

Abschlussbericht

zum Forschungsvorhaben

„Tracerversuch in Billerbeck“

Auftraggeber: Stadt Billerbeck
Vertragsdauer: 01.09.2015 – 31.03.2016
Projektleitung: PD Dr. Patricia Göbel
Projektbearbeitung: B.Sc. Jonas van der Weem

Datum: 23.08.2016

Dieser Bericht besteht aus 34 Seiten und 4 Anhängen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	III
Kurzfassung	IV
1. Veranlassung und Aufgabenstellung	2
2. Arbeitsschritte	3
3. Ergebnisse	10
3.1. Uranin-Nachweis	10
3.2. Negativnachweis	12
3.3. Eingabestelle „BILL G 019“	12
4. Bewertung der Ergebnisse	14
5. Fazit und Empfehlungen.....	18
Literaturverzeichnis	19
Anhangsverzeichnis	20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundwasserstandssituation rund um den Ferienpark Baumberge.	5
Abbildung 2: Übersichtskarte mit allen Eingabe- und Beobachtungsstellen, Grundwassermessstellen zur Klärung der Grundwasserstandssituation rund um das Feriendorf sowie Grundwassergleichen von Februar 2016 [HAASE, 2016]..	7
Abbildung 3: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Grundwassermessstelle "BILL G 017".	10
Abbildung 4: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Berkelquelltopf "B XVI".	11
Abbildung 5: Uraninkonzentration mit der Zeit in der Eingabestelle Grundwassermessstelle „BILL G 019“.	13
Abbildung 6: Übersichtskarte der Grenzen des unterirdischen und oberirdischen Einzugsgebietes der Berkelquelle.	17
Abbildung 7: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Grundwassermessstelle "BILL B Bo".	25
Abbildung 8: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Grundwassermessstelle "BILL M 010".	25
Abbildung 9: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Grundwassermessstelle "BILL M 012".	26
Abbildung 10: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Grundwassermessstelle "BILL G 014".	26
Abbildung 11: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Grundwassermessstelle "BILL M 020".	27
Abbildung 12: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle "B II" (Ludgerusbrunnen).....	27
Abbildung 13: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle "B XVII" (Haulingbachquelle/Gräfte am Richthof).	28
Abbildung 14: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle "E VI" (Bombecker Aaquelle). 28	
Abbildung 15: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle "E VIII" (Landwehrbachquelle bei Isenberg).....	29
Abbildung 16: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle "E XXII" (Steinfurter Aaquelle bei Boeving).....	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Probennahmeplan in Anlehnung an KÄSS [2004].	3
Tabelle 2:	Grundwasserstandssituation rund um den Ferienpark Baumberge.	6
Tabelle 3:	Anzahl aller Proben. „AK“ = Aktivkohle; dieses Stichwort steht für die passive Sammelmethode. Frau Dahlmann und Herr Hoferichter bearbeiteten das im Text erwähnte erweiterte Untersuchungsgebiet.	9
Tabelle 4:	Fließwege und -geschwindigkeiten.	15

Kurzfassung

Mit dem Ziel der Eingrenzung des unterirdischen Einzugsgebietes des Berkelquelltopfes in Billerbeck wurde ein hydrogeologischer Tracerversuch unternommen. Das Quellwasser der „Touristenquelle“ der Berkel zeigt hohe Nitratwerte, die vermutlich auf Gülleeintrag auf landwirtschaftliche Flächen im unterirdischen Einzugsgebiet des Berkelquelltopfes zurückzuführen ist. Zukünftig soll die Landwirtschaft im unterirdischen Einzugsgebiet des Berkelquelltopfes zur Reduzierung des Nitratreintrages extensiviert werden.

Zur Grundwassermarkierung wurde 1 kg Uranin eingesetzt und am 02.01.2016 auf dem Billerbecker Berg in die Grundwassermessstelle „BILL G 019“ eingegeben. Die Kalkmergel- und Tonmergelsteine der Baumberge-Schichten stellen hier einen Kluftgrundwasserleiter mit Porenanteil in der Matrix dar. Im Verlaufe von drei (sechseinhalb) Monaten wurden 696 (952) Wasserproben aus Quellen und Grundwassermessstellen gewonnen. Jede Wasserprobe wurde dreifach fluoreszenzspektrometrisch bei einer Anregungswellenlänge von 491 nm und einer Extinktionswellenlänge von 512 nm gemessen. Die gemessene Fluoreszenzintensität wurde nach einer Blindwert- und pH-Wert-Korrektur in eine Uranin-Konzentration umgerechnet.

In der Grundwassermessstelle „BILL G 017“, die etwa 550 m südlich der Eingabestelle liegt, wurden drei, wellenförmig nacheinander auftretende Uranin-Durchgänge jeweils etwa drei, acht und dreizehn Wochen nach Markierungsmittelleingabe festgestellt. Auch im Berkelquelltopf konnte zwischen der achten und neunzehnten Woche in sehr geringen Konzentrationen Uranin nachgewiesen werden.

Damit ist bestätigt, dass die Eingabestelle im unterirdischen Einzugsgebiet des Berkelquelltopfes liegt. Die Grenze des unterirdischen Einzugsgebietes wurde unter Zuhilfenahme von aktuellen Grundwassergleichenplänen definiert.

Im unterirdischen Einzugsgebiet der Berkelquelle werden 85% der Fläche landwirtschaftlich genutzt. Die landwirtschaftliche Nutzung sollte auf den entsprechenden Flächen extensiviert werden, um den Nitratgehalt des Quellwassers der Berkel zukünftig zu reduzieren.

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Vor dem Hintergrund der Zuleitung nährstoffreichen Grundwassers in den Berkelquellteich hat die Stadt Billerbeck die Westfälische Wilhelms-Universität Münster mit der Identifizierung des unterirdischen Einzugsgebietes des Berkelquelltopfs mittels Tracerversuch beauftragt. Als Motivation gilt die zukünftige Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung im unterirdischen Einzugsgebiet des Berkelquelltopfes. Am Institut für Geologie und Paläontologie leitete Frau PD Dr. Patricia Göbel (als ausführende Stelle) die Durchführung und Auswertung des Forschungsvorhabens „Tracerversuch in Billerbeck“. Der zwischen der Stadt Billerbeck und der Westfälische Wilhelms-Universität Münster geschlossene Forschungsvertrag hatte eine Laufzeit vom 01.09.2015 bis 31.03.2016.

Im Wasserrechtlichen Antrag vom 24.11.2015 ist der Stand der Voruntersuchungen und der Planung vor der Eingabe des Tracerversuchs dokumentiert. Dieser Antrag ist gleichzusetzen mit dem „Ersten Zwischenbericht“ laut Forschungsvertrag. In der Mail vom 23.02.2016 wurde im Sinne eines zweiten Zwischenberichtes der Stand der ersten Ergebnisse des Tracerversuchs (1-2 Monate nach Eingabe des Tracers) dokumentiert (Anhang 1). Der vorliegende Abschlussbericht stellt im Folgenden alle Messergebnisse, Durchgangskurven und deren Auswertungen zusammen und gibt im Kapitel „Bewertung der Ergebnisse“ Empfehlungen für die Nutzungseinschränkung zum unterirdischen Einzugsgebiet des Berkelquelltopfs.

2. Arbeitsschritte

Am Samstag den 02.01.2016 (09:25 - 09:45 Uhr) wurde in die Grundwassermessstelle „BILL G 019“ auf dem Billerbecker Berg östlich von Billerbeck 1 kg Uranin eingegeben. Die Vor- und Nachspülmenge von jeweils 1 m³ Wasser wurde mithilfe der Freiwilligen Feuerwehr Billerbeck ebenfalls in die Grundwassermessstelle eingebracht (Vorspülen: 08:15 Uhr – 09:15 Uhr; Nachspülen: 09:52 – 10:47 Uhr). Die anschließende Probennahme (ab 10:00 Uhr), die für die ersten sieben Tage komplett von der WWU Münster übernommen wurde, verlief nach Plan.

Die aktive Probennahme (in Form von Stichproben) selbst wurden unter Benutzung von tiefenorientierten Schöpfloten an Grundwassermessstellen sowie Schöpfbechern an Quellen – wie im wasserrechtlichen Erlaubnisantrag beschrieben – durchgeführt. Dabei wurde besonderer Wert auf saubere Arbeitsweise gelegt, um mögliche Kreuzkontaminationen zu verhindern. Tabelle 1 zeigt den Probennahmeplan, der als Grundlage zur Planung der Probennahmen diente.

Tabelle 1: Probennahmeplan in Anlehnung an Käss [2004].

Entfernung zur Eingabestelle	Versuchstag				
	Durch WWU Münster			Durch Stadt Billerbeck	
[m]	1. - 2.	3. - 4.	5. - 7.	8. - 21.	22. - 91.
< 1200	2-stündig	4-stündig	6-stündig	1x täglich	3x wöchentlich
> 1200	4-stündig	6-stündig	12-stündig	1x täglich	3x wöchentlich

Geplant – und mit wasserrechtlicher Erlaubnis seitens des Kreises Coesfeld genehmigt – war ein Multitracerversuch: Es sollte nicht nur Uranin an der o.g. Stelle, sondern auch Eosin in die Grundwassermessstelle „BILL M 015“ eingegeben werden. Dadurch ließen sich auch über den südöstlichen Außenbereich Billerbecks (Südberge) detailliertere Aussagen treffen. Am Tag der geplanten Eingabe zeigte eine routinemäßige Überprüfung der Abstiche und damit der Grundwasserhöhen im Bereich der Südberge eine uneindeutige hydrogeologische Situation an: Ein Fließen des Grundwassers von der geplanten Eosin-Eingabestelle „BILL M 015“ nach Nordwesten in Richtung Billerbeck zum Berkelquelltopf konnte nicht sichergestellt werden. Problematische Folgen wären gewesen, dass ein Teil der Eingabemenge oder die gesamte Eingabemenge dem Einzugsgebiet des Wasserwerks Nottuln im Süd-Südosten zugeflossen wären. Des Weiteren wären auch die in Billerbeck vermeintlich geringeren Konzentrationen des Eosins im weiteren Verlauf des Versuches analytisch kaum mehr nachweisbar gewesen. Aufgrund dieser Unsicherheiten wurde zunächst auf die Eingabe des Eosins verzichtet. Aus diesem Grund wurde auch die Beprobung des Beobachtungspunktes

„BILL M 016“ als Beobachtungsstelle für den Eosin-Fließweg aus dem weiteren Probennahmeplan herausgenommen.

Im Laufe der darauffolgenden Tage wurde die Entwicklung der hydrogeologischen Situation an zunächst zwei (Grundwassermessstelle „BILL M 015“ und „Brunnen Holtmann“) und später vier (zusätzlich Grundwassermessstelle „P36“ und „P37“ des Wasserwerkes Nottuln) Messstellen weiter beobachtet, um einen günstigen Zeitpunkt einer späteren Eingabe zu ermitteln. Anhand der drei Grundwassermessstellen ließ sich ein gedachtes Dreieck von Grundwasserhöhenpunkten um den „Brunnen Holtmann“ herum aufspannen; dies gab Aufschluss über die Fließverhältnisse des Grundwassers im Bereich Südberge (Abbildung 2 und Tabelle 2).

