
Zwischenbericht Naphtha-Schaden am Wendepunkt WP6

Basell Polyolefine GmbH

19. Juni 2015

Bearbeitung

Titel Zwischenbericht Naphtha-Schaden am Wendepunkt WP6
Auftraggeber Basell Polyolefine GmbH
Projektleiter Dr. Michael Gass
Autor(en) Doreen Mäurer
Projektnummer 2421101
Anzahl der Seiten 22 (ohne Anlagen)
Datum 19. Juni 2015
Unterschrift



Tauw GmbH
Münsters Gäßchen 14
51375 Leverkusen
Telefon +49 21 43 30 10 70 0
Faxnr. +49 21 43 30 10 71 1

Alle Rechte vorbehalten. Veröffentlichungen und Weitergabe an Dritte sind nur in vollständiger, ungekürzter Form zulässig. Veröffentlichung oder Verbreitung von Auszügen, Zusammenfassungen, Wertungen oder sonstigen Bearbeitungen und Umgestaltungen, insbesondere zu Werbezwecken, nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung der Tauw GmbH.



Wir engagieren uns für Umweltschutz und Nachhaltigkeit, darum drucken wir auf FSC zertifiziertem Papier.

Zeichen R001-2421101DOM-V01

Inhaltsverzeichnis

Bearbeitung	3
1 Veranlassung	7
2 Durchgeführte Untersuchungen	7
2.1 Phase	10
2.2 Rammkernsondierungen RKS Boden	10
2.3 Bodenluft	11
2.4 Grundwasser	11
2.5 Grundwassermonitoring	11
2.6 Grundwassermodell	12
3 Ergebnisse	13
3.1 Geologie	13
3.2 Phase	13
3.3 Boden	15
3.3.1 Eintragsort (Grube).....	15
3.3.2 Eingrenzung Naphtha-Schaden	16
3.4 Bodenluft	16
3.5 Grundwasser	17
3.6 Hydraulik	17
4 Auswertung	18
4.1 Auswertung Phase	18
4.2 Auswertung Bodenluft	19
4.3 Auswertung Boden	19
4.4 Auswertung Grundwasser	20
5 Weiteres Untersuchungs- und Monitoringprogramm	21

Anlagen

- 1 Lageplan Untersuchungsgebiet (Luftbild)
- 2 Vertikalprofile Nord – Süd und West - Ost

- 3 Schematische Darstellung der Leitungen im Bereich WP6 im Vertikalprofil West – Ost
- 4 Grundwassergleichenplan vom 12.06.2015
- 5 Darstellung Grundwasseranalysen: Ganglinien für BTEX/TMB
- 6 Darstellung Grundwasseranalysen: Verteilungspläne
- 7 Darstellung Bodenanalytik in Vertikalprofilen
- 8 Darstellung Bodenluftanalytik
- 9 Bohrprofile Rammkernsondierungen
- 10 Schichtenverzeichnisse Rammkernsondierungen
- 11 Schichten- und Ausbauverzeichnisse Grundwassermessstellen WP6-GWM01, WP6-GWM05, WP6-GWM06, WP6-GWM08
- 12 Grundwassergleichen vom 02.04.2014 und 21.10.2014 in Grundwasserbelastungskarte von Dr. Tillmanns & Partner GmbH
- 13 Einzugsgebiete bei Förderung von 100 m³/h an Position des Brunnen 1340 bei Hoch-, Mittel- und Niedrigwasser
- 14 Vorwärtiger Partikeltransport vom Eintragsbereich WP6 bei Förderung von 500 m³/h und 100 m³/h an Position des Brunnen 1340
- 15 Analytik Naphtha-Phase
- 16 Analytik Boden
- 17 Analytik Bodenluft
- 18 Analytik Grundwasser
- 19 Probenahmeprotokolle Grundwasser
- 20 Probenahmeprotokolle Boden
- 21 Empfehlung weitere Untersuchungen westlich der KVB-Bahntrasse

1 Veranlassung

Im Rahmen der regelmäßigen Grundwasserüberwachung an der Rohrtrasse Ost wurde am 23.04.2015 im Bereich des Wendepunktes WP6 in der Grundwassermessstelle GWM1neu aufschwimmende Naphtha-Phase festgestellt. Als möglicher Verursacher wurde die Leitung 7 von der Basell Polyolefine GmbH identifiziert. Die Leitung wurde am 23.04.2015 außer Betrieb genommen und auf der Strecke vom Werk der Basell Polyolefine GmbH komplett gespült (gereinigt). Am 24.04.2015 beauftragte die Basell Polyolefine GmbH die Tauw GmbH mit der Durchführung der Untersuchungen zur Eingrenzung des Naphtha-Schadens.

Nach der Feststellung der Naphtha-Phase wurde unverzüglich mit der Erkundung und Eingrenzung des Naphtha-Schadens im Boden, der Bodenluft und im Grundwasser begonnen. Über die ersten Ergebnisse wurde die zuständige Behörde (Stadt Köln) in Besprechungen vor Ort am 04.05.2015 und 21.05.2015 sowie auf dem Gelände der Basell Polyolefine GmbH am 08.06.2015 informiert.

Bei der Besprechung am 08.06.2015 wurde von der Stadt Köln die Erstellung eines Zwischenberichtes bis zum 19.06.2015 gefordert. Dieser Bericht wird hiermit vorgelegt.

2 Durchgeführte Untersuchungen

Zu Eingrenzung des Naphtha-Schadens wurde die in der folgenden Tabelle aufgeführten Untersuchungen durchgeführt.

