
Dipl.-Geol. Michael Eckardt · Johanniterstraße 23 · 52064 Aachen

Monschauer Stadtentwicklungsgesellschaft mbH Co. KG
Herrn Dicks
Laufenstraße 84
52156 Monschau

Johanniterstraße 23
52064 Aachen
Telefon 0241/402028
Telefax 0241/402027

Aachen, den 08.03.2012
2751-1

Versickerungsversuche B-Plan 18, Monschau-Imgenbroich

Ergebnis der hydrogeologischen Untersuchungen, Zusammenfassung

Inhalt

1. Aufgabenstellung
2. Baugrunderkundung
3. Morphologie
4. Geologie
5. Bodenschichtung
6. Hydrogeologie
7. Grundwasser
8. Wasserdurchlässigkeit
9. Auswertung
10. Weiteres Vorgehen

Anlagen:

- 1.1-1.3 Lagepläne
2-4 Schnitte durch den Untergrund

1. Aufgabenstellung

Das Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH plant für die Monschauer Stadtentwicklungsgesellschaft mbH & Co. KG das Entwässerungskonzept für den B-Plan 18 in Monschau-Imgenbroich.

Für das Gebiet wurden von meinem Büro im Jahr 2004 hydrogeologische Versuche ausgeführt (Bericht 2044-1 vom 30.12.2006). Der Bericht ist durch zusätzliche Untersuchungen zu ergänzen. Der Vollständigkeit halber werden alle Untersuchungsergebnisse im vorliegenden Bericht zusammengefaßt.

Für die Ausarbeitung wurde mir vom Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH ein Lageplan mit den zu ergänzenden Bohrpunkten und Höhenangaben zur Verfügung gestellt.

2. Baugrunderkundung

Datum	Bohrungen	Versickerungsversuche
20.04.2004	4 (B 1-B 4)	3 (V 1-V 3)
30.09.2004	5 (B 5-B 9)	5 (V 5-V 9)
25.-27.01.2012	8 (B10-B17)	8 (V10-V17)
24.02.2012	Messung Grundwasserstände	

Die Bohrungen wurde als Kleinbohrungen nach DIN 4021 mit dem Rammkernrohr Ø 50 mm ausgeführt. Gebohrt wurde jeweils so tief, bis die Bohrungen im Übergang zum festen Fels festkamen.

Die Versickerungsversuche wurden nach USBR Earth Manual Des. 7300 ausgeführt. Die Auswertung erfolgte für Versuche oberhalb des Grundwasserspiegels nach Kondition 1, für Versuche unterhalb des Grundwasserspiegels nach Kondition 3.

Die Ansatzpunkte finden sich auf den Anlagen 1.1-1.3, eine Zusammenstellung der Ergebnisse nach DIN 4023 in Schnitten durch den Untergrund auf den Anlagen 2 bis 4.

3. Morphologie

Das Gelände hat den Grundriß eines gleichseitigen Dreiecks mit Seitenlängen von etwa 600 m. Es liegt zwischen der Trierer Straße (B 258) im Osten und der Straße Hengstbrüchelchen im Westen. Die nordwestliche Seite grenzt an landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die straßenseitigen Grundstücke sind mit Wohnhäusern und Gewerbeobjekten bebaut.

Das unbebaute Gelände wird zur Zeit landwirtschaftlich genutzt.

Die Geländeoberfläche fällt generell in nördlicher Richtung von etwa 555 m NN auf 544 m NN ab. Das mittlere Geländegefälle liegt damit zwischen 2 % und 3 %.

Quer über das Gelände verläuft parallel zu einer Geländemulde in nordost-südwestlicher Richtung eine Panzersperre des Westwalls.

Aus der topographischen Karte TK 25, Blatt Monschau, können folgende Koordinaten der Eckpunkte abgegriffen werden:

rechts	25.18632	25.18402	25.17959
hoch	56.04418	56.05031	56.04608

4. Geologie

Das Erschließungsgebiet liegt auf der Nordwestflanke des Vennsattels. Im Untergrund stehen Tonschiefer und Quarzite des devonischen Grundgebirges, Untere Rurberger Schichten, an.

Die Gesteine sind durch tektonische Kräfte stark verfaltet. Sie streichen generell in südwest-nordöstlicher Richtung. Die Felsgesteine sind von Verwitterungsbildungen überlagert. Die Bodenkarte weist für das Gebiet Braunerde aus Hang-, Hochflächen- und Rinnenlehm sowie stellenweise Kolluvium (Fließerde) aus.

Nach DIN 4149 liegt Imgenbroich in der Erdbebenzone 2.

5. Bodenschichtung

Schicht 1 Hang-/Verwitterungslehm

Unter Mutterboden aus humosem und auch steinigem Lehm folgt feinsandiger und toniger Schluff, in den Schieferbruchstückchen sowie Sandstein- und Grauwackegerölle eingelagert sein können.

Diese Mächtigkeit dieser Schicht wechselt schnell.

Angaben zur Mächtigkeit finden sich in der nachfolgenden Tabelle.

Schicht 2 Auflockerungszone

Der Verwitterungslehm geht unter Zunahme seines Gehaltes an Gesteinsgrus und Steinen ohne scharfe Grenze in zunächst mürbe, dann feste Felsschichten über.

Nimmt man den Übergang zum festen Fels in der Tiefe an, in der die Bohrungen festkamen, so reicht die Auflockerungszone bis in die oben genannten Tiefen.

Schicht 3 Grundgebirge

Der felsige Untergrund besteht aus Tonschiefern, quarzitischen Sandsteinen und Grauwacken.

Bohrung	GOK		Mutterboden		Hang-/Verwitterungslehme		Auflockerungszone/Endteufe	
	Nr.	m NN	m u. GOK	m NN	m u. GOK	m NN	m u. OK	m NN
B1	546,59	0,40	546,19	1,00	545,59	2,70	543,89	
B2	544,34	0,40	543,94	1,80	542,54	2,75	541,59	
B3	546,26	0,30	545,96	0,60	545,66	2,80	543,46	
B4	550,48	0,30	550,18	1,00	549,48			
B5	549,74	0,20	549,54	1,00	548,74	2,40	547,34	
B6	546,92	0,40	546,52	2,00	544,92	3,00	543,92	
B7	547,54	0,20	547,34	1,00	546,54	3,00	544,54	
B8	544,60	0,40	544,20		544,60	2,30	542,30	
B9	555,17	0,60	554,57		555,17	2,20	552,97	
B10	548,35	0,20	548,15	0,60	547,75	4,50	543,85	
B11	546,26	0,30	545,96	1,50	544,76	5,00	541,26	
B12	542,47	0,30	542,17	1,00	541,47	2,90	539,57	
B13	542,57	0,10	542,47	0,50	542,07	2,30	540,27	
B14	539,52	0,10	539,42	0,50	539,02	2,80	536,72	
B15	553,00	0,50	552,50	1,00	552,00	2,70	550,30	
B16	548,49	0,50	547,99	2,00	546,49	3,80	544,69	
B17	548,08	0,30	547,78	1,00	547,08	3,00	545,08	
min	539,52	0,10	539,42	0,50	539,02	2,20	536,72	
max	555,17	0,60	554,57	2,00	555,17	5,00	552,97	
mittel	547,08	0,32	546,76	1,10	546,11	3,01	543,86	

6. Hydrogeologie

Grundwasser findet sich in der Auflockerungszone des Grundgebirges.

