

18. Juli 2018

Altstandort „Gaswerk Jakomini“

Gefährdungsabschätzung und Prioritätenklassifizierung (§13 und §14 Altlastensanierungsgesetz)



Zusammenfassung

Auf dem Altstandort „Gaswerk Jakomini“ wurde zwischen 1845 und 1945 Stadtgas erzeugt. Das ehemalige Gaswerk weist eine Fläche von ca. 45.000 m² auf. Für den westlichen Teil des Altstandortes ergeben sich keine Hinweise auf erhebliche Untergrundverunreinigungen. Im östlichen Teil des Altstandortes ist der Untergrund teilweise durch Teer bzw. Teeröl erheblich verunreinigt. Lokal hat sich Teer bis zum Grundwasserstauer ausgebreitet. Die Fläche des erheblich kontaminierten Untergrundes kann mit 7.000 m² abgeschätzt werden. Die Verunreinigungen reichen stellenweise bis in eine Tiefe von 24 m. Das Volumen des erheblich verunreinigten Untergrundes kann mit zumindest 20.000 m³ bis 25.000 m³ abgeschätzt werden. Innerhalb des Bereiches mit erheblichen Untergrundverunreinigungen ist das Grundwasser stellenweise verunreinigt. Eine Ausbreitung von Schadstoffen über diesen Bereich hinaus wurde nur in geringem Ausmaß festgestellt. Der erheblich verunreinigte Bereich des Altstandortes stellt eine erhebliche Gefahr für die Gesundheit des Menschen oder die Umwelt dar.

1 LAGE DES ALTSTANDORTES UND DER ALTLAST

1.1 Lage des Altstandortes

Bundesland: Steiermark
Bezirk: Graz
Gemeinde: Graz (60101)
KG: Jakomini (63106)
Grundstücksnr.: 653/1, 654, 2774

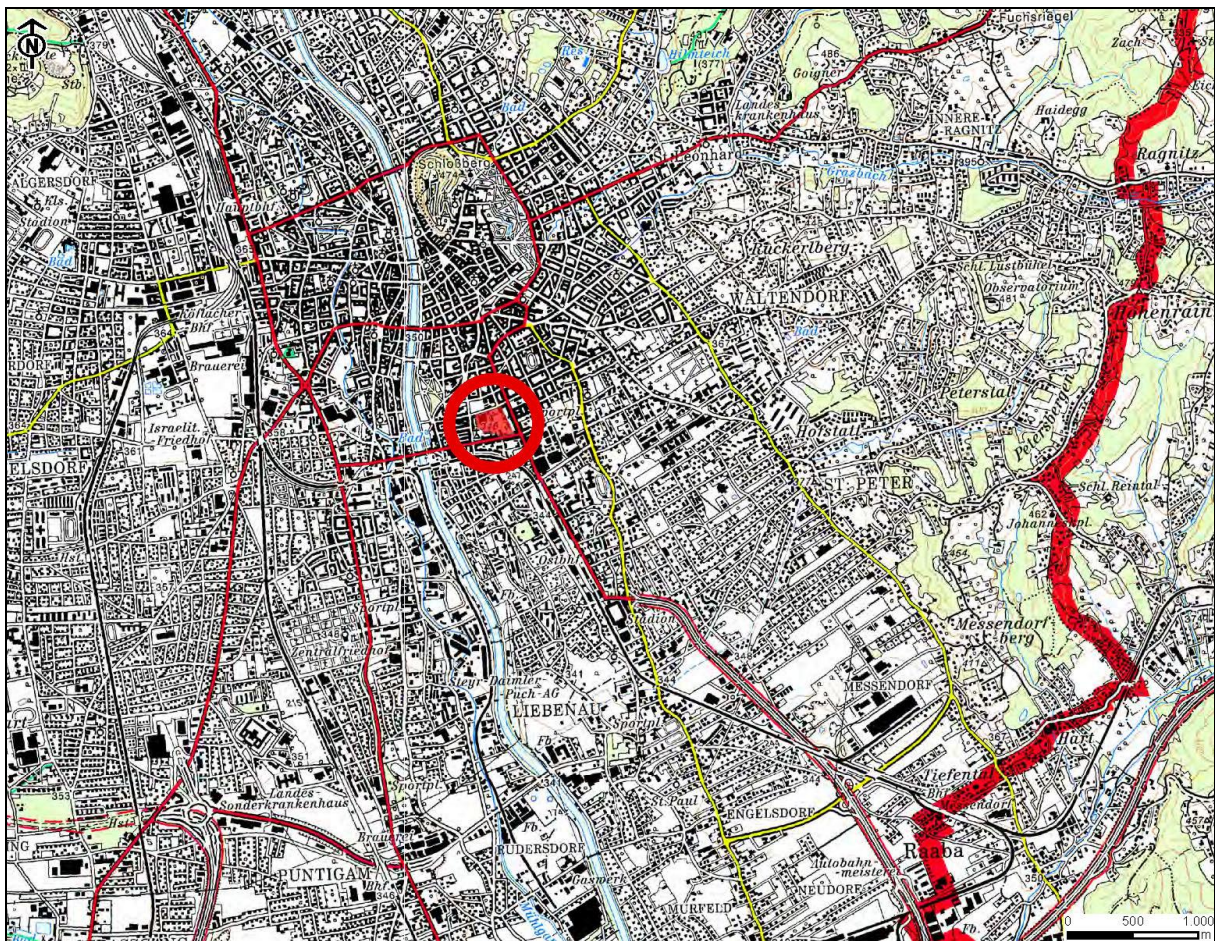


Abb. 1: Übersichtslageplan

1.2 Lage der Altlast

Bundesland: Steiermark
Bezirk: Graz
Gemeinde: Graz (60101)
Katastralgemeinde: Jakomini (63106)
Grundstücksnr.: 653/1, 2774

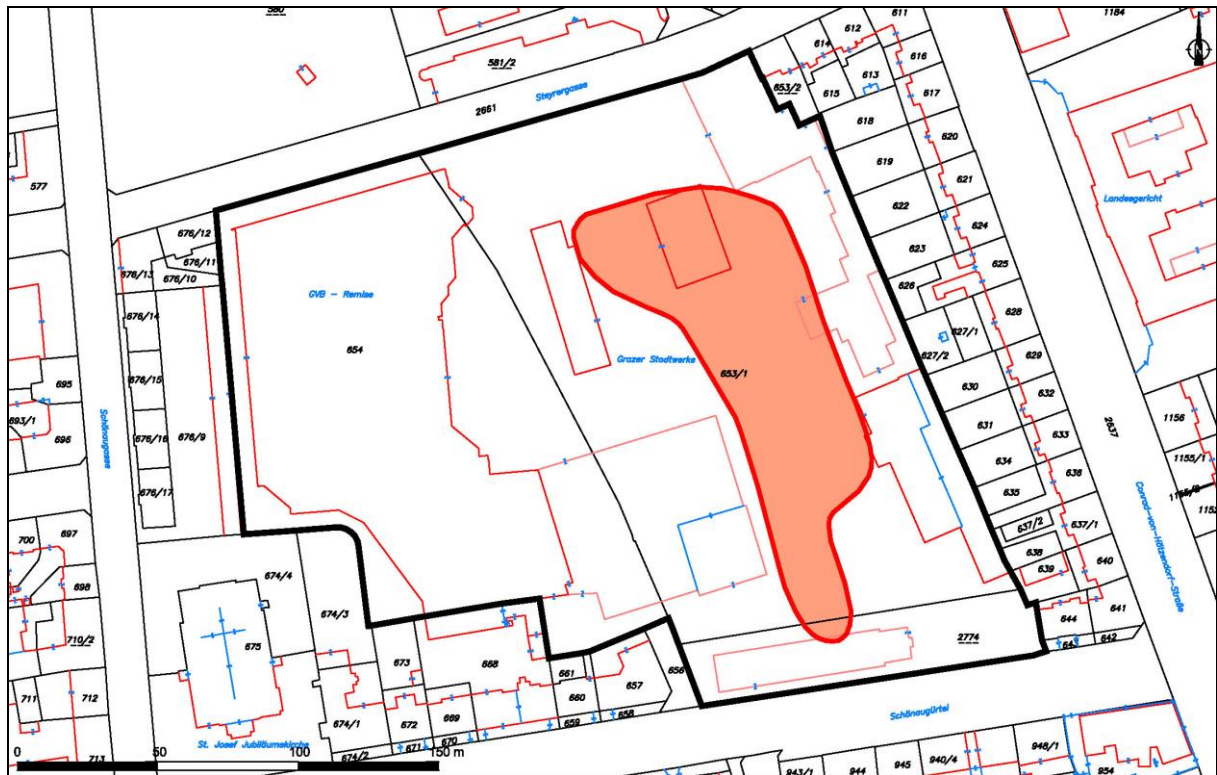


Abb. 2: Lage des Altstandortes (schwarzes Polygon) und der Altlast (rotes Polygon) im Katasterplan

2 BESCHREIBUNG DER STANDORTVERHÄLTNISSE

2.1 Betriebliche Anlagen und Tätigkeiten

Der Altstandort liegt südlich des Stadtzentrums von Graz. Die Fläche des Altstandortes kann mit etwa 45.000 m² angegeben werden.

Mit der Errichtung des Gaswerkes wurde im Jahr 1845 begonnen. Die Anlagen zur Vergasung von Steinkohle und Braunkohle wurden vor allem im östlichen Teil des Altstandortes errichtet. Die Produktionskapazität des Gaswerkes wurde entsprechend dem steigenden Gasverbrauch ständig erhöht und es wurden zusätzliche Anlagen errichtet. Im Jahr 1930 wurden 7 Mio m³ Gas erzeugt. Als Nebenprodukte entstanden dabei 7.000 Tonnen Koks, 692 Tonnen Teer und 63 Tonnen Ammoniak. Am Ende des 2. Weltkrieges, im März 1945, wurde das Gaswerk durch 9 Bombentreffer fast vollständig zerstört. Nach dem 2. Weltkrieg wurde das Gaswerk nicht wiederaufgebaut.

Die Lage der wesentlichen Anlagen des Gaswerkes im Jahr 1945 ist in der Abbildung 3 dargestellt. Heute existieren noch die Fundamente der drei ehemaligen Gasbehälter im zentralen und östlichen Bereich des Altstandortes und das Gebäude des ehemaligen Retorten- und Ofenhauses.

In den Jahren 1985 und 1986 wurde im nordwestlichen Bereich des Altstandortes eine Remise für Straßenbahnen errichtet. Im Zuge der Errichtung der Remise wurde Aushubmaterial entsorgt. Über die Menge und die Qualität des entsorgten Aushubmaterials liegen keine Informationen vor. Bei der Errichtung einer weiteren Remise im südwestlichen Bereich des Altstandortes in den Jahren 1999/2000 wurde mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen belastetes Untergrundmaterial angetroffen, das entsorgt wurde.

Im Juli 2010 wurde bei Bauarbeiten im südlichen Bereich des Altstandortes vermutlich ein ehemaliger Gasbehälter angetroffen. Im Zuge der Bauarbeiten wurden rund 25 m³ Niederschlagswasser vermisch mit Teeröl abgepumpt und entsorgt. Im Zuge der Bauarbeiten wurden bis Jänner 2011 ca. 4.000 Tonnen Untergrundmaterial entfernt und entsorgt.

