

Orientierende Untersuchung

**In Anlehnung an die BBodSchV auf der Fläche
der Fa. Infiltec zwischen Rheinhäuser Straße und
Alte Rheinhäuser Straße in Speyer**

Hier

*- Ergänzende Grundwasseruntersuchungen auf den
Flächen der Fa. Infiltec und Fa. Höhl -*



November 2016



Herr Stock-Klehr

Infiltec GmbH

Alte Rheinhäuser Straße 8

67346 Speyer am Rhein

Orientierende Untersuchung

In Anlehnung an die BBodSchV auf der Fläche der Fa. Infiltec zwischen Rheinhäuser Straße
und Alte Rheinhäuser Straße in Speyer

- Ergänzende Grundwasseruntersuchungen auf den Flächen der Fa. Infiltec und Fa. Höhl -

Projektnummer: geo 16-1618

Karlsruhe, 16.11.2016

Verfasser:

ICP Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und Partner mbH
Auf der Breit 11
76227 Karlsruhe

INHALTSVERZEICHNIS

Verwendete Unterlagen.....	5
1 Veranlassung.....	6
2 Standortbeschreibung	7
2.1 Allgemeine Standortangaben	7
2.2 Historie.....	7
2.2.1 Angaben aus dem Abfalldponiekataster des Landes Rheinland-Pfalz....	7
2.3 Geologischer und hydrogeologischer Überblick.....	8
2.4 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung auf der angrenzenden Teilfläche der Fa. HÖHL durch ICP in 2005 /2/	9
2.5 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung auf dem Flurstück der Fa. Infiltec durch ICP in 2016 /1/.....	9
3 Durchgeführte Untersuchungen	11
3.1 Zielsetzung und Untersuchungsschema.....	11
3.2 Ermittlung der flächenhaften Grundwasserfließrichtung.....	12
3.3 Durchgeführte Felduntersuchungen	13
3.4 Durchgeführte Laboruntersuchungen	17
4 Untersuchungsergebnisse	18
4.1 Rammkernsondierung und Grundwasserdynamik	18
4.2 Grundwasserbeprobung	18
5 Bewertung der Untersuchungsergebnisse.....	19
6 Abschließende Stellungnahme	21

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Vor-Ort Parameter der GW-Beprobung von Mai (Schurf 1) und September (Temp. GWM 1 & 2).....	19
Tabelle 2: Prüfwerte nach BBodSchV und ALEX-Merkblatt 02	19

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Geologische Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz, Ausschnitt Speyer-Süd /3/..8	
Abbildung 2: Grundwasserfließrichtung des oberen Grundwasserleiter im Bereich Speyer-Süd, verändert nach /5/	9
Abbildung 3: Lage der stationären Grundwassermessstellen im Stadtgebiet Speyer - rot eingekreist: gemessene Grundwasserstände am 21.09.2016 /9/	12
Abbildung 4: Grundwasserstände der Messstelle 1402 Kfr St Speyer, ELF3 von 1981 bis 1994 sowie am 22.09.2016 /10/	13
Abbildung 5: Gemessene Rheinstände am Pegel Speyer seit Januar 2016 /10/ (Grafik vom 11.10.2016)	14
Abbildung 6: Grundwasserbeprobung an der fertiggestellten temp. Grundwasser- messstelle 1 im Anstrom der Altablagerung (im Hintergrund zu sehen).	15
Abbildung 7: Rammkernsondierung zur Herstellung der temporären Grundwasser- messstelle 2 (temp. GWM2) im Grundwasserabstrom aus Stahlrammfiltern, auf der Teilfläche der Fa. Höhl.	16

ANLAGEN

Anlage 1: Lageplan Temp. Grundwassermessstellen und hydr. Dreieck	1 : 1000
Anlage 2: Bohrprofile der temporären Grundwassermessstellen	
Anlage 3: Ergebnisse und Auswertung der chemischen Untersuchung	

VERWENDETE UNTERLAGEN

- /1/ ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda & Partner mbH: Orientierende Untersuchung In Anlehnung an die BBodSchV auf der Fläche der Fa. Infiltec zwischen Rheinhäuser Straße und Alte Rheinhäuser Straße in Speyer, Mai 2016
- /2/ ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda & Partner mbH: Orientierende Untersuchung in Anlehnung an die BBodSchV auf dem Grundstück der Fa. HÖHL zwischen der Alten Rheinhäuser Straße und der Rheinhäuser Straße in Speyer, Juli 2005
- /3/ Kartenvierer des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz: Geologische Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz im Maßstab 1 : 300 000 (GÜK 300)
- /4/ Kartenvierer des Landesamtes für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz: Bodenflächendaten des Landes Rheinland-Pfalz im Maßstab 1:200.000 (BFD200)
- /5/ Björnßen & Partner: Grundwassersicherung /-überwachung im Bereich Insel Flotzgrün/Speyer-Süd - Aktueller Sachstand Ende Juni 2015, vorgetragen in der Sitzung des Umweltausschusses der Stadt Speyer am 02. Juli 2015
- /6/ Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz: ALEX-Merkblatt 02 – Orientierungswerte für die abfall- und wasserwirtschaftliche Beurteilung, Stand 2011
- /7/ Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999
- /8/ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Geovierer: Hydrogeologische Karte von Deutschland 1:200.000, Hintergrundwerte (HÜK200 HGW)
- /9/ Geoportal des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz, <http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/8183/>, aufgerufen am 20.09.2016
- /10/ Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Rheinwasserstände Pegel Speyer, http://www.hvz.baden-wuerttemberg.de/cgi/peg_info.pl?id=9017, aufgerufen am 20.09.2016 und 11.10.2016

1 VERANLASSUNG

Die Firma Infiltec GmbH und die Firma Höhl GmbH in Speyer am Rhein planen unabhängig voneinander die Erweiterung der Betriebsfläche auf einem Teilstück der ehemaligen ungeordneten Mülldeponie „Alte Rheinhäuser Straße“, zwischen Rheinhäuser Straße und Alte Rheinhäuser Straße in Speyer. Die gesamte Wiesenfläche zwischen den beiden Straßen ist im Abfallkataster des Landes Rheinland-Pfalz als nicht näher abgrenzbare ehemalige Deponie aufgeführt. Im Vorfeld der Baumaßnahme zur Erweiterung des Betriebsgeländes ist eine nähere Erkundung der Altablagerung erforderlich.

Die Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda & Partner (ICP) hat im Mai 2016 eine erste orientierende Erkundung der Altablagerung auf dem Flurstück der Fa. Infiltec mittels Baggerschürfen durchgeführt. Bei der Beprobung des Kontaktgrundwassers im Schurf 1 wurden Prüfwertüberschreitungen für die Parameter PAK_{gesamt} , PCB_{gesamt} , Zink und Antimon festgestellt /1/. Mit dem Schreiben vom 31. Mai 2016 durch Herrn Stock-Klehr wurde ICP mit der Durchführung weitergehender Grundwasseruntersuchungen auf der Altablagerung zwischen Rheinhäuser Straße und Alte Rheinhäuser Straße in Speyer beauftragt. Die Ergebnisse der Grundwassererkundungen beziehen sich auf die Altablagerung als Ganzes und gelten sowohl für die Flurstücke der Fa. Infiltec und der Fa. Höhl.

Die Untersuchungen wurden am 22. September 2016 durchgeführt und werden im nachfolgenden Bericht vorgestellt.

2 STANDORTBESCHREIBUNG

2.1 Allgemeine Standortangaben

Die Untersuchungsfläche befindet sich in Speyer am Rhein, zwischen Rheinhäuser Straße im Westen und Alte Rheinhäuser Straße im Osten und umfasst die Flurstücke 4131 (Infiltec GmbH) und 4133 (Höhl GmbH). Die ungefähre Flächengröße beträgt ca. 1,54 ha, wovon etwa 0,603 ha auf die Teilfläche der Fa. Infiltec fallen.

2.2 Historie

Im Bereich der heutigen Altablagerung wurden in der Vergangenheit quartäre Kiessande bis etwa auf Höhe des damaligen Grundwasserspiegels, durch den Rhein als Vorfluter geprägt, ausgehoben. Im Anschluss wurde das Privatgelände laut Zeugenaussage in den 50er und 60er Jahren unter Einbau von vornehmlich Erdaushub und Bauschutt wieder verfüllt. Nach Aufbringung eines humosen Oberbodens wurden im Anschluss bis ins Jahr 2003 Zuckerrüben und Mais angebaut /3/.

Die Rheinhäuser Straße und die Alte Rheinhäuser Straße bestanden bereits vor Verfüllung der Kiesgrube und bilden somit augenscheinlich die Begrenzung der Altablagerung nach Westen und Osten. Diese liegen erhöht auf einem Damm, wobei der Höhenunterschied im Süden und Westen gegenüber der Alten Rheinhäuser Straße bis 2 m beträgt, nach Osten hin über die Teilfläche der Fa. HÖHL auf annähernd gleiches Niveau hin ausläuft.

2.2.1 Angaben aus dem Abfalldeponiekataster des Landes Rheinland-Pfalz

Nachfolgender Textausschnitt ist der orientierenden Untersuchung der Teilfläche der Fa. HÖHL durch ICP aus dem Jahr 2005 entnommen und gibt die Inhalte des Abfalldeponiekatasters wieder bezogen auf die Altablagerung wieder:

„Nach dem Abfalldeponiekataster handelt es sich um eine nicht näher abgrenzbare (fehlende Kenntnisse), ehemalige, nicht zugelassene Deponie (Punkt 1.5 Status) oder um eine „offizielle Mülldeponie der Stadt Speyer“ (Punkt 1.8 Bem. zu Punkt 1), auf der ein Großteil des im damaligen Stadtgebiet anfallenden haus- und hausmüllähnlichen Gewerbemülls abgelagert wurde. Der Ablagerungszeitraum 1950 – 1960 lässt grundsätzlich Hausmüll, hausmüllähnlichen Gewerbemüll, Sperrmüll, Bauschutt, Erdaushub erwarten, es könnten aber auch z.B. illegal abgelagerte Industrieabfälle auf dem Gelände abgelagert worden sein. Hierüber liegt jedoch kein Verdacht vor (Punkt 2.3). Die Ablagerungsfläche, ein ehemaliger Baggersee, beträgt ca. 1 ha, die Mächtigkeit der Ablagerungen ist nicht bekannt. Es muss angenommen werden, dass Abfälle bis dicht über die Grundwasseroberfläche abgelagert wurden. Der Abstand von GOK zur Grundwasseroberfläche beträgt ca. 3 m. Im Altdeponiekataster werden keine Angaben zur Grundwasserfließrichtung gemacht. Sie muss nach der Lage des Grundstücks zum Rhein in ca. 1 km Entfernung ± nach Nordosten gerichtet sein. Es gibt 2 Grundwassermessstellen im Nahbereich der Altablagerung in 50 und 440 m Entfernung und einen Privatbrunnen in 100 m Entfernung. Detaillierter Angaben zur Lage und Richtung der Grundwassermessstellen zur Altablagerung werden nicht gemacht. Die Altablagerung ist mit ca. 50 cm Erdaushub, (Mut-

terboden) abgedeckt. Während des Betriebes der Deponie wurden Gasaustritte, Geruchsbelästigungen, Oberflächenwasserverunreinigungen und Brände festgestellt.“ /2/

2.3 Geologischer und hydrogeologischer Überblick

Die quartäre Geologie im Untersuchungsgebiet ist geprägt durch glazifluviale und fluviatile Ablagerung des früher mäandrierenden Rheins. Gemäß geologischer Karte von Rheinland-Pfalz (Maßstab 1:300.000, GÜK 300, /3/) werden kiesige Sande bis sandige Kiese von lehmigen Sanden bis teils sandigen Kiesen mit teils tonigen und humosen Beimengungen überlagert. Bei den Erkundungen der umliegenden Fläche durch ICP in 2005 wurden graue Kiessande unterhalb der Auffüllungen festgestellt. Anhand der Bodenflächendaten Rheinland-Pfalz im Maßstab 1:200.000 (BFD200, /4/) liegen vor Ort als Bodengroßlandschaft Auen der Niederterrassen des Rheins vor. Dominierende Bodentypen sind Vegen und Gley-Vegen aus carbonatischem Auenschluff.

