FBI - Prof. Dr.-Ing. Johannes P.J. Feiser
FH Aachen - Geotechnik, Erd-/Tunnelstatik,
Spezialtiefbau

Baugrundbegutachtung
Geotechnische Beratung und Bauüberwachung

Pützgracht 21,
52146 Würselen

Telefon 02405/74634
0178/3070564

Telefax 02405/74663

FBI- Prof. Dr. J. Feiser, Pützgracht 21, 52146 Würselen

Wasserverband Eifel - Rur
- UB Gewässer -
Eisenbahnstraße 5

52353 DÜREN

Datum 05.01.2015
Aktenzeichen Fei-G1689/15

Hochwasserschutz Vichtbach
Rückhaltebecken V4 (Mullartshütte)
- Projekt 1689/15 -

Geotechnische Bewertung
des anstehenden Baugrundes (Absperrdamm V4)

Empfehlungen zur weiteren Planung

INHALTSVERZEICHNIS

1. Allgemeines

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung
1.2 Bearbeitungsunterlagen
1.3 Höhensystem mNN bzw. mNHN, Bergbaueinflüsse
1.4 Örtliche Verhältnisse, Geplantes Bauvorhaben und Beckendaten

2. Baugrund im Projektbereich

2.1 Archivinformationen zur Geologie und Hydrogeologie, Erdbeben
2.2 Informationen zur Dammherstellung
2.3 Baugrunderkundungen, Feld- und Laborversuche
2.4 Beschreibung und Beurteilung des Baugrundes
2.5 Bodengruppen (DIN 18196), Bodenklassen (DIN 18300) und Kennwerte
2.6 Umwelteinflüsse

3. Geotechnische Bewertung mit Blick auf DIN 19700 / DIN EN 1997-1 (EC7-1}

3.1 Mächtigkeit, Tragfähigkeit und Durchlässigkeit der Deckschichten
3.2 Baugrund in größerer Tiefe
3.3 Grundwasserverhältnisse
3.4 Empfehlung für den Dammtyp
3.5 Allgemeine Hinweise zu den Standsicherheitsanforderungen
3.6 Grundlagen zur Tragsicherheitsbewertung

4. Zusammenfassung und Empfehlungen

ANLAGENVERZEICHNIS

1689/01 - Planunterlagen aus der Projektvorstudie:

[01.1] - **Übersichtslageplan,** Maßstab 1:3500 ***(gilt für DIN A3)***

[01.2] - **Prinzipquerschnitt,** ohne Maßstab

1689/02 - **Lageplan** mit Eintragungen der einzelnen Stellen für die Erkundung und Probenentnahme, Maßstab 1:1000 ***(gilt für DIN A3)***

1689/03 - **Längsschnitt A-A** zu Anlage 1689/02 mit Eintragungen der einzelnen Tiefen für die Probenentnahmen und durchgeführten WO-Tests,
Maßstab der Länge 1:750, Maßstab der Höhe 1:150 ***(gilt für DIN A3)***

1689/04 - **Ergebnisse der Erkundungen** (13. - 19.11.2014)in Bohrprofilen (DIN 4023) und als Schichtenverzeichnisse (DIN 4022):

[04.1] - **Großbohrungen** B4-1 / B4-2 / B4-4, Schichtenverzeichnisse (7 Seiten)

[04.2] - **Kleinrammbohrungen** RKS 1 / 2 / 3, Profile **(M**. 1:35) und Schichtenverzeichnisse (6 Seiten)

[04.3] - **Zeichen und Abkürzungen** nach DIN 4023

1689/05 - **Ergebnisse der WO-Versuche** (18.11.2014), Bohrung **84-2,** zwei Tiefen (4 Seiten)

1689/06 - **Laborergebnisse** der Untersuchungen an den Talböden unterhalb der Aufstandsfläche des Dammes und den Gesteinsproben des Felses, Laborprüfbericht BL586/14 des BLAG Aachen vom 17.12.2014 (19 Seiten)

1689/07 - **Fotografische Dokumentation** (18. und 21.11.2014) -
Örtlichkeit, Trennflächengefüge des Felses, Bohrkernaufnahmen (4 Seiten)

1. Allgemeines

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Rahmen des Hochwasserschutzes entlang der Vicht soll hinter dem bereits bei Rott geplanten Rückhalt V3 auch in Höhe des Ortsteiles Mullartshütte ein weiterer Rückhaltebereich geschaffen werden, in dem ein Volumen von ca. 400 000 m^3 zwischengespeichert werden kann. Zu diesem mit „Rückhalt V4" bezeichneten Projekt liegt eine Vorstudie der beauftragten Planungsgemeinschaft vor.

Wie aus dem Lageplan in ***Anlage 1689/01.1*** hervorgeht, soll der Rückhaltebereich durch einen Staudamm geschaffen werden, dessen Achse etwa in N-S-Richtung verläuft (Dammachse V4-0).

Die Objekt-, Genehmigungs- und Ausführungsplanung liegt in Händen der Ingenieur-Arbeitsgemeinschaft Wald+Corbe, Hydrolngenieure und Hydrotec. Die Auftragsvergabe und -abwicklung erfolgt durch den Wasserverband Eifel Rur (WVER) Düren, Unternehmensbereich (UB) Gewässer.

Nach den geometrischen Randbedingungen (Dammhöhe ca. 10 m, Beckenvolumen) ist das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) V4 als **mittleres Becken** einzustufen (Klassifizierung nach DIN 19700-12) und nach DIN 19700-11 in die **Talsperrenklasse 2** einzuordnen. Aufgrund der im Hochwasserfall nur gelegentlich auftretenden Beckenfüllung liegt ein so genanntes **Trockenbecken** vor.

Im Zuge der Planungsphase der hier zu behandelnden Stauanlage ist eine Geotechnische Gesamtbewertung einschließlich der Standsicherheitsnachweise vorzunehmen. Hierbei sind insbesondere die Anforderungen der aktuell gültigen Fassungen der europäischen Normung sowie der Talsperrennorm DIN 19700, Teile 1O - 12, zu berücksichtigen.

Auf Grundlage des Angebotes A1689/14 vom 18.05.2014 erhielt der Unterzeichner mit Bestellung 4500193131/4.201 am 07.07.2014 vom WVER Düren, UB Gewässer, einen entsprechenden Auftrag. Dieser Auftrag beinhaltet im Wesentlichen die Beurteilung der Untergrundverhältnisse und die Bewertung der Zuverlässigkeit des Dammbauwerkes.

Anlässlich einer am 18.12.2014 beim WVER in Düren stattgefundenen Besprechung wurden auf Wunsch des Auftraggebers für die Rückhalte V3 und V4 zunächst die Erkundungs- und Laborergebnisse vorgestellt und von Seiten des Unterzeichners auch einige Fragen zu den berechnungsrelevanten Beckendaten bzw. Randbereichen gestellt.

Wegen der noch nicht so weit fortgeschrittenen Planung (Planfeststellungsphase) wurde vereinbart, zunächst ein Teilgutachten zur Bewertung der Untergrundverhältnisse vorzulegen und später nach entsprechendem Planungsfortschritt das Standsicherheitsgutachten zu ergänzen.

Die zur Bearbeitung der Aufgabenstellung ausgewählten Baugrunderkundungen wurden von den Firmen BaugrundSüd, Würselen, und GeoService Soltenborn, Aachen, ausgeführt. Die Laborversuche wurden durch das Bodenmechanische Labor der FH Aachen (BLAC) übernommen.

Im Zuge der Ausarbeitung des ersten Teiles dieses Geotechnischen Gutachtens sind insbesondere folgende Themen zu behandeln:

- Aufbau, Zusammensetzung, Tragfähigkeit und Durchlässigkeit der Aufstandsfläche des geplanten Dammkörpers sowie des tieferen Untergrundes

- Kennwertermittlung oder -ableitung als Berechnungsgrundlage

- Grundlagen zur Standsicherheitsbeurteilung des geplanten Dammkörpers

Der nachfolgende Bericht enthält die Beantwortung dieser Fragestellungen.

1.2 Bearbeitungsunterlagen

Zur Vorbereitung und Projektübersicht wurden dem Unterzeichner vor der Angebotsabgabe vom WVER Düren folgende beiden Unterlagen zur Verfügung gestellt:

[01] - Hochwasserschutz an der Vicht - Vorstudie, Lageplan Rückhalt V4b (Anhang 6-2); Planungsgemeinschaft Wald+Corbe-Hydrolngenieure-Hydrotec, Maßstab 1:5000, Stand 21.01.2011

[02] - Variante V4b, Geometrie des Dammquerschnittes, Kenndaten; WVER - UB Gewässer, ohne Maßstab, ohne Datum

Die genannten Unterlagen sind - teilweise aktualisiert - in ***Anlage 1689/01*** (2 Blätter) übertragen.

Weitere Unterlagen zur Planung und Ausführung bzw. zum Bestand liegen hier nicht vor.

Als Grundlage für eine Beurteilung der großräumigen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse wurden folgende *regionalen Archivunterlagen* eingesehen:

[03] - Grundwassergleichenkarte von NRW, Blatt L5302 (Aachen), Maßstab 1:50000

[04] - Hydrologische Karte von **NRW,** Blatt 5303 (Roetgen), Maßstab 1:25000

[05] - Hydrologische Karte von NRW, Blatt 5203 (Stolberg), Maßstab 1:25000

Für die Beurteilung der Tragsicherheit sind insbesondere folgende Unterlagen zu beachten:

[06] - DIN EN 1997-1: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln, September 2009

[07] - DIN 1054: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu **DIN EN** 1997-1, Dezember 2010

[08] - DIN 19700-10: Stauanlagen - Gemeinsame Festlegungen

[09] - DIN 19700-11: Stauanlagen - Talsperren

[10] - DIN 19700-12: Stauanlagen - Hochwasserrückhaltebecken

[11] - Berücksichtigung von Erdbebenbelastungen nach DIN 19700 in Nordrhein-Westfalen, Merkblatt 58; Landesumweltamt NRW, Essen 2006

[12] - Allgemeine Rundschreiben der BR Köln an den WVER Düren zur Vertieften Überprüfung; Bezirksregierung Köln, 10.03.2014

Wie bereits oben erwähnt, ist ca. 3 km oberhalb des Projektstandortes ein weiterer Rückhalt V3 geplant. Für den Absperrdamm dieses Rückhaltes liegt folgendes vom Unterzeichner parallel ausgearbeitete Gutachten vor:

(13] - Hochwasserschutz Vichtbach - Rückhaltebecken V3 (Rott), Geotechnische Bewertung und Empfehlungen zur weiteren Planung; **FBI** Prof. Dr. J. Feiser, Würselen, 05.01.2015

1.3 Höhensystem mNN bzw. mNHN, Bergbaueinflüsse

Die in den Projektplänen und den Archivunterlagen enthaltenen Geländehöhen beziehen sich auf die früher in mNN (oder NN + ... m) angegebenen, auf den seit 1912 bestehenden Pegel Amsterdam bezogenen Höhenwerte (DHHN12). Aktuell ist das davon leicht abweichende Höhenbezugssystem DHHN92 mit Höhenangaben in mNHN.

Für den Höhenanschluss der Erkundungen in dem vorliegenden Projektgebiet wurden Absteckungsskizzen des Vermessungsbüros Steffens, Aachen, zur Verfügung gestellt. Hierin ist keine Angabe zum Bezugssystem enthalten.

Aufgrund der Vorgaben sind

in diesem Gutachten die Projekt- und Geländehöhen sämtlich in mNN (DHHN12)

angegeben.

Es ist bekannt, dass die in mNHN und in mNN angebenen Höhen um wenige Zentimeter voneinander abweichen können. Dieser Unterschied ist in der Regel für die Bearbeitung einer Geotechnischen Aufgabenstellung nicht von Bedeutung.

Nach den hier vorliegenden Kenntnisstand liegt das Projektgelände nicht im Einflussbereich ehemaliger Bergbauaktivitäten. Es gibt allerdings Hinweise darauf, dass in der Nähe früher ein Steinbruch (evtl. heutiger Parkplatz etwa 80 -100 m östlich des geplanten Dammstandortes) betrieben wurde. Sicherheitshalber sollte hierzu von Seiten der Planung eine entsprechende Anfrage erfolgen.

1.4 Örtliche Verhältnisse, Geplantes Bauvorhaben und Beckendaten

Wie aus der generellen Übersicht in Unterlage [01] hervorgeht, liegt das Projektgebiet HRB Vichtbach V4 innerhalb einer Waldregion des Münsterwaldes, südlich des Wolberberges. Aus ***Anlage 1689/01.1*** erkennt man, dass im Bereich des Absperrdammes von Süden kommend der Vollerbach in die Vicht mündet. Das Gelände und die das Projektgebiet begleitende L238 haben dort eine lokale Senke (Straßenniveau ca. NN + 278 m).

Auffällig ist, dass der potentielle Stauraum über eine Länge von ca. 700 m unmittelbar bis an die L238 heranreicht.

In der im Dammbereich vergrößerten Höhenliniendarstellung in ***Anlage 1689102*** ist erkennbar, dass das Bachbett in einem mit einer Breite von ca. 90 m ausgebildeten Korridor (,,hellere" Blattzone) verläuft, der nur geringe Höhenunterschiede (leichte Querneigung Richtung S, also zum Vichtbach hin) aufweist und damit annähernd horizontal ausgebildet ist. Seitlich dieses Korridors steigt das Gelände zu beiden Seiten rasch relativ steil an (,,dunklere" Blattzonen).

Nach der Planung soll der Bachlauf durch einen Erddamm abgesperrt werden, für den im Rahmen der Vorstudie mehrere Achsrichtungen untersucht wurden. ***Anlage 1689102*** zeigt die Vorschläge der Varianten 0 (gerade Linienführung), A (zur Wasserseite gewölbt) und C (S-förmige Linienführung).

Unabhängig von der zu favorisierenden Lösung ergibt sich, dass die Aufstandsfläche des geplanten Dammes in einem ca. 60 m (Südseite) bis zu 100 m breiten (Nordseite) Bereich zu liegen kommen wird.

Die Dammachsen verlaufen etwa in Richtung N - S bzw. NNW - SSE.

Von Seiten der Planung wurde der in ***Anlage 1689/01.2*** enthaltene Prinzipquerschnitt vorgestellt. Danach soll der Absperrdamm mit einer Kronenbreite von 5 m und einer Kronenhöhe von NN + 282,85 m sowie einer Gesamthöhe von 10,5 m ausgebildet werden. Hieraus ergibt sich ein Sohlniveau (Aufstandsfläche) von NN + 272,35 m.

Die Dammlänge wird etwa 125 m betragen. Die Neigungen der Dammböschungen sind für die Wasser- und die Luftseite mit 1:3 angegeben.

Hierbei handelt es sich nach Auskunft der Planungsgemeinschaft allerdings nur um eine erste Einschätzung, die je nach Standsicherheitsanforderungen selbstverständlich modifiziert werden kann.

Aus den zur Verfügung gestellten Planungsdaten und den dokumentierten Geländehöhen ergibt sich, dass am Südrand des Dammes aufgrund der dort ausgebildeten Geländesenke das Dammkronenniveau (NN + 282,85 m) deutlich oberhalb des Straßenniveaus der L238 (ca. NN + 278 m) liegt. Auf entsprechene Befragung teilt die Planungsgemeinschaft mit, dass der dort augenscheinlichen Überflutungsgefährdung durch eine Hochwasserschutz-wand (HWS-Wand) begegnet werden soll.

Diese Wand soll die L238 über eine Länge von ca. 125 m begleiten bzw. abschotten und hinsichtlich ihrer Höhe mit der nach Westen hin wieder ansteigenden Landstraße allmählich auslaufen (vgl. dick und grün gestrichene Linie im Bereich des Punktes B4-4 in ***Anlage 1689/02).*** Für die Ausbildung dieser Wand (Wandtyp, Gründung, Abdichtung) mit einer sichtbaren Höhe bis zu 5,m.li.egtc1;1ocl» kein technischer Entwurf vor.

Der Unterzeichner hat anlässlich der Projektbesprechung vom 18.12.2014 diese Frage kurz angesprochen und darüber hinaus auf der Grundlage der Erkundungsergebnisse eine Empfehlung für den Dammtyp gegeben. Darüber hinaus hat der Unterzeichner auch einige Fragen (Beckendaten) zu den Eingangsgrößen für die Standsicherheitsuntersuchungen vorgetragen. Diese Fragen werden in Kapitel 3 kurz zusammengestellt.

Damit liegen noch keine ausreichenden Informationen für eine rechnerische Betrachtung und Geotechnische Bewertung der Standsicherheit des Dammbauwerkes vor.

Neben dem reinen Dammbauwerk werden sicher auch einige Anlagenteile in konstruktiver Ingenieurbauweise zu erstellen se{n. Darüber ist die genannte HWS-Wand sorgfältig zu planen.

In diesem Zusammenhang wird hier ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die bisher beauftragten Leistungen des Unterzeichners ausschließlich die Geotechnische Bewertung zur Planung und Ausbildung des Absperrdammes beinhalten.

2. Baugrund im Projektbereich

2.1 Archivinformationen zur Geologie und Hydrogeologie, Erdbeben

Die gängigen Archivunterlagen geben einen Einblick über die großräumigen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse. Sie erlauben eine Einschätzung, ob auf einer Objektfläche ein einheitlicher oder eher sehr wechselnder Untergund zu erwarten ist.

Darüber hinaus ist es häufig nur mithilfe von Archivunterlagen möglich, zuverlässige Aussagen zum Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels zu erhalten. Diese Aussagen können gegebenenfalls durch Ergebnisse von Pegelmessungen ergänzt werden.

Geologie

Nach den Unterlagen [03] bis [05] .. ist im Projektgebiet großräumig mit den nachfolgend beschriebenen Baugrundverhältnissen zu rechnen.

Die Projektfläche liegt in einem großräumig mit wechselnden Geländehöhen ausgebildeten Teilbereich, in dem die Gesteinsformationen des älteren Grundgebirges relativ nah an die Geländeoberfläche heranreichen. Aufgrund der atmosphärischen Einflüsse sowie der Geogenese ist oberflächennah sowohl eine Verwitterung (Gesteinsveränderung) als auch eine Auflockerung (Gebirgsveränderung) zu vermuten .

In dieses Grundgebirge hat siGh der Vichtbach im laufe der Zeit in unterschiedlichen Rinnen eingeschnitten und großflächig mitgeführte Gesteine unterschiedlicher Korngröße abgelagert. Bei geringem Längsgefälle wurden tonig-schluffug-sandige Böden sedimentiert, bei höherem Gefälle auch bis zur Steingröße (60 - 200 mm) enthaltende Schichten (so genannte Fluss- oder Bachschotter).

Nach den Archivinformationen sind im Festgestein aus den vorzugsweise zu erwartenden Formationen des Unterdevon die „Siegener Schichten" sowie die „Zweifaller Schichten" anstehend, ein mehr als 150 m mächtiger Horizont, in dem schluffig-sandige Tonsteine rötlicher Färbung dominieren, z. T. mit in der Mächtigkeit schwankenden Einlagerungen aus Sandstein. Das Kluftsystem ist oberflächennah häufig verlehmt.

Die im Gebirge vermutete Auflockerungszone, innerhalb der das Trennflächengefüge ausgeprägter und intensiver ausgebildet ist als in größeren Tiefen, wird in den Archivunterlagen mit einer Mächtigkeit von 25 - 35 m angegeben.

Innerhalb der Bachaue (Niederung) ist eine Deckschicht aus Talfüllungen zu erwarten, die - wie bereits erwähnt - sowohl aus Tallehmen als auch aus kiesig-steinigen Böden bestehen können.

Eine nennenswerte Störung im Grundgebirge ist innerhalb der Projektfläche nicht dokumentiert.

Hydrogeologie

Da die Projektfläche jenseits (südlich) der Verbreitungsgrenze der grundwasserführenden Deckschichten liegt, finden sich in den Unterlagen [03] bis [05] keine Angaben zur Tiefenlage des Wasserspiegels im obersten freien Grundwasserstockwerk.

Im vorliegenden Fall kommt hinzu, dass sich innerhalb einer Felsformation die Ausbildung eines freien GW-Spiegels nach der Orientierung, dem Durchtrennungsgrad und der Öffnungsweite bzw. Füllung der das Gestein durchziehenden Trennflächen richten, da das eigentliche Gestein praktisch "undurchlässig" ist. Hierbei ist besonders hervorzuheben, dass die Durchlässigkeit des Felses üblicherweise parallel zu den Trennflächen deutlich höher ist als senkrecht dazu. Dies führt in den meisten Felsformationen mit regelmäßiger Klüftung zu einer Anisotropie (Richtungsabhängigkeit) der Durchlässigkeit.

Bei unregelmäßiger Klüftung . ist eine zuverlässige Prognose und Festlegung der Durchlässigkeit nicht möglich. . ,

Aufgrund der während . der Erkundungen gemachten Beobachtungen ist im oberflächennahen Felsbereich eine nicht unbedeutende Durchlässigkeit vorhanden. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass der GW-Spiegel in etwa mit dem Wasserstand im Vichtbach kommunizieren dürfte.

Erdbeben

Nach den beim Unterzeichner ebenfalls vorliegenden Unterlagen liegt das Projektgelände innerhalb einer Zone höher wahrscheinlicher und mittelintensiver Erdbebenaktivitäten . Dies ist bei einer rechnerischen Bewertung daher zu berücksichtigen.

Als Grundlage für die Eingangsgrößen von entsprechenden Berechnungen werden folgende Vorgaben angenommen:

Erdbebenzone	2
Baugrund	A / B
Untergrund	R

Aus diesen Angaben kann die im Untergrund bei den für die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit des Absperrdammes maßgebenden Erdbeben auftretende Horizontalbeschleunigung abgeleitet werden.

Der Ansatz einer Vertikalbeschleunigung kann im hier vorliegenden Falle entfallen.

Nach Unterlage [11] beträgt für die angegebene Erdbebenzone der Referenzbemessungswert der Bodenbeschleunigung 0,6 m/s^2 . Dieser Wert ist in Abhängigkeit von der Wiederkehrperiode eines Erdbebens zu korrigieren, für ein 100jähriges Ereignis durch den Faktor 0,6 (Betriebserdbeben), für eine 1000jähriges Ereignis durch den Faktor 1,3 (Bemessungserdbeben).