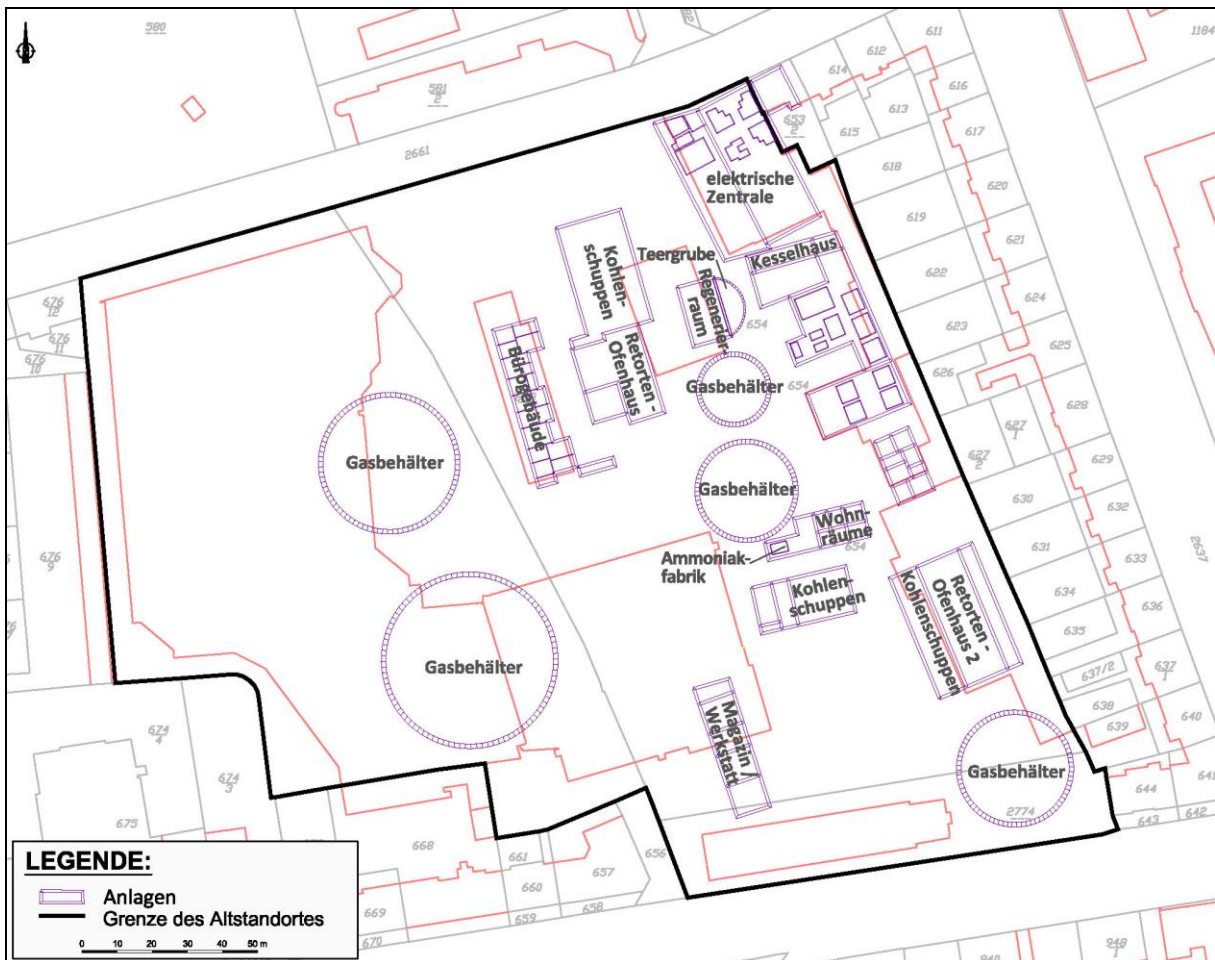


Abb. 3: Lage von wesentlichen Anlagen des ehemaligen Gaswerkes, ehemalige Nutzungen am Altstandort aus dem Jahr 1945



Abb. 4: Lage des Altstandortes im Luftbild (Befliegung 2015);

2.2 Untergrundverhältnisse

Der Altstandort liegt im Grazer Becken auf durchschnittlich 347 m ü.A. Das Gelände ist eben. Im Bereich des Altstandortes können bis zu 8,5 m mächtige Anschüttungen in Form von Ziegel, Schlacken, Kohle, Metallresten, Beton und Teer vorliegen. Der Untergrund wird aus einer Wechsellagerung aus kiesigen Steinen und steinigen, sandigen Kiesen aufgebaut, in die geringmächtige feinkiesige Sandlagen eingeschaltet sein können. Diese grobkörnigen Sedimente wurden bis in Tiefen von maximal ca. 27 m angetroffen und stellen den Grundwasserleiter dar. Darunter folgen Sande, Schluffe und lokal Tone, die als Grundwasserstauer angesprochen werden können. Der Grundwasserstauer zeigt im östlichen Teil des Altstandortes eine Nord-Süd verlaufende Rinnestruktur.

Der Grundwasserspiegel liegt im Bereich des Altstandortes auf 339 m ü.A. Der Flurabstand beträgt durchschnittlich 8 m. Die Mächtigkeit des Grundwassers kann im Bereich des Altstandortes mit durchschnittlich rund 15 m angegeben werden. Die Grundwasserströmung ist im Bereich des Altstandortes nach Süden bis Südosten gerichtet. Die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters beträgt generell 10^{-3} m/s. Stellenweise wurden geringere Durchlässigkeiten festgestellt (10^{-4} m/s). Das Grundwasserspiegelgefälle kann mit rund 0,25 % angegeben werden. Der spezifische Grundwasserdurchfluss (Abstrombreite = 1 m) kann über die gesamte Mächtigkeit des Grundwassers von durchschnittlich 15 m mit 0,04 l/s (3,2 m³/d) angegeben werden. Über eine Abstrombreite von etwa 75 m (Produktionsbereiche und relevante Anlagen) ergibt sich ein Grundwasserdurchfluss von 240 m³/d (2,8 l/s). Die Grundwassererneubildung ist aufgrund des hohen Versiegelungsgrades im Bereich des Altstandortes sehr gering.

2.3 Schutzgüter und Nutzungen

Das Gelände des ehemaligen Gaswerkes wird als Straßenbahnremise und Hauptwerkstätte für Straßenbahnen genutzt. Das Gelände des ehemaligen Gaswerkes ist großteils versiegelt bzw.

bebaut. Im Umfeld des Altstandortes befinden sich Wohnhäuser. Im Umkreis von 300 m existieren 5 Schachtbrunnen für Grundwasserwärmepumpen. Rund 250 m im Abstrom gibt es zwei Nutzwasserbrunnen.

3 UNTERSUCHUNGEN

Im Bereich des Altstandortes wurden im Zeitraum von März 2010 bis März 2017 folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme und Untersuchung von Feststoffproben
- Entnahme von Schöpfproben aus den Bohrungen
- Errichtung von Grundwassermessstellen sowie Entnahme und Untersuchung von Grundwasserproben aus den neu errichteten Grundwassermessstellen sowie aus bestehenden Grundwassermessstellen
- mehrstündige Pumpversuche

3.1 Untergrunduntersuchungen

Im Bereich des Altstandortes wurden im Zeitraum von März 2010 bis Jänner 2017 in mehreren Phasen Schürfe und Bohrungen hergestellt. In den Untergrundaufschlüssen wurden bis zu 8,4 m mächtige Ablagerungen in Form von Aushub, Ziegelbruch, Betonbruch und Schlacken, die zum Teil geruchlich auffällig waren, angetroffen. In einem Teil der Schürfe wurden das Mauerwerk bzw. die Fundamente der Gasbehälter angetroffen und zum Teil noch Teeröl in Phase festgestellt.

Auch im gesättigten Untergrund wurde in den Untergrundaufschlüssen nahe dem ehemaligen Retorten- und Ofenhaus sowie im Umfeld und Abstrom der zentralen Gasbehälter Teeröl in Phase nachgewiesen. In vielen Bohrungen wurde auch ein mehr oder weniger starker Teergeruch wahrgenommen. In einzelnen Bohrungen wurde am Grundwasserstauer sehr zähflüssiger Teer angetroffen. Diese Bohrungen liegen im nördlichen und zentralen Bereich des Altstandortes nahe dem ehemaligen Retorten- und Ofenhaus, der Teergrube, der Ammoniakfabrik und der Gasbehälter. Die Ergebnisse der geruchlichen und augenscheinlichen Ansprache im gesättigten Untergrund werden in der Abbildung 12 dargestellt.

Aus den Schürfen und Bohrungen wurden Feststoffproben entnommen und hinsichtlich des Parameters polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe untersucht. An einem Teil der Feststoffproben wurden auch die Gesamtgehalte der Parameter Kohlenwasserstoffindex, Cyanide, Metalle, Phenolindex, aromatische Kohlenwasserstoffe, polychlorierte Biphenyle, heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, TOC und ausblasbare organische Halogenverbindungen bestimmt. Die Ergebnisse der Feststoffuntersuchungen werden in der Tabelle 1 in Gegenüberstellung mit den Prüfwerten der ÖNORM S 2088-1 zusammengefasst.

Die Verteilungen der PAK-Belastungen werden für den gesättigten und den ungesättigten Bereich in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt.

Tab. 1: Ergebnisse der Feststoffuntersuchungen

Parameter	Einheit	Messwerte x			Probenanzahl n in Messwertbereichen							PW
		min	max	Median	n _{GES}	Bereich	n	Bereich	n	Bereich	n	
As	mg/kg	<0,1	278	5,2	398	≤50	395	50<x≤200	2	>200	2	50
Pb	mg/kg	1,9	1.442	10,1	400	≤100	371	100<x≤500	28	>500	1	100
Cd	mg/kg	<0,5	3,8	<0,5	397	≤0,5	388	0,5<x≤2	7	>2	2	2
Cr	mg/kg	4,6	930	19,3	397	≤100	393	100<x≤500	3	>500	1	100
Cu	mg/kg	1	665	15,1	397	≤100	389	100<x≤500	7	>500	1	100
Ni	mg/kg	3,7	330	16,9	397	≤100	393	100<x≤500	4	-	-	100
Hg	mg/kg	<0,2	6,9	<0,2	397	≤0,2	294	0,2<x≤1	91	>1	12	1
Zn	mg/kg	17	9.220	41	397	≤500	393	500<x≤1.500	2	>1.500	2	500
KW-Index	mg/kg	<10	79.302	15,9	453	≤100	307	100<x≤1.000	106	>1.000	40	100
PAK (15)	mg/kg	<1	12.199	1,33	494	≤4	289	4<x≤100	135	>100	70	4
Naphthalin	mg/kg	<0,1	7.428	<0,1	494	<1	408	1<x≤10	38	>10	48	1
CN	mg/kg	0,12	19	0,13	44	≤0,12	26	0,12<x≤25	18	-	-	25
NSO	mg/kg	<0,25	46	<0,25	60	-	-	-	-	-	-	-
BTEX	mg/kg	<1	1.960	<1	468	-	-	-	-	-	-	-
PCB	mg/kg	<0,5	1	<0,5	21	-	-	-	-	-	-	-
POX	mg/kg	<0,2	30	<0,2	90	-	-	-	-	-	-	-
Phenole	mg/kg	<0,1	0,13	<0,1	10	-	-	-	-	-	-	-
TOC	mg/kg	114	352.573	6.600	285	-	-	-	-	-	-	-

PW...Prüfwert;

PAK (15)...polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (16 Einzelsubstanzen lt. US-EPA exklusive Naphthalin);

KW-Index...Kohlenwasserstoffindex;

BTEX...aromatische Kohlenwasserstoff;

PCB...polychlorierte Biphenyle;

POX...ausblasbare organische Halogenverbindungen;

*...Prüfwerte für PAK15 (16 Einzelsubstanzen lt. US-EPA abzüglich Naphthalin);

> **Prüfwert**;

(16 Einzelsubstanzen lt. US-EPA exklusive Naphthalin);

TOC...organisch gebundener Kohlenstoff;

Ph...Phenolindex;

NSO...heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe;

CN...Cyanide;

Die Feststoffproben zeigten vor allem bei den gaswerkspezifischen Parametern polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Naphthalin und Kohlenwasserstoffindex Prüfwertüberschreitungen. Die maßgeblichen Einzelparameter der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe sind Phenanthren, Fluoranthren und Pyren. Zusätzlich lagen an einem Teil der Feststoffproben die Metallkonzentrationen über dem jeweiligen Prüfwert der ÖNORM S 2088-1. An einzelnen Feststoffproben waren auch die aromatischen Kohlenwasserstoffe und die heterozyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe auffällig.

