

19-007 Abstatt, Erschließung Baugebiet Wehräcker II

Geotechnischer Bericht

Auftraggeber

Gemeinde Abstatt

Rathausstraße 30
74232 Abstatt
Herr T. Breitenöder
Tel: 07062/677-40
E-Mail: tim.breitenoeder@abstatt.de

Architekt

Rauschmaier Ingenieure GmbH
Beratende Ingenieure für Bau-
Sucystraße 9
74321 Bietigheim-Bissingen
Herr Dipl.-Ing. K. Heuckeroth
Tel: 07142/95 34-0
E-Mail: karsten.heuckeroth@rauschmaier.de

Ort und Datum

Abstatt, 24.03.2022

Verteiler

Digital an die Beteiligten und 1fach in Papierform an AG

Textseiten; Anlagen

20; 1.1 bis 4 (11 Blatt)

Bericht-Nr.; Zeichen

602987-01; KM/Pz/Rb

Projektleiter

Dipl.-Ing. Hartmut Reichenbach

Bearbeiter Baugrund

Dipl.-Geol. Philipp Polzin



Smoltczyk & Partner GmbH
Untere Waldplätze 14
70569 Stuttgart
Tel. 0711 / 131 64-0

Amtsgericht Stuttgart HRB 9451
www.SmoltczykPartner.de
post@SmoltczykPartner.de

Büro Heilbronn
Lindenstraße 16
74232 Abstatt
Tel. 07062 / 914 23 55
Büro Oberschwaben
Marsweilerstraße 19
88255 Baidt
Tel. 0751 / 767 820 98

Geschäftsführende Gesellschafter
Dipl.-Ing. Hartmut Reichenbach
Dipl.-Geol. Dr. Martin Brodbeck
Dr.-Ing. Annette Lächler
Dipl.-Ing. Holger Jud
Gesellschafter
Dr.-Ing. Thomas Rumpelt
Dr.-Ing. Berthold Rilling

Sachverständige für Geotechnik
Beratende Ingenieure VBI
Beratende Geowissenschaftler BDG

Mitglied von
Ingenieurkammer BW,
AIV, ASCE, DGGT, DVGW, FGSV,
IAEG, IGS, ISRM, ISSMGE, ITVA, VDI

<u>Inhalt</u>	Seite
1 Bezug und Unterlagen	3
2 Lage und Beschreibung der Erschließungsmaßnahme	3
3 Untersuchungsumfang	4
4 Baugrund	5
5 Grundwasser	6
6 Geotechnische Bewertung und Klassifikation des Baugrunds	7
6.1 Ergebnisse der Laborversuche	7
6.2 Klassifikationen und charakteristische Rechenwerte	8
6.3 Homogenbereiche	9
7 Erdarbeiten	11
7.1 Allgemeine Hinweise zum Erdbau	11
7.2 Herstellen von Gräben und Baugruben	15
7.3 Rohraufleger	16
7.4 Aufbau von Verkehrsflächen	16
7.5 Hinweise zu Gründungsmöglichkeiten für Wohnhäuser	18
7.6 Versickerungsfähigkeit der Böden	18
8 Mitwirkung bei der Bauplanung und Ausführung	19
<u>Anlagen</u>	
siehe Anlagenverzeichnis	20

1 Bezug und Unterlagen

Auftrag: Durch die Gemeindeverwaltung Abstatt wurden wir am 17.01.19 auf der Grundlage unseres Leistungs- und Honorarvorschlags vom 17.01.19 beauftragt, für die Erschließung des geplanten Baugebietes "Wehracker II" in Abstatt eine Baugrunderkundung zu planen und durchzuführen sowie den vorliegenden Geotechnischen Bericht zu erstellen.

An **Unterlagen** für die Erschließung des Baugebietes "Wehracker II" erhielten wir vom Planer, Rauschmaier Ingenieure GmbH, Herr Karsten Heuckeroth, per E-Mail am 13.12.18 als pdf-Dateien:

- 1 Lageplan (M 1:500) ohne Datumsangabe und
- Gutachten B0399/362 zur Erkundung der geologischen Verhältnisse für die Erschließung des Bebauungsgebietes "Wehracker" in 74232 Abstatt, Geotechnik Südwest, Bietigheim-Bissingen, vom 31.03.99.

Außerdem stand uns das Blatt 6921 Großbottwar der Geologischen Karte (M 1:25 000) von Baden-Württemberg mit Erläuterungen, Stuttgart 1984, zur Verfügung.

Die mögliche Erweiterung des Bebauungsplan-Gebiets nach Norden ist nicht Bestandteil der hier beschriebenen Untersuchungen.

2 Lage und Beschreibung der Erschließungsmaßnahme

Das untersuchte Gelände liegt südwestlich des Ortskerns von Abstatt, einer Gemeinde im Landkreis Heilbronn, etwa 150 m südlich der nach Südwesten fließenden Schozach, siehe Anlage 1.1.

Geplant ist die Erschließung des Baugebietes "Wehracker II" zwischen der Helfenberger Straße im Osten und Süden sowie der Straße Höllwiesen im Norden. Im Westen und im Süden grenzen Ackerflächen an das geplante Baugebiet (Anlage 1.2).

Das Baugebiet befindet sich an der südlichen Talflanke des Schozachtals und fällt in nordwestliche Richtung zur Schozach hin ab. Es fällt von rund 249 mNN im Südosten, im Bereich der Helfenberger Straße, auf rund 239 mNN nach Nordwesten ab (Anlage 1.2).

Wie der Baugebietsname schon nahelegt war das Gebiet zum Zeitpunkt der Erkundung größtenteils unbebautes Ackerland. Im nördlichen Bereich des Baufeldes befanden sich mehrere Kleingärten mit Holzhütten, die im Zuge der Erschließung zurückgebaut werden sollen.

Die geodätischen Grundstücksdaten sind in Anlage 2 angegeben.

Das rund 10.000 m² große Baugebiet soll durch asphaltierte Straßen (Anlage 1.2), Leitungen und Kanäle erschlossen werden. Die Zufahrt zum Baugebiet soll aus östlicher Richtung von der Helfenberger Straße aus erfolgen und im Anschluss ringförmig durch das Baugebiet führen. Die Fahrbahnhöhe der Planstraßen soll in etwa auf dem heutigen Geländeniveau liegen. Die Kanalsohlen werden voraussichtlich etwa 2 m bis 3 m unter dem derzeitigen Gelände liegen.

3 Untersuchungsumfang

Entsprechend dem von uns ausgearbeiteten Erkundungskonzept wurden zur Erkundung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse von S&P mit einem Kleinrammbohrgerät am 31.01.19

3 Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1, Tabelle 2, Zeile 9, mit Tiefen zwischen 7,0 m und 7,6 m, mit insgesamt 21,6 Bohrmetern niedergebracht, die nach Abschluss der Arbeiten mit Quellton verfüllt wurden; nähere Angaben dazu siehe Anlage 2.

Die Erkundungspunkte wurden von uns nach Lage und Höhe eingemessen. Sie sind zusammen mit den im Jahr 1999 niedergebrachten "Fremd"-Bohrungen RKS 1 und RKS 6 der Geotechnik Südwest in Anlage 1.2 eingezeichnet. Als Lagebezug und Höhenbezug diente ein Kanaldeckel in der Helfenberger Straße vor Haus 14, dessen Ansatzhöhe im Lageplan mit 248,06 mNN eingezeichnet ist (Anlage 1.2).

Die Böden und Festgesteine wurden durch S&P visuell und durch manuelle Feldversuche nach DIN EN ISO 14 688 und DIN EN ISO 14 689-1 angesprochen und ingenieurgeologisch aufgenommen. Die Schichtenfolgen der Kleinbohrungen sind in Anlehnung an DIN 4023 in Anlage 2 dargestellt und beschrieben und in einem geologischen Geländeschnitt eingearbeitet (Anlage 3). Die Signaturen, Zeichen und Bezeichnungen in den Anlagen 2 und 3 sind in Anlage 2.0 erläutert.

Den Kleinbohrungen wurden für bodenmechanische Versuche insgesamt

27 Bodenproben der Güteklasse 3 nach EN 1997-2, Tab. 3.1 und DIN EN ISO 22 475 entnommen.

An ausgewählten Proben wurden in unserem geotechnischen Labor **bodenmechanische Versuche** durchgeführt:

12 Bestimmungen des natürlichen Wassergehalts nach DIN 18 121, Teil 1 (Anlage 2, rechts neben den Profilsäulen),

2 Bestimmungen der Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN 18 122, Teil 1 (Anlage 4).

Die Ergebnisse aller Versuche werden in Abschnitt 6 erläutert und bewertet.

Alle Proben werden nach Abgabe des Geotechnischen Berichts drei Monate lang aufbewahrt und danach, sofern sie der Auftraggeber nicht anfordert oder eine längere Einlagerung vereinbart, ohne Ankündigung entsorgt.

4 Baugrund

Durch Interpolation zwischen den zwangsläufig punktuellen Aufschlüssen haben wir, unter Berücksichtigung geologischer Zusammenhänge, ein räumliches **Modell des Untergrundes** erarbeitet, das nachfolgend beschrieben ist.

Es zeigt stark vereinfacht einen bis zu dreischichtigen Aufbau aus Lösslehm, Fließerde und den verwitterten Schichten des Gipskeupers:

- Zuoberst wurde **Lösslehm** erkundet (Anlage 1.2). Oben besteht er aus einem Oberboden im Sinne der DIN 18 320, der im Baugebiet größtenteils durchpflügt wurde. Er setzt sich aus einem hell- bis dunkelbraunen, tonigen und feinsandigen Schluff mit weicher sowie weicher bis steifer Konsistenz zusammen. Entsprechend seiner landwirtschaftlichen Nutzung als Ackerboden enthält er neben organischen Anteilen (z.B. Wurzelresten) auch Bodenlebewesen. Die Mächtigkeit dürfte meist etwa der Pflugtiefe, in diesem Fall etwa 0,3 m bis 0,4 m, entsprechen.

Darunter folgt der eigentliche Lösslehm. Dieser ging aus Löss hervor, der während der letzten Eiszeit vom Wind abgelagert wurde. Er ist ein durch Entkalkung und Zersetzung des Feldspats zu Tonmineralen entstandenes Verwitterungsprodukt des Lösses. Er unterscheidet sich vom Löss hauptsächlich durch eine dunklere Farbe und einem geringeren Kalkgehalt. Im erkundeten Bereich setzt er sich aus einem schwach tonigen bis tonigen Schluff von hellbrauner und brauner Farbe zusammen. Erfahrungsgemäß sind im Lösslehm auch einzelne Kalk- und Mangankonkretionen eingelagert.

Lösslehm mit sehr geringem Tonanteil weist eine geringe Plastizität auf. Eine manuelle Konsistenzansprache nach DIN EN ISO 14688 ist daher stellenweise schwer möglich.

Die Konsistenz ist überwiegend weich bis steif stellenweise aber auch weich.

