

August 2023

Bestellung Nr. (AG): A321320100

Projektnummer (AN): 11930

DEGES Deutsche Einheit

Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH

**B 178n - Verlegung A4 bis BG D/PL und D/CZ, BA 1, Teil
1, AS A4 (Weißenberg) bis S112 (Nostitz), VKE 321.1
Versickerungsbecken 3 – Hydrogeologisches Gutachten**

Auftraggeber:



DEGES,
Deutsche Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
Zimmerstraße 54
10117 Berlin

Auftragnehmer:



planungsgesellschaft
SCHOLZ+LEWIS mbH



An der Pikardie 8, 01277 Dresden
☎ 0351 / 21 683-30

Fachbereichsleiter Dipl.-Ing. N. Menz

Dipl.-Ing. S. Klotzsch

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	4
1.1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
1.2	Unterlagen	4
2.	Grundlagen	6
2.1	gesättigte Grundwasserströmung	6
2.2	ungesättigte Sickerwasserbewegung	6
3.	Charakterisierung des Untersuchungsgebietes	7
4.	Modellaufbau	9
4.1	Theoretische Modellgrundlagen und Modellaufbau	9
4.1.1	Hydrus-1D	9
4.1.2	Feflow	9
4.2	Modellbildung	10
4.2.1	Modellgrenzen und Netzdiskretisierung	10
4.2.2	Modellgeometrie und Schichtenaufbau	12
4.2.3	Parameter zur Beschreibung der Grundwasserströmung	14
4.2.4	Randbedingungen	15
5.	Modellierung des Plan-Zustandes	15
5.1	Zielstellung	15
5.2	Hydrus-1D	15
5.3	Feflow Detailmodell	17
5.4	Feflow Lokalmodell	18
6.	Langzeitbetrachtung	20
6.1	Veranlassung und Zielstellung	20
6.2	Auswahl Bemessungszeiträume	20
6.3	Überarbeitung Modellgebiet	21
6.4	Vorbetrachtungen	23
6.5	Sommerereignis	24
6.6	Winterereignis	29
7.	Zusammenfassung und Handlungsempfehlung	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geländemorphologie im Untersuchungsgebiet mit Aufschlusspunkten Grauwacke, Höhen in m NHN, VSB 3 blau, vermutete Aufragung Grauwacke schraffiert	8
Abbildung 2: Berechnungsnetz für das lokale Modell	11
Abbildung 3: Berechnungsnetz für das Detailmodell.....	11
Abbildung 4: Interpolierte Oberkante Grauwacke im Bereich des geplanten VSB 3 (schwarzer Umring), Höhen in m NHN.....	13
Abbildung 5: Verschnitt Unterkante Becken mit Oberkante Grauwacke, Höhen in m NHN ...	13
Abbildung 6: K _f -Werte in m/s für die Grauwacke-Zersatzschicht /7/, VSB 3 blau, DOP /14/..	14
Abbildung 7: Überstau und Sickerganglinie berechnet mit Hydrus-1D	16
Abbildung 8: mit Hydrus-1D prognostizierte Bodensättigung nach ca. 2 h	16
Abbildung 9: Sickerwasserbewegung im VSB 3, Feflow Detailmodell	17
Abbildung 10: Zu- und Abflussbilanz des Beckens im FeFlow-Detailmodell.....	18
Abbildung 11: prognostizierte Stromlinien (rot), VSB3 (blau) und vermuteter Austrittsbereich (schraffiert), DOP /14//	19
Abbildung 12: Verteilung besonders regenreicher Monate mit Niederschlagssummen > 100 mm /16/	20
Abbildung 13: monatliche Niederschlagssummen 2010 im Vergleich zum langjährigen Mittel /16/	21
Abbildung 14: Modellgebiet für die Langzeitsimulation, Modellgrenze rot, Kontur VSB 3 schwarz, Schnittlinie grün, siehe Abbildung 15	22
Abbildung 15: West-Ost-Schnitt durchs Modell.....	23
Abbildung 16: Zuflüsse und kumulatives Zuflussvolumen zum VSB 3 während des Sommerereignisses.....	24
Abbildung 17: Prognostiziert Aufstau im VSB 3 für das Sommerereignis	25
Abbildung 18: Zufluss aus der bewachsenen Bodenzone in den Bodenaustausch und kumuliertes Volumen für das Sommerereignis.....	26
Abbildung 19: Durchflussbilanzen des FeFlow-Modells für das Sommerereignis.....	27
Abbildung 20: Detail Durchflussbilanzen für das größte Niederschlagsereignis	28
Abbildung 21: Prognostizierter Potentialflurabstand zum Sommerereignis, Modellgrenze rot, Kontouren VSB 3 schwarz, Relief /12/ grau	29
Abbildung 22: Zuflüsse und kumulatives Zuflussvolumen zum VSB 3 während des Winterereignisses.....	30
Abbildung 23: Prognostiziert Aufstau im VSB 3 für das Winterereignis	30
Abbildung 24: Zufluss aus der bewachsenen Bodenzone in den Bodenaustausch und kumuliertes Volumen für das Winterereignis	31
Abbildung 25: Durchflussbilanzen des FeFlow-Modells für das Winterereignis.....	32
Abbildung 26: Prognostizierter Potentialflurabstand zum Winterereignis, Modellgrenze rot, Kontouren VSB 3 schwarz, Relief /12/ grau	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schichtenmodell gemäß BHU /7/	12
Tabelle 2: Modellparametrisierung	15

Abkürzungsverzeichnis

DEGES	Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
DGM	Digitales Geländemodell
DOP	Digitales Orthophoto
GOK	Geländeoberkante
OK	Oberkante
SWMA	Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
UK	Unterkante
VSB	Versickerungsbecken

Anhang

Anhang 1	Dokumentation der Baugrundaufschlüsse für das hydraulische Modell
----------	---

1. Allgemeines

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die DEGES plant im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA) den Neubau des 1. Bauabschnitts der B 178, Teil 1, Anschluss A4 bis S112 (Nostitz). Das Vorhaben befindet sich in Sachsen, unmittelbar östlich von Weißenberg in den Landkreisen Bautzen und Görlitz.

Im Rahmen der Entwässerungsplanung der Entwurfsplanung ergibt sich für ein geplantes Versickerungsbecken (VSB 3) die Notwendigkeit der Verlagerung auf einen Alternativstandort. Der ursprüngliche Standort des Versickerungsbeckens lag im Bereich der Kreuzung Straße der Einheit / Wuischker Straße. Der zu untersuchende Alternativstandort liegt östlich der Straße der Einheit.

Im Baurechtsverfahren sind die möglichen Auswirkungen des Beckens in neuer Lage auf die benachbarte bzw. unterhalb liegende Bebauung und auf die angrenzende Straßenböschung der „Straße der Einheit“ zu untersuchen und ggf. entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden vorzusehen. Die nächstliegende Bebauung beginnt ca. 100 m südlich des neuen Standorts.

Gemäß /1/ ist als Teilleistung ein fachtechnisches Gutachten zur geohydraulischen Bewertung des potentiellen Standortes des VSB 3 erforderlich.

Die Planungsgesellschaft Scholz+Lewis mbH wurde am 03.05.2022 mit den in /1/ beschriebenen Leistungen beauftragt /3/.

1.2 Unterlagen

- /1/ DEGES GMBH:
Leistungsbeschreibung und Honorarermittlung gem. Abschnitt I.1 Vertrag A321 320100, Fachtechnisches Gutachten zu pot. Standort VSB 3, 29.03.2022
- /2/ PLANUNGSGESELLSCHAFT SCHOLZ UND LEWIS MBH:
Leistungs- und Honorarangebot Fachtechnisches Gutachten zur geohydraulischen Bewertung des potentiellen Standortes VSB 3, 08.04.2022
- /3/ DEGES GMBH:
B 178n - Verlegung A4 bis BG D/PL und D/CZ, BA 1, Teil 1, AS A4 (Weißenberg) bis S112 (Nostitz) VKE 321.1, Fachtechnisches Gutachten zu potentielltem Standort VSB 3, Vertrags-Nr.: A321320100
- /4/ M. TH. VAN GENUCHTEN:
A Closed-Form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils, Soil Science Society of America Journal, S 892-898, 1980
- /5/ ŠIMŮNEK, J., M. ŠEJNA, H. SAITO, M. SAKAI, AND M. TH. VAN GENUCHTEN:
The Hydrus-1D Software Package for Simulating the Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably Saturated Media, Version 4.17, HYDRUS Software Series 3, Department of Environmental Sciences, University of California Riverside, Riverside, California, USA, pp. 342, 2013.
- /6/ GEOLOGISCHES JAHRBUCH:
Reihe A: Allgemeine regionale Geologie Bundesrepublik Deutschland und Nachbargebiete, Heft 163: Regionale Hydrogeologie von Deutschland, 2016
- /7/ IFG INGENIEURBÜRO FÜR GEOTECHNIK GMBH:
B 178n - Verlegung A4 bis BG D/PL und D/CZ, BA 1, Teil 1, AS A4 (Weißenberg) bis S112 (Nostitz) VKE 321.1 Versickerungsbecken 3, Baugrundgutachten, 16.06.2022

- /8/ LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE:
Datenportal iDA, Hydroisohypsen 2016, <https://www.umwelt.sachsen.de/datenportal-ida-4626.html>, Zugriff am 27.06.2023
- /9/ SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ENERGIE, KLIMASCHUTZ, UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT:
GWN-Viewer, Grundwasserneubildung KLiWES 2.1 Ist-Zustand 1988-2015, <https://www.visdat.de/gwn-sachsen/mapview> abgerufen am 27.06.2023
- /10/ LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE:
Datenportal iDA, Geologische Aufschlüsse, <https://www.umwelt.sachsen.de/datenportal-ida-4626.html>, Zugriff am 27.06.2023
- /11/ LANDESAMT FÜR GEOBASISINFORMATIONEN SACHSEN [GEOSN]:
Downloadbereich Digitale Höhenmodelle, <https://www.geodaten.sachsen.de/downloadbereich-digitale-hoehenmodelle-4851.html>, Zugriff am 27.06.2023
- /12/ LANDESAMT FÜR GEOBASISINFORMATIONEN SACHSEN [GEOSN]:
Topographische Karten, WMS Höheninformationen Sachsen, <https://www.landesvermessung.sachsen.de/topographische-karten-4984.html>, Zugriff am 27.06.2023
- /13/ ENTWURFS- UND INGENIEURBÜRO STRASSENWESEN GMBH:
Unterlage /18.3, Blattnummer 03, Detailplan Versickerungsbecken 3, Übergabe per Mail am 21.04.2023
- /14/ ENTWURFS- UND INGENIEURBÜRO STRASSENWESEN GMBH:
Unterlage /18.2.2, Blattnummer 6, Bemessung von Versickerungsbecken nach Arbeitsblatt DWA-A 138 (April 2005), Übergabe per Mail am 24.05.2023
- /15/ LANDESAMT FÜR GEOBASISINFORMATIONEN SACHSEN [GEOSN]:
Digitale Orthophotos DOP, <https://www.landesvermessung.sachsen.de/digitale-orthophotos-dop-8339.html>, Zugriff am 27.06.2023
- /16/ PROFESSOR DR.-ING. HANS-GÜNTER RAMKE:
Modellierung des Austrocknungsverhaltens mineralischer Abdichtungsschichten in Oberflächenabdichtungssystemen mit dem Modell Hydrus-1D, Beitrag zur Fachtagung Austrocknungsverhalten von mineralischen Abdichtungsschichten in Deponie-Oberflächenabdichtungssystemen, Höxteraner Berichte zu angewandten Umweltwissenschaften, Band 3 Fachhochschule Lippe und Höxter, Abteilung Höxter
- /17/ DEUTSCHER WETTERDIENST:
CDC (Climate Data Center), Messdaten (stündlich, monatlich, jährlich) der Station Kubschütz (Stations-ID 314), abgerufen am 09.05.2023
- /18/ DEUTSCHER WETTERDIENST:
CDC (Climate Data Center), berechnete tägliche Verdunstungswerte (AMBAV 2.0) der Station Kubschütz (Stations-ID 314), abgerufen am 09.05.2023

2. Grundlagen

2.1 gesättigte Grundwasserströmung

Gemäß DIN 4049 ist Grundwasser „unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird.“

Aus der Definition geht hervor, dass die Poren der Bodenmatrix vollständig mit Wasser gefüllt sind. Die Bewegung des Grundwassers wird mit Hilfe der Darcy-Gleichung beschrieben:

$$Q = A * K_f * \frac{\Delta h}{\Delta s} \quad (1)$$

wobei Q der Durchfluss, A die Fließfläche, K_f die hydraulische Leitfähigkeit des Bodens und Δh der Potentialunterschied über eine definierte Strecke Δs ist.

Die gesättigte Grundwasserströmung hängt also im Wesentlichen von der hydraulischen Leitfähigkeit, welche unabhängig von anderen Parametern ist.

2.2 ungesättigte Sickerwasserbewegung

Innerhalb des Bodens existiert Wasser jedoch nicht nur als Grundwasser, sondern auch als Sicker- und Haftwasser. Im Falle der letzten beiden Varianten sind die Poren der Bodenmatrix sowohl mit Wasser als auch mit Luft gefüllt.

Da Luft gefüllte Poren die Wasserbewegung behindern, ist die hydraulische Leitfähigkeit des Bodens vom Wassergehalt abhängig. Je trockener ein Boden ist, desto geringer ist dessen ungesättigte hydraulische Leitfähigkeit.

Mathematisch wird die Sickerwasserbewegung durch die Richards-Gleichung beschrieben:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_f(h) \frac{\partial h}{\partial z} \right) + \frac{\partial k}{\partial z} \quad (2)$$

wobei θ der Wassergehalt, t die Zeit, z die Tiefe, und h das Potential ist. Konkret beschreibt die Gleichung die Änderung des Wassergehalts über einen Zeitraum (1. Term) resultierend aus der Änderung des Druckgradienten (2. Term) und der Gravitation (3. Term).

Diese Gleichung ist eine partielle Differentialgleichung 2. Ordnung und kann nur noch mit Hilfe numerischer Verfahren gelöst werden.

Allerdings beschreibt die Richards-Gleichung noch nicht die Abhängigkeit der hydraulischen Leitfähigkeit vom Wassergehalt des Bodens. Dafür wurden verschiedenste Modelle entwickelt. Ein häufig angewandtes Modell ist das van-Genuchten-Modell /4/:

$$\frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = \left[\frac{1}{1 + (\alpha h)^n} \right]^m \quad (3)$$

$$K_r = \theta^{0,5} [1 - (1 - \theta^{1/m})^m]^2 \quad (4)$$

Gleichung 3 beschreibt die Abhängigkeit des Bodenwassergehalts, repräsentiert durch den linken Term mit θ_r dem residualen Wassergehalt und θ_s dem Sättigungswassergehalt, vom Potential h , und den Formfaktoren α , n und m . Der Faktor α kann als Inverse der kapillaren Steighöhe interpretiert werden, n ist eine Maßzahl für die Porengrößenverteilung und für m gilt Gleichung 5:

$$m = 1 - 1/n \quad (5)$$

Gleichung 4 beschreibt den Zusammenhang zwischen der relativen hydraulischen Leitfähigkeit und dem Sättigungsgrad.

Zusammenfassend bedeutet dies, dass man zur Beschreibung der ungesättigten Wasserbewegung die hydraulische Leitfähigkeit des Bodens K_f , die Formfaktoren α und n , sowie den residualen und Sättigungswassergehalt benötigt.

Abgesehen vom K_f -Wert liegen für die genannten Parameter selten standortkonkrete Werte vor. Jedoch können diese Werte aus der Korngrößenverteilung abgeschätzt werden. Dazu wird das im Modellsystem Hydrus-1D /5/ implementierte neurale Netz, genannt Rosetta, zur Vorhersage dieser Parameter auf Basis der Korngrößenverteilung genutzt.

3. Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet liegt unmittelbar nördlich der Stadt Weißenberg im Landkreis Bautzen, Sachsen.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich an einer Hanglage mit südlicher Ausrichtung und wird landwirtschaftlich genutzt. Nach Westen grenzt sich das Untersuchungsgebiet durch die Straße der Einheit und nach Süden durch die beginnenden Siedlungsflächen ab. Nach Osten gibt es keine abgrenzenden Landschaftsmerkmale.

Das geplante Versickerungsbecken 3 (VSB 3) liegt im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes.

Das Untersuchungsgebiet ist dem hydrogeologischen Großraum des Lausitzer Granodioritkomplexes zuzuordnen /6/.

Gemäß dem Baugrundgutachten /7/ liegt das Untersuchungsgebiet am Rande einer Kuppe aus Grauwacke. An der Geländeoberkante stehen Hang-, Löss- oder Geschiebelehm an /7/. Im Liegenden folgt eine Zersatzschicht mit einem weitgestuften Kornspektrum von Steinen bis Schluff. Darunter folgt die unverwitterte Grauwacke.

Für die Deckschicht wurden im Baugrundgutachten /7/ auf Basis von Sieblinien K_f -Werte von $4,4 \cdot 10^{-9}$ bis $9,6 \cdot 10^{-7}$ m/s ausgewiesen. Die Deckschicht ist als eher undurchlässig einzustufen.

Für die Zersatzschicht im Bereich des geplanten VSB 3 liegen sowohl K_f -Werte aus ausgewerteten Sieblinien als auch die Ergebnisse von Versickerungsversuchen vor. Diese weisen eine hydraulische Leitfähigkeit von $1,1 \cdot 10^{-4}$ bis $3,5 \cdot 10^{-4}$ m/s aus.

Im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes ergeben die Sieblinienauswertungen K_f -Werte im Bereich von $4,6 \cdot 10^{-7}$ m/s bis $8,2 \cdot 10^{-6}$ m/s, d. h. deutlich undurchlässiger als im Vergleich zum geplanten Standort des VSB 3.

Für die Grauwacke liegen keine Angaben zur hydraulischen Leitfähigkeit vor. Punktueller Untersuchungen im Rahmen der Baugrundhauptuntersuchung /7/ kamen zu dem Ergebnis, dass die Grauwacke weitgehend undurchlässig ist. Für die weiteren Betrachtungen wird sie als dicht angenommen.

Im Datenportal iDA werden als unsicher bewertete Grundwasserstände zwischen 185 und 190 m NHN für das Untersuchungsgebiet angegeben /8/. Im Zuge der Baugrundhauptuntersuchung wurde im Bereich des geplanten VSB3 jedoch kein Grundwasser angetroffen /7/.

Gemäß /9/ beträgt die durchschnittliche Grundwasserneubildung im Untersuchungsgebiet ca. 65 mm/a mit einem Schwankungsbereich von ca. -50 mm/a bis ca. 250 mm/a. Letztlich bedeutet dies, dass eine Grundwasserführung im Untersuchungsgebiet, wenn überhaupt, nur in deutlich niederschlagsreichen Jahren zu erwarten ist.

Des Weiteren muss bei der Frage nach dem Vorhandensein bzw. dem Auftreten von Grundwasser am Standort die Geländemorphologie und Lage der Grauwacke berücksichtigt werden.

Das geplante VSB 3 liegt unmittelbar unterhalb einer morphologischen Sattelstruktur, wie aus den Höhenlinien des DGMs aus Abbildung 1 hervorgeht.

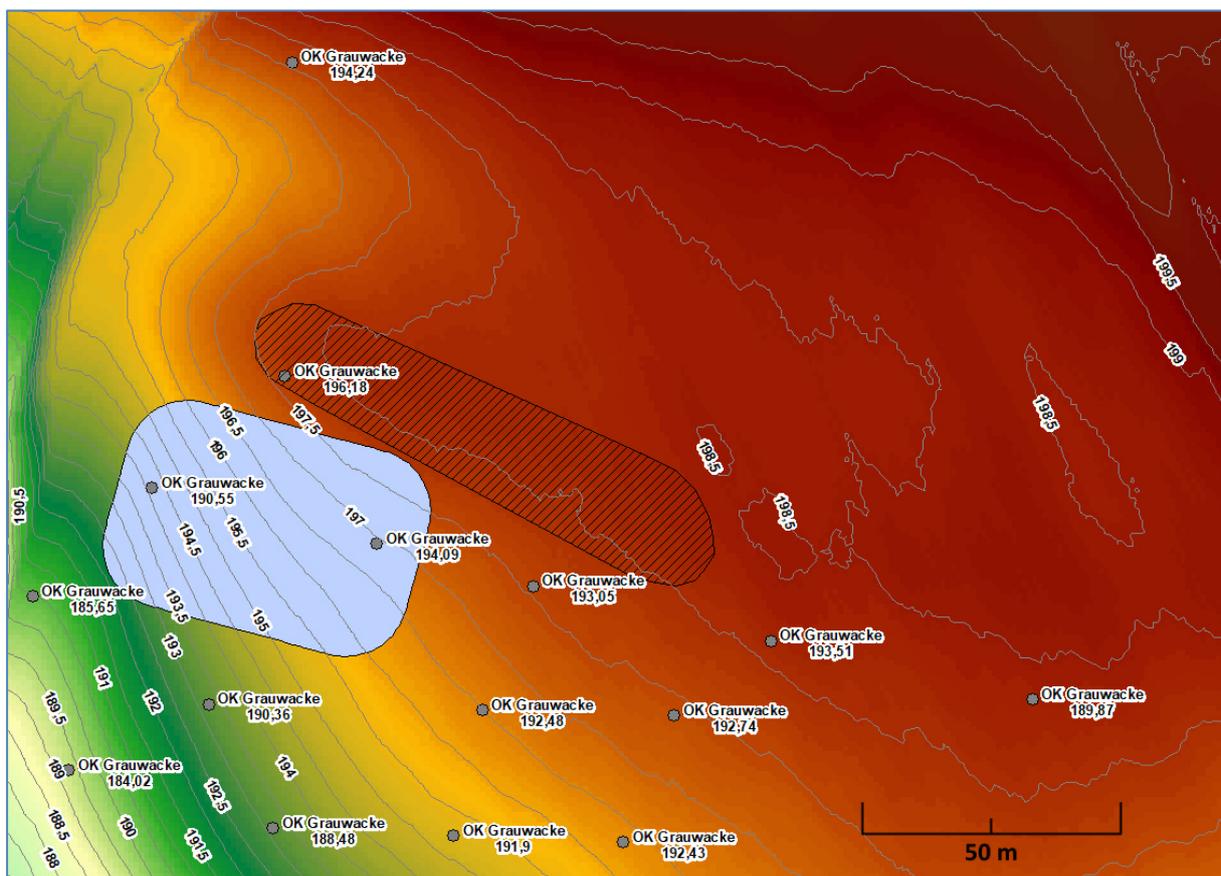


Abbildung 1: Geländemorphologie im Untersuchungsgebiet mit Aufschlusspunkten Grauwacke, Höhen in m NHN, VSB 3 blau, vermutete Aufragung Grauwacke schraffiert

Auf Basis der Lage der OK Grauwacke, als Punkte in Abbildung 1 dargestellt, ist anzunehmen, dass sich unmittelbar nördlich und nordöstlich des geplanten VSB 3 eine Aufragung befindet, welche das unterirdische Einzugsgebiet, aus dem Grundwasser dem Untersuchungsgebiet zufließen kann, nach Norden abgrenzt.

Das heißt, dass selbst in niederschlagsreichen Zeiträumen nur eine sehr geringe Grundwasserführung am Standort des geplanten VSB 3 zu erwarten ist, weil das unterirdische Einzugsgebiet des Standortes engräumig begrenzt ist.

Eine überschlägige Abschätzung des Grundwasserzuflusses zum VSB 3 ergibt bei einer Grundwasserneubildung von 250 mm/a, einer Einzugsgebietsgröße von ca. 3000 m² und

einer Beckendiagonale, als Anstromquerschnitt, von ca. 60 m einen Zufluss von ca. 85 Liter pro Stunde ober bezogen auf den Anstromquerschnitt von ca. 1,4 Liter pro Stunde und Meter.

Bei der durchschnittlichen Grundwasserneubildung von ca. 65 mm/a reduziert sich der Zufluss auf ca. 0,4 Liter pro Stunde und Meter.

Angesichts dieser äußerst geringen Zuflussmengen ist die Ausbildung eines zusammenhängenden und dauerhaften Grundwasserspiegels am geplanten Standort des VSB 3 nicht zu erwarten.

In den nachfolgenden modelltechnischen Betrachtungen wird daher angenommen, dass kein Grundwasserzufluss zum Modellgebiet stattfindet.

4. Modellaufbau

4.1 Theoretische Modellgrundlagen und Modellaufbau

4.1.1 Hydrus-1D

Das Modellsystem Hydrus-1D simuliert die gesättigte und ungesättigte Wasserbewegung in porösen Medien unter Verwendung der Richards-Gleichung. Die Wasserbewegung erfolgt dabei ausschließlich in eine Richtung (eindimensional) entweder vertikal, horizontal oder in eine beliebig geneigte Richtung.

Das Modellsystem bietet die Möglichkeit verschiedene Randbedingungen zu implementieren. Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Möglichkeit einen Wasseraufstau auf einer Bodensäule abbilden zu können.

Zur Beschreibung der ungesättigten Wasserbewegung können neben dem van Genuchten-Modell auch andere wie z. B. Brooks und Corey verwendet werden.

Zur Lösung der Modellaufgabe verwendet die Software die Methode der Finiten Elemente.

Durch die Betrachtung einer 1D-Säule verringert sich der Aufwand zur Bereitstellung der Modellgeometrie, der Bodenparameter und Randbedingungen erheblich. Der dafür benötigte Rechenaufwand ist vergleichsweise gering, sodass die Modellergebnisse in der Regel innerhalb von Minuten vorliegen.

4.1.2 Feflow

Als Software für die numerische Grundwasserströmungssimulation des instationären Ist- und Plan-Zustands wurde auch das Programm FEFLOW 7.5 verwendet. Mit dieser Software ist es möglich, gesättigte und ungesättigte Strömungen in 2D- und 3D-Modellen zu berechnen. Zur Lösung der Modellaufgabe verwendet die Software ebenfalls die Methode der Finiten Elemente.

Grundsätzlich bietet die Software die Möglichkeit, bei der Netzgeometrie zwischen drei- und viereckigen Elementen zu wählen. Für die Betrachtung von Modellgebieten mit naturnahen Konturen (z. B. mäandrierende Flüsse) in Verbindung mit unterschiedlicher Dichte in der Netzdiskretisierung (z. B. Abbildung von Bauwerksgründungen oder Brunnenanlagen) hat sich entsprechend vorliegenden Erfahrungen die Verwendung einer Dreiecksgeometrie bewährt, da sich hier ggf. notwendige Netzverdichtungen auf die erforderlichen Bereiche beschränken lassen.

Folgende Bearbeitungsschritte sind für den Aufbau eines 3D-Grundwasserströmungsmodells erforderlich:

1. Erarbeitung der Basisgeometrie des Modellgebietes,
2. Generierung des 2D-Basisnetzes,
3. Aufbau der Geometrie des 3D-Schichtenmodells,
4. Festlegung des Strömungsproblems,
5. Festlegung der geohydraulischen Schichtparameter und
6. Festlegung der Randbedingungen.

Für die Bearbeitung eines 3D-Modell ergibt sich ein deutlich höherer Aufwand hinsichtlich der Bereitstellung der notwendigen Eingangsdaten.

Durch die Lösung der Richards-Gleichung in drei Dimensionen ergibt sich ein sehr hoher Rechenaufwand, sodass Modellergebnisse in der Regel erst nach mehreren Tagen oder Wochen vorliegen.

4.2 Modellbildung

4.2.1 Modellgrenzen und Netzdiskretisierung

Die Problemstellung des Versickerungsbeckens wurde 2-stufig betrachtet. Der Aufstau des dem VSB 3 zufließenden Wassers und die Versickerung durch die bewachsene Bodenzone wurde in Hydrus-1D abgebildet, weil nur Hydrus im Gegensatz zu Feflow den Aufstau abbilden kann. Mit Feflow wurde dann die Sickerwasserbewegung ab dem OK Bodenaustausch simuliert.

Hydrus-1D

In Hydrus wurde, zur Betrachtung der Infiltration unter Berücksichtigung des Aufstaus eine 0,6 m lange Bodensäule mit einer Elementgröße von 0,006 m abgebildet.

Feflow

Gemäß der Aufgabenstellung soll das Modell prognostizieren, auf welchem Weg sich das Sickerwasser aus dem geplanten VSB 3 bewegt. Entsprechend der Geländemorphologie verläuft die Modellgrenze entlang der Böschung im Westen und entlang der Grenze zur Siedlungsfläche im Süden. Die östliche Modellgrenze liegt ca. 50 m östlich des geplanten VSB 3 und die nördliche Modellgrenze ca. 30 m nördlich davon.

Die Generierung des Berechnungsnetzes erfolgte unter Berücksichtigung der geplanten Beckengeometrie, der Lage der Drainage und der Morphologie des westlich gelegenen Hangs, siehe Abbildung 2.

Pro Modellschicht wurden 35448 Elemente mit einer Größe von ca. 0,2 bis ca. 10 m verwendet. Bei 18 Modellschichten ergibt sich eine Gesamtzahl von 638064 Elementen.

Neben diesem „großen“ Modell wurde noch ein Detailmodell des Beckens mit 30003 Elementen pro Schicht und 22 Modellschichten aufgebaut. Dies entspricht einer Gesamtzahl von 660066 Elementen, siehe Abbildung 3.

