



Bericht zur hydrochemischen Beschaffenheit des Grundwassers

– 1. Ergänzung zum Geotechnischen Bericht –

**BV: Bebauungsplan Willstätterstraße 12,
40549 Düsseldorf-Heerdt**

Auftraggeber:



Projektbearbeiter:

Hans-Joachim Beck
Dr. sc. ind. (CH) Diplom-Geologe

Sebastian Beck
B.Sc. Ingenieurwissenschaften

Projektnummer:

200779
Bk/Jm 201206

Bericht fertiggestellt am:

03.12.2020



**UMWELT & BAUGRUND
CONSULT**

DIPL.-GEOLOGE DR. SC. IND. (CH) H.J. BECK

Inhalt:

1	Allgemeines/Veranlassung _____	3
2	Untersuchungsumfang _____	5
2.1	Einrichten von Grundwassergütemessstellen _____	5
2.2	Vermessung _____	6
2.3	Entnahme von Grundwasserproben _____	6
2.4	Laborchemischer Untersuchungsumfang _____	7
3	Untersuchungsergebnisse _____	8
3.1	Bodenaufbau/Schichtenfolge _____	8
3.2	Ergebnisse der Vermessung der Grundwassergütemessstellen _____	9
3.3	Hydrogeologische Situation im engeren Untersuchungsgebiet _____	10
4	Untersuchungsergebnisse _____	12
4.1	Ergebnisse der Messungen chemisch-physikalischer Vor-Ort-Parameter _	12
4.2	Laborchemische Untersuchungsergebnisse _____	13
5	Bewertungsgrundlagen _____	15
6	Allgemeine Ausführungen zu PFT, PFC, PFOA oder PFOS: Bewertungsgrundlagen _____	19
7	Bewertung der Untersuchungsergebnisse _____	23

1 Allgemeines/Veranlassung

Zurzeit befindet sich das Vorhaben „Bebauungsplan Willstätterstraße 12“ in Düsseldorf-Heerdt in der Planungsphase. Es wird beabsichtigt, die vorhandenen Gebäude rückzubauen und eine zumindest teilweise Nutzung für Wohnzwecke zu realisieren.

Im Vorfeld weiterer Planungen wurde unser Büro mit der Erarbeitung eines geotechnischen Berichtes beauftragt. Dieser wurde unter der Briefnummer Bk/Jm 200914 mit Datum vom 07.09.2020 fertiggestellt.

In diesem geotechnischen Bericht wurden die Ergebnisse der durchgeführten Feldarbeiten dargestellt und bewertet. Gleichzeitig wurden die Ergebnisse der laborchemischen und bodenmechanischen Analysen dokumentiert und im Rahmen einer abfall- und umwelttechnischen Einstufung bewertet.

In Kapitel 3.2, Seite 20ff wurden die hydrogeologischen Verhältnisse vorgestellt. Danach ist jahreszeitlich davon auszugehen, dass die Grundwasserspiegellage den neuen Baukörper tangieren kann. Aus der Historie ist bekannt, dass im Bereich des Projektareals in der Vergangenheit Sande und Kiese ausgebeutet wurden und anschließend eine Rückverfüllung mit unterschiedlichsten Materialien – eventuell sogar mit Gewerbeabfällen – vorgenommen wurde. Im Zuge der Herstellung des aktuellen Gebäudes wurden vermutlich erhebliche Anteile der rückverfüllten Materialien ausgekoffert und einer ordnungsgemäßen Verwertung/Entsorgung zugeführt.

Da die Materialien, mit welchen die Rückverfüllungen in der Vergangenheit stattfanden, grundsätzlich geeignet sind, eine Überprägung des örtlichen Grundwassers zu verursachen, erging die Empfehlung, unter Berücksichtigung der vorherrschenden Grundwasserfließrichtung insgesamt 3 Grundwassergütemessstellen einzurichten.

Auf diese Weise kann die lokale Grundwasserfließrichtung bestimmt werden. Durch die Definition von Anstrom und Abstrom kann auf Basis der Entnahme und Untersuchung

von Grundwasserproben erkundet werden, ob das örtliche Grundwasser eine negative Beeinträchtigung durch die Durchströmung des Projektareals erfährt.

Unser Büro wurde deshalb beauftragt, insgesamt 3 Grundwassermessstellen einzurichten, Grundwasserproben zu gewinnen und diese laborchemisch umfangreich untersuchen zu lassen.

