Calvarienberg GmbH

BV Revitalisierung Kloster Calvarienberg in Bad Neuenahr

Orientierender geotechnischer Bericht zur geplanten Bebauung

1. Bericht

Projekt - Nr. 22203539_BG_G01

Bonn, den 27.10.2022

Dipl.-Geol. D-. Blume

KÜHN Geoconsulting GmbH® ▪ Auf der Kaiserfuhr 39 ▪ 53127 Bonn ▪ Telefon: (02 28) 9 89 72-0 ▪ Telefax: (02 28) 9 89 72-11

Inhaltsverzeichnis

1 Auftrag und Unterlagen ... 3

1.1 Auftrag und Situation ... 3
1.2 Unterlagen ... 3

2 Durchgeführte Untersuchungen ... 5

3 Untersuchungsergebnisse ... 7

3.1 Morphologie, Geologie, Erdbeben ... 7
3.2 Hydrogeologie ... 11
3.3 Schichtbeschreibung ... 14
3.4 Versickerungsversuche und Durchlässigkeit ... 24

4 Gründung ... 28

4.1 Situation und allgemeine Angaben zur Gründung ... 28
4.2 Gründungsmaßnahmen ... 29

5 Verkehrsflächen ... 32

5.1 Oberbau ... 32
5.2 Erdplanum und Maßnahmen ... 33

6 Bauausführung ... 34

6.1 Aushub / Planum ... 34
6.2 Wiederverfüllung / Arbeitsraumverfüllung ... 35
6.3 Böschungen ... 36
6.4 Wasserhaltung ... 38
6.5 Planum, Bodenaustausch/Tragschicht und Fundamentvertiefungen ... 39
6.6 Abdichtung und Dränage ... 40

7 Bewertung Bodenaushub ... 42

8 Schlussbemerkung ... 43

Anlagen 1 bis 3

1 Auftrag und Unterlagen

1.1 Auftrag und Situation

Die Calvarienberg GmbH erteilte am 26.09.2022 der Kühn Geoconsulting GmbH (KGC) den Auftrag, für die o.g. Baumaßnahme eine Baugrunduntersuchung durchzuführen und einen, orientierenden geotechnischen Bericht zu erstellen.

Das geplante BV umfasst dabei drei Bereiche:
„Wohnen im Klostergarten“
„Grüner Vermittler“
„Wohnen im Weinberg“

Weiterhin wurden vier Versickerungsversuche in verschiedenen Bereichen vorgenommen. Die Ergebnisse werden in einem eigenen Abschnitt zur Versickerung dargestellt.

Es wurden auch Proben für die Analyse des Bodens bezüglich der Vorgaben der LAGA-Richtlinie (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) und der Deponie-Verordnung (DepV) entnommen.

1.2 Unterlagen

Zur Auswertung wurden uns die folgenden Unterlagen zur Verfügung gestellt bzw. verwendet:

[U 1] archicult GmbH - breunig architekten
BV Revitalisierung Kloster Calvarienberg in Bad Neuenahr
Projektstudie

[U 2] archicult GmbH - breunig architekten
BV Revitalisierung Kloster Calvarienberg in Bad Neuenahr
Lageplan- Bestandsplan mit Eintragung der Planung als dwg/pdf-Datei i.M. 1 : 500
Übersandt als E-Mail am 05.10.2022

[U 6]: Kühn Geoconsulting GmbH:
Gutachten in Bad Neuenahr für Wohngebäude und Infrastruktur in der Umgebung des Klosters Calvarienberg

[U 7] Land Rheinland-Pfalz
Hochwassergefahrenkarten Ahr HQ 10, HQ 100 und EHQ (Extremhochwasser)

Aufgrund der Starkniederschläge am 15./16.07.2021 mit Überflutungen der Talaue der Ahr sind die Hochwassergefahrenkarten als veraltet bezüglich der Extremhochwässer zu bewerten und daher nur eingeschränkt aussagefähig

Weiterhin wurden Unterlagen des Landes Rheinland-Pfalz sowie die Geologische Karte Blatt 5408 Bad Neuenahr-Ahrweiler etc. ausgewertet.

DIN-Normen, Vorschriften, Regelwerke (diese Auflistung umfasst nicht alle verwendeten Normen/Regelwerke)

[N 1] DIN EN 1997-1 (09/2009), Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 1 Allgemeine Regeln, einschließlich DIN EN 1997-1/NA:2010-12 Nationaler Anhang

[N 2] DIN 1054 (12/2010 und 04/2021), Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Ergänzende Regeln zu DIN 1997-1

[N 3] DIN EN 1997-2 (10/2010), Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik, Teil 2 Erkundung und Untersuchung des Baugrundes, einschließlich DIN EN 19972/NA:2010-12 Nationaler Anhang

[N 4] DIN 4020: 2010-12: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2

[N 5] DIN EN ISO 22476-1 (10/2013), Geotechnische Erkundung und Untersuchung - Felduntersuchungen - Teil 2: Rammsondierungen (ISO 22476-2:2005 + Amd 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 22476-2:2005 + A1:2011

[N 6] DIN 4084 (01/2009), Baugrund; Gelände- und Böschungsbruchberechnungen

[N 7] DIN 4149:2005-04: Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten

„Karte zu den Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen der Bundesrepublik Deutschland zur DIN 4149:2005-4, Blatt Nordrhein-Westfalen im Maßstab 1:350.000“ (Ausgabe Juni 2006)

DIN EN 1998-1/NA (01/2011), Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbau, in NRW und RLP nicht bauaufsichtlich eingeführt, daher ist weiterhin die DIN 4149 gültig

[N 8] DIN EN 14199 (07/2015), Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Mikropfähle

[N 9] DIN SPEC 18539 (02/2012), Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 14199, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)

[N 10] DIN EN 14490 (11/2010), Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bodenvernagelung

[N 11] Grundbautaschenbuch, Teil 1, Kap. 1.2, 8. Auflage, 01/2017 [15] Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle, 2. Auflage, 01/2012

[N 12] Bericht des Arbeitskreises Baugruben der DGGT: 5. und 6. Auflage und Entwurf EB 85 und Anhang A10, Bautechnik Heft 9, 10/2018

[N 13] Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" Häfen und Wasserstraßen EAU, 11. Auflage der DGGT, 11/2012

[N 14] BILZ / VIEWEG (1993): Zur Größe der Kapillarkohäsion von Sanden (Geotechnik 16, S. 65-71

BILZ (1983): Abschätzung der Kohäsion nichtbindiger Lockergesteine, Bautechnik Heft 7, S. 316-320

[N 15] PRINZ (2011): Ingenieurgeologie 5. Auflage

2 Durchgeführte Untersuchungen

Vom 10.10. bis zum 13.10.2022 (7 An- und Abfahrten, da am 10. bis 13.10.2022 mit zwei Bohrtrupps gearbeitet) wurden im Bereich des o.g. Bauvorhabens 39 Rammkernsondierungen (∅ 36 / 50 mm) mit durchgehender Probengewinnung und 7 schwere Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476 durchgeführt. Insbesondere im Bereich „Grüner Vermittler“ und „Wohnen im Weinberg“ musste Rammsondierungen aufgrund von Bohrhindernissen wiederholt versetzt werden. Aufgrund der flächendeckenden Auffüllung wurden ca. 120 Proben in dicht schließenden Glasbehältern gewonnen.

Es fanden am 07.10.2022 eine Vorabbegehung zur Prüfung der Bohransatzpunkte gem. Bohrplanung und am 10.10. und 12.10.2022 Einweisungen und Begehungen durch einen Geowissenschaftler statt.

Im Bereich der Bohrungen B 9 (am Bestand) war die Zuwegung aufwendiger, da die Gerätschaften im Bereich beschädigter Treppenanlagen hochgetragen werden mussten. Hierdurch fiel ein Zusatzaufwand von insgesamt ca. 2 h Bohrtrupp für das Einrichten an, die vorher nicht eingeplant waren. Insgesamt ergab sich ein Zusatzaufwand von 6 h.

Es wurden vier Versickerungsversuche („open end test“) VS 1 bis V 4 im Zuge der Versickerungsbohrungen B 14, B 15 (Klostergarten) und B 16 und B 30 (Weinberg) vorgenommen.

Im Vorfeld der geotechnischen Erkundung fand eine Leitungsplanrecherche statt, da alle Leitungspläne aktualisiert angefragt werden mussten:
Bil, bnt, SW Bad Neuenahr-Ahrweiler, Vodafone, Telekom, Westnetz, Kanäle / Wasser / Feuerlöschleitungen (Stadtwerke Bad Neuenahr / Ahrtalwerke)

Folgende Leitungen konnten nicht recherchiert werden:
Strom-/Wasserleitungen für Gärtnereinutzung Fa. Wershoven im Klostergarten
Stromleitung Laternen am Ahrweg
Private Abwasserkanäle und Altanlagen (Zisternen/Kammern) im Bereich der Weingärten
Die Bohransatzpunkte wurden nach Lage und Höhe eingemessen.

Höhenbezüge waren dabei die Kanaldeckelhöhen in [m ü. NHN] aus [U 2] und dem Entwässerungsplan der Stadtwerke Bad Neuenahr:

KD 1 (F22-071): 106,58 m ü. NN (oder m ü. NHN)

KD 2 (E 22-012): 109,97 m ü. NN (oder NHN) am Ahrufergehweg

Alle Maße und Höhen sind vor Baubeginn bzw. im Zuge der Planung (Vermesserlageplan) verantwortlich zu überprüfen.

Folgende Laboruntersuchungen wurden durchgeführt:

22 Wassergehaltsbestimmungen nach DIN 17892-T 1 (Alt: 18121)

0 Glühverlustbestimmungen nach DIN 18128

1 Konsistenzgrenzenbestimmung nach DIN 17892-T 12 (Alt: 18122)

3 Untersuchungen der Korngrößenverteilung DIN 17892-T 4 (Alt: 18123)

Die Ergebnisse der Geländeuntersuchungen sind in den folgenden Anlagen dargestellt:

1 Lageplan

2 Bohrprofile mit Wassergehalts-/Glühverlustbestimmungen

3 Laborergebnisse / Versickerungsversuche

3 Untersuchungsergebnisse

3.1 Morphologie, Geologie, Erdbeben

- Morphologie, Topographie -

Die Ahr ist direkt am geplanten Wohnen am Weinberg westlich benachbart und liegt auf einer Höhe von ca. 103,0…104,0 m ü. NN. Sie fließt hier von SW nach NE. Der Ahruferweg liegt nördlich der geplanten Wohnanlage am Weinberg auf einem Niveau von ca. 109,50….110,0 m ü. NN. Westlich der geplanten Wohnanlage schwankt der Ahrgehweg zwischen ca. 109,0…111,0 m ü. NN, wobei die größte Höhe über einer vom Calvarienberg in Richtung Ahr reichenden Basaltdecke liegt. Die die Klostergärten umschließende Straße hat ihr tiefstes Niveau mit 107,9…109,0 m ü. NN im Norden. Die im Osten liegende Blandine-Mertenstraße steigt dann zwischen ca. 107,9 m ü. NN in Richtung Kloster auf > 112,0 m ü. NN an.

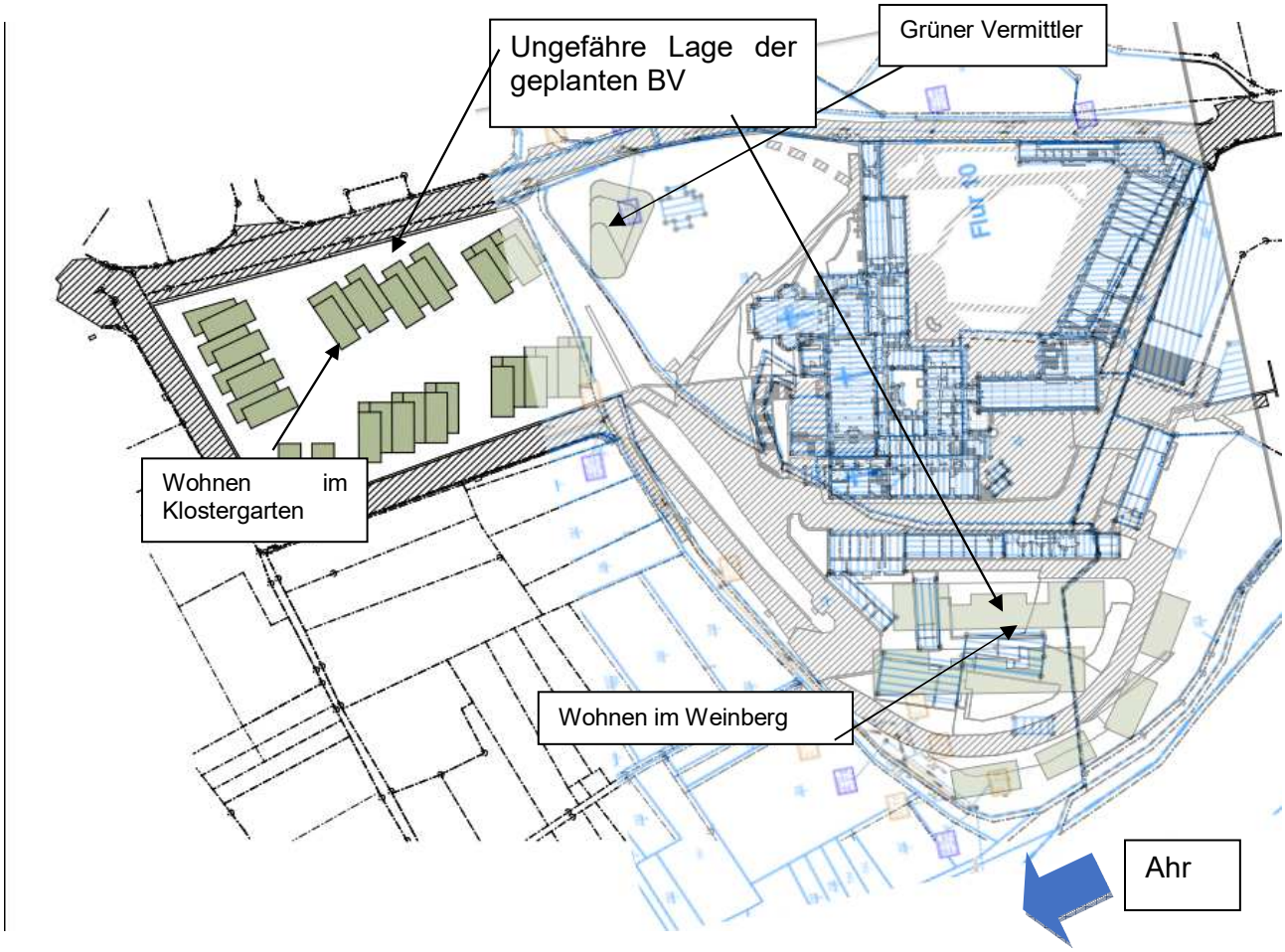


Bild 1: Ausschnitt des Lageplans verschnitten mit Entwässerungsplan; unmaßstäblich (Quelle: Abwasserzweckverband Untere Ahr), geplante Bebauung: oliv eingefärbt

Die geplanten BV liegen auf folgenden Höhen:

„Wohnen im Klostergarten“:	108,0…111,0 m ü.NN
„Grüner Vermittler“:	111,0…113,0 m ü. NN
„Wohnen im Weinberg“:	112,0…121,0 m ü. NN

Leider wurde in [U 2] nicht die Höhenaufnahme in Richtung Ahr komplettiert; das muss unbedingt noch im Zuge der Vermessung stattfinden, wobei auch die Böschung vom Ahruferweg zur Ahr aufzunehmen ist. Der Ahrweg und die zur Ahr führende Böschung weist von der Westspitze (derzeit durch einen „Sperrdamm“ für Benutzung gesperrt) mind. drei Böschungsabbrüche auf, wobei der Gehweg z.T. auf < 1,0 m Breite reduziert wurde. Die im Zuge des Ahrhochwassers entstandenen Abbrüche weise z.T. Höhen und steile Abbruchkanten zwischen 3,0…5,0 m Höhe auf. Die zwischen Ahruferweg und Ahr befindliche Böschung ist ca. 5,0…6,0 m hoch.

Bild 2: Blick auf Böschungsbruch westlich „Wohnen am Weinberg“ / Ahrufergehweg

Die geplanten BV und die Bestandsgebäude liegen am Nordwesthang des „Breiten Kopfs“, der hier bis zu einer Höhe von ca. 380,0 m ü. NN ansteigt. Das Kloster Kalvarienberg liegt auf einer Basaltdecke bzw. einem alten Basaltschlot auf einem Niveau zwischen ca. 118,0…130,0 m ü. NN, wobei der Hang im Allgemeinen von Nordwest nach Südost ansteigt.

Am „Grünen Vermittler“ liegt eine alte Betonplatte unbekannter Dicke; hier liegt auch eine Wasserentnahmestelle (Löschwasser). Generell ist in allen Bereichen mit alten Mauern und Gebäude/Fundamentresten zu rechnen, da das Kloster seit dem 16. Jahrhundert existiert und mehrfach umgebaut und erweitert wurde. Der Gebäudebestand im Bereich „Wohnen im Weinberg“ weist z.T. erhebliche Rißbildungen auf, wobei die größten Schäden am Westgebäude (Talseite: alte Schreinerei) zu sehen sind. Die Risse sind entweder auf die ungenügende Gründung im Hangbereich oder auf die fehlende Aussteifung zurückzuführen. Teilweise sind auch zwischen

Gebäudeteilen Fugen sichtbar, die potenziell auf unterschiedliche Gründungstiefen und Bauzeiten hindeuten.

Bild 3: Blick auf „Schreinerei“ mit Rißbildungen

- Geologie -

Das geplante BV liegt nach der Geologischen Karte von Rheinland Pfalz, Blatt 5408 Bad Neuenahr-Ahrweiler im linksrheinischen Schiefergebirge bzw. der Nordosteifel.

Das Kloster Calvarienberg liegt auf einem alten Basaltschlot, wobei südlich und östlich die Festgesteine des Unterdevon (Grundgebirge) mit deren Verwitterungsbildungen angrenzen. Nördlich des Klosters liegt die Niederterrasse der Ahr in Form von verlehmten Kiessanden. So sind die Baugrundverhältnisse im Bereich des Klostergartens durch die unterschiedlich dicken Hochflutablagerungen und Kiessande geprägt.

Am „Grünen Vermittler“ ist (auch morphologisch als Stufe sichtbar“) der Übergang zu den Tertiär-Tonen / Verwitterungsbildungen zu finden, da die Kiessande hier auskeilen bzw. eine geringe Dicke aufweisen.

Im Bereich des BV „Im Weinberg“ liegt eine vom Kloster ausgehende Basaltdecke, die bis zur Ahr reicht und dort in Form von großen, massigen und sehr harten Basaltblöcken im Uferbereich aufgeschlossen ist. Die Basaltdecken sind unregelmäßig ausgebildet und werden von Schuttbildungen unter- und überlagert.

Dadurch ergeben sich gerade im Bereich des „Weingartens“ stark wechselnde

Baugrundverhältnisse. Der Basalt ist von einer dünnen Decke von Auffüllung, Verwitterungsbildungen und Hangschutt überdeckt. Es kommen auch dünnere Decken vor, so daß diese auskeilen und von Schutt- oder Verwitterungsbildungen oder Tertiär-Tonen unterlagert sind. Teilweise brechen die Basaltdecken auch plötzlich ab und es stehen tiefer reichende, tertiäre Tone/Schluffe an.

Das südlich und östlich des Klosters unter den Deckschichten liegende Grundgebirge (Fels) ist den unterdevonischen „Mittleren Siegen-Schichten“ zuzuordnen. In den Klüften und Schichtfugen der Gesteine schieden sich an der Basis der Verwitterungszone Brauneisensteine statt, dessen Eisen aus Verwittterungslösungen der überlagernden Gesteine kommt ("Weißverwitterung"). An der Talflanke wird diese Wechselfolge aus Tonschiefern, Schluff- und Sandsteinen von Hanglehm- oder -schutt (Verwitterungsbildungen) überdeckt. Die Tiefe der Verwitterungsbildungen richtet sich hauptsächlich nach dem Einfallswinkel der unterlagernden Gesteinsschichten (MEYER 1986). Bei steilem Einfallen war eine wesentlich tiefere Verwitterungszone zu beobachten als bei flach einfallenden Schichten. Da das unterdevonische Festgestein im Bereich der geplanten BV nicht oberflächennah ansteht, spielt es hier keine größere Rolle.

Die quartäre Vulkantätigkeit führte im Kurviertel von Bad Neuenahr zu einer Vielzahl von CO_2-Austritten und warmen Quellen, die durch z.T. sehr flache Bohrungen (Brunnenteufe <50 m) im 19. Jahrhundert gefasst wurden. Nach Auskunft der Landes-RP-Online-Dienste liegt das geplante BV nicht im Heilquellenschutzgebiet, hier sollte aber im Rahmen der Baugenehmigungsverfahren noch eine Abfrage erfolgen.

- Erdbeben -

Im südlichen und westlichen Teil der Niederrheinischen Bucht und im das Rheintal umfassende Rheinische Schiefergebirge sind Flachbeben (Herdtiefe 7 bis 8 km Tiefe) verbreitet. Nach der Karte der Erdbebenzonen und Untergrundklassen für Rheinland-Pfalz, Maßstab 1:300.000 wird **Bad Neuenahr der Erdbebenzone 1 und der Untergrundklasse R zugeordnet**. Die o.g. Karte bezieht sich auf die DIN 4149:2005. Diese Angaben sind durch die Fachplaner zu prüfen.

Aufgrund der durchgeführten Bodenuntersuchungen weisen die meisten vorliegenden Böden eine mind. steife Konsistenz, bzw. mitteldichte Lagerung auf. Die Auffüllung und Decklehme/ Tertiär-Tone gehören in die Baugrundklasse C und der Hangschutt bzw. die Kiessande der Ahrterrasse, je nach Lagerungsdichte in die Baugrundklasse C bis B nach DIN 4149. Die Fels-Verwitterungszone gehört in die Baugrundklasse B und geht dann im angewitterten Fels in Baugrundklasse A über.