Der Hang- und Verwitterungslehm ist praktisch wasserstauend.

Die im tieferen Untergrund anstehenden unverwitterten Schiefer sind ebenfalls wasserstauend, da sich in diesem Gestein praktisch keine zusammenhängenden Kluftsysteme ausbilden.

Das Grundwasser bewegt sich damit fast ausschließlich in der Auflockerungszone des Grundgebirges und in den Kluftsystemen der Sandsteine und Grauwacken. Der Wasserspiegel folgt dabei in abgeschwächter Form dem Geländeprofil.

Vorfluter für das Gebietes sind zwei Nebenbäche des Laufenbaches. Das Quellgebiet des einen Baches, der bei der Blumenauer Mühle in den Laufenbach mündet, liegt südlich des Plangebietes bei der Bohrung B6 in der Verlängerung der oben genannten Geländemulde. Der andere Bach verläuft nördlich des Plangebietes und mündet bei der Rochusmühle in den Laufenbach.

7. Grundwasser

Grundwasser wurde im Jahr 2004 nur in den Bohrungen B6 und B7 angetroffen, die in der Verlängerung der Talmulde des ersten Baches liegen. In den übrigen Bohrungen wurde bis zur Endteufe kein Wasser angetroffen.

Im Jahr 2012 wurde Grundwasser in allen Bohrungen (B10-B17) angetroffen.

Die Bohrungen waren am Ende einer sehr niederschlagreichen Periode, der eine Schneeperiode folgte, ausgeführt worden.

Die Wasserstände wurden an den drei Tagen, an denen gebohrt wurde in den nicht ausgebauten Bohrungen gemessen.

Die Wasserstände wurden nach dem Abschmelzen der Schneedecke am 24.02.2012 noch einmal kontrolliert.

Bohrung	GOK	Tiefe	Grundwasserstände in Metern ab GOK					
			20.04.04	30.09.04	25.01.12	26.01.12	27.01.12	24.02.12
Nr.	m NN	m						
B1	546,6	2,7						
B2	544,3	2,8						
B3	546,3	2,8						
B4	550,5							
B5	549,7	2,4						
B6	546,9	3,0		2,4				
B7	547,5	3,0		2,6				
B8	544,6	2,3						
B9	555,2	2,2						
B10	548,4	4,5			4,1		4,3	4,3
B11	546,3	5,0			2,8		3,1	
B12	542,5	2,9			1,7		1,8	
B13	542,6	2,3					2,2	2,2
B14	539,5	2,8						2,4
B15	553,0	2,7				1,5	1,6	1,6
B16	548,5	3,8					2,6	
B17	548,1	3,0					2,3	2,9
min	539,5	2,2		2,4	1,7		1,6	1,6
max	555,2	5,0		2,6	4,1		4,3	4,3
mittel	547,1	3,0		2,5	2,8		2,6	2,7

Bohrung	GOK	Tiefe	Grundwasserstände in Metern NN					
			20.04.04	30.09.04	25.01.12	26.01.12	27.01.12	24.02.12
Nr.	m NN	m NN						
B1	546,6	543,9						
B2	544,3	541,6						
B3	546,3	543,5						
B4	550,5							
B5	549,7	547,3						
B6	546,9	543,9		544,5				
B7	547,5	544,5		545,0				
B8	544,6	542,3						
B9	555,2	553,0						
B10	548,4	543,9			544,3		544,1	544,1
B11	546,3	541,3			543,5		543,2	
B12	542,5	539,6			540,8		540,7	
B13	542,6	540,3					540,4	540,4
B14	539,5	536,7						537,1
B15	553,0	550,3				551,6	551,5	551,4
B16	548,5	544,7					545,9	
B17	548,1	545,1					545,8	545,2
min	539,5	536,7		544,5	540,8		540,4	537,1
max	555,2	553,0		545,0	544,3		551,5	551,4
mittel	547,1	543,9		544,7	542,9		544,5	543,7

Der mittlere Flurabstand liegt damit bei etwa 2,5 m.

In Naßzeiten kann sich in sandigen und steinigen Lagen des Verwitterungslehms Schichtenwasser ausbilden. In dem hängigen Gelände ist ferner mit Hangwasser zu rechnen.

8. Wasserdurchlässigkeit

Für die devonischen unteren Rurberger Schichten gibt die hydrogeologische Karte mittlere Durchlässigkeitsbeiwerte in der Größenordnung von 10^{-7} m/s bis 10^{-8} m/s an.

Die Durchlässigkeit der Auflockerungszone wurde in den Bohrungen entsprechend USBR Earth-Manual in Sickerversuchen in den Bohrlöchern wie folgt bestimmt:

Versuche oberhalb des Grundwasserspiegels (Des. 7300, Kond. 1)							
Bohrung	Tiefe	Grundwasser- spiegel	Radius der Boh- rung	Versuchs- wasser- stand	Sicker- menge	Si- cker- zeit	Durch- lässigkeit beiwert
			r	h	Q	t	k_f
Nr.	m	m u. GOK	m	m	m ³	sec	m/s
1	2,70		0,025	1,10	$1,0 \cdot 10^{-3}$	702	$6,6 \cdot 10^{-7}$
2	2,75		0,025	0,95	$7,0 \cdot 10^{-4}$	960	$4,3 \cdot 10^{-7}$
3	2,80		0,025	1,05	$1,0 \cdot 10^{-3}$	94	$5,3 \cdot 10^{-6}$
5	2,40		0,025	0,90	$1,0 \cdot 10^{-3}$	144	$4,5 \cdot 10^{-6}$
8	2,30		0,025	0,68	$1,4 \cdot 10^{-4}$	600	$2,4 \cdot 10^{-7}$
9	2,20		0,025	0,62	$1,0 \cdot 10^{-3}$	96	$1,3 \cdot 10^{-5}$
13	2,30		0,025	0,50	$1,0 \cdot 10^{-3}$	1205	$1,5 \cdot 10^{-6}$
14	2,80		0,025	0,95	$1,0 \cdot 10^{-3}$	1800	$3,3 \cdot 10^{-7}$
min							$2,4 \cdot 10^{-7}$
max							$1,3 \cdot 10^{-5}$
mittel							$3,2 \cdot 10^{-6}$

