

BAUGRUNDERKUNDUNG

BAUGRUNDGUTACHTEN

BAUVORHABEN: Bebauungsplan Abersdorf Ost,
85643 Steinhöring

AUFTRAGGEBER Gemeinde Steinhöring
Berger Str. 3
85643 Steinhöring

DATUM: 12.11.2024

PROJEKT-NR.: B245254



Dipl.-Ing. Christian Posch
(Projektleiter)



M. Sc. Martin Schilcher
(Bearbeiter)

TÄTIGKEITSFELDER

Geotechnik
Hydrogeologie
Grundbaustatik
Altlasten
Qualitätssicherung
Deponie- und Erdbauplanung

Prüfsachverständige
für Erd- und Grundbau
Sachverständige
§ 18 BBodSchG, SG 2
Private Sachverständige
in der Wasserwirtschaft

POSTANSCHRIFT

Crystal Geotechnik GmbH
Schustergasse 14
83512 Wasserburg

NIEDERLASSUNGSLEITUNG

Dipl.-Ing. Thomas Langer

TELEFON / FAX

08071-92278-0 / -22

INTERNET / E-MAIL

www.crystal-geotechnik.de
wbg@crystal-geotechnik.de

BANKVERBINDUNG

Kreis- und Stadtparkasse Wasserburg
IBAN: DE40 7115 2680 0000 0012 48
BIC: BYLADEM1WSB

AG AUGSBURG HRB 9698

GESCHÄFTSFÜHRUNG

Dr.-Ing. Gerhard Gold
Dipl.-Ing. Raphael Schneider

HAUPTSITZ UTTING AM AMMERSEE

Crystal Geotechnik GmbH
Hofstattstraße 28
86919 Utting am Ammersee
Telefon / Fax: 08806-95894-0 / -44
E-Mail: utting@crystal-geotechnik.de

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	4
1.1	Bauvorhaben / Vorgang	4
1.2	Arbeitsunterlagen	5
2	FELD- UND LABORARBEITEN.....	6
2.1	Feldarbeiten.....	6
2.2	Bodenmechanische Laborversuche.....	7
2.2.1	Körnung der erkundeten Bodenarten.....	7
2.2.2	Wassergehalt und Organik der erkundeten Bodenarten	8
3	BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE	9
3.1	Geologisch-morphologischer Überblick.....	9
3.2	Erkundete Untergrundsichtung.....	9
3.1.1	Organische Böden, teils aufgefüllt (Homogenbereich O1)	9
3.1.2	Kiesauffüllung (Homogenbereich B1)	11
3.1.3	Schwemmböden (Homogenbereich B2)	12
3.1.4	Geschiebemergel (Homogenbereich B3).....	13
3.2	Grundwasserverhältnisse	14
4	ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN	16
4.1	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	16
4.2	Charakteristische Bodenparameter.....	17
4.3	Aufnehmbarer Sohldruck für Fundamentgründungen	18
4.4	Charakteristischer Bettungsmodul für Plattengründung	19
5	HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG.....	21
5.1	Erdbau / Baugrube / Verbau	21
5.2	Wasserhaltung.....	22
5.3	Gründung	23
5.4	Bauwerkstrockenhaltung und Auftriebssicherheit.....	25
5.5	Arbeitsraumverfüllung.....	25
5.6	Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser	26
6	ZUSAMMENFASSUNG / SCHLUSSBEMERKUNGEN.....	27

TABELLEN

Tab. (1.1)	Kennzeichnende Daten zum Bauvorhaben	5
Tab. (1.2)	Arbeitsunterlagen.....	5
Tab. (2.1)	Kennzeichnende Daten der Untergundaufschlüsse	6
Tab. (2.2)	Durchgeführte Laborversuche.....	7
Tab. (2.3)	Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Bodenmaterialien	7
Tab. (2.4)	Kennzeichnende Daten zum Glühverlust der erkundeten Bodenmaterialien	8
Tab. (4.1)	Bodenklassifizierung und Homogenbereiche	16
Tab. (4.2)	Charakteristische Bodenparameter	18
Tab. (4.3)	Aufnehmbarer Sohldruck für Streifenfundamente in Schwemmböden/ Geschiebemergeln von \geq steifer Konsistenz (auf Kiestragschicht)	19
Tab. (4.4)	Charakteristischer Bettungsmodul für Plattendründungen in Schwemm- böden/Geschiebemergeln von \geq steifer Konsistenz (auf Kiespolster).....	20

ANLAGENVERZEICHNIS

(1)	Lagepläne	
	(1.1) Übersichtslageplan	M 1 : 25.000
	(1.2) Lageplan mit Aufschlusspunkten und Schnittführung	M 1 : 500
(2)	Geologische Schnitte	
	(2.1) Geologischer Schnitt A-A'	M 1 : 200 / 50
	(2.2) Geologischer Schnitt B-B'	M 1 : 200 / 50
(3)	Profile der abgeteufte Aufschlüsse	
	(3.1) Bohrsondierungen (BS 1 - BS 4)	M 1 : 50
	(3.2) Baggerschürfe (SCH 1 + SCH 2)	M 1 : 50
	(3.3) Schwere Rammsondierungen (DPH 1 + DPH 2)	M 1 : 50
(4)	Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche	

1 ALLGEMEINES

1.1 Bauvorhaben / Vorgang

Gemäß dem vorliegenden Bebauungsplan Abersdorf Ost der Gemeinde Steinhöring sollen die bestehenden Gebäude auf dem Grundstück mit der Flur Nr. 1850/2 (Etzenberger Str. 4) abgerissen und durch drei Neubauten (Wohnhäuser) ersetzt werden. Zu den geplanten Neubauten liegen noch keine Planungsdetails vor.

Unser Institut, die Crystal Geotechnik GmbH, hat bereits im Juni 2024 im Auftrag der Gemeinde Steinhöring zwei Baggerschürfe zur Erkundung der Grundwasser-/Schichtwasser-Verhältnisse durchgeführt und einen geotechnischen Kurzbericht zur Versickerung von Oberflächenwasser verfasst. Dieser wird in vorliegendem Gutachten berücksichtigt.

Zwischenzeitlich wurden weitere Fragestellungen zur Tragfähigkeit des Untergrundes und Standsicherheit des Hanges aufgeworfen. Um diese zu beantworten, wurde unser Institut mit einer fundierten Baugrunderkundung und Begutachtung des Untergrundes beauftragt. Hierzu wurden Sondierungen abgeteuft und an Bodenproben bodenmechanische Laborversuche durchgeführt.

Die Ergebnisse der Feld- und Laborarbeiten werden in vorliegendem Bericht dokumentiert und beurteilt. Neben einer Beschreibung der Untergrundverhältnisse und Angabe der erforderlichen geotechnischen Planungsgrundlagen (Homogenbereiche, Bodenklassen, Bodenparameter, etc.) werden die für die Gründung benötigten Tragfähigkeitswerte (aufnehmbare Sohldrücke, Bettungsmodule) angegeben. Weiterhin erfolgen geotechnische Hinweise zur Bauausführung, insbesondere zu folgenden Gesichtspunkten:

- Erdarbeiten, Herstellung von Baugruben, Baugrubenverbauten,
- Gründung der Gebäude
- Stabilität des Hanges (Baugruben-/Hangsicherung)
- Mögliche Beeinflussung benachbarter Gebäude
- Versickerung von Oberflächenwasser

In den Tabellen und Anlagen dieses Berichtes werden zur Bodenbeschreibung nach DIN EN ISO 14688-1 die Kurzzeichen nach DIN 4023 verwendet. Die Klassifizierung der Böden erfolgt gemäß DIN EN ISO 14688-2 durch Verwendung der Bodengruppen nach DIN 18196.

Die kennzeichnenden Daten zum Bauvorhaben sind in nachfolgender Tabelle (1.1) zusammengestellt.

Tab. (1.1) Kennzeichnende Daten zum Bauvorhaben

Baulicher Gesichtspunkt	Information
BAUGRUNDSTÜCK	
Lage / Größe	südlicher Ortsteil von Abersdorf / 2.253 m ²
Flur Nr., Gemarkung	1850/2, Abersdorf
derzeitige Nutzung	Wohn- und Geschäftshaus (ehem. Kfz-Werkstatt)
Geländemorphologie	Hanglage
Geländehöhen	ca. 527 m NN (W) bis 534 m NN (E)
Hangneigung	ca. 1 : 5 bis 1 : 15 nach Westen geneigt
BAUWERK (PLANUNG)	
Anzahl Gebäude	3 Wohngebäude
Anzahl Geschosse	k. A. (vermutlich 3-4: UG, EG, 1./2. OG)
Grundrissabmessungen	ca. 18 m x 13 m / 18 m x 12 m / 15 m x 13 m

1.2 Arbeitsunterlagen

Zur Ausarbeitung des vorliegenden Berichtes standen uns die in nachfolgender Tabelle (1.2) genannten Arbeitsunterlagen und Informationen zur Verfügung.

Tab. (1.2) Arbeitsunterlagen

Typ / Maßstab	Ersteller / Datum
BAUWERK / PLANUNG	
Bebauungsplan Teil A BP, M 1:1.000	Gemeinde Steinhöring / 12.03.2024
Luftbildaufnahme M 1 : 500	Bayern Atlas
GEOLOGIE / UNTERGRUNDSCHICHTUNG	
Digitale Geologische Karte	Umweltatlas des Bayerischen Landesamtes für Umwelt
Bohrsondierungen und Schwere Rammsondierungen	Crystal Geotechnik GmbH, Wasserburg / Sept. 2024
Bodenmechanische Laboruntersuchungen	Crystal Geotechnik GmbH, Wasserburg / Sept. 2024
Geotechnischer Kurzbericht zur Versickerungsfähigkeit des Untergrundes	Crystal Geotechnik GmbH, Wasserburg / Juni 2024

2 FELD- UND LABORARBEITEN

2.1 Feldarbeiten

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse im Bereich des Bauvorhabens wurden durch einen Mitarbeiter unseres Instituts am 09. und 10.09.2024 vier Bohrsondierungen mit Endteufen von 4,5 m bis 6,0 m unter GOK und zwei schwere Rammsondierungen mit Endtiefen von 6,0 m und 7,0 m unter GOK abgeteuft.

Zur Erkundung der Sickerfähigkeit des Untergrundes wurden bereits im Juni 2024 zwei Baggerschürfe mit Endtiefen von 4,5 m und 4,8 m unter GOK ausgeführt.

Die Lage der Aufschlusspunkte kann dem Lageplan der Anlage (1.2) entnommen werden. Die ausgewerteten Profile der Bohrsondierungen und der schweren Rammsondierungen sind diesem Bericht als Anlage (3) beigelegt. Anhand der Aufschlussprofile wurde zwei geologische Schnitte erarbeitet, die in Anlage (2) enthalten sind. In diesen Schnitten ist die auf Basis der Aufschlussprofile abgeleitete Untergrundschichtung eingetragen. In nachfolgender Tabelle (2.1) sind die kennzeichnenden Daten der abgeteuften Untergrundaufschlüsse zusammengestellt.

Tab. (2.1) Kennzeichnende Daten der Untergrundaufschlüsse

Aufschluss	Ansatzhöhe	Aufschlusstiefe	Oberkante besser tragfähiger Horizont		Schichtwasserstand am 09./10.09.2024	
	m NN		m u. GOK	m NN	m u. GOK	m NN
BAGGERSCHÜRFE (SCH)						
SCH 1	532,71	4,80	2,80	529,91	3,00 ²⁾	529,71 ²⁾
SCH 2	530,39	4,50	1,10	529,29	--	--
BOHRSONDIERUNGEN (BS)						
BS 1	527,39	5,00	3,60	523,79	2,40	524,99
BS 2	527,09	5,00	3,50	523,59	1,28	525,81
BS 3	529,93	6,00	3,60	526,33	0,98	528,95
BS 4	532,19	4,80	3,50	528,69	1,05	531,14
SCHWERE RAMMSONDIERUNGEN (DPH)						
DPH 1	532,86	7,00	3,90 ¹⁾	528,96 ¹⁾	1,64	531,22
DPH 2	530,23	6,00	3,10 ¹⁾	527,13 ¹⁾	1,52	528,71

¹⁾... anhand eines permanenten Anstieges der Schlagzahlen auf $N_{10} \geq 5$ festgelegt

²⁾... am 10.06.2024

Die Untergrundaufschlusspunkte wurden von Seiten unseres Baugrundinstitutes lage- und höhenmäßig eingemessen. Als Höhenbezugspunkt wurde ein Kanalschacht (Schacht Nr. 244.8) in der Etzenberger Straße herangezogen, dessen Schachtoberkante im Bebauungsplan mit 526,32 m NN angegeben ist. Der Höhenbezugspunkt ist auf dem Lageplan der Anlage (1.2) eingetragen.

2.2 Bodenmechanische Laborversuche

Die Laborprotokolle der durchgeführten bodenmechanischen Laboruntersuchungen liegen diesem Bericht in Anlage (4) bei. In der nachfolgenden Tabelle (2.2) sind die durchgeführten Laborversuche zusammengestellt.

Tab. (2.2) Durchgeführte Laborversuche

Laborversuche	DIN-Norm	Anzahl
Bodenansprache	DIN EN ISO 14688-1	3
Bodenansprache	DIN EN ISO 14688-2	3
Korngrößenverteilung (Nasssiebung)	DIN 18123	2
Wassergehalt	DIN EN ISO 17892	1
Glühverlust	DIN 18128	1

2.2.1 Körnung der erkundeten Bodenarten

An zwei Bodenproben aus den organischen Böden wurden zur genaueren Klassifizierung Korngrößenanalysen nach DIN 18123 (Nasssiebung) durchgeführt. Die ausgewerteten Kornverteilungskurven sind diesem Bericht in Anlage (4) beigelegt. Die kennzeichnenden Daten zur Materialkörnung der untersuchten Proben können der nachfolgenden Tabelle (2.3) entnommen werden.