3.2 Hydrogeologie

3.2.1 Gemessene Wasserstände

In den Rammkernsondierungen B 1 bis B 32 wurden während der Baugrunduntersuchung nur in der B 30 ein Grundwasserstand von ca. 3,68 m (B 30) unter GOK und bezogen auf NN bei 105,54 m ü. NN gemessen. In den anderen Bohrungen wurde kein freies Wasser in den Bohrlöchern festgestellt. Bereichsweise kam Schichtwasser vor (Durchnässungen des Bohrguts).

Da die Bohrungen nach einer lang anhaltenden Trockenheit in den Monaten Juni bis August 2022 abgeteuft wurden, handelt es sich eher um relativ niedrige Grundwasserstände. Der Ahrwasserstand im Pegel Altenahr betrug nur ca. 40,0…50,0 cm bezogen auf den Pegelnullpunkt (im Vergleich dazu betrug der „Katastrophenwasserstand am 15.07.2021 ca. 1.000,0 cm bzw. war 9,50 m höher).

Im Bereich der „Weingärten“ ist der natürliche Abfluss von talwärts in Richtung der Ahr fließendes Schichtwasser durch eine Vielzahl von Entwässerungsmaßnahmen und Bauwerke stark gestört. So befindet sich auch ein unterirdisches Bauwerk vorgelagert zur „Schreinerei“, wobei in dem 3,0 m tiefen Bauwerk ein Wasserstand (verschlammt) von ca. 2,80 m gemessen wurde.

3.2.2 Recherchierte Wasserstände und Wasserschutzgebiete

In einem Radius von 500,0 m sind keine offiziellen Daten umliegender Grundwasser-Messstellen bekannt. Auf der anderen Seite der Ahr befindet sich ca. 300,0 m westlich des Klosters Calvarienberg eine Wassergewinnungsanlage mit mind. 3 Förder-Brunnen, deren Wasserschutzgebiet Zone III direkt bis an die Ahr (aber nicht darüber) reicht.

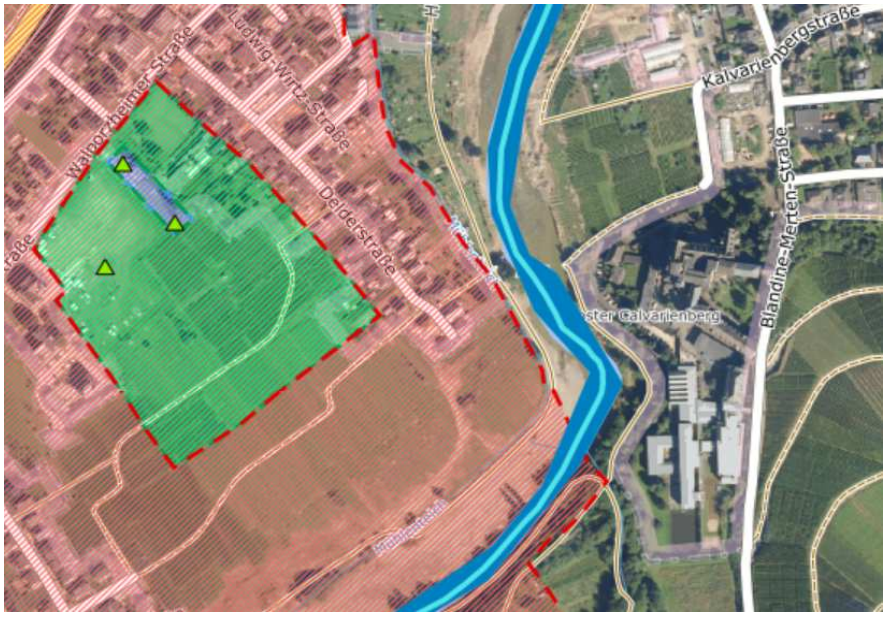


Bild 4: Darstellung Wasserschutzzonen/Förderbrunnen westlich des Klosters Calvarienberg (Quelle Land Rheinland-Pfalz: https://wasserportal.rlp-umwelt.de)

3.2.3 Hochwasser der Ahr

Vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität (MKUEM) Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes Rheinland-Pfalz werden Hochwassergefahren- und risikokarten online veröffentlicht (https://hochwassermanagement.rlp-umwelt.de). Es werden in den Gefahrenkarten unter anderem die maßgeblichen Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit (d.h. seltener als alle 200 Jahre oder bei Extremereignissen) angegeben. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Hochwasserereignisse im Juli 2021 nicht berücksichtigt sind und daher diese Angaben überarbeitet werden müssen.

Im extremen Hochwasserfall wird die Ahr den Ahruferweg und den nördlichen Bereich des Areals am „Klostergarten“ fluten, wobei die nördlich gelegene Gärtnerei „Wershoven“ beim Hochwasserereignis komplett betroffen war.

Wir empfehlen für die Ahr auf Höhe des BV bei den zuständigen Behörden eine Anfrage bezüglich der prognostizierten Oberflächen-Wasserstände für das EHQ, HQ 100 und HQ 10 zu stellen.

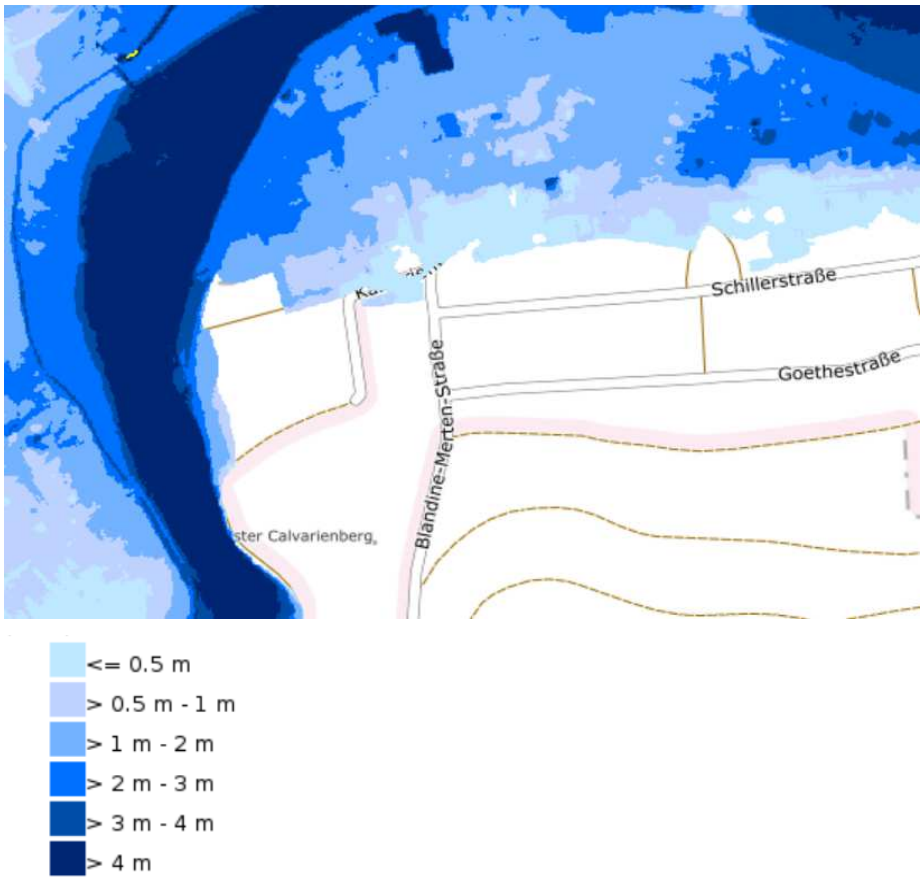


Bild 5: Ausschnitt aus der Hochwassergefahrenkarte Ahr, Abfrage 2022, (HQ- extrem=EHQ)

Wir weisen darauf hin, dass die o.g. Karte nicht mehr aktuell sind bzw. beim „Jahrtausendhochwasser“ im Juli 2021 übertroffen wurden. So zeigt das Luftbild im Bereich der

Klostergärten Verschlammungen bis in Höhe der Einmündung der Göthestraße (ca. 110,0…111,0 m ü. NN).

Bild 6: Ausschnitt aus Luftbild Befliegung 20.07.2021 (Quelle:BBK- https://arcgis.bbk.itzbund.de/arcgis/)

3.2.4 Bewertung

Wie die erkundeten Grundwasserstände zeigen, war nur in der ahrseitigen Bohrung B 30 Grundwasser vorhanden, das je Ahrwasserstand im Grundwasserleiter schwanken wird. Der Hauptgrundwasserleiter sind die Terrassenkiessande/-schotter der Ahr, die im Bereich des Klostergartens und in der Bohrung B 30 am Ahrweg (Weingarten) aufgeschlossen wurde. Die grundwasserführenden Schichten weisen nur eine teilweise Wassersättigung auf und sind stark von der Wasserführung der Ahr abhängig. Bei Ahrhochwasser wird das Grundwasser in Ufernähe und im Bereich der Terrassen-Kiessande der Ahr schnell mit ansteigen, so daß der maßgebliche Wasserstand für Abdichtung/Auftriebssicherheit der Wasserstand der Ahr ist.

Ansonsten wird sich das oberhalb des Klosters versickernde Niederschlagswasser in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit des Untergrunds und der durch die Gebäude/Entwässerung verursachten Störungen in Richtung Ahr bewegen.

Da der größte Teil der Bohrungen gar kein freies Wasser aufwies und auch keine vernässten Bereiche festgestellt wurden, handelt es sich nur um lokal vorkommendes und in starker Abhängigkeit zu den Niederschlägen, gering bis mäßig ergiebiges Grundwasser (sogenanntes „Schichtwasser“).

Der Basalt ist nahezu undurchlässig bzw. das Wasser kann nur im Bereich von Spalten oder anderen, durch die Verwitterung verursachten „Störungen“ versickern oder durchfließen.

In der tieferen Fels-Zone ist ergiebiges Grundwasser im Bereich tektonischer Störungen zu erwarten. In der vorliegenden Untersuchung spielt das keine Rolle.

Für die endgültige Bemessung von Abdichtung / Auftriebssicherung im Bereich „Klostergarten/Grüner Vermittler“ und der talseitigen („unteren“) Gebäude „Weinberg“ empfehlen wir zunächst von einem extremen Ahrwasserstand von 111,0 m ü. NN auszugehen. Die endgültige Wasserstandsfestlegung muss nach Vorlage amtlicher Karten erfolgen, da hierin die Überflutungsbereiche für HQ 10, 100 und EHQ unter Berücksichtigung des Ahrhochwasser im Juli 2021 dargestellt werden.

In den anderen Bereich muss mit zeitweise zusitzendem Grundwasser (=Schichtwasser) vom Hangbereich gerechnet werden, so dass, um einen unkontrollierten Aufstau des Wassers zu verhindern, eine Dränage nach DIN 4095 erforderlich werden wird.

3.3 Schichtbeschreibung

3.3.1 Auffüllung

Die aufgefüllten Böden reichen zwischen ca. 0,10 m (B 2) bis 4,25 m (B 25) unter GOK. Außer im Bereich der Bohrung B 22 kommen die aufgefüllten Böden flächendeckend vor.

Wir weisen darauf hin, dass im Bereich der vorhandenen Leitungsgräben und des Bestandes noch alte Fundamentreste, Bauteile, Gruben, Schächte etc. und damit noch tiefer reichende Auffüllungen vorkommen. In den Bohrungen B 7 / 7 a, B 14, B 17, B 26, B 26A konnten aufgrund von Bohrhindernissen die Auffüllung nicht durchteuft werden.

Die tiefer reichende Auffüllung ist auf Hinterfüllungen und unterirdische Bauwerke im Bereich des „Weinbergs“ (B 25, B 26 etc.), alte Bebauung im Bereich des Grünen Vermittlers (B 6, B 7, B 7A) und Geländeanfüllungen im Bereich der Klostergärten zurückzuführen.

Im Bereich des Ahrweges (B 30) ist die tief reichende Auffüllung wahrscheinlich auf eine Leitungsgrabenverfüllung (Kanal) zurückführbar.

Bei der Auffüllung handelt es sich im Bereich der Grünflächen um (im oberen 0,1 bis 0,5 m) Sande/Kiessande und Schluffe mit humosen Beimengungen. Darunter folgen dann z.T. schluffige Sande/Kiessande und sandige Schluffe/schluffige Tone mit unterschiedlichen Beimengungen an Gesteinsbruch, und Bauschutt/Schlacken/Lava/Basalt.

Nach der Ansprache bzw. dem Bohrwiderstand weisen die aufgefüllten Böden eine lockere und lockere bis mitteldichte Lagerung bzw. weich-steife bis steife Konsistenz (bindige Lagen) auf.

Bodenkennwerte
Geotechnische Kennwerte für den Entwurf:

Auffüllung, nicht- bis schwach bindig (Kiessande, Sande)

Raumgewicht		
erdfeucht	17,0 - 19,0	kN/m³
unter Auftrieb	9,0 - 11,0	kN/m³
Kohäsion	2,5 - 0,0	kN/m²
Reibungswinkel	30,0 - 35,0	°
Steifeziffer$_{\text{locker bis mitteldicht}}$	10,0 - 20,0	MN/m²

Auffüllung, bindig (Schluffe/Tone)

Raumgewicht		
erdfeucht	17,0 - 19,0	kN/m³
unter Auftrieb	7,0 - 9,0	kN/m³
Kohäsion	7,5 - 5,0	kN/m²
Reibungswinkel	25,0 - 30,0	°
Steifeziffer$_{\text{mind. steif}}$	5,0 - 10,0	MN/m²

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche:

Auffüllung, gemischt-/grobkörnig (Kiessande, Sande)

Raumgewicht	17,0	-	21,0	kN/m³
Lagerungsdichte D	0,1	-	0,5	

Auffüllung, bindig (Schluffe):

Raumgewicht	16,0	-	21,0	kN/m³
Undränierte Scherfestigkeit	50,0	-	100,0	kN/m²
Wassergehalte	10,0	-	30,0	[%]
Plastizitätszahl	5,0	-	20,0	[%]
Konsistenzgrenzen	0,5	-	1,0	

3.3.2 Humoser Oberboden (zum größten Teil aufgefüllt)

Der aufgefüllte, humose Oberboden („Mutterboden“) wurde in durchschnittlichen Dicken von ca. 0,1 bis 0,50 m erbohrt. Im Ausnahmefall (Durchwurzelungszonen, Beete etc.) kann er auch Dicken bis 0,70 m besitzen.

Bezüglich der Verwendung für vegetationstechnische Zwecke ist er im Bedarfsfall nach DIN 18915 zu prüfen.

3.3.3 Decklehme

Die Decklehme wurden hauptsächlich als Hochflutablagerungen der Ahr im Bereich des Klostergartens erbohrt (B 2 bis B 6, B 9, B 10, B 11 bis B 13, B 14A und B 15) und untergeordnet im Bereich am Weinberg (B 23 und B 30 an der Ahr) erbohrt. Sie reichen zwischen ca. 0,90 m (B 14A) bis 3,50 m (B 8) unter GOK.

Sie bestehen, überwiegend aus sandig-kiesigen, tonigen Schluffen/schluffigen Tonen und sehr untergeordnet aus schluffigen Sanden mit unterschiedlichen Steinanteilen. Es können auch Steinlagen (Korngröße bis Kies) eingelagert sein.

Nach den Konsistenzgrenzen von CASAGRANDE bei benachbarten BV lassen sie sich als leichtplastische Schluffe/Tone nach (UL/TL und UM/TM) DIN 18196 einstufen, wobei die Wassergehaltsbestimmungen im Mittel zwischen ca. 15,0…28,0% lagen.

Die untersuchten bindigen Bodenproben weisen nach der Feldansprache eine überwiegend steife und steife bis halbfeste Konsistenz auf, wobei je nach Wassergehalt auch weich-steife und halbfeste bis feste Lagen vorkommen können. Die eingeschalteten Sand-/Kieslagen sind locker bis mitteldicht gelagert Die Decklehme weisen einen geringen bis mittleren Konsolidationsgrad auf.

Geotechnische Bodenkennwerte für den Entwurf:

Decklehme				
Raumgewicht (erdfeucht)	19,0	-	21,0	kN/m³
(unter Auftrieb)	9,0	-	11,0	kN/m³
Kohäsion	5,0 $_{Sand}$	-	10,0$_{Schluff}$	kN/m²
Reibungswinkel	30,0$_{Sand}$	-	27,5$_{Schluff}$	°
Steifemodul	15,0$_{Sand}$	-	7,5$_{Schluff}$	MN/m²

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche:

Decklehme				
Raumgewicht	16,0	-	22,0	kN/m³
Undränierte Scherfestigkeit	50,0	-	250,0	kN/m²
Wassergehalte	5,0	-	30,0	[%]
Plastizitätszahl	5,0	-	25,0	[%]
Konsistenzgrenzen	0,5	-	>1,3	

3.3.4 Kiessande der Ahr

Die Kiessande der Ahrterrasse wurde hauptsächlich im Bereich des „Klostergartens“ und nur sehr

untergeordnet im Bereich des „Weinbergs“ (Bohrung B 30) erbohrt. In den Bohrungen B 1 bis B 6 und B 10 bis B 15 wurde die OK der Kiessande zwischen ca. 0,80 m (B 10) bis 3,70 m (B 6) unter GOK erbohrt. Bezogen auf NN liegt die Oberkante der Kiessande zwischen ca. 105,81 m (B 13) und 107,17 m (B 12) ü. NN. Die Kiessande keilen in Richtung Grüner Vermittler aus.

Dabei handelt es sich um schluffige Kiessande mit unterschiedlich hohen Steinanteilen, die auch Verkittungen aufweisen können. Nach den Kornverteilungen (Anlage 3.2 bis 3.4) handelt es sich um GU nach DIN 18196, wobei die Kies-/Steinanteile bei ca. 60,0…70,0% und die Schluff-/Tonanteile bei ca. 10,0…15,0% lagen. Weiterhin sind auch reine Kies-/Steinlagen vorhanden. Schluff-/Tonlagen wurden nicht erbohrt, können aber vorkommen.

Die Kiessande sind, aufgrund des Bohr- und Rammwiderstandes (Rammschlagzahlen mit der DPH n_{10}= 10…20 im Mittel), hauptsächlich mitteldicht und mitteldicht bis dicht und z.T. dicht bis sehr dicht gelagert (Lagerungsdichte D≈0,45 bis 0,65 und z.T. D>0,65).

Geotechnische Bodenkennwerte für den Entwurf:

Kiessande, gemischt-/grobkörnig				
Raumgewicht (erdfeucht)	19,0	-	21,0	kN/m³
(unter Auftrieb)	11,0	-	13,0	kN/m³
Kohäsion	3,0	-	2,0	kN/m²
Reibungswinkel	35,0	-	37,5	°
Steifemodul	70,0	-	90,0	MN/m²

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche:

Kiessande, gemischt-/grobkörnig				
Raumgewicht	16,0	-	23,0	kN/m³
Lagerungsdichte D	0,3	-	>0,8	

3.3.5 Hangschutt (nur im Bereich „Am Weinberg“)

Die OK des Hangschutts in den Bohrungen B 21, B 22, B 24A, B 26B, B 28 und B 29 zwischen ca. 0,80 m (B 22) bis 3,50 m (B 26B und B 29) unter GOK erbohrt.

Beim Hangschutt handelt es sich um Verwitterungsprodukte der Basaltdecken, die sich z.T. mit feinkörnigem Material durch Solifluktionsprozesse durchmischt haben. Daher muss auch kein unmittelbarer lokaler Zusammenhang mit den Basaltdecken gegeben sein. Im unteren Bereich Wohnen „im Weinberg“ verzahnen sie sich mit den Kiessanden der Ahrterrasse.

Dabei handelt es sich um schluffige bis stark schluffige, z.T. tonige Kiessande (eckiges Korn) mit unterschiedlich hohen Steinanteilen, die auch Verkittungen aufweisen. Weiterhin sind auch reine Kies-/Steinlagen vorhanden. In dem Hangschutt sind Ton-/Schlufflagen eingeschaltet.

Der Hangschutt ist aufgrund der Bohrwiderstände hauptsächlich mitteldicht und mitteldicht bis dicht und z.T. dicht bis sehr dicht gelagert (Lagerungsdichte D≈0,45 bis 0,65 und z.T. D>0,65). Die eingeschalteten Ton-/Schlufflagen weisen eine steife bis halbfeste und halbfeste bis feste onsistenz auf.

Geotechnische Bodenkennwerte für den Entwurf:

Hangschutt

Raumgewicht (erdfeucht)	20,0	-	22,0	kN/m³
(unter Auftrieb)	11,0	-	13,0	kN/m³
Kohäsion	5,0	-	2,5	kN/m²
Reibungswinkel	35,0	-	37,5	°
Steifemodul	50,0	-	70,0	MN/m²

Das Steifemodul wurde für den Hangschutt bereits reduziert dargestellt, so daß die Schluff-/Tonlagen berücksichtigt sind.

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche:

Hangschutt, gemischt-/grobkörnig (Kiessande)

Raumgewicht	16,0	-	23,0	kN/m³
Lagerungsdichte D	0,3	-	>0,8	

Hangschutt, bindige Lagen (Schluffe/Tone)

Raumgewicht	16,0	-	22,0	kN/m³
Undränierte Scherfestigkeit	100,0	-	>250,0	kN/m²
Wassergehalte	10,0	-	30,0	[%]
Plastizitätszahl	5,0	-	30,0	[%]
Konsistenzgrenzen	0,75	-	>1,25	

3.3.6 Tertiär-Tone

Die Tone wurden im Bereich des „Grünen Vermittlers“ und „Im Weinberg“ erbohrt. Sie wurden in den Bohrungen B 6, B 8, B 9, B 16, B 17A bis B 21, B 23 und B 25 erbohrt. Im Bereich des „Grünen Vermittlers“ bilden sie den tieferen Untergrund, in dem das Gebäude gründen wird. Im Bereich „Weinberg“ werden sie durch Basaltgänge/-decken unterbrochen und bilden mit diesen eine Wechsellagerung. Sie wurden zwischen ca. 0,70 m (B 17A) und 4,60 m (B 6) unter GOK.