Die Mächtigkeit des Lösslehms beträgt im Südwesten des Baugebiets etwa 0,5 m und nimmt nach Nordosten hin bis rund 3 m zu. Entsprechend der Fremdbohrung RKS 1 wurden im benachbarten Erschließungsgebiet "Wehracker I" über dem Lösslehm und der Fließerde auch Aueablagerungen der Schozach angetroffen. Es ist somit nicht auszuschließen, dass auch nördlich der abgeteuften Kleinbohrungen BS 2 und BS 3 im Bereich der Planstraße „Weg D“ Aueablagerungen zuoberst anstehen.

Darunter folgt eiszeitliche, vorwiegend rotbraune und graubraune **Fließerde**. Sie besteht aus tonigem Schluff, in dem einzelne Tonsteinbröckchen des Gipskeupers eingebettet sind. Die Konsistenz ist steif und weich bis steif.

Ihre Mächtigkeit beträgt im Westen des Baugebietes etwa 1,5 m und nimmt nach Osten hin, im Bereich der Kleinbohrung BS 3, auf knapp 1 m ab. Die Oberfläche der Fließerde fällt von knapp 248 mNN im äußersten Süden auf rund 240 mNN nach Nordosten ab.

- Zur Tiefe hin folgen vollständig zu tonigem Schluff zersetzte Schlufftonsteine des **Gipskeupers** (Grabfeld-Formation). Entsprechend der Geologischen Karte wurde stratigraphisch der obere Bereich des sogenannten Mittleren Gipshorizonts erkundet.

Bis 5 m Tiefe sind die Schichten des Gipskeupers beigegrau und braun- bis olivgrau, bis zur Endtiefe der Kleinbohrungen sind sie rotbraun und braungrau. In Anlehnung an DIN 14689-1 entsprechen die Schlufftonsteine den Verwitterungsstufen VS4/5 (vollständig verwittert und zersetzt, siehe Erläuterung, Anlage 2.0).

Die Konsistenz ist hauptsächlich steif, untergeordnet auch steif bis halbfest. In der Kleinbohrung BS 3 wurde auch ein Bereich mit weicher Konsistenz erkundet. Dies ist vermutlich auf das Bohrverfahren zurückzuführen. Die zu Schluff zersetzten Schlufftonsteine können bei dynamischer Beanspruchung im Wasser rasch aufweichen, so dass in den mit Grundwasser gesättigten Schichten die Sedimente vermutlich während des Eindringens des Bohrgestänges aufgeweicht wurden.

Zur Endtiefe der Kleinbohrungen hin, konnten die Bohrungen nur mit sehr geringem Bohrfortschritt fortgesetzt werden, so dass davon auszugehen ist, dass die Schlufftonsteine, mit abnehmendem Verwitterungseinfluss, eine bessere Qualität aufweisen und dort nur teilweise zu Schluff zersetzt sind.

Die Oberfläche des Gipskeupers, die zugleich die Basis der quartären Deckschichten ist, fällt im Süden des Baugebiets von rund 246 mNN auf etwa 239 mNN nach Norden ab. Entsprechend einer nahegelegenen Bohrung aus den Erläuterungen der geologischen Karte setzen sich die Schichten des Gipskeupers noch mehrere Zehnermeter zur Tiefe hin fort und lagern den Schichten des Lettenkeupers (Erfurt-Formation) auf.

5 Grundwasser

Während der Erkundung am 31.01.19 wurden in zwei der drei Kleinbohrungen Grundwasser angetroffen. In der Kleinbohrung BS 2 wurde nach den Bohrarbeiten ein Wasserstand von 5,97 m unter der derzeitigen Geländeoberfläche, also bei 236,92 mNN, und in Kleinbohrung BS 3 von 5,73 m unter Gelände, also bei 238,06 mNN, gemessen. In der Kleinbohrung BS 1 konnte bis zu ihrer Endtiefe kein Grundwasserzutritt festgestellt werden.

Grundwasserleiter bilden die durchlässigen Bereiche des größtenteils zu Schluff zersetzten Gipskeupers. Großräumig fließt das Grundwasser entsprechend der Vorfluterverhältnisse und der Morphologie nach Nordwesten, in Richtung Schozach. Zum Zeitpunkt der Erkundung lag das Grundwasser zwischen 238 mNN und 237 mNN, wobei im äußersten Norden des Baugebietes die Grundwasseroberfläche weiter abfallen und im Süden ansteigen dürfte.

Während der Erkundung der Geotechnik Südwest im Jahre 1999 zur Erschließung des im Osten an das aktuelle Baugebiet anschließende Baugebiet "Wehracker I", wurden die Rammkernsondierungen zu provisorischen Messpegeln ausgebaut und die Grundwasserstände über einen 5-wöchigen Zeitraum in den damals niederschlagsreichen Monaten Februar- und März mehrmals gemessen. Der Grundwasserspiegel fiel zu dieser Zeit von rund 243 mNN im äußersten Süden auf knapp 239 mNN nach Norden, zur Schozach hin, ab. Demnach wurden im benachbarten Erschließungsgebiet "Wehracker I" deutlich höhere Wasserstände gemessen als während unserer Erkundung. Allerdings liegt das Erschließungsgebiet "Wehracker I" näher zu einem Zufluss der Schozach, so dass die dort höher gemessenen Grundwasserstände entweder auf den Einfluss des Nebengewässers zurückzuführen sind oder es sich bei den Wasserständen um aufstauendes Sickerwasser handelt, dass sich auf Stauhorizonten im Löss- bzw. Auelehm angesammelt hat.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass in den für die Leitungsgräben relevanten Tiefen von 2 m bis 3 m unter Gelände nicht mit einem durchgängigen Grundwasserleiter zu rechnen ist. Die wasserführenden Schichten des Gipskeupers dürften 1 m bis 2 m darunter liegen. Allerdings ist oberhalb des eigentlichen Grundwasserleiters, besonders nach ergiebigen Niederschlägen, mit Hang-/Sickerwasserzuflüsse im Bereich von Stauhorizonten innerhalb des Lösslehms und der Fließerde zu rechnen. Diese sind jedoch von kurzer Dauer und geringer Menge und versiegen rasch.

6 Geotechnische Bewertung und Klassifikation des Baugrunds

6.1 Ergebnisse der Laborversuche

Zur objektiven Klassifikation und Bewertung der bautechnischen Eigenschaften des untersuchten Baugrunds wurden an den entnommenen Bodenproben Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 18121 und Bestimmungen der Fließ- und Ausrollgrenzen nach DIN 18122-1 durchgeführt, deren Ergebnisse nachfolgend bewertet werden.

Der an einer Probe aus dem **Lösslehm** durchgeführter Laborversuch zur Konsistenzgrenze ergab eine Fließgrenze w_L von 34,9 % und eine Ausrollgrenze w_p von 17,2 %. Der Lösslehm ist nach DIN 18 196 als leicht plastischer bis mittelplastischer Ton (TL/TM) einzustufen. Die Konsistenzzahl, die sich aus dem Vergleich der Plastizitätsgrenzen zum natürlichen Wassergehalt ergibt, liegt bei $I_c = 0,83$ im steifen Bereich, also günstiger als bei der Bodenansprache der Kleinbohrung BS 3 im Feld. Die weiteren Wassergehalte liegen bei drei von vier Proben etwas höher, so dass die Proben überwiegend als weich bis steif einzuordnen sind.

Die Fließgrenze der **Fließerde** wurde an einer Probe bestimmt, sie liegt bei $w_L = 53,8$ %. Nach DIN 18196 ist die Fließerde damit als ausgeprägt plastischer Ton (TA) zu klassifizieren, siehe Anlage 4. Die Konsistenzzahl, die sich aus dem Vergleich der Plastizitätsgrenzen zum natürlichen Wassergehalt ergibt, liegt bei $I_c = 0,79$ im steifen Bereich, deckt sich also gut mit der Bodenansprache des Profils der Kleinbohrung BS 1 im Feld. Die Wassergehalte der übrigen Proben liegen zwischen 19,9 % und 39 %, im Mittel bei 30,5 %. Sie lassen damit auf eine wechselnde Konsistenz der Fließerde zwischen weich und halbfest schließen.

Die im Labor anhand von 3 Proben ermittelten natürlichen Wassergehalte des **Gipskeupers** liegen zwischen $w_n = 23$ % und 33 %, im Mittel bei 28 %. Erfahrungsgemäß ist der stark verwitterte Gipskeuper ein ausgeprägt plastischer Ton, wobei mit abnehmendem Verwitterungsgrad auch die Plastizität geringer wird. Die Wassergehalte lassen damit auf eine überwiegend steife Konsistenz des stark verwitterten Gipskeupers (Verwitterungsstufe VS4/5) schließen.

6.2 Klassifikationen und charakteristische Rechenwerte

Aufgrund der Ergebnisse der durchgeführten geotechnischen Untersuchungen sowie unserer Erfahrung mit bodenmechanisch gleichartigen Böden und Fels kann der angetroffene Baugrund in Anlehnung an bautechnische Regelwerke klassifiziert und durch bodenmechanische Rechenwerte beschrieben werden. Die charakteristischen Rechenwerte und Klassifikationen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

geol. Bezeichnung	Lösslehm	Fließerde	Gipskeuper
Konsistenz (vorherrschend)	weich bis steif	steif bis halbfest	steif ¹⁾
Gesteinsfestigkeit (DIN 1054)	-	-	außerordentlich gering
Verwitterungsstufe (DIN EN ISO 14 689-1)	-		VS3 – VS5
Klassifikationen			
Bodengruppe (DIN 18 196)	TL/(TM)	TM/TA,(GT*)	TM/TA (Ust,Tst) ²⁾
Bodenklasse (DIN 18 300: 2012-09)	4	4, 5	4, 5, 6
Bodenklasse (DIN 18 301: 2012-09)	BB 2-3	BB 2-4, BS2	BB2 - 4 FV1
Frostempfindlichkeit	stark	stark	stark
Klasse nach ZTV E-StB 17	F3	F3	F3
charakteristische Kennwerte			
Wichte γ [kN/m ³]	19	20	21
unter Auftrieb γ' [kN/m ³]	9	10	11
Reibungswinkel φ' [°]	25	25	25
Kohäsion c' [kN/m ²]	7 - 12	10-15	15 - 35
Steifemodul E_s [MN/m ²] für Setzungsberechnungen ³⁾	4 - 8	8 - 12	15 - 40

¹⁾ teilweise oder vollständig zu Schluff verwitterter Schlufftonstein

²⁾ siehe Anlage 2.0

³⁾ bei mindestens steifer Konsistenz

Tabelle 1: Klassifikationen und charakteristische Kennwerte

Das Baugrundstück liegt nach DIN 4149:2005-04 und der entsprechenden regionalen Karte der Erdbebenzonen, hier für Baden-Württemberg, außerhalb von Erdbebenzonen. Ein rechnerischer Nachweis für den Lastfall Erdbeben ist damit nicht erforderlich.

