

ALTSTANDORT "SOLVAY HALLEIN"

Beurteilung gem. § 14 Abs. 3 ALSAG und Beurteilung von Altlastenmaßnahmen gem. § 15 Abs. 3 ALSAG



© GWU Geologie-Wasser-Umwelt GmbH

umweltbundesamt^U

Zusammenfassung

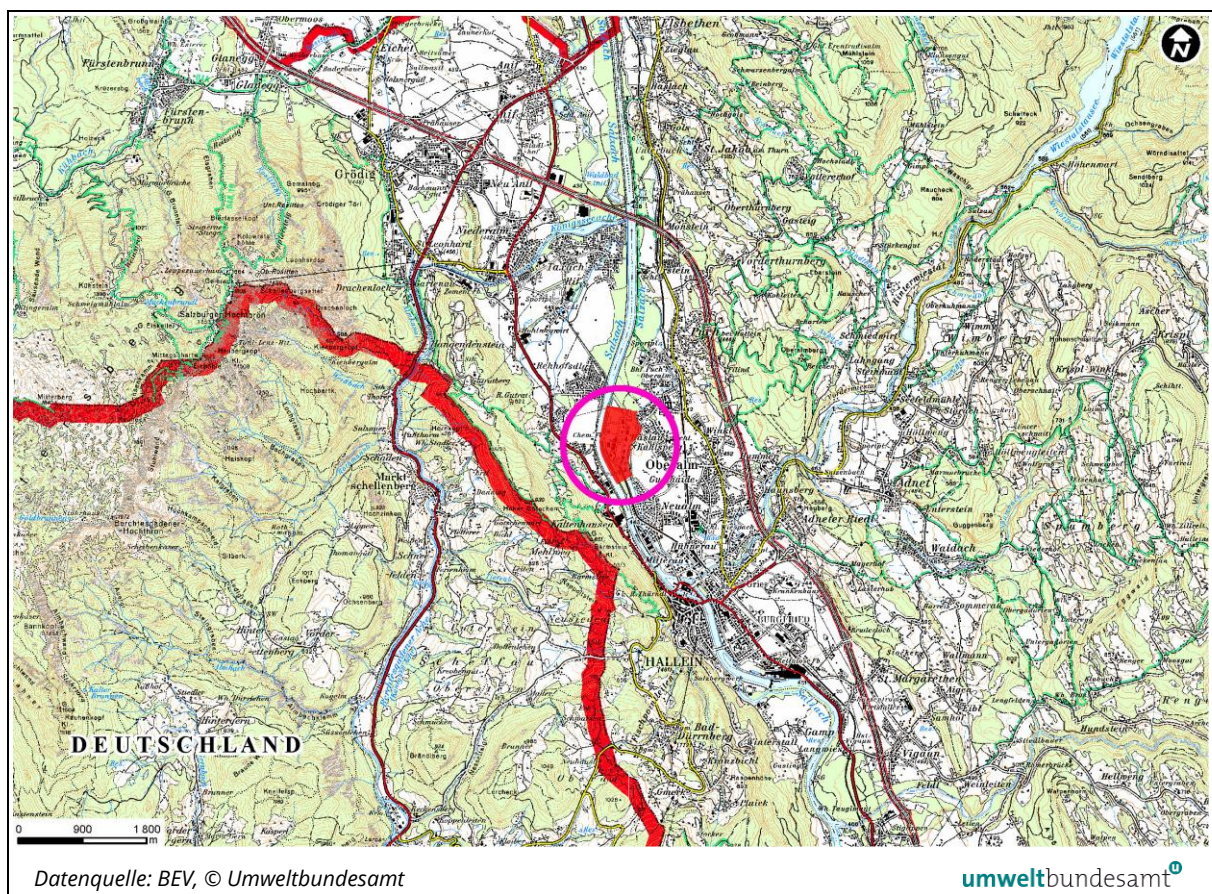
Auf dem etwa 320.000 m² großen Altstandort wurden bis Ende der 1990er-Jahre Anlagen zur Produktion von chemischen Grundstoffen, Holzschutzmitteln und PVC betrieben. Durch die ehemalige Chloralkali-Elektrolyse wurde der Untergrund stark mit Quecksilber verunreinigt. Der erheblich kontaminierte Bereich umfasst eine Fläche von etwa 6.700 m² und ein Volumen von 20.000 m³. Ausgehend von der erheblichen Kontamination im Bereich der Chloralkali-Elektrolyse findet ein massiver Quecksilbereintrag in das Grundwasser statt. Ein signifikanter Rückgang ist mittelfristig nicht zu erwarten. Der erheblich kontaminierte Bereich wurde von 1997 bis 2001 mittels mehrerer Brunnen und ab Anfang der 2000er-Jahre mit einem Funnel-&-Gate-System (Dichtwand mit Aktivkohlefenster) hydraulisch gesichert. Das verunreinigte Grundwasser wird über die Sicherungsanlagen vollständig erfasst. Mittels Kontrolluntersuchungen wurde nachgewiesen, dass aktuell keine Schadstoffausbreitung von der Altlast in den Grundwasserabstrom stattfindet. Die durch das Aktivkohlefenster abströmende Schadstofffracht ist sehr gering. Der erheblich kontaminierte Bereich ist als gesichert zu bewerten. Für den restlichen Standort ergaben sich keine Hinweise auf einen relevanten Schadstoffeintrag in das Grundwasser. Es ist nicht anzunehmen, dass dieser erheblich kontaminiert ist. Von diesem restlichen Standort geht kein erhebliches Risiko für Mensch oder Umwelt aus.

1 LAGE DES ALTSTANDORTES UND DER ALTLAST

1.1 Lage des Altstandortes „Solvay Hallein“

Bundesland:	Salzburg
Bezirk:	Hallein
Gemeinde:	Hallein (50205)
Katastralgemeinde:	Oberalm II (56233)
Grundstücksnummern zum Zeitpunkt der Beurteilung:	285/6, 285/7, 285/8, 285/9, 285/12, 285/13, 285/18, 285/20, 285/21, 285/22, 285/23, 285/24, 285/28, 285/29, 285/36, 285/38, 285/40, 285/41, 285/43, 285/44, 289/27, 289/71, 289/74, 1222/1, 1222/2, 1222/3, 1222/4, 1222/5, 1222/6, 1222/7, 1222/8

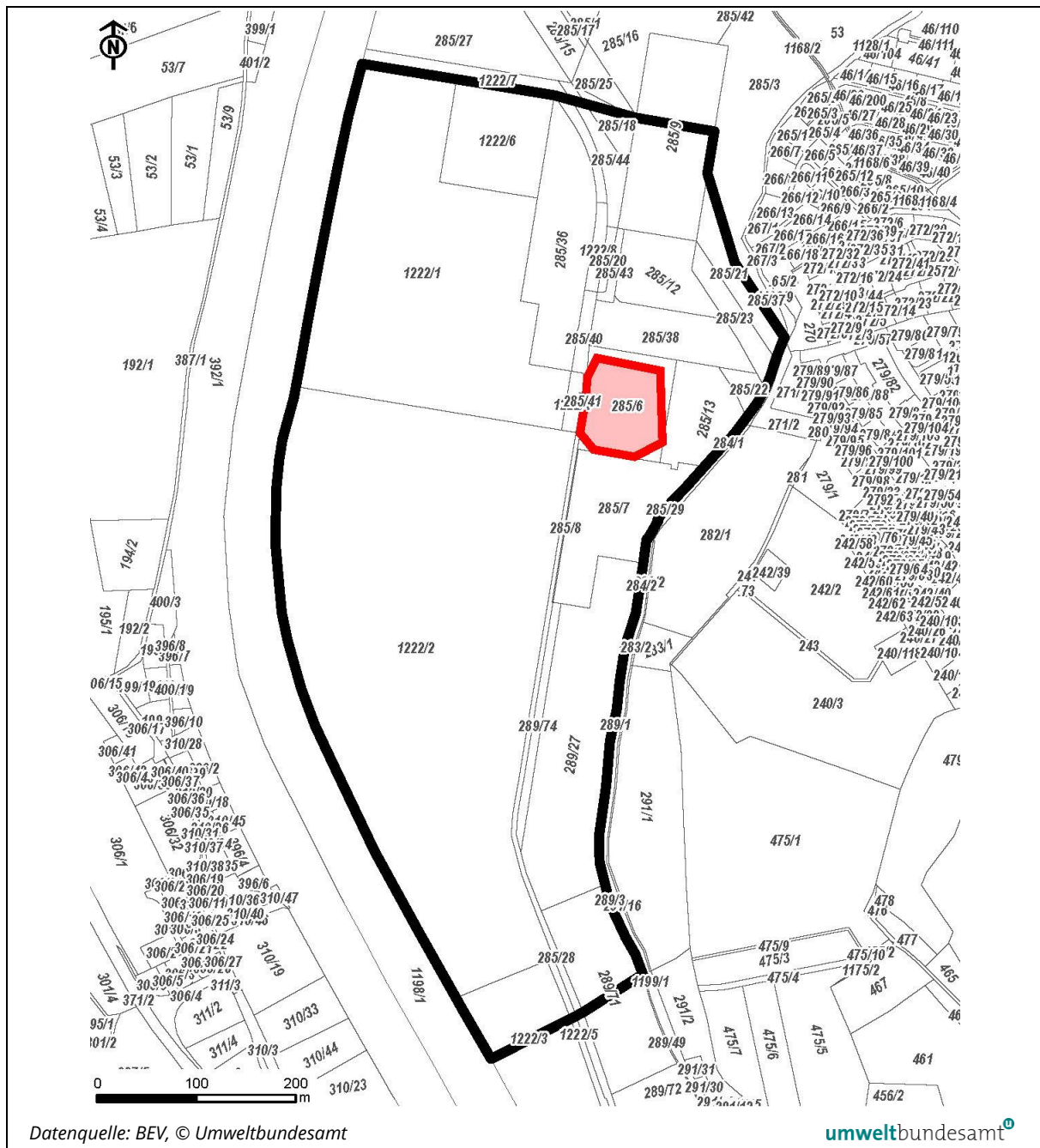
Abbildung 1: Übersichtslageplan



1.2 Lage der Altlast „Solvay Hallein - Chloralkali-Elektrolyse“

Bundesland: Salzburg
 Bezirk: Hallein
 Gemeinde: Hallein (50205)
 Katastralgemeinde: Oberalm II (56233)
 Grundstücksnummern zum Zeitpunkt der Beurteilung: 285/6, 285/41

Abbildung 2: Lage des Altstandortes (schwarz) und der Altlast (rot)