Die vorstehend angegebenen Referenzwerte gelten üblicherweise für felsartigen Untergrund. Da die bei einem Erdbeben im Untergrund auftretenden Schwingungen aufgrund der fehlenden Lockergesteinsdecke nahezu ungedämpft an die Oberfläche übertragen werden, empfiehlt sich im vorliegend Fall eine weitere Korrektur durch den Untergrundfaktor von 1,25 (Baugrund-/Untergrundklassen BR).

Insgesamt ergibt sich damit bspw. für das intensivere „Bemessungserdbeben" eine Horizontalbeschleunigung von 0,6x1,3x1,25 = 0,975 m/s^2 . Auf die Erdbeschleunigung bezogen entspricht dies einem Verhältniswert von etwa 10% (0,975/9,81 = 0,0994).

2.2 Informationen zur Dammherstellung

In der derzeitigen Planungsphase liegen zu dieser Frage noch keinerlei Informationen vor.

2.3 Baugrunderkundungen, Feld- und Laborversuche

Um den Baugrund im Bereich der Dammaufstandsfläche zuverlässig und im Sinne der zu bearbeitenden Fragestellungen ausreichend zu erkunden, wurden an den in ***Anlage 1689/02*** gekennzeichneten Stellen folgende Erkundungen vorgenommen:

- Zwei Erkundungsbohrungen B4-1 und B4-2 innerhalb der Talebene sowie eine höher liegende Bohrung B4-4 unmittelbar neben der L238 bis in eine Tiefe von je 13 m, Aufschluss und durchgehende Probengewinnung (vgl. ,,Talblick" der Bilder 1 und 2 in ***Anlage 1689/07)***
- Drei kleinmaßstäbliche Rammkernbohrungen RKS1 bis RKS3 zur Ergänzung der Erkundungsbohrungen B4-1 und B4-2 (die ursprünglich in der Talebene vorgesehene Bohrung B4-3 konnte wegen mangelnder Standsicherheit der Aufstandsfläche für das größere Bohrgerät nicht ausgeführt werden) bis zum Antreffen der OK-Fels (Tiefen 1 - 2 m), Aufschluss und gestörte Probengewinnung
- Stichprobenartige Beprobung des oberflächig anstehenden Tallehmes in zwei Handschürfen SCH1 und SCH2 - Nähe Bohrung B4-2, Entnahme ungestörter Bodenproben
- Visuelle Begutachtung des anstehenden Felses (vgl. Bilder 3 und 4 in ***Anlage 1689/07)***

Die Erkundungspunkte 1 und B4-1 wurden in der Achse der Variante V4-0 angeordnet, die übrigen Punkte der Talebene in der Dammachse V4-A (bauseits vorbereitete Geländeschneise) . Der Punkt B4-4 wurde am Rand des neben der L238 vorhandenen Geländeplateaus gewählt (vgl. ***Anlage 1689102).***

Die Felduntersuchungen wurden am 13. - 19.11.2014 durch die Firmen BaugrundSüd und GeoService Soltenborn vorgenommen und vom Unterzeichner durchgängig gutachterlich begleitet.

Zur zuverlässigen Abschätzung der Gebirgsdurchlässigkeit wurde in der Bohrung B4-2 zusätzlich in zwei verschiedenen Tiefen jeweils ein WO-Test ausgeführt.

Die wesentlichen Ergebnisse der Erkundungen sind zunächst in einem senkrecht zur Fließrichtung des Vichtbaches - entsprechend etwa parallel zur Dammachse - geführten Längsschnitt in ***Anlage 1689/03*** dargestellt (Schnittführung vgl. ***Anlage 1689/02).*** Hierin ist am rechten Querschnittsrand auch qualitativ die die L238 schützende HWS-Wand eingetragen.

Die detaillierten Einzelergebnisse finden sich als Schichtenverzeichnisse und teilweise auch als Bohrprofile in den Teilanlagen der ***Anlage 1689104.*** Eine Erklärung der wichtigsten Zeichen und Signaturen enthält ***Anlage 1689/04.3.***

Die im Zuge der Unternehmerbohrungen B4-1, B4-2 und B4-4 gewonnenen Bodenproben (Rammkernbohrung im Lockergestein, Seilkernbohrung im Fels) wurden durchgängig in Kernkisten abgelegt. Die Bilder 5 bis 7 in ***Anlage 1689107*** enthalten die dazu gehörige Dokumentation.

Die Ergebnisse der WO-Tests finden sich in ***Anlage 1689/05.***

Aus dem mittels Handschürfen aufgeschlossenen Decklehm wurden fünf ungestörte Bodenproben mittels Ausstechzylindern entnommen. An diesen Proben wurden zunächst die *In-situ-Dichte* und der Wassergehalt bestimmt.

Zusätzlich wurden an zwei der Zylinderproben je ein Durchlässigkeitsversuch durchgeführt und eine Zylinderprobe weitgehend ungestört in das Scherkastengerät eingebaut. Die Einbaudichte entspricht etwa dem In-situ-Zustand. Diese Probe wurde zur Ermittlung der *Scherfestigkeit* anschließend unter Normalspannungen von 100, 200 und 400 kN/m^2 - entsprechend einer „Dammhöhe" zwischen 5 und 20 m - abgeschert.

Vorrangig aus den Bohrungen konnten auch die übrigen Komponenten der Lockergesteinsüberlagerung beprobt werden. An diesen Proben wurden folgende Laborversuche vorgenommen:

Korngrößenverteilung, *Plastizität, Wassergehalt*

An drei ausgewählten Proben aus dem Festgestein wurden stichprobenartig die Dichte und die einaxiale Druckfestigkeit des Gesteins ermittelt. Eine Bestimmung der Verformbarkeit war mit dem verwendeten größeren Prüfgerät nicht möglich.

Die Raumstellung des Trennflächengefüges wurde an vor Ort sichtbaren Stellen auf der Südseite des Tales (vgl. Bild 4 in ***Anlage 1689/07)*** mit dem Gefügekompass eingemessen. Darüber hinaus konnten die Einfallwinkel der Trennflächen auch aus den Bohrkernen entnommen werden.

Die Ergebnisse der vom BLAC Aachen ausgeführten Laboruntersuchungen sind in der ***Anlage 1689/06*** in Form eines zusammenfassenden Prüfberichtes enthalten. Hieraus und aus den Ergebnissen der Feldmessungen lassen sich auch die Kenngrößen für das Festigkeitsverhalten und als Näherung die Wasserdurchlässigkeit der gröber körnigen Lockergesteinsschichten ableiten.

2.4 Beschreibung und Beurteilung des Baugrundes

Aus den ausgeführten Erkundungen lässt sich der Aufbau des anstehenden Untergrundes relativ gut erkennen bzw. ableiten. Leider hat es die ausführende Bohrfima BaugrundSüd versäumt, den zum Zeitpunkt der Erkundungen vorhandenen Grundwasserspiegel zu erfassen. Von Seiten der Firma kam der unsachliche Hinweis, dass dies bei dem gewählten Bohrverfahren nicht zuverlässig möglich sei.

Wie aus dem in ***Anlage 1689/03*** dargestellten Längsschnitt hervorgeht, ergibt sich ein relativ einheitliches Bild über den Untergrund.

Entlang der gestrichelt dargestellten Linie wird die Oberkante des anstehenden Felses erwartet, in der Talaue etwa ab 1,5 - 2,5 m Tiefe (Niveau ca. NN + 271,0 m), an den Talflanken entsprechend höher (Bohrung B4-4 ca. NN + 274,0 m).

Der Fels wird im natürlichen Zustand von zwei wesentlichen Bodenarten abgedeckt. Wie aus den drei Kleinrammbohrungen sowie der Bohrung 84-2 hervorgeht, findet sich unmittelbar unterhalb der Geländeoberfläche zunächst eine Deckschicht aus Lehm/Schluff, die bodenmechanisch als mittel plastischer Schluff/Ton (Kurzzeichen nach DIN 18196: UM/ TM) zu klassifizieren ist. Die mittlere Mächtigkeit beträgt ca. 1,2 m, örtlich ± 0,5 m.

Darunter folgt ein typischer Bachschotter.

Für den Tallehm kann nach der laborativen Auswertung nicht ausgeschlossen werden, dass ein höherer organischer Anteil enthalten ist (vgl. sehr niedrige Plastizität der Probe aus RKB1 in ***Anlage 1689/06,*** folglich auch die Klassifikation mit dem Kurzzeichen OU - organischer Schluff).

Insgesamt ergeben sich für den Tallehm folgende Charakteristika:

Feinkornanteil 50 - 60%, davon mindestens 15 % Ton,
Sandanteil entsprechend 40 - 50%,
Konsistenz steifplastisch,
In-situ-Dichte 1,8 - 1,9 g/cm³,
Durchlässigkeit 10^{-8} „- 10^{-7} m/s,
Scherfestigkeit Kohäsion 20 kN/m², Reibungswinkel 27,5°.

Damit liegen für einen Tallehm typische Kenngrößen vor. Die Durchlässigkeit ist relativ gering, die Tragfähigkeit je nach Konsistenz mittel bis gut.

Aufgrund der hohen Nachgiebigkeit (der im Scherkasten abgeleitete Steifemodul beträgt etwa 2 - 4 MN/m²) und der auffälligen Durchwurzelung sollte diese Bodenschicht im großflächigen Bereich der Talaue nicht im Gründungsbereich des Absperrdammes verbleiben .

An den Erkundungspunkten8 4 1 und B4-4 ist der Decklehm - möglicherweise durch den jeweiligen Wege- bzw. Straßenbau.,... durch eine Auffüllung ersetzt.

Am Punkt B4-1 ist zunächst nur eine ca. 80 cm starke Oberflächenbefestigung für den Wald-/Betriebsweg festzustellen. Unterhalb davon folgt bis in eine Tiefe von 1,80 m eine Schicht aus kleinststückig zerbrochenem und in der Matrix miteinander verklebtem Tonsteinbruch. Hierbei handelt es sich mit Sicherheit nicht um eine in den Schichtenverzeichnissen dokumentierte Bachablagerung (die Gesteine sind deutlich älter als die darunter anstehenden), sondern um ein aus dem benachbarten Hang abgerutschtes Tonsteingebrösel, möglicherweise aber auch um einen weiteren Auftrag im Zuge des Wegebaus.

Nach rein bodenmechanischer Bewertung ergibt sich eine Klassifikation mit dem Kurzzeichen GU*/SU*. Der Wassergehalt der Auffüllungen liegt mit 10 - 12% relativ niedrig.

In der in der höher liegenden Bohrung 84-4 angetroffenen, etwa 1,4 m starken Auffüllung (oberer Teil schwarz, darunter dunkelbraun gefärbt) wurden neben mineralischen Mischkörnungen auch Bauschuttanteile festgestellt (Betonbruch, Putzgitter).

Es ist selbstverständlich, dass alle angetroffenen Auffüllungen für die Gründung sowohl des Absperrdammes als auch von Ingenieurbauwerken jeglicher Art ausscheiden .

Unterhalb des Tallehmes bzw. der Auffüllungen folgt in den Großbohrungen ein Ablagerungshorizont aus Bachschotter mit mehr als 70% Kieskörnung und Steinen. Im überwiegenden Teil ist der Feinkornanteil gering.

In den Kleinrammbohrungen ist dieser Horizont nicht signifikant erkennbar.

Insgesamt ergibt sich für den Bachschotter eine Bodenklassifikation als weit gestufter Kies mit schwachem Feinkornanteil (Kurzzeichen nach DIN 18196 GW bzw. GU). Aus der Korngrößenverteilung lässt sich stichprobenartig ein Durchlässigkeitsbeiwert von $7 \cdot 10^{-5}$ m/s ableiten.

Im Hinblick auf die Tragfähigkeit ist der Bachschotter als sehr gut zu bewerten. Diese Schichten können daher für die Gründung des Dammes mit herangezogen werden. Die ermittelten Durchlässigkeiten müssen allerdings aufgrund ihrer Größe im Hinblick auf eine mögliche Unter- und Umläufigkeit der Dammdichtung besonders beachtet werden.

Mit den vorgenommenen Stichproben liegen insgesamt relativ zuverlässige Informationen für die Festlegung der physikalischen Kennwerte der Lockergesteinsdeckschichten vor.

Ab dem in ***Anlage 1689/03*** gestrichelt gekennzeichneten Niveau beginnt der Festgesteinshorizont. Er zeigt sich am Standort V4 im Bereich der ersten 3 - 4 m als rötlich-grauviolett gefärbter Tonstein. Unterhalb davon nimmt innerhalb einer Zone von ca. 1 m Mächtigkeit der Sandsteinanteil deutlich regelmäßig zu und löst den Tonstein ab einer Tiefe von 7 - 8 m vollständig ab (vgl. unterschiedliche farbige Kennzeichnung in ***Anlage 1689/03).***

Wie aus den Bildern 5 bis 7 der ***Anlage 1689/07*** hervorgeht, findet sich bei der mit dem Seilkernrohrverfahren gewonnenen Beprobung in den Bohrungen B4-1 und B4-4 ab 6 m Tiefe eine relativ gute Kernbildung. In der Bohrung B4-2 zeigt sich diese verbesserte ,,Qualität" erst ab einer Tiefe von 8,5 m.

Im übrigen Teil sind stärker zerbrochene Gesteinskerne festzustellen. Dieser Zustand hat allerdings weniger eine Auswirkung auf die Tragfähigkeit als vielmehr auf die Felsdurchlässigkeit.

An drei aus der Bohrung B4-1 entnommenen Proben wurden stichprobenartig die Dichte und die einaxiale Druckfestigkeit des Gesteins ermittelt. Während sich in der Dichte mit einem mittleren Wert von 2,65 g/cm^3 für die beiden Gesteinsarten ähnliche Gewichtsgrößen ergeben, zeigt sich in der Festigkeit doch ein deutlicher Unterschied (Tonstein 50 MN/m^2, Sandstein 100 MN/m^2). Gleichwohl ist insgesamt von einem eher wenig verwitterten Gestein auszugehen.

Damit liegt mit dem anstehenden Fels ein gering verformbarer und sehr gut tragfähiger Baugrund vor.

Die Frage der Durchlässigkeit im Fels wurde im Gelände durch Ausführung von zwei WO-Versuchen in der Bohrung B4-2 behandelt. Die Versuchstiefen sind in ***Anlage 1689/03*** gekennzeichnet, die Versuchsprotokolle finden sich in ***Anlage 1689105.***

Mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von 6-10^{-5} m/s (Tiefe ca. 5,5 m) und 1-10^{-5} m/s (Tiefe ca. 7,5 m) ergibt sich zunächst erwartungsgemäß eine Abnahme der Gebirgsdurchlässigkeit mit zunehmender Tiefe. Dies passt auch zu den beim Kerngewinn beschriebenen Qualitätsunterschieden.

Für den höher liegenden Bereich wird ein Zahlenwert ermittelt, der in der Größenordnung der den Fels überdeckenden Bachschotter liegt (s.o.). Damit muss auch für den Fels - zumindestens im oberen Bereich - mit einer relativ hohen Durchlässigkeit gerechnet werden.

Zur generellen Bewertung ist im Hinblick auf die Versuchsdurchführung des WO-Tests besonders anzumerken, dass mit dieser Versuchstechnik in einem vertikalen Bohrloch überwiegend die Gebirgsdurchlässigkeit in horizontaler Richtung gemessen wird, und zwar als über alle Himmelsrichtungen gemittelter Wert.

Da das Gestein praktisch undurchlässig ist, hängt das Versuchsergebnis damit u. a. auch von der Anzahl der durch die Bohrung angetroffenen Klüfte ab. Darüber hinaus ist in von der Horizontalen abweichenden Richtungen eine andere Durchlässigkeit zu erwarten als hier versuchstechnisch ermittelt.

Um einen Eindruck über die Ausbildung und insbesondere die Raumstellung des Trennflächengefüges zu bekommen, wurden an den im Bachbett der Vicht austretenden Schichten einige Gefügemessungen vorgenommen .

Wie auf den Bildern 3 und 4 der ***Anlage 1689/07*** zu erkennen ist, zeigt der Tonstein/Sandstein oberflächig eine bankige bis dickbankige Schichtung und eine dazu gehörige mittel bis weitständige Klüftung . Die Abstände der Schichtfugen und der dazu annähernd senkrecht stehenden Klüfte liegen zwischen 10 cm und mehreren Dezimetern.

Man erkennt darüber hinaus, dass die Neigung der Schichtung annähernd horizontal verläuft. Entsprechend sind die Klüftungen annähernd lotrecht orientiert. Damit ergibt sich das in einem Sedimentgestein typische orthogonale Trennflächengefüge.

Nach den Gefügemessungen ist festzustellen, dass die Streichlinien der beiden Kluftscharen in die Richtungen NW-SE bzw. SW-NE zeigen und damit im Grundriss jeweils etwa 45° zur Dammachse verlaufen . Für die horizontale Schichtung ist die Angabe einer Streichrichtung sinnlos.

Wie aus den Bildern 5 bis 7 der ***Anlage 1689107*** hervorgeht, lassen sich auch in den Bohrkernen einige Trennflächen erkennen. Danach scheint die Schichtung in größeren Tiefen allerdings mit einer leichten Neigung von 15 - 25° einzufallen. Entsprechend finden sich dann auch Klüfte, die eine ähnlich von der Lotrechten abweichende Raumstellung (Neigung 65 - 75°) aufweisen.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass die beiden Kluftscharen die vertikale und insbesondere horizontale Durchlässigkeit im Fels maßgeblich bestimmen. Im Hinblick auf eine mögliche Unterläufigkeit wird die Schichtung dabei allerdings auch zumindestens teilweise strömungsbehindernd wirken.

Damit liegen auch für den Bereich des Festgesteins ausreichende Kenntnisse über diejenigen Parameter vor, die im Rahmen einer Standsicherheitsuntersuchung von besonderer Bedeutung sind.

Zu den aktuellen Grundwasserverhältnissen liegen keine Informationen vor. Es sollte davon ausgegangen weden, dass aufgrund der hier sowohl für den Bachschotter als auch den oberen Felsbereich festgestellten Durchlässigkeiten ein GW-Spiegel vorhanden ist, der in etwa dem Wasserspiegel im Vichtbach entspricht.

2.5 Bodengruppen (DIN 18196), Bodenklassen (DIN 18300) und Kennwerte

Aufgrund der Bestimmung der Boden- und Gesteinsproben aus den Schürfen und den Bohrungen, aus den Ergebnissen der Feldmessungen, nach den Erfahrungen über die mechanischen Eigenschaften der locker- und Festgesteine sowie nach den Ergebnissen der durchgeführten Laborversuche können den angetroffenen Bodenarten die nachfolgend aufgeführten Klassifikationen und Kenngrößen zugeordnet werden.

Diese Kenngrößen sind teilweise unter idealen Laborbedingungen explizit ermittelt, teilweise aus einfachen Versuchen abgeleitet und teilweise konservativ geschätzt.

Zur Vereinfachung bzw. Vereinheitlichung werden die nachfolgend genannten vier Baugrundschichten unterschieden:

Auffüllungen

Wichte der feuchten Auffüllung	y = 18 - 20 kN/m³
Wichte dr Auffüllung unter Auftrieb	y' = 12 kN/m³
Kohäsion	c' = 0
(Ersatz-)Reibungswinkel	q,' = 30°

Bodengruppe nach DIN 18196:	A -	Auffüllung aus umgelagerten Böden bzw. Fremdstoffen

Bodenklasse nach DIN 18300: Klasse 4 / 5 - mittelschwer bis schwer lösbare Bodenart

Bodenkennwerte für Auffüllungen können erfahrungsgemäß in weiten Grenzen schwanken. Da im vorliegenden Falle allenfalls eine Angabe für die Berechnung der HWS-Wand benötigt wird, sind Angaben zur Durchlässigkeit und Verformbarkeit nicht erforderlich.

Tallehm (U+S, t-t*)

Wichte des feuchten Bodens	γ = 18 - 19 kN/m³
Wichte des Bodens unter Auftrieb	γ' = 11 kN/m³
Kohäsion	c' = 5 - 1O kN/m²
Reibungswinkel	<p' = 27,5°
Wasserdurchlässigkeitsbeiwe rt	k = 10-s - 10-7 m/s
Steifemodul (lastabhängig)	Es = 2 - 5 MN/m²

Bodengruppe nach DIN 18196:	UM, TM -	Mittel plastischer Schluff / Ton mit bis zu 50% Sandanteil

Bodenklasse nach DIN 18300: Klasse 4 / 5 - mittelschwer bis schwer lösbare Bodenart

Der angegebene k-Wert wurde auf der Grundlage der Laborversuche als mittlerer Wert gewählt.

Bachschotter (G, x, s', u")

Wichte des feuchten Bodens	γ = 20 kN/m³
Wichte der Bodens unter Auftrieb	γ' = 12 kN/m³
Kohäsion	c' = O
(Ersatz-)Reibungswinkel	<p' > 32,5°
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert	k = 7-10-5 - 1-10-4 m/s
Steifemodul (lastabhängig)	Es> 50 MN/m²

Bodengruppe nach DIN 18196:	GW, GU-	weitgestufter Kies mit schwachem Schluffanteil

Bodenklasse nach DIN 18300: Klasse 3 - Leicht lösbare Bodenart

Der angegebene k-Wert wurde trotz nur geringem Sandanteil aus der Korngrößenverteilung nach BEYER abgeleitet. Der angegebene Steifemodul wurde konservativ abgeschätzt.

Fels - Tonstein und Sandstein des Unterdevon/ Trennflächen

Fels

Wichte des feuchten Felses	y = 26 kN/m³
Wichte des Felses unter Auftrieb	y' = 16 kN/m³
Gesteinsfestigkeit - Tonstein	f_{ck} = 50 **MN/m²**
Gesteinsfestigkeit - Sandstein	f_{ck} = 100 **MN/m²**
E-Modul	fa > 1000 **MN/m²**

Trennflächen

Kohäsion Schichtflächen	c's = 5-10 kN/m²
Reibungswinkel Schichtflächen	<p's = 25°
Kohäsion Klüftung	c'K = 10-15 kN/m²
Reibungswinkel Klüftung	(j) K > **30°**

Bodengruppe nach DIN 18196: Die Normung gilt nur für Lockergestein

Bodenklasse nach DIN 18300: Klasse 6 / 7 - Leicht bis schwer lösbarer Fels

Die Scherfestigkeit entlang der Trennflächen wurde nach der Erfahrung abgeschätzt. Maßgebende Kriterien sind die Unebenheit, Rauhigkeit und Füllung sowie der Durchtrennungsgrad.