Sie bestehen, überwiegend aus schwach sandigen stark schluffigen Tonen und schwach sandigen, stark tonigen Schluffen. Es können Sandlagen in den Tonen vorhanden sein.

Nach den Konsistenzgrenzen von CASAGRANDE handelt es sich um hochplastische Schluffe/Tone nach (TA/UA) DIN 18196 einstufen, wobei die Wassergehaltsbestimmungen zwischen ca. 35,0…53,0% lagen.

Die untersuchten bindigen Bodenproben weisen nach der Feldansprache eine überwiegend halbfeste bis feste Konsistenz auf, wobei beim Laborversuch eine steife bis halbfeste Konsistenz nachgewiesen wurde. Die schweren Rammsondierungen der DPH 1 und 3 wiesen von ca. 3,0…6,8 m unter GOK Rammschlagzahlen n_{10}: 3…8 und darunter (> 6,8 m u. GOK) n_{10}: >10…20 auf. Während bei der DPH 3 bereits > 2,5 m unter GOK die Rammschlagzahlen n_{10}: >10…30 lagen. Da die DPH 3 höher liegt, scheint der Konsolidationsgrade der Tone in diesem Bereich höher zu sein. Dies entspricht einer steifen Konsistenz DPH 1 und 2 bis ca. 6,8 m bzw. halbfesten bis festen Konsistenz in größeren Tiefen (DPH 1 und 2 > 6,8 m und DPH 3 > 5,5 m).

Die Tone weisen einen mittleren Konsolidationsgrad auf und reagieren bei höherer Belastung kompressibel.

Geotechnische Bodenkennwerte für den Entwurf:

Toniger Schluff/schluffiger Ton (Tertiär)

Raumgewicht				
erdfeucht	19,0	-	21,0	kN/m³
unter Auftrieb	9,0	-	11,0	kN/m³
Reibungswinkel	17,5	-	22,5	°
Kohäsion	25,0	-	15,0	kN/m²
Steifemodul	20,0	-	30,0	MN/m²

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche:

Toniger Schluff/schluffiger Ton (Tertiär)

Raumgewicht	19,0	-	23,0	kN/m³
Undränierte Scherfestigkeit	75,0	-	>250,0	kN/m²
Wassergehalte	20,0	-	65,0	[%]
Plastizitätszahl	20,0	-	60,0	[%]
Konsistenzgrenzen	0,5	-	>1,3	

3.3.7 Fels-Verwitterungszone bis Fels-Zone (Verwitterter Fels/Fels)

Die Fels-Verwitterungszone bis Fels-Zone besteht aus den Basaltdecken und deren Verwitterungsbildungen. Diese wurden lediglich im „Weinberg“ erbohrt. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Basalte z.T. nur eine geringe Verwitterungsdicke aufweisen und dann als hartes und massiges Blockwerk anstehen werden. In den Randbereichen der Basaltdecken können diese durch die Spaltenbildungen während des Abkühlens oder durch Verwitterungsprozesse in Blockschutt aufgelöst sein. In den Bohrungen war oft nach Erreichen der Basaltdecke kein weiterer Bohrfortschritt mehr möglich (z.B. B 16 bis B 19).

Die Basaltdecken wurden in den Bohrungen B 16 bis B 19, B 22, B 214, B 25 und B 27 bis B 29 erbohrt. Die Basaltdecke ist im Westbereich des BV „Weinberg“ an der Ahrböschung aufgeschlossen.

Bild 7: Blick auf die Basaltdecke / Basaltblöcke an der Böschung zur Ahr, westlich des BV

Die OK der Fels-Verwitterungszone bis Fels-Zone beginnt zwischen ca. 1,60 m (B 17A) und 7,40 m (B 29) unter GOK bzw. bezogen auf NN zwischen ca. 106,33 m (B 29) und 117,68 (B 18) m ü. NHN (RKS 1).

Bei den erbohrten Schichten handelt es sich im oberen Bereich der Fels-Verwitterungszone um die Verwitterungsprodukte (verwitterte Basalte) der tertiären Eruptivgesteine. Die Felsverwitterungszone setzt sich aus entfestigten Festgesteinen zusammen, die hier aus schwach bis stark steinig-kiesigen Schluffen/Tonen mit Blockschutt besteht. Die Fels-Verwitterungszone weist mehr Lockergesteins- als Festgesteinseigenschaften auf, so daß hier nur ein reduziertes Steifemodul angegeben werden kann.

Die Fels-Zone besteht aus harten, sehr abrasiven Basalten, wobei die labortechnisch festgestellten (einachsialen) Druckfestigkeiten von Basalten bei > 100,0…200,0 MN/m² lagen.

Die sehr hohen Rammwiderstände in der Fels-Verwitterungszone und Fels-Zone sind bei Bohrverfahren und dynamischen Einbringverfahren zu berücksichtigen.

Anmerkung:
Aufgrund der Inhomogenität der Basaltdecken können bei der Bemessung nur die charakteristischen Kennwerte für die entfestigten Basalte verwendet werden. So muss dies auch in den geotechnischen Berechnungen angesetzt werden.

Geotechnische Kennwerte für den Entwurf:

Basalte, entfestigt				
Raumgewicht erdfeucht	20,0	-	24,0	kN/m³
unter Auftrieb	10,0	-	14,0	kN/m³
Kohäsion	10,0	-	5,0	kN/m²
Reibungswinkel	32,5	-	37,5	°
Steifeziffer	40,0	-	80,0	MN/m²
Basalt				
Raumgewicht erdfeucht	26,0	-	30,0	kN/m³
unter Auftrieb	16,0	-	20,0	kN/m³
Ersatz-Kohäsion*	30,0	-	20,0	kN/m²
Ersatz-Reibungswinkel*	> 45,0			°
Steifeziffer	> 500,0			MN/m²

*abhängig von Raumstellung und Ausbildung der Trennflächen: es ist eine Überprüfung bei Erstellung tieferer Baugruben im Zuge Aushub erforderlich

Bautechnische Kennwerte für Homogenbereiche:

Basalte, entfestigt				
Raumgewicht	20,0	-	24,0	kN/m³
Lagerungsdichte D	0,5	-	>0,8	
Basalt				
Raumgewicht	24,0	-	30,0	kN/m³
Einachsiale Druckfestigkeit	100,0	-	>200,0	MN/m²
CAI-Index	3,0	-	5,0	

3.3.8 Charakteristische Bodenkennwerte

Folgende charakteristische Bodenkennwerte können zur Bemessung angesetzt werden:

Tab 1: Charakteristische Baugrundkennwerte nach DIN 1054:2010/2021

Bodenart	Wichte	Wichte unt. Auftrieb	Kohäsion	Reibungswinkel	Steifemodul
	[kN/m³]	[kN/m³]	[kN/m²]	[°]	[MN/m²]
Aufgefüllte Böden					
Bindige Auffüllungen	18,00	8,00	6,25	27,50	7,50
Gemischt-/grobkörnige Auffüllungen	18,00	10,00	1,25	32,50	15,00
Gewachsene Böden					
Decklehme	20,00	10,00	7,50	28,75	10,00
Kiessande (Terrassenablagerungen der Ahr)	20,00	12,00	2,50	36,25	80,00
Hangschutt	21,00	12,00	3,75	36,25	60,00
Tertiär-Ton / Tuffe	20,00	10,00	20,00	20,00	25,00
Fels-Zone-Basalt, entfestigt	22,00	12,00	35,00	7,50	60,00

*Ersatzreibungswinkel und -kohäsion

Tab. 2: Bodenklassen nach DIN 18300 (2012), Bodengruppen nach DIN 18 196

	Bodenklassen (Bkl.) nach DIN 18 300	Bodengruppen nach DIN 18 196
Aufgefüllte Böden	Bkl. 4* (aufgefüllte bindige u. gemischtkörnige Böden), Bkl. 3 (aufgefüllte Kiessande/Sande, untergeordnet, Oberbau Verkehrsflächen) ggf. Bkl. 5-7 (für Steine, Bauschutt usw. in Abhängigkeit von Menge und Steingröße)	A bzw. UL/TL, SU, GU, SU (stark), GU (stark) GW, X, Y
Humoser Oberboden (z.g.T. aufgefüllt)	Bkl. 1	OH
Decklehme	Bkl. 4* Bkl. 3 (sehr untergeordnet)	UL, TL, SU (stark), SU
Hangschutt / Kiessande	Bkl. 3 (untergeordnet) und 4* Bkl. 5-7 (für Steinlagen, in Abhängigkeit von Menge und Steingröße)	GU, GU (stark) SU X, Y TL/TM, SU (Lehmlagen)
Tertiär-Ton	Bkl. 4*, Bkl. 5, Bkl. 6 bei fester Konsistenz	TA/UA, TM/UM, TL
Fels-Verwitterungszone (Verwitterter Fels)	Bkl. 4* (bindig), Bkl. 3 für Sandlagen ggf. Bkl. 5-7 für Verkittungen, Stein-/Blocklagen (in Abhängigkeit von Menge und Steingröße)	UL, TL, UM, TM, SW, SU, SU (stark), GU, GU (stark), GW, X, Y
Fels-Zone (Angewitterter Fels/Fels)	Bodenklasse 6 und 7	Keine Klassifizierung nach DIN 18196

- * Übergang in Bkl. 2 bei Durchnässung bzw. Wasserzutritt

Die Einteilung der Schichten und Bodenklassen fanden nach der VOB/DIN 18300 (2012) und 18301 (2006) statt.

Anmerkung:
Wir möchten darauf hinweisen, dass die Angaben zur DIN 18300 und zur DIN 18301 auf dem Stand der VOB 2012 basieren. Die im Ergänzungsband 2015 überarbeiteten DIN-Normen und die darin enthaltene Einteilung der Böden in Homogenbereiche können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden. Dabei muss beachtet werden, dass die Einteilung aufgrund von Erfahrungswerten und Werten aus benachbarten BV mit vergleichbaren, geologischen Einheiten, vorgenommen wurde. Die nach der neuen DIN 18300-2015/2019 geforderten Untersuchungen und die Laborversuche in statistisch ausreichender Anzahl wurden nur in eingeschränkter Form durchgeführt. Gleiches gilt auch für die umweltchemische Einordnung der Auffüllung anhand von Analysen.

Tab. 3: Homogenbereiche nach DIN 18300-2015/2019 und nach DIN 18301-2015/2019

Homogenbereiche*1 nach DIN 18 300 – 2015/2019	**Homogenbereiche*2 nach DIN 18 301 – 2015/2019**
Homogenbereich A 1 (Oberboden, aufgefüllt)	**Homogenbereich B 1** (Oberboden, aufgefüllt)
Homogenbereich A 2 (aufgefüllte Kiessande/Sande, aufgefüllte gemischtkörnige oder bindige Böden)	**Homogenbereich B 2** (aufgefüllte Kiessande/Sande, aufgefüllte gemischtkörnige oder bindige Böden)
Homogenbereich A 3 (Steine, Blöcke[3] in der Auffüllung)	**Homogenbereich B 3** (Steine, Blöcke[3] in der Auffüllung)
Homogenbereich A 4 (Decklehme, Hangschutt, Kiessande)	**Homogenbereich B 4** (Decklehme, Hangschutt, Kiessande)
Homogenbereich A 5 (Fels-Verwitterungszone)	**Homogenbereich B 5** (Fels-Verwitterungszone)
Homogenbereich A 6 (Fels-Zone- Basalte)	**Homogenbereich B 6** (Fels-Zone- Basalte)
Homogenbereich A 7 (Fließende Bodenarten[3]: bindige Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz [Auffüllung, Decklehme)	**Homogenbereich B 7** (Fließende Bodenarten[3]: bindige Böden mit flüssiger bis breiiger Konsistenz [Auffüllung, Decklehme)

- *1 Aushub mit Bagger (Homogenbereiche A1 – A7, A = Aushub)
- *2 Bohrungen mit Drehbohranlage (Homogenbereiche B1 – B7, B = Bohren)
- *3 wurden hier nicht erbohrt
- Gesonderte Homogenbereiche für belastete Böden sind nicht berücksichtigt und sind getrennt auszuweisen;

Die Fels-Verwitterungszone/Fels-Zone (Basalte) ist besonders schwer ramm- und bohrbar. Rammarbeiten ohne Vorbohrungen führen zu Schwingungsübertragungen und potenziellen Schäden im Umkreis der Ramm-/Rüttelarbeiten. Entsprechende umfangreiche Beweissicherungen bzw. Schwingungsmessungen sind daher einzuplanen.

3.4 Versickerungsversuche und Durchlässigkeit

3.4.1 Ergebnisse der Versickerungsversuche

Die Versickerungsversuche wurden in den Bohrungen B 14 und B 15 (Klostergarten) und B 16 sowie B 30 (Klostergarten) vorgenommen.

Im „Klostergarten“ wurden die Versickerungsversuche in den durchlässigen Kiessanden der Ahrterrasse durchgeführt.

Im „Weinberg“ wurden die Versickerungsversuche im oberen Bereich in den tertiären Schichten und in dem unteren Bereich in den durchlässigen Kiessanden der Ahrterrasse durchgeführt, wobei sich diese hier mit dem Hangschutt verzahnt.

Die Versickerungsversuche wurden als open-end Versuche in verschiedenen Höhenlagen unter der Geländeoberfläche durchgeführt, so daß die Durchlässigkeitsbeiwerte unterschiedlicher Schichten erfasst wurden.

Es wurden 4 Versickerungsversuche im Bohrloch als open-end-Test vorgenommen, die in Anlage 3.5 bis 3.8 dargestellt sind. Außerdem wurden die Kornverteilungen ausgewertet.

Dabei ergaben sich die Durchlässigkeitsbeiwerte (kf-Werte) entsprechend Tabelle 4.

Tab. 4: Versickerungsversuche (Anlage 3.5 bis 3.8)

Versickerungsversuch in Bohrung	Bodenansprache untersuchte Schicht	Kf-Wert [m/s]	Bewertung	Bauabschnitt	Lfd. Nr.
1 / B 14	Kiessande	1,5E-03	durchlässig	Klostergärten	1
2 / B 15	Kiessande	2,0E-04	durchlässig	Klostergärten	2
3 / B 16	Tertiär	1,5E-06	schwach durchlässig	Weinberg	3
4 / B 30	Kiessande / Hangschutt	4,5E-04	durchlässig	Weinberg	4

Aus den Kornverteilungen lassen sich nach Seiler höhere Durchlässigkeiten nachweisen, die hier aber nicht verwendet werden.

3.4.2 Bewertung bezüglich Versickerungseignung

Die Auffüllung darf grundsätzlich nicht für eine Versickerungsanlage verwendet werden.

Generell sind die Decklehme und die Tertiär-Schluffe/Tone nach DIN 18130 schwach durchlässig und für eine Versickerung ebenfalls nicht geeignet. Das gilt auch für die Basalte, da hier die

Durchlässigkeit an Spalten, Klüften etc. gebunden ist und das Festgestein weitgehend undurchlässig ist.

Die Kiessande im Bereich des „Klostergartens“ und die Kiessande sowie der Hangschutt im unteren Bereich des „Weinbergs“ sind für eine Versickerung geeignet. Wie die Ergebnisse zeigen variieren die Durchlässigkeitsbeiwerte, so daß die Versickerungseignung bei Aushub der Versickerungsanlagen nochmals in der Baugrube zu überprüfen ist.

Beim Hangschutt muss beachtet werden, dass diese nur geringe Dicken aufweisen kann, Basaltdecken im Untergrund anstehen und das Wasser im Untergrund talwärts fließen wird. Daher sollte eine Versickerung des „Weinbergs“ im untersten Bereich des westlichen bis nordwestlichen Baugebiets erfolgen, so daß das versickernde Wasser in Richtung Ahrterrasse wegsickern kann,

3.4.3 Anforderungen

Nach dem Regelwerk DWA-A 138 zur Versickerung von Niederschlagswasser sind demgegenüber auch Durchlässigkeiten von mindestens $1*10^{-6}$ m/s tolerierbar, sofern die Schichten flächig und in ausreichender Dicke vorhanden sind. Rückstaufreie Flächenversickerungen benötigen hingegen an der Oberfläche kf-Werte von mindestens $2*10^{-5}$ m/s, was hier in der Regel nicht gegeben ist. Eine Muldenversickerung scheidet aufgrund der Tiefe der versickerungsfähigen Schichten aus.

Eine Versickerung in den Kiessanden ist möglich, wobei berücksichtigt werden muss, dass diese erst relativ tief unter Gelände (>3,5 m unter Gelände) anstehen. Hier bieten sich z.B. Versickerungsrigolen an, deren Sohlen auch höher angesetzt werden können, sofern ein ausreichend durchlässiger und dicker Bodenaustausch eine genügende Einbindung in die versickerungsfähigen Schichten sicherstellt. Eine Rigolenversickerung ist frühzeitig zu planen und die Genehmigungsfähigkeit mit der Unteren Wasserbehörde des Kreises abzuklären.

Zwischen der Sohle von Versickerungsanlagen und dem mittleren höchsten Grundwasserstand ist ein Mindestabstand von 1 m einzuhalten.

Der erforderliche Abstand zwischen dezentralen Versickerungsanlagen und unterkellerten Gebäuden sollte nach der DWA-A 138 bei getrennten Baugruben mindestens das 1,5-fache der Baugrubentiefe der Unterkellerung betragen. Bei tief liegenden Versickerungsanlagen oder einer druckwasserdichten Ausbildung der erdberührten Gebäudeteile kann der Abstand verringert werden, wobei der Lastabtrag der Fundamente und die Angaben der DIN 4123 zu beachten sind.

Zwischen Versickerungsanlagen und Grundstücksgrenzen ist i. d. R. ein Abstand von mindestens 2 m einzuhalten.

Sofern das zu entwässernde Wasser ausschließlich aus Dachflächenwasser besteht (bei Niederschlagswasser von Verkehrsflächen ist, aufgrund der unvermeidbaren Verunreinigungen, unbedingt eine Abstimmung mit der zuständigen Unteren Wasserbehörde notwendig), ist eine Rigolenversickerung möglich. Nach Aushub der Rigole sind die Sohle abzunehmen und der kf-Wert durch den geotechnischen Sachverständigen zu überprüfen.

Die Rigole muss mind. 0,5…1,0 m in die Kiessande einbinden, so daß sich bereichsweise große Einbindetiefen ergeben werden. Die Funktionsfähigkeit der Versickerungsanlage und der Durchlässigkeitsbeiwerte ist während der Bauausführung durch den geotechnischen Sachverständigen durch Versickerungsversuche zu überprüfen. Es ist eine ingenieurtechnische Planung der Rigole mit Bemessung notwendig, so daß die Genehmigung beantragt und die Leistung ausgeschrieben werden kann.

3.4.4 Allgemeine Angaben zur Versickerung

Die nachfolgenden Anmerkungen sind als Hinweise zu verstehen, die nicht komplett sein können, da sich verschiedene Fragestellungen erst in der Planung/Genehmigung ergeben werden:

Generell ist einer Versickerungsrigole ein Absetzschacht als Sandfang vorzuschalten, um den Eintrag von Laub, Sand etc. zurückzuhalten. Der Absetzschacht ist regelmäßig zu warten und bei Bedarf abzusaugen und/oder zu reinigen. Gleichzeitig kann vom Absetzschacht aus das Verteilerrohr im Scheitel der Rigole gespült werden.

Um eine möglichst wirtschaftliche Anlage herstellen zu können, müssen die Zuleitungen frostfrei und gleichzeitig möglichst oberflächennah geplant werden.

Die Rigole muss außerhalb des Kronenumfangs von Bäumen liegen, da ansonsten die Gefahr besteht, dass die Entwässerungsanlagen durch Wurzeln zugesetzt und dann nicht mehr funktionsfähig sind. Gegebenenfalls sind Pflanzenstandorte zu verlegen oder entsprechende Schutzmaßnahmen (z. B. Folie) vorzusehen.

Die vorgeschlagene Möglichkeit einer Rigolenversickerung muss vor weiteren Planungsschritten mit der zuständigen Unteren Wasserbehörde abgestimmt werden, um eine ausreichende Planungssicherheit zu haben.

Die Lage der Rigole und die bauzeitlichen Böschungen (erdfeuchte Böschungen mit ß= 45,0° ohne Verkehrslasten an Böschungskrone) sind unter der Beachtung der DIN 4124 so zu planen, dass nicht vorhandene Verkehrsflächen oder Bestandsgebäude/bauliche Anlagen destabilisiert werden. Falls in der Aushubsohle noch bindige Lagen anstehen, ist ein Naturhartschotter 0/56 als grobkörniger Boden GW nach DIN 18196 (maximaler Schluff-/Tonanteil: 5,0%, kf-Wert mind. 1,0 * 10^{-3} m/s) zum lagenweise verdichteten Einbau vorzuhalten. Der Rigolenkörper darf nicht im Lastabstrahlbereich von Neubauten liegen.

4 Gründung

4.1 Situation und allgemeine Angaben zur Gründung

4.1.1 Wohnen „Im Klostergarten“

Die Geländehöhe liegt zwischen ca. 108,0…110,0 m ü. NN. Die UK Auffüllung liegt zwischen ca. 0,1…1,5 m unter Gelände. Die UK der gering tragfähigen Decklehme (Hochflutablagerungen der Ahr) liegt zwischen ca. 1,3…3,4 m unter Gelände, wobei die OK der Kiessande (Ahrterrasse) zwischen ca. 1,3…3,4 m unter Gelände beginnen.