Mit diesem Bericht werden die Ergebnisse dieser zweiten Untersuchungskampagne vorgestellt, dokumentiert und bewertet. Dieser Bericht ist als eine erste Ergänzung zum vorgenannten geotechnischen Bericht zu sehen. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden nur die neuen Erkenntnisse im Berichtswesen vorgestellt. Die Aussagen und Sachverhalte, wie sie im ersten Gutachten (geotechnischer Bericht) ausgeführt wurden, werden nicht wiederholt und somit als bekannt vorausgesetzt.

2 Untersuchungsumfang

Im folgenden Kapitel werden die Leistungen, welche im Rahmen dieser 1. Ergänzung zu erbringen waren, vorgestellt und erläutert.

2.1 Einrichten von Grundwassergütemessstellen

Zur Beurteilung des lokalen hydrologischen Regimes wurden im Zuge dieser zweiten Untersuchungskampagne 3 Grundwassergütemessstellen eingerichtet. Die Errichtung der Grundwassergütemessstellen erfolgte im Trockenbohrverfahren mit einem wirksamen Bohrdurchmesser von ca. 230 mm. Der Ausbau zu Grundwassergütemessstellen erfolgte mithilfe einer PVC-Vollrohr-/Filtergarnitur in DN 80. Bis 2,0 m unter Geländeoberkante erfolgte der Einbau von Vollrohren; von da an bis zur Endteufe wurden Filterrohre mit einer Schlitzweite von 0,3 mm verbaut.

Die Bohr- und Ausbautiefe beträgt für alle 3 Grundwassergütemessstellen 15,0 m. Damit wird die ehemalige Ausbeutungstiefe von maximal 5,0 m um 10,0 m unterschritten. Hierdurch ist gewährleistet, dass auch von nicht vollkommenen Brunnen eine denkbare Sickerlinie und damit Schadstoffausbreitung, welche von rückverfüllten Materialien ausgehen könnte, erfasst wird.

Die Grundwassergütemessstellen mit der Bezeichnung GWM 1 und GWM 2 wurden mit befahrbaren tagwasserdichten Straßenkappen an das bestehende Gelände angeglichen (Ausbauart unterflur). Die Grundwassermessstelle GWM 3 wurde Überflug ausgebaut und mit einem Stahlschutzrohr als Anfahrschutz versehen.

Nach der Herstellung wurden die Brunnen am 16.11.2020 ordnungsgemäß entsandet und klargepumpt.

2.2 Vermessung

Nach Fertigstellung der Grundwassergütemessstellen wurden diese mit einem satellitengestützten GPS nach Lage und Höhe eingemessen. Je nach Satellitenabdeckung wird hierbei eine Messgenauigkeit von 1 cm in der Horizontalen und 2 cm in der Vertikalen erreicht. Diese Messgenauigkeit ist für die hier zu bearbeitende Fragestellung ausreichend. Lediglich die Grundwassermessstelle GWM 1, welche im Bereich der Tiefgarageneinfahrt gelegen ist, musste mangels Satellitenabdeckung optisch eingemessen werden.

2.3 Entnahme von Grundwasserproben

Die Entnahme von Grundwasserproben erfolgte gemäß DIN 38402, Teil 13. Es wurden Grundwasser-Probenentnahmeprotokolle gemäß DIN EN ISO 5667-14:2016-12 angefertigt.

Die Grundwasserprobenentnahme erfolgte am 17.11.2020 durch Einbau einer Motortauchpumpe mit einer Förderleistung von ca. 3,0 m³/h. Während des Pumpens wurden kontinuierlich pH-Wert, Grundwassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit sowie Sauerstoffgehalt gemessen.

Die Probennahme selbst erfolgte nach Eintreten von Konstanz für diese chemisch-physikalischen Parameter.

Das Probengut wurde in parameterspezifische Gefäße mit entsprechender Vorlage (Konservierungsmittel) überführt und bis zur Übergabe an das ausführende Labor abgedunkelt und gekühlt gelagert.

2.4 Laborchemischer Untersuchungsumfang

Der laborchemische Untersuchungsumfang umfasst folgende Parameter:

- mineralölspezifische Gesamtkohlenwasserstoffe (KW)
- leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)
- leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW)
- extrahierbares organisch gebundenes Halogen (EOX)
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
- Polyfluorierte Chemikalien/Tenside (PFC/PFT)
- Schwermetalle

Mit der Durchführung der laborchemischen Analyse wurde das Labor Eurofins Umwelt West GmbH beauftragt.

3 Untersuchungsergebnisse

Im nachfolgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Felduntersuchungen, der Messung der chemisch-physikalischen Vor-Ort-Parameter sowie der bodenchemischen Analysen vorgestellt.

