



1 LAGE DES ALTSTANDORTES

Bundesland:	Steiermark
Bezirk:	Graz
Gemeinde:	Graz
KG:	Geidorf (63103)
Grundst. Nr.:	2453

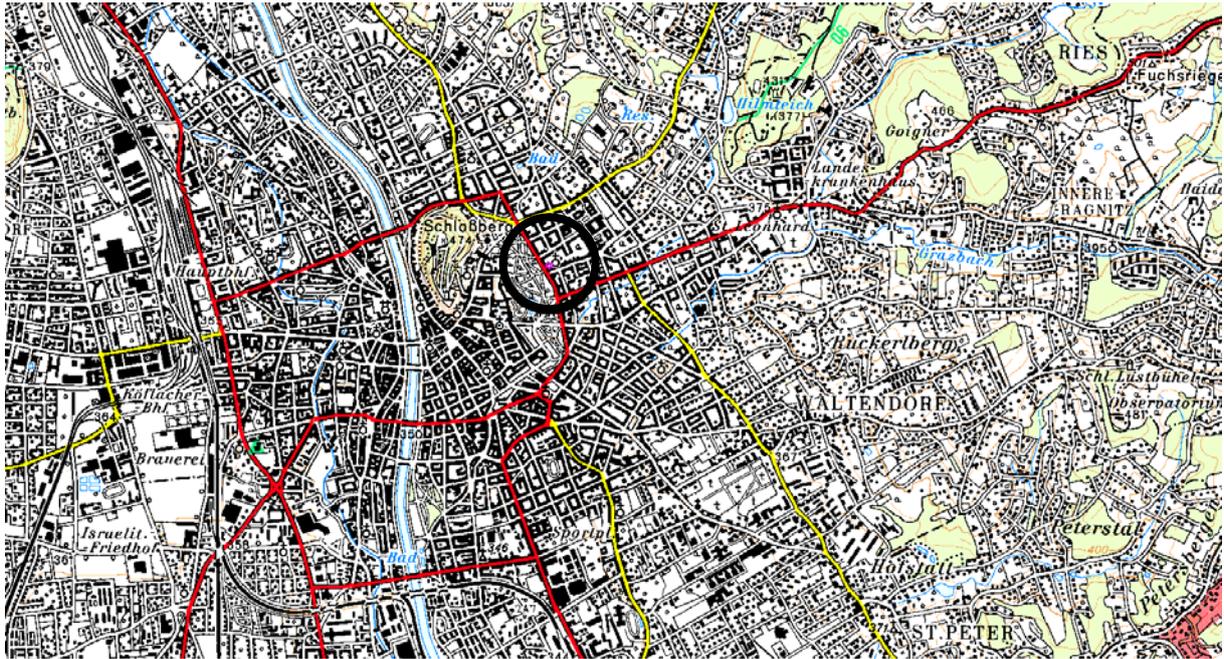


Abb.1: Übersichtslageplan

2 BESCHREIBUNG DER STANDORTVERHÄLTNISSSE

2.1 Betriebliche Anlage und Tätigkeiten

Der Altstandort befindet sich im Zentrum von Graz, direkt an der Glacisstraße Ecke Rittergasse, unmittelbar östlich des Stadtparks.

Auf einer Fläche von etwa 400 m² befanden sich seit 1946 im Erdgeschoss eines einstöckigen Wohnhauses eine chemische Reinigung und eine Färberei. Der Reinigungsbetrieb erfolgte vorerst mit einer dampfbetriebenen Benzinwaschmaschine. Es existierten 2 Benzinbehälter mit je 200 l Inhalt. Weitere Benzinbehälter gab es im Hof (höchstens 2 Stück). Die genaue Lage der Anlagen ist nicht bekannt. Weiters gab es einen Maschinenbügelraum (später Münzwäscherei, sh. Abb. 2). Hier stand der Destillator, der zur Rückgewinnung des Schmutzbenzins diente und einmal monatlich in Betrieb genommen wurde. Im Bereich der Färberei befanden sich 3 offene Farbkessel mit je ca. 280 l Inhalt.

Im Jahr 1959 wurde die Errichtung einer Ölfeuerungsanlage (sh. Abb. 2) bewilligt. Der Öllager-tank von 30.000 l Inhalt wurde in einer betonierten Grube im Hofgelände untergebracht.

Im Jahr 1965 wurde die Putzerei durch eine Münzwäscherei und eine Münzputzerei erweitert (sh. Abb. 2). Es wurden 3 chemische Reinigungsautomaten mit Tetrachlorethen als Reinigungsmittel (4 bis 5 kg) errichtet. Neben den 3 Münzwaschanlagen wurde zusätzlich eine chemische Reinigungsmaschine aufgestellt (sh. Abb. 2). Die Reinigungsmaschine besaß einen Tank für das Reinigungsmittel Tetrachlorethen mit einem Fassungsvermögen von mehr als 50 l. Das Tetrachlorethen wurde im Keller gelagert bzw. destilliert. Es gibt keine Hinweise bezüglich der Menge des eingesetzten Reinigungsmittels.

Die chemische Reinigung war bis 1973 in Betrieb. Im Jahr 1984 wurden im Bereich des Altstandortes Verunreinigungen der wasserungesättigten Bodenzone und des Grundwassers durch Tetrachlorethen festgestellt. Im März 1984 wurden im Hausbrunnen der ehemaligen Putzerei (Br. Pool (ID 6), sh. Abb. 7) 21.000 µg/l Tetrachlorethen festgestellt.

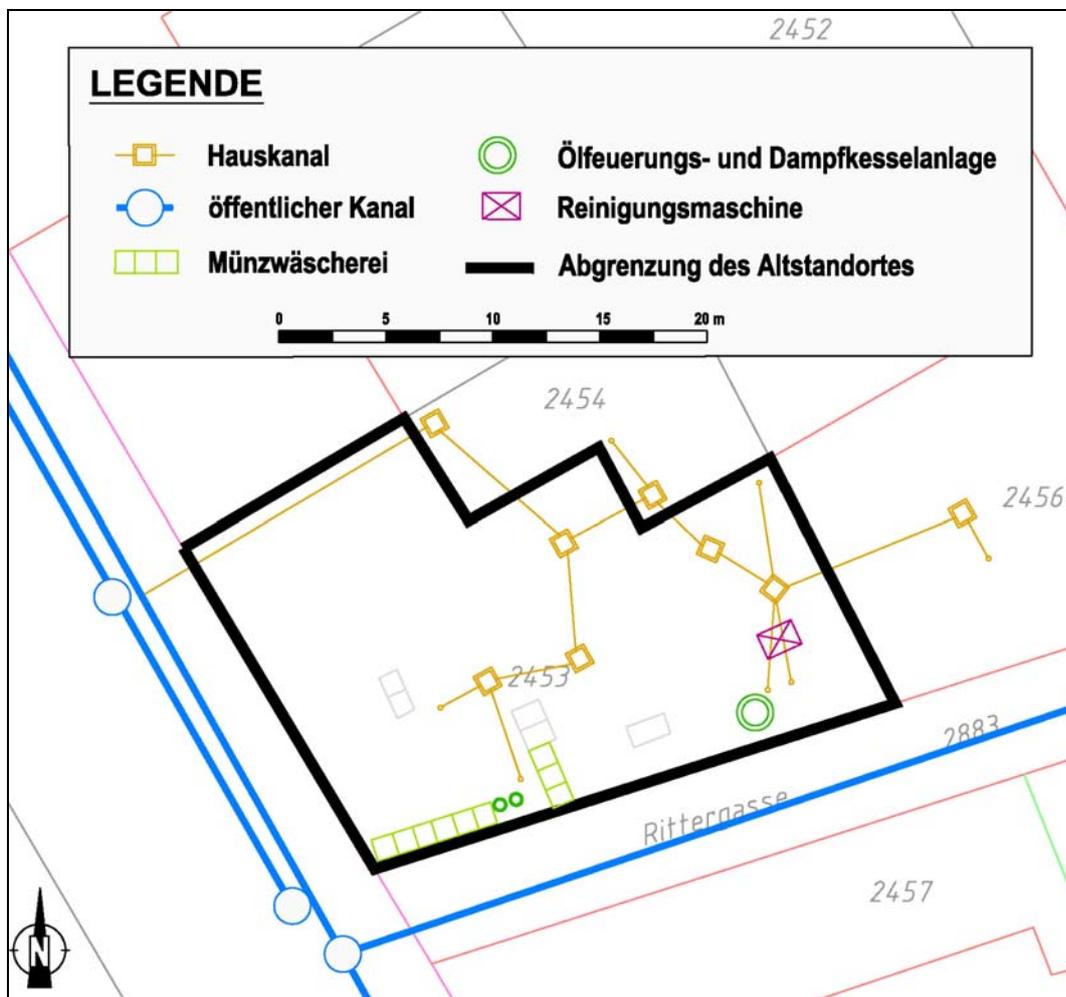


Abb. 2: Lage von Anlagen im Bereich der Putzerei Plachy

2.2 Untergrundverhältnisse

Der Altstandort liegt im Bereich der Würmterrasse der Mur auf etwa 365 m ü.A. Im Zuge der Errichtung von Grundwassermessstellen wurden im Untergrund etwa 3 m mächtige Anschüttungen



in Form von Aushubmaterial und Ziegelresten angetroffen. Darunter folgen bis zu einer Tiefe von etwa 5 m Feinsande, Schluffe und lokal Kiese bzw. Steine. Diese werden von sandigen und schluffigen Kiesen unterlagert, die den Grundwasserleiter darstellen und bis zu einer Tiefe von 7,2 m angetroffen wurden. Darunter folgen feinsandige Schluffe mit Kiesen, die kein Grundwasser führen und bis zur maximalen Bohrtiefe von 16 m angetroffen wurden.

