

ROSENHECKE 33
51429 BERGISCH GLADBACH
TEL: 0 22 04 91 76 72
FAX: 0 22 04 91 76 73
MOBIL: 0 151 52 54 92 85

WWW.DER-UMWELTGEOLOGE.DE
JOERG.VIRUS@DER-UMWELTGEOLOGE.DE

Bericht zu Bodenuntersuchungen

BV Offenlegung des Liemichsgrabens in Hennef



Auftraggeber: Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis
Kaiser-Wilhelm-Platz 1
53721 Siegburg

Bearbeiter: Der Umweltgeologe
Diplom-Geologe Jörg Virus
Rosenhecke 33
51429 Bergisch Gladbach

Projektnr.: 732013

Datum: 18.03.2013

Inhalt

1	Auftrag und Aufgabenstellung.....	3
2	Unterlagen	3
3	Lage des Untersuchungsareals/Planungen.....	3
4	Geologie/Hydrogeologie.....	4
5	Untersuchungsumfang	4
6	Bodenaufbau	5
7	Analytik	7
8	Abfalltechnische Bewertung/Empfehlungen.....	9

Anlagen

- Anlage 1: Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 10.000
- Anlage 2: Lageplan, Lage der Untersuchungspunkte, M 1 : 250
- Anlage 3: Bohrprofile, Maßstab 1 : 30
- Anlage 4: Laborprüfbericht der Eurofins Umwelt West GmbH

1 Auftrag und Aufgabenstellung

Der Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis, Kaiser-Wilhelm-Platz 1 in 53721 Siegburg, beauftragte unser Büro mit Datum vom 21.01.2013 mit Bodenuntersuchungen auf einem Grundstück an der L 125/Wippenhohner Straße in Hennef. Grundlage des Auftrages ist das Angebot 2012/0811 vom 08.11.2012.

Der Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis plant die Offenlegung des Liemichsgrabens. Über das jetzt untersuchte Gelände soll der Liemichsgraben in einem offenen Gewässerbett an den nördlich des Areals fließenden Hanfbach angeschlossen werden.

Da es Hinweise gibt, dass das zur Zeit als Wiesengelände genutzte Grundstück mit Materialien aus dem Straßenbau aufgeschüttet wurde, sollen die entlang der Süd- bzw. Westgrenze durchgeführten Bodenuntersuchungen Auskunft über den Bodenaufbau geben. Ebenso sollen chemische Analysen der aufgefüllten, oberflächennahen Bodenhorizonte, Aussagen zur abfalltechnischen Einstufung liefern.

2 Unterlagen

Dem Gutachter standen zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichtes folgende Unterlagen zur Verfügung, auf denen die Bearbeitung des Gutachtens u.a. beruht:

- Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, M 1:100.000, Blatt C 5506 Bonn.
- Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen, M 1 : 25.000, Blatt 5209 Siegburg.
- Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen, M 1:50.000, Blatt L 5308 Bonn
- Lageplan des Ingenieurbüro Stelter, Siegburg, M 1: 500 (als Datei)

3 Lage des Untersuchungsareals/Planungen

Das Untersuchungsareal liegt ca. 1 km südöstlich des Stadtzentrums von Hennef (Sieg). Begrenzt wird es nach Norden durch den Taleinschnitt des Hanfbaches bzw. die Bonner Straße, im Westen durch bebaute Grundstücke an der Wippenhohner Straße, nach Süden durch die L 125 und im Osten durch einen Grabeneinschnitt. Das Gelände fällt von der L 125 im Süden von ca. 75 m auf ca. 72 m im Norden (Hanfbachtal) ab. Die Katasterbezeichnung lautet Gemarkung Geistingen, Flur 28 Flurstücke 106 und 132. Die Lage der Untersuchungsfläche ist dem Übersichtslageplan in Anlage 1 zu entnehmen.

Zum Zeitpunkt der Geländearbeiten standen auf dem mit einer Grasnarbe überwachsenen Gelände etliche Pfützen. Große Teile des Geländes waren stark durchnässt und sumpfig.

Die Planungen sehen vor den zurzeit verrohrten Liemichsgraben über ein auf dem Untersuchungsareal anzulegendes offenes Gewässerbett an den nördlich fließenden Hanfbach anzuschließen.

Nach Angaben des Wasserverbandes Rhein-Sieg-Kreis sind hierbei zwei Trassenvarianten für die Offenlegung vorgesehen.

Die 1. Trassenvariante soll parallel zur L 125 geführt werden und an einen östlich des Geländes Richtung Hanfbach verlaufenden vorhandenen Grabeneinschnitt angeschlossen werden.

Die 2. Variante soll ungefähr parallel zur westlichen Grundstücksgrenze auf direktem Weg zum Hanfbach verlaufen.

4 Geologie/Hydrogeologie

Das Untersuchungsgebiet liegt am Südostende der Niederheinischen Bucht in der s.g. Siegburger Bucht, die eine Senkungszone der Kölner Scholle darstellt, im Übergangsbereich zum Bergischen Land. Laut Geologischer Karte Blatt 5209 Siegburg liegt das untersuchte Areal auf der Niederterrasse der Sieg. Die Niederterrassensedimente bestehen aus ca. 10 m mächtigen Sanden und Kiesen, die von stark in der Mächtigkeit schwankendem Hochflutlehm in Form von sandigen Lehmen und verlehnten Sanden überdeckt sind. Im Liegenden der Siegablagerungen befinden sich Ton-, Schluff- und Sandsteine der Wahnbachschichten aus dem oberen Siegen des Unterdevons bzw. deren Verwitterungszone. Nach Süden hin werden diese von bis zu 5 m mächtigen Lösslehmdecken überlagert.

Nach Bodenkarte BK 50 L 5308 Bonn sind im Untersuchungsgebiet Parabraunerden und stellenweise Braunerden, die zum Teil pseudovergleyt sind, und sich aus Hochflutlehm über Sand und Kies der Niederterrasse, als sandig bis sandig-schluffiger Lehm über lehmigen bis kiesigen Sand gebildet haben, anzutreffen. Im südlichen Bereich des Untersuchungsareals weist die Bodenkarte noch Parabraunerde, die z.T. mäßig bis schwach erodiert ist und sich aus Löß als lehmiger Schluff bis schluffiger Lehm gebildet hat, aus. Im nördlichen Bereich des Untersuchungsareals im Bereich des Hanfbaches hat sich aus Auenlehm ein brauner Auenboden stellenweise auch Auengley als schluffiger Lehm Boden, der teilweise auch sandig, tonig oder steinig ist, über kiesigen Flußablagerungen gebildet.

Das 1. Grundwasserstockwerk wird durch die quartären Terrassenablagerungen der Sieg gebildet. Im Liegenden wird dieses durch devonisches Grundgebirge, im südwestlichen Bereich durch tertiäre Lockergesteine begrenzt. Die Terrassenablagerungen bilden Porengrundwasserleiter mit einer guten bis sehr guten Porendurchlässigkeit, die einen kf-Wert von 5×10^{-3} bis 5×10^{-4} m/s aufweisen. Die liegenden Festgesteine des Unterdevons (Ton- und Sandsteine der Siegener Schichten) stellen einen Kluftgrundwasserleiter mit einer mäßigen bis sehr geringen Trennfugendurchlässigkeit dar.

Die Abfrage von Grundwasserständen bzw. Grundwassermessstellen mittels ELWAS-IMS ergab in der Nähe des Untersuchungsgebietes keine auswertbaren Messstellen, so dass eine genaue Aussage zu Grundwasserflurabständen für das untersuchte Gelände nicht möglich ist. Die Grundwasserflurabstände im Bereich des Untersuchungsareals werden mit ca. 6 bis 7 m abgeschätzt. Die Grundwasserfließrichtung ist bei normalen Siegwasserständen nach Nordwesten gerichtet.

Das Untersuchungsgebiet grenzt unmittelbar an die geplante Schutzzone III des Wasserwerkes Hennefer Siegbogen (Erweiterung).

5 Untersuchungsumfang

Zur Erkundung des Bodenaufbaus und zur Entnahme von Bodenproben wurden durch unser Büro am 15.02.2013 mittels MRZB (Minirammziehbohrgerät) 10 Kleinrammbohrungen (KRB) im Durchmesser 50/60 mm bis in eine Tiefe von 6 m u. GOK auf dem Untersuchungsareal niedergebracht. Die Lage der Bohransatzpunkte ist dem Lageplan in Anlage 2 zu entnehmen.

Aus den Bohrungen wurde durchgängig Bohrgut gewonnen und entsprechend der geltenden DIN-Vorschriften von dem anwesenden Geologen beschrieben. Die Bodenproben wurden meterweise oder bei Schichtwechsel sowie bei organoleptischen, d.h. bei visuellen und olfaktorischen Normabweichungen (Farbe, Geruch) entnommen und in gasdichte Glasgefäße überführt. Anschließend erfolgte eine Beschriftung der entnommenen Proben, welche Entnahmeort, Entnahmedatum, Entnahmetiefe und die Projektbezeichnung enthält. Insgesamt wurden 63 Bodenproben entnommen.

Nach Abschluss der Bohrarbeiten wurden die Bohransatzpunkte lage- und höhenmäßig eingemessen. Als Höhenfestpunkt diente hierbei ein Kanaldeckel (74,57 m NN) im Bereich des Radweges der L 125.

Zur Analytik auf die Zuordnungswerte nach LAGA (TR 2004) und die ergänzenden Parameter nach DepV wurden die Proben aus dem Bereich des Auffüllungshorizontes ausgewählt.

6 Bodenaufbau

Im nachfolgenden Kapitel erfolgt eine Beschreibung des Bodenaufbaus getrennt nach den beiden Trassenvarianten.