Tab. (2.3) Kennzeichnende Daten zur Materialkörnung der erkundeten Bodenmaterialien

Material/ Aufschluss/ Tiefe m u. GOK	Körnungsfraction			Ungleich- förmigkeit ---	Bodenart DIN EN ISO 14688-1
	Ton und Schluff %	Sand %	Kies %		
ORGANISCHE BÖDEN, TEILS AUFGEFÜLLT (HB B3)					
BS 3 / 1,0 - 1,8	7,4	18,7	73,9	191,7	G,s,u'
BS 4 / 1,1 - 2,0	27,3	31,0	41,6	--	G,s*,u

2.2.2 Wassergehalt und Organik der erkundeten Bodenarten

An einer Bodenprobe aus den Schwemmböden wurden der Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1 und der Glühverlust nach DIN 18128 bestimmt. Die Bestimmung des Glühverlustes dient der genaueren Bewertung des Anteils an organischen Beimengungen. In der nachfolgenden Tabelle (2.4) sind die kennzeichnenden Daten der Wassergehalts-/Glühverlustbestimmung zusammengestellt.

Tab. (2.4) Kennzeichnende Daten zum Glühverlust der erkundeten Bodenmaterialien

Material/Aufschluss/ Tiefe	Wassergehalt %	Glühverlust %	Bodenart gem. DIN EN ISO 14688-1
SCHWEMMBÖDEN (Homogenbereich B2)			
BS 3 / 2,20 – 2,70 m	20,6	2,0	U,s-s*,g'-g,o'

3 BESCHREIBUNG DER UNTERGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Geologisch-morphologischer Überblick

Wie dem Übersichtslageplan der Anlage (1.1) zu entnehmen ist, liegt Abersdorf etwa 1 km nördlich von Steinhöring am westlichen Hangfuß des Etzenberges. Das Bauvorhaben selber liegt im südlichen Teil von Abersdorf an der Etzenberger Straße. Im Bereich des Baugrundstücks ist der Hang mit etwa 4-11° nach Westen geneigt bzw. fällt die Geländeoberkante von etwa 534 m ü. NN im Osten bis auf etwa 527 m ü. NN im Westen ab.

Nach der digitalen geologischen Karte bilden am Standort quartäre Talfüllungen den oberflächennahen Untergrund und werden von würmeiszeitlichen Moräneablagerungen (Kies bis Blöcke, sandig bis schluffig oder Schluff, tonig bis sandig, kiesig bis blockig) unterlagert. Diese gewachsenen Böden werden bereichsweise von Auffüllungen bzw. Oberboden überlagert.

3.2 Erkundete Untergrundsichtung

Die erkundete Untergrundsichtung ist in den geologischen Schnitten der Anlage (2) dargestellt. Wie daraus ersichtlich ist, bilden im tieferen, westlichen Bereich des Bauvorhabens Kiesauffüllungen und im höheren östlichen Bereich organische Böden (Oberboden und ± organische Kiese/Schluffe, teils aufgefüllt) die oberste Bodenschicht. Darunter folgen überwiegend bindige Schwemmböden, die im tieferen Untergrund von Geschiebemergeln unterlagert werden.

Nachfolgend werden die erkundeten Bodenschichten Homogenbereichen zugeordnet und hinsichtlich ihrer qualitativen Eigenschaften näher beschrieben und beurteilt.

3.1.1 Organische Böden, teils aufgefüllt (Homogenbereich O1)

Im oberen nicht bebauten Hangbereich wurden teilweise (bei SCH 1 und SCH 2) sandige/kiesige Schluffe und teilweise (bei BS 3 und BS 4) wechselnd schluffige/sandige Kiese sowie Schluff/Kies-Gemische erkundet, die schwach bis stark organische bzw. humose Beimengungen sowie lokal (bei BS 4) Torfeinschaltungen enthalten und vorliegend als organische Böden im Homogenbereich O1 zusammengefasst werden. Teilweise handelt es sich

auch um Auffüllungen bzw. Oberböden. Vereinzelt (bei SCH 2) wurden geringe Steinanteile angetroffen. Die aufgefüllten organischen Böden enthalten Fremdbestandteile in Form von Beton- und Ziegelresten. Grobeinlagerungen (große Steine oder Blöcke) wurden nicht erkundet, sind aber nicht auszuschließen.

Die Kiese sind je nach Schluffanteil als nichtbindige bis bindige Böden und die Schluff/Kies-Gemische als bindige Böden einzuordnen. Die Schluffe wurden mit einer weichen, die bindigen Kiese bzw. Schluff/Kies-Gemische mit einer weichen bis breiigen Konsistenz angesprochen. Bei den nichtbindigen Kiesen ist nach den Schlagzahlen der Rammsondierungen von einer lockeren Lagerung auszugehen.

Die größten Schichtmächtigkeiten von etwa 2,0 m und 3,0 m sind im Osten und Süden des Baugrundstücks zu verzeichnen. Nach Westen bis etwa zur Mitte des Baugrundstücks keilen die organischen Böden aus.

Aufgrund ihrer anthropogenen Entstehungsgeschichte können Auffüllungen kleinräumig erhebliche Inhomogenitäten hinsichtlich Schichtmächtigkeit, Verbreitung und Zusammensetzung aufweisen und weitere, nicht erkundete Fremdbestandteile enthalten. Darüber hinaus können Auffüllungen auch abfallrechtliche Kontaminationen aufweisen, die hinsichtlich ihrer Wiederverwendbarkeit von Bedeutung sind. Im Zuge der Aufschlussarbeiten wurden jedoch keine organoleptischen Auffälligkeiten festgestellt. Sollten im Zuge der Aushubarbeiten organoleptisch auffällige Auffüllmaterialien angetroffen werden, ist der Gutachter zur weiteren Beratung hinzuzuziehen.

Beurteilung:

In Bezug auf Erdarbeiten sind die teils aufgefüllten organischen Böden des Homogenbereiches O1 nach DIN 18300:2012-09 teilweise als Oberboden der Bodenklasse 1, teilweise als breiiger Boden der Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) und teilweise als leicht bis mittelschwer lösbarer Boden der Bodenklasse 3 und 4 einzustufen. Grobeinlagerungen in Stein- und Blockgröße sind nicht auszuschließen und können je nach Größe und Verteilung zu Erschwernissen beim Erdbau und bei Bohr- und Rammarbeiten bzw. zu höheren Bodenklassen (Bodenklasse 5-7) nach DIN 18300:2012-09 (vgl. Tab. (4.1)) führen.

Die organischen Böden sind gering bis sehr gering tragfähig und stark bis sehr stark kompressibel. Ihre Standfestigkeit ist gering bis sehr gering und ihre Fließempfindlichkeit hoch.

Sie sind mittel bis stark wasser- und frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F2/F3) und ihre Durchlässigkeit ist gering bis mittel.

Die Rammbarkeit und Bohrbarkeit der organischen Böden ist im Allgemeinen als leicht zu beurteilen. Mögliche Grobeinlagerungen bilden jedoch Rammhindernisse, die entsprechende Einbringhilfen (z. B. Vorbohrungen) erforderlich machen können.

Als Gründungshorizont und für eine Wiederverwendung, z. B. als Arbeitsraumhinterfüllung, sind die organischen Böden ebenso wenig geeignet wie zur Versickerung von Oberflächenwasser. Ausgehobene, organische Böden sind daher abzufahren und einer fachgerechten Entsorgung zuzuführen.

3.1.2 Kiesauffüllung (Homogenbereich B1)

Im unteren, bebauten Hangbereich wurden unter der vorhandenen Schwarzdecke Kiesauffüllungen erkundet, die sich aus schwach schluffigen bis schluffigen, teils steinigen Kiesen zusammensetzen und Fremdbestandteile in Form von Betonresten enthalten. Blockeinlagerungen wurden nicht angetroffen, sind aber nicht auszuschließen.

Nach dem Bohrfortschritt und angesichts der langjährigen Verkehrsbelastung sind die Auffüllkiese als mitteldicht bis dicht gelagert einzuschätzen.

In den Bohrsondierungen weisen die Kiesauffüllungen Schichtmächtigkeiten von etwa 0,9 m bis 1,3 m auf. Lokal können noch größere Schichtstärken vorliegen.

Beurteilung:

Im erdbaulichen Betrieb sind die Kiesauffüllungen als leicht bis mittelschwer lösbar Böden der Bodenklasse 3/4 nach DIN 18300:09-2012 einzuordnen. Stark steinige Bereiche und evtl. Blockeinlagerungen können je nach Masse und Größe auch die Bodenklassen 5-7 nach DIN 18300:09-2012 bedingen und zu entsprechenden Erschwernissen beim Aushub, Laden und Transport führen. Vorliegend wurden jedoch keine Blockeinlagerungen angetroffen.

Die Auffüllkiese des Homogenbereiches B1 weisen eine hohe Tragfähigkeit und geringe Verformbarkeit auf. Sie sind gering standfest und stark fließempfindlich. Ihre Wasser- und Frostempfindlichkeit ist als gering bis mittel (Frostempfindlichkeitsklasse F2) zu bewerten. Ihre Wasserdurchlässigkeit ist als mittel bis hoch einzuschätzen. Sie sind als mittelschwer bis schwer bohrbar und rammbar zu beurteilen, wobei Steine und evtl. Blöcke Bohr-/Rammhindernisse bilden können.

Als Gründungshorizont für kleinere, nicht unterkellerte Nebengebäude und zur Wiederverwendung, z. B. als Tragschichtmaterial, sind die Kiesauffüllungen gut geeignet. Zur Versickerung von Oberflächenwasser sind sie aufgrund ihrer begrenzten Schichtstärke nicht geeignet.

3.1.3 Schwemmböden (Homogenbereich B2)

Bei den Schwemmböden des Homogenbereichs B2 handelt es sich überwiegend um sandige bis stark sandige, kiesige bis stark kiesige Schluffe und Schluff/Kies-Gemische sowie untergeordnet um schwach bis stark schluffige, sandige bis stark sandige Kiese und somit überwiegend um bindige Böden. Diese sind teilweise schwach steinig bis steinig ausgebildet und enthalten bereichsweise schwach organische Beimengungen. Grobeinlagerungen in Form von großen Steinen und Blöcken wurden nicht erkundet und sind auch nicht zu erwarten.

Die Konsistenz der Schluffe und Schluff/Kies-Gemische wurde in den Bohrsondierungen mit einer weichen Konsistenz, in den früheren Baggerschürfen jedoch überwiegend mit einer steifen bis halbfesten Konsistenz angesprochen. Dies hängt vermutlich damit zusammen, dass die Baggerschürfe im Juni 2024 und somit in einer trockeneren Jahreszeit ausgeführt wurden, in der weniger Schichtwassereinfluss vorhanden war. Vorliegend werden die Ergebnisse der aktuellen Erkundung als maßgebend betrachtet.

Die Schichtmächtigkeit der Schwemmböden liegt in den Aufschlüssen meist bei etwa 2,0 m bis 3,0 m, im Bereich der BS 4 beträgt sie aber aufgrund der überlagernden, knapp 3,0 m mächtigen Auffüllungen nur ca. 0,6 m. Die Schichtgrenze zwischen den Schwemmböden und darunter folgenden Geschiebemergeln ist fließend und wurde anhand eines Übergangs von überwiegend weicher zu überwiegend steifer Konsistenz bzw. bei den Rammsondierungen anhand eines deutlichen Anstieges der Schlagzahlen auf $N_{10} \geq 5$ festgelegt. Sie liegt in Tiefen von etwa 3,5 m bis 4,0 m unter GOK.

Beurteilung:

Im erdbaulichen Betrieb handelt es sich bei den Schwemmböden gemäß DIN 18300:2012-09 überwiegend um mittelschwer lösbare Böden der Bodenklasse 4, lokal können aber auch leicht lösbare Böden der Bodenklasse 3 vorkommen. Bei höheren Steinanteilen sind sie in die Bodenklasse 5 und bei natürlichen Aufweichungen und breiiger Konsistenz sind sie in die Bodenklasse 2 (fließende Böden) einzuordnen. Derartige Böden wurden aber nicht erkundet.

Die Schwemmböden sind durch eine geringe bis mittlere Tragfähigkeit und Standfestigkeit sowie eine mittlere bis hohe Kompressibilität und Fließempfindlichkeit gekennzeichnet. Ihre Wasserempfindlichkeit ist mittel bis hoch und ihre Frostempfindlichkeit hoch (Frostempfindlichkeitsklasse F3). Sie sind überwiegend gering durchlässig, weniger schluffige Kieseinschlaltungen bilden jedoch Zonen erhöhter Durchlässigkeit.

Die Schwemmböden sind im Allgemeinen als leicht bohrbar und rammpbar zu beurteilen. Grobeinlagerungen (Steine) bilden jedoch Bohr-/Rammhindernisse und können Einbringhilfen, z. B. Vorbohrungen, erforderlich machen.

Als Gründungshorizont und zur Versickerung von Oberflächenwasser sind die Schwemmböden nicht geeignet. Zur Wiederverwendung (z. B. als Verfüllmaterial) sind sie nur bedingt geeignet (in Abhängigkeit vom Feinkornanteil und Wassergehalt).

3.1.4 Geschiebemergel (Homogenbereich B3)

Bei den Geschiebemergeln handelt es sich um sandige bis stark sandige, kiesige bis stark kiesige Schluffe mit geringen Tonanteilen. Grobeinlagerungen in Form von Steinen oder Blöcken wurden nicht angetroffen, können aber entstehungsgeschichtlich bedingt vorkommen.

In den Bohrsondierungen wurden die Geschiebemergel überwiegend mit einer steifen Konsistenz, am Übergang zu den Schwemmböden teilweise auch mit einer weichen bis steifen Konsistenz angesprochen. In den früheren Baggerschürfen wurden sie mit einer steifen bis halbfesten Konsistenz angesprochen.

Die Schichtunterkante wurde mit den Aufschlüssen bis zur maximalen Aufschlusstiefe von 7,0 m nicht erreicht.