2.6 Umwelteinflüsse

Im Zuge der Baugrunderkundungen wurden an der Oberfläche in zwei Bohrungen aufgefüllte Materialien aus ehemals .gewachsenen Böden angetroffen, die teilweise auch mit Bauschutt durchsetzt sind. Organoleptisch ergaben sich vor Ort keine Auffälligkeiten (Farbe, Aussehen, Geruch).

In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass dieses Gutachten ausschließlich bodenphysikalische (also zur Mechanik und Hydraulik) Gesichtspunkte bei der Bewertung der angefüllten Materialien behandelt. Das Gutachten kann daher keine Auskunft geben über die vollständige Zusammensetzung der Auffüllungen sowie deren Herkunft bzw. mögliche Umweltgefährdung.

3. Geotechnische Bewertung mit Blick auf DIN 19700 / DIN EN 1997-1 (EC7-1)

Als Grundlage für die weiteren Planungen sowie die vorgesehenen Berechnungen zur Standsicherheit des geplanten Absperrdammes werden in diesem Abschnitt die wesentlichen Erkenntnisse aus den Baugrunderkundungen zusammengefasst. Darüber hinaus werden die an die Planung zu stellenden Fragen zu den Eingangsgrößen für die Berechnungen aufgelistet.

3.1 Mächtigkeit, Tragfähigkeit und Durchlässigkeit der Deckschichten

Die im Bereich der planmäßigen Dammaufstandsfläche, also größtenteils in der größerflächigen Talaue, angetroffenen Bodenarten bestehen aus einem Tallehm und einem typischen Bachschotter. Örtlich ist der Tallehm durch eine Auffüllung ersetzt.

In den Hangbereichen (Talflanken) findet sich nach visuellem Eindruck eine nur geringmächtige Deckschicht aus Lockergestein. Der anstehende Fels ist dort oberflächig an vielen Stellen direkt sichtbar.

Wesentlich für die Beurteilung der Deckschichten im Rahmen einer Talsperrenplanung ist deren Tragfähigkeit und Durchlässigkeit.

Die Tragfähigkeit der Lehmhorizonte ist als mittelmäßig zu bezeichnen und darüber hinaus von deren Konsistenz abhängig. Diese Deckschichten wirken aufgrund ihrer Zusammensetzung abdichtend . Nach den Erkundungsergebnissen sind diese Schichten allerdings nicht überall vorhanden.

Da der Decklehm in der Talaue eine etwas reduzierte Konsistenz, z. T. deutliche humose Beimengungen und ohnehin nur eine relativ geringe Mächtigkeit hat, sollte er aus Tragfähigkeitsgründen im Bereich der Dammaufstandsfläche ausgetauscht werden.

Selbstverständlich gilt dies auch analog für die Auffüllungen, die keinesfalls für die Gründung des Absperrdammes oder von konstruktiven Ingenieurbauten herangezogen werden können.

Sowohl im Hangbereich an der L238 als auch in der Talaue findet sich unterhalb des Decklehmes / der Auffüllung eine grobkörnige Lage aus Bachschotter, deren erkundete Mächtigkeit im Hangbereich ca. 2 m, im Bereich der Talaue weniger als 1 m erreicht.

Der Bachschotter ist als sehr gut tragfähig zu bewerten. Die laborativ abgeleiteten Durchlässigkeiten lassen allerdings eine relativ hohe Wasserwegigkeit erwarten. Damit stellt diese Schicht einen bevorzugten Korridor für eine Unterläufigkeit und Umläufigkeit des Dammes dar. Folglich ist für diese Tiefen eine im Zuge der Dammherstellung auszuführende Abdichtung zu empfehlen.

Nach den Erkundungsergebnissen müsste eine solche Abdichtung bis etwa 3 m unter die derzeitige Talebene geführt werden, im Hangbereich eher bis ca. 4,5 m. Da der Bachschotter eine hohe Tragfähigkeit aufweist, ist es sinnvoll, den Baugrund bis zu dieser größeren Tiefe nur hinsichtlich der Abdichtung zu verbessern. Die Aufstandsfläche des Dammes kann demgegenüber näher an der Geländeoberfläche verbleiben - wenige Dezimeter unterhalb Oberkante Bachschotter.

Diese Gründungsebene liegt dann innerhalb der Talebene etwa bei **NN** + 271,5 m, im südlichen Hangbereich bei **NN** + 276,0 m.

3.2 Baugrund in größerer Tiefe

Unterhalb eines Niveaus von ca. **NN** + 271,0 m stehen innerhalb der Talaue zunächst die regional bekannten Tonsteine des Unterdevon an. Das Gestein geht in einer relativ einheitlichen Tiefe von ca. 6 m rasch in einen Sandstein über. Der gesamte Felshorizont wird innerhalb der für einen Absperrdamm maßgebenden Tiefe nicht mehr von anderen Formationen abgelöst.

Der Tonstein ist etwas weich, zeigt aber eine gute mineralische Bindung. Der Sandstein ist hart. Von der Tragfähigkeit her ist der Felshorizont damit deutlich höher zu bewerten als die Deckschichten aus Lockergestein.

Aufgrund der im oberen Teil regelmäßig sichtbaren Zerklüftung muss dort von einer Durchlässigkeit in der Größenordnung eines Grobsandes ausgegangen werden. Der Fels stellt daher - zumindestens in seinen oberen 3 m - keinen eigentlichen Stauhorizont dar.

Es liegt eine Zone bevorzugter Unterläufigkeit und im Bereich des südlichen Hanges auch bevorzugter Umläufigkeit vor, insbesondere in horizontaler Richtung.

Die Frage, wie weit man nun auch diese Zone - ähnlich dem Bachschotter - abdichtet, hängt davon ab, welche Wassermenge aus Unterläufigkeit toleriert werden kann.

Nimmt man im Rahmen einer *einfachen Überschlagsberechnung* an, dass die Dammsohle innerhalb der Talaue (größte Dammhöhe) etwa auf einem Niveau von **NN** + 271,0 m liegt und eine Abdichtung im oberen Felsbereich bis auf ein Niveau von **NN** + 269, 0 m geführt wird, so ist bei Vollstau und einem k-Wert von $5 \cdot 10^{-5}$ m/s für den Fels ein Wasserverlust aus Unterläufigkeit von etwa 0,2 l/s pro laufenden Meter Damm zu erwarten.

Inwieweit eine solche Wassermenge aus Unterläufigkleit gestattet werden könnte, kann von hier aus nicht beurteilt werden. Selbstverständlich kann diese Wassermenge durch Tieferführung einer Dichtung reduziert werden.

3.3 Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserverhältnisse wurden im Zuge der Baugrunderkundungen nicht erfasst.

Die Ausbildung eines freien Grundwasserspiegels ist im Fels entscheidend von der Durchtrennung, Ausbildung und Raumstellung des Trennflächengefüges abhängig. Bei unregelmäßiger Klüftung kann in der Regel keine zuverlässige Angabe gemacht werden.

Aufgrund der für den Bachschotter und die Auflockerungszone festgestellten relativ hohen Durchlässigkeiten können im vorliegenden Fall - wie oben erwähnt - allerdings „lockergesteinsähnliche" Verhältnisse angenommen werden. Es ist daher davon auszugehen, dass der GW-Spiegel mit dem Wasserspiegel im Vichtbach kommuniziert. Aufgrund der hohen Durchlässigkeit ist die Frage, ob dabei effluente oder influente Verhältnisse vorliegen, eher von untergeordneter Bedeutung.

3.4 Empfehlung für den Dammtyp

Die für den geplanten Standort erkundeten Baugrundverhältnisse erlauben die Planung und Ausführung eines Absperrdammes auf standsicherem Untergrund. Da die im Bereich der Aufstandsfläche dieses Dammes anstehenden Böden und auch der obere Teilbereich des Festgesteins eine relativ hohe Durchlässigkeit aufweisen, wird empfohlen, eine Abdichtung im Bereich der Dammsohle auf ein tieferes Niveau zu führen als die Dammsohle.

Aus Gründen des Witterungsschutzes für die Dichtung und der relativen Unabhängigkeit vom Schüttmaterial des Dammkörpers wird - wie auf der Besprechung vom 18.12.2014 bereits vorgetragen - ein Steinschüttdamm mit einer mineralischen Kerndichtung empfohlen. Luftseitig ist ggf. eine gesonderte Filterzone (Kamin, Sohle) günstig.

Bei einem innerhalb der Talaue angenommenen Gründungsniveau von ca. **NN** + 271,0 - 271,5 m (entspricht etwa der Oberkante des tragfähigen Bachschotters) und einer Kronenhöhe von **NN** + 282,85 m entsteht ein Damm mit einer Höhe von ca. 11,50 m. Die Dichtung sollte dann mindestens bis auf eine Niveau von **NN** + 269,0 m heruntergezogen werden.

Im Bereich der Talflanken ist eine ähnliche Ausführung zu empfehlen. Auch hier kann das höhenmäßig angepasste Sohlniveau ebenfalls bis zum steinig-kiesigeren Zwischenhorizont geführt werden. Es muss allerdings während der Ausführung durch Schürfe die genaue Höhenlage der Oberkante Fels erkundet werden. Für die oberen 2 m des Felses empfiehlt sich ebenfalls eine tiefergeführte Kerndichtung.

3.5 Allgemeine Hinweise zu den Standsicherheitsanforderungen

Für den geplanten Damm sind die normativ festgelegten Standsicherheitsnachweise zu führen.

Hierbei sind sämtliche Versagensmechanismen - wie Böschungsbruch, Gleiten des Dammes und des Dammfußes, Grundbruch des Dammes und des Dammfußes, Verflüssigungsgefährdung - sowie die Dammverformungen - Setzungen, Stauchungen, Sackungen, Dichtungskern - zu untersuchen.

Im vorliegenden Fall ist ein Absperrbauwerk für ein Trockenbecken zu planen und statisch / dynamisch nachzuweisen. Hierzu gibt es normativ unterschiedliche Vorgaben.

Wie in Unterlage [12] nochmals besonders angemerkt, sind die sogenannten Eurocodes - hier geotechnisch insbesondere EC7-1 - seit Sommer 2012 als technische Regeln eingeführt. Es empfiehlt sich daher, Tragsicherheitsberechnungen nach diesen normativen Richtlinien durchzuführen. Da die Vorgaben der nationalen Normung (vgl. Unterlagen [08] - [10]) noch nicht vollkommen angepasst sind, ist es sinnvoll, das Konzept der Eurocodes mit ,,ständigem Blick auf DIN 19700" für eine Standsicherheitsuntersuchung anzuwenden.

Diese Vorgehensweise führt zu „auf der sicheren Seite liegenden" Ergebnissen, da beim Konzept nach EC7-1 zum Nachweis einer ausreichenden Sicherheit überwiegend höhere Bodenwiderstände gefordert werden als beim Konzept nach DIN 19700.

Zur Frage der Erdbebenberechnung ist anzumerken, dass für Trockenbecken nach DIN 19700 und dem sich darauf beziehenden LUA-Merkblatt 58 (vgl. Unterlage [11]) auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet werden darf. Das bedeutet allerdings, dass ein Absperrdamm nach einem Erdbeben sorgfältig zu inspizieren ist. Das gleiche Merkblatt empfiehlt daher „zur Sicherheit", auch für Trockenbecken zumindestens die für ein Betriebserdbeben üblichen Nachweise zu führen.

Im Hinblick auf die Einstufung verschiedener Einwirkungen hinsichtlich deren Auftrittswahrscheinlichkeit und Untersuchungsnotwendigkeit der maßgebenden Lastfälle ist daher für Trockenbecken ein gewisser Interpretationsspielraum vorhanden.

Es ist vorgesehen, im Rahmen der Berechnungen zur Standsicherheit auch die Erdbebenlastfälle zu untersuchen.

3.6 Grundlagen der Tragsicherheitsbewertung

Für die rechnerische Untersuchung zur Tragsicherheit eines Absperrdammes sind die geometrischen Verhältnisse sowie die mechanischen und hydraulischen Parameter des Untergrundes und des Dammkörpers festzulegen.

Die Standsicherheitsbewertung erfolgt unabhängig von dem untersuchten Versagensmechanismus auf der Grundlage sämtlicher denkbarer Einwirkungsgrößen auf das Dammbauwerk.

Die Einwirkungen resultieren aus der Eigenlast des Dammes, Verkehrslasten auf der Dammkrone, verschiedenen Stauspiegeln im Rückhaltebecken und aus Erdbeben. Hierbei sind sowohl ständige, vorübergehende als auch außergewöhnliche Ereignisse zu untersuchen.

Wie bereits anlässlich der Besprechung vom 18.12.2014 vorgetragen, werden als Grundlage bzw. Eingangsgrößen dieser Berechnungen im vorliegenden Fall noch die nachfolgend genannten Informationen benötigt. Obgleich die Planung noch nicht den Status für eine abschließende rechnerische Betrachtung erreicht hat, werden diese Informationen bereits an dieser Stelle aufgelistet:

- Angaben zum Dammbaustoff, falls aus planerischen Gründen zwingend,
- Angabe zur Dauer eines Einstauereignisses (vom Anstaubeginn bis zur Beckenentleerung),
- Angabe zur Absinkgeschwindigkeit des Wasserspiegels im Becken während der Entleerung,
- Angabe des Beckenwasserspiegels für den Hochwasserzufluss BH01,
- Angabe des Beckenwasserspiegels für den Hochwasserzufluss BH02.

Abschließend wir darauf hingewiesen, dass die beauftragte Geotechnische Bewertung die Beurteilung der Standsicherheit des Absperrdammes beinhaltet. Darüber hinausgehende Fragen - bspw. Gründung von konstruktiven Anlagenteilen oder der HWS-Wand etc., Rutschungsgefährdung der Talflanken im Oberwasser, Beeinflussung der GW-Verhältnisse durch oberflächennahe Untergrundabdichtung etc. - sind gesondert anzubieten bzw. zu beauftragen.

4. Zusammenfassung und Empfehlungen

Im vorliegenden Gutachten werden die Ergebnisse der im November 2014 am geplanten Standort des Vichtrückhalts V4 durchgeführten Baugrunderkundungen sowie der Feld- und der Laborversuche beschrieben. Auf dieser Grundlage wird der Baugrund hinsichtlich seiner Eignung als Gründungsbereich für den Absperrdamm einer Talsperre bewertet.

Es ergibt sich, dass der Standort für das geplante Vorhaben geeignet ist. Hinsichtlich der Dammgründung und der Minimierung von Wasserverlusten aus Unter- und Umläufigkeiten ist ein Schüttdamm mit einer tiefer reichenden Kerndichtung empfehlenswert.

Als ausführungstechnisch von besonderer Bedeutung kann bereits an dieser Stelle genannt werden, dass für die Dammgründung der Decklehm und die Auffüllungen im Bereich der Talaue zu entfernen sind. Im Bereich der Talflanken muss dies während der Vorbereitung des Sohlbereiches örtlich entschieden werden. Durchwurzelte Oberflächen (Waldboden) sind selbstverständlich vollständig abzutragen.

Für den Bereich des Bachschotters und die oberen 2 m innerhalb der Auflockerungszone des Felses empfiehlt sich entlang der gesamten Dammachse eine durchgängige Abdichtung (Dichtungske rn). Inwieweit die Tiefenlage dieser Dichtung zu modifizieren ist, sollte im Zuge der weiteren Planungen abgestimmt werden.

Zum geometrischen Entwurf des Dammes und damit zur rechnerischen Beurteilung dessen Standsicherheit werden von Seiten der Planung die bemessungsrelevanten Beckendaten erwartet. Auf deren Grundlage erfolgt dann die übliche Nachweisführung, und zwar vorrangig nach den aktuellen europäischen Normvorgaben.

Hieraus ergeben sich dann auch die letztlich standsicher ausführbaren Dammneigungen an der Wasser- und der Luftseite.

Es ist bereits an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass die erdbautechnischen Maßnahmen zur Dammherstellung eine entsprechende Qualitätssicherung erfordern, die für jedes „Material" üblicherweise aus einem Eignungnachwies vor Beginn der Bauarbeiten und regelmäßige Qualitätskontrollen während der Ausführung besteht.

Für die für den Dammaufbau vorgesehenen Materialien ist rechtzeitig vor der Bauausführung ein Qualitätssicherungsplan (Eignungsprüfung mit Probefeld, Festlegung der Erdbautechnik und der Qualitätskontrollen) auszuarbeiten.

Parallel zu den bodenphysikalischen Untersuchungen ist die Eignung von in den verschiedenen Übergangszonen möglicherweise anzordnenen ***Filtervliese*** zu ermitteln.

Zusätzlich zur Frage der Dammstandsicherheit kommt beim Projekt V4 als wesentliche Aufgabe die Anlage der die L238 gegen Hochwasser schützenden Trennwand hinzu. Geotechnische Hinweise hierzu können ebenfalls erst in einer fortgeschritteneren Planungsphase gegeben werden.

Sollten weitere Fragestellungen für die Planung von Interesse sein, so wird um entsprechende Abstimmung gebeten.

Planunterlagen aus der Projektvorstudie

01.1 - Übersichtslageplan, Maßstab 1:3500

01.2 - Prinzipquerschnitt, ohne Maßstab

Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

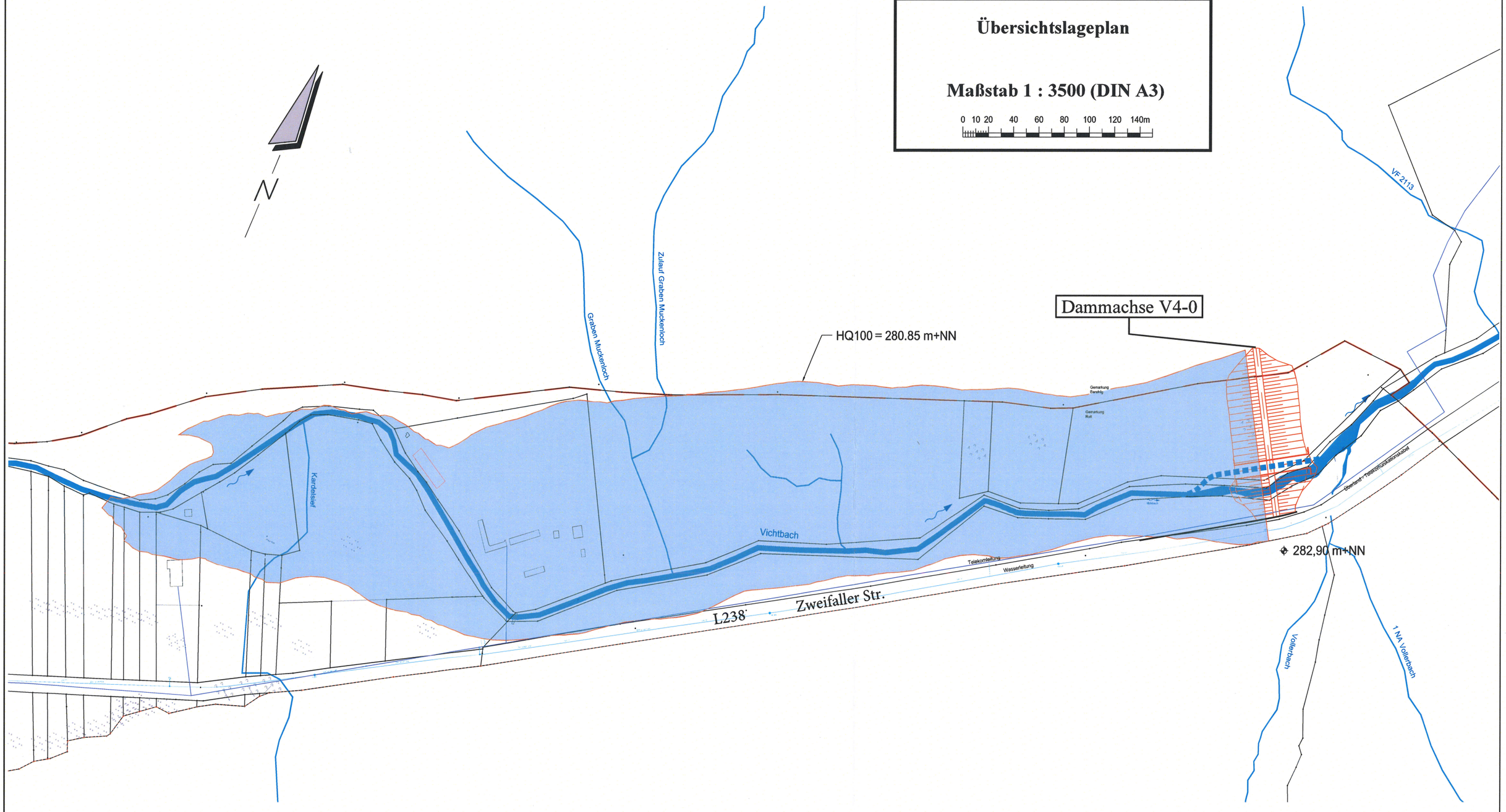
FBI - Prof. Dr.-Ing. Johannes P. J. Feiser
Baugrundbegutachtung
Geotechnische Beratung und Bauüberwachung

Gutachten	1689
Anlage	01.1

Übersichtslageplan

Maßstab 1 : 3500 (DIN A3)

