

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-G1688/15

Hochwasserschutz Vichtbach Rückhaltebecken V3 (Rott) - Projekt 1688/15 -



**Geotechnische Bewertung
des anstehenden Baugrundes (Absperrdamm V3)**

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 Dammerstellung
- 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

- 1688/01 - Planunterlagen aus der Projektvorstudie:
 [01.1] - **Übersichtslageplan**, Maßstab 1:3500 (*gilt für DIN A3*)
 [01.2] - **Prinzipquerschnitt**, ohne Maßstab
- 1688/02 - **Lageplan** mit Eintragungen der einzelnen Stellen für die Erkundung und Probenentnahme, Maßstab 1:1000 (*gilt für DIN A3*)
- 1688/03 - **Längsschnitt A-A** zu Anlage 1688/02 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*)
- 1688/04 - **Ergebnisse der Erkundungen** (10. - 12.11.2014) in Bohrprofilen (DIN 4023) und als Schichtenverzeichnisse (DIN 4022):
 [04.1] - **Großbohrungen** 83-1 / 83-2 / 83-3, Schichtenverzeichnisse (8 Seiten)
 [04.2] - **Kleinrammbohrungen** RKB 4 / 5 / 6, Profile (M. 1:35) und Schichtenverzeichnisse (7 Seiten)
 [04.3] - **Zeichen und Abkürzungen** nach DIN 4023
- 1688/05 - **Ergebnisse der WO-Versuche** (11.11.2014), Bohrung **83-2**, zwei Tiefen (4 Seiten)
- 1688/06 - **Laborergebnisse** der Untersuchungen an Bodenproben aus den Bachsedimenten und Gesteinsproben aus dem Fels, Laborprüfbericht BL585/14 des BLAC Aachen vom 17.12.2014 (14 Seiten)
- 1688/07 - **Fotografische Dokumentation** (10. und 12.11.2014)- Örtlichkeit, Trennflächengefüge des Felses, Bohrkernaufnahmen (4 Seiten)

1. Allgemeines

1.1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Im Rahmen des Hochwasserschutzes entlang der Vicht soll in Höhe des Ortsteiles Rott ein Rückhaltebereich geschaffen werden, in dem ein Volumen von etwas mehr als 800 000 m³ zwischengespeichert werden kann. Zu diesem mit „Rückhalt V3“ bezeichneten Projekt liegt eine Vorstudie der beauftragten Planungsgemeinschaft vor.

Wie aus der Übersicht in **Anlage 1688/01.1** hervorgeht, soll der Rückhaltebereich durch einen Staudamm geschaffen werden, dessen Achse etwa in NW-SE-Richtung verläuft (Dammachse V3-0).

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

Nach den geometrischen Randbedingungen (Dammhöhe < 15 m, Beckenvolumen) ist das Hochwasserrückhaltebecken (HRB) V3 gerade noch 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 10-12, zu berücksichtigen.

Auf Grundlage des Angebotes A1688/14 vom 17.05.2014 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 zunächst die Erkundungs- und Laborergebnisse vorgestellt und von Seiten des Unterzeichners auch einige Fragen zu den berechnungsrelevanten Beckendaten 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 (BLAG) 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 V3 (Anhang 6-1);
Planungsgemeinschaft Wald+Corbe-HydroIngenieure-Hydrotec, Maßstab 1:5000,
Stand 21.02.2011

[02] - Variante V3, Geometrie des Dammquerschnittes, Kenndaten; WVER - UB Gewässer, ohne Maßstab, ohne Datum

Die genannten Unterlagen sind - teilweise aktualisiert - in **Anlage 1688101** (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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 angegebenen 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 . Sicherheitshalber sollte hierzu dennoch von Seiten der Planung eine entsprechende Anfrage erfolgen.

1.4 Örtliche Verhältnisse, Geplantes Bauvorhaben und Beckendaten

Wie aus dem Lageplanausschnitt in **Anlage 1688/01.1** hervorgeht, liegt das Projektgebiet im Bereich des HRB Vichtbach V3 am Nordrand des Ortsteiles Rott. Der von SW nach NE abfließende Vichtbach mäandriert aufgrund des reduzierten Längsgefälles im Bereich des geplanten Absperrdammes.

In der gegenüber der vorgenannten Anlage im Dammbereich vergrößerten Höhenliniendarstellung in **Anlage 1688/02** ist erkennbar, dass das Bachbett in einem mit einer Breite von ca. 120 m ausgebildeten Korridor („hellere“ Blattzone) verläuft, der nur geringe Höhenunterschiede aufweist und damit annähernd horizontal ausgebildet ist. Seitlich dieses Korridors steigt das Gelände zu beiden Seiten rasch relativ steil an („dunkelrote“ Blattzone). Im westlichen Hangbereich ist ein Zwischenplateau ausgebildet.

Nach der Planung soll der Bachlauf durch einen Erddamm abgesperrt werden, für den im Rahmen der Vorstudie mehrere Achsrichtungen untersucht wurden. **Anlage 1688/02** zeigt die Vorschläge der Varianten 0 (gerade Linienführung), A (zur Wasserseite gewölbt) und B (zur Luftseite gewölbt).

Unabhängig von der zu favorisierenden Lösung ergibt sich, dass die Aufstandsfläche des geplanten Dammes in einem bis zu 110 m breiten Bereich zu liegen kommen wird.

Sämtliche Dammachsen verlaufen etwa in Richtung NW - SE.

Von Seiten der Planung wurde der in **Anlage 1688/01.2** enthaltene Prinzipquerschnitt vorgestellt. Danach soll der Absperrdamm mit einer Kronenbreite von 5 m und einer Kronenhöhe von **NN** + 321,30 m sowie einer Gesamthöhe von 14,8 m ausgebildet werden. Hieraus ergibt sich ein Sohlniveau (Aufstandsfläche) von etwa **NN** + 306,5 m.

Die Dammlänge wird etwa 170 - 190 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.

Zur Herstellung des Dammes (Materialzusammensetzung und -herkunft) und insbesondere dessen Dichtungssystem liegen noch keine Informationen vor. Der Unterzeichner hat anlässlich der Projektbesprechung vom 18.12.2014 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 sein.

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

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] und [04] 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 sich der Vichtbach im Laufe der Zeit in unterschiedlichen Rinnen eingeschnitten und großflächig mitgeführte Gesteine unterschiedlicher Korngröße abgelagert. Bei geringem Längsgefälle wurden tonig-schluffig-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“ anstehend, ein mehr als 150 m mächtiger Horizont, in dem schluffig-sandige Tonsteine dominieren, die bisweilen unterschiedlich stark geschiefert sein können. Untergeordnet werden auch Sandsteine (Grauwacke) im Gebirgsaufbau enthalten sein mit insbesondere oberflächennah häufig verlehmt Klüften.

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

Im Bereich der Talhänge können die genannten Formationen durch die „Zweifaller Schichten“ abgelöst sein, deren Zusammensetzung sich allerdings nur unwesentlich von den vorgenannten Gesteinsschichten unterscheiden (Ton- und Schluffsteine).

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] und [04] 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 [10] beträgt für die angegebene Erdbebenzone der Referenzbemessungswert der Bodenbeschleunigung $0,6 \text{ m/s}^2$. 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 $0,6 \times 1,3 \times 1,25 = 0,975 \text{ m/s}^2$. Auf die Erdbeschleunigung bezogen entspricht dies einem Verhältniswert von etwa 10% ($0,975/9,81 = 0,0994$).

2.2 Informationen zur Dammerstellung

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 1688/02** gekennzeichneten Stellen folgende Erkundungen vorgenommen:

- Drei Erkundungsbohrungen 83-1 bis 83-3 innerhalb der Talebene bis in eine Tiefe von 11,5 bzw. 13 m, Aufschluss und durchgehende Probengewinnung (vgl. Bild 2 in **Anlage 1688/07**)
- Drei kleinmaßstäbliche Rammkernbohrungen RKB4 bis RKB6 auf dem nordwestlichen Plateau bis zum Antreffen der OK-Fels (Tiefen 2,90 - 5,80 m), Aufschluss und gestörte Probengewinnung (vgl. Bild 1 in **Anlage 1688/07**)
- Stichprobenartige Beprobung des oberflächlich anstehenden Tallehmes in einem Handschurf SCH1 - Nähe Bohrung 83-2, Entnahme ungestörter Bodenproben
- Visuelle Begutachtung der anstehenden locker- und Festgesteine (vgl. Bilder 3, 4 und 8 in **Anlage 1688/07**)

Die Erkundungspunkte 4 bis 6 und 83-1 wurden in der Achse der Variante V3-0 angeordnet, die Punkte 83-2 und 83-3 in einer bauseits vorbereiteten Waldschneise. Ein Vergleich mit der planmäßigen Dammachse (vgl. Punkte B3-3_IST und B3-3_SOLL in **Anlage 1688/02**) zeigt einen nur unbedeutenden Unterschied in der jeweiligen Lage.

Die Felduntersuchungen wurden am 10. - 12.11.2014 durch die Firmen BaugrundSüd und GeoService Soltenborn vorgenommen und vom Unterzeichner durchgängig gutachterlich begleitet.

Zur zuverlässigen Abschätzung der Gebirgsdurchlässigkeit wurde in der Bohrung 83-2 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 1688/03** dargestellt (Schnittführung vgl. **Anlage 1688/02**).

Die detaillierten Einzelergebnisse finden sich als Schichtenverzeichnisse und teilweise auch als Bohrprofile in den Teilanlagen der **Anlage 1688/04**. Eine Erklärung der wichtigsten Zeichen und Signaturen enthält **Anlage 1688/04.3**.

Die im Zuge der Unternehmerbohrungen B3-1 bis B3-3 gewonnenen Bodenproben (Rammkernbohrung im Lockergestein, Seilkernbohrung im Fels) wurden durchgängig in Kernkisten abgelegt. Die Bilder 5 bis 7 in **Anlage 1688/07** enthalten die dazu gehörige Dokumentation.

Die Ergebnisse der WO-Tests finden sich in **Anlage 1688/05**.

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

Zusätzlich wurde der in den Großbohrungen gewonnene Decklehm gestört in das Scherkastengerät eingebaut. Die Einbaudichte orientierte sich dabei an dem vorgenannten In-situ-Zustand. Diese Probe wurde zur Ermittlung der Scherfestigkeit anschließend unter Normalspannungen von 100, 200 und 400 kN/m² - 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 ausgewählten Proben aus dem Festgestein wurden stichprobenartig die Dichte, die einaxiale Druckfestigkeit sowie überschlägig der Elastizitätsmodul ermittelt.

Die Raumstellung des Trennflächengefüges wurde an vor Ort sichtbaren Stellen (vgl. Bilder 3 und 4 in **Anlage 1688/07**) mit dem Gefügekompas 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 1688/06** 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 Bohrfirma 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 1688103** 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, im nordwestlichen Hangbereich bis zu 6 m Tiefe.

Der Fels wird von zwei wesentlichen Bodenarten abgedeckt. Unmittelbar unterhalb der Geländeoberfläche und im Hangbereich dominiert ein Lehm/Schluff, der bodenmechanisch als ausgeprägt plastischer Schluff (Kurzzeichen nach DIN 18196: UA) zu klassifizieren ist. Während der Decklehm im Hangbereich bis in Tiefen bis zu 6 m ansteht, bildet er im Bereich der Talaue nur eine dünne Decke von etwa 60 cm Mächtigkeit.

Im Hangbereich zeigt sich eine halbfeste, im Bereich der Talaue eine steifplastische Konsistenz. Bei einem Feinkornanteil von 40 - 75% und einem Tonanteil von mehr als 10% ist eine vergleichsweise geringe Durchlässigkeit zu erwarten.

Im Scherversuch ergibt sich für konsolidierte Verhältnisse zwar eine relativ gute Festigkeit (Kohäsion 10 kN/m^2 , Reibungswinkel $27,5^\circ$). Der Decklehm ist allerdings oberflächlich sehr nachgiebig (im Scherkasten abgeleiteter Steifemodul etwa $2 - 4 \text{ MN/m}^2$) und nur schwach verdichtet (In-situ-Dichte $1,6 \text{ g/cm}^3$).

Darüber hinaus zeigt sich eine auffällige Durchwurzelung. Damit muss von einem nennenswerten Anteil an organischen Substanzen ausgegangen werden. Diese bindig-humose Deckschicht sollte daher im großflächigen Bereich der Talaue nicht im Gründungsbereich des Absperrdammes verbleiben.

Unterhalb davon folgt in der Talebene ein bis zu 2 m mächtiger Ablagerungshorizont aus Bachschotter mit mehr als 70% Kieskörnung und Steinen. Im überwiegenden Teil ist der Feinkornanteil gering, an der etwa 50 cm mächtigen Basis kann er auf etwa 10% ansteigen.

Insgesamt ergibt sich eine Bodenklassifikation als weit gestufter Kies mit schwachem Feinkornanteil (Kurzzeichen nach DIN 18196 GW bzw. GU). Aus der Korngrößenverteilung lässt sich für den oberen Teil ein relativ hoher Durchlässigkeitsbeiwert von $6,5 \cdot 10^{-4}$ m/s ableiten. Für den etwas schluffigeren Teil an der Basis ergibt sich ein Wert von $2,0 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Im Hinblick auf die Tragfähigkeit ist der Bachschotter als sehr gut zu bewerten. Die für diesen Boden ermittelten Durchlässigkeiten müssen allerdings aufgrund ihrer Größe im Hinblick auf eine mögliche Unterläufigkeit der Dammdichtung besonders beachtet werden.

Im Bereich des nordwestlichen Plateaus tritt der Schotter teilweise an der Basis der Lockergesteinsdecke, teilweise als in den Hanglehm integriertes Band auf, dessen Mächtigkeit bei etwa 1,0 - 1,5 m liegt. In dieser Kieslage ist eine örtlich hohe Durchlässigkeit zu erwarten. Dies ist ebenfalls bei der Wahl eines sinnvollen Dichtungssystems für den Damm zu beachten.

Da die Konsistenz des Lehmes im Hangbereich aufgrund seiner relativen Höhenlage vergleichsweise hoch ist, dürfte eine mittlere Tragfähigkeit vorhanden sein. Diese Schichten können daher dort für die Gründung des Dammes mit herangezogen werden, zumal die Belastung aus der Dammschüttung wegen der im Hangbereich reduzierten Dammhöhe (ca. 2 - 6 m) deutlich geringer ist als im Bereich der tiefer liegenden Talaue (Dammhöhe dort bis ca. 15 m).

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

Ab dem in **Anlage 1688/03** gestrichelt gekennzeichneten Niveau beginnt der Festgesteinshorizont. Er zeigt sich am Standort V3 überwiegend als rötlich-grauviolett gefärbter Tonstein.

Wie aus den Bildern 5 bis 7 der **Anlage 1688107** hervorgeht, finden sich bei der mit dem Seilkernrohrverfahren gewonnenen Beprobung kaum Gesteinskerne mit einer Höhe von mehreren Dezimetern. Der ohnehin visuell relativ weiche Tonstein ist bis zu einer Tiefe von ca. 7 - 9 m überwiegend kleinstückig bzw. kleinblockig zerbrochen (vgl. gesonderte farbliche und textliche Kennzeichnung in **Anlage 1688/03**). Erst mit zunehmender Tiefe auch eine zunehmende Kernqualität festzustellen.