Die Kiessande sind hochtragfähig, wobei bei Ausführungen mit Kellern bzw. der geplanten Tiefgarage die Gründungslasten ohne besondere Maßnahmen abgetragen werden. Bereichsweise muss bei dickeren Decklehmen und je nach Einbindung der Bauwerke unter der GOK mit Bodenaustauschmaßnahmen oder Fundamentvertiefungen < 1,0 m Tiefe gerechnet werden.

4.1.2 „Grüner Vermittler“

Die Geländehöhe liegt zwischen ca. 111,0…114,0 m ü. NN, wobei das geplante BV am Terrassenrand liegt, was sich auch durch die morphologische Stufe ausdrückt. Die UK Auffüllung liegt zwischen ca. 1,5…3,1 m unter Gelände (alter Kellerbereich??, Bohrhindernisse bei 3,0…3,2 m bei B 7 und B 7A). In Richtung Kloster befindet sich der Übergang zur Basaltzone des „Kloster Calvarienbergs“. Die UK der Decklehme liegen ca. 3,5…3,7 m (B 6 und B 8) unter Gelände und wurden bei B 7/7 A durch Auffüllung ersetzt. Die Kiessande sind nur teilweise in geringer Dicke < 1,0 m vorhanden, da diese in Richtung Kloster auskeilen; allerdings weist die DPH 3 durch die stark wechselnden Rammschlagzahlen n_{10}: 10…40 von 3,0…5,5 m unter GOK noch die Kiessande aus. Hier liegt dann die UK der Kiessande mit ca. 108,2 m ü. NN höher als die UK der Kiessande bei B 6 mit ca. 106,6 m ü. NN. Bei B 8 waren die Kiessande nicht mehr vorhanden.

Die OK Tertiär-Ton liegt bei ca. 3,5…4,6 m (bei DPH 3 ca. 5,5 m) unter Gelände bzw. zwischen ca. 106,6..108,3 m ü. NN, wobei bei DPH 1b und DPH 2 ab 6,8 m Teufe Erhöhung der Rammschlagzahlen n_{10} > 10 stattfindet. Darüber ist die Konsistenz der Tone steif und steif bis halbfest und durch relativ hohe Wassergehalte (ca. 40,0…50,0%) geprägt, was bereits auf die hohe Plastizität der Tone hindeutet. Dies wurde auch in der Bestimmung der Plastizitätsgrenzen nachgewiesen. Bei DPH 3 liegen die Rammschlagzahlen bereits ab 5,5 m unter GOK bei > 10. Bei DPH 1b steigen gegen Ende der Rammsondierung die Rammschlagzahlen stark an, was auf eine Basaltdecke hindeuten könnte. Allerdings nahmen die Wassergehalte in der Bohrung B 8 auf 35,0% ab, was auf eine zunehmende Verfestigung der Tone mit der Tiefe hindeutet.

4.1.3 Wohnen „Im Weinberg“

Die Geländehöhe liegt zwischen ca. 109,0…121,0 m ü. NN, wobei das tiefere Niveau zwischen ca. 109,0…110,0 m ü. NN im Bereich des Ahrwegs liegt. Der Ahrweg ist durch eine 1,5 m (im Bereich der Ahr) bis 4,5 m (im Bereich Ferngas-Station) hohe Stützwand vom Grundstück Calvarienberg getrennt.

Die UK Auffüllung liegt zwischen ca. 0,0…4,5 m unter GOK, wobei die größten Auffüllungsdicken zwischen den Bohrungen im Bereich der Schreinerei bei B 25, B 26, B 28 und B 29 zu finden ist. In den Profilen 5 bis 7 ist die Umfahrt und die Böschung zwischen Umfahrt und Ahrweg zum größten Teil aufgefüllt.

Im oberen Bereich sind die Hinterfüllungen der Bestandsbauwerke / Stützwände zu beachten, die aber wahrscheinlich mit dem Abbruch der Gebäude beseitigt werden.

Die Decklehme sind nur bereichsweise vorhanden (B 25, 29 und 30).

In den Bohrungen im Bereich des geplanten, „oberen“ Gebäudes (Gelände zwischen ca. 118,0 bis 120,0 m ü. NN) stehen zwischen B 17 und B 22 hangseitig Basaltdecken an, während bei B 20 die tertiären Tone anstehen. Talseitig stehen beim „oberen“ Gebäude dann aufgefüllte Böden, Tertiär-Tone und die Basaltdecken erst in größerer Tiefe (ca. 2,0 m bei B 19 bis > 7,40 m bei B 21) an.

In den Bohrungen im Bereich des „mittleren“ Gebäudes (Gelände zwischen 115,0 bis 117,0 m ü. NN) stehen hangseitig die Auffüllung, die Tertiär-Tone und Basaltdecken an, wobei talseitig zwischen ca. B 24 bis B 25 aufgefüllte Böden zwischen ca. 2,2 m und 4,5 m Tiefe anstehen. Unter der Auffüllung sind talseitig zumeist die tertiären Tone vorhanden, wobei die Basalte erst ca. 3,4…7,3 m unter GOK anstehen.

Im Bereich der „unteren“ Gebäude liegen diese auf einem Niveau zwischen ca. 111,0 und 120,0 m ü. NN zwischen der ansteigenden Umfahrt und der Stützwand zum Ahrweg. Hier stehen hauptsächlich aufgefüllte Böden und die tertiären Tone an, wobei Basaltdecken zwischen ca. 111,0 bis 113,0 m ü. NN (B 24 und B 27) vorkommen. Untergeordnet kommen auch noch die Decklehme vor.

4.2 Gründungsmaßnahmen

„Im Klostergarten“

Da vollflächig eine Tiefgarage ausgeführt werden soll wird die Gründung zum größten Teil in den Kiessanden stattfinden, wobei hohe zulässige Sohldruckspannungen bei niedrigen Verformungen möglich sind. Bereichsweise noch anstehende Decklehme sind durch einen lagenweise verdichteten und qualifizierten Bodenaustausch oder Fundamentvertiefungen aus unbewehrtem

Beton auszutauschen.

Da die Gründungssohle je nach Geländeoberkante zwischen ca. 104,0 bis 105,0 m ü. NN liegen wird, ist eine wasserdruckhaltende Ausbildung der Tiefgarage / Keller notwendig. Grundsätzlich ist eine Gründung über flach gegründete Einzel-/Streifenfundamente möglich, wobei durch die wasserdruckhaltende Ausbildung wahrscheinlich die Gründung über eine Bodenplatte bautechnisch einfacher ist.

„Grüner Vermittler“

Da hier größere Lasten abgetragen werden und um die Inhomogenitäten im Gründungsbereich auszugleichen, ist als Gründungshorizont (oder für die UK eines Bodenaustauschs) ein Niveau von ca. 104,5 m ü. NN zu empfehlen.

Nach dem Schnitt in [U 1] durch den „Klostergarten“ soll die Tiefgarage bis unter dem Grünen Vermittler reichen. Das ist gründungstechnisch wünschenswert (tiefe Gründungssohle), wobei in jedem Fall ein Mindest-Bodenaustausch von ca. 1,0 m vorzusehen ist. Da sich das Hochhaus trotzdem stärker als die angrenzenden geringer belasteten TG-Bereiche setzen wird, muss eine Trennung der „Bauteile“ vorgesehen werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass (aufgrund der plastischen Tone) die Setzungen nicht mit der Lastaufbringung, sondern erst verzögert eintreten werden. Dies ist beim Bauablauf und der Fugenausbildung (wasserdruckhaltende Baukonstruktion) von Bedeutung.

Sofern der Grüne Vermittler vom talseitigen Niveau (ca. 111,2 m ü. NN) her mit nur einem UG erschlossen wird, werden die UK Gründung (ausgehend von der OKFFB TG-Bodenplatte von ca. -3,2 m) bei ca. -4,0 m und damit bei ca. 107,2 m ü. NN liegen. Dann ist ein qualifizierter Bodenaustausch von ca. 2,5…2,7 m Dicke für eine setzungsarme Gründung notwendig. Da bei jeder Gründungshöhe die tatsächliche Bodenaustauschdicke von der tatsächlichen Belastung der Bodenplatte abhängt, ist die Dicke des Bodenaustausch über Setzungsberechnungen nach DIN 4019 zu ermitteln.

Grundsätzlich ist eine Gründung über eine tragende Bodenplatte zu empfehlen (wie bei „Klostergarten“), wobei bei dieser Gründungsart der flächige Lastabtrag über den Bodenaustausch als günstig zu bewerten ist.

In Richtung „Kloster“ wird dann der Geländeeinschnitt in jedem Fall bei ca. 9,0…10,0 m vertikaler Höhe liegen.

„Im Weinberg“

Die extrem inhomogenen Baugrundverhältnisse erfordern eine entsprechende Flexibilität bei der Umsetzung von Gründungsmaßnahmen. Da die eingeschossige Bauweise nur geringe Belastungen bzw. Sohldruckspannungen bedingt, ist, in Abhängigkeit der Baugrundverhältnisse, mit unterschiedlich Bodenaustauschdicken bzw. Gründungspolstern von ca. 0,5…1,5 m Dicke eine Homogenisierung des oberen Bodenaufbaus erforderlich. Im Bereich der tiefen Auffüllungen (Talseite Schreinerei, B 25, B 26, B 29) sind Zusatzmaßnahmen in Form von größeren Bodenaustauschdicken oder Fundamentvertiefungen aus unbewehrtem Beton erforderlich. Unbekannte Bestands-Schachtbauwerke sind im Rahmen des Gebäuderückbaus zu erkunden (inkl. Untergrund und Arbeitsraumverfüllung), abzureißen und lagenweise verdichtet mit qualifiziertem Material zu verfüllen. Im Bereich von im Gründungsbereich hineinragenden Basaltdecken, müssen diese zwischen 0,3…0,5 m unter Gründungssohle abgespitzt und durch einen Bodenaustausch ersetzt werden.

In jedem Fall sind hier noch zur Festlegung/Konkretisierung der Maßnahmen ergänzende Erkundungen notwendig, die nach dem Rückbau der Bestandsgebäude erfolgen müssen. Außerdem muss für die unteren Gebäude die komplette Böschungsgeometrie zur Stützwand, dem Ahrweg und der darunter liegenden Böschung bis zur Ahr erfasst werden. So darf die Lastabstrahlung der Fundamente nicht im Bereich der „freien“ Stützwandhöhe (Bestandsbauwerke) liegen. Die derzeitigen Böschungsabbrüche der südwestlichen Ahrböschung gefährden die Standsicherheit der angrenzenden Stützwände und damit auch des angrenzenden Baufeldes („untere Gebäude“). Hier muss noch die komplette Geländemorphologie mit Stützwänden etc. aufgenommen werden.

Bezüglich der Abdichtung sind die talseitigen Gebäude bei Bauteileinbindungen (Bodenplatte/Fundamente/erdberührte Wände) < 111,0 m ü. NN wasserdruckhaltend auszubilden. In den anderen Bereichen ist eine Abdichtung gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser ausreichend (W1.2-E nach DIN 18533 T1), sofern eine Dränung vorgesehen wird. Insbesondere die Bergseiten sind sorgfältig zu dränieren, da das bergseitig zufließende Sickerwasser den durchlässigeren Arbeitsraumverfüllungen zutreten wird.

Allgemeine Hinweise

Die Zone der jahreszeitlich durch Frost oder Austrocknung bedingten Volumenänderungen von mindestens 1,00 m unter Gelände muss auf jeden Fall durchgründet werden. Maßgebend für die Frostsicherheit ist die Geländehöhe im Endzustand. Außerdem muss die aufgelockerte Bodenzone (ca. 0,5 m unter der jeweiligen Geländehöhe im Urzustand) oder aufgeweichte Bereiche in den jeweiligen Gründungshorizonten durchgründet werden. Unmittelbar nach dem Aushub sind die Fundamentsohlen mit einer Sauberkeitsschicht abzudecken.

5 Verkehrsflächen

5.1 Oberbau

Im Bereich der Neubauten sind Verkehrsflächen in Form von Wegen und ggf. Zufahrten etc. vorgesehen, wobei eine Planung hier noch nicht vorliegt.

Zur Vorbemessung der Bauklassen für den Straßenoberbau der gepl. Zufahrt legen wir die Nutzungsbeschreibungen der Tabellen 2, 4 und 5 der RStO12 zugrunde (s.u.), wobei die abschließende Festlegung der Belastungsklassen durch den Fachplaner erfolgen muss:

Bk0,3	Abstellflächen für PKW-Verkehr
Bk1,0/Bk1,8	Abstellfläche, die nicht ständig vom Schwerverkehr genutzt werden
Bk1,8/Bk3,2	LKW-Fahrflächen

Aus den o.g. Belastungsklassen und den Untergrundverhältnissen (F3-Boden) ergeben sich die folgenden Mindestdicken für den frostsicheren Oberbau:

Bk0,3	0,50 m
Bk1,0/Bk1,8	0,60 m
Bk1,8/Bk3,2	0,60 m

Da die Wasserverhältnisse nach ZTVE-StB 09/17 als ungünstig zu bewerten sind, muss hierfür eine weitere Verstärkung des Oberbaus erfolgen. Das Bauvorhaben liegt nach Darstellung in Bild 6 der RStO12 in Frosteinwirkzone I, was zu keiner Mehrdicke des Oberbaus führt. Weitere ggf. zu berücksichtigende Mehr- oder Minderdicken (z.B. gem. Tab. 7 der RStO12) sind durch den Fachplaner festzulegen.

Der frostsichere Straßenoberbau nach RStO12 ist so bemessen, dass er etwa 50 % der Frosteindringtiefe abdeckt. Frostschäden können deshalb auch bei einer Bemessung gem. RStO12 nicht vollständig ausgeschlossen werden. Wichtig ist eine ausreichende Planumsentwässerung (Querneigung für Erdplanum von 4 % im Hanglehm bzw. 2,5 % bei Bodenverbesserung gem. ZTVE-StB 2009 / 2017).

Für den frostsicheren Oberbau sind hinsichtlich der Materialien, Verdichtung usw. die Anforderungen gem. ZTVE-StB 09/17 und ZTV SoB-StB 04/07 einzuhalten.

5.2 Erdplanum und Maßnahmen

Hinsichtlich der Tragfähigkeit des Erdplanums (=Decklehm oder Auffüllung) ist zu berücksichtigen, dass hier erfahrungsgemäß der gem. ZTVE-StB 09/17 im Plattendruckversuch geforderte E_{V2}-Wert von mind. 45 MN/m² nicht nachgewiesen werden kann. In diesem Fall müssen Versuchsfelder angelegt und die Tragfähigkeit/Verdichtung des geplanten Oberbaus kontrolliert werden. Werden die gem. RStO 12 geforderten E_{V2}-Werte nicht erreicht (wovon auszugehen ist), so muss ein zusätzlicher Bodenaustausch oder eine Bodenverbesserung mit einem Bindemittel (aufgrund der Inhomogenität des Erdplanums hier keine Bodenverbesserung mit Bindemittel bautechnisch darstellbar) erfolgen.

Erfolgt eine Verstärkung des mineralischen Oberbaus (= Tragschicht + Bodenaustausch), so muss berücksichtigt werden, dass die hierfür notwendigen Dicken nur schwer zu kalkulieren sind und anhand von Versuchsfeldern festgelegt werden müssen. Zur Vorbemessung gehen wir davon aus, dass auf dem Erdplanum unter günstigen Witterungsverhältnissen erfahrungsgemäß E_{V2}-Werte von nur ca. 10-20 MN/m^2 zu erreichen sind. Um auf einer Tragschicht einen E_{V2}-Wert von 120,0 MN/m^2 zu erreichen, muss diese dann in Anlehnung an Untersuchungen von FLOSS (2009) eine Dicke des mineralischen Ober- und Unterbaus von ca. 0,8-1,0 m aufweisen. Ggf. muss zusätzlich ein Geogitter zur Stabilisierung eingebaut werden. Durchnässt das Erdplanum, so können sich größere Aufbaudicken ergeben.

6 Bauausführung

6.1 Aushub / Planum

Beim Aushub fallen überwiegend die Bodenklassen 1 (z.g.T. aufgefüllter humoser Oberboden), die Bodenklasse 4 (bindige Auffüllung, Decklehme, bindiger Hangschutt: Lehm-/Tonlagen, Tertiär-Ton, bindige Kiessande), 5 (ausgeprägt plastische Tertiär-Tone), und untergeordnet die Bodenklasse 3 (Auffüllung: Kiessande, Sande; schwach bindiger Hangschutt, schwach bindige Kiessande) an. Untergeordnet können bei aufgefüllten Böden und beim Hangschutt (vermehrt) die Bodenklassen 5 bis 7 (in Abhängigkeit von Anteil und Größe der Steine/Blöcke in der Auffüllung bzw. dem Hangschutt) auftreten. Weiterhin können Tertiär-Tone mit fester Konsistenz auftreten, dann Bodenklasse 6. Im Bereich der Fels-Verwitterungszone und Fels-Zone treten die Bodenklassen 6 bis 7 auf, wobei bei Basaltdecken mit sehr harten Rippen (Bodenklasse 7) und bei verwitterten Basalten mit stückigerem Anfall (Bodenklasse 6) zu rechnen ist. Im Bereich der Basaltdecken sind Meißelarbeiten einzuplanen. Dort, wo es während des Aushubs zu einem erhöhten Wasserzutritt z.B. durch Niederschlags- oder Schichtwasser kommt, gehen die bindigen Böden in die Bodenklasse 2 über. Alle Angaben zu den Bodenklassen beziehen sich auf die DIN 18 300:2012.

Der Abbruch von Befestigungen, wie Schwarzdecken und Beton sowie Leitungen, alten Fundamenten, Gruben, Schächten u.ä., ist im Klassifizierungsschema der DIN 18 300 nicht erfasst und muss daher getrennt abgerechnet werden. Hier weisen wir auch auf die Leitungsquerungen mit Schachtbauwerken und ggf. die auskragenden Fundamente hin.

Die Homogenbereiche entsprechend VOB 2015 / 2019 sind in Tab. 3 dargestellt.

Die bindigen Deckschichten (bindige Auffüllung/Decklehme/Tertiär-Tone, bindige Lagen im Hangschutt: F 3 - Boden entspr. ZTVE-StB) sind frost- und feuchtigkeitsempfindlich. Bei Zutritt von Wasser und/oder Befahren mit Gerät weichen diese Böden tiefgründig auf und lassen sich dann nicht mehr bearbeiten. In der Auffüllung, den Decklehmen und den Tertiär-Tonen muss der Aushub rückschreitend erfolgen. Dabei muss ein Baggerlöffel ohne Zähne verwendet werden, damit das Planum nicht aufgelockert wird. Das Planum muss aufgrund der Auflockerung durch den Aushub nachverdichtet werden.

Das Planum im Bereich der Aushubböden muss gegen Vernässen und Aufweichen durch Niederschlagswasser geschützt werden. Wichtig ist ein Oberflächengefälle des Planums mit entsprechenden Ableitungen in Seitengräben und Tiefpunkten, damit sich in niederschlagsreichen Zeiten keine Seenlandschaft bildet. Gerade im Bereich größerer Einschnittstiefen im Bereich des „Grünen Vermittlers“ oder der bergseitigen Böschungen „im Weinberg“ muss mit zutretendem

Schichtwasser nach Niederschlägen gerechnet werden.

Wo das Gelände bzw. das Planum während der Bauzeit befahren werden soll (z.B. Zufahrten oder Materiallagerplätze), müssen generell entsprechende Baustraßen (mindestens 0,5…0,6 m dicke Tragschicht mit verdichtungsfähigen und gebrochenem Material auf einem Geotextil) angelegt werden. Bei Schwerlastfahrzeugen größeren Gewichts (Autokräne, Drehbohranlagen) müssen eine Verdickung der Baustraßen oder zusätzliche Hilfsmaßnahmen (Baggermatratzen o.ä.) eingeplant werden.

Alle Maßnahmen zum Schutz des Planums gegen Oberflächenwasser gem. VOB sind unbedingt zu beachten. Werden die o.g. Vorgehensweisen nicht eingehalten oder nicht rechtzeitig ausgeführt, so gehen die bindigen Böden in Bodenklasse 2 (n. DIN 18 300-2012) über, was zu entsprechenden Mehrkosten führt.

6.2 Wiederverfüllung / Arbeitsraumverfüllung

Die aufgefüllten Böden, Decklehme, tertiär-Tone und auch der Hangschutt können nicht zur Wiederverfüllung verwendet werden. Es sollte zunächst davon ausgegangen werden, dass die Aushubböden abgefahren werden müssen, da ein Trennen der nichtbindigen und bindigen Bereichen bautechnisch nur sehr schwer zu realisieren sein wird. Weiterhin hat der Hangschutt hohe bindige Anteile, was in niederschlagsreichen Zeiten nur zu unzureichenden Verdichtungsergebnissen führen wird.

Die bindigen Deckschichten können nur mit Zusatzmaßnahmen (z.B. Bodenverbesserung mit geeignetem Bindemittel; bodenmechanische Eignungsprüfung und Einstufung nach LAGA-Zuordnungsklasse erforderlich) ausreichend verdichtet werden. Ansonsten können sie nur in unbelasteten Bereichen, wie z.B. Grünflächen, in denen Sackungen in Kauf genommen werden können, zur Verfüllung verwendet werden.

Generell müssen in den Arbeitsräumen ein gut abgestuftes und verdichtungsfähiges Mineralgemisch (z.B. Kiessand oder Naturhartschotter, GW / GI nach DIN 18196) verwendet und lagenweise eingebaut sowie verdichtet (100 % der einfachen Proctordichte) werden, um spätere Sackungen auszuschließen.