6.3 Homogenbereiche

Nach den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) der VOB/C, Ausgabe 2016, ist der Baugrund in Homogenbereiche einzuteilen. Bei der Definition der Homogenbereiche sind die verfahrens- und gerätespezifischen Besonderheiten für jedes Gewerk zu berücksichtigen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand wird für das vorliegende Bauvorhaben mit dem Homogenbereich für das Gewerk Erdarbeiten entsprechend der ATV – DIN 18 300 gerechnet.

Zur Vereinfachung von Ausschreibung, Aufmaß und Abrechnung werden die Homogenbereiche einheitlich für alle erwarteten Bauverfahren festgelegt. Die Homogenbereiche sind in nachfolgenden Tabellen anhand der Bandbreite ihrer Kennwerte definiert sowie tabellarisch dargestellt.

Die Homogenbereiche für Erdarbeiten gelten für das Lösen, Laden, Fördern, Einbauen und Verdichten von Boden, Fels und sonstigen Stoffen. Die Homogenbereiche für Bohrarbeiten gelten für Bohrungen jeder Art. Die in nachstehender Tabelle 2 genannten Homogenbereiche sind im Zusammenhang mit der DIN 18 300/DIN 18 301 zu verwenden.

Homogenbereich	Lösslehm	Fließerde, Gips- keuper
Boden		
Bodengruppe (DIN 18 196)	TL, TM	TM/TA/GT*
Körnungslinien (DIN 18 123)	T/U/S/G	T/U/S/G
- Obergrenze	40/100/100/100	50/100/100/100
- Untergrenze	5/40/90/100	5/30/50/85
Stein- und Blockanteile [%] (DIN EN ISO 14 688-1)	-	< 15
Plastizitätszahl Ip (DIN 18 122-1)	12 bis 35	15 – 45
Konsistenzzahl Ic (DIN 18 122-1)	0,5 bis 1,0	0,5 – 1,3
Wassergehalte [%]	15 bis 30	10 bis 45
undrainierte Kohäsion cu [kN/m ²]	25 bis 200	100 - 800
Dichte ρ [t/m ³]	1,8 bis 2,1	1,8 bis 2,2
organische Anteile, Glühverlust [%] (DIN 18 128)	5 - 20	-
Abrasivität LAK [g/t] (NF P18-579)	0 - 250	0 - 350
Fels		
Benennung	..	UTst, Tst, Dst
Verwitterung	..	VS3-5
Veränderung	..	zerfallen
Veränderlichkeit	..	stark veränderlich
Schichtflächenabstände	..	-
Kluftabstände	..	-
Gesteinskörperform	..	-
Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm ²] (DGGT Nr. 1)	..	0,25 bis 5
CERCHAR-Abrasivitäts-Index CAI [-] (DGGT Nr. 23)	..	0,5 bis 1

Tabelle 2: Homogenbereiche nach DIN 18 300, Erdarbeiten

7 Erdarbeiten

7.1 Allgemeine Hinweise zum Erdbau

Im Zuge der Erschließung werden Einschnitte ins bestehende Gelände mit geringer Tiefe und Auftragsarbeiten erforderlich, die jeweils bis etwa 2 m bis 3 m Höhe bzw. Tiefe erreichen.

Grundsätzlich sind für die Ausführung aller Erdarbeiten die ZTV E-StB¹ als Vertragsgrundlage zu vereinbaren.

Bei der Herstellung der Einschnitte, Baugruben und Gräben ist die Einstufung der Böden nach DIN 18300 und Ihre Verwertbarkeit von besonderer Bedeutung.

Im nahezu gesamten Erweiterungsgebiet ist der anstehende Ackerboden an der Oberfläche dunkelbraun gefärbt, krümelig und leicht durchwurzelt. Dieser Boden ist daher zumindest teilweise, soweit er humos ist und Bodenlebewesen enthält, nach DIN 18 320 als Oberboden zu bezeichnen. Eine scharfe Grenzziehung zwischen belebten Oberboden und unbelebten Baugrund ist allein aufgrund einer Baugrundansprache nicht möglich und wird daher hier auch nicht vorgenommen. Dazu sind bei Bedarf im Hinblick auf die Wiederverwertung weitergehende bodenkundliche Untersuchungen erforderlich. Für die weitere Planung empfehlen wir zunächst von einer Mächtigkeit der Oberbodenschicht von 0,2 m und 0,4 m, im Mittel von 0,3 m auszugehen.

Die **Bodenklassen** der zu lösenden Böden sind in Tabelle 1 des Abschnitts 6 aufgeführt. Als Aushubmaterial in den Einschnitten und Kanalgräben ist überwiegend Lösslehm und Fließerde der Bodenklasse 4 und 5 zu erwarten. Im Bereich von Schichtwasserzutritten über Stauhohizonten im Lösslehm sind vereinzelt stark aufgeweichte Böden mit sehr weicher Konsistenz zu erwarten, die ohne Bindemittelbehandlung erdbautechnisch nicht verwertbar sind. Ab Tiefen zwischen 3 m und 4 m ist mit den Schichten des Gipskeupers zu rechnen. Diese sind den Bodenklasse 4 und 5 zuzuordnen, untergeordnet kann eine Zuordnung zur Klasse 6 möglich sein.

Die **Verdichtungsanforderungen** in den Auftragsbereichen und wiederverfüllten Leitungsgräben sind in den ZTV E-StB entsprechend der Zuordnung der gelösten Böden nach DIN 18 196 definiert. Für Böden, die im Rahmen der Baumaßnahme beim Aushub anfallen, ist nach ZTV E-StB 17 ein einheitlicher Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 97 \%$ und zusätzlich ein Luftporenanteil $n_a \leq 12 \%$ gefordert. Aufgrund der Wasserempfindlichkeit der hier anstehenden Böden empfehlen wir, die Anforderungen an den Luftporenanteil generell auf $n_a \leq 8 \%$ zu begrenzen, um Sackungen in den Grabenverfüllungen langfristig zu minimieren.

Mit Einhaltung der Verdichtungsanforderungen sind erfahrungsgemäß Eigensetzungen der verdichteten Schüttlagen in der Größenordnung von 1 % bis 2 % verbunden. Bei über 3 m tiefen Leitungsgräben können die langfristigen Eigensetzungen also eine Größenordnung von mehreren Zentimetern erreichen. Um Setzungsdifferenzen vor allem im Bereich um die

¹ ZTV E-StB 17: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV Nr. 599, Köln, 2017

Kanalschächte zu minimieren, sollte bei Tiefen ≥ 3 m eine Bodenverbesserung mit Bindemitteln der wieder zu verfüllenden Aushubböden vorgesehen werden. Alternativ kann ein Brechkorngemisch bzw. ein witterungsbeständiges Vorsiebmaterial mit Feinkornanteil < 15 % verwendet werden, das lagenweise eingebaut und auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % verdichtet wird.

Für Geländeauffüllungen außerhalb von Verkehrsflächen bzw. geplanter Bebauung ist für verdichtungsfähiges fein- bzw. gemischtkörniges Material eine lagenweise Verdichtung auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 95$ % der einfachen Proctordichte ausreichend. Dies ist i.d.R mit dem vorhandenen Aushubmaterial auch ohne Bindemittelbehandlung zu erreichen. In diesen Bereichen muss aber langfristig mit Sackungen von mehreren Zentimetern (rund 3 % der Verfüllhöhe) gerechnet werden.

Die empfohlenen Verdichtungsanforderungen sollten bei der Ausschreibung der Erdarbeiten berücksichtigt und durch Eigenüberwachungen und Kontrollen versuchsmäßig überprüft werden. Wir können diese Versuche ausführen.

Die auszuhebenden Böden sind **witterungsempfindlich**. Der leicht- bis erfahrungsgemäß auch mittelplastische Lösslehm sowie die Fließerde als auch der zumeist vollständig zu Schluff zersetzte Gipskeuper sind in der Regel stark wasseraufnahmefähig. Die Wasseraufnahme, insbesondere in aufgelockerten Zustand, z. B. aus Niederschlägen, oder durch die dynamische Belastung des Baustellenverkehrs verursacht einen raschen, fähigkeitsmindernden Übergang in weiche und breiige Konsistenz, womit die Böden nicht mehr befahrbar und einbaufähig sind, auch wenn die Böden in erdfeuchtem Zustand eine relativ hohe Kurzzeit-Standfestigkeit aufweisen. Daher werden bei ungünstiger Witterung in steigendem Maße Bodenverbesserungsmaßnahmen erforderlich.

Um das Aufweichen der Schüttlagen und das Eindringen von Wasser in einen teilgeschütteten Damm zu vermeiden, ist nach Abschluss der Tagesleistung oder wenn Niederschläge zu erwarten sind, durch Abwalzen mit Glattmantelwalzen stets ein geschlossenes Planum herzustellen (vgl. ZTV E-StB 17, Abs. 4.3.1.7). Durch entsprechende Quergefälle und eine planmäßige Vorflut – auch während der Bauzeit – ist für ein rasches Abführen von Oberflächenwasser zu sorgen.

Dies gilt ebenfalls für das fertiggestellte Planum der Verkehrsflächen, insbesondere während niederschlagsreichen Perioden.

Generell wird für die hier vorhandenen feinkörnigen Böden eine kombinierte Verdichtung mit Stampffuß-Vibrationswalzen und Glattmantelwalzen empfohlen, um eine möglichst porenarme Verdichtung zu erreichen und gleichzeitig eine geschlossene Oberfläche der Einbaulagen zu erreichen.

Die Schüttlagen sind so zu begrenzen, dass die oben genannten Verdichtungsanforderungen sicher erreicht werden.

Für die **Bodenverbesserung** zur Verbesserung der Einbaufähigkeit und zur Erhöhung der Tragfähigkeit wird bei bindigen, feinkörnigen Böden der Boden durch Fräsen zerkleinert und belüftet und nach Einfräsen von Bindemitteln verdichtet. Als Bindemittel für die Bodenverbesserung kann hier Weißfeinkalk (Baukalk DIN EN 459-1 CL90-Q) oder Mischbindemittel mit bis zu 50 % Zementanteil eingesetzt werden. Für Mischbindemittel sind die Anforderungen der ZTV E-StB und im Merkblatt Nr. 564² der FGSV zu berücksichtigen.

Die Konsistenz des Lösslehms und der Fließerde, die überwiegend als Erdbaumaterial anfallen werden, sind zum Teil steif, aber auch weich bis steif und untergeordnet auch weich. Die oberen etwa 2 m bis 3 m sind jedoch auch starken jahreszeitlichen Schwankungen des natürlichen Wassergehalts unterworfen, so dass während der Bauarbeiten auch in den oberflächennahen Schichten bereits ungünstigere Konsistenzen auftreten können. Außerdem sind innerhalb des Lösslehms im Bereich von Stauwasserzonen Schichten mit weicher Konsistenz vorhanden. Damit ist ein geordneter Wiedereinbau von Aushubmaterial unter Verkehrsflächen oder in Leitungsgräben unter Beachtung der oben genannten Verdichtungsanforderungen überwiegend nur mit Bodenverbesserungsmaßnahmen möglich. Auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen ist davon auszugehen, dass für die o.g. Verdichtungsanforderungen von $D_{Pr} \geq 97\%$ zur Verbesserung der Einbaufähigkeit die gesamten Aushubmassen mit einem durchschnittlichen Bindemittelbedarf von etwa 1,0 % bis 2,5 % bezogen auf die Trockenmasse verbessert werden muss, also etwa 15 kg/m^3 bis 45 kg/m^3 . Bei ungünstiger Witterung wird jedoch ein erhöhter Bindemittelbedarf und deutlich zunehmender Aufwand für eine Bodenverbesserung erforderlich.