An einer aus dem Bohrlochtiefsten entnommenen Probe der Bohrung B3-2 wurden stichprobenartig die Dichte, einaxiale Druckfestigkeit und der E-Modul des Tonsteins ermittelt. Es ergaben sich folgende Zahlenwerte:

Dichte	$\rho = 2,68 \text{ g/cm}^3$
Druckfestigkeit	$f_{ck} = 8 \text{ MN/m}^2$
Verformbarkeit	$EG = 700 - 800 \text{ MN/m}^2$

Damit muss davon ausgegangen werden, dass ein nur schwach verfestigtes Gestein im Gründungsbereich des Absperrdammes ansteht. Darüber hinaus wurde durch eine 24stündige Lagerung eines Tonkernes in Wasser festgestellt, dass der Gesteinsverbund bei Wasserzutritt relativ rasch entlang der Trennflächen aufgelöst werden kann (Öffnen latenter Trennflächen).

Insgesamt ist dennoch im Vergleich zur Lockergesteinskennwerte des Decklehmes mit dem Tonstein selbstverständlich noch ein gering verformbarer und gut tragfähiger Baugrund vorhanden.

Die Frage der Durchlässigkeit im Fels wurde im Gelände durch Ausführung von zwei WO-Versuchen in der Bohrung B3-2 behandelt. Die Versuchstiefen sind in **Anlage 1688103** gekennzeichnet, die Versuchsprotokolle finden sich in **Anlage 1688/05**.

Mit einem Durchlässigkeitsbeiwert von $1,6 \cdot 10^{-4}$ m/s (Tiefe ca. 4 m) und $8 \cdot 10^{-6}$ m/s (Tiefe ca. 7 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.

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 1688/07** zu erkennen ist, zeigt der Tonstein oberflächlich eine dünnbankige Schichtung und eine engständige Klüftung. Die Abstände der Schichtfugen und der dazu annähernd senkrecht stehenden Klüfte liegen nur bei wenigen Zentimetern.

Man erkennt darüber hinaus, dass die Neigung der Schichtung zwischen relativ flach (Bild 3) und relativ steil (Bild 4) variieren kann.

Nach den Messungen ist festzustellen, dass die Streichrichtung der Schichtung etwa der Dammachse entspricht. Der Einfallwinkel schwankt zwischen 30° und 70°.

Senkrecht zur Schichtung finden sich zwei orthogonal aufeinander stehende Kluftscharen. Während die eine Kluftschar mit Neigungswinkeln um 40 - 50° ausgebildet ist, fällt die dritte Kluftschar annähernd lotrecht ein. Damit ist das in einem Sedimentgestein typische orthogonale Trennflächengefüge erkennbar.

Wie aus den Bildern 5 bis 7 der **Anlage 1688/07** hervorgeht, lassen sich auch in den Bohrkernen einige Trennflächen erkennen. Danach scheint die Schichtung in größeren Tiefen überwiegend unter einem Winkel von 25 - 40° einzufallen, bei der ersten Kluftschar ist eine Neigung 55 - 75° messbar, bei der zweiten Kluftschar eine lotrechte Ausrichtung.

Insgesamt ist davon auszugehen, dass im Fels eine Schichtung ausgebildet ist, die etwa in Richtung der geplanten Dammachse streicht und flach bis mittelsteil gegen die Fließrichtung der Vicht einfällt.

Die beiden senkrecht dazu stehenden Kluftscharen verlaufen steil (gleiche Streichrichtung wie die Schichtung) bzw. nahezu lotrecht (Streichrichtung parallel zur Vicht bzw. senkrecht zur Dammachse). Damit dürften die beiden Kluftscharen auch die vertikale Durchlässigkeit im Fels maßgeblich bestimmen. Im Hinblick auf eine mögliche Unterläufigkeit wird die Schichtung 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 werden, 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, 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 drei Baugrundsichten unterschieden:

Tallehm / Hanglehm (U+S, t-t*)

Wichte des feuchten Bodens	$\gamma = 18 - 19 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Bodens unter Auftrieb	$\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$
Kohäsion	$c' = 5 - 10 \text{ kN/m}^2$
Reibungswinkel	$\phi' = 27,5^\circ$
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert	$k = 10^{-5} - 10^{-7} \text{ m/s}$
Steifemodul (lastabhängig)	$E_s = 2 - 5 \text{ MN/m}^2$

Bodengruppe nach DIN 18196: UM, UA - Mittel bis ausgeprägt plastischer Schluff mit bis zu 50% Sandanteil

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

Der angegebene k-Wert wurde nach der Erfahrung geschätzt.

Bachsotter (G, x, s', u'')

Wichte des feuchten Bodens	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Wichte der Bodens unter Auftrieb	$\gamma' = 12 \text{ kN/m}^3$
Kohäsion	$c' = 0$
(Ersatz-)Reibungswinkel	$\phi' > 32,5^\circ$
Wasserdurchlässigkeitsbeiwert	$k = 5 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
Steifemodul (lastabhängig)	$E_s > 50 \text{ MN/m}^2$

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 des Unterdevon/ Trennflächen

Fels

Wichte des feuchten Felses	$y = 26 \text{ kN/m}^3$
Wichte des Felses unter Auftrieb	$y' = 16 \text{ kN/m}^3$
Gesteinsfestigkeit	$f_{ck} = 5 - 10 \text{ MN/m}^2$
E-Modul	$f_a > 500 \text{ MN/m}^2$

Trennflächen

Kohäsion Schichtflächen	$c's = 5-10 \text{ kN/m}^2$
Reibungswinkel Schichtflächen	$\phi'p's = 25^\circ$
Kohäsion Klüftung	$c'K = 10-15 \text{ kN/m}^2$
Reibungswinkel Klüftung	$(j)'k > 30^\circ$

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, Rauigkeit und Füllung sowie der Durchtrennungsgrad.

2.6 Umwelteinflüsse

Im Zuge der Baugrunderkundungen wurden an sämtlichen Untersuchungsstellen (Schürfe, Bohrungen) ausschließlich natürlich gewachsene Böden angetroffen. Hierbei ergaben sich vor Ort keine Hinweise auf organoleptische (Farbe, Aussehen, Geruch) Auffälligkeiten.

In diesem Zusammenhang wird dennoch darauf hingewiesen, dass dieses Gutachten ausschließlich bodenphysikalische (also zur Mechanik und Hydraulik) Gesichtspunkte bei der Bewertung der angetroffenen Böden und des Felses behandelt. Das Gutachten kann daher keine Auskunft darüber geben, ob auch eine nicht grundsätzlich vollkommen auszuschließende Umweltgefährdung zu besorgen ist oder lokal möglicherweise anthropogen veränderte Auffüllungen vorhanden sind.

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 - sowohl in der größerflächigen Talaue als auch im nordwestlichen Hangbereich - angetroffenen Bodenarten bestehen aus einem Tal-/Hanglehm und einem typischen Bachschotter. Am südöstlichen Hang, der wesentlich steiler ausgebildet ist als „gegenüber“, findet sich nach visuellem Eindruck kaum eine Deckschicht aus Lockergestein.

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. Im Hangbereich ist aufgrund des relativ geringeren Wassergehaltes eine höhere Konsistenz und damit bessere Tragfähigkeit zu erwarten als innerhalb der Talaue.

Die Deckschichten aus Lehm wirken aufgrund ihrer Zusammensetzung abdichtend. Aufgrund der nur punktförmigen Erkundungen kann allerdings nicht belegt werden, dass diese Schichten auch überall vorhanden sind.

Da der Decklehm in der Talaue eine etwas reduzierte Konsistenz und ohnehin nur eine Mächtigkeit von einigen Dezimetern hat, sollte er aus Tragfähigkeitsgründen im Bereich der Dammaufstandsfläche ausgetauscht werden. Im nordwestlichen Hangbereich kann der Decklehm - auch wegen der mit der reduzierten Dammhöhe einhergehenden reduzierten Baugrundbelastungen - mit zur Gründung des Dammes verwendet werden.

Sowohl im Hangbereich als auch in der Talaue findet sich unterhalb des Decklehmes eine grobkörnige Lage aus Bachschotter, deren erkundete Mächtigkeit im Hangbereich bis 1,5 m, im Bereich der Talaue bis ca. 2 m erreicht. Im Hangbereich wird diese Lage am Punkt RKB6 (vgl. **Anlage 1688/03**) nochmals durch Hanglehm unterlagert.

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

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

3.2 Baugrund in größerer Tiefe

Unterhalb eines Niveaus von ca. NN + 305,5 - 307,0 m stehen innerhalb der Talaue die regional bekannten Tonsteine des Unterdevon an. Dieser Felshorizont wird innerhalb der für einen Absperrdamm maßgebenden Tiefe nicht mehr von anderen Formationen abgelöst.

Im nordwestlichen Hangbereich erscheint die Oberkante des Devon aufgrund der Genese (Eingraben durch die Vicht, Sedimentation mitgeführter Lockergesteine) deutlich höher (Rand des „Vichtgrabens“). Sie liegt außen auf einem Niveau von NN + 316 m und fällt zur Talaue hin auf ein Niveau von NN + 308,5 m ab (vgl. auch „links“ in der Schnittdarstellung in **Anlage 1688/03**).

Der Tonstein ist zwar relativ weich, von der Tragfähigkeit her aber selbstverständlich höher zu bewerten als die Deckschichten aus Lockergestein.

Aufgrund der im oberen Teil (Auflockerungszone) deutlichen Schichtung und Zerklüftung muss dort von einer Durchlässigkeit in der Größenordnung eines Grobsandes / Kieses ausgegangen werden. Der Fels stellt daher - zumindestens in den oberen Metern - keinen Stauhhorizont dar, sondern eine Zone bevorzugter Unterläufigkeit.

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** + 307, 0 m liegt und eine Abdichtung im Bachschotter bis auf ein Niveau von **NN** + 305, 0 m geführt wird, so ist bei Vollstau und einem k-Wert von 10^{-4} m/s für den Fels ein Wasserverlust aus Unterläufigkeit von etwa 0,6 l/s pro laufenden Meter Damm zu erwarten.

Inwieweit eine solche Wassermenge aus Unterläufigkeit 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 Talauflage angenommenen Gründungsniveau von ca. **NN + 307,0 m** (entspricht etwa der Oberkante des tragfähigen Bachschotter) und einer Kronenhöhe von **NN + 321,30 m** entsteht ein Damm mit einer Höhe von 14,30 m. Die Dichtung sollte dann mindestens bis auf ein Niveau von **NN + 305,0 m** heruntergezogen werden.

Im Bereich des nordwestlichen Hanges ist eine ähnliche Ausführung zu empfehlen. Auch hier kann das höhenmäßig angepasste Sohlniveau ebenfalls bis zum steinig-kiesigeren Zwischenhorizont geführt werden. Dieser Horizont ist in einer Tiefe von maximal 2 m unterhalb der derzeitigen Geländeoberfläche zu erwarten. Für den unterhalb davon anstehenden Kiessand 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 [11] 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 [07] - [09]) 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 [10]) 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 Auftretswahrscheinlichkeit 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, 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 Vichrückhalts V3 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 Kerndichtung empfehlenswert.

Als ausführungstechnisch von besonderer Bedeutung kann bereits an dieser Stelle genannt werden, dass für die Dammgründung der Decklehm im Bereich der Talaue zu entfernen ist, im nordwestlichen Hangbereich aber verbleiben kann. Dort ist lediglich die durchwurzelte Oberfläche (Waldboden) vollständig abzutragen.

Für den Bereich des Bachschotters empfiehlt sich entlang der gesamten Dammachse eine durchgängige Abdichtung (Dichtungskern). 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 Dammerstellung eine entsprechende Qualitätssicherung erfordern, die für jedes „Material“ üblicherweise aus einem Eignungsnachweis vor Beginn der Bauarbeiten und einigen Qualitätskontrollen während der Ausführung besteht.

Für die höchstens vier verschiedenen für den Dammaufbau vorgesehenen Materialien (Kerndichtung, wasser-/luftseitiger Stützkörper, luftseitige Filterzonen) ist rechtzeitig vor der Bauausführung ein Qualitätssicherungsplan zu erarbeiten.

Die darin enthaltene Eignungsuntersuchung sollte ein Programm liefern, in dem die Vorgaben für die erdbautechnische Ausführung, die einzusetzenden Geräte, die einzuhaltenden Qualitätsanforderungen sowie die Verfahren und den Umfang der Qualitätsprüfungen festgeschrieben sind. Gegebenenfalls sind die dazu erforderlichen Laborversuche durch ein Probefeld (z.B. zu Baubeginn) zu ergänzen.

Für das Material der **Kerndichtung** sind sämtliche beschreibenden und die Verdichtung charakterisierenden Kennzahlen und die daraus ableitbaren Phasenkennwerte zu ermitteln. Darüber hinaus sind die zu einem geforderten Verdichtungszustand gehörenden standsicherheitsrelevanten Kennzahlen zu bestimmen und hinsichtlich der Festlegung von Anforderungen mit den in den Berechnungen angenommenen Zahlenwerten zu vergleichen .

Insbesondere im Hinblick auf die Anforderung an die zulässige Durchlässigkeit der Kerndichtung sind im Zuge der Bauausführung einfach zu kontrollierende Verdichtungsparameter festzulegen.

Für die Materialien der **Dammschüttung** und der **Filterzonen** reicht üblicherweise jeweils die Ermittlung der Korngrößenverteilung aus, um die Verdichtungsfähigkeit, Wasserdurchlässigkeit und Filterstabilität beurteilen zu können. Je nach Zusammensetzung des für den luftseitigen Schüttkörper vorgesehenen Materiales können Verdichtungsuntersuchungen im Form des Proctorversuches hinzukommen.

Als einfache Qualitätskontrollen bieten sich statische und/oder dynamische Plattendruckprüfungen an, deren Umfang und Mindestanforderungen innerhalb des Qualitätssicherungsplanes festzulegen sind.