Die Verdichtung ist lagenweise mit Verdichtungsüberprüfungen nach DIN 18134 oder dem leichten Fallgewichtsgerät nach TP BF StB B 8.4 und bei tiefer reichender Arbeitsraumauffüllung (> 1,0 m

Dicke) mit Rammsondierungen nach DIN EN 22476 zu überprüfen. Die Verdichtungsüberprüfungen sind nach Lage und Höhe zu dokumentieren und die Protokolle der BÜ oder dem geotechnischen Sachverständigen zu übergeben. Besonders sorgfältig sind die Verfüllungen bei überbauten Flächen oder im Bereich des Bestandes auszuführen.

6.3 Böschungen

6.3.1 Böschungen

Unter Beachtung der DIN 4124 kann während der Bauzeit in der Auffüllung, den Decklehmen, den Kiessanden und dem Hangschutt mit 45° geböscht werden. In den aufgefüllten Böden können sich jedoch auch flachere Böschungswinkel (ca. 35-40°) einstellen. Im Tertiär-Ton (mind. steife bis halbfeste Konsistenz sind auch Böschungswinkel bis 60,0° möglich, während in den Basaltdecken (in Abhängigkeit von Klüftung, Spalten etc.) zwischen ca. 50,0…70,0° geböscht werden kann

Die o.g. Böschungswinkel gelten nur für erdfeuchte Böden und für Böschungshöhen bis 5,0 m. Können die in DIN 4124 genannten Mindestabstände und zulässigen Lasteintragungen aus Verkehrslasten (z.B. Bauverkehr, Autokran) nicht eingehalten werden oder ergeben sich größere Baugrubentiefen, so sind Standsicherheitsberechnungen nach DIN 4084 erforderlich. Im Bereich des Grünen Vermittlers werden sich Böschungshöhen > 5,0 m ergeben, so daß hier entsprechende Gelände-/Böschungsbruch-Nachweise zur Festlegung der zulässigen Böschungswinkel und ggf. Bermen notwendig werden.

Eine abschließende Bewertung bezüglich der Standsicherheitssituation der Baugrube kann erst nach Vorlage aller Bauunterlagen nach DIN 4124, Abschnitt 3 (z.B. Schalplan, Leitungen, Abstand angrenzender Bauwerke etc.) erfolgen.

Die Aushubsituation ist anhand von Schnitten zu überprüfen. Es müssen vor Ausführung der Erdbauarbeiten für die Aushubarbeiten am Bestand mehrere Schürfe zur Klärung/Einmessung der Bestandsgründungssohlen durchzuführen.

Sofern **Dauerböschungen** geplant sind, sind diese, in Abhängigkeit vom Material (Scherfestigkeit), mit einem Böschungsverhältnis von 1 : 1,5 bis 1 : 2 (33,5° bis 26,5°) anzulegen.

6.3.2 Baugrubensicherung

Sofern eine Baugrubensicherung erforderlich wird (ist derzeit unklar), bietet sich als Baugrubensicherung ein gegenüber der Pfahlwand kostengünstigerer, gebohrter Trägerverbau mit

Spritzbeton- oder Betonverzug an. Ein Holzverzug (sogenannter Trägerbohlwand- oder Berliner Verbau) ist nicht zu empfehlen, da der Verbau wahrscheinlich auf Dauer im Baugrund verbleiben soll (verlorene Schalung).

Aufgrund der hohen Widerstände/Lagerungsdichte der Böden (Hangschutt, Kiessande, Tertiär-Tone, Basaltdecken) und je nach Dielentiefe (OK Fels-Verwitterungszone/Fels-Zone) ist eine eingerammte, eingerüttelte (Schwingungsübertragung auf Nachbarbebauung oder Leitungen) oder eingedrückte Spundwand (Einbringhilfen erforderlich) nicht zu empfehlen bzw. nicht möglich. Im Bereich der Basaltdecken ist mit sehr hoher Abrasion der Bohrwerkzeuge zu rechnen (Meißelarbeiten erforderlich), so daß auch Bohrarbeiten hier möglichst vermieden werden sollten.

Der Hohlraum zwischen Träger und Bohrloch ist kraftschlüssig bis zur GOK zu verfüllen. Generell sind die Träger zunächst als verloren zu betrachten, da ein Ziehen potenziell zu Sackungen in der Auffüllung bzw. dem Hangschutt/Hanglehm führen wird. Sofern die Träger gezogen werden, sind die Trägerlöcher mit qualifiziertem, riesel- und verdichtungsfähigem Material kraftschlüssig zu verfüllen. Die Art und Ausführung der Verfüllung ist von den ausführenden Firmen darzustellen und für jeden Träger zu protokollieren. Die Trägerverfüllungen sind vor Ausführung der BÜ anzuzeigen.

Beim Trägerverbau muss unbedingt auf eine satte Hinterfüllung ohne tiefreichende Störung geachtet werden. In stark rolligen Bereichen der Auffüllung kann der Boden schon bei geringen Aushubtiefen (dm-Bereich) herausrieseln, so dass zusätzliche Maßnahmen (Verpressen mit Zementmilch) notwendig werden können. Entsprechende Positionen sind in der Ausschreibung vorzusehen.

Der Verbau ist so auszuführen, dass Wasser drucklos zwischen der Ausfachung abfließen kann. Wird ein Betonverzug ausgeführt, ist zwischen anstehenden Boden und Beton eine Dränmatte/Filtervlies einzubauen, wobei das Wasser durch Durchlässe rückstaufrei in die Baugrube gelangen muss. Die Verfüllung der Bohrlöcher/Träger im Einbindebereich ist sehr sorgfältig mit Beton durchzuführen.

Der Trägerverbau kann nur im lastabstrahlfreien Bereich bzw. wenn ein genügend großer Abstand zum Bestand gegeben ist, eingebaut werden. Ist nach EAB (s.u.) ein kleiner Abstand der Bebauung gegeben, muss eine tangierende Pfahlwand ausgeführt werden.

Grundsätzlich müssen vor Durchführung von Baugrubensicherungen alle bestehenden Leitungen/Sparten genau bekannt sein. Weiterhin ist in jedem Fall eine Kampfmittelerkundung aller Trägerbohrungen oder sonstiger Eingriffe über Bohrungen/Rammungen gemäß

Anforderungen/Merkblatt Kampfmittel des KBD Rheinland-Pfalz über entsprechende Kampfmittelbohrungen und –sondierungen vorzunehmen.

Bei jeder Baugrubensicherung sind im Zuge der statischen Bemessung der Baugrubensicherung die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB, neueste Auflage) der Deutschen Gesellschaft f. Geotechnik zu beachten. Im Bereich jedweder baulichen Anlagen muss ein erhöhter, aktiver Erddruck (50,0% Erdruhedruck) angesetzt werden.

Grundsätzlich sollten Rückverankerungen nach DIN EN 1537 vermieden werden, da ansonsten tiefer reichende Erkundungen notwendig wären sowie und bauliche Anlagen angrenzen. Sofern eine Rückverankerung aus bautechnischen Gründen unvermeidbar ist, ist diese unbedingt zwischen Statiker, Planer und geotechnischen Sachverständigen abzustimmen.

Anmerkung:
Sofern eine Baugrubensicherung ausgeführt werden muss, muss im Bereich des Baufeldes eine lagenweise verdichtete Anschüttung stattfinden, damit ein genügend tragfähiges Bohrplanum für die Drehbohranlage (Arbeitsgewicht ca. 60,0…80,0 to) vorhanden ist. Die zu ertüchtigenden Baustraßen/Zuwegungen, Zufahrtsrampen und Aufstellflächen sind in einem Baugrubenplan darzustellen.

6.4 Wasserhaltung

Die Durchlässigkeit des Untergrunds reicht nicht aus, um zufließendes Oberflächenwasser, insbesondere bei starken, langanhaltenden Niederschlägen kurzzeitig versickern zu lassen. Daher muss während der Bauzeit eine offene Wasserhaltung mit Drängräben und Pumpensümpfen vorgesehen werden.

Schichtwasser kann in Zeiten langanhaltender oder extremer Niederschläge auch dicht unter Gelände vorkommen, so daß in der Aushubphase mit Schichtwasser gerechnet werden muss.

Aus den vorgenannten Gründen ist für die geplanten Baugruben eine offene Wasserhaltung einzuplanen.

Es ist daher für die Baugrube ein umlaufender Drängraben mit mehreren, unter das Aushubplanum reichende, perforierte Pumpensümpfe (d=1,0…1,5 m) als offene Wasserhaltung einzuplanen. Zur Trennung des Filterkieses vom Baugrund ist in die Drängräben ein Filtervlies der GRK >=3 zur Trennung zu legen. In die Pumpensümpfe (im Förderbereich perforiert) ist Filterkies mit einem Pegelrohr DN 400 für die Tauchmotorpumpen einzubringen, wobei zwischen perforierter

Schachtwandung und Filterkies ein trennendes Filtervlies notwendig wird (so daß die Pumpen nicht durch Eintreiben von Feinteile zugesetzt werden).

Die Wasserhaltungsmaßnahmen sind auf das jeweilige Gründungskonzept abzustimmen und der Platzbedarf bei der Baugrubenerstellung zu berücksichtigen. Für das im Rahmen von Wasserhaltungsmaßnahmen anfallende Wasser ist eine ausreichende Ableitung sicherzustellen.

6.5 Planum, Bodenaustausch/Tragschicht und Fundamentvertiefungen

Bei Ausführung des Bodenaufbaus/Bodenaustauschs ist nachfolgend zu beachten:
Zur Herstellung des Erdplanums ist der humose Oberboden zu entfernen. Sofern im Niveau des geplanten Erdplanums z.T. durch den Niederschlag aufgeweichte Bereiche oder bindige Böden auftreten, sind diese durch einen Bodenaustausch zu ersetzen. Entsprechende Positionen sind im LV vorzusehen.

Bodenaufbau/Bodenaustausch bzw. Tragschicht

Für die Tragschicht bzw. den Bodenaustausch/Bodenaufbau ist ein gut verdichtbares und gut abgestuftes, qualifiziertes Material (mind. Frostschutzqualität n. ZTV SoB-StB 2004 / Fassung 2007, z.B. Naturhartschotter 0/45 o. 0/56) zu verwenden, das lagenweise verdichtet eingebaut werden muss. Für das Tragschichtmaterial sind entsprechende Prüfzeugnisse von anerkannten Prüflabors vor Einbau vorzulegen. Beim Bodenaufbau muss berücksichtigt werden, dass es eine gute Durchlässigkeit aufweisen muss (kf-Wert > $1{,}0*10^{-4}$ m/s), damit auftretendes Schichtwasser der Dränage zufließen kann. Unterhalb des Bodenaustausch ist trennendes Filtervlies der Geotextilrobustheitsklasse >=4 zu verlegen.

Für den Bodenaustausch/Bodenaufbau als Tragschicht (GW/GI-Boden nach DIN 18196) ist im **Bereich der Bodenplatte (ohne besondere Nutzungsanforderungen)** ein Verdichtungsgrad von mind. 97,0 % der einfachen Proctordichte bzw. ≥80,0 MN/m² (E_{v2}-Wert) nachzuweisen. Hierzu sind auf der Oberfläche des eingebauten Bodenaustausches statische Plattendruckversuche n. DIN 18 134 durchzuführen. Das Ausmaß der Prüfungen ist mit dem geotechnischen Sachverständigen abzustimmen. Zwischen Tragschicht und dem Erdplanum ist ein Kombinationsgeotextil Geogitter/Filtervlies der Geotextilrobustheitsklasse (GRK)>= 4 zu verlegen.

Fundamentvertiefungen (nur falls erforderlich)

Unter Beachtung der DIN 4124 müssen die Baugruben für die Fundamentvertiefungen aus unbewehrtem Beton entsprechend geböscht werden, woraus sich ein nicht unbeträchtlicher Mehraushub und Betonverbrauch ergibt. Wird die Fundamentvertiefung mit schmaler Schaufel

durchgeführt, so bleibt bei vorsichtiger, senkrechter Abschachtung der Mehrausbruch gering, wenn sofort mit Beton aufgefüllt wird. Die Löcher dürfen allerdings nicht betreten und die Böschungskanten nicht befahren/betreten werden. Die jeweils erreichbaren Einsparungen richten sich nach dem Anteil an Sand in den Decklehmen (je mehr. Sand, desto flachere Böschungen). Fundamentvertiefungen müssen am gleichen Tag ausgehoben und betoniert werden. Wir empfehlen einen Unterwasserbeton zu verwenden, so daß auch bei höheren Grundwasserständen betoniert werden kann.

6.6 Abdichtung und Dränage

Die das Gebäude umgebenden Flächen müssen so ausgebildet werden, dass das Oberflächenwasser vom Gebäude weggeführt wird.

Es gelten folgende Wassereinwirkungsklassen nach DIN 18533-1: 2017-07:

In Abhängigkeit der Höhe des Stauwasserstandes oder Höhe des Bemessungswasserstandes über der untersten Abdichtungsebene ergeben sich folgende Wassereinwirkungsklassen:

Bauteile unterhalb der Bemessungswasserstandes:

Wassereinwirkungsklasse W 2.1-E (Druckwassereinwirkung <3,0 m), Abdichtung nach Abschnitt 8.6.1 der DIN 18533 oder gleichwertig

Wassereinwirkungsklasse W 2.2-E (Druckwassereinwirkung >3,0 m), Abdichtung nach Abschnitt 8.6.2 der DIN 18533 oder gleichwertig

Bauteile mind. 0,5 m oberhalb der Bemessungswasserstandes:

Wassereinwirkungsklasse W 1.2-E (nur wenn Dränung nach DIN 4095 ausgeführt wird), Abdichtung nach Abschnitt 8.5.1 der DIN 18533 oder gleichwertig

Um einen unkontrollierten Aufstau von „Schichtwasser“ in den Arbeitsräumen zu vermeiden, ist eine Dränage nach DIN 4095 unbedingt erforderlich. Unter der Bodenplatte ist der Bodenaustausch bei umlaufenden Streifenfundamente durch Durchbrüche mit der Seitenwanddränage hydraulisch zu verbinden. Wir empfehlen eine Dränageplanung vorzunehmen, damit Gefällesituation, Schächte, Rohrleitungen etc. aus qualifiziertem Material und mit notwendigem Gefälle/Ableitpunkten geplant werden. Fällt bereits während der Baumaßnahme viel

Schichtwasser an der Bergseite an, kann eine Flächendränage unter den Bodenplatten empfehlenswert sein. Unter die Bodenplatte reichende Bauteile (Schächte, Zisternen etc, müssen wasserdicht und auftriebssicher hergestellt werden.

Für das anfallende Drainwasser ist eine ausreichende und sichere Vorflut zu schaffen (z.B. Entwässerung in die Kiessande über Sickerfenster im Bereich Klostergarten/Ahrweg oder Entwässerung in die Ahr).

Es muss beachtet werden, dass die potenziell vorhandenen Gebäudedränagen/Entwässerungen angeschnitten werden. Eine frühzeitige Recherche der vorhandenen Entwässerung ist daher unumgänglich. Die Planung / Dimensionierung der Dränage sollte möglichst früh erfolgen, damit entsprechende Maßnahmen beim Aushub berücksichtigt werden können. Es ist eine ingenieurtechnische Planung der Entwässerung/Dränage notwendig, wobei diese auf die Planung der Außenanlagen abgestimmt werden muss.

Dann müssen die unterhalb der Bemessungswiderstände liegenden Bauteile wasserdicht und auftriebssicher entsprechend der DIN 18533: 2017-07 oder als „Weiße Wanne“ bzw. wasserdichte Baukonstruktion nach DIN 1045 ausgebildet werden. In Abhängigkeit von den Anforderungen an Wasserdichtigkeit ist die Betonrezeptur, die Konstruktion und die Herstellung der Weißen Wanne („Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)“-2017-12) entsprechend sorgfältig zu planen.

Bei der Herstellung eines wasserundurchlässigen Bauwerks aus Beton muss hier gem. der DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie)“ (2017-12) in Abhängigkeit der jeweiligen Höhenlage, die entsprechende Beanspruchungsklasse berücksichtigt werden. Es sind durch den Fachplaner/Architekten die Nutzungsklassen zu berücksichtigen.

7 Bewertung Bodenaushub

Beim Aushub der Baugruben fällt generell **Auffüllungsmaterial** an. Sofern Boden abgefahren werden muss, müssen die aufgefüllten Böden bezüglich ihrer umweltrelevanten Inhaltsstoffe untersucht und in die LAGA-Richtlinie bzw. Deponieverordnung DepV eingeordnet werden (Zuordnungsklassen oder Deponieklassen).

Grundsätzlich gilt:
Auffüllungen weisen generell eine inhomogene, kleinräumig wechselnde Zusammensetzung auf. Sollte beim Aushub verunreinigtes Material auftreten, so ist dieses separat gesichert (z. B. in wasserdichten Containern) zu lagern. Für die weiteren erforderlichen Maßnahmen zur sachgerechten und kostenreduzierenden Behandlung der vorgefundenen Situation ist die Kühn Geoconsulting GmbH hinzuzuziehen. Die Aushubarbeiten sind jeweils zu unterbrechen, damit keine Folgeschäden verursacht werden. Die Untersuchung des Bodens muss dann nach der entsprechenden Verwaltungsvorschrift des Landes Rheinland-Pfalz (LAGA - Richtlinie[1]) erfolgen bevor eine entsprechende Verwertung/Entsorgung möglich ist.

Anmerkung:
Es wurden bereits Proben fachgerecht aus der Auffüllung entnommen und können entsprechend nach den Vorgaben der LAGA und DepV analysiert werden. Diese Ergebnisse werden in einem eigenen Bericht dargestellt werden.

[1] **LAGA - Richtlinie:** Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen und Abfällen - Technische Regeln; Mitteilungen der LAGA; Stand: 06.11.2003 und 05.11.2004.

8 Schlussbemerkung

Die Beschreibung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse beruht auf punktuellen Aufschlüssen, zwischen denen linear interpoliert wurde. Abweichungen von den hier beschriebenen Verhältnissen sind zwischen den Bohr-/Rammansatzpunkten möglich. Dem Baugrundgutachter muss Gelegenheit zur Überprüfung des Baugrunds (Gründungssohlen, Böschungen etc.) während der Aushubarbeiten gegeben werden.

Die Einteilung der Schichten und Bodenklassen fand nach der VOB/DIN 18300 (2012) und 18301 (2006) statt. Außerdem wurde eine Einteilung in Homogenbereiche (DIN 18300/2015) dargestellt.

Wir weisen darauf hin, dass es durch Baubehelfe, Baugrubensicherungen etc. zu besonderen Lasteinwirkungen oder tiefen Baugrundeingriffen kommen kann, die durch die o.g. geotechnischen Untersuchungen nicht abgedeckt sind. Hier sind dann in jedem Fall ergänzende Abstimmungen mit dem geotechnischen Sachverständigen erforderlich

Wir weisen auf den orientierenden Charakter des vorliegenden geotechnischen Berichts hin. Es sind noch ergänzende Erkundungen/Ausarbeitungen notwendig, da auch die zulässigen Sohldruckspannungen etc. noch nicht dargestellt wurden.

Ergeben sich Planungsänderungen, so ist der Baugrundgutachter zu benachrichtigen, da dann ggf. eine Überarbeitung des Gutachtens erfolgen muss. Unter Umständen werden dann weitere ergänzende Untersuchungen notwendig.

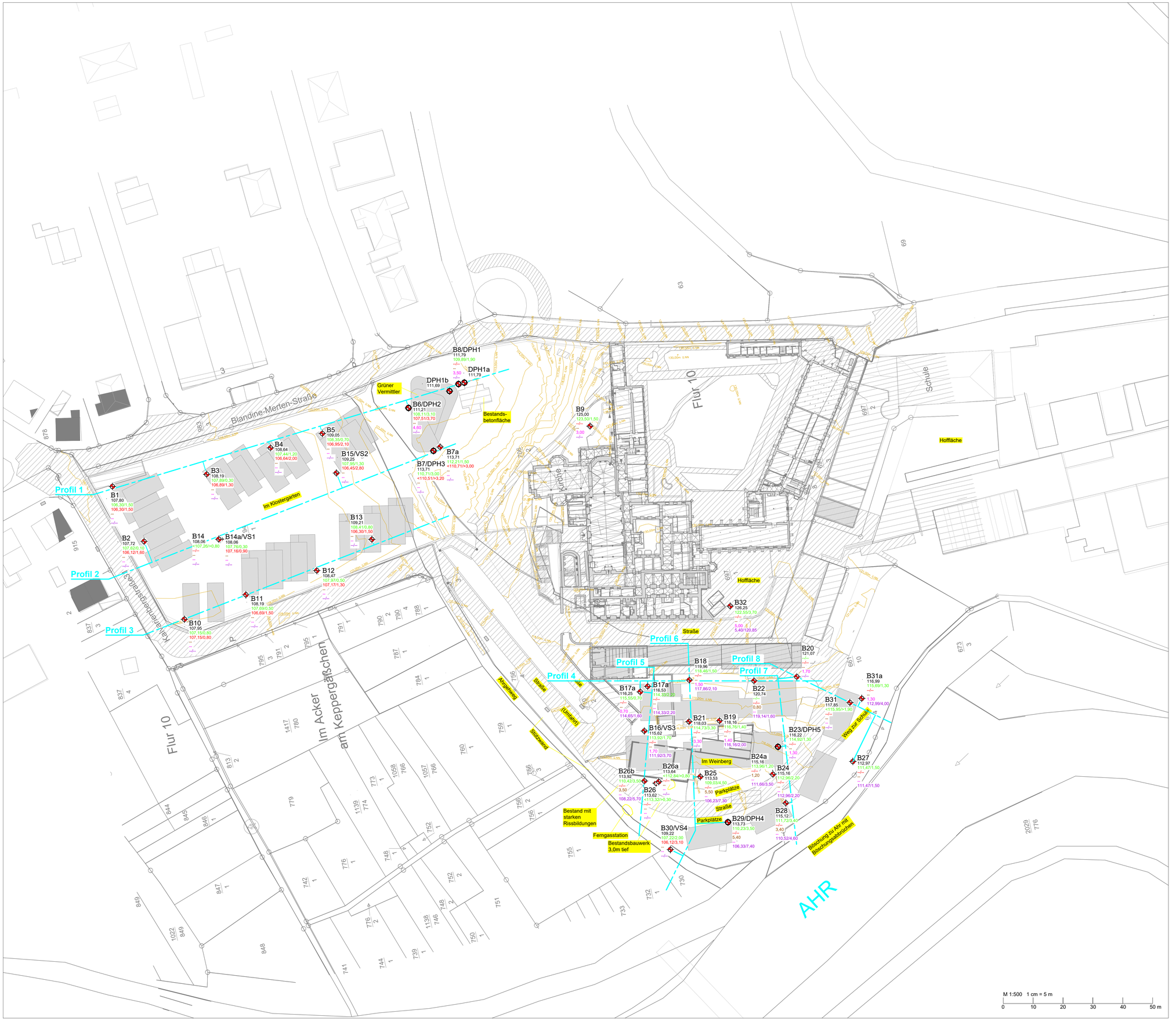
Bonn, den 27.10.2022
Kühn Geoconsulting GmbH

ppa.