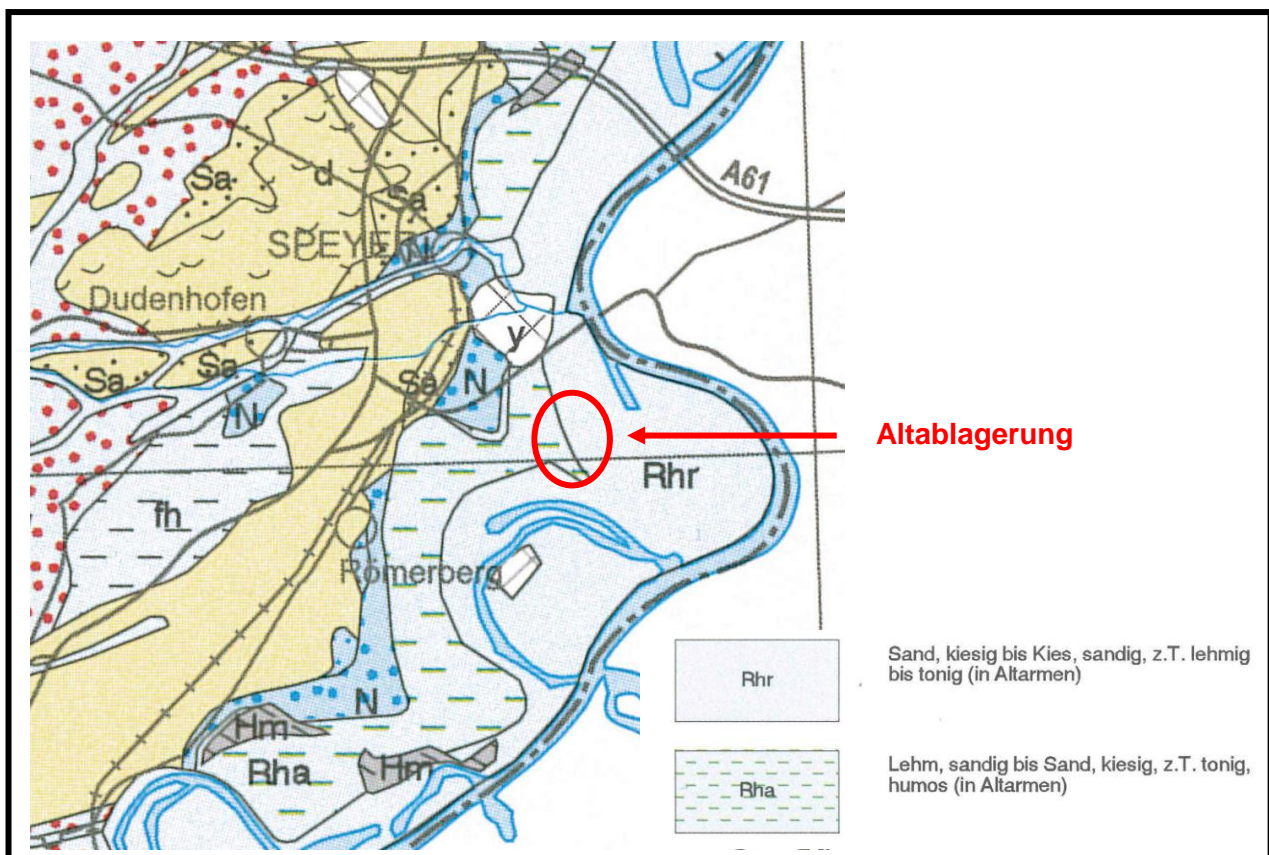


Abbildung 1: Geologische Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz, Ausschnitt Speyer-Süd /3/

Die Kiese und Sande der Niederterrasse des Rheins bilden den oberen Grundwasserleiter (OGWL). Die übliche Grundwasserfließrichtung im OGWL ist zum Rhein als Vorfluter nach Ost-Nordost gerichtet /5/. Im Juni 2005 lagen die Grundwasserstände bei ca. 1,5 – 2 m u. GOK /2/, bei den jüngsten Untersuchungen im Mai 2016 bei 1,1 – 1,8 m u. GOK /1/.

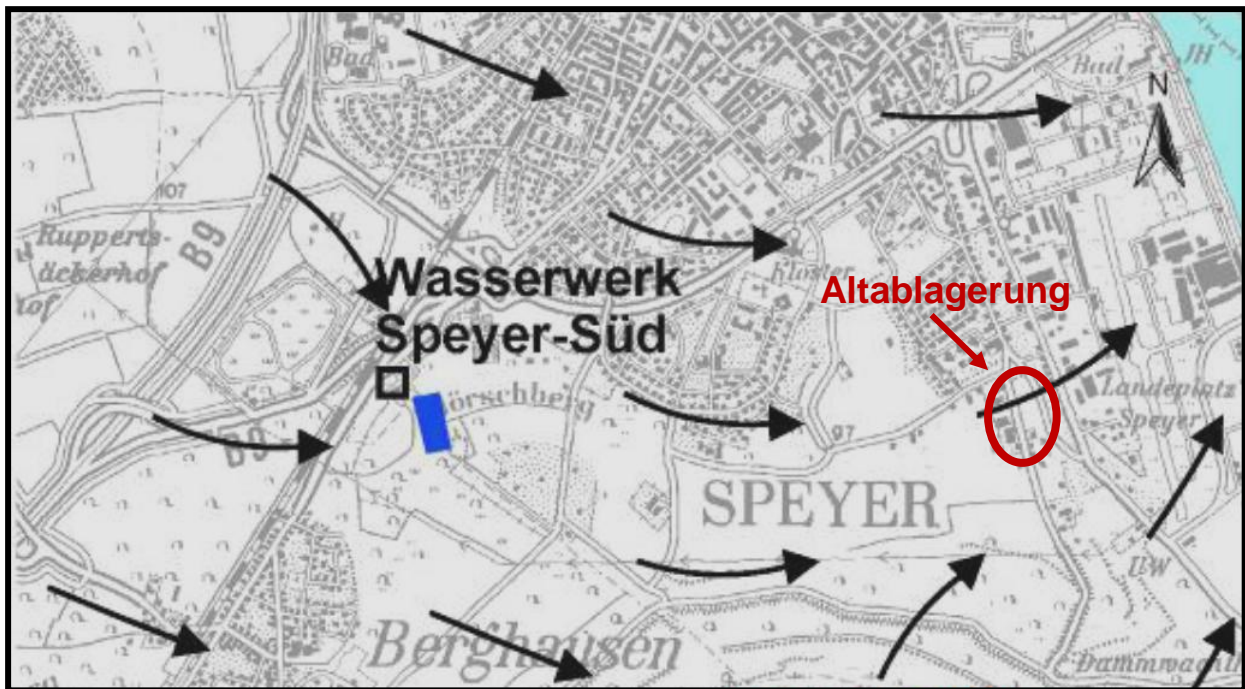


Abbildung 2: Grundwasserfließrichtung des oberen Grundwasserleiter im Bereich Speyer-Süd, verändert nach /5/

2.4 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung auf der angrenzenden Teilfläche der Fa. HÖHL durch ICP in 2005 /2/

Bei den Untersuchungen durch ICP auf dem Flurstück der Fa. Höhl im Jahr 2005 wurde das Kontaktgrundwasser im Schurf S5 (Siehe Anlage 1) erstmalig beprobt und erhöhte Konzentrationen an **Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK)** gemessen. Prüfwertüberschreitungen für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser wurden nur für PAK nachgewiesen werden. Die PAK-Belastung konnte hierbei auf den Einfluss der teilweise im Grundwasser liegenden Auffüllung zurückgeführt werden. Anhand der Anteile der PAK-Einzelstoffe wurden Verbrennungsrückstände wie Aschen und Schlacken in der Auffüllung als PAK-Emissionsquelle vermutet.

2.5 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung auf dem Flurstück der Fa. Infiltec durch ICP in 2016 /1/

Bei den Untersuchungen durch ICP im Mai 2016 wurde das Kontaktgrundwasser im Schurf 1 (siehe Anlage) beprobt. Es konnte eine Prüfwertüberschreitung gemäß BBodSchV für die **Parameter PCB_{gesamt}, PAK_{gesamt} nach EPA (ohne Naphtalin) und Antimon** sowie für **PCB_{gesamt} und Zink** gemäß ALEX-Merkblatt 02 /6/ festgestellt werden.

Anhand des Vergleichs der PAK-Einzelsubstanzen konnten die erhöhten PAK-Gehalte im Grundwasser auf Emissionen aus der Altablagerung zugeführt werden. Die PAK Gehalte im Schurf 1 waren mit 0,34 µg/l niedriger als jene aus Schurf 5 im Jahr 2005 mit 0,54 µg/l.

Im Fall einer Überschreitung der orientierenden Prüfwerte (oPW) im Grundwasser verweist das ALEX-Merkblatt 02 auf die Wasserwerte des alten Merkblatts vom Mai 1995, mit weiterer

Differenzierung entsprechend den Zielebenen: oPW1 – oPW3. oPW1 entspricht hierbei i.d.R. dem aktuellen oPW. Im Fall von Zink und PCB_{gesamt} liegen die gemessenen Konzentrationen jeweils noch unterhalb des oPW 2. Der gemessene Gehalt an Zink liegt hierbei noch unterhalb des Prüfwertes nach BBodSchV.

Die PCB-Prüfwertüberschreitung wurde angezweifelt, da PCB im Wasser praktisch unlöslich sind und davon ausgegangen wurde, dass infolge der geringen Probengüte im Labor größtenteils partikulär gebundenen PCBs erfasst wurden, welche durch Nachfall der Schurfwand in das offene Grundwasser gelangten.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Zielsetzung und Untersuchungsschema

Das Erfordernis weiterführender Grundwasseruntersuchungen ergab sich aus der Bewertung der orientierenden Untersuchung durch ICP im Mai 2016:

„Anhand der untersuchten Probe des Kontaktgrundwassers ergibt sich der Verdacht einer Grundwasserbeeinträchtigung durch PAKs und Antimon (Prüfwertüberschreitung nach BBodSchV) sowie für Zink (Überschreitung oPW gemäß ALEX-02-Merkblatt). Die Prüfwertüberschreitungen für PCB können nicht zwingend den gelösten Stoffen im Grundwasser zugeschrieben werden. Hier sind die Einflüsse partikulär gebundener PCBs in der Schöpfprobe des angelegten Schurfes ein Faktor, welcher die gemessenen Gesamtgehalte vermutlich deutlich anhebt. Es kann an dieser Stelle lediglich von einem ersten Verdacht der Beeinträchtigung des Grundwassers gesprochen werden, da es sich um eine Einzelmessung handelt. Weiter wurde eine Schöpfprobe des Grundwassers genommen, welche im Vergleich zu Probenahmen aus Grundwassermessstellen mit hohen Unsicherheiten behaftet ist (wie mit Bezug zu den PCBs bereits angerissen). Ein hinreichender Nachweis der Beeinträchtigung des Grundwassers auf Basis der Einzeluntersuchungen liegt somit nicht vor.“ /1/

Es ergibt sich somit die Notwendigkeit einer weiterführenden Grundwasseruntersuchung inkl. der Entnahme von Grundwasserproben höherer Güte. Eine im Vergleich zur Schurfbeprobung qualitativ hochwertigere Untersuchung des Grundwassers erfolgt mittels Errichtung von temporären Grundwassermessstellen. Um die tatsächliche Emission an Schadstoffen auf dem teilgesättigten Abfallkörper ins Grundwasser zu beurteilen, sind mindestens zwei temporäre Grundwassermessstellen, jeweils im An- und Abstrombereich der Altablagerung, zu errichten.