Für eine bedenkenlose Eingabe des Eosins ist generell ein eindeutiges und ausreichendes Gefälle der Grundwasseroberfläche von Gut Holtmann in Richtung Billerbeck notwendig. Dies war zur Stichtagsmessung am 11.11.2015 mit einer Grundwasserstandsdifferenz Δh von 3,13 m zwischen „BILL M 015“ und „Brunnen Holtmann“ noch gegeben (grüne Linie in Abbildung 1). Die Situation stellte sich am 02.01.2016 in der Form dar, dass der Grundwasserstand am Gut Holtmann 0,08 m tiefer war, als in „BILL M 015“ (rote Linie in Abbildung 1). Im Verlauf der ersten Januarwoche drehte sich die Situation um, sodass ein Grundwasserfließen von Gut Holtmann in Richtung Billerbeck gegeben war. Mit einer Grundwasserstandsdifferenz von nur 0,03 m am 16.01.2016 ist die Situation zwar eindeutig, das Gefälle der Grundwasseroberfläche aber nicht ausreichend. Die genaue Lage bzw. der genaue Verlauf der unterirdischen Grundwasserscheide im Gebiet „Südberge“ war durch diese punktuellen Messungen nicht eindeutig festzulegen.

Die Grundwasserstände in den genannten Messstellen wurden bis Ende März 2016 fortgeführt. Am 28.04.2016 wurde mündlich vereinbart und per E-Mail am 29.04.2016 von Rainer Hein schriftlich bestätigt, dass von einer Eosin-Eingabe im Rahmen dieses Projektes abgesehen wird. Die Fließverhältnisse ab „BILL M 015“ waren weiterhin uneindeutig und auch eine Eingabe in die morphologisch tiefer gelegene Grundwassermessstelle „BILL M 016“ versprach keinen Erkenntnisgewinn, weil diese Grundwassermessstelle aufgrund ihrer räumlichen Nähe zur Berkelquelle mit großer Wahrscheinlichkeit ohnehin im unterirdischen Einzugsgebiet der Berkelquelle in Billerbeck liegt. Eine Eingabe von Eosin in die Grundwassermessstelle „BILL M 016“ hätte nicht zur Abgrenzung des unterirdischen Einzugsgebietes der Berkelquelle beigetragen, sondern nur die bekannte Fließrichtung des Grundwassers an diesem Punkt bestätigt.

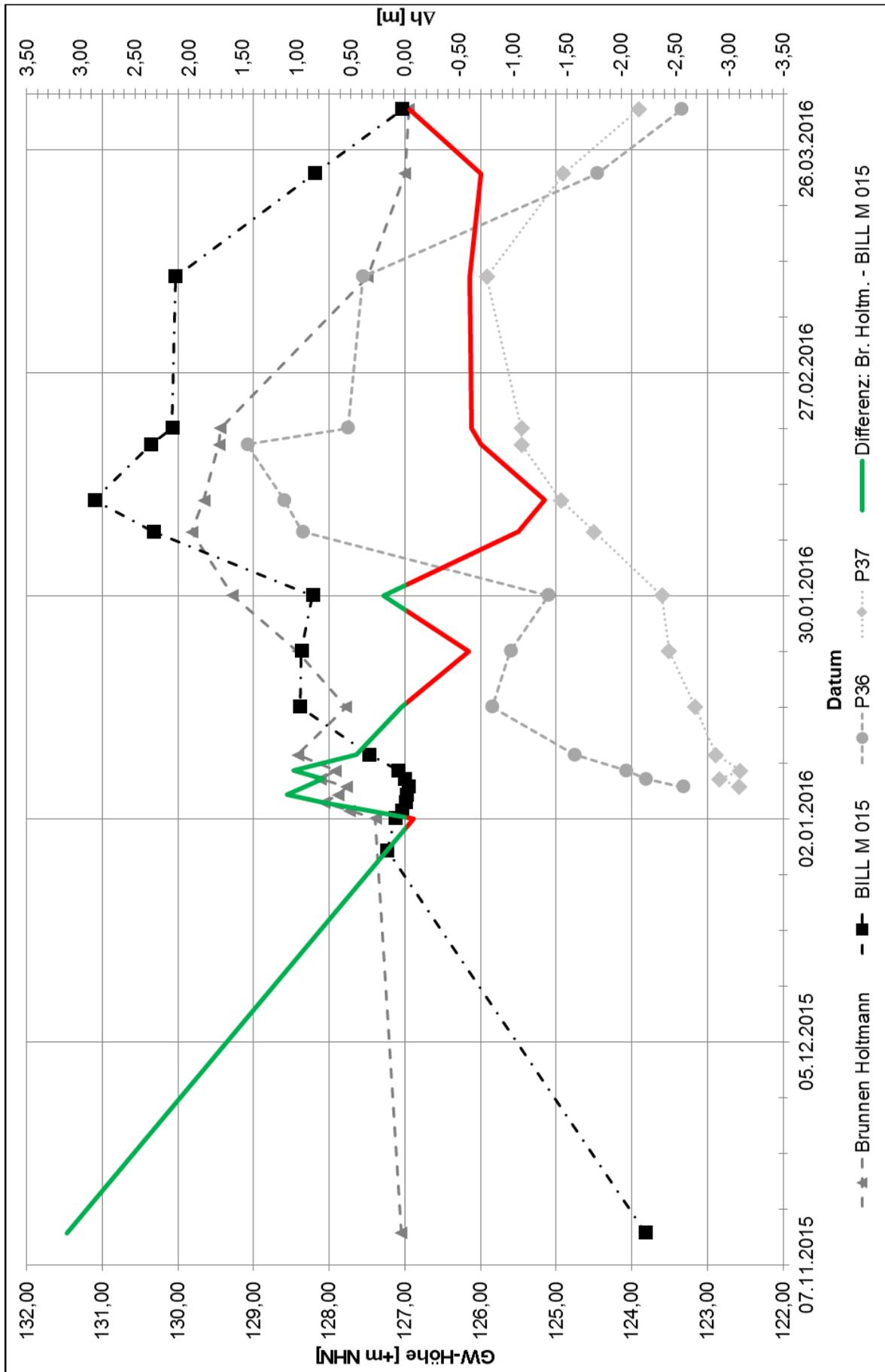


Abbildung 1: Grundwasserstandssituation rund um den Ferienpark Baumberge.

Tabelle 2:

Grundwasserstandssituation rund um den Ferienpark Baumberge.

Datum	Brunnen Holtmann 143,7		BILL M 015 153,04		GWM		P36 163,31		P37 171,45	
	Abstich [m u. MP]	GW-Höhe [+m NHN]	Abstich [m u. MP]	GW-Höhe [+m NHN]	MP-Höhe [+m NHN]	Differenz [m]	Abstich [m u. MP]	GW-Höhe [+m NHN]	Abstich [m u. MP]	GW-Höhe [+m NHN]
11.11.2015	16,75	126,95	29,22	123,82		3,13				
29.12.2015			25,80	127,24						
02.01.2016	16,65	127,05	25,91	127,13		-0,08				
03.01.2016	16,31	127,39	26,00	127,04		0,35				
04.01.2016	15,97	127,73	26,05	126,99		0,74				
05.01.2016	15,63	128,07	26,06	126,98		1,09				
06.01.2016	15,81	127,89	26,09	126,95		0,94	39,98	123,33	48,87	122,58
07.01.2016	15,93	127,77	26,03	127,01		0,76	39,49	123,82	48,61	122,84
08.01.2016	15,58	128,12	25,95	127,09		1,03	39,23	124,08	48,88	122,57
10.01.2016	15,78	127,92	25,57	127,47		0,45	38,55	124,76	48,56	122,89
16.01.2016	15,28	128,42	24,65	128,39		0,03	37,46	125,85	48,29	123,16
23.01.2016	15,92	127,78	24,67	128,37		-0,59	37,70	125,61	47,94	123,51
30.01.2016	15,28	128,42	24,82	128,22		0,20	38,20	125,11	47,85	123,60
07.02.2016	14,42	129,28	22,71	130,33		-1,05	34,95	128,36	46,95	124,50
11.02.2016	13,88	129,82	21,93	131,11		-1,29	34,71	128,60	46,51	124,94
18.02.2016	14,04	129,66	22,68	130,36		-0,70	34,22	129,09	45,99	125,46
20.02.2016	14,24	129,46	22,96	130,08		-0,62	35,55	127,76	45,99	125,46
10.03.2016	14,26	129,44	23,00	130,04		-0,60	35,75	127,56	45,53	125,92
23.03.2016	16,20	127,50	24,84	128,20		-0,70	38,85	124,46	46,54	124,91
31.03.2016	16,70	127,00	26,00	127,04		-0,04	39,96	123,35	47,54	123,91

Durch Fluoreszenzspektrometrie ist es möglich, den Gehalt an Uranin in einer Probe zu bestimmen. Am Messgerät TECAN® „Safire“ wurde für die Uraninbestimmung als Anregungswellenlänge stets 491 nm und als Emissionswellenlänge 512 nm gewählt. Zunächst wurde durch die Messung eine einheitenlose Fluoreszenzintensität ermittelt, die einer Nullwert- und pH-Wert-Korrektur unterzogen wurde. Im Anschluss wurde die Messung und die Auswertung über eine selbst hergestellte Standardreihe mit fünf Standardlösungen mit jeweils bekannten Konzentrationen die Konzentrationen an Uranin in der Probe errechnet. Die ermittelten Uranin-Konzentrationen der einzelnen Proben wurden für jede Beobachtungsstelle einzeln in Konzentration-Zeit-Diagrammen, sogenannten „Tracerdurchgangskurven“, graphisch dargestellt. Die Nachweisgrenze der Methode liegt für Uranin bei 0,47 µg/l. Die Bestimmungsgrenze der Methode liegt für Uranin bei 0,94 µg/l.

Die ursprünglich geplante Dauer der Probennahmeperiode betrug sieben Wochen (02.01.2016 – 19.02.2016, bis zum 49. Versuchstag). Die Probennahmeperiode wurde wegen eines bis dahin nicht registrierten Markierungsmitteldurchbruches bis zum 01.04.2016 (bis zum 91. Versuchstag) verlängert. Nachdem die Probennahmeperiode am 01.04.2016 beendet wurde, führte die WWU aus akademischem Interesse drei weitere flächendeckende Messkampagnen (Mai, Juni, Juli 2016, aktive Probennahme in Form von Stichproben) an jeweils über 30 Beobachtungsstellen in einem erweiterten Untersuchungsgebiet durch. Dabei wurde zusätzlich die Abnahme der Uranin-Konzentration an der Uranin-Eingabestelle „BILL G 019“ auf dem Billerbecker Berg untersucht. Diese Messkampagnen sind Teil der Bachelor-Arbeit von Frau Lisa Dahlmann.

Ebenfalls zusätzlich zum vertraglich vereinbarten Umfang des Projektes setzte die WWU im Rahmen der Bachelor-Arbeit von Herrn Martin Hoferichter die passive Sammelmethode mittels Aktivkohle-Säckchen an Quellen ein. Diese Methode liefert auf der einen Seite nur halbquantitativ auswertbare Daten (also keine Konzentrationen und damit auch keine zusätzlichen Daten für die Tracerdurchgangskurven), auf der anderen Seite lässt diese Methode es jedoch durch Aufkonzentration in den Aktivkohle-Säckchen zu, wesentlich niedrigere Uranin-Konzentrationen im abfließenden Quellwasser nachzuweisen als es mit der oben beschriebenen aktiven Stichproben-Methode möglich wäre. Die Aktivkohle wird in fließendes Quellwasser eingehängt und sorbiert Uranin aus dem vorbeifließenden Wasser, sobald es auch nur in geringen Konzentrationen durchbricht. Die Verweildauer der Aktivkohle-Säckchen in den Quellen betrug jeweils sieben Tage. Im Labor wurde dann Uranin aus der Aktivkohle wieder eluiert und im Anschluss im Eluat fluorezenzspektrometrisch gemessen.

Insgesamt wurden im Rahmen des vertraglich vereinbarten Teil des Projektes 696 Proben entnommen, fluoreszenzspektrometrisch gemessen und ausgewertet. Diese Zahl ist geringer als die ursprünglich vereinbarte, weil nach Herausnahme der „BILL M 016“ aus o.g. Gründen und dem Verlust eines Schöpflotes durch mangelhafte Befestigung an der Schnur am ersten Versuchstag in „BILL M 009“ – wodurch diese Grundwassermessstelle nicht mehr zur Verfügung stand – nur sechs Grundwassermessstellen im Messprogramm verblieben. Zusätzlich wurde im späteren Verlauf der Probennahme (61. bis 91. Versuchstag) drei Beobachtungsstellen („BILL M 020“, „E XXII“ und „B II“) zur Senkung des Arbeitsaufwandes aus dem Messprogramm entfernt.