0 10 20 40 60 80 100 120 140m



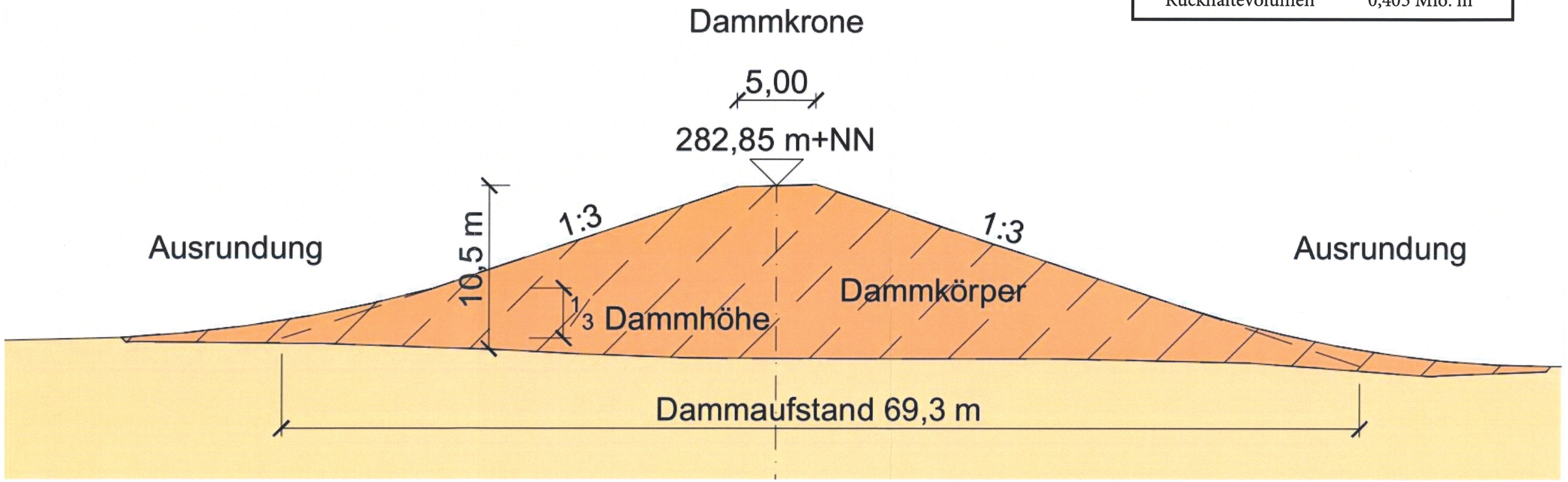
Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

Prof. Dr. J. Feiser • Pützgracht 21 • 52146 Würselen • Fon 02405 - 74634 • Fax 02405 - 74663

Prinzipquerschnitt (Variante B)

Kenndaten:

Dammkrone	282,85 m+NN
Dammlänge	130 m
Dammhöhe	10,5 m
Aufstandsfläche	0,79 ha
Auftragsvolumen	41.000 m³
Überstaute Fläche	11,6 ha
Rückhaltevolumen	0,405 Mio. m³



Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

FBI - Prof. Dr.-Ing. Johannes P. J. Feiser
Baugrundbegutachtung
Geotechnische Beratung und Bauüberwachung

Gutachten	1689
Anlage	02

Lageplan

mit Eintragungen der einzelnen Stellen für die Erkundung und Probenentnahme

Maßstab 1 : 1000 (DIN A3)

Dammachse C
Dammachse 0
Dammachse A
0+000,0
0+040,0
0+066,5
0+078,5
0+094,0
0+129,0
A
A
B4-1
NN+274,09m
t = 13,00m
SCH1
B4-2
NN+272,55m
t = 13,00m
SCH2
B4-4
NN+277,80m
t = 13,00m
RKS1
NN+272,57m
t = 2,00m
RKS2
NN+271,71m
t = 1,05m
RKS3
NN+271,44m
t = 1,10m
Schneise
Gemarkung Bereinig
Gemarkung Rott
Vichtbach
N

Erkundungen vom 13.11.2014 bis zum 17.11.2014:

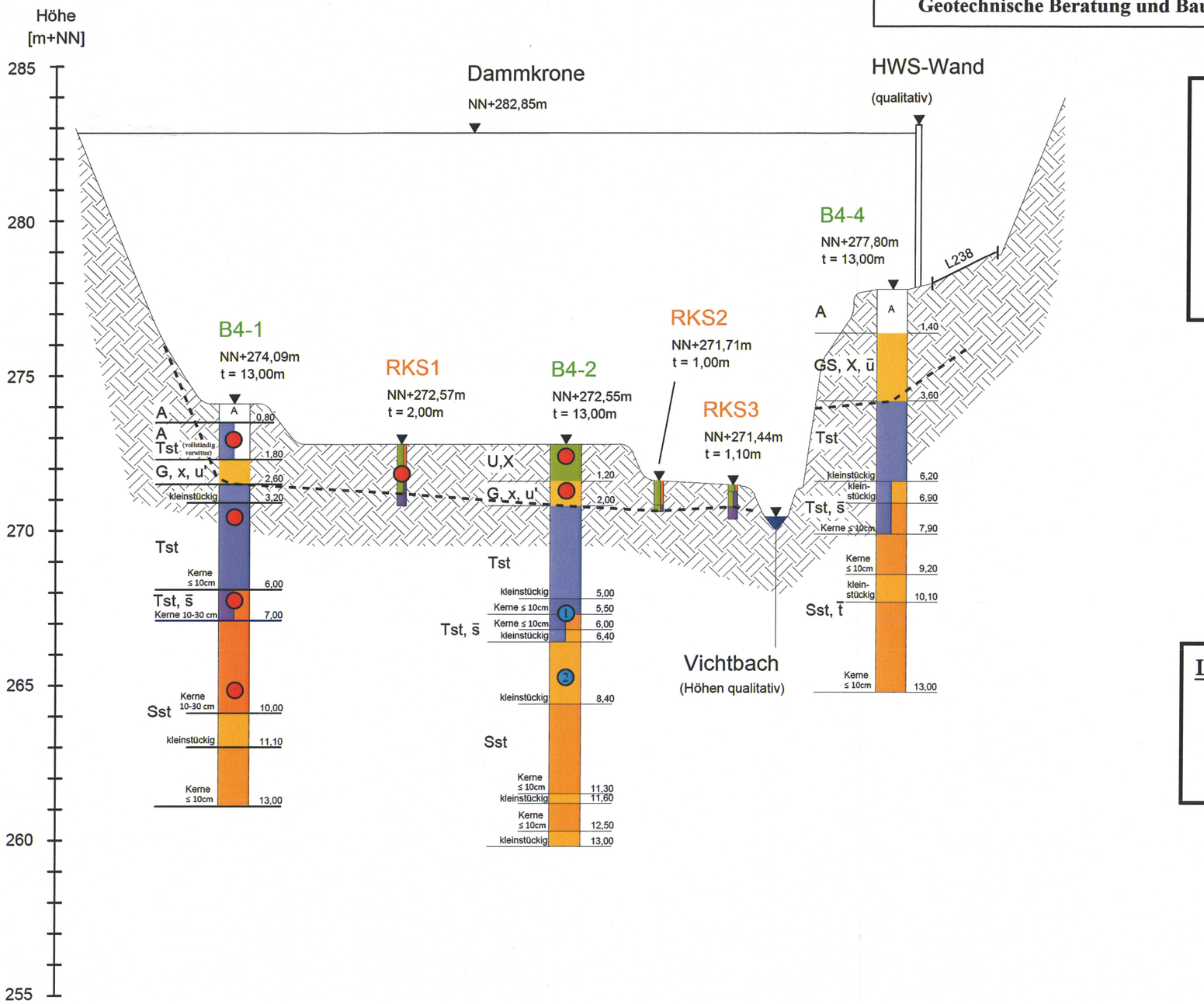
- **Rammkernbohrung (40/50/60mm)**
- **Erkundungsbohrung (219 und 146/101mm)**
- **Handschürfe SCH1 und SCH2**

Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

Prof. Dr. J. Feiser • Pützgracht 21 • 52146 Würselen • Fon 02405 - 74634 • Fax 02405 - 74663

FBI - Prof. Dr.-Ing. Johannes P. J. Feiser
Baugrundbegutachtung
Geotechnische Beratung und Bauüberwachung

Gutachten	1689
Anlage	03



Längsschnitt A-A zu Anlage [02]

mit Eintragungen der einzelnen Tiefen für die Probenentnahmen und durchgeführten WD-Tests

Maßstab Länge / Höhe
1 : 750 / 1 : 150 (DIN A3)

Legende:

- **Probenentnahme für Laborversuche**
- **WD-Test 1 (5,00 - 6,00m)**
- **WD-Test 2 (7,00 - 8,00m)**
- **OK-Fels**

Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

Prof. Dr. J. Feiser • Pützgracht 21 • 52146 Würselen • Fon 02405 - 74634 • Fax 02405 - 74663

Ergebnisse der Erkundungen
(13. – 19.11.2014)

Bohrprofile nach DIN 4023
Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022

04.1 - Großbohrungen B4-1, B4-2 und B4-4
7 Seiten Schichtenverzeichnisse

04.2 - Kleinrammbohrungen 1, 2 und 3
6 Seiten Bohrprofile (M. 1:35), Schichtenverzeichnisse

04.3 - Zeichen und Abkürzungen nach DIN 4023

Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

BauGrund Süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
Bereich Aachen
Monnetstraße 5 52146 Würselen

Kopfblatt

zum Schichtenverzeichnis für Baugrundbohrungen / Wasserbohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben nach DIN 4021 bzw. DIN 4022

Projekt: **HRB Vichtbach, Bereich V4** AZA 14 08 017

Bohrung Nr.:	**B4-1**	**Zweck:**	Baugrunderkundung
Lage:	Ort:	V4 zwischen Mularthshütte und Zweifall (siehe Lageplan Gutachter)	
	X-Koordinate:		
	Y-Koordinate:		
	Z-Koordinate:	**274,09 mNN** = GOK (Bohransatzpunkt, Einmessung durch AG)	

Auftraggeber: FBI Prof. Dr.-Ing. J. Feiser, Pützgracht 21, 52146 Würselen

Fachtechnische Bearbeitung: FBI Prof. Dr.-Ing. J. Feiser, Pützgracht 21, 52146 Würselen

Bohrdaten:	Bohrunternehmen:		BauGrund Süd, Gesellschaft für Geothermie mbH		
	Bohrgerät Typ:		Raupe 8 (Nordmeyer DSB 1/5)		
	Geräteführer:		M. Tribbels		
	gebohrt	vom:	13.11.2014	bis: 14.11.2014	
			(m unter Gelände)		
	Bohrverfahren:	von:	0,00	bis: 2,50	rammend/RKR 180 mm
		von:	2,50	bis: 13,00	rotierend/SKL 146 mm
	Bohrdurchm.:	von:	0,00	bis: 2,50	D in mm: 219
		von:	2,50	bis: 13,00	D in mm: 146
	aufgebohrt:	von:		bis:	D in mm:
				Enddurchmesser:	D in mm: **146**

Wasser:	Wasser angebohrt bei:	m unter Ansatzpunkt	am:
	Wasserstand angestiegen auf:	m unter Ansatzpunkt	am:
	Wasserstand bei Bohrende:	m unter Ansatzpunkt	am:
	Ruhewasserspiegel bei:	m unter Ansatzpunkt	am:

Ausbau:			(m unter Gelände)		
	Stahlschutzrohr:	von:		bis:	Art:
	Übergangsrohr:	von:		bis:	Art:
	Vollrohr:	von:		bis:	Art:
	Filterrohr:	von:		bis:	Art:
	Sperrschicht:	von:		bis:	Art:
	Gegenfilter:	von:		bis:	Art:
	Filterkies:	von:		bis:	Art:
Verfüllung:	Bohrgut	von:		bis:	
	Kies/Sand:	von:		bis:	
	Ton:	von:	0,00	bis: 13,00	Art: Dantonit

Proben:	Kernkisten:	7 Stück	Aufbewahrungsort: Probenlager AG/WVER	
	Eimer:	1 Stück	Sonderproben:	4 Tüten

Bemerkung:

BauGrund Süd GmbH Bereich Aachen Monnetstraße 5 52146 Würselen Tel.: 02405/40885-0	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: Anlage:

Vorhaben: HRB Vichtbach, Bereich V4

Bohrung B4-1 / Blatt: 1 Höhe: 274,09 mN | Datum: 13.11.2014

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1)] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1)] / h) [1)] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.40	a) Kies + Sand, steinig, schwach schluffig (befestigter Waldweg) b)				RKR 180 mm im Locckergestein, SKL 146 mm im Fels Verrohrung 219 mm im Lockergestein	KK	1	0,40
	c) s.o.	d) mittelschwer zu bohren	e) graubraun bis rotbraun					
	f) Auffüllung	g)	h)	i)				
2.20	a) Schluff + Sand, kiesig, schwach steinig b)					KK KK	1 2	2,00 2,20
	c) steif - halbfest	d) leicht zu bohren	e) braun					
	f) Bachablagerungen?	g)	h)	i)				
2.60	a) Blöcke + Steine, schwach sandig bis kiesig, (schwach) schluffig, kantengerundet b)					KK	2	2,60
	c) s.o.	d) sehr schwer zu bohren	e) braunbunt					
	f) Bachschotter	g)	h)	i)				
3.00	a) Ton-/Schluffstein, zerbohrt zu Kies, steinig, sandig, schwach schluffig b) mit rotbraunen Schlieren					KK	2	3,00
	c) s.o.	d) schwer zu bohren	e) graubraun bis rotbraun					
	f) Felszersatzzone?	g)	h)	i)				
4.60	a) Ton-/Schluffstein mäßig zerklüftet b) mit rotbraunen Schlieren					KK KK	2 3	4,00 4,60
	c) s.o.	d) schwer zu bohren	e) graubraun bis rotbraun					
	f) Fels	g)	h)	i)				

BauGrund Süd GmbH Bereich Aachen Monnetstraße 5 52146 Würselen Tel.: 02405/40885-0	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: Anlage:

Vorhaben: HRB Vichtbach, Bereich V4

Bohrung B4-1 / Blatt: 2 Höhe: 274,09 mN | Datum: 13.11.2014

1	2	3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1] / h) [1] Gruppe / i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
6.00	a) Sandstein (Grauwacke) mäßig zerklüftet b) c) s.o. / d) sehr schwer zu bohren / e) graubraun bis rotbraun f) Fels / g) / h) / i)		KK	3	6,00
13.00	a) Sandstein (Grauwacke) schwach bis mäßig zerklüftet, z.T. kompakt b) Klüfte z.T. mit Bergkristallaufwuchs c) s.o. / d) sehr schwer zu bohren / e) graubraun bis hellgrau f) Fels / g) / h) / i)		KK KK KK KK	4 5 6 7	8,00 10,00 12,00 13,00
	a) b) c) / d) / e) f) / g) / h) / i)				
	a) b) c) / d) / e) f) / g) / h) / i)				
	a) b) c) / d) / e) f) / g) / h) / i)				

BauGrund Süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
Bereich Aachen
Monnetstraße 5 52146 Würselen

Kopfblatt

zum Schichtenverzeichnis für Baugrundbohrungen / Wasserbohrungen
mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben nach DIN 4021 bzw. DIN 4022

Projekt: **HRB Vichtbach, Bereich V4** AZA 14 08 017

Bohrung Nr.:	**B4-2**	**Zweck:**	Baugrunderkundung	
Lage:	Ort:	V4 zwischen Mulartshütte und Zweifall (siehe Lageplan Gutachter)		
	X-Koordinate:			
	Y-Koordinate:			
	Z-Koordinate:	**272,55 mNN** = GOK (Bohransatzpunkt, Einmessung durch AG)		

Auftraggeber: FBI Prof. Dr.-Ing. J. Feiser
Pützgracht 21, 52146 Würselen

Fachtechnische Bearbeitung: FBI Prof. Dr.-Ing. J. Feiser
Pützgracht 21, 52146 Würselen

Bohrdaten:	Bohrunternehmen:	BauGrund Süd, Gesellschaft für Geothermie mbH			
	Bohrgerät Typ:	Raupe 8 (Nordmeyer DSB 1/5)			
	Geräteführer:	M. Tribbels			
	gebohrt	vom: 17.11.2014	bis: 18.11.2014		
		(m unter Gelände)			
	Bohrverfahren:	von: 0,00	bis: 2,00	rammend/RKR 180 mm	
		von: 2,00	bis: 13,00	rotierend/SKL 146 mm	
	Bohrdurchm.:	von: 0,00	bis: 2,00	D in mm: 219	
		von: 2,00	bis: 13,00	D in mm: 146	
	aufgebohrt:	von:	bis:	D in mm:	
			Enddurchmesser:	D in mm: **146**	

Wasser:	Wasser angebohrt bei:		m unter Ansatzpunkt	am:
	Wasserstand angestiegen auf:		m unter Ansatzpunkt	am:
	Wasserstand bei Bohrende:		m unter Ansatzpunkt	am:
	Ruhewasserspiegel bei:		m unter Ansatzpunkt	am:

Ausbau:		(m unter Gelände)			
	Stahlschutzrohr:	von:	bis:	Art:	
	Übergangsrohr:	von:	bis:	Art:	
	Vollrohr:	von:	bis:	Art:	
	Filterrohr:	von:	bis:	Art:	
	Sperrschicht:	von:	bis:	Art:	
	Gegenfilter:	von:	bis:	Art:	
	Filterkies:	von:	bis:	Art:	
Verfüllung:	Bohrgut	von:	bis:		
	Kies/Sand:	von:	bis:		
	Ton:	von: 0,00	bis: 13,00	Art: Dantonit	

Proben:	Kernkisten:	7 Stück	Aufbewahrungsort: Probenlager AG/WVER	
	Eimer:		Sonderproben:	1 Zylinder (t = 0,2 - 0,5 m)

Bemerkung: 2 WD-Tests im Fels ausgeführt (siehe entsprechende Dokumentation)

BauGrund Süd GmbH Bereich Aachen Monnetstraße 5 52146 Würselen Tel.: 02405/40885-0	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: Anlage:

Vorhaben: HRB Vichtbach, Bereich V4

Bohrung B4-2 / Blatt: 1 Höhe: 272,55 mN | Datum: 17.11.2014

1	2				3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1)] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1)] / h) [1)] Gruppe / i) Kalkgehalt				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.40	a) Oberboden/Humus, Schluff, sandig bis kiesig, humos b) c) weich bis steif / d) leicht zu bohren / e) dunkelbraun f) Oberboden / g) / h) / i)				RKR 180 mm im Locckergestein, SKL 146 mm im Fels Verrohrung 219 mm im Lockergestein	KK	1	0,40
0.90	a) Ton + Schluff, sandig, schwach kiesig, humos b) c) steif / d) leicht zu bohren / e) braun f) Bachablagerungen / g) / h) / i)					KK	1	0,90
2.10	a) Blöcke + Steine + Kies, sandig, schluffig kantengerundet b) c) s.o. / d) sehr schwer zu bohren / e) braun bis hellbraun f) Bachschotter / g) / h) / i)					KK KK	1 2	2,00 2,10
2.70	a) Ton-/Schluffstein, zerbohrt zu Kies, steinig, sandig, schwach schluffig b) c) s.o. / d) schwer zu bohren / e) graubraun bis rotbraun f) Felszersatzzone? / g) / h) / i)					KK	2	2,70
13.00	a) Ton-/Schluffstein mäßig bis stark zerklüftet b) c) s.o. / d) schwer zu bohren / e) graubraun bis grau f) Fels / g) / h) / i)					KK KK KK KK KK KK	2 3 4 5 6 7	4,00 6,00 8,00 10,00 12,00 13,00

BauGrund Süd
Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik mbH
Bereich Aachen
Monnetstraße 5 52146 Würselen

Kopfblatt

zum Schichtenverzeichnis für Baugrundbohrungen / Wasserbohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben nach DIN 4021 bzw. DIN 4022

Projekt: **HRB Vichtbach, Bereich V4** AZA 14 08 017

Bohrung Nr.:	**B4-4**	**Zweck:**	Baugrunderkundung
Lage:	Ort:	V4 zwischen Mulartshütte und Zweifall (siehe Lageplan Gutachter)	
	X-Koordinate:		
	Y-Koordinate:		
	Z-Koordinate:	**277,80 mNN** = GOK (Bohransatzpunkt, Einmessung durch AG)	

Auftraggeber: FBI Prof. Dr.-Ing. J. Feiser, Pützgracht 21, 52146 Würselen

Fachtechnische Bearbeitung: FBI Prof. Dr.-Ing. J. Feiser, Pützgracht 21, 52146 Würselen

Bohrdaten:	Bohrunternehmen:		BauGrund Süd, Gesellschaft für Geothermie mbH		
	Bohrgerät Typ:		Raupe 8 (Nordmeyer DSB 1/5)		
	Geräteführer:		M. Tribbels		
	gebohrt	vom:	19.11.2014	bis: 19.11.2014	
			(m unter Gelände)		
	Bohrverfahren:	von:	0,00	bis: 4,00	rammend/RKR 180 mm
		von:	4,00	bis: 13,00	rotierend/SKL 146 mm
	Bohrdurchm.:	von:	0,00	bis: 4,00	D in mm: 219
		von:	4,00	bis: 13,00	D in mm: 146
	aufgebohrt:	von:		bis:	D in mm:
				Enddurchmesser:	D in mm: **146**

Wasser:	Wasser angebohrt bei:	m unter Ansatzpunkt	am:
	Wasserstand angestiegen auf:	m unter Ansatzpunkt	am:
	Wasserstand bei Bohrende:	m unter Ansatzpunkt	am:
	Ruhewasserspiegel bei:	m unter Ansatzpunkt	am:

Ausbau:			(m unter Gelände)		
	Stahlschutzrohr:	von:		bis:	Art:
	Übergangsrohr:	von:		bis:	Art:
	Vollrohr:	von:		bis:	Art:
	Filterrohr:	von:		bis:	Art:
	Sperrschicht:	von:		bis:	Art:
	Gegenfilter:	von:		bis:	Art:
	Filterkies:	von:		bis:	Art:
Verfüllung:	Bohrgut	von:		bis:	
	Kies/Sand:	von:		bis:	
	Ton:	von:	0,00	bis: 13,00	Art: Dantonit

Proben:	Kernkisten:	7 Stück	Aufbewahrungsort: Probenlager AG/WVER
	Eimer:		Sonderproben:

Bemerkung:

BauGrund Süd GmbH Bereich Aachen Monnetstraße 5 52146 Würselen Tel.: 02405/40885-0	**Schichtenverzeichnis** für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben	Bericht: Anlage:

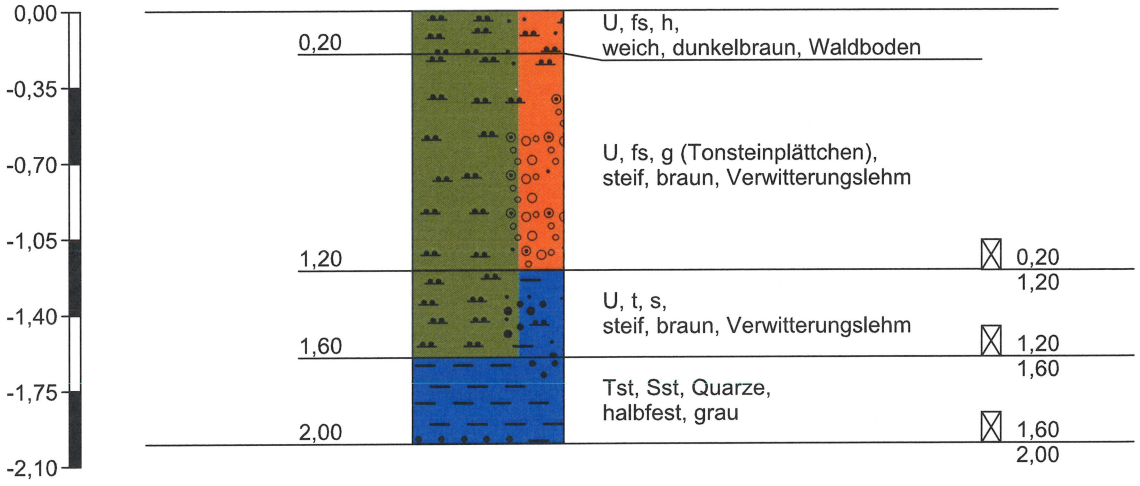
Vorhaben: HRB Vichtbach, Bereich V4

Bohrung B4-4 / Blatt: 1 Höhe: 277,80 mN | Datum: 19.11.2014

1	2					3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkung [1)] c) Beschaffenheit nach Bohrgut / d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang / e) Farbe f) Übliche Benennung / g) Geologische Benennung [1)] / h) [1)] Gruppe / i) Kalkgehalt					Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr	Tiefe in m (Unterkante)
0.30	a) Oberboden/Humus, Schluff, sandig bis kiesig, humos b)					RKR 180 mm im Locckergestein, SKL 146 mm im Fels Verrohrung 219 mm im Lockergestein	KK	1	0,30
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun						
	f) Auffüllung	g)	h)	i)					
1.50	a) Steine + Kies, sandig, schluffig mit Betonbruch b)						KK	1	1,50
	c) s.o.	d) mittelschwer zu bohren	e) braun bis schwarzbraun						
	f) Auffüllung	g)	h)	i)					
3.60	a) Steine + Kies, sandig, schluffig kantengerundet, z.T. Felsbruchstücke b)						KK KK	1 2	2,00 3,60
	c) s.o.	d) schwer zu bohren	e) braunbunt						
	f) Bachschotter?	g)	h)	i)					
6.40	a) Ton-/Schluffstein stark zerklüftet, z.T. Steinskelett b)						KK KK KK	2 3 4	4,00 6,00 6,40
	c) s.o.	d) schwer zu bohren	e) graubraun bis rotbraun						
	f) Felszersatzzone?	g)	h)	i)					
13.00	a) Ton-/Schluffstein mäßig zerklüftet bzw. ab t = 11,5 m kompakt b) rotbraune Schlieren						KK KK KK KK	4 5 6 7	8,00 10,00 12,00 13,00
	c) s.o.	d) schwer zu bohren	e) graubraun bis rotbraun						
	f) Fels	g)	h)	i)					

Baugrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik GmbH Monnetstr. 5 52146 Würselen	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: Rotterdell, HRB Vichtbach V4	
		Auftraggeber:	
		Bearb.: Soltenborn	Datum: 19.11.2014

RKS 1



Höhenmaßstab 1:35

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage

Bericht:

Az.:

Bauvorhaben: Rotterdell, HRB Vichtbach V4

Bohrung Nr RKS 1 /Blatt 1

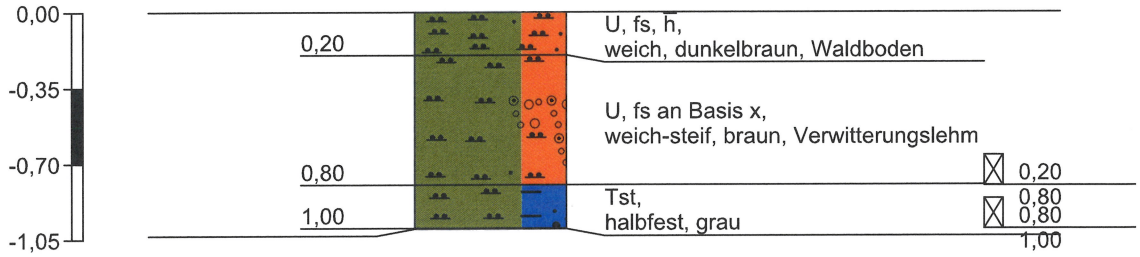
Datum: 19.11.2014

1	2				3	4	5	6
Bis . . . . m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut f) Übliche Benennung	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang g) Geologische [1] Benennung	e) Farbe h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr.	Tiefe in m (Unterkante)
0,20	a) U, fs, h b) c) weich f) Waldboden	d) leicht zu bohren g)	e) dunkelbraun h)	i) 0				
1,20	a) U, fs, g (Tonsteinplättchen) b) c) steif f) Verwitterungslehm	d) leicht zu bohren g)	e) braun h)	i) 0				1,20
1,60	a) U, t, s b) c) steif f) Verwitterungslehm	d) mittelschwer zu bohren g)	e) braun h)	i) 0				1,60
2,00	a) Tst, Sst, Quarze b) c) halbfest f)	d) schwer zu bohren g)	e) grau h)	i) 0				2,00
	a) b) c) f)	d) g)	e) h)	i)				

[1] Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Baugrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik GmbH Monnetstr. 5 52146 Würselen	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: Rotterdell, HRB Vichtbach V4	
		Auftraggeber:	
		Bearb.: Soltenborn	Datum: 19.11.2014

RKS 2



Höhenmaßstab 1:35

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage

Bericht:

Az.:

Bauvorhaben: Rotterdell, HRB Vichtbach V4

Bohrung Nr RKS 2 /Blatt 1

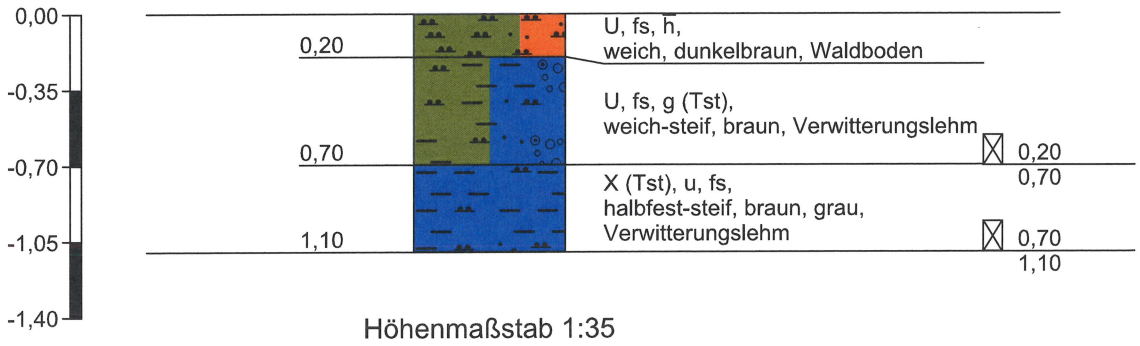
Datum: 19.11.2014

1	2				3	4	5	6
Bis . . . . m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut f) Übliche Benennung	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang g) Geologische [1] Benennung	e) Farbe h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr.	Tiefe in m (Unterkante)
0,20	a) U, fs, $\overline{h}$ b) c) weich f) Waldboden	d) leicht zu bohren g)	e) dunkelbraun h)	i) 0				
0,80	a) U, fs an Basis x b) c) weich-steif f) Verwitterungslehm	d) leicht zu bohren g)	e) braun h)	i) 0				0,80
1,00	a) Tst b) c) halbfest f)	d) schwer zu bohren g)	e) grau h)	i) 0				1,00
	a) b) c) f)	d) g)	e) h)	i)				
	a) b) c) f)	d) g)	e) h)	i)				

[1] Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Baugrund Süd Gesellschaft für Bohr- und Geotechnik GmbH Monnetstr. 5 52146 Würselen	Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023	Anlage:	
		Projekt: Rotterdell, HRB Vichtbach V4	
		Auftraggeber:	
		Bearb.: Soltenborn	Datum: 19.11.2014

RKS 3



Höhenmaßstab 1:35

Schichtenverzeichnis

für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben

Anlage

Bericht:

Az.:

Bauvorhaben: Rotterdell, HRB Vichtbach V4

Bohrung Nr RKS 3 /Blatt 1

Datum: 19.11.2014

1	2				3	4	5	6
Bis . . . . m unter Ansatzpunkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen b) Ergänzende Bemerkungen [1] c) Beschaffenheit nach Bohrgut f) Übliche Benennung	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang g) Geologische [1] Benennung	e) Farbe h) [1] Gruppe	i) Kalkgehalt	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben Art	Nr.	Tiefe in m (Unterkante)
0,20	a) U, fs, $\overline{h}$ b) c) weich f) Waldboden	d) leicht zu bohren g)	e) dunkelbraun h)	i) 0				
0,70	a) U, fs, g (Tst) b) c) weich-steif f) Verwitterungslehm	d) mittelschwer zu bohren g)	e) braun h)	i) 0				0,70
1,10	a) X (Tst), u, fs b) c) halbfest-steif f) Verwitterungslehm	d) schwer zu bohren g)	e) braun, grau h)	i) 0				1,10
	a) b) c) f)	d) g)	e) h)	i)				
	a) b) c) f)	d) g)	e) h)	i)				

[1]) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

Legende (in Anlehnung an DIN 4023)

Erkundung

○ B	- Bohrung	□ DPL	- Leichte Rammsondierung
○ RKB	- Rammkernbohrung	□ DPM	- Mittelschwere Rammsondierung
▭ SCH	- Schurf	□ DPH	- Schwere Rammsondierung
▽ V	- Versickerungsversuch	□ SPT	- Standard Penetration Test

Bodenart

	G - Kies, g - kiesig	Mu	Mutterboden
	S - Sand, s - sandig		H - Humus, h - humos
	U - Schluff, u - schluffig	A	Auffüllung
	T - Ton, t - tonig		Z - Fels

Haupt - / Nebenbestandteile

f...	fein	...	sehr stark
m...	mittel	...	stark
g...	grob	...	schwach
		...	sehr schwach

Feuchtigkeit

f°	- sehr schwach feucht
f '	- schwach feucht
f	- feucht
f̄	- stark feucht
f̿	- naß

Lagerungsdichte

- locker
- mitteldicht
- dicht

Beschaffenheit (Fels)

- verwittert
- klüftig

Konsistenz

- breiig
- weich
- steif
- halbfest
- fest

Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

Ergebnisse der WD-Versuche
(18.11.2014)

Durchfluss - Verpressdruck
Fließrate, Verpressdruck - Zeit

Bohrung B4-2

Versuch 1: Tiefe 5,00 – 6,00 m

Versuch 2: Tiefe 7,00 – 8,00 m

(4 Seiten)

Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

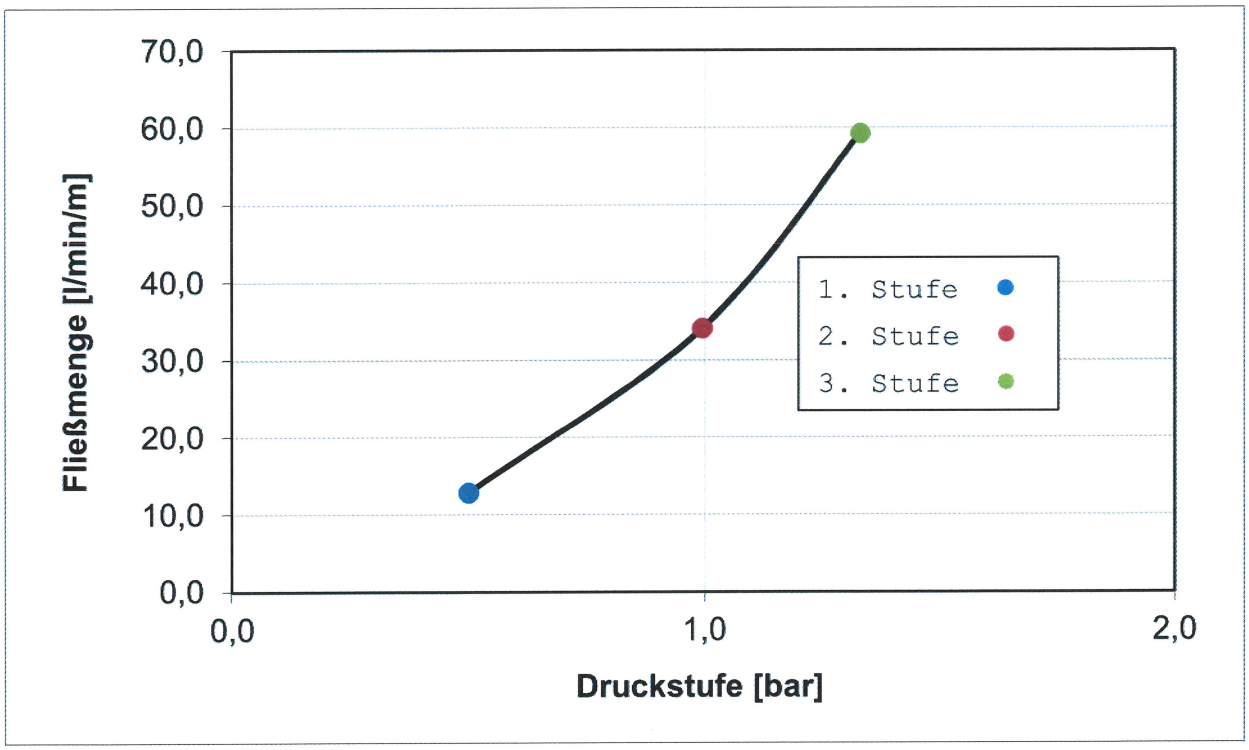
WD-Test - Auswertung

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

Projekt			**HRB Vichtbach**
Bohrung			**B4-2**
Datum			18.11.2014
Durchmesser	2r	[m]	0,146
Intervall	von	[m u. GOK]	5,00
Intervall	bis	[m u. GOK]	6,00
Intervalllänge	L	[m]	1,00
WSP vor Abpressung		[m u. GOK]	
WSP nach Abpressung		[m u. GOK]	

Druckstufe H [bar]	**Rate Q [l/s]**	**Rate pro m [l/min/m]**	**k_f [m/s] 1)**	**Bemerkungen**
0,50	**0,2137**	12,824	3,3E-05	
1,00	**0,5675**	34,048	4,5E-05	
1,33	**0,9885**	59,311	5,8E-05	
		0,000		nur aufsteigend ausgeführt
		0,000		
		0,000		
		Fließregime		leichte Auswaschungen
		repräsent. k_F-Wert (m/s):		5,8E-05

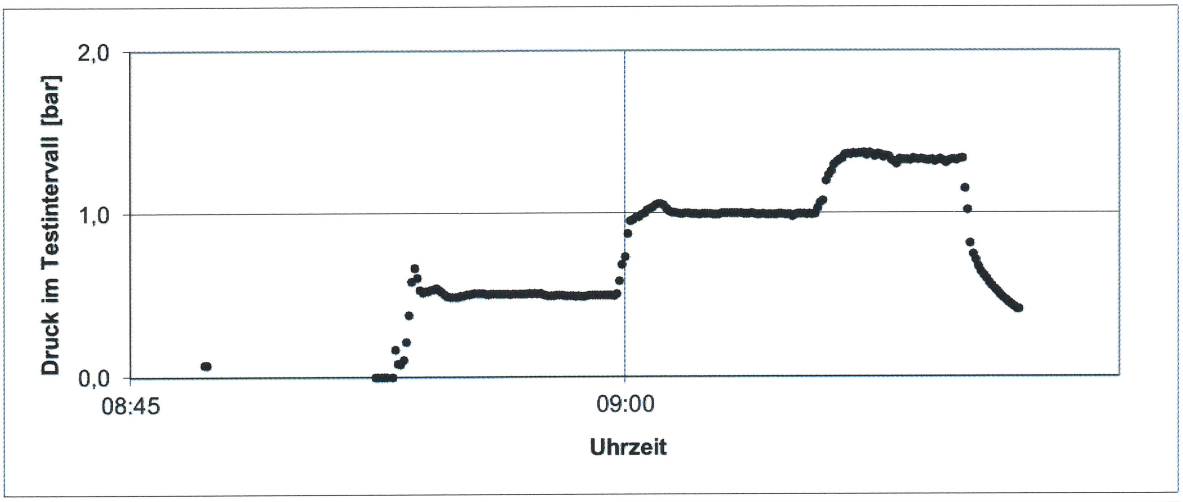
1) nach Empfehlung Nr. 9 des Arbeitskreises 19 - Versuchstechnik Fels (DGGT), R = 10 m

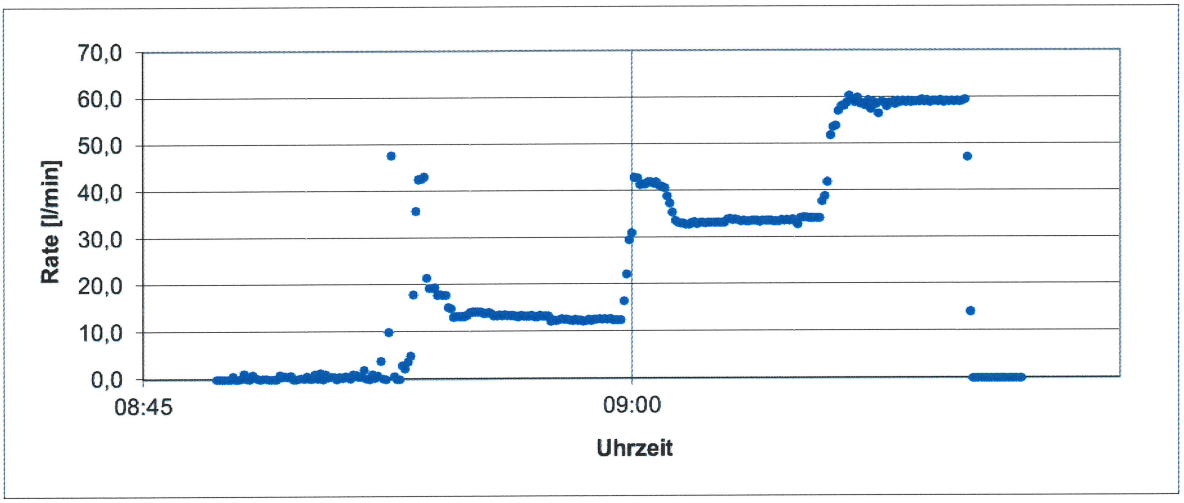


WD-Test - Diagramm

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

B4-2, Intervall 5 - 6m





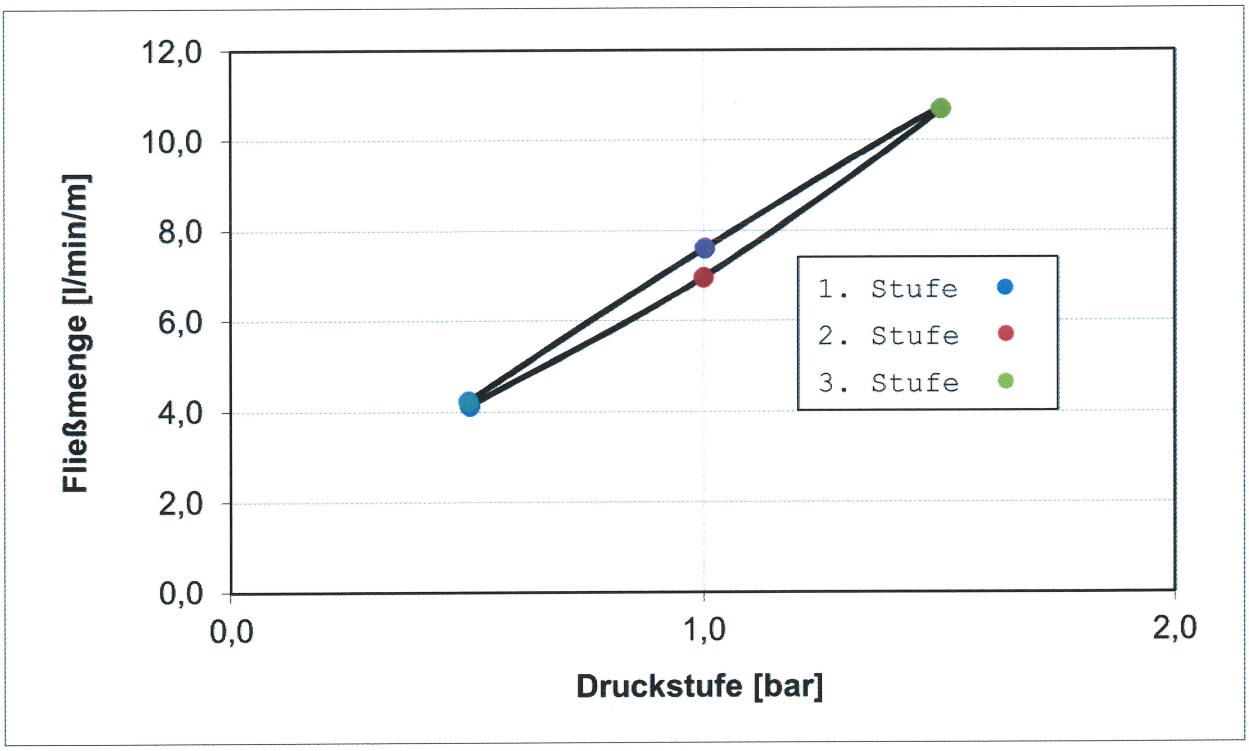
WD-Test - Auswertung

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

Projekt			**HRB Vichtbach**
Bohrung			**B4-2**
Datum			18.11.2014
Durchmesser	2r	[m]	0,146
Intervall	von	[m u. GOK]	7,00
Intervall	bis	[m u. GOK]	8,00
Intervalllänge	L	[m]	1,00
WSP vor Abpressung		[m u. GOK]	
WSP nach Abpressung		[m u. GOK]	