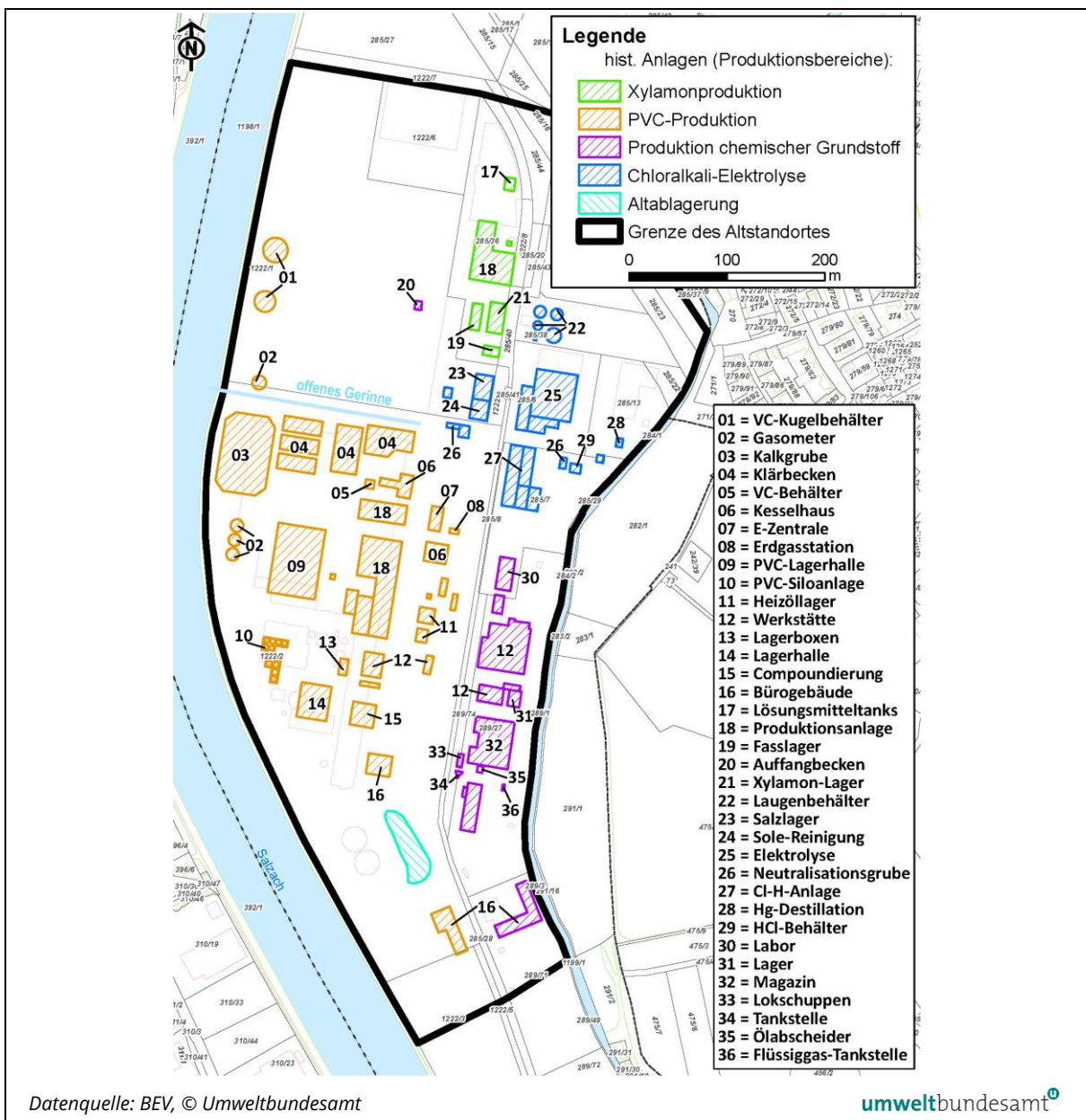
2 STANDORTVERHÄLTNISS E UND NUTZUNGEN

2.1 Betriebliche Anlagen und Tätigkeiten

Der Altstandort befindet sich etwa 2 km nordwestlich des Ortszentrums von Hallein, unmittelbar entlang des rechten Salzachufers.

Von Anfang der 1950er- bis Ende der 1990er-Jahre wurden auf dem etwa 320.000 m² großen Altstandort vom Unternehmen „Solvay“ sowie dem Tochterunternehmen „Halvic“ Anlagen zur Produktion von chemischen Grundstoffen (inkl. Chloralkali-Elektrolyse), dem Holzschutzmittel „Xylamon“ und Polyvinylchlorid (PVC) betrieben (siehe Abbildung 3).

Abbildung 3: Historische Anlagen des Altstandortes „Solvay Hallein“



2.1.1 Produktion chemischer Grundstoffe inkl. Chloralkali-Elektrolyse

Zwischen 1953 und 1997 wurden am östlichen Teil des Altstandortes anorganische Grundstoffe und Chemikalien erzeugt. Es wurden Chlor, Natronlauge (NaOH), Wasserstoff, Bleichlauge (NaClO) und Salzsäure (HCl) hergestellt. Am Standort bestanden dazu unter anderem ein Elektrolyse-Zellenraum, Neutralisationsgruben, eine Quecksilber-Destillation, Werkstätten, ein Lager für Lacke und Lösungsmittel sowie eine Tankstelle und Flüssiggas-Tankstelle (Lage siehe Abbildung 3). Zur Herstellung der Chemikalien wurden unter anderem Kochsalz, Schwefelsäure, Quecksilber, Graphit, Filterkohle, Ammoniak und Methylenchlorid gelagert und eingesetzt.

Die Herstellung der Natronlauge aus Kochsalz erfolgte mittels einer Chloralkali-Elektrolyse (Amalgam-Verfahren). Dabei kamen Kathoden aus flüssigem Quecksilber zum Einsatz. Die Chloralkali-Elektrolyse umfasste eine Fläche von rund 7.000 m² (siehe Abbildung 2). Im Bereich rund um die Elektrolyse bestanden weitere Anlagen (Chlor-Wasserstoff-Anlage, Quecksilberdestillation, Neutralisationsgruben) zur Produktion und Lagerung der chemischen Stoffe (siehe Abbildung 3).

Durch die langjährige Betriebstätigkeit wurden der Untergrund und das Grundwasser im Bereich des Elektrolyse-Zellenraums stark mit Quecksilber verunreinigt (siehe Kapitel 3.1 und 4.1).

Die südlich der Elektrolyse gelegenen Werkstätten umfassten einen Lackspritzstand und eine Gummierungswerkstätte, in welchen 1,1,1-Trichlorethan zum Einsatz kam. Bei einem Lokalaugenschein im Jahr 1987 wurden Mängel bezüglich der Lagerung und Manipulation von Lacken, Lösungsmitteln, Rohstoffen und Fertigprodukten festgestellt.

Im Jahr 1992 wurde der Bereich um eine Eisen-III-Chlorid Anlage erweitert. Die in den Prozessen anfallenden Abwässer wurden nach einer Neutralisation über einen Abwassersammelkanal in die Salzach eingeleitet.

Im Zuge der der Werksschließung 1997 wurden diverse Anlagen im Bereich der Chloralkali-Elektrolyse abgebrochen und die verbliebenen Chemikalien, darunter 300 t quecksilberkontaminierter Schrott, entsorgt. Im Jahr 2007 wurden die Quecksilberdestillation und die Chlor-Wasserstoff-Anlage (inkl. Chlor-Verflüssigung und Chlorlager) abgebrochen. Sämtliche durch Quecksilber oder Kohlenwasserstoffe verunreinigte Bauteile wurden entsorgt.

1989 und 1996 kam es im Bereich der NaOH-Abfüllanlage (unmittelbar westlich der Laugenbehälter, siehe Abbildung 3) zu einem Austritt von 29 bzw. 28 t Natronlauge, welches in den Untergrund versickerte.

2.1.2 Xylamon-Produktion

Nordwestlich der Elektrolyse bestand eine Anlage zur Produktion von Xylamon, einem Holzschutzmittel auf wässriger sowie Petroleumbasis. Es wurden dabei schwermetallhaltige Salze, leicht flüchtige Lösungsmittel, Fungizide, Insektizide, Pentachlorphenol (PCP) und weitere Stoffe zugesetzt. Die Lagerung der Rohstoffe, Zwischen- und Endprodukte erfolgte im Keller des Produktionsgebäudes, die Produktion befand sich im ersten Stock.

Bei einem 1987 durchgeführten Lokalaugenschein wurde festgestellt, dass die Lagerung von Xylamon-Produkten, Tetrachlorethen sowie weiteren Abfällen in Fässern über unbefestigtem Boden im Freien erfolgte (siehe Abbildung 3, Fasslager).

Der genaue Produktionszeitraum ist nicht bekannt. Anhand der historischen Luftbilder des Altstandortes ist jedoch erkennbar, dass das Produktionsgebäude zwischen 1953 und 1965 errichtet wurde. 2001 wurde das Areal von einem Schrotthändler übernommen, woraufhin das Betriebsgelände umgebaut und erweitert wurde. Im Zuge dessen kam es auch zur Verfüllung einer Baugrube in diesem Bereich mit Bodenaushub und Material, welches im Zuge der Errichtung einer Lagerhalle im Bereich der PVC-Produktion anfiel.

2.1.3 Polyvinylchlorid-Produktion

Im südwestlichen bzw. zentralen Teil des Altstandortes (siehe Abbildung 3) wurde zwischen 1953 und 1993 PVC erzeugt. Die PVC-Produktion erfolgte über eine Polymerisation von monomeren Vinylchlorid (VC) in wässriger Lösung.

Das zur Herstellung von PVC benötigte monomere VC wurde bis 1970 am Standort erzeugt. Dazu wurde aus Calciumcarbid (CaC_2) Ethin (C_2H_2) hergestellt, welches anschließend durch die Anlagerung von HCl zu Vinylchlorid umgesetzt wurde. Als Katalysator wurde in diesem Anlagerungsprozess mit Quecksilberchlorid imprägnierte Aktivkohle eingesetzt.

Ab 1970 wurde VC in flüssiger Form angeliefert und in Kugelbehältern an der westlichen Grenze des Altstandortes gelagert (siehe Abbildung 3). Das VC wurde diskontinuierlich von den Kugelbehältern in Zwischenbehälter und anschließend kontinuierlich zur Polymerisation gepumpt. Das im Prozess nicht umgesetzte VC wurde entgast, in VC-Gasometern gesammelt und wieder verflüssigt.