Tabelle 2.1 Übersicht der durchgeführten Arbeiten zur Eingrenzung des Eintragsbereiches

Ort	Datum	Tätigkeit	Ausführender
GWMS1Neu	23.04.2015	Messung und Probenahme der Phase	TÜV-Süd
Grundwasser-messstellen		Bohrungen für Kampfmittel	R & S Grundwasser-technik

Ort	Datum	Tätigkeit	Ausführender
Grundwasser- messstellen		Freimessen der Bohransatzpunkte	Fa. Röhl
Grundwasser- messstellen		Freigabe Kampfmittel	
BL1-BL14, GWMS1Neu	30.04.2015	Probenahme Bodenluft über vorhandene „Schnüffelrohre“ entlang der Rohrtrasse Ost	Wagner Umweltgeologie
GWMS1Neu	23.04.2015	Probenahme Phase	Basell Polyolefine GmbH
GWMS1Neu, KBE, Basell1, 276502314, 76502211, 76500317, Br.1340, Br.1330, Br.1310	23.04.2015	Monitoring Grundwasser – wöchentlich	TÜV-Süd
WP6-RKS01, WP6- RKS02, WP6-RKS04, WP6-RKS05	06.05.2015	Probenahme Boden	Tauw Moers
GWMS1Neu, KBE, Basell1, 276502314, 76502211, 76500317, Br.1340, Br.1330, Br.1310	07.05.2015	Monitoring Grundwasser – wöchentlich	TÜV-Süd
RKS01-RKS09	08.05.2015	Probenahme Boden	Wagner Umweltgeologie
WP6-RKS01, WP6- RKS02, WP6-RKS04, WP6-RKS05	08.05.2015	Probenahme Bodenluft	Wagner Umweltgeologie
GWMS1Neu, KBE, Basell1, 276502314, 76502211, 76500317, Br.1340, Br.1330, Br.1310	11.05.2015	Monitoring Grundwasser – wöchentlich	TÜV-Süd
GWMS1Neu	12.05.2015	Probenahme Phase	TÜV-Süd
Grube Eintragsort	13.05.2015	Probenahme Boden in der Grube, Probe Naphtha	Tauw GmbH
GWMS1Neu, KBE, Basell1, 276502314,	19.05.2015	Monitoring Grundwasser – wöchentlich	TÜV-Süd

Ort	Datum	Tätigkeit	Ausführender
76502211, 76500317, Br.1340, Br.1330, Br.1310			
Grube Eintragsort	22.05.2015	Probenahme Boden in der Grube, Proben Naphtha 1-5	Tauw GmbH
WP6-GWM01, WP6- GWM05, WP6-GWM06, 15 WP6-GWM08	26.+27.05.20	Probenahme Grundwasser	R & S Grundwasser- technik
GWMS1Neu, KBE, Basell1, 276502314, 76502211, 76500317, Br.1340, Br.1330, Br.1310	27.05.2015	Monitoring Grundwasser – wöchentlich	TÜV-Süd
RKS10-RKS12	29.05.2015	Probenahme Boden	Wagner Umweltgeologie
WP6-GWM01, WP6- GWM05, WP6-GWM06, WP6-GWM08	29.05.2015	Erweiterung regelmäßiges Monitoring Grundwasser	TÜV-Süd
GWMS1Neu, KBE, Basell1, 276502314, 76502211, 76500317, Br.1340, Br.1330, Br.1310	03.06.2015	Monitoring Grundwasser – wöchentlich	TÜV-Süd
GWMS1Neu, KBE, Basell1, 276502314, 76502211, 76500317, WP6-GWM01, WP6- GWM05, WP6-GWM06, WP6-GWM08 Br.1340, Br.1330, Br.1310	10.06.2015	Monitoring Grundwasser – wöchentlich	TÜV-Süd
CP5, CP6, CP1, WP7/III, WP7/10, WP7/11, WP6-GWM01, WP6- GWM05, WP6-GWM06, WP6-GWM08,	12.06.2015	Stichtagsmessung, 14 tägig	TÜV-Süd

Ort	Datum	Tätigkeit	Ausführender
GWMS1Neu, KBE, Basell, 76502624, 276502314, 76502211, 76500317, Br.1340, Br.1330,			
Feuerlöschbrunnen Fa. Alpha	12.06.2015	Probenahme Grundwasser	TÜV-Süd
WP6-GWM01, WP6- GWM05, WP6-GWM06, WP6-GWM08	17.06.2015	Probenahme Bodenluft	Tauw GmbH

GWM Grundwassermessstelle; RKS Rammkernsondierung

Des Weiteren erfolgte am 22.05.2015 zur Auffindung der Leckage die Freilegung der Leitung 7 im Bereich der Grube am Wendepunkt WP6 durch die Basell Polyolefine GmbH unter Beteiligung der Sachverständigen und der Bezirksregierung Köln. In dem Zeitraum vom 04.05. bis 07.05.2015 (19.KW) erfolgte die 1. Befahrung der Leitung 7 mit einem Molch (Messgerät zur Wanddickenbestimmung). Mit dieser Technik konnte die Leckage nicht geortet werden. Am 12.05.2015 wurde die 2. Befahrung der Leitung 7 mit einem „Lecksuch-Molch“ durchgeführt. Hierdurch wurde der Leckageort auf 1,0 m eingegrenzt. Am 22.05.2015 wurde die vorhandene Grube erweitert und die defekte Stelle in der Leitung 7 vollständig freigelegt um die Begutachtung der Stelle durch einen Sachverständigen des TÜV Rheinland zu ermöglichen.

Zur Beurteilung der Grundwassersituation wurde weiterhin ein bestehendes instationäres 3D-Grundwasserströmungsmodells eingesetzt, um in diesem frühen Untersuchungsstadium bereits Hinweise auf die Ausbreitung der im Grundwasser gelösten Schadstoffe in unterschiedlichen Szenarien liefern zu können.

2.1 Phase

Die im Rahmen des regelmäßigen Grundwassermonitorings in der GWMS1Neu festgestellte Naphtha-Phase wurde von Basell am 23.04.2015 und vom TÜV-Süd am 12.05.2015 beprobt (Anlage 15). Die Messung der Phasestärke auf dem Grundwasser betrug am 23.04.2015 ca. 0,71 m und am 12.05.2015 ca. 0,33 m.

2.2 Rammkernsondierungen RKS Boden

Zur Eingrenzung der Schadensausbreitung wurden acht Ansatzpunkte festgelegt und freigegeben. Die Durchführung der Rammkernsondierung mit 50 mm Durchmesser erfolgte am 06.05.2015 durch die Tauw GmbH, Niederlassung Moers an vier Ansatzpunkten RKS1, RKS02,

RKS04 und RKS05 zwischen 3,7 bis ca. 9,5 m Tiefe (Anlage 9+10). Die Probenahme erfolgte je Sondiermeter und bei Schichtwechsel (Anlage 9+10).