Gemäß Bjørnsen & Partner (2015) /5/ ist die übliche Grundwasserfließrichtung im oberen Grundwasserleiter OQWL zum Rhein als Vorfluter nach Ost-Nordost gerichtet (s. Abb. 2). Die temporären Messstellen sollen somit am westlichen bis südwestlichen Rand der Ablagerung im Anstrom sowie im östlichen bis nordöstlichen Rand im Abstrom errichtet werden. Mit Blick auf die hohe Grundwasserdynamik, infolge der Nähe zum Rhein, ist genaue Lage der Messstellen durch Bestimmung der großräumigen Grundwasserfließrichtung im Vorfeld festzulegen.

Gemäß ALEX-Merkblatt 13 – *Untersuchung und Beurteilung des Wirkungspfades Boden → Grundwasser; Sickerwasserprognose* des Landesamts für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht in Rheinlandpfalz, wird bei schädlichen Bodenveränderungen, die im Grundwasser, d.h. der gesättigten Bodenzone vorliegen, hinsichtlich einer Gefahr für das Grundwasser nach wasserrechtlichen Vorschriften beurteilt (ALEX-02). In den angesetzten Untersuchungen soll das Emissionspotenzial der Altablagerung in das Grundwasser ermittelt werden. Dieses setzt sich aus Emissionen infolge der Infiltration von Niederschlagswasser durch die Altablagerung (I) sowie aus dem Durchströmen der gesättigten Bereiche der Altablagerung (II) zusammen. Zur Erfassung der möglichen Belastung des Grundwassers soll daher eine Analyse des Grundwassers gemäß ALEX-Merkblatt 02, Parameterstufe 2 (“offene Liste“) erfolgen. Die Ergebnisse werden zusätzlich orientierend mit den Prüfwerten der BBodSchV, Wirkungspfad Boden-Grundwasser, abgeglichen.

3.2 Ermittlung der flächenhaften Grundwasserfließrichtung

Am 21.09.2016, einen Tag vor der festgesetzten Grundwasserprobenahme, wurden fest installierte Grundwassermessstellen im Großraum Speyer angefahren und der Grundwasserspiegel gemessen (Abb. 3). Die Höhe der Pegeloberkante (POK) ließ sich für jede Messstelle anhand des Messstellenpasses aus dem *Geoportal des Ministeriums für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz /9/* ermitteln und so die Grundwasserstände im mNN berechnen. Ein hydrologisches Modell zur Bestimmung der Grundwasserfließrichtung wurde erstellt und die Lage der Messpunkte für den darauffolgenden Tag festgelegt. Mit Blick auf die konstante Wetterlage konnte im Vorfeld davon ausgegangen werden, dass sich die Fließverhältnisse des Grundwassers über Nacht nicht signifikant ändern (Vgl. Abschnitt 4.3).

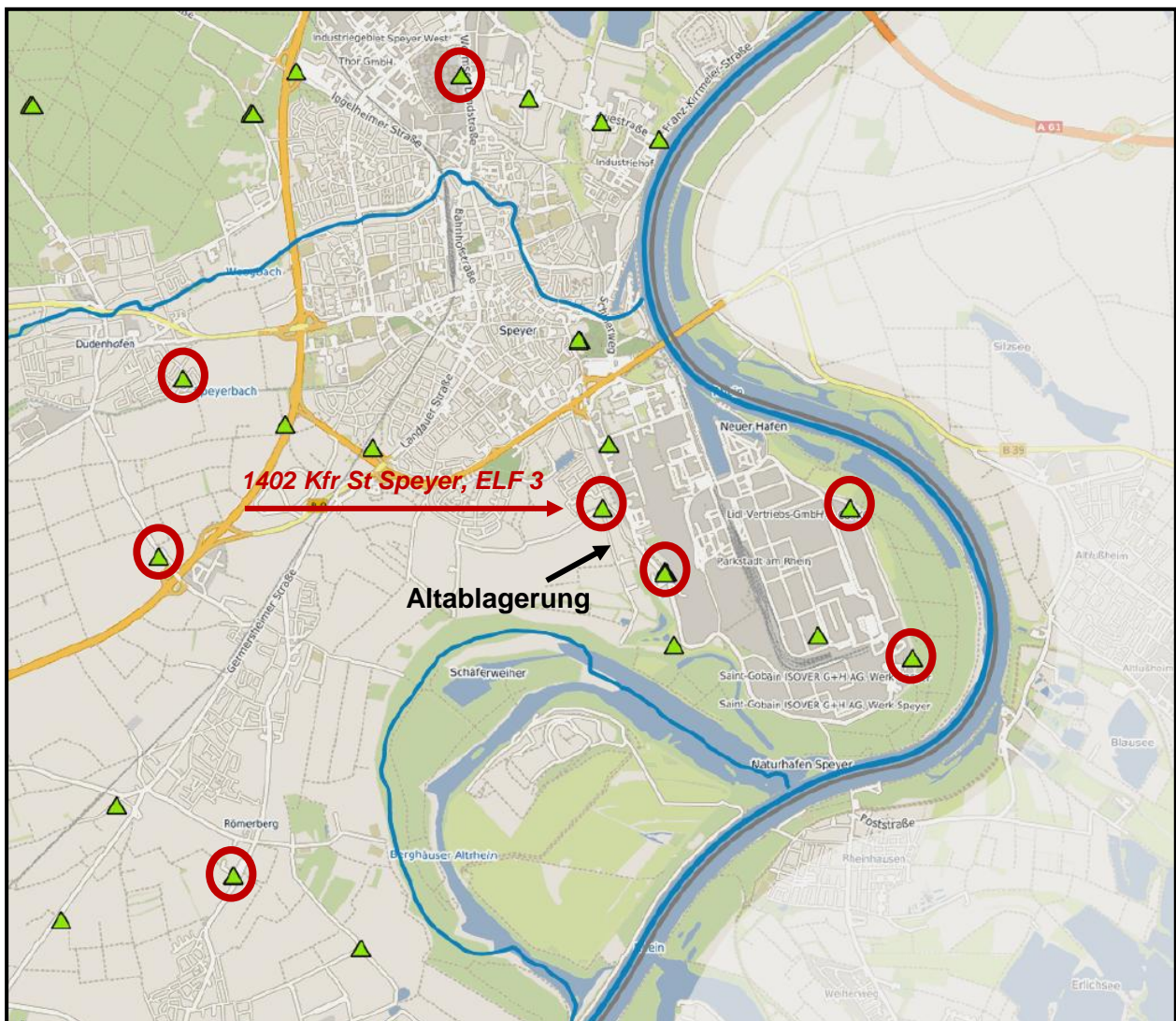


Abbildung 3: Lage der stationären Grundwassermessstellen im Stadtgebiet Speyer - rot eingekreist: gemessene Grundwasserstände am 21.09.2016 /9/.

Einige der in Abb. 3 dargestellten Messstellen waren entweder nicht zugänglich (verschlossen), nicht auffindbar (dichter Bewuchs) oder nicht mehr vorhanden (überbaut bzw. rückgebaut).

3.3 Durchgeführte Felduntersuchungen

Die Feldarbeiten wurden am 22.09.2016 durchgeführt. Es wurden zwei temporäre Messstellen mittels Rammkernsondierung (inkl. Bodenansprache) und Setzen von Stahlrammfiltern im südwestlichen sowie nordöstlichen Rand der Altablagerung errichtet. Die Lage der Messstellen wurde am Vortag anhand der gemessenen Grundwasserstände festgelegt, welche eine Grundwasserbewegung Richtung Nord-Ost ergab (s. Anlage 1). Anhand des gemessenen Grundwasserstands der Messstelle **1402 Kfr St Speyer, ELF 3** der Stadt Speyer ist ersichtlich, dass zum Zeitpunkt der Messung kein extremer Grundwasserstand im Untersuchungsgebiet vorlag.

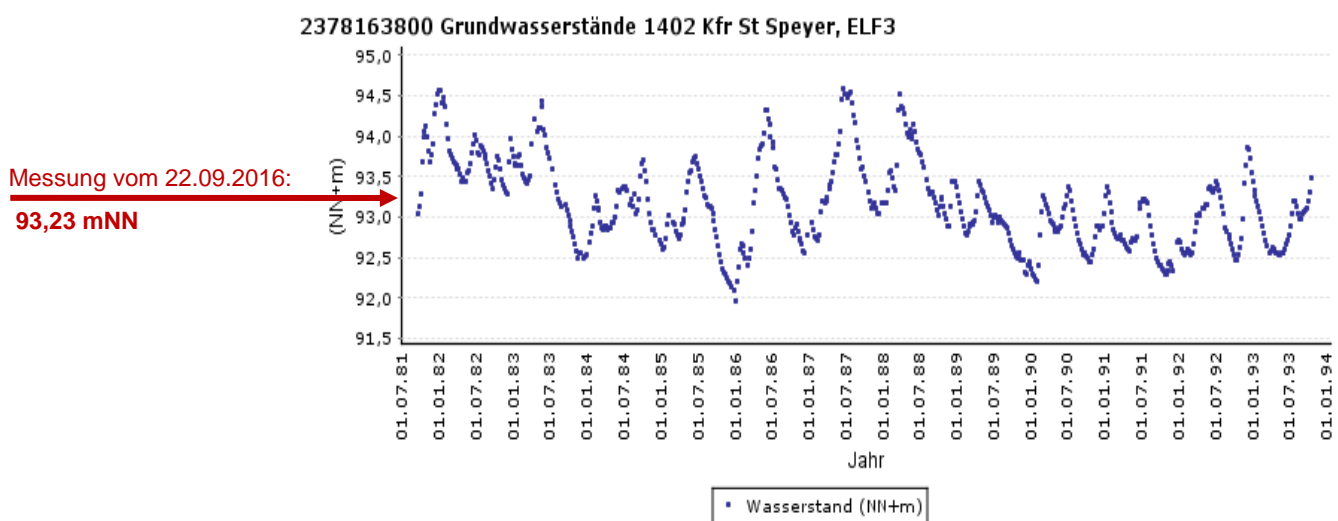


Abbildung 4: Grundwasserstände der Messstelle **1402 Kfr St Speyer, ELF3** von 1981 bis 1994 sowie am 22.09.2016 /10/

Zusätzlich kann mit Blick auf die Veränderung des Rheinstandes, welcher durch die Nähe zur Altablagerung von besonderer Bedeutung für die Grundwasserdynamik ist, von mittelfristig konstanten Grundwasserverhältnissen zum Zeitpunkt der Probenahme ausgegangen werden (Abb. 5):