Altstandort „Gaswerk Jakomini“ –
Gefährdungsabschätzung und Prioritätenklassifizierung

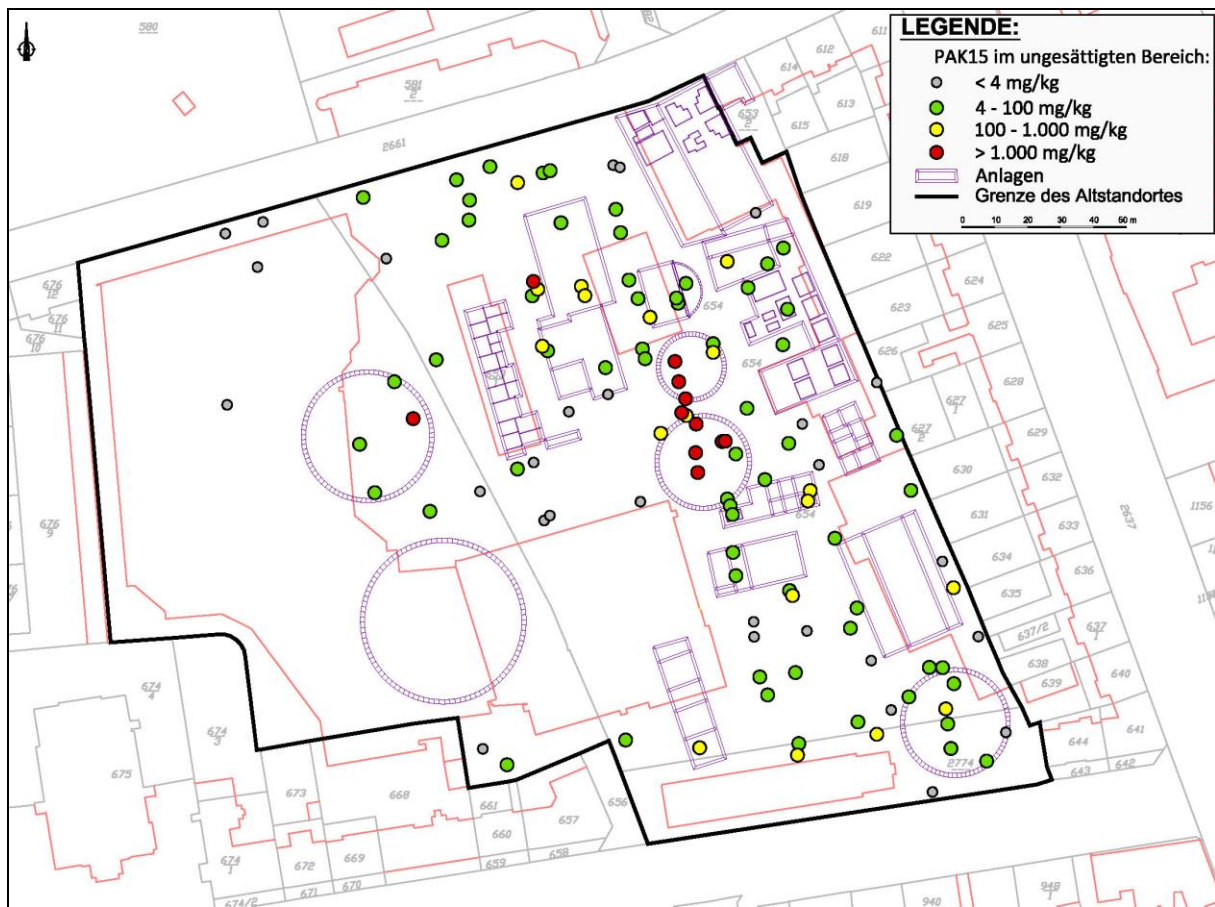


Abb. 5: Verteilung der PAK-Gehalte in den Bohrungen – ungesättigter Bereich

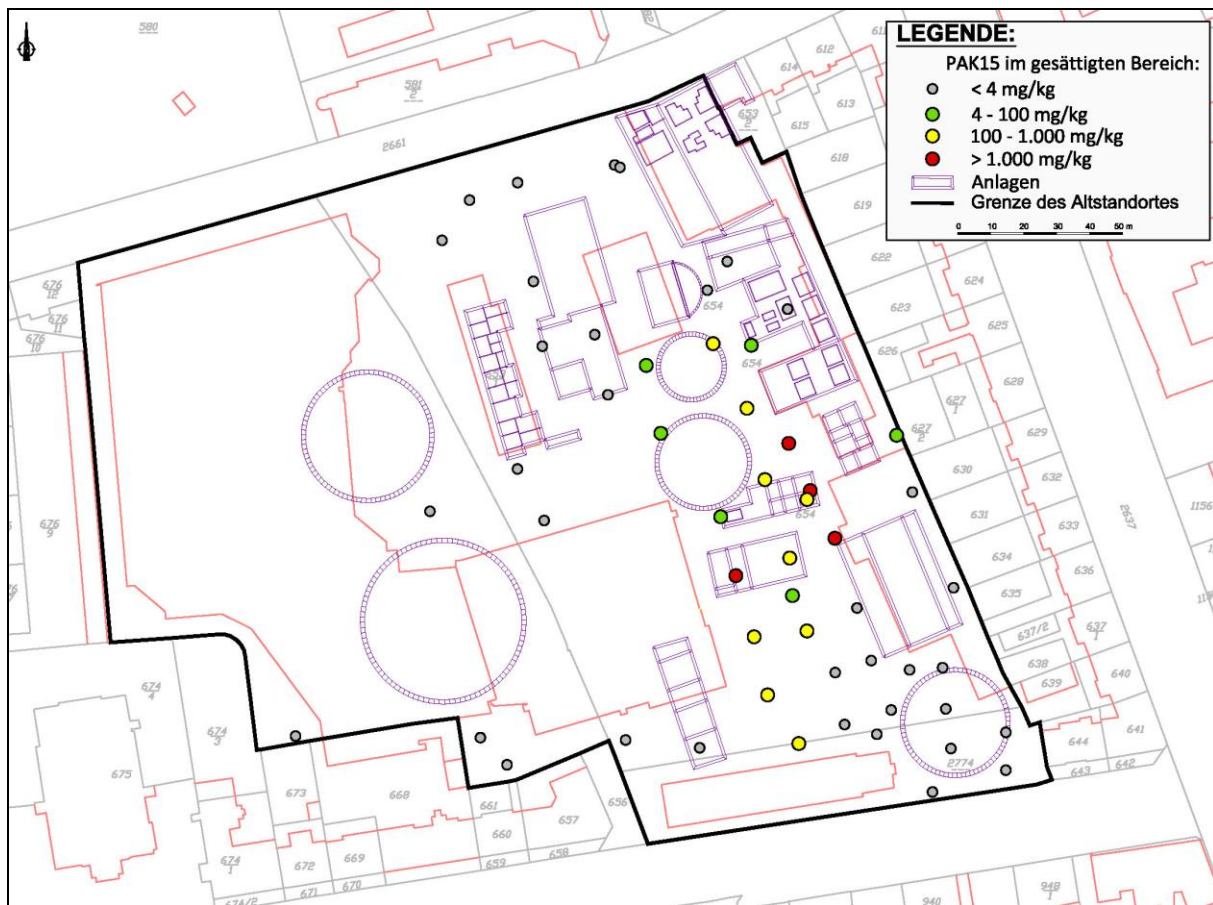


Abb. 6: Verteilung der PAK-Gehalte in den Bohrungen – gesättigter Bereich

Die Feststoffproben aus dem im Jahr 2010 hergestellten Schürfen wurden eluiert und hinsichtlich allgemeiner organischer und anorganischer Parameter sowie Metalle, Cyanide, Kohlenwasserstoffindex, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Phenolindex und TOC untersucht. In wenigen Eluaten lagen die Konzentrationen von Arsen, Blei, Sulfat und TOC sowie die elektrische Leitfähigkeit über dem jeweiligen Prüfwert der ÖNORM S 2088-1.

Mit einer Feststoffprobe aus der Bohrung KB8 (sh. Abb. 8) aus einer Tiefe von 5 bis 6 m und mit einer Feststoffprobe aus der Bohrung KB9 (sh. Abb. 8) aus einer Tiefe von 19,5 bis 20,5 m, wo sehr zähflüssiger Teer angetroffen wurde, wurden Säulenversuche durchgeführt. In der Abbildung 7 werden die Konzentrationen der PAK15 und der wesentlichen Einzelsubstanzen im Sickerwasser gegen das Wasser/Feststoff-Verhältnis dargestellt.

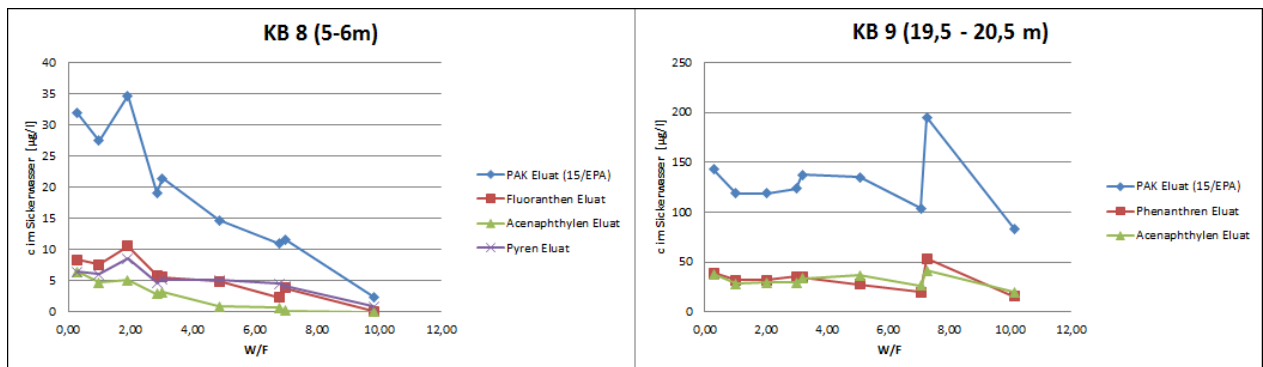


Abb. 7: Gegenüberstellung von Sickerwasserkonzentration und Wasser/Feststoff-Verhältnis

Die Abbildung 7 zeigt, dass die PAK-Konzentrationen bei der Feststoffprobe aus dem ungesättigten Bereich (KB 8) mit steigendem Wasser/Feststoffverhältnis sinken, während sie in der Feststoffprobe aus dem gesättigten Bereich (KB 9) keinen abnehmenden Trend zeigen.