Der Grundwasserspiegel liegt im Bereich des Altstandortes auf durchschnittlich 359 m ü.A. Der Flurabstand beträgt im Mittel 6 m. Die Grundwasserströmung schwankt zwischen Süden und Westen. An 2 Probenahmeterminen war die Grundwasserströmung nach Südwesten und an jeweils einem Probenahmetermin nach Westsüdwesten bzw. Süden gerichtet. Während der Grundwasseruntersuchungen wurden Grundwasserspiegelschwankungen von durchschnittlich 0,2 m bis 0,5 m festgestellt. Die Mächtigkeit des Grundwassers beträgt etwa 1 m. Das Grundwasserspiegelgefälle beträgt 0,6 % bis 1 %. An den neu errichteten Grundwassermessstellen KB 1 und KB 2 konnten keine Pumpversuche zur Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes durchgeführt werden, da die Grundwassermessstellen zu wenig Wasser führten. Auch im Zuge der Grundwasserbeweissicherung konnten großteils aufgrund des geringen Wasserangebotes nur Schöpfproben entnommen werden. Entsprechend der Ansprache der angetroffenen Sedimente kann die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters mit $5 \cdot 10^{-4}$ m/s abgeschätzt werden. Der spezifische Grundwasserdurchfluss (Abstrombreite = 1 m) beträgt ca. 0,005 l/s (ca. 0,5 m³/d) und ist als sehr gering zu bewerten. Entsprechend der gesamten Breite des Grundwasserstromes im Bereich des Altstandortes von etwa 20 m ergibt sich ein Grundwasserdurchfluss von ca. 0,1 l/s (ca. 8,5 m³/d).

2.3 Schutzgüter und Nutzungen

Die Betriebsräume der ehemaligen Putzerei werden derzeit als Verkaufs- und Lagerräume eines Buchantiquariats bzw. als Wohnräume genutzt. Unmittelbar südlich und westlich befinden sich die Rittergasse bzw. die Glacisstraße. Nördlich und östlich befinden sich Wohnhäuser. Westlich an die Glacisstraße angrenzend liegt der Grazer Stadtpark.

Es wurden im Grundwasserabstrom bis zu einer Entfernung von 2 km Grundwassernutzungen erhoben. Die erhobenen Brunnen sind Nutzwasserbrunnen vorwiegend zum Betreiben von Kühl- bzw. Klimaanlage.

Der Altstandort „Putzerei Plachy“ liegt im nordöstlichen Teil des Grundwasserkörpers „Grazer Feld“ (sh. Abb. 3). Der Grundwasserkörper „Grazer Feld“ umfasst eine Fläche von 166 km². Ausgehend von der Talenge des Murtales im Norden weitet sich der Talboden bis auf 9 km Breite zum Grazer Feld. Die Längserstreckung liegt bei etwa 27 km.

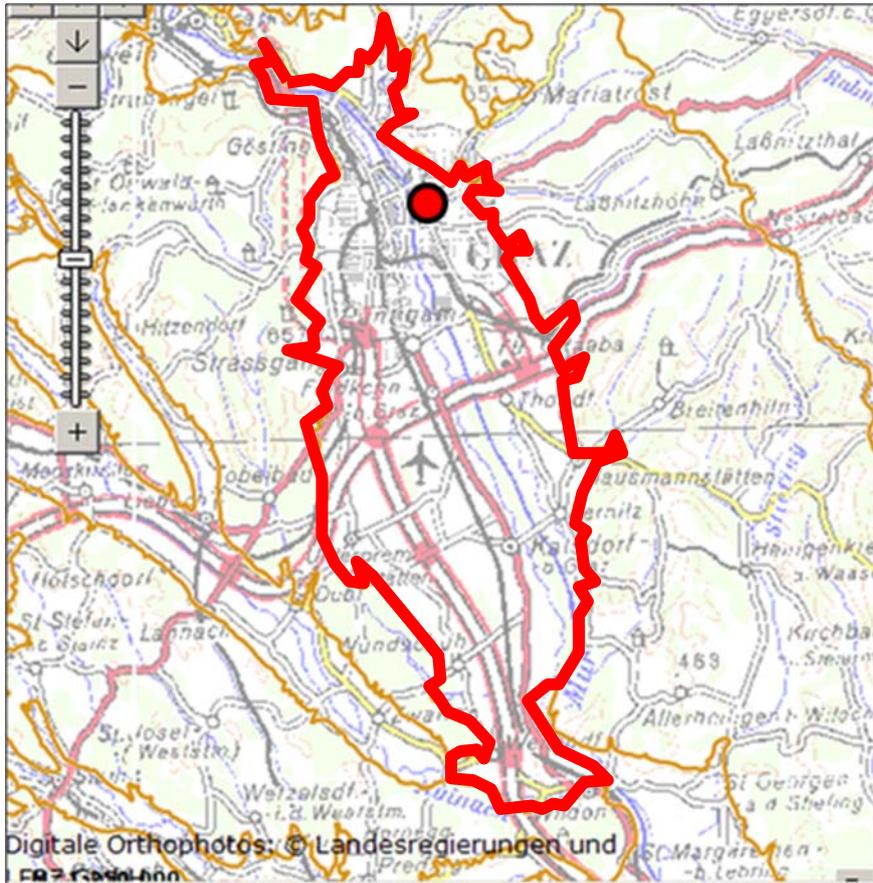


Abb. 3: Grundwasserkörper „Grazer Feld“

3 UNTERSUCHUNGEN

Im Zeitraum vom Sommer 1984 bis November 1999 wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Bodenluftuntersuchungen an 2 Messpunkten im Bereich des Altstandortes und an 14 weiteren Stellen im weiteren Umfeld des Altstandortes
- Untersuchung von Grundwasserproben aus den Grundwassermessstellen bzw. Brunnen Br. Pool (ID 6) und ID 36 im Zeitraum von 1984 bis 1999
- Pumpversuch in der in der Rittergasse südöstlich des Altstandortes situierten Grundwassermessstelle (ID 36) im Jänner 1985

Im Bereich des Altstandortes wurden im Zeitraum von März 2001 bis Jänner 2009 folgende Untersuchungen durchgeführt.

- orientierende Bodenluftuntersuchungen an 15 Messpunkten
- Errichtung von 4 stationären Bodenluftmessstellen sowie Untersuchung von Bodenluftproben
- Bodenluftabsaugversuche an den vier stationären Bodenluftmessstellen an 2 Terminen
- Errichtung von 2 Grundwassermessstellen sowie Untersuchung von Grundwasserproben aus den neu errichteten Grundwassermessstellen, aus bestehenden Grundwassermessstellen bzw. Brunnen und aus den stationären Bodenluftmessstellen an 4 Terminen



- Pumpversuch in der in der Rittergasse südöstlich des Altstandortes situierten Grundwassermessstelle ID 36 an einem Termin

3.1 Bodenluftuntersuchungen

3.1.1 Vor den ergänzenden Untersuchungen

Im Sommer 1984 wurden unter anderem nahe des Altstandortes an 2 Stellen Bodenluftuntersuchungen durchgeführt. Die Probenahmestellen lagen östlich des Altstandortes (1984a, 1984b, sh. Abb. 4). Es ist nicht bekannt in welcher Tiefe die Bodenluftuntersuchungen erfolgten. Die Bodenluftproben wurden hinsichtlich der Parameter Trichlorethen, Tetrachlorethen, 1,1,1-Trichlorethen und Dichlormethan untersucht. An der Bodenluftmessstelle 1984a wurden $0,67 \text{ mg/m}^3$ Tetrachlorethen und an der Bodenluftmessstelle 1984b wurden ca. 22 mg/m^3 Tetrachlorethen gemessen. Der Maßnahmenschwellenwert der ÖNORM S 2088-1 von 10 mg/m^3 wird an der Messstelle 1984b überschritten. Die restlichen analysierten Parameter konnten nicht nachgewiesen werden oder waren unauffällig.