Mit den Proben aus den Projekten von Frau Lisa Dahmann (115) und Herrn Martin Hoferichter (88 + 53), zum Teil aus einem erweiterten Untersuchungsgebiet, konnten insgesamt 952 Proben in die Auswertung des Tracerversuches einbezogen werden (Tabelle 3).

Tabelle 3: Anzahl aller Proben. „AK“ = Aktivkohle; dieses Stichwort steht für die passive Sammelmethode. Frau Dahmann und Herr Hoferichter bearbeiteten das im Text erwähnte erweiterte Untersuchungsgebiet.

Zählung aller Proben						
	Zeitraum		Dez '15 - Mai '16		Mai '16 - Jul '16	Summe
	Beobachtungsstelle	Nach Vertrag	Hoferichter		Dahmann	
			AK-Proben	Referenzproben		
Ursprüngliches Untersuchungsgebiet	GWM	BILL M 009	0	0	0	0
		BILL M 010	52	0	0	3
		BILL M 012	73	0	0	3
		BILL G 014	54	0	0	3
		BILL M 016	0	0	0	0
		BILL G 017	73	0	0	3
		BILL M 020	66	0	0	3
		BILL B Bo	56	0	0	3
	Quellen	B II	52	0	0	3
		B XVI	54	10	6	3
		B XVII	52	8	4	3
		E VI	56	0	0	3
		E VIII	56	0	0	3
		E XXII	52	0	0	3
		Zwischensumme	696	18	10	36
Erweitertes Untersuchungsgebiet	0	70	43	79		
TOTAL	696	88	53	115	952	

3. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Tracerversuches anhand von Tracerdurchgangskurven dargestellt und beschrieben. Das Kapitel ist untergliedert in Beobachtungsstellen mit positivem Befund (Kapitel 3.1), Beobachtungsstellen mit negativem Befund (Kapitel 3.2) sowie der Eingabestelle (Kapitel 3.3).

3.1. Uranin-Nachweis

Im Laufe des Versuches konnte Uranin in der Grundwassermessstelle „BILL G 017“ nachgewiesen werden (Abbildung 3). Die Beobachtungsstelle liegt etwa 550 m südsüdöstlich der Eingabestelle „BILL G 019“. Es konnten drei wellenartige Tracerdurchgänge deutlich über der Nachweisgrenze beobachtet werden. Die erste Welle hatte ihren Peak in der vierten Versuchswoche Ende Januar 2016 bei mindestens 0,99 $\mu\text{g/L}$ Uranin. Die zweite Welle erreicht mit mindestens 2,65 $\mu\text{g/L}$ Uranin in der neunten Versuchswoche Anfang März 2016 ihren Peak. Die dritte Welle weist Anfang April 2016 einen Peak von mindestens 1,56 $\mu\text{g/L}$ Uranin auf.

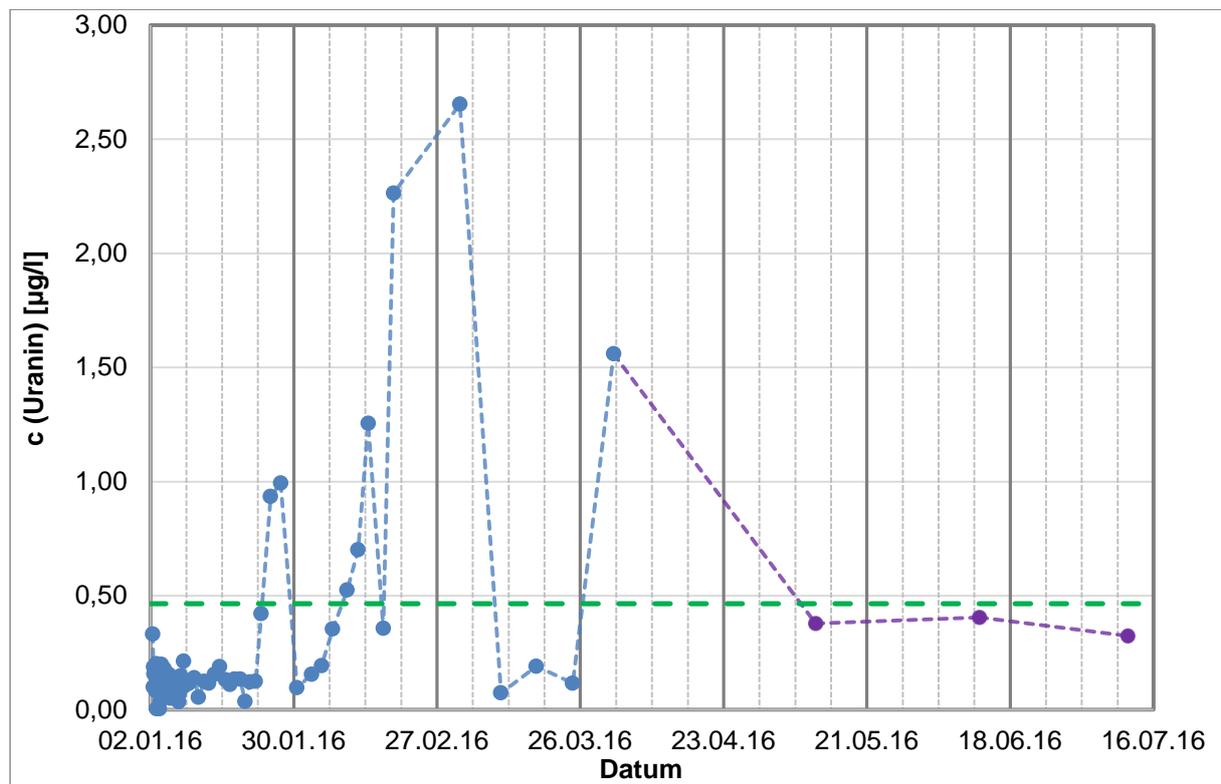


Abbildung 3: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Grundwassermessstelle "BILL G 017". (violette Datenpunkte: Bachelorarbeit von Frau Lisa Dahlmann. Grün gestrichelt: Nachweisgrenze)

Die Uranin-Messwerte der Berkelquelle „B XVI“ (Abbildung 4) lagen bis auf einen Messwert am 19.02.2016 allesamt deutlich unter der Nachweisgrenze. Die Peakhöhe beim Durchbruch betrug mindestens 0,89 $\mu\text{g/L}$. Dieser Durchbruch deckt sich zeitlich mit den Ergebnissen aus

der Bachelor-Arbeit von Herrn Martin Hoferichter: Dort konnten mithilfe der Aktivkohle-Sammelmethode Uranindurchgänge von der achten Versuchswoche (19.02.2016) bis zur 19. Versuchswoche (10.05.2016) festgestellt werden, wie durch die Kästen in Abbildung 4 visualisiert wird. Die relative Intensität der festgestellten Uranindurchgänge war mit der Aktivkohle-Sammelmethode in der achten Versuchswoche am höchsten und sank dann kontinuierlich ab (Abbildung 4).

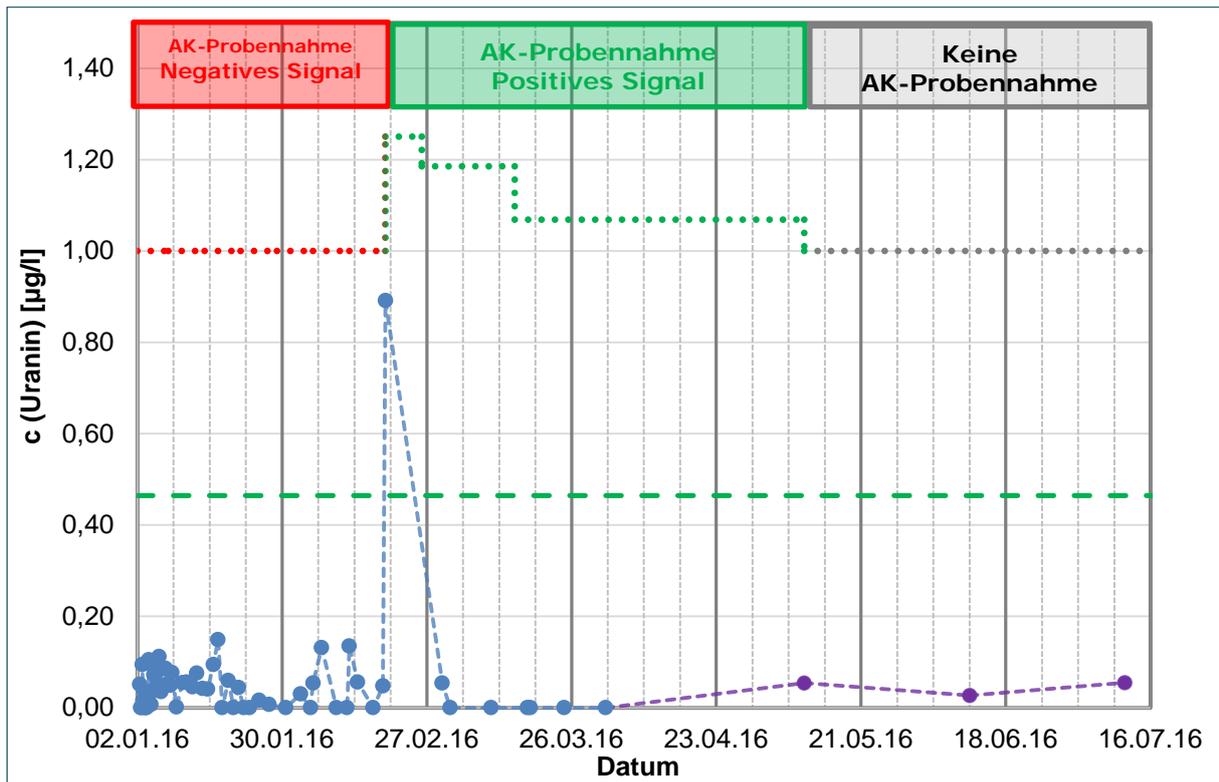


Abbildung 4: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Berkelquelltopf "B XVI".
 (violette Datenpunkte: Bachelorarbeit von Frau Lisa Dahlmann. Grün gestrichelt: Nachweisgrenze.
 Rot, grün und grau gepunktet: Relative Intensität der mittels Aktivkohlemethode festgestellten Uranindurchgänge)

3.2. Negativnachweis

In keiner der weiteren Beobachtungsstellen:

- Grundwassermessstelle „BILL B Bo“ (Abbildung 7)
- Grundwassermessstelle „BILL M 010“ (Abbildung 8)
- Grundwassermessstelle „BILL M 012“ (Abbildung 9)
- Grundwassermessstelle „BILL G 014“ (Abbildung 10)
- Grundwassermessstelle „BILL M 020“ (Abbildung 11)
- Ludgerusbrunnen „B II“ (Abbildung 12)
- Haulingbachquelle/Gräfte am Richthof „B XVII“ (Abbildung 13)
- Bombecker Aaquelle „E VI“ (Abbildung 14)
- Landwehrbachquelle bei Isenberg „E VIII“ (Abbildung 15)
- Steinfurter Aaquelle bei Boeving „E XXII“ (Abbildung 16)

konnte Uranin nachgewiesen werden. Die Datenpunkte liegen stets unter der Nachweisgrenze. Die dazugehörigen Tracerdurchgangskurven finden sich im Anhang. Sporadisch erhöhte Werte sind auf einen hohen Gehalt an Huminstoffen wie Fulvosäuren und Huminsäuren (z.B. an Grundwassermessstelle „BILL M 020“) oder starke Trübung durch Sediment, etwa nach einem Regenereignis oder bei sehr geringem Quellabfluss, zurückzuführen (z.B. an den Quellen „E VI“, „E VIII“ und „E XXII“).