Da jedoch an den freigegebenen Ansatzpunkten nicht in allen eine ausreichende Tiefe erreicht wurde, erfolgten am 08.05.2015 durch die Firma Wagner Umweltgeologie an denselben acht Ansatzpunkten Rammkernsondierungen RKS01-RKS08 mit 50 mm Durchmesser bis in ca. 15 m Tiefe (Anlage 9+10).

Zur weiteren Eingrenzung der Ausbreitung wurden am 29.05.2015 mit derselben geotechnischen Ausstattung durch die Firma Wagner Umweltgeologie vier Rammkernsondierungen RKS09-RKS12 (Anlage 9+10). Die Probenahme erfolgte je Sondiermeter und bei Schichtwechsel (Anlage 9+10).

Des Weiteren wurden in der Grube in unmittelbarer Nähe der vermuteten Leckagestelle im Bereich der Ausbaufanschverbindungen der Leitung 7 durch die Tauw GmbH am 13.05.2015 eine Bodenproben (Anlage 20) entnommen. Mit Freilegung der Leckage an der Leitung 7 wurden durch die Tauw GmbH am 22.05.2015 fünf Bodenproben entnommen (Anlage 20).

2.3 Bodenluft

Zur Probenahme der Bodenluft wurden am 30.04.2015 durch die Firma Wagner Umweltgeologie bestehende „Schnüffelrohre“ bis ca. 3 m Tiefe herangezogen (Anlage 8).

Durch die Firma Wagner Umweltgeologie erfolgte am 08.05.2015 an den vier Rammkernsondierungen WP6-RKS01, WP6-RKS02, WP6-RKS04 und WP6-RKS05 die Probenahme der Bodenluft bis ca. 3,7-10,0 m Tiefe (Anlage 8).

2.4 Grundwasser

Zur regelmäßigen Probenahme von Grundwasser wurden am 26. und 27.05.2015 an den Ansatzpunkten der RKS01, RKS05, RKS06 und RKS08 vier neue Grundwassermessstellen bis ca. 13,4 bis 15,1 m Tiefe errichtet (Anlage 11).

2.5 Grundwassermonitoring

Das Grundwassermonitoring erfolgt seit Feststellen der Naphtha-Phase am 23.04.2015 im regelmäßigen wöchentlichen Turnus an den folgenden Grundwassermessstellen: GWMS1Neu, KBE, Basell1, 276502314, 76502211, 76500317, Br.1340, Br.1330, Br.1310.

Seit dem 29.05.2015 erweitern vier neu errichtete Grundwassermessstellen im Bereich WP6 das Grundwassermonitoring (WP6-GWM01, WP6-GWM05, WP6-GWM06, WP6-GWM08).

Westlich der Förderbrunnen der Basell Polyolefine GmbH sollen die Messstellen 76502624 und 1(OL4/1GWM) in das regelmäßig wöchentliche Monitoring einbezogen werden.

Des Weiteren werden auf den südlich angrenzenden Geländen der Fa. Alpha und Fa. Evonik Probenahme an vorhandenen Messstellen hinzugefügt.

Der Untersuchungsumfang umfasst die Parameter BTEX/TMB und Siedebereiche.

2.6 Grundwassermodell

Das Untersuchungsgebiet im Bereich des Wendepunkte WP6 ist Teil eines bestehenden instationären 3D-Grundwasserströmungsmodells der Basell Polyolefine GmbH. Das Modell umfasst eine Gesamtfläche von ca. 90 km². Das Grundwassermodell wurde bereit zur Planung der Grundwassersanierung für den PFC-Schaden eingesetzt und ist in den entsprechenden Wasserrechts-Anträgen für die PFC-Sanierung umfangreich beschrieben.

Die Basis des Modells wird durch die tertiären Tone (TON1 und TON3) gebildet. Der Rhein bildet die östliche Berandung, deren Wirkungsweise (In-/Exfiltration) von der Grundwasserspiegelhöhe und dem Rheinwasserstand abgeleitet werden. Die räumliche Lage der Berandung ist, außer bei extremen Hochwasserereignissen, durch das Flussbett vorgegeben.

Auf der Grundlage von Grundwassergleichenplänen unterschiedlicher hydraulischer Situationen konnte im Süden und Westen entlang einer Linie südlich von Wesseling nach Nordwest über Keldenich, Brühl, Hürth – Kalscheuren eine Modellgrenze mit überwiegendem Zustrom identifiziert werden.

Die nördliche Berandung wird durch eine hydraulische Grenze zwischen den Entnahmebrunnen des Wasserwerkes Hochkirchen der Rheinenergie AG und der BAB A4 gebildet. Die Grenze wurde senkrecht zum Rhein in westlicher Richtung durch die, durch die Wasserentnahme erzeugte, Kulminationslinie bis Hürth – Kalscheuren gelegt.

Das dreidimensionale Finite – Elemente Grundwasserströmungsmodell ist für den Zeitraum von 11/1997 bis 12/2011 kalibriert worden.

Das Grundwassermodell wurde bereit zur Planung der Grundwassersanierung für den PFC-Schaden eingesetzt und ist in den entsprechenden Wasserrechts-Anträgen für die PFC-Sanierung umfangreich beschrieben.

3 Ergebnisse

3.1 Geologie

Das Untersuchungsgebiet liegt ca. 150 m westlich des Godorfer Hafens in der Köln-Bonner Bucht. In diesem rheinnahen Gebiet werden die oberflächennahen Schichten von der Niederterrasse aufgebaut. Es handelt sich hierbei um quartäre Sande mit unterschiedlichen Kiesanteilen oder Kiesen mit wechselnden Sandanteilen. In tieferen Sedimentlagen können Kiesgerölle auftreten, die Durchmesser von mehreren dm erreichen. Untergeordnet können im wasserführenden Gestein schlechter durchlässige, bindige Schichten in Form von Schlufflagen oder Schlufflinsen mit Mächtigkeiten im dm-Bereich ausgebildet sein.