3.1.2 Im Rahmen der ergänzenden Untersuchungen

3.1.2.1 Orientierende Bodenluftuntersuchungen

Im März 2001 wurden im Bereich des Altstandortes an insgesamt 15 Stellen Rammkernsondierungen bis zu einer Tiefe von 5 m hergestellt. In den Untergrundaufschlüssen wurden 1,5 bis 3,8 m mächtige Anschüttungen in Form von Ziegelbruchstücken, Tonen und Schluffen bzw. sandiges Material angetroffen. Darunter folgten großteils tonige, schluffige oder sandige Kiese.

Die Bodenluftprobenahme erfolgte jeweils in einer Tiefe von 2 m und 5 m. An einer Stelle (S6, sh. Abb. 4) konnte aufgrund von instabilen Bohrlochverhältnissen die Bodenluftprobe nur aus einer Tiefe von 2 m entnommen werden. Zwei weitere Messpunkte (S16 und S17, sh. Abb. 4) konnten aufgrund von Betonfundamenten nicht hergestellt werden. Die Bodenluftproben wurden hinsichtlich der Parameter leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe und Vinylchlorid untersucht. Die Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen werden in den Tabellen 1 und 2 zusammengefasst und in Abbildung 4 dargestellt.



Tab. 1: Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen im März 2001 in 2 m Tiefe

Parameter	Einheit	Messwerte x			Probenanzahl n in Messwertbereichen									ÖNORM S 2088-1/3	
		min	max	Median	n _{GES}	Bereich	n	Bereich	n	Bereich	n	Bereich	n	PW	MSW
CO ₂	Vol. %	0,2	3,5	0,5	15	x < 0,1	0	0,1 - <5	15	-	-	-	-	-	5
cis	mg/m ³	<0,2	<0,2	<0,2	15	x < 0,2	15	-	-	-	-	-	-	-	-
trans	mg/m ³	<0,2	<0,2	<0,2	15	x < 0,2	15	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1 DCE	mg/m ³	<0,2	<0,2	<0,2	15	x < 0,2	15	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2 DCA	mg/m ³	<5	<5	<5	15	x < 5	15	-	-	-	-	-	-	-	-
TCM	mg/m ³	<0,1	<0,1	<0,1	15	x < 0,1	15	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1,1	mg/m ³	<0,1	1,1	<0,1	15	x < 0,1	13	0,1 ≥ x ≤ 5	2	>5 x ≤ 10	0	x > 10	0	-	-
PCM	mg/m ³	<0,1	<0,1	<0,1	15	x < 0,1	15	0,1 ≥ x ≤ 5	0	>5 x ≤ 10	0	x > 10	0	-	-
TCE	mg/m ³	<0,1	0,7	<0,1	15	x < 0,1	10	0,1 ≥ x ≤ 5	5	>5 x ≤ 10	0	x > 10	0	-	-
PCE	mg/m ³	1	400	17	15	x < 0,1	0	0,1 ≥ x ≤ 5	2	>5 x ≤ 10	5	x > 10	8	-	-
LCKW	mg/m ³	1	400	17	15	x < 0,5	0	0,5 - <5	2	5 - <10	5	x ≥ 10	8	5	10
VC	mg/m ³	<1	<1	<1	15	x < 1	15	-	-	-	-	-	-	-	-

min... minimaler Messwert; n...Anzahl der Proben;
 CO₂...Kohlendioxid;
 1,1 DCE...1,1-Dichlorethen;
 1,1,1...1,1,1-Trichlorethan;
 PCE...Tetrachlorethen;
 LCKW...leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe;
 Für die Berechnung des Medians wurde bei Messwerten unter der Bestimmungsgrenze die jeweilige Bestimmungsgrenze herangezogen;

max...maximaler Messwert
 PW...Prüfwert;
 cis...cis 1,2-Dichlorethen;
 1,2 DCA...1,2-Dichlorethan;
 PCM...Tetrachormethan;
 VC...Vinylchlorid;

n_{GES}...Gesamtanzahl der Proben;
 MSW...Maßnahmenschwelwert;
 trans...trans 1,2-Dichlorethen;
 TCM...Trichlormethan;
 TCE...Trichlorethen;

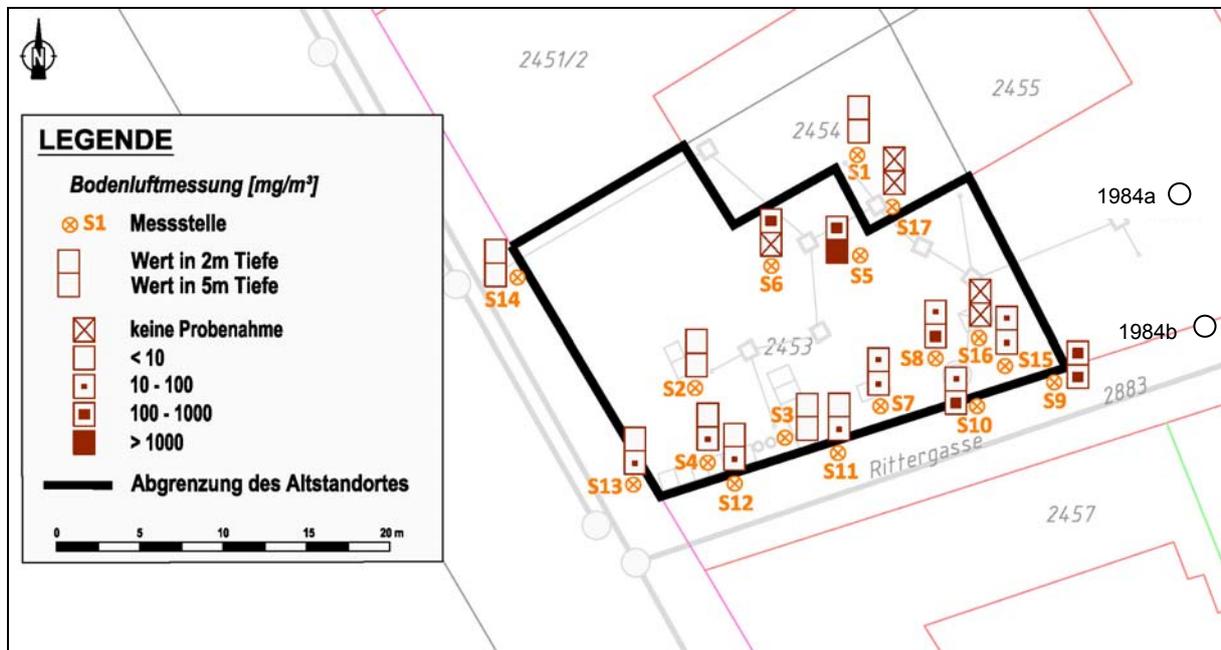


Abb. 4: Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen im März 2001, Lage der Bodenluftmessstellen im Sommer 1984



Tab. 2: Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen im März 2001 in 5 m Tiefe

Parameter	Einheit	Messwerte x			Probenanzahl n in Messwertbereichen										ÖNORM S 2088-1/3		
		min	max	Median	n _{GES}	Bereich	n	Bereich	n	Bereich	n	Bereich	n	Bereich	n	PW	MSW
CO ₂	Vol.%	0,4	5	2,4	14	x < 0,1	0	0,1 - ≤5	14	-	-	-	-	-	-	-	5
cis	mg/m ³	<0,2	<0,2	<0,2	14	x < 0,2	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
trans	mg/m ³	<0,2	<0,2	<0,2	14	x < 0,2	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1 DCE	mg/m ³	<0,2	<0,2	<0,2	14	x < 0,2	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2 DCA	mg/m ³	<5	<5	<5	14	x < 5	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TCM	mg/m ³	<0,1	<0,1	<0,1	14	x < 0,1	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,1,1	mg/m ³	<0,1	1,4	<0,1	14	x < 0,1	10	0,1 ≥ x ≤ 5	4	>5 x ≤ 10	0	x > 10	0	-	-	-	-
PCM	mg/m ³	<0,1	0,3	<0,1	14	x < 0,1	11	0,1 ≥ x ≤ 5	3	>5 x ≤ 10	0	x > 10	0	-	-	-	-
TCE	mg/m ³	<0,1	8,6	0,2	14	x < 0,1	7	0,1 ≥ x ≤ 5	6	>5 x ≤ 10	1	x > 10	0	-	-	-	-
PCE	mg/m ³	<0,1	5300	33	14	x < 0,1	1	0,1 ≥ x ≤ 5	1	>5 x ≤ 10	0	x > 10	12	-	-	-	-
LCKW	mg/m ³	<6,1	5300	33	14	x < 0,5	1	0,5 - <5	1	5 - <10	0	x ≥ 10	12	5	10	-	-
VC	mg/m ³	<1	<1	<1	14	x < 1	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

min... minimaler Messwert;
n...Anzahl der Proben;
CO₂...Kohlendioxid;
1,1 DCE...1,1-Dichlorethen;
1,1,1...1,1,1-Trichlorethan;
PCE...Tetrachlorethen;

max...maximaler Messwert
PW...Prüfwert;
cis...cis 1,2-Dichlorethen;
1,2 DCA...1,2-Dichlorethan;
PCM...Tetrachormethan;
VC...Vinylchlorid;

n_{GES}...Gesamtanzahl der Proben;
MSW...Maßnahmschwellenwert;
trans...trans 1,2-Dichlorethen;
TCM...Trichlormethan;
TCE...Trichlorethen;