Druckstufe H [bar]	**Rate Q [l/s]**	**Rate pro m [l/min/m]**	**k_f [1)] [m/s]**	**Bemerkungen**
0,50	**0,0689**	4,135	1,1E-05	
1,00	**0,1161**	6,964	9,1E-06	
1,50	**0,1784**	10,705	9,3E-06	
1,00	**0,1268**	7,609	9,9E-06	
0,50	**0,0707**	4,240	1,1E-05	
		0,000		
		Fließregime		elastisch
		repräsent. k_F-Wert (m/s):		1,1E-05

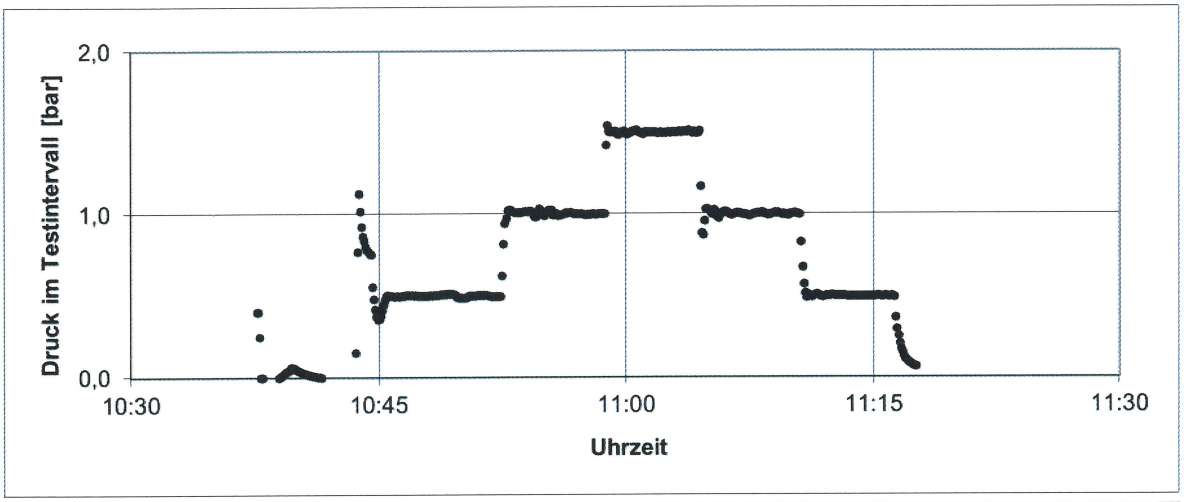
1) nach Empfehlung Nr. 9 des Arbeitskreises 19 - Versuchstechnik Fels (DGGT), R = 10 m

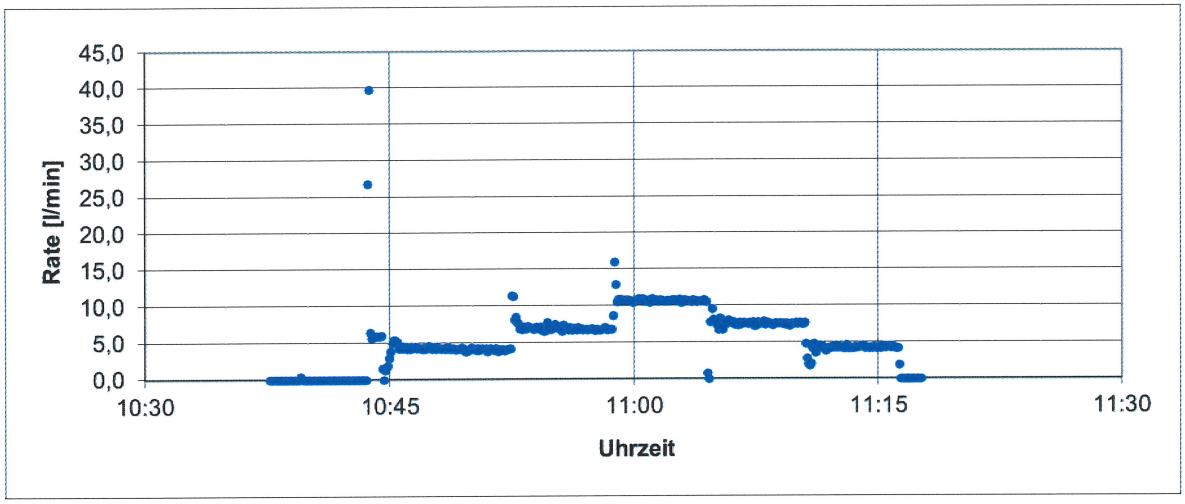


WD-Test - Diagramm

André Voutta (Dipl.-Geol.)
Grundwasserhydraulik

B4-2, Intervall 7 - 8m





Labor- und Feldergebnisse

der Untersuchungen an den Talböden
unterhalb der Aufstandsfläche des Dammes
und den Gesteinsproben des Felses

(*Prüfbericht BL586/14, BLAC Aachen, 17.12.2014*)

Auen- und Terrassensedimente unter der Dammaufstandsfläche:

Korngrößenverteilung, Plastizität, Wassergehalt,
Dichte, Scherfestigkeit, Wasserdurchlässigkeit

Anstehender Tonstein/Sandstein des Unterdevon:

Dichte, Einaxiale Druckfestigkeit

Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

BAUSTOFFBEGUTACHTUNG
A N D E R F H A A C H E N
BODENMECHANISCHES LABOR BLAC
Sachgebiet : Grundbau und Bodenmechanik , Erdbau , Straßenbau , Deponiebau *Prof. Dr.-Ing. J.Feiser*

WVER Düren

Eisenbahnstrasse 5
52353 Düren

BLAC
Bayernallee 9
52066 Aachen

Datum 17.12.2014

Laborprüfbericht BL586/14

Umfang: 5 Seiten (14 Anlagen)

Auftraggeber: WVER Düren , UB Gewässer

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V4

Allgemeines

Bodenart(en): diverse (Lehm, Kies, Fels)
Prüfdatum: ab dem 17.11.14
Entnahmedatum: 17. , 18. und 19.11.14
Entnahmeart: gestört , ungestört

durch : G. Wolff
durch : Prof. Feiser
Entnahmevolumen : 5 x Ausstechzylinder
1 x Sonderprobe
5 x Probebeutel
3 x Bohrkerne (Fels)
4 x Eimer (10l)

Laborversuche/Feldversuche

Folgende Versuche wurden durchgeführt:

- Bestimmung des Wassergehaltes DIN 18121
- Bestimmung der Zustandsgrenzen DIN 18122
- Bestimmung der Korngrößenverteilung DIN 18123
- Bestimmung der Dichte des Bodens DIN 18125-T2
- Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit DIN 18130
- Bestimmung der Einaxialen Druckfestigkeit DIN 18136
- Bestimmung der Scherfestigkeit DIN 18137 Teil3

Probenbezeichnung

Wassergehaltsbestimmung:

B4-1-1	Probe 1 der Bohrung 1	;	Entnahmetiefe 0,50 m
B4-1-2	Probe 2 der Bohrung 1	;	Entnahmetiefe 1,00 m
B4-1-3	Probe 3 der Bohrung 1	;	Entnahmetiefe 1,50 m
B4-1-4	Probe 4 der Bohrung 1	;	Entnahmetiefe 2,20 m
B4-2-1	Probe 1 der Bohrung 2	;	Entnahmetiefe 0,20 - 0,50 m

Zustandsgrenzen:

RKB1	Probe der Rammkernbohrung 1	;	Entnahmetiefe 0,80 - 1,50 m
B4-2-1	Probe1 der Bohrung 2	;	Entnahmetiefe 0,20 - 0,50 m

Korngrößenverteilung:

B4-1-5	Probe 5 der Bohrung 1	;	Entnahmetiefe 0,80 - 1,60 m
RKB1	Probe der Rammkernbohrung 1	;	Entnahmetiefe 0,80 - 1,50 m
B4-2-1	Probe 1 der Bohrung 2	;	Entnahmetiefe 0,20 - 0,50 m
B4-2-2	Probe 2 der Bohrung 2	;	Entnahmetiefe 1,00 - 2,00 m

Dichte:

Z11	Ausstechzylinderprobe Nr.11 aus Schurf 1
Z12	Ausstechzylinderprobe Nr.12 aus Schurf 1
ZI	Ausstechzylinderprobe Nr. I aus Schurf 1
Z34	Ausstechzylinderprobe Nr.34 aus Schurf 2
Z35	Ausstechzylinderprobe Nr.35 aus Schurf 2

Wasserdurchlässigkeit:

ZI	Ausstechzylinderprobe Nr. I aus Schurf 1
Z35	Ausstechzylinderprobe Nr.35 aus Schurf 2

Einaxiale Druckfestigkeit:

B4-1-6	Bohrkern der Bohrung 1, Probe 5	;	Entnahmetiefe 3,60 - 3,80 m
B4-1-7	Bohrkern der Bohrung 1, Probe 6	;	Entnahmetiefe 6,20 - 6,50 m
B4-1-8	Bohrkern der Bohrung 1, Probe 7	;	Entnahmetiefe 9,00 - 9,30 m

Scherfestigkeit:

Z34	Ausstechzylinderprobe Nr.34 aus Schurf 2

BLAC — Sachgebiet: Grundbau und Bodenmechanik , Erdbau , Straßenbau , Deponiebau

	Telefon	*Telefax*	*e-mail*
Prof. Dr.-Ing. J. Feiser	*(0241) 6009-1121*	*(0241) 6009-1177*	*feiser@fh-aachen.de*
Labor: G. Wolff	*(0241) 6009-1179*	*(0241) 6009-1480*	*g.wolff@fh-aachen.de*

Ergebnisse

- Wassergehalt DIN 18121-Teil1

Proben-Nr.		B4-1-1	B4-1-2	B4-1-3	B4-1-4	B4-2-1
Entnahmetiefe [1]	[m]	0,50	1,00	1,50	2,20	0,20 - 0,50
w	[%]	**10,5**	**12,0**	**12,3**	**19,5**	**30,5**

1) Entnahmetiefe unter OK Gelände

- Zustandsgrenzen DIN 18122

Proben-Nr.		RKB1	B4-2-1
w_L	[%]	**39,6**	**42,9**
w_P	[%]	**34,4**	**26,8**
w	[%]	—	*30,5*
I_P	[%]	**5,2**	**16,1**
I_C	[–]	—	*0,77*
Konsistenz		—	*steif*
Klassifikation nach DIN 18196		**OU/UM**	**OU,UM/TM**
Bodenklasse DIN 18300		(2 oder 4)	4

- Korngrößenverteilung DIN 18123

Proben-Nr.		B4-1-5	RKB1
Verfahren [1]		7.3.2	7.3.1
Bodenart		**G**, u, gs, fs', ms'	**S**, u*, t, g'
Anteil < 0,06mm	%	21,6	47,3
Anteil < 0,002mm	%	3,7	15,4
Ungleichförmigkeitszahl U	-	215,6	—
Krümmungszahl Cc	-	3,2	—
Klassifikation nach DIN 18196		**GU* (SU*)**	**OU/UM**
Bodenklasse DIN 18300		4	(2 oder 4)

BLAC — Sachgebiet: Grundbau und Bodenmechanik , Erdbau , Straßenbau , Deponiebau

	Telefon	Telefax	e-mail
Prof. Dr.-Ing. J. Feiser	*(0241) 6009-1121*	*(0241) 6009-1177*	*feiser@fh-aachen.de*
Labor: G. Wolff	*(0241) 6009-1179*	*(0241) 6009-1480*	*g.wolff@fh-aachen.de*

- Korngrößenverteilung DIN 18123

Proben-Nr.		B4-2-1	B4-2-2
Verfahren [2)]		7.3.1	7.3.2
Bodenart		**U**, t, fs, ms'	**G**, x, u', fs', ms', gs'
Anteil < 0,06mm	%	60,5	7,6
Anteil < 0,002mm	%	17,0	0,0
Ungleichförmigkeitszahl U	-	—	269,4
Krümmungszahl Cc	-	—	2,5
Klassifikation nach DIN 18196		**OU,UM/TM**	**GU**
Bodenklasse DIN 18300		4	3

2) - DIN 18123 /Abschnitt 5.4.2: Bestimmung der Korngrößenverteilung nach nassem Abtrennen der Feinteile
- /Abschnitt 6.0: Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Sedimentation
- /Abschnitt 7.3.1: Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Siebung nach der Sedimentation
- /Abschnitt 7.3.2: Bestimmung der Korngrößenverteilung durch Siebung vor der Sedimentation

- Dichtebestimmung DIN 18125-Teil2

Proben-Nr.		Z11	Z12	ZI	Z34	Z35
Entnahmetiefe	[m]					
w	[%]	27,4	23,3	23,3	32,2	32,2
Feuchtdichte ρ	[g/cm³]	1,815	1,985	1,812	1,797	1,873
Trockendichte ρ_d	[g/cm³]	**1,424**	**1,610**	**1,470**	**1,359**	**1,417**

- Wasserdurchlässigkeitsbeiwert DIN18130

Proben-Nr.		ZI	Z35
w	[%]	23,3	32,2
Feuchtdichte ρ	[g/cm³]	1,812	1,873
Trockendichte ρ_d	[g/cm³]	**1,470**	**1,417**
k_{10}	[m/s]	**$5{,}7 \cdot 10^{-7}$**	**$5{,}9 \cdot 10^{-9}$**

BLAC — Sachgebiet: Grundbau und Bodenmechanik , Erdbau , Straßenbau , Deponiebau

	Telefon	*Telefax*	*e-mail*
Prof. Dr.-Ing. J. Feiser	*(0241) 6009-1121*	*(0241) 6009-1177*	*feiser@fh-aachen.de*
Labor: G. Wolff	*(0241) 6009-1179*	*(0241) 6009-1480*	*g.wolff@fh-aachen.de*

- Einaxiale Druckfestigkeit DIN 18136

Proben-Nr.		B4-1-6	B4-1-7	B4-1-8
Entnahmetiefe	[m]	3,60 - 3,80	6,20 - 6,50	9,00 - 9,30
Masse der Probe	[g]	3658,0	3592,4	4455,8
Durchmesser d	[mm]	102,0	102,3	102,3
Länge l	[mm]	169,0	165,0	205,0
Verhältnis l/d	[-]	1,657	1,612	2,00
Verhältnis d/l	[-]	0,604	0,620	0,499
Querschnittsfläche A	[cm²]	81,7	82,2	82,2
Volumen V	[cm³]	1380,9	1356,3	1685,1
Dichte ρ	[g/cm³]	2,649	2,649	2,644
Kraft F_{max}	[kN]	442,6	854,1	858,3
Einaxiale Druckfestigkeit σ_u	[MN/m²]	54,2	104,5	104,4
korr. Einaxiale Druckfestigkeit [3] $\sigma_{u\,(korr.)}$	[MN/m²]	**52,8**	**101,5**	**104,4**

[3] - Korrektur der Einaxialen Druckfestigkeit hinsichtlich des Verhältnisses des Durchmessers zur Probekörperlänge (bei Unterschreitung des Verhätnisses l/d < 2) nach der Empfehlung Nr.1 des AK "Versuchstechnik Fels" der DGGT nach folgender Formel: $\sigma_{u(korr.)} = \frac{8 \cdot \sigma_u}{(7 + 2 \cdot d/l)}$

- Scherfestigkeit DIN 18137 Teil3

Proben-Nr.		Z34	
Reibungswinkel φ' (Bruch)	[°]	**29,2**	Ermittelt aus drei dränierten Einzelversuchen mit Normalspannungen von 100, 200 und 400 kN/m².
Reibungswinkel φ' (Gleiten)	[°]	28,8	
Kohäsion c (Bruch)	[kN/m²]	**21,0**	
Kohäsion c (Gleiten)	[kN/m²]	20,4	

*) Die Proben wurden mit einer gemittelten Trockendichte von 1,322 g/cm³ und einem gemittelten Wassergehalt von 30,1% eingebaut.

Prof.Dr.-Ing. J.Feiser G.Wolff [14 Anlagen]

BLAC — Sachgebiet: Grundbau und Bodenmechanik , Erdbau , Straßenbau , Deponiebau

	Telefon	Telefax	e-mail
Prof. Dr.-Ing. J. Feiser	(0241) 6009-1121	(0241) 6009-1177	feiser@fh-aachen.de
Labor: G. Wolff	(0241) 6009-1179	(0241) 6009-1480	g.wolff@fh-aachen.de

BLAC
Bodenmechanisches Labor
an der FH Aachen

Bericht: BL586/14
Anlage: 1

Wassergehalt nach DIN 18 121

HW-Schutz Vichtbach V4

Bearbeiter: Wolff

Datum: 18.11.14

Entnahmestelle: Bohrung 1 und 2

Tiefe: 0,50 - 2,20 m

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 17. und 18 .11.14

Probenbezeichnung:	B4-1-1	B4-1-2	B4-1-3	B4-1-4	B4-2-1
Feuchte Probe + Behälter [g]:	223.40	278.40	191.00	232.90	260.90
Trockene Probe + Behälter [g]:	211.60	259.30	178.10	206.50	217.05
Behälter [g]:	99.40	100.70	73.00	71.10	73.23
Porenwasser [g]:	11.80	19.10	12.90	26.40	43.85
Trockene Probe [g]:	112.20	158.60	105.10	135.40	143.82
Wassergehalt [%]	10.52	12.04	12.27	19.50	30.49

BLAC
Bodenmechanisches Labor
an der FH Aachen

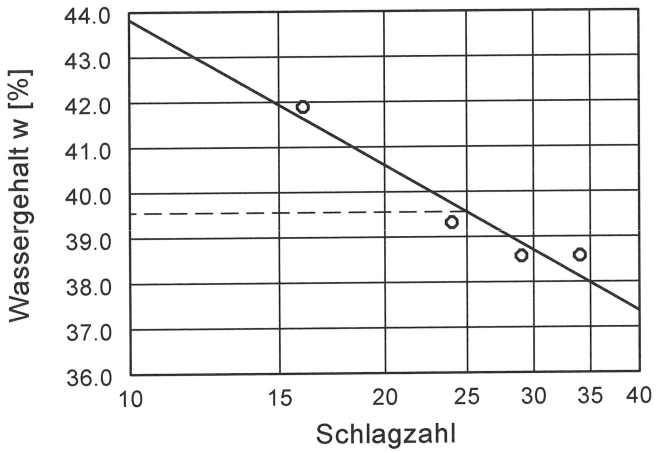
Bericht: BL586/14
Anlage: 2

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

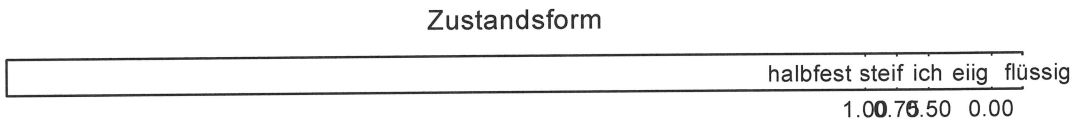
HW-Schutz Vichtbach V4

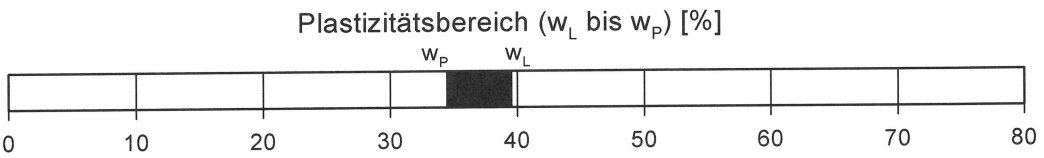
Bearbeiter: Wolff Datum: 24.11.14

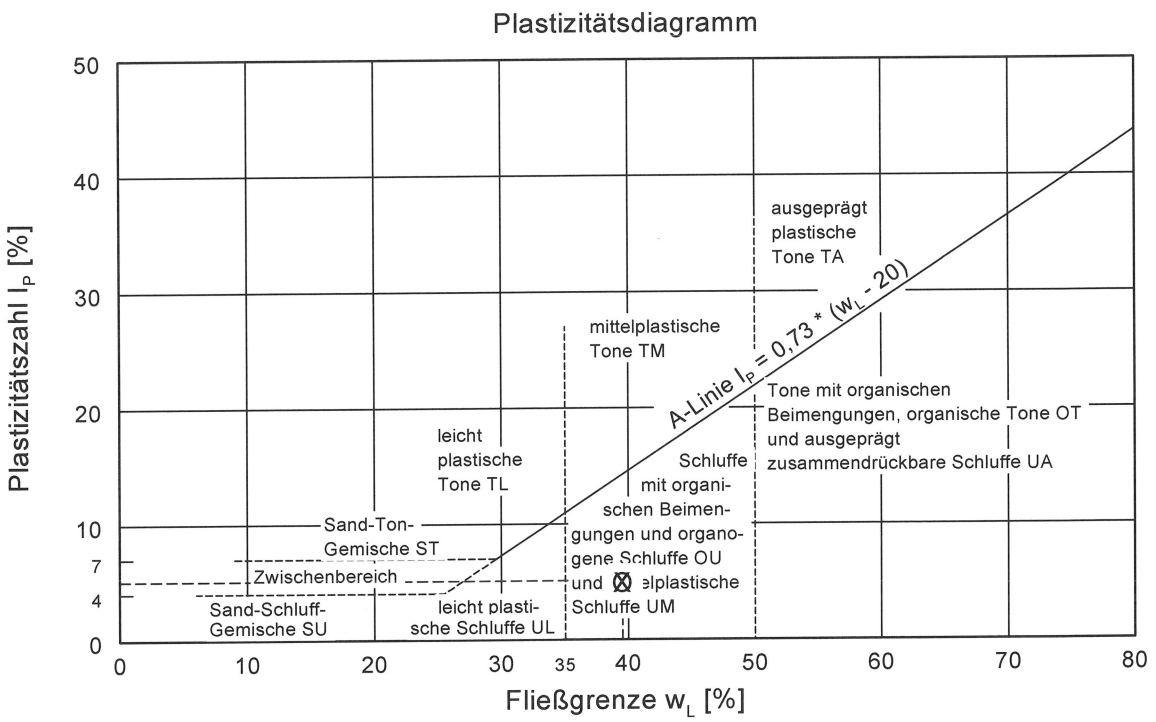
Prüfungsnummer: RKB1
Entnahmestelle: Rammkernbohrung 1
Tiefe: 0,80 - 1,50 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: S, $\bar{u}$, t, g'
Probe entnommen am: 19.11.14