Die Mächtigkeit dieser grobklastischen, quartären Sedimente kann zwischen 20-37 m betragen (Abschn. 2.6).

Im Untersuchungsgebiet im Bereich des Wendepunkt WP6 ist der Untergrund bis ca. 2,0-4,0 m Tiefe durch kiesige und sandige Sedimente charakterisiert (Anlage 2). Mit Ausnahme an der RKS01 ist ein zwischen ca. 2,0-8,5 m mächtiger, schluffiger Horizont ausgebildet. Dieser wird bis ca. 15,0 m Tiefe von grobklastischen Sedimenten unterlagert.

Tabelle 3.1 Schematische Übersicht der im Untersuchungsraum verbreiteten Lithologie

Tiefe bis [m NN]	Lithologische Beschreibung	Bemerkung
1,0 – 1,2	Vorschachten	Leerrohr für Messung Kampfmittelfreigabe
2,0 – 4,0	Auffüllung, Sand, Kies	
1,2 – 8,5	Schluff	
3,0 – 12,0	Kies, grobsandig	

3.2 Phase

Die Analysen der Naphtha-Phase sind in Anlage 15 dokumentiert.

Aufgrund der geringeren Dichte bei 15 °C der Naphtha-Phase von ca. 675 kg/m³ im Vergleich zu Wasser schwimmt die Phase auf der Grundwasseroberfläche, so dass die Entwicklung der Phasenstärke stark von der Dynamik der Grundwasseroberfläche abhängig ist. Mit sinkendem Grundwasserstand vergrößert sich die Phasenstärke und bei steigendem Grundwasserstand verringert sich auch die Phasenstärke (Tabelle 3.2).

Im April 2015 wurde in der GWMS1Neu mit 0,71 m die höchste Phasenstärke festgestellt (Tabelle 3.2). Mit steigendem Grundwasserstand wurde am 12.05.2015 eine verringerte Phasenstärke von 0,33 m gemessen. Aufgrund der seitdem sinkenden Wasserstände ist bis Juni 2015 eine Vergrößerung der Phasenstärke bis auf ca. 0,42 m in der GWMS1Neu und der neuen Grundwassermessstelle WP6-GWM01 auf ca. 0,50 m zu beobachten (Tabelle 3.2).

Tabelle 3.2 Übersicht der Naphtha-Phasenstärke [m]

Messstelle	Datum	Grundwasserstand Abstich in		Naphtha-Phasenstärke [m]
		in Messstelle [m NN]	Messstelle [m]	
GWMS1Neu	23.04.2015	40,47	9,70	0,71
	12.05.2015	41,73	8,45	0,33
	19.05.2015	41,43	8,75	0,37
	27.05.2015	41,16	9,02	0,43
	03.06.2015	40,81	9,37	0,56
	12.06.2015	40,76	9,42	0,42
WP6-GWM01	28.05.2015	41,26	8,42	0,01
	10.06.2015	40,65	9,03	0,52
	12.06.2015	40,72	8,96	0,50

Zur Eingrenzung der Phasenausbreitung wurden am 27.05.2015 zwei im Osten des Schadenseintrags befindliche Grundwassermessstellen WP7/10 und WP7/11 gemessen (Anlage 19). Eine Phase wurde nicht festgestellt.

Die aus Leitung 7 freigesetzte Naphtha-Phase setzt sich aus Alkanen (unverzweigte und verzweigte Paraffine), aus aromatischen Kohlenwasserstoffen und Naphthenen, welche insgesamt eher geringe Siedebereiche aufweisen, zusammen (Anlage 15). Durch ein Screening mittels Gaschromatographie und Massenspektrometrie (GC-MS) erfolgte eine qualitative Bestimmung der Verbindungen in der Naphtha-Phase. Diese zeigt 13 leicht- bis mittelflüchtige und untergeordnet mittel- bis schwerflüchtige Einzelverbindungen.

Im Untersuchungsprogramm wurde auf Grundlage der Ergebnisse der Naphtha-Phasen der Umfang der Analytik auf die Bestimmung der monoaromatischen Kohlenwasserstoffe (BTEX/TMB) und die Bestimmung verschiedener (Siedebereiche 0-50°C, 50-150°C, 150-200°C) festgelegt.

In der Naphtha-Phase sind jeweils über 20 g/l Benzol und Toluol, über 2 g/l Ethylbenzol und Xylol bestimmt. Der Siedebereich 0-50°C weist Werte über 450 g/l auf (Anlage 15). Die beiden

weiteren Siedebereiche liegen jeweils über 5 g/l, so dass deutlich erkennbar ist, dass überwiegend Einzelverbindungen mit geringen Siedebereichen auftreten.

3.3 Boden

Die Analysen der Bodenproben sind in Anlage 16 dokumentiert.

3.3.1 Eintragsort (Grube)

Die Analytik der Bodenprobe „Bo-Naphtha“, welche am 13.05.2015 in der Grube ca. 0,5 m oberhalb der Leitungen entnommen wurde, weist einen BTEX/TMB-Wert von 15 mg/kg auf (Anlage 16). Die Ergebnisse der Siedebereiche zeigen im Einzelnen für 0-50°C ca. 13 mg/kg, 50-150°C ca. 52 mg/kg und 150-200°C ca. 2,5 mg/kg.

Während der Freilegung der Ausbaufanschverbindung der Leitung 7 zum Ausbau des defekten Teilstückes wurden am 22.05.2015 Proben auf Höhe der Oberkante der Leitung 7 „Naphtha 1“, auf gleichem Niveau der Leitung 7 „Naphtha 2“ und ca. 0,3 m unterhalb der Leitung 7 „Naphtha 3“. Mit zunehmender Tiefe „Naphtha1-3“ sind zunehmende BTEX-Gehalte von ca. 26 mg/kg auf ca. 936 mg/kg zu beobachten. Gleichzeitig ist für den Gesamtwert der Siedebereiche eine Zunahme in die Tiefe von ca. 117 mg/kg auf 5.930 mg/kg zu beobachten.