3.3. Eingabestelle „BILL G 019“

Anhand der gemessenen Uranin-Konzentrationen an „BILL G 017“, einem angenommenen Ausbreitungswinkel, einer angenommenen Grundwassermächtigkeit und der bekannten Grundwasserfließgeschwindigkeit wurde Mitte April 2016 die Vermutung angestellt, dass sich noch eine bedeutende Menge Uranin im Bereich der Eingabestelle befinden musste. Aus diesem Grund wurde in den darauffolgenden drei Messkampagnen im Rahmen der Bachelorarbeit von Lisa Dahlmann die Eingabestelle „BILL G 019“ ebenfalls beprobt und anschließend, wie in Kapitel 2 beschrieben, gemessen. Die initiale Uraninkonzentration am Eingabetag ergibt sich rechnerisch aus der Gesamtmasse von 1 kg Uranin, das in 60 L Wasser vorgelöst eingegeben wurde und mit je 1000 L Wasser vor- und nachgespült wurde:

$$\frac{1000 \text{ g}}{(60 \text{ L} + 1000 \text{ L} + 1000 \text{ L})} \approx 0,49 \text{ g/L} = 490.000 \mu\text{g/L}$$

Abbildung 5 zeigt die Uraninkonzentration im Bereich um die Eingabestelle. Unter Berücksichtigung der logarithmischen Skalierung wird deutlich, dass die Uraninkonzentration in der Eingabestelle exponentiell abnimmt. Die initiale Konzentration hat sich stetig weiter verdünnt. Die Messungen im Mai und Juni 2016 zeigten noch deutlich sichtbare

Konzentrationen. In der Juli-Probe war das Uranin nicht mehr mit dem Auge zu erkennen, die Uranin-Konzentration der Probe lag mit 71 $\mu\text{g/l}$ unterhalb der Sichtbarkeitsgrenze von etwa 100 $\mu\text{g/l}$ [SCHUDEL et al., 2002]. Alle gemessenen Konzentrationen lagen deutlich über der Nachweisgrenze von 0,45 $\mu\text{g/l}$.

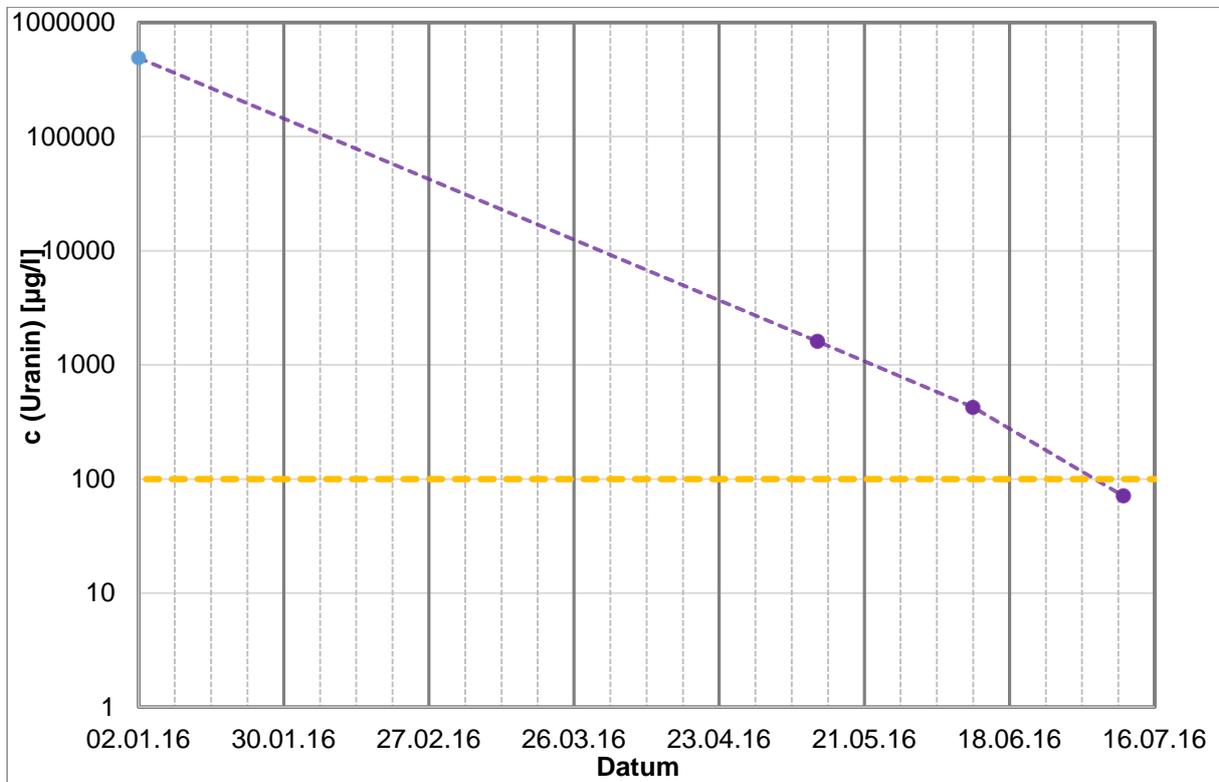


Abbildung 5: Uraninkonzentration mit der Zeit in der Eingabestelle Grundwassermessstelle „BILL G 019“. (Logarithmische Skalierung. Erster Datenpunkt errechnet, alle weiteren entstammen der Bachelorarbeit von Frau Lisa Dahlmann. Gelb gestrichelt: Sichtbarkeitsgrenze des Uranins nach SCHUDEL et al. [2002]).

4. Bewertung der Ergebnisse

Zu den Auswertungen eines Tracerversuches gehört die Beantwortung der Frage, ob zwischen der Eingabe- und entsprechenden Beobachtungsstellen eine hydraulische Verbindung besteht. Dieser Fall ist gegeben, wenn bei einer Beobachtungsstelle das Auftreten von Markierungsmittel nachgewiesen werden kann. Hingegen bedeutet ein ausbleibender Nachweis des Markierungsmittels in einer Beobachtungsstelle nicht zwangsläufig, dass keine hydraulische Verbindung zwischen den beobachteten Punkten besteht [SCHUDEL et al., 2002].

Für den Tracerversuch in Billerbeck konnte nachgewiesen werden, dass die Beobachtungsstellen „BILL G 017“ und „B XVI“ (Berkelquelltopf) in hydraulischem Kontakt mit der Eingabestelle „BILL M 019“ auf dem Billerbecker Berg stehen. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass die Eingabestelle auf dem Billerbecker Berg im unterirdischen Einzugsgebiet des Berkelquelltopfes liegt. Die Tatsache, dass in der Grundwassermessstelle „BILL G 017“ Uranin detektiert wurde, untermauert das Wissen, dass die Hauptkluftrichtung in den Baumberge-Schichten NNW-SSE verläuft [KORTE, 2009]: Die Grundwassermessstelle „BILL G 017“ liegt südsüdöstlich der Uranin-Eingabestelle „BILL G 019“.

Anhand zweier Grundwassergleichenpläne, die auf Basis von Stichtagsmessungen am 10./11. November 2015 und 19./20. Februar 2016 erstellt wurden [HAASE, 2016], und anhand der Ergebnisse des Tracerversuches konnte das unterirdische Einzugsgebiet des Berkelquelltopfes besser definiert werden. Es umfasst eine Fläche von 1,67 km² und ist damit geringfügig kleiner als das oberirdische Einzugsgebiet des Berkelquelltopfes mit 1,85 km². Der Grenzverlauf des unterirdischen und oberirdischen Einzugsgebietes der Berkelquelle kann Abbildung 6 entnommen werden. Ausgehend von der Berkelquelle zieht sich die Grenze des unterirdischen Einzugsgebietes der Berkelquelle in nordöstlicher Richtung den Billerbecker Berg hinauf bis etwa 400 m südlich der Beerlager Straße (L 506). Dort biegt der Grenzverlauf des unterirdischen Einzugsgebietes um und verläuft fortan in südlicher Richtung, knapp östlich an Hof Kortüm vorbei. Der Grenzverlauf kreuzt sowohl den Verlauf der Eisenbahnlinie als auch den der Münsterstraße (L 581). Im weiteren Verlauf biegt die Grenze des unterirdischen Einzugsgebietes in westliche Richtung um und nähert sich vom Bereich „Südberge“ der Berkelquelle. Die Grundwassermessstellen „BILL G 019“, „BILL G 017“ und „BILL M 016“ liegen innerhalb des unterirdischen Einzugsgebietes. Weder die ursprünglich geplante Eosin-Eingabestelle „BILL M 015“ noch das Gelände des ehemaligen Wasserwerks auf dem Billerbecker Berg liegen im unterirdischen Einzugsgebiet der Berkelquelle. Die Grundwassermessstelle „BILL M 012“ liegt leicht außerhalb der Grenze des unterirdischen Einzugsgebietes der Berkelquelle und ist zudem in den Coesfeld-

Schichten verfiltert, sodass sie nicht in hydraulischem Kontakt mit den anderen erwähnten Grundwassermessstellen oder Quellen steht.

Einen weiteren Schritt in der Auswertung der Ergebnisse stellt die Berechnung der maximalen Abstandsgeschwindigkeiten (v_a) dar. Die maximale Abstandsgeschwindigkeit lässt sich bei Tracerversuchen in guter Näherung bestimmen [HÖLTING & COLDEWEY, 2013]. Die maximale Abstandsgeschwindigkeit des Grundwassers betrug auf der 550 m langen Strecke zwischen der Eingabestelle und der Beobachtungsstelle „BILL G 017“ 26,2 m/d. Auf der 1640 m langen Strecke zwischen der Eingabestelle und der Beobachtungsstelle „B XVI“ (Berkelquelltopf) betrug die maximale Abstandsgeschwindigkeit 34,2 m/d (Tabelle 4). In einem vergleichbaren Untersuchungsgebiet (Steuerquellen, südliche Baumberge) wurden bei einem vorhergegangenen hydrogeologischen Tracerversuch weitaus höhere maximale Abstandsgeschwindigkeiten von etwa 90 – 100 m/d ermittelt [GEHRING, 2011]. Dort wurden Verkarstungserscheinungen für die hohen maximalen Abstandsgeschwindigkeiten angegeben [GEHRING, 2011]. Die geringeren maximalen Abstandsgeschwindigkeiten in diesem Tracerversuch lassen darauf schließen, dass es im unterirdischen Einzugsgebiet des Berkelquelltopfes keine Verkarstungserscheinungen gibt.

Tabelle 4: Fließwege und -geschwindigkeiten.

Beobachtungsstelle	Länge l	Zeitdauer Δt	Abstandsgeschwindigkeit v_a	
	[m]	[d]	[m/d]	[m/s]
BILL G 017	550	21	26,2	$3,03 \cdot 10^{-4}$
B XVI	1640	48	34,2	$3,95 \cdot 10^{-4}$

Die aus den im Tracerversuch ermittelten Abstandsgeschwindigkeiten konnte ein über das Versuchsgebiet integrierter k_f -Wert ermittelt nach ZUBER & MOTYKA [1994] werden. Der k_f -Wert beträgt $\sim 3 \cdot 10^{-4}$ m/s und liegt damit im Rahmen der zuvor in der Literatur angegebenen Durchlässigkeitsbeiwerte von 10^{-5} bis $5 \cdot 10^{-4}$ m/s [DÖLLING, 2007].

Die Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle „BILL G 017“ (Abbildung 3) zeigt ein Multippeak-Muster mit drei Spitzen, das im Folgenden interpretiert wird.

