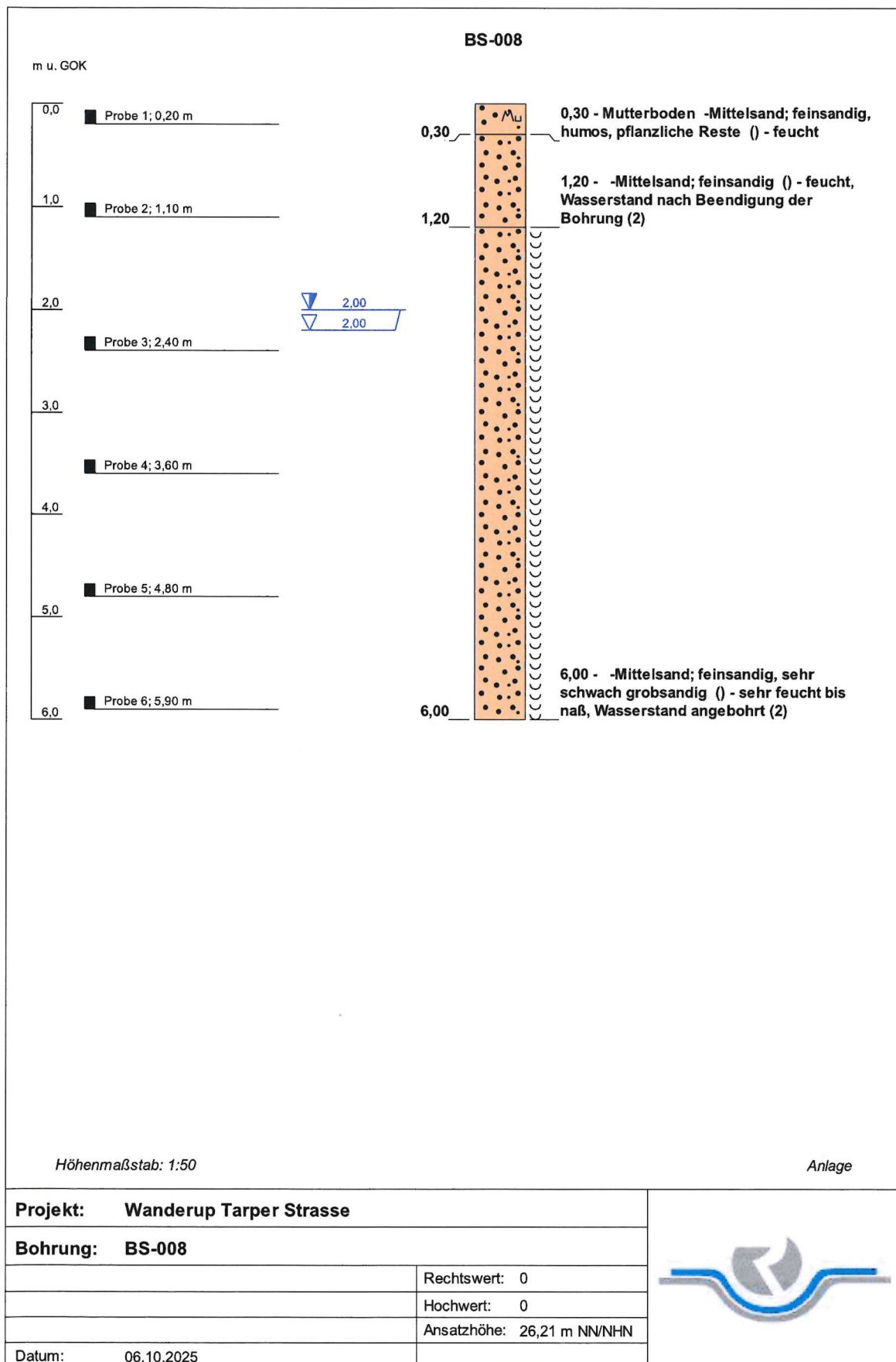


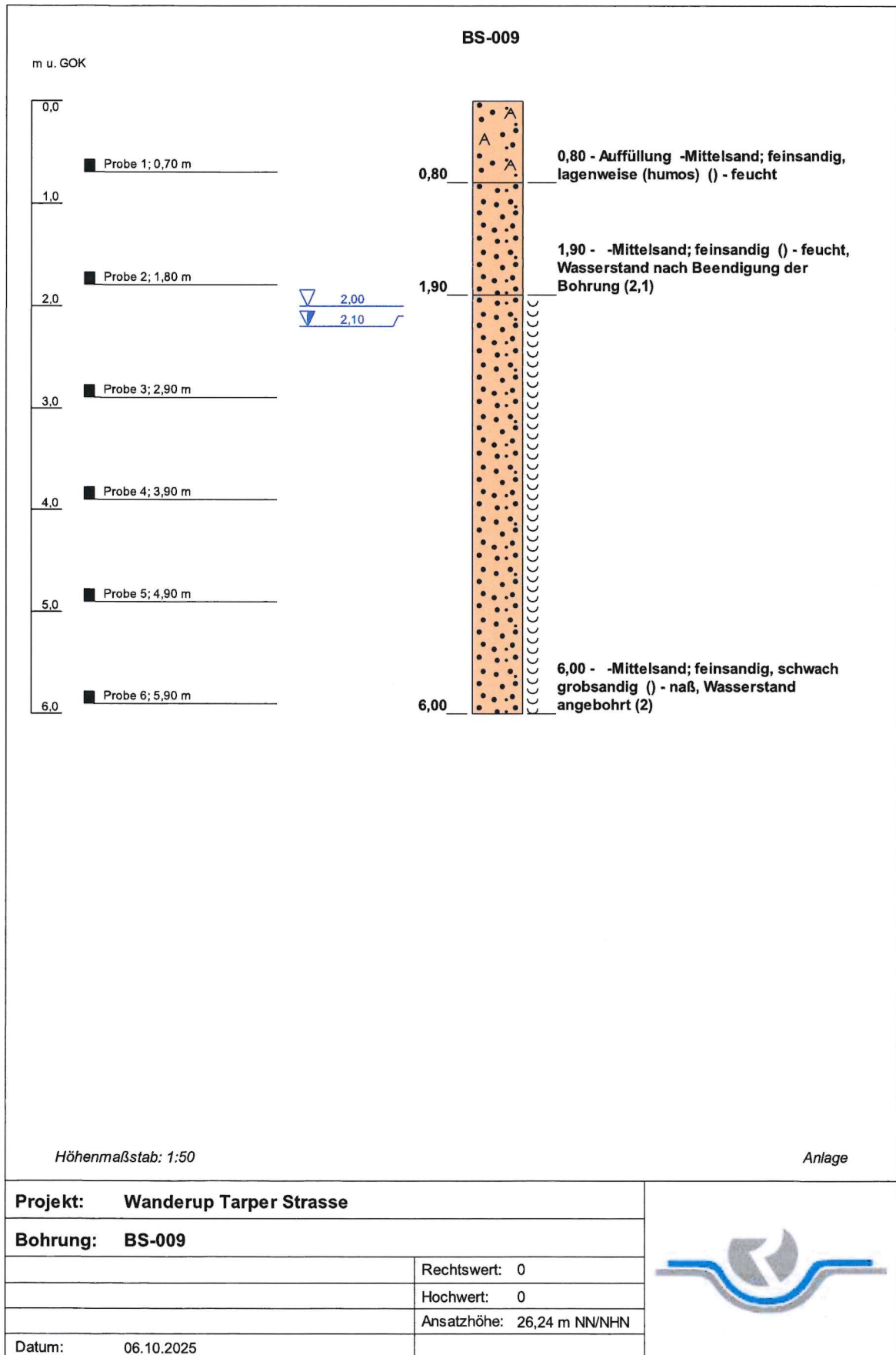












**Legende der Abkürzungen
für Baugrundprofile (DIN 4023)**

Benennung		Kurzzeichen		Zeichen	bautechnische wichtige	
Bodenart	Beimengung	Bodenart	Beimengung		Eigenschaften	
KIES	kiesig	G	g			breiig
Grobkies	grobkiesig	gG	gg			weich
Mittelkies	mittelkiesig	mG	mg			steif
Feinkies	feinkiesig	fG	fg			halbfest
SAND	sandig	S	s			fest
Grobsand	grobsandig	gS	gs			klüftig
Mittelsand	mittelsandig	mS	ms			schwach
Feinsand	feinsandig	fS	fs			stark
Schluff	schluffig	U	u			locker
Ton	tonig	T	t			mitteldicht
Torf, Humus	torfig, humos	H	h			dicht
Mudde (Faulschlamm)	—	F	—		zers., gepr.	zersetzt, gepreßt
—	—	—	—	—	(-)	kalkfrei
Auffüllung	—	A	—	A	(+)	kalkhaltig
Steine	steinig	X	x		Pfl.-R.	Pflanzenreste
Mutterboden	—	Mubo	—	Mu	ML.-R.	Muschelreste
Verwitterungs-Gehängelehm	—	L	—		W %	Wassergehalt %
Geschiebelehm	—	Gl	—		V _{gl} %	Glühverlust %
Geschiebemergel	—	Gmg	—		Be	Becken.....
Klei, Schlick	—	Kl	—			
Wiesen- u. Seekalk Seekreide Kalkmudde	—	WK	—			
Kreidestein	—	Krst	—			
Grundwasser (m)	▽	Wasser angebohrt	▽	Wasser nach Bohrende	▼	Wasser in Ruhe

LEGENDE DER ABKÜRZUNGEN FÜR BAUGRUNDPROFILE

GEOTECHNISCHE BEGRIFFE

(DIN 4022-1, DIN 4023, DIN 18196, DIN 1080)