Versuche im Grundwasser (Des. 7300, Kond. 3)							
Bohrung	Tiefe	Grundwasser- spiegel	Radius der Boh- rung	Versuchs- wasser- stand	Sicker- menge	Si- cker- zeit	Durch- lässigkeit beiwert
			r	h	Q	t	k_f
Nr.	m	m u. GOK	m	m	m ³	sec	m/s
6	3,00	2,38	0,025	1,10	$1,0 \cdot 10^{-3}$	76	$1,2 \cdot 10^{-5}$
7	3,00	2,59	0,025	0,51	$1,0 \cdot 10^{-3}$	70	$1,2 \cdot 10^{-4}$
10	4,50	4,10	0,020	0,50	$1,0 \cdot 10^{-3}$	157	$5,5 \cdot 10^{-5}$
11	5,00	2,78	0,020	2,24	$1,0 \cdot 10^{-3}$	20	$8,0 \cdot 10^{-4}$
12	2,90	1,65	0,025	1,35	$1,0 \cdot 10^{-3}$	65	$7,0 \cdot 10^{-5}$
15	2,70	1,45	0,025	1,30	$1,0 \cdot 10^{-3}$	19	$5,0 \cdot 10^{-4}$
16	3,80	2,60	0,020	1,60	$1,0 \cdot 10^{-3}$	2880	$3,2 \cdot 10^{-7}$
17	3,00	2,29	0,025	0,76	$1,0 \cdot 10^{-3}$	29	$4,8 \cdot 10^{-4}$
min							$3,2 \cdot 10^{-7}$
max							$7,9 \cdot 10^{-4}$
mittel							$2,5 \cdot 10^{-4}$

Die Meßergebnisse schwanken damit in weiten Grenzen.

Auffällig ist der deutliche Unterschied der Durchlässigkeit zwischen den Versuchen, die in den wasserführenden Schichten ausgeführt wurden und den Versuchen, die oberhalb des Grundwasserspiegels ausgeführt wurden.

9. Auswertung

9.1 Allgemeines

Regeln für die Bemessung von Versickerungsanlagen finden sich im Regelwerk der Abwassertechnischen Vereinigung e.V. (ATV). Maßgeblich ist hier das Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138 "Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser".

Das Arbeitsblatt unterscheidet folgende Arten der Versickerung:

Art	Bauweise
Versickerung ohne Speicherung	Flächenversickerung
Versickerung mit oberirdischer Speicherung	Muldenversickerung, Mulden-Rigolen-Elemente
	Beckenversickerung
Versickerung mit unterirdischer Speicherung	Rigolenversickerung Rohr-Rigolen-Elemente
	Schachtversickerung

Nach Abschnitt 3.1.3 dieses Arbeitsblattes, Qualitative Anforderungen, kommen für Versickerungsanlagen Lockergesteine in Frage, deren k_f -Wert zwischen $1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s und $1,0 \cdot 10^{-6}$ m/s liegt. Für Kluftgesteine enthält das Arbeitsblatt keine Angaben. Nach bisherigen Erfahrungen kann in der aufgelockerten Felszone gleichwohl Wasser mittels Rigolen versickert werden, wenn die Zustimmung der Aufsichtsbehörde vorliegt.

In dem Runderlaß des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft (MURL) vom 18.05.1998, Niederschlagsbeseitigung gemäß § 51a Landeswassergesetz, ist als Grenzdurchlässigkeitsbeiwert $k_f \geq 5 \cdot 10^{-6}$ m/s festgesetzt.

Bei einer geringeren Durchlässigkeit kann keine Versickerung im Sinne des § 51a LWG gefordert werden. Sie ist aber zulässig, wenn die erforderlichen höheren Aufwendungen für die Einrichtung und Unterhaltung der Versickerungsanlagen in Kauf genommen werden.

Bei einer Durchlässigkeit des Untergrundes von $k_f < 1 \cdot 10^{-6}$ m/s kann die geringe Versickerungsrate nicht mehr vollständig durch eine Zwischenspeicherung der Abflüsse ausgeglichen werden, so dass zusätzlich eine Ableitung erforderlich ist.

Nach DWA A138 erfolgt bei einem Mulden-Rigolen-Element die Entleerung der Rigole zum einen durch die (geringe) Versickerung in den Untergrund, zum anderen durch die gedrosselte Ableitung in ein Rohrsystem oder offenen Graben.

Vom Prinzip her ist ein Mulden-Rigolen-System unabhängig von der Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes zu betreiben. Es ist durch die Ableitung, die aus der Rigole möglich ist, so ausgelegt, dass das gesamte System auch dann funktioniert, wenn die Versickerung aus der Rigole in den tieferen Untergrund gegen Null geht.

Zum Zweck des Grundwasserschutzes sollen die Sohlen von Versickerungsanlagen mindestens 1,0 m über dem mittleren höchsten Grundwasserspiegel liegen um eine ausreichende Sickerstrecke für die eingeleiteten Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

9.2 Ergebnisse

In den Bohrungen B1, B2, B8, B13, B14 und B16 wurde der geforderte Durchlässigkeitsbeiwert in den untersuchten Schichten erheblich unterschritten.

Ausreichend durchlässige Schichten wurden in den Bohrungen B3, B5, B6, B7, B9, B10, B11, B12, B15 und B17 nachgewiesen.

Von diesen wurden aber nur die Versuche B3, B5 und B9 oberhalb des Grundwasserspiegels ausgeführt. In den übrigen, *kursiv* dargestellten Versuchen sind oberhalb der wasserführenden Schichten niedrigere Durchlässigkeiten zu erwarten.

Aus der Darstellung der Ergebnisse auf den Anlagen 1.1-1.3 ergibt sich, daß eine räumliche Zuordnung der für eine dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser geeigneten Gebiete zu einzelnen Flächen auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse nicht möglich ist.

Nimmt man auf der Grundlage der bisher gemessenen Grundwasserstände nach Abs. 7 an, daß der mittlere höchste Grundwasserstand im Plangebiet 2,5 m unter GOK liegt, so kommen für die Versickerung nur Mulden-Rigolen-Systeme infrage, bei denen die Sohle der Rigole 1,5 m unter GOK liegt.