Fließgrenze w_L =	39.6 %
Ausrollgrenze w_P =	34.4 %
Plastizitätszahl I_P =	5.2 %







BLAC
Bodenmechanisches Labor
an der FH Aachen

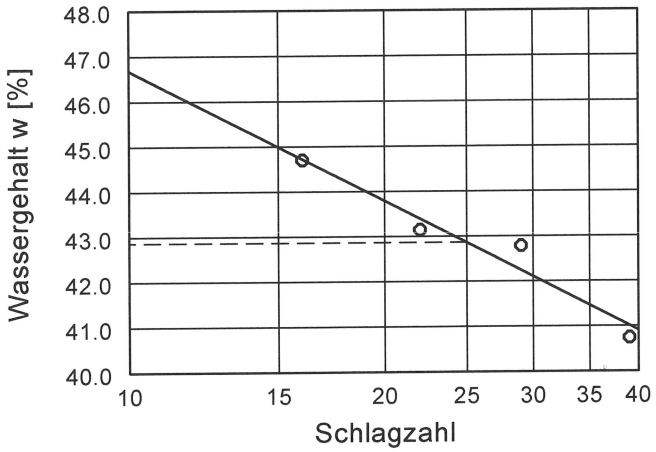
Bericht: BL586/14
Anlage: 3

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

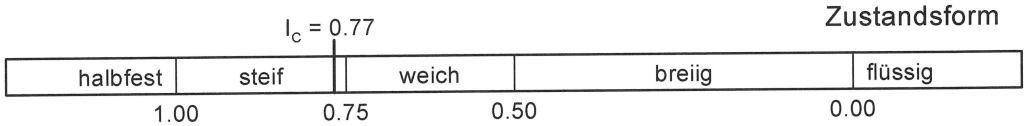
HW-Schutz Vichtbach V4

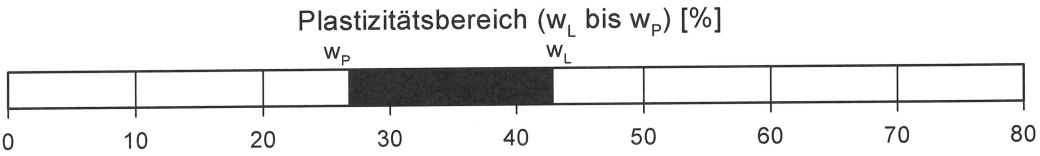
Bearbeiter: Wolff Datum: 01.12.14

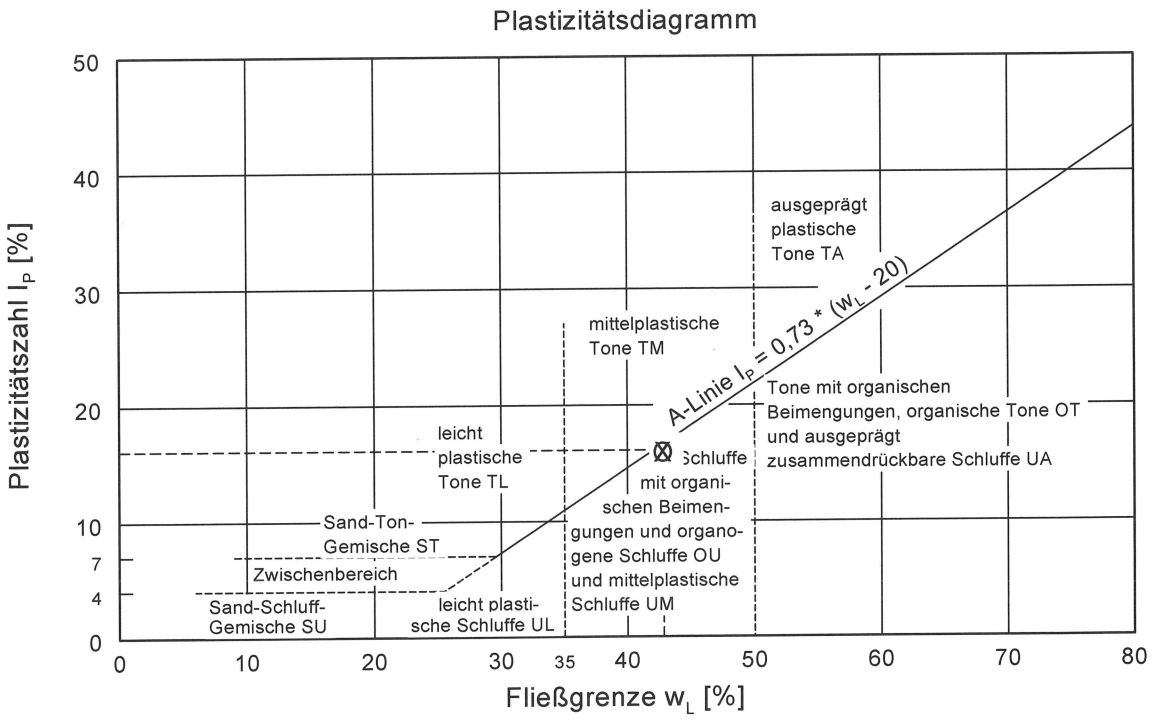
Prüfungsnummer: B4-2-1
Entnahmestelle: Bohrung 2
Tiefe: 0,2 - 0,5 m
Art der Entnahme: gestört
Bodenart: U, t, fs, ms'
Probe entnommen am: 18.11.14



Wassergehalt w =	30.5 %
Fließgrenze w_L =	42.9 %
Ausrollgrenze w_P =	26.8 %
Plastizitätszahl I_P =	16.1 %
Konsistenzzahl I_C =	0.77







BLAC
Bodenmechanisches Labor
an der FH Aachen

Bearbeiter: Wolff Datum: 26.11.14

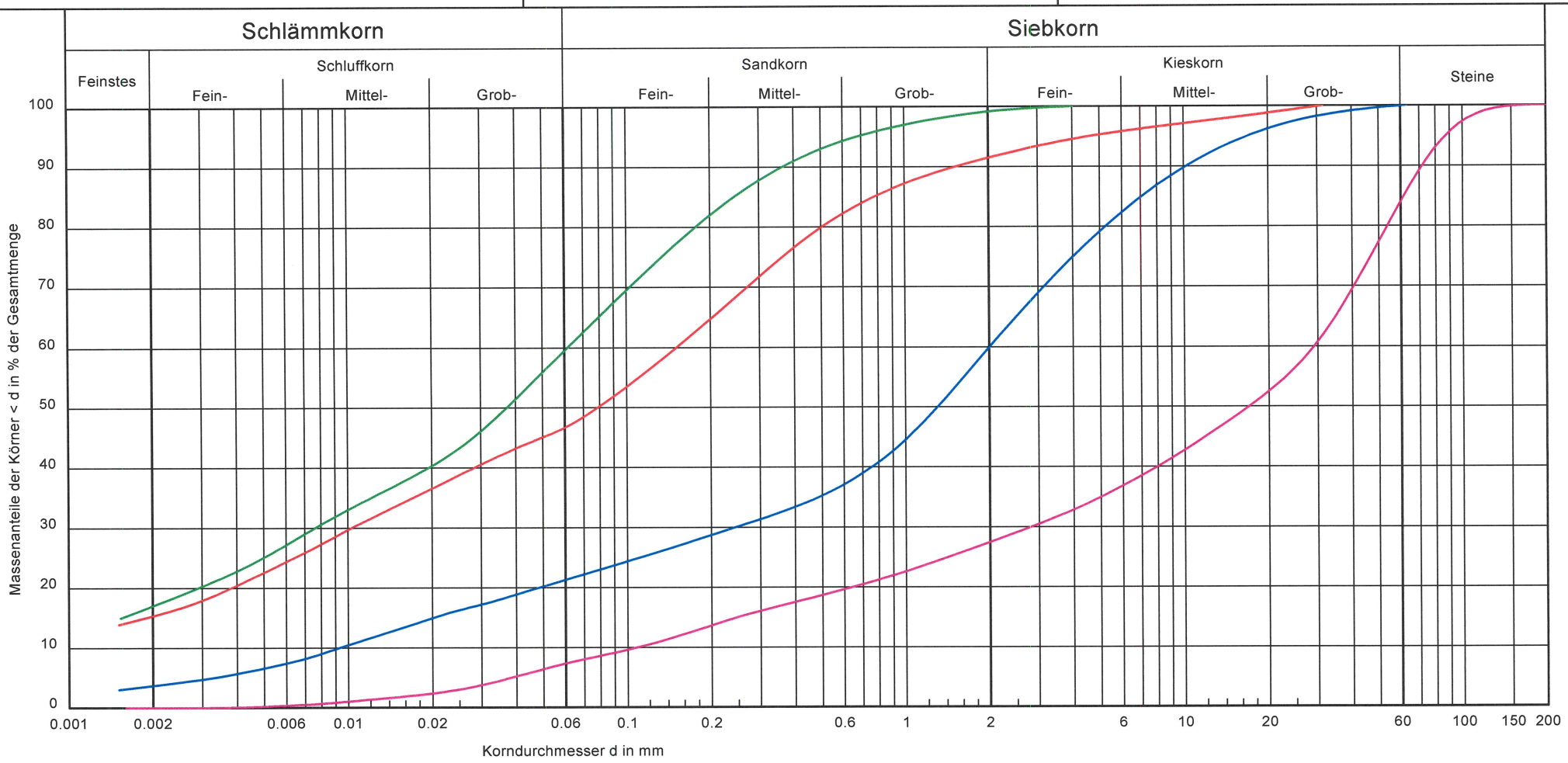
Körnungslinie

HW-Schutz Vichtbach V4

Probe entnommen am: 17. , 18. und 19.11.14

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Bohrung



Bezeichnung:	B4-1-5	RKB1	B4-2-1	B4-2-2
Bodenart:	G, u, gs, fs', ms'	S, $\bar{u}$, t, g'	U, t, fs, ms'	G, x, u', fs', ms', gs'
Tiefe:	0,80 - 1,60 m	0,80 - 1,50 m	0,20 - 0,50 m	1,00 - 2,00 m
k [m/s] (Beyer):	-	-	-	$7.3 * 10^{-5}$
Entnahmestelle:	Bohrung 1 , Probe 5	Rammkernbohrung 1	Bohrung 2, Probe 1	Bohrung 2 , Probe 2
U/Cc	215.6/3.2	-/-	-/-	269.4/2.5
T/U/S/G [%]:	3.7/17.9/38.3/40.0	15.4/31.9/44.2/8.5	17.0/43.5/38.6/0.9	0.0/7.6/19.9/56.5

Bemerkungen:

Bericht: BL586/14
Anlage: 4

BLAC
Bodenmechanisches Labor
an der FH Aachen

Bericht: BL586/14
Anlage: 5

Dichtebestimmung (Zylinder) nach DIN 18 125

HW-Schutz Vichtbach V4

Bearbeiter: Wolff

Datum: 12.11.14

Entnahmestelle: Schurf 1
Tiefe: -
Art der Entnahme: ungestört
Bodenart: 'Lehm'
Probe entnommen am: 17.11.14

Feuchtdichte ρ			
Probenbezeichnung:	Z11	Z12	Z I
Feuchte Probe + Zylinder [g]:	2167.30	2291.50	2166.80
Zylinder [g]:	591.00	567.00	593.10
Feuchte Probe [g]:	1576.30	1724.50	1573.70
Volumen Zylinder [cm³]:	868.60	868.60	868.60
Feuchtdichte ρ [g/cm³]:	1.815	1.985	1.812
Wassergehalt durch Trocknen			
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1893.50	2080.30	2080.30
Trockene Probe + Behälter [g]:	1566.30	1757.80	1757.80
Behälter [g]:	373.90	372.50	372.50
Porenwasser [g]:	327.20	322.50	322.50
Trockene Probe [g]:	1192.40	1385.30	1385.30
Wassergehalt [%]	27.44	23.28	23.28
Bestimmung der Trockendichte ρd			
Trockendichte ρd [g/cm³]	1.424	1.610	1.470

BLAC
Bodenmechanisches Labor
an der FH Aachen

Bericht: BL586/14
Anlage: 6

Dichtebestimmung (Zylinder) nach DIN 18 125

HW-Schutz Vichtbach V4

Bearbeiter: Wolff Datum: 12.11.14

Entnahmestelle: Schurf 2
Tiefe: -
Art der Entnahme: ungestört
Bodenart: 'Lehm'
Probe entnommen am: 17.11.14

Feuchtdichte ρ		
Probenbezeichnung:	Z34	Z35
Feuchte Probe + Zylinder [g]:	2127.60	2222.60
Zylinder [g]:	567.10	596.10
Feuchte Probe [g]:	1560.50	1626.50
Volumen Zylinder [cm³]:	868.60	868.60
Feuchtdichte ρ [g/cm³]:	1.797	1.873
Wassergehalt durch Trocknen		
Feuchte Probe + Behälter [g]:	423.60	423.60
Trockene Probe + Behälter [g]:	393.50	393.50
Behälter [g]:	300.00	300.00
Porenwasser [g]:	30.10	30.10
Trockene Probe [g]:	93.50	93.50
Wassergehalt [%]	32.19	32.19
Bestimmung der Trockendichte ρd		
Trockendichte ρd [g/cm³]	1.359	1.417

BLAC
Bodenmechanisches Labor
an der FH Aachen

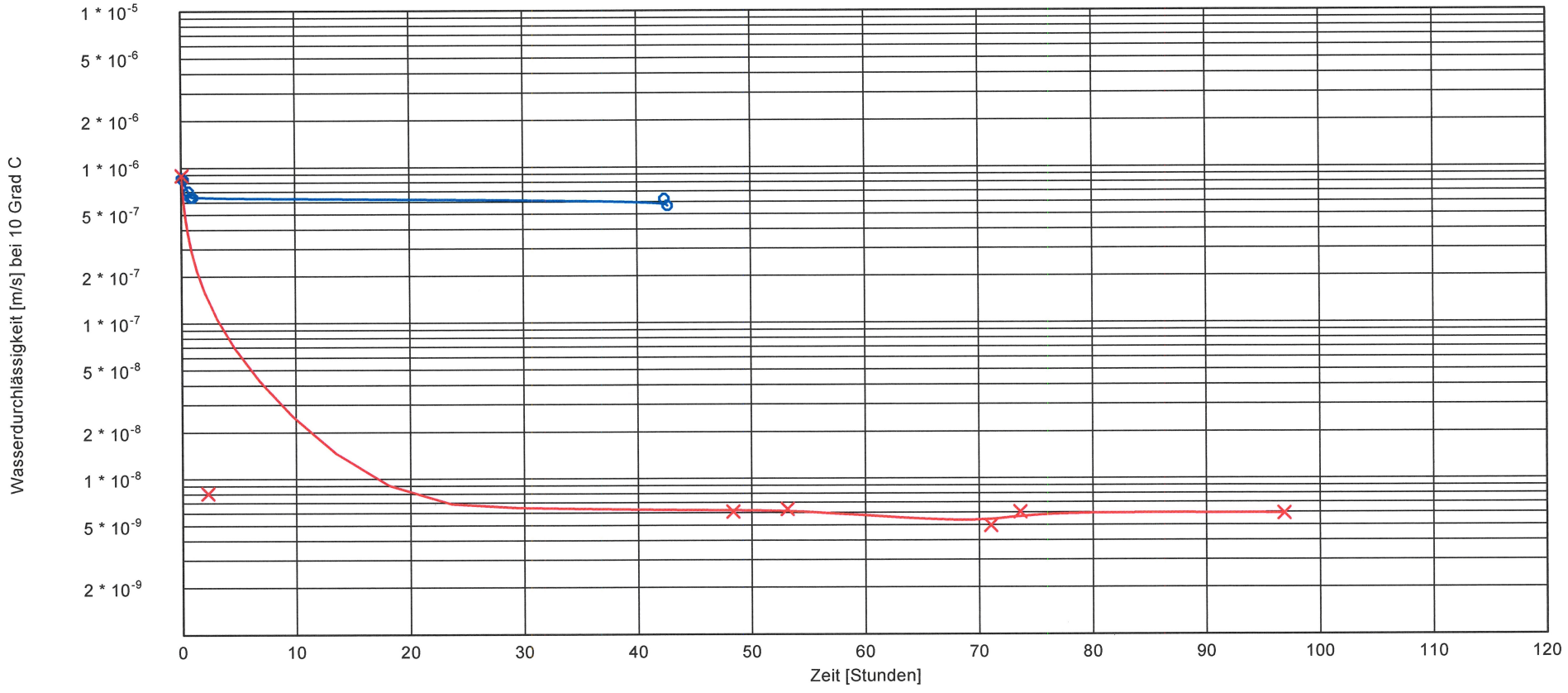
Durchlässigkeitsversuch

HW-Schutz Vichtbach V4

Art der Entnahme: ungestört

Arbeitsweise: Ausstechzylinder

Bearbeiter: Wolff Datum: 01.12.14



Bezeichnung:	Z I	Z35	Bemerkungen
Signatur:			
Versuchstyp:	Konstante Druckhöhe	Konstante Druckhöhe	
Durchlässigkeit:	$5.7 * 10^{-7}$	$5.9 * 10^{-9}$	
Hydraul. Gefälle:	16.17	15.59	
Probendurchmesser:	9.58	9.57	

Bericht: BL586/14
Anlage: 7

BLAC
Bodenmechanisches Labor
an der FH Aachen

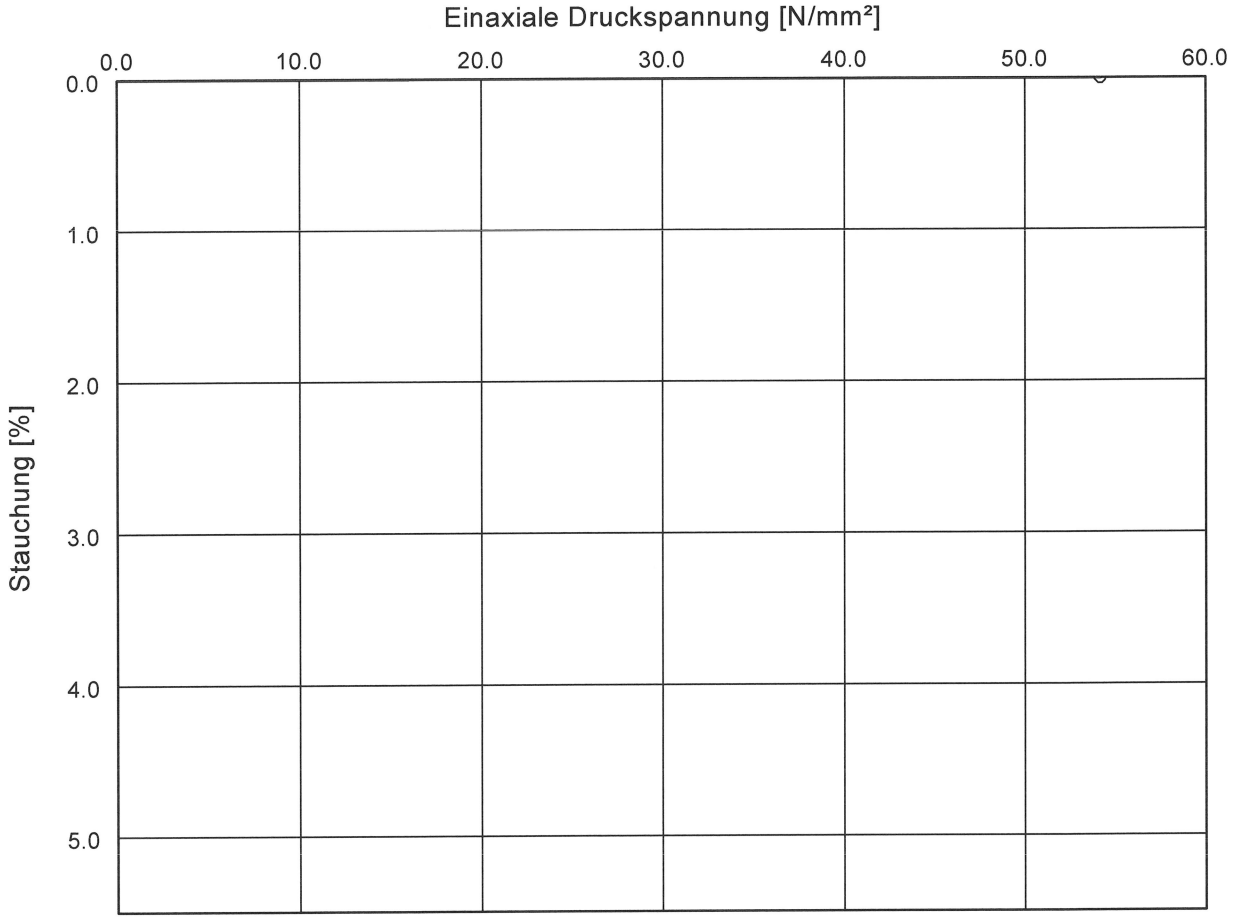
Bericht: BL586/14
Anlage: 8

Einaxial-Versuch nach DIN 18 136

HW-Schutz Vichtbach V4

Bearbeiter: Paulus Datum: 20.11.14

Prüfungsnummer: B4-1-6
Entnahmestelle: Bohrung 1
Tiefe: 3,60 - 3,80 m
Bodenart: Tonstein
Art der Entnahme: ungestört
Probe entnommen am: 17.11.14



Anfangsvolumen [cm³] = 1380.90	Anfangshöhe [mm] = 169.00
Durchmesser [mm] = 102,0	Dichte [g/cm³] = 2,649