Nach der Polymerisation lag PVC als grobe Aufschlämmung (Suspensionspolymerisation) oder mikrofeine Polymerdispersion (Emulsionspolymerisation) in Wasser vor. Zur Herstellung von reinem PVC-Pulver wurde anschließend eine Konzentrierung und Trocknung der Suspension bzw. Emulsion durchgeführt. Die Produktionsabwässer wurden zur Sedimentation von PVC-Resten in Klärbecken gesammelt und anschließend in den Abwassersammelkanal geleitet. Des Weiteren wurden Reinigungswässer in die Salzach eingeleitet.

Das erzeugte PVC-Pulver wurde bei der „Compoundierung“ anschließend unter anderem mit blei-, cadmium- oder zinnhaltigen Stabilisatoren, Weichmachern, Füllstoffen oder Pigmenten versetzt. Die dazu eingesetzten bleihaltigen und flüssigen Rohstoffe wurden im Keller des Compounding-Gebäudes sowie am Fasslagerplatz westlich des Gebäudes gelagert.

Zum Betrieb diverser Anlagen am Standort bestanden im Bereich der PVC-Produktion eine Dampf-, Strom-, Stickstoff- und Reinwassererzeugung. Der Dampfkessel (Kesselhaus) wurde mit Heizöl sowie Wasserstoff aus der Chloralkali-Elektrolyse beheizt. Das Heizöl wurde in 4 unterirdischen (je 64 m^3) sowie einem oberirdischen Tank (500 m^3) östlich des Produktionsgebäudes gelagert.

Bis etwa 1963 wurden bei der Produktion anfallende Kalk- und Carbidschlämme in einer Kalkgrube am westlichen Rand des Altstandortes sowie auf der Altablagerung „Werksdeponie Halvic“ nördlich des Altstandortes abgelagert. Zwischen 1988 und 1997 wurden auf der Altablagerung außerdem ausgehärtete Kunststoffabfälle, PVC-Schlämme und Kalkschlämme aus dem Produktionsprozess sowie Bauschutt deponiert.

1983 wurde bei der Anlieferung von VC ein Waggon leck und es kam zu einem Austritt von mehreren Tonnen flüssigem VC, welches sich beim Austritt vermutlich größtenteils verflüchtigte.

1998 wurden die ehemaligen Produktionsgebäude, Chemikalienlager, Leitungen und Öltanks im Bereich der PVC-Produktion gereinigt und von Restinhalten befreit. Sämtliche ehemaligen Anlagen, Fundamente und unterirdische Einbauten wurden im Zuge der Errichtung eines Holzfaserplattenwerks abgetragen sowie die im Produktionsbereich vorgefundenen Ablagerungen von Kalk- und PVC-Schlamm ausgehoben (siehe Abbildung 5). Die Produktion der Holzfaserplatten erfolgte größtenteils über mechanische Verfahren und wurde bis 2014 am Standort betrieben.

2.2 Untergrundverhältnisse

Der Altstandort befindet sich in ebener Tallage der Salzach und liegt geologisch im Bereich inhomogener alluvialer Sedimente der Auestufe. Grundsätzlich besteht der Untergrund aus sandigen Fein- bis Grobkiesen, welchen immer wieder Feinsand/Schluff-Lagen zwischengelagert sind. Im Bereich des Altstandortes wurden 1 bis 7 m mächtige Anschüttungen mit geringen Anteilen an Baurestmassen (Ziegel, Beton) angetroffen. In einer Tiefe von etwa 8 bis 17 m unter GOK liegen graubraune Sande, welche von Stillwassersedimenten des „Salzburger Seetons“ (Feinsand/Schluff) unterlagert werden. Die Kiese bilden den Grundwasserleiter, die Feinsande und Schluffe den Grundwasserstauer in einer Tiefe von 25 bis 30 m unter GOK.

Die Geländeoberkante des Altstandortes liegt zwischen 438 und 443 m ü. A. Der Grundwasserspiegel wurde bei durchschnittlich 434,5 m ü. A. mit einem Flurabstand von 4 bis 9,5 m gemessen. Die Grundwassermächtigkeit beträgt durchschnittlich etwa 19 m, das Grundwassergefälle beträgt etwa 3 bis 4 ‰. Die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters wurde anhand von Kurzpumpversuchen ermittelt und liegt zwischen $5 \cdot 10^{-4}$ und $1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Die Grundwasserströmungsrichtung richtet sich nach Westnordwest, annähernd normal zur Fließrichtung der Salzach.

2.3 Nutzungen

Der Altstandort ist größtenteils versiegelt oder bebaut und wird von unterschiedlichen Betrieben gewerblich genutzt. Das Gebäude der ehemaligen Chloralkali-Elektrolyse wurde in den 2000er-Jahren im Norden erweitert und wird aktuell von einem Zimmereibetrieb als Holzwerkstatt und Lagerhalle genutzt. Außerdem bestehen Büroflächen sowie ein Schrott- und Metallhandel am Standort. Im Nordosten befinden sich auf dem Altstandort ein Umspannwerk und Rechenzentrum. Im Bereich der ehemaligen Werkstätten und Anlagen (östlich) befinden sich aktuell eine KFZ-Werkstätte, ein Lagerplatz für Baurestmassen inkl. Bürogebäude und ein Fahrradhändler. Auf der unversiegelten Fläche im Nordwesten erfolgt die Anlieferung und Zwischenlagerung von Aushub und Baurestmassen. Teilweise befinden sich noch leerstehende oder verfallene Gebäude und Anlagen am Standort.

Zwischen den 1960er- und 1980er-Jahren wurden im südlichen Teil des Altstandortes Bauschutt, Aushub und Produktionsrückständen abgelagert. Die Ablagerungen erfolgten auf einer Fläche von etwa 1.600 m² und umfassen ein Volumen von rund 4.000 m³ (siehe Abbildung 3 und Abbildung 5).

Der Altstandort wird westlich von der Salzach und östlich vom Puchhammerkanal, welcher in keiner Verbindung mit dem Grundwasser steht, begrenzt. Im Nordosten und Südosten des Altstandortes befindet sich Wohngebiete aus Einfamilienhäusern mit Hausgärten. Ansonsten besteht die Umgebung östlich des Puchhammerkanals aus land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen. Westlich der Salzach befinden sich ebenfalls Wohngebiete und landwirtschaftliche Flächen (siehe Abbildung 4).

Abbildung 4: aktuelles Luftbild aus dem Jahr 2023 mit der Grenze des Altstandortes



Am Altstandort bestehen 6 Nutzwasserbrunnen und ein Brunnen zur Trinkwasserversorgung. Einer der Brunnen (S IV) – im Anstrom der ehemaligen Chloralkali-Elektrolyse – wurde bis Mitte der 1990er-Jahre als Trinkwasserbrunnen betrieben. Nach dem Bekanntwerden einer Grund-

wasserbelastung durch Quecksilber wurde die Nutzung eingestellt. Der aktuell noch zur Trinkwasserversorgung der ansässigen Firmen genutzte Brunnen befindet sich etwa 400 m südlich der ehemaligen Chloralkali-Elektrolyse. In einem Umkreis von etwa 500 m um den Altstandort (östlich) liegen weitere 7 Nutzwasserbrunnen. Die Brunnen befinden sich alle im Anstrom.

Etwa 500 m westlich des Altstandortes befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite der Salzach ein Grundwasserschongebiet. Der Altstandort selbst liegt nicht in einem Grundwasserschon- oder Grundwasserschutzgebiet.

Die Altablagerung „Werksdeponie Halvic“ grenzt unmittelbar nördlich an den Altstandort. Die Altablagerungen „Hammerau“ (nördlich) und „Weicklgrube“ (östlich) befinden sich je in einer Entfernung von etwa 100 m. Bei den Altablagerungen handelt es sich um ehemalige Schottergruben, welche in den 1970er-Jahren (Hammerau) bzw. zwischen 1962 und 1994 (Weicklgrube) mit Aushub, Bauschutt, Hausmüll und hausmüllähnlichen Abfällen verfüllt wurden.

3 UNTERSUCHUNGEN

Von Anfang der 1980er- bis Anfang der 2000er-Jahre wurden im Bereich der Chloralkali-Elektrolyse (siehe Abbildung 3) folgende Untersuchungen und Sanierungsmaßnahmen durchgeführt:

- Quecksilber-Immissionsmessungen (erstmalig bereits 1974)
- Pneumatische und hydraulische Maßnahmen infolge eines NaOH-Austritts
- Entnahme und Untersuchung von Bodenproben
- Entnahme und Untersuchung von Feststoffproben
- Aushub von quecksilberverunreinigtem Material
- Entnahme und Untersuchung von Grundwasserproben

In demselben Zeitraum wurden am restlichen Altstandort (alle Bereiche mit Ausnahme der Chloralkali-Elektrolyse) folgende Untersuchungen und Sanierungsmaßnahmen durchgeführt:

- Untersuchung von Feststoffproben und Aushub kontaminierter Abschnitte
- Errichtung von 20 temporären Bodenluftmessstellen
- Errichtung von 38 Schürfen und 6 Nut-Sondierungen
- Aushub von Ablagerungen ehemaliger Produktionsabfälle
- Untersuchung von Abwasser-, Boden- und Feststoffproben auf Dioxine und Furane

Im Zeitraum von Mai 2018 bis Jänner 2023 wurden am restlichen Altstandort weitere Untersuchungen durchgeführt:

- Abteufen von 10 Rammkernsondierungen
- Entnahme und Analyse von Bodenluftproben an 10 temporären Bodenluftmessstellen
- Entnahme von 37 Feststoffproben inkl. Bestimmung von Gesamt- und Eluatgehalten an 23 Proben
- Errichtung von 17 Grundwassermessstellen (GWMS)
- Entnahme und Untersuchung von Schöpf- und Pumpproben an Brunnen, bestehenden und neu errichteten GWMS
- Entnahme und Untersuchung von 9 Bodenproben

3.1 Chloralkali-Elektrolyse

3.1.1 Luft- und Feststoffuntersuchungen sowie Sanierungsmaßnahmen

Im Jahr 1974 wurden bei einer Untersuchung erstmals erhöhte Quecksilberkonzentrationen in Pilzen, Nadelstreu und grünen Fichtennadeln in der Umgebung der Chloralkali-Elektrolyse festgestellt, woraufhin Maßnahmen zur Reduktion der Quecksilberemissionen umgesetzt wurden.