Im Bereich der Trassenvariante 1 (Verlauf parallel zur L 125) wurde an allen Prüfstellen (KRB 1 bis KRB 5) als oberstes Schichtglied ein humoser Oberboden in einer Mächtigkeit zwischen 0,1 m und 0,2 m aufgeschlossen. Hierbei handelt es sich um einen graubraun gefärbten schluffig, humosen Feinsand. Als 2. Schichtglied folgt ein Auffüllungshorizont, der aus einem Gemisch aus graubraun bis braun gefärbten Sanden, Schluffen und Kiesen aufgebaut ist und als umgelagerter Boden bzw. Bodenaushub einzustufen ist. Nur in den Bohrungen KRB 1 und KRB 4 wurden geringe Anteile an anthropogenen Beimengungen in Form von Ziegelbruch und Beton angetroffen. Die Unterkante des Auffüllungshorizontes wurde zwischen 1,0 m (KRB 5) und 2,3 m (KRB 2) unter Gelände erkundet. Die Proben wurden in einem schwach feuchten bis feuchten teilweise auch nassen Zustand erbohrt.

Unterlagert wird dieser Horizont bis zur Bohrendteufe von 6,0 m von feinsandigen, schwach tonigen teilweise auch schwach kiesigen Schluffen und schluffigen Feinsanden. Die Färbung der Sedimente schwankt zwischen grau und graubraun. Die Schluffe lagen in einer steifen bis weichen Konsistenz vor.

Auch bei der Trassenvariante 2 (Verlauf ungefähr parallel zur westlichen Grundstücksgrenze), wurde in den Bohrungen KRB 6 bis KRB 10 als oberstes Schichtglied ein humoser Oberboden (schluffig, humoser Feinsand) aufgeschlossen. Der darunter folgende Profilabschnitt ist durch aufgefülltes Material (umgelagerter Boden/Bodenaushub) gekennzeichnet. Die Grundmatrix des aufgefüllten Materials besteht aus graubraun bis braun gefärbten Sanden, Kiesen und Schluffen, die teilweise auch steinige Partien enthalten. Als anthropogene Beimengungen wurden Ziegelbruch, Glas, Beton und Straßenaufbruch notiert, die sehr unregelmäßig und nur in geringen Anteilen über den aufgefüllten Horizont verteilt sind. Die Proben wurden in einem schwach feuchten bis feuchten, in tieferen Bereichen auch nassen Zustand erbohrt. Die Unterkante der Auffüllungszone wurde zwischen 1,8 m (KRB 10) und 3,7 m (KRB 7) unter GOK erkundet.

Bis zur Endteufe von 6 m wird der Auffüllungshorizont durch braun bis braungrau gefärbte feinsandig, tonige Schluffe in steifer bis weicher Konsistenz unterlagert.

In der nachfolgenden Tabelle 6.1 sind die Ergebnisse der Sondierbohrungen und der organoleptischen Befunde zusammengefasst. Der Bodenaufbau im Bereich der Prüfstellen ist den Bohrprofilen in Anlage 3 zu entnehmen.

Tabelle 6.1: Zusammenfassung Bohrungen, organoleptische Auffälligkeiten

Bohrung	Höhe m NN	Bohrtiefe (m)	Auffüllungs- mächtigkeit (m)	Zusammensetzung Auffüllung	Organoleptische Auffälligkeiten
KRB 1	74,96	6,0	1,5	Feinsand, schluffig, kiesig, tonig, sehr wenig Ziegelbruch	
KRB 2	75,36	6,0	2,3	Mittel-/Grobsand, kiesig, steinig	
KRB 3	75,41	6,0	2,0	Feinsand, schluffig, kiesig	
KRB 4	75,35	6,0	2,2	Feinsand, schluffig, kiesig, sehr wenig Ziegelbruch und Beton	
KRB 5	75,31	6,0	1,0	Feinsand, schluffig, kiesig, steinig	
KRB 6	75,03	6,0	2,8	Feinsand, schluffig, kiesig, wenig Ziegelbruch, wenig Glas, wenig Straßenaufbruch	
KRB 7	75,07	6,0	3,7	Feinsand, schluffig, kiesig, steinig, wenig Ziegelbruch, wenig Beton, wenig Straßenaufbruch	
KRB 8	74,84	6,0	3,5	Feinsand, kiesig, steinig, sehr wenig Ziegelbruch und Beton	
KRB 9	74,29	6,0	2,8	Sand, kiesig, schluffig, steinig, sehr wenig Ziegelbruch und Beton, sehr wenig Straßenaufbruch	
KRB 10	73,08	6,0	1,8	Feinsand, Mittelsand, kiesig, schluffig, sehr wenig Ziegelbruch	

In allen Bohrungen wurde Untergrundwasser angetroffen. In den Bohrungen KRB 2, KRB 4 und KRB 7 fielen nach dem Ziehen des Gestänges die Bohrlöcher zu, so dass eine Wasserstandsmessung nicht möglich war. In den anderen Bohrungen konnten die Wasserstände zwischen 1,0 m und 5,0 m unter GOK eingemessen werden. Die gemessenen Wasserstände sind in der Tabelle 6.2 zusammengefasst. Da die Wasserstände sehr stark schwanken und teilweise nur 1 bis 2 m unter Geländeoberkante eingemessen wurden, wird davon ausgegangen, dass es sich hier um Stauwasserhorizonte handelt. Ob die in den Bohrungen KRB 5, KRB 6 und KRB 10 ermittelten Wasserstände (ca. 70 bis 70,5 m NN) dem freien Grundwasserspiegel entsprechen ist nicht abzuschätzen.

Tabelle 6.2: Ergebnisse Wasserstandsmessungen am 15.02.2013

Bohrung	GOK am Bohrpunkt [m NN]	Wasserstand im Bohrloch	
		[m NN]	[m u GOK]
KRB 1	74,96	73,56	1,40
KRB 2	75,36	Kein Untergrundwasser	
KRB 3	75,41	74,41	1,00
KRB 4	75,35	Kein Untergrundwasser	
KRB 5	75,31	70,31	5,00
KRB 6	75,03	70,43	4,60
KRB 7	75,07	Kein Untergrundwasser	
KRB 8	74,84	73,84	1,00
KRB 9	74,29	72,59	1,70
KRB 10	73,08	70,18	2,90

7 Analytik

Die Analysen wurden durch das Labor Eurofins Umwelt West GmbH in Wesseling durchgeführt.

Die Eurofins Umwelt West GmbH verfügt über eine Akkreditierung für die Durchführung chemischer und chemisch/physikalischer Analytik gemäß der deutschen Akkreditierungsstelle Registriernummer D-PL-14078-01-00.

Alle Zulassungen und Genehmigungen sind als Download unter www.eurofins-umwelt-west.de im Internet verfügbar.

Die aus dem Auffüllungsbereich (bis max. 3,7 m unter GOK) der Kleinrammbohrungen KRB 1 - KRB 10 entnommenen Bodenproben wurden laborseitig zu zwei massenäquivalenten Mischproben zusammengestellt und auf die Zuordnungswerte nach LAGA Boden (TR 2004) im Feststoff und Eluat und der Deponieverordnung (DepV 2009) untersucht. Die Mischproben wurden aus folgenden Einzelproben zusammengestellt:

MP 1: KRB 1/1 + 1/2 + KRB 2/1 + 2/2 + 2/3 + KRB 3/1 + KRB 4/1 + 4/2 + KRB 5/1
 (Trassenvariante entlang L 125)

MP 2: KRB 6/1 + 6/2 + 6/3 + KRB 7/1 + 7/2 + 7/3 + 7/4 + KRB 8/1 + 8/2 + 8/3 + 8/4 + KRB 9/1 + 9/2 + 9/3 + KRB 10/1 + 10/2 (Trassenvariante entlang der Westgrenze des Grundstücks)

In den nachfolgenden Tabelle sind die Analysenergebnisse der Auffüllungsmischproben den Zuordnungswerten nach LAGA (TR 2004) und Deponieverordnung gegenübergestellt.

Tab. 7.1: Analysenergebnisse mit Zuordnungswerten LAGA Boden (TR 2004)

		MP 1	MP 2	Zuordnungswert			
Parameter	Einheit			Z 0*	Z 1		Z 2
Feststoff-Untersuchung							
Trockenrückstand	%	86,5	85,6				
TOC	%	0,5	0,8	0,5 (1,0) ¹	1,5		5
Cyanide (ges.)	mg/kg	< 0,5	< 0,5		3		10
EOX	mg/kg	< 1	< 1	1	3 ²		10
KW	mg/kg	< 40	80 (180)	100	300 (600) ³		1000 (2000) ²
ΣBTEX	mg/kg	(n. b.*)	(n. b.*)	1	1		1
Σ LHKW	mg/kg	(n. b.*)	(n. b.*)	1	1		1
Σ PAK nach EPA	mg/kg	1,44	11,4	3	3 (9) ⁴		30
Benzo(a)pyren	mg/kg	0,1	0,7	0,3	0,9		3
Σ PCB	mg/kg	(n. b.*)	(n. b.*)	0,05	0,15		0,5
Arsen	mg/kg	19	9,1	15	45		150
Blei	mg/kg	37	44	70	210		700
Cadmium	mg/kg	0,3	0,2	1	3		10
Chrom	mg/kg	29	23	60	180		600
Kupfer	mg/kg	30	25	40	120		400
Nickel	mg/kg	44	33	50	150		500
Quecksilber	mg/kg	0,07	0,07	0,5	1,5		5
Thallium	mg/kg	< 0,2	< 0,2	0,7	2,1		7
Zink	mg/kg	94	95	150	450		1500
Zuordnungswert							
Parameter	Einheit			Z 0	Z 1.1	Z 1.2	Z 2
Eluat-Untersuchung							
pH-Wert		8	7,9	6,5 – 9,5	6,5 – 9,5	6,0 - 12	5,5 – 12
el. Leitfähigkeit	µS/cm	102	103	250	250	1500	2000
Chlorid	mg/l	< 1	< 1	30	30	50	100 ⁵
Sulfat	mg/l	3	2	20	20	50	200
Cyanid (ges.)	µg/l	< 2	< 2	5	5	10	20
Phenol-Index	µg/l	< 10	< 10	20	20	40	100
Arsen	µg/l	< 1	1	14	14	20	60 ⁶
Blei	µg/l	< 1	< 1	40	40	80	200
Cadmium	µg/l	< 0,3	< 0,3	1,5	1,5	3	6
Chrom (ges.)	µg/l	< 1	< 1	12,5	12,5	25	60
Kupfer	µg/l	< 5	< 5	20	20	60	100
Nickel	µg/l	< 1	< 1	15	15	20	70
Quecksilber	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 0,5	< 0,5	1	2
Zink	µg/l	< 10	< 10	150	150	200	600

* Zuordnungswerte Lehm/Schluff

¹ Bei einem C:N-Verhältnis > 25 beträgt der Zuordnungswert 1 Masse-%

² Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen

³ Die angegebenen Zuordnungswerte gelten für Kohlenwasserstoffverbindungen mit einer Kettenlänge von C₁₀ bis C₂₂. Der Gesamtgehalt, bestimmt nach E DIN 14039 (C₁₀-C₄₀), darf insgesamt den in Klammern genannten Wert nicht überschreiten

⁴ Bodenmaterial mit Zuordnungswerten > 3 mg/kg und ≤ 9 mg/kg darf nur in Gebieten mit hydrogeologisch günstigen Deckschichten eingebaut werden.