Da diese Rigolen wegen der geringen Durchlässigkeit des Untergrundes das Wasser nicht überall vollständig in den Untergrund versickern können, müssen die einzelnen Rigolen mit Drosselabflüssen vernetzt werden.

Das Arbeitsblatt DWA A138 empfiehlt, die einzelnen Mulden-Rigolen-Systeme im Nebenschluß an die Transportleitung anzubinden, da sich hierdurch eine höhere Funktionssicherheit sowie eine deutliche Trennung zwischen privatem und öffentlichem Bereich erzielen läßt. Einzelheiten hierzu finden sich im vorgenannten Arbeitsblatt.

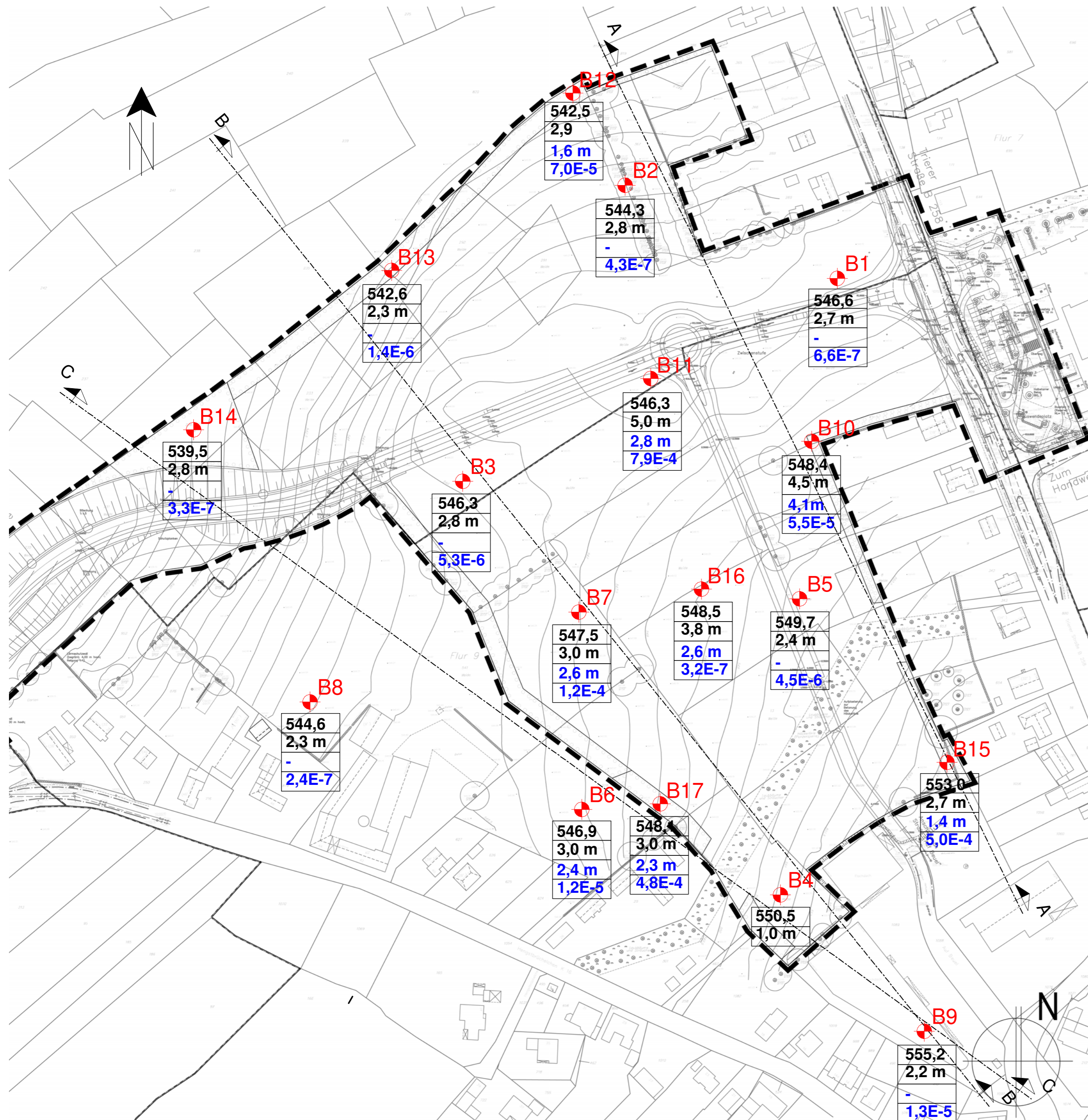
10. Weiteres Vorgehen

Das Bericht ist dem Planungsfortgang entsprechend nach Erfordernis zu ergänzen.

Insbesondere sind für Bereiche mit geringen Flurabständen detaillierte Anpassungen erforderlich.