Zwischen 1981 und 1996 wurden Untersuchungen der Umgebungsluft und des Bodens auf Quecksilber in der Umgebung des Standortes durchgeführt. In den Bodenproben aus einem Bereich südöstlich der Elektrolyse wurden Quecksilbergehalte von 5 bis 10 mg/kg in einer Tiefe bis etwa 20 cm festgestellt. Die Messungen der Umgebungsluft zeigten erhöhte Quecksilberkonzentrationen in der Nähe der Elektrolysezelle, jedoch mit geringer Ausbreitung. Im Zuge der Immissionsüberwachung Salzachtal wurden an mehreren Terminen die Hg-Immissionen im Raum Hallein überprüft und erhöhte Quecksilberkonzentrationen gemessen. In der unmittelbaren Umgebung der Elektrolysezelle wurden Werte bis 484 ng/m³ festgestellt. In der Umgebung wurden durchschnittliche Konzentrationen von 65 ng/m³ in 150 m Entfernung und 5,6 ng/m³ in 700 m Entfernung gemessen.

Nach der Schließung der Chloralkali-Elektrolyse wurde von 1999 bis 2008 eine Messstation zur Messung der Quecksilberkonzentration in der Luft betrieben. Ein Wert von 1 µg/m³ wurde in dieser Zeit nicht überschritten. Zum Vergleich beträgt die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) für Quecksilber 20 µg/m³.

1989 und 1996 kam es im Bereich der NaOH-Abfüllanlage (unmittelbar westlich der Laugenbehälter) zu einem Austritt von 29 bzw. 28 t Natronlauge, welche in den Untergrund versickerte. 1989 wurde die ausgetretene Lauge zum Teil durch Zuführen von Salzsäure neutralisiert. 1996 wurde durch den Austritt der Lauge eine deutliche pH-Wert-Änderung des Grundwassers festgestellt, welche eine Mobilisierung von bereits im Untergrund vorhandenen Schadstoffe (wie chlorierte organische Verbindungen und Quecksilber) bedingte. Teile des Untergrundes (bis 1 m unter GOK) wurden ausgehoben und es wurden pneumatische (Einblasen von CO₂) sowie hydraulische Maßnahmen gesetzt.

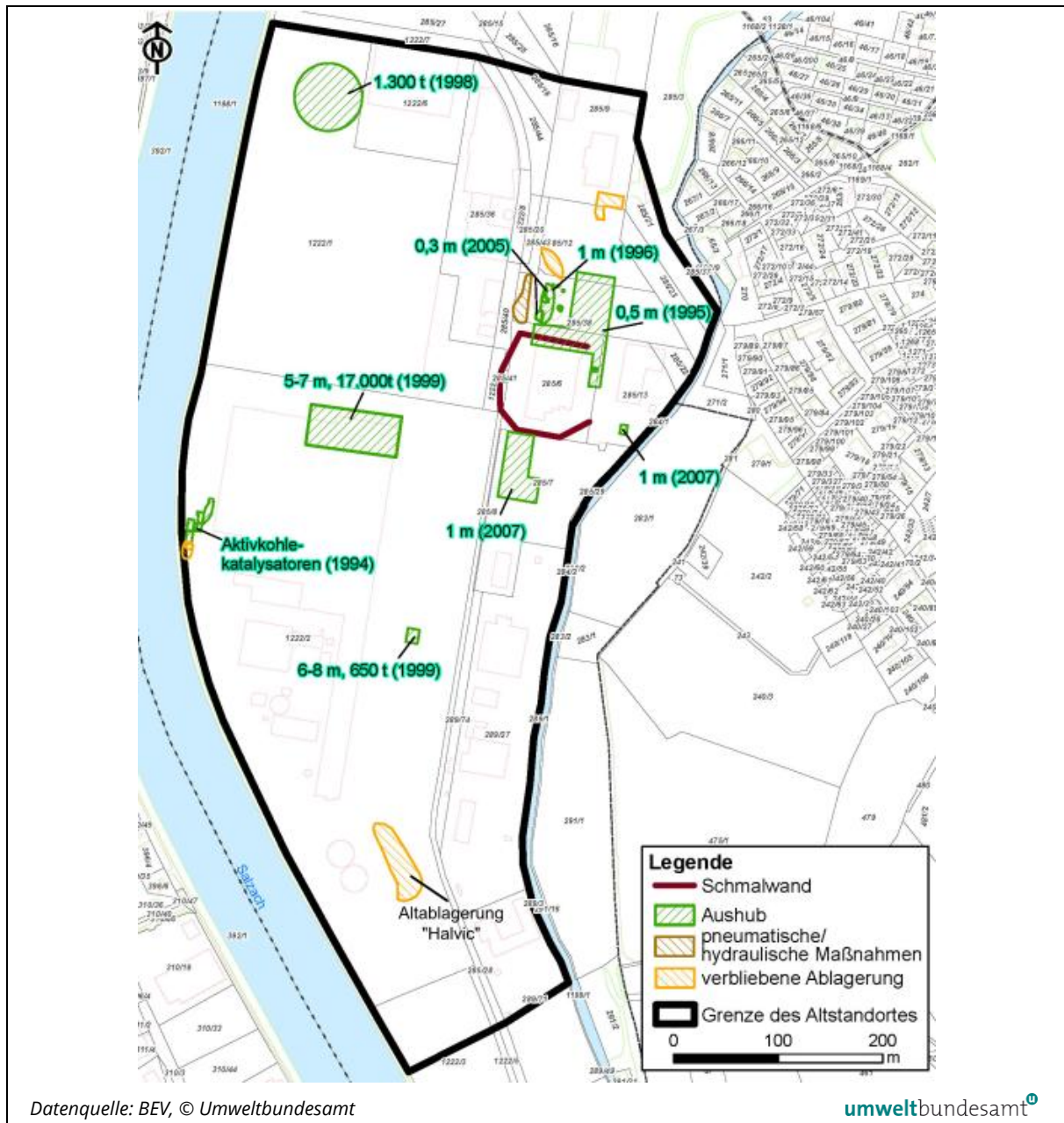
Unmittelbar nordöstlich des Elektrolysegebäudes wurden 1993 außerdem flächige Quecksilberbelastungen des Oberbodens festgestellt, welche durch die Manipulation von Bauteilen und Ablagerung von Fußbodenmaterial aus dem Zellensaal entstand. 1994 wurde der Boden in diesem Bereich bis in eine Tiefe von 0,5 m ausgehoben (siehe Abbildung 5).

1995 wurden an 7 Stellen Bodenproben aus 0-5 cm, 5-10 cm und 10-20 cm entnommen und auf Quecksilber und andere Schwermetalle analysiert. Der maximale Wert von 10,9 mg/kg wurde in einer Tiefe von 0-5 cm südöstlich der Elektrolysezelle an der Grenze des Altstandorts festgestellt und überschreitet den Prüfwert gemäß ÖNORM S 2088-2 von 10 mg/kg, wobei alle weiteren Ergebnisse unter dem Prüfwert lagen.

2005 wurden erneut Quecksilberbelastungen des Oberbodens rund um die ehemalige Elektrolyse nachgewiesen. Es erfolgte ein Aushub der obersten Schicht bis in eine Tiefe von 0,3 m (siehe Abbildung 5).

Im Zuge weiterer Abbrucharbeiten wurden im Jahr 2007 im Bereich der Quecksilberdestillation etwa 200 t verunreinigtes Untergrundmaterial bis etwa 1 m Tiefe ausgehoben. Das verbleibende Erdreich wies Quecksilberkonzentrationen von 1,5 mg/kg auf (siehe Abbildung 5).

Abbildung 5: Lage der Aushub- und Sanierungsmaßnahmen (die Meter-Angaben beziehen sich auf die Aushubtiefe)



Das „Rampengebäude“, in welchem sich die Chlor-Wasserstoff-Anlage, die Chlor-Verflüssigung sowie das Chlorklager befanden, wurde ebenfalls abgebrochen. In Bereichen, in denen kohlenwasserstoffverunreinigte Bauteile angetroffen wurden, wurde die Bodenplatte zur Untersuchung des Untergrundes entfernt. In diesen Bereichen wurde der Untergrund ebenfalls bis etwa 1 m Tiefe ausgehoben und entsorgt. Darunter wurden Kohlenwasserstoff (KW)-

Konzentrationen von durchschnittlich 200 mg/kg im Gesamtgehalt festgestellt, wobei im Eluat keine Kohlenwasserstoffe nachgewiesen wurden (siehe Abbildung 5).

Zur Erkundung des Untergrundes im Bereich der ehemaligen Tankstelle der Solvay (siehe Abbildung 3) wurden 8 Kernbohrungen abgeteuft. Die Analyse von 9 Feststoffproben auf Kohlenwasserstoffe zeigten keine Verunreinigungen. Des Weiteren wurden die Bausubstanz und der Untergrund des Lokschuppens auf Kohlenwasserstoffe und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) untersucht. Der Betonboden und die Seitenwände des Schuppens zeigten organoleptisch eine starke Verunreinigung durch Kohlenwasserstoffe. Der Analyseergebnisse der Untergrundproben waren jedoch unauffällig.

2015 wurden bei einer Erkundung im nordöstlichen Teil des Altstandortes zwei kleine Bereiche, in denen zuvor Bauschutt, Kalk- und andere Schlämme, Gummidichtungen, Glas, Keramik und Holz abgelagert wurde, angetroffen. In einem der Bereiche wurden erhöhte Konzentrationen für die Parameter Quecksilber, KW, PAK und weitere Schwermetalle festgestellt, woraufhin die Ablagerungen teilweise bis etwa 2,5 m Tiefe ausgehoben wurden. Die im Untergrund verbliebenen Ablagerungen umfassen ein Volumen von etwa 1200 m³ (siehe Abbildung 5).

3.1.2 Grundwasseruntersuchungen

Im Jahr 1995 wurden erhöhte Quecksilberkonzentrationen an einem Brunnen im Anstrom (Brunnen S IV, Lage siehe Abbildung 6), dessen Einzugsbereich aber in den Bereich der Elektrolyse reichte, festgestellt. Daraufhin wurden weitere Grundwassermessstellen errichtet und Pumpproben aus dem Bereich der Chloralkali-Elektrolyse auf Quecksilber untersucht. Die maximale Quecksilberkonzentration von 57 µg/l (Mittelwert: 32 µg/l) wurde an der Messstelle P33 analysiert. An den umliegenden Messstellen wurden ebenfalls hohe Werte von 4,8 bis 9,8 µg/l nachgewiesen. Die Werte überschritten den Prüfwert gemäß ÖNORM S 2088-1 von 0,6 µg/l deutlich.

Um ein unkontrolliertes Abströmen von Quecksilber zu verhindern, wurden von 1997 bis 2001 an 6 bzw. 7 Messstellen im Bereich des Elektrolysegebäudes Pumpen betrieben („Pumpegel“; siehe Kapitel 5.1.1). Während der Rückbauarbeiten verschiedener Betriebsanlagen in der Umgebung der ehemaligen Chloralkali-Elektrolyse wurden in demselben Zeitraum außerdem umfangreiche Grundwasseruntersuchungen durchgeführt. Pro Durchgang wurden Proben aus insgesamt 20 Messstellen (siehe Abbildung 6) im Bereich der Elektrolyse sowie im Abstrom gezogen und auf Quecksilber untersucht. Die Probenahme erfolgte wöchentlich bis monatlich.