Für die Berechnung des Medians wurde bei Messwerten unter der Bestimmungsgrenze die jeweilige Bestimmungsgrenze herangezogen;

Die Analysenergebnisse der Bodenluftuntersuchungen zeigen, dass der maßgebliche Parameter Tetrachlorethen ist. Am Großteil der Probenahmestellen wurden in 5 m Tiefe höhere Tetrachlorethenkonzentrationen gemessen als in 2 m Tiefe. Die höchsten Konzentrationen (400 mg/m³ in 2 m und 5300 mg/m³ in 5 m, S5, sh. Abb. 4) wurden im nördlichen Teil des Altstandortes gemessen. Deutlich erhöhte Konzentrationen (max. 840 mg/m³ in 5 m Tiefe, S8, sh. Abb. 4) wurden auch im Bereich der Kesselräume, nahe der ehemaligen Reinigungsmaschine festgestellt.

An einzelnen Probenahmestellen wurden zusätzlich Trichlorethen, 1,1,1-Trichlorethan und Tetrachlormethan gemessen, wobei auch bei diesen Parametern in 5 m Tiefe höhere Konzentrationen als in 2 m Tiefe nachgewiesen wurden. Insgesamt sind die Konzentrationen dieser Parameter wesentlich geringer (max. 8,6 mg/m³) als für Tetrachlorethen.

3.1.2.2 Untersuchungen an stationären Bodenluftmessstellen

Im Juli 2007 wurden 3 stationäre Bodenluftstellen im Bereich des Altstandortes (BL1, BL2, BL4, sh. Abb. 7) und eine stationäre Bodenluftmessstelle an der südlichen Grenze des Altstandortes (BL3, sh. Abb. 7) hergestellt. Jede Bodenluftmessstelle wurde in 3 Tiefenstufen ausgebaut:

Erste Tiefenstufe: 1,5 bis 2,5 m (ungesättigter Untergrund);

Zweite Tiefenstufe: 4 m bis 5 m (ungesättigter Untergrund);

Dritte Tiefenstufe: 7 bis 8 m (gesättigter Untergrund);



Im August 2007 und im Oktober 2008 wurden 24-stündige Absaugversuche durchgeführt. Die Probenahme erfolgte am Beginn des Absaugversuches sowie nach 1, 2, 4, 8 und 24 Stunden. Da die jeweils tiefste Filterstrecke im Bereich des Grundwassers liegt, wurden die Absaugversuche nur an den beiden höher liegenden Filterstrecken durchgeführt.

Die entnommenen Bodenluftproben wurden hinsichtlich der Parameter leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe und Vinylchlorid untersucht. Die Ergebnisse der Absaugversuche für den maßgeblichen Parameter Tetrachlorethen werden für die beiden Tiefenstufen in der Abbildung 5 dargestellt. Neben Tetrachlorethen wurde während der Absaugversuche nur in der stationären Bodenluftmessstelle BL4 im unteren Filterbereich (4 bis 5 m Tiefe) Trichlorethen mit max. 3,3 mg/m³ bzw. 2 mg/m³ gemessen. Ansonsten lagen während der Absaugversuche die restlichen analysierten leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffe unter der jeweiligen Nachweisgrenze.

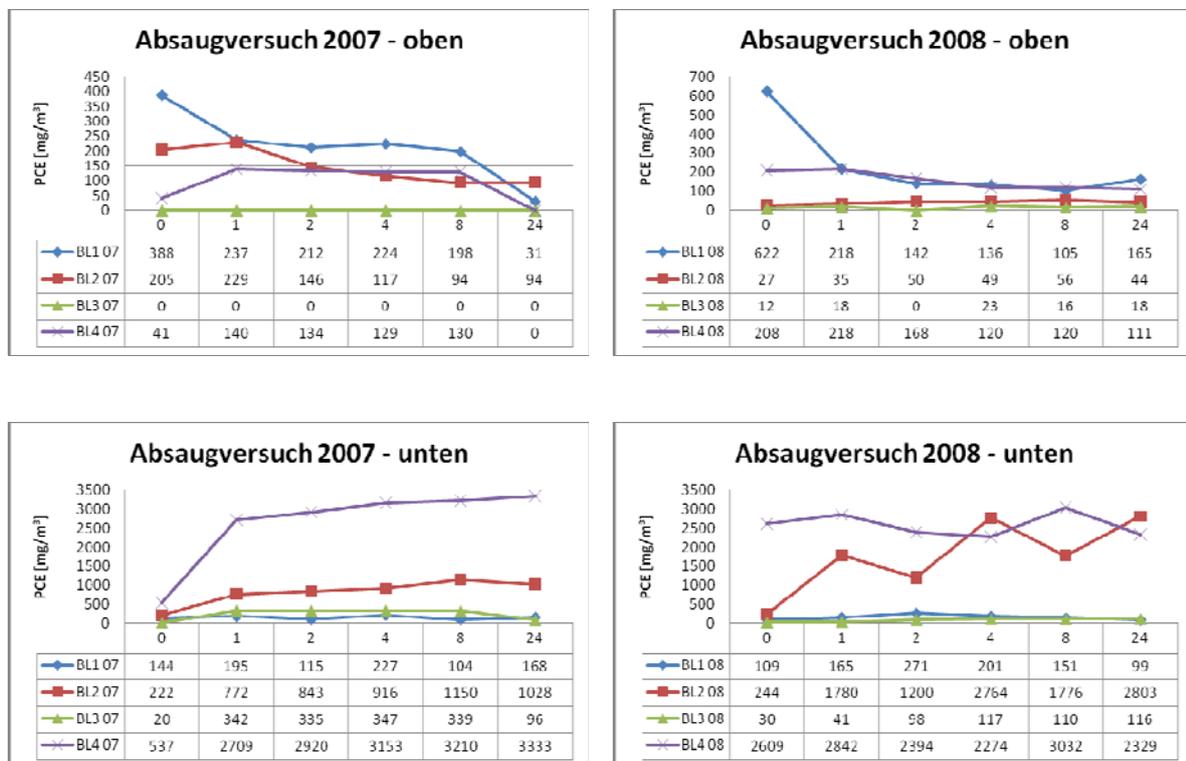


Abb. 5: Analysenergebnisse der Bodenluftabsaugversuche

Generell zeigen die Analysenergebnisse der Absaugversuche, dass bei den stationären Bodenluftmessstellen BL2, BL3 und BL4 die Tetrachlorethenkonzentrationen im unteren Filterabschnitt um ein Vielfaches über den Konzentrationen im oberen Filterabschnitt liegen. Die massivsten Belastungen weisen die stationären Bodenluftmessstellen BL4 und BL2 auf.

Im oberen Filterabschnitt konnte bei etlichen stationären Bodenluftmessstellen ein abnehmender Trend der Tetrachlorethenkonzentrationen festgestellt werden. Die stärksten Belastungen zeigt die stationäre Bodenluftmessstelle BL1. In der stationären Bodenluftmessstelle BL3 konnte nur am zweiten Probenahmetermin Tetrachlorethen nachgewiesen werden.



Im unteren Filterabschnitt zeigte sich bei den stationären Bodenluftmessstellen großteils ein zunehmender Trend der Tetrachlorethenkonzentrationen. Nur in der stationären Bodenluftmessstelle BL 1 liegen die Konzentrationen während des Absaugversuches großteils im ähnlichen Konzentrationsbereich.

In Tabelle 3 wird eine grobe Abschätzung der während der Absaugversuche erfolgten Fracht für Tetrachlorethen aus dem unteren Filterbereich (4 m bis 5 m) zusammengefasst.