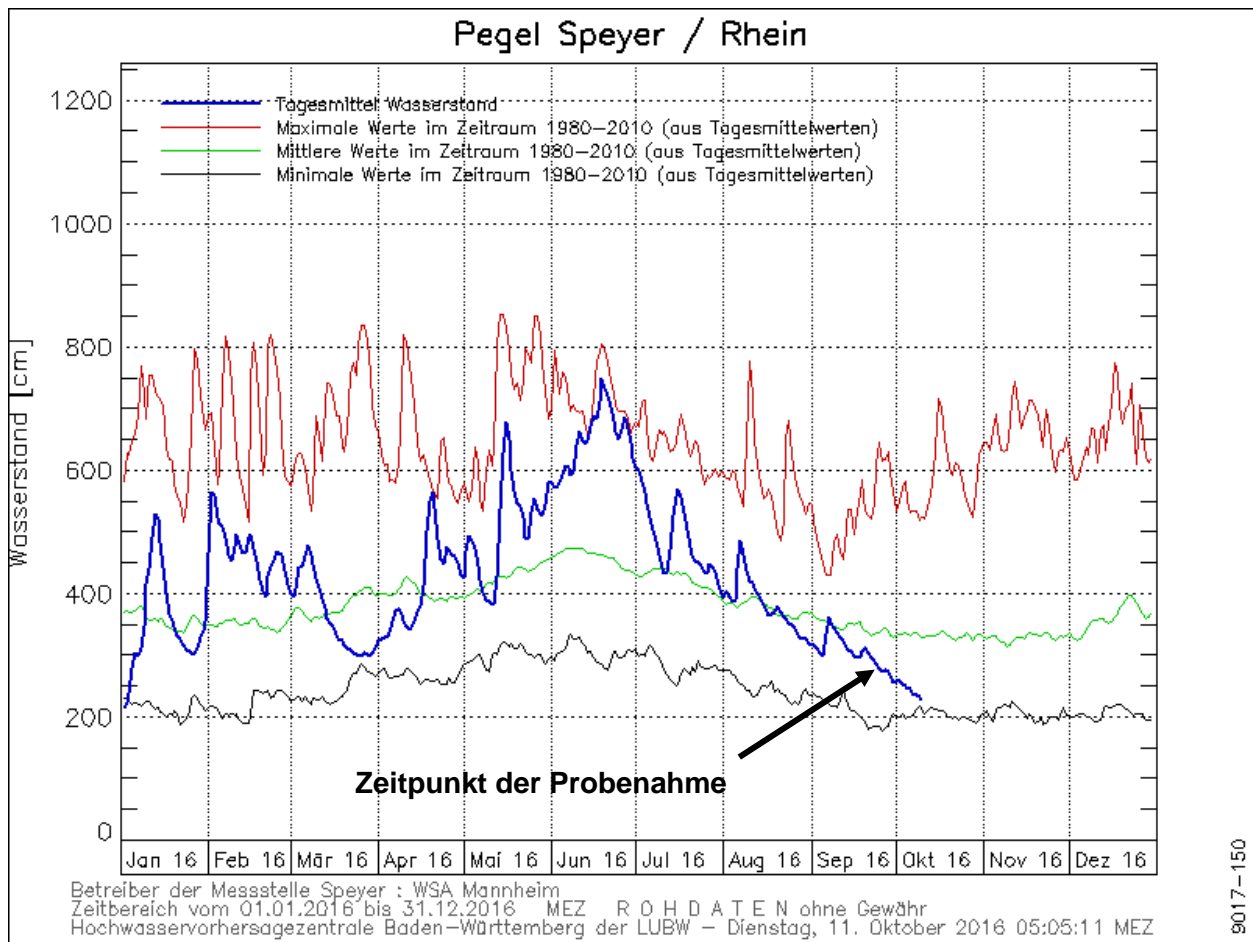


Abbildung 5: Gemessene Rheinstände am Pegel Speyer seit Januar 2016 /10/ (Grafik vom 11.10.2016)

Von April bis Anfang August des laufenden Jahres riefen extreme Niederschlagsereignisse in Süddeutschland hohe Rheinwasserstände hervor, welche sich ihrerseits auf die Grundwasserdynamik in Rheinnähe soweit auswirken, dass es zu einer Veränderung bis zum zur Umkehr der eigentlichen Grundwasserfließrichtung kommen kann. Ab Anfang September bis zum Zeitpunkt der Probenahme (22. Sept. 2016) sank der Rheinwasserstand am Pegel Speyer hingegen kontinuierlich. In der Folge stellten sich effluente, d.h. zum Vorfluter hin gerichtete Fließbedingungen des Grundwassers ein. Mit Blick auf den Verlauf des Wasserstandes in Abbildung 5 konnte daher für die Grundwassererkundung davon ausgegangen werden, dass über einen Zeitraum von min. einer Woche bis zur Beprobung ein weitestgehend gleichgerichtetes Durchströmen der Altablagerung in Richtung des Vorfluter (Rhein) vorlag.

Die temporäre Grundwassermessstelle 1 (temp. GWM 1) wurde im Grundwasseranstrom auf halber Höhe der Straßenböschung, etwa 20 m südlich der Flurstückgrenze zur Fläche der Fa. Höhl hergestellt. Die Abstrommessstelle, temp. GWM 2, wurde im oberen Bereich der Böschung der Rheinhäuser Straße hergestellt. Gemäß dem Lageplan in Anlage 1 wiesen beide Messstellen einen Mindestabstand zur vermuteten Grenze der Altablagerung von 5 m auf.

Anhand des Lageplans in Anlage 1 ist ersichtlich, dass der im Zuge der Erkundung erfasste Grundwasserstrom beide Flurstücke der Altablagerung quert. Folglich sind die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung für beide Flurstücke in gleicher Weise maßgebend.

Um eine mögliche Verschleppung von Schadstoffen zu minimieren, wurde die Anstrommessstelle zuerst beprobt. Die Messstellen wurden mittels MP1-Tauchmotorpumpe und Hartplastik-Steigleitungen beprobt, die Vor-Ort Parameter gemessen und die Grundwasserproben zur chemischen Analyse ins Labor der Fa. Wessling in Walldorf überführt. Pegelhöhe sowie wie Ruhegrundwasserstand wurden in mNN aufgenommen und zusätzlich der Grundwasserstand in den benachbarten festen Grundwassermessstellen gemessen.



Abbildung 6: Grundwasserbeprobung an der fertiggestellten temp. Grundwassermessstelle 1 im Anstrom der Altablagerung (im Hintergrund zu sehen).



Abbildung 7: Rammkernsondierung zur Herstellung der temporären Grundwassermesstelle 2 (temp. GWM2) im Grundwasserabstrom aus Stahlrammfiltern, auf der Teilfläche der Fa. Höhl.

3.4 Durchgeführte Laboruntersuchungen

Die Grundwasserproben wurden im Labor der Fa. Wessling (Walldorf) auf die Parameter gemäß ALEX-Merkblatt 02, Parameterstufe 2 zzgl. dem Element Antimon hin untersucht und die Ergebnisse durch ICP ausgewertet.

4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Rammkernsondierung und Grundwasserdynamik

Bei der Herstellung des Bohrlochs für die Anstrommessstelle (temp. GWM 1) wurden unter einer ca. 30 cm mächtigen Oberbodenauflage aufgefülltes Bodenmaterial aus sandigem bis stark sandigem Schluff und darunter liegend kiesigem Sand bis in eine Tiefe von 1,9 m unter Geländeoberkante (m u. GOK) angetroffen. Durch die Lage der Bohrung im Bereich der Straßenböschung kann die Auffüllung der Straßentrasse zugeschrieben werden und bildet kein Bestandteil der Altablagerung. Unter der Auffüllung wurde erwartungsgemäß der natürlich anstehende Boden als sandiger Auenlehm bis 2,50 m unter GOK angetroffen. Es folgten fluviatil abgelagerte Sande und Sand-Kiesgemischen des Rheins bis in die Endteufe von 5 m. Der Ruhegrundwasserspiegel lag bei 3,7 m u. GOK bzw. 93,35 mNN.

Das Bohrprofil der Abstrommessstelle (temp. GWM 2) wies eine 20 cm mächtige Oberbodenlage und darunter eine Auffüllung aus sandigem Schluff bzw. stark kiesigem Sand bis in 1,6 m Tiefe auf. Es folgten fluviatile Ablagerungen des Rheins aus Sand und Kies zu gleichen Anteilen bis zur Endteufe von 4,0 m u. GOK. Der Ruhewasserspiegel wurde bei 2,35 m u. GOK bzw. 93,16 mNN angetroffen. Der Ruhewasserstand in den Bohrlöchern wies somit einen Höhenunterschied von 19 cm bei einer horizontalen Entfernung von etwa 113 m auf.

Die Messung des Ruhewasserspiegels an beiden temporären Messstellen sowie an der städtischen Grundwassermessstelle in näherer Umgebung ergab eine im Vergleich zum Vortag unveränderte Fließrichtung des Grundwasser nach Nord-Ost. Gemäß Anlage 1 lag die temp. GWM 2 somit im direkten Abstrombereich der Altablagerung sowie der temp. GWM 1. Letztere lag ihrerseits nachweislich im Anstrom der Altablagerung.

Ein Lageplan der Bohrungen und die Bohrprofile sind in Anlage 1 und 2 dargestellt.

4.2 Grundwasserbeprobung

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung des Grundwassers sind den Prüfwerten für Wasser (oPW) in der zutreffenden Zielebene gemäß ALEX-Merkblatt 02 zuzuordnen. Ausschlaggebend hierfür ist die geplante Flächennutzung. Für die untersuchte Fläche ist eine nicht sensible Nutzung als Gewerbe-/ Industriegebiet vorgesehen. Dabei ist eine überwiegende Versiegelung der Fläche geplant. Maßgebend für die Bewertung ist somit der Vergleich der Messwerte im Grundwasser mit den oPW3-Werten gemäß ALEX 02.

Die chemische Untersuchung des Grundwassers ergab in beiden Proben Prüfwertüberschreitungen. Für die Anstrommessstelle, temp. GWM 1, zwischen Altablagerung und Alte Rheinhäuser Straße wurde für die **Summe an leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen** (LHKW, Messwert 0,12 mg/l) eine leichte Überschreitungen des Prüfwertes **oPW3** nach **ALEX 02** (0,05 mg/l) sowie nach **BBodSchV** (Prüfwert Wirkungspfad Boden-Grundwasser: 0,01 mg/l) festgestellt. Die LHKW-Überschreitung ist alleinig auf den Stoff Tetrachlorethen zurückzuführen. Ferner wurde der Prüfwert für **Zink** gemäß **BBodSchV** (0,5 mg/l, Messwert 0,79 mg/l) überschritten. In der Abstrommessstelle, temp GWM 2, wurde

lediglich für **Zink** (Messwert 1,7 mg/l) eine leichte Prüfwertüberschreitung nach **ALEX 02** (oPW3 1,0 mg/l) festgestellt. Analog zur Anstrommessstelle kam es zu Prüfwertüberschreitungen für **Zink und LHKW gemäß BBodSchV**.

Für die in der Voruntersuchung herausgestellten Parameter PCB_{gesamt}, PAK (EPA) und Antimon wurden keine Prüfwertüberschreitungen festgestellt.

Nachfolgend sind die Prüfwertüberschreitungen der jüngsten Grundwasserbeprobung dargestellt und durch die Ergebnisse der Schurfbeprobung vom Mai 2016 ergänzt. Die vollständigen Ergebnisse der Analytik sind in Anlage 3 aufgelistet.

Tabelle 1: Vor-Ort Parameter der GW-Beprobung von Mai (Schurf 1) und September (Temp. GWM 1 & 2)

Probenahmestelle	Wassertemperatur [°C]	Elektrische Leitfähigkeit [µS/cm]	pH-Wert [-]	Redoxpotential [mV]	Gelöster Sauerstoff [mg/l]
Schurf 1 (Mai 2016)	8	1195	7	287	3,59
Temp. GWM 1	15,9	766	6,9	209	2,86
Temp. GWM 2	16	800	7,4	230	2,9

Die vor Ort gemessenen Grundwasserparameter sind in beiden Messstellen unauffällig.

Tabelle 2: Prüfwerte nach BBodSchV und ALEX-Merkblatt 02

Parameter	Dimension	BBodSchV Boden-GW	ALEX-02 oPW3	Messwert		
				Schurf 1 (Mai 2016)	Temp. GWM 1	Temp. GWM 2
PCB gesamt	µg/l	0,05	1,0	0,3	< BG	< BG
PAK (EPA)	µg/l	0,2	5,0	0,34	0,02	0,013
Antimon	µg/l	10	ohne	22	< BG	< BG
Zink	mg/l	0,5	1	0,49	0,79	1,7
Kalium	mg/l	ohne	12	n.b.	5,2	10
DOC	mg C/l	ohne	8	n.b.	1,5	4,1
LHKW	mg/l	0,01	0,05	0,0013	0,12	0,034

n.b.= nicht bestimmt, < BG = unterhalb der Bestimmungsgrenze

5 BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Bei der Beprobung des Grundwassers wurde zunächst eine Prüfwertüberschreitung in der Anstrommessstelle für den Parameter LHKW festgestellt. In der Abstrommessstelle wurde nur der Prüfwert für Zink gemäß ALEX 02 (oPW3) überschritten. Für den Parameter LHKW, in diesem Fall ausschließlich bedingt durch die Einzelsubstanz Tetrachlorethen, wurde eine Anreicherung von der Anstrom- zur Abstrommessstelle nachgewiesen. Die im Zuge der Voruntersuchung im Kontaktwasser des Schurfes innerhalb der Altablagerung festgestellten Prüfwertüberschreitungen für PCB_{gesamt}, PAK (EPA) und Antimon wiederholten sich in keiner der

beiden Messstellen. Zum Zeitpunkt der Probenahme sowie im Vorfeld herrschten keine extremen Grundwasserverhältnisse (vgl. Abb. 4 und Abb. 5), die Grundwasserbewegung war Richtung Nord-Ost.