Beurteilung:

Im erdbaulichen Betrieb sind die Geschiebemergel als mittelschwer lösbar zu beurteilen (Bodenklasse 4 nach DIN 18300:2012-09). Bei fester Konsistenz und/oder Grobeinlagerungen können auch höhere Bodenklassen (Bodenklasse 5-7 nach DIN 18300:2012-09) maßgebend werden (vgl. Tab. (4.1)). Erfahrungsgemäß ist zumindest mit einem Anteil von ca. 20 % Steinen und Blöcken bis zu einer Kantenlänge von 350 mm zu rechnen, weiterhin sind Grobeinlagerungen (Findlinge) nicht ausgeschlossen.

Die Geschiebemergel sind durch eine mittlere bis hohe Tragfähigkeit und Standfestigkeit sowie eine geringe bis mittlere Kompressibilität gekennzeichnet. Sie sind gering bis mittel fließempfindlich und gering durchlässig. Ihre Wasser- und Frostempfindlichkeit ist hoch (Frostempfindlichkeitsklasse F3).

Die Geschiebemergel sind im Allgemeinen als mittelschwer bis schwer bohrbar und rammbar zu beurteilen. Bei fester Konsistenz sind sie nicht mehr rammbar und erfordern Einbringhilfen (Vorbohrungen). Außerdem stellen evtl. Grobeinlagerungen Bohr-/Rammhindernisse dar. Als Gründungshorizont und zur Wiederverwendung, z. B. als Verfüllmaterial, ist der Geschiebemergel bedingt geeignet (bei \geq steifer Konsistenz). Zur Versickerung von Oberflächenwasser ist er nicht geeignet.

3.2 Grundwasserverhältnisse

In den Bohr- und Rammsondierungen wurden nach dem Sondierende Grundwasserstände von 0,98 m bis 2,40 m unter GOK im Niveau der organischen Böden bzw. Schwemmböden gemessen. Da diese Böden überwiegend gering durchlässig sind, kann es sich hierbei nur um Schichtwasservorkommen handeln. Im Baggerschurf SCH 1 wurde ebenfalls bei 3,0 m unter GOK ein Schichtwasservorkommen in den Schwemmböden angetroffen. Die im Einzelnen gemessenen Grundwasserstände können der Tabelle (2.1) entnommen werden.

Hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit sind die Kiesauffüllungen als gut durchlässig und die teils aufgefüllten organischen Böden als gering bis mittel durchlässig zu beurteilen. Die darunter anstehenden Schwemmböden sind überwiegend gering durchlässig, wobei weniger schluffige Kieseinschaltungen besser durchlässige, wasserwegsame Schichten bilden. Die Geschiebemergel bilden wiederum ein wasserstauendes Grundgebirge, in dem keine nennenswerte Wasserführung zu erwarten ist.

Angesichts der überwiegend gering durchlässigen, wasserstauenden Böden ist im Bereich des Bauvorhabens kein ausgeprägter Grundwasserleiter ausgebildet. Grundsätzlich ist aber in allen Bereichen und Tiefenlagen, insbesondere innerhalb der Kiesauffüllungen, organischen Böden und Schwemmböden mit Schicht-/Hangwasser zu rechnen. Dabei dürfte es sich im Allgemeinen um gering ergebnisreiche Schichtwasservorkommen handeln, die niederschlagsabhängig aber auch ergiebiger ausfallen können.

Die oben beschriebenen Grundwasserverhältnisse sind hinsichtlich der Bauwerkstrockenhaltung und Auftriebssicherheit zu berücksichtigen.

Eine Versickerung von Oberflächenwasser ist aufgrund der überwiegend gering durchlässigen Böden nicht möglich.

4 ERDBAULICHE UND ERDSTATISCHE GRUNDLAGEN

4.1 Bodenklassifizierung und Homogenbereiche

Die im Bereich des Bauvorhabens relevanten Bodenarten wurden in den vorangegangenen Abschnitten hinsichtlich des Vorkommens, der Zusammensetzung und der Eigenschaften beschrieben. Die Untergrundsichtung kann den geologischen Schnitten der Anlage (2) entnommen werden. Bezugnehmend auf die vorherigen Informationen und unter Beachtung der Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten werden die erkundeten Bodenmaterialien in nachfolgender Tabelle (4.1) entsprechend der DIN EN ISO 14688-1 nach bodenmechanischen Gesichtspunkten, der DIN 18196 nach grundbaulichen Gesichtspunkten, der DIN 18300 nach erdbautechnischen Gesichtspunkten und der DIN 18301 nach bohrtechnischen Gesichtspunkten zusammengestellt.

Tab. (4.1) **Bodenklassifizierung und Homogenbereiche**

Schicht / Material	Bodenart	Bodengruppe	Bodenklasse	Bodenklasse
	DIN EN ISO 14688-1	DIN EN ISO 14688-2	DIN 18300:2012-09	DIN 18301:2012-11
ORGANISCHE BÖDEN, TEILS AUFGEFÜLLT (Homogenbereich O1)				
- Mutterboden, teils aufgefüllt	Mu (U,g'-g,s,(o), (h*), (t'), (x')) A (U,s,g',t',h)	OH / [OH]	1	BO1 / BS1
- ± organogene Schluffe und Schluff/Kies- Gemische, teils aufgefüllt	U,s,g,(t'-t),(o') A (U+G,s*,t'')	UL/TL/UM/TM/ OU/OT [UL/TL/UM/TM]	1 / 4 / 2 ¹⁾	BB1 – BB2
- ± bindige Kiese mit organischen Beimeng- ungen, teils aufgefüllt	A (G,s-s*,u'-u,o''-o') G,s,u',o-o*	[GU/GU*/OH] GU/GU*/OH	1 / 2 ¹⁾ / 3 / 4	BN1 / BN2 / BB1
- Torf, mäßig bis stark zersetz	H,u*,s'-s	HN / HZ	2	BO1 / BO2
KIESAUFFÜLLUNGEN (Homogenbereich B1)				
- ± bindige Kiese	A (G,s,u'-u,(x'))	[GU/GU*]	3 / 4	BN1 / BN2 / BS 1
- Grobeinlagerungen	X,Y	--	5 - 7 ²⁾	BS2 - BS4
SCHWEMMBÖDEN (Homogenbereich B2)				
- Schluffe und Schluff/Kies- gemische	U,s-s*,g-g*,t''-t,(x') U+G,s-s*,t''-t,(x')	UL/TL/UM/TM	4 / 2 ¹⁾	BB2 / BB3 / BS1 (BB1)
- ± bindige Kiese	G,u'-u*,s-s*,(x),(o''-o')	GU/GU*	2 ¹⁾ / 3 / 4	BN1 / BN2 / BB1 / BS1

Forts. Tab. (4.1)

Schicht / Material	Bodenart	Bodengruppe	Bodenklasse	Bodenklasse
	DIN EN ISO 14688-1	DIN EN ISO 14688-2	DIN 18300:2012-09	DIN 18301:2012-11
GESCHIEBEMERGEL (Homogenbereich B3)				
- ± sandige/kiesige Tone/Schluffe	U,s-s*,g-g*,t''-t,(x')	TL/TM/UM/TM	4 / 6 ³⁾	BB2 / BB3 / BS1
- Grobeinlagerungen	X,Y	--	5 – 7 ²⁾	BS2 - BS4

¹⁾... Bodenklasse 2 für feinkörnige und gemischtkörnige Böden mit einem Korndurchmesser ≤ 0,063 mm (Schluff- und Tonfraktion) von mehr als 15 Gew.-%, wenn sie eine ≤ breiige Konsistenz ($I_c \leq 0,5$) haben

²⁾... Bodenklasse 5 bei > 30% Steine mit Durchmesser > 63 mm und ≤ 30% Steinanteil von > 0,01 m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt
Bodenklasse 6 bei > 30% Steinanteil von > 0,01 bis 0,1 m³ Rauminhalt
Bodenklasse 7 bei Blöcken mit > 0,1 m³ Rauminhalt

³⁾... Bodenklasse 6 bei ≥ fester Konsistenz

Grundsätzlich sind Grobeinlagerungen der Bodenklassen 5-7 nicht auszuschließen. In den organischen Böden und Schwemmböden sind darüber hinaus auch Böden der Bodenklasse 2 (fließende Böden) zu erwarten. Es wird deshalb empfohlen, diese Bodenklassen im Zuge der Ausschreibung zu berücksichtigen.

4.2 Charakteristische Bodenparameter

Auf Grundlage der Felderkundungen, der Ergebnisse der bodenmechanischen Laborversuche und der darauf aufbauenden Bodenklassifizierung werden in nachfolgender Tabelle (4.2) die charakteristischen Bodenparameter, auch unter Beachtung von uns vorliegenden Sonderversuchen an vergleichbaren Bodenmaterialien abgeschätzt. Zur Zuordnung der angegebenen Bodenparameter wird auf die in den beiliegenden Schnitten der Anlage (2) eingetragene Bodenschichtung verwiesen.

Tab. (4.2) Charakteristische Bodenparameter

Schicht / Material	Lagerung/ Konsistenz	Wichte γ_k kN/m ³	Wichte unter Auftrieb γ'_k kN/m ³	Rei- bungs- winkel φ'_k °	Kohäsion c'_k kN/m ²	Steife- modul $E_{s,k}$ MN/m ²	Durchläs- sigkeits- beiwert k_f m/s
ORGANISCHE BÖDEN, TEILS AUFGEFÜLLT (Homogenbereich O1)							
- ± organogene Schluffe und Schluff/Kies- Gemische	weich-breiig	16	6	15-17,5	0 - 5	1	≤ 10 ⁻⁸
- ± bindige Kiese	(weich-breiig)	20	10	22,5	0	0 - 5	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁷
- Torf, mäßig bis stark zersetzt	weich	11-13	1-3	15	2-5	0,5-1,5	10 ⁻⁵
KIESAUFFÜLLUNGEN (Homogenbereich B1)							
± bindige Kiese	mitteldicht - dicht	19-20	11-12	35	0	80-100	10 ⁻³ - 10 ⁻⁵
SCHWEMMBÖDEN (Homogenbereich B2)							
- Schluffe und Schluff/Kies- gemische	weich-steif	20	10	25-27,5	0 - 5	3 - 8	≤ 10 ⁻⁸
- ± bindige Kiese	locker / weich	20	11	30	0	10 - 30	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁷
GESCHIEBEMERGEL (Homogenbereich B3)							
- ± sandige/kiesige Tone/Schluffe	weich - steif	20	10	25-27,5	5-10	8 - 15	≤ 10 ⁻⁷

Die genannten Parameter gelten für ungestörte Verhältnisse. Bei aushubbedingten Auflockerungen bzw. Aufweichungen gelten die in obiger Tabelle angegebenen Werte nicht; in diesem Fall können deutlich geringere Bodenparameter maßgebend werden.

4.3 Aufnehmbarer Sohldruck für Fundamentgründungen

Für Fundamentgründungen kleinerer Nebenbauten wird nachfolgend der aufnehmbare Sohldruck für eine Gründung in den Schwemmböden/Geschiebemergeln von mind. steifer Konsistenz (auf einer ≥ 0,4 m starken Kiestragschicht) angegeben.

Tab. (4.3) Aufnehmbarer Sohldruck für Streifenfundamente in Schwemmböden/Geschiebemergeln von \geq steifer Konsistenz (auf Kiestragschicht)

Einbindetiefe m	aufnehmbarer Sohldruck [kN/m ²] für b bzw. b'				
	0,5 m	0,75 m	1,0 m	1,5 m	2,0 m
0,5	130	140	150	150	120
$\geq 1,0$	180	190	200	150	120

Die aufnehmbaren Sohldrücke wurden auf Grundlage von Grundbruch- und Setzungsrechnungen für mittig belastete Streifenfundamente bestimmt. Die angegebenen Tabellenwerte gelten für mittige, lotrechte Lasteintragung. Bei außermittiger bzw. schräger Lasteintragung sind die Tabellenwerte gemäß den Maßgaben der DIN 1054 abzumindern oder sind die aufnehmbaren Sohldrücke mit Grundbruch- und Setzungsrechnungen nachzuweisen.

Beim Ansatz der obigen Tabellenwerte sind Setzungen in einer Größenordnung bis ca. 3 cm zu erwarten.

Gemäß DIN 1054 Abschnitt 7.7.2.2 darf bei Rechteckfundamenten mit einem Seitenverhältnis $a : b < 2$ und Kreisfundamenten der Sohldruck um 20 % erhöht werden. Dies gilt aber nur dann, wenn die Einbindetiefe größer ist als $0,6 \times b$ bzw. $0,6 \times b'$. Vorliegend empfehlen wir eine Erhöhung von max. 10 % auf die in obiger Tabelle angegeben Werte vorzunehmen.

Werden Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ nach DIN 1054:2010-12 erforderlich, können hierfür die oben genannten Tabellenwerte mit dem Faktor $(2,0 / \gamma_{R,v})$, d.h. beispielsweise für die Bemessungssituation BS-P mit dem Faktor 1,4, multipliziert werden.

4.4 Charakteristischer Bettungsmodul für Platten Gründung

Zur statischen Dimensionierung von plattenartig gegründeten Bauwerken wird hinsichtlich der Untergrundreaktion der Bettungsmodul k_s maßgebend, der im Sinne einer elastischen Federsteifigkeit des Untergrundes verstanden werden kann. Die Lasten aus Platten, Wänden und Stützen werden dabei, je nach dem Verhältnis der Steifigkeit von Bodenplatte und Untergrund auf variable Breite in den Boden eingetragen. Aufgrund des Zusammenwirkens zwischen Bodenplatte und Untergrund hängt der tatsächlich wirksame Bettungsmodul von der jeweiligen Breite der Lasteintragung, der Lastgröße und der Steifigkeit des Fundamentkörpers ab. Um eine realistische Dimensionierung der Gründungsplatte zu gewährleisten, ist es

deshalb sinnvoll im Bereich von Punkt-/Streifen- und Flächenlasten unterschiedliche Bettungsmodul anzusetzen.

Für Plattendründungen der Gebäude in den Schwemmböden/Geschiebemergeln von \geq steifer Konsistenz auf einem $\geq 0,5$ m starken Kiespolster (talseitig ggf. auf einem Vollbodenaustausch oder auf Lasttieferführungen bis zum Geschiebemergel) können die in nachfolgender Tabelle (4.4) genannten Bettungsmodul zu Grunde gelegt werden.