Tab. 3: grobe Abschätzung der Tetrachlorethenfrachten während der Absaugversuche

Messstellen	2007			2008			Σ	Σ (24 h)
	Ø c (g/m ³)	Ø V (m ³ /h)	Ø Fracht (g/h)	Ø c (g/m ³)	Ø V (m ³ /h)	Ø Fracht (g/h)	Ø Fracht (g/h)	Ø Fracht (g/24h)
BL1	0,16	12,5	2	0,17	10	1,7	3,7	89
BL2	0,82	20	16,4	1,76	13	22,9	39,3	943
BL3	0,25	9	2,25	0,085	5	0,43	2,68	64
BL4	2,64	10	26,4	2,58	7,5	19,35	45,75	1.098

c...Konzentration; V...Volumenstrom;

Im Dezember 2007 wurden aus den 4 stationären Bodenluftmessstellen aus den 2 Tiefenstufen Bodenluftproben entnommen. Die Bodenluftproben wurden hinsichtlich der Parameter leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe und Vinylchlorid untersucht. Es konnte nur der Parameter Tetrachlorethen nachgewiesen werden. Die Tetrachlorethenkonzentrationen in den stationären Bodenluftmessstellen werden in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tab. 4: Analysenergebnisse der Bodenluftuntersuchungen

Tetrachlorethen [mg/m ³]				
Bodenluftmessstelle	BL1	BL2	BL3	BL4
Tiefenstufe S1	64	4,3	<1	<1
Tiefenstufe S2	5,9	733	25	1,4

Die Analysenergebnisse der Bodenluftuntersuchungen zeigen, dass die gemessenen Tetrachlorethenkonzentrationen im Vergleich zu den Absaugversuchen wesentlich geringer sind. Besonders auffallend ist das Analysenergebnis der stationären Bodenluftmessstelle BL4 aus dem unteren Filterabschnitt. Es wurden 1,4 mg/m³ Tetrachlorethen gemessen und bei den Absaugversuchen lagen die Tetrachlorethenkonzentrationen hier zwischen etwa 2.300 und 3.300 mg/m³.

3.2 Grundwasseruntersuchungen

3.2.1 Vor den ergänzenden Untersuchungen

Im Bereich der Grundwassermessstelle ID 36 in der Rittergasse (sh. Abb. 7) wurde vom 15. bis 25. Jänner 1985 ein Pumpversuch durchgeführt. Während des Pumpversuches wurden Grundwasserproben entnommen und gaschromatografisch mittels Head-Space-Technik hinsichtlich Tetrachlorethen untersucht. Die Tetrachlorethenkonzentration stieg bei Pumpbeginn kurzfristig an



(ca. 32.000 µg/l), fiel nach 3 Stunden auf den halben Wert und erreichte nach 6 Tagen ca. ein Viertel der ursprünglichen Konzentration (ca. 8.000 µg/l). Nach Abschluss des Pumpversuches wurden weitere Grundwasserproben zur Kontrolle der Tetrachlorethenkonzentration entnommen und analysiert. 6 Tage nach Abschluss des Pumpversuches war die Ausgangskonzentration wieder erreicht. Der Konzentrationsverlauf für Tetrachlorethen während des Pumpversuches wird in Abb. 6 dargestellt.

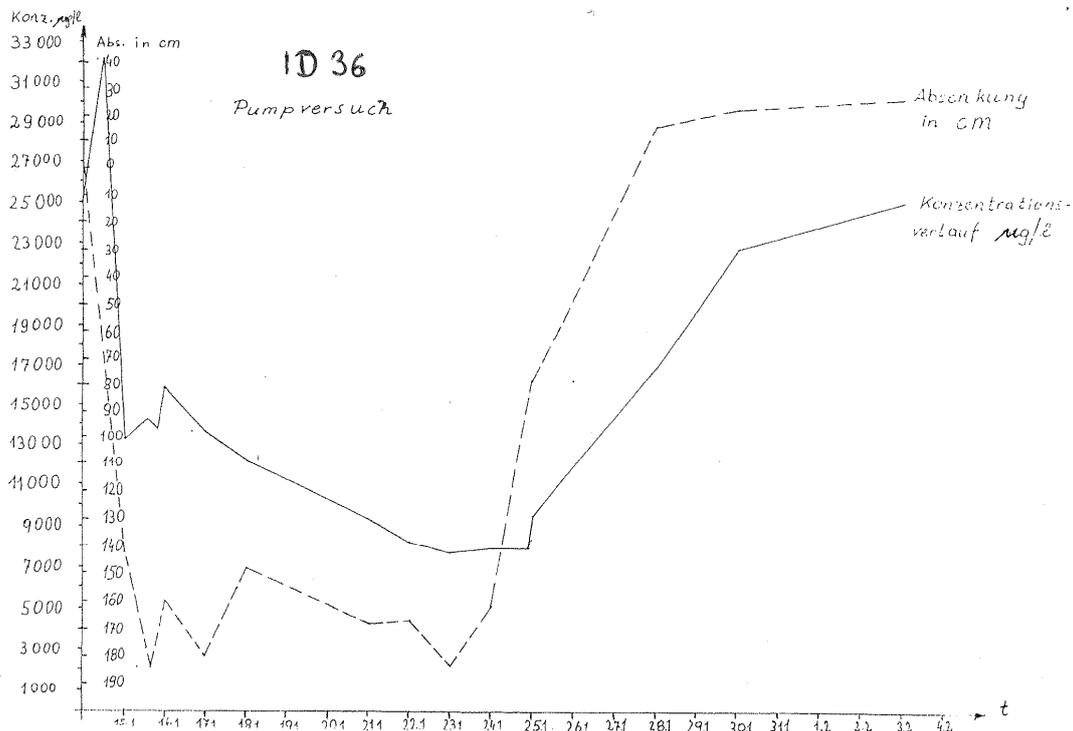


Abb. 6: Ergebnisse des Pumpversuches an der Grundwassermessstelle ID 36

Die Grundwassermessstellen bzw. Brunnen ID 36 und ID 6 (= Br. Pool) wurden im April 1984, im Jahr 1986 an drei Terminen, im April 1987 sowie im März 1993 beprobt. Die entnommenen Grundwasserproben wurden hinsichtlich des Parameters Tetrachlorethen untersucht. Die Grundwassermessstelle ID 6 wurde zusätzlich noch im November 1999 beprobt und die Grundwasserprobe auf den Tetrachlorethengehalt untersucht. Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen werden in Tabelle 5 zusammengefasst.



Tab. 5: Ergebnisse: Grundwasseruntersuchungen zwischen 1984 und 1999

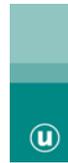
Zeitpunkt der Probenahme	Tetrachlorethenkonzentration [$\mu\text{g/l}$]	
	Br. Pool (ID 6)	ID 36
April 1984	8.330	1.220
April 1986	5.760	330
Juni 1986	2.520	3.490
November 1986	1.100	14.900
Dezember 1986	750	11.800
April 1987	1.850	19.600
März 1993	2.210	4.400
November 1999	106,5	Keine Probenahme

Die Analysenergebnisse der Grundwasseruntersuchungen zeigen, dass über mehrere Jahre hinweg eine massive Belastung des Grundwassers durch Tetrachlorethen gegeben ist. Die massiven Belastungen wurden sowohl im Anstrombereich als auch im seitlichen Abstrom gemessen. Der Maßnahmenschwellenwert der ÖNORM S 2088-1 für Summe Trichlorethen und Tetrachlorethen von $30 \mu\text{g/l}$ wird in allen Proben um ein Vielfaches überschritten.

3.2.2 Im Rahmen der ergänzenden Untersuchungen

Aus den 4 neu errichteten stationären Bodenluftmessstellen (BL1, BL2, BL3, BL4, sh. Abb. 7) wurden an den vier Terminen der Grundwasserbeweissicherung jeweils eine Grundwasserprobe entnommen. Aufgrund des hohen Schlammanteils war nur eine Schöpfprobenahme möglich. Am ersten und am dritten Probenahmetermin konnte aus der stationären Bodenluftmessstelle BL2 keine Probe entnommen werden, weil zu wenig Wasser in der Messstelle war.

Die Wasserproben wurden hinsichtlich der Parameter des Parameterblockes 1 der Wassergüte-Erhebungsverordnung und leichtflüchtiger chlorierter Kohlenwasserstoffe sowie Vinylchlorid untersucht. An einem Teil der Wasserproben lagen die Konzentrationen für Natrium, Chlorid, Nitrat, Nitrit und Ammonium über dem jeweiligen Prüfwert der ÖNORM S 2088-1. Die Analysenergebnisse der Wasserproben hinsichtlich leichtflüchtiger chlorierter Kohlenwasserstoffe werden in Tabelle 5 in Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der ÖNORM S 2088-1 zusammengefasst. Vinylchlorid konnte an keiner Probenahmestelle nachgewiesen werden und wird daher in der Tabelle 6 nicht berücksichtigt.