In Anlage 1 ist ein Lageplan der Altablagerung mit Angabe der errichteten Grundwassermessstellen sowie der Schürfe durch ICP im Jahr 2005 (Fläche der Fa. Höhl) sowie im Jahr 2016 (Fläche der Fa. Infiltec) abgebildet. Anhand der Schurfbeprobungen wurde die vermutete Grenze der Altablagerung grob abgeschätzt. Demnach lag der Schurf 7 von 2016 und der Schurf 13 von 2005 vollständig außerhalb der Altablagerung. In den Schürfen 3 und 6 aus 2005 sowie Schurf 14 aus 2005 konnte bereits ein Auslaufen der Altablagerung und Antreffen gewachsenen Bodens in mittlerer Tiefe festgestellt werden. Anhand des Lageplans lässt sich somit ableiten, dass beide Grundwassermessstellen einen Abstand zur Altablagerung von min. 5 m aufwiesen. Gemäß des Leitfadens zur Untersuchung von Grundwasser an belasteten Standorten, herausgegeben durch das Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, ist bei Abstrommessungen ein Abstand zwischen Messstelle und Schadstoffherd im Bereich des einfachen Flurabstands anzupeilen. Der max. Abstand sollte hierbei im Bereich von 30 – 50 m liegen.

Bei Betrachtung der Bohrprofile, der Lage der Bohrpunkte sowie der zu dem Zeitpunkt vorherrschenden Grundwasserverhältnisse ist davon auszugehen, dass das in der temp. GWM 1 beprobte Grundwasser keinen Kontakt mit der Altablagerung hatte. Für die temp. GWM 2 lässt sich hingegen sagen, dass das hier gefasste Grundwasser im Vorfeld gesättigte Bereiche der Altablagerung durchflossen hat.

Mit Blick auf die Laborergebnisse lassen sich somit nachfolgende Schlüsse ziehen:

- Während des Durchströmens der Altablagerung kommt es zu einer leichten Anreicherung von Zink (1,7 mg/l) bis hin zur Überschreitung des Prüfwertes oPW3 (1,0 mg/l) unmittelbar im Abstrom der Altablagerung
- Im Kontaktgrundwasser der Schürfe aus dem Jahr 2005 und 2016 konnten zwar Prüfwertüberschreitungen für die Parameter PCB_{gesamt}, PAK (EPA) und Antimon nachgewiesen werden, ein Austrag aus der Altablagerung durch das Grundwasser konnte jedoch anhand der durchgeführten Untersuchungen nicht festgestellt werden.

Nicht auszuschließen ist hier eine Prüfwertüberschreitung in den Schürfen infolge des qualitativ nicht hinreichenden Probenahmeverfahrens (Schöpfprobe des Kontaktgrundwassers, teilweise Einbrechen von Deponat aus der Schurfwand, siehe Abschnitt 4.1).

- In der Anstrommessstelle wurden erstmalig Überschreitungen des Schadstoffs LHKW, bedingt durch die Einzelsubstanz Tetrachlorethen, nachgewiesen. Da die Prüfwertüberschreitung bereits in der Anstrommessstelle vorliegt und die Konzentration hier um den Faktor 3,5 höher liegt als in der Abstrommessstelle, befindet sich die Emissionsquelle mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht im Bereich der Altablagerung, sondern südwestlich von dieser.

6 ABSCHLIEßENDE STELLUNGNAHME

Grundsätzlich ist bei der Bewertung der möglichen Grundwasserbeeinträchtigung und der Abwägung ggf. erforderlicher Maßnahmen nach dem Verhältnismäßigkeitsprinzip vorzugehen.

Trotz leichter Prüfwertüberschreitungen ergibt sich für die Altablagerung nachfolgende Situation: In der näheren Umgebung der Fläche wie auch im festgestellten Abstrombereich liegen keine sensiblen Schutzgüter wie Trinkwassergebiete, Wasserschutz- oder Wasserschongebiete. Stattdessen befinden sich zwischen der Altablagerung und dem Rhein als Vorfluter größtenteils bebaute Industrieflächen. Mit Blick auf die Lage dieser Flächen innerhalb der Rheinschleife ist ohne weitergehende Recherche auch davon auszugehen, dass es in der Vergangenheit zu Bodenaustausch des lehmigen Auenbodens oder Auffüllung gekommen ist und der Untergrund bzw. das Grundwassermilieu hier bereits flächenhaft keine natürlichen Verhältnisse mehr aufweist.

Da die Fläche zukünftig nahezu vollständig versiegelt wird, ist ein weiterer Austrag der Schadstoffe über den Wirkungspfad Boden-Grundwasser zukünftig unterbunden. Im Hinblick auf die gesamte Standortsituation ist relevante schädliche Beaufschlagung des Grundwasser mit Zink ist aus fachgutachterlicher Sicht nicht zu befürchten.

Eine Sanierung des Grundwasserschadens wäre daher aus fachgutachterlicher Sicht als unverhältnismäßig zu bezeichnen. Dies gilt auch vor dem Hintergrund, dass nur für den Stoff Zink eine Prüfwertüberschreitung nachgewiesen wurde und eine Sanierung der Fläche mittels Bodenaushub zwangsläufig zu einer Mobilisierung anderweitiger Schadstoffe führen würde.

Die Emissionsquelle für LHKW liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit außerhalb der Altablagerung vor und es kommt in dieser bereits zu einer deutlichen Abreicherung infolge von Verdünnungs- und u.U. Abbaueffekten. Insofern ist die LHKW-Belastung für den hier betrachteten Sachverhalt außer Acht gelassen werden.

Letztlich würde die von den Flächeneigentümern geplante Maßnahme, d.h. eine Bebauung und damit weitestgehende Versiegelung der Fläche per se einer Sicherung der Altablagerung vor dem Eintritt von Niederschlagswasser und folglich der Unterbindung des Emissionspfads „Sickerwasser“ entsprechen. Vor dem Hintergrund, dass die Fläche im Vorfeld entweder ackerbaulich genutzt wurde oder brach lag und Niederschlagswasser ungehindert die Altablagerung durchsickern konnte, würde die Baumaßnahme einer Unterbindung der Wirkungspfad Boden-Grundwasser über das Sickerwasser entsprechen somit grundsätzlich einer Verbesserung des Grundwasserzustands führen.