Zwei weitere Bodenproben wurden in ca. 1,5 m Entfernung der Ausbaufanschverbindungen auf gleichem Niveau der Leitung 7 nach Norden „Naphtha 4“ und nach Süden „Naphtha 5“. Die Analytik weist sowohl für BTEX als auch für Siedebereiche Werte unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze auf (Anlage 16). Aufgrund organoleptischer Befunde in den Bodenanalysen der Rammkernsondierungen scheint dies nicht realistisch zu sein und lässt nur den Rückschluss auf undichte Probenahmegefäße zu.

Tabelle 3.3 Übersicht Naphtha-Phase im Boden

Bezeichnung	Datum Probenahme	BTEX/TMB [mg/kg]	Siedebereich [mg/kg]	Bemerkungen Probenahme
Bo-Naphtha	13.05.2015	15	67,5	Ca. 0,5 m oberhalb der Leitungen
Naphtha 1	22.05.2015	25,8	116,8	Ca. 0,3 m westlich Oberkante der Lt.7
Naphtha 2	22.05.2015	395	7.300	Ca. 0,3 m westlich auf gleichem Niveau Lt.7
Naphtha 3	22.05.2015	936	5.930	Ca. 0,3 m westlich und ca. 0,3 m unterhalb der Lt.7

n.b. nicht berechenbar, da zur Summenbestimmung nur Werte > Bestimmungsgrenze verwendet werden

3.3.2 Eingrenzung Naphtha-Schaden

Die Darstellung der Verteilung der Bodenanalysen erfolgt anhand der zwei Nord-Süd und dem West-Ost verlaufenden Schichtprofile (Anlage 7).

BTEX

Die BTEX-Gehalte liegen bis ca. 7,0 m Tiefe zwischen maximal ca. 10 mg/kg bis unterhalb der Bestimmungsgrenze. Unterhalb von ca. 7,0 bis 12,0 m Tiefe werden BTEX-Gehalte zwischen ca. 22 bis 601 mg/kg gemessen (RKS12, RKS11, RKS09, RKS02, RKS03).

Die Analytik ist in den Prüfberichten der Anlage 16 angefügt.

Siedebereiche

Da die Siedebereiche die BTEX-Werte mit einschließen, stellt sich eine vergleichbare Verteilung zu den BTEX-Verteilung dar.

Die Gesamtsiedebereiche liegen bis ca. 7,0 m Tiefe zwischen maximal ca. 100 mg/kg bis unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,5 mg/kg. Unterhalb von ca. 7,0 bis 12,0 m Tiefe werden Gesamtsiedebereiche zwischen ca. 190 bis 2.400 mg/kg gemessen (RKS12, RKS11, RKS09, RKS02, RKS03). Ebenso wie die höchsten BTEX-Gehalte mit ca. 601 mg/kg sind die höchsten Gesamtsiedebereiche mit ca. 12.240 mg/kg (RKS03) in ca. 7,0 bis 8,0 m Tiefe zu beobachten.

Der höchsten Anteil der drei Gesamtsiedebereiche (0-50°C, 50-150°C, 150-200°C) liegt in der Bodenanalytik im Bereich der mittelflüchtigen Verbindungen (50-150°C). Im Vergleich zur Wasseranalytik weisen die leichtflüchtigen Verbindungen (0-50°C) im Boden geringere Werte als die mittelflüchtigen Verbindungen (50-150°C) auf.

Kohlenwasserstoffe

Die Analytik der Kohlenwasserstoffe C10-C40 liegt überwiegend unterhalb der Bestimmungsgrenze von 40 mg/kg. Ausnahmen stellen hier die Bodenanalysen der RKS03 in 6,0-10,0 m Tiefe und der RKS04 in 5,0 bis 12,0 m Tiefe mit Werten zwischen 59 bis 2.600 mg/kg dar. Anhand des GC-MS-Screenings der Naphtha-Phasen ist über die mittel- bis schwerflüchtigen Verbindungen ein Zusammenhang zu einem stark biologisch gealtertem Mitteldestillat herzustellen.

3.4 Bodenluft

Die Analysen der Bodenluft sind in Anlage 17 dokumentiert.

Die erste Probenahme der Bodenluft am 30.04.2015 an bestehenden „Schnüffelrohren“ BL1-BL14 lässt keine Auffälligkeiten eines Schadstoffeintrags erkennen (Anlage 8). Die BTEX/TMB-Gehalte liegen zwischen 0,032-2,660 mg/m³. Der höchste BTEX/TMB-Wert mit 725 mg/m³ wurde in der GWM1Neu, welche den gesamten Bereich der ungesättigten Zone erschließt, bestimmt.

Am 08.05.2015 wird bei der Bodenluftprobenahme aus vorhandenen RKS der höchste BTEX/TMB-Wert mit 4.203 mg/m³ in der RKS02, welche sich ca. 10 m nördlich der GWMS1Neu befindet, gemessen. Die BTEX/TMB-Gehalte nehmen nach Norden in der ca. 10 m entfernten RKS01 bis auf ca. 1.243 mg/m³ und nach Süden in der ca. 50 m entfernten RKS05 bis auf ca. 4,8 mg/m³ ab. In der RKS04 wird mit 0,3 mg/m³ der geringster Wert gemessen (Anlage 8).

Ebenso wie die höchsten BTEX-Gehalte mit ca. 1.243 mg/m³ sind die höchsten Gesamtsiedebereiche mit ca. 49.000 mg/m³ (RKS01) zu beobachten (Anlage 8).

3.5 Grundwasser

Die Analysen der Naphtha-Phase sind in Anlage 18 dokumentiert.

Am 23.04.2015 wurden in 1340 die ersten Spuren an BTEX angetroffen. Am 05.05.2015 wurden in 1340 ca. 263,5 µg/l BTEX bestimmt. Seitdem erfolgt ein regelmäßige Monitoring im wöchentlichen Turnus an GWMS1Neu, KBE, Basell1 (9), 276502314, 76502211, 76500317, 1340, 1330, 1310. Seit dem 23.05.2015 wird dieses durch die vier neuen GWM (WP6-GWM01, 05, 06, 08) erweitern.

Die Entwicklung der BTEX-Konzentration in einzelnen Grundwassermessstellen und den Brunnen 1340 und 1330 ist seit dem 23.04.2015 in der Anlage 5 dargestellt.