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

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

Planunterlagen aus der Projektvorstudie

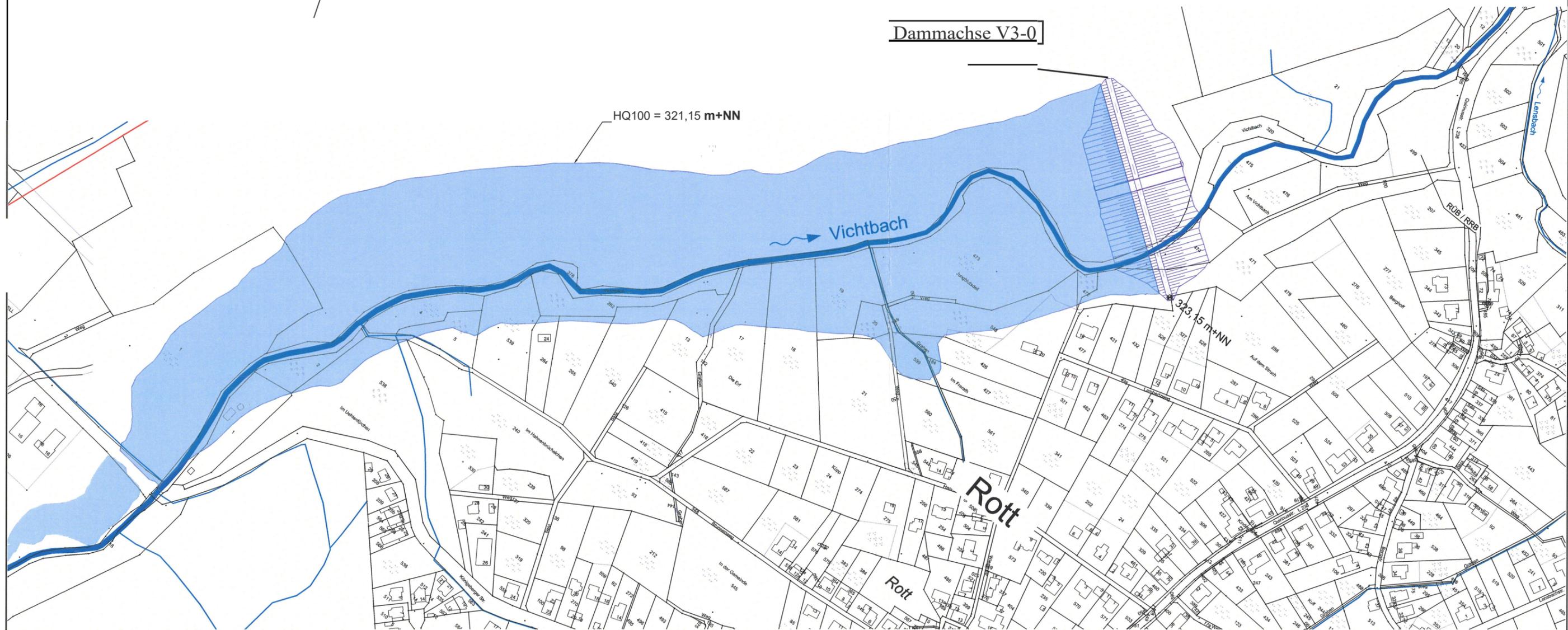
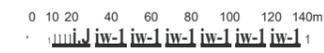
01.1 - Übersichtslageplan, Maßstab 1:3500

01.2 - Prinzipquerschnitt, ohne Maßstab

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer

Übersichtslageplan

Maßstab 1: 3500 (DIN A3)



HQ100 = 321,15 m+NN

Dammachse V3-0

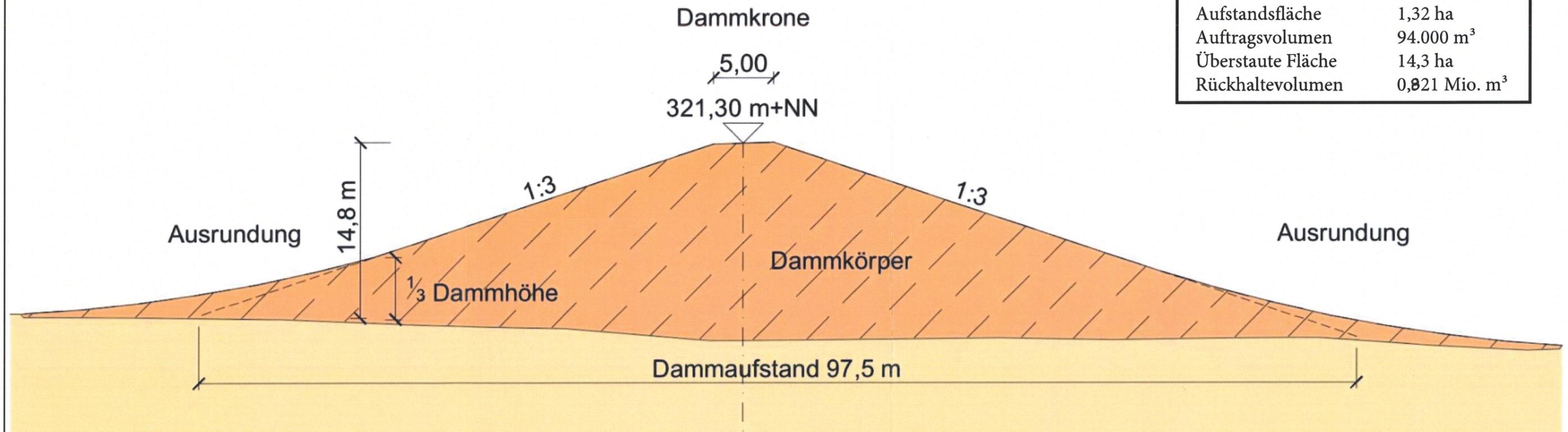
323,15 m+NN

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer

Prinzipquerschnitt

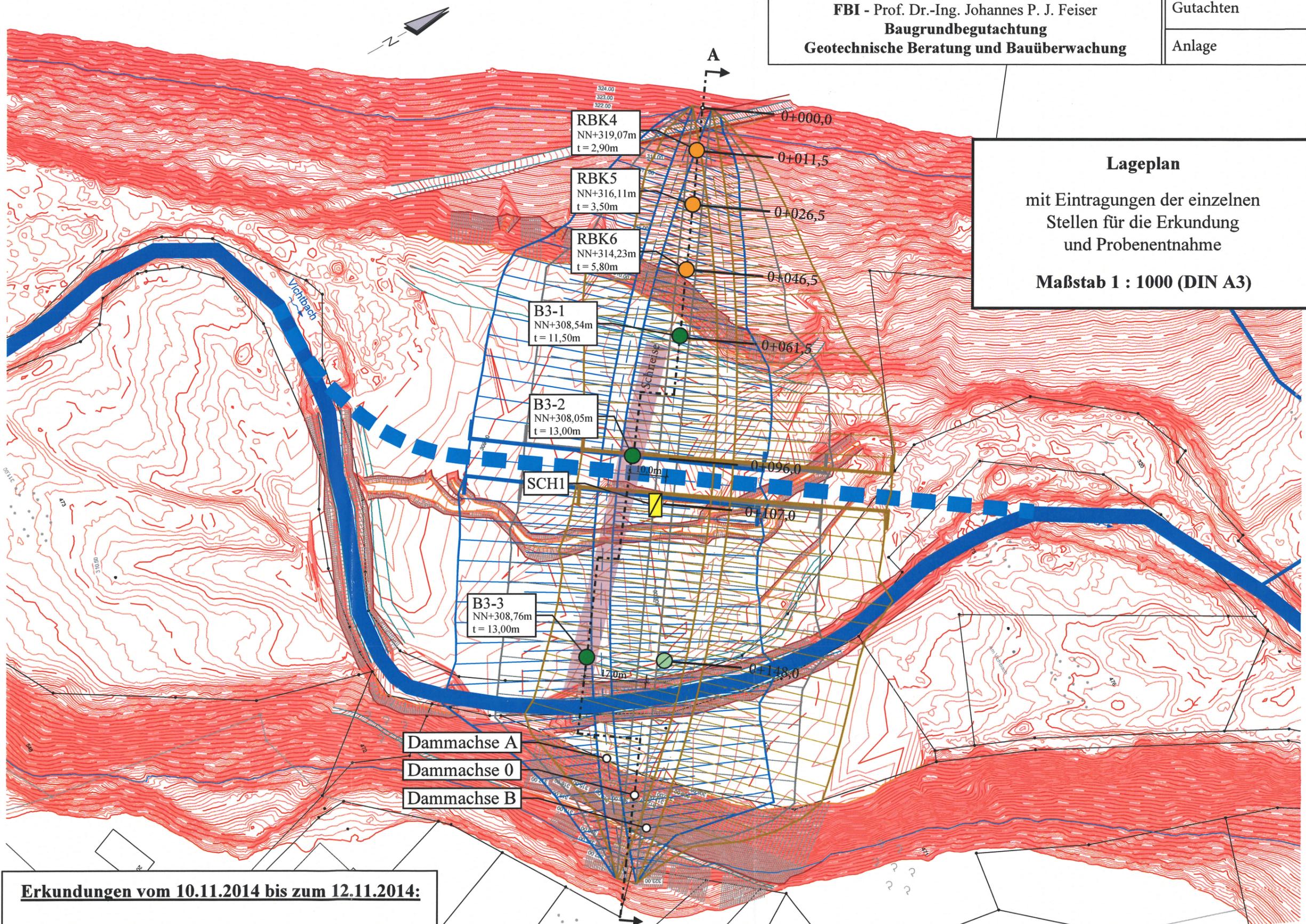
Kenndaten:

Dammkrone	321,30 m+NN
Dammlänge	170 m
Dammhöhe	14,8 m
Aufstandsfläche	1,32 ha
Auftragsvolumen	94.000 m ³
Überstaute Fläche	14,3 ha
Rückhaltevolumen	0,821 Mio. m ³



Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer

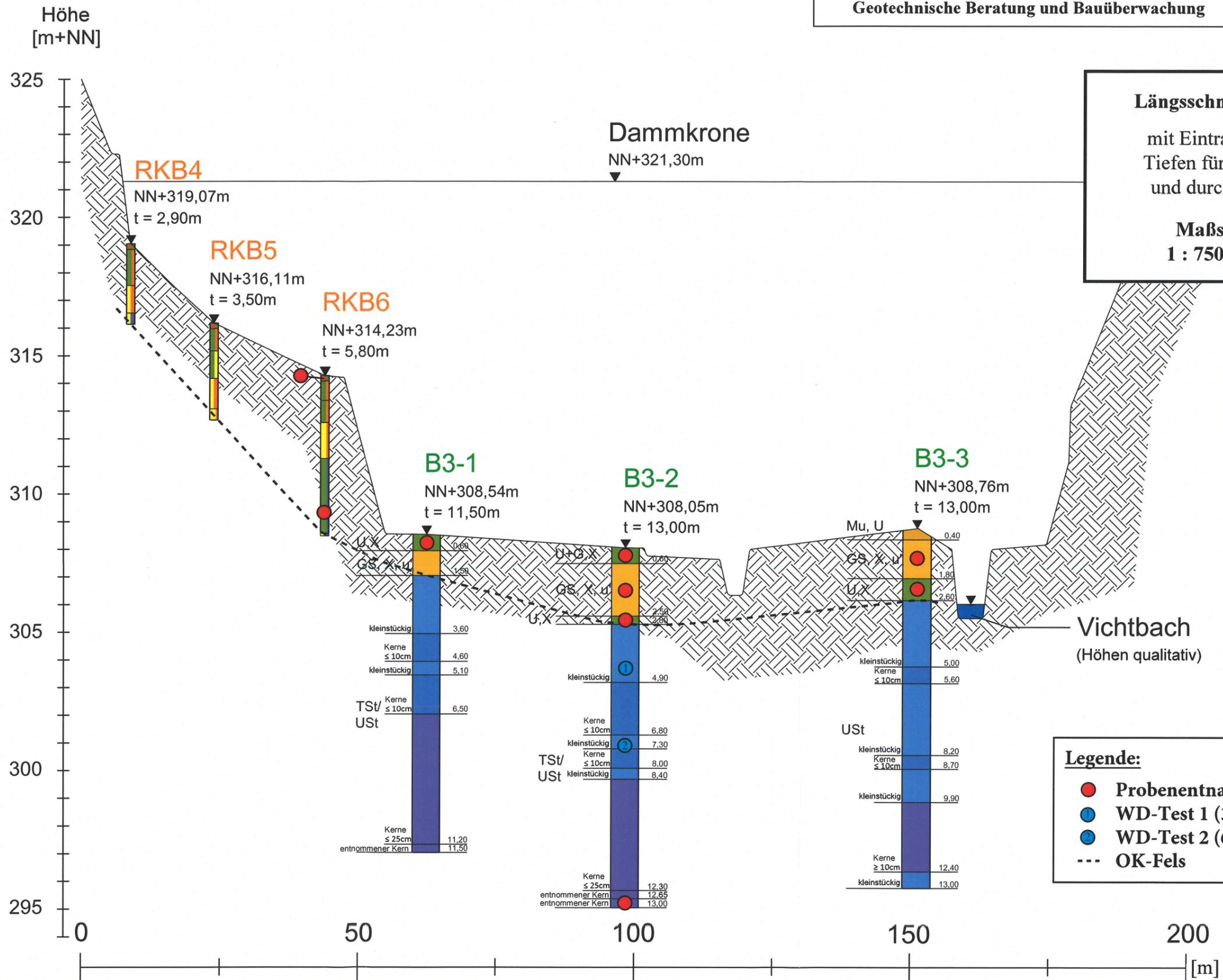
Lageplan
 mit Eintragungen der einzelnen
 Stellen für die Erkundung
 und Probenentnahme
Maßstab 1 : 1000 (DIN A3)



Erkundungen vom 10.11.2014 bis zum 12.11.2014:

- Rammkernbohrung (40/50/60mm)
- Erkundungsbohrung (219 und 146/101mm)
- ursprünglich geplante Lage B3-3
- Handschurf SCH1

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
 Geotechnische Bewertung
 Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer



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)

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
 Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer

Ergebnisse der Erkundungen
(10. – 12.11.2014)

Bohrprofile nach DIN 4023
Schichtenverzeichnisse nach DIN 4022

- 04.1 - Großbohrungen B3-1, B3-2 und B3-2
8 Seiten Schichtenverzeichnisse
- 04.2 - Kleinrammbohrungen 4, 5 und 6
7 Seiten Bohrprofile (M. 1:35), Schichtenverzeichnisse
- 04.3 - Zeichen und Abkürzungen nach DIN 4023

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer

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

Projekt: HRB Vichtbach, Bereich V3

AZA 14 08 017

Bohrung Nr.:	B3-1	Zweck:	Baugrunderkundung
Lage:	Ort:	V3 bei Roetgen-Rott (siehe Lageplan Gutachter)	
	X-Koordinate:		
	Y-Koordinate:		
	Z-Koordinate:	308,54 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)		
	Geräteleiter:	M. Tribbels		
	gebohrt	vom: 10.11.2014	bis: 10.11.2014	
		(m unter Gelände)		
	Bohrverfahren:	von: 0,00	bis: 1,00	rammend/RKR 180 mm
		von: 1,00	bis: 11,50	rotierend/SKL 146 mm
	Bohrdurchm.:	von: 0,00	bis: 1,00	D in mm: 219
		von: 1,00	bis: 11,50	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: 11,50	Art: Dantonit

Proben:	Kernkisten:	6 Stück	Aufbewahrungsort: Probenlager AG/WVER
	Eimer:	1 Stück	Sonderproben: 2 Tüten

Bemerkung:	ab 1,5 m leichte Spülverluste
-------------------	-------------------------------

Vorhaben: HRB Vichtbach, Bereich V3

Bohrung B3-1 / Blatt: 1	Höhe: 308,54 mNN	Datum: 10.11.2014
--------------------------------	------------------	----------------------

1	2	3	4	5	6			
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen	Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben					
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾		Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)			
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0.10	a) Humus + Schluff, sandig bis kiesig mit Gesteinsbruchstücken und Wurzeln	RKR 180 mm im Lockergestein, SKL 146 mm im Fels Verrohrung 219 mm im Lockergestein	KK	1	0,10			
	b)							
	c) steif					d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun	
	f) Waldboden					g)	h)	i)
0.60	a) Schluff, sandig, kiesig bis steinig		KK	1	0,60			
	b)							
	c) steif					d) leicht zu bohren	e) hellbraun	
	f) Bachablagerungen?					g)	h)	i)
1.40	a) Ton-/Schluffstein, zerbohrt zu Steinen, Kies und Sand mit wenig schluffiger Matrix		KK	1	1,40			
	b)							
	c) s.o.					d) mittelschwer bis schwer zu bohren	e) hellbraun	
	f) Felsersatzzone					g)	h)	i)
8.40	a) Ton-/Schluffstein stark bis mäßig zerklüftet		KK	1	2,00			
	b)							
	c) s.o.					d) schwer zu bohren	e) graubraun grau / rotgrau	
	f) Fels					g)	h)	i)
11.50	a) Ton-/Schluffstein schwach bis mäßig zerklüftet, z.T. kompakt		KK	5	10,00			
	b)							
	c) s.o.					d) schwer zu bohren	e) rotgrau	
	f) Fels					g)	h)	i)
	a)		KK	6	11,50			
	b)							