Tab. (4.4) Charakteristischer Bettungsmodul für Plattendründungen in Schwemmböden/Geschiebemergeln von \geq steifer Konsistenz (auf Kiespolster)

Bereich / Art der Belastung	Bettungsmodul $k_{s,k}$ MN/m³
Flächenlast (Feldbereich) (Lastniveau ca. 60 kN/m ²)	3 - 5
Streifen- bzw. Punktlast (z. B. Wandbereich) (Lastniveau ca. 100-200 kN/m ²)	5 - 7

Die genannten $k_{s,k}$ -Werte sind für die Vordimensionierung in Ansatz zu bringen. Für die Ausführungsplanung empfehlen wir, die Bettungsmodul unter Zugrundelegung der in Tabelle (4.2) angegebenen charakteristischen Bodenparameter und den dann verfügbaren genaueren Belastungswerten wie folgt zu berechnen:

$$k_{s,k} = \text{mittlere Bodenpressung} / \text{mittlere Setzung (MN/m}^3\text{)}$$

Bei den genannten Belastungen ist mit Setzungen in einer Größenordnung von ca. 1,0 - 2,0 cm zu rechnen.

5 HINWEISE ZUR PLANUNG UND BAUAUSFÜHRUNG

5.1 Erdbau / Baugrube / Verbau

Die für Erdarbeiten maßgebenden Homogenbereiche und Bodenklassen gemäß DIN 18300:2012-09 sind in Tabelle (4.1) dieses Berichtes angegeben. Für die Homogenbereiche wird auf deren Beschreibung in Kapitel 3 verwiesen.

Beim Baugrubenaushub bzw. beim Abtransport des Aushubmaterials werden überwiegend Böden der Homogenbereiche O1 (Organische Böden, teils aufgefüllt), B1 (Kiesauffüllungen) und B2 (Schwemmböden) anfallen. Untergeordnet können auch Böden des Homogenbereichs B3 (Geschiebemergel) anfallen. Dabei handelt es sich vorwiegend um leicht bis mittelschwer lösliche Böden der Bodenklassen 1, 3 und 4 nach DIN 18300:2012-09. Insbesondere in den organischen Böden, aber auch in den Schwemmböden ist zudem mit Böden der Bodenklasse 2 (fließende Bodenarten) zu rechnen. Darüber hinaus ist in den Kiesauffüllungen, Schwemmböden und Geschiebemergeln aufgrund von Grobeinlagerungen mit Böden der Bodenklasse 5 - 7 in geringem Umfang zu rechnen.

Grundsätzlich sind die beim Aushub anfallenden Auffüllungen auf organoleptische Auffälligkeiten zu untersuchen und ggf. separat in Haufwerken zu lagern und nach den Vorgaben der LAGA PN 98 zu beproben, zu analysieren und gemäß Deklarationsanalytik zu entsorgen.

Bei der Baugrubenherstellung sind die Hanglage und die Hang-/Schichtwasserverhältnisse bzw. die fließgefährdeten organischen Böden zu beachten. Die Baugruben müssen mit abgebochten Wänden hergestellt oder durch einen Verbau gesichert werden. Dabei darf in den anstehenden Böden ein Böschungswinkel von 45° nicht überschritten werden. Bei standsicherheitsgefährdenden Einflüssen (z. B. Schichtwasserzutritt, einfließende Böden) werden flachere Böschungswinkel maßgebend bzw. Sicherungsmaßnahmen erforderlich (z.B. Schotterstützkeil am Böschungsfuß, o.ä.). Hang- bzw. ostseitig wird daher in jedem Fall ein qualifizierter Baugrubenverbau mit statischer Dimensionierung erforderlich.

Die Baugrubenböschungen sind vor eindringendem Oberflächenwasser (beispielsweise mittels Abdeckung durch Baufolie; Windsicherung erforderlich!) zu schützen. Bei Zusatzlasten am Baugrubenrand (z. B. aus Baustellenkränen und Fahrzeugen) oder bei größeren Aushub-

tiefen (≥ 5 m) ist die Standsicherheit der Baugrubenböschungen rechnerisch nachzuweisen oder sind die Baugrubenwände zu verbauen.

Als mögliche Verbauarten kommen Spundwände oder Trägerbohlwände in Frage. Hangseitig müssen die Spundwände/Trägerbohlwände möglichst wasserdicht ausgeführt werden, um das Einfließen der organischen Böden und Schwemmböden zu verhindern. Die Ausfachung zwischen den Trägern sollte daher mit Stahlplatten erfolgen.

Sollen Spundwände zur Ausführung kommen, sind die Erschütterungen im Hinblick auf bestehende angrenzende Baulichkeiten zu beachten. Vor Beginn der eigentlichen Rammarbeiten wird daher ein Einbringversuch empfohlen, mit dem die Durchführbarkeit der Verbauarbeiten zu überprüfen bzw. zu optimieren ist.

Verbauten und evtl. notwendige Aussteifungen bzw. Rückverankerungen sind mittels einer statischen Berechnung unter Heranziehung der Bodenparameter aus Tabelle (4.2) in Kapitel 4.2 nachzuweisen und zu dimensionieren.

Bei Baugrubenverbauten empfehlen wir für alle umliegenden Bauwerke, die sich im Abstand von ≤ 30 m zur Baugrube befinden, ein Beweissicherungsverfahren (Aufnahme des Bauwerkszustandes) durchzuführen.

Bei der Herstellung der Baugruben ist die Standsicherheit bestehender Anlagen und Verkehrsflächen zu beachten. Die weiteren Maßgaben der DIN 4124 sind zu beachten.

5.2 Wasserhaltung

Wie unter Punkt 3.2 beschrieben, ist beim Baugrubenaushub aufgrund der wechselhaften Bodenschichtung generell mit Schichtwasserzutritt in allen Bereichen und Tiefenlagen zu rechnen.

Da im Niveau der Aushubsohlen überwiegend gering durchlässige Böden zu erwarten sind, kann das in den Baugruben anfallende Niederschlags-/Schichtwasser i. d. R. nicht oder nur sehr langsam versickern. Es werden daher generell offene Wasserhaltungsmaßnahmen (Filterkiesschicht auf Vlies, Pumpensämpfe und Pumpen) unter Verwendung des für Gründungszwecke empfohlenen Kieskoffers (siehe folgende Abschnitte) empfohlen.

Im Allgemeinen dürften geringe bis mittlere Wassermengen (ca. <math><10\text{ l/s}</math>) zu fördern sein, welche jedoch je nach Oberflächenwassereintrag stark schwanken können. Um eine aufwandsgerechte Abrechnung zu ermöglichen, wird empfohlen, in der Ausschreibung gestaffelte Fördermengen vorzusehen.

5.3 Gründung

Wohngebäude

Zu den geplanten Gebäuden liegen uns keine konkreten Planunterlagen bzw. Planungsdetails (z. B. Geschosszahl, Gründungskoten) vor. Nachfolgend können daher nur allgemeine Angaben zur Gründung erfolgen. Diese müssen nach Vorlage detaillierter Planunterlagen überprüft und ggf. präzisiert werden.

Wie den geologischen Schnitten der Anlage (2) zu entnehmen ist, stehen im oberen Hangbereich des Bauvorhabens bis etwa 2,0 m bis 3,0 m unter GOK mehr oder weniger organische Böden von sehr geringer Tragfähigkeit und hoher Kompressibilität an, die als Gründungshorizont nicht in Frage kommen und daher vollständig ausgetauscht werden müssen. Aber auch die darunter sowie im unteren Hangbereich unter den Kiesauffüllungen anstehenden Schwemmböden weisen eine geringe bis mittlere Tragfähigkeit und eine mittlere bis hohe Verformbarkeit auf und sind daher als Gründungshorizont nur bedingt geeignet. Die im tieferen Untergrund ab etwa 3,5 m bis 4,0 m unter GOK anstehenden Geschiebemergel weisen dagegen eine gute Tragfähigkeit und geringe Verformbarkeit auf und bilden vorliegend den besser tragfähigen Horizont.

Aufgrund der Hanglage werden die Gebäude hangseitig tiefer unter die Geländeoberkante einbinden als talseitig. Dementsprechend werden die im Gründungsniveau anstehenden gering tragfähigen Böden talseitig eine größere Mächtigkeit und geringere Vorbelastung aufweisen als hangseitig. Grundsätzlich ist daher talseitig mit größeren Setzungen zu rechnen als hangseitig. Zur Gründung der Wohngebäude wird eine Plattengründung mit einer elastisch gebetteten Bodenplatte auf einem Bodenaustausch (Kiespolster) empfohlen. Durch eine Plattengründung werden die Bauwerkslasten flächenhaft verteilt und Spannungsspitzen abgebaut. Mögliche Setzungsdifferenzen werden dadurch minimiert.

Die Mächtigkeit des Bodenaustausches ($d = \text{ca. } 0,3 \text{ bis } 1,0 \text{ m}$) richtet sich dabei nach der Sohlpressung der Gebäude und der Stärke der gering tragfähigen Böden unter Gründungs-

niveau. Aufgrund der unterschiedlichen Einbindetiefe ist von einer größeren Austauschmächtigkeit talseitig als hangseitig auszugehen (keilförmiger bzw. gestufter Bodenaustausch).

Als Bodenaustauschmaterial ist ein gut verdichtbares Sand-Kies-Gemisch (GW/GI/GU nach DIN 18196) mit einem Feinkornanteil $< 0,063$ mm von maximal 10 % geeignet. Unmittelbar unter der Bodenplatte ist eine $\geq 0,3$ m dicke Drainageschicht aus gut durchlässigem Sand-Kies-Gemisch mit einem Feinkornanteil ≤ 5 % und einem Sandanteil ≤ 15 % (alternativ Dränkies der Körnung 16/32 mm) einzubauen, so dass in dieser Schicht die Fassung von anfallendem Niederschlagswasser und evtl. Hang-/Schichtwasser möglich ist. Das Austauschmaterial ist unter Verwendung eines geeigneten Verdichtungsgerätes lagenweise einzubauen und auf einen Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100$ % zu verdichten. Die Einbauqualität ist mit geeigneten bodenmechanischen Nachweisen zu überprüfen (z.B. statische Lastplatte). Die Bodenaustauschmaterialien sind ab Außenkante Bodenplatte unter einer seitlichen Verbreiterung von 60° einzubauen. Auf der Kiestragschicht kann dann die Bodenplatte aufgebracht werden. Zur Bemessung der Bodenplatte können die in der Tabelle (4.4) angegebenen Bettungsmoduln angesetzt werden.

Alternativ zu einem Bodenaustausch können die Bauwerkslasten talseitig auch durch Lasttieferführungen, z. B. Brunnengründungen oder Magerbetonscheiben, auf den besser tragfähigen Horizont (= OK Geschiebemergel) abgetragen werden.

Bei einer Brunnengründung werden mehrere Betonschachtringe mit fortschreitender Aushubtiefe übereinandergestellt und durch Innenaushub bis zum Geschiebemergel abgesenkt. Hierbei dienen die Schachtringe gleichzeitig als Schalung für den Aushub. Anschließend werden die Betonschachtringe mit Beton verfüllt.

Bei einer Brunnengründung müssen die Lasttieferführungen mind. 0,5 m in die Geschiebemergel einbinden. Bei Lasttieferführungen mit Magerbeton ist mit einem gewissen Überprofil und Betonmehrverbrauch zu rechnen, wenn der Aushub senkrecht geböscht bzw. verbaulos ausgeführt wird.

Für die Dimensionierung der Fundamente können die Bemessungswerte der Tabellen (4.3) angesetzt werden.

Generell wird eine Abnahme der Gründungssohlen vor dem Überbau durch einen Baugrund-sachverständigen optisch und mittels Feldversuchen (z.B. Lastplattendruckversuche oder Dichtebestimmungen nach DIN 18125 bei einer Flachgründung) empfohlen.

5.4 Bauwerkstrockenhaltung und Auftriebssicherheit

Wie in Abschnitt 3.2 erläutert, ist in allen Bereichen und Tiefenlagen, insbesondere hangseitig, mit Hang-/Schichtwasser zu rechnen. Es werden daher generell Bauwerksdrainagen gemäß DIN 4095 empfohlen, mit denen das in den Arbeitsraumverfüllungen bzw. hangseitig anfallende Schichtwasser gefasst und schadlos in eine geeignete Vorflut abgeleitet werden kann. Dabei ist darauf zu achten, dass Unterlieger nicht negativ beeinflusst werden. Die Bauwerksdrainagen sind rückstaufrei an den Vorfluter anzuschließen und revisionierbar herzustellen.

Hinsichtlich der Trockenhaltung der Bauwerke ist unter diesen Voraussetzungen von der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E auszugehen.

Hinsichtlich der Auftriebssicherheit wird grundsätzlich ein Bemessungswasserspiegel auf Höhe der talseitigen Geländeoberkante empfohlen. Die Auftriebssicherheit ist für alle Bauzustände nachzuweisen.

5.5 Arbeitsraumverfüllung

Für die Verfüllung der Arbeitsräume sind gut verdichtbare Materialien, wie z.B. Wandkies oder beim Baugrubenaushub ggf. anfallende Kiesauffüllungen der Bodengruppen GW/GU, bei entsprechenden Wassergehalten, geeignet. Die beim Aushub überwiegend anfallenden organischen Böden sind hierfür nicht geeignet. Die Schwemmböden und ggf. anfallende Geschiebemergel sind als setzungsarme Rückverfüllung nur bedingt geeignet, da eine ausreichende Verdichtung dieser Materialien nur bei optimalem Wassergehalt (steife bis halbfeste Konsistenz) und unter Verwendung von geeignetem Verdichtungsgerät (z.B. Schafffußwalze) möglich ist.

Generell muss die Rückverfüllung lagenweise bei ausreichender Verdichtung erfolgen. Dabei ist eine Lagenstärke von max. 0,3 m und ein Verdichtungsgrad von $D_{Pr} \geq 100 \%$ einzuhalten.