Ohne Bodenverbesserung ist aufgrund der zum Teil zu erwartenden weichen und weichen bis steifen Konsistenz eine direkte Wiederverwendung nur im Bereich von Geländemodellierungen und Grünflächen ohne Anforderungen an die Verdichtung, Tragfähigkeit und an die Beschränkung von Setzungen möglich.

Auf dem **(Erd-)Planum** wird erfahrungsgemäß der in der RStO³ 20 zugrundegelegte Verformungsmodul $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ nicht erreicht, so dass zusätzlich zu den oben genannten Bodenverbesserungsmaßnahmen im Planum eine Bodenverbesserung auch zur Erhöhung der Tragfähigkeit erforderlich wird.

Die Bodenverbesserung dient außerdem dazu, das Erdplanum in den Einschnitten und Auf-

² Merkblatt zur Herstellung, Wirkungsweise und Anwendung von Mischbindemitteln, Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV Nr. 564, Ausgabe 2012, FGSV-Verlag, Köln

³ Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV Nr. 499, Ausgabe 2020, FGSV-Verlag, Köln

tragsbereichen während der Bauzeit vor Witterungseinflüssen zu schützen und die Tragfähigkeit für den Baustellenverkehr und das endgültigen Planum der Verkehrsflächen zu erhöhen.

Das fertiggestellte Planum sollte daher grundsätzlich durch Einfräsen von Feinkalk oder Mischbindemitteln stabilisiert werden, soweit dies nicht zu Konflikten mit bereits verlegten Versorgungsleitungen führt. Für die Stabilisierung des Planums in den Einschnitten ist voraussichtlich eine Bodenverbesserung mit 2 % bis 4 % Bindemittel auf eine Tiefe von 0,4 m erforderlich, um den geforderten Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ zu erreichen. Diese Tiefe ist mit gängigen Erdbaufräsen in einem Fräsgang herzustellen.

Einer Bodenverbesserung des Planums durch Bindemittel bis zu 40 cm Tiefe steht alternativ eine notwendige Verstärkung der Tragschicht zwischen 20 cm und 40 cm gegenüber. Im direkten Vergleich zusätzlicher Tragschichtstärke zur Bindemittelstabilisierung dürfte die Bindemittelstabilisierung die günstigere Lösung darstellen, sofern sich eine Bodenverbesserung des Planums mit dem Leitungsbau koordinieren lässt. Falls Versorgungsleitungen nach dem Herstellen einer Bodenverbesserung im Planum verlegt werden sollen, ist darauf zu achten, dass die Gräben auch wieder mit bindemittelverbessertem Boden aufgefüllt werden. Sonst entstehen Schwachstellen im Planum und im späteren Straßenaufbau.

Bei Beginn der Erdarbeiten sollte in Probefeldern und mit begleitenden Eignungsprüfungen die Eignung der gewählten Erdbauverfahren im Hinblick auf die Anforderungen an die Verdichtung, die Einbaufähigkeit des im Aushub gewonnenen Materials, die erforderliche Bindemittelmenge und die Dicke der im Planum notwendigen Bodenverbesserung überprüft werden. Das endgültige Vorgehen beim Einbau und die Wahl von effektiven und angebrachten Prüfmethode bei Eigenüberwachung und Kontrollprüfungen sollte dabei gemeinsam mit dem Erdbauunternehmer abgestimmt werden. Die Leistungen für die Eigenüberwachung des Auftragnehmers sollten dabei aber entsprechend dem Umfang der ZTV E-StB gefordert werden.

7.2 Herstellen von Gräben und Baugruben

Die Leitungsräben binden bis 3 m ins vorhandene Gelände bzw. unter die geplante Fahrbahn ein.

Für bis zu 5 m tiefe Gräben sind die Voraussetzungen für die Ausbildung von Regelböschungen nach DIN 4124 gegeben. Demnach kann in mindestens steifen bindigen Böden (Lösslehm/ Fließerde/ Gipskeuper) eine Böschungsneigung von $\beta = 60^\circ$ angewandt werden. Dies ist hier jedoch im Lösslehm und der Fließerde nicht immer zu erwarten. Falls der Lösslehm und die Fließerde lediglich eine weiche Konsistenz aufweisen, sind die Böschungen auf 45°

abzuflachen. Hier ist dann der Einsatz von Verbaugeräten nach DIN 4124 meist wirtschaftlicher.

Bei den Böschungen muss stets ein lastfreier Streifen von mindestens 1 m an der Böschungsschulter freigehalten werden. Falls Aushubmaterial zwischengelagert wird, ist ein Mindestabstand von 2 m zwischen Böschungsschulter und Zwischendeponie einzuhalten. Ferner ist sicherzustellen, dass kein Oberflächenwasser über die Randböschungen fließt und eventuell anfallendes Hangwasser gefasst und gezielt abgeführt wird.

Grundwasser wurde in den für die Erschließungsarbeiten relevanten Tiefen nicht angetroffen. Nach längeren Niederschlagsperioden kann es jedoch zu leichten Sickerwasseraustritten im Bereich der Stauwasserhorizonte innerhalb des Lösslehms kommen. Bei Grabentiefen > 2 m ist mit erhöhtem Sickerwasserzutritten zu rechnen sodass eine Grabenentwässerung mit einer offenen Wasserhaltung eingeplant werden sollte.

7.3 Rohraufleger

Bei den voraussichtlichen Kanaltiefen von etwa 3 m liegen die Grabensohlen im Baugebiet überwiegend innerhalb des Lösslehms und Fließerde.

Der überwiegend im Baugebiet in der Grabensohle zu erwartende Lösslehm und die Fließerde lassen eine direkte Auflagerung der Rohre zu, wenn die Konsistenz mindestens steif ist. Bei weicher Konsistenz ist die Grabensohle weder als Rohraufleger noch für einen geordneten Baubetrieb ausreichend tragfähig.

In diesem Fall sollte in der Grabensohle eine mindestens 30 cm starke Schotterlage aus einer natürlichen Gesteinskörnung z.B. der Körnung 0/45 mm eingebaut werden.

Für Rohrleitungen erforderliche Trag- und Verformungsnachweise sind anhand der in Tabelle 1 aufgeführten charakteristischen Kennwerte zu führen.

7.4 Aufbau von Verkehrsflächen

Der Aufbau von Verkehrsflächen orientiert sich an den "Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen", Ausgabe 2020 (RStO 20). Entsprechend der Belastungsklassen und der gewählten Bauweise (Asphalt oder Pflaster) ist auf der Oberfläche einer Frostschuttschicht bzw. Schottertragschicht (STS) ein Verformungsmodul $E_{V2} = 100 \text{ MN/m}^2$ bis 150 MN/m^2 gefordert. Zusätzlich ist die Verdichtung der STS über einen Verhältnisswert $E_{V2}/E_{V1} \leq 2,2$ im Plattendruckversuch nachzuweisen.

Für Pflasterflächen sollten in jedem Fall höhere Anforderungen an die Tragfähigkeit mit bis zu $E_{V2} \geq 180 \text{ MN/m}^2$ gestellt werden.

Erfahrungsgemäß kann auf den hier anstehenden Lösslehm nur ein Verformungsmodul von etwa $E_{V2} = 5 \text{ MN/m}^2$ bis 25 MN/m^2 erreicht werden, so dass die Standard-Tragschichtdicken der RStO nicht ausreichen, um eine Tragschicht entsprechend den o.g. Anforderungen herzustellen. In diesem Fall ist entweder die Tragschicht dicker zu bemessen als in der RStO angegeben, oder das Erdplanum ist durch das Einfräsen von Feinkalk oder Mischbindemitteln so zu stabilisieren, dass die gestellten Tragfähigkeitsanforderungen erreicht werden können, siehe oben.

Für die Auffüllbereiche ist ohnehin eine Bindemittelverbesserung des Lösslehms zu empfehlen, so dass hier von einer Tragfähigkeit des Planums von $E_{V2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ ausgegangen werden kann.

Je nach vorhandener Tragfähigkeit des Untergrunds oder Unterbaus können die in Tabelle 3 angegebenen Schichtdicken der ungebundenen Frostschutz- und Tragschicht zur Vorbemessung zugrundegelegt werden.

erreichbarer Verformungsmodul auf dem Untergrund $E_{V2,U}$ (MN/m ²)	erforderliche Schichtdicke d (cm) der Schottertragschicht für $E_{V2,STS} =$		
	100 MN/m ²	120 MN/m ²	150 MN/m ²
10	> 60 cm	> 70 cm	> 80 cm
25	45 cm	50 cm	60 cm
35	35 cm	40 cm	50 cm
45 ¹⁾	25 cm	30 cm	40 cm

¹⁾ Regelfall bei einer Bindemittelverbesserung des Erdplanums

Tabelle 3: Abschätzung der Tragschichtdicken unter Verkehrsflächen

Die Tragfähigkeit (Verformungsmodul) des Planums und der Tragschichtoberfläche ist in der Bauausführung durch Plattendruckversuche nach DIN 18 134 zu überprüfen.

Für die Bestimmung des Ausgangswertes der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus gemäß RStO 20 ist die Lage des Standortes in Frosteinwirkungszone I zu berücksichtigen. Der Untergrund ist als sehr frostepfindlich (F3) einzustufen. Je nach Bauklasse der geplanten Straßen wird eine Erhöhung der in Tabelle 4 genannten Tragschichtdicken erforderlich, um die nach den RStO 20 geforderte Mindestdicke des frostsicheren Oberbaus zu erreichen.

7.5 Hinweise zu Gründungsmöglichkeiten für Wohnhäuser

Einfache Hochbauten, wie Einfamilienhäuser mit oder ohne Unterkellerung, können in der Regel mit einer Flachgründung, z.B. auf Streifen- und Einzelfundamenten, im Lösslehm, der Fließerde oder im verwitterten Gipskeuper gegründet werden. Wegen der örtlich weichen Konsistenz des Lösslehms und der Fließerde können Streifen- und Einzelfundamente jedoch nicht über den Bemessungswert des Sohlwiderstandes nach den Tabellenwerten im Anhang A1 der DIN 1054:2010-12 bemessen werden, sondern es sind - ggf. auf der Grundlage weiterer geotechnischer Untersuchungen - bauwerksbezogene Festlegungen zu treffen. Prinzipiell sind Bauweisen mit einer hohen Eigensteifigkeit des Gebäudes vorzuziehen, bei denen z. B. die Geschosswände als steife Scheiben ausgebildet werden können. Hierfür kommen aber auch Plattengründungen in Verbindung mit einer ausreichend dicken Schottertragschicht (Gründungspolster) in Betracht.