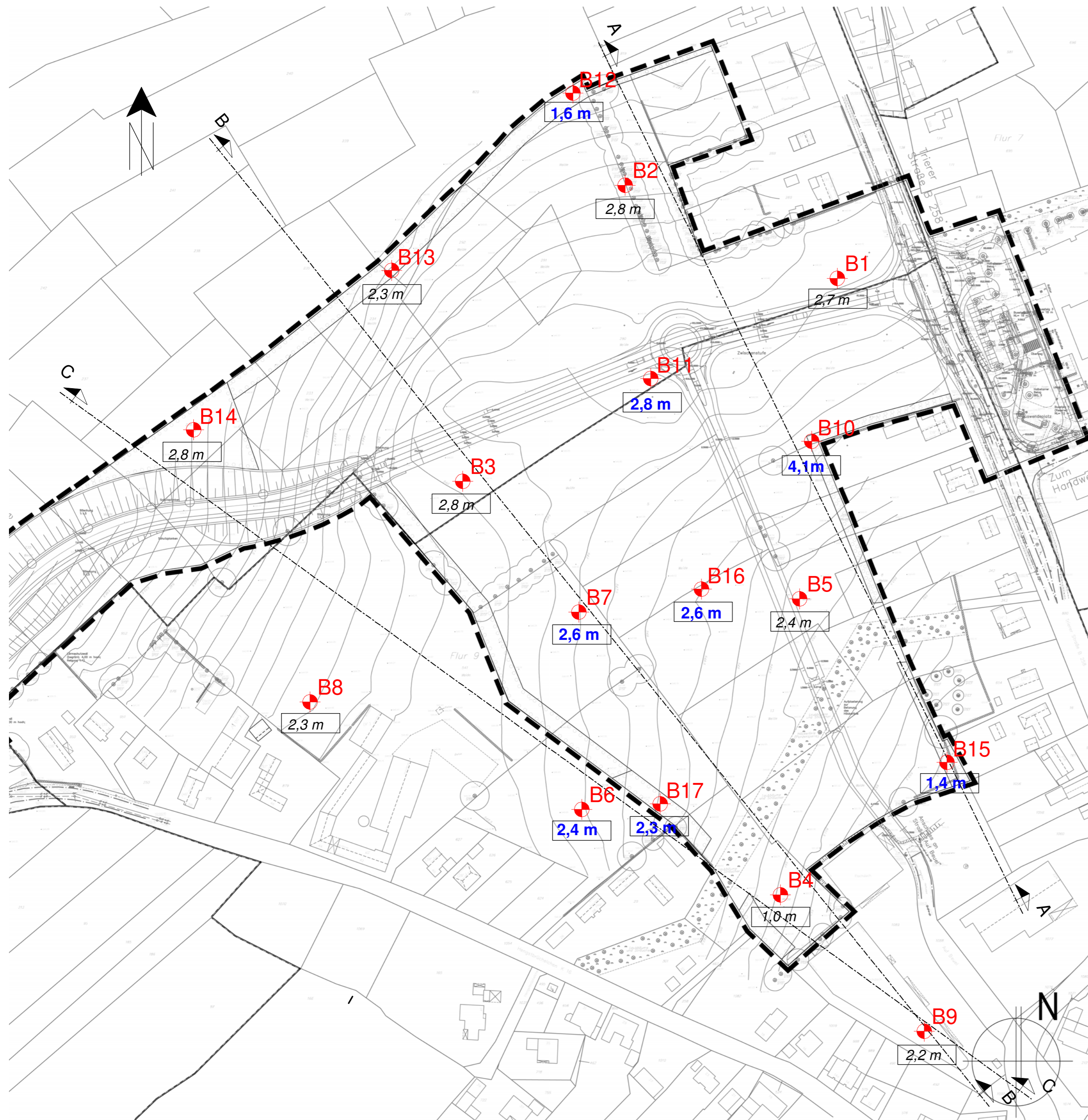
Verteiler:

Monschauer Stadtentwicklungs-GmbH & Co. KG 3-fach und als Datei
Ingenieurbüro H. Berg & Partner GmbH als Datei



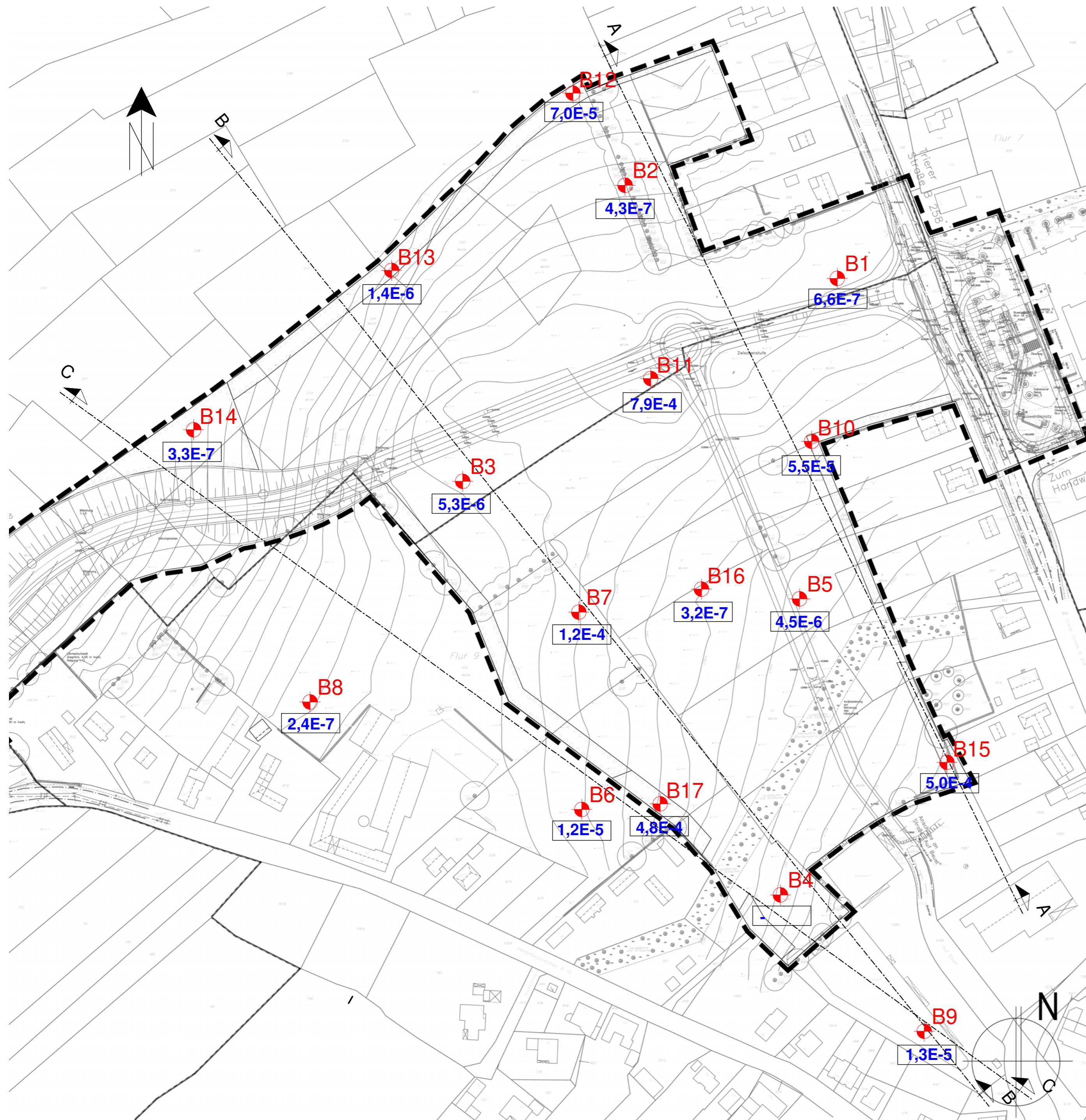
Höhe in m NHN
Endtiefe in m u. GOK
Wasserspiegel unter GOK
kf-Wert in m/s