**ICP Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und Partner mbH**

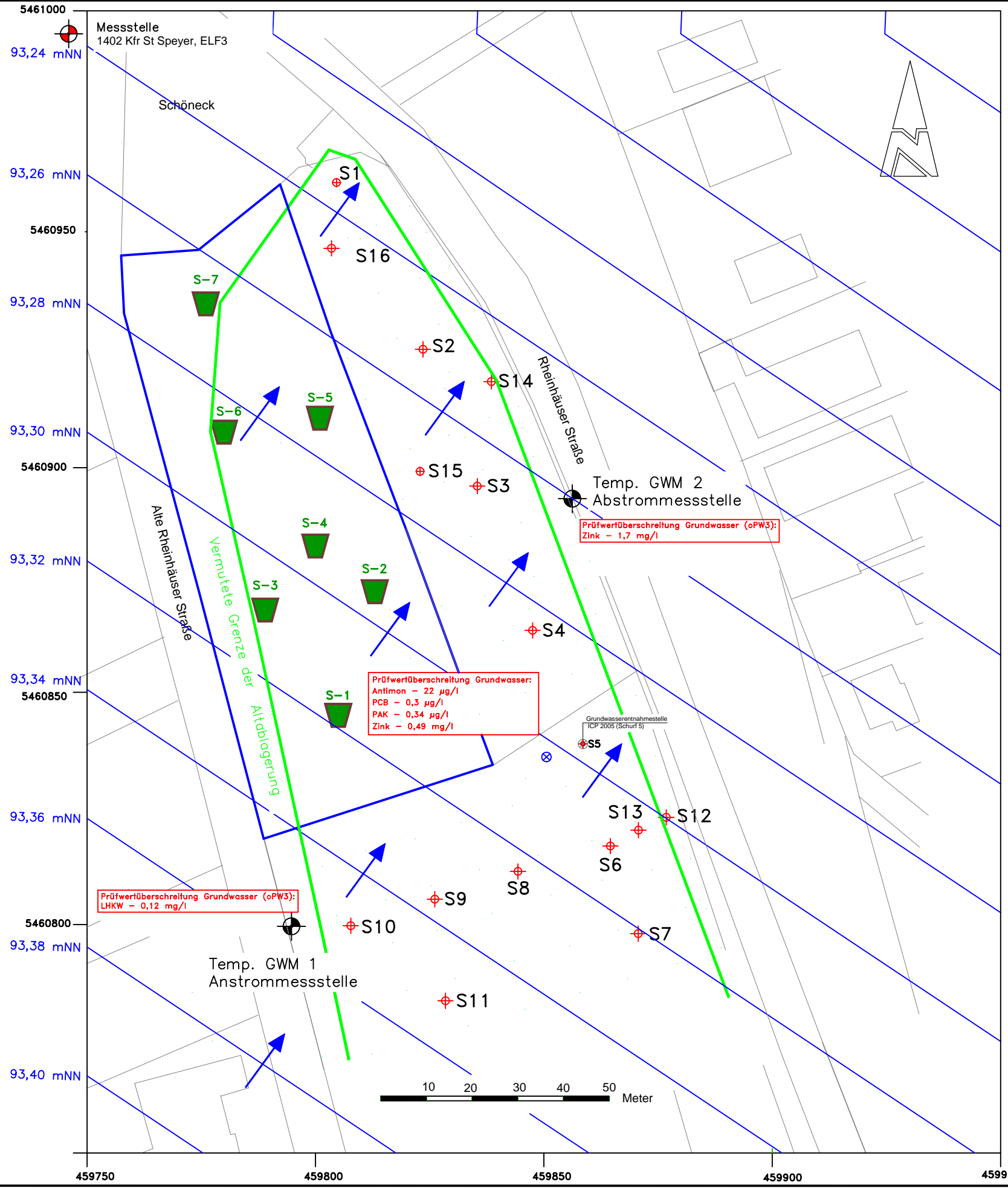


.....
Dr. Ulrich Langer



.....
i.V. M.Sc. Andreas Beckhoff

ANLAGEN



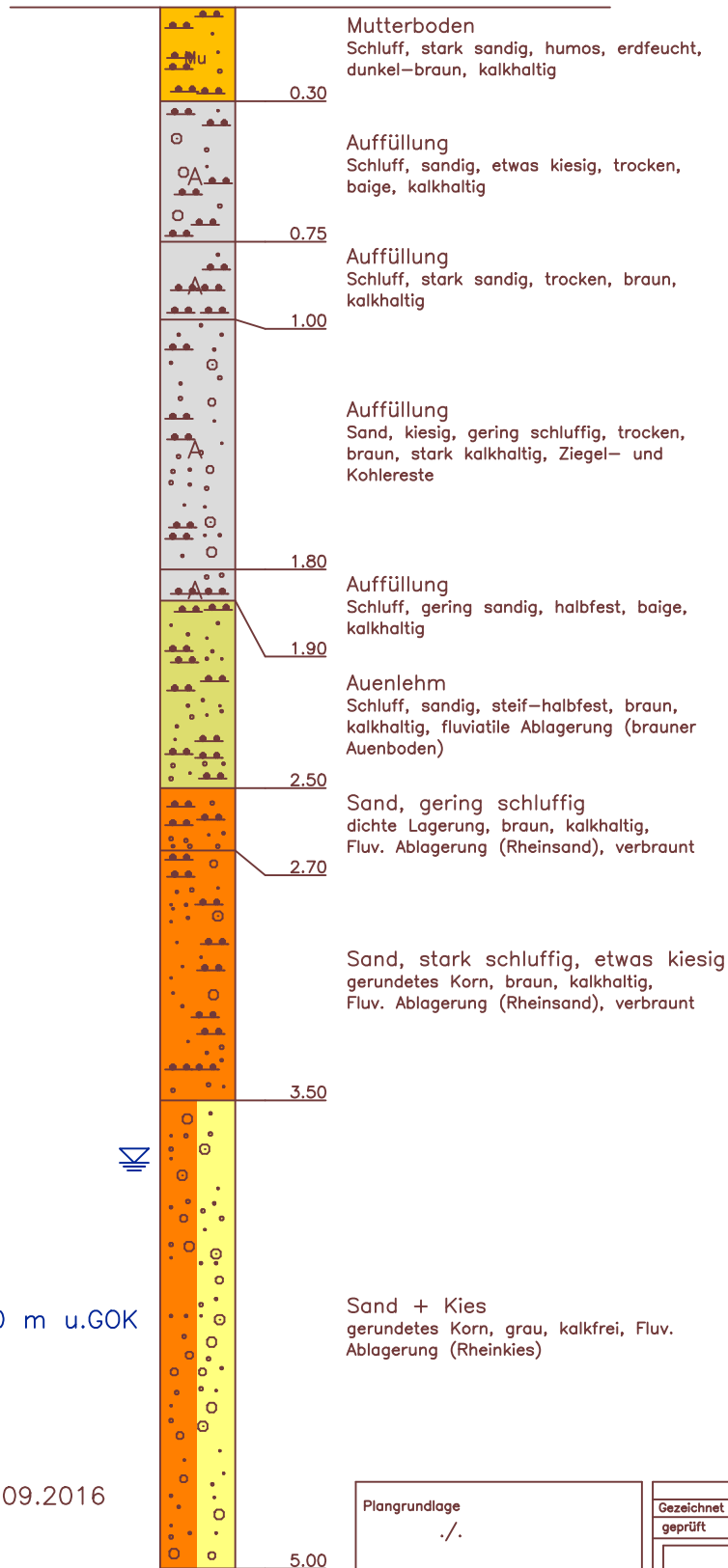
- S8 Schürfe von ICP im Jahr 2005
- S-1 Schürfe von ICP im Mai 2016
- Temp. Grundwassermessstellen von ICP im Sept. 2016
- Permanente Grundwassermessstelle der Stadt Speyer
- Grundwasserfließrichtung am 22. Sept. 2016

Index	Änderungen	Datum	Name

Projekt										
Altablagerung "Alte Rheinhäuser Straße" in Speyer										
Bauherr	Infiltec GmbH Alte Rheinhäuser Strasse 8 67346 Speyer am Rhein									
Planer	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle; font-size: small;"> ICP Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH Auf der Breit 11 76227 Karlsruhe Tel.: 0721/94477-0 Fax: 0721/94477-70 </div>									
Plangrundlage	<table border="1" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gezeichnet</td> <td>11.10.2016</td> <td>Beckhoff</td> </tr> <tr> <td>Geprüft</td> <td>11.10.2016</td> <td>Langer</td> </tr> </tbody> </table>		Datum	Name	Gezeichnet	11.10.2016	Beckhoff	Geprüft	11.10.2016	Langer
	Datum	Name								
Gezeichnet	11.10.2016	Beckhoff								
Geprüft	11.10.2016	Langer								
Bau-/Anlagenteil	Projekt - Nr.									
Altablagerung "Alte Rheinhäuser Straße" in Speyer am Rhein - Fläche Infiltec	geo 16/1618									
Planbezeichnung										
Lageplan Schürfe von 2005 & 2016 und Temp. Grundwassermessstellen										
Maßstab	Planformat	Plan Nr.								
1 : 1000	DIN A1	Anlage 1								

Temp. GWM 1

97,05 mNN



Ausgeführt am 22.09.2016

Projekt
Geo 16-1618 Orientierende Untersuchung
- Alte Rheinhäuser Straße

Ausgeführt



ICP
Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden

ICP Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und Partner mbH
Auf der Breit 11
76227 Karlsruhe
Tel.: 0721/94477-0
Fax: 0721/94477-70

Bauherr
Infiltec GmbH

Plangrundlage
./.

	Datum	Name
Gezeichnet	10.10.2016	Beckhoff
geprüft	11.10.2016	Langer

Bau-/Anlagenteil

Planbezeichnung
Temporäre Grundwassermessstelle 1

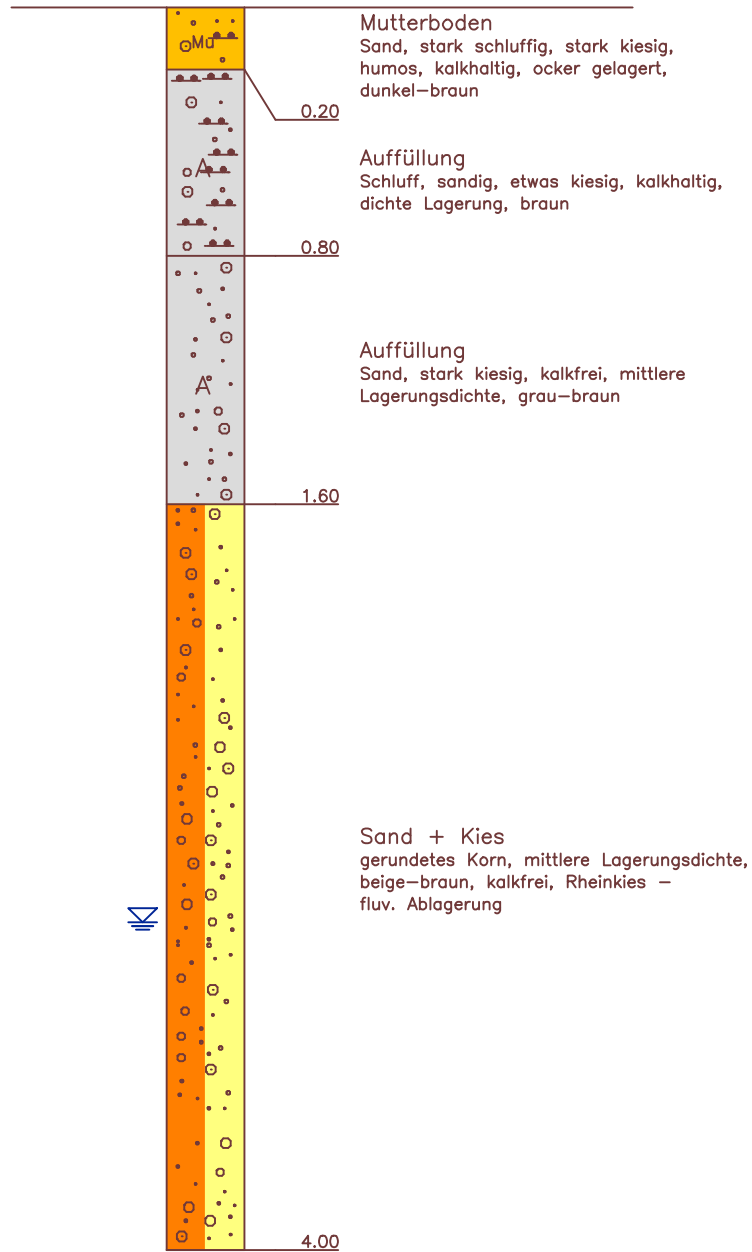
Maßstab d.H.
ohne

Planformat
DIN A4

Anlage:
Anlage 2

Temp. GWM2

96,1 mNN



Grundwasser bei 2,945 m u. POK bzw. 93,16 mNN

Plangrundlage ./.	Gezeichnet	Datum	Name
	geprüft	10.10.2016	Beckhoff
		11.10.2016	Langer

Projekt
Geo 16-1618 Orientierende Untersuchung
- Alte Rheinhäuser Straße

Bauherr
Infiltec GmbH

Ausgeführt



ICP
Geologen und Ingenieure
für Wasser und Boden

ICP Ingenieurgesellschaft
Prof. Czurda und Partner mbH
Auf der Brett 11
76227 Karlsruhe
Tel.: 0721/94477-0
Fax: 0721/94477-70

Bau-/Anlagenteil

Planbezeichnung
Temporäre Grundwassermessstelle 1

Maßstab d.H. ohne	Planformat DIN A4	Anlage: Anlage 2
----------------------	----------------------	---------------------

Beurteilung einer chemischen Analyse

Projekt: geo 16-1618 OU Infiltec Speyer	Entnahmestelle: Temp. GWM 1 (Anstrom)
Ort: Speyer, Rheinhäuser Str.	Probennahme: 22.09.2016 durch: Beckhoff
Wasserart: Grundwasser	Analyse: Wessling (Bericht-Nr. CWA16-030370-1)

ALEX 01/02: Grundwasser, Parameterstufe 2 (Stand Juli 1997)

Wirkungspfad Boden - Grundwasser

Parameter	Dimension	Prüfwert oPW3	Messwert	Beurteilung
Feldparameter				
Temperatur	°C	15	15,9	unauffällig
pH-Wert		6,5 - 9,5	6,9	unauffällig
el. Leitfähigkeit (25° C)	µS/cm	3000	766	unauffällig
Sauerstoffgehalt	mg/l	2	2,86	unauffällig
Redoxspannung	mV		209	unauffällig
Laborparameter				
Abdampfrückstand	mg/l	1500	460	erfüllt
Glührückstand	mg/l		n.b.	
Säurekapazität (pH = 4,3)	mmol(eq)/l		6,06	
Gesamthärte	°dH		14,4	
Natrium	mg/l	150	36	erfüllt
Kalium	mg/l	12	5,2	erfüllt
Calcium	mg/l	600	86	erfüllt
Magnesium	mg/l	50	10	erfüllt
Blei	mg/l	0,1	< 0,005	erfüllt
Chrom gesamt	mg/l	0,15	< 0,005	erfüllt
Kupfer	mg/l	1,0	0,0055	erfüllt
Zink	mg/l	1,0	0,79	erfüllt
Cadmium	mg/l	0,01	< 0,0005	erfüllt
Quecksilber	mg/l	0,002	< 0,0002	erfüllt
Nickel	mg/l	0,1	< 0,0005	erfüllt
Arsen	mg/l	0,1	< 0,0005	erfüllt
Ammonium	mg/l	3	< 0,05	erfüllt
Cyanide gesamt	mg/l	0,1	< 0,005	erfüllt
Chlorid	mg/l	250	30	erfüllt
Nitrat	mg/l	100	27	erfüllt
Sulfat	mg/l	600	28	erfüllt
DOC	mg C/l	8	1,5	erfüllt
Mineral-KW	mg/l	0,3	< 0,1	erfüllt
Phenolindex	mg/l	0,015	< 0,01	erfüllt
LHKW	mg/l	0,05	0,12	nicht erfüllt
PAK (EPA)	mg/l	0,0005	0,00002	erfüllt
Aromatische KW	mg/l	0,06	< BG	erfüllt
PCB, gesamt	mg/l	0,001	< BG	erfüllt

nicht erfüllt

Beurteilung einer chemischen Analyse

Projekt: OU Infiltec Speyer	Herkunft: Temp. GWM 1 (Anstrom)
Halde: Altablagerung Rheinstraße	Probenbezeichnung: ICP-Speyer-22.09-GWM1
Tonnage: ./.	Probennahme: 22.09.2016
Materialart: Grundwasser	Analyse: Wessling (CWA16-030370-1)