……..	……..
Dipl.-Geol. Dirk Blume	Dipl.-Ing. Jörg Kimich
Prokurist	Geschäftsführer
KÜHN Geoconsulting GmbH	

Anlagen:
1. Lageplan
2. Bohrprofile
3. Laborergebnisse / Versickerungsversuche

∅ Calvarienberg GmbH, Bürgerbräu | 12 Büttnerei, Frankfurter Straße 87, 97082 Würzburg
3 x per Post,
per E-Mail: m.hannweber@archicult.de



Zeichenerklärung

B6	Lage und Nummer der Bohrung
DPH2	Lage und Nummer der schweren Rammsondierung
111,21	Höhe des Ansatzpunktes [m ü. NHN]
108,11/3,10	UK Auffüllung [m ü.NHN] / Dicke [m]
3,70/107,51	OK Kiessande unter GOK [m] / [m ü.NHN]
–/–	OK Hangschutt unter GOK [m]
4,60	OK Tertiär-Ton unter GOK [m]
–/–	OK Fels [m ü.NHN] / unter GOK [m]
Profil 1	Lage und Nummer des Bohrprofils

INDEX	Art der Änderung	Datum	Name
D			
C			
B			
A			

Projekt / Bauvorhaben:
Revitalisierung Kloster "Calvarienberg" in Bad Neuenahr-Ahrweiler
(Wohnen "Im Klostergarten" und Wohnen "Im Weinberg")

Auftraggeber / Bauherr:
Kloster Calvarienberg GmbH
Bad Neuenahr-Ahrweiler

Planverfasser:
KÜHN Geoconsulting GmbH
Auf der Kaiserfuhr 39
D-53127 Bonn
Tel.: +49 228 98972-0
Fax.: +49 228 98972-11
www.geoconsulting.de

Planbenennung: **Lageplan**

Gutachten / Planungsstand: **orientierendes Baugrundgutachten G01**

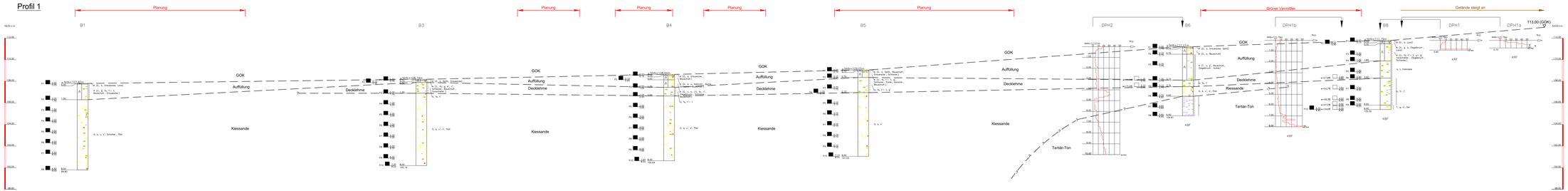
Anmerkungen:
Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach Bauniveliement, kein Vermesseraufmaß.

Plan erstellt nach Vorlagen von:
Archicult GmbH

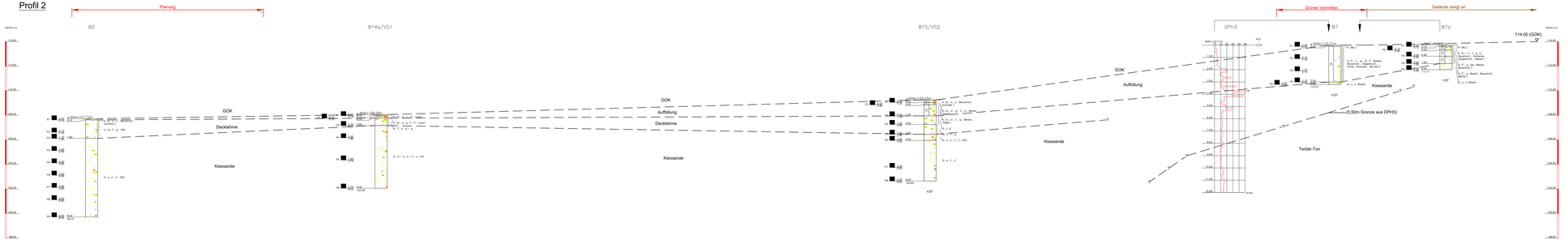
Bearbeitung:	D. Blume	Planname:	2220539_BG_G01_A1	Datum:	02.11.2022
Zeichnung:	J. Kubsch	Plangröße:	1000 x 700	Anlage:	1
Projekt-Nr.:	2220539	Maßstab:	1 : 500		

2220539_BG_G01_01.dwg_14.11.2022

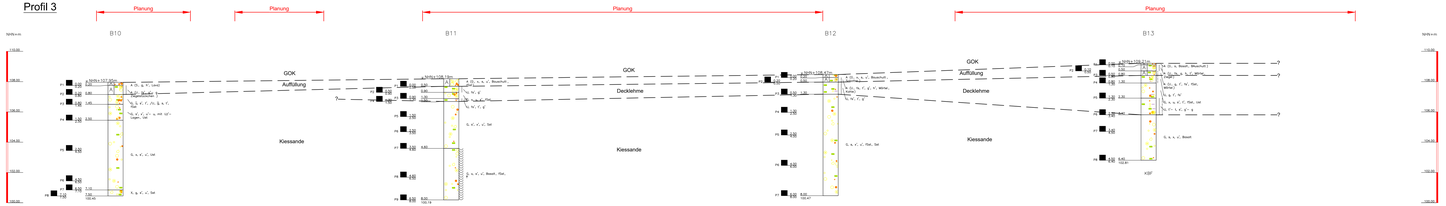
Profil 1



Profil 2



Profil 3



Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodenarten nach DIN EN ISO 14688-1

		Kz
Auffüllung		A
Ton	tonig	T
Schluff	schluffig	U
Sand	sandig	S
Kies	kiesig	G
Steine	steinig	X
Blöcke	mit Blöcken	Y
Lehm	lehmig	L
Mudde	organisch	F
Torf	humos	O
Beiumischte	mit Beimischung	Bs

Korngrößen

fein	f
mittel	m
grob	g

Nebenanteile

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

Konsistenz

	Sng
breiig	F
weich	'
steif	'
halbfest	
fest	

Feuchtigkeit: feucht f

Schichtgrenzen, interpoliert

Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476

Schlagzahl für 0,10 m Eindringtiefe

Nr.	Rammsondierung	ps	DPH	DPH
1	Leichte Rammsondierung	10 cm	10 cm	10 cm
2	Mittelschwere Rammsondierung	10 cm	10 cm	10 cm
3	Schwere Rammsondierung	10 cm	10 cm	10 cm
4	Superschwere Rammsondierung	10 cm	10 cm	10 cm

Felsarten nach DIN EN ISO 14689-1

		Kz
Fels, allgemein		Z
Fels, verwittert		Zv
	Sandstein	Sst
	Kalkstein	Kst
	Feinsandstein	Fst
	Schluffstein	Ust
	Tonstein	Tst
	Mergelstein	Mst
	Kalkstein	Kst
	Basalt	Ba
	Basalt	Ba
	Tuff	Tu

Klüftung: MU, SU, KKF

Grundwasser angebohrt
Grundwasser nach Bohrende
Ruhewasserstand
Schichtwasser
Grundwasserabsenkung
Grundwasser, versickert
k_f-Wert-Bestimmung
Sonderzeichen
Wassergehalt
Glühverlust
kein Bohrfortschritt
kein Rammfortschritt

INDEX	Art der Änderung	Datum	Name
D			
C			
B			
A			

Projekt / Bauvorhaben:
Revitalisierung Kloster "Calvarienberg" in Bad Neuenahr-Ahrweiler
(Wohnen "Im Klostergarten" und Wohnen "Im Weinberg")

Auftraggeber / Bauherr:
Kloster Calvarienberg GmbH
Bad Neuenahr-Ahrweiler

Planverfasser:
KÜHN Geoconsulting GmbH
Auf der Kaiserfurth 39
D-53127 Bonn

Tel.: +49 228 98972-0
Fax.: +49 228 98972-11
www.geoconsulting.de

Planbezeichnung:
Profile 1 - 3 "Im Klostergarten" und Grüner Vermittler

Gutachten / Planungsstufe:
orientierendes Baugrundgutachten G01

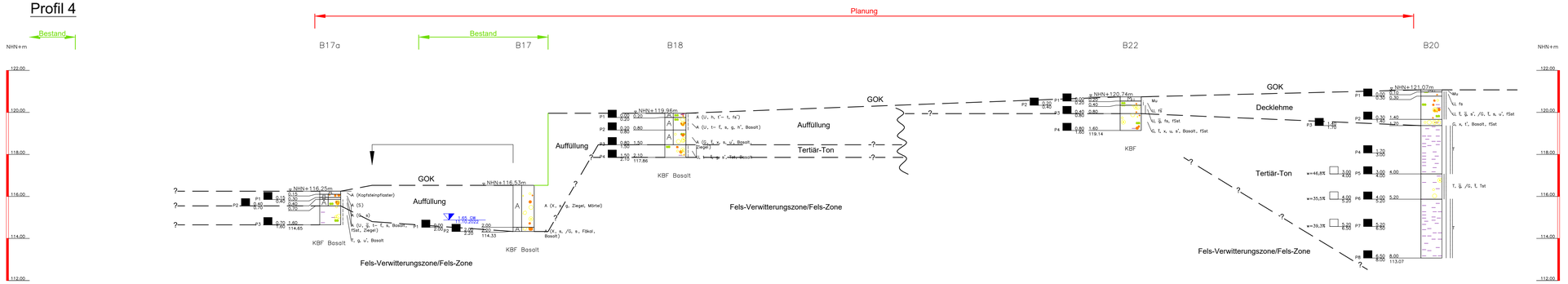
Anmerkungen:
Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach Bauniveliement, kein Vermessenaufmaß.

Plan erstellt nach Vorlagen von:

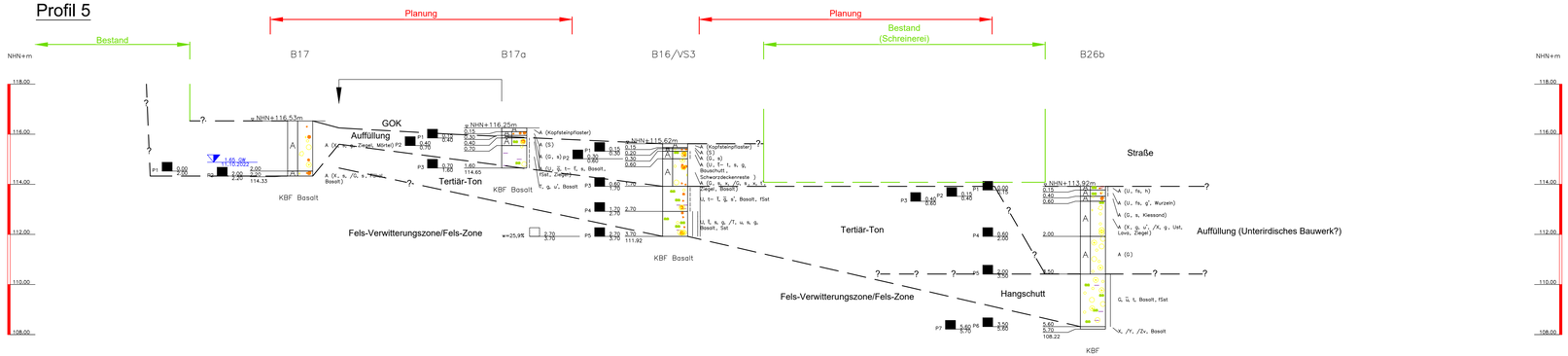
Bearbeitung:	D. Blume	Planname:	2220539_BG_G01_A2.1	Datum:	02.11.2022
Zeichnung:	U. Kubsch	Plangröße:	1700 x 590	Anlage:	**2.1**
Projekt-Nr.:	2220539	Maßstab:	1 : 100		

2220539_BG_G01_01.dwg, 14.11.2022

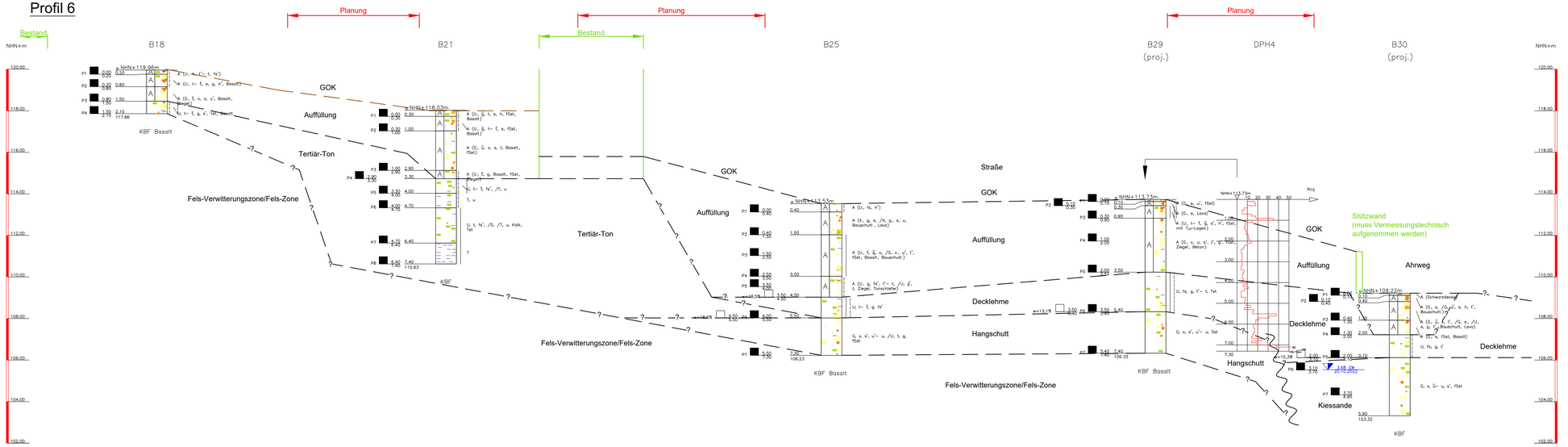
Profil 4



Profil 5



Profil 6



Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodenarten nach DIN EN ISO 14688-1

Mutterboden		Mu	
Auffüllung		A	
Ton	tonig	T	t
Schluff	schluffig	U	u
Sand	sandig	S	s
Kies	kiesig	G	g
Steine	steinig	X	x
Blöcke	mit Blöcken	Y	y
Lehm	lehmig	L	l
Mudde	organisch	F	o
Torf	humos	H	h
Braunkohle	mit Braunkohle-einschlüssen	Bk	bk
Korngrößen	fein	f	
	mittel	m	
	grob	g	
Nebenanteile	schwach (<15%)	*	
	stark (ca. 30-40%)		
Konsistenz	breig	brg	
	weich	wch	
	steif	stf	
	halbfest	hfst	
	fest	fst	
Feuchtigkeit	nass	f	

Schichtgrenzen, interpoliert

Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe

	DPL	DPM	DPH
Spitzendurchmesser	3,57 cm	4,37 cm	4,37 cm
Spitzenquerschnitt	10,00 cm²	15,00 cm²	15,00 cm²
Gestängedurchmesser	2,20 cm	3,20 cm	3,20 cm
Rammbärgewicht	10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg
Fallhöhe	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm

Felsarten nach DIN EN ISO 14689-1

Fels, allgemein	Z	
Fels, verwittert	Zv	
Kongl.,Brekzie	Gst	
Sandstein	Sst	
Feinsandstein	fSst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Mergelstein	Mst	
Kalkstein	Kst	
Granit	Gr	
Basalt	Ba	
Tuff	Tu	

Klüftung

klü	klüftig	
klü	stark klüftig	

Grundwasser angebohrt

Grundwasser nach Bohrende

Ruhewasserstand

Schichtwasser

Grundwasseranstieg

Grundwasser, versickert

k_f-Wert-Bestimmung

Sonderprobe

Wassergehalt

Glühverlust

kein Bohrfortschritt — KBF

kein Rammfortschritt — KRF

INDEX	Art der Änderung	Datum	Name
D			
C			
B			
A			

Projekt / Bauvorhaben:

Revitalisierung Kloster "Calvarienberg" in Bad Neuenahr-Ahrweiler

(Wohnen "Im Klostergarten" und Wohnen "Im Weinberg")

Auftraggeber / Bauherr:

Kloster Calvarienberg GmbH

Bad Neuenahr-Ahrweiler

Planverfasser:

KÜHN Geoconsulting GmbH

Auf der Kaiserfuhr 39

D-53127 Bonn

Tel.: +49 228 98972-0

Fax.: +49 228 98972-11

www.geoconsulting.de

Planbenennung:

Profile 4 - 6 "Im Weinberg"

Gutachten / Planungsstand:

orientierendes Baugrundgutachten G01

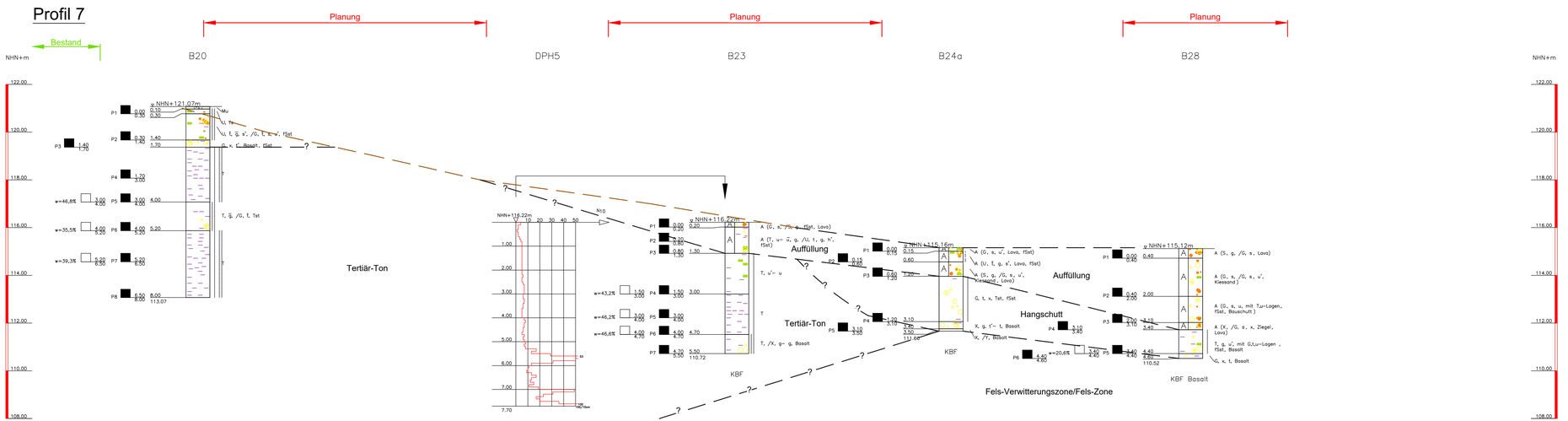
Anmerkungen:

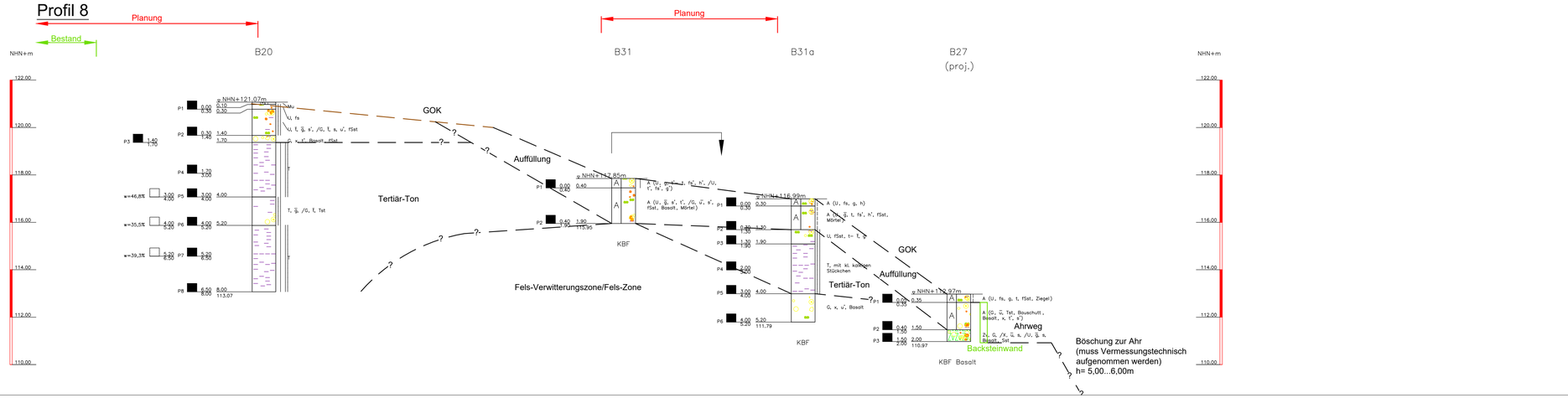
Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach Bauniveliement, kein Vermesseraufmaß.