Dipl.-Geol. Michael Eckardt, Johanniterstraße 23, 52064 Aachen	
Bauherr	Stadt Monschau
Bauvorhaben	Bebauungsplan Nr. 18, Monschau-Imgenbroich
Bauort	Imgenbroich Nord-West
Planinhalt	Lageplan
Maßstab der Höhen	1:2.500
Maßstab der Längen	1:2.500
Datum/Index	10.02.2012
Originalformat	DIN A3
Auftrag Nr.	2751-1
Anlage Nr.	1.1



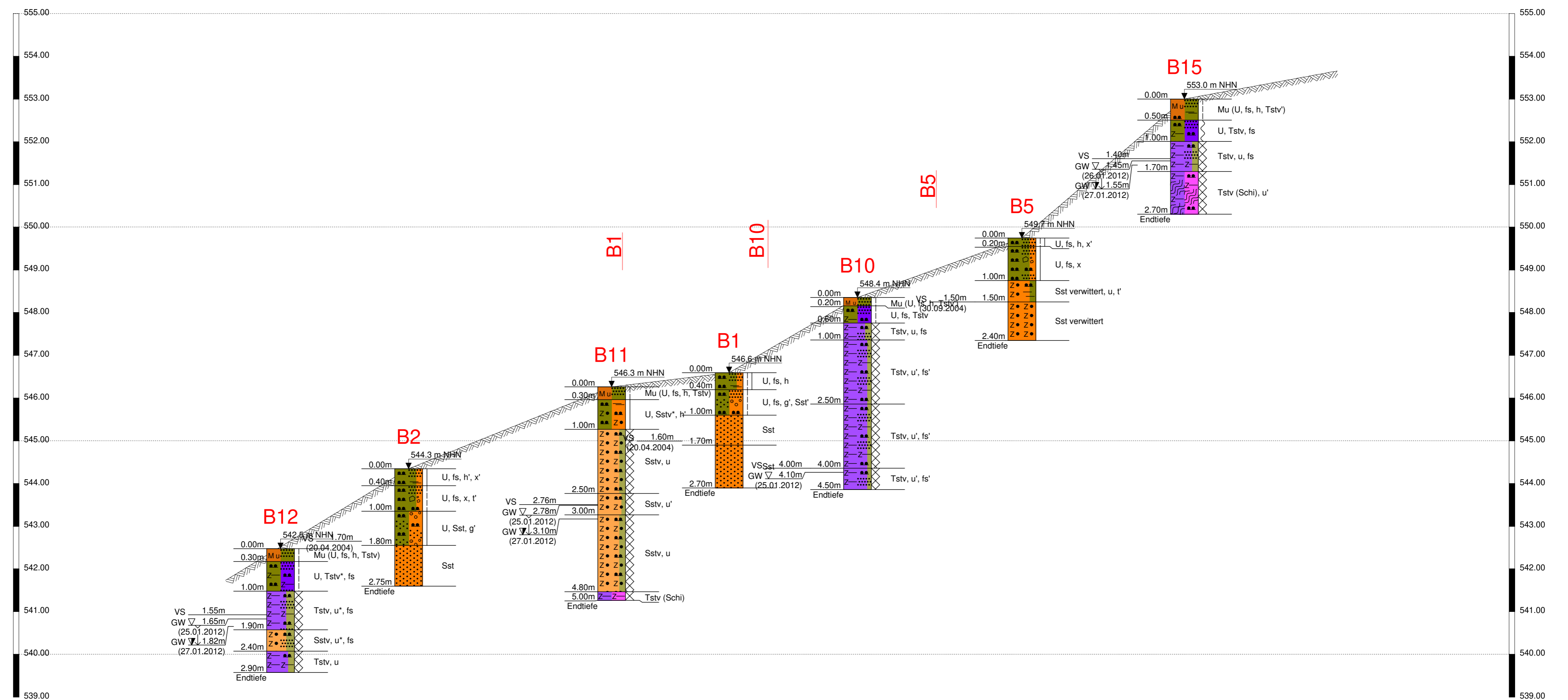
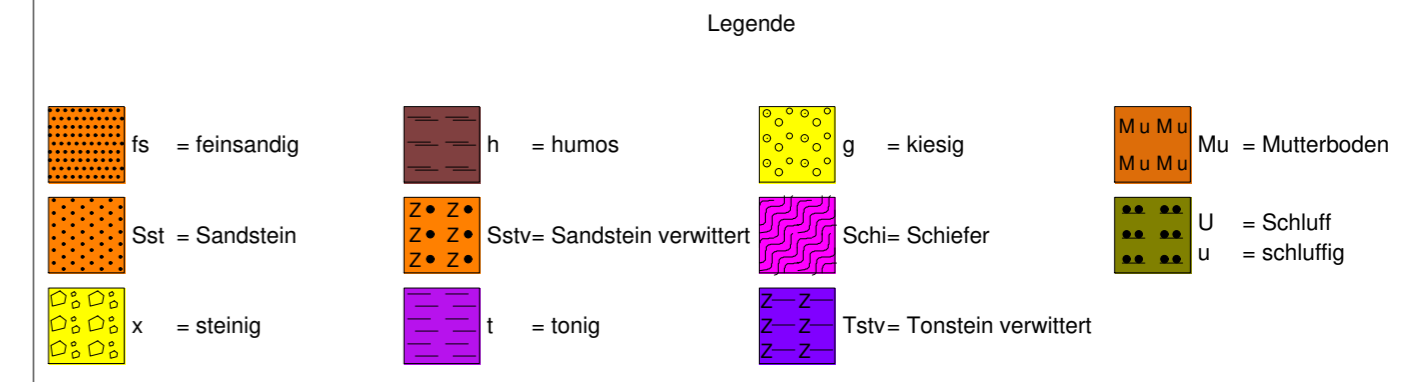
Wasserspiegel unter GOK
 Endtiefe trocken m u. GOK

Dipl.-Geol. Michael Eckardt, Johanniterstraße 23, 52064 Aachen			
Bauherr	Stadt Monschau		
Bauvorhaben	Bebauungsplan Nr. 18, Monschau-Imgenbroich		
Bauort	Imgenbroich Nord-West		
Planinhalt	Schnitt durch den Untergrund		
Maßstab der Höhen	1:2.500	Auftrag Nr.	2751-1
Maßstab der Längen	1:2.500	Anlage Nr.	1.2
Datum/Index	10.02.2012		
Originalformat	DIN A3		