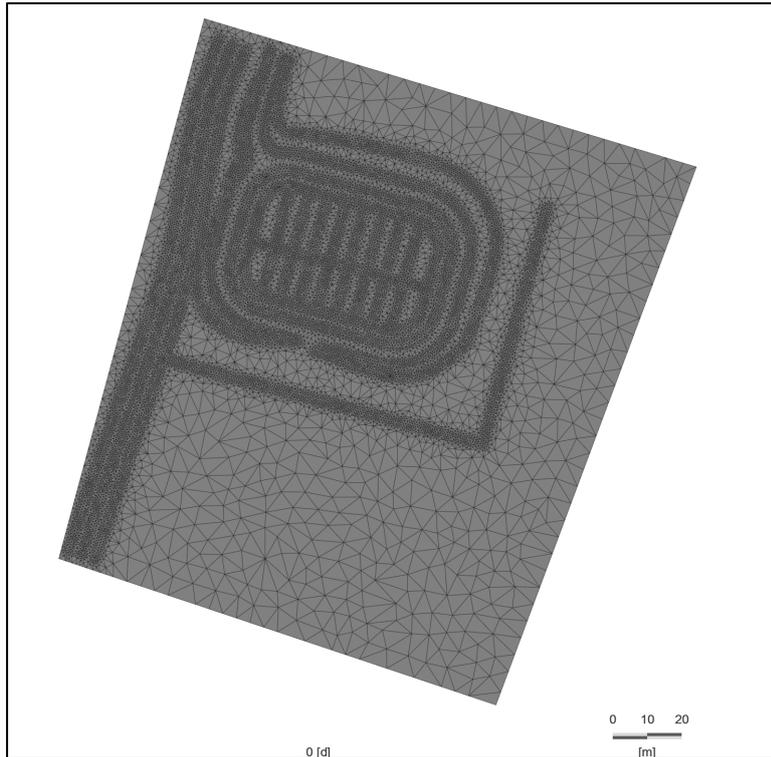


Abbildung 2: Berechnungsnetz für das lokale Modell

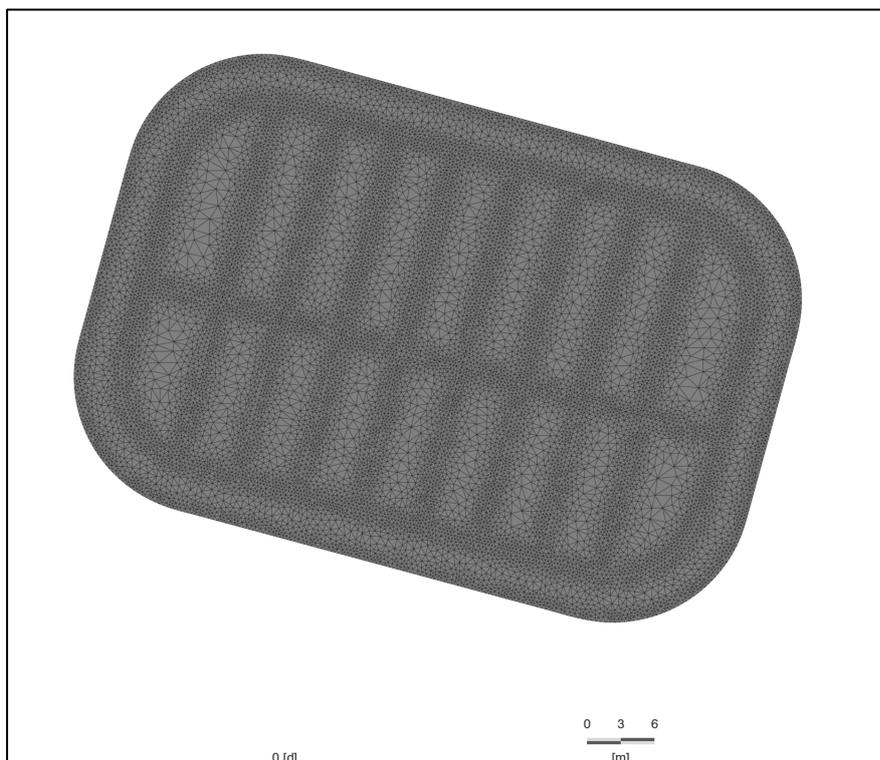


Abbildung 3: Berechnungsnetz für das Detailmodell

4.2.2 Modellgeometrie und Schichtenaufbau

Zur Generierung des geologischen Schichtenmodells standen die Aufschlüsse der Baugrundhauptuntersuchung /7/ zur Verfügung. Eine Recherche in der Landesbohrdatenbank /10/ ergab, dass im näheren Umfeld des geplanten Versickerungsbeckens keine Aufschlüsse verzeichnet sind.

Das Gutachten der Baugrundhauptuntersuchung weist für das Untersuchungsgebiet 4 Schichten aus, siehe Tabelle 1.

Tabelle 1: Schichtenmodell gemäß BHU /7/

Schicht	Beschreibung
1	bewachsene Bodenzone
4	Geschiebelehm / Verwitterungslehm
9a	Grauwacke-Zersatz
9b	Grauwacke

Für die Grundwassermodellierung wurde das geologische Schichtenmodell der BHU dahingehend vereinfacht, dass Schicht 1 und 4 zur ersten Modellschicht zusammengefasst und Schicht 9a als zweite Modellschicht implementiert wurde.

Für die Schicht 9b wurde angenommen, dass sie hydraulisch wesentlich weniger leitfähig ist, als die hangenden Schichten, sodass die Oberkante der Schicht 9b die untere Begrenzung des Modells darstellt.

Als obere Begrenzung des Modells fungiert die Geländeoberkante, welche aus dem DGM1 /11/ abgeleitet wurde.

Im Zuge der BHU für das VSB 3 wurden 48 Aufschlüsse mit bis zu 10 m Tiefe hergestellt. Zur Erstellung des geologischen Schichtenmodells wurden 35 Aufschlüsse verwendet. Von diesen 35 Aufschlüssen haben 33 die Unterkante der ersten Modellschicht (Schicht 1 und 4 gemäß BHU) aufgeschlossen und 23 die Unterkante des Modells (Oberkante Schicht 9b gemäß BHU).

Der nächste Schritt bestand darin aus den Punktinformationen der Aufschlüsse die Schichtgrenzen zu interpolieren. Von besonderem Interesse war hierbei die Modellunterkante (Oberkante Grauwacke), weil das geplante VSB 3 in die Grauwacke einschneiden soll.

Wie aus Abbildung 4 hervorgeht, weist die mit dem Natural Neighbor-Verfahren interpolierte Oberkante der Grauwacke ein nach Südwesten zeigendes Gefälle auf. Die Oberfläche der Grauwacke scheint eine relativ gleichmäßige Neigung zu besitzen. Die Aufschlüsse geben keine Hinweise, dass im Abstrombereich des VSB 3 morphologische Besonderheiten wie Rinnenstrukturen oder Aufragungen existieren.

Die nördlich des geplanten VSB 3 vermutete Aufragung geht auf Grund der geringen Aufschlussdichte aus dem Interpolationsergebnis nicht hervor.

Anschließend wurde die geplante Unterkante des VSB 3 von 190,60 m NHN /13/ mit der interpolierten Grauwackeoberkante verschnitten, siehe Abbildung 5.

Wie aus Abbildung 5 hervorgeht, schneidet das Becken deutlich in die Grauwacke ein. Lediglich in der Südwestecke des Beckens taucht die Grauwacke unter die geplante Unterkante des Beckens ab. Im Bereich der südwestlichen Ecke kann perspektivisch das Sickerwasser aus dem Bereich des Beckens in die umgebenden Bodenschichten fließen.

Der um das Becken geplante Wirtschaftsweg wird im nördlichen und östlichen Bereich in die Grauwacke einschneiden.

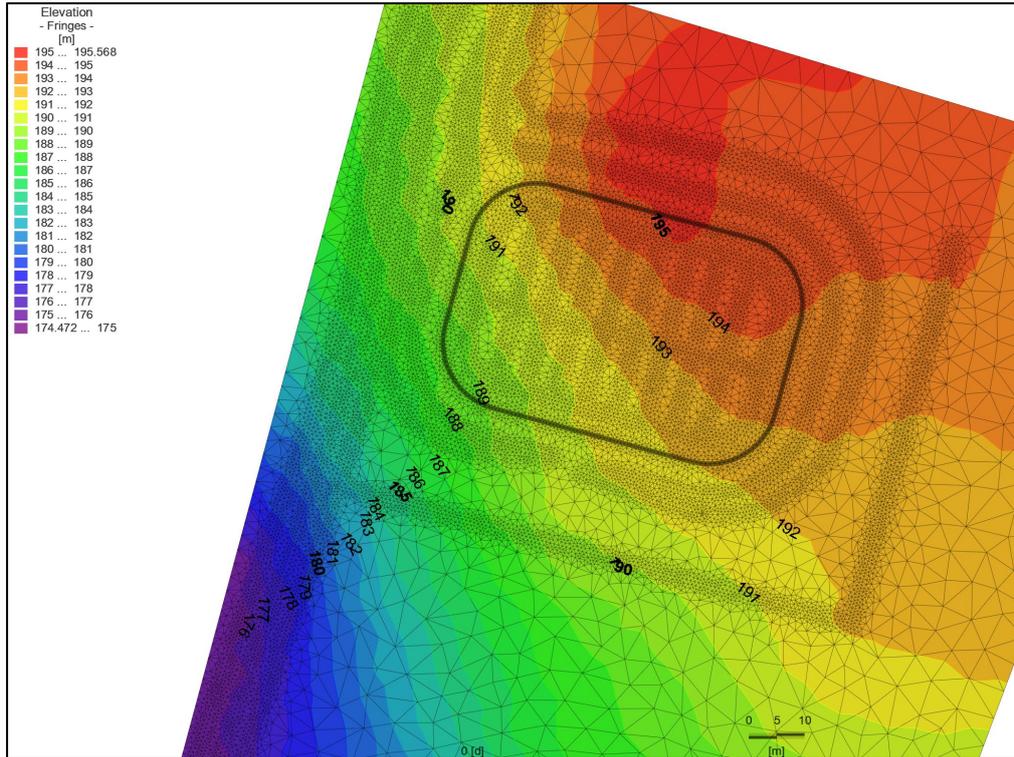


Abbildung 4: Interpolierte Oberkante Grauwacke im Bereich des geplanten VSB 3 (schwarzer Umring), Höhen in m NHN

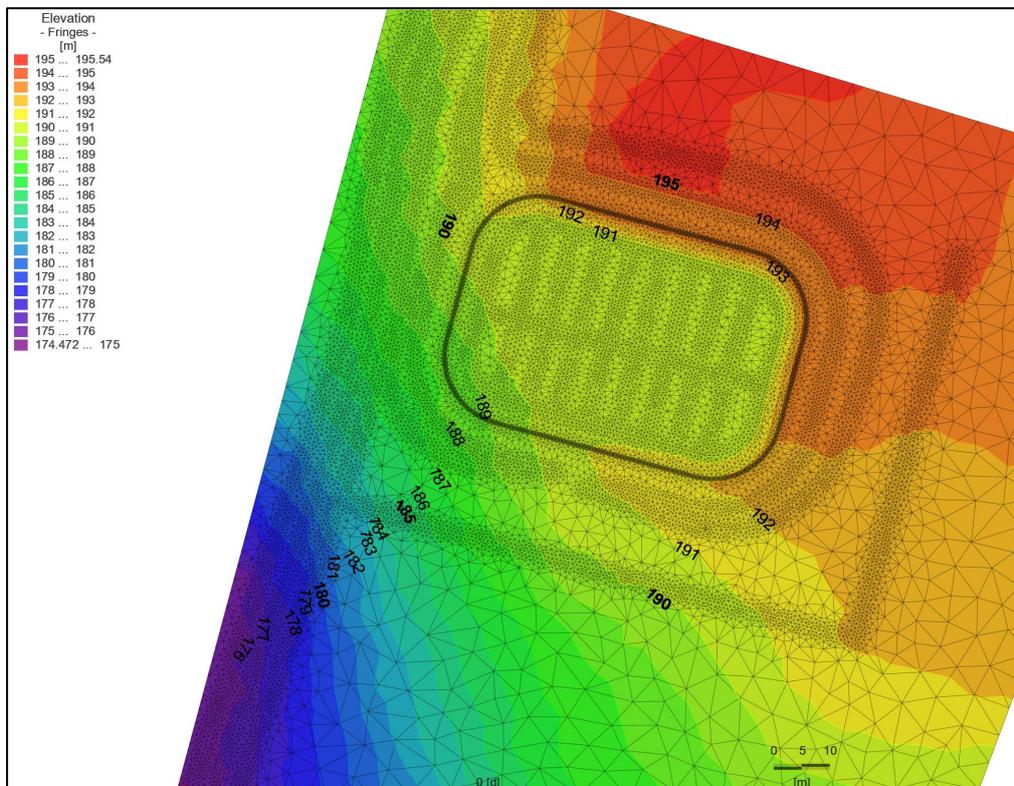


Abbildung 5: Verschnitt Unterkante Becken mit Oberkante Grauwacke, Höhen in m NHN

4.2.3 Parameter zur Beschreibung der Grundwasserströmung

Im Grundlagenkapitel wurde bereits erläutert, dass zur Beschreibung der ungesättigten Grundwasserströmung die fünf Parameter K_f , θ_r , θ_s , α und n benötigt werden. Diese stehen in Abhängigkeit von der Korngrößenverteilung des jeweils betrachteten Lockergesteins.

Das Baugrundgutachten /7/ weist im Untersuchungsgebiet für die Grauwackezersatzschicht, in der mutmaßlich die Hauptbewegung des Sickerwassers erfolgen wird, K_f -Werte auf Basis von Sieblinienauswertungen von $4,6 \cdot 10^{-7}$ bis $3,2 \cdot 10^{-4}$ m/s aus. Wie aus Abbildung 6 hervorgeht, weist die Zersatzschicht im Bereich des geplanten Beckens die höchsten Leitfähigkeiten auf. Südlich davon ist die hydraulische Leitfähigkeit um 2 bis 3 Größenordnungen deutlich geringer.



Abbildung 6: K_f -Werte in m/s für die Grauwacke-Zersatzschicht /7/, VSB 3 blau, DOP /15/

Das geplante Becken soll von 191,60 m NHN bis 191,90 m NHN mit einer bewachsenen Bodenzone gefüllt werden /13/. In den bereitgestellten Planunterlagen wurde diese Schicht nicht weiter spezifiziert. Für die Modellierung wurde ein K_f -Wert von $1 \cdot 10^{-5}$ m/s angenommen, was hinsichtlich der Lithologie einem schluffigen Sand entspricht.

Für die geplante Bodenaustauschschicht von 191,60 m NHN bis 190,60 m NHN wurde in der Planung ein Kies 2/16 mm vorgesehen. Für die Modellierung wurde für diese Schicht eine hydraulische Leitfähigkeit von $1 \cdot 10^{-3}$ m/s angenommen.

Für die van-Genuchten-Parameter wurden Werte aus dem Rosetta-System von Hydrus-1D /5/ auf Basis der Sieblinien der BHU /7/ abgeleitet. Lediglich für den Bodenaustausch wurde sich hinsichtlich der van Genuchten-Parameter an /16/ orientiert.

Die für die Modellierung verwendeten Parameter sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Modellparametrisierung

Schicht	K_f [m/s]	θ_r [-]	θ_s [-]	α [1/m]	n [-]
bewachsene Bodenzone Becken	$1 \cdot 10^{-5}$	0,049	0,390	3,47	1,7466
Bodenaustausch Becken	$1 \cdot 10^{-3}$	0,030	0,300	15,00	2,4949
Geschiebe-/Verwitterungslehm	$1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-8}$	0,037	0,429	0,57	1,6484
Kies, gut durchlässig	$> 1 \cdot 10^{-5}$	0,043	0,387	4,08	3,0819
Kies, schlecht durchlässig	$< 1 \cdot 10^{-5}$	0,037	0,389	4,36	1,6883

4.2.4 Randbedingungen

Hydrus-1D

Für das Hydrus-1D-Modell wurde zur Abbildung des Beckeneinstaus und der Versickerung durch die bewachsene Bodenzone als Grundlage für die Randbedingungsgenerierung die Angaben der Entwässerungsplanung /14/ verwendet. Aus der Planung geht hervor, dass dem Becken in 15 Minuten 422,5 l/s zu fließen, was einem Volumen von 380,25 m³ entspricht.

Übersetzt in die Randbedingung von Hydrus-1D bedeutet dies ein Zufluss von ca. 2170 cm/d in ca. 0,01 d.

Als untere Randbedingung wurde ein freier Auslauf gewählt, da letztlich nur die Sickerwasserganglinie am Übergang von der bewachsenen Bodenzone zum Bodenaustausch von Interesse ist.

Feflow

Die mit Hydrus-1D berechnete Sickerwasserganglinie wurde in Feflow auf die gesamte Beckenfläche implementiert.

Am westlichen und südlichen Modellrand wurde eine Randbedingung implementiert, welche das freie Auslaufen des Sickerwassers aus dem Modell ermöglicht.

In den übergebenen Planunterlagen /13/ ist im VSB 3 eine Drainage vorgesehen. Die Drainage mündet in ein Auslaufbauwerk, dessen Auslaufschwelle bei 192,65 m NHN angeordnet ist.

Das betrachtete Regenereignis führt zu einem maximalen Aufstau, unter Vernachlässigung der Versickerung, von ca. 0,23 m, was einem Wasserspiegel von 192,13 m NHN entspricht. Eine Aktivierung der Drainage ist demzufolge nicht zu erwarten und wurde deswegen als Randbedingung auch nicht in den Feflow-Modellen berücksichtigt.

5. Modellierung des Plan-Zustandes

5.1 Zielstellung

Die Zielstellung der Modellierung ist zu prognostizieren, ob das Wasser aus dem Bemessungsereignis am geplanten Standort des VSB 3 versickert werden kann und wohin das Sickerwasser perspektivisch fließen wird.

5.2 Hydrus-1D

Die mittels Hydrus-1D berechneten Modellergebnisse sind in Abbildung 7 und Abbildung 8 dargestellt.

Abbildung 7 zeigt den zu erwartenden Aufstau im Becken. Dieser beträgt für das Bemessungsereignis ca. 0,18 m.

Die vollständige Versickerung des eingestauten Wassers ist innerhalb von ca. 3 h zu erwarten.

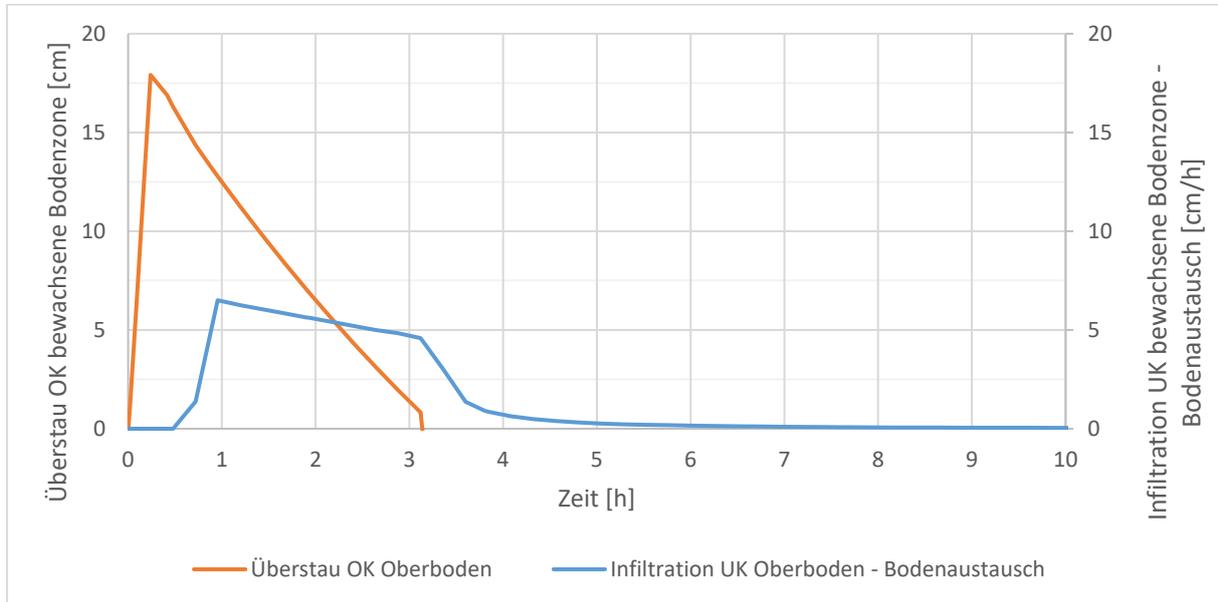


Abbildung 7: Überstau und Sickeranglinie berechnet mit Hydrus-1D

Nach ca. einer halben Stunde hat das Sickerwasser die Unterkante der bewachsenen Bodenzone erreicht und beginnt in die Bodenaustauschschicht zu infiltrieren.

Betrachtet man die Sättigung nach ca. 2 h über die Tiefe, siehe Abbildung 8, so zeigt sich, dass die bewachsene Bodenzone vollständig gesättigt ist, während die Bodenaustauschschicht ungefähr zur Hälfte gesättigt ist.

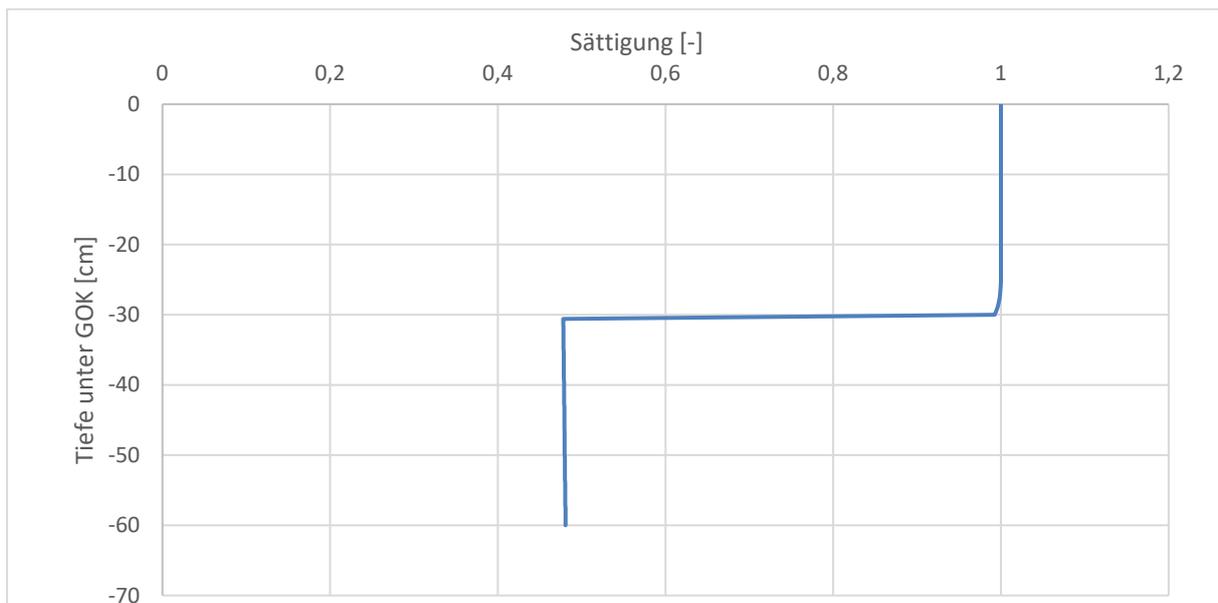


Abbildung 8: mit Hydrus-1D prognostizierte Bodensättigung nach ca. 2 h

Die Ursache für diese unterschiedlichen Sättigungszustände ist, dass die Bodenaustauschschicht um 2 Größenordnungen besser hydraulisch leitfähig ist, als die bewachsene Bodenzone.

Des Weiteren prognostiziert das Hydrus-1D-Modell, dass von den ca. 380 m³, welche dem Becken zugeflossen sind, ca. 100 m³ Wasser in der bewachsenen Bodenzone zwischengespeichert werden und anschließend sehr langsam in die Bodenaustauschschicht versickern (siehe Abbildung 7, blauer Graph nach ca. 4 Stunden).

5.3 Feflow Detailmodell

Das Feflow-Detailmodell dient dazu die Sickerwasserbewegung im Becken sowie in dessen unmittelbaren Nahbereich zu simulieren.

Zur Bewertung der Sickerwasserbewegung wurden im Modell in der Beckenmitte Beobachtungspunkte implementiert, welche die Sättigung über die Zeit aufgezeichnet haben, siehe Abbildung 9.

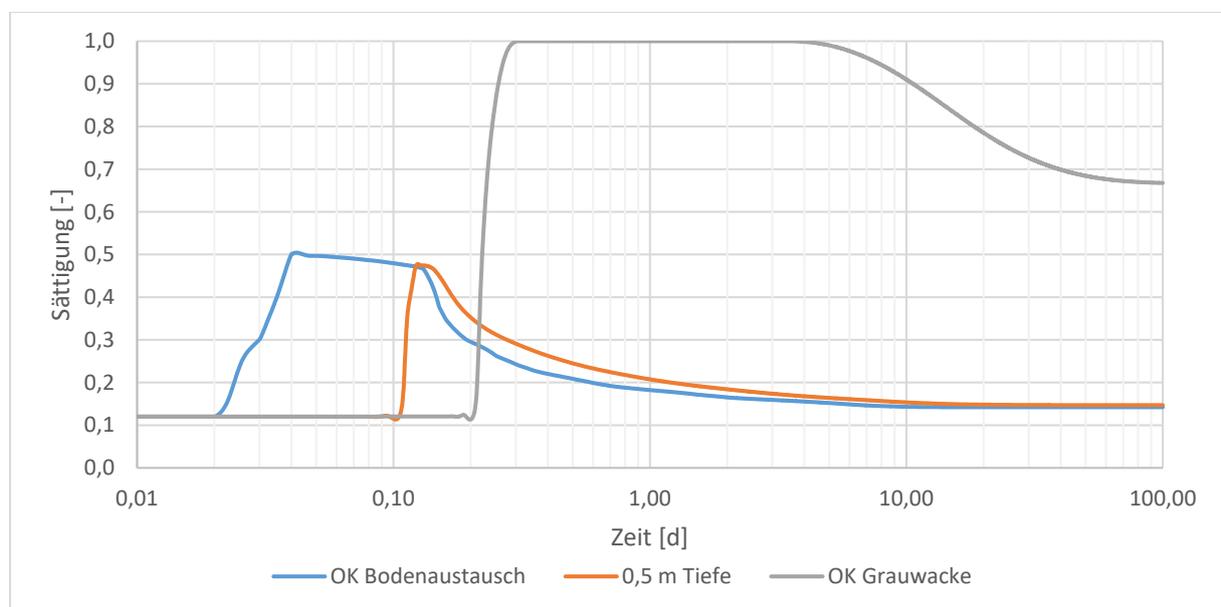


Abbildung 9: Sickerwasserbewegung im VSB 3, Feflow Detailmodell

In Einklang mit den Hydrus-1D-Ergebnissen prognostiziert Feflow an der OK Bodenaustausch ungefähr einen halbgesättigten Zustand. Mit zunehmender Tiefe unterliegt die Sickerwasserbewegung einer Transformation bedingt durch die Materialeigenschaften des Bodenaustauschs.

Wenn die Sickerwasserfront auf die OK Grauwacke stößt, steigt der Sättigungsgrad bis zu Vollsättigung an, d. h. prognostisch bildet sich auf der OK Grauwacke ein Stauwasserhorizont, da das Sickerwasser auf Grund des fehlenden Gefälles und der Annahme einer hydraulisch dichten Grauwacke nur schwer abfließen kann.

Die Zu- und Abflussbilanz, siehe Abbildung 10, zeigt deutlich das prognostisch kurzfristig das gesamte infiltrierte Wasservolumen im Bodenaustausch zwischengespeichert wird.

Die Infiltration des Sickerwassers in die Grauwackeersatzschicht über die Südwestecke des geplanten VSB 3 erfolgt dann ca. ab Tag 1, siehe Abbildung 10.

Der Abfluss aus dem Becken in die Grauwackezersatzschicht erfolgt auf Grund der Zwischenspeicherung mit einer sehr starken Dämpfung, sodass der höchste prognostizierte Abfluss bei ca. 2,4 m³/d liegt.

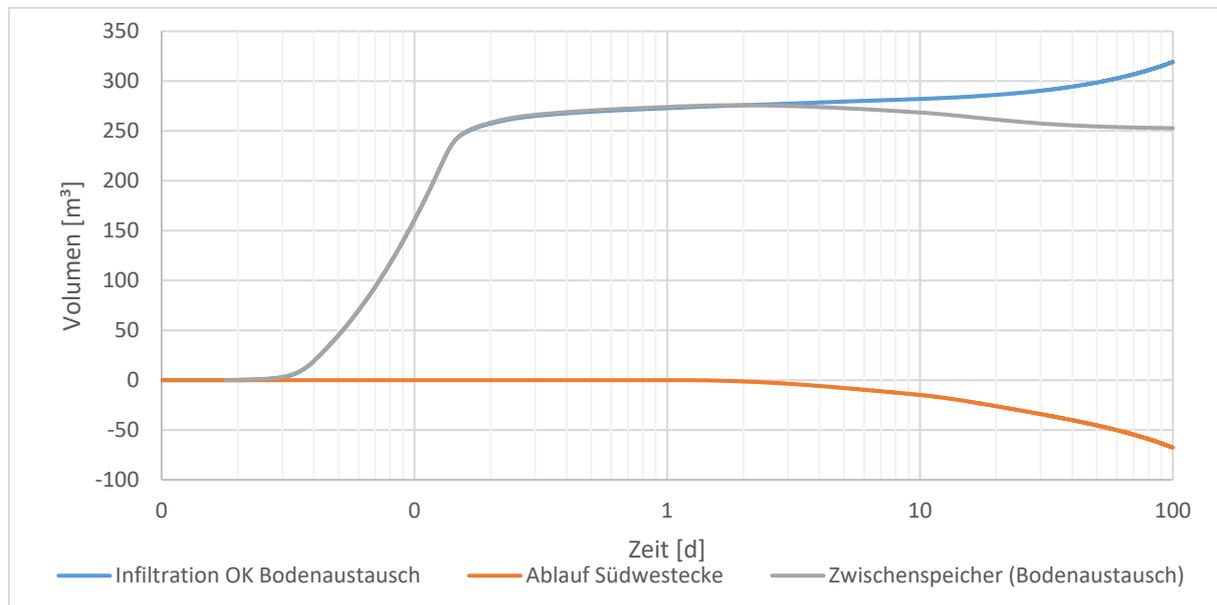


Abbildung 10: Zu- und Abflussbilanz des Beckens im Feflow-Detailmodell

5.4 Feflow Lokalmmodell

Das Feflow-Lokalmmodell dient dazu den Weg des Sickerwassers hin zur westlichen und südlichen Modellgrenze zu prognostizieren.