GRUPPENSYMBOL

Grobkörnige Böden

GE	enggestufte Kiese
GW	weitgestufte Kies-Sand-Gemische
GI	intermittierend gestufte Kies-Sand-Gemische
SE	enggestufte Sand
SW	weitgestufte Sand-Kies-Gemische
SI	intermittierend gestufte Sand-Kies-Gemische

Gemischtkörnige Böden

GU	Kies-Schluff-Gemische	5...15 % \leq 0,06 mm
GU*	Kies-Schluff-Gemische	15...40 % \leq 0,06 mm
SU	Sand-Schluff-Gemische	5...15 % \leq 0,06 mm
SU*	Sand-Schluff-Gemische	15...40 % \leq 0,06 mm
GT	Kies-Ton-Gemische	5...15 % \leq 0,06 mm
GT*	Kies-Ton-Gemische	15...40 % \leq 0,06 mm
ST	Sand-Ton-Gemische	5...15 % \leq 0,06 mm
ST*	Sand-Ton-Gemische	15...40 % \leq 0,06 mm

Feinkörnige Böden

UL	leicht plastische Schluffe
UM	mittelpastische Schluffe
UA	ausgeprägt zusammendrückbare Schluffe
TL	leicht plastische Tone
TM	mittelpastische Tone
TA	ausgeprägt plastische Tone

Organogene Böden und Böden mit org. Beimengungen

OU	Schluffe mit org. Beimengungen/organogene Schluffe
OT	Tone mit org. Beimengungen/organogene Tone
OH	grob- bis gemischtkörnige Böden, humos
OK	grob- bis gemischtkörnige Böden mit kalkigen Bildungen

Organische Böden

HN	nicht bis mäßig zersetzter Torf
HZ	zersetzte Torfe
F	Faulschlamm, Mudde, Gytja, Dy, Sapropel
Brk.	Braunkohle

Auffüllungen

[]	Auffüllungen aus natürl. Böden (jew. Gruppensymbol)
A	Auffüllungen aus Fremdstoffen

GEOTECHNISCHE GRUNDBEGRIFFE

w_L	Fließgrenze	I_D	bezogene Lagerungsdichte
w_P	Ausrollgrenze	C_U	Ungleichförmigkeitszahl
w_n	natürl. Wassergehalt	C_c	Krümmungszahl
I_c	Konsistenzzahl	γ	Feuchtwichte
I_P	Plastizitätszahl	γ'	Wichte unter Auftrieb
D	Lagerungsdichte	φ'	inn. Reibungswinkel (drän.)
E_s	Steifemodul	c'	Kohäsion (dräniert)
V_{GI}	Glühverlust	D_{Pr}	Verdichtungsgrad

HAUPTANTEILE

X	Steine	63 ... 200 mm
G	Kies	2 ... 63 mm
gG	Grobkies	20 ... 63 mm
mG	Mittelkies	6,3... 20 mm
fG	Feinkies	2,0... 6,3 mm
S	Sand	0,06... 2 mm
gS	Grobsand	0,6... 2,0 mm
mS	Mittelsand	0,2... 0,6 mm
fS	Feinsand	0,06 ... 2 mm
U	Schluff	0,002 ... 0,06 mm
T	Ton	< 0,002 mm
Mu	Mutterboden	

NEBENANTEILE

schwach	< 15 % (z.B. u')
stark	> 30 % (z.B. u)

Grobkörnige Böden in Abhängigkeit von U und C_c

enggestuft E	$U < 6$, C_c beliebig
weitgestuft W	$U \geq 6$, $C_c = 1 ... 3$
intermittierend gestuft I	$U \geq 6$, $I > C_c$ oder $C_c > 3$

Feinkörnige Böden in Abhängigkeit von w_L

leicht plastisch L	$w_L < 35$ %
mittelpastisch M	$w_L = 35 ... 50$ %
ausgeprägt plastisch A	$w_L > 50$ %

BEIMENGUNGEN

x	steinig	u	schluffig
g	kiesig	t	tonig
gg	grobkiesig	h	humos
mg	mittelkiesig	ho	holzig
fg	feinkiesig	o	organisch
s	sandig	tf	torfig
gs	grobsandig	k	kohlrig
ms	mittelsandig	+	kalkhaltig
fs	feinsandig	++	kalkreich

LABORUNTERSUCHUNGEN

gestörte Probe	■	Wasserprobe	○
ungestörte Probe	□	Bohlkern	⊗

BAUGRUND-

AUFSCHLÜSSE

Bohrung	⊕
Sondierung	⊙
Schurf	⊞

HYDROLOGIE

Wasserstand	▽
Wasseranschnitt	▽
Wasserstand steigend	↑
Wasserstand fallend	↓

DARSTELLUNG DER KONSISTENZBEREICHE

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