3.6 Hydraulik

Die quartären Sedimente besitzen mit kf-Werten um ca. 1,47E-02 bis 9,3E-03 m/s sehr gute Wasserdurchlässigkeiten (Abschn. 2.6). Der Grundwasserspiegel befindet sich zwischen 8-9 m unter Gelände, so dass die wassererfüllte Mächtigkeit des Grundwasserleiters ca. 24 - 27 m beträgt (Abschn. 3.1).

Die Grundwasserfließrichtung ist in der Umgebung des Untersuchungsgebietes am Wendepunkt WP6 nach West bis Südsüdwest gerichtet. Dieses ist im Grundwassergleichenplan vom 02.04.2014 und 21.10.2014 aus dem Gutachten von Tillmann (Anlage 12) dargestellt. Weiterhin wurde am 12.06.2015 eine Stichtagsmessung der Grundwasserstände durchgeführt. Aus diesen Daten wurde ein Grundwassergleichenplan konstruiert, in dem die Grundwasserfließrichtung ebenfalls nach Südsüdwest ist (Anlage 4). Der hydraulischer Gradient liegt bei etwa 0,002 (Anlage 4).

Im Rahmen der hydrogeologischen Bearbeitung wurde auch das vorhandene instationäre 3D-Grundwasserströmungsmodell eingesetzt, um generelle Informationen über die Hydraulik im Bereich der Eintragsstelle zu erhalten. Als erstes wurde überprüft aus welchen Bereichen dem Förderbrunnen 1340 auf dem Basell-Gelände (Förderleistung von 100 m³/h) bei den häufig

vorkommenden Mittelwassersituationen das Grundwasser zufließt. Das Ergebnis ist in Anlage 13 dokumentiert. Es ist festzustellen, dass für verschiedene Mittelwassersituationen der Eintragsort nicht im Einzugsgebiet des Brunnen 1340 (Förderleistung von 100 m³/h) liegt.

In einer zweiten Simulation wurde mittels Partikel Tracking überprüft, wie sich Wasserteilchen aus dem Eintragsbereich bei Mittelwasser und unterschiedlichen Förderraten des Brunnen 1340 verhalten. Das Ergebnis ist in Anlage 14 dokumentiert. Es ist festzustellen, dass bei einer Förderrate von ca. 500 m³/h (Zustand vor dem Auffinden des Naphtha-Schadens) bei Mittelwasser sich die Wasserteilchen aus dem Eintragsbereich in Richtung der Förderbrunnen 1330 und 1340 bewegen. Bei einer reduzierten Grundwasserförderung im Brunnen 1340 auf 100 m³/h (Zustand nach dem Auffinden des Naphtha-Schadens) bewegen sich die Wasserteilchen aus dem Eintragsbereich in Förderbrunnen der Basell, die weiter im Süden gelegen sind.

4 Auswertung

4.1 Auswertung Phase

Für die Naphtha-Phase ist festzustellen:

- Die Naphtha-Phase besteht aus verzweigten und unverzweigten Alkanen, aromatischen Kohlenwasserstoffen und Naphthenen, welche insgesamt leichtflüchtig sind.
- Die Naphtha-Phase wurde bislang in den Grundwassermessstellen GWMS1neu und WP6-GWM01 festgestellt. Die Mächtigkeit der Phase liegt zwischen 0,33 und 0,71 m und wird vom Grundwasserstand beeinflusst.
- Die Naphtha-Phase ist nach Osten abgegrenzt, da sie bislang in keiner der östlich untersuchten Grundwassermessstellen (WP7/6 und WP7/7 am 23.04.2015; WP7/10 und WP7/11 am 27.05.2015) festgestellt wurde.
- Die Naphtha-Phase ist nach Süden abgegrenzt, da sie bislang in keiner der südlich des Tunnels gelegenen Grundwassermessstellen (WP6-GWM05, WP6-GWM06, WP6-GWM08) festgestellt wurde.
- Es wird vermutet, dass die Phasenausbreitung in Richtung Südost durch den Tunnel der Basell, der teilweise bis zu 1 m in das Grundwasser reicht, behindert wird (siehe Systembild in Anlage 3). Dieses wird durch die Ergebnisse der Bodenanalytik in Verbindung mit der Analytik des Grundwassers begründet.
- Maßnahmen zur Abschöpfung der Naphtha-Phase sind eingeleitet. Seit dem 18.06.2015 wird Naphtha-Phase kontinuierlich aus der Messstelle GWMS1neu abgepumpt und in einem zugelassenen Tank gesammelt.
- Über die Mobilität der Phase kann zur Zeit keine abschließende Aussage getroffen werden.

- Die eingeleitete Phasenabschöpfung wird zeigen ob eine zusammenhängende und mobile Phase im Untergrund vorliegt.

4.2 Auswertung Bodenluft

Für die Bodenluft ist festzustellen:

- Die höchsten Gehalte an BTEX und für den Parameter Siedebereiche in der Bodenluft treten in den Bohrungen RKS1 und RKS2 in der Nähe des unmittelbaren Eintragsortes auf.
- Erhöhte Gehalte an BTEX und für den Parameter Siedebereiche treten ebenfalls in den bis zu 50 m vom Eintragsort entfernten Bohrungen RKS4 und RKS5 auf.
- Die Ausbreitung der Bodenluft wird wahrscheinlich nur unwesentlich durch den Tunnel beeinflusst.
- Erhöhte Gehalte an BTEX und für den Parameter Siedebereiche in der Bodenluft können direkt aus der Naphtha-Phase stammen oder durch das Ausgasen gelöster Bestandteile aus dem Grundwasser bedingt sein.
- Die Gehalte an BTEX und für den Parameter Siedebereiche in der Bodenluft stehen unmittelbar in Kontakt mit der Naphtha-Phase und sind durch die Messung an den Messstelle RKS1 und RKS2 charakterisiert. Hier liegen die BTEX-Gehalte zwischen ca. 1.240 und 4.200 mg/m³ und die Werte für die Siedebereiche zwischen ca. 48.100 mg/m³ und 49.000 mg/m³.
- Die Gehalte an BTEX und für den Parameter Siedebereiche in der Bodenluft in Messstellen RKS4 und RKS6 stammen wahrscheinlich nicht direkt aus der Naphtha-Phase, sondern müssen durch das Ausgasen gelöster Bestandteile aus dem Grundwasser oder Verlagerung innerhalb der ungesättigten Bodenzone bedingt sein.
- Eine Abgrenzung der hohen Schadstoffgehalte ist in Bearbeitung.
- Die Maßnahmen zur Absaugung der Bodenluft sind in Vorbereitung.