Die Baumberge stellen einen Klufftgrundwasserleiter in den Kalkmergelsteinen und Feinsandmergelsteinen der Baumberge-Schichten dar. Hier wäre aufgrund der Doppelporosität mit zwei unterschiedlichen Fließwegen und somit einem Doppelppeak-Muster zu rechnen gewesen: Ein früher und höherer Tracerdurchgang des sich schnell bewegenden Grundwassers in den Kluffthohlräumen und weiteren Trennfugen und einem späteren und geringeren Tracerdurchgang des sich langsamer bewegenden Grundwassers in den Poren Hohlräumen.

Ein Erklärungsansatz für das gemessene Dreifachpeak-Muster sind isolierte Retentionsräume, die episodisch auslaufen und somit ein Multippeak-Muster entstehen lassen. In den Baumberge-Schichten treten vereinzelt dünne Tonmergelsteinlagen auf [DÖLLING, 2007]. Diese „Tonlinsen“ sind, relativ zu ihrem Umfeld, wasserundurchlässig und wirken somit wasserstauend. Wenn die Tonmergelsteinlagen entsprechend der umliegenden Schichten konkav geformt sind, können sie Mulden ausbilden, die als Retentionsräume fungieren.

Alle drei Tracerdurchgänge in der Beobachtungsstelle „BILL G 017“ zeigen eine große Korrelation mit überdurchschnittlichen starken Regenfällen, die etwa 90 Tage vor dem Tracerdurchgang stattgefunden haben. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass sich das Grundwasser in – durch Starkregen gepulsten – Schwüngen durch den Untergrund bewegt. Diese Tatsache stützt die o.g. These der episodisch überlaufenden, isolierten Retentionsräume.

Mit zunehmendem unterirdischem Fließweg steigt das Maß an Diffusion und Dispersion im Grundwasser, das die eingegebene Uranin-Lösung erfährt. Außerdem wird die Uranin-Lösung durch zwischen der Eingabestelle und der jeweiligen Beobachtungsstelle neu gebildetes Grundwasser weiter verdünnt. Somit sinkt die Wahrscheinlichkeit, einen positiven Befund an einer Beobachtungsstelle zu messen sowohl mit der Entfernung zur Eingabestelle als auch mit der verstrichenen Zeit seit der Markierungsmittelleingabe. Aus diesem Grund ist die maximal gemessene Uranin-Konzentration am Berkelquelltopf „B XVI“ niedriger als die maximal gemessene Uranin-Konzentration an der Grundwassermessstelle „BILL G 017“. In Zukunft ist am Berkelquelltopf „B XVI“ nicht mehr mit einem messbaren Uranin-Signal zu rechnen. Der hochkonzentrierte Uranin-Durchgang hat mit der Zeit bereits an Intensität verloren. Auch an der zwischenliegenden Beobachtungsstelle „BILL G 017“ ist aufgrund der stark gesunkenen Uranin-Konzentration im Bereich um die Eingabestelle „BILL G 019“ auf dem Billerbecker Berg in Zukunft nicht mehr mit einem messbaren Uranin-Signal zu rechnen. Die gemessenen Uranin-Konzentrationen der ersten drei Wellen an „BILL G 017“ stellten lediglich Bruchteile der Uranin-Konzentration rund um die Eingabestelle „BILL G 019“ dar. Letztere ist mittlerweile so gering, dass die Verdünnung durch Diffusion, Dispersion und Grundwasserneubildung bis „BILL G 017“ die dortige Uranin-Konzentration unter die Nachweisgrenze senken würde.

Es kann festgehalten werden, dass das Markierungsmittel Uranin im Grundwasserkörper in Bewegung gesetzt wurde und sich zunehmend verdünnt. Auch in der Eingabestelle „BILL G 019“ auf dem Billerbecker Berg, wo zunächst Uranin zurückgehalten wurde, würde bei gleichermaßen fortschreitender Verdünnung ab Ende September 2016 kein Uranin mehr nachweisbar sein.

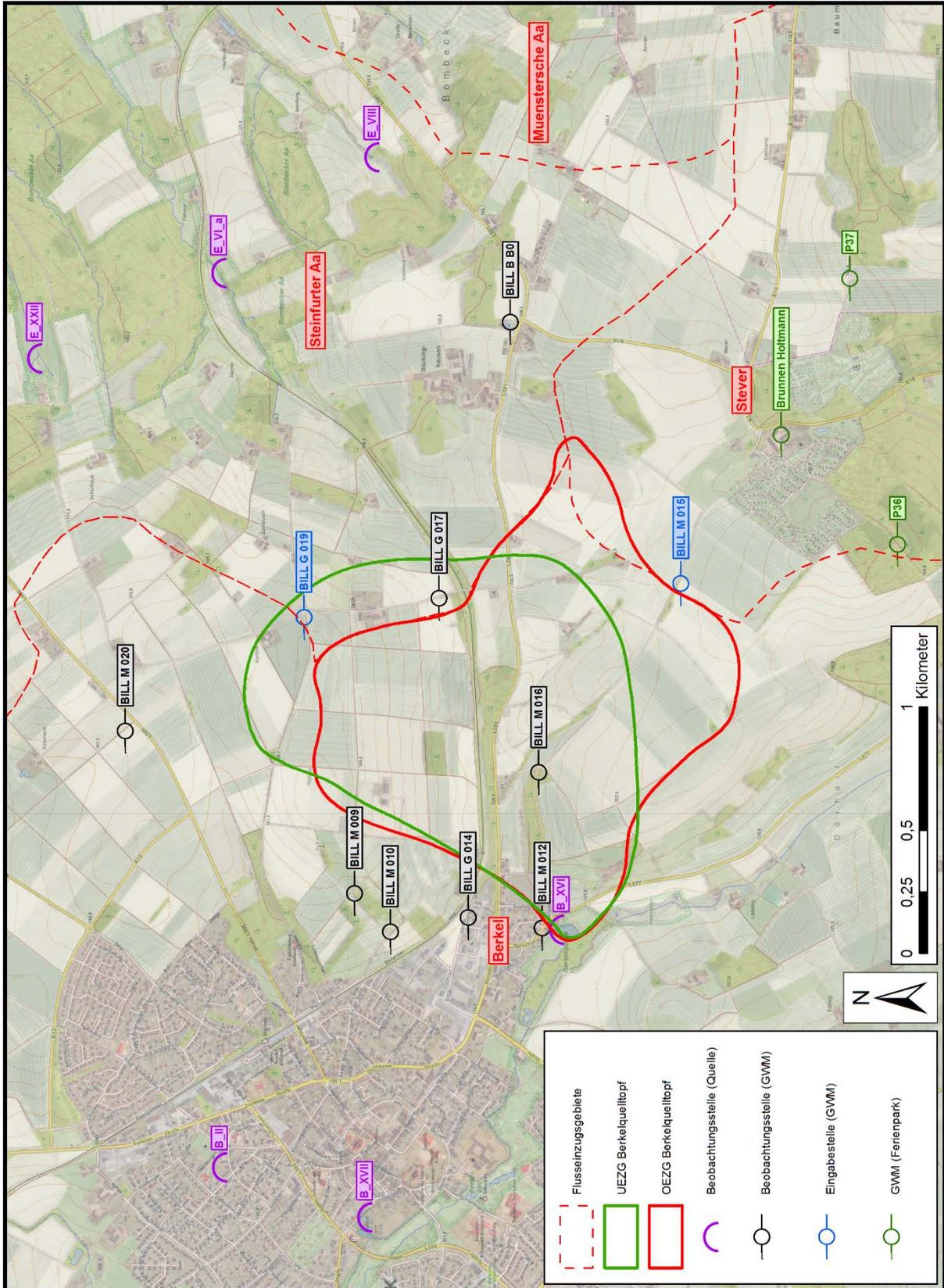


Abbildung 6: Übersichtskarte der Grenzen des unterirdischen und oberirdischen Einzugsgebietes der Berkelquelle.

5. Fazit und Empfehlungen

Es wurde die hydraulische Verbindung zwischen der Eingabestelle „BILL G 019“ auf dem Billerbecker Berg und des Berkelquelltopfes „B XVI“ in Billerbeck nachgewiesen. Unter Zuhilfenahme von Grundwassergleichenplänen konnte das unterirdische Einzugsgebiet der Berkelquelle mit den dazugehörigen Grenzen festgelegt werden.

Vor dem Hintergrund der starken Nitratbelastung im Quellwasser der Berkelquelle und der regelmäßig auftretenden Algenblüte im Berkel-Quellteich fällt auf, dass etwa 85% der Fläche des unterirdischen Einzugsgebietes der Berkelquelle durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt sind. Untersuchungen der stabilen Isotope von Stickstoff und Schwefel sowie des gelösten anorganischen Kohlenstoffes im Quellwasser der Berkel lassen auf Gülle als Ursache für hohe Nitratwerte schließen [RÖMER, 2014].

Es ist zu empfehlen, den Auftrag von Gülle auf die landwirtschaftlichen Flächen im unterirdischen Einzugsgebiet der Berkelquelle zu reduzieren, um die Nitratbelastung des Berkelquellwassers und damit die Wahrscheinlichkeit der Algenblüte zu senken.

Münster, den 23.08.2016



PD Dr. Patricia Göbel



B.Sc. Jonas van der Weem

Literaturverzeichnis

- DÖLLING, B. (2007): Erläuterungen zu Blatt 4010 Nottuln. *In*: Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1:25 000. 140 S., 7 Abb., 14 Tab., 3 Taf.; Krefeld (Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen). - [ISBN 978-3-86029-046-0]
- GEHRING, A. (2011): Beurteilung der Fließvorgänge im Grundwasserleiter der Baumberge mittels eines Markierungsversuches (Kreis Coesfeld, NRW). 169 S., 54 Abb., 5 Tab., 2 Anh.; Münster. [Unveröff. Diplomarbeit]
- HAASE, J. (2016): Numerische Modellierung der Grundwasserströmung in den Baumbergen (Kreis Coesfeld, NRW). [Unveröff. Masterarbeit]
- HÖLTING, B. & COLDEWEY, W.G. (2013): Hydrogeologie: Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. XXXVII + 438 S.; Berlin (Springer Spektrum). - [ISBN 3-8274-2353-8]
- KÄSS, W. (2004): Geohydrologische Markierungstechnik. *In*: Matthes, G. (Hrsg.): Lehrbuch der Hydrogeologie (9). XIV + 557 S., 239 Abb., 43 Tab., 8 Taf.; Berlin (Gebrüder Bornträger). - [ISBN 3-4430-1050-4]
- KORTE, L.F. (2009): Klüftigkeit in den Gesteinen der Baumberge (Kreis Coesfeld, NRW). 51 S., 25 Abb., 15 Tab.; Münster. [Unveröff. Bachelorarbeit]
- RÖMER, M. (2014): Untersuchungen von Stablen Isotopen in Quellwässern und Grundwässern der Baumberge, Münsterland (NW-Deutschland). XIII + 98 S.; Münster. [Unveröff. Masterarbeit]
- SCHUDEL, B. ET AL. (2002): Einsatz künstlicher Tracer in der Hydrogeologie - Praxishilfe. VIII + 75 S., 12 Abb., 15 Tab.; Bern (Bundesamt für Wasser und Geologie BWG). - [ISBN 3-9067-2354-2]
- ZUBER, A. & MOTYKA, J. (1994): Matrix porosity as the most important parameter of fissured rocks for solute transport at large scales. *Journal of Hydrology* 158: 19–46.