⁵ bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 300 mg/l

⁶ bei natürlichen Böden in Ausnahmefällen bis 120 mg/l

Die Gegenüberstellung mit den Zuordnungswerten der LAGA (TR Boden 2004) zeigt, dass bis auf wenige Parameter die Zuordnungswerte Z 0 eingehalten werden. Überschreitungen der Z 0-Zuordnungswerte werden nur für die Parameter TOC (0,8 %) (MP 2), Arsen (19 mg/kg) (MP 1) und Benzo(a)pyren (0,7 mg/kg) (MP 2) im Feststoff bis Z 1 bzw. für die Summe PAK (11,4 mg/kg)

(MP 2) bis Z 2 festgestellt. Im Eluat werden in beiden Proben durchgängig die Z 0-Zuordnungswerte eingehalten. Die Konzentrationen liegen überwiegend unterhalb der Nachweisgrenze. Ausnahmen bilden hierbei nur die Parameter Sulfat mit 3 mg/l bzw. 2 mg/l und Arsen mit 1 µg/l.

Tab. 7.2: Analysenergebnisse mit Zuordnungswerten DepV

Parameter		MP 1	MP 2	DK 0	DK I	DK II	DK III
Glühverlust	Masse% TS	3,2	2,8	≤ 3	≤ 3	≤ 5	≤ 10
TOC	Masse% TS	0,5	0,8	≤ 1	≤ 1	≤ 3	≤ 6
Summe BTEX	mg/kg	(n. b.*)	(n. b.*)	≤ 6			
PCB	mg/kg	(n. b.*)	(n. b.*)	≤ 1			
Mineralölkohlenwasserstoffe	mg/kg	< 40	180	≤ 500			
Summe PAK nach EPA	mg/kg	1,44	11,4	≤ 30			
Extrahierbare lipophile Stoffe	Masse% OS	0,03	0,07	≤ 0,1	≤ 0,4	≤ 0,8	≤ 4
pH-Wert		8	7,9	5,5–13	5,5–13	5,5–13	4–13
DOC	mg/l	1,7	10,0	≤ 50	≤ 50	≤ 80	≤ 100
Phenole	mg/l	< 0,010	< 0,010	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 50	≤ 100
Arsen	mg/l	< 0,001	0,001	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 2,5
Blei	mg/l	< 0,001	< 0,001	≤ 0,05	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5
Cadmium	mg/l	< 0,0003	< 0,0003	≤ 0,004	≤ 0,05	≤ 0,1	≤ 0,5
Kupfer	mg/l	< 0,005	< 0,005	≤ 0,2	≤ 1	≤ 5	≤ 10
Nickel	mg/l	< 0,001	< 0,001	≤ 0,04	≤ 0,2	≤ 1	≤ 4
Quecksilber	mg/l	< 0,0002	< 0,0002	≤ 0,001	≤ 0,005	≤ 0,02	≤ 0,2
Zink	mg/l	< 0,01	< 0,01	≤ 0,4	≤ 2	≤ 5	≤ 20
Chlorid	mg/l	< 1	< 1	≤ 80	≤ 1.500	≤ 1.500	≤ 2.500
Sulfat	mg/l	3	2	≤ 100	≤ 2.000	≤ 2.000	≤ 5.000
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	< 0,005	< 0,005	≤ 0,01	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1
Fluorid	mg/l	< 2	< 2	≤ 1	≤ 5	≤ 15	≤ 50
Barium	mg/l	0,007	0,010	≤ 2	≤ 5	≤ 10	≤ 30
Chrom gesamt	mg/l	< 0,001	< 0,001	≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 7
Molybdän	mg/l	0,002	0,002	≤ 0,05	≤ 0,3	≤ 1	≤ 3
Antimon	mg/l	< 0,001	< 0,001	≤ 0,006	≤ 0,03	≤ 0,07	≤ 0,5
Selen	mg/l	< 0,001	< 0,001	≤ 0,01	≤ 0,03	≤ 0,05	≤ 0,7
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	89	74	400	3.000	6.000	10.000

(n. b.): nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

(n. n.): nicht nachweisbar

Der Vergleich mit den Zuordnungswerten der DepV zeigt, dass beide untersuchten Proben die Zuordnungskriterien einer DK0-Deponie einhalten

Der Prüfbericht des Labors Eurofins West GmbH ist als Anlage 4 beigelegt.

8 Abfalltechnische Bewertung/Empfehlungen

Die Entsorgung von Abfällen ist durch das Kreislaufwirtschafts-/Abfallgesetz (KrW-/ AbfG) geregelt. Es umfasst die Verwertung und Beseitigung von Abfällen. Die Abfälle werden in gefährliche und nicht gefährliche Abfälle zur Verwertung sowie in gefährliche und nicht gefährliche Abfälle zur Beseitigung klassifiziert. Eine stoffliche Verwertung (Wiedereinbau oder Aufbereitung in Anlagen) ist generell nur bei Einhaltung der LAGA Z 2 Zuordnungswerte möglich und hat ordnungsgemäß und schadlos zu erfolgen. Die Anforderungen an den Wiedereinbau sind im § 12 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung festgelegt.

Abfallrechtliche Belange werden dann berührt, wenn bei Baumaßnahmen Erdaushub anfällt, der abgefahren werden muss. Die LAGA-Richtlinie regelt als abfallrechtliche Grundlage den Umgang mit kontaminierten Böden und Bauschutt bzw. verwandten Materialien sowie insbesondere auch deren Verwertungsmöglichkeiten. Die Richtlinie dient v.a. dem Grundwasserschutz bei Abfallverwertungsmaßnahmen. Der Verwertungsweg wird je nach Belastungsgrad in Form von Zuordnungswerten (Z-Werten) geregelt.

Die LAGA-Richtlinie von 1997 ist inzwischen insbesondere wegen der inzwischen erlassenen Bodenschutzgesetzgebung stark in der Diskussion. Die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) legte im Jahre 2004 den Entwurf der neuen Technischen Richtlinie (TR) Boden vor, die auch zur Bewertung der vorliegenden Ergebnisse herangezogen wird.

Der Verwertungsweg wird je nach Belastungsgrad in Form von Zuordnungswerten nach TR Boden folgendermaßen geregelt:

- Z 0, Z 0*: Verwertung des Bodens zur Herstellung einer natürlichen Bodenfunktion möglich; die Z 0-Werte sind bodenartenabhängig (Sand, Lehm/Schluff, Ton) und wurden mit den Vorsorgewerten der BBodSchV harmonisiert; zur Verfüllung von Abgrabungen unter besonderen Voraussetzungen wurden auch Z 0*-Werte im Feststoff eingeführt.
- Z 1.1 und Z 1.2: eingeschränkter offener Einbau des Materials in technischen Bauwerken in wasserdurchlässiger Bauweise möglich (bei Z 1.2 nur in „hydrogeologisch günstigen Gebieten“, d.h. bei Existenz von bindigen Schichten ausreichender Mächtigkeit über dem Grundwasser; als ausreichend wird üblicherweise eine bindige Deckschicht von mindestens 2 m Stärke bezeichnet).
- Z 2: eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen, z.B. unter wasserundurchlässiger Versiegelung, zu bevorzugen ist der Einbau in Gewerbegebieten.

Bei den Z-Werten handelt es sich um Orientierungswerte. Die Richtlinie dient zur Beurteilung der Grundwassergefährdung durch Aufbringen belasteten Materials. In Bezug auf die Z 0-Werte nunmehr auch zur Einhaltung der Vorsorgekriterien der BBodSchV.

Im vorliegenden Fall erfolgt die Einstufung des Auffüllungsmaterials nach den Tabellen II.1.2-2, II.1.2-4 und II.1.2-5 der LAGA (TR Boden 2004) sowie nach DepV (2009).

Das im Bereich der Trassenvariante 1 (Trasse parallel zur L 125) bis in Tiefen zwischen ca. 1,0 m bis 2,3 m angetroffene Auffüllungsmaterial ist auf Grund der Arsen-Gehalte in die LAGA-Klasse Z 1 einzustufen. Ein Wiedereinbau/Verwertung des Bodenmaterials ist in einem eingeschränkten offenen Einbau in technischen Bauwerken in wasserdurchlässiger Bauweise möglich (Baumaßnahmen nach I.4.3.3.1 der LAGA (TR Boden 2004)).