5.6 Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Oberflächenwasser

Eine Versickerung von Oberflächenwasser ist nicht möglich, da die anstehenden Böden mit Ausnahme der Kiesauffüllungen überwiegend gering durchlässig sind. Anfallendes Oberflächenwasser ist daher zu fassen und einer geeigneten Vorflut zuzuführen. Diesbezüglich wird auch auf unseren geotechnischen Kurzbericht vom 28.06.2024 verwiesen.

6 ZUSAMMENFASSUNG / SCHLUSSBEMERKUNGEN

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feld- und Laborarbeiten zusammengestellt und dokumentiert. Vorrangiges Ziel war es, die vor Ort relevanten Untergrunddaten durch Beschreibung der Bodenschichten, Zuordnung von Homogenbereichen, Bodenklassen und charakteristischen Bodenparametern für den Planer und die Baufirmen aufzubereiten. Für die Dimensionierung der Gründungselemente wurden Tragfähigkeitswerte angegeben und es wurden Empfehlungen für weitere Planungsschritte und zur Bauausführung aus geotechnischer Sicht gegeben, insbesondere zum Erdbau und zur Baugrubenerstellung/Hangsicherung/Wasserhaltung, Gründung, Bauwerkstrockenhaltung und Arbeitsraumverfüllung.

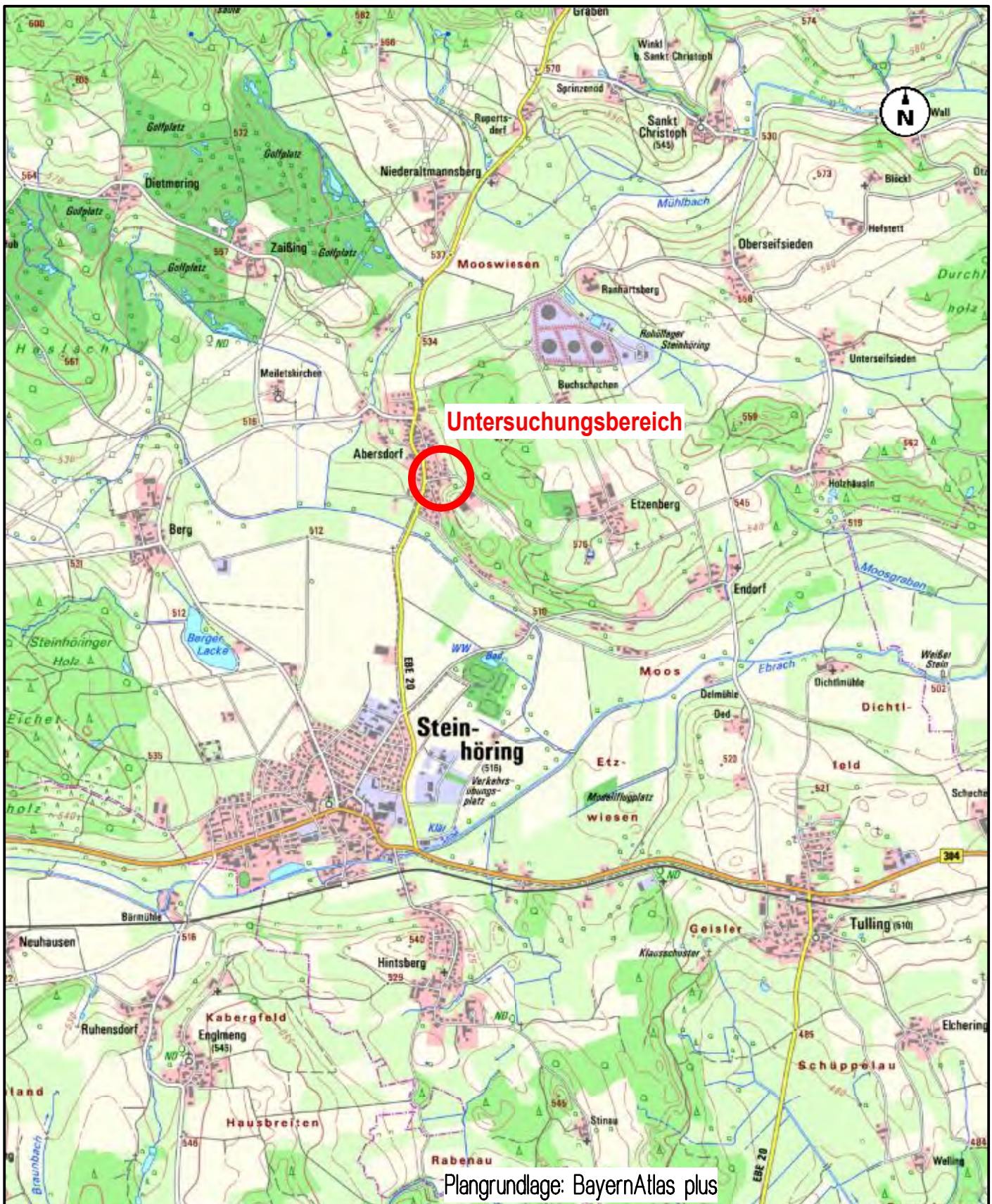
Es wird davon ausgegangen, dass die an Planung und Bauausführung beteiligten Ingenieure und Architekten unter Zugrundelegung der hier aufgezeichneten Untergrunddaten alle erforderlichen Nachweise für die Bauwerke entsprechend den Regeln der Bautechnik führen und bei offenen Fragestellungen hinsichtlich Baugrund, Gründung etc. an den Baugrundsachverständigen herantreten.

Die Kontaktaufnahme mit dem Baugrundsachverständigen wird auch dann erforderlich, wenn bei der Bauausführung nicht auszuschließende Abweichungen der Untergrundverhältnisse außerhalb der abgeteuften Aufschlüsse festgestellt werden.

Für weitere Beratungsleistungen, wie z.B. Baugrubensohlabnahmen, Verdichtungskontrollen, Aushubüberwachungen etc. stehen wir gerne zur Verfügung.

Anlage (1)

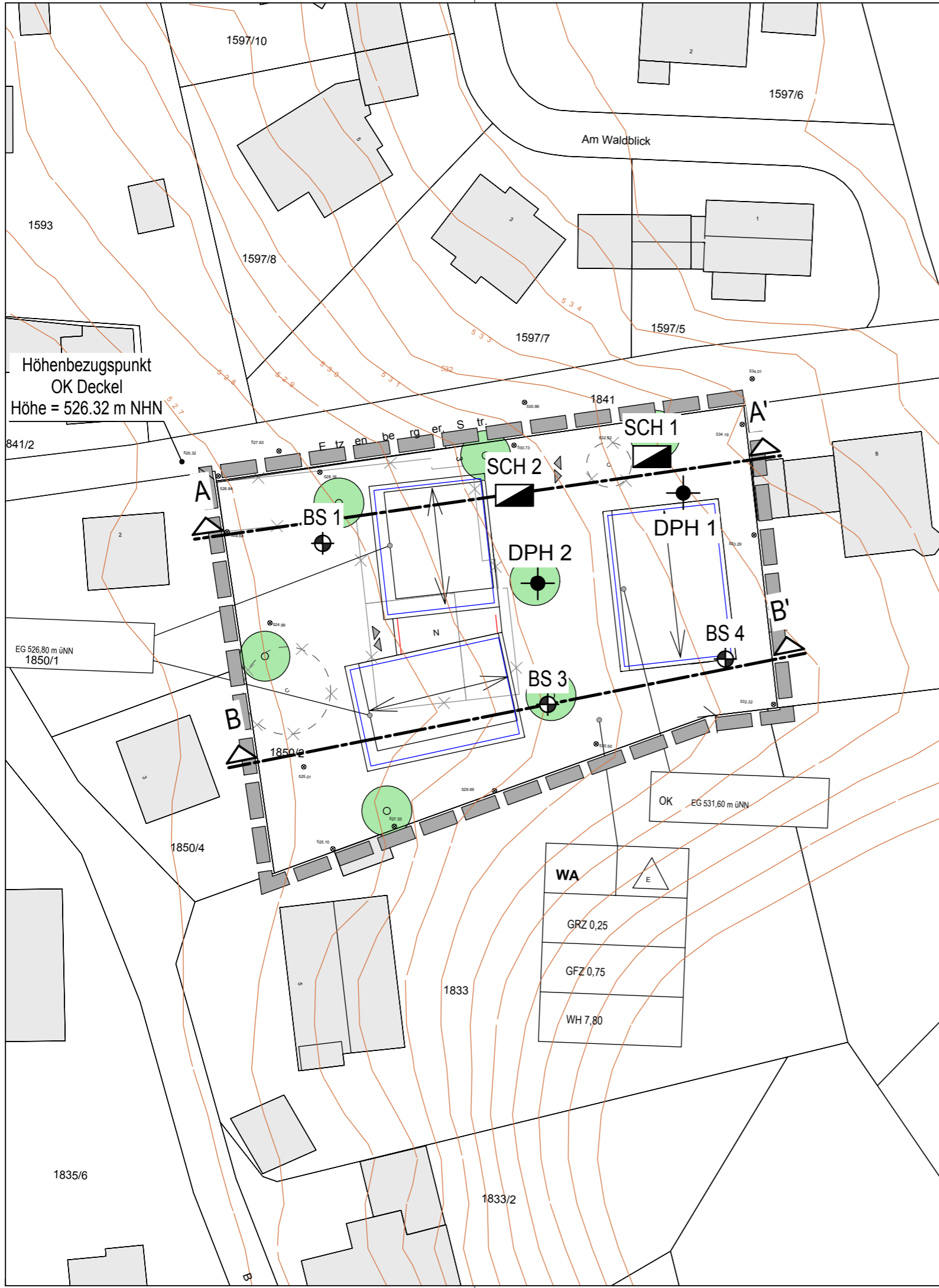
LAGEPLÄNE







Untersuchungsbereich

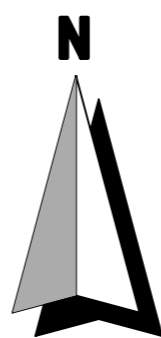
Plangrundlage: BayernAtlas plus

Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL					
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 0806 / 958940 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de			
AUFTRAGGEBER					
Gemeinde Steinhöring					
PROJEKT					
BP Abersdorf Ost, Baugrundgutachten					
PLANINHALT					
Übersichtslageplan					
MABSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT		
1 : 25000	SA	24.09.2024	MS		
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE			
B245254		1.1			




Legende:

-  BS Bohrsondierung
-  DPH schwere Rammsondierung
-  SCH Schurf (K245189)
-  Schnittführung



Plangrundlage: Gmd. Steinhöring, Bebauungsplan Teil A BP Aend Abersdorf 240312

Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL		Lage-/Höhensystem: UTM32 DHHN2016			
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD - UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806 / 958940 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de			
AUFTRAGGEBER					
Gemeinde Steinhöring					
PROJEKT		BP Abersdorf Ost, Baugrundgutachten			
PLANINHALT		Lageplan mit Aufschlusspunkten und Schnittführung			
MABSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT		
M 1 : 500	SA	24 . 09 . 2024	MS		
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE			
B245254	1.2			

Anlage (2)

GEOLOGISCHE SCHNITTE

Geologischer Schnitt A-A' (M 1 : 200/50)

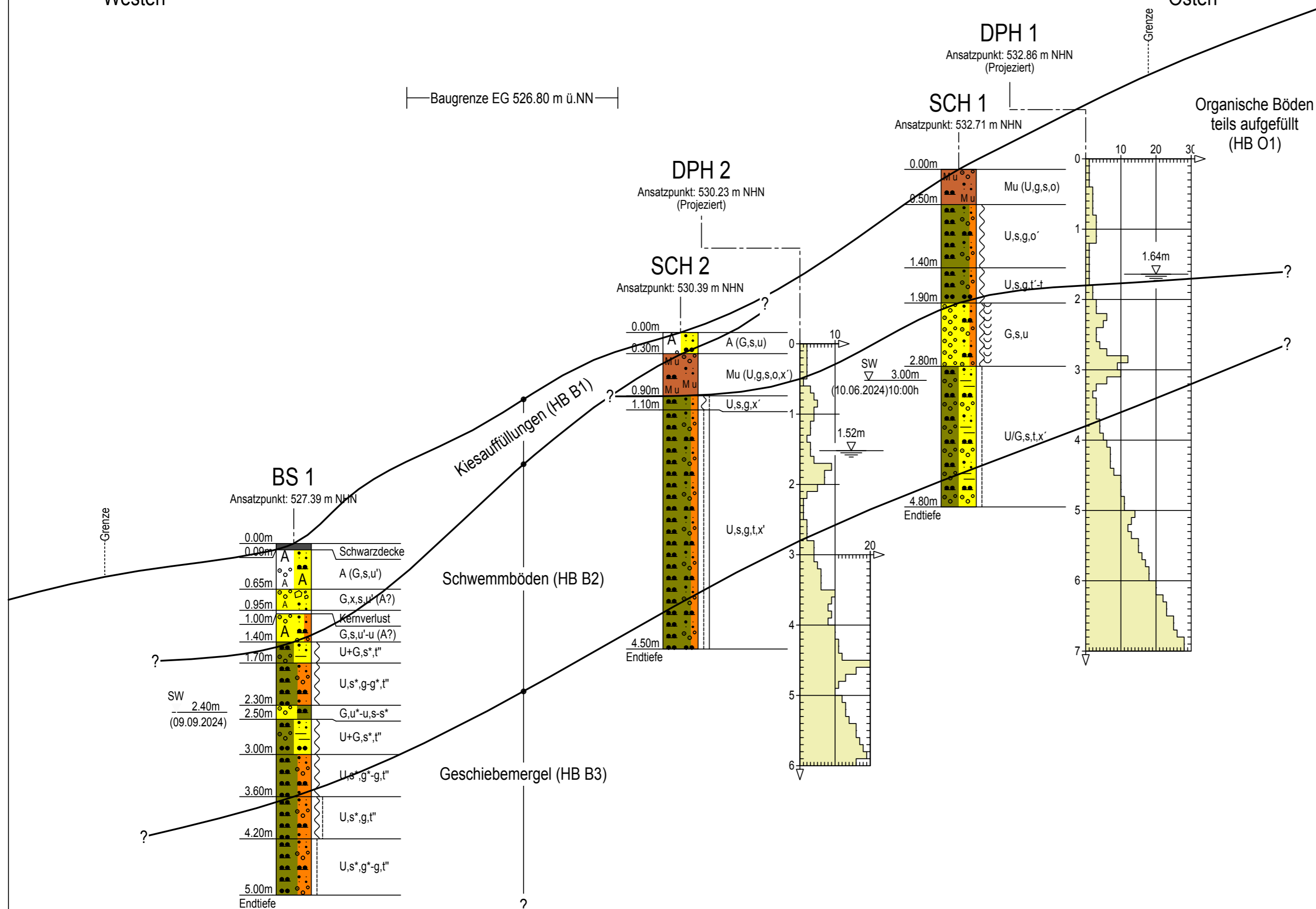
Legende Homogenbereiche (HB)