Von August 1998 bis Juli 1999 wurden im Abstrom der Elektrolyse mittlere Quecksilberkonzentrationen von 0,06 bis 0,47 µg/l festgestellt, wohingegen im Bereich der Elektrolyse durchschnittliche Werte zwischen 0,2 und 5,8 µg/l nachgewiesen wurden. Die Maximalkonzentrationen traten an der Grundwassermessstelle P33 auf.

Im Zuge der Abbrucharbeiten erhöhten sich die Quecksilberkonzentrationen im Jahr 1999 an den Messstellen P31 auf 24 µg/l und P39 auf 83 µg/l, woraufhin die Pumpleistungen im Bereich der Kontamination angepasst wurden (siehe Kapitel 5). Dadurch konnten die Auswirkungen der Abbrucharbeiten auf den Abstrom deutlich verringert werden, sodass nur ein geringfügiger Anstieg der Konzentrationen beobachtet zu beobachten war. Die mittleren Konzentrationen lagen zwischen 0,07 und 0,63 µg/l und zeigten somit keine signifikanten Veränderungen. Im Bereich der Elektrolyse wurden in diesem Zeitraum durchschnittliche Quecksilbergehalte von 2,7 bis 17,3 µg/l nachgewiesen.

3.2 Restlicher Altstandort

3.2.1 Untersuchungen und Sanierungsmaßnahmen bis 2000

Die bis 1970 zur Herstellung von VC eingesetzten, mit Quecksilberchlorid imprägnierten Aktivkohlekatalysatoren wurden direkt am Standort abgelagert. Nach der Auflassung der Produktionsanlagen wurden die Ablagerungen 1994 (siehe Abbildung 5) ausgehoben und entsorgt.

Im Jahr 1995 wurden die unterirdischen Tanks zur Lagerung von Heizöl entfernt. Dabei wurde kontaminiertes Erdreich im Bereich des Füllschachtes angetroffen. Ein Teil des belasteten Untergrundes wurde ausgehoben und entsorgt. 1999 wurden weitere Aushubtätigkeiten bis etwa 6 m Tiefe zur Entfernung von rund 650 t verunreinigtem Untergrund durchgeführt. Im Zentrum der Verunreinigung wurde das Erdreich bis etwa 8 m unter GOK ausgehoben, wobei das Grundwasser etwa 6,5 m unter GOK angetroffen wurde. Am Grundwasser aufschwimmendes Öl wurde abgesaugt, über einen Ölabscheider abgetrennt und das gereinigte Wasser dem Vorfluter zugeführt. Es wurden 3 Proben aus der Grubensohle entnommen und auf Kohlenwasserstoffe und PAK untersucht. Dabei wurde Kohlenwasserstoffkonzentrationen von 160 bis 630 mg/kg (ÖNORM S 2088-1, Prüfwert: 200 mg/kg), und PAK-Konzentrationen von 0,32 bis 3 mg/kg (Prüfwert: 10 mg/kg) im Gesamtgehalt festgestellt.

Zur Identifizierung und Erkundung von Anschüttungen wurden im Jahr 1995 außerdem 20 temporäre Bodenluftmessstellen errichtet sowie 18 Baggerschürfe und 6 Nut-Sondierungen am Altstandort durchgeführt. Im südlichen Bereich des Altstandortes (Altablagerung „Halvic“) wurden Ablagerungen von Baurestmassen, organischem Material und Resten aus einem Neutralisationsbecken sowie im Bereich der Klärbecken der PVC-Produktion Ablagerungen von Kalk- und PVC-Schlamm mit Aktivkohleresten angetroffen.

Im Jahr 1997 wurden 20 Schürfe zur Erkundung möglicher Anschüttungen im Bereich des Waldes nördlich der PVC-Produktion hergestellt. Dabei wurden Anschüttungen von Bodenaushub mit Beimischungen von Kunststoffen, Metallteilen, leeren Fässern, Holz und Bauschutt angetroffen. Die Analyse ausgewählter Proben zeigte hohe Konzentrationen an Quecksilber (max. 3.100 mg/kg), PAK (max. 819 mg/kg), adsorbierbarer organischer Halogene (AOX, max. 1.400 mg/kg) und Kohlenwasserstoffen (max. 9.000 mg/kg) im Gesamtgehalt des Feinmaterials. Die im Grobmaterial festgestellten Konzentrationen lagen jeweils deutlich darunter. 1998 wurden daraufhin rund 1.300 t des angeschütteten Materials ausgehoben und entsorgt (siehe Abbildung 5).

Mitte der 1990er Jahre wurden Abwasser-, Boden- und Feststoffproben aus dem Produktionsbereich der Firma Halvic auf Dioxine (PCDD) und Furane (PCDF) untersucht:

- 2 Bodenproben, westliche und östliche Grenze des Altstandortes: 2,1 bzw. 24,9 ng TE/kg
- 3 Feststoffproben, Kalk- und PVC-Schlamm aus den Klärbecken: 0,4 - 16,1 ng TE/kg
- 5 Feststoffproben, Lage unklar: 7,2 - 38,3 ng TE/kg
- 1 Abwasserprobe, PVC-Absetzbecken: 0,01 ng TE/l

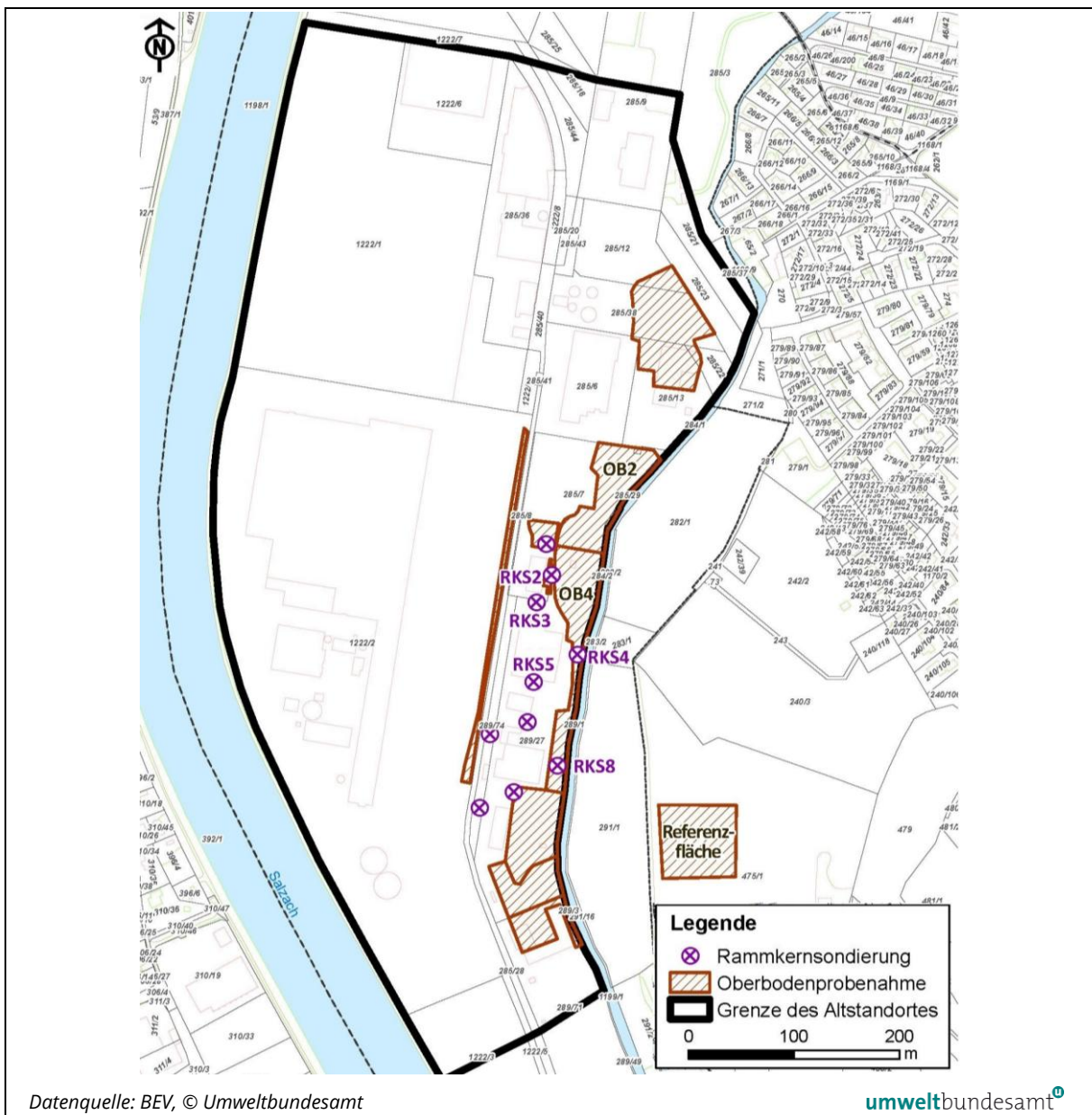
Die PCDD/F- Belastungen waren als gering zu beurteilen. Zum Vergleich beträgt der Prüfwert gemäß ÖNORM S 2088-2 der Nutzungsklasse „Wohnen“ 600 ng TE/kg. Es wurden außerdem Kalk- und PVC-Schlammproben aus den Klärbecken auf Schwermetalle analysiert, wobei eine maximale Quecksilberkonzentration von 49,1 mg/kg festgestellt wurde.

1999 wurden die Carbid- und PVC-Schlämme sowie erdverunreinigte Schlämme am nördlichen Rand der PVC-Produktionsgebäude bis in eine Tiefe von 5 bis 7 m ausgehoben und entsorgt (gesamt rund 17.000 t).

3.2.2 Bodenluftuntersuchungen

Zur Durchführung von Bodenluftuntersuchungen im Bereich südlich der Elektrolyse, in dem chlorierte Kohlenwasserstoffe eingesetzt wurden, wurden im November 2019 und Dezember 2021 zehn Rammkernsondierungen (DN 80) bis in eine Tiefe von 4 m unter GOK im südöstlichen Bereich des Altstandortes abgeteuft (siehe Abbildung 7). Unter einer geringmächtigen Abdeckung durch Asphalt oder Humus wurden 0,8 - 2,8 m mächtige Anschüttungen mit vereinzelt geringen Anteilen an Baurestmassen oder Asphalt angetroffen. Darunter lagen Sande und Kiese, vereinzelt auch feinere Sedimente wie Schluff und Feinsand.