Das im Bereich der Trassenvariante 2 (Trasse parallel zur Bebauung an der Westgrenze des Grundstückes) bis in Tiefen zwischen 1,8 m bis 3,7 m angetroffene Auffüllungsmaterial ist auf Grund der PAK-Gehalte in die LAGA-Klasse Z 2 einzustufen. Ein Wiedereinbau/Verwertung des Bodenmaterials ist somit nur mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen bei den in Nr. I.4.3.3.2 der LAGA (TR Boden 2004) genannten Baumaßnahmen möglich.

Ebenso ist eine Entsorgung/Verwertung des Auffüllungsmaterials aus beiden Trassenvarianten über eine Deponie der Klasse DK0 möglich.

Das Aushubmaterial kann unter der AVV-Schlüsselnummer 170504 (Boden und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 170503 fallen) verwertet bzw. entsorgt werden.

Bei einer geplanten Abfallbeseitigung ist die Andienungspflicht des Rhein-Sieg-Kreises zu beachten.

Sämtliche Aussagen, Empfehlungen und Bewertungen basieren auf dem in diesem Bericht beschriebenen Erkundungsrahmen und den hierbei gewonnenen Erkenntnissen sowie den aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen.

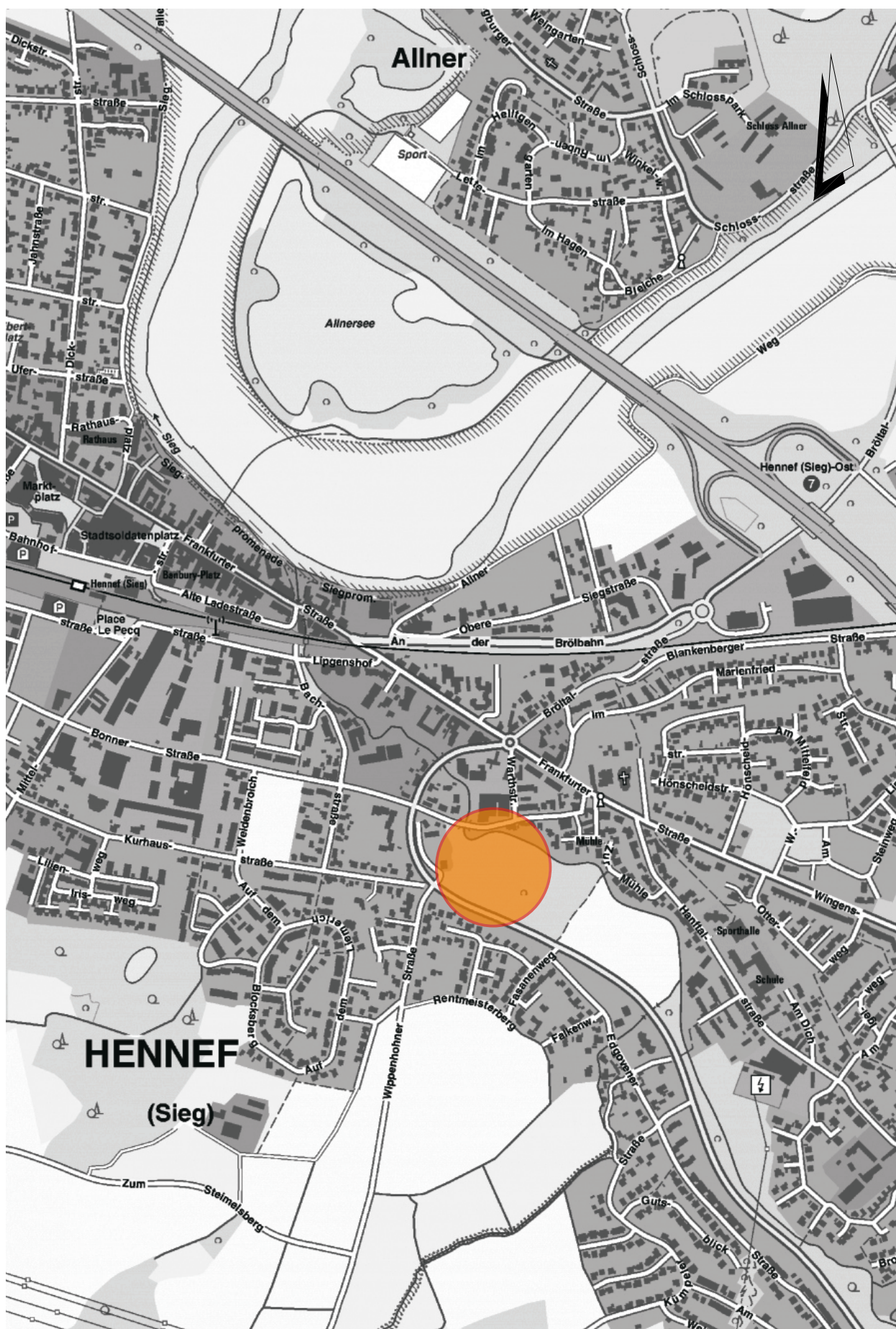
Der Umweltgeologe



Diplom-Geologe Jörg Virus

Anlage 1

Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 10.000



Auftraggeber:

Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis, Kaiser-Wilhelm-Platz 1, 53721 Siegburg

Projekt:

BV Liemrichsgraben, Hennef

Planinhalt:

Übersichtslageplan

Bearbeiter:
J. Virus

Projektnr.:
732013

Datum:
08.03.2013

Maßstab:
1:10.000

Anlage:
1



DER UMWELTGEOLOGE
JÖRG VIRS
DIPLOM-GEOLOGE

ROSENHECKE 33
51429 BERGISCH GLADBACH
TEL: 0 22 04 91 76 72
FAX: 0 22 04 91 76 73
MOBIL: 0 151 52 54 92 85

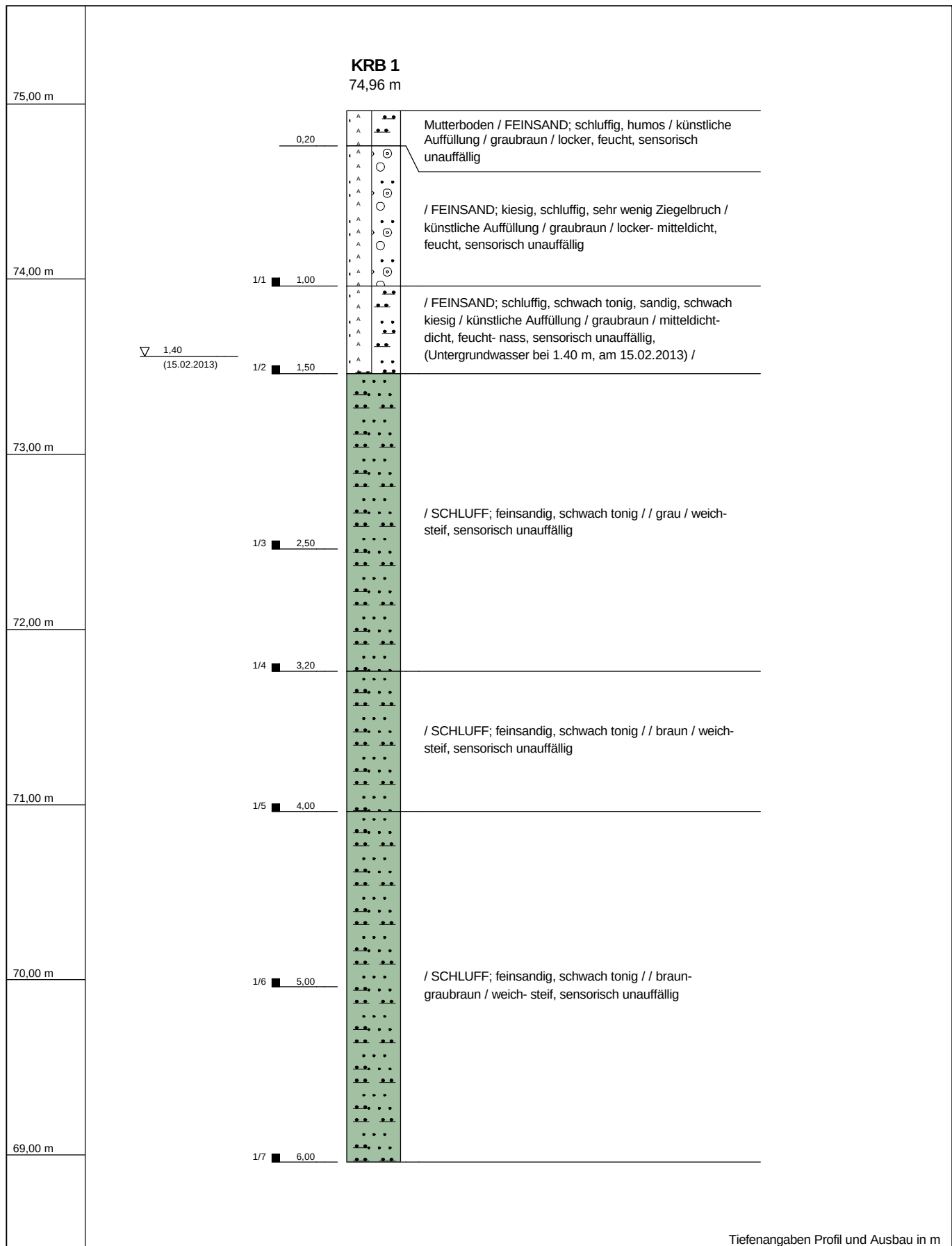
WWW.DER-UMWELTGEOLOGE.DE
JOERG.VIRUS@DER-UMWELTGEOLOGE.DE

Anlage 2

Lageplan, Lage der Untersuchungspunkte, Maßstab 1 : 250