3.2 Grundwasseruntersuchungen

3.2.1 Untersuchung von Schöpfproben aus Kernbohrungen

Im Zuge der Durchführung der Kernbohrungen in den Jahren 2012 und 2014 wurde beim Antreffen von Grundwasser eine Schöpfprobe entnommen. Die insgesamt 58 Schöpfproben wurden hinsichtlich der Parameter polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, aromatische Kohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoffindex untersucht. An einzelnen Schöpfproben wurden auch allgemeine organische und anorganische Parameter, Metalle und leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe bestimmt. Die Ergebnisse der Schöpfprobenuntersuchungen werden in der Tabelle 2 in Gegenüberstellung mit dem jeweiligen Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 zusammengefasst. Die Verteilung der PAK- und Naphthalinkonzentrationen wird in der Abbildung 8 dargestellt.

Tab. 2: Ergebnis von Schöpfprobenuntersuchungen während der Bohrungen

Parameter	Einheit	Messwerte			ÖNORM S 2088-1	Anzahl der Proben			
		min	max	MD	PW	An- zahl	<BG	>BG-<PW	>PW
PAK ₁₅	µg/l	<0,38	1.684	6,2	0,5	58	10	1	47
Naphth.	µg/l	<0,15	950	0,45	1	58	12	21	25
KW-I	mg/l	<0,05	5,6	0,11	0,06	58	19	2	37
BTEX	µg/l	<6	341	<6	-	58	49	-	-
Benzol	µg/l	<0,6	8,6	<0,6	0,6	58	46	0	12
Toluol	µg/l	<0,5	6,4	<0,5	6	55	41	13	1
Ethylbenz.	µg/l	<0,5	44	<0,5	-	55	39	-	-
m,p-Xylol	µg/l	<1	255	<1	-	55	39	-	-
o-Xylol	µg/l	<0,5	77	<0,5	-	55	37	-	-
PCE	µg/l	<0,1	33	5,5	6*	39	1	20	18

KW-I....Kohlenwasserstoffindex; Naphth...Naphthalin; BTEX...aromatische Kohlenwasserstoffe;
 PAK₁₅...polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (15 Einzelsubstanzen lt. US-EPA exklusive Naphthalin);
 PW...Prüfwert; *...Prüfwert für Trichlorethen und Tetrachlorethen;
Prüfwert überschritten; PCE...Tetrachlorethen;

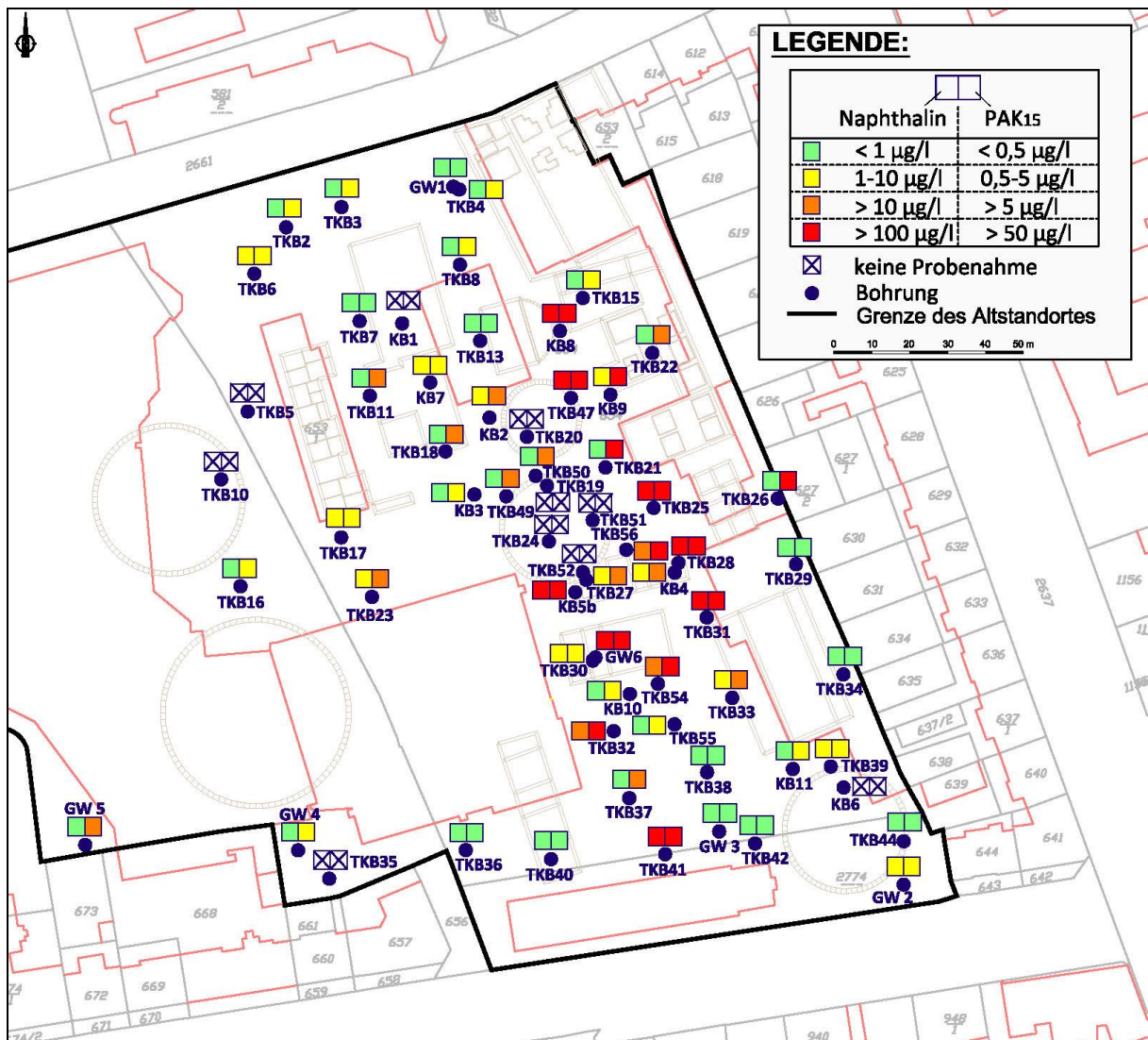


Abb. 8: Ergebnisse der Schöpfprobenuntersuchungen während der Bohrungen

Die höchsten Konzentrationen für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Naphthalin wurden in den Schöpfproben aus den Bohrungen KB5b und GW 6 (sh. Abb. 8) gemessen, die südlich eines ehemaligen Gasbehälters liegen. Zusätzlich wurden in etlichen Schöpfproben für den Kohlenwasserstoffindex, Benzol und Tetrachlorethen Prüfwertüberschreitungen festgestellt. Bei den Mineralölkohlenwasserstoffen handelt es sich vermutlich um Mitteldestillate.

3.2.2 Untersuchung von Grundwasserproben aus Grundwassermessstellen

Im Zeitraum von Februar 2012 bis Jänner 2017 wurden insgesamt 16 neue Grundwassermessstellen errichtet. Bei der Errichtung der Grundwassermessstellen wurde bis zu 5,3 m mächtige Anschüttungen in Form von Aschen, Schlacken und Ziegelbruch angetroffen. In den Bohrungen zur Errichtung der Grundwassermessstellen KB5b, GW 6, GW 7 und GW 9 wurde Teeröl in Phase festgestellt. In der Bohrung GW 13 wurden in einer Tiefe von 2,7 m bis 3,8 m Teer- und Asphaltreste angetroffen. In den Bohrungen wurde immer wieder ein Teergeruch wahrgenommen.

Im Zeitraum von Mai 2012 bis Februar 2017 wurden aus den neu errichteten Grundwassermessstellen und aus ausgewählten bestehenden Grundwassermessstellen Schöpfproben und im Zeitraum von Mai 2012 bis März 2017 Pumpproben entnommen.

Die Schöpfproben wurden hinsichtlich der Parameter Kohlenwasserstoffindex und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe untersucht. Ein Teil der Schöpfproben wurde zusätzlich hinsichtlich derselben Parameter untersucht wie die Pumpproben. Die Ergebnisse der Schöpfprobenuntersuchungen hinsichtlich polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK₁₅: 16 Einzelsubstanzen lt. US-EPA exklusive Naphthalin) werden in der Tabelle 3 zusammengefasst und in der Abbildung 9 dargestellt.

Tab. 3: Ergebnis der Schöpfproben aus den Grundwassermessstellen

Messstelle	PAK ₁₅ [µg/l] in den Schöpfproben							
	Mai.12	Aug.12	Sep.12	Jul.14	Sep.14	Nov.14	Feb.15	Feb.17
Anstrom								
GW 1	<	<	<	<	<	<	<	-
Westl. Abstrom								
Pegel 1	<	0,9	<	<	<	<	0,8	-
Bereich Gasbehälter								
KB3	<	<	<	<	<	<	<	-
Pegel 2	81,7	15,9	36,1	2,6	5,6	0,9	24,8	-
Abstrom Gasbehälter								
Kb5b	63,3	0,6	102,4	6,7	1,5	<	1,3	-
GW 6	-	-	-	15,6	-	2,7	0,8	-
GW 7	-	-	-	-	4,2	-	283	1.140
GW 8	-	-	-	-	-	-	<	<
GW 9	-	-	-	-	-	-	9,9	19
GW 10	-	-	-	-	-	-	5,6	-
Westlicher Abstrom								
GW 4	<	<	<	<	<	<	<	-
GW 5	<	<	<	<	<	<	<	-
Zentraler Abstrom								
GW 2	<	<	<	<	<	<	<	<
GW 3	<	<	<	0,6	<	<	<	<
Pegel 3	0,6	<	2,8	<	<	<	<	<
Pegel 4	133	4,1	133	3,9	11,8	3,6	16,4	<
GW 11	-	-	-	-	-	-	-	0,33
GW 12	-	-	-	-	-	-	-	0,04
GW 13	-	-	-	-	-	-	-	0,085
GW 14	-	-	-	-	-	-	-	<
-...nicht analysiert								
<...kleiner Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 von 0,5 µg/l für PAK (16 Einzelsubstanzen lt. US-EPA exklusive Naphthalin)								