Kopfblatt

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

Projekt: HRB Vichtbach, Bereich V3

AZA 14 08 017

Bohrung Nr.:	B3-2	Zweck:	Baugrunderkundung
Lage:	Ort:	V3 bei Roetgen-Rott (siehe Lageplan Gutachter)	
	X-Koordinate:		
	Y-Koordinate:		
	Z-Koordinate:	308,05 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)		
	Geräteleiter:	M. Tribbels		
	gebohrt	von: 11.11.2014	bis: 12.11.2014	
		(m unter Gelände)		
	Bohrverfahren:	von: 0,00	bis: 3,00	rammend/RKR 180 mm
		von: 3,00	bis: 13,00	rotierend/SKL 146 mm
	Bohrdurchm.:	von: 0,00	bis: 3,00	D in mm: 219
		von: 3,00	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:
	Übergangrohr:	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:	2 WD-Tests im Fels ausgeführt (siehe entsprechende Dokumentation)
-------------------	---

BauGrund Süd GmbH Bereich Aachen Monnetstraße 5 52146 Würselen Tel.: 02405/40885-0		<h1>Schichtenverzeichnis</h1> für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben			Bericht: Anlage:		
Vorhaben: HRB Vichtbach, Bereich V3							
Bohrung B3-2 / Blatt: 1				Höhe: 308,05 mNN		Datum: 11.11.2014	
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe				
0.20	a) Humus + Schluff, sandig bis kiesig mit Gesteinsbruchstücken und Wurzeln			RKR 180 mm im Lockergestein, SKL 146 mm im Fels Verrohrung 219 mm im Lockergestein	KK	1	0,20
	b)						
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Waldboden	g)	h) i)				
0.50	a) Schluff, sandig bis kiesig, schwach steinig				KK	1	0,50
	b)						
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) hellbraun				
	f) Bachablagerungen	g)	h) i)				
2.80	a) Blöcke, Steine und Kies, sandig, schluffig kantengerundet				KK KK	1 2	2,00 2,80
	b)						
	c) s.o.	d) sehr schwer zu bohren	e) hellbraun bis braun				
	f) Bachschotter	g)	h) i)				
4.00	a) Ton-/Schluffstein, zerbohrt zu Steinen, Kies und Sand mit wenig schluffiger Matrix				KK	2	4,00
	b)						
	c) s.o.	d) schwer zu bohren	e) hellbraun bis graubraun				
	f) Felszersatzzone	g)	h) i)				
8.40	a) Ton-/Schluffstein stark bis mäßig zerklüftet				KK KK KK	3 4 5	6,00 8,00 8,40
	b)						
	c) s.o.	d) schwer zu bohren	e) graubraun grau / rotgrau				
	f) Fels	g)	h) i)				

BauGrund Süd GmbH Bereich Aachen Monnetstraße 5 52146 Würselen Tel.: 02405/40885-0	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: Anlage:
--	---	-------------------------

Vorhaben: HRB Vichtbach, Bereich V3

Bohrung B3-2 / Blatt: 2	Höhe: 308,05 mNN Datum: 11.11.2014
--------------------------------	---------------------------------------

1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe	i) Kalk- gehalt			
13.00	a) Ton-/Schluffstein schwach bis mäßig zerklüftet, z.T. kompakt				KK	5	10,00
	b)						
	c) s.o.	d) schwer zu bohren	e) rotbraun bis graubraun				
	f) Fels	g)	h)	i)			
	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)			

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

Projekt: **HRB Vichtbach, Bereich V3**

AZA 14 08 017

Bohrung Nr.:	B3-3	Zweck:	Baugrunderkundung
Lage:	Ort:	V3 bei Roetgen-Rott (siehe Lageplan Gutachter)	
	X-Koordinate:		
	Y-Koordinate:		
	Z-Koordinate:	308,76 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)		
	Geräteleiter:	M. Tribbels		
	gebohrt	von: 12.11.2014	bis: 12.11.2014	
		(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:		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 V3							
Bohrung B3-3 / Blatt: 1				Höhe: 308,76 mNN		Datum: 12.11.2014	
1	2			3	4	5	6
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk-gehalt				
0.20	a) Humus + Schluff, sandig bis kiesig mit Gesteinsbruchstücken und Wurzeln			RKR 180 mm im Lockergestein, SKL 146 mm im Fels Verrohrung 219 mm im Lockergestein	KK	1	0,20
	b)						
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) dunkelbraun				
	f) Waldboden	g)	h) i)				
0.60	a) Schluff, sandig bis kiesig, schwach steinig				KK	1	0,60
	b)						
	c) steif	d) leicht zu bohren	e) hellbraun				
	f) Bachablagerungen	g)	h) i)				
2.70	a) Blöcke, Steine und Kies, sandig, schluffig kantengerundet				KK	1	2,00
	b)						
	c) s.o.	d) sehr schwer zu bohren	e) hellbraun bis braun				
	f) Bachschotter	g)	h) i)				
5.00	a) Ton-/Schluffstein stark zerklüftet				KK	2	4,00
	b)						
	c) s.o.	d) schwer zu bohren	e) graubraun				
	f) Felsersatzzone?	g)	h) i)				
10.50	a) Ton-/Schluffstein stark bis mäßig zerklüftet				KK	3	6,00
	b)						
	c) s.o.	d) schwer zu bohren	e) graubraun lokal rotbraun				
	f) Fels	g)	h) i)				

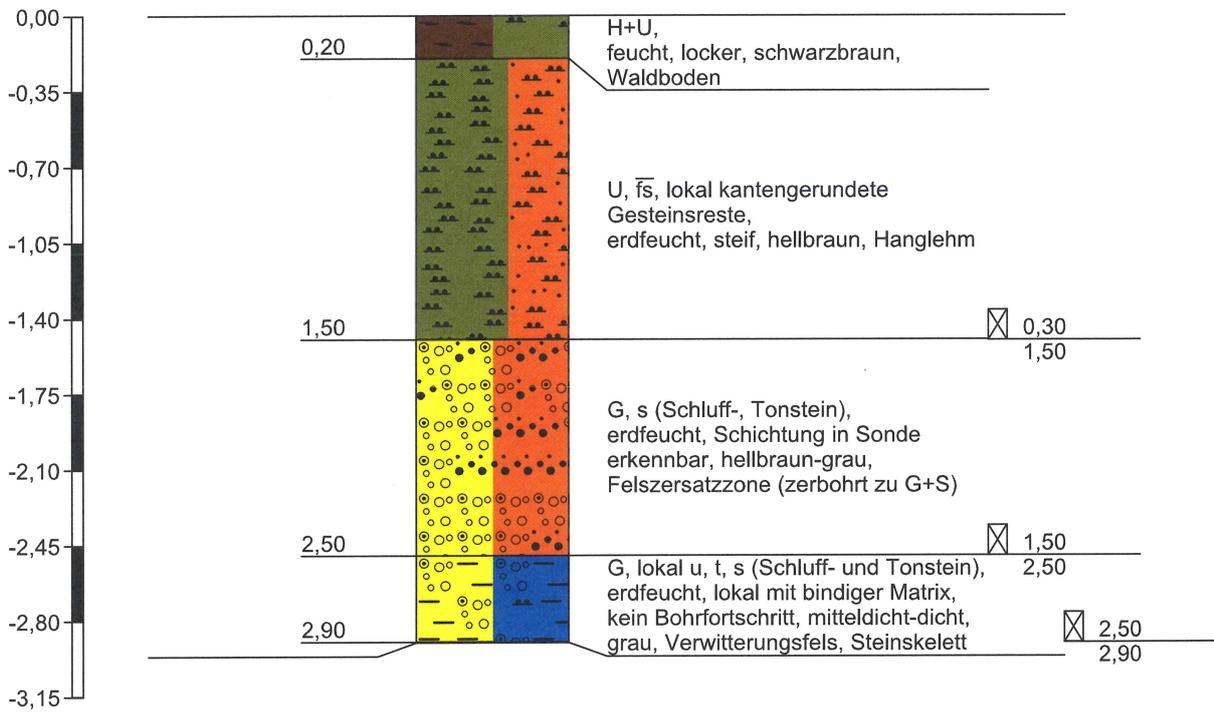
BauGrund Süd GmbH Bereich Aachen Monnetstraße 5 52146 Würselen Tel.: 02405/40885-0	<h1>Schichtenverzeichnis</h1> <p>für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben</p>	Bericht: Anlage:
--	---	-------------------------

Vorhaben: HRB Vichtbach, Bereich V3

Bohrung B3-3 / Blatt: 2	Höhe: 308,76 mNN Datum: 12.11.2014
--------------------------------	---------------------------------------

1	2			3	4	5	6	
Bis ... m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkung ¹⁾				Art	Nr	Tiefe in m (Unter-kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische Benennung ¹⁾	h) ¹⁾ Gruppe i) Kalk-gehalt					
13.00	a) Ton-/Schluffstein mäßig zerklüftet				KK KK	6	12,00	
	b)					7	13,00	
	c) s.o.	d) schwer zu bohren	e) graubraun bis grau					
	f) Fels	g)	h) i)					
	a)							
	b)							
	c)							
	d)							
	e)							
	f)							
	g)							
	h)							
	i)							

RKS 4 oben

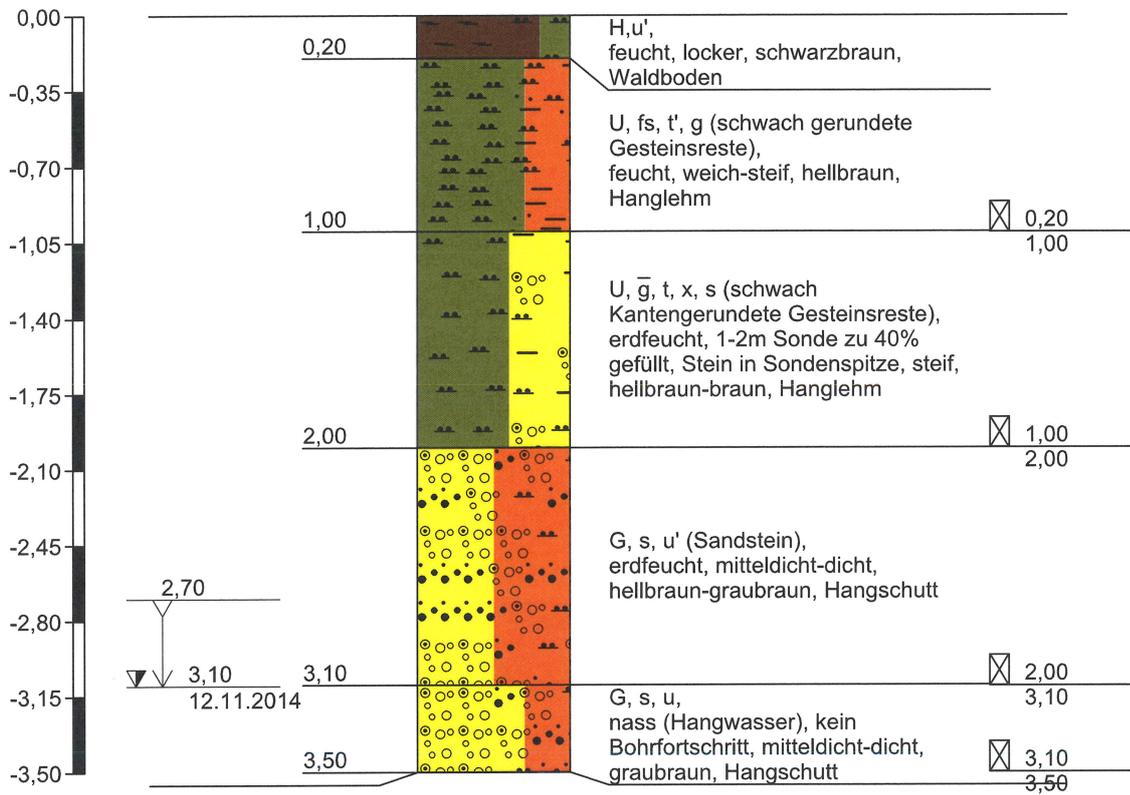


Höhenmaßstab 1:35

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Rotterdell, HRB Vichtbach V3								
Bohrung Nr RKS 4 oben /Blatt 1						Datum: 12.11.2014		
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,20	a) H+U							
	b) feucht							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) schwarzbraun					
	f) Waldboden	g)	h)	i) 0				
1,50	a) U, fs, lokal kantengerundete Gesteinsreste							1,50
	b) erdfeucht							
	c) steif	d) mittel-schwer	e) hellbraun					
	f) Hanglehm	g)	h)	i) 0				
2,50	a) G, s (Schluff-, Tonstein)							2,50
	b) erdfeucht, Schichtung in Sonde erkennbar							
	c)	d) schwer zu bohren	e) hellbraun-grau					
	f) Felsersatzzone (zerbohrt zu	g)	h)	i) 0				
2,90	a) G, lokal u, t, s (Schluff- und Tonstein)							2,90
	b) erdfeucht, lokal mit bindiger Matrix, kein Bohrfortschritt							
	c) mitteldicht-dicht	d) schwer zu bohren	e) grau					
	f) Verwitterungsfel s, Steinskelett	g)	h)	i) 0				
	a)							
	b)							
	c)	d)	e)					
	f)	g)	h)	i)				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