Da die Lösung der Richards-Gleichung in 3 Dimensionen numerisch sehr aufwendig ist, wurde für das Lokalmmodell zunächst mit einem vereinfachten Ansatz gerechnet, bei dem die hydraulische Leitfähigkeit linear von der Sättigung abhängt. Dieses Vorgehen verringert den numerischen Aufwand, auf die prognostizierte Fließrichtung hat es keinen Einfluss.

Zur Visualisierung der Fließrichtung wurden im Lokalmmodell in das Sickerwasser virtuelle Partikel eingesetzt und deren Weg aufgezeichnet, siehe Abbildung 11.

Die Partikel bewegen sich dem Gefälle der OK Grauwacke folgend zur Böschung an der Straße der Einheit. Dass diese Bewegung nicht geradlinig verläuft, liegt an der heterogenen K_f -Wertverteilung resultierend aus den Laboruntersuchungen der BHU /7/.

Trotz der geringen hydraulischen Leitfähigkeit der Grauwackezersatzschicht ist davon auszugehen, dass die geringen prognostizierten Abflussraten des Bemessungsereignisses aus dem Becken schadlos versickern.

Es ist jedoch auch davon auszugehen, dass bei einer stärkeren Beaufschlagung des Beckens, entweder durch Starkregenereignisse oder durch häufige beziehungsweise langanhaltende Regenereignisse, und der damit verbundenen Erschöpfung des Retentionsvolumens, die Abflussraten aus dem Becken ansteigen. Inwiefern diese Abflussraten dann noch schadlos versickert werden können, muss in Form einer Langzeitsimulation betrachtet werden.

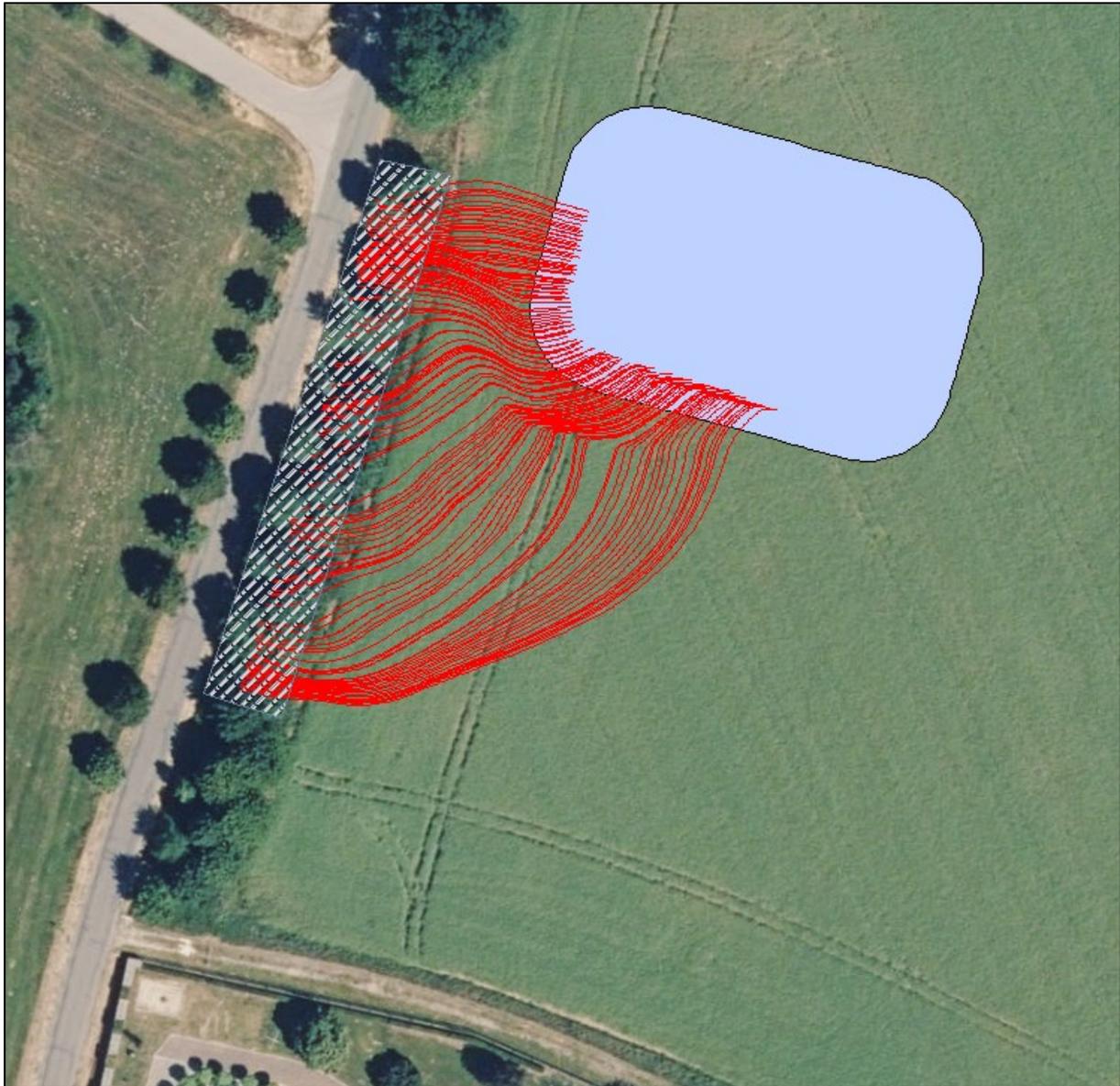


Abbildung 11: prognostizierte Stromlinien (rot), VSB3 (blau) und vermuteter Austrittsbereich (schraffiert), DOP /15//

6. Langzeitbetrachtung

6.1 Veranlassung und Zielstellung

Die Betrachtung des Bemessungsereignisses als Einzelereignis hat zwar gezeigt, dass das Retentionsvolumen des geplanten VSB 3 zu einer wirksamen Pufferung des infiltrierten Wassers führt. Dennoch stellt sich die Frage, inwiefern das Retentionsvolumen bei häufig auftretenden Regenereignissen ausgeschöpft wird und wie sich dann der Abfluss aus dem Becken in die Grauwackezersatzschicht verhält und ob die Grauwackezersatzschicht das auch aufnehmen kann. Des Weiteren ist von Interesse, in welchem Umfang Wasser aus der Böschung an der Straße der Einheit austreten wird und welche Potentiale an der Böschung zu erwarten sind.

6.2 Auswahl Bemessungszeiträume

Die Langzeitsimulation soll unter der Berücksichtigung real gemessener Regenereignisse im Sommer und Winterhalbjahr erfolgen. Die Grundüberlegung hierbei ist, den Betrieb des geplanten VSB 3 im Sinne eines „Worst-Case“-Szenarios mit dem niederschlagsreichsten Jahr modelltechnisch zu simulieren. Wenn laut der Simulation der Betrieb des VSB 3 für das niederschlagsreichste Jahr möglich ist, dann sollte der Betrieb auch für alle anderen bisher gemessenen und zukünftig zu erwartenden Niederschlagsereignisse in dieser Größenordnung funktionieren.

Zur Bestimmung der Bemessungszeiträume wurden die Messdaten der Wetterstation Kubuschütz, als nächst gelegene Wetterstation, ausgewertet /17/. Für diese Station liegen Niederschlagsmessdaten seit 1936 vor.

Eine Auswertung der Niederschlagszeitreihe hinsichtlich des Auftretens besonders regenreicher Monate mit Niederschlagssummen > 100 mm zeigt, dass besonders regenreiche Monate überwiegend im Sommerhalbjahr auftreten, insbesondere im Juli und August, siehe Abbildung 12.

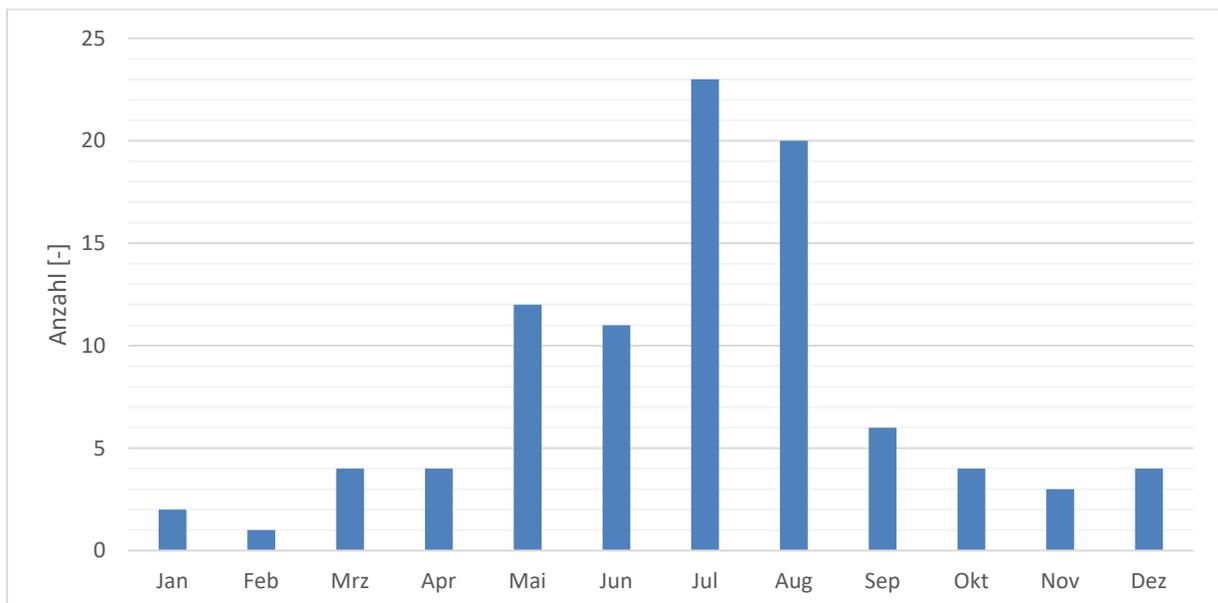


Abbildung 12: Verteilung besonders regenreicher Monate mit Niederschlagssummen > 100 mm /17/

Im Winterhalbjahr treten solche regenreichen Monate deutlich seltener auf.

Die weitere Zeitreihenanalyse ergab, dass das Jahr 2010 hinsichtlich der jährlichen Niederschlagsmenge das regenreichste Jahr seit Beginn der Messung war.

Ein Vergleich der monatlichen Niederschlagssummen des Jahres 2010 mit den langjährigen Mittelwerten 1991-2020, siehe Abbildung 13, zeigt, dass der Juli, August und September extrem regenreich waren. Der August 2010 war der dritt regenreichste Monat in der gesamten Messreihe. Aber auch der November und Dezember waren außergewöhnlich niederschlagsreich.

Für die Langzeitsimulation wurde für das Sommerereignis der Zeitraum vom 01.06.2010 bis zum 30.09.2010 betrachtet und für das Winterereignis der Zeitraum vom 01.10.2010 bis zum 31.12.2010.

In Bezug auf das Sommerereignis ist von Interesse, ob die Grauwackezersatzschicht die zu versickernden Wassermengen aufnehmen kann, welche hydraulische Belastungen dies für den Hang an der Straße der Einheit bedeutet und welche Mengen über den Notüberlauf oder die Drainage ins Löbauer Wasser abgeschlagen werden müssen.

Für das Winterereignis ist von Interesse, ob die anfallenden Wassermengen vollständig versickert werden können, da kein chloridhaltiges Wasser über den Notüberlauf oder die Drainage in das Löbauer Wasser abgeschlagen werden darf.

Da die Modelle einen Frost-Tau-Wechsel nicht abbilden können, wird angenommen, dass die Temperaturen stets $>0^{\circ}\text{C}$ sind und damit der gesamte Niederschlag als Regen fällt. Die Vernachlässigung der Speicherfähigkeit der Schneedecke stellt hinsichtlich des Beckenbetriebs eine Betrachtung „auf der schlechten Seite“ dar.

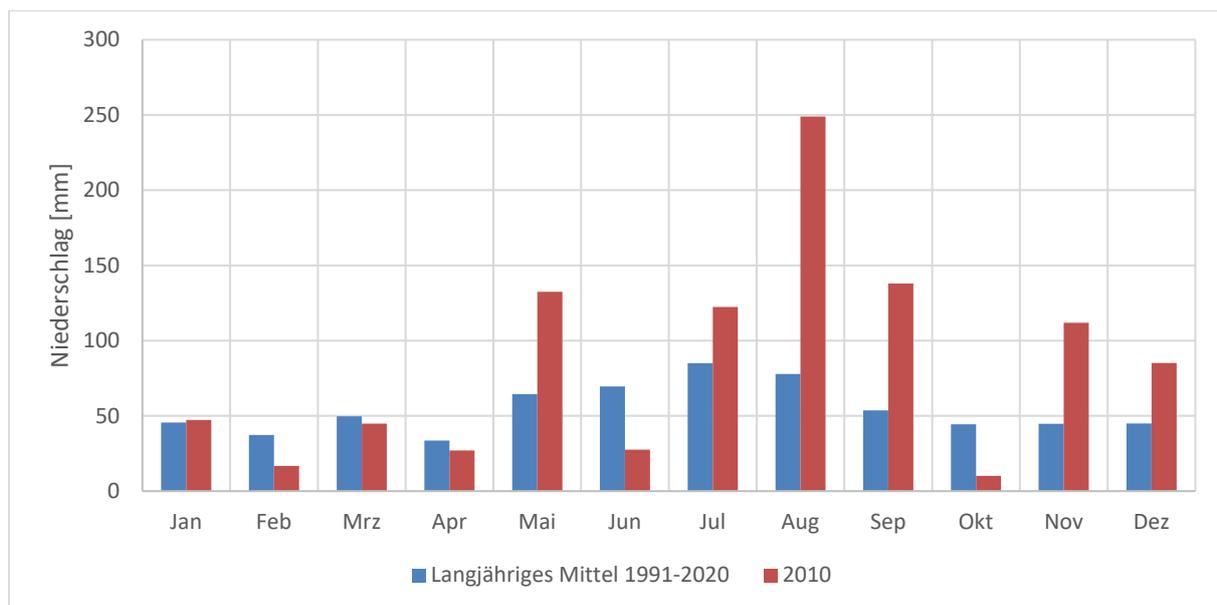


Abbildung 13: monatliche Niederschlagssummen 2010 im Vergleich zum langjährigen Mittel /17/

6.3 Überarbeitung Modellgebiet

Aus Gründen der Recheneffizienz wurde ein Teil des östlichen Modellgebietes entfernt. Letztlich kann das infiltrierte Wasser auf Grund der natürlichen Gefälleverhältnisse ohnehin nicht in diese Bereiche fließen.

Auf Grund der wesentlich ergiebigeren Niederschlagsereignisse der Langzeitsimulation im Vergleich zum Bemessungsereignis, war zu vermuten, dass es zu einer Gefährdung im Bereich der Straße der Einheit bzw. der östlich davon befindlichen Böschung kommt. In der

Konsequenz wurde das Modellgebiet nach Westen bis zum Straße der Einheit erweitert, siehe Abbildung 14.

Auf Basis der vorliegenden Aufschlüsse wurde versucht die Böschung östlich der Straße der Einheit möglichst plausibel ins Modell aufzunehmen, siehe Abbildung 15.

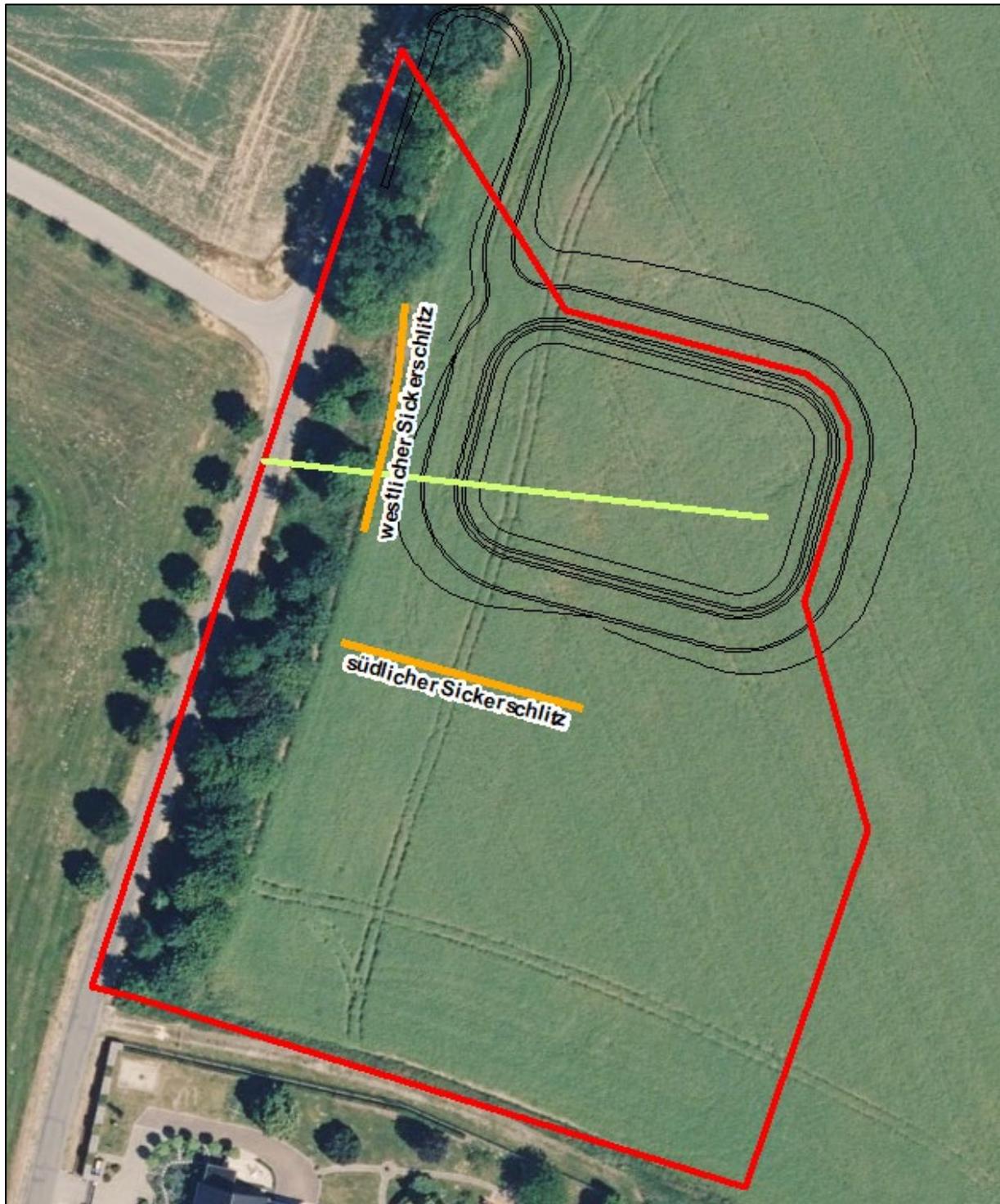


Abbildung 14: Modellgebiet für die Langzeitsimulation, Modellgrenze rot, Kontur VSB 3 schwarz, Schnittlinie grün, siehe Abbildung 15

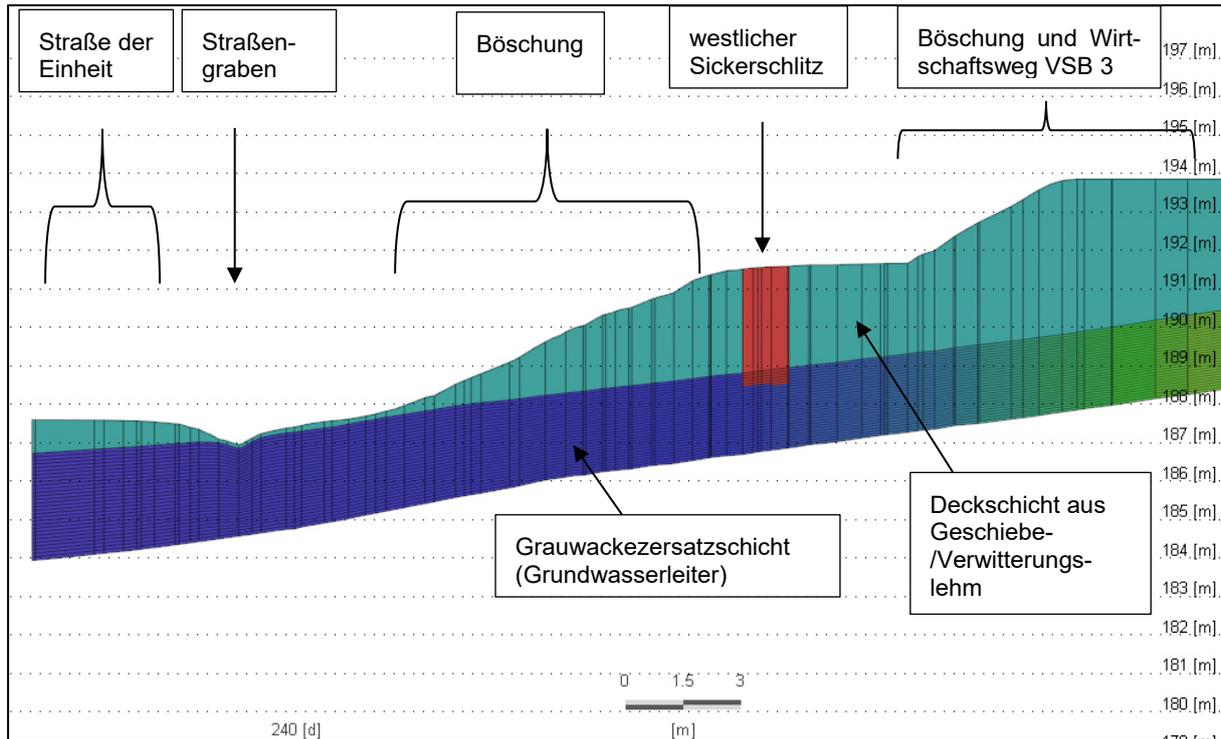


Abbildung 15: West-Ost-Schnitt durchs Modell

Auf Basis der Ergebnisse der Baugrunduntersuchung /7/ wird angenommen, dass der Grundwasserstand im südwestlichen Bereich des Modellgebiets ca. bei 181,5 m NHN anzu-treffen ist. Dies ist etwas höher als die im DGM /11/ für den westlich gelegenen Teich ver-zeichnete Lage des Wasserspiegels von ca. 181,2 m NHN.

6.4 Vorbetrachtungen

Auf Grund der schwierigen hydrogeologischen Randbedingungen sind bereits bei der ur-sprünglichen Planung des VSB 3 /11/ folgende Sicherheitsmechanismen vorgesehen gewe-sen:

- Begrenzung der maximalen Einstauhöhe auf 1,10 m (193,00 m NHN) durch einen Überlauf,
- Drainage in der Bodenaustauschschicht und
- ein Sickerschlitz südlich und östlich des Beckens.

Anhand des Sommer- und Winterereignisses wurden die Höhen des Drainageüberlaufs und die Lage des Sickerschlitzes unter folgenden Gesichtspunkten optimiert:

- Verbleib eines möglichst großen Anteils des versickerten Wassers in der Grauwacke-zersatzschicht, sodass es nicht wieder durch die Drainage oder den Sickerschlitz ge-fasst wird,
- Beschränkung der Infiltration zur Verhinderung einer Gefährdung der Schutzgüter und
- Verhinderung des Drainageüberlaufs im Winter zur Vermeidung des Eintrags von Chloridhaltigem Wasser in das Löbauer Wasser.

Im Zuge der Optimierung wurde festgestellt, dass:

- der Drainageüberlauf im Sommer bei 191,2 m NHN liegen sollte,
- der Drainageüberlauf im Winter bei 193 m NHN liegen sollte und

- der Sickerschlitz südlich des geplanten VSB 3 ca. 0,5 m oberhalb der Grauwacke liegen sollte, um ein hydraulisches Fenster zur dauerhaften Versickerung zu gewährleisten.
- westlich des geplanten VSB 3 an der Oberkante der Böschung ein Sickerschlitz zum Schutz der Straße der Einheit notwendig ist. Die Tiefe des Sickerschlitzes beträgt 188,5 m NHN bzw. entspricht der OK Grauwacke. Das Potential im Sickerschlitz soll auf 190 m NHN gekappt werden.
Ohne den westlichen Sickerschlitz prognostiziert das Modell an der Böschungunterkante östlich der Straße der Einheit artesische Grundwasserpotentiale von > 1 m.
- Ein Sickerschlitz östlich des Beckens ist nicht erforderlich.

In den folgenden Kapiteln werden die Modellergebnisse für das optimierte VSB 3 dargestellt und erläutert.

6.5 Sommerereignis

Zur Berechnung des Zuflusses zum geplanten VSB 3 wurden die stündlichen Niederschlagsdaten der Wetterstation Kubschütz /17/ mit der reduzierten Fläche aus dem Versickerungsgutachten multipliziert, um so stündliche Zuflusswerte zu generieren.

Das in das Becken geleitete Wasser kann nur durch zwei Prozesse wieder aus dem Becken entfernt werden:

- durch Versickerung und
- durch Verdunstung.

Da insbesondere im Sommer die Verdunstung eine bedeutende Rolle spielen kann, wurden Tageswerte der potentiellen Verdunstung nach Haude /18/ für das Versickerungsbecken angesetzt.

In Abbildung 16 ist die Zuflussganglinie und das sich daraus ergebende kumulative Zuflussvolumen vom 01.06.2010 bis zum 01.10.2010 dargestellt. Insgesamt fließen dem Becken 19685 m³ Wasser zu. Der Spitzenzufluss beträgt ca. 665 m³/h.

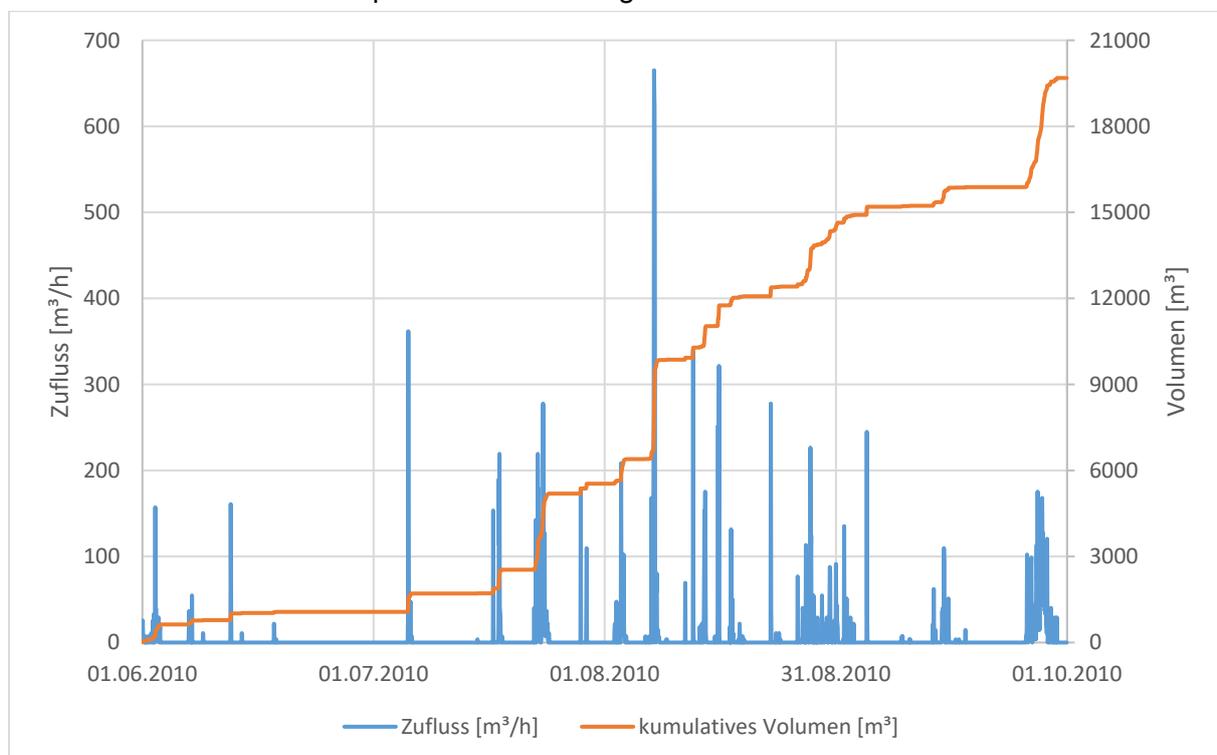


Abbildung 16: Zuflüsse und kumulatives Zuflussvolumen zum VSB 3 während des Sommerereignisses

Analog zur Betrachtung des Bemessungsereignisses in den vorangegangenen Kapiteln wurde die Zuflussganglinie für das Sommerereignis zunächst in Hydrus-1D implementiert, um einerseits die Einstauhöhen und andererseits die Versickerungsraten in die Bodenaustauschschicht zu berechnen.