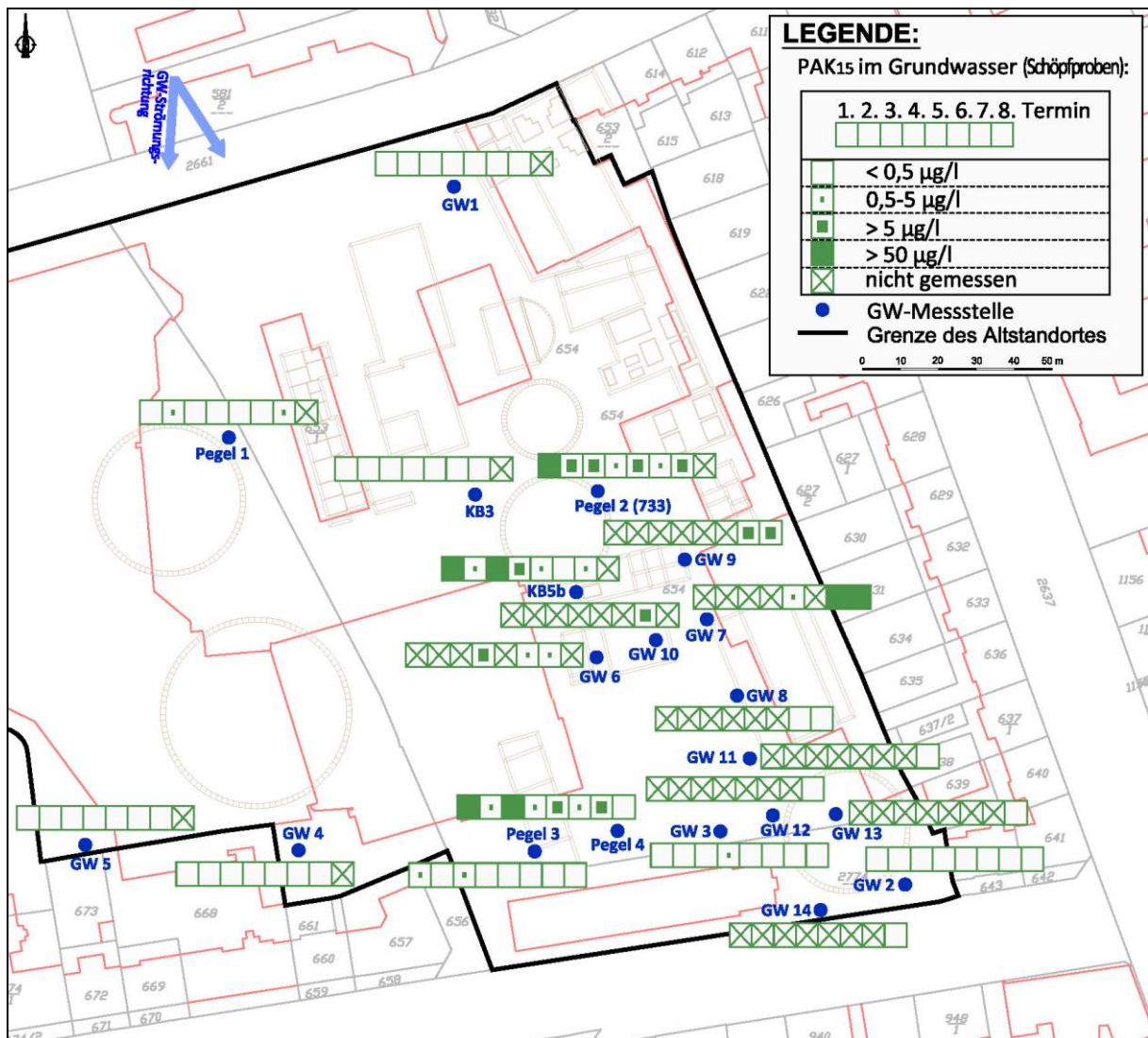


Abb. 9: Verteilung der PAK₁₅ – Konzentrationen in den Schöpfproben

Prüfwertüberschreitungen für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe wurden in den Schöpfproben aus den Grundwasserwassermessstellen im Bereich der zentralen Gasbehälter sowie im Abstrom gemessen, wobei die Konzentrationen zum Teil deutlich schwanken.

In der Schöpfprobe aus der Grundwassermessstelle GW 7 wurde im Februar 2015 für Naphthalin 130 µg/l gemessen. Der Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 beträgt 1 µg/l. In den restlichen Schöpfproben konnten keine Prüfwertüberschreitungen für Naphthalin gemessen werden.

In einzelnen Schöpfproben wurden zeitweise auch erhöhte Konzentrationen für den Kohlenwasserstoffindex gemessen. Die höchste Konzentration mit 2 mg/l wurde in der Schöpfprobe aus dem Pegel 4 im September 2012 gemessen.

In etlichen Schöpfproben lagen die Konzentrationen für leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe über dem Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 von 18 µg/l, wobei der maßgebliche Parameter Tetrachlorethen ist.

Die Pumpproben wurden hinsichtlich der Parameter des Parameterblockes 1 der GZÜV, Anlage 15, TOC, Metalle, Cyanide, aromatische Kohlenwasserstoffe, Kohlenwasserstoffindex und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe untersucht. Zeitweise wurden an den Pumpproben auch die Konzentrationen der Parameter Phenolindex, adsorbierbare organische Halogenverbindungen, leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe, Sulfid, Alkylphenole, Kresole, Dimethylphenole, Trimethylphenole und heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe untersucht.

Ausgewählte Analysenergebnisse der Grundwasseruntersuchungen werden in der Tabelle 3 in Gegenüberstellung mit den Prüfwerten der ÖNORM S 2088-1 zusammengefasst. Die Verteilung der PAK-Konzentrationen in den Pumpproben wird in der Abbildung 10 dargestellt. Die nicht in der Tabelle 3 angeführten Parameter waren unauffällig.

Tab. 8: Ausgewählte Analysenergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

Parameter	Einheit	Grundwasseruntersuchungen 2012 - 2017									n _{Gas.}	PW [^]	ÖNORM S 2088- 1
		Anstrom: GW1			westlicher Anstrom: Pegel 1, Förderbrunnen			Bereich Gasbehälter: KB 3, Pegel 2					
		min	max	Median	min	max	Median	min	max	Median			
T	°C	15	17,1	15,8	12,2	16,9	14,9	15	16,5	15,7	31	-	-
el.L.	µS/cm	809	1.085	936	618	870	823	822	1.132	960	31	-	-
pH	-	7,4	7,6	7,5	7,4	7,8	7,5	7,2	7,5	7,4	32	0	<6,5;>9,5
O ₂	mg/l	8,3	8,7	8,6	7,1	9,3	8,7	4	8,4	7,6	23	-	-
Na	mg/l	42,5	76,2	58,8	25,9	47,6	42,5	38,7	69,9	48,9	27	24	30
Cl	mg/l	68,2	164	114	42,5	98,4	81,1	80,1	173	104	32	6	120
CN	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,044	<0,01	32	1	0,03
PAK15	µg/l	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	0,41	<0,18	<0,18	0,81	<0,18	32	1	0,5
Naphth.	µg/l	<0,01	0,045	<0,01	<0,01	0,22	<0,01	<0,01	0,24	0,025	32	0	1
KW-I	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	26	0	0,06
Ph.i.	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,023	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	24	0	0,03
NSO	µg/l	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	<1	<1	<1	3	-	-
CKW	µg/l	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	<18	20	0	18
PCE	mg/l	2,2	13,5	4,75	0,4	2,5	0,8	2,6	15	4,3	20	3	6
TCE	µg/l	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	20	0	

Altstandort „Gaswerk Jakomini“ –
Gefährdungsabschätzung und Prioritätenklassifizierung

Parameter	Einheit	Grundwasseruntersuchungen 2012 - 2017									n _{Ges.}	PW [^]	ÖNORM S 2088- 1
		Abstrom Gasbehälter: GW6, GW7, GW8, GW9, GW10, KB5			westlicher Abstrom: GW4, GW5			zentraler Abstrom: Pegel 3, Pegel 4, GW2, GW3, GW11, GW12, GW13, GW14					
		min	max	Median	min	max	Median	min	max	Median			
T	°C	14,1	16,9	15,4	12,3	16,5	14,8	9	17,4	15,3	74	-	-
el.L.	µS/cm	829	1.149	1.049	541	874	713	549	1.146	909	76	-	-
pH	-	7,2	7,5	7,3	7,3	7,6	7,5	7,14	7,52	7,4	76	0	<6,5;>9,5
O ₂	mg/l	0,4	8	2,5	3,8	8,9	7,2	2,45	9,4	6,5	73	-	-
Na	mg/l	38,6	64,5	53,4	20,8	48,8	35,5	5,8	61,3	37,7	49	38	30
Cl	mg/l	79,2	156	120,5	38,7	112	72,5	10,7	129	79,7	53	11	120
CN	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	53	0	0,03
PAK ₁₅	µg/l	<0,18	203	3,8	<0,18	1,12	0,09	<0,18	4,6	<0,18	77	23	0,5
Naphth.	µg/l	<0,025	30	0,5	<0,01	0,22	0,01	<0,025	0,29	0,03	77	6	1
KW-I	mg/l	<0,05	1,76	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,09	<0,05	78	7	0,06
CKW	µg/l	<18	23,5	<18	<18	<18	<18	2,6	26	8	57	4	18
PCE	µg/l	3,7	22,8	13	0,25	2,5	0,6	0,3	24,9	7,5	57	28	6
TCE	µg/l	<0,1	0,9	0,35	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,4	0,4	57	0	
Ph.i.	mg/l	<0,01	0,07	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,021	<0,01	42	4	0,03
NSO	µg/l	<0,1	24,4	4,3	n.a.	n.a.	n.a.	<0,1	2,1	0,2	41	-	-

T...Temperatur;

Na...Natrium;

CN...Cyanide;

PAK₁₅...polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (15 Einzelsubstanzen lt. US-EPA

n_{Ges.}...Gesamtanzahl der Proben;

CKW...leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe;

TCE...Trichlorethen;

el.L....elektrische Leitfähigkeit;

KW-I....Kohlenwasserstoffindex;

TOC...gesamter organischer Kohlenstoff;

PW...Prüfwert;

NSO...heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe;

Ph.i....Phenolindex;

O₂...gelöster Sauerstoff;

Cl...Chlorid;

Naphth...Naphthalin;

exklusive Naphthalin);

Prüfwert überschritten;

PCE...Tetrachlorethen;

Ph.i....Phenolindex;