RKS 5 mitte

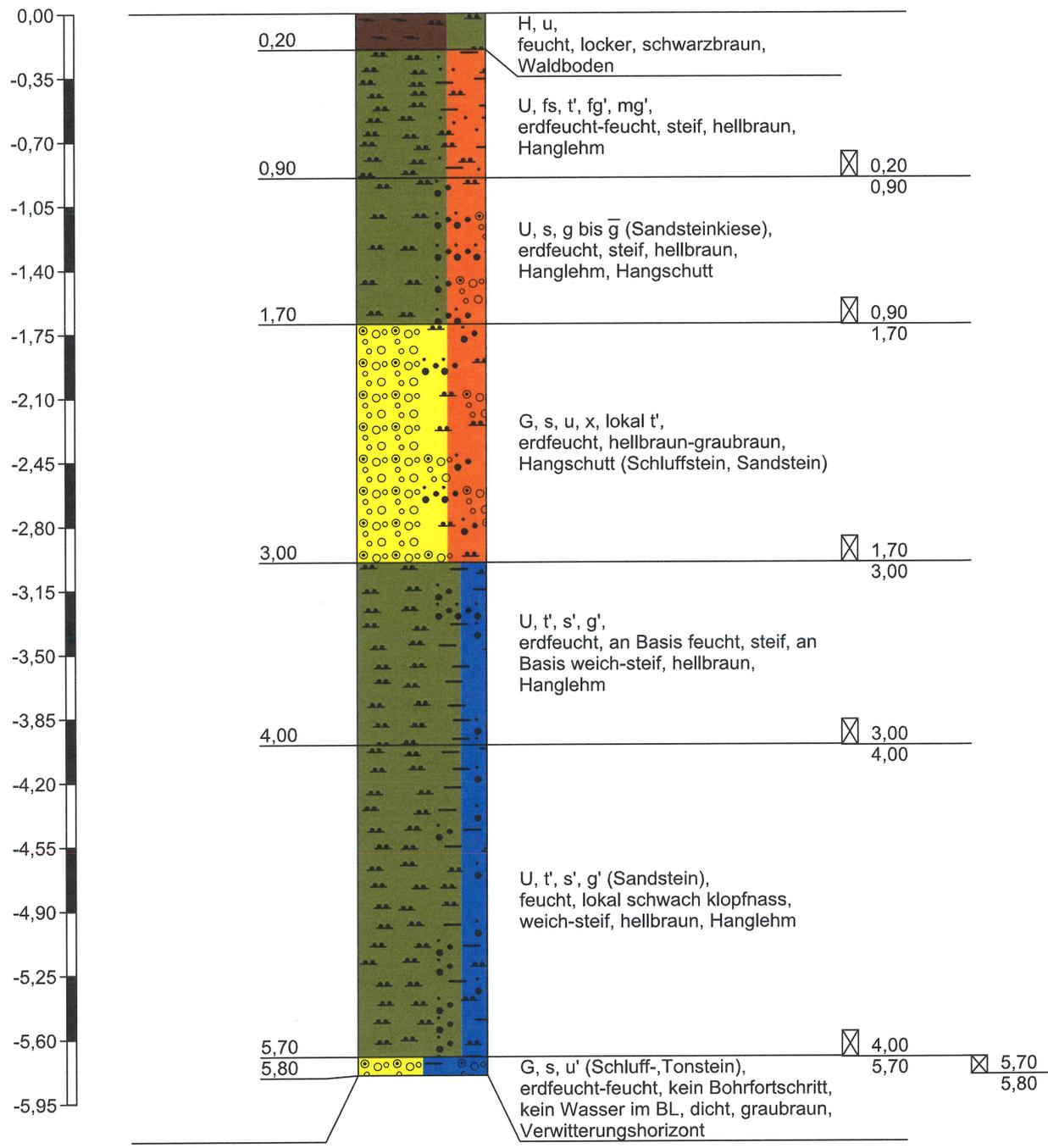


Höhenmaßstab 1:35

		Schichtenverzeichnis				Anlage	
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekerneten Proben				Bericht:	
						Az.:	
Bauvorhaben: Rotterdam, HRB Vichtbach V3							
Bohrung Nr RKS 5 mitte /Blatt 1					Datum:		
					12.11.2014		
1	2				3	4	
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe				
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe		i) Kalk- gehalt		
0,20	a) H,u'						
	b) feucht						
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) schwarzbraun				
	f) Waldboden	g)	h) i) 0				
1,00	a) U, fs, t', g (schwach gerundete Gesteinsreste)					1,00	
	b) feucht						
	c) weich-steif	d) leicht-mittelschwer	e) hellbraun				
	f) Hanglehm	g)	h) i) 0				
2,00	a) U, ḡ, t, x, s (schwach Kantengerundete Gesteinsreste)					2,00	
	b) erdfeucht, 1-2m Sonde zu 40% gefüllt, Stein in Sondenspitze						
	c) steif	d) mittel-schwer	e) hellbraun-braun				
	f) Hanglehm	g)	h) i) 0				
3,10	a) G, s, u' (Sandstein)					3,10	
	b) erdfeucht						
	c) mitteldicht-dicht	d) schwer zu bohren	e) hellbraun-graubraun				
	f) Hangschutt	g)	h) i) 0				
3,50	a) G, s, u					3,50	
	b) nass (Hangwasser), kein Bohrfortschritt						
	c) mitteldicht-dicht	d) schwer zu bohren	e) graubraun				
	f) Hangschutt	g)	h) i) 0				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

RKS 6 unten



Höhenmaßstab 1:35

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Rotterdam, HRB Vichtbach V3								
Bohrung Nr RKS 6 unten /Blatt 1					Datum: 12.11.2014			
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen				Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben		
	b) Ergänzende Bemerkungen 1)					Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische 1) Benennung	h) 1) Gruppe	i) Kalk- gehalt				
0,20	a) H, u							
	b) feucht							
	c) locker	d) leicht zu bohren	e) schwarzbraun					
	f) Waldboden	g)	h)	i) 0				
0,90	a) U, fs, t', fg', mg'							0,90
	b) erdfeucht-feucht							
	c) steif	d) leicht-mittelschwer	e) hellbraun					
	f) Hanglehm	g)	h)	i) 0				
1,70	a) U, s, g bis \bar{g} (Sandsteinkiese)							1,70
	b) erdfeucht							
	c) steif	d) mittelschwer zu bohren	e) hellbraun					
	f) Hanglehm, Hangschutt	g)	h)	i) 0				
3,00	a) G, s, u, x, lokal t'							3,00
	b) erdfeucht							
	c)	d) schwer zu bohren	e) hellbraun-graubraun					
	f) Hangschutt (Schluffstein,	g)	h)	i) 0				
4,00	a) U, t', s', g'							4,00
	b) erdfeucht, an Basis feucht							
	c) steif, an Basis weich-steif	d) mittel-schwer	e) hellbraun					
	f) Hanglehm	g)	h)	i) 0				

1) Eintragung nimmt der wissenschaftliche Bearbeiter vor.

		Schichtenverzeichnis				Anlage		
		für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben				Bericht:		
						Az.:		
Bauvorhaben: Rotterdam, HRB Vichtbach V3								
Bohrung Nr RKS 6 unten /Blatt 2						Datum: 12.11.2014		
1	2				3	4	5	6
Bis m unter Ansatz- punkt	a) Benennung der Bodenart und Beimengungen			Bemerkungen Sonderprobe Wasserführung Bohrwerkzeuge Kernverlust Sonstiges	Entnommene Proben			
	b) Ergänzende Bemerkungen ¹⁾				Art	Nr.	Tiefe in m (Unter- kante)	
	c) Beschaffenheit nach Bohrgut	d) Beschaffenheit nach Bohrvorgang	e) Farbe					
	f) Übliche Benennung	g) Geologische ¹⁾ Benennung	h) ¹⁾ Gruppe					i) Kalk- gehalt
5,70	a) U, t', s', g' (Sandstein)						5,70	
	b) feucht, lokal schwach klopfnass							
	c) weich-steif	d) mittel-schwer	e) hellbraun					
	f) Hanglehm	g)	h)					i) 0
5,80	a) G, s, u' (Schluff-, Tonstein)						5,80	
	b) erdfeucht-feucht, kein Bohrfortschritt, kein Wasser im BL							
	c) dicht	d) schwer zu bohren	e) graubraun					
	f) Verwitterungsho- rizont	g)	h)					i) 0
	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)

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^I	- schwach feucht
f	- feucht
\bar{f}	- stark feucht
$\underline{\underline{f}}$	- naß

Lagerungsdichte

	locker
	mitteldicht
	dicht

Beschaffenheit (Fels)

	verwittert
	klüftig

Konsistenz

	breiig
	weich
	steif
	halbfest
	fest

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
 Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer

Ergebnisse der WD-Versuche
(11.11.2014)

Durchfluss - Verpressdruck
Fließrate, Verpressdruck - Zeit

Bohrung B3-2

Versuch 1: Tiefe 3,60 – 4,50 m

Versuch 2: Tiefe 6,80 – 7,80 m

(4 Seiten)

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer

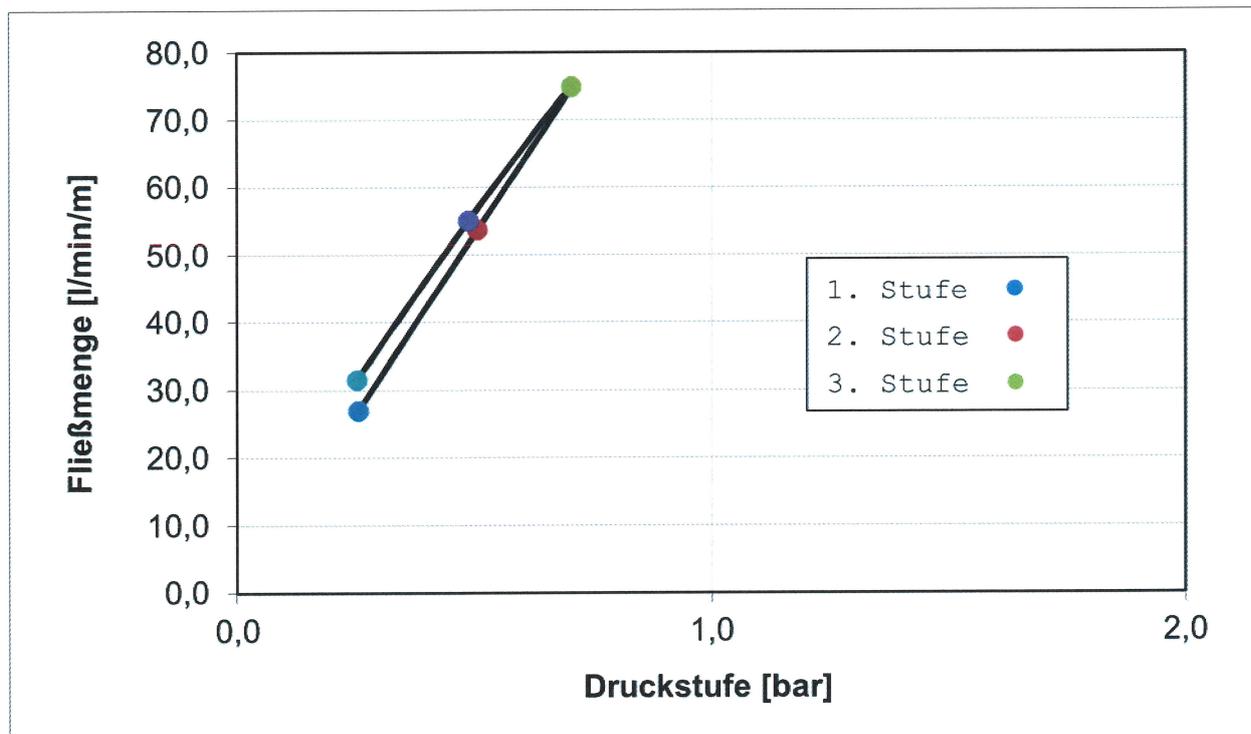
WD-Test - Auswertung



Projekt	HRB Vichtbach		
Bohrung	B3-2		
Datum	11.11.2014		
Durchmesser	2r	[m]	0,146
Intervall	von	[m u. GOK]	3,60
Intervall	bis	[m u. GOK]	4,50
Intervalllänge	L	[m]	0,90
WSP vor Abpressung	[m u. GOK]		
WSP nach Abpressung	[m u. GOK]		

Druckstufe	Rate	Rate pro m	k_f ¹⁾	Bemerkungen
H [bar]	Q [l/s]	[l/min/m]	[m/s]	
0,25	0,4051	27,010	1,4E-04	
0,51	0,8060	53,731	1,4E-04	
0,70	1,1238	74,918	1,4E-04	
0,49	0,8257	55,045	1,5E-04	
0,25	0,4734	31,560	1,6E-04	
		0,000		
		Fließregime		leichte Auswaschungen
		repräsent. k_f -Wert (m/s):		1,6E-04

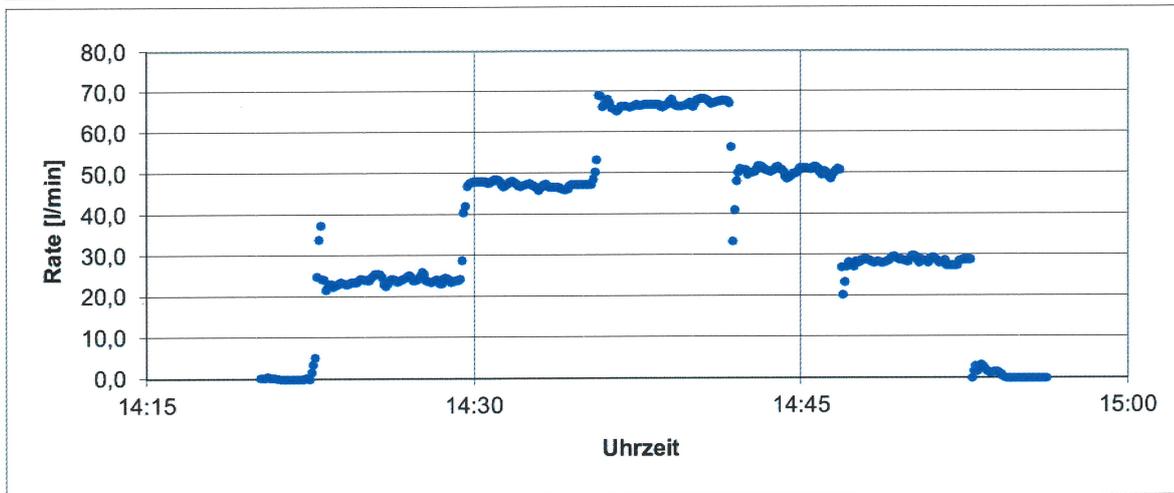
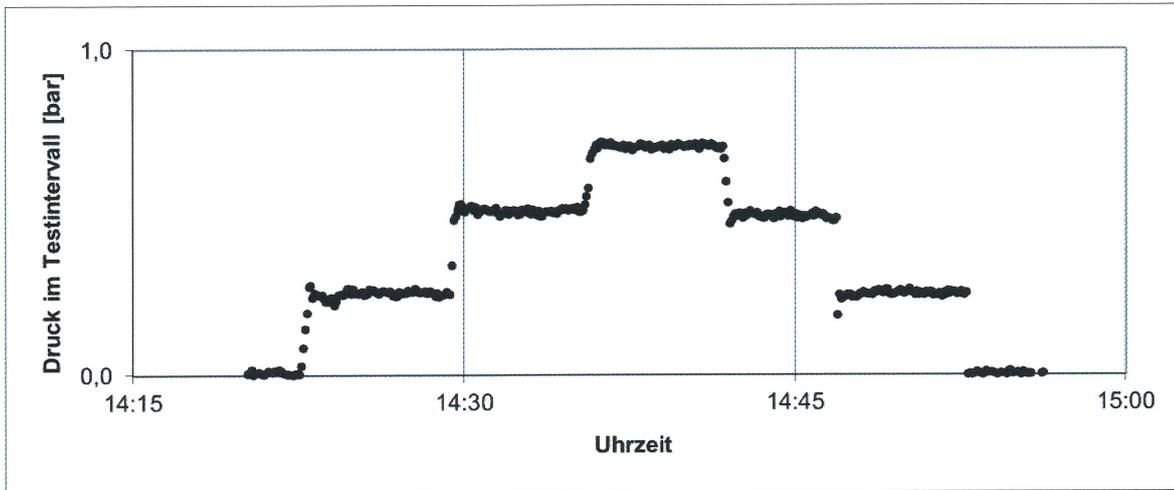
1) nach Empfehlung Nr. 9 des Arbeitskreises 19 - Versuchstechnik Fels (DGGT), R = 10 m