Plan erstellt nach Vorlagen von:

Bearbeitung:	D. Blume	Planname:	2220539_BG_G01_A2.2	Datum:	02.11.2022
Zeichnung:	J. Kubsch	Plangröße:	1000 x 550	Anlage:	2.2
Projekt-Nr.:	2220539	Maßstab:	1 : 100		

2220539_BG_G01_01.dwg_14.11.2022





Zeichenerklärung nach DIN 4023

Bodenarten nach DIN EN ISO 14688-1

Mutterboden		Mu		
Auffüllung		A		
Ton	tonig	T	t	
Schluff	schluffig	U	u	
Sand	sandig	S	s	
Kies	kiesig	G	g	
Steine	steinig	X	x	
Blöcke	mit Blöcken	Y	y	
Lehm	lehmig	L	l	
Mudde	organisch	F	o	
Torf	humos	H	h	
Braunkohle	mit Braunkohle-einschlüssen	Bk	bk	

Korngrößen: fein f; mittel m; grob g

Nebenanteile: schwach (<15%) *; stark (ca. 30-40%)

Konsistenz: breiig brg; weich wch; steif stf; halbfest hfst; fest fst

Feuchtigkeit: nass f

Schichtgrenzen, interpoliert

Rammsondierung nach DIN EN ISO 22476

Schlagzahlen für 10 cm Eindringtiefe

	DPL	DPM	DPH
Spitzendurchmesser	3,57 cm	4,37 cm	4,37 cm
Spitzenquerschnitt	10,00 cm²	15,00 cm²	15,00 cm²
Gestängedurchmesser	2,20 cm	3,20 cm	3,20 cm
Rammbärgewicht	10,00 kg	30,00 kg	50,00 kg
Fallhöhe	50,00 cm	50,00 cm	50,00 cm

Felsarten nach DIN EN ISO 14689-1

Fels, allgemein	Z	
Fels, verwittert	Zv	
Kongl.,Brekzie	Gst	
Sandstein	Sst	
Feinsandstein	fSst	
Schluffstein	Ust	
Tonstein	Tst	
Mergelstein	Mst	
Kalkstein	Kst	
Granit	Gr	
Basalt	Ba	
Tuff	Tu	

Klüftung: klü klüftig; klü stark klüftig

Grundwasser angebohrt

Grundwasser nach Bohrende

Ruhewasserstand

Schichtwasser

Grundwasseransteg

Grundwasser, versickert

k_f-Wert-Bestimmung: $k_f = \frac{1,2 \cdot 10^{-4}\ m/s}{1,65 - 2,00}$

Sonderprobe

Wassergehalt: w = 9,4%

Glühverlust: Gv = 10,7%

kein Bohrfortschritt: KBF

kein Rammfortschritt: KRF

INDEX	Art der Änderung	Datum	Name
D			
C			
B			
A			

Projekt / Bauvorhaben:

Revitalisierung Kloster "Calvarienberg" in Bad Neuenahr-Ahrweiler

(Wohnen "Im Klostergarten" und Wohnen "Im Weinberg")

Auftraggeber / Bauherr:

Kloster Calvarienberg GmbH

Bad Neuenahr-Ahrweiler

Planverfasser:

KÜHN Geoconsulting GmbH

Auf der Kaiserfuhr 39

D-53127 Bonn

Tel.: +49 228 98972-0

Fax.: +49 228 98972-11

www.geoconsulting.de

Planbenennung:

Profile 7 - 8 "Im Weinberg"

Gutachten / Planungsstand:

orientierendes Baugrundgutachten G01

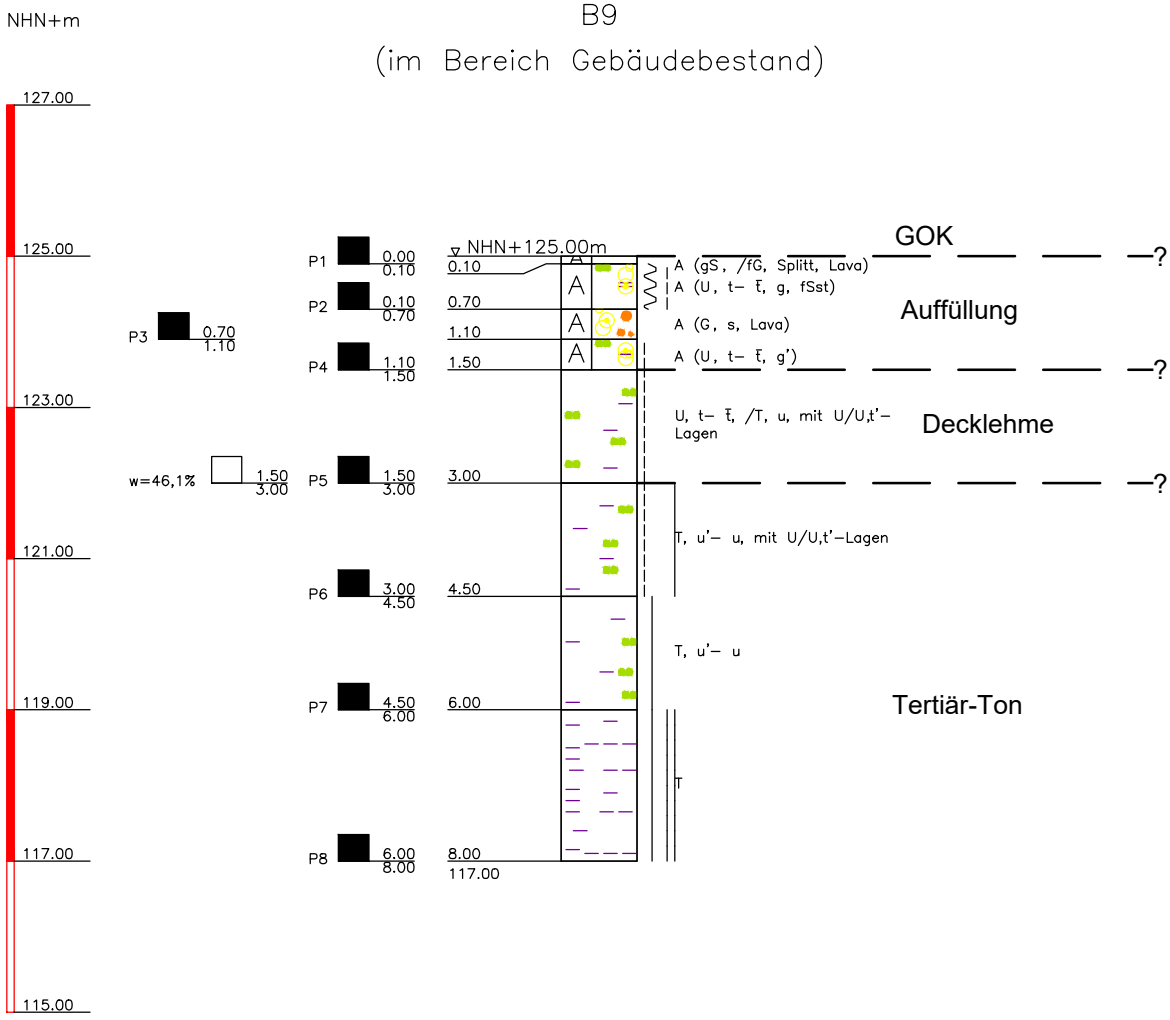
Anmerkungen:

Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Alle Höhen nach Baunivellement, kein Vermesseraufmaß.

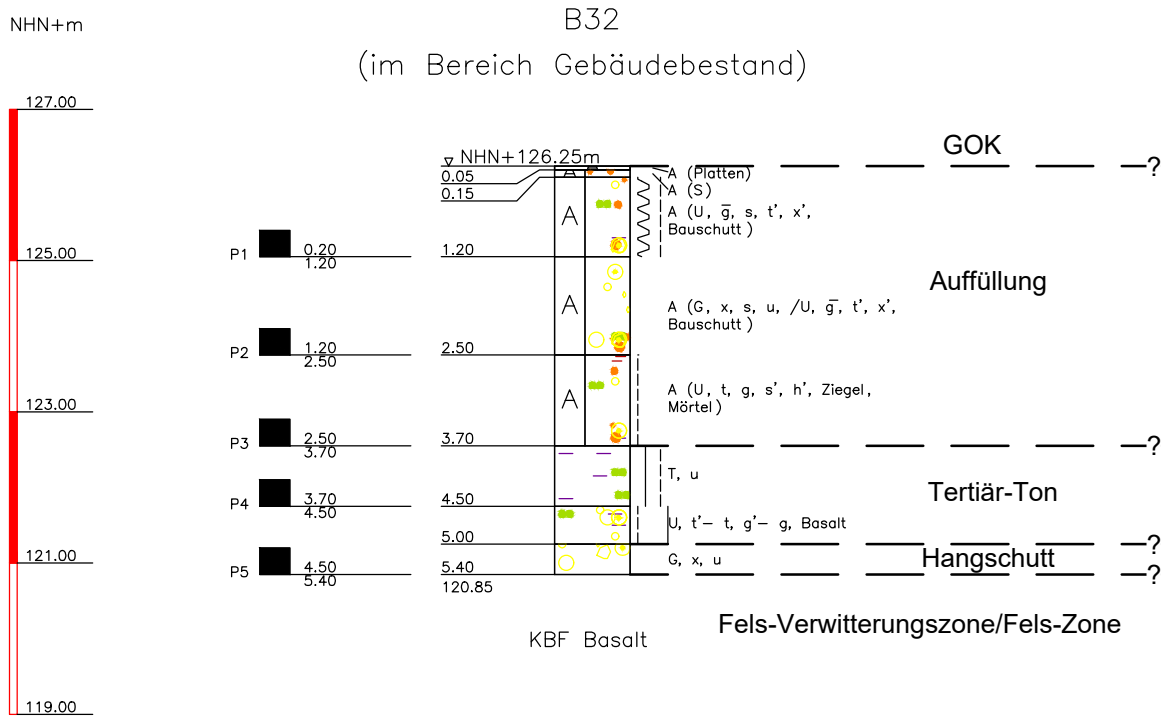
Plan erstellt nach Vorlagen von:

Bearbeitung:	D. Blume	Planname:	2220539_BG_G01_A2.3	Datum:	02.11.2022
Zeichnung:	J. Kubsch	Plangröße:	910 x 390	Anlage:	**2.3**
Projekt-Nr.:	2220539	Maßstab:	1 : 100		

2220539_BG_G01_01.dwg_14.11.2022



Bauvorhaben / Projekt: **Revitalisierung Kloster "Calvarienberg" in Bad Neuenahr-Ahrweiler** (Wohnen "Im Klostergarten" und Wohnen "Im Weinberg")			Bauherr / Auftraggeber: **Kloster Calvarienberg GmbH** Bad Neuenahr-Ahrweiler	
Planbenennung: **Bohrprofil B9** **orientierendes Baugrundgutachten G01**			Planverfasser: **KÜHN Geoconsulting GmbH** Auf der Kaiserfuhr 39 D-53127 Bonn www.geoconsulting.de	
Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Höhen nach Baunivellement.		Bearbeitung:	D. Blume	Maßstab: 1 : 100
		Zeichnung:	J. Kubsch	Datum: 02.11.2022
Dateiname: 2220539_BG_G01_A2.4		Projekt-Nr.:	2220539	Anlage: **2.4**
Plan erstellt nach Vorlagen von: -				



Bauvorhaben / Projekt: **Revitalisierung Kloster "Calvarienberg" in Bad Neuenahr-Ahrweiler** (Wohnen "Im Klostergarten" und Wohnen "Im Weinberg")		Bauherr / Auftraggeber: **Kloster Calvarienberg GmbH** Bad Neuenahr-Ahrweiler		
Planbenennung: **Bohrprofil B32** **orientierendes Baugrundgutachten G01**		Planverfasser: **KÜHN Geoconsulting GmbH** Auf der Kaiserfuhr 39 D-53127 Bonn www.geoconsulting.de		
Alle Maße und Höhenangaben sind vor Baubeginn verantwortlich zu überprüfen. Höhen nach Baunivellement.		Bearbeitung:	D. Blume	Maßstab: 1 : 100
		Zeichnung:	J. Kubsch	Datum: 02.11.2022
Dateiname: 2220539_BG_G01_A2.5		Projekt-Nr.:	2220539	Anlage: **2.5**
Plan erstellt nach Vorlagen von: -				

Kloster Cavarienberg GmbH

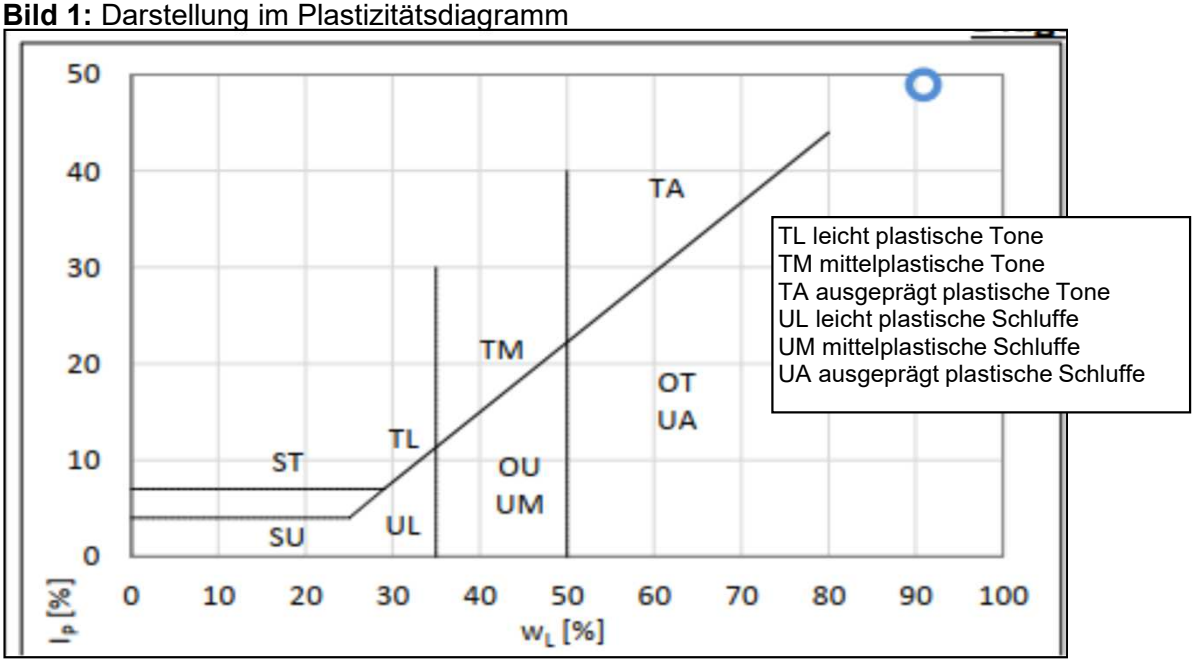
Rechtspflegeschule in Bad Münstereifel

Projekt-Nr. 2220539_BG_G01
Datum 03.11.2022
Anlage-Nr. 3.1

Tab. 1: Bestimmung der Konsistenzgrenzen n. DIN 18122

Proben-Nr.	Fließgrenze w_L [%]	Ausrollgrenze w_P [%]	Überkorn ü [%]	Wassergehalt w [%]	Plastizitätszahl I_P (I_p=wl-wp)
MP 4 (3,5…6,0	80,9	41,9	0,0	48,3	39,0

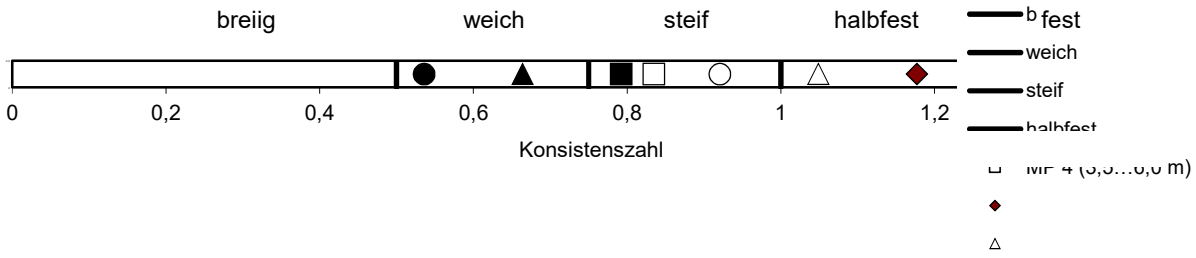
Bild 1: Darstellung im Plastizitätsdiagramm



Tab. 2: Bestimmung der Wassergehalte n. DIN 18121 und Ermittlung der Konsitenz

Proben-Nr.	Wassergehalt w [%]	Wassergehalt $w_ü$ [%]	Konsistenzzahl I_C (I_c=(wl-$w_ü$)/I_p)	Konsistenz n. DIN 18122	Bemerkungen
MP 4 (3,5…6	48,34	48,34	0,835	steif	TertiärTon
	35,00	35,00	1,177	halbfest	B 8
	40,00	40,00	1,049	halbfest	3,5…6,0 m u. GOK
	45,00	45,00	0,921	steif	
	50,00	50,00	0,792	steif	
	55,00	55,00	0,664	weich	
	60,00	60,00	0,536	weich	

Bild 2: Darstellung der Konsistenzen im Konsistenzbalken n. ATTERBERG



Bemerkung: ws näherungsweise =1,25 (n. Schultz/Muhs 1967)

	Anlage-Nr.:
	Anlage 3.2

Nasssiebung

DIN 18123 - 5.4.2

Projektbezeichnung:	Kuehn_22-114	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	22218	Projektnummer AG:	2220539

Labornummer:	2048		Eingangsdatum:	17.10.2022
Probenbezeichnung:	MP 1		Ausgeführt von:	LG
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1		Ausgeführt am:	19.10.2022
Entnahmetiefe:	1,90 - 6,00	m u. GOK	Bodenart:	G,s,u' DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	GU/GT DIN 18196

Korngröße	Masse der Rückstände	Siebrückstände als Massenanteil	Summe der Sieb-durchgänge als Massenanteil	Summe der Sieb-durchgänge v. d. Gesamtmenge
[mm]	[g]	[%]	[%]	[%]
100	0,00	0,00	**100,00**	100,00
63	0,00	0,00	**100,00**	100,00
31,5	0,00	0,00	**100,00**	100,00
16	84,46	16,77	**83,23**	83,23
8	116,57	23,14	**60,09**	60,09
4	79,49	15,78	**44,32**	44,32
2	51,84	10,29	**34,03**	34,03
1	38,06	7,56	**26,47**	26,47
0,5	28,03	5,56	**20,91**	20,91
0,25	19,13	3,80	**17,11**	17,11
0,125	16,98	3,37	**13,74**	13,74
0,063	14,89	2,96	**10,78**	10,78
< 0,063	54,32	10,78	**0,00**	0,00

Summe Rückstände:	503,77	[g]	Bodengruppe DIN 18196:	GU/GT	[-]
Trockenmasse v. Siebung:	503,77	[g]	Größtkorn:	< 31,5	[mm]
Siebverlust:	0,00	[g]	Kornform:	-	[-]
Siebverlust:	0,00	[%]	$U = (d_{60} / d_{10})$:	136,511	[-]
Anteil <0,125 mm:	13,74	[%]	$Cc = (d_{30}^2 / (d_{10} * d_{60}))$:	4,619	[-]
Anteil < 0,063 mm:	10,78	[%]	kf-Wert nach Beyer:	-	[m/s]

Bemerkungen:		geprüft: i.A.