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (16.06.1999)

Wirkungspfad Boden - Grundwasser

Parameter	Dimension	Prüfwert	Messwert	Beurteilung
Anorganische Stoffe				
Antimon	µg/l	10	< NG	erfüllt
Arsen	µg/l	10	5,9	erfüllt
Blei	µg/l	25	< NG	erfüllt
Cadmium	µg/l	5	< NG	erfüllt
Chrom , gesamt	µg/l	50	< NG	erfüllt
Chromat	µg/l	8	< NG	erfüllt
Kobalt	µg/l	50	n.b.	n.b.
Kupfer	µg/l	50	5,5	erfüllt
Molybdän	µg/l	50	n.b.	n.b.
Nickel	µg/l	50	< NG	erfüllt
Quecksilber	µg/l	1	< NG	erfüllt
Selen	µg/l	10	n.b.	n.b.
Zink	µg/l	500	790	nicht erfüllt
Zinn	µg/l	40	n.b.	n.b.
Cyanid, gesamt	µg/l	50	< NG	erfüllt
Cyanid, leicht freisetztb.	µg/l	10	< NG	erfüllt
Fluorid	µg/l	750	n.b.	n.b.
Organische Stoffe				
MKW	µg/l	200	< NG	erfüllt
BTEX	µg/l	20	< NG	erfüllt
Benzol	µg/l	1	< NG	erfüllt
LHKW	µg/l	10	120	nicht erfüllt
Aldrin	µg/l	0,1	n.b.	n.b.
DDT	µg/l	0,1	n.b.	n.b.
Phenole	µg/l	20	< NG	erfüllt
PCB, gesamt	µg/l	0,05	< NG	erfüllt
PAK, gesamt ohne Naphtalin	µg/l	0,2	0,02	erfüllt
Naphthalin	µg/l	2	< NG	erfüllt

nicht erfüllt

Anmerkung

NG = Nachweisgrenze im Labor

bearbeitet am:
von:

06.10.2016
Andreas Beckhoff



Beurteilung einer chemischen Analyse

Projekt: geo 16-1618 OU Infiltec Speyer	Entnahmestelle: Temp. GWM2 (Abstrom)
Ort: Speyer, Rheinhäuser Str.	Probennahme: 22.09.2016 durch: Beckhoff
Wasserart: Grundwasser	Analyse: Wessling (Bericht-Nr. CWA16-030371-1)

ALEX 01/02: Grundwasser, Parameterstufe 2 (Stand Juli 1997)

Wirkungspfad Boden - Grundwasser

Parameter	Dimension	Prüfwert oPW3	Messwert	Beurteilung
Feldparameter				
Temperatur	°C	15	16	unauffällig
pH-Wert		6,5 - 9,5	7,4	unauffällig
el. Leitfähigkeit (25° C)	µS/cm	3000	800	unauffällig
Sauerstoffgehalt	mg/l	2	2,9	unauffällig
Redoxspannung	mV		230	unauffällig
Laborparameter				
Abdampfrückstand	mg/l	1500	1250	erfüllt
Glührückstand	mg/l		1030	
Säurekapazität (pH = 4,3)	mmol(eq)/l		12,1	
Gesamthärte	°dH		27,9	
Natrium	mg/l	150	19	erfüllt
Kalium	mg/l	12	10	erfüllt
Calcium	mg/l	600	160	erfüllt
Magnesium	mg/l	50	21	erfüllt
Blei	mg/l	0,1	0,0083	erfüllt
Chrom gesamt	mg/l	0,15	< 0,005	erfüllt
Kupfer	mg/l	1,0	0,016	erfüllt
Zink	mg/l	1,0	1,7	nicht erfüllt
Cadmium	mg/l	0,01	< 0,0005	erfüllt
Quecksilber	mg/l	0,002	< 0,0002	erfüllt
Nickel	mg/l	0,1	< 0,0005	erfüllt
Arsen	mg/l	0,1	< 0,0005	erfüllt
Ammonium	mg/l	3	0,14	erfüllt
Cyanide gesamt	mg/l	0,1	< 0,005	erfüllt
Chlorid	mg/l	250	32	erfüllt
Nitrat	mg/l	100	9,1	erfüllt
Sulfat	mg/l	600	44	erfüllt
DOC	mg C/l	8	4,1	erfüllt
Mineral-KW	mg/l	0,3	< 0,1	erfüllt
Phenolindex	mg/l	0,015	< 0,01	erfüllt
LHKW	mg/l	0,05	0,034	erfüllt
PAK (EPA)	mg/l	0,0005	0,000013	erfüllt
Aromatische KW	mg/l	0,06	< BG	erfüllt
PCB, gesamt	mg/l	0,001	< BG	erfüllt

nicht erfüllt

Beurteilung einer chemischen Analyse

Projekt: OU Infiltec Speyer	Herkunft: Temp. GWM 2 (Abstrom)
Halde: Altablagerung Rheinstraße	Probenbezeichnung: ICP-Speyer-22.09-GWM2
Tonnage: ./.	Probennahme: 22.09.2016
Materialart: Grundwasser	Analyse: Wessling (CWA16-030371-1)

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (16.06.1999)

Wirkungspfad Boden - Grundwasser

Parameter	Dimension	Prüfwert	Messwert	Beurteilung
Anorganische Stoffe				
Antimon	µg/l	10	< NG	erfüllt
Arsen	µg/l	10	< NG	erfüllt
Blei	µg/l	25	8,3	erfüllt
Cadmium	µg/l	5	< NG	erfüllt
Chrom , gesamt	µg/l	50	< NG	erfüllt
Chromat	µg/l	8	< NG	erfüllt
Kobalt	µg/l	50	n.b.	n.b.
Kupfer	µg/l	50	16	erfüllt
Molybdän	µg/l	50	n.b.	n.b.
Nickel	µg/l	50	< NG	erfüllt
Quecksilber	µg/l	1	< NG	erfüllt
Selen	µg/l	10	n.b.	n.b.
Zink	µg/l	500	1700	nicht erfüllt
Zinn	µg/l	40	n.b.	n.b.
Cyanid, gesamt	µg/l	50	< NG	erfüllt
Cyanid, leicht freisetztb.	µg/l	10	< NG	erfüllt
Fluorid	µg/l	750	n.b.	n.b.
Organische Stoffe				
MKW	µg/l	200	< NG	erfüllt
BTEX	µg/l	20	< NG	erfüllt
Benzol	µg/l	1	< NG	erfüllt
LHKW	µg/l	10	34	nicht erfüllt
Aldrin	µg/l	0,1	n.b.	n.b.
DDT	µg/l	0,1	n.b.	n.b.
Phenole	µg/l	20	< NG	erfüllt
PCB, gesamt	µg/l	0,05	< NG	erfüllt
PAK, gesamt ohne Naphtalin	µg/l	0,2	0,13	erfüllt
Naphthalin	µg/l	2	0,04	erfüllt

nicht erfüllt

Anmerkung

NG = Nachweisgrenze im Labor

bearbeitet am:
von:

06.10.2016
Andreas Beckhoff



WESSLING GmbH, Impexstraße 5, 69190 Walldorf

ICP Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und Partner mbH
 Herr Andreas Beckhoff
 Auf der Breit 11
 76227 Karlsruhe

Geschäftsfeld: Umwelt
 Ansprechpartner: J. Thomsen
 Durchwahl: +49 6227 8 209 36
 Fax: +49 6227 8 209 15
 E-Mail: Julian.Thomsen@wessling.de

Prüfbericht

Projekt: OU Alte Rheinstraße

Prüfbericht Nr.	CWA16-030370-1	Auftrag Nr.	CWA-08223-16	Datum	05.10.2016
Probe Nr.	16-151998-01				
Eingangsdatum	23.09.2016				
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM1				
Probenart	Grundwasser				
Probenahme	22.09.2016				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenehmer	Herr Beckhoff				
Probenmenge	ca 6,5 Liter				
Probengefäß	4 x Liter BG 1 Liter PE 250ml Schliff 6 x 100ml PE 3 x HS				
Anzahl Gefäße	14				
Eingangstemperatur	16,7 °C				
Untersuchungsbeginn	26.09.2016				
Untersuchungsende	05.10.2016				

Probe Nr.				16-151998-01
Bezeichnung				ICP-Speyer-22.09-GWM1
Glührückstand abfiltrierb. Stoffe v. Wasser	mg/l	W/E	n. b.	
Gesamthärte	°dH	W/E	14,4	
Gesamthärte	mmol/l	W/E	2,57	

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.				16-151998-01
Bezeichnung				ICP-Speyer-22.09-GWM1
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	W/E	0,1	
Abdampfrückstand	mg/l	W/E	460	

Prüfbericht Nr. **CWA16-030370-1** Auftrag Nr. **CWA-08223-16** Datum **05.10.2016**
Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.	16-151998-01		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM1		
Ammonium (NH ₄)	mg/l	W/E	<0,05
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005
Nitrat (NO ₃)	mg/l	W/E	27
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	30
Sulfat (SO ₄)	mg/l	W/E	28

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	16-151998-01		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM1		
Benzol	µg/l	W/E	<0,5
Toluol	µg/l	W/E	<0,5
Ethylbenzol	µg/l	W/E	<0,5
m-, p-Xylol	µg/l	W/E	<0,5
o-Xylol	µg/l	W/E	<0,5
Cumol	µg/l	W/E	<0,5
m-, p-Ethyltoluol	µg/l	W/E	<0,5
1,3,5-Trimethylbenzol (Mesitylen)	µg/l	W/E	<0,5
o-Ethyltoluol	µg/l	W/E	<0,5
1,2,4-Trimethylbenzol (Pseudocumol)	µg/l	W/E	<0,5
Summe nachgewiesener BTEX	µg/l	W/E	-/-

Summenparameter

Probe Nr.	16-151998-01		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM1		
DOC	mg/l	W/E	1,5
Phenol-Index nach Destillation	µg/l	W/E	<10
Kohlenwasserstoff-Index	mg/l	W/E	<0,1

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.	16-151998-01		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM1		
PCB Nr. 28	µg/l	W/E	<0,01
PCB Nr. 52	µg/l	W/E	<0,01
PCB Nr. 101	µg/l	W/E	<0,01
PCB Nr. 138	µg/l	W/E	<0,01
PCB Nr. 153	µg/l	W/E	<0,01
PCB Nr. 180	µg/l	W/E	<0,01
Summe der 6 PCB	µg/l	W/E	-/-
PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)	µg/l	W/E	-/-

Prüfbericht Nr. **CWA16-030370-1** Auftrag Nr. **CWA-08223-16** Datum **05.10.2016**
Sonstiges

Probe Nr.	16-151998-01		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM1		
Säurekapazität, pH 4,3	mmol/l	W/E	6,06

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.	16-151998-01		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM1		
Dichlormethan	µg/l	W/E	<0,5
cis-1,2-Dichlorethen	µg/l	W/E	<0,5
Trichlormethan	µg/l	W/E	<0,5
1,1,1-Trichlorethan	µg/l	W/E	<0,5
Tetrachlormethan	µg/l	W/E	<0,5
Trichlorethen	µg/l	W/E	<0,5
Tetrachlorethen	µg/l	W/E	120
Summe nachgewiesener LHKW	µg/l	W/E	120

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	16-151998-01		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM1		
Naphthalin	µg/l	W/E	<0,02
Acenaphthylen	µg/l	W/E	<0,02
Acenaphthen	µg/l	W/E	<0,02
Fluoren	µg/l	W/E	<0,02
Phenanthren	µg/l	W/E	0,02
Anthracen	µg/l	W/E	<0,02
Fluoranthren	µg/l	W/E	<0,02
Pyren	µg/l	W/E	<0,02
Benzo(a)anthracen	µg/l	W/E	<0,02
Chrysen	µg/l	W/E	<0,02
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	W/E	<0,02
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	W/E	<0,02
Benzo(a)pyren	µg/l	W/E	<0,02
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	W/E	<0,02
Benzo(ghi)perylene	µg/l	W/E	<0,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	W/E	<0,02
Summe nachgewiesener PAK	µg/l	W/E	0,02

Elemente

Probe Nr.	16-151998-01		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM1		
Antimon (Sb)	µg/l	W/E	<5
Arsen (As)	µg/l	W/E	5,9

Prüfbericht Nr.	CWA16-030370-1		Auftrag Nr.	CWA-08223-16		Datum	05.10.2016
Probe Nr.							16-151998-01
Blei (Pb)	µg/l	W/E					<5
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E					<0,5
Calcium (Ca)	mg/l	W/E					86
Chrom (Cr)	µg/l	W/E					<5
Kalium (K)	mg/l	W/E					5,2
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E					5,5
Magnesium (Mg)	mg/l	W/E					10
Natrium (Na)	mg/l	W/E					36
Nickel (Ni)	µg/l	W/E					<5
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E					<0,2
Zink (Zn)	µg/l	W/E					790

Prüfbericht Nr. CWA16-030370-1	Auftrag Nr. CWA-08223-16	Datum 05.10.2016
---------------------------------------	---------------------------------	-------------------------

16-151998-01

Kommentare der Ergebnisse:

GR./GV abfiltrb. Stoffe Wasser, GR. (550°C) abfiltrb. Stoffe i. Wasser: Aufgrund eines Koordinationsfehlers konnte die Bestimmung nicht durchgeführt werden. Die Prüfprobe wurde vorzeitig entsorgt.