Die größte Einstauhöhe für das VSB 3 beträgt gemäß der Modellprognose ca. 100 cm, siehe Abbildung 17. Gemäß der aktuellen Planung liegt die Höhe des Notüberlaufs bei 110 cm über der Beckensohle, sodass dieser prognostisch nicht beaufschlagt wird

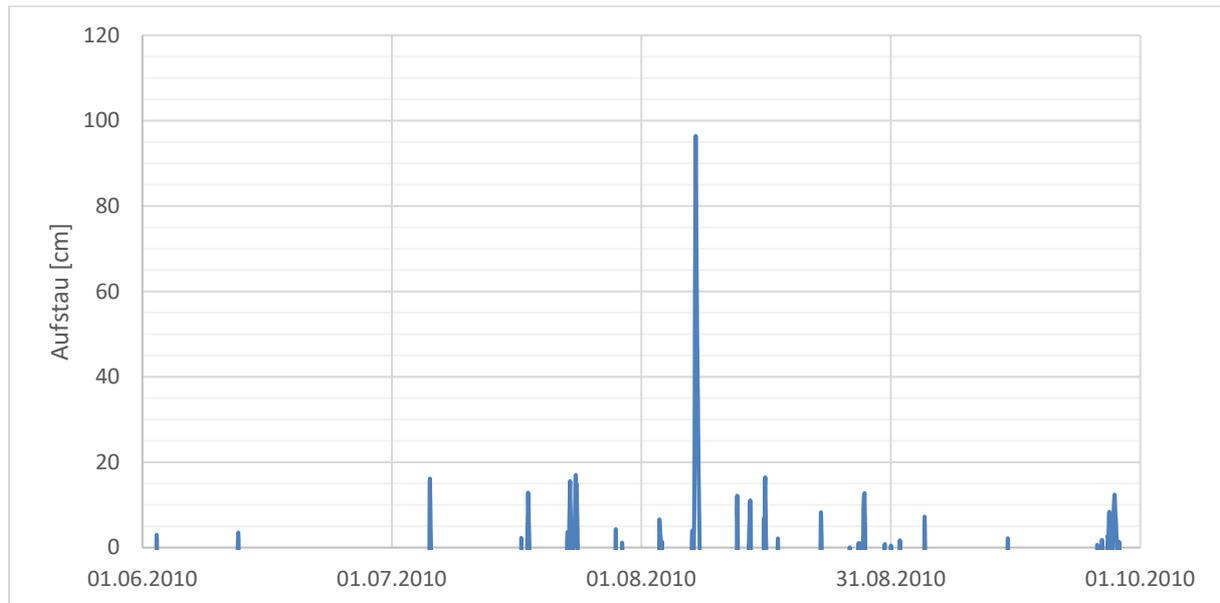


Abbildung 17: Prognostiziert Aufstau im VSB 3 für das Sommerereignis

In Abbildung 18 ist die Zuflussganglinie der Versickerung aus der bewachsenen Bodenzone in die Bodenaustauschschicht und die sich daraus ergebende kumulative Volumenganglinie dargestellt. Insgesamt versickern 19647 m³ Wasser in die Bodenaustauschschicht. Daraus ergibt sich zum Gesamtzufluss eine Differenz von ca. 38 m³.

Dieses Wasser ist entweder verdunstet oder ist zum Ende des Betrachtungszeitraumes noch in der bewachsenen Bodenzone zwischengespeichert.

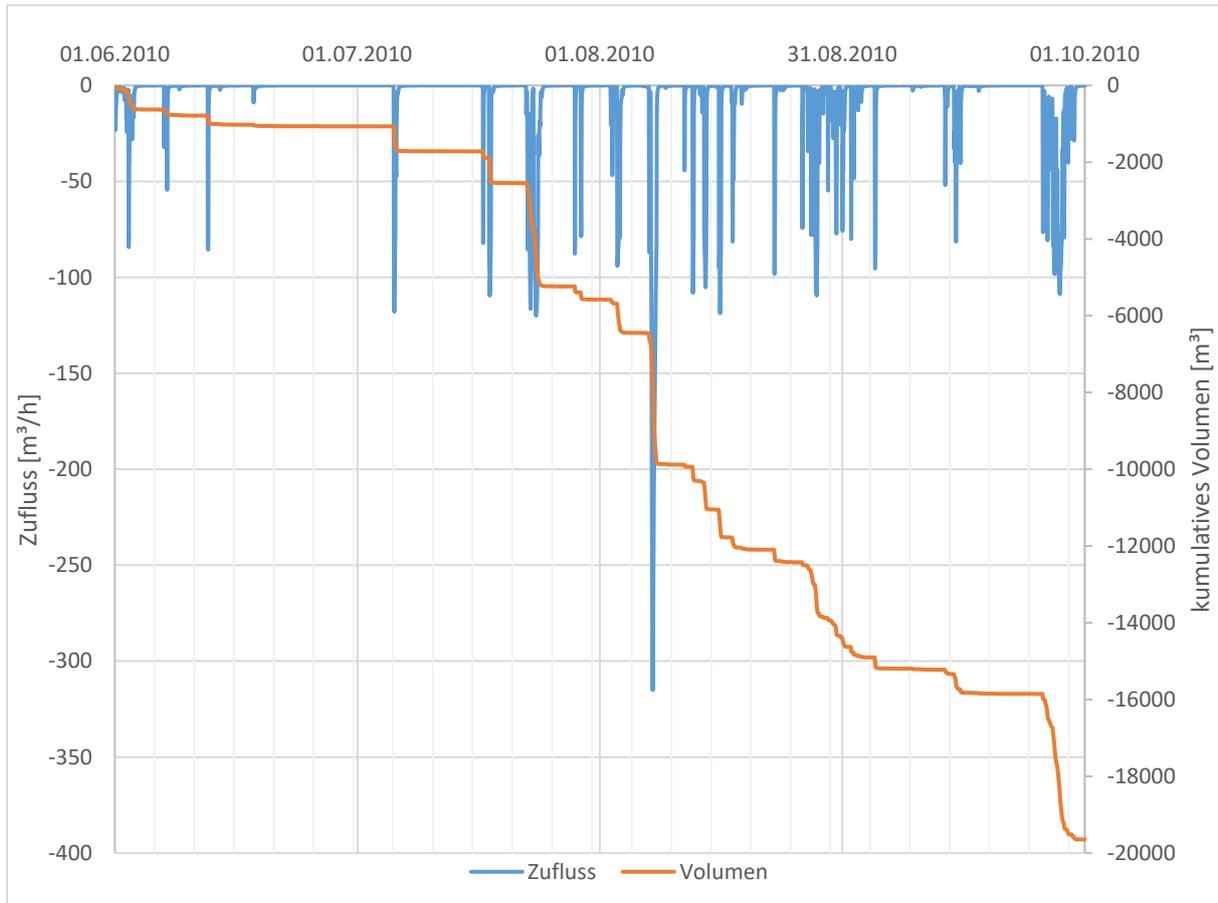


Abbildung 18: Zufluss aus der bewachsenen Bodenzone in den Bodenaustausch und kumuliertes Volumen für das Sommerereignis

Die mit Hydrus berechnete Zuflussganglinie aus der bewachsenen Bodenzone in den Bodenaustausch wurde in Feflow implementiert und die Sickerwasserströmung im Becken und dem Grundwasserleiter für den Bemessungszeitraum simuliert.

Aus den Modellergebnissen wurde die Durchflussbilanz für die folgenden Randbedingungen aufbereitet:

- Abstrom aus dem Modellgebiet in den weiteren Grundwasserleiter über die südliche und westliche Modellgrenze,
- Austritt von Grundwasser über die Geländeoberkante bei Vorliegen artesischer Potentiale,
- Infiltration im VSB 3,
- Abschlag von Wasser über die Drainage des VSB 3,
- Grundwasser welches vom südlichen Sickerschlitze gefasst wird und
- Grundwasser welches vom westlichen Sickerschlitze gefasst wird.

Die Durchflüsse sind als Ganglinien in Abbildung 19 dargestellt.

Da die Simulation mit sehr trockenen Initialbedingungen begann, dauert es ca. 2 Wochen bis sich der verfügbare Retentionsraum soweit gefüllt hat, dass ein Abfluss des Sickerwassers in den Grundwasserleiter über die südliche und westliche Modellgrenze stattfindet. Die Entleerung des unterirdischen Retentionsraumes ist ein vergleichsweise langsamer Prozess, der durch die geringe hydraulische Leitfähigkeit der Grauwackezersatzschicht auf max. ca. $8,1 \text{ m}^3/\text{h}$ begrenzt ist.

Dem gegenüber stehen Infiltrationsraten von bis zu $312,5 \text{ m}^3/\text{h}$ in die Bodenaustauschschicht des VSB 3, sodass sich der unterirdische Retentionsraum schnell erschöpfen kann.

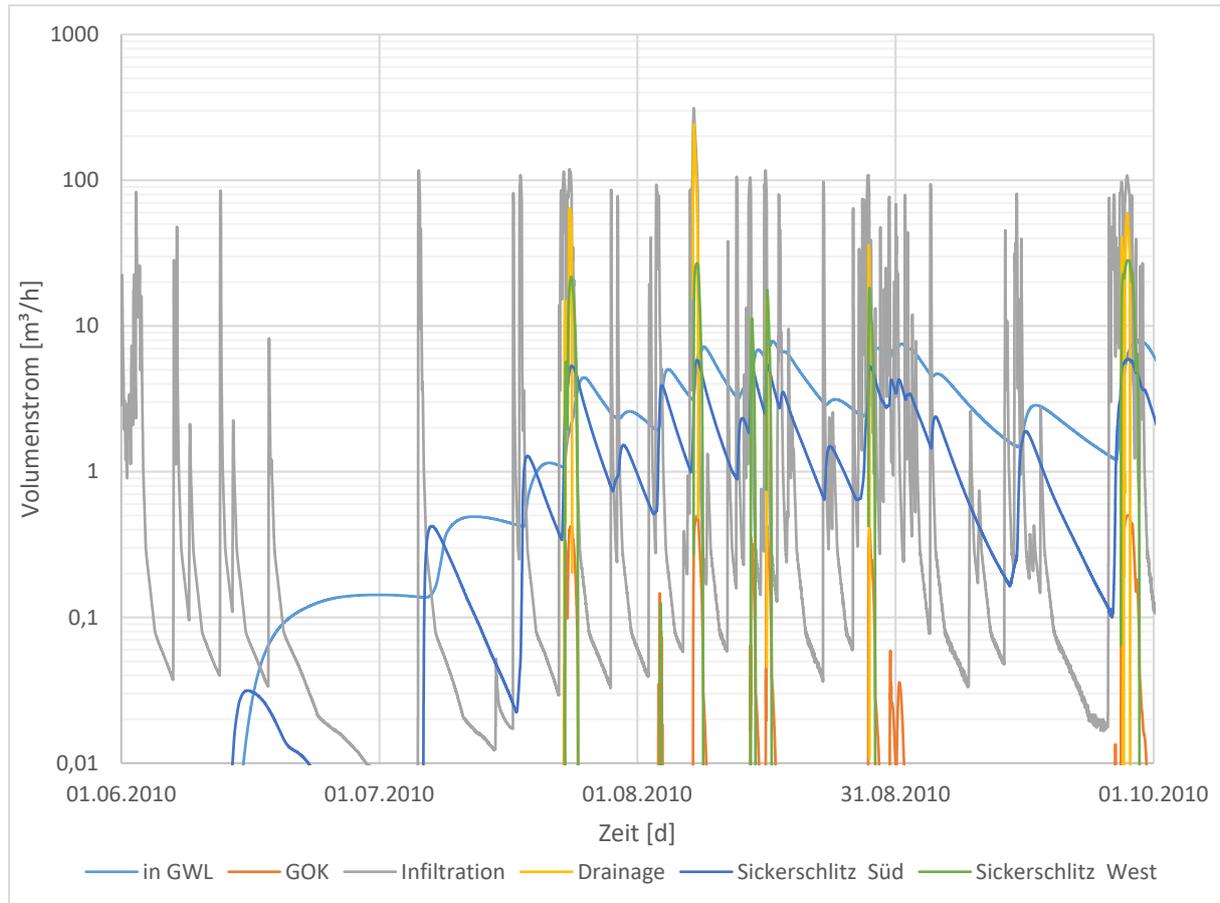


Abbildung 19: Durchflussbilanzen des Feflow-Modells für das Sommerereignis

Von den vorhandenen Sicherheitselementen wird der südliche Sickerschlitz als erstes und ab Juli 2010 quasi durchgängig beaufschlagt. Die maximal abzuführende Wassermenge beträgt $5,9 \text{ m}^3/\text{h}$.

Der westliche Sickerschlitz und die Drainage im VSB 3 werden nur bei sehr starken oder sehr häufigen Niederschlagsereignissen beaufschlagt. Die höchsten prognostizierten Abflussraten betragen $28,2 \text{ m}^3/\text{h}$ für den Sickerschlitz West und $242,1 \text{ m}^3/\text{h}$ für die Drainage im Becken. Der kumulierte Spitzenabfluss von der Drainage im Becken und den beiden Sickerschlitzten beträgt ca. $260 \text{ m}^3/\text{h}$, welcher in das Löbauer Wasser abgeschlagen werden muss.

In Abbildung 20 sind die Durchflussbilanzen für das intensivste Niederschlagsereignis von Anfang August 2010 noch einmal im Detail dargestellt. Deutlich zeigt sich in die Ganglinien die Funktionsweise des Gesamtsystems. Die Drainage im Becken nimmt ein Großteil des infiltrierten Wassers auf. Mit etwas Verzögerung kommt es auch zu einem Anstieg der Wassermengen in den Sickerschlitzten.

Trotz der Sicherheitsmaßnahmen prognostiziert das Modell im Falle eines solchen Niederschlagsereignisses auch den oberflächlichen Austritt von Grundwasser auf Grund von artesischen Grundwasserdrücken.

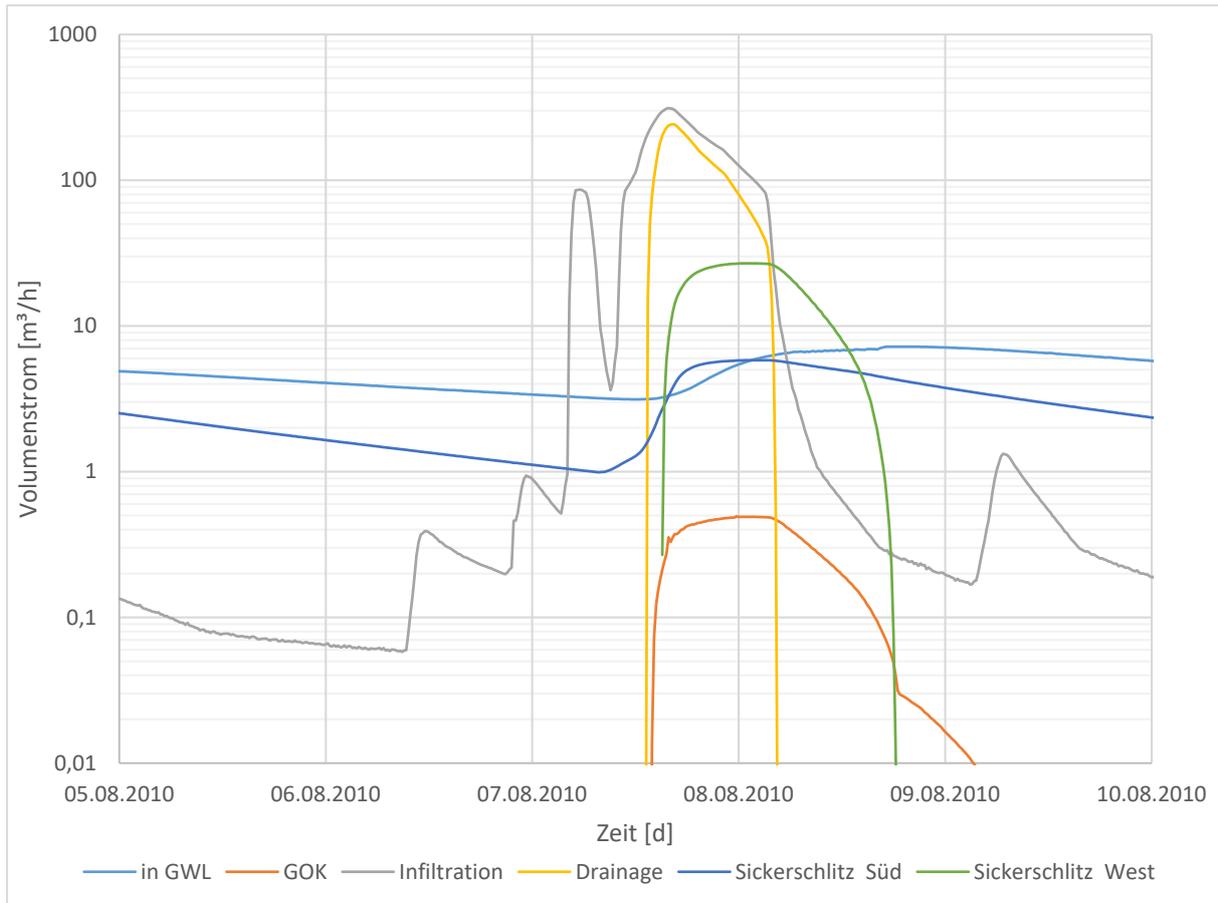


Abbildung 20: Detail Durchflussbilanzen für das größte Niederschlagsereignis

Zur Darstellung der höchsten prognostizierten Grundwasserstände und zur Visualisierung möglicher Austrittsbereiche an der Geländeoberkante im Bereich des VSB 3 während des Sommerereignisses wurden an allen Modellknoten vom 01.06.2010 bis zum 01.10.2010 die berechneten Potentiale abgegriffen und das Maximum bestimmt. Auf diese Weise erhält man eine zeitunabhängige Darstellung der höchsten Potentiale über den betrachteten Zeitraum, siehe Abbildung 21.

Aus dem Potentialflurabstand geht deutlich hervor, dass es in der durch die Grauwackemorphologie vorgegebenen Fließrichtung abstromig des VSB 3 zu einer erheblichen Potentialaufhöhung bis hin zu artesischen Potentialen kommt.

Südwestlich des VSB 3 werden während des Sommerereignisses artesische Potentiale bis ca. 0,6 m über GOK prognostiziert. Maximal treten prognostisch ca. 0,5 m³/h Wasser aus. Das ausgetretene Gesamtvolumen in diesem Bereich beträgt ca. 1,6 m³ für das gesamte Sommerereignis.

Westlich des VSB 3 im Bereich des Böschungsfußes an der Straße der Einheit beträgt das prognostizierte artesische Potential max. ca. 0,4 m. Hier treten prognostisch max. ca. 0,04 m³/h Wasser aus. Über das gesamte Sommerereignis treten ca. 5,6 m³ Wasser aus diesem Bereich aus.

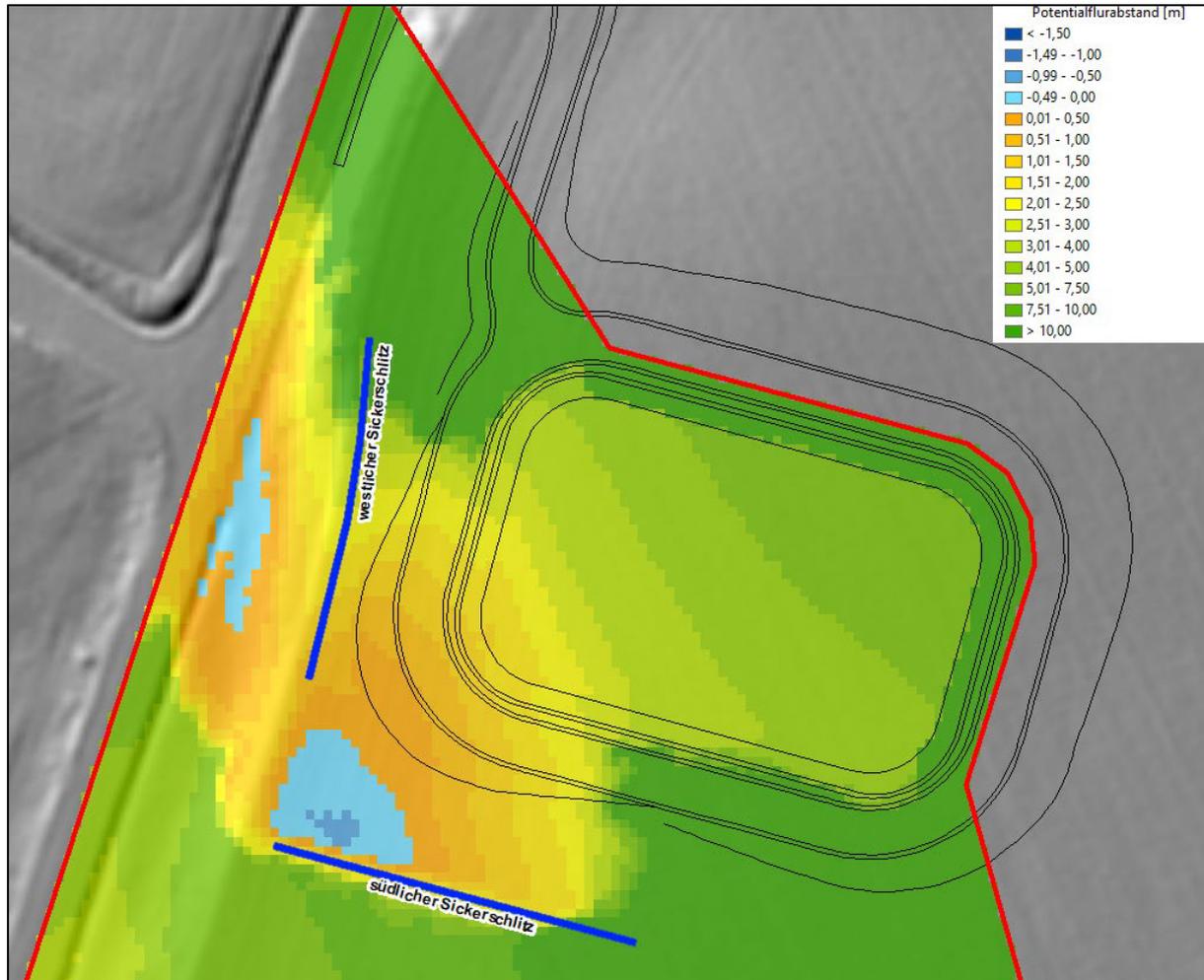


Abbildung 21: Prognostizierter Potentialflurabstand zum Sommerereignis, Modellgrenze rot, Kontouren VSB 3 schwarz, Relief /12/ grau

6.6 Winterereignis

Während des Winterereignisses fließen dem geplanten VSB 3 insgesamt ca. 7577 m³ Wasser zu. Der größte Zufluss beträgt ca. 186 m³/h und damit wesentlich weniger als im Vergleich zum Sommerereignis. Die Zuflussganglinie ist in Abbildung 22 dargestellt.

Auf Grund der geringen Spitzenzuflüsse im Vergleich zum Sommerereignis beträgt die höchste prognostizierte Einstauhöhe für das Winterereignis ca. 6 cm, siehe Abbildung 23.

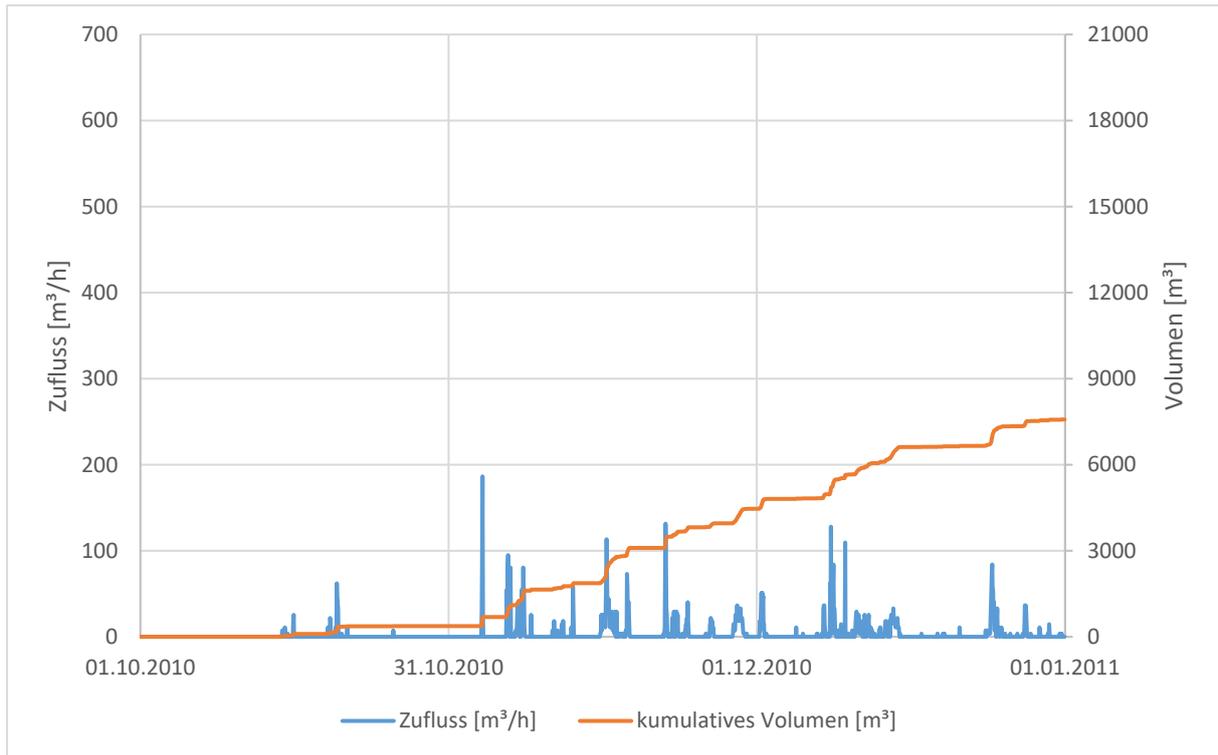


Abbildung 22: Zuflüsse und kumulatives Zuflussvolumen zum VSB 3 während des Winterereignisses

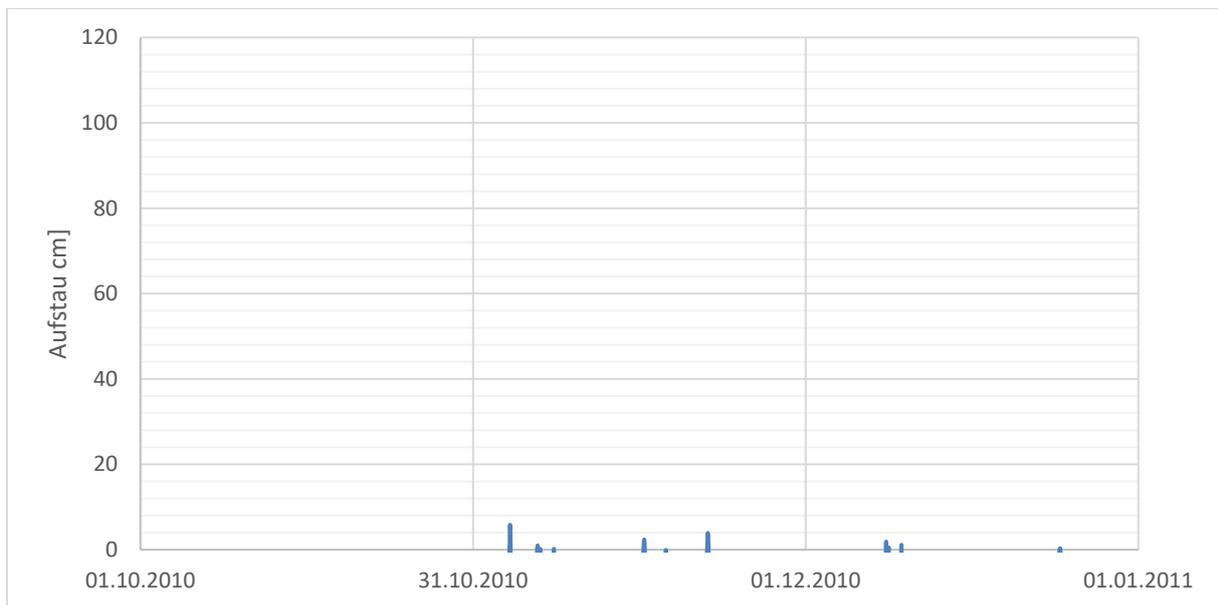


Abbildung 23: Prognostiziert Aufstau im VSB 3 für das Winterereignis

Die durch Hydrus-1D prognostizierten Versickerungsraten in die Bodenaustauschschicht sind in Abbildung 24 dargestellt. Insgesamt sind 7568 m³ in die Bodenaustauschschicht versickert. Gegenüber dem Gesamtzufluss von 7577 m³ ergibt sich eine Differenz von ca. 9 m³. Dieses Wasser ist entweder verdunstet oder ist zum Ende des Betrachtungszeitraumes noch in der bewachsenen Bodenzone zwischengespeichert.

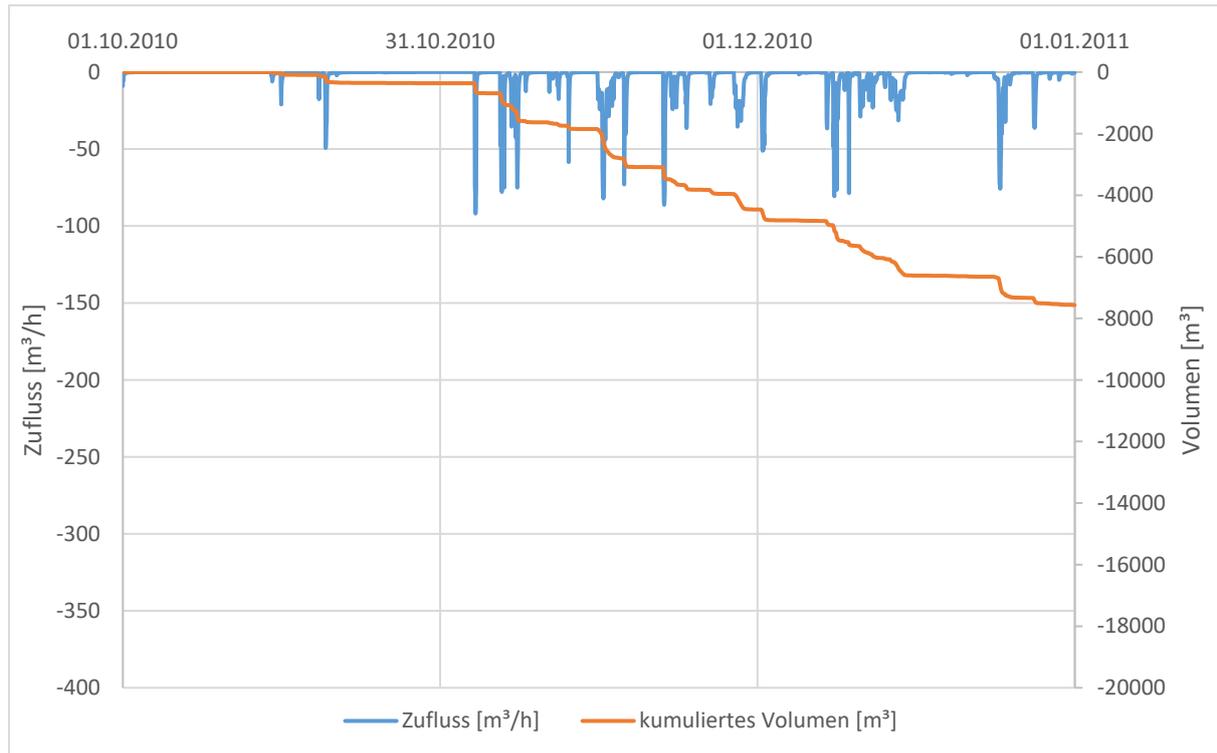


Abbildung 24: Zufluss aus der bewachsenen Bodenzone in den Bodenaustausch und kumuliertes Volumen für das Winterereignis

Die auf Basis der Hydrus-Ergebnisse mittels Feflow berechneten Durchflussbilanzen sind in Abbildung 25 dargestellt.