- HB O1 - Organische Böden teils aufgefüllt
- HB B1 - Kiesauffüllungen
- HB B2 - Schwemmböden
- HB B3 - Geschiebemergel

Westen

Osten

Baugrenze EG 526.80 m ü.NN



Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL		Lage-/Höhensystem: UTM32 DHHN2016			
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806 / 958940 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de			
AUFTRAGGEBER					
Gemeinde Steinhöring					
PROJEKT		BP Abersdorf Ost, Baugrundgutachten			
PLANINHALT		Geologischer Schnitt A-A'			
MABSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT		
M 1 : 200 / 50	SA	24.09.2024	MS		
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE			
B245254	2.1			

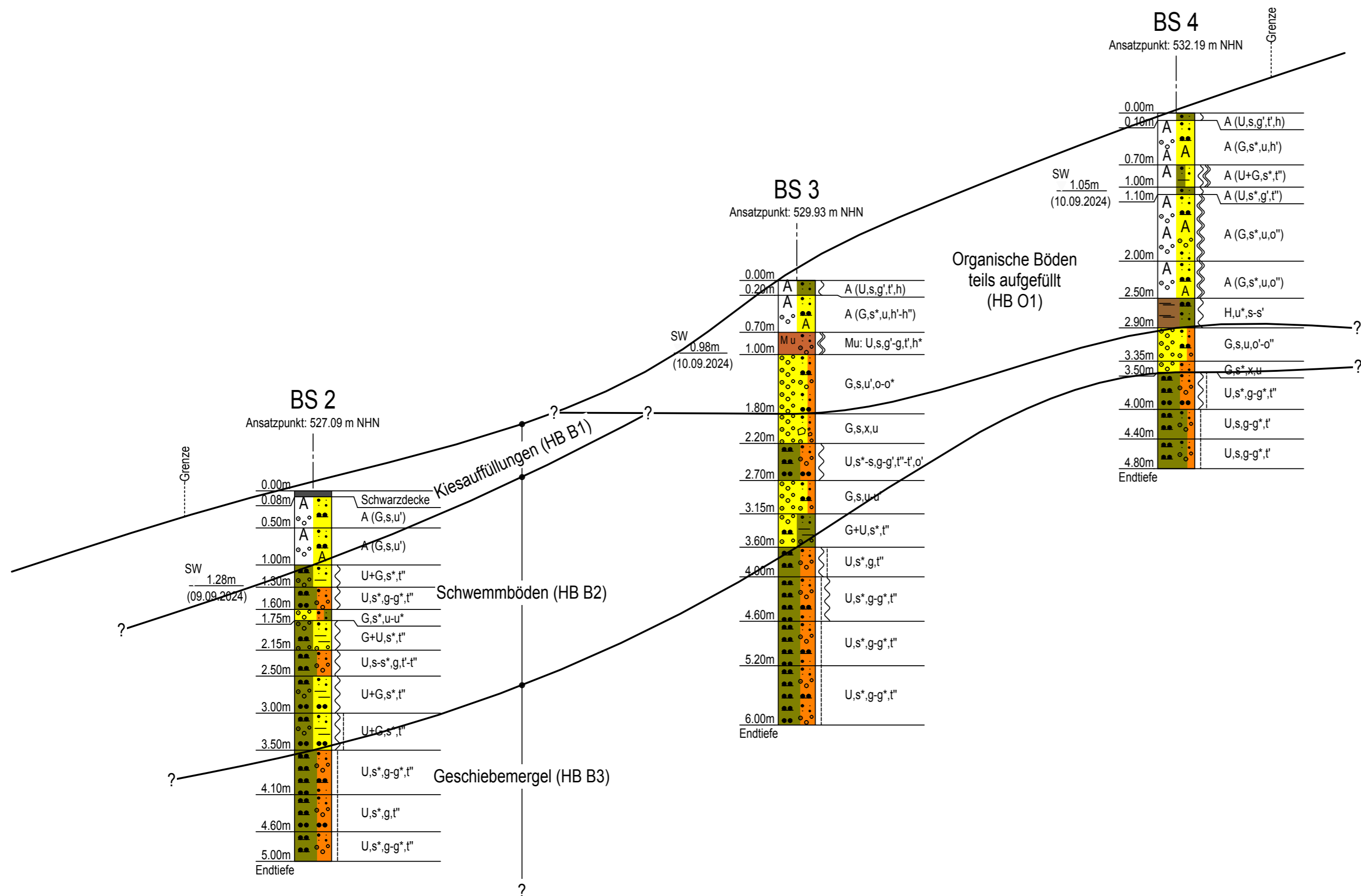
Geologischer Schnitt B-B' (M 1 : 200/50)

Westen

Osten


Baugrenze EG 526.80 m ü.NN

Baugrenze EG 531.60 m ü.NN



Legende Homogenbereiche (HB)

- HB O1 - Organische Böden teils aufgefüllt
- HB B1 - Kiesauffüllungen
- HB B2 - Schwemmböden
- HB B3 - Geschiebemergel

Index	Bemerkung	geänd. am	Name	gepr. am	Name
CRYSTAL		Lage-/Höhensystem: UTM32 DHHN2016			
GEOTECHNIK		BERATENDE INGENIEURE & GEOLOGEN GMBH INSTITUT FÜR ERD- UND GRUNDBAU HYDROGEOLOGISCHE BERATUNG HOFSTATTSTRASSE 28 D - 86919 UTTING TELEFON 08806 / 958940 SCHUSTERGASSE 14 D-83512 WASSERBURG TELEFON 08071 / 92278-0 E-Mail: wbg@crystal-geotechnik.de			
AUFTRAGGEBER					
Gemeinde Steinhöring					
PROJEKT		BP Abersdorf Ost, Baugrundgutachten			
PLANINHALT		Geologischer Schnitt B-B'			
MABSTAB:	GEZEICHNET	DATUM	GEPRÜFT		
M 1 : 200 / 50	SA	24.09.2024	MS		
PROJEKT NR.	PLAN NR.	ANLAGE			
B245254	2.2			

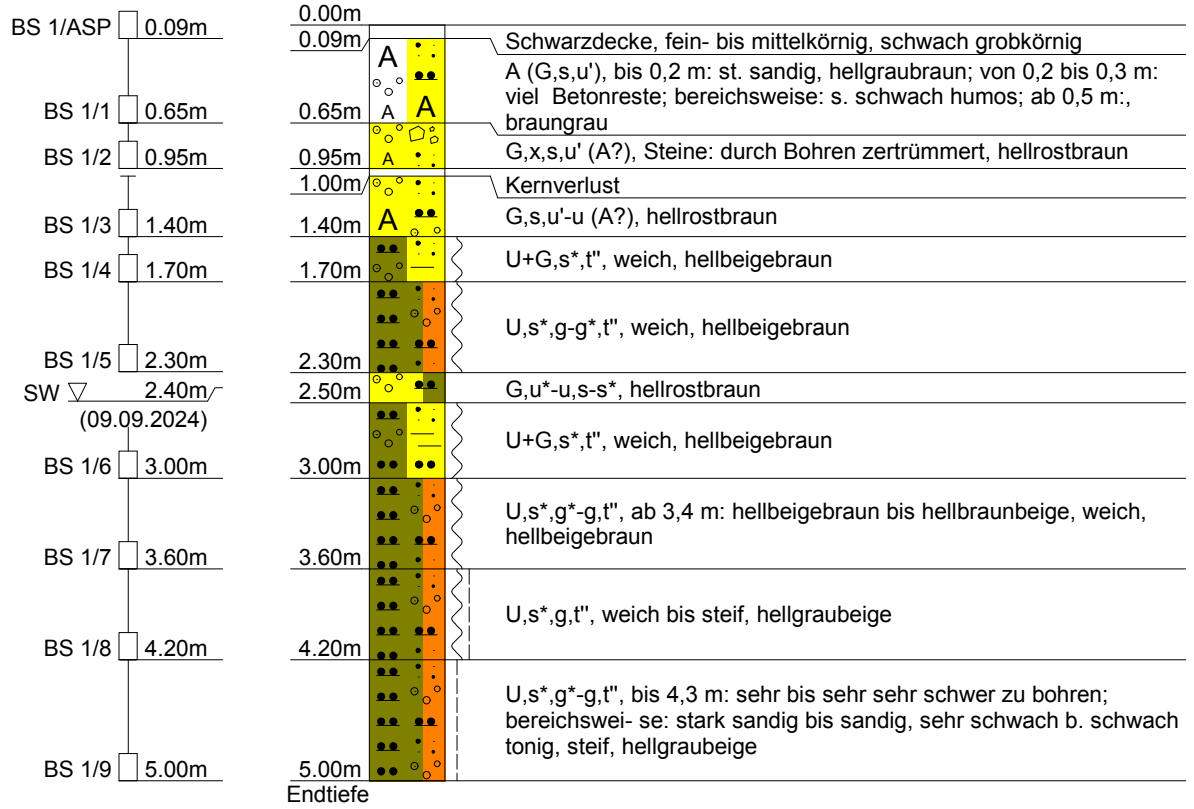
Anlage (3)

PROFILE DER ABGETEUFTEN AUFSCHLÜSSE

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Steinhöring BG Abersdorf	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 245254	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 09.09.2024	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.1.1

BS 1

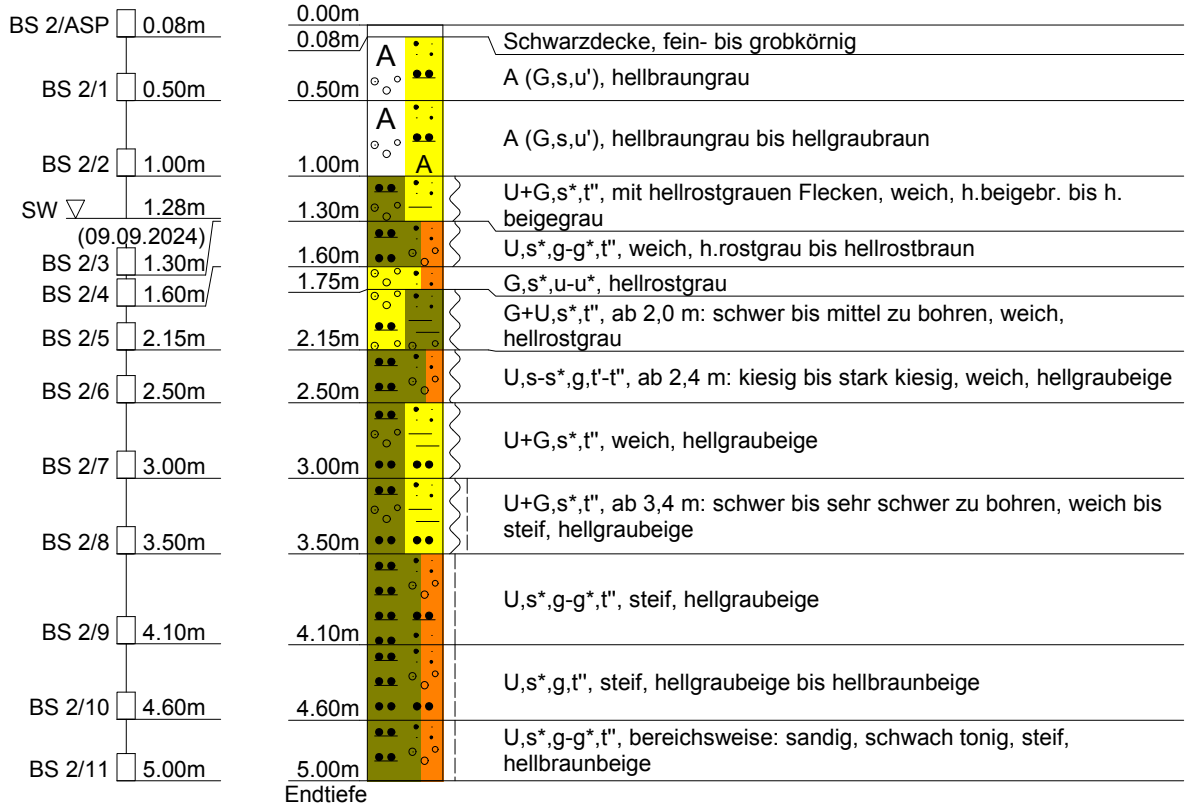
Ansatzpunkt: 527.39 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Steinhöring BG Abersdorf	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 245254	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 09.09.2024	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.1.2