WD-Test - Diagramm



B3-2, Intervall 3,6 - 4,5m



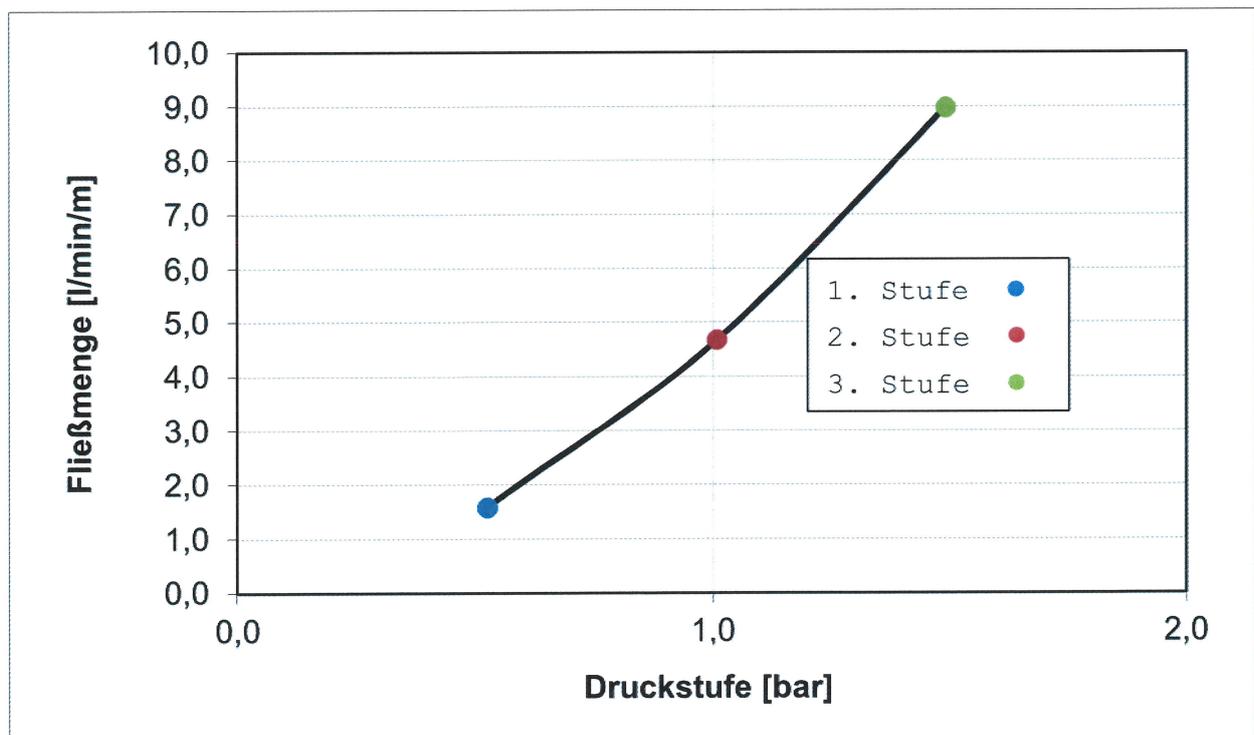
WD-Test - Auswertung



Projekt	HRB Vichtbach		
Bohrung	B3-2		
Datum	11.11.2014		
Durchmesser	2r	[m]	0,146
Intervall	von	[m u. GOK]	6,80
Intervall	bis	[m u. GOK]	7,80
Intervalllänge	L	[m]	1,00
WSP vor Abpressung	[m u. GOK]		
WSP nach Abpressung	[m u. GOK]		

Druckstufe	Rate	Rate pro m	$k_f^{1)}$	Bemerkungen
H [bar]	Q [l/s]	[l/min/m]	[m/s]	
0,53	0,0265	1,591	4,0E-06	
1,01	0,0779	4,671	6,0E-06	
1,49	0,1497	8,985	7,9E-06	
		0,000		nur aufsteigend ausgeführt
		0,000		
		0,000		
		Fließregime		leichte Auswaschungen
		repräsent. k_f -Wert (m/s):		7,9E-06

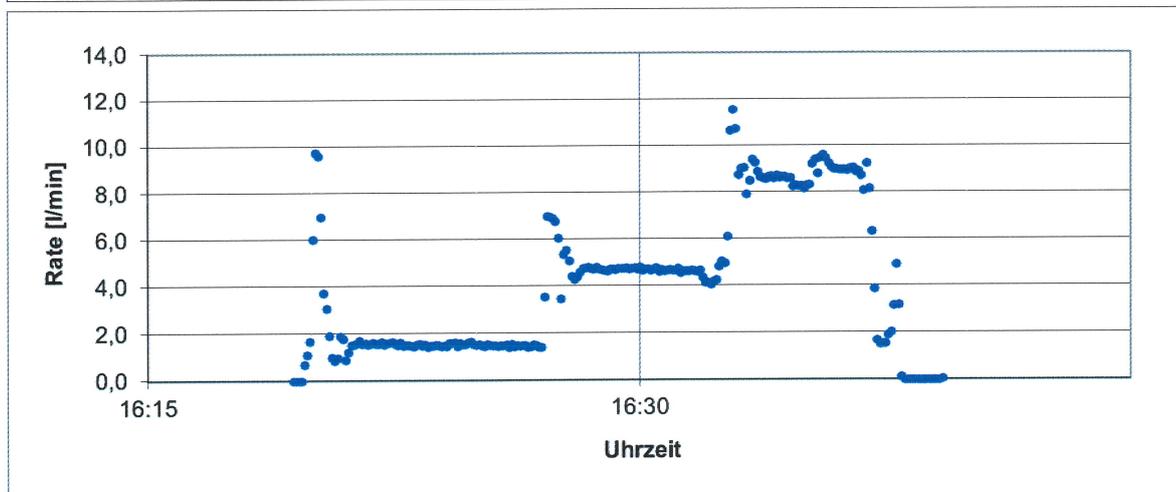
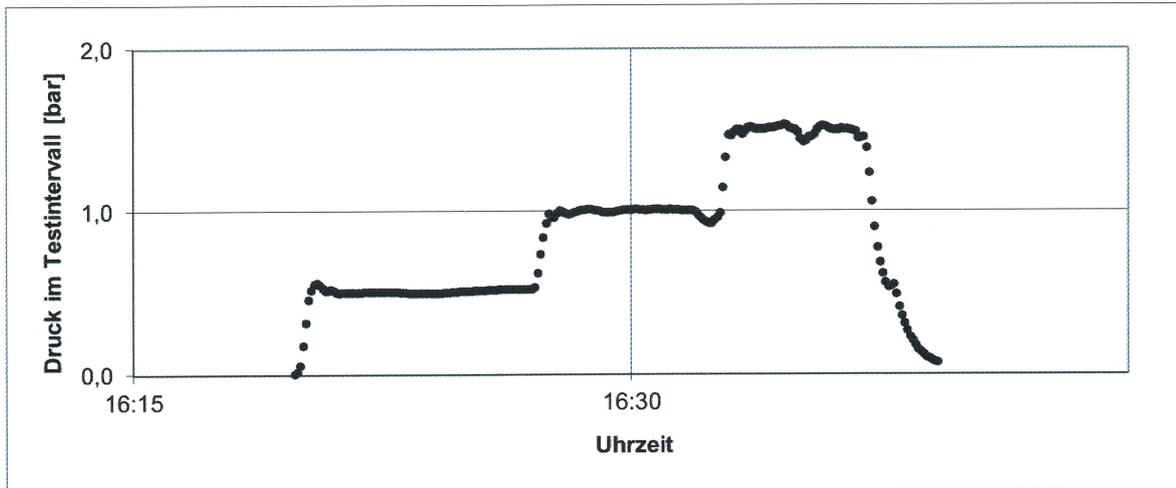
1) nach Empfehlung Nr. 9 des Arbeitskreises 19 - Versuchstechnik Fels (DGGT), $R = 10 \text{ m}$



WD-Test - Diagramm



B3-2, Intervall 6,8 - 7,8m



Labor- und Feldergebnisse

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

(Prüfbericht BL585/14, BLAC Aachen, 17.12.2014)

Auen- und Terrassensedimente unter der Dammaufstandsfläche:

Korngrößenverteilung, Plastizität, Wassergehalt,
Dichte, Scherfestigkeit

Anstehender Tonstein des Unterdevon:

Dichte, Einaxiale Druckfestigkeit

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer

WVER Düren
Eisenbahnstrasse 5
52353 Düren

BLAC
Bayernallee 9
52066 Aachen

Datum 17.12.2014

Laborprüfbericht BL585/14

Umfang: 5 Seiten (9 Anlagen)
Auftraggeber: WVER Düren , UB Gewässer
Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3

Allgemeines

Bodenart(en): diverse (Lehm, Kies, Fels)
Prüfdatum: ab dem 10.11.14
Entnahmedatum: 10 , 11. und 12.11.14
Entnahmeart: gestört , ungestört

durch : G. Wolff
durch : Prof. Feiser
Entnahmeevolumen : 4 x Probebeutel
2 x Ausstechzylinder
1 x Bohrkern (Fels)
3 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 Einaxialen Druckfestigkeit DIN 18136
- Bestimmung der Scherfestigkeit DIN 18137 Teil3

Probenbezeichnung

Wassergehaltsbestimmung:

B3-1-1	Probe 1 der Bohrung 1	; Entnahmetiefe 0,00 - 0,60 m
B3-1-2	Probe 2 der Bohrung 1	; Entnahmetiefe 0,00 - 0,60 m
RBK6-1	Probe 1 der Bohrung 6 Probe 1	; Entnahmetiefe 0,20 - 0,90 m
RBK6-5	Probe 5 der Bohrung 6 Probe 5	; Entnahmetiefe 4,00 - 5,70 m

Zustandgrenzen:

B3-1-3	Probe 3 der Bohrung 1	; Entnahmetiefe 0,15 - 0,60 m
--------	-----------------------	-------------------------------

Korngrößenverteilung:

MP1-B3-2/3	Mischprobe aus den Bohrungen 2 und 3	; Entnahmetiefe 0,50 - 2,30 m
MP2-B3-2/3	Mischprobe aus den Bohrungen 2 und 3	; Entnahmetiefe 2,00 - 2,90 m
B3-1-3	Probe 3 der Bohrung 1	; Entnahmetiefe 0,15 - 0,60 m
RBK6-1	Probe 1 der Bohrung 6	; Entnahmetiefe 0,20 - 0,90 m
RBK6-5	Probe 5 der Bohrung 6	; Entnahmetiefe 4,00 - 5,70 m

Dichte:

Z5	Ausstechzylinder Nr. 5	; Entnahmetiefe 0,30 m aus Schurf 1
Z7	Ausstechzylinder Nr. 7	; Entnahmetiefe 0,30 m aus Schurf 1

Einaxiale Druckfestigkeit:

B3-2	Bohrkern der Bohrung 2	; Entnahmetiefe 12,65 - 13,00 m
------	------------------------	---------------------------------

Scherfestigkeit:

MP-B3-1(+3)	Mischprobe der Talau	; Entnahmetiefe 0,00 - 1,00 m
-------------	----------------------	-------------------------------

Ergebnisse**- Wassergehalt DIN 18121-Teil1**

Proben-Nr.	B3-1-1	B3-1-2	RBK6-1	RBK6-5
Entnahmetiefe ¹⁾ [m]	0,00 - 0,60	0,00 - 0,60	0,20 - 0,90	4,00 - 5,70
w [%]	29,2	30,4	21,1	12,0

1) Entnahmetiefe unter OK Gelände

- Zustandsgrenzen DIN 18122

Proben-Nr.	B3-1-3
w _L [%]	58,0
w _P [%]	34,4
w [%]	29,8
I _P [%]	23,6
I _C [-]	1,2
Konsistenz	<i>halbfest</i>
Klassifikation nach DIN 18196	UA
Bodenklasse DIN 18300	5

- Korngrößenverteilung DIN 18123

Proben-Nr.	MP1-B3-2/3	MP2-B3-2/3	B3-1-3
Verfahren ²⁾	5.4.2	5.4.2	7.3.1
Bodenart	G , x, u', gs'	G , u', x', fs', ms', gs'	U , t, fs', ms'
Anteil < 0,06mm	%	5,1	11,3
Anteil < 0,002mm	%	—	—
Ungleichförmigkeitszahl U	-	115,9	—
Krümmungszahl C _c	-	5,9	—
Klassifikation nach DIN 18196	GU/GW	GU	UA
Bodenklasse DIN 18300	3	3	2 bis 5

- Korngrößenverteilung DIN 18123

Proben-Nr.		RBK6-1	RBK6-5
Verfahren ²⁾		7.3.1	7.3.1
Bodenart		U , fs, t', ms', gs'	S , u*, t', fg'
Anteil < 0,06mm	%	54,9	40,3
Anteil < 0,002mm	%	13,3	10,2
Ungleichförmigkeitszahl U	-	—	126,7
Krümmungszahl Cc	-	—	1,4
Klassifikation nach DIN 18196		—	—
Bodenklasse DIN 18300		—	—

- 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.		Z5	Z7
Entnahmetiefe	[m]	0,30	0,30
w	[%]	28,9	28,6
Feuchtdichte ρ	[g/cm ³]	1,568	1,606
Trockendichte ρ_d	[g/cm ³]	1,216	1,249

- Einaxiale Druckfestigkeit DIN 18136

Proben-Nr.		B3-2
Masse der Probe	[g]	5485,4
Durchmesser d	[mm]	101,3
Länge l	[mm]	254,2
Verhältnis l/d	[-]	2,51
Verhältnis d/l	[-]	0,399
Querschnittsfläche A	[cm ²]	80,6
Volumen V	[cm ³]	2048,7
Dichte ρ	[g/cm ³]	2,677
Kraft F _{max}	[kN]	62,0
Einaxiale Druckfestigkeit σ _u	[MN/m ²]	7,7
korr. Einaxiale Druckfestigkeit ³⁾ σ _{u(korr.)}	[MN/m ²]	7,9

³⁾ - Korrektur der Einaxialen Druckfestigkeit hinsichtlich des Verhältnisses des Durchmessers zur Probekörperlänge (bei Unterschreitung des Verhältnisses 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.	MP-B3-1(+3)	Ermittelt aus drei dränierten Einzelversuchen mit Normalspannungen von 100, 200 und 400 kN/m ² .
Reibungswinkel φ' (Bruch) [°]	28,4	
Reibungswinkel φ' (Gleiten) [°]	27,4	
Kohäsion c (Bruch) [kN/m ²]	12,0	
Kohäsion c (Gleiten) [kN/m ²]	8,2	

^{*}) Die Proben wurden mit einer gemittelten Trockendichte von 1,463 g/cm³ und einem gemittelten Wassergehalt von 16,4% eingebaut.