Während die Infiltrationsraten für das Sommerereignis oftmals $100 \text{ m}^3/\text{h}$ überschreiten, bleiben diese für das Winterereignis stets darunter. In der Konsequenz wird die Drainage im Becken während des Winterereignisses nicht beaufschlagt, sodass hiermit der modelltechnische Nachweis erbracht ist, dass im Winter kein chloridhaltiges Wasser aus dem VSB 3 in das Löbauer Wasser abgeschlagen wird.

Lediglich über den südlichen Sickerschlitz wird Sickerwasser, welches die Bodenpassage bereits passiert hat, gefasst und in das Löbauer Wasser abgeleitet werden.

Gemäß dem Modellergebnis kommt es während des Winterereignisses in der Folge von 2 Niederschlagsereignissen zu einem oberflächlichen Austritt von Wasser. Die prognostizierten Austrittsraten liegen unter $0,1 \text{ m}^3/\text{h}$.

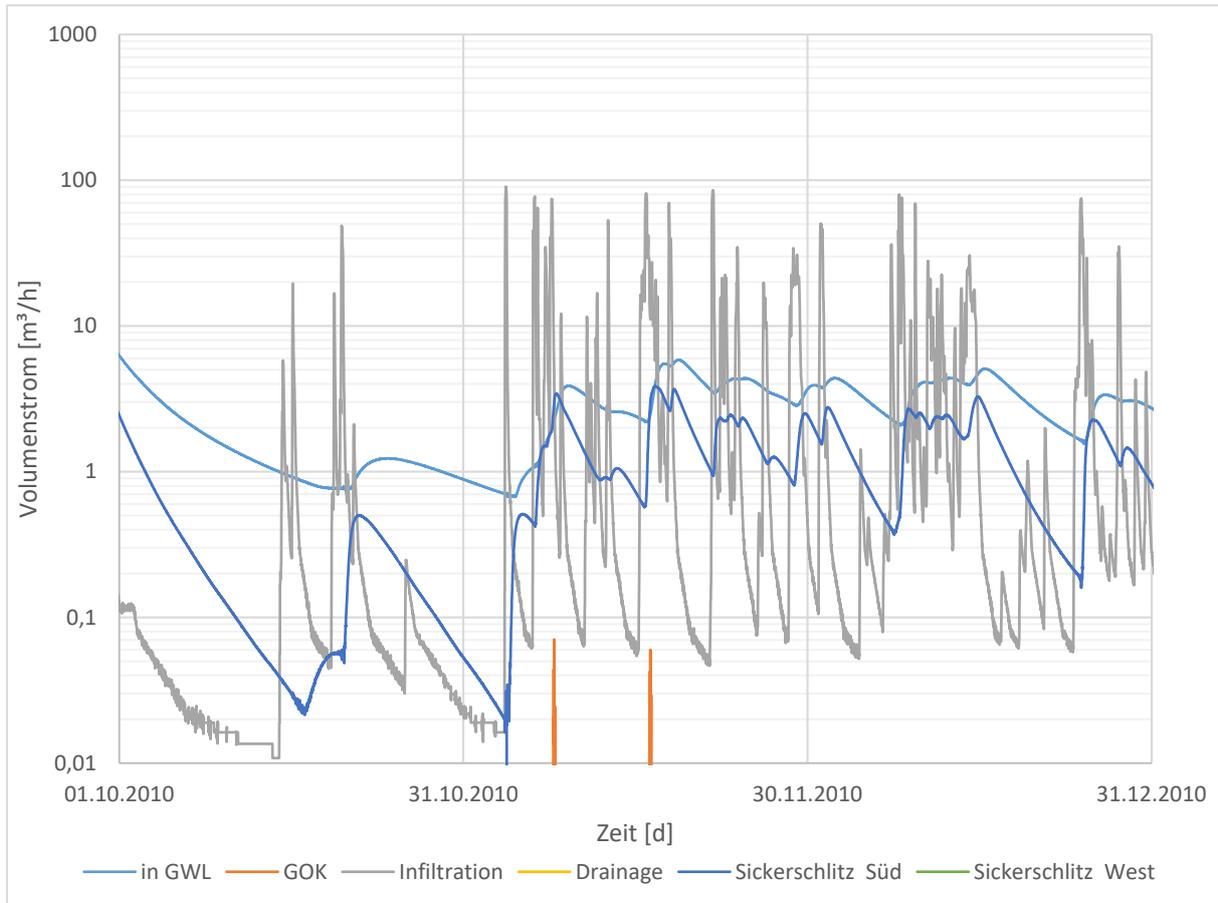


Abbildung 25: Durchflussbilanzen des Feflow-Modells für das Winterereignis

Zur Darstellung der höchsten prognostizierten Grundwasserstände und zur Visualisierung möglicher Austrittsbereiche an der Geländeoberkante im Bereich des VSB 3 während des Winterereignisses wurden an allen Modellknoten vom 01.10.2010 bis zum 31.12.2010 die berechneten Potentiale abgegriffen und das Maximum bestimmt. Auf diese Weise erhält man eine zeitunabhängige Darstellung der höchsten Potentiale über den betrachteten Zeitraum, siehe Abbildung 26.

Im Vergleich zum Sommerereignis (siehe Abbildung 21) liegen die höchsten Potentiale während des Winterereignisses ca. 1 m niedriger. In der Konsequenz bildet sich im Bereich des Feldes südwestlich des VSB 3 kein Bereich mit artesischen Potentialen aus.

Die artesischen Potentiale im Bereich des Böschungsfusses an der Straße der Einheit bleiben, jedoch in geringem Umfang, erhalten. Prognostisch treten hier max. ca. 0,07 m³/h Wasser aus. Das während des Winterereignis ausgetretene Gesamtvolumen beträgt ca. 0,2 m³.

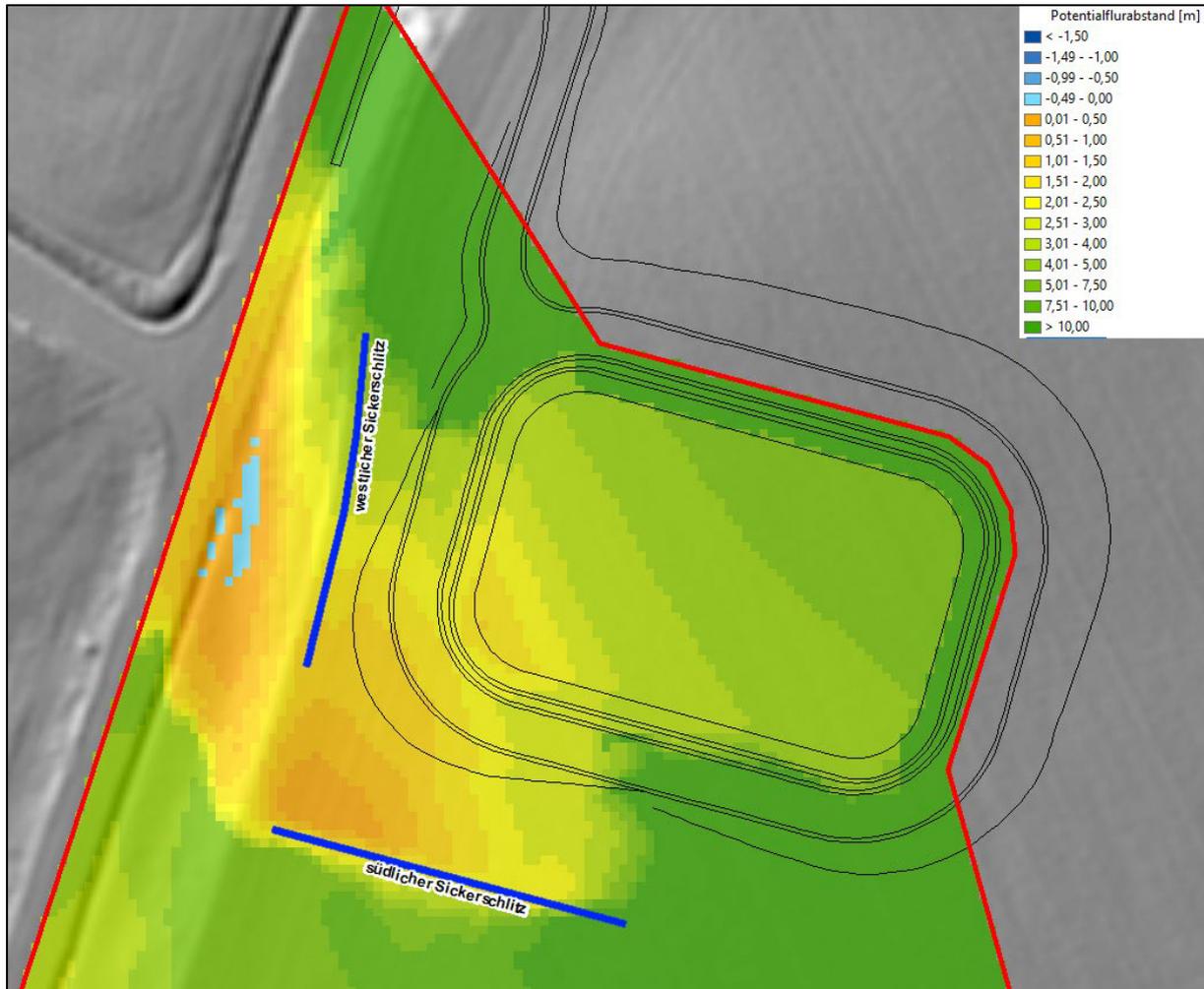


Abbildung 26: Prognostizierter Potentialflurabstand zum Winterereignis, Modellgrenze rot, Konturen VSB 3 schwarz, Relief /12/ grau

7. Zusammenfassung und Handlungsempfehlung

Die DEGES plant im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA) den Neubau des 1. Bauabschnitts der B 178, Teil 1, Anschluss A4 bis S112 (Nostitz). Das Vorhaben befindet sich in Sachsen, unmittelbar östlich von Weißenberg in den Landkreisen Bautzen und Görlitz.

Im Rahmen der Entwässerungsplanung der Entwurfsplanung ergibt sich für ein geplantes Versickerungsbecken (VSB 3) die Notwendigkeit der Verlagerung auf einen Alternativstandort.

Für diesen Alternativstandort war die Auswirkung des geplanten Versickerungsbeckens auf die unterliegenden Schutzgüter mittels einer numerischen Modellierung zu prognostizieren.

Dazu wurde das Bemessungsereignis aus der Entwässerungsplanung mit Hilfe der Modelle Hydrus-1D und Feflow nachgerechnet.

Die isolierte Betrachtung des Bemessungsereignisses ist vergleichsweise abstrakt. In einem realistischen Kontext kann dies als einzelnes Regenereignis in einer längeren Trockenperiode interpretiert werden.

Die Modellergebnisse der Einzelbetrachtung des Bemessungsereignisses werden wie folgt zusammengefasst:

- 1) Bei dem angenommenen hydraulischen Kontrast zwischen der bewachsenen Bodenzone und dem Bodenaustausch von 2 Größenordnungen werden sich im oberen und mittleren Bereich des Bodenaustauschs keine gesättigten Zustände einstellen. Damit wird die geplante Drainage ohne Wirkung bleiben, d. h. das gesamte in das Becken geleitete Wasser wird in den Untergrund versickern.
- 2) Bei dem relativ trockenen Ausgangszustand wird zeitweise das gesamte Wasser in der Bodenmatrix zwischengespeichert. Allein die Bodenaustauschschicht nimmt ca. 100 m³ Wasser auf.
- 3) Im Bereich des Beckens wird sich auf der Grauwacke ein Stauwasserhorizont ausbilden. Wie umfangreich sich dieser ausbilden wird, hängt von der tatsächlichen Beaufschlagung des Beckens und der tatsächlichen hydraulischen Leitfähigkeit der Grauwacke ab.
- 4) Die vollständige Versickerung des eingestauten Wassers ist innerhalb von ca. 3 h zu erwarten.
- 5) Der Abfluss des Sickerwassers aus der Bodenaustauschschicht in die Grauwackezersatzschicht erfolgt stark gedämpft. Für das betrachtete Bemessungsereignis beträgt der maximale Abfluss ca. 2,4 m³/d.
- 6) Im Modell bewegt sich der Abfluss aus dem Becken in Form einer Durchfeuchtungsfront im Untergrund auf den Hang an der Straße der Einheit zu. Wo genau und in welchem Umfang das Sickerwasser im Bereich des Hangs an der Straße der Einheit austreten wird, kann auf Grund der Heterogenität des Grauwackezersatzes nicht prognostiziert werden.
- 7) Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass eine häufige Beaufschlagung des Beckens zur Erschöpfung der Speicherfähigkeit der Bodenmatrix führt, sodass die Abflussdämpfung geringer ausfallen und der Spitzenabfluss damit ansteigen wird. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich im Abflussbereich des Beckens gesättigte Zustände einstellen werden.

Im Ergebnis der Langzeitsimulation und der Betrachtung des niederschlagsreichsten Jahres seit Beginn der Messungen wurde festgestellt, dass

- a) wiederholt auftretende ergiebige Niederschlagsereignisse erschöpfen den unterirdischen Retentionsraum, da die Grauwackezersatzschicht maximal ca. 8,1 m³/h Wasser aufnehmen kann.
- b) zur Gewährleistung einer für die abstromig liegenden Schutzgüter schadlosen Versickerung sind mehrere Schutzmechanismen notwendig:
 - Drainage im Becken, deren Überlauf im Sommer bei 191,2 m NHN liegen sollte und die im Winter außer Betrieb genommen wird (Notüberlaufhöhe 193,00 m NHN). Über die Drainage müssen max. ca. 242 m³/h abgeführt werden.
 - Zum Schutz der südlich des Beckens gelegenen Bebauung ist die Errichtung eines Sickerschlitzes notwendig. Die Unterkante des Sickerschlitzes sollte ca. 0,5 m über der Grauwackeoberkante verlaufen. Dieser Sickerschlitz muss max. ca. 6 m³/h Wasser abführen.
 - Zum Schutz der Böschung an der Straße der Einheit westlich des VSB 3 ist ebenfalls ein Sickerschlitz notwendig. Dieser sollte bis zu OK Grauwacke jedoch höchstens bis 188,5 m NHN reichen. Die Überlaufhöhe beträgt 190,0 m NHN. Dieser Sickerschlitz muss maximal 28,2 m³/h pro Stunde abführen.

- c) Es konnte der modelltechnische Nachweis erbracht werden, dass ausschließlich im Sommer eine Beaufschlagung der Drainage erfolgt. Im Winter wird kein chloridhaltiges Wasser in das Löbauer Wasser abgeschlagen.
- d) Trotz der Schutzmechanismen prognostiziert das Modell an der Südwestecke des VSB 3 und am Böschungsfuß zur Straße der Einheit artesische Grundwasserpotentiale.

An der Südwestecke des VSB 3 ist prognostisch ein Austritt von max. ca. 0,5 m³/h Grundwasser an der Geländeoberkante zu erwarten.

Im Bereich des Böschungsfußes an der Straße der Einheit werden prognostisch weniger als 0,1 m³/h Grundwasser austreten.

Auf Grund der schwierigen hydrogeologischen Randbedingungen ist eine weitere Reduktion artesischer Potentiale und des oberflächlichen Grundwasseraustritts nicht möglich ohne die Ableitmengen ins Löbauer Wasser zu erhöhen, was aus natur-schutzfachlicher Sicht kritisch zu sehen ist.

Letztlich muss aber auch berücksichtigt werden, dass die prognostizierten artesischen Potentiale und oberflächlichen Grundwasseraustritte nur im Zusammenhang mit sehr niederschlagsreichen Perioden auftreten während denen die Geländeoberkante ohnehin durchnässt ist, sodass ein geringfügiger oberflächlicher Grundwasseraustritt nicht ins Gewicht fällt. Des Weiteren muss berücksichtigt werden, dass Vernässungen durch artesische Potentiale beziehungsweise oberflächliche Grundwasseraustritte während niederschlagsarmer oder durchschnittlicher Perioden gar nicht oder in wesentlich kleinerem Umfang zu erwarten sind.

Abschließend wird festgehalten, dass eine schadlose Versickerung am geplanten Standort des VSB 3, unter Berücksichtigung der dargestellten Schutzmechanismen, möglich ist.

Ausgehend von den hier dargestellten Modellergebnissen ergeben sich folgende Handlungsempfehlungen:

- I. Sollten bei der Herstellung des Beckens bisher unbekannte Kluffstrukturen in der Grauwacke angetroffen werden, sollte geprüft werden, ob diese eine bevorzugte Wasserwegsamkeit darstellen und ob sich daraus ein Gefährdungspotential ergibt.
- II. Der bestehende etablierte und geschlossene Bewuchs im Böschungsbereich an der Straße der Einheit sollte einen ausreichenden Schutz gegenüber oberflächlich austretendem Grundwasser bieten.
Gleiches gilt für den prognostizierten Austrittsbereich südwestlich des VSB 3. Hier sollte die geplante Begrünung ebenfalls einen ausreichenden Schutz gegenüber oberflächlich austretendem Grundwasser bieten.
Zusätzliche Sicherungsmaßnahmen sind nicht zwingend erforderlich.
- III. An der südlichen Grenze des Feldes auf dem das VSB 3 geplant ist, sollte eine beweissichernde Grundwassermessstelle errichtet und mit automatischer Messtechnik (Datenlogger) ausgerüstet werden. Die Messungen dienen dazu ggf. ungerechtfertigte Ansprüche der Unterlieger abzuwehren.
- IV. Sollten sich im Zuge der weiteren Planung Änderungen gegenüber dem hier betrachteten Plan-Zustand ergeben, sollte geprüft werden, ob einer erneuter modelltechnischer Nachweis der Funktionstüchtigkeit notwendig ist.



Dokumentation Baugrundaufschlüsse zur Erstellung eines hydraulischen Modells (Grundwasser-Modell)

Projekt: B 178 – BA 1.1 – A 4 (AS Weißenberg) bis S 112 (Nostitz)

AG: DEGES GmbH Berlin

Objektplanung: EIBS GmbH Dresden

Fachplanung GW: Planungsgesell. Scholz + Lewis mbH Dresden

Baugrundgutachter: IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH

Im Rahmen der Planung des Versickerungsbeckens 3 (VSB 3) ergab sich die Notwendigkeit, ein hydraulisches Modell (Grundwassermodell) aufzustellen, womit die Auswirkungen der geplanten Versickerung auf die umliegenden Grundstücke bewertet werden sollen.

Grundlage für dieses GW-Modell sind hinreichende Daten zum vorhandenen Baugrund. Durch den Fachplaner GW wurde ein hierfür erforderliches Aufschlussraster aufgestellt.

Im Zuge der Baugrundaufschlussarbeiten für das Projekt (12. Bohrkampagne) wurden die erforderlichen Baugrundaufschlüsse **BP 1218 bis BP 1234** abgeteuft. Es erfolgten somit insgesamt 17 Baugrundaufschlüsse bis jeweils 10,0 m Tiefe, welche durch die Fa. Grimm Geotestbohrtechnik als Rotationskernbohrungen in der Zeit vom 30.03.2023 bis 21.04.2023 ausgeführt wurden.

Das dabei gewonnene Bohrgut wurde durch die Fa. Grimm ausgelegt und durch IFG geotechnisch aufgenommen und beprobt. An ausgewählten gestörten Bodenproben erfolgten nach Abstimmung mit dem Fachplaner GW bodenmechanische Laboruntersuchungen zur Bestimmung der Durchlässigkeit des Baugrunds.

Die vorliegende Dokumentation enthält folgende Unterlagen zu den durchgeführten Baugrundaufschlüssen für das Grundwassermodell:

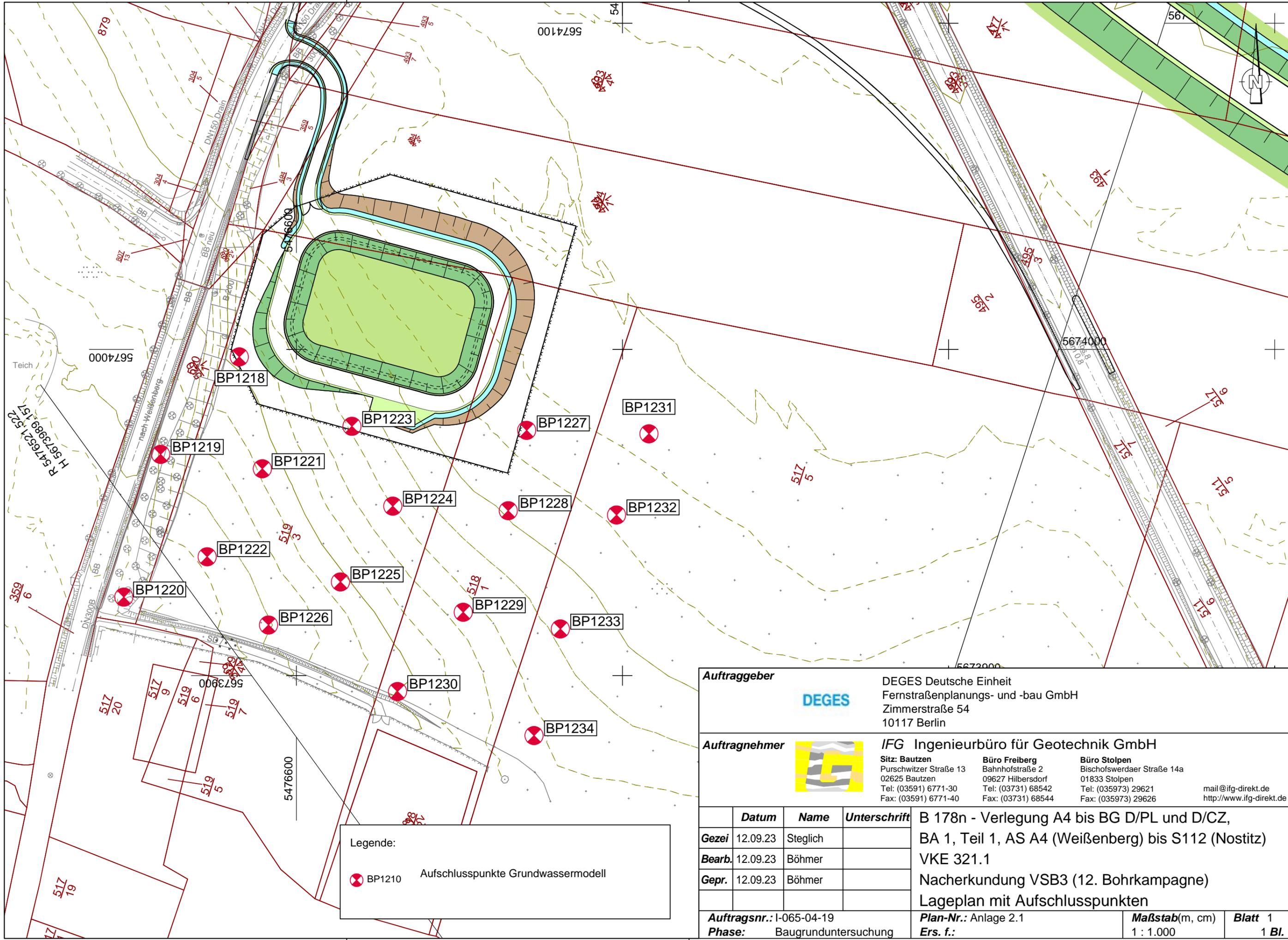
- Lageplan mit Aufschlusspunkten (M 1:1.000)
- Bohrpunktdateien, tabellarisch
- Schichtenverzeichnisse und Bohrprofile
- Fotodokumentation Bohrgut
- Laborprotokolle Körnungslinien (Bestimmung Durchlässigkeit)

Bautzen, 13.09.2023



Böhmer
Baugrundgutachter

IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH
Purschwitzer Straße 13
02625 Bautzen
Tel: 03591 / 677130
Fax: 03591 / 677140



Legende:
 BP1210 Aufschlusspunkte Grundwassermodell

Auftraggeber
 DEGES Deutsche Einheit
 Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
 Zimmerstraße 54
 10117 Berlin

Auftragnehmer
 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH
Sitz: Bautzen Purschitzer Straße 13 02625 Bautzen
 Tel: (03591) 6771-30 Fax: (03591) 6771-40
Büro Freiberg Bahnhofstraße 2 09627 Hilbersdorf
 Tel: (03731) 68542 Fax: (03731) 68544
Büro Stolpen Bischofswerdaer Straße 14a 01833 Stolpen
 Tel: (035973) 29621 Fax: (035973) 29626
 mail@ifg-direkt.de http://www.ifg-direkt.de

	Datum	Name	Unterschrift	
Gezei	12.09.23	Steglich		B 178n - Verlegung A4 bis BG D/PL und D/CZ, BA 1, Teil 1, AS A4 (Weißenberg) bis S112 (Nostitz) VKE 321.1 Nacherkundung VSB3 (12. Bohrkampagne) Lageplan mit Aufschlusspunkten
Bearb.	12.09.23	Böhmer		
Gepr.	12.09.23	Böhmer		
Auftragsnr.:	I-065-04-19			Plan-Nr.: Anlage 2.1
Phase:	Baugrunduntersuchung			Ers. f.:
				Maßstab(m, cm) 1 : 1.000
				Blatt 1 1 Bl.