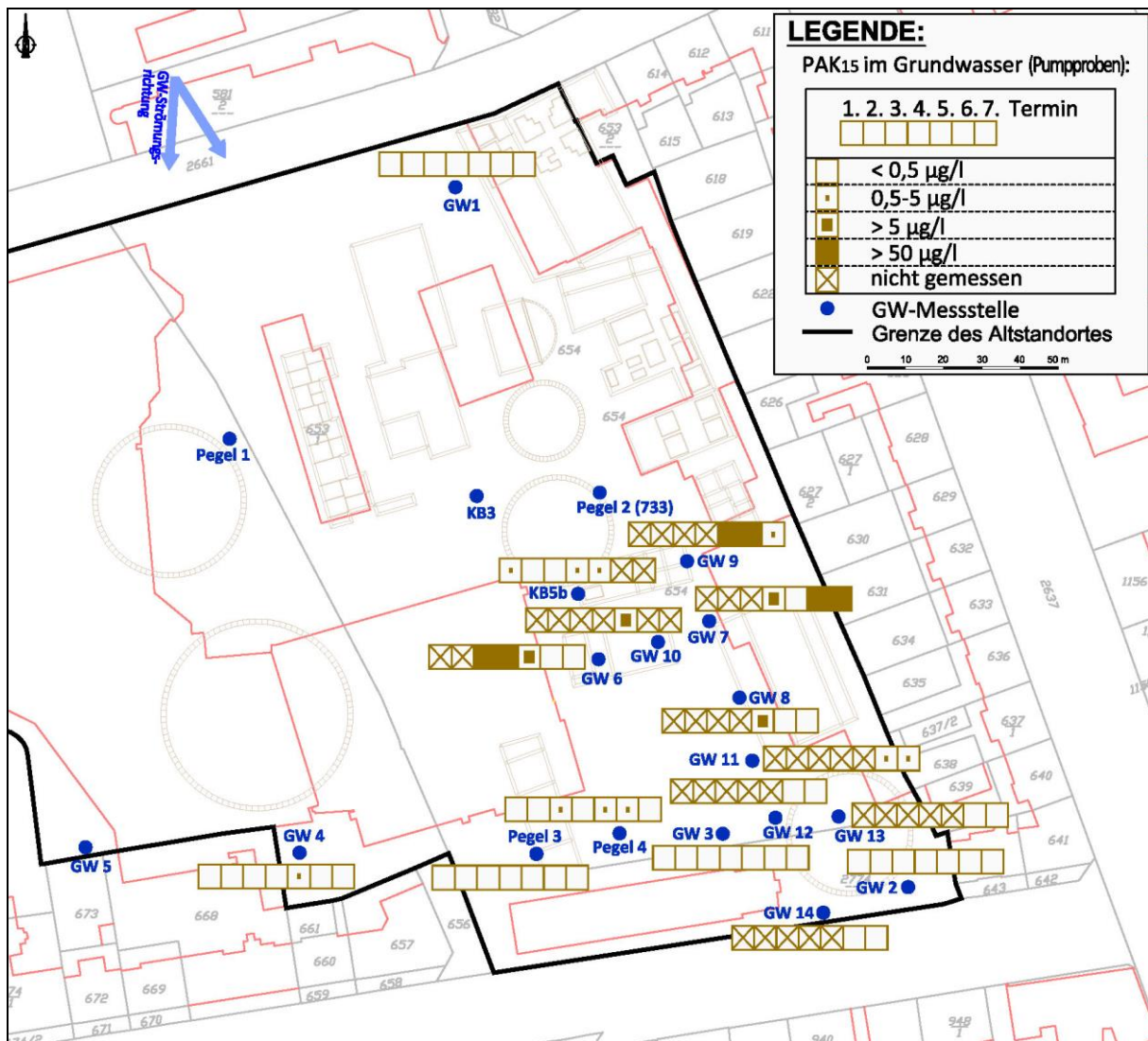


Abb. 10: Verteilung der PAK15 – Konzentrationen in den Pumpproben

In den Grundwassermessstellen im unmittelbaren Abstrom der Gasbehälter lagen die Konzentrationen für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe immer wieder über dem Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 von 0,5 µg/l. Die höchsten Konzentrationen wurden in den Grundwassermessstellen GW 6, GW 7 und GW 9 gemessen.

Zusätzlich lagen in den Grundwassermessstellen GW 6, GW 9 und GW 10 im Abstrom der Gasbehälter die Naphthalinkonzentrationen über dem Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 von 1 µg/l und in den Grundwassermessstellen KB5b, GW 7, GW 9 und GW 10 wurden für den Phenolindex zeitweise Prüfwertüberschreitungen gemessen. In den Grundwassermessstellen GW 6, GW 9 und GW 10 wurden auch heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe gemessen.

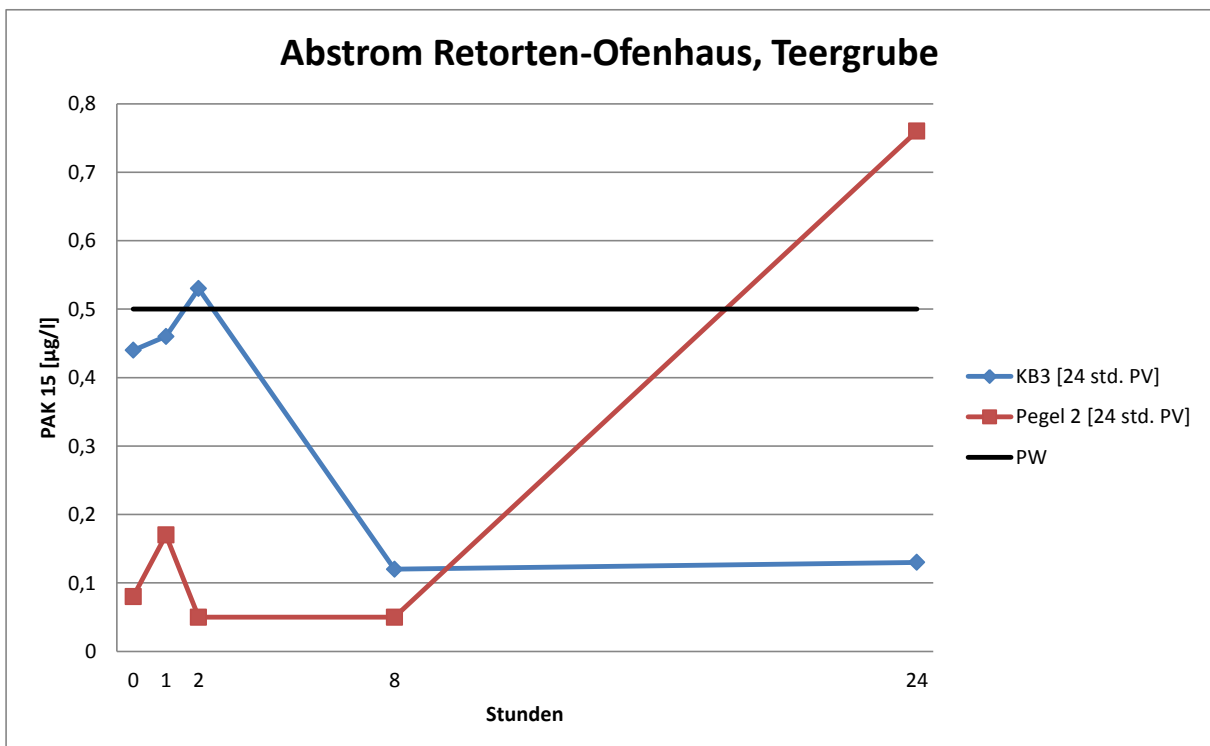
Sowohl im Anstrom als auch in einem Teil der Grundwassermessstellen am Altstandort und im Abstrom wurden Tetrachlorethenkonzentrationen über dem Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 von 6 µg/l für Trichlor- und Tetrachlorethen gemessen.

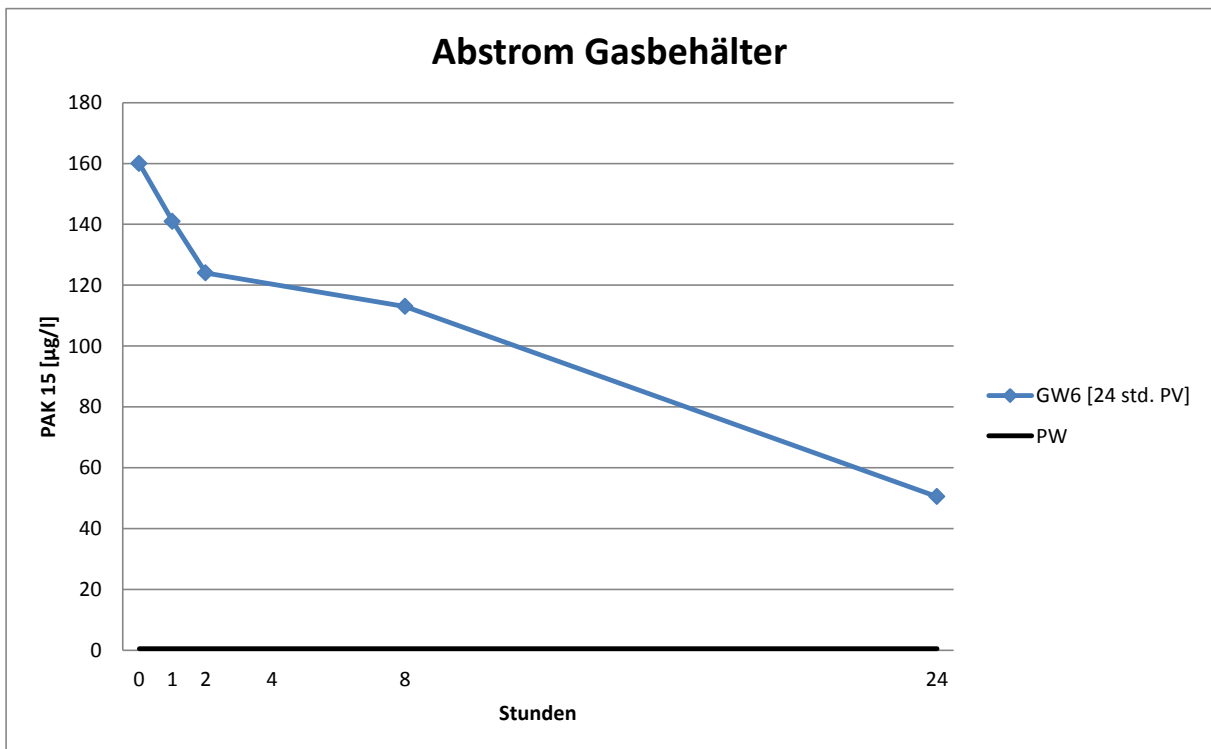
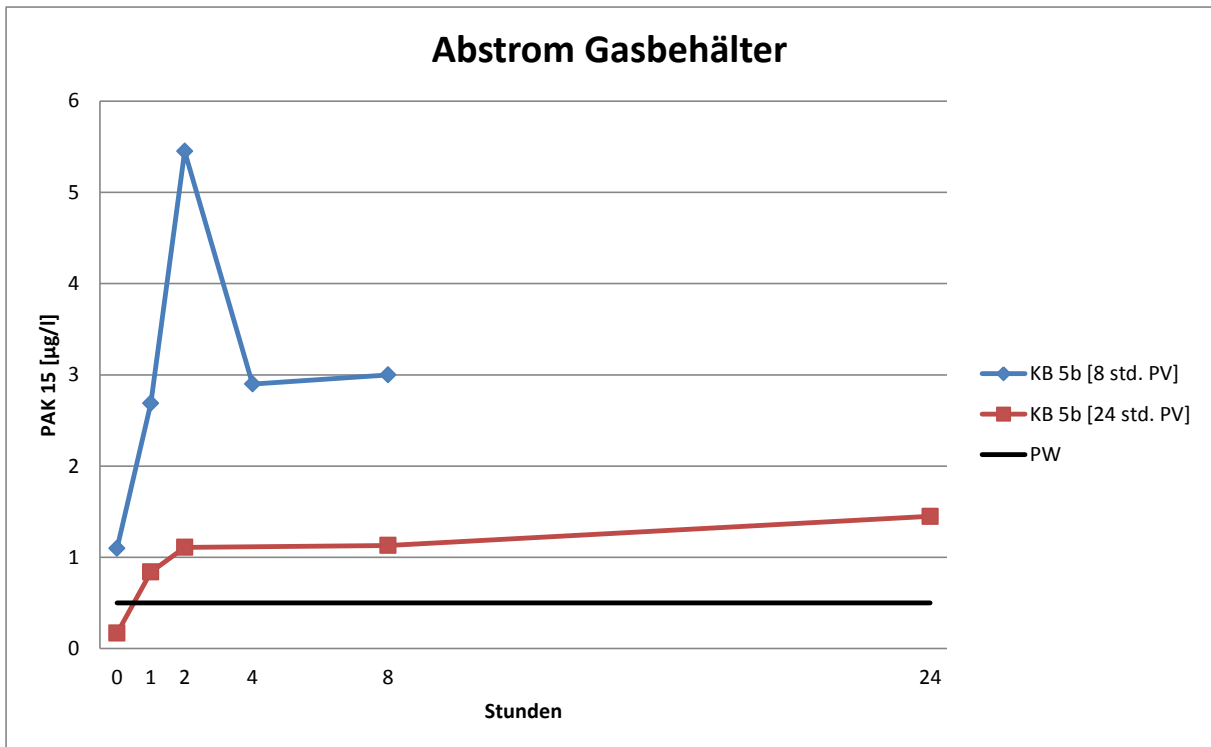
In allen Grundwassermessstellen lagen zumindest zeitweise die Natrium- und Chloridkonzentrationen über dem jeweiligen Prüfwert der ÖNORM S 2088-1. An einzelnen Probenahmetermine wurden in einem Teil der Grundwassermessstellen Prüfwertüberschreitungen bei den Parametern Kohlenwasserstoffindex, adsorbierbare organische Halogenverbindungen, Nitrit, Nitrat, Kalium und Magnesium gemessen.