3.1 Bodenaufbau/Schichtenfolge

Im Zuge der Herstellung der 3 Grundwassergütemessstellen wurden im Wesentlichen die beiden bekannten Schichtglieder (Auffüllung und Sandkies/Kiessand) angetroffen. Für das Niederbringen der Aufschlussbohrungen GWM 1 und GWM 2 musste zunächst eine Oberflächenbefestigung – bestehend aus Rasengittersteinen bzw. Stahlbeton – durcherörtert werden. Die GWM 3 wurde im Bereich einer Grüninsel angelegt.

Die Auffüllung besteht aus einem Gemenge aus Feinsand und Schluff mit kiesig-sandigen Einschaltungen und anthropogenen Artefakten in Form von Bauschuttrelikten. Die Farbe der Auffüllung variiert und weist eine braune bis schwarze Farbe auf.

Die Mächtigkeit der Auffüllung variiert zwischen 2,0 m und 6,0 m, was unter Berücksichtigung der Höhenlage der Bohransatzpunkte einer Unterkante der Auffüllung zwischen ca. 29,0 m NHN und ca. 32,0 m NHN entspricht. Mit zunehmender Tiefe der Auffüllung scheint es sich überwiegend um umgelagerten Boden oder bodenähnliche Materialien zu handeln. Anthropogene Artefakte nehmen zur Liegendgrenze der Auffüllung rasch ab.

Unterhalb der Auffüllung folgen die Wechselbelagerungen aus Sand und Kies, welche die quartären Terrassensedimente repräsentieren. Die Basis der quartären Sedimente (Tertiär) wurde an keiner Grundwassergütemessstellen aufgeschlossen. Die tertiäre Oberkante muss demnach unterhalb einer Höhenlage von 17,0 m NHN gelegen sein.

3.2 Ergebnisse der Vermessung der Grundwassergütemessstellen

Die geodätischen Daten der Grundwassergütemessstellen GWM 1 – 3 ergeben sich aus der nachfolgenden Tabelle 1. Neben den Rechts- und Hochwerten sind dort auch die Höhen der Geländeoberkante (GOK) sowie der Pegeloberkante (POK) aufgeführt. Letztere gelten als Bezugspunkt für die Einmessung der Höhe der Grundwasserspiegellage mittels Kabellichtlot.

Tabelle 1: Geodätische Daten der Grundwassermessstellen

Messpunkt	Rechtswert	Hochwert	Höhe GOK [NHN]	Höhe POK [NHN]
GWM 1	32340586.05	5679109.66	32.20	32.10
GWM 2	32340537.20	5679158.25	34.88	34.74
GWM 3	32340503.20	5679068.43	35.08	35.88

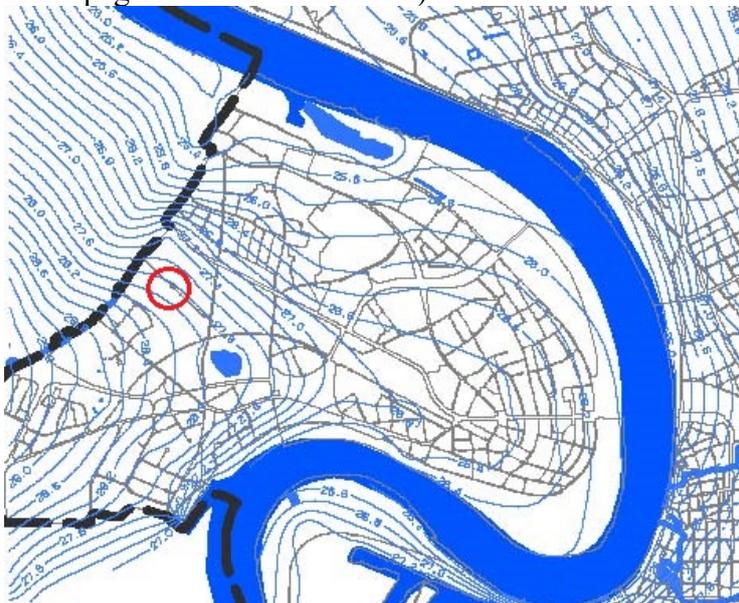
3.3 Hydrogeologische Situation im engeren Untersuchungsgebiet

Das hydrogeologische Regime wird durch die Vorflut Rhein dominiert. Insbesondere starke Niederschlagsereignisse im Bereich des Oberrheins können zu einem raschen Anschwellen des Rheinpegels führen. In solchen Fällen infiltriert Rheinwasser in das Grundwasser. Die Reaktion der Grundwasserstände unterliegt einer gewissen Dämpfung in Bezug auf Zeit und Amplitude. Die Dämpfung fällt umso stärker aus, je größer die Entfernung zum Rhein ist.