Anhangsverzeichnis

- Anhang 1:** Zwischenbericht (Mail vom 23.02.2016)
- Anhang 2:** Schreiben an die Anlieger mit Eigenwasserversorgungsanlagen im Einzugsgebiet des Tracerversuches „Berkelquelle“ vom Dezember 2015
- Anhang 3:** Tracerdurchgangskurven der Beobachtungsstellen ohne Uranin-Nachweis
- Anhang 4:** Zusammenfassende Übersichtskarte

Anhang 1: Mail als Zwischenbericht vom 23.02.2016

Von: Jonas van der Weem j_vand19@uni-muenster.de
Gesendet: Dienstag, 23. Februar 2016 19:18
An: 'Hein, Rainer'
Cc: pgoebel@uni-muenster.de
Betreff: AW: Rückmeldung Tracerversuch
Anlagen: Durchgangskurve_BILL_G_017.png

Niederschlag_Pegel_Baumberge.png

Abstiche_Holtmann_M015_P36_P37.xlsx

Gleichenplan_2016_02_19.pdf;

Beprobungsplan_Eosin_BILL_M_016.png

Übersichtskarte_1_10000_A2.png

Sehr geehrter Herr Hein,

nachdem die ursprünglich geplante, siebenwöchige Beprobungsphase abgeschlossen ist, möchte ich Ihnen hier eine kurze Zusammenfassung und einen Ausblick geben.

Nach drei Wochen haben wir einen ersten Uranin-Peak in der GWM „BILL G 017“ gemessen. Bei einem Abstand zur Eingabestelle von etwa 540 m bedeutet dies eine maximale Abstandsgeschwindigkeit von etwa 25 m/d. Dieser Wert liegt deutlich unter den erwarteten Grundwasserfließgeschwindigkeiten (90-100 m/d). Die weitere Durchgangskurve von Uranin in der genannten Messstelle ist durch zwei weitere Peaks gekennzeichnet, deren maximale Konzentration an Tracerstoff kontinuierlich (im Vergleich zum vorhergehenden Peak) ansteigt. Sie können den Uranin-Durchgang dem Diagramm im Anhang entnehmen. Die erneuten Durchbrüche an Uranin könnten auf Doppel-/Multiporosität des Untergrundes ebenso hindeuten wie auf starke Niederschlagsereignisse, die den Markierungsstoff episodenhaft mobilisieren. Auch Niederschlagsdaten und Pegelstände der Umgebung sind in einem Diagramm im Anhang geplottet.

An keinen weiteren Messstellen wurde ein Uranin-Durchgang festgestellt!

Legt man die o.g. maximale Abstandsgeschwindigkeit von 25 m/d zugrunde und projiziert die räumliche Ausbreitung der Tracer-„Wolke“ in die Zukunft, so ist nach insgesamt (ab 02.01.2016):

- 9 Wochen (Luftlinie) an der Berkelquelle mit Uranin zu rechnen.
- 13 Wochen (weitester Weg über orthogonales Kluftsystem) an der Berkelquelle mit Uranin zu rechnen.
- 8 Wochen (Luftlinie) an der Messstelle „BILL B Bo“ mit Uranin zu rechnen.
- 12 Wochen (weitester Weg über orthogonales Kluftsystem) an der Messstelle „BILL B Bo“ mit Uranin zu rechnen.

Um die Ausgangsfrage nach dem Quelleinzugsgebiet der Berkelquelle weiter aufschlüsseln zu können, ist es nötig, die Beprobung zumindest an ausgewählten Standorten weiterzuführen. Mit gutem Gewissen kann man die Beobachtungspunkte „B II“ (Ludgerusbrunnen), „BILL M 020“ und die Quelle „E XXII“ aus dem Programm entfernen. Die weitere Beprobung sollte mindestens einmal wöchentlich, ggf. zunächst auch noch 2x wöchentlich stattfinden! Ich stehe – mit der bis Ende der Woche krankgeschriebenen –

Vanessa Jungheim in Kontakt, wann und wie oft sie die Beprobung wieder aufnehmen könnte. Sie hatte angedeutet, dass sie durchaus einmal – ungerne häufiger – pro Woche die Schicht übernehmen kann. Ggf. könnten Ihre Kollegen aus der Kläranlage an diesem Donnerstag oder Freitag eine Beprobungsschicht übernehmen?

Die Grundwasserstandssituation rund um das Gut Holtmann gestaltet sich weiterhin ungünstig für die Eingabe des Eosins in „BILL M 015“. Aktuell (Stand Donnerstag, 18.02.2016) ist das Grundwasser im Bereich der GWM „BILL M 015“ immer noch am höchsten. Ein ähnliches Bild zeigt sich im Gleichenplan meines Kommilitonen Jonas Haase, der für sein MA-Projekt am WE eine Stichtagsmessung durchgeführt hat. Beide Dateien finden sich ebenfalls im Anhang.

Ich habe mir am Donnerstag den 18.02. die Abflusssituation im Bereich Münsterstraße angesehen und Wasserproben genommen, um mögliche Wasservorkommen zu typisieren. Der größte Teil des Wassers im „WL 9“ scheint aus der Entwässerung von landw. Flächen zu stammen. Nur knapp 10% des Volumenstromes im betrachteten Bereich sind Grundwasser aus einer für uns neu entdeckten Quelle. Dies wurde festgemacht anhand von Vor-Ort-Parametern wie Temperatur und elektrischer Leitfähigkeit und im Labor per Analyse des HCO₃--Gehaltes. Im Graben/Tal, in dem die Eisenbahnstrecke liegt gibt es östlich der gesperrten Brücke Wasservorkommen in der betonierten Gosse, dieses zeigt Werte, die sowohl für Grundwasser als auch für Oberflächenwasser oder eine Mischung aus beidem sprechen könnten. Keine der Proben – auch nicht die mit Grundwassercharakter – zeigt Uranin-Gehalte. Die gesamte Abflussmenge ist jedoch bei beiden „Verdachtsfällen“ im Vergleich zu den Quellen B_XVI oder E_VIII so gering, dass aus meiner Sicht hier nicht die Gefahr besteht, dass eine große Menge Uranin auf diesem Wege verloren gehen könnte.

Für eine Eosin-Eingabe in die GWM „BILL M 016“ finden Sie im Anhang eine Karte und einen Probennahmeplan (mit lediglich zwei Beobachtungsstellen), die sie für die Änderung des Wasserrechtsantrags verwenden könnten. Wir sollten diese Angelegenheit noch einmal gemeinsam besprechen, wenn Frau Göbel nächste Woche wieder im Institut erreichbar ist.

Für Rückfragen zu dieser Mail und natürlich dem gesamten Projekt stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung!

Mit freundlichen Grüßen
Jonas van der Weem

Anhang 2: Schreiben an die Anlieger mit Eigenwasserversorgungsanlagen im Einzugsgebiet des Tracerversuches „Berkelquelle“ vom Dezember 2015

Abwasserbetrieb der Stadt Billerbeck • Postfach 1361 • 48723 Billerbeck
Billerbeck

Hausadresse: Markt 1 • 48727

An die

Anlieger mit Eigenwasserversorgungsanlagen
im Einzugsgebiet des Markierungsversuches
„Berkelquelle“

Sachbearbeiter: Rainer Hein
Gebäude I: Rathaus Zimmer 3
Durchwahl: 02543/73 - 48
Telefon: 02543/73 - 0 Telefax: 02543/7350
E-Mail: Hein@billerbeck.de
Internet: www.abwasserbetrieb-billerbeck.de

Datum / Zeichen Ihres Schreibens

Mein Schreiben / Zeichen

Datum

81 - he / se

Dezember 2015

Markierungsversuche zur Eingrenzung des unterirdischen Einzugsgebietes der Berkelquelle

Sehr geehrte Damen und Herren,

Sie sind Betreiber einer Eigenwasserversorgungsanlage oberhalb des Einzugsgebietes der Berkelquelle (Touristenquelle). Zur Eingrenzung des unterirdischen Einzugsgebietes der Berkelquelle ist geplant, ab dem 02.01.2016 einen Markierungsversuch mit der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Frau PD Dr. Patricia Göbel, durchzuführen. Der Versuch soll am 19.02.2016 beendet sein.

Im Zuge dieses Markierungsversuches werden Markierungsmittel dem Grundwasserleiter am oberen Rand des Einzugsgebietes zugeführt und die Verbreitung des Markierungsmittels durch Beobachtungsstellen verfolgt. Als Markierungsmittel werden Uranin und Eosin verwendet. Diese werden dem Grundwasserleiter jedoch in starker Verdünnung beigefügt, sodass von einer Beeinträchtigung Ihrer Grundwasserentnahme nicht auszugehen ist.

Die zugefügten Markierungsmittel Uranin und Eosin wurden von einem Arbeitskreis beim Umweltbundesamt als unbedenklich zur Gewässermarkierung eingestuft. Diese Fluoreszenzfarbstoffe sind hinsichtlich Ihrer human- und ökotoxikologischen Bewertung unbedenklich.

Voraussichtlich wird das Markierungsmittel die Sichtbarkeitsgrenze an dem Punkt Ihrer Wasserentnahme unterschreiten und insofern werden Sie den Markierungsversuch nicht mitgekommen. Sollte dies in Ihrem Fall wider Erwarten anders sein, wenden Sie sich bitte an den Unterzeichner.

Markierungsversuche im Grundwasserleiter sind im Rahmen von wissenschaftlichen Untersuchungen zum Schutz des Grundwasserleiters notwendig. Aufgrund der human- und ökotoxikologischen Unbedenklichkeit der verwendeten Markierungsstoffe wird eine Gefährdung ausgeschlossen. Der Markierungsversuch wurde durch die zuständige Wasserbehörde genehmigt.

Mit freundlichen Grüßen

Rainer Hein
Betriebsleiter

Anhang 3: Tracerdurchgangskurven der Beobachtungsstellen ohne Uranin-Nachweis

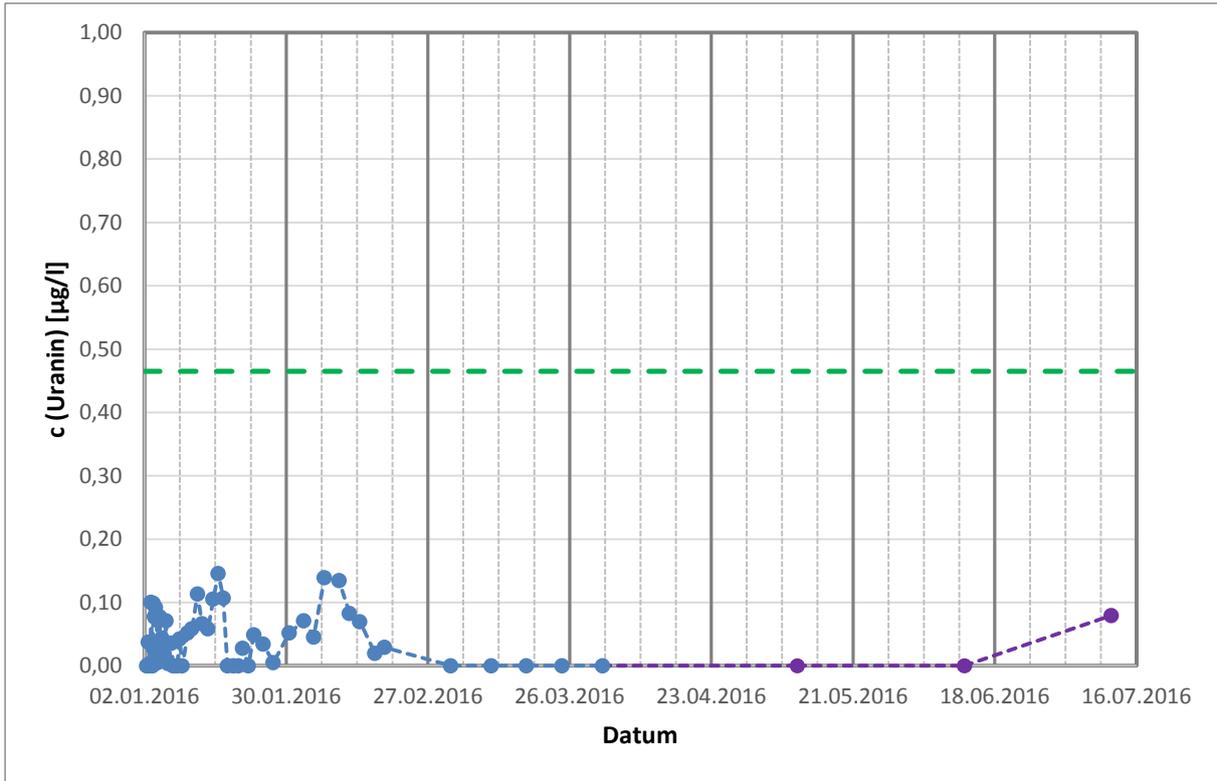


Abbildung 7: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Grundwassermessstelle "BILL B Bo".
(violette Datenpunkte: Bachelorarbeit von Frau Lisa Dahlmann. Grün gestrichelt: Nachweisgrenze)