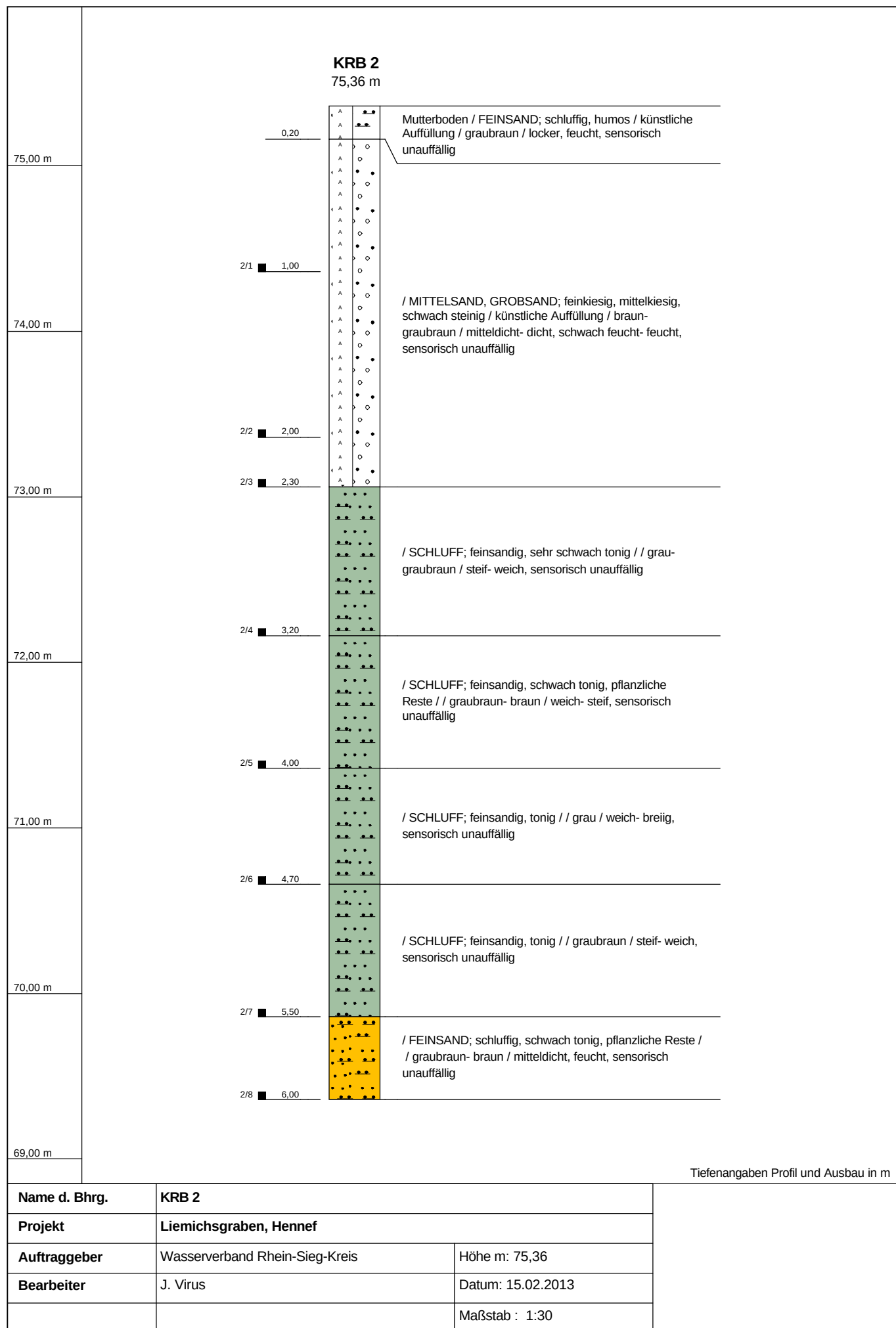
Anlage 3

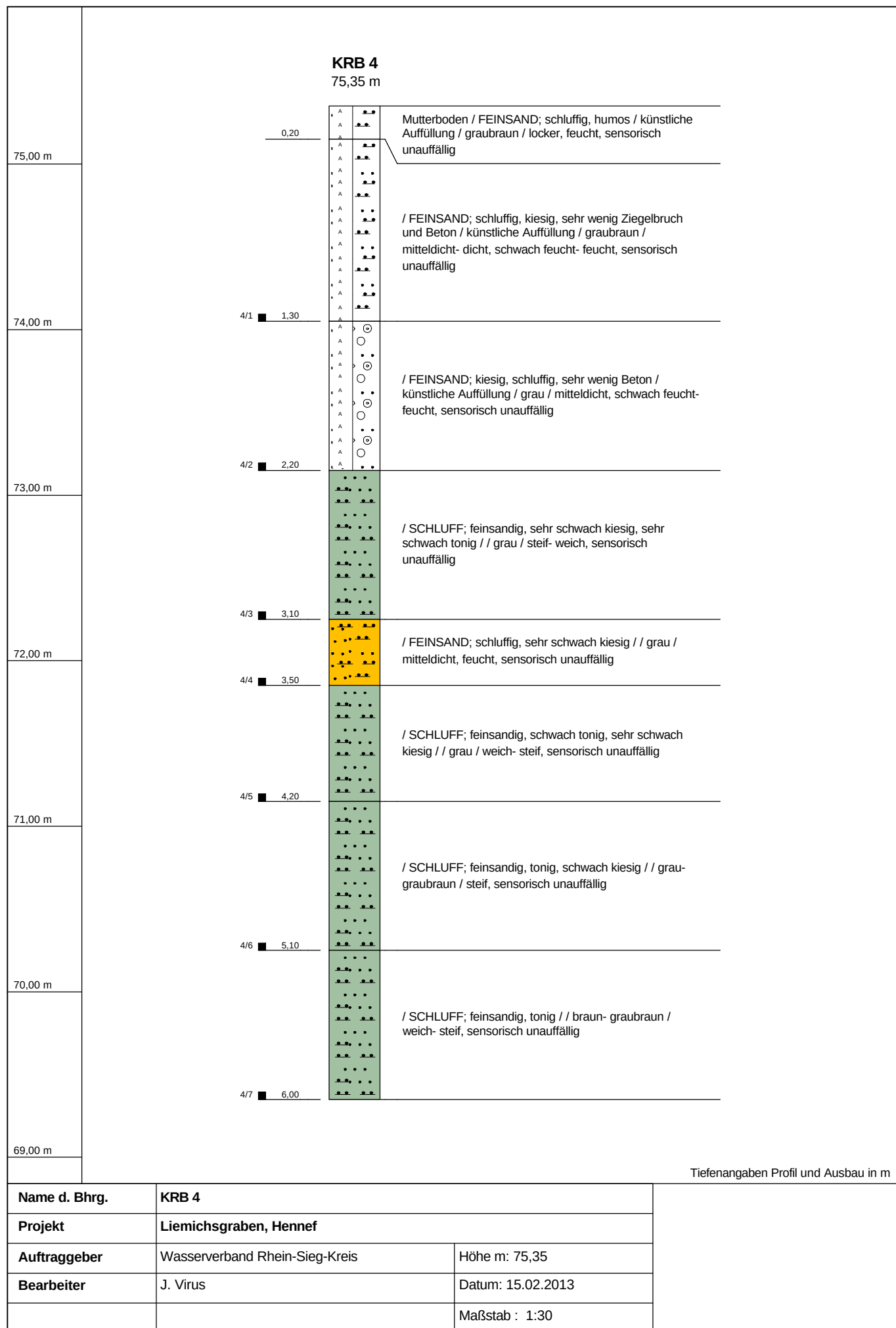
Bohrprofile, Maßstab 1 : 30

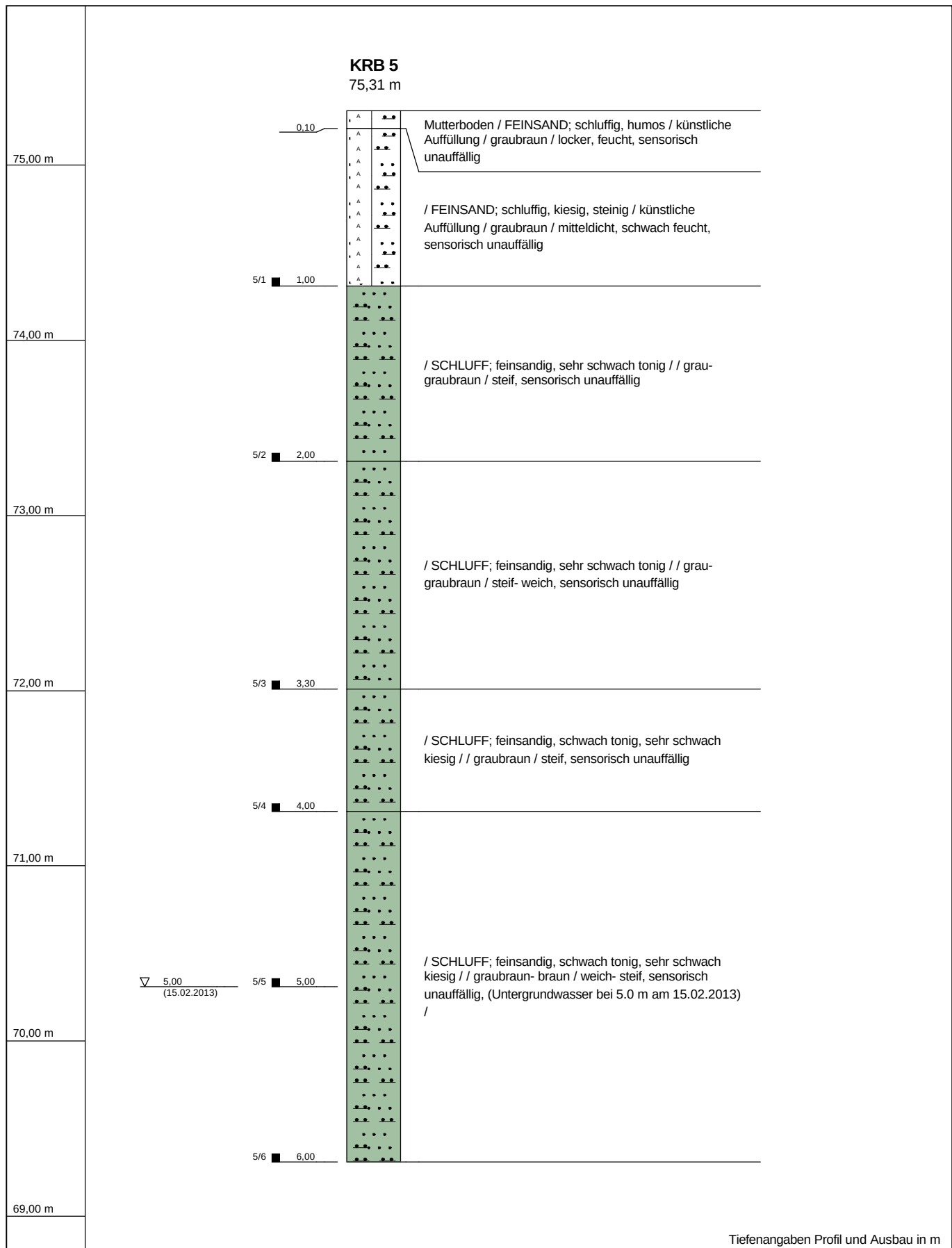


Tiefenangaben Profil und Ausbau in m

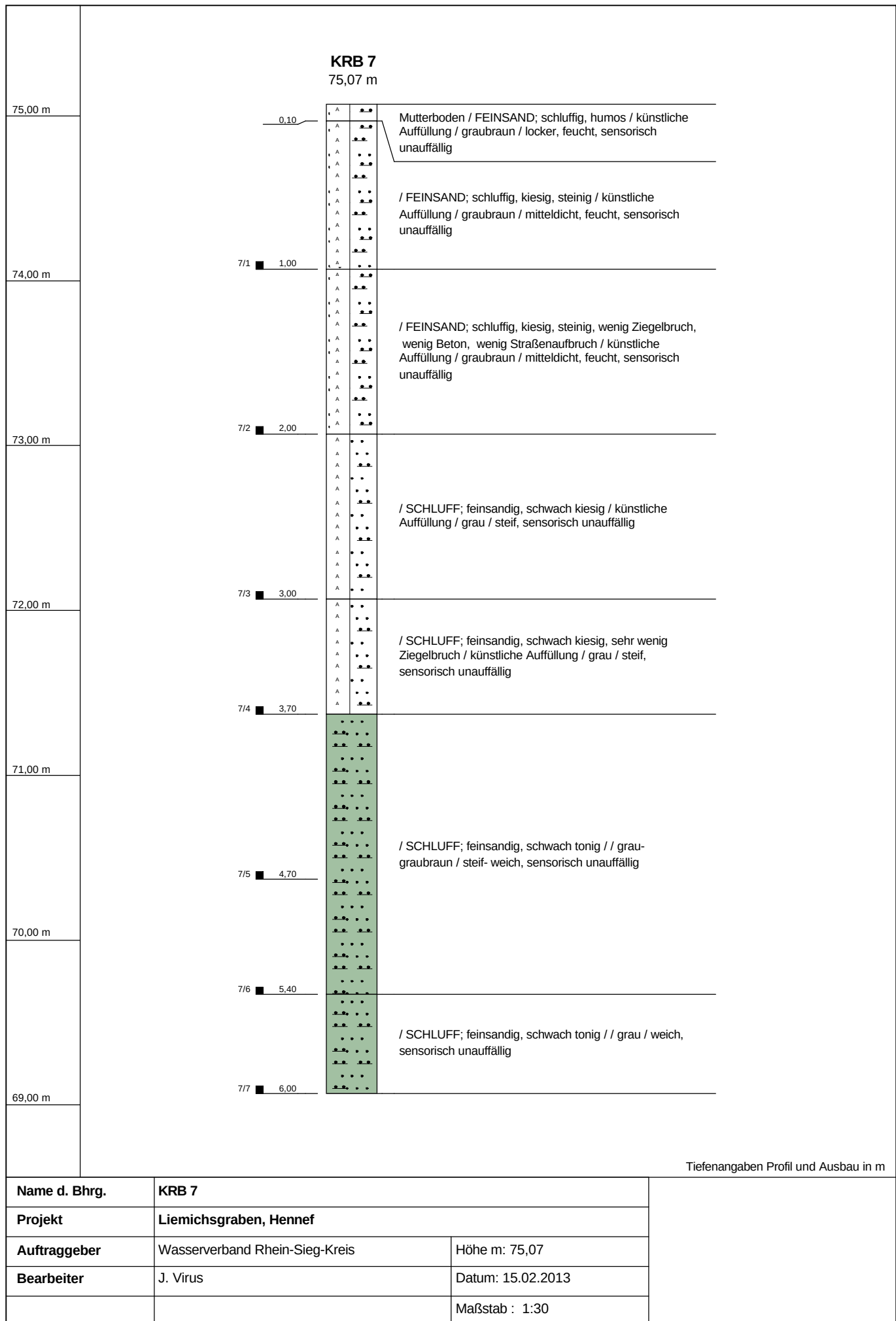
Name d. Bhrg.	KRB 1	
Projekt	Liernichsgraben, Hennef	
Auftraggeber	Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis	Höhe m: 74,96
Bearbeiter	J. Virus	Datum: 15.02.2013
		Maßstab : 1:30