Tab. 6: Analysenergebnisse der Wasserproben

Parameter	Einheit	stationäre Bodenluftmessstellen												n _{ges.}	PW < n _{MSW}	n > MSW	ÖNORM S 2088-1	
		BL1			BL2			BL3			BL4						PW	MSW
		min	max	Median	min	max	Median	min	max	Median	min	max	Median					
TCE	µg/l	30	101	70,5	77	146	–	188	480	341	27	322	159	–	–	–	–	–
PCE	µg/l	38	693	185,5	123	678	–	847	2293	1541	390	2293	1424	–	–	–	–	–
cis	µg/l	<0,1	0,7	–	<0,1	0,8	–	<0,1	2,3	–	<0,1	5,9	–	–	–	–	–	–
Σ TCE+PCE	µg/l	94	778	251	200	824	–	1327	2615	1814,5	660	2615	1461	14	0	14	6	10
LCKW	µg/l	94	778	254,4	200	824,8	–	1327	2617,3	1815,7	665,9	2615	1461	14	0	14	18	30

TCE...Trichlorethen; PCE...Tetrachlorethen; PW...Prüfwert;
MSW...Maßnahmschwellenwert; cis...cis-1,2-Dichlorethen;
LCKW...leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe;

Die Analysenergebnisse der Wasserproben aus den stationären Bodenluftmessstellen zeigen, dass in allen Proben die Konzentrationen für leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe großteils massiv über dem Maßnahmschwellenwert der ÖNORM S 2088-1 von 30 µg/l liegen. Der maßgebliche Parameter ist Tetrachlorethen. Weiters wurden noch für Trichlorethen stark erhöhte Konzentrationen gemessen. Am zweiten Probenahmetermin wurden zusätzlich geringe Konzentrationen für cis-1,2-Dichlorethen nachgewiesen. Die stationären Bodenluftmessstellen BL3 und BL4 waren am stärksten belastet. Es wurden bis zu 2.600 µg/l leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe gemessen.

Im März 2008 wurden im Bereich des Altstandortes 2 Grundwassermessstellen (KB 1, KB 2, sh. Abb. 7) errichtet. Die Bohrungen wurden bis zu einer Tiefe von 16 m hergestellt. Entsprechend dem Untergrundaufbau erfolgte der Ausbau der Messstellen im Bereich zwischen 5,2 m und 7,2 m.

Aus den neu errichteten Grundwassermessstellen sowie aus 2 bereits bestehenden Grundwassermessstellen wurden im Zeitraum von April 2008 bis Jänner 2009 an vier Terminen im Abstand von etwa 3 Monaten Grundwasserproben entnommen. Aufgrund des geringen Wasserdargebotes konnten zum Teil nur Schöpfproben entnommen werden oder es war keine Probenahme möglich. Der Brunnen ID 6 (= Br. Pool) wurde an den ersten beiden Probenahmeterminen nicht beprobt, weil dieser überbaut war und erst am dritten Probenahmetermin entdeckt wurde. Die Art der Grundwasserprobenahme aus den einzelnen Messstellen ist in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tab. 7: Übersicht Grundwasserprobenahmen

Grundwassermessstellen	April 2008	Juli 2008	Oktober 2008	Februar 2009
KB 1	PP	SP	SP	PP
KB 2	PP	PP	PP	PP
ID 36	PP	PP	-	PP
ID 6 (Br. Pool)	-	-	SP	SP

PP...Pumpprobe; SP...Schöpfprobe; -...keine Grundwasserprobenahme;

Die Grundwasserproben wurden hinsichtlich der Parameter des Parameterblockes 1 der Wassergüte-Erhebungsverordnung und leichtflüchtiger chlorierter Kohlenwasserstoffe sowie Vinylchlorid untersucht. Die Analysenergebnisse der Grundwasseruntersuchungen zeigen, dass das Grundwasser generell durch Natrium und Chlorid sowie durch Stickstoffparameter belastet ist.



Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen hinsichtlich leichtflüchtiger chlorierter Kohlenwasserstoffe werden in Tabelle 7 in Gegenüberstellung mit den Orientierungswerten der ÖNORM S 2088-1 zusammengefasst. Vinylchlorid konnte an keiner Probenahmestelle nachgewiesen werden und wird daher nicht in der Tabelle 8 berücksichtigt. Die Analysenergebnisse für den maßgeblichen Parameter Tetrachlorethen werden in der Abbildung 7 dargestellt.

Tab. 8: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

Parameter	Einheit	Grundwasseruntersuchungen												n _{Gas}	PW<n/MSW	MSW	ÖNORM S 2088-1	
		(ID6)Br. Pool - Anstrom			ID36 - seitlich			KB 1 - Abstrom			KB 2 - Abstrom						PW	MSW
		min	max	Median	min	max	Median	min	max	Median	min	max	Median					
T	°C	10,2	12,4	11,3	12,9	13,4	13,1	11,7	12,9	11,9	12,5	13,9	13,2	13	-	-	-	-
el.L.	µS/cm	782	801	792	758	1225	1032	934	1235	1084	1248	1557	1420	13	-	-	-	-
pH	-	7,87	8,19	8,03	7,1	7,23	7,16	7,29	7,98	7,45	6,7	6,9	6,78	13	0	-	<6,5;>9,5	-
O ₂	mg/l	6,6	7,8	7,2	6,3	8,6	7,2	1,2	6,9	3,5	6,25	8,8	6,5	13	-	-	-	-
TCE	µg/l	<0,1	30	-	1,2	12	9,8	<0,1	1,9	0,5	2,6	7,6	4,4	13	-	-	-	-
PCE	µg/l	182	3075	-	915	9414	5100	203	1688	336,5	1470	3107	2704	13	-	-	-	-
PCM	µg/l	<0,1	<0,1	-	<0,1	1,2	-	<0,1	<0,1	-	<0,1	0,4	-	13	-	-	-	-
Σ TCE+PCE	µg/l	182	3105	-	916,2	9426	5109,8	203,7	1489,9	336,7	1472,6	3111	2710,3	13	0	13	6	10
LCKW	µg/l	182	3105	-	916,2	9427,2	5109,8	203,7	1489,9	336,7	1473	3111	2710,5	13	0	13	18	30

TCE...Trichlorethen; PCE...Tetrachlorethen; PW...Prüfwert;
MSW...Maßnahmschwellenwert; PCM...Tetrachlormethan; T...Temperatur;
pH...pH-Wert; O₂...gelöster Sauerstoff; el.L....elektrische Leitfähigkeit;
LCKW...leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe;

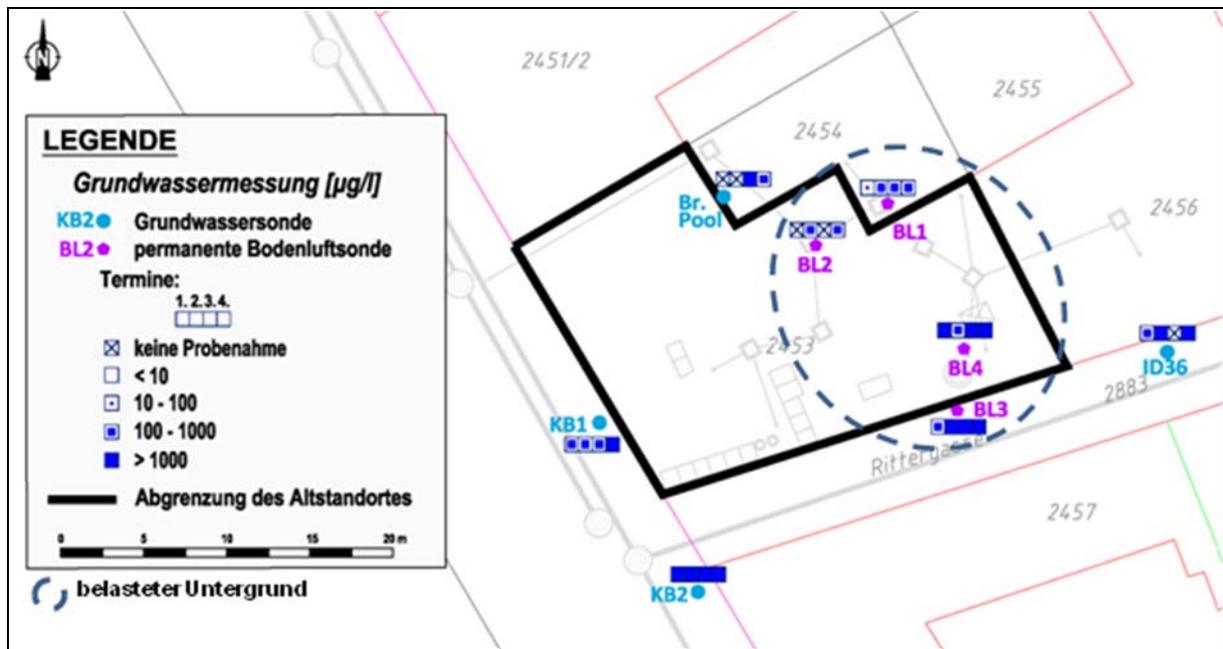


Abb. 7: Analysenergebnisse für Tetrachlorethen

Die Analysenergebnisse zeigen, dass das Grundwasser massiv durch leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe belastet ist, wobei der maßgebliche Parameter Tetrachlorethen ist. Auffallend



ist, dass bereits im Anstrom stark erhöhte Tetrachlorethenkonzentrationen vorliegen. In allen Grundwasserproben liegen die Tetrachlorethenkonzentrationen deutlich über dem Maßnahmenswellenwert der ÖNORM S 2088-1 von 10 µg/l für Summe Trichlorethen und Tetrachlorethen.