BS 2

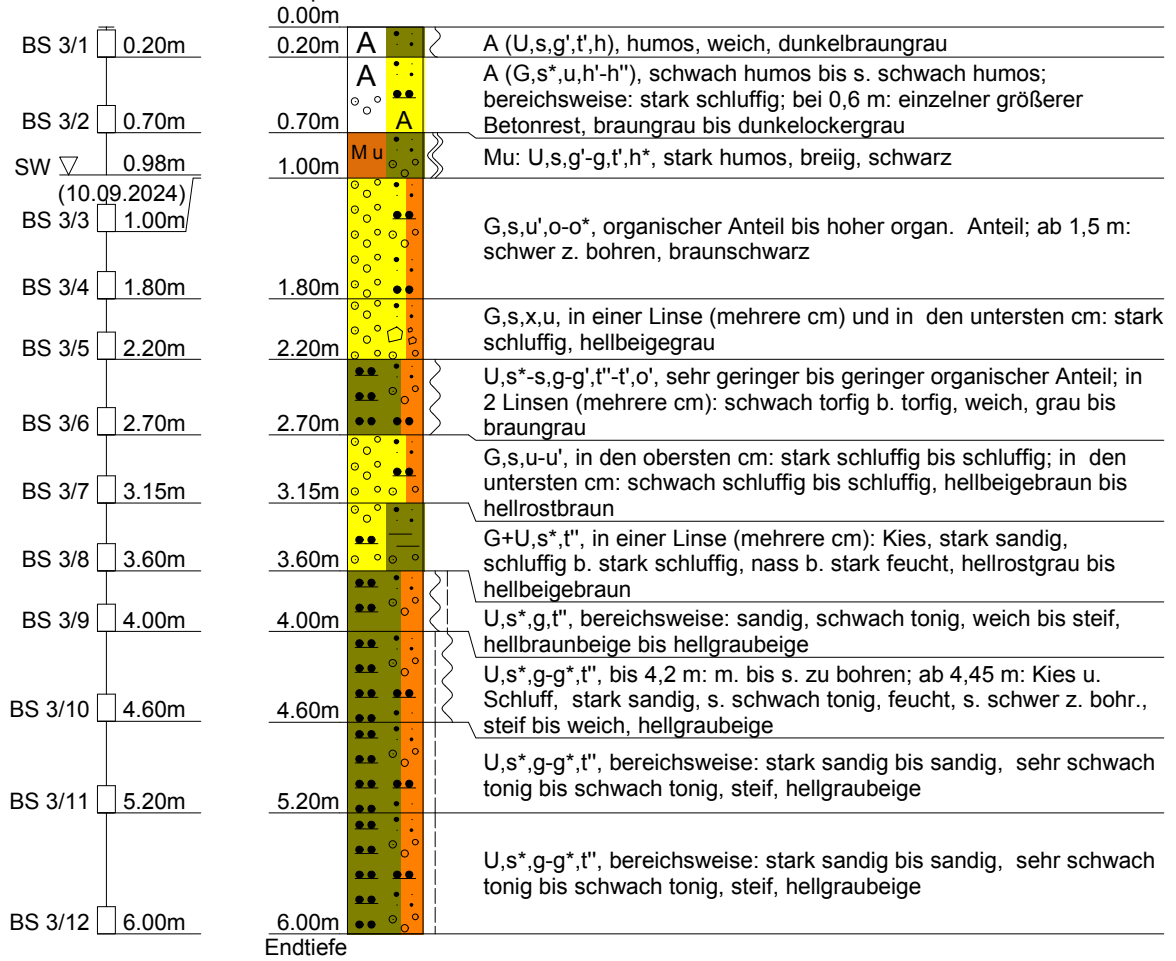
Ansatzpunkt: 527.09 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Steinhöring BG Abersdorf	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 245254	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.09.2024	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.1.3

BS 3

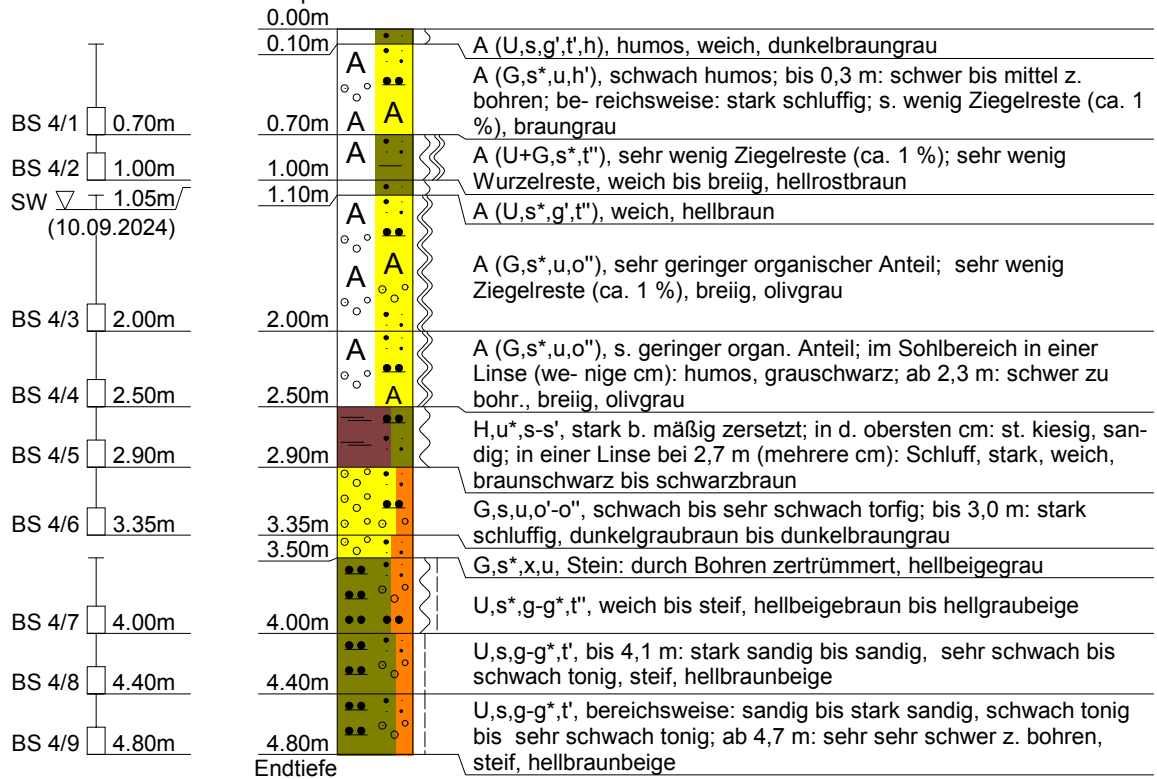
Ansatzpunkt: 529.93 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Steinhöring BG Abersdorf
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 245254
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.09.2024
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50 Anlage : 3.1.4

BS 4

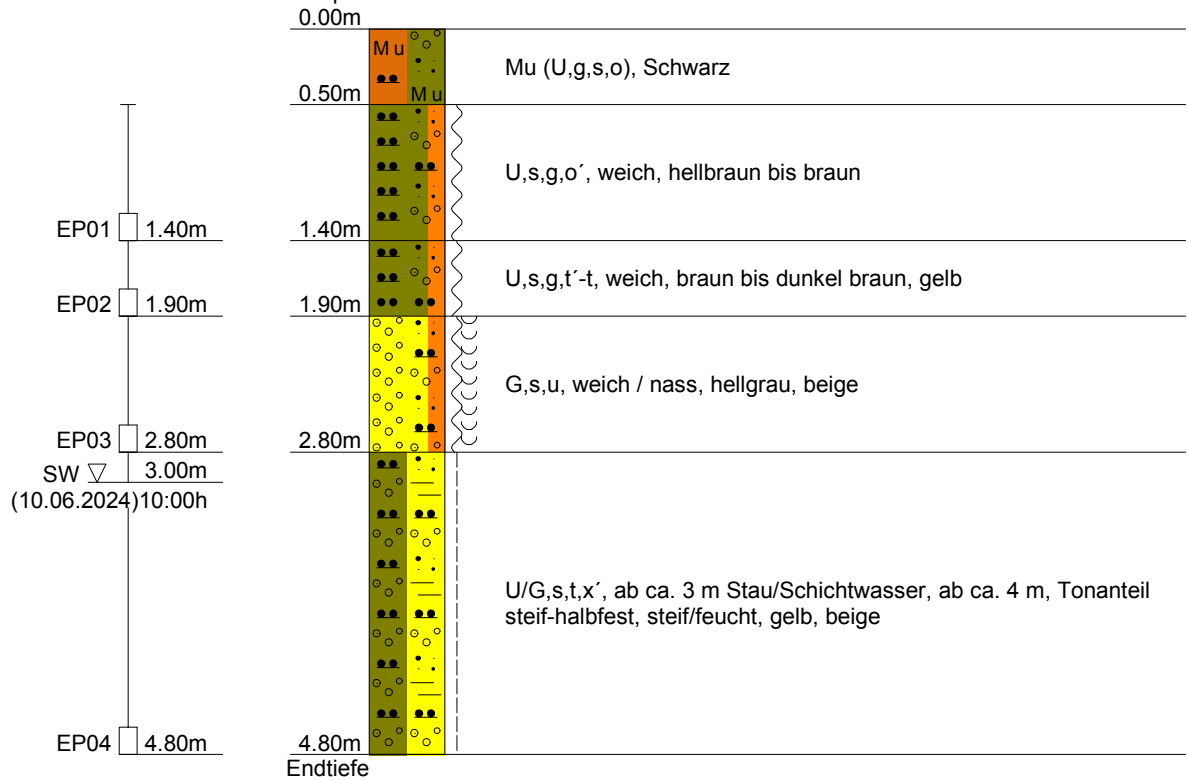
Ansatzpunkt: 532.19 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Steinhöring BG Abersdorf	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 245254	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.06.2024	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.1.5

SCH 1

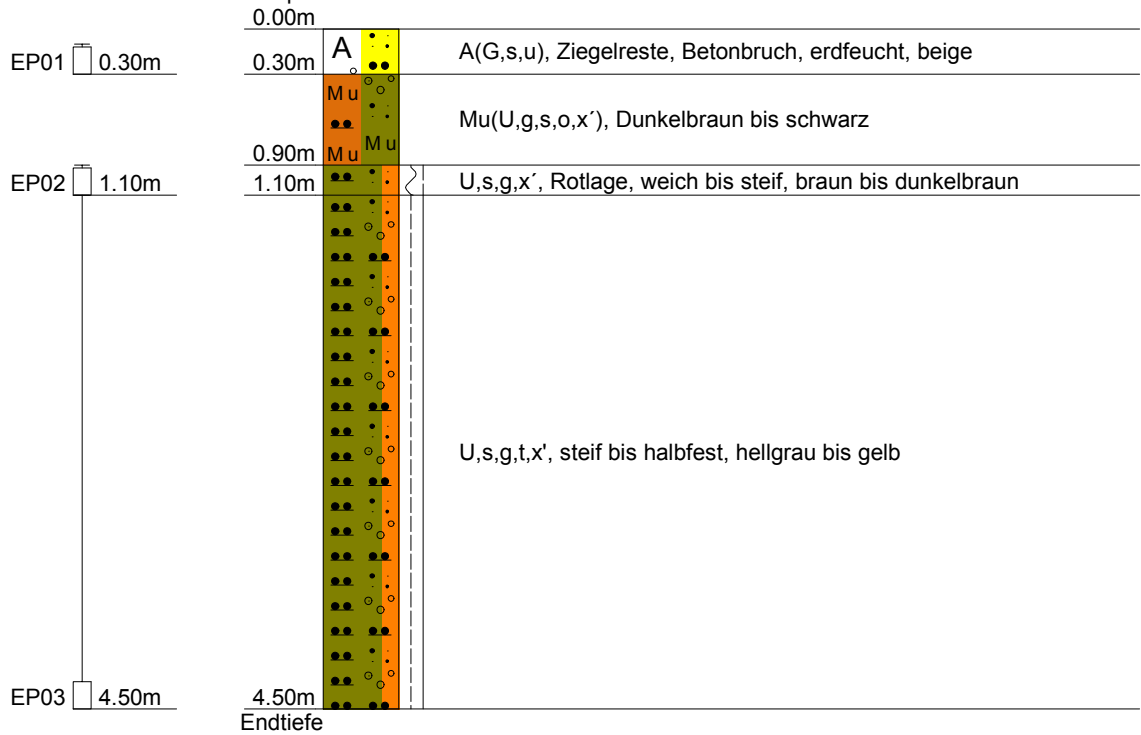
Ansatzpunkt: 532.71 m NHN



CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Steinhöring BG Abersdorf	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr.: B 245254	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.06.2024	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.1.6

SCH 2

Ansatzpunkt: 530.39 m NHN

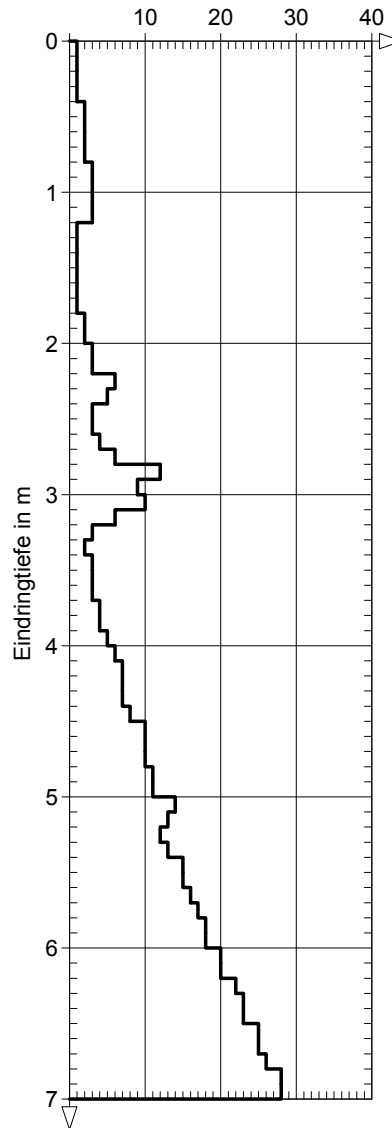


CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Steinhöring BG Abersdorf	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 245254	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 09.09.2024	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.2.1