Über weite Teile des Jahres wirkt der Rhein auf das Grundwasser drainierend, sodass die Grundwasserfließrichtung überwiegend auf den Rhein gerichtet ist. Durch den mäandrierenden Verlauf des Rheins in der Nähe des Projektareals variiert die Grundwasserfließrichtung kleinräumig zwischen Nord, Nordost, Südost und Süd.

Die nachfolgende Abbildung 1 stellt einen Ausschnitt aus einem Grundwassergleichenplan aus dem Jahre 2014 dar. Das Projektareal ist mit einer Kreissignatur dargestellt.

Abbildung 1: Ausschnitt aus dem Grundwassergleichenplan NRW 2014 (Quelle: Homepage der Stadt Düsseldorf)



Wie aus dieser Abbildung hervorgeht, ist im unmittelbaren Umfeld des Projektareals mit einer nach Nordosten gerichteten Grundwasserfließrichtung zu rechnen. Dies wurde bei der Planung der Standorte für die neuen Grundwassergütemessstellen berücksichtigt.

Legt man eine nach Nordost gerichtete Grundwasserfließrichtung zugrunde, so repräsentiert die Grundwassermessstelle GWM 3 den Grundwasseranstrom; die Grundwassermessstellen GWM 1 und 2 den Grundwasserabstrom.

Die Lage der Grundwassergütemessstellen ergibt sich aus dem Lageplan der Aufschlusspunkte in Anlage 3. Eine Darstellung der Grundwassergleichen für den 17. November bei 2020 (Tag der Probennahme) und den 26.11.2020 finden sich in den Anlagen 4a und 4b.

Sollte also das Grundwasser beim Durchströmen des Projektareals eine qualitative Veränderung erfahren, würde dies durch die Schadstoffbilanz zwischen An- und Abstrom zum Ausdruck kommen.

Durch die Einmessung der Grundwasserspiegellage mittels Kabellichtlot auf den Bezugspunkt Pegeloberkante (POK) an den einzelnen Messstellen kann die Grundwasserfließrichtung bei Anordnung der Messpunkte in einem hydrogeologischen Dreieck konstruiert werden. Die Grundwassergleichenpläne haben eine nach Nordost gerichtete Grundwasserfließrichtung bestätigt.

4 Untersuchungsergebnisse

Im nachfolgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Feld- und Laboruntersuchungen vorgestellt.

4.1 Ergebnisse der Messungen chemisch-physikalischer Vor-Ort-Parameter

Wie zuvor beschrieben wurden für die Entnahme von Grundwasserproben in die einzelnen Messstellen Motortauchpumpen eingebaut und betrieben. Die Förderleistung betrug ca. 3,0 m³/h. Während des Pumpens wurden pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Grundwassertemperatur sowie der Sauerstoffgehalt kontinuierlich gemessen. Die Probennahme erfolgte nach Eintreten von Konstanz für diese Vor-Ort-Parameter. Die nachfolgende Tabelle gibt Auskunft über die gemessenen Werte zum Zeitpunkt der Probennahme.

Tabelle 2: Gemessene Vor-Ort-Parameter zum Zeitpunkt der Probennahme

	GWM 1	GWM 2	GWM 3
pH-Wert	7,32	7,22	7,21
Temperatur [°C]	14,4	14,9	14,1
elektr. Leitfähigkeit [μ S/cm]	948	902	899
Sauerstoffgehalt [mg/l]	3,34	2,96	3,88

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, wurden pH-Werte zwischen 7,21 und 7,32, also dicht am Neutralpunkt, gemessen.

Die Grundwassertemperatur betrug 14,1 – 14,9 °C. Diese unterliegt jahreszeitlich nur geringen Schwankungen und entspricht in etwa des Mittelwertes der Außenlufttemperatur.

Für die elektrische Leitfähigkeit wurden Werte zwischen 899 und 948 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen. Dies spricht für einen mittleren Mineralisierungsgrad des Grundwassers.

4.2 Laborchemische Untersuchungsergebnisse

Die Laborprotokolle der EUROFINS finden sich in Form des Prüfberichts 02058 093 in der Anlage 7 zu diesem Schreiben.