Prof.Dr.-Ing. J.Feiser

G.Wolff

[9 Anlagen]

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

Prof. Dr.-Ing. J. Feiser
Labor: G. Wolff

Telefon
(0241) 6009-1121
(0241) 6009-1179

Telefax
(0241) 6009-1177
(0241) 6009-1480

e-mail
feiser@fh-aachen.de
g.wolff@fh-aachen.de

Wassergehalt nach DIN 18 121

HW-Schutz Vichtbach V3

Bearbeiter: Wolff

Datum: 10.11.14

Entnahmestelle: Bohrung 3 und 6

Tiefe: 0,00 - 5,70 m

Art der Entnahme: gestört

Probe entnommen am: 10.11.14

Probenbezeichnung:	B3-1-1	B3-1-2	RKB6-1	RKB6-5
Feuchte Probe + Behälter [g]:	192.30	151.71	236.57	488.12
Trockene Probe + Behälter [g]:	171.59	133.75	210.83	450.83
Behälter [g]:	100.56	74.67	88.98	141.03
Porenwasser [g]:	20.71	17.96	25.74	37.29
Trockene Probe [g]:	71.03	59.08	121.85	309.80
Wassergehalt [%]	29.16	30.40	21.12	12.04

Zustandsgrenzen nach DIN 18 122

HW-Schutz Vichtbach V3

Bearbeiter: Wolff

Datum: 18.11.14

Prüfungsnummer: B3-1-3

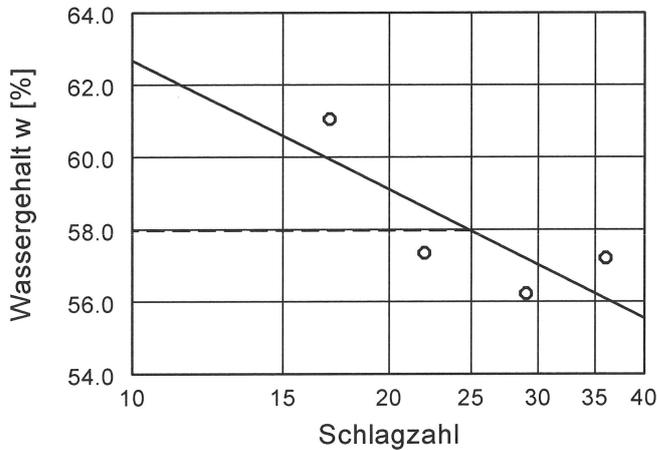
Entnahmestelle: Bohrung 3

Tiefe: 0,15 - 0,60 m

Art der Entnahme: gestört

Bodenart: U, t, fs', ms'

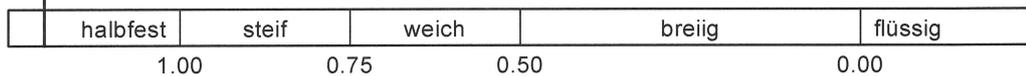
Probe entnommen am: 10.11.14



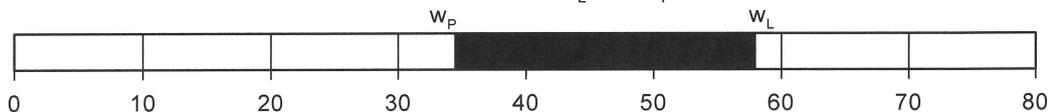
Wassergehalt $w = 29.8 \%$
 Fließgrenze $w_L = 58.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_p = 34.4 \%$
 Plastizitätszahl $I_p = 23.6 \%$
 Konsistenzzahl $I_c = 1.20$

$I_c = 1.20$

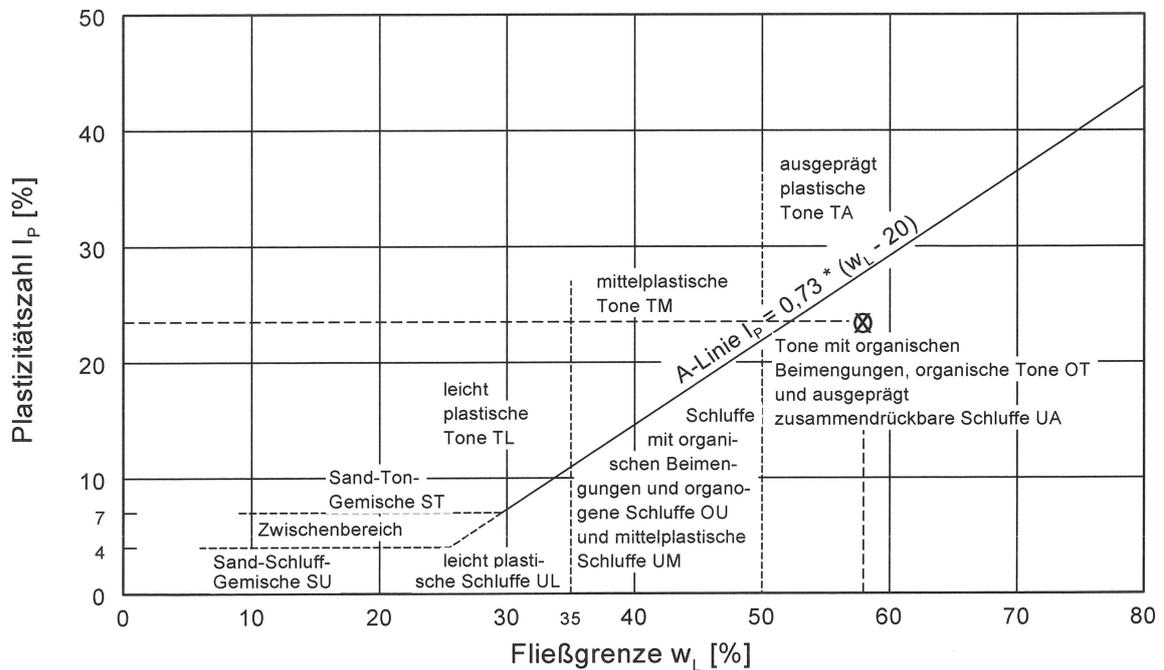
Zustandsform



Plastizitätsbereich (w_L bis w_p) [%]



Plastizitätsdiagramm



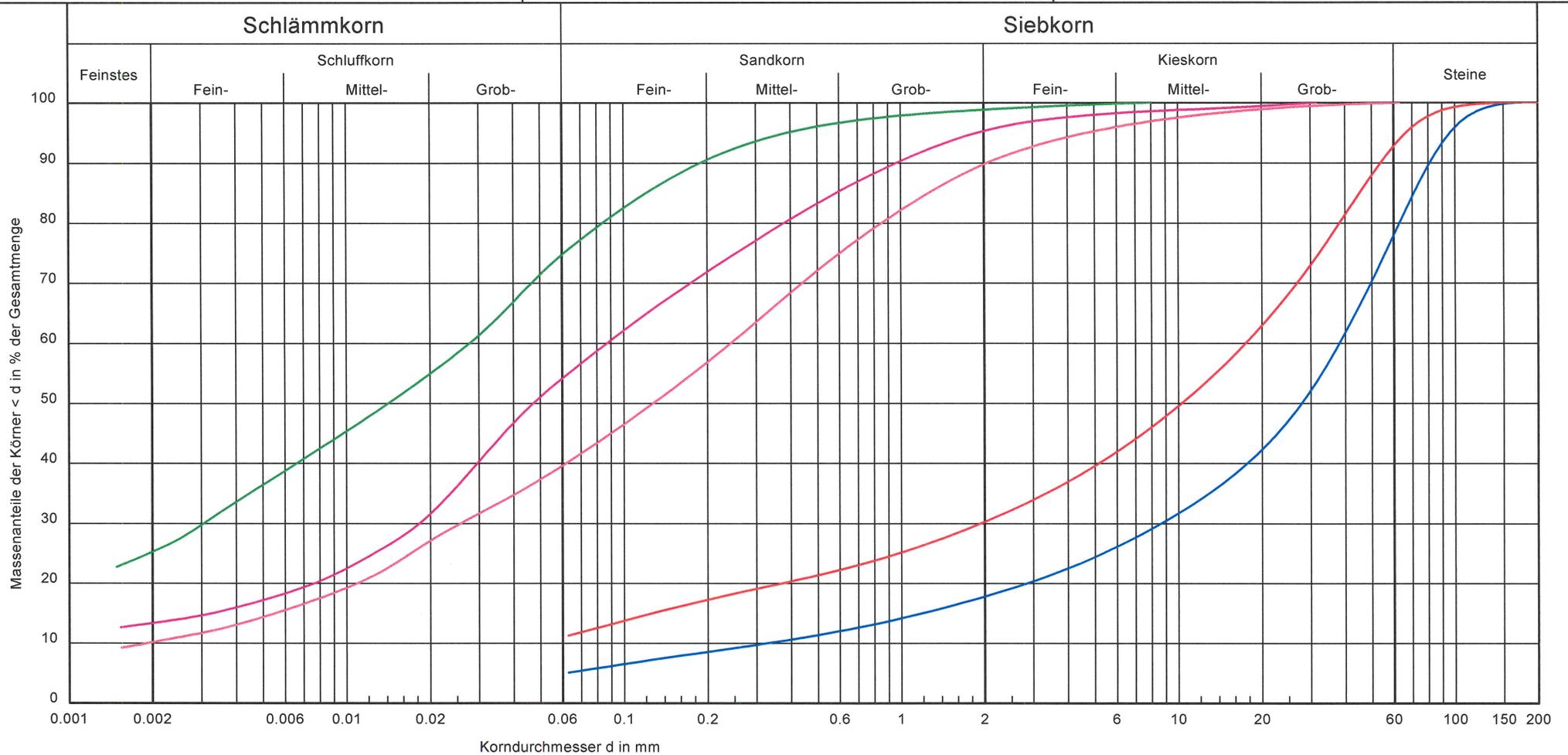
Körnungslinie

HW-Schutz Vichtbach V3

Probe entnommen am: 11+12.11.14

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Bohrung



Bezeichnung:	MP1-B3-2/3	MP2-B3-2/3	B3-1-3	RKB6-1	RKB6-5
Bodenart:	G, x, u', gs'	G, u', x', fs', ms', gs'	U, t, fs', ms'	U, fs, t', ms', gs'	S, ū, t', fg'
Tiefe:	0,50 - 2,30 m	2,00 - 2,90 m	0,15 - 0,60 m	0,20 - 0,90 m	4,00 - 5,70 m
k [m/s] (Beyer):	$6.7 \cdot 10^{-4}$	-	-	-	-
Entnahmestelle:	Bohrung 3, Probe 2 und 3	Bohrung 3, Probe 2 und 3	Bohrung 3	Bohrung 6, Probe 1	Bohrung 6, Probe 5
U/Cc	115.9/5.9	-/-	-/-	-/-	126.7/1.4
T/U/S/G [%]:	-/5.1/12.7/60.1	-/11.3/19.1/62.5	25.3/50.3/23.3/1.2	13.3/41.6/40.4/4.7	10.2/30.1/49.5/10.2

Bemerkungen:

Bericht:
BL585/14
Anlage:
3

Dichtebestimmung (Zylinder) nach DIN 18 125

HW-Schutz Vichtbach V3

Bearbeiter: Wolff

Datum: 12.11.14

Entnahmestelle: Schurf 1

Tiefe: 0,30 m

Art der Entnahme: ungestört

Bodenart: 'Lehm'

Probe entnommen am: 10.11.14

Feuchtdichte ρ		
Probenbezeichnung:	Z5	Z7
Feuchte Probe + Zylinder [g]:	1943.90	1971.90
Zylinder [g]:	582.00	576.90
Feuchte Probe [g]:	1361.90	1395.00
Volumen Zylinder [cm ³]:	868.60	868.60
Feuchtdichte ρ [g/cm ³]:	1.568	1.606
Wassergehalt durch Trocknen		
Feuchte Probe + Behälter [g]:	1597.80	1540.40
Trockene Probe + Behälter [g]:	1307.90	1265.60
Behälter [g]:	306.10	304.80
Porenwasser [g]:	289.90	274.80
Trockene Probe [g]:	1001.80	960.80
Wassergehalt [%]	28.94	28.60
Bestimmung der Trockendichte ρ_d		
Trockendichte ρ_d [g/cm ³]	1.216	1.249

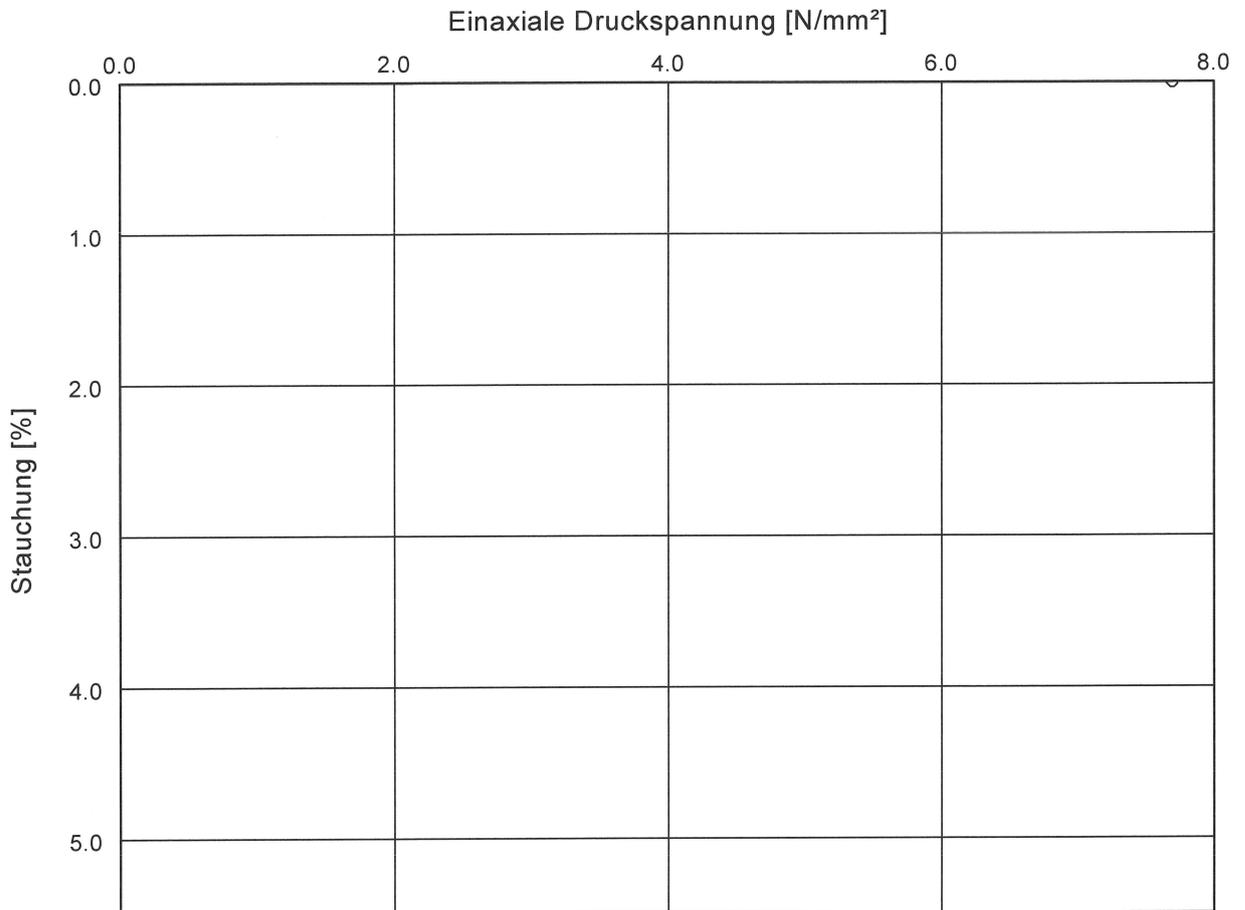
Einaxial-Versuch nach DIN 18 136

HW-Schutz Vichtbach V3

Bearbeiter: Paulus

Datum: 27.11.14

Prüfungsnummer: B3-2
Entnahmestelle: Bohrung 2
Tiefe: 12,65 - 13,00 m
Bodenart: Tonstein
Art der Entnahme: ungestört
Probe entnommen am: 12.11.14