Bohrpunkt	Erkundungsziel	Bohrverfahren	Endteufe	Rechtswert	Hochwert	Höhe (DHHN 92)	Gemarkung	Flurstück	Bemerkung
BP 1218	GW-Modell	BK	10 m	5476582.59	5673997.60	190,45 m	Weißenberg	519/3	
BP 1219	GW-Modell	BK	10 m	5476558.46	5673967.73	185,07 m	Weißenberg	520/1	
BP 1220	GW-Modell	BK	10 m	5476546.90	5673924.44	184,29 m	Weißenberg	520/1	
BP 1221	GW-Modell	BK	10 m	5476589.65	5673963.32	189,27 m	Weißenberg	519/3	
BP 1222	GW-Modell	BK	10 m	5476572.70	5673936.39	186,29 m	Weißenberg	519/3	
BP 1223	GW-Modell	BK	10 m	5476617.07	5673976.34	193,21 m	Weißenberg	519/3	
BP 1224	GW-Modell	BK	10 m	5476629.60	5673951.85	193,08 m	Weißenberg	519/3	
BP 1225	GW-Modell	BK	10 m	5476613.57	5673928.63	189,77 m	Weißenberg	519/3	
BP 1226	GW-Modell	BK	10 m	5476591.43	5673915.47	187,00 m	Weißenberg	519/3	
BP 1227	GW-Modell	BK	10 m	5476670.65	5673975.04	196,48 m	Weißenberg	518/1	
BP 1228	GW-Modell	BK	10 m	5476665.05	5673950.48	195,20 m	Weißenberg	518/1	
BP 1229	GW-Modell	BK	10 m	5476651.26	5673919.49	192,53 m	Weißenberg	518/1	
BP 1230	GW-Modell	BK	10 m	5476631.04	5673895.07	189,90 m	Weißenberg	518/1	
BP 1231	GW-Modell	BK	10 m	5476708.19	5673974.04	197,34 m	Weißenberg	517/5	
BP 1232	GW-Modell	BK	10 m	5476698.26	5673949.16	196,28 m	Weißenberg	517/5	
BP 1233	GW-Modell	BK	10 m	5476681.00	5673914.18	194,30 m	Weißenberg	517/5	
BP 1234	GW-Modell	BK	10 m	5476672.89	5673881.60	192,88 m	Weißenberg	517/5	



**IFG Ingenieurbüro
für Geotechnik**
Purschwitz Str. 13,
02625 Bautzen

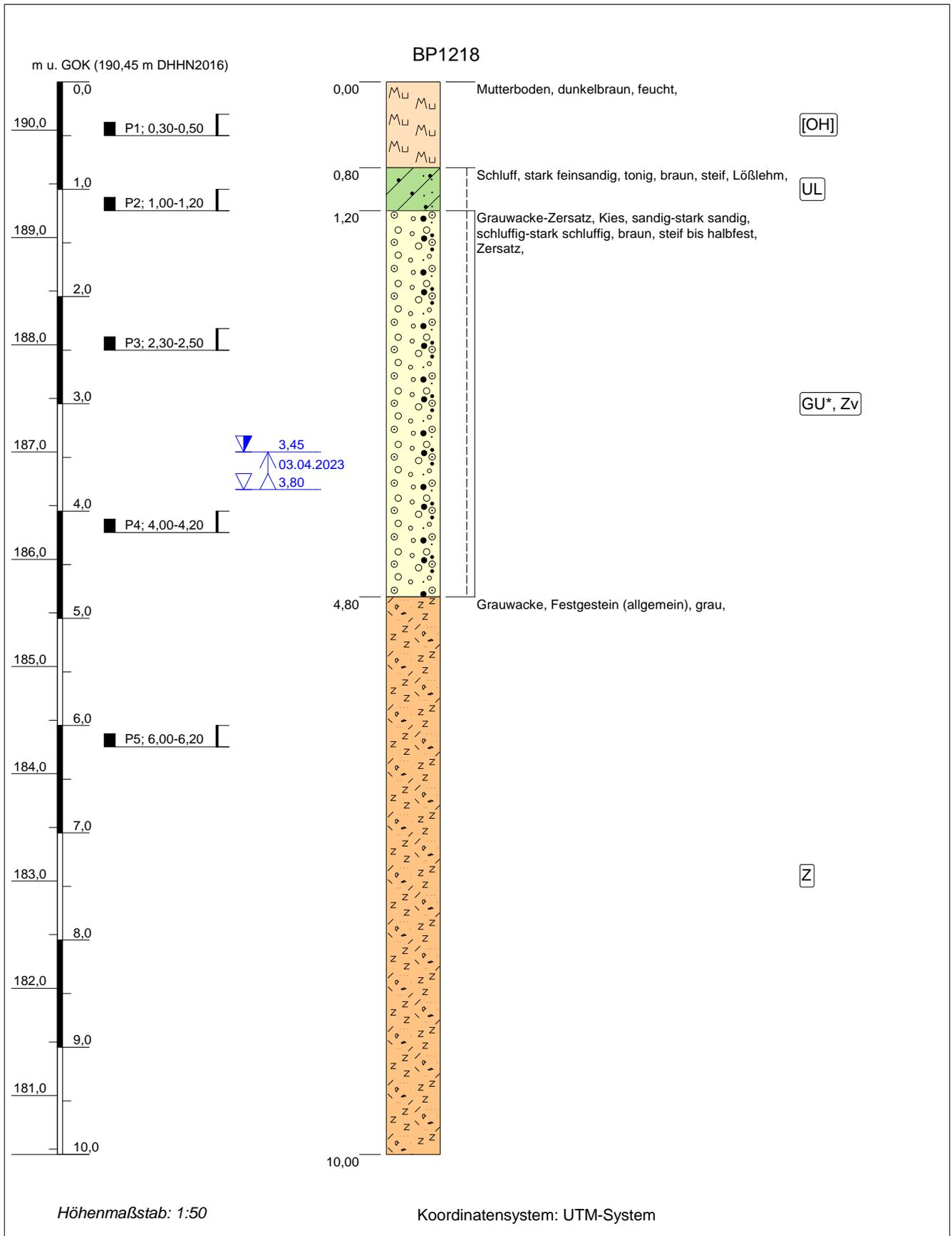
Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

Anlage:
Seite: 1

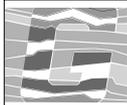
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1218
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 03.04.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476582,6	Höhe: 190,45 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673997,7	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,80	Mutterboden	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]	P1 (0,30-0,50)	
1,20	Schluff, stark feinsandig, tonig - Lößlehm	braun	steif	leicht zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch)	P2 (1,00-1,20)	
4,80	Grauwacke-Zersatz, Kies, sandig-stark sandig, schluffig-stark schluffig - Zersatz	braun	steif bis halbfest	mäßig schwer zu bohren GWA bei 3,80m / GWR bei 3,45m GU* (Kies, stark schluffig), Fels, verwittert	P3 (2,30-2,50); P4 (4,00-4,20)	
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	grau		mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren Fels	P5 (6,00-6,20)	



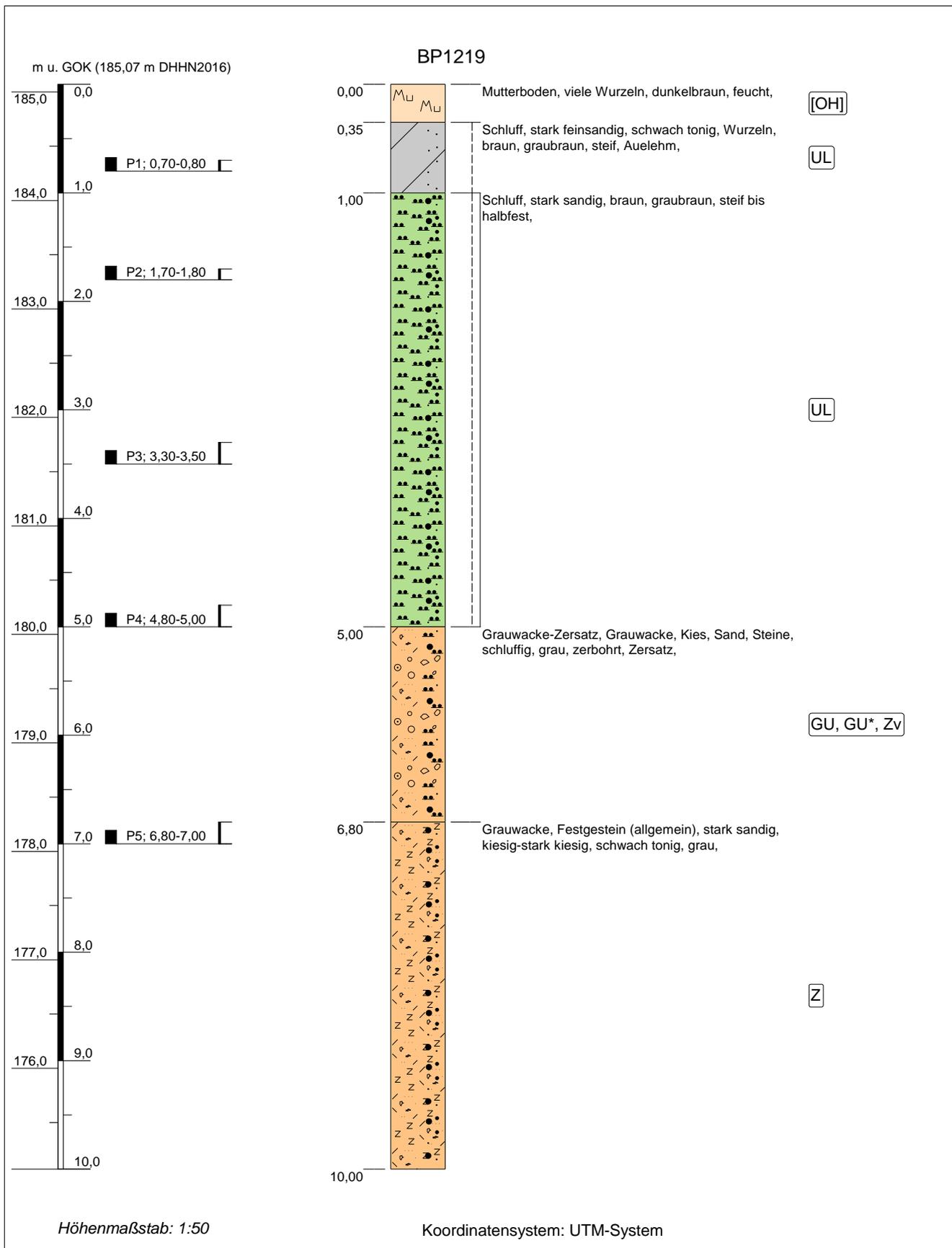
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Bohrung: BP1218		
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476582,6	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673997,7	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 190,45 m DHHN2016	
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	



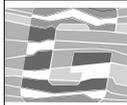
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1219
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 21.04.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476558,5	Höhe: 185,07 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673967,8	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,35	Mutterboden, viele Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
1,00	Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, Wurzeln - Auelehm	braun, graubraun	steif	leicht zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch)	P1 (0,70-0,80)	
5,00	Schluff, stark sandig	braun, graubraun	steif bis halbfest	mäßig schwer zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch)	P2 (1,70-1,80); P3 (3,30-3,50); P4 (4,80-5,00)	
6,80	Grauwacke-Zersatz, Grauwacke, Kies, Sand, Steine, schluffig - Zersatz	grau	zerbohrt	schwer zu bohren GU (Kies, schluffig), GU* (Kies, stark schluffig), Fels, verwittert		
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein), stark sandig, kiesig-stark kiesig, schwach tonig	grau		schwer zu bohren kein GW Fels	P5 (6,80-7,00)	

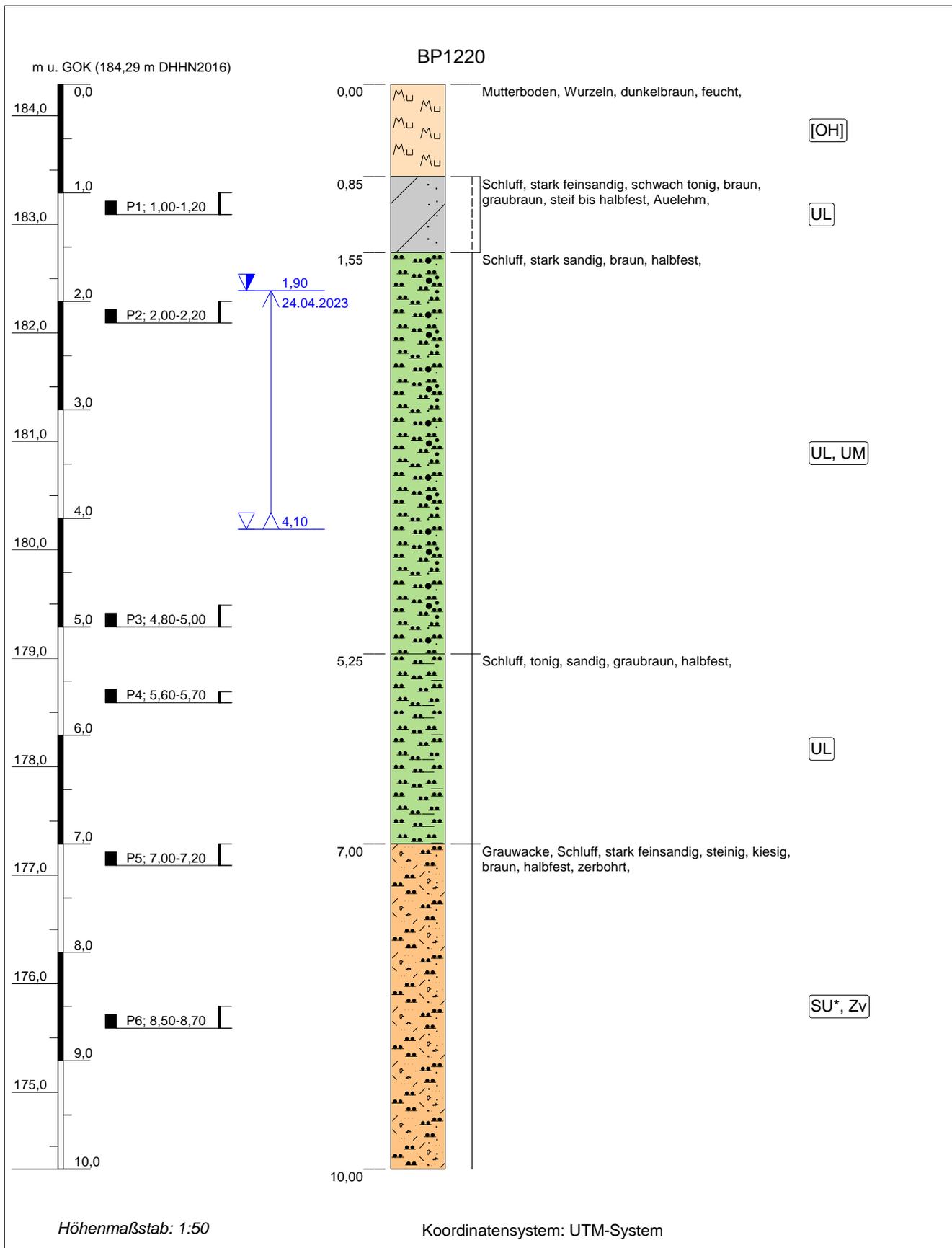


Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik
Bohrung: BP1219		
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476558,5	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673967,8	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 185,07 m DHHN2016	Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	



Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1220
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 21.04.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23
Bohrverfahren: Trockendrehbohren Durchmesser: 168 mm	Rechtswert: 5476547,2 Hochwert: 5673924,0 Höhe: 184,29 DHHN2016 Neigung:
	Bearbeiter: Böhmer Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,85	Mutterboden, Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
1,55	Schluff, stark feinsandig, schwach tonig - Auelehm	braun, graubraun	steif bis halbfest	leicht zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch)	P1 (1,00-1,20)	
5,25	Schluff, stark sandig	braun	halbfest	leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren GWA bei 4,10m / GWR+ nach 24h bei 1,90m UL (Schluff, leicht plastisch), UM (Schluff, mittelplastisch)	P2 (2,00-2,20); P3 (4,80-5,00)	
7,00	Schluff, tonig, sandig	graubraun	halbfest	mäßig schwer zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch)	P4 (5,60-5,70)	
10,00	Grauwacke, Schluff, stark feinsandig, steinig, kiesig	braun	halbfest, zerbohrt	mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren SU* (Sand, stark schluffig), Fels, verwittert	P5 (7,00-7,20); P6 (8,50-8,70)	



Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Bohrung: BP1220	Ort d. Bohrung: siehe Lageplan	
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476547,2	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673924,0	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 184,29 m DHHN2016	
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	



**IFG Ingenieurbüro
für Geotechnik**
Purschwitz Str. 13,
02625 Bautzen

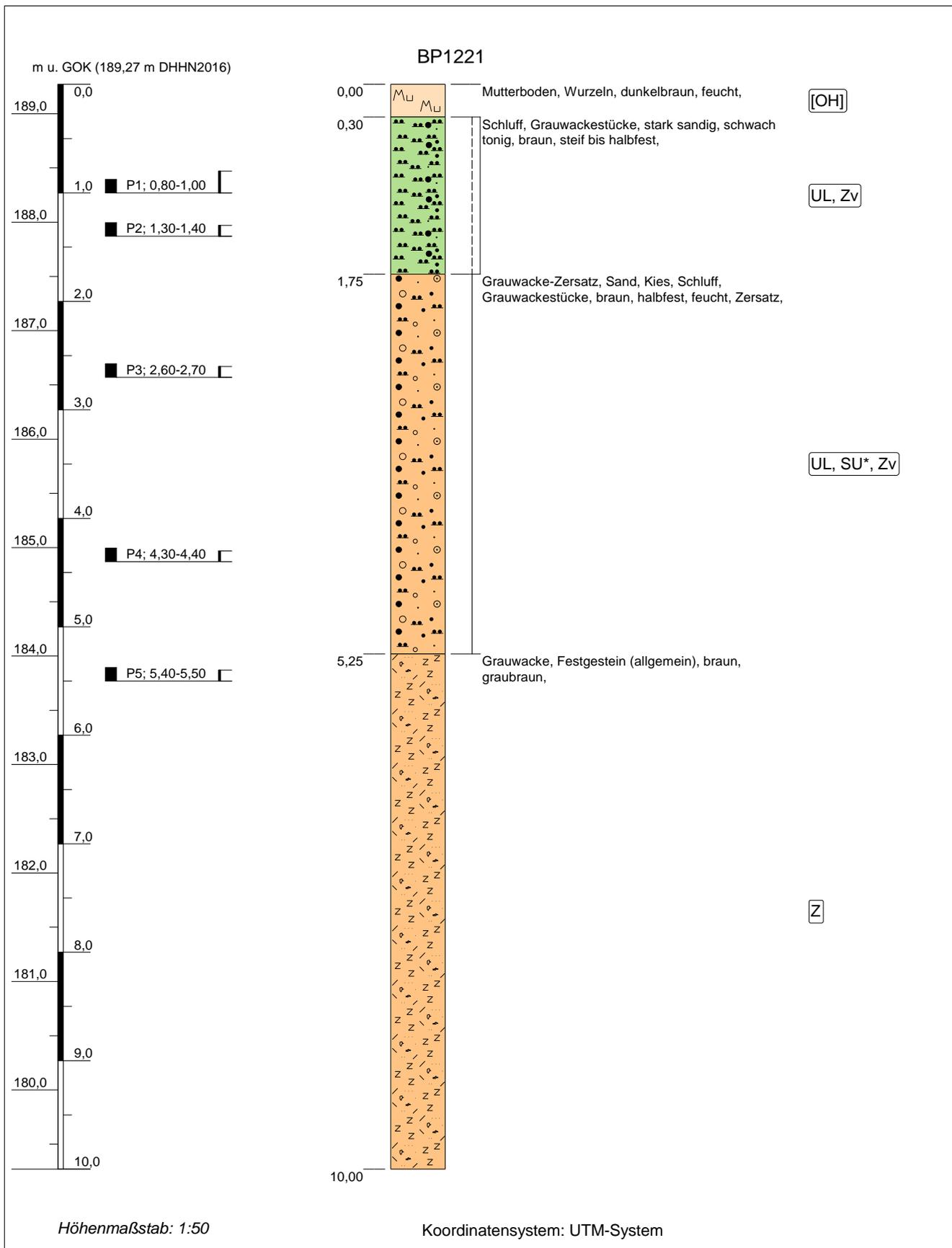
Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

Anlage:
Seite: 1

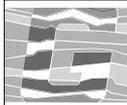
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1221
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 04.04.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476589,6	Höhe: 189,27 DHHN2016	Bearbeiter:
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673963,4	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,30	Mutterboden, Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
1,75	Schluff, Grauwackestücke, stark sandig, schwach tonig	braun	steif bis halbfest	mäßig schwer zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch), Fels, verwittert	P1 (0,80-1,00); P2 (1,30-1,40)	
5,25	Grauwacke-Zersatz, Sand, Kies, Schluff, Grauwackestücke - Zersatz	braun	halbfest, feucht	mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig), Fels, verwittert	P3 (2,60-2,70); P4 (4,30-4,40)	
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	braun, graubraun		schwer zu bohren kein GW Fels	P5 (5,40-5,50)	



Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik	
Bohrung: BP1221			Ort d. Bohrung: siehe Lageplan
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476589,6		
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673963,4		
Bearbeiter:	Ansatzhöhe: 189,27 m DHHN2016		
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40	



**IFG Ingenieurbüro
für Geotechnik**
Purschwitz Str. 13,
02625 Bautzen

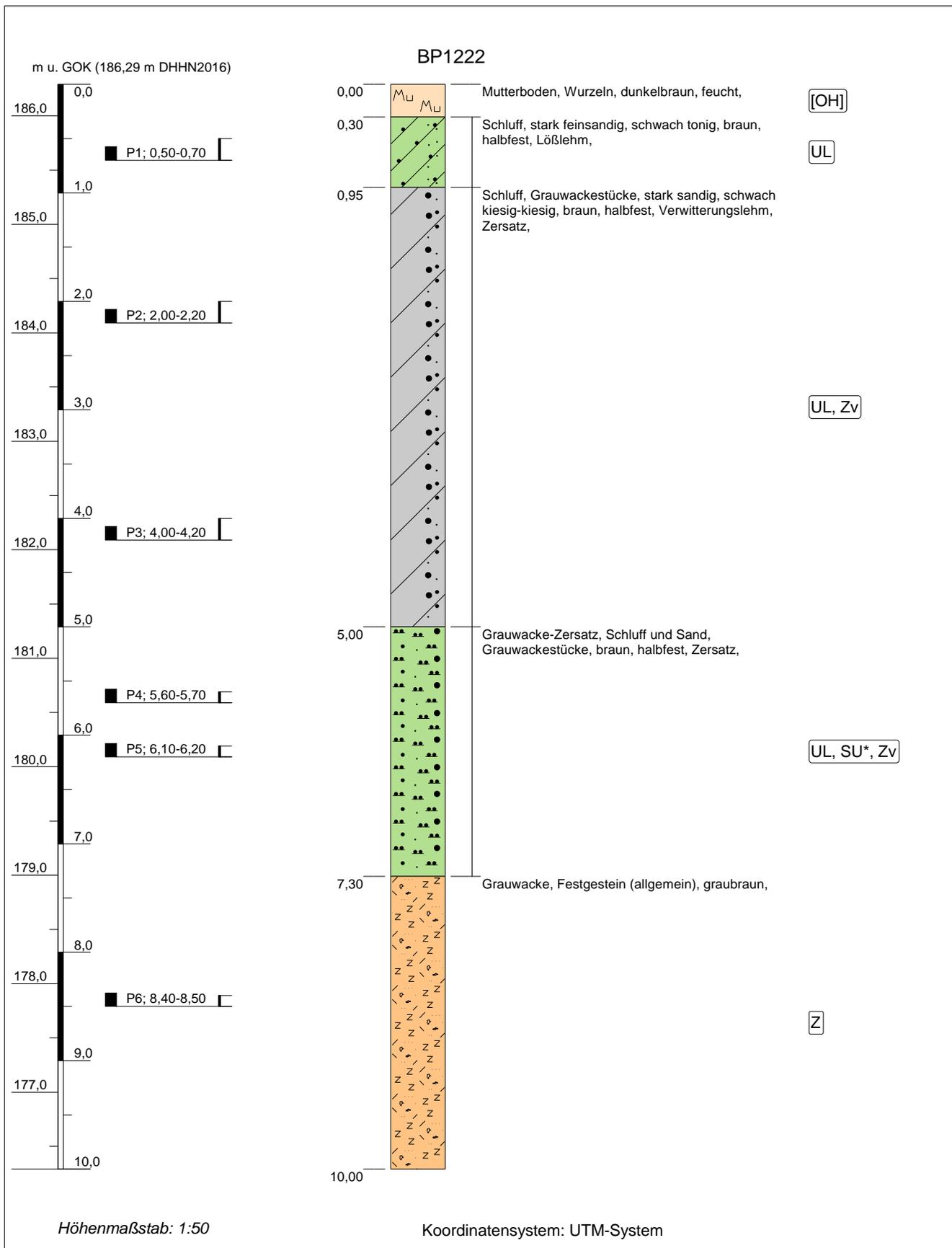
Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

Anlage:
Seite: 1

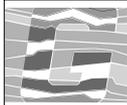
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1222
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 04.04.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476572,7	Höhe: 186,29 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673936,4	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,30	Mutterboden, Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
0,95	Schluff, stark feinsandig, schwach tonig - Lößlehm	braun	halbfest	leicht zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch)	P1 (0,50-0,70)	
5,00	Schluff, Grauwackestücke, stark sandig, schwach kiesig-kiesig - Verwitterungslehm, Zersatz	braun	halbfest	leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch), Fels, verwittert	P2 (2,00-2,20); P3 (4,00-4,20)	
7,30	Grauwacke-Zersatz, Schluff und Sand, Grauwackestücke - Zersatz	braun	halbfest	mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig), Fels, verwittert	P4 (5,60-5,70); P5 (6,10-6,20)	
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	graubraun		schwer zu bohren kein GW Fels	P6 (8,40-8,50)	



Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik <hr/> Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Bohrung: BP1222		
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476572,7	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673936,4	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 186,29 m DHHN2016	
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	

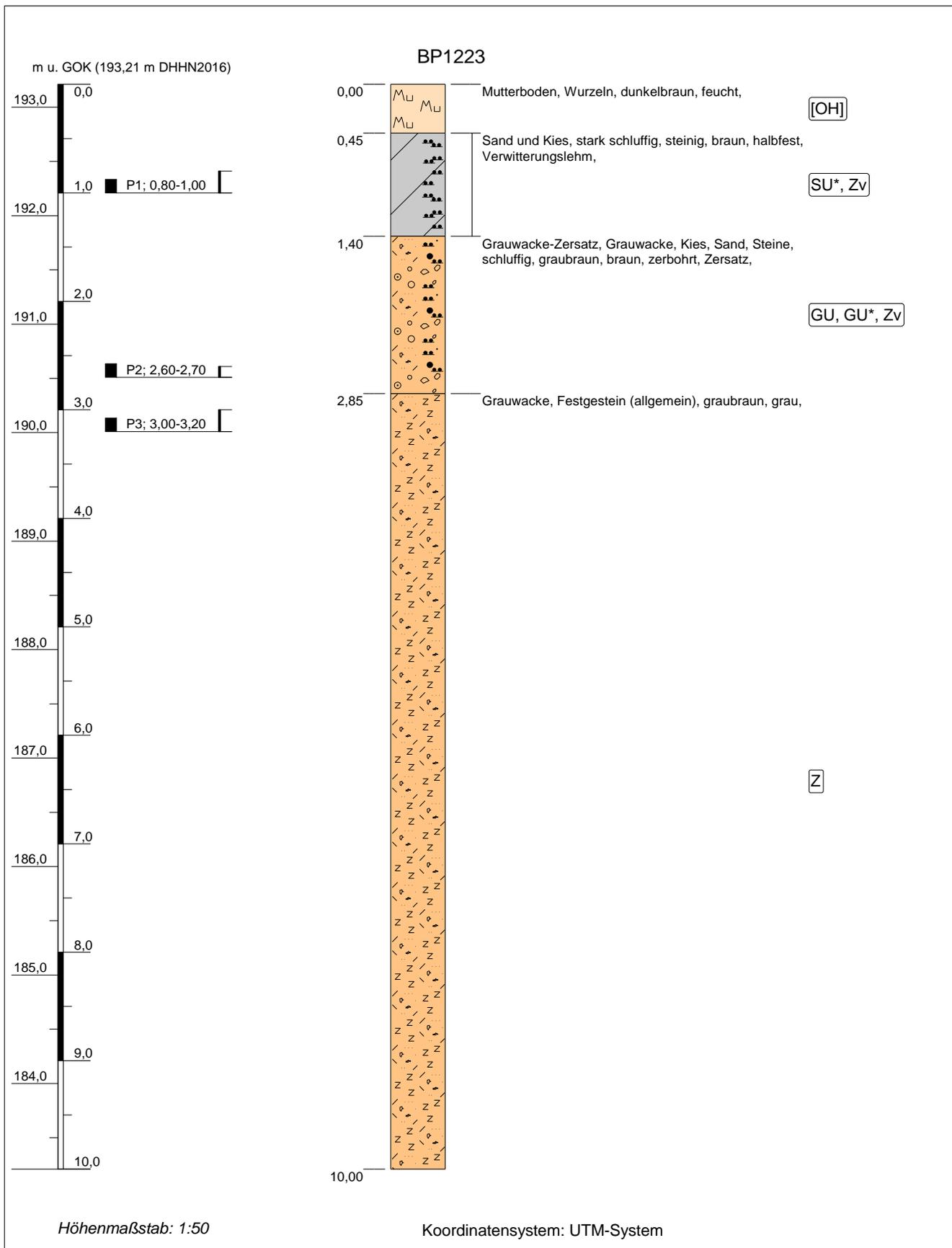


Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

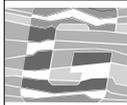
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1223
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 31.03.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476617,1	Höhe: 193,21 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673976,4	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,45	Mutterboden, Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
1,40	Sand und Kies, stark schluffig, steinig - Verwitterungslehm	braun	halbfest	mäßig schwer zu bohren SU* (Sand, stark schluffig), Fels, verwittert	P1 (0,80-1,00)	
2,85	Grauwacke-Zersatz, Grauwacke, Kies, Sand, Steine, schluffig - Zersatz	graubraun, braun	zerbohrt	mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren GU (Kies, schluffig), GU* (Kies, stark schluffig), Fels, verwittert	P2 (2,60-2,70)	
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	graubraun, grau		schwer zu bohren kein GW Fels	P3 (3,00-3,20)	



Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik		
Bohrung: BP1223				
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40		
Auftraggeber:	DEGES Deutsche Einheit, Berlin		Rechtswert:	5476617,1
Bohrfirma:	Grimm Geotestbohrtechnik		Hochwert:	5673976,4
Bearbeiter:	Böhmer		Ansatzhöhe:	193,21 m DHHN2016
Datum:	20.04.2023	Endtiefe:	10,00m	