Abbildung 7: Lage der abgeteuften Rammkernsondierungen und untersuchten Bodenflächen



Es konnten an allen 10 temporären Messstellen Bodenluftmessungen durchgeführt und Bodenluftproben entnommen werden. Die Proben wurden auf die Parameter chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW, 13 Einzelsubstanzen), leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX) und aliphatische Kohlenwasserstoffe (KW C₅ – C₁₀) analysiert.

Die Bodenluftmessungen zeigten an 3 Messstellen leicht erhöhte CO₂-Konzentrationen von 5,2 bis 11 Vol.-%. In den 7 weiteren Messstellen lag die maximale CO₂-Konzentration bei 3,3 Vol.-%. Die maximalen Werte der Summenparameter CKW (0,06 mg/m³) und BTEX (0,3 mg/m³) wurden an RKS2 nachgewiesen. Die maximale KW-Konzentration von 24,2 mg/m³ wurde an RKS3 festgestellt. Alle Ergebnisse liegen unter den Prüfwerten gemäß ÖNORM S 2088-1 von je 5 mg/m³ für die Summe CKW und die Summe BTEX und von 50 mg/m³ für Kohlenwasserstoffe. Mit Ausnahme der leicht erhöhten CO₂-Konzentrationen zeigten die Analyseergebnisse der Bodenluftuntersuchungen somit keine Auffälligkeiten.

3.2.3 Feststoffuntersuchungen

Zur Untersuchung des Untergrundes wurden 37 Feststoffproben aus den Bohrkernen der Rammkernsondierungen (siehe Abbildung 7) entnommen. An 20 Proben wurden die Parameter Metalle (As, Pb, Ba, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Ti, Sn, Zn), KW-Index und PAK (16 Einzelsubstanzen) sowie an 2 weiteren die Parameter BTEX und CKW (12 Einzelsubstanzen) im Gesamtgehalt bestimmt. Außerdem wurden an 8 Proben zusätzlich PCDD/PCDF (17 Einzelsubstanzen) im Gesamtgehalt und an 9 bzw. 7 Proben hydrochemische Parameter bzw. Metalle (As, Pb, Ba, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Ti, Sn, Zn) im Eluatgehalte analysiert. In Tabelle 1 werden ausgewählte Ergebnisse der Feststoffuntersuchung (Gesamtgehalt) aus den Rammkernsondierungen zusammengefasst.

Mit einer Ausnahme lagen die Konzentrationen der untersuchten Parameter in allen Proben unter den jeweiligen Prüfwerten der ÖNORM S 2088-1. Die Ausnahme betrifft die maximal gemessene Quecksilberkonzentration von 75 mg/kg bei RKS4 in einer Tiefe von 0,3 - 1 m, die den Intensitäts-Richtwert gemäß Altlastenbeurteilungsverordnung (ALBV) von 10 mg/kg überschritt. Die Analyseergebnisse für den Parameter KW-Index im Gesamtgehalt lagen zwischen 11 und 142 mg/kg. Der Prüfwert gemäß ÖNORM S 2088-1 von 200 mg/kg wurde von allen Proben unterschritten. Die Summe PCDD/PCDF konnte an 5 Proben nachgewiesen werden. Das maximale berechnete Toxizitätsäquivalent der Summe PCDD/PCDF ergab 3,7 ng TE/kg (zum Vergleich beträgt der Prüfwert ÖNORM S 2088-2 der Nutzungsklasse „Wohnen“: 600 ng TE/kg).

Die Eluatgehalte lagen für den Parameter Arsen bei maximal 0,012 mg/l an RKS5 (1,5 - 2,9 m) und für Quecksilber bei maximal 0,0044 mg/l an RKS4 (0,3 - 1 m). Die Prüfwerte gemäß ÖNORM S 2088-1 von 0,01 mg/l für Arsen und 0,001 mg/l für Quecksilber wurden von je einer Probe leicht überschritten, es zeigen sich jedoch keine Richtwertüberschreitungen gemäß ALBV (Arsen: 0,5 mg/l; Quecksilber: 0,01 mg/l).

Tabelle 1: Ausgewählte Ergebnisse der Feststoffuntersuchungen (Gesamtgehalte)

Parameter	Einheit	BG	Messwerte			n _{ges.}	Anzahl n Proben in Messwertbereich								ON S 2088-1	ALBV
			Min.	Max.	Median		Bereich 1	n ₁	Bereich 2	n ₂	Bereich 3	n ₃	Bereich 4	n ₄		
Arsen	mg/kg TS	5	<5	22	6	20	≤5	7	>5-50	13	>50-200	0	>200	0	200	-
Barium	mg/kg TS	5	37	170	57	20	≤5	0	>5-50	7	>50-200	13	>200	0	-	-
Cadmium	mg/kg TS	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	20	≤0,5	20	>0,5-2	0	>2-10	0	>10	0	10	-
Chrom	mg/kg TS	5	8,4	42	19,5	20	≤5	0	>5-100	20	>100-500	0	>500	0	500	-
Kupfer	mg/kg TS	5	7	43	15	20	≤5	0	>5-100	20	>100-500	0	>500	0	500	-
Quecksilber	mg/kg TS	0,1	<0,1	74,8	0,22	20	≤0,1	6	>0,1-5	12	>5-10	1	>10	1	5	10
Nickel	mg/kg TS	5	5,9	34	14	20	≤5	0	>5-100	20	>100-500	0	>500	0	500	-
Blei	mg/kg TS	5	<5	88	11	20	≤5	6	>5-100	14	>100-500	0	>500	0	500	-
Zink	mg/kg TS	5	17	143	33,5	20	≤5	0	>5-500	20	>500-1500	0	>1500	0	1500	-
Zinn	mg/kg TS	5	<5	13	<5	20	≤5	19	>5-500	1	>500-1500	0	>1500	0	-	-
Titan	mg/kg TS	5	78	1160	387	20	≤5	0	>5-500	13	>500-1500	7	>1500	0	-	-
KW-Index	mg/kg TS	10	11	142	31	20	≤10	0	>10--	20	>--200	0	>200	0	200	500
ΣKW (GC) C10-C22	mg/kg TS	10	13	15	14	2	≤10	0	>10-100	2	>100-200	0	>200	0	200	500
ΣBTEX	mg/kg TS	0,05	<0,05	0,09	0,07	2	≤0,05	1	>0,05-0,5	1	>0,5-1	0	>1	0	1	25
ΣPAK EPA15	mg/kg TS	0,32	<0,32	3,46	<0,32	20	≤0,32	13	>0,32-4	7	>4-10	0	>10	0	10	100
Naphthalin	mg/kg TS	0,02	<0,02	0,03	<0,02	20	≤0,02	19	>0,02-1	1	>1-5	0	>5	0	5	25
ΣPCDD/PCDF	ng/kg	43	<43	410	51	9	≤43	4	>43-100	3	>100-300	0	>300	2	-	-
TE-PCDD/F (NATO/CCMS)	ng TE/kg	-	0,14	7,9	0,94	5	≤10	5	>10-50	0	>50-600	0	>600	0	-	-
ΣCKW	mg/kg TS	0,17	<0,17	<0,17	<0,17	1	≤0,17	1	>0,17-0,3	0	>0,3-0,5	0	>0,5	0	0,5	-

PW B...Prüfwert B gem. ÖNORM S 2088-1, Tabelle 2; Überschreitung = **fett**
RW...Richtwert für die Intensität gem. Altlastenbeurteilungsverordnung (ALBV); Überschreitung = **fett, grau unterlegt**
TOC...gesamter organischer Kohlenstoff
ΣPAK EPA15...Summe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (16 Einzelsubstanzen gem. US-EPA, abzüglich Naphthalin)
ΣCKW...Summe der leichtflüchtigen chlorierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffe
ΣBTEX...Summe von Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol
ΣPCDD/PCDF...Summe der Dioxine und Furane (17 Einzelsubstanzen)
TE-PCDD/F (NATO/CCMS)...Toxizitätäquivalent der Summe Dioxine und Furane (Berechnung nach EPA 1613B)

Datenquelle: © Umweltbundesamt umweltbundesamt[®]

Im Dezember 2021 wurde bei der Errichtung von Grundwassermessstellen eine organoleptisch auffällige Probe aus dem Bohrkern der GWMS Xyl3 (Tiefe 7 - 8 m, siehe Abbildung 9) entnommen und auf die Parameter KW-Index und PAK untersucht. An der Probe wurde eine deutliche Verfärbung (schwarzgrau) und ein Geruch nach Kohlenwasserstoffen wahrgenommen. Bei der Errichtung der GWMS Xyl2 wurden ähnliche Verhältnisse angetroffen.

An der untersuchten Feststoffprobe aus Xyl3 wurde ein KW-Index von 18 mg/kg nachgewiesen, die Probe unterschreitet den Prüfwert gemäß ÖNORM S 2088-1 somit deutlich. Es wurden keine PAK-Einzelsubstanzen nachgewiesen.