Im September 2012 wurden an den Grundwassermessstellen GW 1 bis GW 5, Pegel 1 bis Pegel 4, KB3 und KB5b Pumpversuche über 8 Stunden durchgeführt und im Oktober 2014 wurden an den Grundwassermessstellen KB3, KB5b, Pegel 2, Pegel 4 und GW 6 Pumpversuche über 24 Stunden durchgeführt. An der Grundwassermessstelle GW 7 konnte aufgrund einer Teerölphase der Pumpversuch nicht durchgeführt werden.

Die während der Pumpversuche entnommenen Grundwasserproben wurden hinsichtlich des Parameters polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe untersucht. An einem Teil der Grundwasserproben wurden auch die Parameter aromatische Kohlenwasserstoffe, Kohlenwasserstoffindex, Phenolindex, die Parameter des Parameterblockes 1 der GZÜV, Anlage 15, Metalle, Sulfide, Cyanide, Alkylphenole, Kresole, Dimethylphenole, Trimethylphenole, leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe und heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe bestimmt.

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe über dem Prüfwert wurden während der Pumpversuche in den Grundwassermessstellen KB5b, Pegel 4, GW 6 und in einzelnen Grundwasserproben aus den Grundwassermessstellen Pegel 2 und KB 3 gemessen. In den restlichen Grundwassermessstellen lagen die PAK-Konzentrationen unter dem Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 von 0,5 µg/l. Der Konzentrationsverlauf für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in den relevanten Grundwassermessstellen während der Pumpversuche wird in der Abbildung 11 dargestellt.





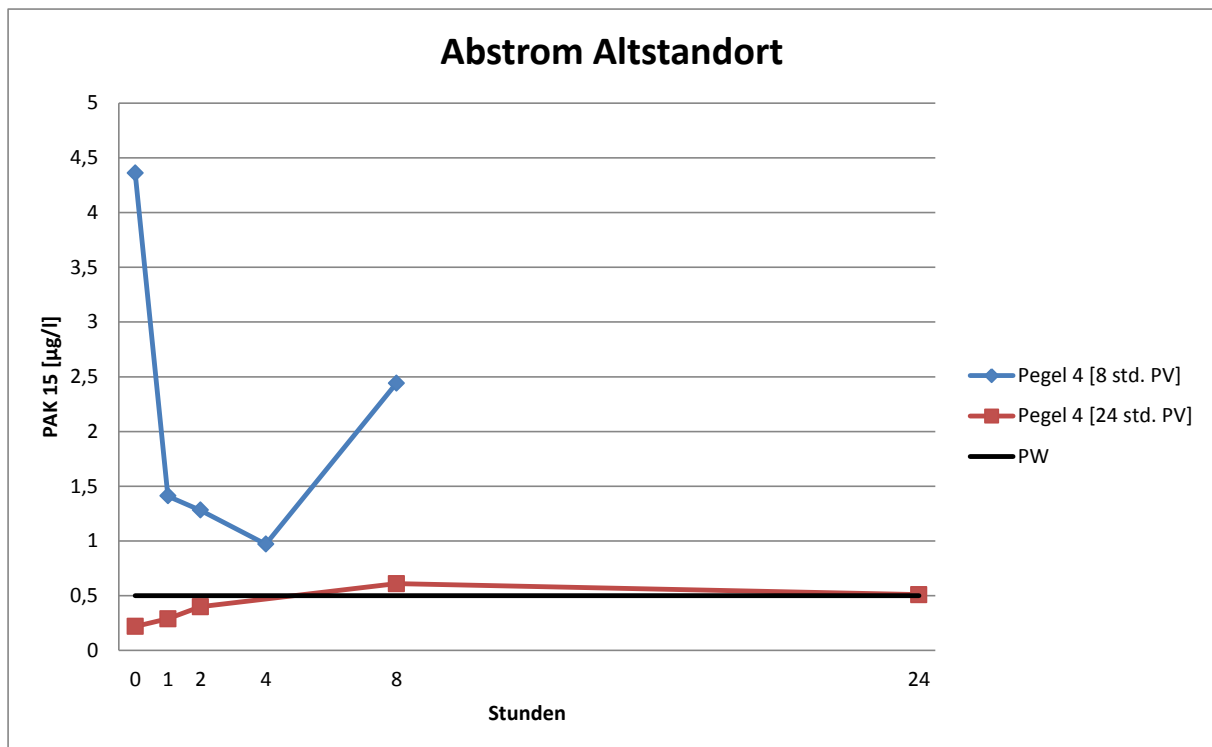


Abb. 11: Konzentrationsverlauf für PAK 15 während der Pumpversuche

In der Grundwassermessstelle GW 6 lagen zusätzlich die Konzentrationen der Parameter Kohlenwasserstoffindex und Naphthalin über dem jeweiligen Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 und für heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe wurden erhöhte Konzentrationen gemessen.

Für leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe wurden in etlichen Grundwassermessstellen Konzentrationen über dem Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 gemessen, wobei der maßgebliche Parameter Tetrachlorethen ist. Die zusätzlich analysierten Parameter lagen in den restlichen Grundwassermessstellen unter den jeweiligen Prüfwerten der ÖNORM S 2088-1 oder unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze.

Im Februar 2017 erfolgte ein Langzeitpumpversuch über 10 Tage mit drei Förderstufen in der Grundwassermessstelle GW14. Die ersten beiden Förderstufen mit 5 l/s bzw. 9 l/s dauerten jeweils maximal 1 Stunde. Danach wurde mit rund 12 l/s gepumpt. Aus der Grundwassermessstelle GW 14 wurde jeweils vor und nach dem Aktivkohlefilter nach 30 min sowie nach 2, 7, 24, 55, 96, 168 und 240 Stunden eine Grundwasserprobe entnommen. Zusätzlich wurde aus den Grundwassermessstellen GW 2, GW 3, Pegel 4, GW 12 und GW 13 jeweils 7 h, 55 h und 96 h nach Beginn des Pumpversuches eine Grundwasserprobe entnommen.

Die Grundwasserproben wurden hinsichtlich der Parameter Kohlenwasserstoffindex, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Tetrachlorethen untersucht.

In der Grundwassermessstelle GW14 lagen die Konzentrationen für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (max. 0,3 µg/l) unter dem Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 von 0,5 µg/l. Heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Naphthalin und Kohlenwasserstoffindex lagen unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Für Tetrachlorethen wurden zwischen 10 µg/l und 14 µg/l gemessen, die über dem Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 von 6 µg/l liegen.

In den restlichen beprobten Grundwassermessstellen konnten mit Ausnahme des Parameters leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe keine Prüfwertüberschreitungen gemessen werden.

4 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG

Der Altstandort liegt südlich des Stadtzentrums von Graz und weist eine Fläche von ca. 45.000 m² auf. Auf dem Areal wurde zwischen 1845 und 1945 ein Gaswerk betrieben. Zur Gas-erzeugung wurden als Rohmaterialien Steinkohle und Braunkohle eingesetzt. Als Nebenprodukte fielen Teer, Ammoniak und Koks an. Typische Schadstoffe dieser Nebenprodukte sind polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Phenole, aromatische Kohlenwasserstoffe für Gaswerks-teer sowie Cyanide, Schwefel und Sulfide für die Gasreiniger-masse. Heute befinden sich auf dem Gelände des ehemaligen Gaswerkes noch die Fundamente von 3 ehemaligen Gasbehältern, die unter anderem mit Teerresten gefüllt sind.

In den Untergrundaufschlüssen wurden bis zu ca. 8 m mächtige Anschüttungen in Form von Ziegel, Metall, Aschen, Beton, Kohlenstücke und Schlackenreste angetroffen. In diesen Anschüttungen wurden stellenweise erhöhte Gehalte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Metalle und Mineralölkohlenwasserstoffe festgestellt. Im Bereich der Gasbehälter und der Teer-grube wurden Fundamentreste und zum Teil Teeröl in Phase angetroffen.

In den Bohrungen, die bis zum Grundwasserstauer hergestellt wurden, wurden vor allem im Bereich des ehemaligen Retorten- und Ofenhauses, dem Regenerierraum sowie im Bereich und im Abstrom der im zentralen Teil des Altstandortes gelegenen Gasbehälter Teeröl in Phase angetroffen. Lokal wurde auf dem Grundwasserstauer sehr zähflüssiger Teer festgestellt („Teerklumpen“). In etlichen Untergrundaufschlüssen wurde teeriger Geruch wahrgenommen und bei der Untersuchung von Feststoffproben Belastungen des Untergrundes mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Mineralölkohlenwasserstoffen und aromatischen Kohlenwasserstoffen festgestellt. Vereinzelt konnten in den Feststoffproben auch erhöhte Metallgehalte gemessen werden. Aufgrund der Ergebnisse der Feststoffuntersuchungen und der augenscheinlichen Ansprache ergibt sich eine Fläche mit erheblichen Verunreinigungen des Untergrundes von rund 7.000 m² (sh. Abb.12). Innerhalb dieses Bereiches kann das Volumen des erheblich verunreinigten Untergrundes mit zumindest 20.000 m³ bis 25.000 m³ abgeschätzt werden.

Im östlichen Bereich des Altstandortes ist zusätzlich zu dem Bereich, der erheblich verunreinigt ist, der Untergrund in einem Ausmaß von zumindest 20.000 m³ geruchlich auffällig.