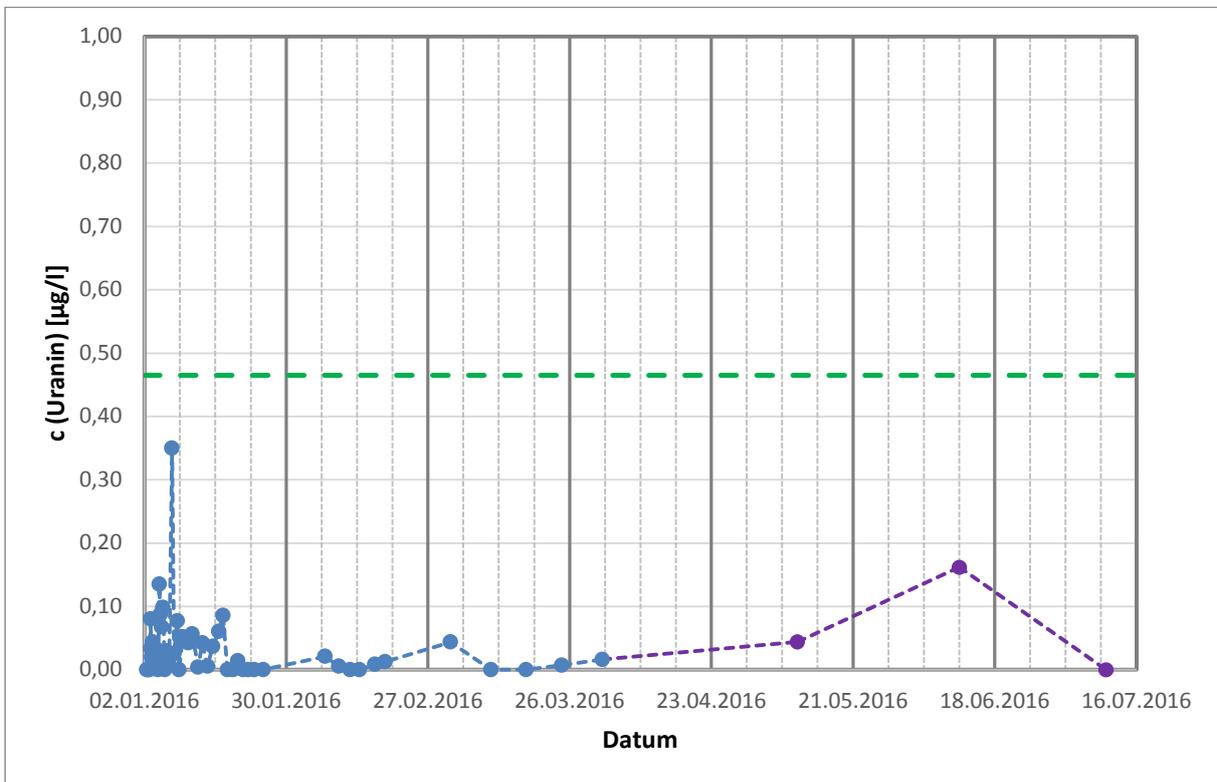


Abbildung 8: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Grundwassermessstelle "BILL M 010".
(violette Datenpunkte: Bachelorarbeit von Frau Lisa Dahlmann. Grün gestrichelt: Nachweisgrenze)

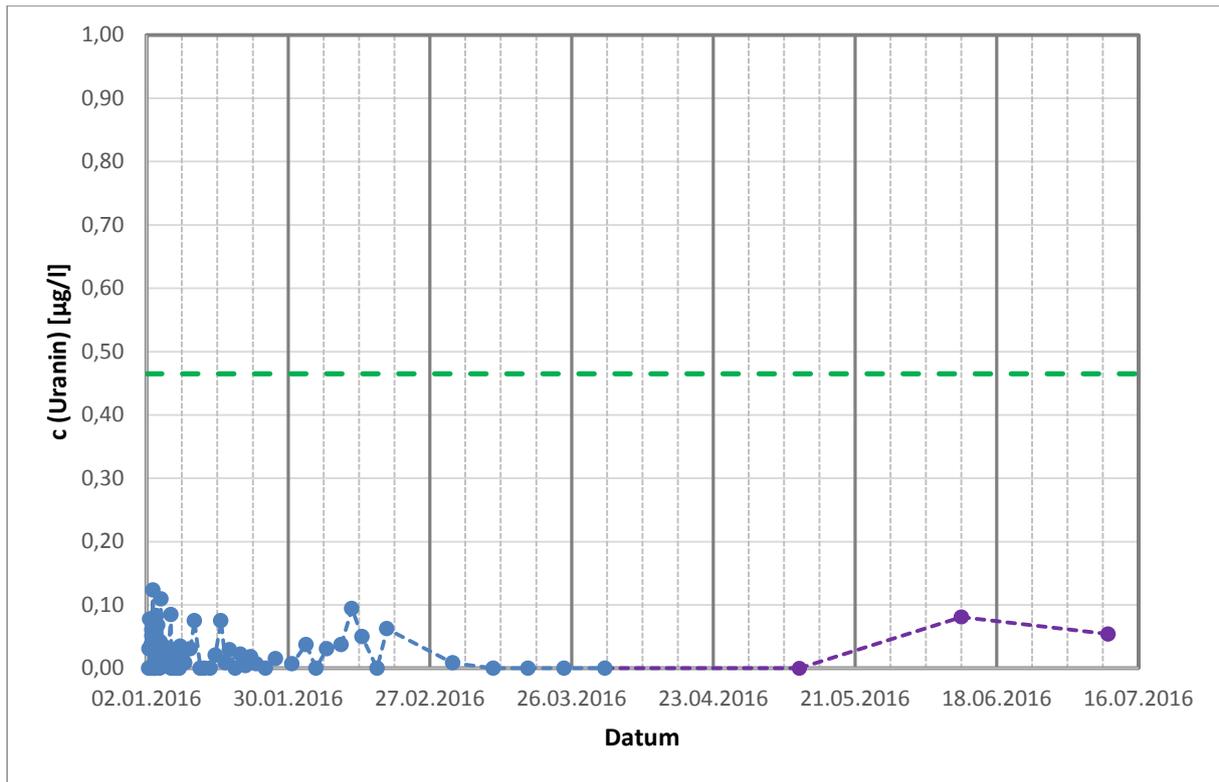


Abbildung 9: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Grundwassermessstelle "BILL M 012". (violette Datenpunkte: Bachelorarbeit von Frau Lisa Dahlmann. Grün gestrichelt: Nachweisgrenze)

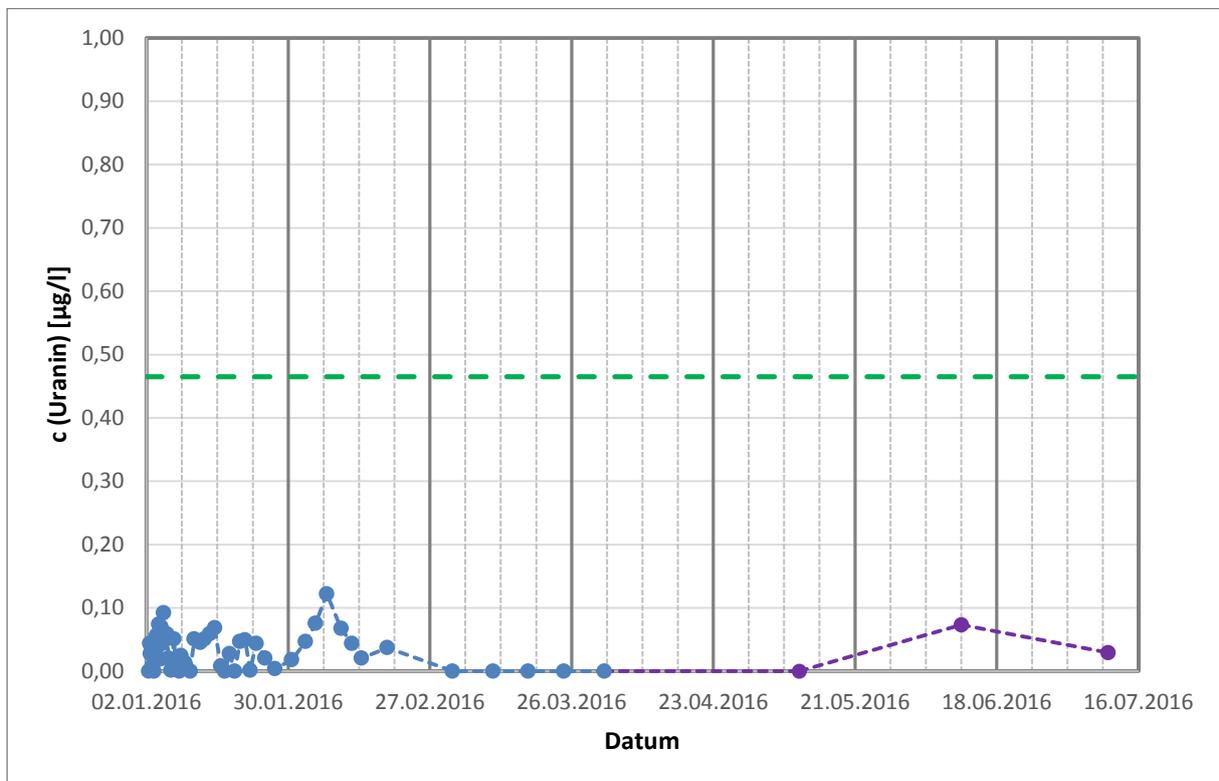


Abbildung 10: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle Grundwassermessstelle "BILL G 014". (violette Datenpunkte: Bachelorarbeit von Frau Lisa Dahlmann. Grün gestrichelt: Nachweisgrenze)