4.3 Auswertung Boden

Für den Boden ist festzustellen:

- Die höchsten BTEX-Gehalte treten in den Bohrungen RKS02, 03, 09, 11 und 12 auf, die nördlich des Tunnels gelegen sind. Die BTEX-Gehalte liegen zwischen 58,6 und 601 mg/kg.
- Die höchsten Gehalte für den Parameter Siedebereiche treten ebenfalls in den Bohrungen RKS02, 03, 09, 11 und 12 auf, die nördlich des Tunnels gelegen sind. Die Gehalte für den Parameter Siedebereiche liegen zwischen 1.387 und 12.240 mg/kg.
- Die Bodenproben mit hohen BTEX-Gehalten weisen auch die höchsten Gehalte für den Parameter Siedebereich auf.
- Die höchsten Gehalte für BTEX und den Parameter Siedebereiche sind im Bereich des Grundwasserspiegels zwischen 7 und 12 m unter Geländeoberkante anzutreffen.
- BTEX-Gehalte von 100 – 600 mg/kg deuten auf Naphtha-Phase hin. Ob die Naphtha-Phase zusammenhängend (funikular) oder nicht zusammenhängend (residual) vorkommt kann zur Zeit nicht abschließend beurteilt werden.

- Geringe BTEX-Gehalte (< 10 mg/kg) im Grundwasserschwankungsbereich weisen auf den Kontakt mit belastetem Grundwasser hin.
- Es ist anzunehmen, dass durch die großen Grundwasserschwankungen die Naphtha-Phase über ein größeres Volumen verteilt wird und somit überwiegend in residualer Sättigung vorliegt.
- Die Abgrenzung der Bodenbelastung ist in Richtung Süden und Osten durch die Bohrungen RKS04, 05, 06, und 08 abgeschlossen.
- Die Abgrenzung in Richtung Norden und Westen ist in Bearbeitung.

4.4 Auswertung Grundwasser

Für die Schadstoffverteilung im Grundwasser ist festzustellen:

- Bei der Probenahme am 05.05.2015 wurde im Förderbrunnen 1340 der Basell Polyolefine GmbH ein BTEX-Wert von $263,5$ $\mu\text{g/l}$ BTEX gemessen. Die Gehalte an PAK liegen unter der Bestimmungsgrenze. Die BTEX-Konzentration ist bis zu letzten Beprobung vom 01.06.2015 auf ca. 1.400 $\mu\text{g/l}$ angestiegen.
- In der Grundwassermessstelle Basell1 (ca. 175 m südöstlich des Eintragsbereiches) wurde am 12.05.2015 eine BTEX-Konzentration von 24 $\mu\text{g/l}$ festgestellt. Bei der letzten Beprobung am 10.06.2015 wurde eine BTEX-Konzentration von $88,4$ $\mu\text{g/l}$ festgestellt.
- Die Analysenergebnisse in der Messstelle KBE sind nicht repräsentativ, da die Filterstrecke zwischen $13,17$ und $25,17$ m unter Gelände liegt und somit die Schadstoffe im oberen Teil des Grundwasserleiters nicht erfasst.
- Unmittelbar um den Eintragsort (Messstellen WP6-GWM1, WP6-GWM5, WP6-GWM6, WP6-GWM8) ist festzustellen, dass in einer Entfernung von ca. 10 m vom Eintragsort die BTEX-Werte im Grundwasser bei ca. 16.000 $\mu\text{g/l}$ liegen. In den übrigen Grundwassermessstellen (WP6-GWM05, WP6-GWM06, WP6-GWM08) sind die BTEX-Konzentrationen zwischen $1,5$ und 384 mg/l.
- Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich eine Schadstofffahne vom Eintragsort bis zum Förderbrunnen 1340 der Basell Polyolefine GmbH ausgebildet hat. Der weiter südlich befindliche Förderbrunnen 1330 weist nur Spuren von BTEX ($5,5$ $\mu\text{g/l}$) auf.

Zur generellen Hydraulik ist festzustellen:

- Das Grundwasser am Eintragsort wird maßgeblich von der Grundwasserförderung der Basell Polyolefine GmbH und den wechselnden Wasserständen des Rheins (Entfernung zum Rhein ca. $100 - 150$ m) beeinflusst.
- Die Grundwasserfließrichtung ist stets vom Rhein in Richtung Westen bis Südwesten.
- Die kf-Werte im Bereich des Eintragsortes bis zu dem Brunnen 1340 der Basell Polyolefine GmbH liegen zwischen $1,47\text{E-}02$ und $9,30\text{E-}03$ m/s (kiesiger Grundwasserleiter).

- Bei einer Grundwasserförderung der Basell Polyolefine GmbH in den Brunnen 1340, 1330 und 1320 von ca. 400 – 500 m³/h ist von einer Abstandsgeschwindigkeit von ca. 3 – 5 m/d auszugehen.
- Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters beträgt 24 - 27 m.
- Die natürlichen Grundwasserschwankungen betragen bis zu 8 m (Ergebnisse aus WP9).

Zur aktuellen Hydraulik im Bereich Eintragsort bis Brunnen 1340 (Stand: 12.06.2015) ist festzustellen:

- Seit dem 19.05.2015 sind die Brunnen 1330 und 1320 außer Betrieb und es erfolgt eine Grundwasserförderung über den Brunnen 1340 mit 100 m³/h.
- Vor dem 19.05.2015 muss von einer durchschnittlichen Förderleistung von ca. 450 m³/h aus den 1340, 1330 und 1320 ausgegangen werden.
- Der Grundwassergleichenplan vom 12.06.2015 zeigt, dass eine Grundwasserfließrichtung vom Eintragsort in Richtung des Brunnen 1340 besteht. Es ist keine Aussage bezüglich der Schadstoffverteilung westlich des Brunnens 1340 auf Grundlage des Grundwassergleichenplans möglich.
- Auf Grundlage des Grundwassergleichplans vom 12.06.2015 wurde eine Abstandsgeschwindigkeit von ca. 0,8 – 1,3 m/d berechnet.