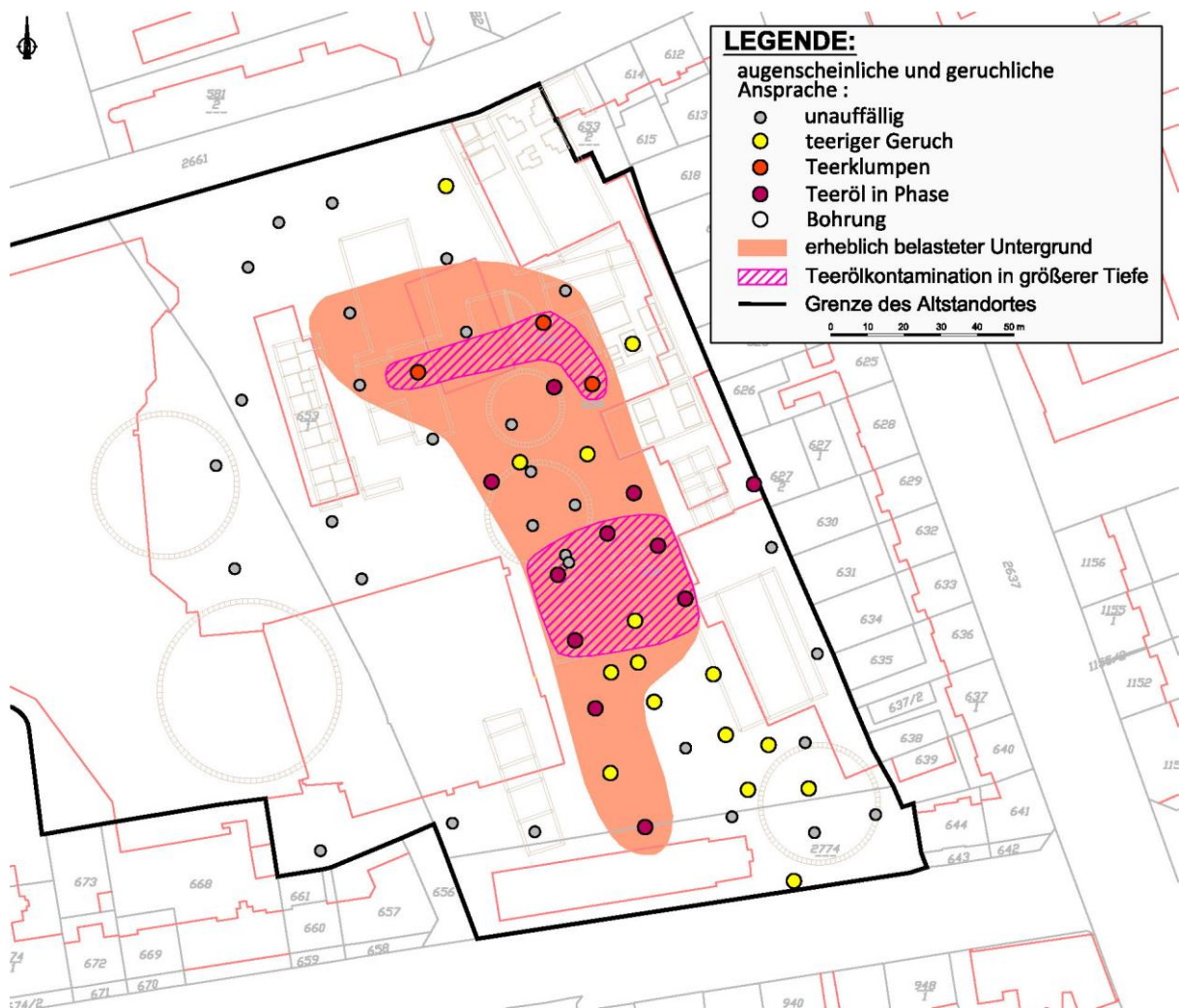


Abb. 12: Bereich mit erheblichen Verunreinigungen des Untergrundes

Im Bereich mit erheblichen Verunreinigungen des Untergrundes ist auch das Grundwasser stellenweise stark mit gaswerksspezifischen Stoffen verunreinigt. Am stärksten ist das Grundwasser im Abstrom der ehemaligen Teergrube und der Gasbehälter verunreinigt. Außerhalb des Bereiches mit erheblichen Verunreinigungen des Untergrundes wurden im Grundwasser kaum Verunreinigungen festgestellt, es ist jedenfalls außerhalb dieses Bereiches keine dauerhafte Schadstofffahne vorhanden.

Neben den Verunreinigungen mit gaswerksspezifischen Stoffen sind im Grundwasser die Konzentrationen für Natrium, Chlorid und Tetrachlorethen erhöht. Die erhöhten Natrium- und Chloridkonzentrationen werden vermutlich durch die Verwendung von Streusalz verursacht. Da Tetrachlorethen auch im Anstrom des Altstandortes gemessen wird und dieser Stoff üblicherweise bei einem Gaswerk nicht verwendet wird, ist davon auszugehen, dass diese Verunreinigungen des Grundwassers nicht auf Untergrundverunreinigungen im Bereich des Altstandortes zurückzuführen sind.

Im westlichen Teil des Altstandortes konnten aufgrund der Bebauung nur wenige Untergrundaufschlüsse durchgeführt werden, bei denen keine Verunreinigungen des Untergrundes festgestellt wurden. In diesem Bereich befanden sich allerdings nur wenige Anlagen des Gaswerkes. Es ist auch davon auszugehen, dass bei der Bebauung des westlichen Teiles des Altstandortes (Remi-

se, Werkstätten) die bestehenden Anlagen entfernt und verunreinigter Untergrund entsorgt wurden. Es wird daher angenommen, dass im westlichen Bereich des Altstandortes keine erheblichen Verunreinigungen des Untergrundes vorhanden sind.

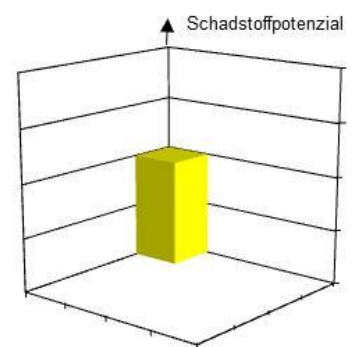
Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass im östlichen Bereich des Altstandortes der Untergrund auf einer Fläche von ca. 7.000 m² erheblich mit Teeröl verunreinigt ist. Die Verunreinigungen reichen stellenweise bis in eine Tiefe von 24 m. Das Volumen des erheblich verunreinigten Untergrundes kann mit zumindest 20.000 m³ bis 25.000 m³ abgeschätzt werden. Innerhalb des Bereiches mit erheblichen Untergrundverunreinigungen ist das Grundwasser stellenweise verunreinigt. Eine Ausbreitung von Schadstoffen über diesen Bereich hinaus wurde nur in geringem Ausmaß festgestellt. Der erheblich verunreinigte Bereich des Altstandortes stellt eine erhebliche Gefahr für die Gesundheit des Menschen oder die Umwelt dar.

5 PRIORITÄTENKLASSIFIZIERUNG

Maßgebliches Schutzgut für die Bewertung des Ausmaßes der Umweltgefährdung ist das Grundwasser. Die maßgeblichen Kriterien für die Prioritätenklassifizierung können wie folgt zusammengefasst werden.

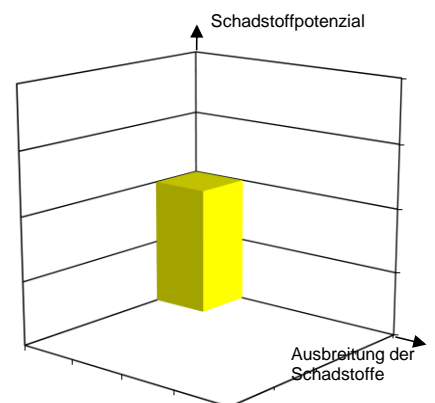
5.1 Schadstoffpotenzial: groß (2)

Auf einer Fläche von ca. 7.000 m² ist der Untergrund erheblich mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen verunreinigt. Die Verunreinigungen reichen stellenweise bis in eine Tiefe von 24 m. Das Ausmaß des erheblich verunreinigten Bereiches kann mit 20.000 m³ bis 25.000 m³ abgeschätzt werden. Lokal wurde Teeröl in Phase in unterschiedlichen Tiefen festgestellt. Unter Berücksichtigung der Art der Schadstoffe und der im Untergrund vorhandenen Schadstoffmenge ergibt sich insgesamt ein großes Schadstoffpotenzial.



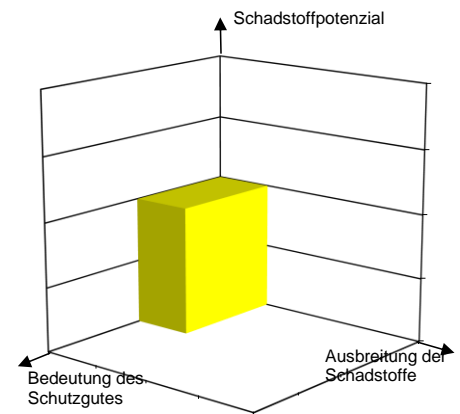
5.2 Schadstoffausbreitung: lokal (1)

Die festgestellten Verunreinigungen des Untergrundes weisen eine geringe Mobilität auf. Eine Ausbreitung von Schadstoffen im Grundwasser über den Bereich der erheblichen Untergrundverunreinigungen hinaus wurde kaum festgestellt. Eine dauerhafte Schadstofffahne außerhalb dieses Bereiches ist nicht vorhanden. Die Schadstoffausbreitung ist als lokal zu bewerten.



5.3 Schutzgut: gut nutzbar (2)

Der Altstandort liegt im Bereich eines ergiebigen Grundwasserkörpers. Im Bereich des Altstandortes sowie im Abstrom des ehemaligen Gaswerkes erfolgt die Trinkwasserversorgung über öffentliche Trinkwasserversorgungsanlagen. Das Grundwasser wird als Nutzwasser verwendet.



5.4 Prioritätenklasse

Entsprechend der Bewertung der vorhandenen Untersuchungsergebnisse, der voranstehenden Gefährdungsabschätzung und den in § 14 Altlastensanierungsgesetz festgelegten Kriterien ergibt sich für den erheblich verunreinigten Bereich des Altstandortes die Prioritätenklasse 3.

6 HINWEISE ZUR NUTZUNG DES ALTSTANDORTES

Unabhängig von erforderlichen Sanierungsmaßnahmen ist bei der Nutzung des Altstandortes und der Umgebung folgendes zu beachten:

- Im gesamten Bereich des Altstandortes ist mit Verunreinigungen des Untergrundes, stellenweise mit sehr starken Verunreinigungen, zu rechnen.
- Bei einer Änderung der Nutzung können sich ausgehend von den Untergrundverunreinigungen neue Gefahrenmomente ergeben.
- In Zusammenhang mit allfälligen zukünftigen Bauvorhaben bzw. der Befestigung von Oberflächen ist zu berücksichtigen, dass in Abhängigkeit der Art der Ableitung der Niederschlagswässer Schadstoffe mobilisiert werden können.
- Aushubmaterial kann erheblich verunreinigt sein.
- Das Grundwasser ist im Bereich des Altstandortes teilweise stark verunreinigt.
- Bei einer Nutzung des Grundwassers im Bereich des Altstandortes sind die Nutzungsmöglichkeiten zu prüfen.

7 HINWEISE ZUR SANIERUNG

7.1 Ziele der Sanierung

Der Untergrund ist auf einer Fläche von rund 7.000 m² erheblich mit Teeröl verunreinigt. Die Verunreinigungen reichen stellenweise bis zum Grundwasserstauer in eine Tiefe von 24 m. Eine Verunreinigung des Grundwassers über den Bereich mit erheblichen Verunreinigungen des Untergrundes hinaus wurde nur in geringem Ausmaß festgestellt. Bestehende Grundwassernutzungen sind von den Grundwasserverunreinigungen nicht betroffen.

Bei der Festlegung von Sanierungszielen ist zumindest zu gewährleisten, dass es zu keiner Zunahme der Schadstoffausbreitung kommt.

7.2 Empfehlungen zur Variantenstudie

Bei der Durchführung einer Variantenstudie wird eine Berücksichtigung folgender Punkte empfohlen:

- Die erheblichen Verunreinigungen des Untergrundes reichen bis in eine große Tiefe und befinden sich in erheblichem Ausmaß im gesättigten Untergrundbereich.
- Die Ausbreitung von Schadstoffen im Grundwasser über den Bereich mit erheblichen Verunreinigungen des Untergrundes hinaus ist derzeit gering. Die Wahrscheinlichkeit einer zukünftig verstärkten Ausbreitung von Schadstoffen ist bei gleichbleibender Nutzung gering.

DI Birgit Moser e.h.
(Abt. Altlasten)

Anhang

Verwendete Unterlagen und Bewertungsgrundlagen

- Gutachten Altstandort „Gaswerk Jakomini“ in Graz, Juni und Oktober 2012
- Detailerkundung Altlast ST28 „Gaswerk Jakomini“ Steyrergasse 113A, 8010 Graz, Wien, Februar 2015
- Schlussbericht Probenahme Altlast ST28 Gaswerk Jakomini Graz, Wien, April 2017
- ÖNORM S 2088-1: Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser, 1. Mai 2018

Die Unterlagen wurden von der Holding Graz GmbH und von der Bundesaltlastensanierungsges.m.b.H. zur Verfügung gestellt.