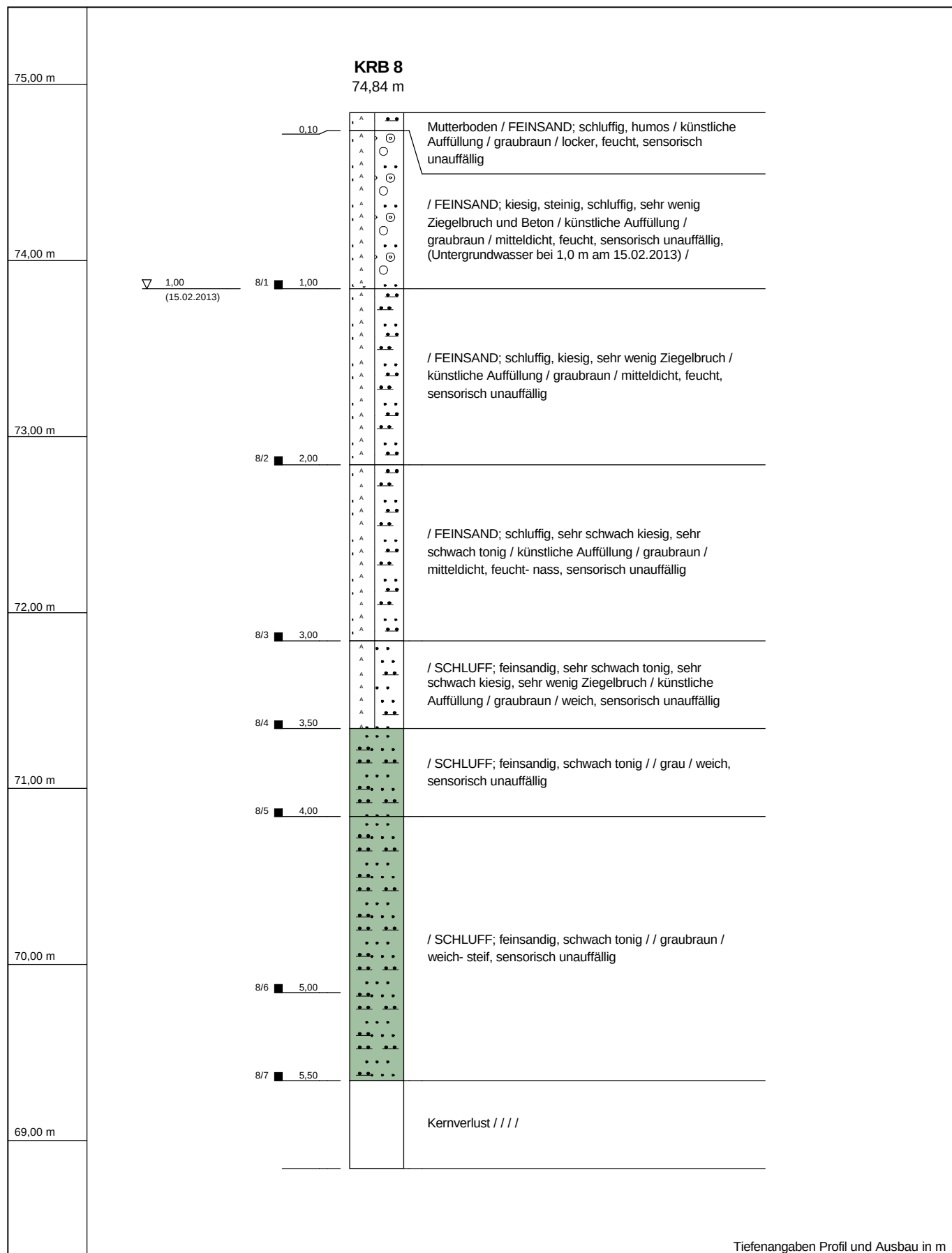






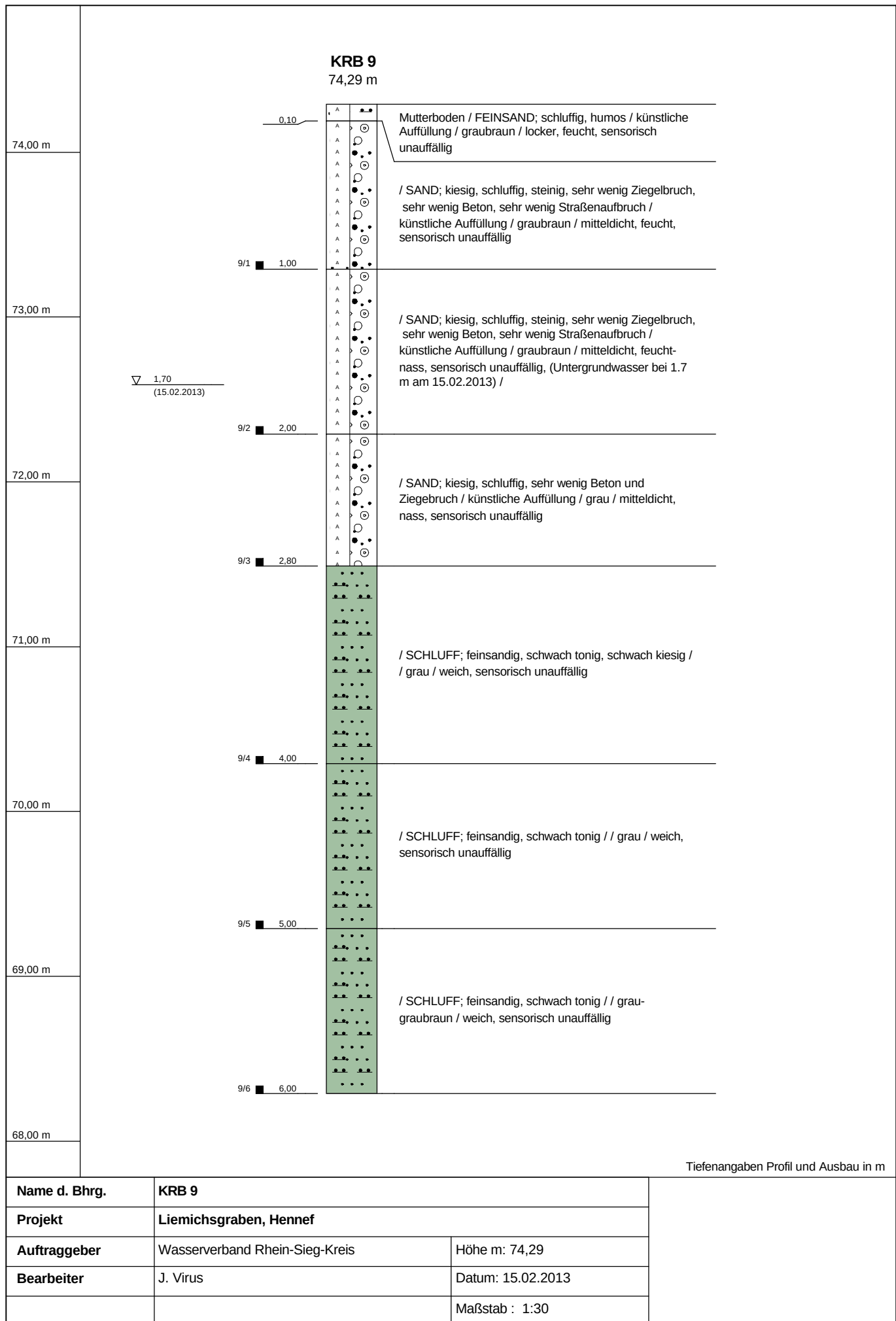
Name d. Bhrg.	KRB 5	
Projekt	Liernichsgraben, Hennef	
Auftraggeber	Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis	Höhe m: 75,31
Bearbeiter	J. Virus	Datum: 15.02.2013
		Maßstab : 1:30

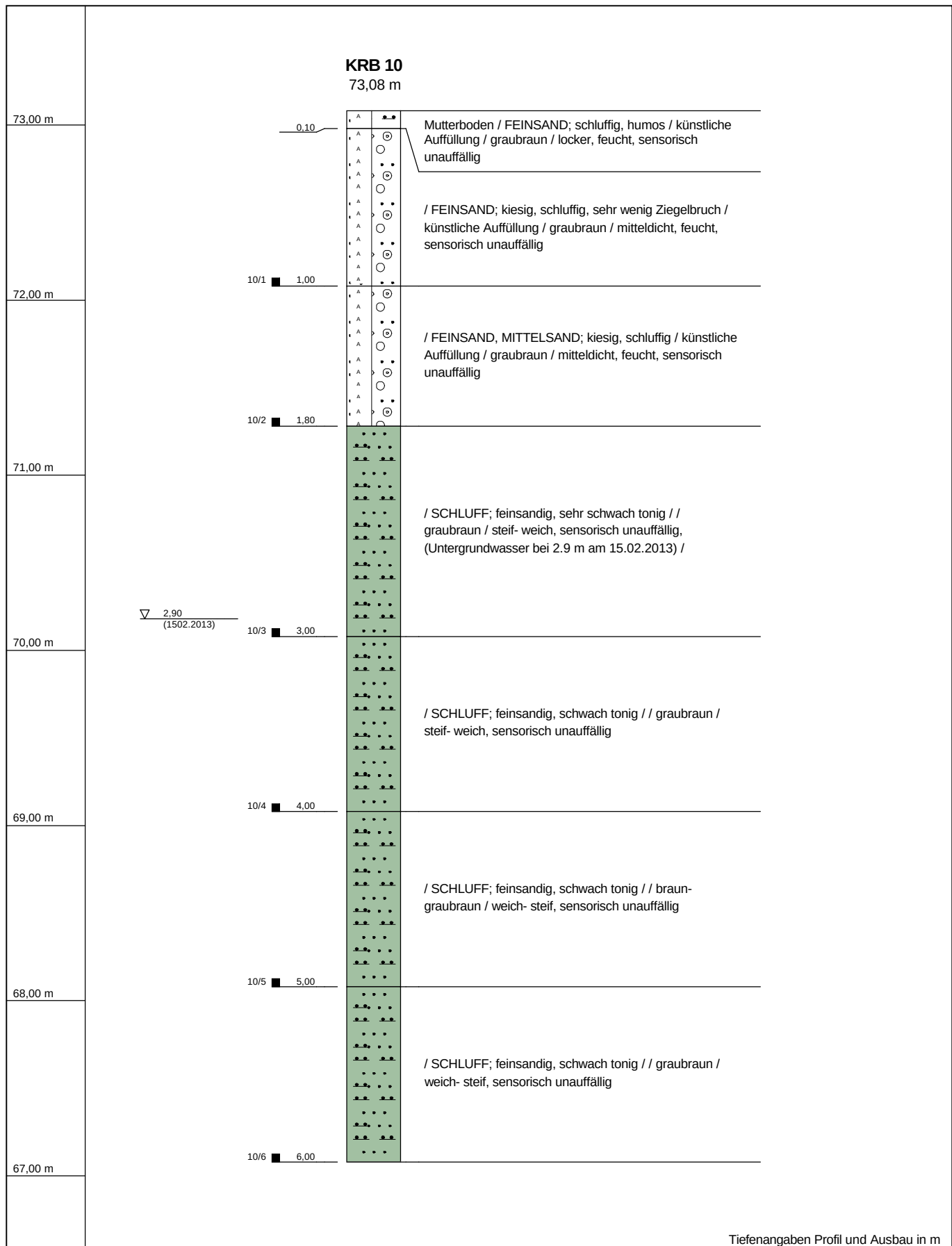




Tiefenangaben Profil und Ausbau in m

Name d. Bhrg.	KRB 8		
Projekt	Liernichsgraben, Hennef		
Auftraggeber	Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis	Höhe m: 74,84	
Bearbeiter	J. Virus	Datum: 15.02.2013	
		Maßstab : 1:30	





Tiefenangaben Profil und Ausbau in m

Name d. Bhrg.	KRB 10	
Projekt	Liernichsgraben, Hennef	
Auftraggeber	Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis	Höhe m: 73,08
Bearbeiter	J. Virus	Datum: 15.02.2013
		Maßstab : 1:30

Anlage 4

Prüfbericht der Eurofins Umwelt West GmbH

EUROFINS Umwelt West GmbH · Vorgebirgsstraße 20 · D-50389 Wesseling

Der Umweltgeologe**Jörg Virus****Herr Virus****Rosenhecke 33****51429 Bergisch Gladbach**Titel: **Prüfbericht zu Auftrag 01306270**Prüfberichtsnummer: **Nr. 67054001**Projektnummer: **Nr. 67054**Projektbezeichnung: **Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis, BV Liesmichsgraben, Hennef**Probenumfang: **2 Proben**Probenart: **Feststoff**Probenahmezeitraum: **15.02.2013**Probeneingang: **21.02.2013**Prüfzeitraum: **21.02.2013 - 27.02.2013**

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Prüfgegenstände. Sofern die Proben nicht durch unser Labor oder in unserem Auftrag genommen wurden, wird die Verantwortung für die Richtigkeit der Probenahme abgelehnt. Dieser Prüfbericht ist nur mit Unterschrift gültig und darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen in jedem Einzelfall der Genehmigung der EUROFINS UMWELT.

Es gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen (AVB) Stand Januar 2011, sofern nicht andere Regelungen vereinbart sind. Die aktuellen AVB können Sie jederzeit bei uns anfordern.

Nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiertes Prüflaboratorium. Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

Wesseling, den 27.02.2013



Dr. M. Runk

Prüfleiter

Tel.: 02236 / 897 405



Projekt: Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis, BV Liesmichsgraben,
Hennef

Parameter	Einheit	BG	Probenbezeichnung	MP 1	MP 2
			Probenahmedatum	15.02.2013	15.02.2013
			Labornummer	013024813	013024830
			Methode		

Bestimmung aus der Originalsubstanz

Trockenmasse	Ma.-%	0,1	DIN EN 14346	86,5	85,6
Cyanid, gesamt	mg/kg TS	0,5	DIN ISO 17380	< 0,5	< 0,5
Glühverlust	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 15169	3,2	2,8
TOC	Ma.-% TS	0,1	DIN EN 13137	0,5	0,8
EOX	mg/kg TS	1	DIN 38414-S17	< 1	< 1
lipophile Stoffe	Ma.-% OS	0,02	LAGA KW/04	0,03	0,07
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	40	DIN EN 14039	< 40	80
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	40	DIN EN 14039	< 40	180
KW-Typ	ohne		DIN EN 14039, LAGA KW 04	(n. n.*)	PAK, SÖ, BT
Benzol	mg/kg TS	0,05	HLUG HB Bd. 7 T.4 / DIN ISO 22155	< 0,05	< 0,05
Toluol	mg/kg TS	0,05	HLUG HB Bd. 7 T.4 / DIN ISO 22155	< 0,05	< 0,05
Ethylbenzol	mg/kg TS	0,05	HLUG HB Bd. 7 T.4 / DIN ISO 22155	< 0,05	< 0,05
m-/p-Xylol	mg/kg TS	0,05	HLUG HB Bd. 7 T.4 / DIN ISO 22155	< 0,05	< 0,05
o-Xylol	mg/kg TS	0,05	HLUG HB Bd. 7 T.4 / DIN ISO 22155	< 0,05	< 0,05
1,3,5-Trimethylbenzol	mg/kg TS	0,05	HLUG HB Bd. 7 T.4 / DIN ISO 22155	< 0,05	< 0,05
1,2,4-Trimethylbenzol	mg/kg TS	0,05	HLUG HB Bd. 7 T.4 / DIN ISO 22155	< 0,05	< 0,05
1,2,3-Trimethylbenzol	mg/kg TS	0,05	HLUG HB Bd. 7 T.4 / DIN ISO 22155	< 0,05	< 0,05
Summe BTEX/TMB	mg/kg TS		berechnet	(n. b.*)	(n. b.*)
Dichlormethan	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 22155	< 0,1	< 0,1
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 22155	< 0,1	< 0,1
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	0,1	DIN ISO 22155	< 0,1	< 0,1
Trichlormethan	mg/kg TS	0,02	DIN ISO 22155	< 0,02	< 0,02
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	0,02	DIN ISO 22155	< 0,02	< 0,02
Tetrachlormethan	mg/kg TS	0,02	DIN ISO 22155	< 0,02	< 0,02
Trichlorethen	mg/kg TS	0,02	DIN ISO 22155	< 0,02	< 0,02
Tetrachlorethen	mg/kg TS	0,02	DIN ISO 22155	< 0,02	< 0,02
Summe CKW	mg/kg TS		berechnet	(n. b.*)	(n. b.*)
Naphthalin	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	< 0,05	0,1
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	< 0,05	0,2
Fluoren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	< 0,05	0,3
Phenanthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	0,2	2,0
Anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	< 0,05	0,5
Fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	0,3	2,4
Pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	0,2	1,5
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	0,1	0,9
Chrysen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	0,1	0,7
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	0,2	1,0
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	0,07	0,3
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	0,1	0,7
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	0,08	0,3
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	< 0,05	0,10
Benzo(g,h,i)perylene	mg/kg TS	0,05	DIN ISO 18287	0,09	0,4
Summe PAK (EPA)	mg/kg TS		berechnet	1,44	11,4

Projekt: Wasserverband Rhein-Sieg-Kreis, BV Liesmichsgraben,
Hennef

Parameter	Einheit	BG	Probenbezeichnung	MP 1	MP 2
			Probenahmedatum	15.02.2013	15.02.2013
			Labornummer	013024813	013024830
			Methode		
PCB 28	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308	< 0,01	< 0,01
PCB 52	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308	< 0,01	< 0,01
PCB 101	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308	< 0,01	< 0,01
PCB 153	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308	< 0,01	< 0,01
PCB 138	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308	< 0,01	< 0,01
PCB 180	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308	< 0,01	< 0,01
Summe 6 PCB	mg/kg TS		berechnet	(n. b.*)	(n. b.*)
PCB 118	mg/kg TS	0,01	DIN EN 15308	< 0,01	< 0,01
Summe 7 PCB	mg/kg TS		berechnet	(n. b.*)	(n. b.*)

Bestimmung aus dem Königswasseraufschluss

Arsen	mg/kg TS	0,8	DIN EN ISO 17294-2	19,0	9,1
Blei	mg/kg TS	2	DIN EN ISO 17294-2	37	44
Cadmium	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2	0,3	0,2
Chrom	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2	29	23
Kupfer	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2	30	25
Nickel	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2	44	33
Quecksilber	mg/kg TS	0,06	DIN EN 1483	0,07	0,07
Thallium	mg/kg TS	0,2	DIN EN ISO 17294-2	< 0,2	< 0,2
Zink	mg/kg TS	1	DIN EN ISO 17294-2	94	95

Bestimmung aus dem Eluat

pH-Wert	ohne	1	DIN 38404-C5	8,0	7,9
el. Leitfähigkeit (25 °C)	µS/cm	1	DIN EN 27888	102	103
Gesamtgehalt an gelösten Feststoffen	mg/l	50	DIN EN 15216/DIN 38409-H1	89	74
Chlorid	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1	< 1	< 1
Sulfat	mg/l	1	DIN EN ISO 10304-1	3	2
Fluorid	mg/l	2	DIN EN ISO 10304-1	< 2	< 2
Cyanid, gesamt	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403	< 0,005	< 0,005
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	0,005	DIN EN ISO 14403	< 0,005	< 0,005
Antimon	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	< 0,001	< 0,001
Arsen	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	< 0,001	0,001
Barium	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	0,007	0,010
Blei	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	< 0,001	< 0,001
Cadmium	mg/l	0,0003	DIN EN ISO 17294-2	< 0,0003	< 0,0003
Chrom gesamt	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	< 0,001	< 0,001
Kupfer	mg/l	0,005	DIN EN ISO 17294-2	< 0,005	< 0,005
Molybdän	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	0,002	0,002
Nickel	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	< 0,001	< 0,001
Quecksilber	mg/l	0,0002	DIN EN 1483	< 0,0002	< 0,0002
Selen	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2	< 0,001	< 0,001
Zink	mg/l	0,01	DIN EN ISO 17294-2	< 0,01	< 0,01
DOC	mg/l	1	DIN EN 1484	1,7	10
Phenolindex (wdf.)	mg/l	0,01	DIN EN ISO 14402	< 0,010	< 0,010

(n. b.*): nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > BG verwendet werden

(n. n.*): nicht nachweisbar

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Labornummer: 013024813
Probenbezeichnung: MP 1

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Probenahme erfolgte durch:	Auftraggeber
Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor:	nein
Separierung / Aussonderung von Stoffgruppen:	nein
Siebrückstand > 40 mm:	nein
Probenteilung / Homogenisierung durch:	fraktionierendes Teilen
Rückstellprobe (= vorbereitete Prüfprobe, Rückstellfrist 12 Monate):	0,4 kg

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) **)**

Nr.	DK 0	DK I, II, III	Rek.	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	x	x	x	Trockenmasse	< 5 mm	nein	nein	15 g
1.01	x	x		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	x	x		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	x			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	nein	nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	x		x	PAK/PCB	< 5 mm	nein	nein	12,5 g
2.03	x			MKW (C ₁₀ - C ₄₀)	< 5 mm	nein	nein	20 g
2.07	x	x		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	nein	20 g
2.08 - 2.14			x	Metalle, Königs-wasseraufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	x	x	x	Eluat	nein / < 40 mm	nein	nein	100 g
1.01/1.02 *)	x	x		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	x	x		AT4	< 10 mm	nein	nein	300 g
1.01/1.02 *)	x	x		GB21	< 10 mm	nein	nein	200 g
1.01/1.02 *)	x	x		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

*) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte

**) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen

***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen

****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter

Probenbegleitprotokoll nach DIN 19747 - Juli 2009 - Anhang A

Labornummer: 013024830
Probenbezeichnung: MP 2

Probenvorbereitung (von der Laborprobe zur Prüfprobe)

Probenahme erfolgte durch:	Auftraggeber
Probenahmeprotokoll (von der Feldprobe zur Laborprobe) liegt vor:	nein
Separierung / Aussonderung von Stoffgruppen:	nein
Siebrückstand > 40 mm:	nein
Probenteilung / Homogenisierung durch:	fraktionierendes Teilen
Rückstellprobe (= vorbereitete Prüfprobe, Rückstellfrist 12 Monate):	0,4 kg

Probenaufarbeitung (von der Prüfprobe zur Messprobe) **)**

Nr.	DK 0	DK I, II, III	Rek.	Parameter	Zerkleinern **)	Trocknen	Feinzerkleinern ***)	Probenmenge
0	x	x	x	Trockenmasse	< 5 mm	nein	nein	15 g
1.01	x	x		Glühverlust	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	10 g
1.02	x	x		TOC	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
2.01	x			BTEX	Originalprobe (Stichprobe)	nein	nein	20 g + 20 ml Methanol
2.02 + 2.04	x		x	PAK/PCB	< 5 mm	nein	nein	12,5 g
2.03	x			MKW (C ₁₀ - C ₄₀)	< 5 mm	nein	nein	20 g
2.07	x	x		Lipophile Stoffe	< 5 mm	Verreiben mit Natriumsulfat	nein	20 g
2.08 - 2.14			x	Metalle, Königs-wasseraufschluss	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	3 g
3.01 - 3.21	x	x	x	Eluat	nein / < 40 mm	nein	nein	100 g
1.01/1.02 *)	x	x		C-elementar	< 5 mm	40 °C	< 150 µm	2 g
1.01/1.02 *)	x	x		AT4	< 10 mm	nein	nein	300 g
1.01/1.02 *)	x	x		GB21	< 10 mm	nein	nein	200 g
1.01/1.02 *)	x	x		Brennwert	< 5 mm	105 °C	< 150 µm	5 g

- *) Zusatzparameter bei Überschreitung der genannten Grenzwerte
 **) Zerkleinern mittels Backenbrecher mit Wolframkarbid-Backen
 ***) Feinzerkleinerung mittels Laborbackenbrecher BB51 mit Wolframkarbid-Backen
 ****) Maximalumfang; gilt nur für die beauftragten Parameter