Aufgrund der anstehenden, frostempfindlichen Böden sind die Fundamente oder bei einer Gründungsplatte die umlaufenden Frostschrägen bis in frostsichere Tiefen von $t \geq 80$ cm vorzusehen.

Bei einer Plattengründung ist auf dem anstehenden Baugrund der Einbau einer 30 cm bis 50 cm dicken Schottertragschicht zu empfehlen, wodurch gleichmäßigere Bettungsbedingungen für die Gründungsplatte erreicht werden.

Für die Bauwerke ist nach DIN 18 533-1 ohne weitere Maßnahmen von einer **Wassereintrittsklasse W2.1-E** auszugehen. Aufgrund der erfahrungsgemäß geringen Durchlässigkeit ($k_f < 10^{-4}$ m/s) der bindigen Böden empfehlen wir die Bauwerke mit einer Dränanlage mit Anschluss an eine Vorflut auszubilden, in diesem Fall ist dann die Wasserentwicklungs-kategorie W1.2-E maßgeblich.

Um eine sichere und wirtschaftliche Gründung für die jeweiligen Gebäude planen zu können, empfehlen wir, für die jeweiligen Bauvorhaben eine objektbezogene Baugrunderkundung durchzuführen und einen bauwerksbezogenen geotechnischen Bericht erstellen zu lassen.

7.6 Versickerungsfähigkeit der Böden

Nach dem Arbeitsblatt DWA A138 werden Böden mit Durchlässigkeiten zwischen 5×10^{-3} m/s und 5×10^{-6} m/s als zur Versickerung von Niederschlägen geeignet ansehen. Sowohl der im Baugebiet anstehende Lösslehm als auch die Fließerde und die Schichten des Gipskeupers weisen erfahrungsgemäß durch den hohen Feinkornanteil eine überwiegend geringere Durchlässigkeit in der Größenordnung von weniger als 10^{-7} m/s auf und sind daher für die Versickerung von Oberflächenwasser nicht geeignet.

8 Mitwirkung bei der Bauplanung und Ausführung

Das **geologische Modell des Baugrunds**, das Grundlage unserer bautechnischen Empfehlungen ist, resultiert aus punktuellen Aufschlüssen. Es kann den Baugrund daher nicht exakt beschreiben, und Abweichungen - vor allem hinsichtlich der Schichtgrenzen - zwischen den Erkundungspunkten sind möglich. Eine **Baugrundüberprüfung** während der Erdarbeiten ist daher zwingend erforderlich. Desweiteren empfehlen wir, für die späteren Hochbauten bzw. Wohnhäuser eine objektbezogene Baugrunderkundung durchzuführen und einen bauwerksbezogenen geotechnischen Bericht erstellen zu lassen.

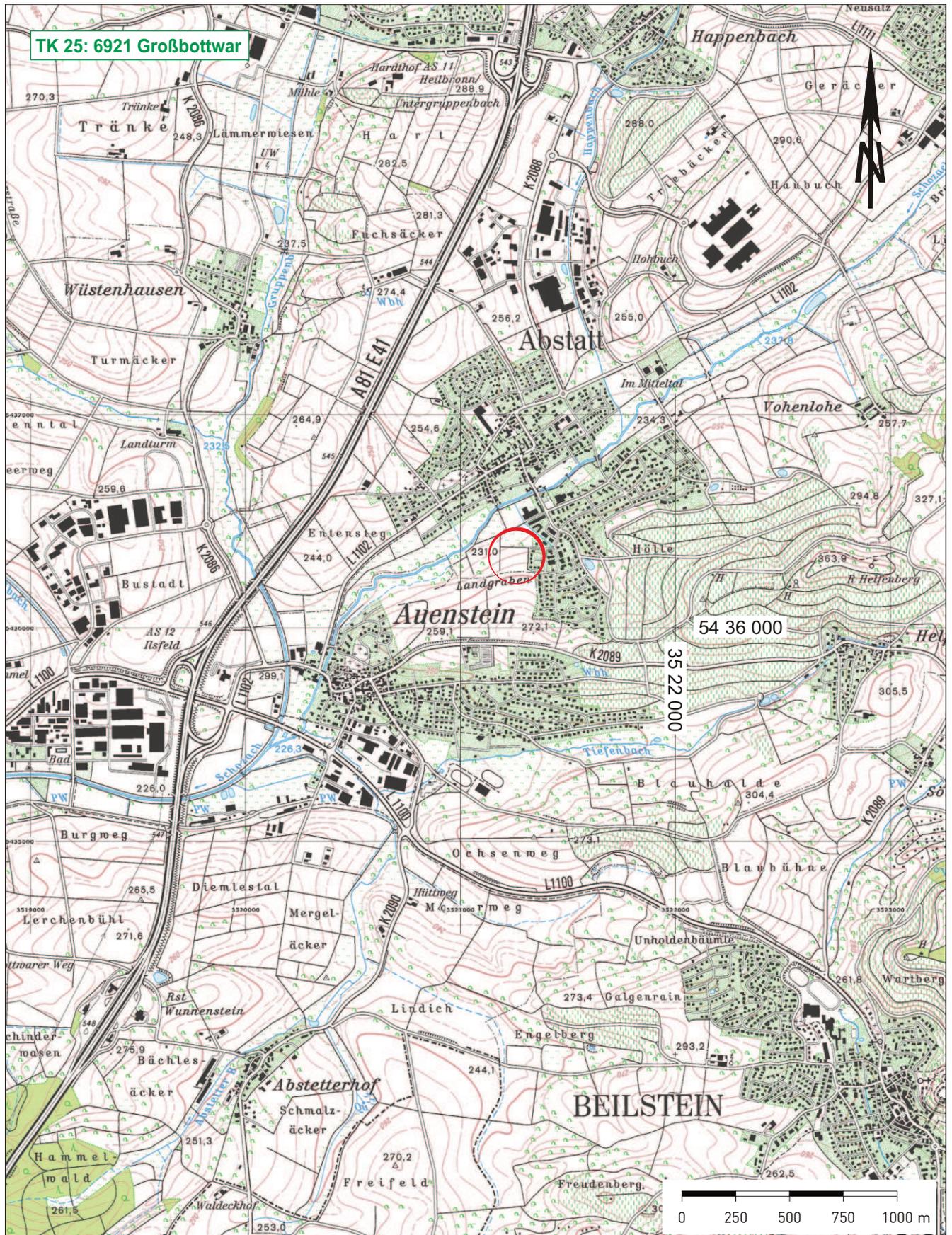
Wir empfehlen weiterhin:

- Abweichungen von der beschriebenen Schichtung und Beschaffenheit des Untergrundes oder das Antreffen von Grundwasser sind uns sofort mitzuteilen.
- Beim Aushub der Leitungsgräben und dem Freilegen des Planums der Verkehrsflächen ist es zweckmäßig, uns zur Beurteilung des Baugrundes hinzuzuziehen.

Wir bitten, uns rechtzeitig zu benachrichtigen.

Die geotechnische Bewertung beruht auf den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen. Planerische Änderungen und konstruktive Detailplanungen, die auf unsere Aussagen Einfluss haben könnten, sind mit uns abzustimmen.

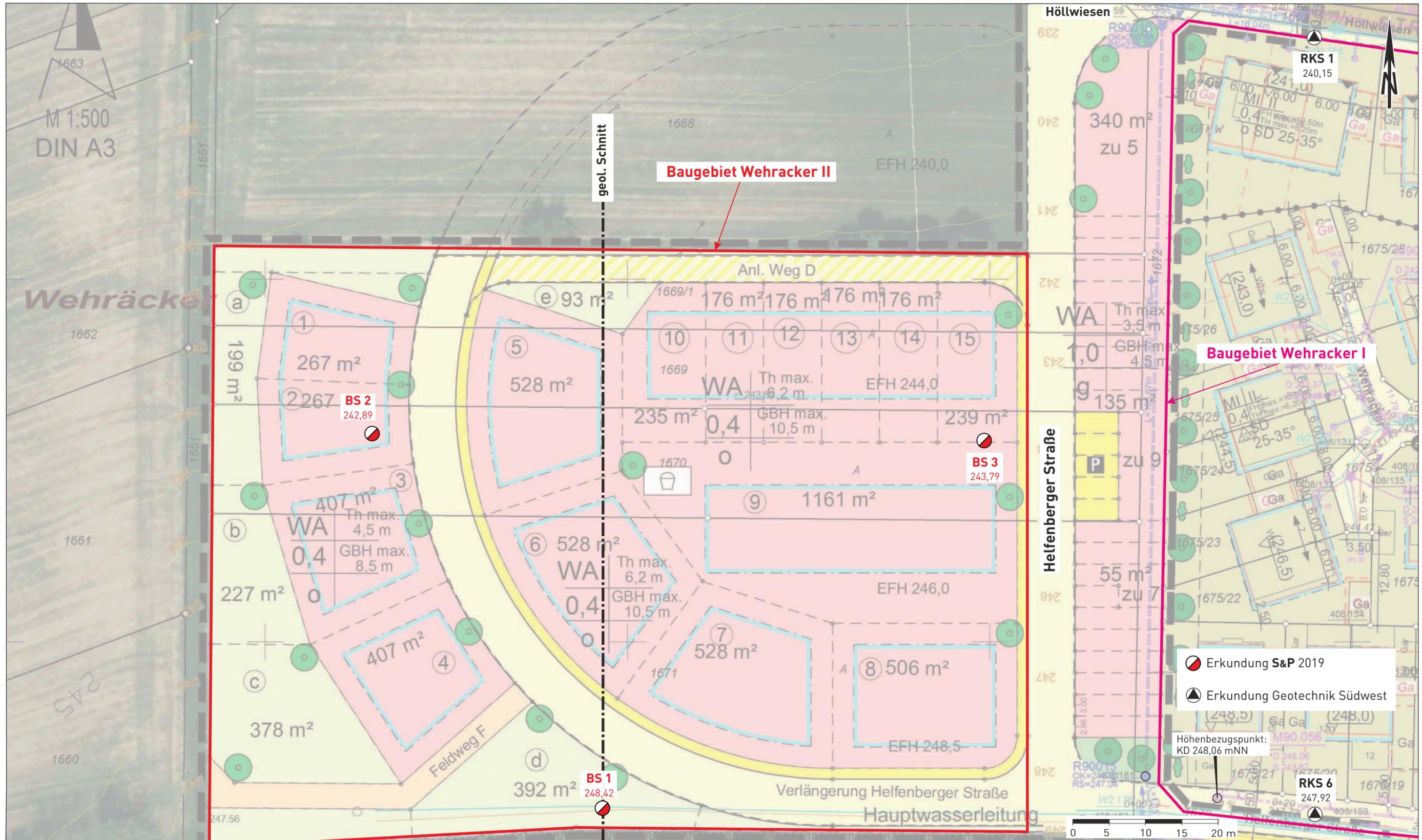
<u>Anlagen</u>	Anlage
Lagepläne des geplanten Baugebiets	
▪ Übersichtslageplan (M 1:25 000)	1.1
▪ Lageplan (M 1:500) der Kleinbohrungen und Verlauf des geologischen Schnittes (Anlage 3)	1.2
Gelände-Erkundung (M 1:100)	
▪ Kurzzeichen und Abkürzungen nach DIN 4023 und DIN 18 196	2.0
▪ Schichtenfolgen der Kleinbohrungen	
- BS 1	2.1.1
- BS 2	2.1.2
- BS 3	2.1.3
▪ Schichtenfolgen der Fremdbohrungen RKS1 und RKS 6 von 1999 (4 Blatt)	2.2
Geologischer S-N Geländeschnitt (M 1:250/100) senkrecht zur Helfenberger Straße	3
Zustandsgrenzen der Fließerde und des Lösslehms	4