Zur ermittelten Hydraulik auf Grundlage des vorhandenen Grundwassermodells ist festzustellen:

- Bei der Simulation mit einer Fördermenge von ca. 400 – 500 m³/h fasst die Brunnengruppe „BAS_Gr6 1320-1340“ bei Mittelwasser die Schadstoffe aus dem Eintragsort vollständig (Anlage 14).
- Bei der Simulation mit einer Fördermenge von ca. 100 m³/h fasst der Brunnen 1340 bei Mittelwasser die Schadstoffe aus dem Eintragsort nur teilweise. Es ist davon auszugehen, dass unter diesen Bedingungen Schadstoffe aus dem Eintragsort über längere Fließwege in weiter südlich gelegene Brunnen der Basell Polyolefine GmbH gelangen.
- Das vorhandene Grundwassermodell wird zur weiteren Planung von Grundwasser-sanierungsmaßnahmen eingesetzt.

5 Weiteres Untersuchungs- und Monitoringprogramm

Hinsichtlich des Schadensfalles sind die nächsten Schritte:

1. Untersuchungsmaßnahmen zur Eingrenzung des Naphtha-Schadens

- Eingrenzung der Ausbreitung des Schadens nach Westen mittels MIP-Sondiertechnik (Membran-Interphase-Probe), Rammkernsondierungen (Boden, Bodenluft) und Grundwassersondierungen (Grundwasser) durch die Fa. Fugro (Anlage 21)
 - Positionierung von 1-2 neuen Grundwassermessstellen westlich der KVB-Bahnstrecke in nordwestlicher Fließrichtung von WP6 nach Durchführung der GeoProbe Untersuchungen (Fa. Fugro)
2. Dokumentation zur Phasenabsaugeinrichtung durch die Firma Züblin
- Art, Funktionsweise und Umfang der Anlage für die Entfernung der aufschwimmenden Kohlenwasserstoffphase
 - Dokumentation zur abgesaugten Kohlenwasserstoffphase an GWMS1Neu
3. Untersuchungsmaßnahmen zur Förderung kontaminierten Grundwassers
- Prüfen, Planen und möglichst zügige Umsetzung einer hydraulischen Sanierung in der Größenordnung von 10-20 m³/h im Bereich der Eintragsstelle am WP6 an einer der neu errichteten Messstellen
 - Prüfen der technischen Machbarkeit, wie Anschlüsse für Zu-/Ableiten über eine Reserveleitung in der Trasse Ost vom Eintragsort zum Basell-Gelände, um höher belastetes Grundwasser vom Schadenszentrum in die Abwasserbehandlungsanlage zu leiten
4. Steigerung der Abreinigungsleistung Grundwasser
- Prüfen Optimierungsmaßnahmen der Leistung der Kläranlage (Zugabe von Nährstoffen/Salzen für Mikroorganismen) durch die Basell Polyolefine GmbH
 - Prüfen der technischen Machbarkeit, wie Anschlüsse für Zu-/Ableiten über eine Reserveleitung in der Trasse Ost vom Eintragsort zum Basell-Gelände, um höher belastetes Grundwasser vom Schadenszentrum in die Abwasserbehandlungsanlage zu leiten
 - Prüfung zur Installation einer Grundwasserreinigungsleistung mit einer Kapazität von 200-500 m³/h
5. Sanierungsmaßnahmen
- Sicherung vor weiterem Abstrom durch Errichtung eines Sanierungsbrunnens
 - Prüfen Sanierungsvarianten

Die Gefährdungsabschätzung der einzelnen Umwelt-Kompartimente – Boden, Bodenluft und Grundwasser – wird im Rahmen der laufenden Detailuntersuchung durchgeführt.

Aussagen über weitergehende und langfristige Sanierungsmaßnahmen sind nach Abschluss der Gefährdungsabschätzung und nach erfolgter Sanierungsuntersuchung möglich.

Anlage

1

Lageplan Untersuchungsgebiet (Luftbild)

Anlage

2

Vertikalprofile Nord – Süd und West - Ost

Anlage

3

Schematische Darstellung der Leitungen im Bereich WP6 im
Vertikalprofil West – Ost

Anlage

4

Grundwassergleichenplan vom 12.06.2015

Anlage

5

Darstellung Grundwasseranalysen: Ganglinien für BTEX/TMB

Anlage

6

Darstellung Grundwasseranalysen: Verteilungspläne

Anlage

7

Darstellung Bodenanalytik in Vertikalprofilen

Anlage

8

Darstellung Bodenluftanalytik

Anlage

9

Bohrprofile Rammkernsondierungen

Anlage

10

Schichtenverzeichnisse Rammkernsondierungen

Anlage

11

Schichten- und Ausbauverzeichnisse Grundwassermessstellen WP6-GWM01, WP6-GWM05, WP6-GWM06, WP6-GWM08

Anlage

12

**Grundwassergleichen vom 02.04.2014 und 21.10.2014 in
Grundwasserbelastungskarte von Dr. Tillmanns & Partner GmbH**

Anlage

13

**Einzugsgebiete bei Förderung von 100 m³/h an Position des Brunnen
1340 bei Hoch-, Mittel- und Niedrigwasser**

Anlage

14

Vorwärtiger Partikeltransport vom Eintragsbereich WP6 bei
Förderung von 500 m³/h und 100 m³/h an Position des Brunnen 1340

Anlage

15

Analytik Naphtha-Phase

Anlage

16

Analytik Boden

Anlage

17

Analytik Bodenluft

Anlage

18

Analytik Grundwasser

Anlage

19

Probenahmeprotokolle Grundwasser

Anlage

20

Probenahmeprotokolle Boden

Anlage

21

Empfehlung weitere Untersuchungen westlich der KVB-Bahntrasse