Danach wurde im Probengut aus den 3 Grundwassergütemessstellen keine Konzentrationen oberhalb der Nachweisgrenzen der eingesetzten Standardanalyseverfahren für die Parameter extrahierbares organisch gebundenes Halogen (EOX), mineralölspezifische Gesamtkohlenwasserstoffe (KW), leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) gemessen.

Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) konnten nur in der Grundwassergütemessstelle GWM 2 für den Einzelparameter Trichlormethan mit 2,3 $\mu\text{g}/\text{Liter}$ nachgewiesen werden. Darüber hinaus lagen in den übrigen Messstellen alle Konzentrationen der Einzelsubstanzen LHKW unterhalb der Nachweisgrenzen.

Für Schwermetalle lagen die Konzentrationen im Anstrom - Pegel GWM 3 ebenfalls unterhalb der Nachweisgrenzen.

Die Schwermetalle Arsen, Blei, Kupfer, Nickel und Zink konnten im Proben gut in Spuren knapp oberhalb der Nachweisgrenze im Proben gut aus GWM 1 und GWM 2 (hier ausgenommen Kupfer) nachgewiesen werden.

PFC (polyfluorierte Chemikalien) als Überbegriff für PFAS wurden mit Summenkonzentration von 0,16 µg/Liter (GWM1) bzw. 0,085 µg/Liter (GWM3) wurden sowohl im Anstrom als auch im Abstrom des Grundstücks in Spuren nachgewiesen. Dominiert wird die Summenkonzentration durch die Anwesenheit Perfluorbutansulfonsäure (PFBS).

5 Bewertungsgrundlagen

Als Bewertungsgrundlage wird die *Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser* der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) in der aktualisierten und überarbeiteten Fassung aus dem Jahr 2016 angeführt.

In Kapitel 2 (Seite 5) „*Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten*“ wird unter 2.1 „*Grundsätze und Konzept*“ folgendes ausgeführt:

„Die Geringfügigkeitsschwelle (GFS) wird definiert als Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxischen Wirkungen auftreten können und die Anforderung der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleiteter Werte eingehalten werden.“

Vereinfacht ausgedrückt bedeutet dies, dass Stoffgehalte im Grundwasser, die unterhalb des GFS liegen, eine Nutzung des Grundwassers als Trinkwasserresource ohne Abreinigung erlauben. Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft ist davon auszugehen, dass bei Unterschreitung der GFS keine öko-/humantoxikologische Wirkungen zu besorgen sind.

Hieraus leitet sich allerdings nicht ab, dass bei Überschreitung der GFS etwa Sicherungs- oder Sanierungsmaßnahmen erforderlich werden.

Auf Seite 22 der Mitteilung der LAWA heißt es in Abs. 3 hierzu wörtlich:

„Gemäß Paragraph 4, Abs. 4 Bundes-Bodenschutzgesetz bestimmen sich die bei der Sanierung von Gewässern zu erfüllenden Anforderungen nach dem Wasserrecht. Die Geringfügigkeitsschwellen, die zunächst nur eine nachteilige Veränderung der Grundwasserstandbeschaffenheit indizieren, sind nicht unmittelbar als Sanierungsziele für das Grundwasser heranzuziehen.“

Sanierungsziele sind einzelfallbezogen festzulegen. Sanierungsziele heben nicht nur auf Konzentrationen ab, sondern müssen weitere Bewertungskriterien (z. B. Fracht im Grundwasser) berücksichtigen sowie dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit folgen. Dabei können die vorstehenden Überlegungen mit herangezogen werden.“

Diesen Ausführungen kommt in der Bewertung von Untersuchungsergebnissen bezüglich der chemischen Beschaffenheit von Grundwasser erhebliche Bedeutung zu. Diese Ausführungen bedeuten, dass einerseits eine Überschreitung der GFS lediglich eine negative Beeinträchtigung der Grundwasserqualität indizieren. Ein Handlungsbedarf allein auf Basis dieser eindimensionalen Beurteilung, welches sich ausschließlich auf Konzentrationen bezieht, ist nicht zulässig.

In der Praxis bedeutet dies, dass auch höhere Konzentrationen mit geringem Frachtpotenzial als weniger problematisch einzustufen sind als zum Beispiel geringere Konzentrationen mit höherer Schadstofffracht.

Repräsentiert das Ergebnis einer Stoffkonzentration nur einen Bereich von geringer lateraler Ausdehnung und sind Grundwasserabstandsgeschwindigkeiten gering – z. B. bei Grundwasserleitern mit geringer Transmissivität –, kann auch bei Überschreitung der GFS nur ein geringes Gefährdungspotenzial vorliegen (geringe Schadstofffracht).