Übersichtslageplan mit Lage des Bauvorhabens

gez. ko
gepr. KM

Maßstab
1:25000



Lageplan der Erkundungspunkte und
 Verlauf des geologischen Geländeschnittes

gez.	ad	Maßstab 1:500
gepr.	KM	

Untersuchungsstellen

- ☒ SCH Schurf
- BK Kernbohrung
- BS Kleinbohrung

Rammsondierung (Dynamic Probing)

- ▼ DPL leichte Sonde (light)
- ▼ DPM mittelschwere Sonde (medium)
- ▼ DPH schwere Sonde (heavy)

Bodenproben

- Güteklasse 1
- Güteklasse 3
- ☒ Kernstück

Bodenarten-Beschreibung

A	Auffüllung		
Y	Blöcke	y	mit Blöcken
X	Steine	x	steinig
G	Kies	g	kiesig
S	Sand	s	sandig
U	Schluff	u	schluffig
T	Ton	t	tonig
H	Humus, Torf	h	humos, torfig
F	Faulschlamm	o	org. Anteile
Mg	Mergel	mg	mergelig
		dol.	dolomitisch

Korngrößen

- f fein
- m mittel
- g grob
- grobkörnige Nebenanteile**
(Massenanteile Körnungslinie)
- schwach (< 15 %)
- stark (> 30 %)
- feinkörnige Nebenanteile**
(Einfluss auf Verhalten des Bodens)
- schwach
- stark

Konsistenz

- }} breiig
- } weich
- | steif
- | halbfest
- || fest
- Kalkgehalt**
(Aufbraus-Test: 10 % HCl)
- Ca:0 kalkfrei
- Ca:+ kalkhaltig
- Ca:++ stark kalkhaltig

Felsarten-Beschreibung

Z	Fels allgemein
Zv	Fels verwittert
Ko, Br	Konglomerat, Brekzie
Sst	Sandstein
Utst, Tst	Schluffstein, Tonstein
Mst, Kst	Mergelstein, Kalkstein
Dst	Dolomitstein
Gyst	Gipsstein
Mem	Massige Metamorphite (z.B. Gneis)
Pl	Plutonite (z.B. Granit)
Vu	Vulkanite (z.B. Basalt)

Abschätzung der einaxialen Druckfestigkeit (Df) im Feld

<u>Bezeichnung</u>	<u>Feldversuch</u>
außerordentlich gering	mit Fingernagel leicht ritzbar
sehr gering	mit Messer ritzbar, durch feste Aufschläge mit Hammerspitze zu zerbröckeln
gering	mit Messer schwer ritzbar, durch feste Aufschläge mit Hammerspitze schwach einkerbar
mäßig hoch	mit Messer nicht mehr ritzbar, durch einen festen Hammerschlag zu zerbrechen
hoch	nur durch mehrere Hammerschläge zu zerbrechen
sehr hoch	nur durch sehr viele Hammerschläge zu zerbrechen
außerordentlich hoch	durch Schläge mit dem Hammer lösen sich nur Splitter
Kalkgehalt	(s. Boden)

Zerlegung

- ⚡ klüftig
- Schichtflächenabstand**

<u>Bezeichnung</u>	<u>Abstand [mm]</u>
sehr dick	größer als 2000
dick	2000 bis 600
mittel	600 bis 200
dünn	200 bis 60
sehr dünn	60 bis 20
grob laminiert	20 bis 6
fein laminiert	kleiner als 6

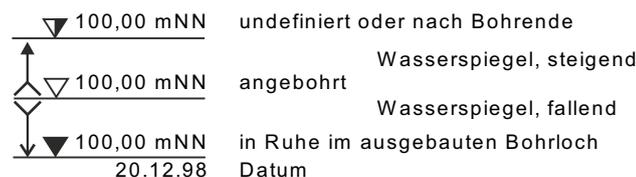
- Kluftflächenabstand**

<u>Bezeichnung</u>	<u>Abstand [mm]</u>
sehr weitständig	größer als 2000
weitständig	2000 bis 600
mittelständig	600 bis 200
engständig	200 bis 60
sehr engständig	60 bis 20
außerordentlich engständig	kleiner als 20

Verwitterungsstufen	VS 5	VS 4	VS 3	VS 2	VS 1	VS 0
Gesteinstyp	Boden	Boden	Boden + Gestein	Gestein	Gestein	Gestein
Bezeichnung	zersetzt	vollständig verwittert	stark verwittert	mäßig verwittert	schwach verwittert	frisch
Beschreibung	gesamtes Gestein zu Boden umgewandelt, ohne Gefüge	gesamtes Gestein zu Boden umgewandelt, Gefüge größtenteils unversehrt	mehr als die Hälfte des Gesteins zersetzt oder zerfallen Gestein liegt als zusammenhängendes Steinskelett oder Steinkern vor.	weniger als die Hälfte des Gesteins verwittert oder zersetzt	Verfärbung	möglicherweise leichte Verfärbung

Grundwasser (Gw)

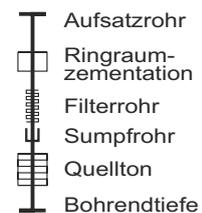
Gw-Spiegel / Gw-Stand



Normen:

- DIN EN ISO 14688, DIN EN ISO 14689-1
- DIN 4022, DIN 4023
- ☒ Vernässung oberhalb des Gw

Gw-Messstelle

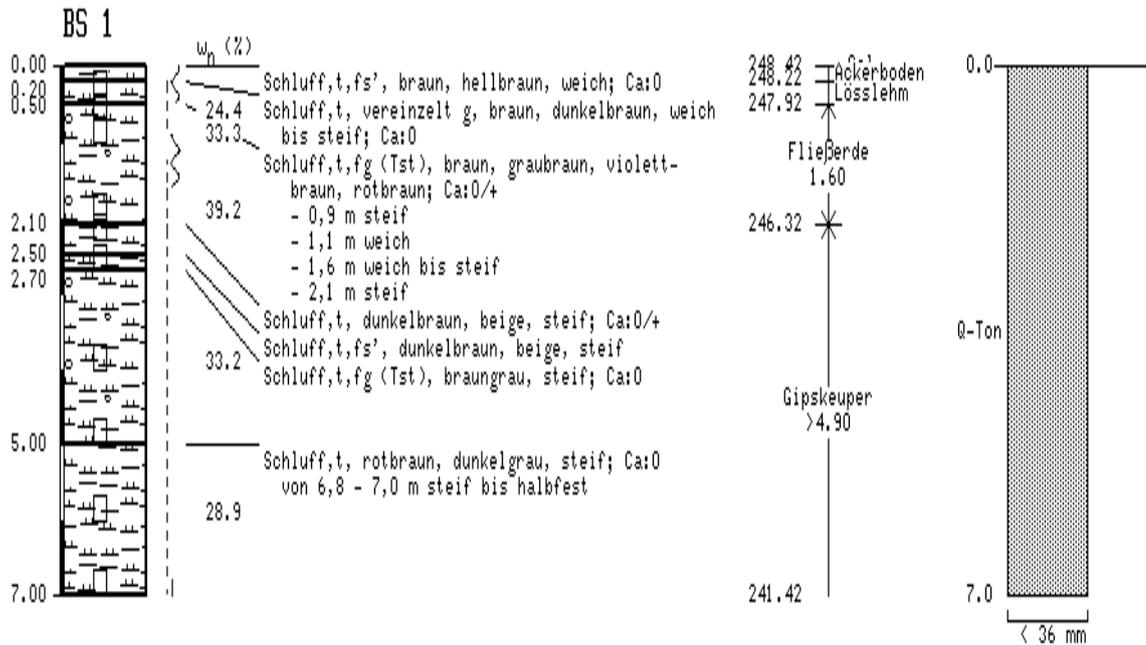


Beschreibung der Schichtenfolgen:
Kurzzzeichen und Abkürzungen

TK 25: 6921 Großbottwar
 R ≈ 35 21 230 / H ≈ 54 36 261
 genaue Lage s. Anlage 1.2
 Ansatzhöhe: 248.42 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Klingler/S&P
 gebohrt am: 31.01.19
 aufgenommen: M.Sc. Gödde, K./S&P
 G:'S&P'AUFTR19'19007'BS01.bpr; me; 04.03.2019

Verfüllung



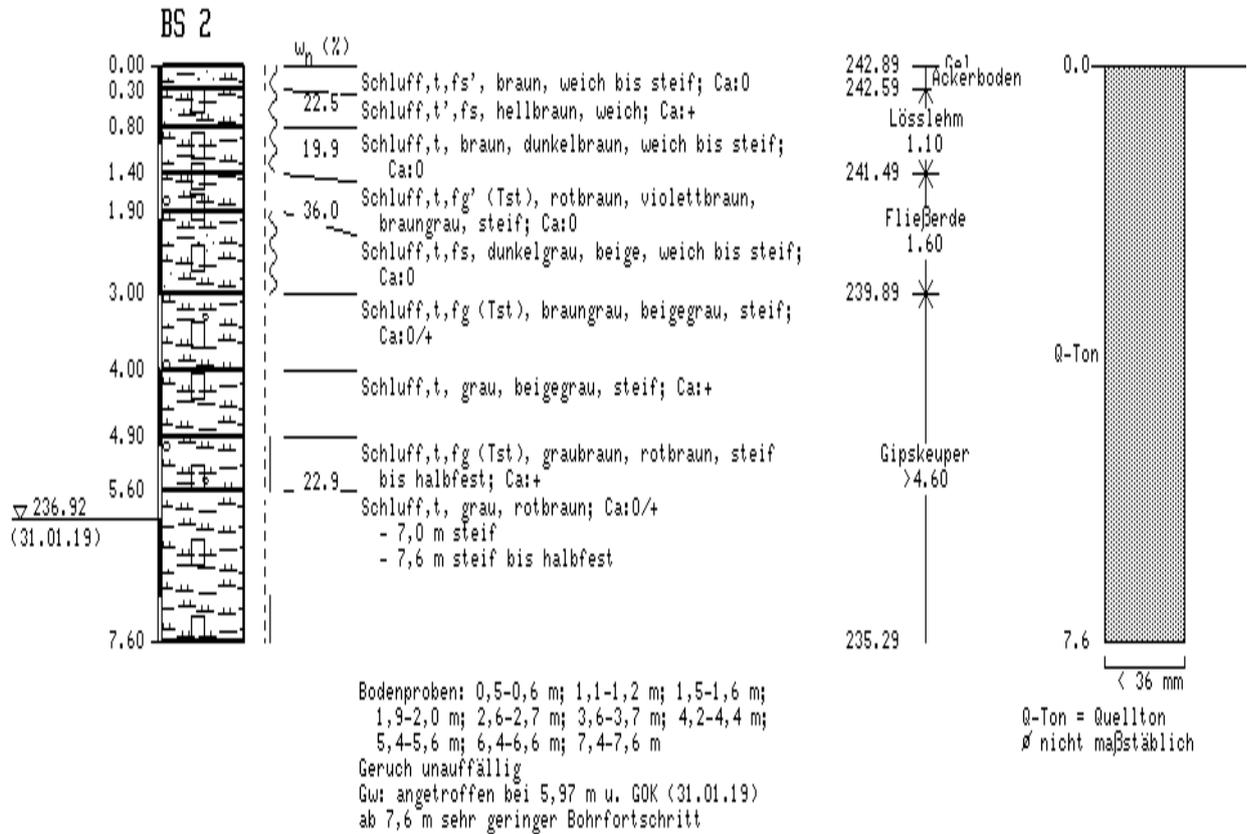
Bodenproben: 0,3-0,4 m; 0,6-0,7 m; 0,9-1,0 m;
 1,9-2,0 m; 2,2-2,3 m; 2,6-2,7 m; 3,8-4,0 m;
 4,8-5,0 m; 5,8-6,0 m; 6,8-7,0 m
 Geruch unauffällig
 kein Gw angetroffen
 ab 7,00 m sehr geringer Bohrfortschritt