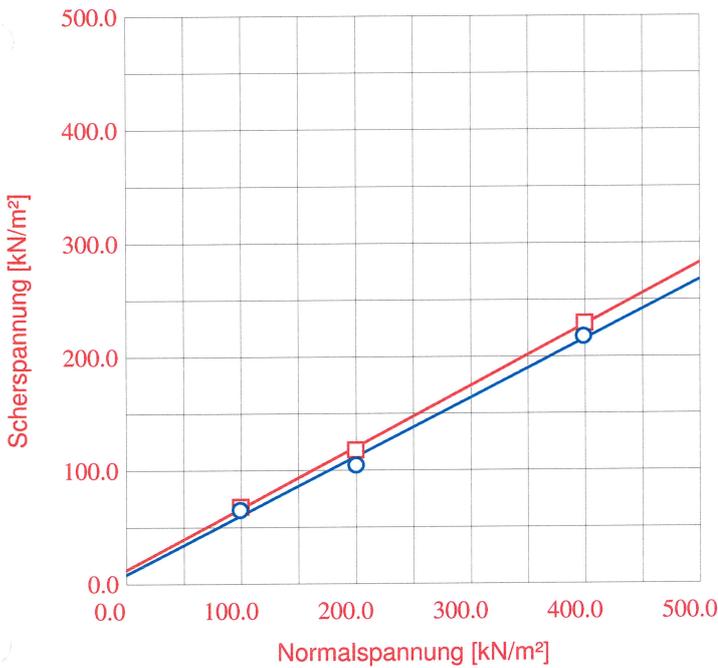


Anfangsvolumen [cm ³] = 2048.70	Anfangshöhe [mm] = 254.20
Durchmesser [mm] = 101,3	Dichte [g/cm ³] = 2,677

Einaxiale Druckfestigkeit [N/mm²] = 7.693

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenschersuch Schergeraden

Entnahmestelle V3
Entnahmetiefe 0,00 - 1,00 m
Entnahmetag
Bodenart (Talaue)
Einbau gestört
ausgeführt am 05.12.14
ausgeführt von Wolff



Bruchparameter

Reibungswinkel	28.37 [°]
Kohäsion	12.04 [kN/m²]
Korrelation	1.00

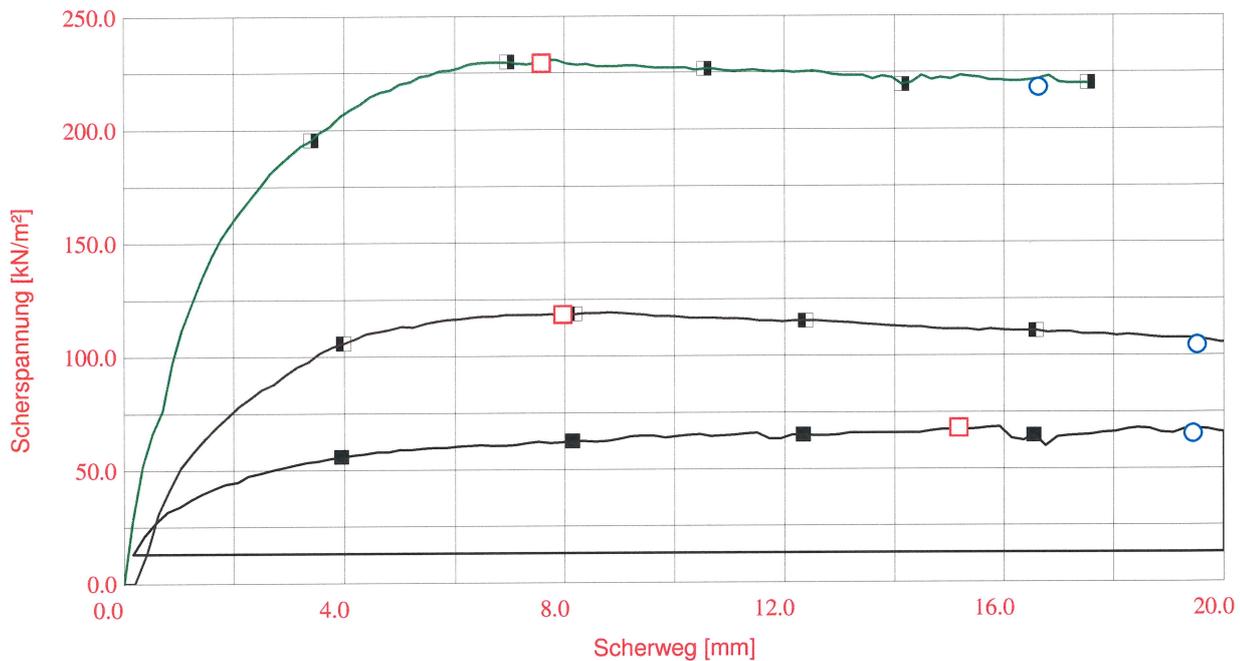
Restscherfestigkeit

Reibungswinkel	27.44 [°]
Kohäsion	8.21 [kN/m²]
Korrelation	1.00

Nr.	Normalspannung kN/m²		Bruchspannung kN/m²	Bruchweg mm	Restsf-Spannung kN/m²	Restsf-Weg mm
	Bruch	Restsf.				
1	100.5	99.8	67.75	15.18	65.25	19.45
2	200.2	200.2	118.00	7.98	104.25	19.52
3	400.5	399.0	229.00	7.59	218.00	16.64

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Scherspannungs-Weg-Diagramm

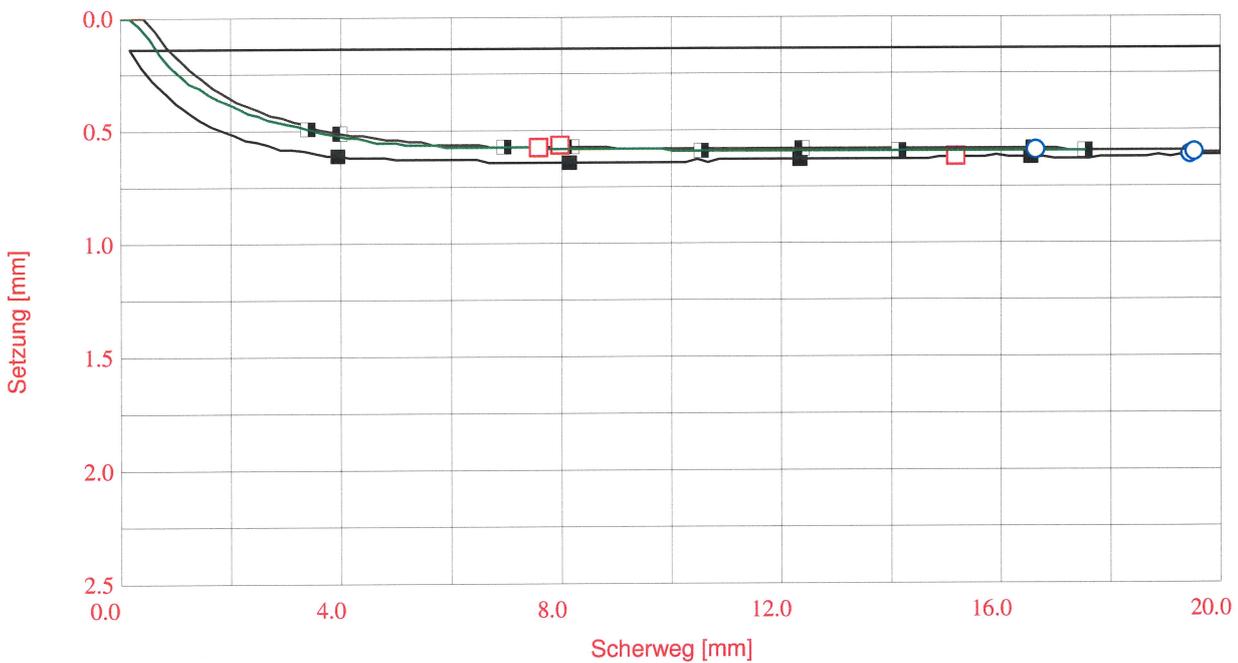
Entnahmestelle V3
Entnahmetiefe 0,00 - 1,00 m
Entnahmetag
Bodenart (Talaue)
Einbau gestört
ausgeführt am 05.12.14
ausgeführt von Wolff



Nr.	Normalspannung kN/m ²		Bruchfläche cm ²	Bruchgeschw. mm/min	Restsf-Fläche cm ²	Restsf-Geschw. mm/min	
	Bruch	Restsf.					
1	■	100.5	99.8	40.00	0.04000	40.00	0.04000
2	■	200.2	200.2	40.00	0.04000	40.00	0.04000
3	■	400.5	399.0	40.00	0.04000	40.00	0.04000

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenscherversuch Setzungs-Weg-Diagramm

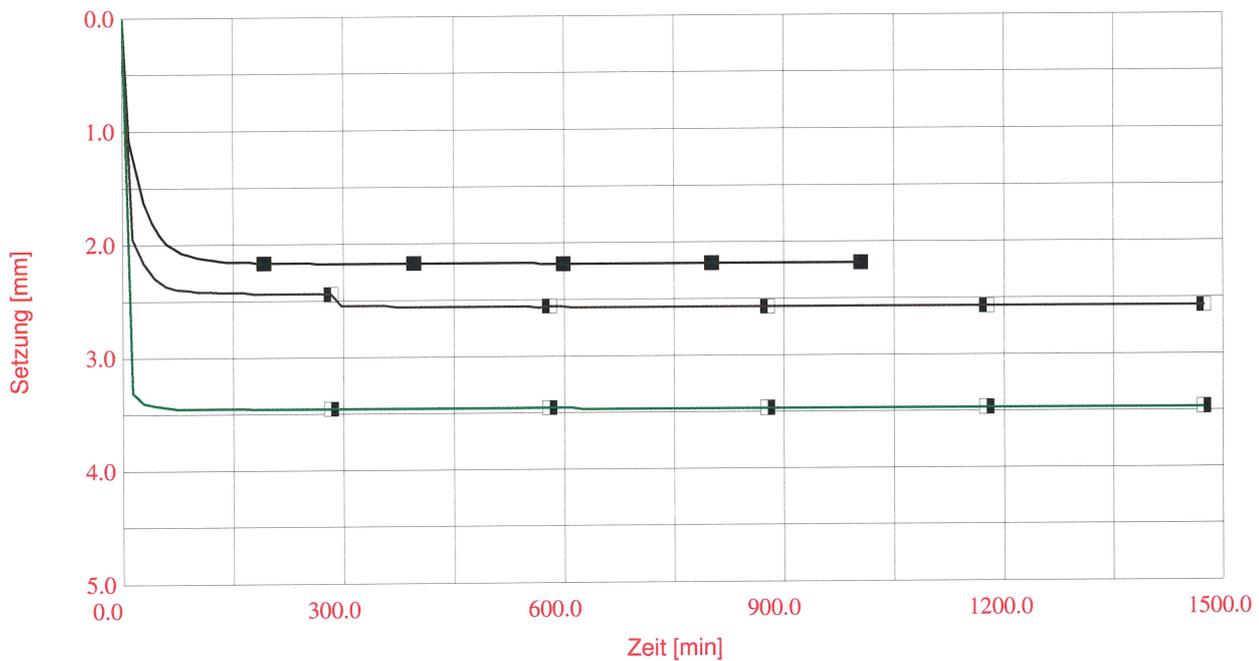
Entnahmestelle V3
Entnahmetiefe 0,00 - 1,00 m
Entnahmetag
Bodenart (Talaue)
Einbau gestört
ausgeführt am 05.12.14
ausgeführt von Wolff



Nr.	Normalspannung kN/m ²		Setzung bei Bruch mm	Setzung bei Restsf. mm	Probenhöhe Scherbeginn mm	Maximale Setzung mm
	Bruch	Restsf.				
1	100.5	99.8	0.62	0.61	17.83	2.18
2	200.2	200.2	0.57	0.60	17.45	0.61
3	400.5	399.0	0.58	0.59	16.56	0.60

DIREKTER SCHERVERSUCH Rahmenschersversuch Konsolidierungs-Diagramm

Entnahmestelle V3
Entnahmetiefe 0,00 - 1,00 m
Entnahmetag
Bodenart (Talaue)
Einbau gestört
ausgeführt am 05.12.14
ausgeführt von Wolff



Nr.	Normalspannung kN/m ²	Setzung mm	Konsolidierungsdauer min	Probenhöhe zu Beginn mm	Probenhöhe Ende mm
1 ■	100	2.17	976	20.00	17.83
2 ■	200	2.55	1439	20.00	17.45
3 ■	400	3.44	1439	20.00	16.56

Fotographische Dokumentation
(10./12.11.2014)

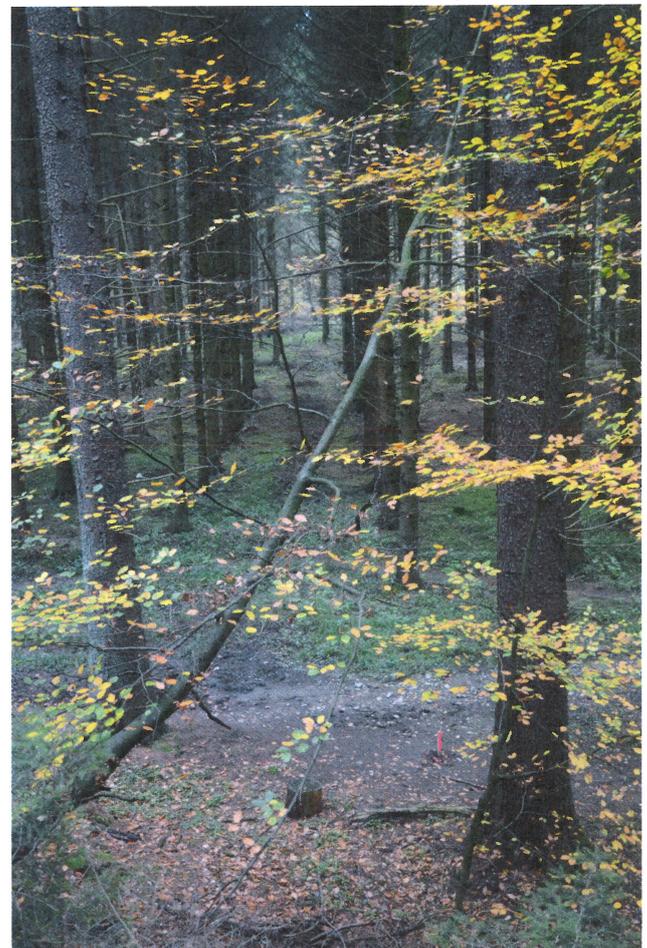
Örtlichkeit
Trennflächengefüge des Felses
Bohrkernaufnahmen

(8 Fotos, 4 Seiten)

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer



**Bild 1 – Hang Nordwestseite,
Bohrpunkte RKB4 – RKB6,
Blick nach NW**



**Bild 2 – Talaue Mitte,
Punkt B3-1,
Blick nach SE**

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer



**Bild 3 – Austritt des Felses im Vichtbach,
Trennflächengefüge Schichtung und Klüftung**



**Bild 4 – Austritt des Felses im Vichtbach,
Engständige, dünnbankige Schichtung**

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer



Bild 5 – Aufnahme der Erkundungsbohrung B3-1



Bild 6 – Aufnahme der Erkundungsbohrung B3-2

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer



Bild 7 – Aufnahme der Erkundungsbohrung B3-3



**Bild 8 – Steinig – blockige Sedimente
innerhalb eines alten Bachlaufes (Vicht)**

Projekt: HW-Schutz Vichtbach V3,
Geotechnische Bewertung
Auftraggeber: WVER Düren, UB Gewässer