Abkürzungen und Methoden**ausführender Standort**

Metalle/Elemente in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 17294-2 ^A	Umweltanalytik Walldorf
Abfiltrierbare Stoffe in Wasser/Eluat	DIN 38409 H2 ^A	Umweltanalytik Oppin
LHKW (leichtfl. halogen. Kohlenwasserst.)	DIN EN ISO 10301 ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
BTEX (leichtfl. arom. Kohlenwasserst.)	DIN 38407 F9 ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	DIN EN 1484 ^A	Umweltanalytik Rhein-Main
Säure- und Basekapazität in Wasser/Eluat	DIN 38409 H7 ^A	Umweltanalytik Walldorf
Ammonium	DIN 38406 E5-1 ^A	Umweltanalytik Walldorf
Gelöste Anionen, Nitrat in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 ^A	Umweltanalytik Walldorf
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 ^A	Umweltanalytik Walldorf
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 ^A	Umweltanalytik Walldorf
Kohlenwasserstoff-Index in Wasser/Eluat (GC)	DIN EN ISO 9377-2 ^A	Umweltanalytik Walldorf
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	DIN 38407 F39 ^A	Umweltanalytik Walldorf
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	DIN EN ISO 6468	Umweltanalytik Walldorf
Cyanide in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 14403 ^A	Umweltanalytik Altenberge
Phenol-Index in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 14402 ^A	Umweltanalytik Altenberge
Glüh-Rückstand/ Glüh-Verlust abfiltrb. Stoffe in Wasser	DIN 38409 H2-2 ^A	Umweltanalytik Oppin
Gesamtrockenrückstand in Wasser/Eluat	DIN 38409-1 ^A	Umweltanalytik Walldorf
Härte Wasser (Berechnungen)	DIN 38409 H6 u. DIN 4030-2 ^A	Umweltanalytik Walldorf
WE	Wasser/Eluat	



Julian Thomsen

M.Sc. Biogeowissenschaften

Sachverständiger Umwelt und Wasser

WESSLING GmbH, Impexstraße 5, 69190 Walldorf

ICP Ingenieurgesellschaft
 Prof. Czurda und Partner mbH
 Herr Andreas Beckhoff
 Auf der Breit 11
 76227 Karlsruhe

Geschäftsfeld: Umwelt
 Ansprechpartner: J. Thomsen
 Durchwahl: +49 6227 8 209 36
 Fax: +49 6227 8 209 15
 E-Mail: Julian.Thomsen@wessling.de

Prüfbericht

Projekt: OU Alte Rheinstraße

Prüfbericht Nr.	CWA16-030371-1	Auftrag Nr.	CWA-08223-16	Datum	05.10.2016
Probe Nr.	16-151998-02				
Eingangsdatum	23.09.2016				
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM2				
Probenart	Grundwasser				
Probenahme	22.09.2016				
Probenahme durch	Auftraggeber				
Probenehmer	Herr Beckhoff				
Probenmenge	ca 6,5 Liter				
Probengefäß	4 x Liter BG 1 Liter PE 250ml Schliff 6 x 100ml PE 3 x HS				
Anzahl Gefäße	14				
Eingangstemperatur	16,7 °C				
Untersuchungsbeginn	26.09.2016				
Untersuchungsende	05.10.2016				

Probe Nr.				16-151998-02
Bezeichnung				ICP-Speyer-22.09-GWM2
Glührückstand abfiltrierb. Stoffe v. Wasser	mg/l	W/E	1.030	
Gesamthärte	°dH	W/E	27,9	
Gesamthärte	mmol/l	W/E	4,98	

Physikalische Untersuchung

Probe Nr.				16-151998-02
Bezeichnung				ICP-Speyer-22.09-GWM2
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	W/E	1.050	
Abdampfrückstand	mg/l	W/E	1.250	

Prüfbericht Nr. **CWA16-030371-1** Auftrag Nr. **CWA-08223-16** Datum **05.10.2016**
Kationen, Anionen und Nichtmetalle

Probe Nr.	16-151998-02		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM2		
Ammonium (NH ₄)	mg/l	W/E	0,14
Cyanid (CN), ges.	mg/l	W/E	<0,005
Nitrat (NO ₃)	mg/l	W/E	9,1
Chlorid (Cl)	mg/l	W/E	32
Sulfat (SO ₄)	mg/l	W/E	44

Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)

Probe Nr.	16-151998-02		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM2		
Benzol	µg/l	W/E	<0,5
Toluol	µg/l	W/E	<0,5
Ethylbenzol	µg/l	W/E	<0,5
m-, p-Xylol	µg/l	W/E	<0,5
o-Xylol	µg/l	W/E	<0,5
Cumol	µg/l	W/E	<0,5
m-, p-Ethyltoluol	µg/l	W/E	<0,5
1,3,5-Trimethylbenzol (Mesitylen)	µg/l	W/E	<0,5
o-Ethyltoluol	µg/l	W/E	<0,5
1,2,4-Trimethylbenzol (Pseudocumol)	µg/l	W/E	<0,5
Summe nachgewiesener BTEX	µg/l	W/E	-/-

Summenparameter

Probe Nr.	16-151998-02		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM2		
DOC	mg/l	W/E	4,1
Phenol-Index nach Destillation	µg/l	W/E	<10
Kohlenwasserstoff-Index	mg/l	W/E	<0,1

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Probe Nr.	16-151998-02		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM2		
PCB Nr. 28	µg/l	W/E	<0,01
PCB Nr. 52	µg/l	W/E	<0,01
PCB Nr. 101	µg/l	W/E	<0,01
PCB Nr. 138	µg/l	W/E	<0,01
PCB Nr. 153	µg/l	W/E	<0,01
PCB Nr. 180	µg/l	W/E	<0,01
Summe der 6 PCB	µg/l	W/E	-/-
PCB gesamt (Summe 6 PCB x 5)	µg/l	W/E	-/-

Prüfbericht Nr. **CWA16-030371-1** Auftrag Nr. **CWA-08223-16** Datum **05.10.2016**
Sonstiges

Probe Nr.	16-151998-02		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM2		
Säurekapazität, pH 4,3	mmol/l	W/E	12,1

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)

Probe Nr.	16-151998-02		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM2		
Dichlormethan	µg/l	W/E	<0,5
cis-1,2-Dichlorethen	µg/l	W/E	<0,5
Trichlormethan	µg/l	W/E	<0,5
1,1,1-Trichlorethan	µg/l	W/E	<0,5
Tetrachlormethan	µg/l	W/E	<0,5
Trichlorethen	µg/l	W/E	<0,5
Tetrachlorethen	µg/l	W/E	34
Summe nachgewiesener LHKW	µg/l	W/E	34

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Probe Nr.	16-151998-02		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM2		
Naphthalin	µg/l	W/E	0,04
Acenaphthylen	µg/l	W/E	<0,04
Acenaphthen	µg/l	W/E	<0,04
Fluoren	µg/l	W/E	<0,04
Phenanthren	µg/l	W/E	0,09
Anthracen	µg/l	W/E	<0,04
Fluoranthren	µg/l	W/E	<0,04
Pyren	µg/l	W/E	<0,04
Benzo(a)anthracen	µg/l	W/E	<0,04
Chrysen	µg/l	W/E	<0,04
Benzo(b)fluoranthren	µg/l	W/E	<0,04
Benzo(k)fluoranthren	µg/l	W/E	<0,04
Benzo(a)pyren	µg/l	W/E	<0,04
Dibenz(ah)anthracen	µg/l	W/E	<0,04
Benzo(ghi)perylene	µg/l	W/E	<0,04
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	W/E	<0,04
Summe nachgewiesener PAK	µg/l	W/E	0,13

Elemente

Probe Nr.	16-151998-02		
Bezeichnung	ICP-Speyer-22.09-GWM2		
Antimon (Sb)	µg/l	W/E	<5
Arsen (As)	µg/l	W/E	<5

Prüfbericht Nr.	CWA16-030371-1		Auftrag Nr.	CWA-08223-16		Datum	05.10.2016
Probe Nr.							16-151998-02
Blei (Pb)	µg/l	W/E					8,3
Cadmium (Cd)	µg/l	W/E					<0,5
Calcium (Ca)	mg/l	W/E					160
Chrom (Cr)	µg/l	W/E					<5
Kalium (K)	mg/l	W/E					10
Kupfer (Cu)	µg/l	W/E					16
Magnesium (Mg)	mg/l	W/E					21
Natrium (Na)	mg/l	W/E					19
Nickel (Ni)	µg/l	W/E					<5
Quecksilber (Hg)	µg/l	W/E					<0,2
Zink (Zn)	µg/l	W/E					1.700

Prüfbericht Nr. **CWA16-030371-1** Auftrag Nr. **CWA-08223-16** Datum **05.10.2016**

Abkürzungen und Methoden

Metalle/Elemente in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 17294-2 ^A
Abfiltrierbare Stoffe in Wasser/Eluat	DIN 38409 H2 ^A
LHKW (leichtfl. halogen. Kohlenwasserst.)	DIN EN ISO 10301 ^A
BTEX (leichtfl. arom. Kohlenwasserst.)	DIN 38407 F9 ^A
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	DIN EN 1484 ^A
Säure- und Basekapazität in Wasser/Eluat	DIN 38409 H7 ^A
Ammonium	DIN 38406 E5-1 ^A
Gelöste Anionen, Nitrat in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 ^A
Gelöste Anionen, Chlorid in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 ^A
Gelöste Anionen, Sulfat in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 10304-1 ^A
Kohlenwasserstoff-Index in Wasser/Eluat (GC)	DIN EN ISO 9377-2 ^A
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	DIN 38407 F39 ^A
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	DIN EN ISO 6468
Cyanide in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 14403 ^A
Phenol-Index in Wasser/Eluat	DIN EN ISO 14402 ^A
Glüh-Rückstand/ Glüh-Verlust abfiltrb. Stoffe in Wasser	DIN 38409 H2-2 ^A
Gesamtrockenrückstand in Wasser/Eluat	DIN 38409-1 ^A
Härte Wasser (Berechnungen)	DIN 38409 H6 u. DIN 4030-2 ^A
W/E	Wasser/Eluat

ausführender Standort

Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Rhein-Main
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Walldorf
Umweltanalytik Altenberge
Umweltanalytik Altenberge
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Oppin
Umweltanalytik Walldorf



Julian Thomsen
M.Sc. Biogeowissenschaften
Sachverständiger Umwelt und Wasser