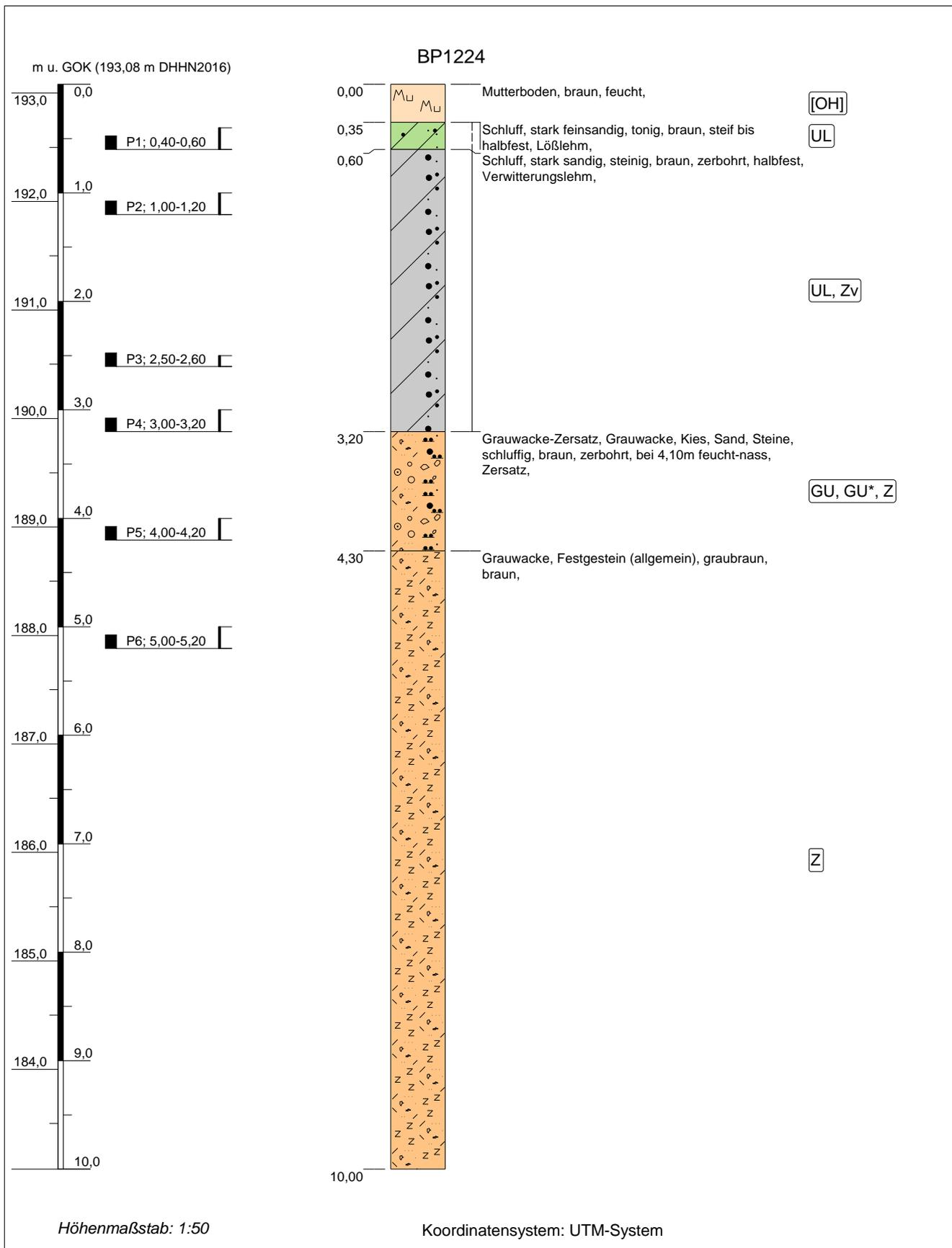


Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1224
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 31.03.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476629,7	Höhe: 193,08 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673951,9	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,35	Mutterboden	braun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
0,60	Schluff, stark feinsandig, tonig - Lößlehm	braun	steif bis halbfest	leicht zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch)	P1 (0,40-0,60)	
3,20	Schluff, stark sandig, steinig - Verwitterungslehm	braun	zerbohrt, halbfest	mäßig schwer zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch), Fels, verwittert	P2 (1,00-1,20); P3 (2,50-2,60); P4 (3,00-3,20)	
4,30	Grauwacke-Zersatz, Grauwacke, Kies, Sand, Steine, schluffig - Zersatz	braun	zerbohrt, bei 4,10m feucht-nass	mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren GU (Kies, schluffig), GU* (Kies, stark schluffig), Fels	P5 (4,00-4,20)	
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	graubraun, braun		schwer zu bohren kein GW Fels	P6 (5,00-5,20)	



Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik		
Bohrung: BP1224				
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40		
Auftraggeber:	DEGES Deutsche Einheit, Berlin		Rechtswert:	5476629,7
Bohrfirma:	Grimm Geotestbohrtechnik		Hochwert:	5673951,9
Bearbeiter:	Böhmer		Ansatzhöhe:	193,08 m DHHN2016
Datum:	20.04.2023	Endtiefe:	10,00m	



**IFG Ingenieurbüro
für Geotechnik**
Purschwitz Str. 13,
02625 Bautzen

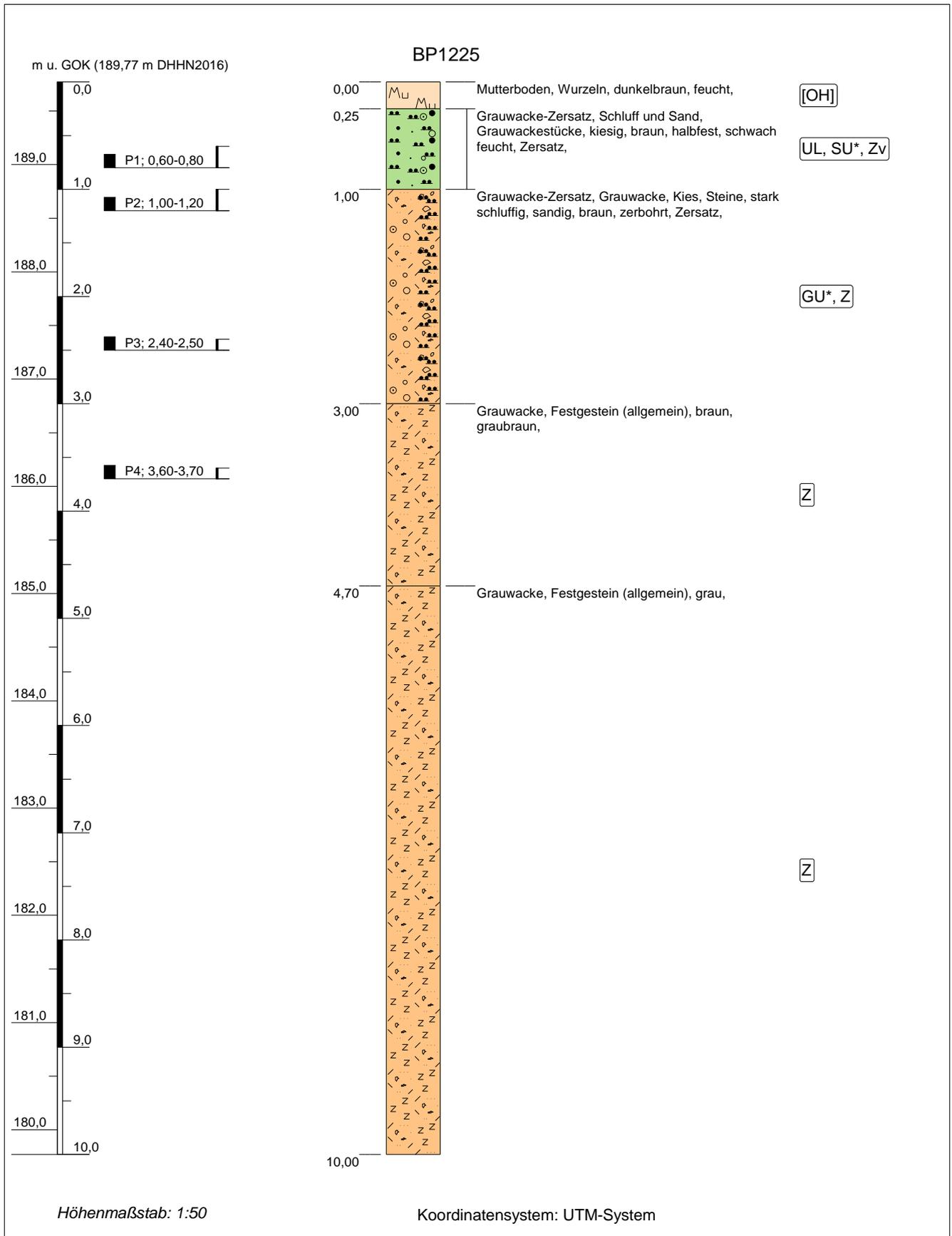
Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

Anlage:
Seite: 1

Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1225
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 05.04.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476613,6	Höhe: 189,77 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673928,7	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,25	Mutterboden, Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
1,00	Grauwacke-Zersatz, Schluff und Sand, Grauwackestücke, kiesig - Zersatz	braun	halbfest, schwach feucht	leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig), Fels, verwittert	P1 (0,60-0,80)	
3,00	Grauwacke-Zersatz, Grauwacke, Kies, Steine, stark schluffig, sandig - Zersatz	braun	zerbohrt	mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren GU* (Kies, stark schluffig), Fels	P2 (1,00-1,20); P3 (2,40-2,50)	
4,70	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	braun, graubraun		schwer zu bohren Fels	P4 (3,60-3,70)	
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	grau		schwer zu bohren kein GW Fels		



Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Bohrung: BP1225 Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476613,6	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673928,7	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 189,77 m DHHN2016	
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	

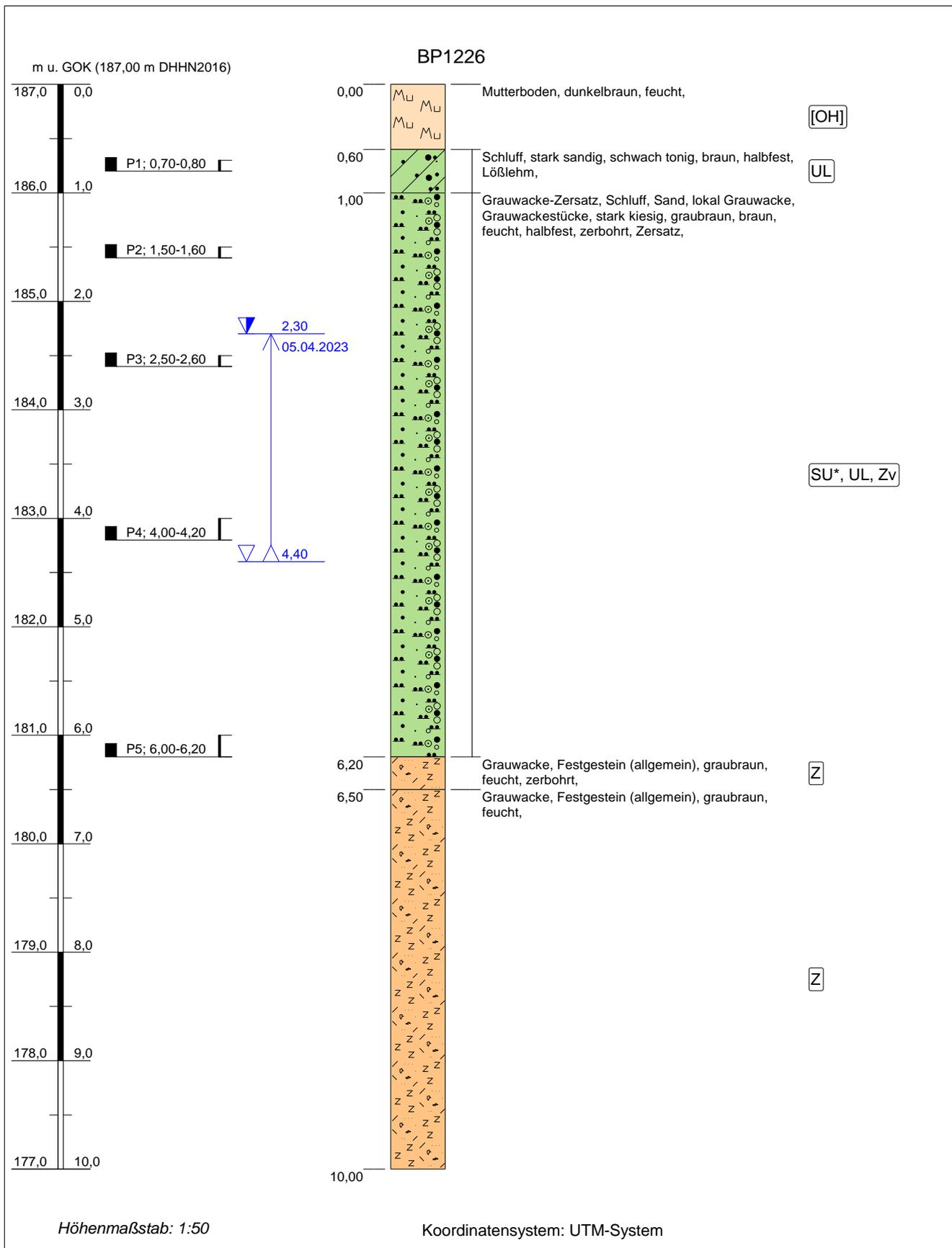


Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

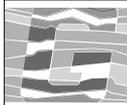
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1226
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 05.04.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren:	Rechtswert: 5476591,5	Höhe: 187,00 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: mm	Hochwert: 5673915,5	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,60	Mutterboden	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
1,00	Schluff, stark sandig, schwach tonig - Lößlehm	braun	halbfest	leicht zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch)	P1 (0,70-0,80)	
6,20	Grauwacke-Zersatz, Schluff, Sand, lokal Grauwacke, Grauwackestücke, stark kiesig - Zersatz	graubraun, braun	feucht, halbfest, zerbohrt	mäßig schwer zu bohren GWA bei 4,40m / GWR bei 2,30m SU* (Sand, stark schluffig), UL (Schluff, leicht plastisch), Fels, verwittert	P2 (1,50-1,60); P3 (2,50-2,60); P4 (4,00-4,20); P5 (6,00-6,20)	
6,50	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	graubraun	feucht, zerbohrt	mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren Fels		
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	graubraun	feucht	schwer zu bohren Fels		



Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40	
Bohrung: BP1226			Ort d. Bohrung: siehe Lageplan
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476591,5		
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673915,5		
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 187,00 m DHHN2016		
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m		



**IFG Ingenieurbüro
für Geotechnik**
Purschwitz Str. 13,
02625 Bautzen

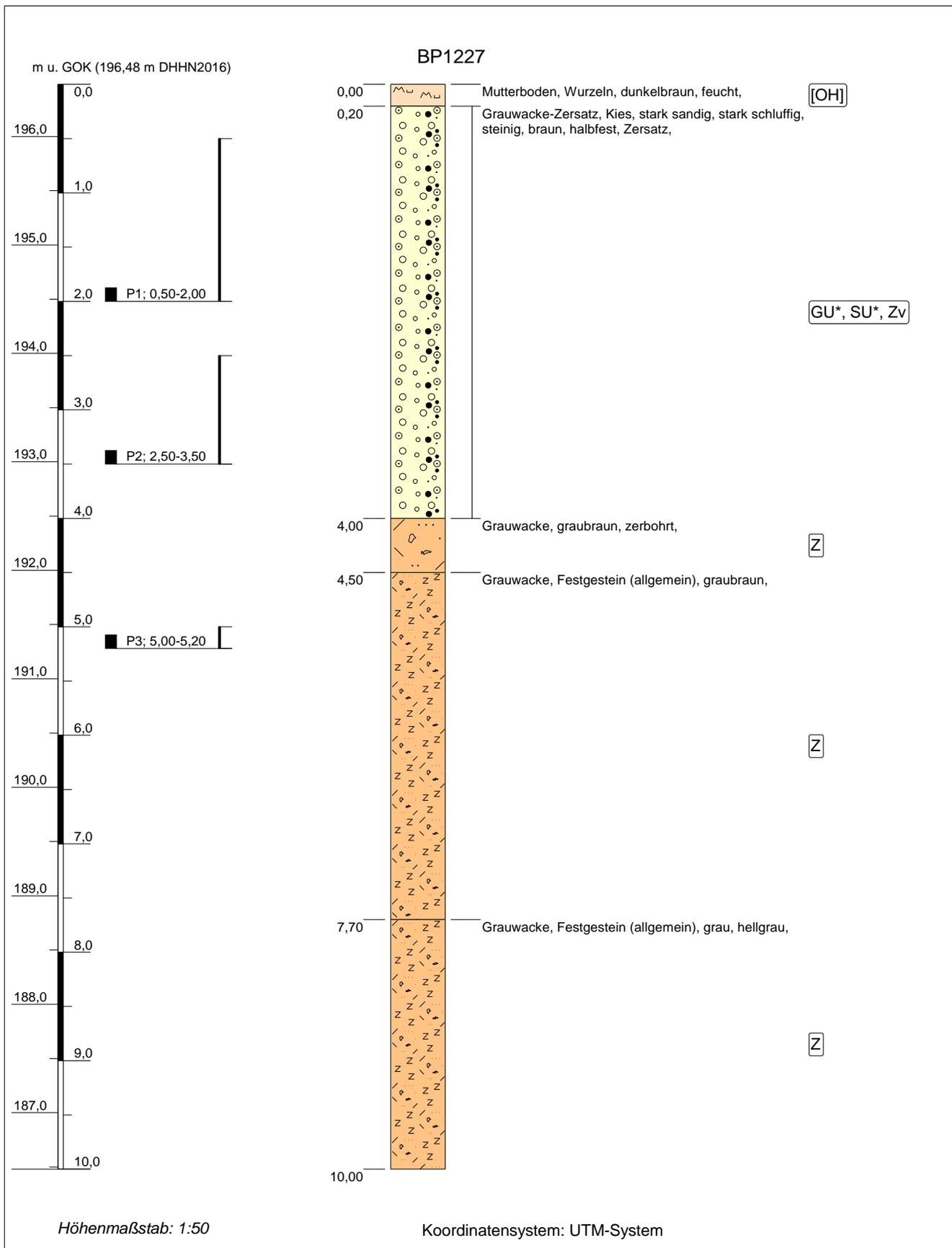
Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

Anlage:
Seite: 1

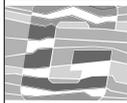
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1227
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 29.03.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476670,7	Höhe: 196,48 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673975,1	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,20	Mutterboden, Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
4,00	Grauwacke-Zersatz, Kies, stark sandig, stark schluffig, steinig - Zersatz	braun	halbfest	leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren GU* (Kies, stark schluffig), SU* (Sand, stark schluffig), Fels, verwittert	P1 (0,50-2,00); P2 (2,50-3,50)	
4,50	Grauwacke	graubraun	zerbohrt	mäßig schwer zu bohren Fels		
7,70	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	graubraun		mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren Fels	P3 (5,00-5,20)	
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	grau, hellgrau		schwer zu bohren kein GW Fels		



Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Bohrung: BP1227		
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476670,7	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673975,1	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 196,48 m DHHN2016	
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	



**IFG Ingenieurbüro
für Geotechnik**
Purschwitz Str. 13,
02625 Bautzen

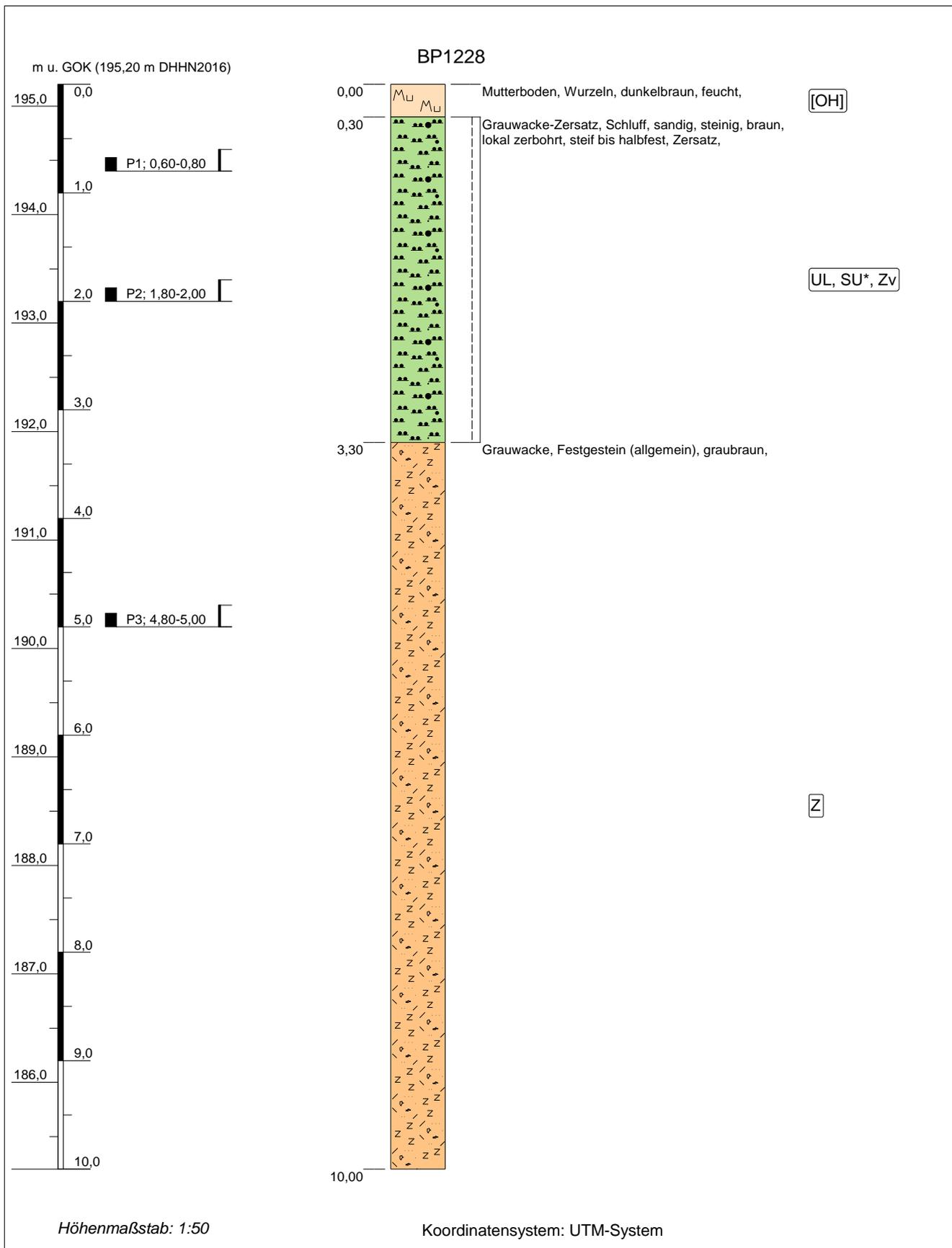
Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

Anlage:
Seite: 1

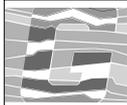
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1228
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 30.03.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476665,1	Höhe: 195,20 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673950,5	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,30	Mutterboden, Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
3,30	Grauwacke-Zersatz, Schluff, sandig, steinig - Zersatz	braun	lokal zerbohrt, steif bis halbfest	leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch), SU* (Sand, stark schluffig), Fels, verwittert	P1 (0,60-0,80); P2 (1,80-2,00)	
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	graubraun		schwer zu bohren kein GW Fels	P3 (4,80-5,00)	



Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Bohrung: BP1228		
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476665,1	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673950,5	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 195,20 m DHHN2016	
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	



**IFG Ingenieurbüro
für Geotechnik**
Purschwitz Str. 13,
02625 Bautzen

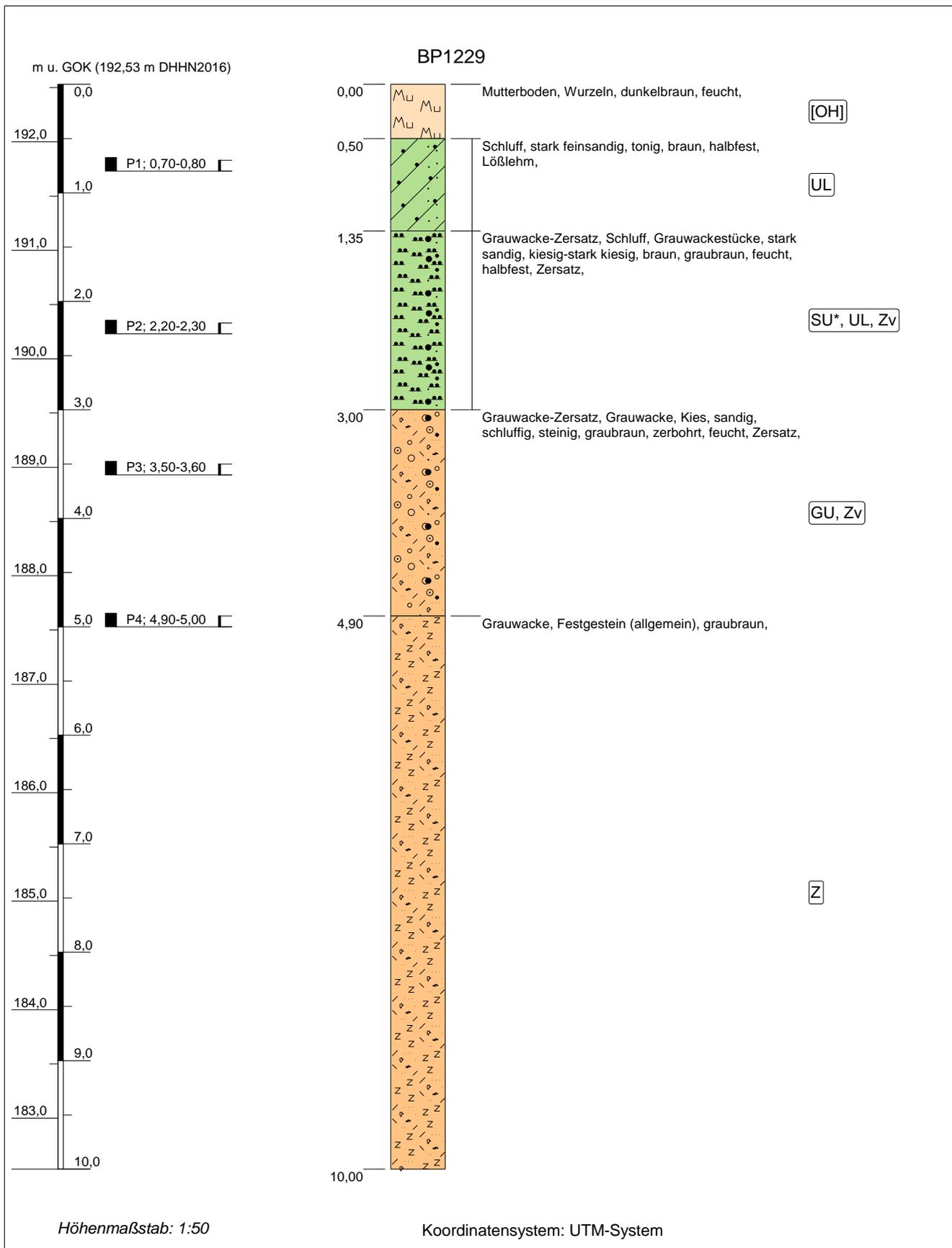
Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

Anlage:
Seite: 1

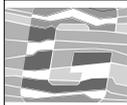
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1229
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 06.04.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476651,3	Höhe: 192,53 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673919,4	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,50	Mutterboden, Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
1,35	Schluff, stark feinsandig, tonig - Lößlehm	braun	halbfest	leicht zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch)	P1 (0,70-0,80)	
3,00	Grauwacke-Zersatz, Schluff, Grauwackestücke, stark sandig, kiesig-stark kiesig - Zersatz	braun, graubraun	feucht, halbfest	leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren SU* (Sand, stark schluffig), UL (Schluff, leicht plastisch), Fels, verwittert	P2 (2,20-2,30)	
4,90	Grauwacke-Zersatz, Grauwacke, Kies, sandig, schluffig, steinig - Zersatz	graubraun	zerbohrt, feucht	mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren GU (Kies, schluffig), Fels, verwittert	P3 (3,50-3,60)	
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	graubraun		schwer zu bohren kein GW Fels	P4 (4,90-5,00)	

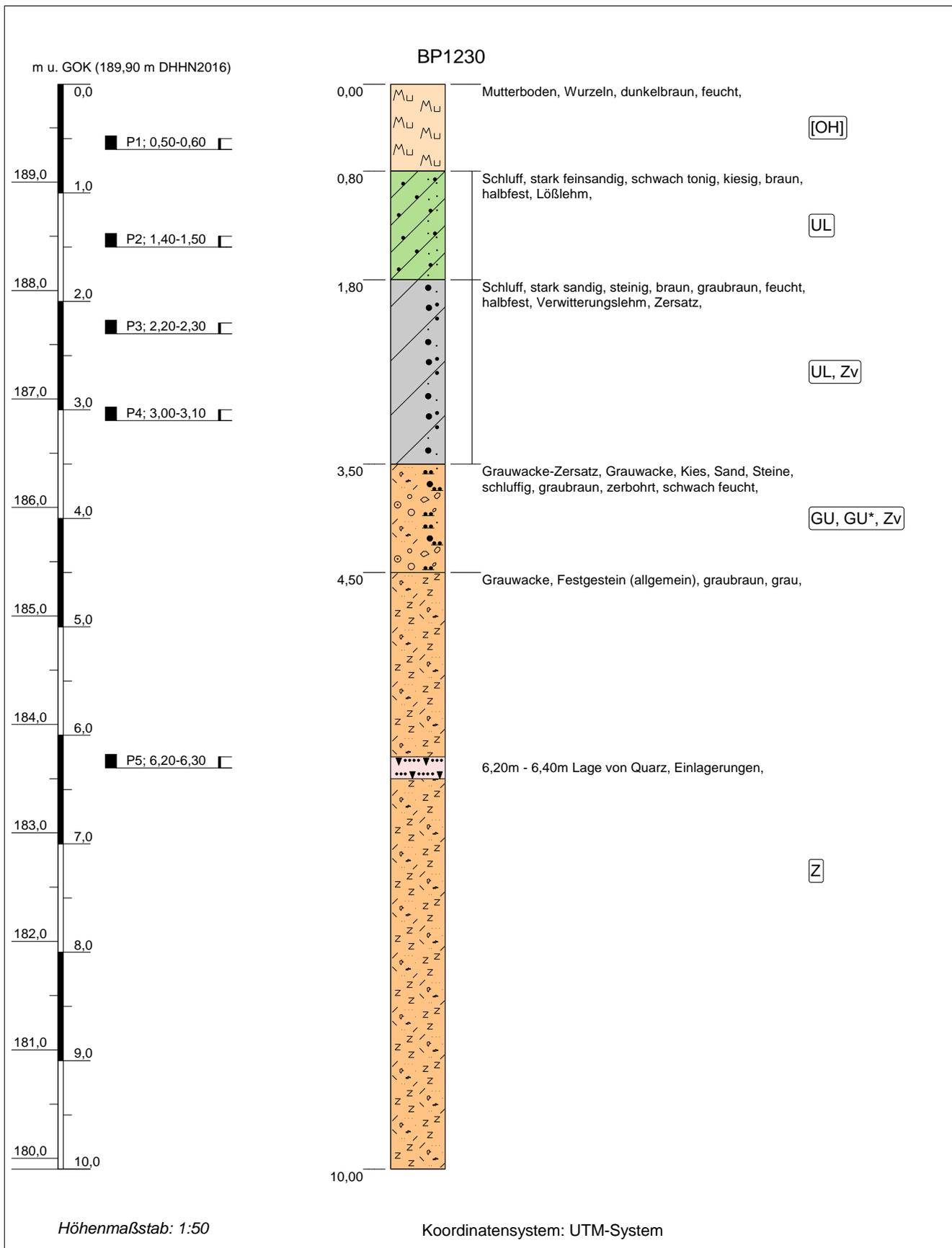


Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Bohrung: BP1229		
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476651,3	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673919,4	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 192,53 m DHHN2016	
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	