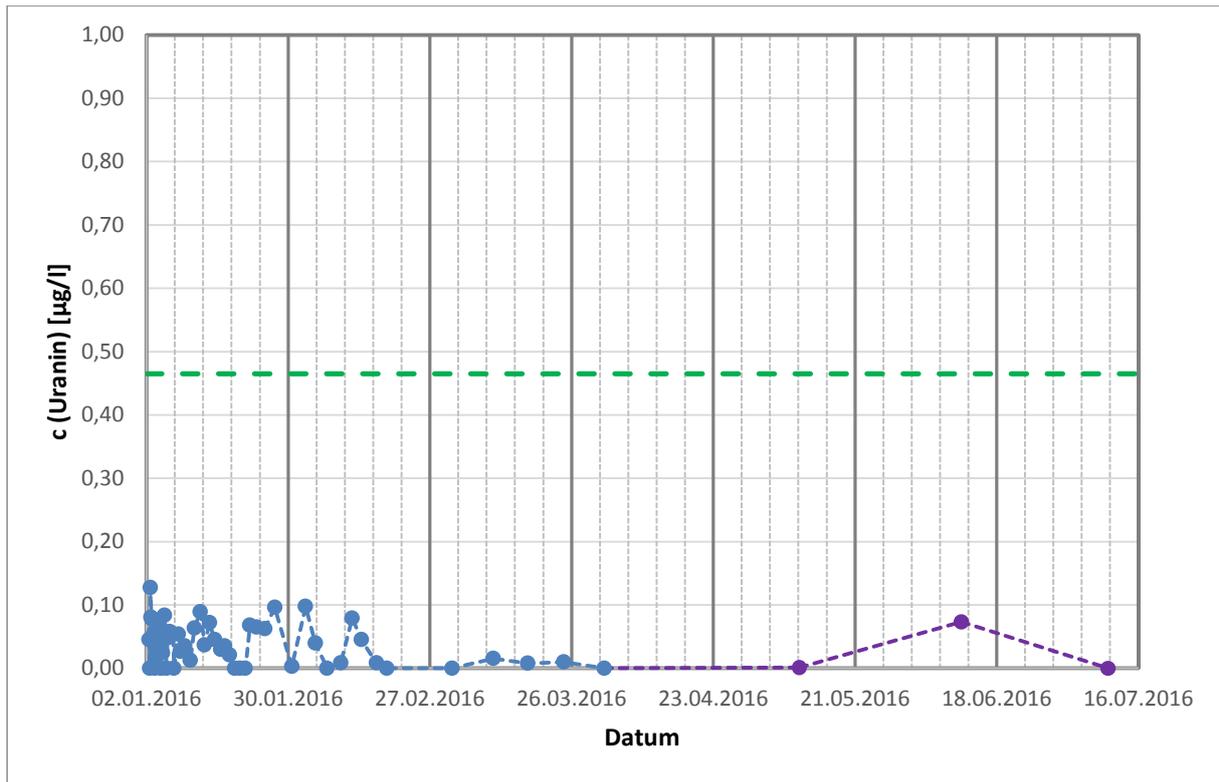


Abbildung 13: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle "B XVII" (Haulingbachquelle/Gräfte am Richthof). (violette Datenpunkte: Bachelorarbeit von Frau Lisa Dahlmann. Grün gestrichelt: Nachweisgrenze)

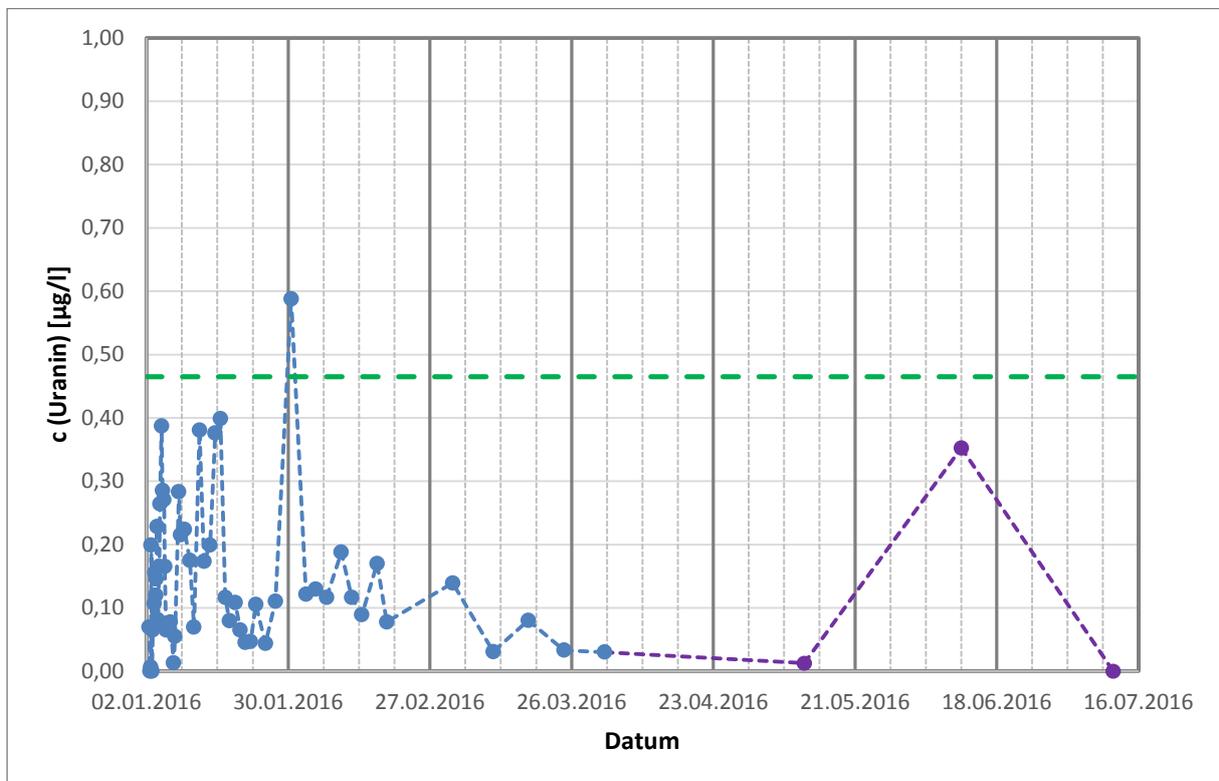


Abbildung 14: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle "E VI" (Bombecker Aaquelle). (violette Datenpunkte: Bachelorarbeit von Frau Lisa Dahlmann. Grün gestrichelt: Nachweisgrenze)

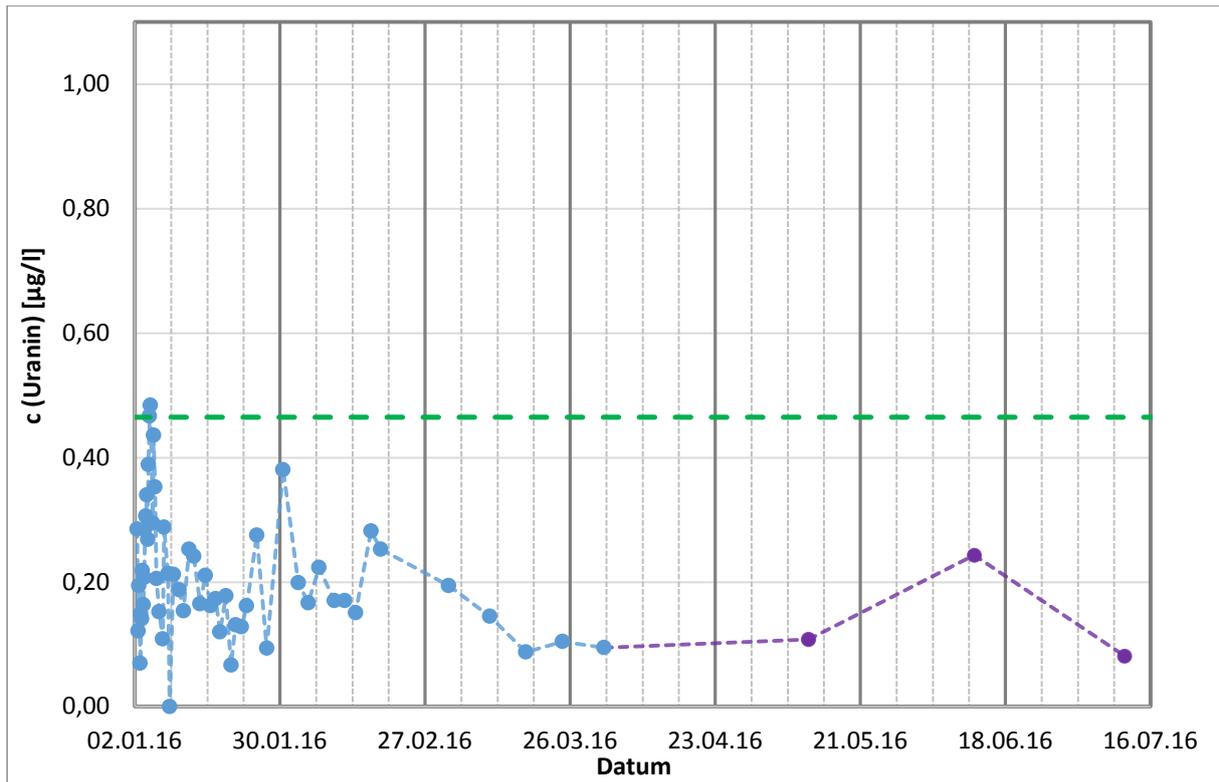


Abbildung 15: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle "E VIII" (Landwehrbachquelle bei Isenberg). (violette Datenpunkte: Bachelorarbeit von Frau Lisa Dahlmann. Grün gestrichelt: Nachweisgrenze)

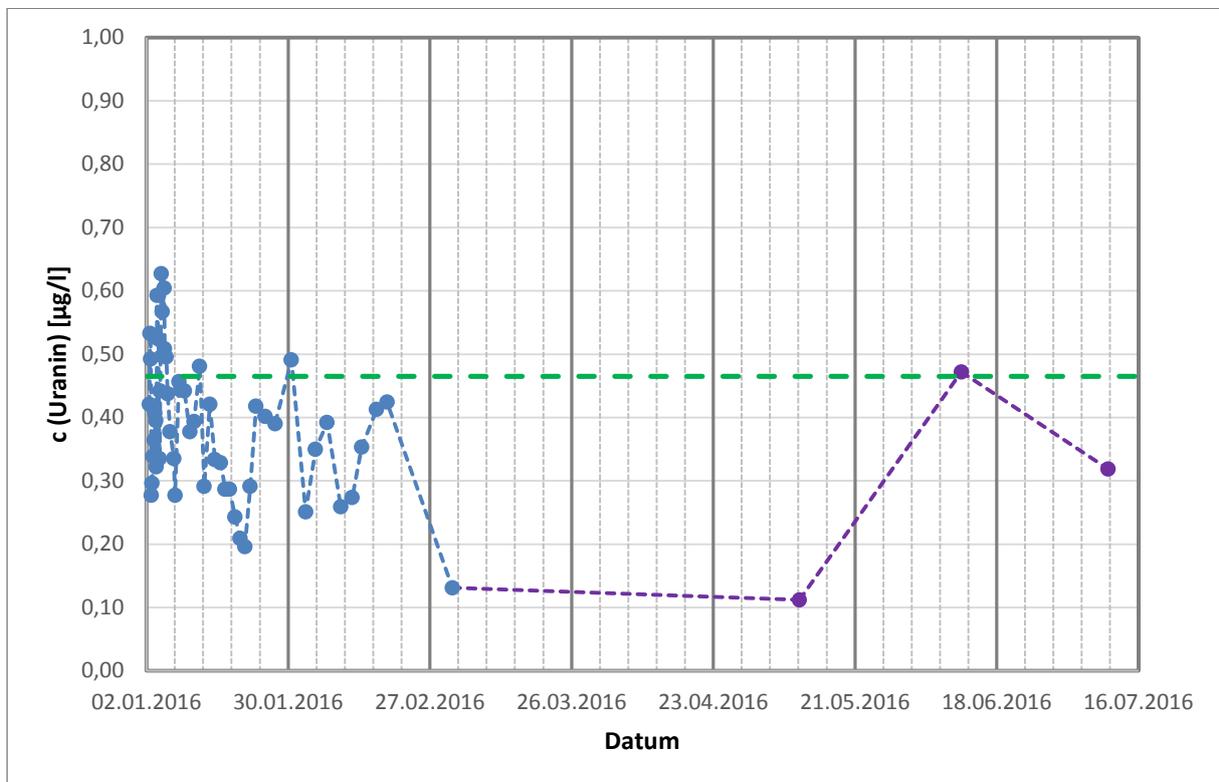


Abbildung 16: Tracerdurchgangskurve der Beobachtungsstelle "E XXII" (Steinfurter Aaquelle bei Boeving). (violette Datenpunkte: Bachelorarbeit von Frau Lisa Dahlmann. Grün gestrichelt: Nachweisgrenze)