Q-Ton = Quellton
 ∅ nicht maßstäblich

TK 25: 6921 Großbottwar
 R ≈ 35 21 198 / H ≈ 54 36 313
 genaue Lage s. Anlage 1.2
 Ansatzhöhe: 242.89 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Klingler/S&P
 gebohrt am: 31.01.19
 aufgenommen: M.Sc. Gödde, K./S&P
 G:'S&P'AUFTR19'19007'BS02.bpr; me; 04.03.2019

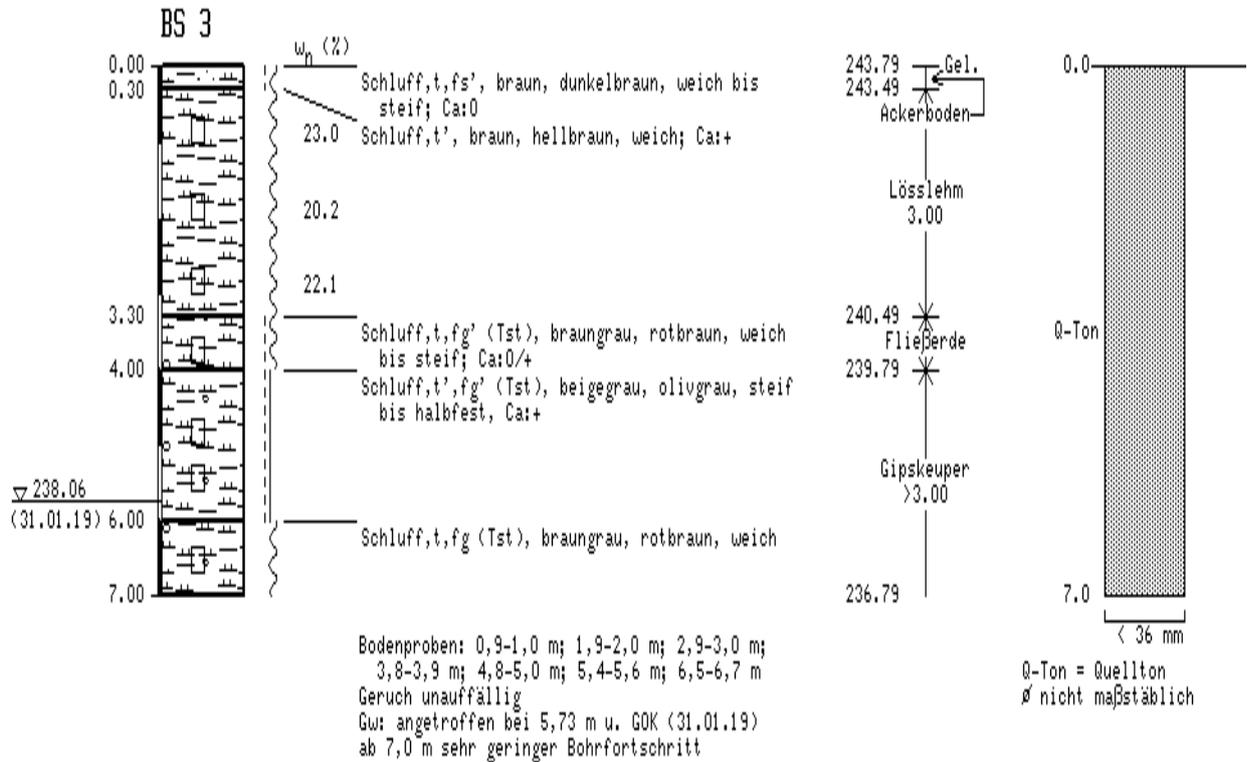
Verfüllung



TK 25: 6921 Großbottwar
 R ≈ 35 21 283 / H ≈ 54 36 312
 genaue Lage s. Anlage 1.2
 Ansatzhöhe: 243.79 mNN (= Gel.)

gebohrt von: Klingler/S&P
 gebohrt am: 31.01.19
 aufgenommen: M.Sc. Gödde, K./S&P
 G:'S&P'AUFTR19'19007'BS03.bpr; me; 04.03.2019

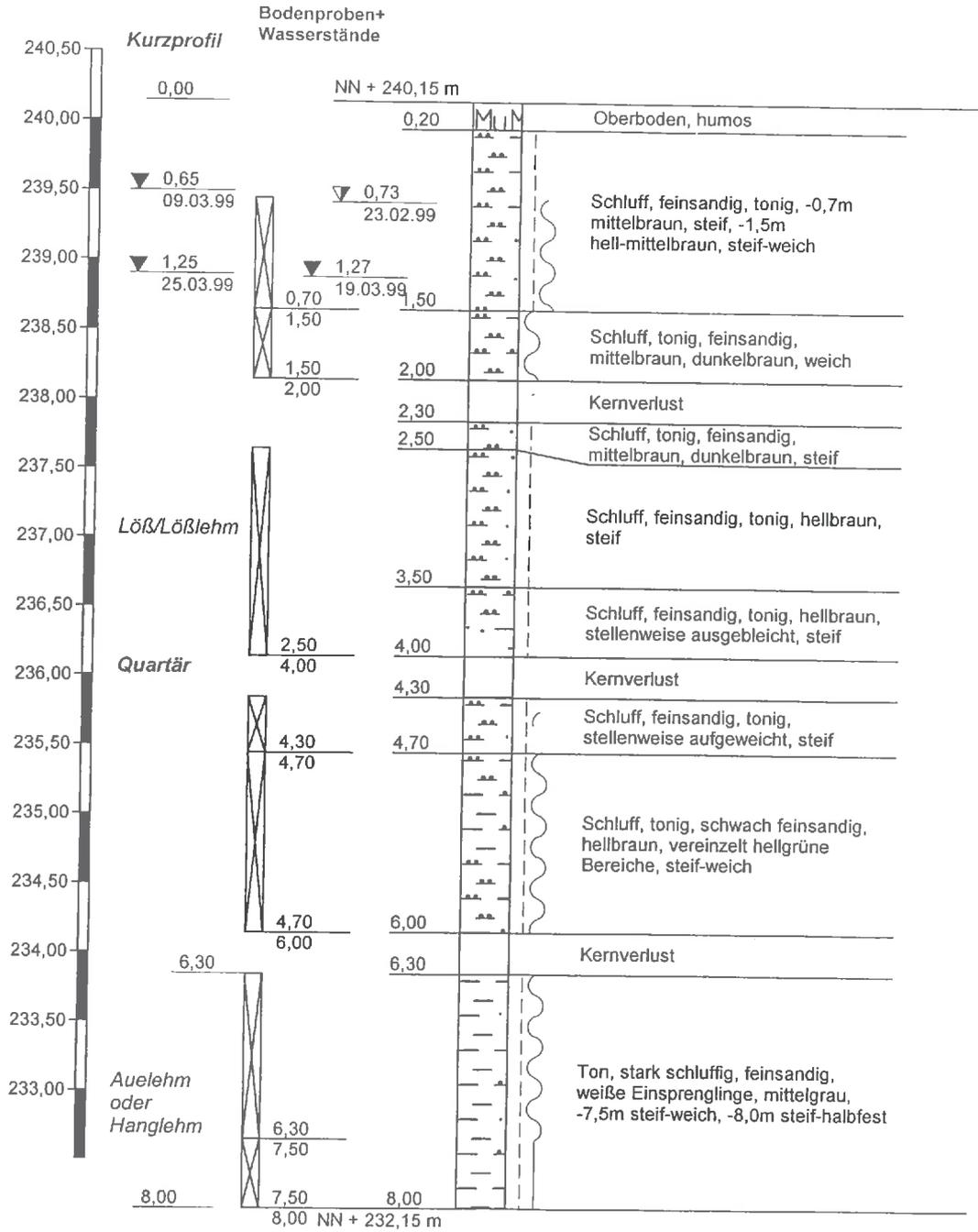
Verfüllung



Schichtenfolgen der Fremdbohrungen
Geotechnik Südwest
(M 1:50)