DPH 1

Ansatzpunkt: 532.86 m NHN

Anzahl Schläge N10



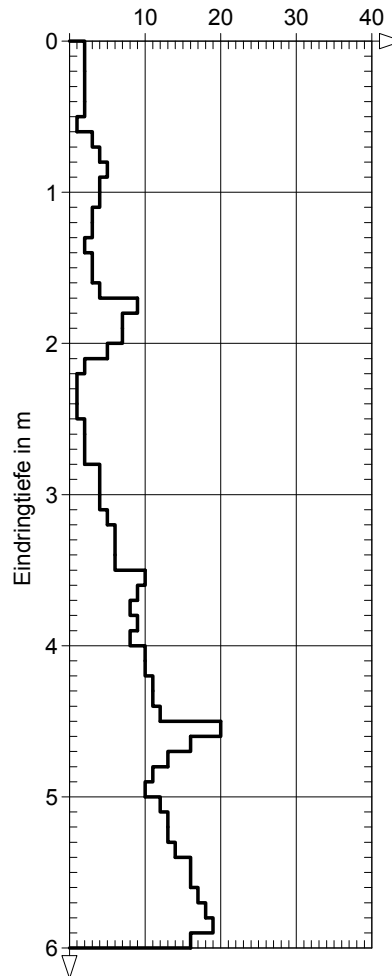
1.64m

CRYSTAL GEOTECHNIK	Projekt : Steinhöring BG Abersdorf	
Beratende Ing.u.Geologen GmbH	Projektnr. : B 245254	
Schusterg.14, 83512 Wasserburg	Datum : 10.09.2024	
Tel.08071-92278-0, FAX -92278-22	Maßstab : 1: 50	Anlage : 3.2.2

DPH 2

Ansatzpunkt: 530.23 m NHN

Anzahl Schläge N10



1.52m

Anlage (4)

ERGEBNISSE DER BODENMECHANISCHEN LABORVERSUCHE

Projektzusammenstellung

-KP-Projektzusammenstellung
 Revision A - Stand 2019-12
 Seite 1 | Anlage 4.1

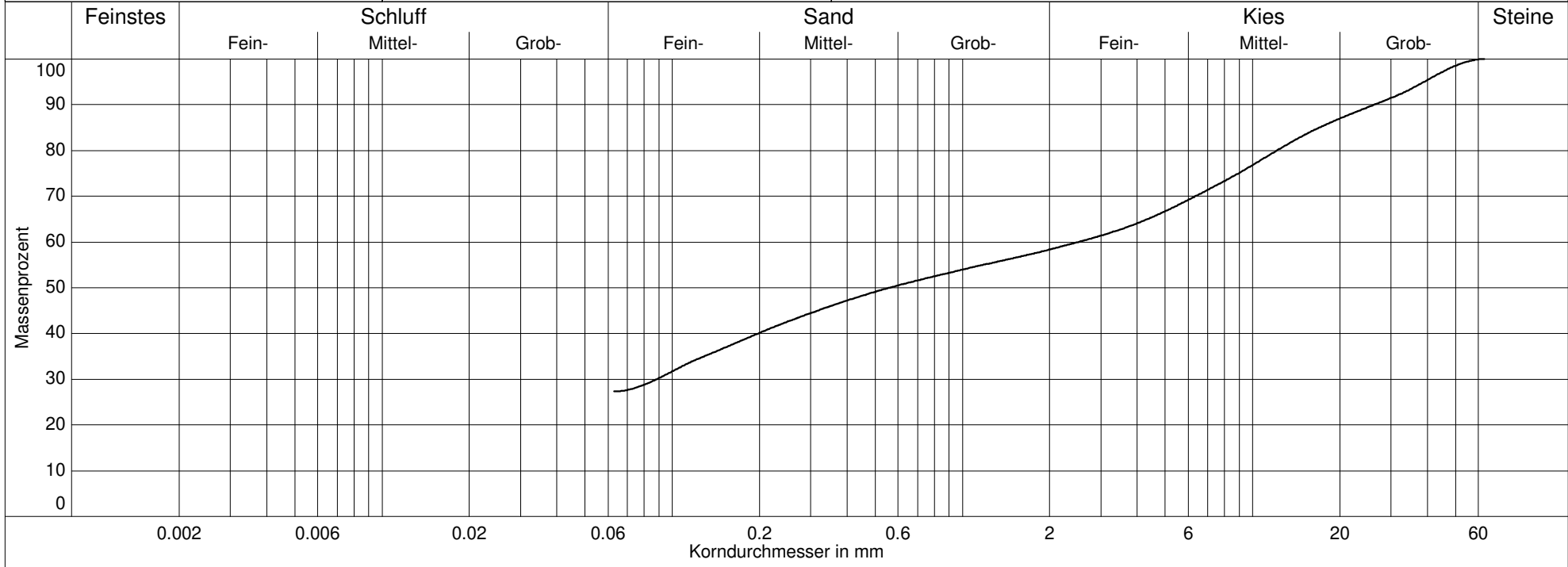
Projekt: BP Abersdorf Ost, Gde. Steinhöring										Auftraggeber:													
Projekt-Nr.: B 245254			Probenehmer: US			Probenahme: 10.09.2024				Probeneingang: 10.09.2024				Bearbeitet CP/MS/LP									
Entnahmestelle Probenart Entnahmetiefe	Probenbezeichnung	Bodenart/-farbe nach DIN EN ISO 14688-1/-2:2011-06	Kurzzeichen nach DIN 4023 Bodengruppe nach DIN 18196 Bemerkungen	Wassergehalt	Kornverteilung in M-%					Zustandsgrenzen				Dichte		Proctor- versuch Proctordichte p_{Pr} / opt. Wasserg. w_{Pr}	Verdichtungsgrad	Glühverlust	kf-Wert	Taschenpenetrometer	Flügelscherversuch	Kalkgehalt CaCO ₃ / CaMg(CO ₃)	
					$\phi < 0.002$ mm	$\phi 0.002 - 0.063$ mm	$\phi 0.063 - 2$ mm	$\phi 2 - 63$ mm	$\phi > 63$ mm	Wasserg. $\phi < 0.4$ mm	Fließgrenze w_L	Ausrollgrenze w_P	Plastizität I_p	Konsistenz	Feuchtdichte ρ								Trockendichte ρ_d
				[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[t/m ³]	[t/m ³]/[%]	%	[%]	[m/s]	[kPa]	[kPa]	[%]	
BS3 1,00 m	GP4	Kies,sandig schwach schluffig	G,s,u' GU		7,4	18,7	73,9																
1,80 m		schwarzgrau																					
BS3 2,20 m	GP6	Schluff,sandig schwach kiesig-kiesig schwach organisch	U,s,g'-g,o'	20,6														2,0					
2,70 m		dunkelgrau																					
BS4 1,10 m	GP3	Kies,stark sandig schluffig	G,s*,u GU*		27,3	31,0	41,6																
2,00 m		beige-grau																					

CRYSTAL GEOTECHNIK
 Beratende Ing. u. Geologen GmbH
 Schusterg. 14, 83512 Wasserburg
 Tel. 08071-92278-0, FAX -92278-22

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : BP Abersdorf Ost, Gde. Steinhöring
 Projektnr. : B 245254
 Datum : 27.09.2024
 Anlage : 4.2.1



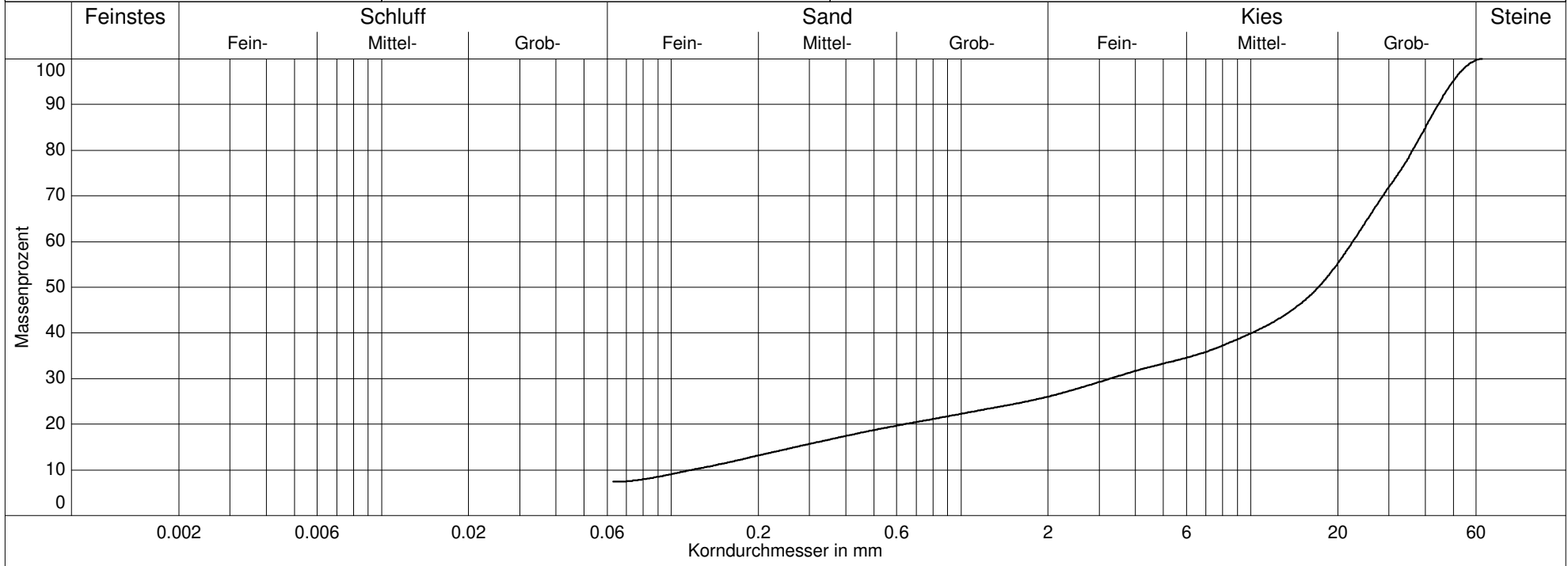
Labornummer	—— BS4 GP3			
Entnahmestelle	Abersdorf			
Entnahmetiefe	1,1 m - 2,0 m			
Ungleichförm. U	-			
Krümmungszahl Cc	-			
Bodenart	G _{s,u}			
Bodengruppe	G _U			
d ₁₀ / d ₆₀	- / 2.502 mm			
Anteil < 0.063 mm	27.3 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/27.3/31.0/41.6 %			DC

CRYSTAL GEOTECHNIK
 Beratende Ing. u. Geologen GmbH
 Schusterg. 14, 83512 Wasserburg
 Tel. 08071-92278-0, FAX -92278-22

Kornverteilung

DIN EN ISO 17892-4

Projekt : BP Abersdorf Ost, Gde. Steinhöring
 Projektnr. : B 245254
 Datum : 27.09.2024
 Anlage : 4.2.2



Labornummer	—— BS3 GP4			
Entnahmestelle	Abersdorf			
Entnahmetiefe	1,0 m - 1,8 m			
Ungleichförm. U	191.7			
Krümmungszahl Cc	4.1			
Bodenart	G,s,u'			
Bodengruppe	GU			
d10 / d60	0.117/22.511 mm			
Anteil < 0.063 mm	7.4 %			
Kornfrakt. T/U/S/G	0.0/7.4/18.7/73.9 %			

EXCEL-Auswertung	Wassergehalt (Ofen) gemäß DIN EN ISO 17892-1:2015-03	EX-KP-DIN EN ISO 17892-1-WG
		Revision A - Stand 2019-12
		Anlage: 4.3

Projekt: BP Abersdorf Ost, Gde. Steinhöring				
Projekt-Nr.: B 245254		Auftraggeber:		
ausgeführt am: 26.09.2024		durch: LP		Waagen-Nr.: 1
Probenbezeichnung	BS3 GP6			
Bodenart	U,s,g'-g,o'			
Behälter-Nr.	13			
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]	1091,10	
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$	[g]	957,40	
Behälter	m_B	[g]	307,70	
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]	133,70	
trockene Probe	$m_d = (m_d + m_B) - m_B$	[g]	649,70	
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]	20,6	

Probenbezeichnung				
Bodenart				
Behälter-Nr.				
feuchte Probe + Behälter	$m_1 + m_B$	[g]		
trockene Probe + Behälter	$m_d + m_B$	[g]		
Behälter	m_B	[g]		
Wasser	$m_W = (m_1 + m_B) - (m_d + m_B)$	[g]		
trockene Probe	m_d	[g]		
Wassergehalt	$w = \frac{m_W}{m_d} \times 100$	[%]		

Projektleiter: CP/MS

EXCEL-Auswertung	Glühverlust gemäß DIN 18128:2002-12		EX-KP-DIN 18128-GL			
			Revision A - Stand 2019-12			
			Anlage: 4.4			
Projekt: BP Abersdorf Ost, Gde. Steinhöring						
Projekt-Nr.: B 245254		Auftraggeber:				
Probenbezeichnung: BS3 GP6						
Entnahmestelle: Abersddorf		entnommen am: 10.09.2024		durch: US		
Entnahmetiefe: 2,2 m - 2,7 m		ausgeführt am: 26.09.2024		durch: LP		
Bodenart: U,s,g'-g,o'		Wassergehalt: 20,6 %		Massenanteil > 2 mm: %		
Glühdauer: 5 h		Glühtemperatur: 440 °C		Waage: 1		
Bemerkungen: Austritt von Kristallwasser möglich (quellfähige Tonminerale) Verglühen von Kalk möglich (kalkhaltiges Material)						
Versuch-Nr.			1	2	3	
Behälter-Nr.			5	2	4	
Probe + Behälter		$m_1 + m_B$	[g]	54,70	51,55	52,32
Behälter		m_B	[g]	19,51	18,79	17,92
Probe		$m_1 = (m_1 + m_B) - m_B$	[g]	35,19	32,76	34,40
Probe geglüht + Behälter		$m_2 + m_B$	[g]	54,01	50,91	51,61
Glühverlust (Fraktion < 2 mm)		$m_G = (m_1 + m_B) - (m_2 + m_B)$	[g]	0,69	0,64	0,71
Glühverlust (Fraktion < 2 mm)		$G_1 = m_G / m_1 * 100$	[%]	2,0	2,0	2,1
Mittelwert (Fraktion < 2 mm)		$G_{<2} = (G_1 + G_2 + G_3) / 3$	[%]	2,0		
Mittelwert (Gesamtfraktion)		$G_G = G_{<2} \times (100 - A_{>2}) / 100$	[%]	nicht ermittelt		
Projektleiter: CP/MS						