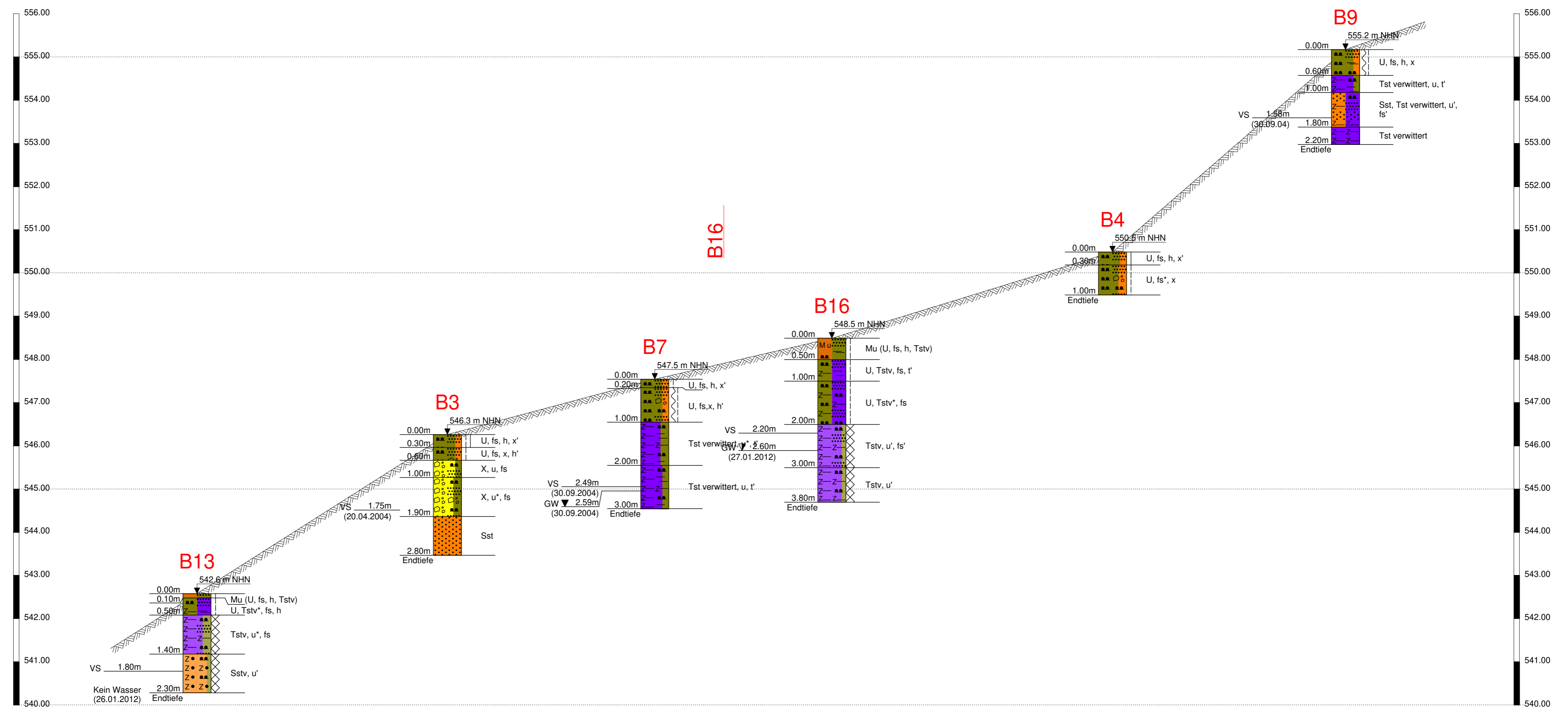
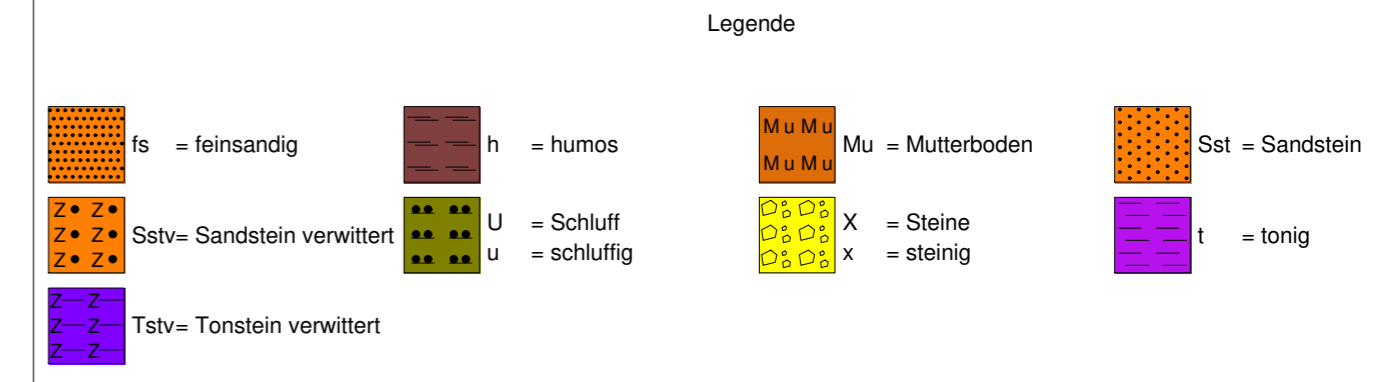
kf-Wert in m/s

Dipl.-Geol. Michael Eckardt, Johanniterstraße 23, 52064 Aachen	
Bauherr	Stadt Monschau
Bauvorhaben	Bebauungsplan Nr. 18, Monschau-Imgenbroich
Bauort	Imgenbroich Nord-West
Planinhalt	Lageplan
Maßstab der Höhen	1:2.500
Maßstab der Längen	1:2.500
Datum/Index	10.02.2012
Originalformat	DIN A3
Auftrag Nr.	2751-1
Anlage Nr.	1.3