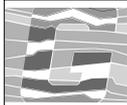


Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1230
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 06.04.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23
Bohrverfahren: Trockendrehbohren Durchmesser: 168 mm	Rechtswert: 5476631,1 Hochwert: 5673895,1
	Höhe: 189,90 DHHN2016 Neigung:
	Bearbeiter: Böhmer Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,80	Mutterboden, Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]	P1 (0,50-0,60)	
1,80	Schluff, stark feinsandig, schwach tonig, kiesig - Lößlehm	braun	halbfest	leicht zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch)	P2 (1,40-1,50)	
3,50	Schluff, stark sandig, steinig - Verwitterungslehm, Zersatz	braun, graubraun	feucht, halbfest	leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch), Fels, verwittert	P3 (2,20-2,30); P4 (3,00-3,10)	
4,50	Grauwacke-Zersatz, Grauwacke, Kies, Sand, Steine, schluffig	graubraun	zerbohrt, schwach feucht	mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren GU (Kies, schluffig), GU* (Kies, stark schluffig), Fels, verwittert		
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein) 6,20m - 6,40m Lage von Quarz, Einlagerungen	graubraun, grau		schwer zu bohren kein GW Fels	P5 (6,20-6,30)	



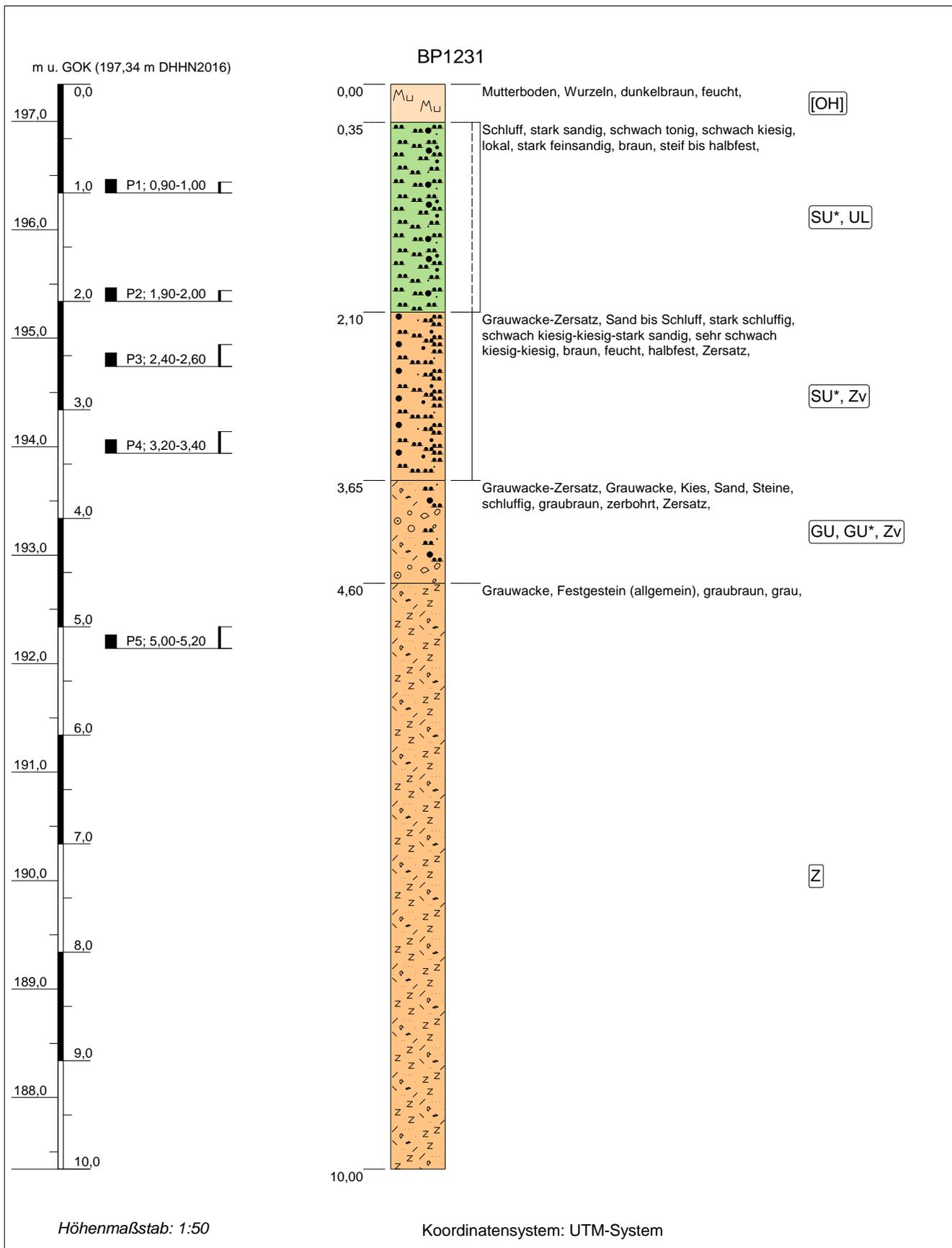
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Bohrung: BP1230		
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476631,1	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673895,1	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 189,90 m DHHN2016	
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	



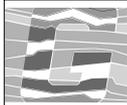
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1231
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 18.04.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476708,2	Höhe: 197,34 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673974,1	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,35	Mutterboden, Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
2,10	Schluff, stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig, lokal, stark feinsandig	braun	steif bis halbfest	leicht zu bohren SU* (Sand, stark schluffig), UL (Schluff, leicht plastisch)	P1 (0,90-1,00); P2 (1,90-2,00)	
3,65	Grauwacke-Zersatz, Sand bis Schluff, stark schluffig, schwach kiesig-kiesig-stark sandig, sehr schwach kiesig-kiesig - Zersatz	braun	feucht, halbfest	leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren SU* (Sand, stark schluffig), Fels, verwittert	P3 (2,40-2,60); P4 (3,20-3,40)	
4,60	Grauwacke-Zersatz, Grauwacke, Kies, Sand, Steine, schluffig - Zersatz	graubraun	zerbohrt	mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren GU (Kies, schluffig), GU* (Kies, stark schluffig), Fels, verwittert		
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	graubraun, grau		schwer zu bohren kein GW Fels	P5 (5,00-5,20)	



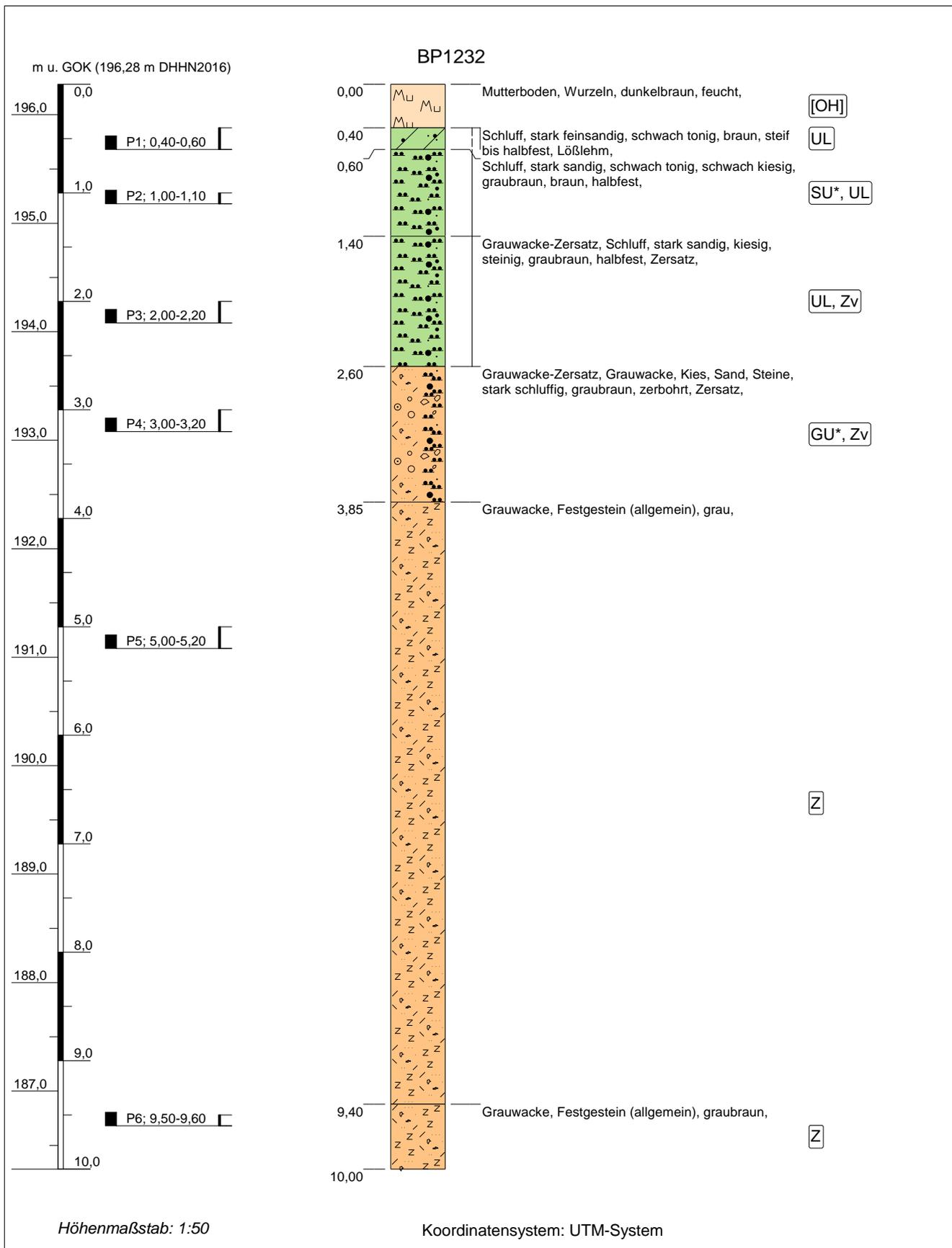
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Bohrung: BP1231		
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476708,2	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673974,1	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 197,34 m DHHN2016	
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	



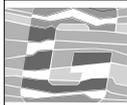
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1232
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 30.03.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476698,3	Höhe: 196,28 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673949,2	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalkgehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,40	Mutterboden, Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
0,60	Schluff, stark feinsandig, schwach tonig - Lößlehm	braun	steif bis halbfest	leicht zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch)	P1 (0,40-0,60)	
1,40	Schluff, stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig	graubraun, braun	halbfest	leicht zu bohren SU* (Sand, stark schluffig), UL (Schluff, leicht plastisch)	P2 (1,00-1,10)	
2,60	Grauwacke-Zersatz, Schluff, stark sandig, kiesig, steinig - Zersatz	graubraun	halbfest	leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch), Fels, verwittert	P3 (2,00-2,20)	
3,85	Grauwacke-Zersatz, Grauwacke, Kies, Sand, Steine, stark schluffig - Zersatz	graubraun	zerbohrt	mäßig schwer zu bohren GU* (Kies, stark schluffig), Fels, verwittert	P4 (3,00-3,20)	
9,40	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	grau		schwer zu bohren Fels	P5 (5,00-5,20)	
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	graubraun		schwer zu bohren kein GW Fels	P6 (9,50-9,60)	



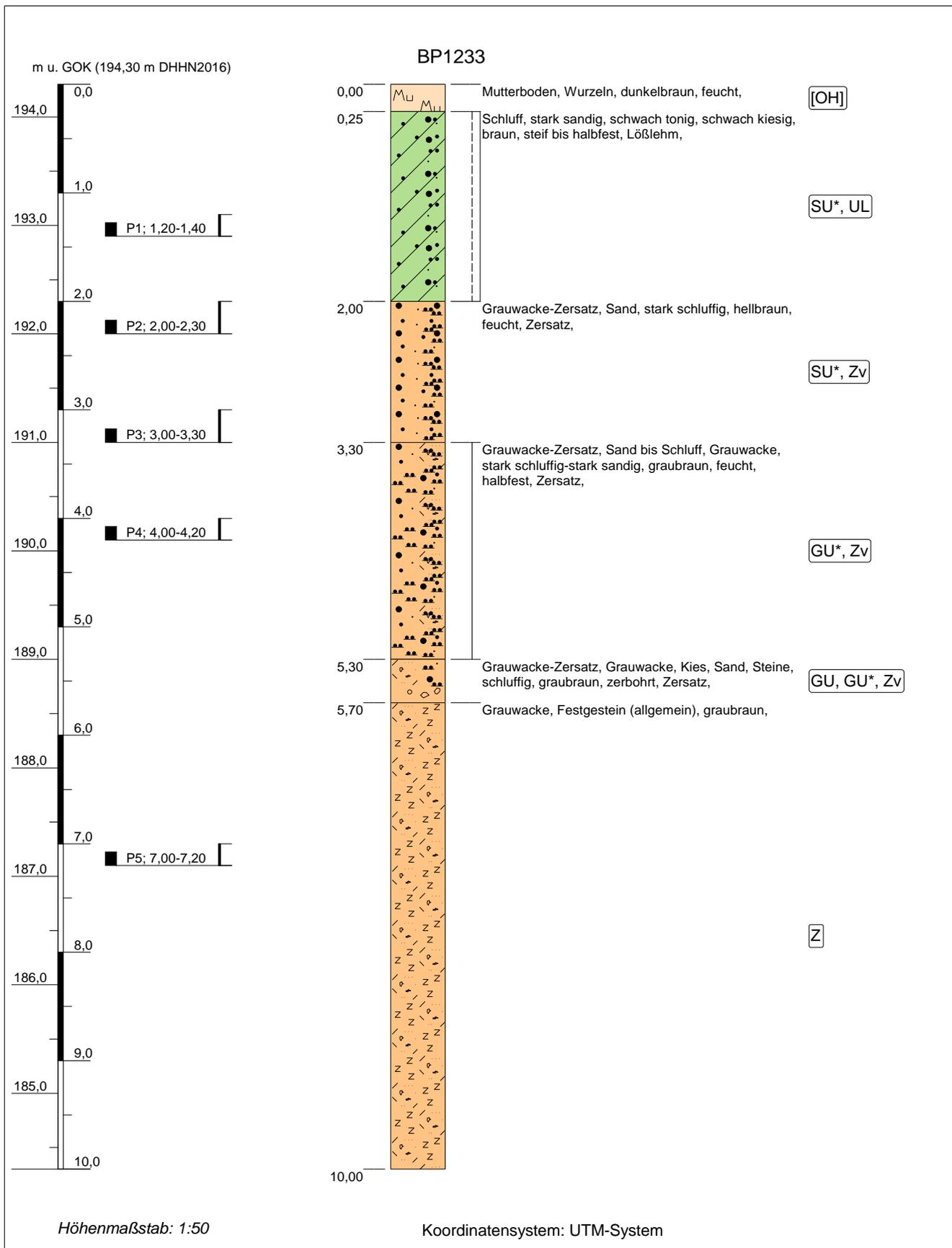
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik
Bohrung: BP1232		
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476698,3	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673949,2	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 196,28 m DHHN2016	
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	



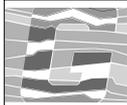
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1233
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 12.04.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476681,0	Höhe: 194,30 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673914,3	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,25	Mutterboden, Wurzeln	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
2,00	Schluff, stark sandig, schwach tonig, schwach kiesig - Lößlehm	braun	steif bis halbfest	leicht zu bohren SU* (Sand, stark schluffig), UL (Schluff, leicht plastisch)	P1 (1,20-1,40)	
3,30	Grauwacke-Zersatz, Sand, stark schluffig - Zersatz	hellbraun	feucht	mäßig schwer zu bohren SU* (Sand, stark schluffig), Fels, verwittert	P2 (2,00-2,30); P3 (3,00-3,30)	
5,30	Grauwacke-Zersatz, Sand bis Schluff, Grauwacke, stark schluffig-stark sandig - Zersatz	graubraun	feucht, halbfest	mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren GU* (Kies, stark schluffig), Fels, verwittert	P4 (4,00-4,20)	
5,70	Grauwacke-Zersatz, Grauwacke, Kies, Sand, Steine, schluffig - Zersatz	graubraun	zerbohrt	schwer zu bohren GU (Kies, schluffig), GU* (Kies, stark schluffig), Fels, verwittert		
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein)	graubraun		schwer zu bohren kein GW Fels	P5 (7,00-7,20)	



Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Bohrung: BP1233		
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476681,0	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673914,3	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 194,30 m DHHN2016	
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	



**IFG Ingenieurbüro
für Geotechnik**
Purschwitz Str. 13,
02625 Bautzen

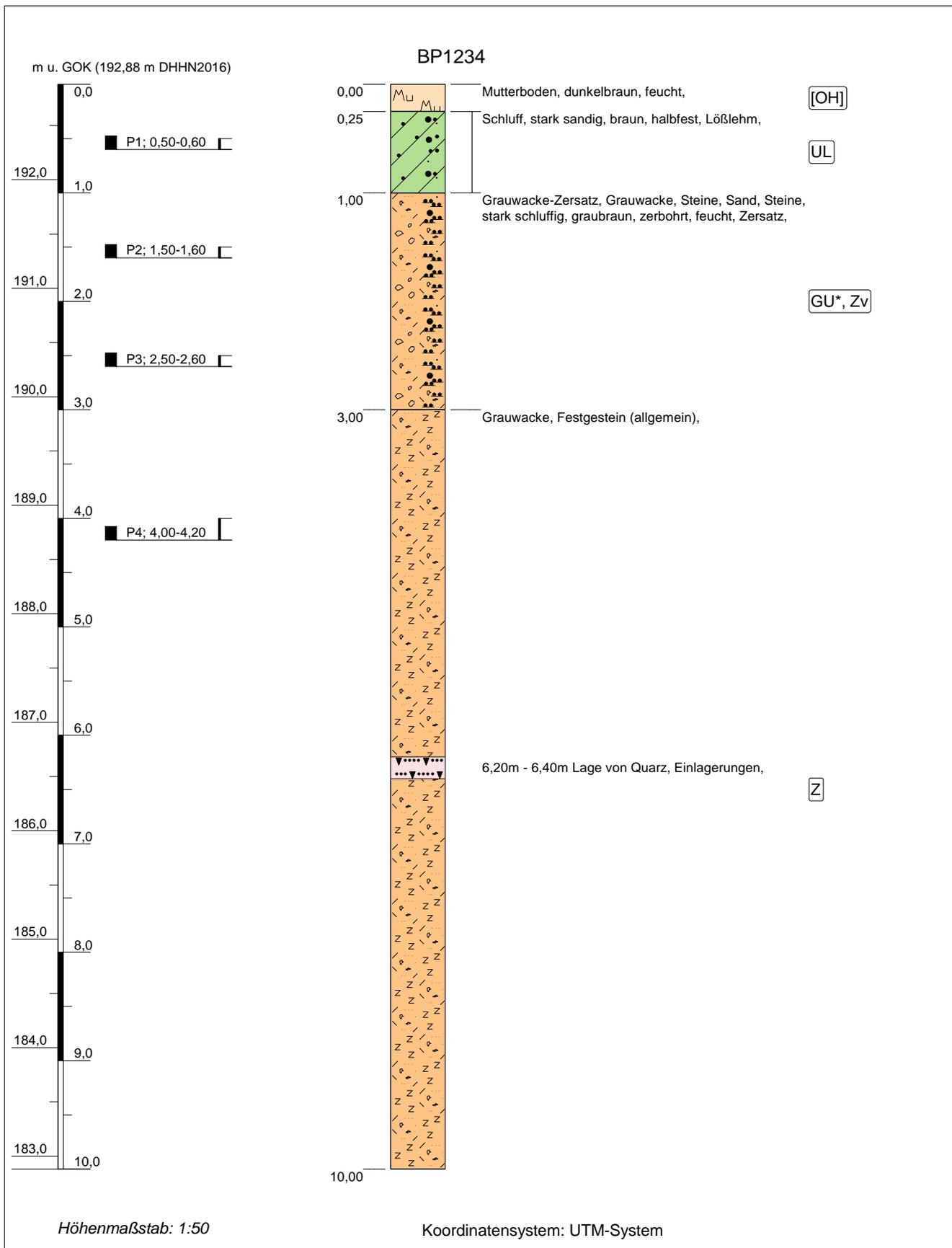
Schichtenverzeichnis nach ISO 14688-1 und ISO 14689-1

Anlage:
Seite: 1

Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Aufschluss-Nr.: BP1234
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Datum: 11.04.2023
Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3	Projekt-Nr.: I-040-02-23

Bohrverfahren: Trockendrehbohren	Rechtswert: 5476673,0	Höhe: 192,88 DHHN2016	Bearbeiter: Böhmer
Durchmesser: 168 mm	Hochwert: 5673881,6	Neigung:	Techniker:

1	2	3	4	5	6	7
Tiefe bis m	Bezeichnung der Boden- bzw. Felsart Ergänzende Bemerkungen	Farbe Kalk- gehalt	Beschreibung d. Probe leicht feucht	Beschreibung des Bohrfortschritts - Bohrbarkeit/Kernform - Meißeleinsatz - Beobachtungen usw. - Bodengruppe	Proben Versuche - Typ - Nr. - Tiefe	Bemerkungen: - Wasserführung - Bohrwerkzeuge/ Verrohrung - Kernverlust - Kernlänge
0,25	Mutterboden	dunkelbraun	feucht	leicht zu bohren [OH]		
1,00	Schluff, stark sandig - Lößlehm	braun	halbfest	leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren UL (Schluff, leicht plastisch)	P1 (0,50-0,60)	
3,00	Grauwacke-Zersatz, Grauwacke, Steine, Sand, Steine, stark schluffig - Zersatz	graubraun	zerbohrt, feucht	leicht zu bohren bis mäßig schwer zu bohren GU* (Kies, stark schluffig), Fels, verwittert	P2 (1,50-1,60); P3 (2,50-2,60)	
10,00	Grauwacke, Festgestein (allgemein) 6,20m - 6,40m Lage von Quarz, Einlagerungen			mäßig schwer zu bohren bis schwer zu bohren kein GW Fels	P4 (4,00-4,20)	



Projekt: VKE 3211 - B 178n, Verlegung A4, Nacherkundung VSB 3		 IFG Ingenieurbüro für Geotechnik Purschwitzer Straße 13 02625 Bautzen Tel: 03591/6771-30 Fax: 03591/6771-40
Bohrung: BP1234		
Ort d. Bohrung: siehe Lageplan		
Auftraggeber: DEGES Deutsche Einheit, Berlin	Rechtswert: 5476673,0	
Bohrfirma: Grimm Geotestbohrtechnik	Hochwert: 5673881,6	
Bearbeiter: Böhmer	Ansatzhöhe: 192,88 m DHHN2016	
Datum: 20.04.2023	Endtiefe: 10,00m	

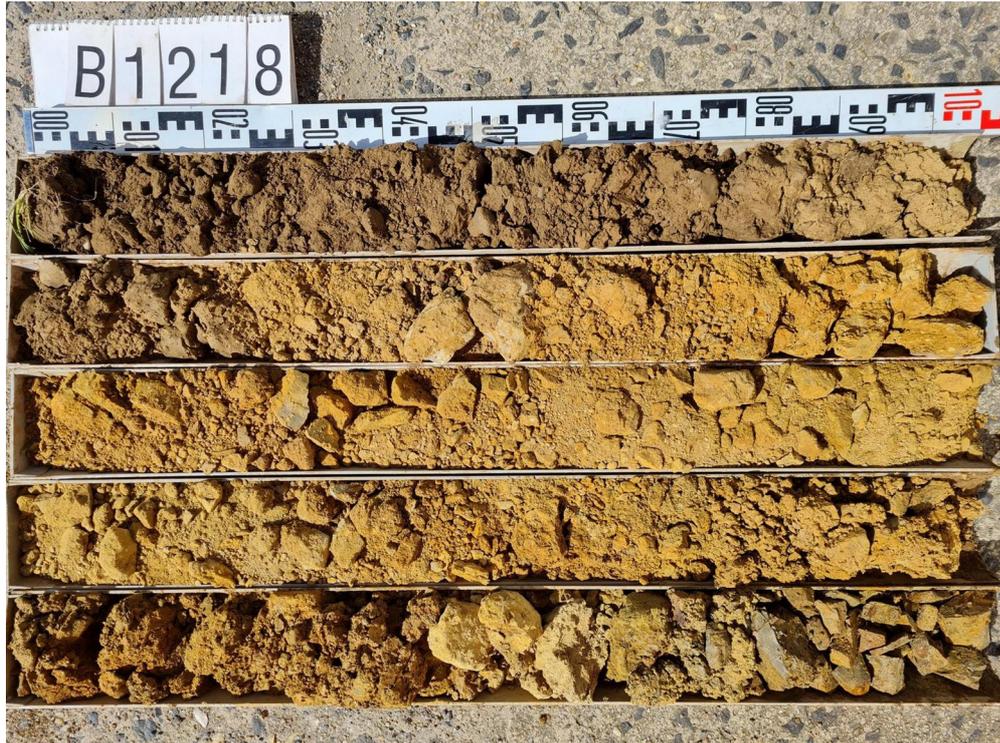


Foto 1: Bohrgut BP1218, t = 0,00 - 5,00m



Foto 2: Bohrgut BP1218, t = 5,00 - 10,00m



Foto 3: Bohrgut BP1219, t = 0,00 - 5,00m



Foto 4: Bohrgut BP1219, t = 5,00 - 10,00m



Foto 5: Bohrgut BP1220, t = 0,00 - 5,00m



Foto 6: Bohrgut BP1220, t = 5,00 - 10,00m



Foto 7: Bohrgut BP1221, t = 0,00 - 5,00m



Foto 8: Bohrgut BP1221, t = 5,00 - 10,00m



Foto 9: Bohrgut BP1222, t = 0,00 - 5,00m



Foto 10: Bohrgut BP1222, t = 5,00 - 10,00m



Foto 11: Bohrgut BP1223, t = 0,00 - 5,00m



Foto 12: Bohrgut BP1223, t = 5,00 - 10,00m



Foto 13: Bohrgut BP1224, t = 0,00 - 5,00m



Foto 14: Bohrgut BP1224, t = 5,00 - 10,00m



Foto 15: Bohrgut BP1225, t = 0,00 - 5,00m



Foto 16: Bohrgut BP1225, t = 5,00 - 10,00m



Foto 17: Bohrgut BP1226, t = 0,00 - 5,00m



Foto 18: Bohrgut BP1226, t = 5,00 - 10,00m



Foto 19: Bohrgut BP1227, t = 0,00 - 5,00m



Foto 20: Bohrgut BP1227, t = 5,00 - 10,00m

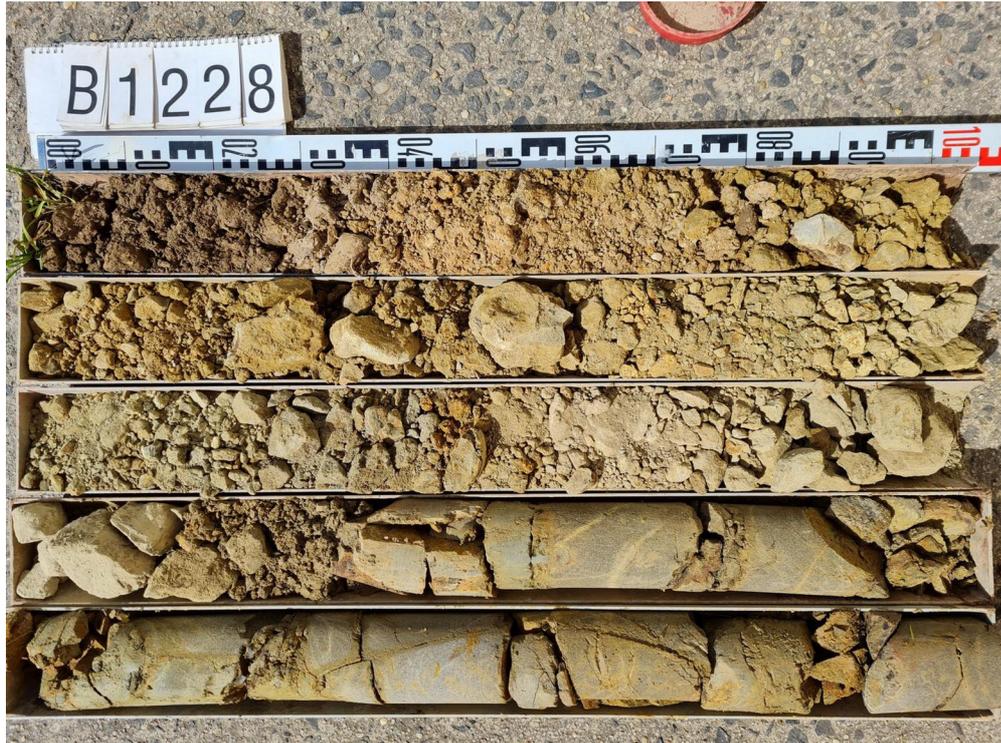


Foto 21: Bohrgut BP1228, t = 0,00 - 5,00m



Foto 22: Bohrgut BP1228, t = 5,00 - 10,00m



Foto 23: Bohrgut BP1229, t = 0,00 - 5,00m



Foto 24: Bohrgut BP1229, t = 5,00 - 10,00m



Foto 25: Bohrgut BP1230, t = 0,00 - 5,00m



Foto 26: Bohrgut BP1230, t = 5,00 - 10,00m



Foto 27: Bohrgut BP1231, t = 0,00 - 5,00m



Foto 28: Bohrgut BP1231, t = 5,00 - 10,00m



Foto 29: Bohrgut BP1232, t = 0,00 - 5,00m



Foto 30: Bohrgut BP1232, t = 5,00 - 10,00m



Foto 31: Bohrgut BP1233, t = 0,00 - 5,00m



Foto 32: Bohrgut BP1233, t = 5,00 - 10,00m



Foto 33: Bohrgut BP1234, t = 0,00 - 5,00m



Foto 34: Bohrgut BP1234, t = 5,00 - 10,00m