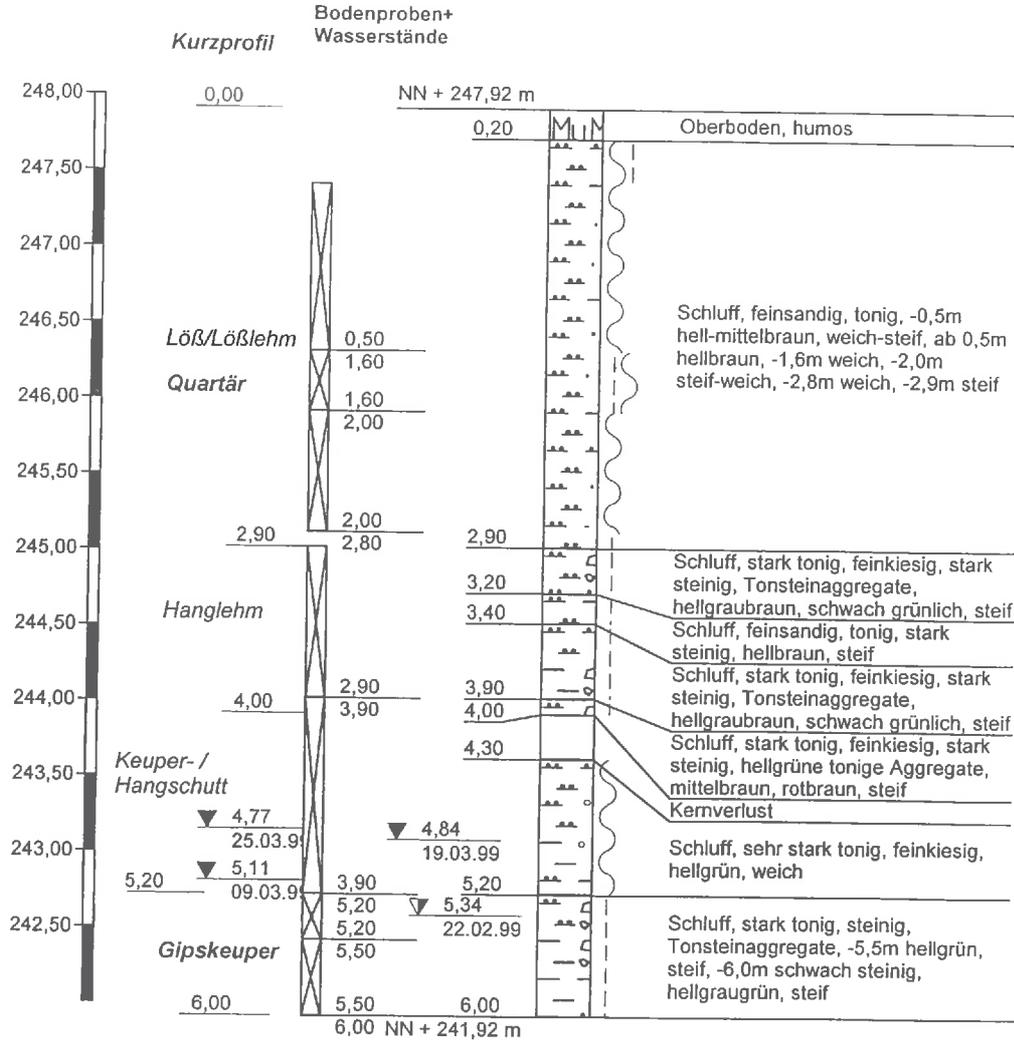
- RKS 1
- RKS 6

RKS 1

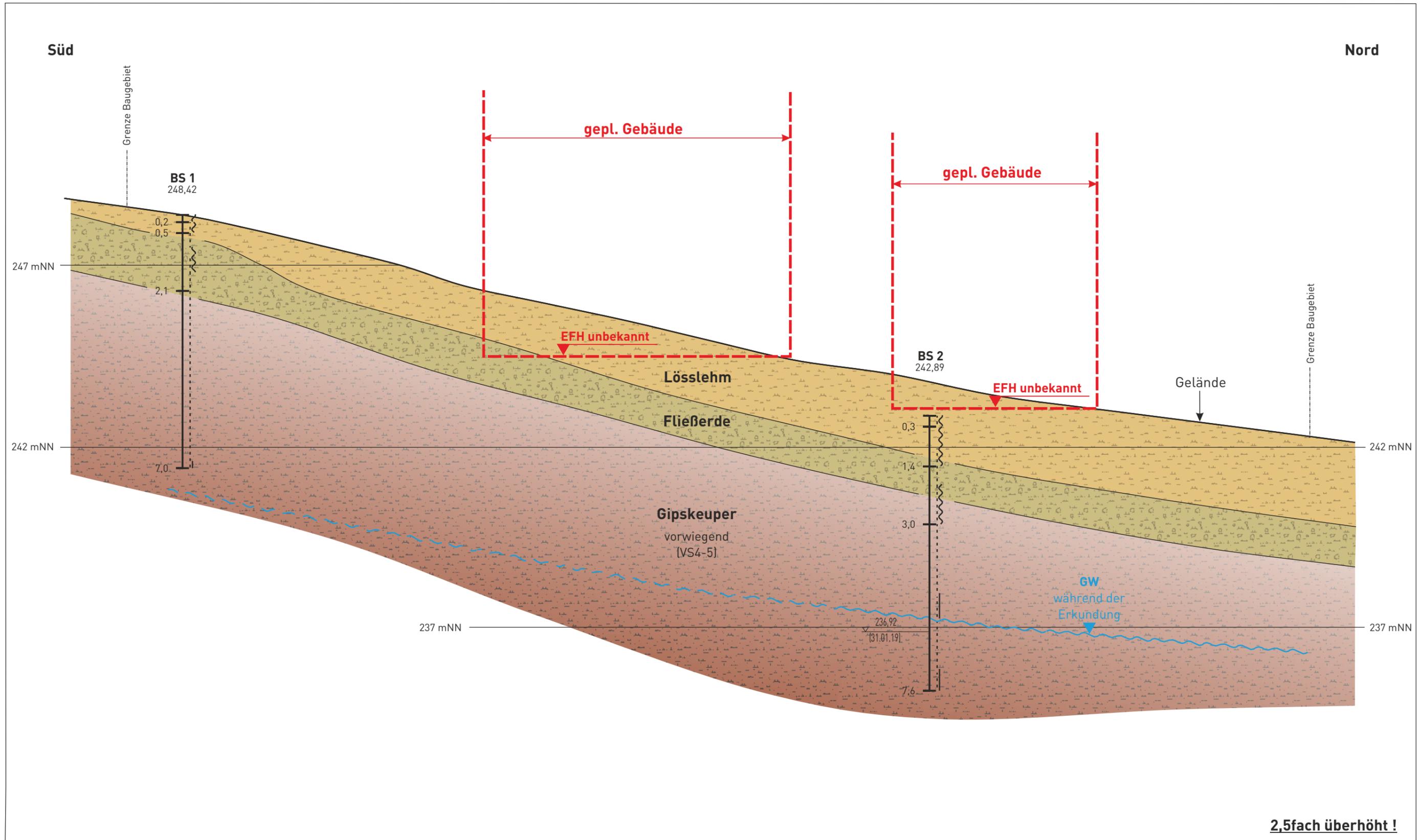


Höhenmaßstab 1:50

RKS 6



Höhenmaßstab 1:50

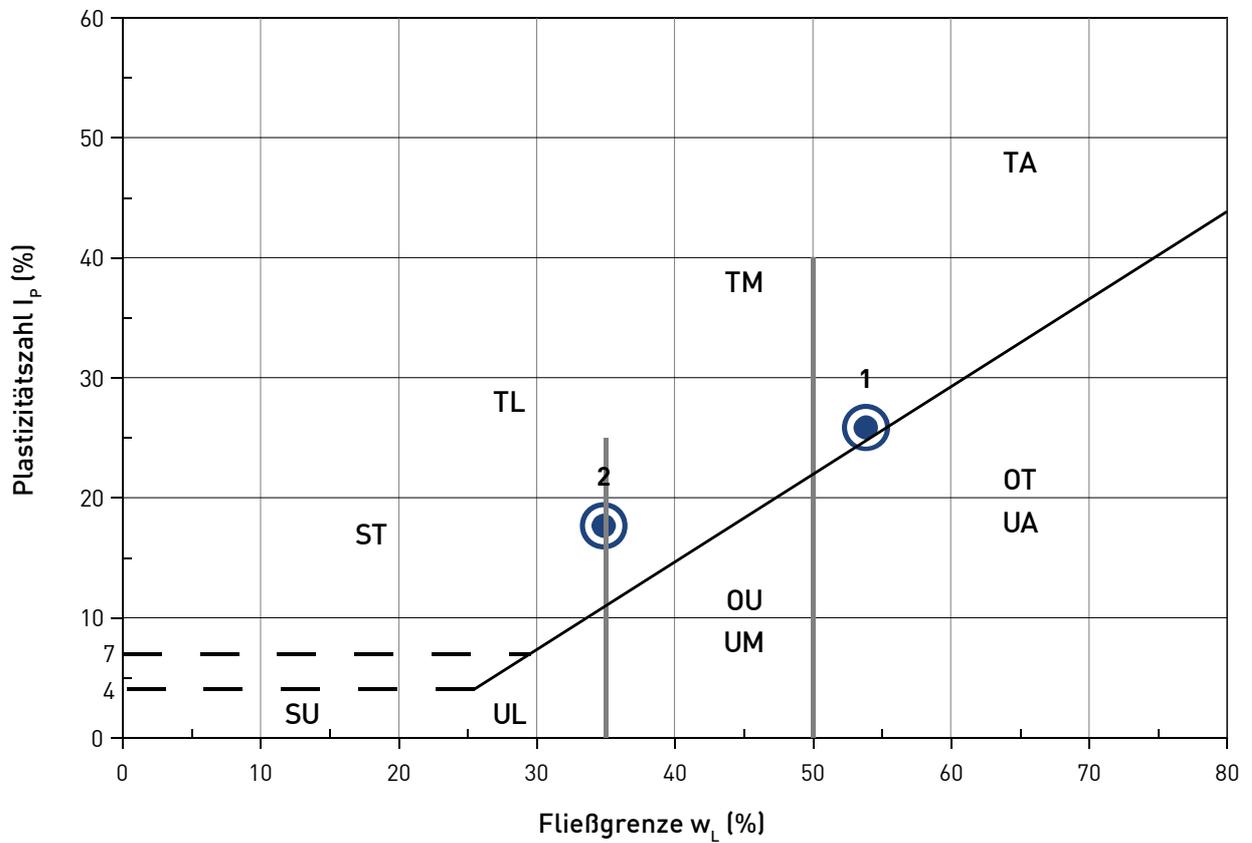


2,5fach überhöht !

Geologischer S-N-Geländeschnitt
 (Schnittführung siehe Anlage 1.2)

gez. ad gepr. KM	Maßstab 1:250/100
---------------------	----------------------

Zustandsgrenzen nach DIN 18122-1



Probe Nr.		1	2
Aufschluss		BS 1	BS 3
Entnahmetiefe	(m u.Gel.)	0,9 m – 1,0 m	1,9 m – 2,0 m
Bodenart		U,t	U,t'
Geologie		Fließerde	Lösslehm
Natürl. Wassergehalt	w_n (%)	33,3	20,2
Überkorn	\ddot{u} (%)		
Wassergehalt Matrix	$w_{<0,4}$ (%)		
Fließgrenze	w_L (%)	53,8	34,9
Ausrollgrenze	w_p (%)	28,0	17,2
Plastizitätszahl	I_p (%)	25,8	17,6
Konsistenzzahl	I_c (%)	0,79	0,83
Konsistenz		steif	steif

Bodenklassifikation nach DIN 18196:

SU Sand-Schluff-Gemisch	TL Ton, leichtplastisch	OU Schluffe mit organischen Beimengungen oder organogene Schluffe
ST Sand-Ton-Gemisch	TM Ton, mittelpplastisch	OT Tone mit organischen Beimengungen oder organogene Tone
UL Schluff, leichtplastisch	TA Ton, ausgeprägt plastisch	
UM Schluff, mittelpplastisch		
UA Schluff, ausgeprägt zusammendrückbar		