Im Oktober 2008 wurde an der Grundwassermessstelle ID36 ein 24-stündiger Pumpversuch durchgeführt. Es wurde am Beginn des Pumpversuches sowie nach 1, 2, 4, 8 und 24 Stunden eine Wasserprobe entnommen und hinsichtlich der Parameter des Parameterblockes 1 der Wassergüte-Erhebungsverordnung sowie hinsichtlich leichtflüchtiger chlorierter Kohlenwasserstoffe und Vinylchlorid untersucht. Vinylchlorid konnte in keiner Grundwasserprobe nachgewiesen werden. Der Konzentrationsverlauf für den maßgeblichen Parameter Tetrachlorethen während des Pumpversuches wird in Abbildung 8 dargestellt.

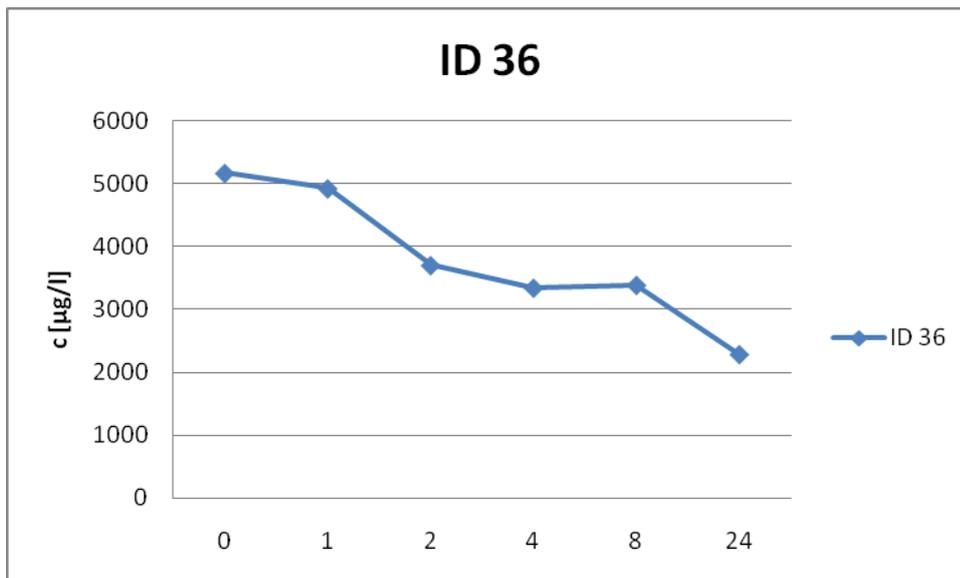


Abb. 8: Tetrachlorethenkonzentration während des Pumpversuches

Wie schon bei der Grundwasserbeweissicherung lagen im Großteil der Grundwasserproben, die während des Pumpversuches entnommen wurden, die Parameter Natrium, Chlorid und Nitrat über dem jeweiligen Prüfwert der ÖNORM S 2088-1. An den ersten beiden entnommenen Grundwasserproben war auch Kalium erhöht. Insgesamt kann während des Pumpversuches eine Abnahme der Konzentrationen der Parameter des Parameterblockes 1 der Wassergüte-Erhebungsverordnung festgestellt werden.

Bezüglich leichtflüchtiger chlorierter Kohlenwasserstoffe konnten während des Pumpversuches nur Trichlorethen und Tetrachlorethen nachgewiesen werden, wobei der maßgebliche Parameter Tetrachlorethen ist. Die Trichlorethenkonzentration lag während des Pumpversuches immer unter dem Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 von 6 µg/l für Summe Trichlorethen und Tetrachlorethen. Das Ergebnis des Pumpversuches zeigt einen abnehmenden Trend der Tetrachlorethenkonzentration mit 5172 µg/l am Beginn des Pumpversuches und 2285 µg/l nach 24 Stunden. Die Tetrachlorethenkonzentrationen liegen insgesamt um ein Vielfaches über dem Maßnahmenswellenwert für Summe Trichlorethen und Tetrachlorethen von 10 µg/l.



4 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG

Am Altstandort „Putzerei Plachy“ wurde im Zeitraum von 1946 bis 1973 eine Putzerei und Färberei betrieben. Als Reinigungsmittel wurde Tetrachlorethen eingesetzt.

Bei den orientierenden Bodenluftuntersuchungen in 2 m und 5 m Tiefe zeigte sich, dass der ungesättigte Untergrund vor allem in 5 m Tiefe lokal stark durch Tetrachlorethen belastet ist. Die stärksten Belastungen wurden im nördlichen Teil des Altstandortes festgestellt. Absaugversuche an stationären Bodenluftmessstellen in 2 Tiefenstufen bestätigen, dass der Untergrund in 5 m Tiefe höher durch Tetrachlorethen belastet ist, als in 2 m Tiefe. Die massivsten Belastungen wurden in Übereinstimmung mit den Analyseergebnissen der orientierenden Bodenluftuntersuchungen in einer Messstelle im nördlichen Teil des Altstandortes sowie in einer Messstelle im Bereich der ehemaligen Reinigungsmaschine festgestellt. Es kann davon ausgegangen werden, dass hier Reinigungsmittel in den Untergrund gelangt ist. In den beiden anderen stationären Bodenluftmessstellen wurden vergleichsweise geringere Tetrachlorethenkonzentrationen gemessen. Insgesamt ergeben die Bodenluftuntersuchungen, dass im Bereich des Altstandortes auf einer Fläche von etwa 170 m² der ungesättigte Untergrund erheblich mit Tetrachlorethen verunreinigt ist.

Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen zeigen, dass es zu einem massiven Eintrag von leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen aus dem wasserungesättigten Untergrund in das Grundwasser gekommen ist. Bereits in den 80-iger Jahren wurden im seitlichen Abstrom des Altstandortes stark erhöhte Tetrachlorethenkonzentrationen (bis 19.600 µg/l) im Grundwasser gemessen. Auch im Anstrom war eine massive Belastung durch Tetrachlorethen festzustellen (bis ca. 8.300 µg/l).

Im Zuge der aktuellen Grundwasseruntersuchungen zeigt sich ein ähnliches Belastungsbild wie in den 80-iger Jahren, die Tetrachlorethenkonzentrationen sind allerdings generell niedriger. Deutlich erhöhte Tetrachlorethenkonzentrationen wurden im Bereich der Reinigungsmaschine und im Abstrom sowie im seitlichen Abstrom gemessen. Auch im Anstrom wurden zeitweise starke Belastungen festgestellt. Die Ergebnisse von 2 Pumpversuchen, die in den Jahren 1985 und 2008 in der Grundwassermessstelle im seitlichen Abstrom des Altstandortes durchgeführt wurden bestätigen, dass das Grundwasser in diesem Bereich massiv durch Tetrachlorethen belastet ist.

Insgesamt zeigt sich, dass eine Vorbelastung des Grundwassers durch leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe gegeben ist. Durch den Betrieb der chemischen Reinigung am Altstandort fand zusätzlich ein massiver Eintrag von leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen bzw. Tetrachlorethen statt. Entsprechend der aktuellen Analyseergebnisse kann abgeleitet werden, dass es noch immer zu einem massiven Eintrag von Tetrachlorethen ins Grundwasser kommt.

Aufgrund des geringen Grundwassergefälles und der relativ geringen Durchlässigkeit des Grundwasserkörpers ist der Grundwasserdurchfluss im Bereich des Altstandortes sehr gering. Im Bereich der Grundwassermessstelle KB 2 (angenommene Abstrombreite ca. 12 m) kann die Fracht mit etwa 5 g/d und im Bereich der Grundwassermessstelle ID 36 (angenommene Abstrombreite ca. 7 m) kann die Fracht mit etwa 11 g/d abgeschätzt werden. Insgesamt kann die Schadstofffracht als erheblich beurteilt werden.