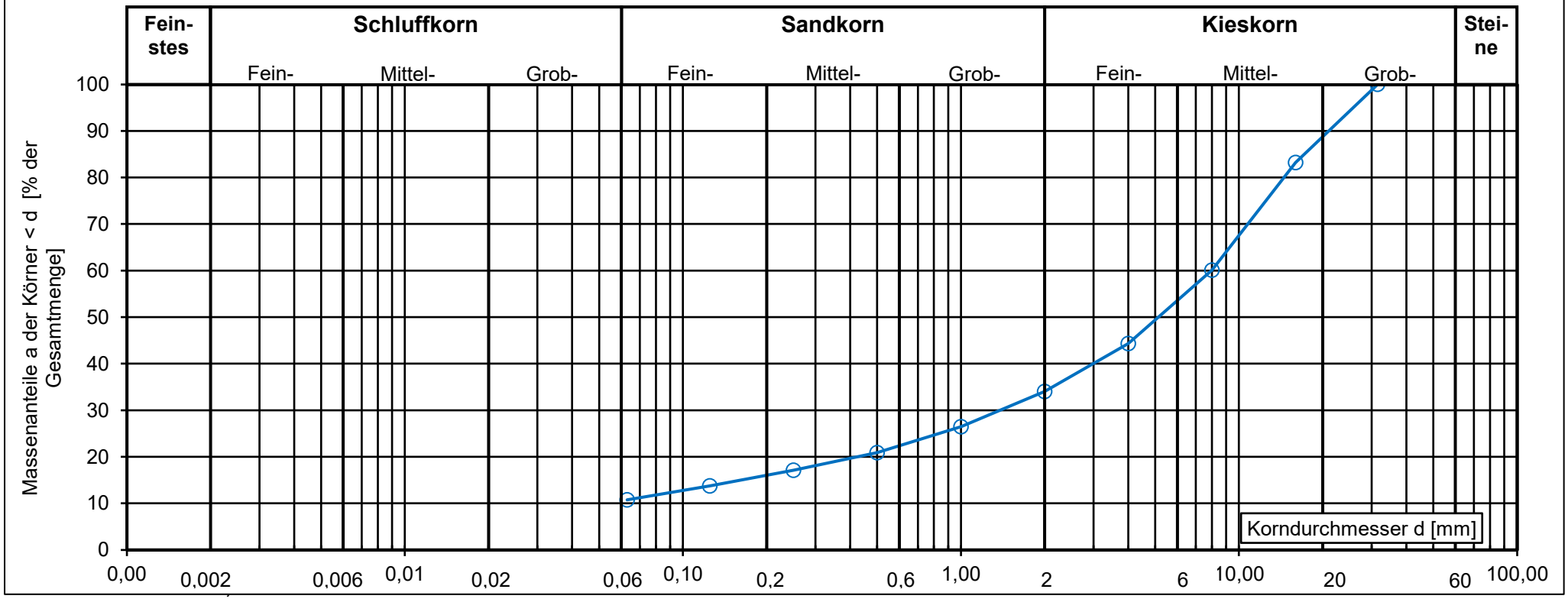
Anlage-Nr.:

Anlage 3.2

Nasssiebung

DIN 18123 - 5.4.2

Projektbezeichnung:	Kuehn_22-114	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1	Labornummer:	2048
Projektnummer:	22218	Projektnummer AG:	2220539	Probenbezeichnung:	MP 1
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Entnahmedatum:	-	Ausgeführt von:	LG
Entnahmetiefe:	1,90 - 6,00 m u. GOK	Eingangsdatum:	17.10.2022	Ausgeführt am:	19.10.2022
Art der Entnahme:	gestört	Bodenart:	G,s,u' DIN 4022	Bodengruppe:	GU/GT DIN 18196



RWTH AACHEN UNIVERSITY	Anlage-Nr.:
	Anlage 3.3

Nasssiebung

DIN 18123 - 5.4.2

Projektbezeichnung:	Kuehn_22-114	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	22218	Projektnummer AG:	2220539

Labornummer:	2049		Eingangsdatum:	17.10.2022
Probenbezeichnung:	MP 2		Ausgeführt von:	LG
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1		Ausgeführt am:	19.10.2022
Entnahmetiefe:	3,30 - 6,60	m u. GOK	Bodenart:	mG,s,fg,u',gg' DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	GU/GT DIN 18196

Korngröße	Masse der Rückstände	Siebrückstände als Massenanteil	Summe der Sieb-durchgänge als Massenanteil	Summe der Sieb-durchgänge v. d. Gesamtmenge
[mm]	[g]	[%]	[%]	[%]
100	0,00	0,00	**100,00**	100,00
63	0,00	0,00	**100,00**	100,00
31,5	0,00	0,00	**100,00**	100,00
16	37,05	8,45	**91,55**	91,55
8	156,94	35,80	**55,75**	55,75
4	53,72	12,25	**43,50**	43,50
2	39,40	8,99	**34,51**	34,51
1	28,32	6,46	**28,05**	28,05
0,5	20,54	4,69	**23,37**	23,37
0,25	16,50	3,76	**19,60**	19,60
0,125	14,47	3,30	**16,30**	16,30
0,063	13,80	3,15	**13,15**	13,15
< 0,063	57,67	13,15	**0,00**	0,00

Summe Rückstände:	438,41	[g]	Bodengruppe DIN 18196:	GU/GT	[-]
Trockenmasse v. Siebung:	438,41	[g]	Größtkorn:	< 31,5	[mm]
Siebverlust:	0,00	[g]	Kornform:	-	[-]
Siebverlust:	0,00	[%]	$U = (d_{60} / d_{10})$:	186,864	[-]
Anteil <0,125 mm:	16,30	[%]	$Cc = (d_{30}^2 / (d_{10} * d_{60}))$:	3,953	[-]
Anteil < 0,063 mm:	13,15	[%]	kf-Wert nach Beyer:	-	[m/s]

Bemerkungen:		geprüft: i.A.

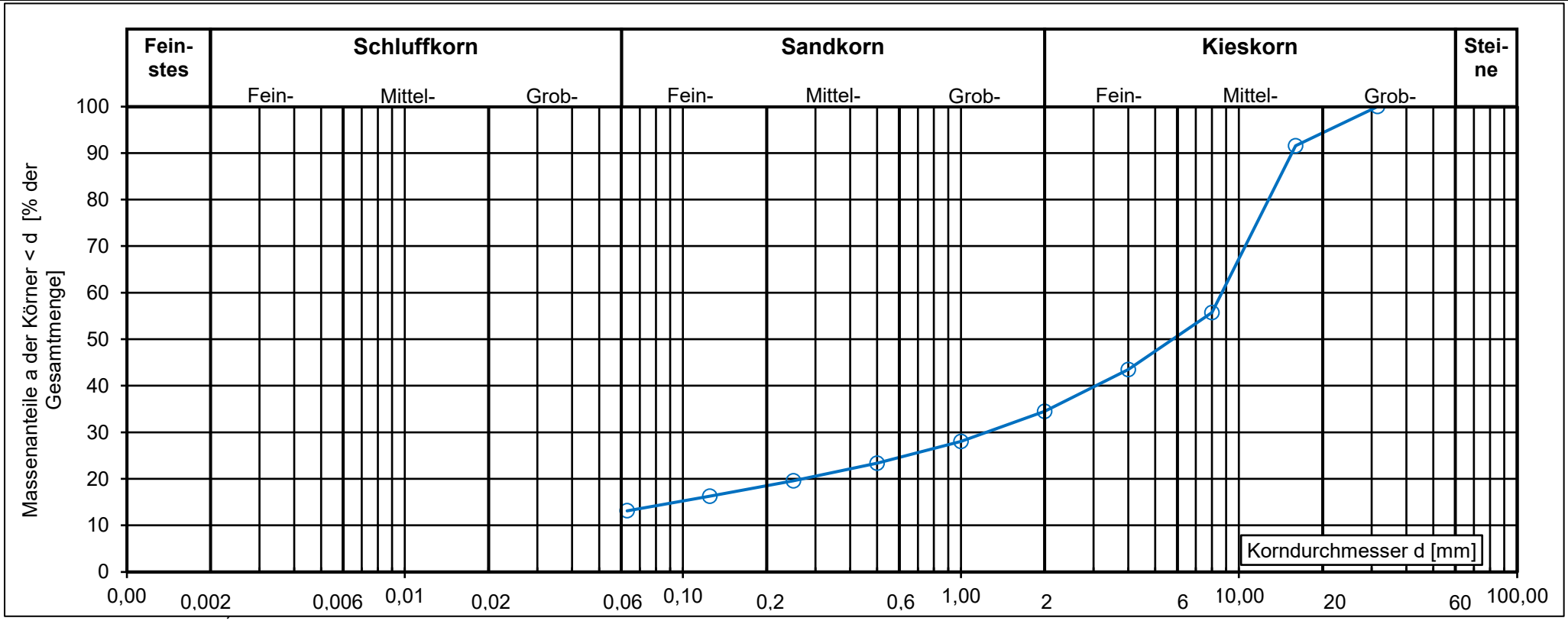
Anlage-Nr.:

Anlage 3.3

Nasssiebung

DIN 18123 - 5.4.2

Projektbezeichnung:	Kuehn_22-114	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1	Labornummer:	2049
Projektnummer:	22218	Projektnummer AG:	2220539	Probenbezeichnung:	MP 2
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Entnahmedatum:	-	Ausgeführt von:	LG
Entnahmetiefe:	3,30 - 6,60 m u. GOK	Eingangsdatum:	17.10.2022	Ausgeführt am:	19.10.2022
Art der Entnahme:	gestört	Bodenart:	mG,s,fg,u',gg' DIN 4022	Bodengruppe:	GU/GT DIN 18196



	Anlage-Nr.:
	Anlage 3.4

Nasssiebung

DIN 18123 - 5.4.2

Projektbezeichnung:	Kuehn_22-114	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1
Projektnummer:	22218	Projektnummer AG:	2220539

Labornummer:	2050		Eingangsdatum:	17.10.2022
Probenbezeichnung:	MP 3		Ausgeführt von:	LG
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1		Ausgeführt am:	19.10.2022
Entnahmetiefe:	3,10 - 4,90	m u. GOK	Bodenart:	G,s,u' DIN 4022
Art der Entnahme:	gestört		Bodengruppe:	GU/GT DIN 18196

Korngröße	Masse der Rückstände	Siebrückstände als Massenanteil	Summe der Sieb-durchgänge als Massenanteil	Summe der Sieb-durchgänge v. d. Gesamtmenge
[mm]	[g]	[%]	[%]	[%]
100	0,00	0,00	**100,00**	100,00
63	0,00	0,00	**100,00**	100,00
31,5	0,00	0,00	**100,00**	100,00
16	67,14	14,25	**85,75**	85,75
8	126,42	26,84	**58,90**	58,90
4	82,23	17,46	**41,45**	41,45
2	48,33	10,26	**31,18**	31,18
1	32,16	6,83	**24,36**	24,36
0,5	21,52	4,57	**19,79**	19,79
0,25	15,60	3,31	**16,48**	16,48
0,125	14,83	3,15	**13,33**	13,33
0,063	11,04	2,34	**10,98**	10,98
< 0,063	51,73	10,98	**0,00**	0,00

Summe Rückstände:	471,00	[g]	Bodengruppe DIN 18196:	GU/GT	[-]
Trockenmasse v. Siebung:	471,00	[g]	Größtkorn:	< 31,5	[mm]
Siebverlust:	0,00	[g]	Kornform:	-	[-]
Siebverlust:	0,00	[%]	$U = (d_{60} / d_{10})$:	145,159	[-]
Anteil <0,125 mm:	13,33	[%]	$Cc = (d_{30}^2 / (d_{10} * d_{60}))$:	6,985	[-]
Anteil < 0,063 mm:	10,98	[%]	kf-Wert nach Beyer:	-	[m/s]

Bemerkungen:		geprüft: i.A.

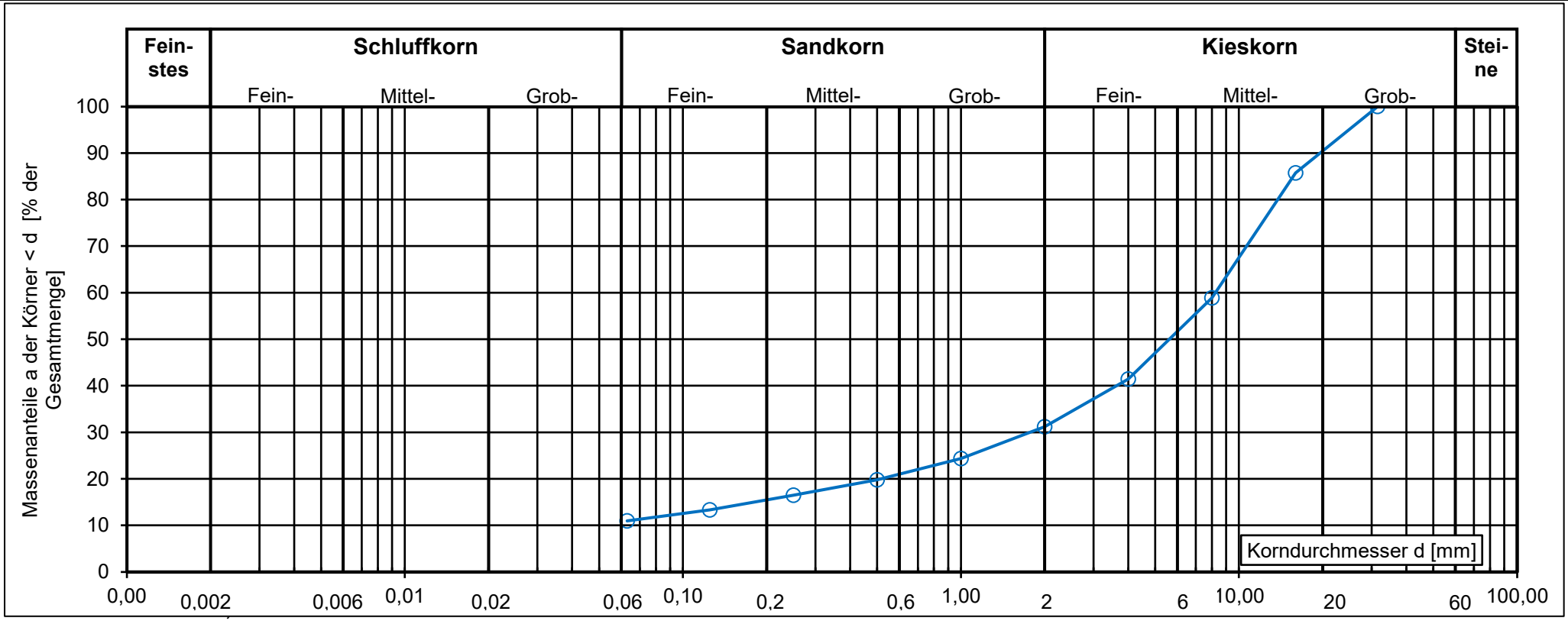
Anlage-Nr.:

Anlage 3.4

Nasssiebung

DIN 18123 - 5.4.2

Projektbezeichnung:	Kuehn_22-114	Projektbezeichnung AG:	siehe Anlage 1	Labornummer:	2050
Projektnummer:	22218	Projektnummer AG:	2220539	Probenbezeichnung:	MP 3
Entnahmestelle:	siehe Anlage 1	Entnahmedatum:	-	Ausgeführt von:	LG
Entnahmetiefe:	3,10 - 4,90 m u. GOK	Eingangsdatum:	17.10.2022	Ausgeführt am:	19.10.2022
Art der Entnahme:	gestört	Bodenart:	G,s,u' DIN 4022	Bodengruppe:	GU/GT DIN 18196

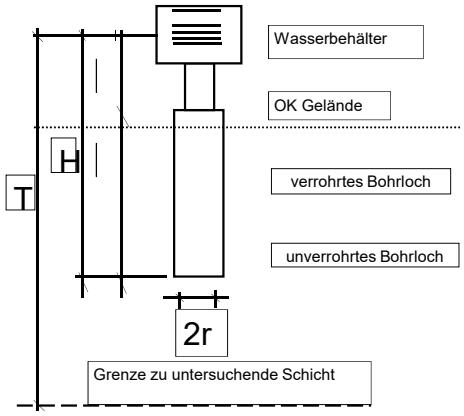


KÜHN Geoconsulting GmbH®
Auf der Kaiserfuhr 39
53127 Bonn
Telefon: (0228) 9 89 72 - 0
Telefax: (0228) 9 89 72 - 11
email: info@geoconsulting.de

Auswertung von Versickerungsversuchen im Bohrloch

Anlage :	3.5	VS 1 bei B 14	Kloster-garten

Projekt:	2220539 Kloster Calvarienberg GmbH



Parameter		Versuch 1	Versuch 2
Bohrlochtiefe t	[m u. GOK]	2,70	2,70
T_u	[cm]	1.000,00	1.000,00
H	[cm]	130,00	130,00
r	[cm]	2,00	2,00
Q	[cm^3/s]	250,00	200,00

k=Q/(5,5 *r * H) =

V1 1,00 m u.GOK	k=	1,75E-01 cm/s	**1,75E-03 m/s**
V2 1,00 m u.GOK	k=	1,40E-01 cm/s	**1,40E-03 m/s**

Mittelwert **kf-Wert,u :** **1,57E-03 m/s**

Kurzbewertung : durchlässig

Bodenart: Kiessande

Bewertung nach DIN 18130:

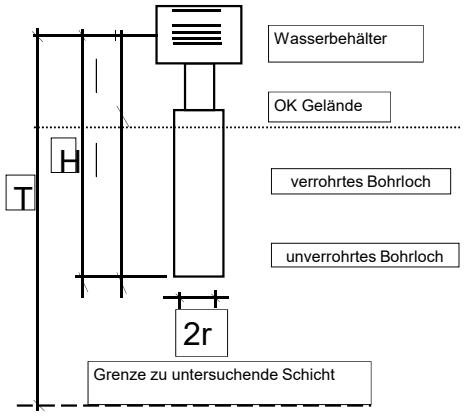
DIN 18130:	unter 10-8 m/s	sehr schwach durchlässig
	10-8 bis 10-6 m/s	schwach durchlässig
	10-6 bis 10-4 m/s	durchlässig
	10-4 bis 10-2 m/s	stark durchlässig
	über 10-2 m/s	sehr stark durchlässig

KÜHN Geoconsulting GmbH®
Auf der Kaiserfuhr 39
53127 Bonn
Telefon: (0228) 9 89 72 - 0
Telefax: (0228) 9 89 72 - 11
email: info@geoconsulting.de

Auswertung von Versickerungsversuchen im Bohrloch

Anlage :	3.6	VS 2 bei B 15	Kloster-garten

Projekt:	2220539 Kloster Calvarienberg GmbH



Parameter		Versuch 1	Versuch 2
Bohrlochtiefe t	[m u. GOK]	4,00	4,00
T_u	[cm]	1.000,00	1.000,00
H	[cm]	340,00	340,00
r	[cm]	2,00	2,00
Q	[cm^3/s]	83,30	66,60

k=Q/(5,5 *r * H) =

V1 3,3 m u.GOK	k=	2,23E-02 cm/s	**2,23E-04 m/s**
V2 3,3 m u.GOK	k=	1,78E-02 cm/s	**1,78E-04 m/s**

Mittelwert **kf-Wert,u :** **2,00E-04 m/s**

Kurzbewertung : durchlässig

Bodenart: Kiessande

Bewertung nach DIN 18130:

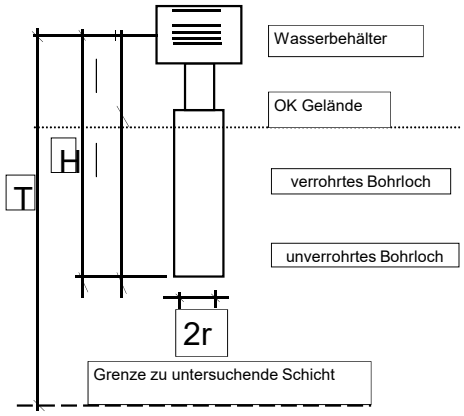
DIN 18130:	unter 10-8 m/s	sehr schwach durchlässig
	10-8 bis 10-6 m/s	schwach durchlässig
	10-6 bis 10-4 m/s	durchlässig
	10-4 bis 10-2 m/s	stark durchlässig
	über 10-2 m/s	sehr stark durchlässig

KÜHN Geoconsulting GmbH®
Auf der Kaiserfuhr 39
53127 Bonn
Telefon: (0228) 9 89 72 - 0
Telefax: (0228) 9 89 72 - 11
email: info@geoconsulting.de

Auswertung von Versickerungsversuchen im Bohrloch

Anlage :	3.7	VS 3 bei B 16	Weinberg

Projekt:	2220539 Kloster Calvarienberg GmbH



Parameter		Versuch 1	Versuch 2
Bohrlochtiefe t	[m u. GOK]	3,50	3,50
T_u	[cm]	370,00	370,00
H	[cm]	330,00	330,00
r	[cm]	2,50	2,50
Q	[cm^3/s]	0,83	0,61

k=Q/(5,5 *r * H) =

V1 2,7 m u.GOK	k=	1,83E-04 cm/s	**1,83E-06 m/s**
V2 2,7 m u.GOK	k=	1,34E-04 cm/s	**1,34E-06 m/s**

Mittelwert **kf-Wert,u :** **1,59E-06 m/s**

Kurzbewertung : schwach durchlässig

Bodenart: Tertiär
Bewertung nach DIN 18130:

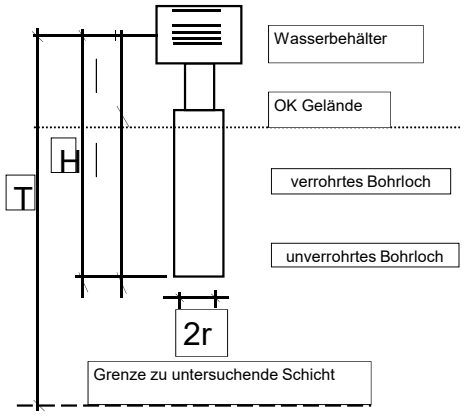
DIN 18130:	unter 10-8 m/s	sehr schwach durchlässig
	10-8 bis 10-6 m/s	schwach durchlässig
	10-6 bis 10-4 m/s	durchlässig
	10-4 bis 10-2 m/s	stark durchlässig
	über 10-2 m/s	sehr stark durchlässig

KÜHN Geoconsulting GmbH®
Auf der Kaiserfuhr 39
53127 Bonn
Telefon: (0228) 9 89 72 - 0
Telefax: (0228) 9 89 72 - 11
email: info@geoconsulting.de

Auswertung von Versickerungsversuchen im Bohrloch

Anlage :	3.8	VS 4 bei B 30	Weinberg

Projekt:	2220539 Kloster Calvarienberg GmbH



Parameter		Versuch 1	Versuch 2
Bohrlochtiefe t	[m u. GOK]	3,50	3,50
T_u	[cm]	1.000,00	1.000,00
H	[cm]	3,30	3,30
r	[cm]	2,00	2,00
Q	[cm^3/s]	1,90	1,40

k=Q/(5,5 *r * H) =

V1 3,4 m u.GOK k= 5,23E-02 cm/s **5,23E-04 m/s**
V2 3,4 m u.GOK k= 3,86E-02 cm/s **3,86E-04 m/s**

Mittelwert **kf-Wert,u :** **4,55E-04 m/s**

Kurzbewertung : durchlässig

Bodenart: Hangschutt/Kiessande
Bewertung nach DIN 18130:

DIN 18130:	unter 10-8 m/s	sehr schwach durchlässig
	10-8 bis 10-6 m/s	schwach durchlässig
	10-6 bis 10-4 m/s	durchlässig
	10-4 bis 10-2 m/s	stark durchlässig
	über 10-2 m/s	sehr stark durchlässig