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 54.167

BLAC
Bodenmechanisches Labor
an der FH Aachen

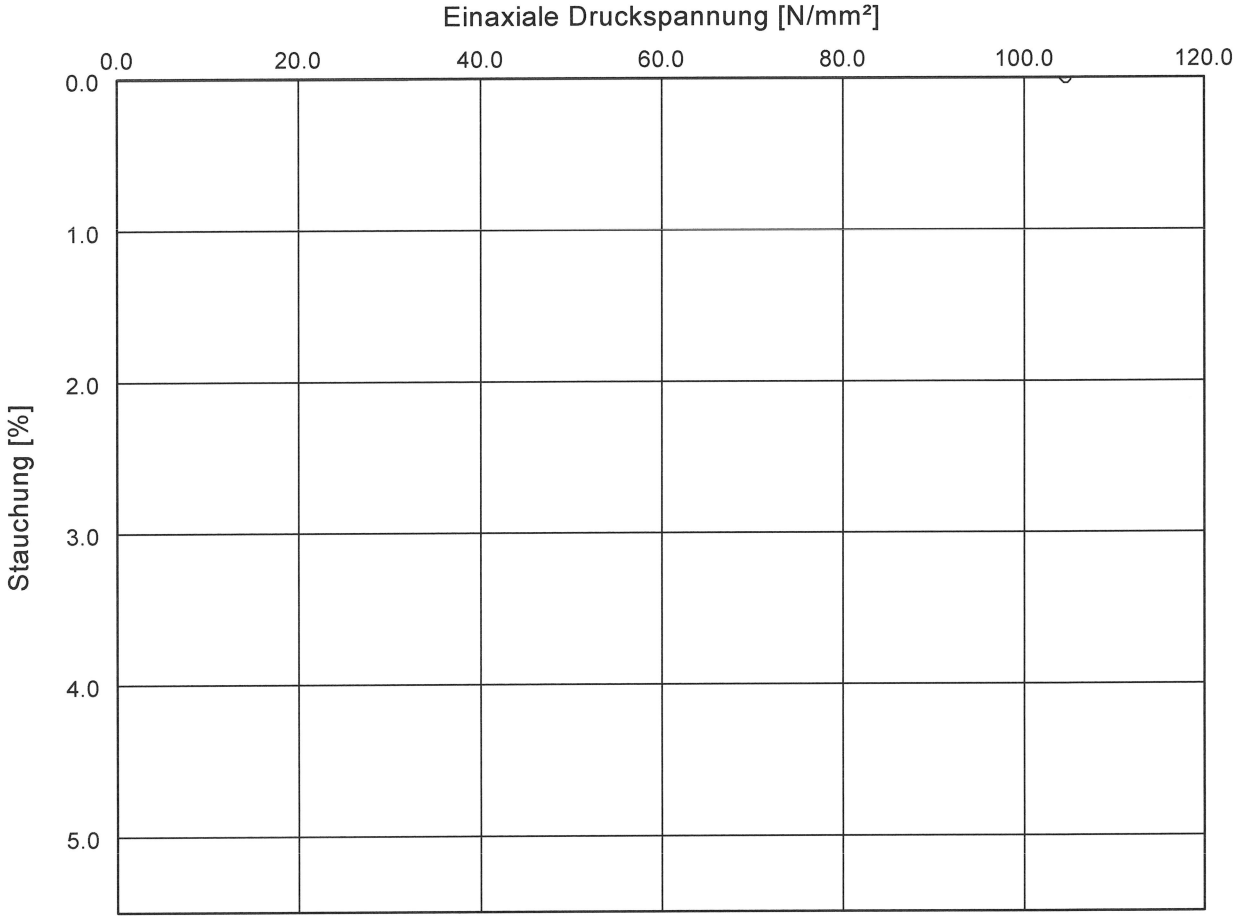
Bericht: BL586/14
Anlage: 9

Einaxial-Versuch nach DIN 18 136

HW-Schutz Vichtbach V4

Bearbeiter: Paulus Datum: 27.11.14

Prüfungsnummer: B4-1-7
Entnahmestelle: Bohrung 1
Tiefe: 6,20 - 6,50 m
Bodenart: Tontein
Art der Entnahme: ungestört
Probe entnommen am: 17.11.14



Anfangsvolumen [cm³] = 1380.90	Anfangshöhe [mm] = 169.00
Durchmesser [mm] = 102,0	Dichte [g/cm³] = 2,665

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 104.528

BLAC
Bodenmechanisches Labor
an der FH Aachen

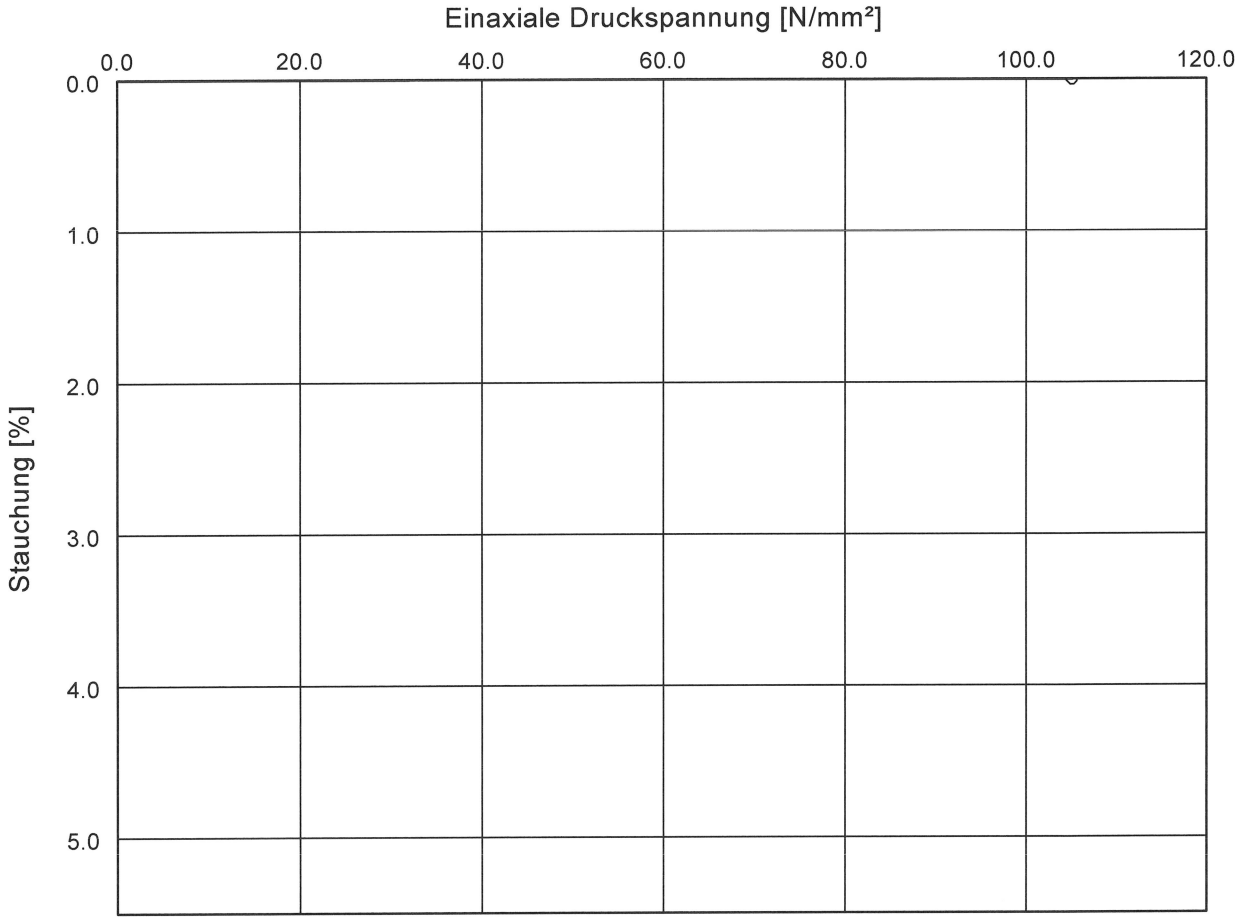
Bericht: BL586/14
Anlage: 10

Einaxial-Versuch nach DIN 18 136

HW-Schutz Vichtbach V4

Bearbeiter: Paulus Datum: 27.11.14

Prüfungsnummer: B4-1-8
Entnahmestelle: Bohrung 1
Tiefe: 9,00 - 9,30 m
Bodenart: Tonstein
Art der Entnahme: ungestört
Probe entnommen am: 17.11.14



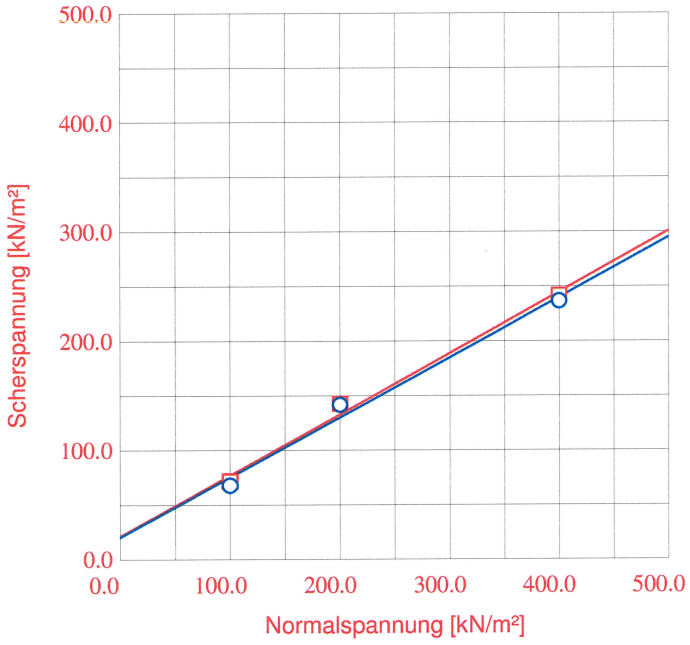
Anfangsvolumen [cm³] = 1380.90	Anfangshöhe [mm] = 169.00
Durchmesser [mm] = 102,3	Dichte [g/cm³] = 2,644

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 105.042

BLAC - Bodenmechanisches Labor an der Fachhochschule Aachen BL586/14	Name Z34 ProjNr. Anlage Projekt HW-Schutz Vichtbach V4

DIREKTER SCHERVERSUCH
Rahmenscherversuch
Schergeraden

Entnahmestelle	V4 - Schurf 2
Entnahmetiefe	
Entnahmetag	
Bodenart	
Einbau	ungestört
ausgeführt am	26.11.14
ausgeführt von	Wolff



☐ Bruchparameter

Reibungswinkel	29.19 [°]
Kohäsion	21.03 [kN/m²]
Korrelation	1.00

○ Restscherfestigkeit

Reibungswinkel	28.76 [°]
Kohäsion	20.36 [kN/m²]
Korrelation	0.99

Nr.	Normalspannung kN/m² Bruch	Normalspannung kN/m² Restsf.	Bruchspannung kN/m²	Bruchweg mm	Restsf-Spannung kN/m²	Restsf-Weg mm
1	100.5	100.2	70.75	8.89	67.75	18.53
2	200.2	200.2	142.50	14.62	141.75	14.87
3	400.0	400.2	241.25	7.61	236.25	19.56

(c) Copyright Wille Geotechnik

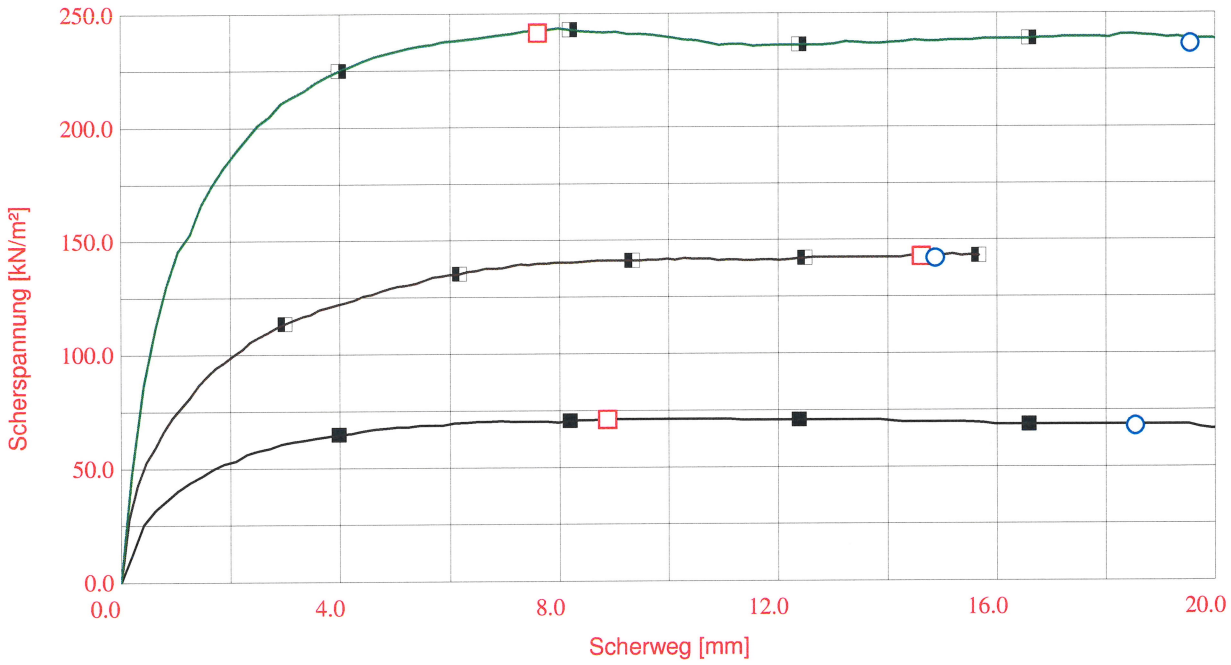
BLAC - Bodenmechanisches Labor
an der Fachhochschule Aachen

BL586/14

Name Z34
ProjNr.
Anlage
Projekt HW-Schutz Vichtbach V4

DIREKTER SCHERVERSUCH
Rahmenscherversuch
Scherspannungs-Weg-Diagramm

Entnahmestelle	V4 - Schurf 2
Entnahmetiefe	
Entnahmetag	
Bodenart	
Einbau	ungestört
ausgeführt am	26.11.14
ausgeführt von	Wolff



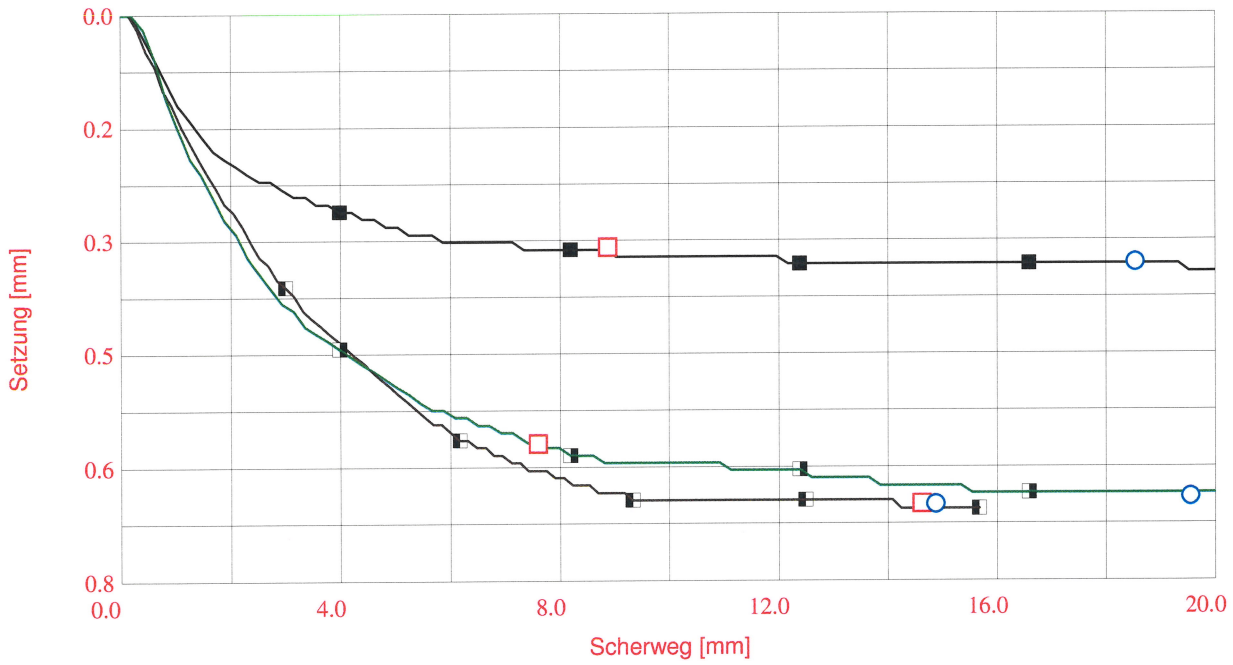
Nr.	Normalspannung kN/m² Bruch	Restsf.	Bruchfläche cm²	Bruchgeschw. mm/min	Restsf-Fläche cm²	Restsf-Geschw. mm/min
1	100.5	100.2	40.00	0.04000	40.00	0.04000
2	200.2	200.2	40.00	0.04000	40.00	0.04000
3	400.0	400.2	40.00	0.04000	40.00	0.04000

(c) Copyright Wille Geotechnik

BLAC - Bodenmechanisches Labor an der Fachhochschule Aachen BL586/14	Name Z34 ProjNr. Anlage Projekt HW-Schutz Vichtbach V4

DIREKTER SCHERVERSUCH
Rahmenscherversuch
Setzungs-Weg-Diagramm

Entnahmestelle	V4 - Schurf 2
Entnahmetiefe	
Entnahmetag	
Bodenart	
Einbau	ungestört
ausgeführt am	26.11.14
ausgeführt von	Wolff



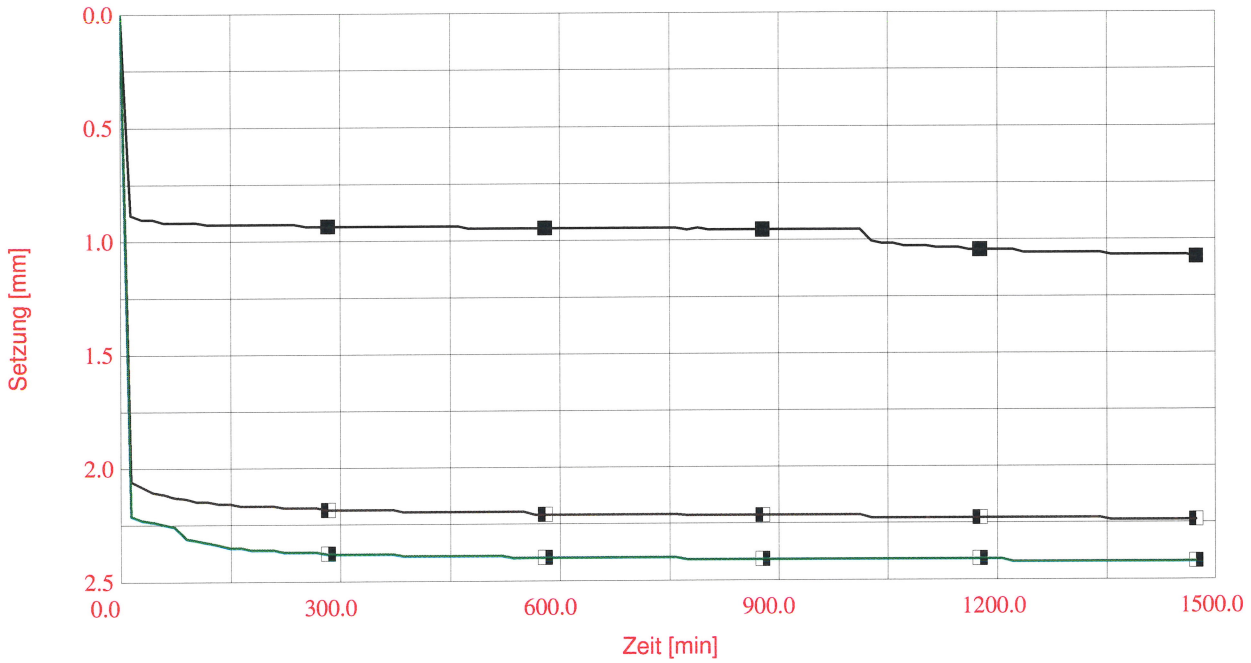
Nr.	Normalspannung kN/m² Bruch	Restsf.	Setzung bei Bruch mm	Setzung bei Restsf. mm	Probenhöhe Scherbeginn mm	Maximale Setzung mm
1 ■	100.5	100.2	0.31	0.33	18.93	0.34
2 ◧	200.2	200.2	0.65	0.65	17.78	0.65
3 ◨	400.0	400.2	0.57	0.64	17.60	0.64

(c) Copyright Wille Geotechnik

BLAC - Bodenmechanisches Labor an der Fachhochschule Aachen BL586/14	Name Z34 ProjNr. Anlage Projekt HW-Schutz Vichtbach V4

DIREKTER SCHERVERSUCH
Rahmenscherversuch
Konsolidierungs-Diagramm

Entnahmestelle	V4 - Schurf 2
Entnahmetiefe	
Entnahmetag	
Bodenart	
Einbau	ungestört
ausgeführt am	26.11.14
ausgeführt von	Wolff



Nr.	Normalspannung kN/m²	Setzung mm	Konsolidierungsdauer min	Probenhöhe zu Beginn mm	Probenhöhe Ende mm
1	100	1.07	1439	20.00	18.93
2	200	2.22	1439	20.00	17.78
3	400	2.40	1439	20.00	17.60

(c) Copyright Wille Geotechnik

Fotographische Dokumentation
(18./21.11.2014)

Örtlichkeit
Trennflächengefüge des Felses
Bohrkernaufnahmen

(7 Fotos, 4 Seiten)

Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

Bild 1 – Geplante Dammachse, Blick nach SE

Bild 2 – Geplante Dammachse, Blick nach NW

Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

Bild 3 – Austritt des Felses am nordwestlichen Talhang, Trennflächengefüge Schichtung und Klüftung

Bild 4 – Austritt des Felses im Vichtbach, Bankige bis dickbankige Schichtung, Klüftung

Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

Bild 5 – Aufnahme der Erkundungsbohrung B4-1

Bild 6 – Aufnahme der Erkundungsbohrung B4-2

Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer

Bild 7 – Aufnahme der Erkundungsbohrung B4-4

Projekt:	HW-Schutz Vichtbach V4, Geotechnische Bewertung
Auftraggeber:	WVER Düren, UB Gewässer