Hinzu kommt, dass verschiedene Stoffgruppen ohnehin nur ein geringes Gefährdungspotenzial in Bezug auf ökotoxikologische oder humantoxikologische Wirkung aufweisen. Hier sind auch höhere Konzentrationen oder Frachten und somit Überschreitungen des GFS tolerierbar, während dies bei anderen Stoffgruppen mit höherem Schädigungspotenzial nicht der Fall ist.

Im Rahmen einer Einzelfallbetrachtung müssen auch eine Vielzahl von Parametern in die Bewertung miteinfließen. Einer ist beispielsweise die wasserwirtschaftliche Bedeutung des Grundwassers im konkreten Fall.

Darüber hinaus wird durch das Bundes-Bodenschutzgesetz erstmalig der Begriff der Verhältnismäßigkeit eingeführt. Im Rahmen der Prüfung der Verhältnismäßigkeit werden nicht nur monetäre, sondern auch ökobilanzielle Aspekte bewertet. Des Weiteren werden Erforderlichkeit, Angemessenheit und Eignung eventueller Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen auf den Prüfstand gestellt.



Tabelle 3: Geringfügigkeitsschwellenwerte der Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für ausgesuchte Parameter

Schadstoff	GFS [$\mu\text{g/l}$]
KW	100
BTEX	20
LHKW	20
EOX	–
PAK	0,2
PCT/PFC	–
As	3,2
Pb	1,2
Cd	0,3
Cr	3,4
Cu	5,4
Hg	0,1
Zn	60

6 Allgemeine Ausführungen zu PFT, PFC, PFOA oder PFOS: Bewertungsgrundlagen

Die Begriffe PFT bzw. PFC stehen als Synonym für „Polyfluorierte Tenside“ oder allgemein „Polyfluorierte Chemikalien“.

Hierbei handelt es sich um organische Verbindungen, die in der Natur nicht vorkommen, sondern je nach Herstellungsprozess als Folge von Hochtemperatur-Reaktionsabläufen entstehen.

Aufgrund ihres Chemismus gelten die PFC (hier als Überbegriff verwendet) als besonders persistent und unterliegen keinem bekannten signifikanten Abbau biologischer Art o. ä.

Gelangt PFT in die Umwelt, kann dieses mit Niederschlägen (oder aber Löschwasser) in die örtlichen Kanalnetze eingetragen werden.

Der technische Stand der heute zur Verfügung stehenden Abwasseraufbereitung/Klärung erlaubt keine Eliminierung der PFT aus dem Abwasser. Es kann somit zur Anreicherung mit PFC kommen, beispielsweise im Klärschlamm.

Von der Grundstruktur gleichen die PFC aliphatischen Kohlenwasserstoffen. Hierbei entstehen verfahrensbedingt Kohlenstoffkettenverbindungen, die nicht wie aliphate Kohlenwasserstoffe Wasserstoff als Bindungspartner haben, sondern Fluor. Durch Anlagerungen von Schwefel und Sauerstoff entstehen sogenannte Perfluorsulfonsäuren (PFOS), durch Anlagerung von Sauerstoff sogenannte Perfluorcarbonsäuren (PFOA). Werden an einige Kohlenstoffatome Wasserstoffatome oder Hydroxylgruppen angelagert, entstehen Fluortelomeralkohole (FTOH).

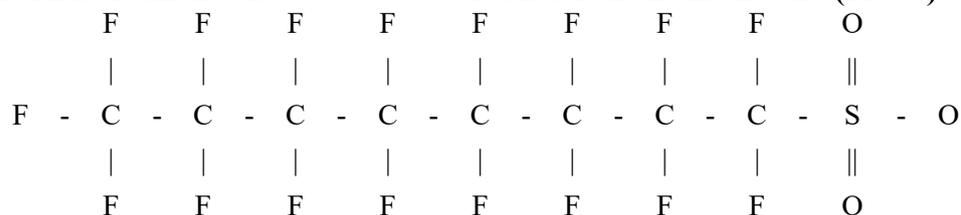
Eine Visualisierung der Strukturformel für die drei genannten PFC ist zum besseren Verständnis nachfolgend dargestellt:



**UMWELT & BAUGRUND
CONSULT**

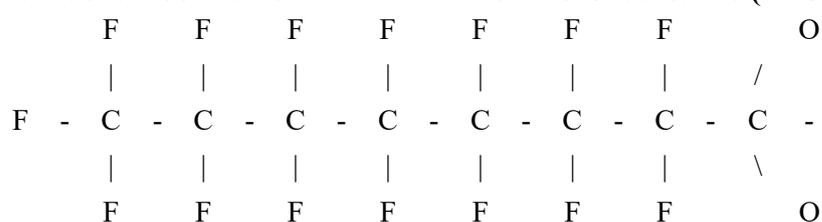
DIPL.-GEOLOGE DR. SC. IND. (CH) H.J. BECK

Perfluorsulfonsäure



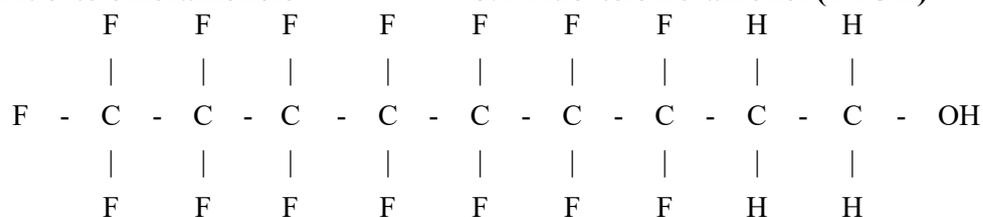
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)

Perfluorcarbonsäuren



Perfluoroktansäure (PFOA)

Fluortelomeralkohole



8:2 Fluortelomeralkohol (FTOH)

Aktuelle Studien der letzten 10 Jahre belegen, dass offensichtlich die PFC weltweit verbreitet wurden (ubiquitäres Vorhandensein), so dass wohl auch an den Polkappen im Neueis, aber auch im Fleisch von Eisbären PFT nachgewiesen werden kann.

Wegen seiner chemisch-physikalischen Eigenschaften wurde in der Vergangenheit PFT im Löschschaum eingesetzt. Diese dienten in erster Linie der Stabilisierung des Löschschaums.

So ist es nicht weiter verwunderlich, dass es im Zusammenhang mit Brandereignissen – und insbesondere bei Großbränden – zu einem unkontrollierten Eintrag von PFT-haltigem Löschwasser in den Untergrund und ggf. in die örtlichen Kanalnetze kommt.

Wegen der besonderen Bedeutung der PFT hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Ökomechanismen selbst in geringsten Konzentrationen, wurden alle 37 vorhandenen Feuer- und Rettungswachen im Gebiet des Kreises Mettmann dezidiert auf PFC untersucht.

Zur Beurteilung der PFC-Konzentrationen im Grundwasser für die einzelnen unterschiedlichen Verbindungen gibt es noch keine einheitlichen und überregional verbindlichen Grenzwerte.

Eine Orientierungshilfe gibt die Leitlinie zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden vom April 2017, herausgegeben vom Bayerischen Landesamt für Umwelt.

So gibt es für Trinkwasser verschiedene Bewertungs- und Beurteilungsansätze, wie die duldbaren Leitwerte (LW) und die gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) beziehungsweise Vorgaben der Trinkwasserkommission (TWK) des Umweltbundesamtes.

Eine gemeinsame Arbeitsgruppe der Länderarbeitsgemeinschaften Wasser und Boden (LAWA und LABO) hat allerdings für die sieben PFC, welche hinsichtlich des Schutzgutes Trinkwasser mit Leitwerten versehen sind, Geringfügigkeitsschwellenwerte für das Grundwasser (GFS) abgeleitet.

Für diese sieben PFC liegen humantoxikologische Daten vor, welche auf einen gleichen oder zumindest ähnlichen Wirkmechanismus schließen lassen (eventuell additive Effekte auf die menschliche Gesundheit), sodass aus Vorsorgegründen neben den Schwellenwerten (SW) für die Einzelstoffe auch eine Summenwertregel festgelegt wurde. Hierbei gilt, dass für nPFC ermittelte Konzentrationen C_n der jeweilige Schwellenwert je PFC durch SW_n geteilt und die so entstehenden Quotienten mit einer Quotientensumme $\sum (C_n / SW_n)$ aufaddiert werden.