Zusammenfassend zeigen die Untersuchungsergebnisse, dass im Bereich des Altstandortes eine starke Verunreinigung des wasserungesättigten Untergrundes durch Tetrachlorethen vorhanden ist, die eine deutliche Beeinträchtigung des Grundwassers verursacht. Es ist auch weiterhin mit



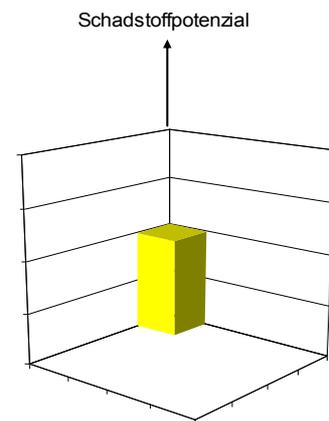
einem erheblichen Schadstoffeintrag in das Grundwasser zu rechnen. Der Altstandort „Putzerei Plachy“ stellt daher eine erhebliche Gefahr für die Umwelt dar.

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.

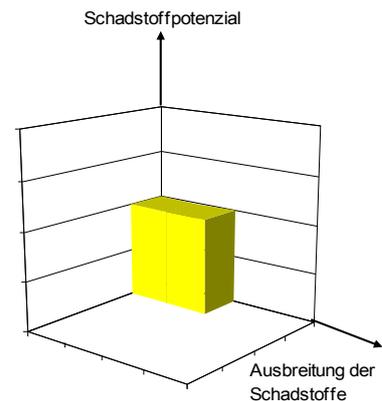
5.1 Schadstoffpotenzial: hoch (2)

Am Altstandort „Putzerei Plachy“ ist der Untergrund mit chlorierten Kohlenwasserstoffen verunreinigt. Die Fläche des verunreinigten Untergrundbereiches ist ca. 150 bis 200 m² groß. Der maßgebliche Schadstoff ist Tetrachlorethen, der aufgrund seiner stofflichen Eigenschaften ein sehr hohes Gefährdungspotenzial aufweist. Der verunreinigte Untergrundbereich ist vergleichsweise klein. Das Schadstoffpotenzial ist insgesamt als hoch zu bewerten.



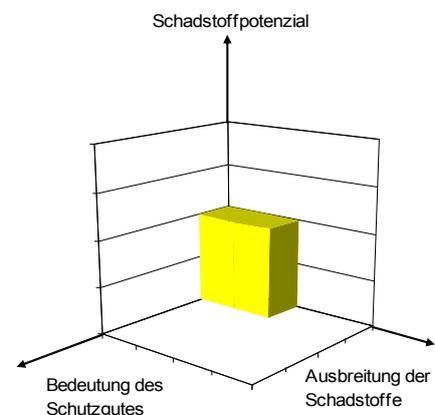
5.2 Schadstoffausbreitung: begrenzt (2)

Im unmittelbaren Grundwasserabstrom ist das Grundwasser massiv mit Tetrachlorethen belastet. Es ist anzunehmen, dass die Schadstofffahne mehr als 100 m lang ist. Die Tetrachlorethenfracht im Grundwasser ist als erheblich zu bewerten. Es ist auch weiterhin mit einem Schadstoffeintrag ins Grundwasser zu rechnen. Die Schadstoffausbreitung ist insgesamt als begrenzt zu bewerten.



5.3 Schutzgut: nutzbar (1)

Der Altstandort liegt im Bereich eines gering ergebnigen Grundwasserkörpers. Das Grundwasser wird im weiteren Abstrom durch Nutzwasserbrunnen genutzt. Der Altstandort liegt im Stadtgebiet von Graz und die Trinkwasserversorgung erfolgt über öffentliche Trinkwasserversorgungsanlagen. Aufgrund des geringen Wasserdargebotes ist auch zukünftig mit keiner hochwertigen Grundwassernutzung zu rechnen.





5.4 Prioritätenklasse – Vorschlag: 3

Entsprechend der Bewertung der vorhandenen Untersuchungsergebnisse, der Gefährdungsabschätzung und den im Altlastensanierungsgesetz § 14 festgelegten Kriterien schlägt das Umweltbundesamt die Einstufung des Altstandortes „Putzerei Plachy“ in die Prioritätenklasse 3 vor.

6 HINWEISE ZUR NUTZUNG DES ALTSTANDORTES

Entsprechend dem Ausmaß der vorhandenen Untergrundverunreinigungen sind Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Unabhängig von den erforderlichen Sanierungsmaßnahmen sind bei der Nutzung des Standortes zumindest folgende Punkte zu beachten.

- Durch eine Änderung der Nutzung dürfen sich keine neuen Gefahrenmomente ergeben und der Umweltzustand nicht verschlechtert werden (z.B. zusätzliche Mobilisierung von Schadstoffen).
- In Zusammenhang mit allfälligen zukünftigen Bauvorhaben bzw. der Befestigung von Oberflächen muss die Art der Ableitung der Niederschlagswässer eingehend untersucht werden. Eine erhöhte Mobilisierung von Schadstoffen und ein erhöhter Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser durch Versickerungen muss ausgeschlossen werden.
- Die bei Tiefbauarbeiten ausgehobenen kontaminierten Materialien müssen den geltenden gesetzlichen Bestimmungen entsprechend behandelt bzw. entsorgt werden.
- Da eine Untergrundkontamination mit leichtflüchtigen Schadstoffen gegeben ist, müssen bei Tiefbauarbeiten entsprechende Gegenmaßnahmen gesetzt werden um einen Übergang der Schadstoffe in die Atmosphäre zu verhindern bzw. zu minimieren.
- Die Lagerung und der Transport des kontaminierten Aushubs sollen so erfolgen, dass ein Übergang der Schadstoffe in die Gasphase und damit in die Atmosphäre minimiert wird.
- Eine Koordination von Baumaßnahmen mit möglichen Sanierungsmaßnahmen wäre zweckmäßig

7 HINWEISE ZUR SANIERUNG

7.1 Ziele der Sanierung

Auf Grund der Eigenschaften der Schadstoffe, der Standortverhältnisse, der Verteilung der Schadstoffe im Untergrund („dreidimensionales Schadensbild“) sowie der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse sind bei der Definition des Sanierungszieles insbesondere folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

- Die Verunreinigungen des Untergrundes sind soweit zu reduzieren, dass die Schadstoffausbreitung im Grundwasser deutlich reduziert wird und in weiterer Folge dauerhaft begrenzt bleibt.

Die Festlegung der standortspezifischen Sanierungszielwerte und Reinigungsanforderungen sollte unter Beachtung der beschriebenen Gesichtspunkte erfolgen. Sanierungszielwerte und Reinigungsanforderungen sind jedenfalls für den relevanten Schadstoff leichtflüchtige chlorierte Koh-



lenwasserstoffe (insbesondere Tetrachlorethen) zu definieren. Darüber hinaus müssen dazu auch die notwendigen Maßnahmen zur Überwachung der Sanierung (z.B. Probenahmestellen; Art der Probenahme; Zeitpunkt und Häufigkeit der Probenahmen; anzuwendende Analyseverfahren) sowie Auswertungsregeln für die Messwerte (z.B. Unterschreitung des Sanierungszielwertes über zumindest ein halbes Jahr an jeder untersuchten Grundwasserprobe) eindeutig nachvollziehbar konkretisiert werden.

7.2 Empfehlungen zur Variantenstudie

In Zusammenhang mit der Durchführung einer Variantenstudie wird eine Berücksichtigung folgender Punkte empfohlen:

- Dem gegebenen Schadensbild entsprechend ist kleinflächig eine massive Belastung des Untergrundes mit leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen, insbesondere Tetrachlorethen gegeben. Die Verunreinigungen reichen bis in die wassergesättigte Bodenzone.
- Aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Untergrundes ist die Durchführung einer wirksamen Dekontamination in-situ nur erschwert möglich.
- Die Möglichkeit von thermisch unterstützten Maßnahmen zur Dekontamination der wasserungesättigten und der wassergesättigten Bodenzone wäre zu prüfen.
- Hydraulische Sicherungsmaßnahmen sind aufgrund des geringen Grundwasserdurchflusses grundsätzlich gut einsetzbar, aufgrund der dichten Verbauung eingeschränkt möglich.
- Die Möglichkeit der Umsetzung eines abgestuften Sanierungsprojektes, bei dem im ersten Schritt Maßnahmen zur Dekontamination der wasserungesättigten Zone durchgeführt und in Hinblick auf die Wirkung zur Reduktion des Schadstoffeintrags ins Grundwasser beobachtet werden, sollte geprüft werden.



Anhang

Verwendete Unterlagen und Bewertungsgrundlagen

- Ergänzende Untersuchungen gemäß § 13 ALSAG Verdachtsfläche Putzerei Plachy, Graz, 1. Zwischenbericht, 2. Zwischenbericht, Mai 2001, Oktober 2004
- Verdachtsfläche Putzerei Plachy, Schlussbericht, Ausf. E, Graz, Juni 2009
- ÖNORM S 2088-1: Altlasten – Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Grundwasser, 1. September 2004

Die ergänzenden Untersuchungen wurden im Rahmen der Vollziehung des Altlastensanierungsgesetzes vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft veranlasst und finanziert.