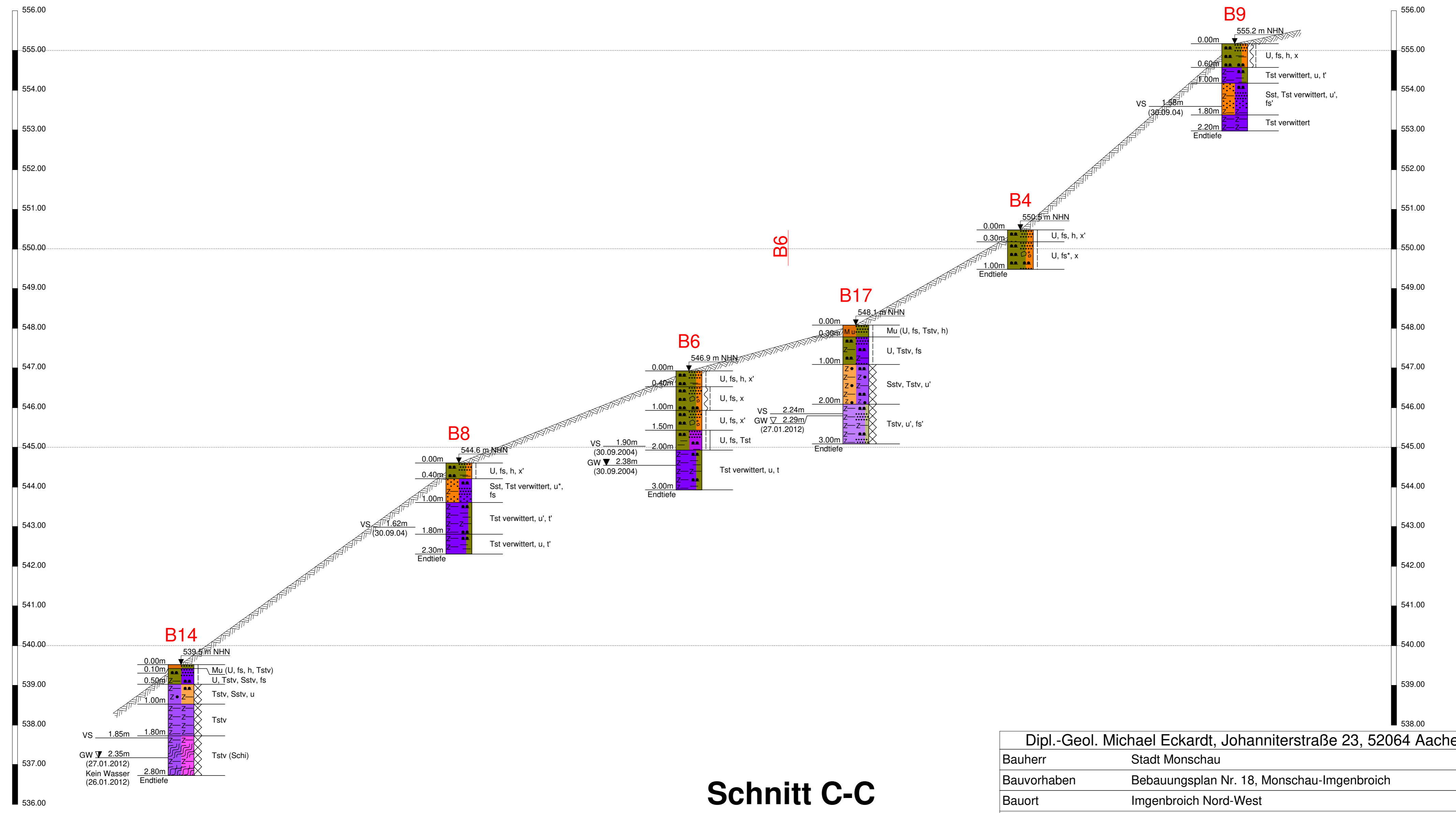
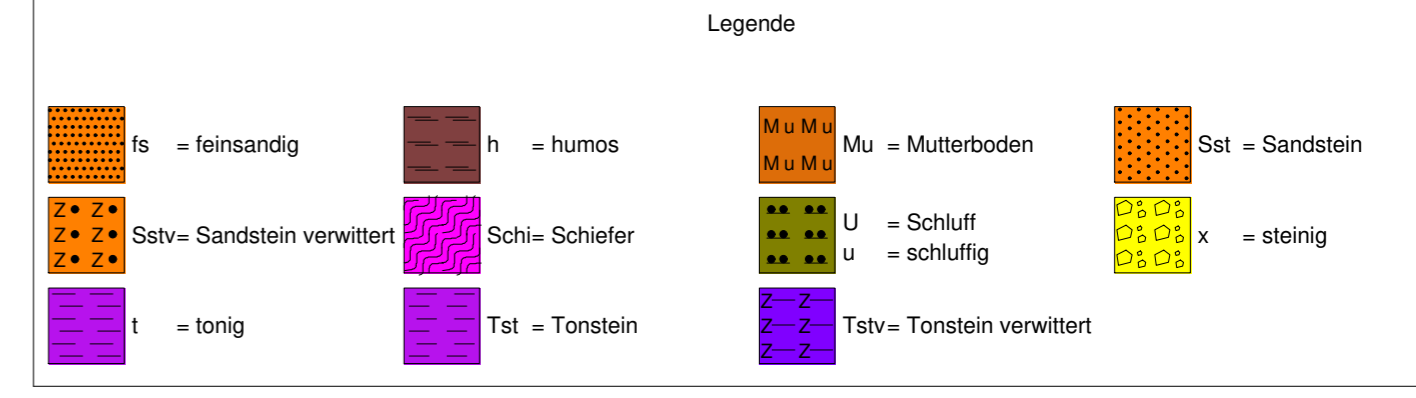
Schnitt A-A

Dipl.-Geol. Michael Eckardt, Johanniterstraße 23, 52064 Aachen			
Bauherr	Stadt Monschau		
Bauvorhaben	Bebauungsplan Nr. 18, Monschau-Imgenbroich		
Bauort	Imgenbroich Nord-West		
Planinhalt	Schnitt durch den Untergrund		
Maßstab der Höhen	1:100	Auftrag Nr.	2751-1
Maßstab der Längen	1:2.000		
Datum/Index	10.02.2012	Anlage Nr.	2
Originalformat	DIN A3		



Schnitt B-B

Dipl.-Geol. Michael Eckardt, Johanniterstraße 23, 52064 Aachen			
Bauherr	Stadt Monschau		
Bauvorhaben	Bebauungsplan Nr. 18, Monschau-Imgenbroich		
Bauort	Imgenbroich Nord-West		
Planinhalt	Schnitt durch den Untergrund		
Maßstab der Höhen	1:100	Auftrag Nr.	2751-1
Maßstab der Längen	1:2.000		
Datum/Index	10.02.2012	Anlage Nr.	3
Originalformat	DIN A3		



Dipl.-Geol. Michael Eckardt, Johanniterstraße 23, 52064 Aachen			
Bauherr	Stadt Monschau		
Bauvorhaben	Bebauungsplan Nr. 18, Monschau-Imgenbroich		
Bauort	Imgenbroich Nord-West		
Planinhalt	Schnitt durch den Untergrund		
Maßstab der Höhen	1:100	Auftrag Nr.	2751-1
Maßstab der Längen	1:2.000		
Datum/Index	10.02.2012	Anlage Nr.	4
Originalformat	DIN A3		

Schnitt C-C