Die vorläufigen Schwellenwerte für die einzelnen PFC ergeben sich aus der nachfolgenden Tabelle:

Tabelle 4: Schwellenwerte für die einzelnen PFC (Quelle: Leitlinien zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Boden und Wasser, Stand April 2017 des Bayerischen Landesumweltamtes)

Stoff	Vorläufiger Schwellenwert (SW) in µg/l	Summenbedingung	Begründung
Perfluoronansäure PFNA	0,06	$\Sigma(C_n/SW_n) \leq 1$	Jeweils Übernahme des aktuell vorliegenden GFS-Wert-Vorschlages der LAWA
Perfluoroktansulfonsäure PFOS	0,1		
Perfluoroktansäure PFOA	0,1		
Perfluorhexansulfonsäure PFHxS	0,1		
Perfluorhexansäure PFHxA	6,0		
Perfluorbutansulfonsäure PFBS	6,0		
Perfluorbutansäure PFBA	10,0		
Perfluordekansäure PFDA	0,1		Jeweils Übernahme des GOW
H4-Polyfluoroktansulfonsäure H4PFOS	0,1		
Perfluoroktansulfonamid PFOSA	0,1		
Perfluorheptansulfonsäure PFHpS	0,3		
Perfluorheptansäure PFHpA	0,3		
Perfluorpentansäure PFPeA	3,0		

7 Bewertung der Untersuchungsergebnisse

Die durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, dass der bisher bekannte Bodenaufbau – bestehend aus Auffüllung, Auelehm und rolligen Sedimenten aus Sand und Kies – auch im Bereich der Grundwasseraufschlüsse anzutreffen ist.

Die entnommenen Bodenproben weisen keinerlei sensorischen Auffälligkeiten oder sonstige Normabweichungen auf.

Die Konstruktion der Grundwassergleichen ergab eine nach Nordost gerichtete Grundwasserfließrichtung und bestätigt somit die Annahmen aus der regionalen hydrogeologischen Karte.

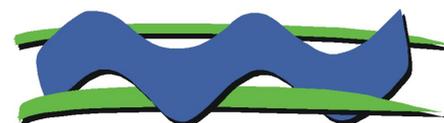
Die sensorischen Parameter elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Grundwassertemperatur wiesen keinerlei Auffälligkeiten auf. Die entnommenen Grundwasserproben waren organoleptisch, d. h. visuell und olfaktorisch, unauffällig.

Die Ergebnisse der für die laborchemischen Untersuchungen entnommenen Grundwasserproben zeigen, dass gängige Geringfügigkeitsschwellenwerte innerhalb des Untersuchungsspektrums eingehalten und nicht überschritten werden.

Für einige Parameter wurde am Standort eine geringfügige qualitative Überprägung des örtlichen Wassers nachgewiesen; gängige Maßnahmen- oder Eingreif-Schwellenwerte werden allerdings weit unterschritten.

Lediglich Schwermetalle, LHKW und PFC waren in geringsten Spuren und meist nur knapp oberhalb der Nachweisgrenze der Standardanalyseverfahren nachweisbar.

In der Gesamtheit betrachtet belegen die Untersuchungsergebnisse, dass die entnommenen und untersuchten Grundwasserproben nur marginalste anthropogene Überprägung aufweisen und aufgrund der nachgewiesenen Schadstoffkompartimente und deren Höhe eine quasi natürliche Qualität aufweisen.



**UMWELT & BAUGRUND
CONSULT**

DIPL.-GEOLOGE DR. SC. IND. (CH) H.J. BECK

In Art und Umfang sind die durchgeführten Untersuchungen geeignet, die örtliche Grundwasserqualität am Standort hinreichend genau zu beschreiben. Danach kann auch aus Sicht der Hydrochemie eine uneingeschränkte Nutzung des Standortes selbst für sensibelste Bauvorhaben realisiert werden.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnislage kann diese Einschätzung abschließend formuliert werden.

Aus gutachterlicher Sicht keine weiteren Maßnahmen durchzuführen.

Für weitere Fragen stehen wir jederzeit zur Verfügung.

UMWELT & BAUGRUND CONSULT

Hans Joachim Beck
Dr. sc. ind. (CH) Diplom-Geologe

Sebastian Beck
B. Sc. Bauingenieurwesen

Anlagen:

- Anlage 1 Übersichtslageplan, Maßstab 1:25.000
- Anlage 2 Luftbild, Maßstab 1:2.000
- Anlage 3 Lageplan der Grundwassermessstellen, Maßstab 1:1.000
- Anlage 4a Grundwassergleichenplan für den 17.11.2020, Maßstab 1:1.000
- Anlage 4b Grundwassergleichenplan für den 26.11.2020, Maßstab 1:1.000
- Anlage 5 Bohrprofile, Schichtenverzeichnis und Ausbaupläne der Grundwassermessstellen
- Anlage 6 Vermessungsprotokoll
- Anlage 7 Laborchemische Untersuchungsergebnisse des Grundwassers der Fa. Eurofins
- Anlage 8 Grundwasserentnahmeprotokolle