3.2.4 Grundwasseruntersuchungen

Im Mai 2018 wurden 3 Hahnproben aus Brunnen, 18 Schöpf- und 16 Pumpproben aus einem Brunnen und 16 bestehenden Messstellen entnommen und auf folgende Parameter analysiert:

- Schöpfproben: KW-Index und BTEX
- Pumpproben: Parameterblock I lt. GZÜV, CKW (14 Einzelsubstanzen), KW-Index, BTEX, PAK (EPA 16), Phenol-Index, Metalle, Cyanid gesamt, AOX und EOX

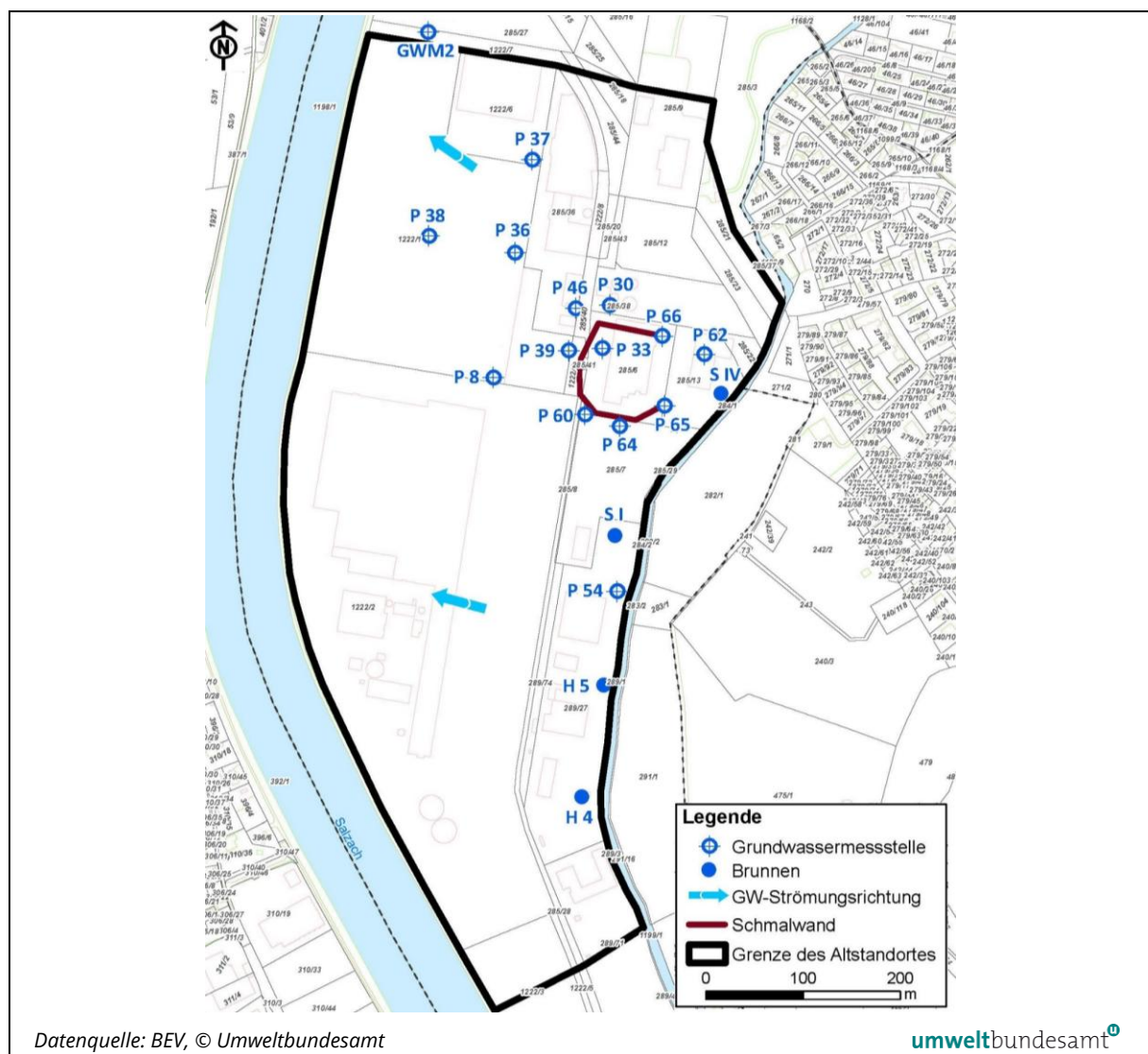
Die bestehenden Grundwassermessstellen befinden sich größtenteils im Anstrom der ehemaligen Produktionsanlagen sowie in der Nähe bzw. dem Abstrom der ehemaligen Chloralkali-Elektrolyse und sind in Abbildung 8 dargestellt.

An 4 ausgewählten Proben (P8, P36, P37, P38) wurde außerdem ein GCMS-Screening durchgeführt, wobei geringe Mengen an 2,5-Pentadecadien-1-o nachgewiesen wurden.

An 7 Messstellen wurden für Tri- und Tetrachlorethen Konzentrationen von 0,35 bis 5,4 µg/l analysiert. Der Prüfwert für die Summe Tri- und Tetrachlorethen gemäß ÖNORM S 2088-1 von 6 µg/l wurde somit unterschritten. Drei der Schöpfproben (P8, P38 und P62, siehe Abbildung 8) zeigten für den Parameter KW-Index erhöhte Werte von max. 0,1 mg/l (Prüfwert ÖNORM S 2088-1: 0,06 mg/l). Der Parameter konnte in keiner der Pumpproben nachgewiesen werden.

Die Pumpprobe aus P33 zeigte eine erhöhte Quecksilberkonzentration von 2,2 µg/l (Prüfwert: 0,6 µg/l). Die Probe stammt aus dem durch ein Funnel-&-Gate-System gesicherten Bereich (P33) der Elektrolyseanlage (siehe Kapitel 5.1). Quecksilber konnte an keiner weiteren Probe nachgewiesen werden.

Abbildung 8: Lage der im Mai 2018 beprobten Grundwassermessstellen und Brunnen



Im Dezember 2021 und Jänner 2022 wurden 17 neue Grundwassermessstellen zur Untersuchung der Bereiche, die nicht von den bestehenden Messstellen (siehe Abbildung 8) erfasst wurden, errichtet. Die Messstellen liegen jeweils im Abstrom der ehemaligen Lager und Werkstätten der Grundstoffproduktion („Solvay 1“ bis „Solvay 5“), der ehemaligen PVC-Produktion („Halvic 1“ bis „Halvic 5“), der ehemaligen Xylamonproduktion („Xyl 1“ bis „Xyl 3“) und der Ablagerungen im Nordwesten des Altstandortes („DiW 1“ bis „DiW 4“) und sind in Abbildung 9 dargestellt.

Zur Errichtung wurden 13 Rammkernbohrungen (DN 194) mit Verrohrung (DN 220) bis etwa 5 m unter den Grundwasserspiegel und 4 Bohrungen mittels Verrohrung (DN 273) und Kernrohr (DN 220) bis zum Erreichen des Grundwasserstauers abgeteuft. Die Filterstrecke wurde jeweils bis zur Endteufe der Bohrung (max. 13 m unter GOK) bzw. bis zum Grundwasserstauer (max. 25 m unter GOK) ausgebaut.

Aufgrund der organoleptischen Auffälligkeit des Materials aus „Xyl 3“ wurde bei der Errichtung der Grundwassermessstelle eine Schöpfprobe gezogen und auf die Parameter KW-Index, BTEX, leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) und PAK untersucht. Es konnten geringe Konzentrationen an BTEX (0,8 µg/l), LHKW (0,16 µg/l) und PAK (0,06 µg/l) nachgewiesen werden. Außerdem wurde eine hohe Konzentration an Kohlenwasserstoffen (C₁₀ – C₄₀) von 7.140 µg/l festgestellt. Die Probe überschritt den Prüfwert gemäß ÖNORM S 2088-1 von 60 µg/l deutlich.

An 4 Terminen im April 2022, Juli 2022, Oktober 2022 und Jänner 2023 wurden aus insgesamt 4 Brunnen, 7 bestehenden und 17 neu errichteten Grundwassermessstellen Schöpf- und Pumpproben entnommen bzw. Hahnentnahmen durchgeführt und auf folgende Parameter untersucht:

- Schöpfproben: KW-Index und BTEX
- Pumpproben: Parameterblock I lt. GZÜV, leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW, 14 Einzelsubstanzen), schwerflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (SCKW: Hexachlorbenzol, Hexachlorbutadien, Hexachlorethan), KW-Index, PAK (16 Einzelsubstanzen), Metalle

Die Pumpproben/Hahnentnahmen ausgewählter Messstellen wurden zusätzlich auf die folgenden Parameter analysiert:

- Bereich „PVC-Produktion“: Phthalate (6 Substanzen: Bis-(2-ethylhexyl)-phthalat, Benzylbutylphthalat, Dibutylphthalat, Diethylphthalat, Dimethylphthalat, Di-n-octylphthalat)
- Bereich „Xylamonproduktion“: Holzschutzmittel (8 Substanzen: Aldrin, Lindan, Pentachlorphenol, Tributylzinn, Chlornaphthaline, Dichlofluorid, Furmecycloxy, Pentachloranisol)
- Einzelne Proben: PCDD/PCDF (17 Einzelsubstanzen)

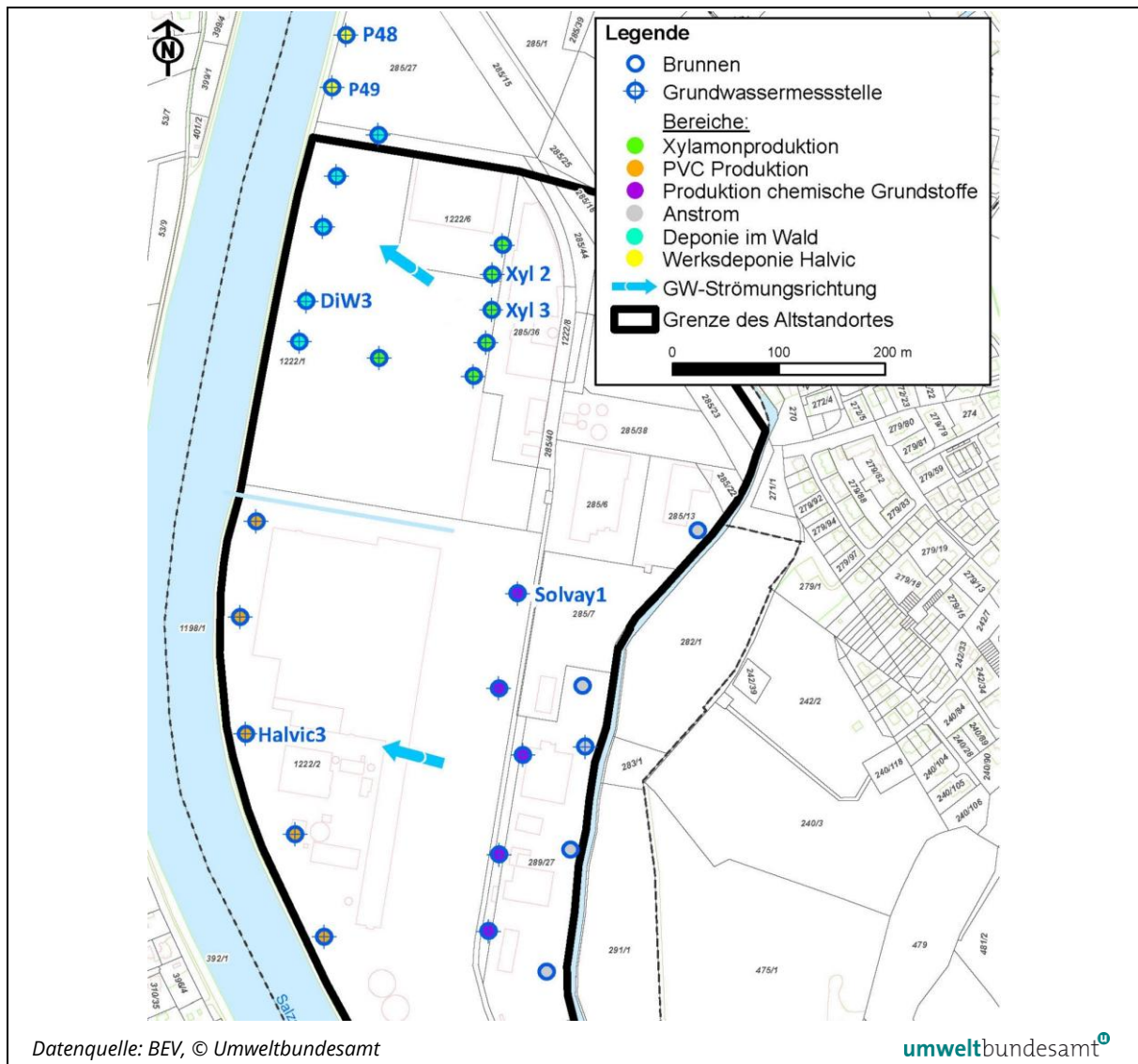
Am 3. Termin im Oktober 2022 wurden an 5 Messstellen außerdem 24-stündige Pumpversuche durchgeführt und zusätzliche Proben nach 1 h, nach 2 h, nach 4 h, nach 8 h und nach 24 h entnommen. Je nach Lage der Messstelle wurden die Pumpversuchsproben auf die folgenden Parameter untersucht:

- P48: Parameterblock I lt. GZÜV, LCKW, PAK, Holzschutzmittel
- Solvay 1 und DiW 3: LCKW, SCKW

- Xyl 3: LCKW, PAK, Holzschutzmittel
- Halvic 3: SCKW, Phthalate

Die Messstellen GWM2, P48 und P49 liegen nördlich des Altstandortes. Alle weiteren untersuchten Brunnen und Grundwassermessstellen befinden sich am Altstandort (siehe Abbildung 9).

Abbildung 9: Im April, Juli und Oktober 2022 sowie Jänner 2023 beprobte Grundwassermessstellen



An einzelnen Proben wurde bei der Probenahme organoleptisch eine leichte Trübung sowie orange-braune oder graue Färbung festgestellt. Die Ergebnisse sämtlicher Einzelsubstanzen der Parameter Holzschutzmittel, SCKW und Phthalate lagen unter der jeweiligen Nachweisgrenze. Im Anstrom wurden vereinzelt Prüfwertüberschreitungen der Parameter Ammonium und Nickel festgestellt. Im Abstrom der ehemaligen Produktionsanlagen zeigten sich vereinzelt Prüfwertüberschreitungen gemäß ÖNORM S 2088-1 der Parameter Natrium, Ammonium, Arsen, Blei und Summe PAK (siehe Tabelle 2).

An den Proben der Pumpversuche aus den Bereichen „Chemische Grundstoffe“, „Xylamonproduktion“, „PVC-Produktion“ und den Ablagerungen im nordwestlichen Teil des Standortes wurden keine Prüfwertüberschreitungen gemäß ÖNORM S 2088-1 festgestellt.

Tabelle 2: Ausgewählte Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

Parameter	Einheit	BG	Anstrom			Abstrom Werkstätten der Grundstoffproduktion			Abstrom Xylamonproduktion			Abstrom PVC-Produktion			Abstrom Ablagerungen im Nordwesten			P _W	P _W	P _W	ÖN S 2088-1
			H 4, H 5, P 54, S I, S IV (n=19)			Solvay 1 bis Solvay 5 (n=20)			P 36 bis P 38, Xyl 1 bis Xyl 3 (n=24)			Halvic 1 bis Halvic 5 (n=20)			DIW1 bis DIW4, GWM2 (n=20)						
			Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median	Min.	Max.	Median				
el. Leitfähigkeit	µS/cm	0	449	675	568	549	887	578	481	761	581	482	757	576	529	678	616	103	-	-	-
Sauerstoff	mg/l	0	4,25	7,62	5,82	4,60	7,93	7,12	0,89	6,97	5,24	0,05	7,93	5,415	0,86	4,37	2,93	103	-	-	-
Calcium	mg/l	1	65	89	78	84	102	91	71	116	88	67	103	86	72	111	95	99	-	-	-
Magnesium	mg/l	1	12,3	18	15,7	15,5	20	17,2	13,5	23,7	16,2	15,2	24,4	17,8	14,9	20,7	17,4	99	-	-	-
Natrium	mg/l	0,5	4,77	41,5	11,4	8,2	59,8	10,2	7,3	11,2	10,6	7,9	43,6	10,3	8,7	12	10,0	99	9	30	
Kalium	mg/l	0,5	0,94	2,15	1,44	1,22	3,61	1,45	1,55	6,41	2,03	1,19	3,43	1,65	1,77	4,66	3,22	99	0	12	
Bor	mg/l	0,02	<0,02	0,021	<0,02	<0,02	0,031	<0,02	<0,02	0,159	<0,02	<0,02	0,035	<0,02	<0,02	0,068	0,035	99	0	0,2	
Eisen	mg/l	0,01	<0,01	0,015	<0,01	<0,01	0,028	<0,01	<0,01	1,52	<0,01	<0,01	0,201	<0,01	<0,01	0,028	<0,01	99	-	-	-
Mangan	mg/l	0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	1	<0,005	<0,005	0,294	<0,005	0,219	<0,005	99	-	-	-	
Ammonium (NH ₄)	mg/l	0,01	<0,01	0,159	0,096	<0,01	0,165	0,02	<0,01	0,638	0,029	<0,01	0,302	0,084	<0,01	0,42	0,094	99	4	0,3	
Nitrit (NO ₂)	mg/l	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,021	<0,01	<0,01	0,103	<0,01	<0,01	0,092	<0,01	99	0	0,3	
Nitrat (NO ₃)	mg/l	1	3,1	6,9	5,9	2,9	7,6	6,6	3,9	8	6,6	<1	8,3	5,8	2,4	7,9	6	99	0	50	
Sulfat	mg/l	1	3	14,1	6,2	4,3	20,4	6,5	7,9	62,1	12,3	5,5	33,8	7,9	12,2	76,6	32,7	99	0	150	
Chlorid	mg/l	0,7	8,3	70,4	18	11,5	87,5	16,4	8,6	17,9	15,9	12,4	80,5	17,1	9,7	16,6	14,1	99	0	120	
o-Phosphat	mg/l	0,02	<0,02	0,053	0,037	<0,02	0,052	<0,02	<0,02	0,057	<0,02	<0,02	0,086	0,038	<0,02	0,063	0,036	99	-	-	-
Arsen	mg/l	0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,008	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,006	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	96	1	0,006	
Blei	mg/l	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,017	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	96	2	0,003	
Cadmium	mg/l	0,0002	<0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	96	0	0,003	
Chrom ges.	mg/l	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	96	0	0,01	
Kupfer	mg/l	0,001	<0,001	0,004	0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,013	0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	0,006	0,002	96	0	0,06	
Nickel	mg/l	0,001	<0,001	0,027	<0,001	<0,001	0,012	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	0,006	<0,001	96	2	0,012	
Quecksilber	µg/l	0,01	<0,01	0,07	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,14	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	96	0	0,6	
Zink	mg/l	0,001	<0,001	0,03	0,013	0,005	0,014	0,008	0,005	0,024	0,011	0,002	0,01	0,005	0,008	0,1	0,011	96	0	1,8	
Zinn	mg/l	0,005	<0,005	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	96	0	0,05	
KW-Index	µg/l	10	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	96	0	60	
IBTEX	µg/l	0,5	<0,5	0,662	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	99	0	30	
Benzol	µg/l	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	99	0	0,6	
Toluol	µg/l	0,1	<0,1	0,249	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	99	0	6	
IPCE/TCE	µg/l	0,2	<0,2	0,4	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	1,43	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	1,83	<0,2	102	0	6	
ECKW	µg/l	2,3	<2,3	2,3	<2,3	<2,3	<2,3	<2,3	<2,3	<2,3	<2,3	<2,3	<2,3	<2,3	<2,3	<2,3	<2,3	102	0	18	
Vinylchlorid	µg/l	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	102	0	0,3	
EPAC EPA15	µg/l	0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	0,855	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	52	1	0,5	
Naphthalin	µg/l	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,005	<0,005	0,005	<0,005	52	0	1	
IPCCD/PCDF	ng/l	0,043	-	-	-	<0,043	<0,043	<0,043	<0,043	<0,043	<0,043	<0,043	<0,043	<0,043	<0,043	<0,043	<0,043	12	-	-	

PW...Prüfwert gem. ÖNORM S 2088-1, Tabelle 4 und 5; Überschreitung = **fett**
 DOC...gelöster organischer Kohlenstoff
 ECKW...Summe der leichtflüchtigen chlorierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffe
 IBTEX...Summe von Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol
 IPCE/TCE...Summe Tetrachlorethen und Trichlorethen
 IPFAS-20...Summe der perfluorierten Alkylsubstanzen (20 Einzelsubstanzen gem. Trinkwasserverordnung)
 EPAC EPA15...Summe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (16 Einzelsubstanzen gem. US-EPA, abzüglich Naphthalin)
 EPAC TW...Summe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (4 Einzelsubstanzen gem. Trinkwasserverordnung)
 IPCB...Summe der polychlorierten Biphenyle (PCB Nr. 28, Nr. 52, Nr. 101, Nr. 138, Nr. 153, Nr. 180)
 IPhenoAlkylphenole: Summe von Phenol, Kresolen, Di- und Trimethylphenolen
 IPCCD/PCDF...Summe der Dioxine und Furane (17 Einzelsubstanzen)

Datenquelle: © Umweltbundesamt umweltbundesamt[®]

Die Untersuchungsergebnisse der Grundwassermessstellen P48 und P49 nördlich des Altstandortes zeigten erhöhte Werte an Ammonium (max. 1,1 mg/l) und Arsen (max. 0,008 mg/l) sowie hohe Werte an Vinylchlorid (max. 3,7 µg/l). Die Messstellen befinden sich im Abstrom der Ablagerung „Werksdeponie Halvic“, welche unmittelbar nördlich an den Altstandort grenzt.

3.2.5 Bodenuntersuchungen

Im November 2019 und Dezember 2021 wurden 8 Bodenproben (0 – 20 cm) am Altstandort sowie eine Bodenprobe auf einer Referenzfläche östlich des Altstandortes gezogen. Auf jeder der Teilflächen (siehe Abbildung 7) wurden an mehreren Stellen Proben entnommen und zu

je einer Mischproben zusammengestellt. Die Proben wurden auf Metalle (As, Pb, Ba, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Ti, Sn, Zn), PAK (16 Einzelsubstanzen), KW-Index und PCDD/PCDF untersucht.

Tabelle 3: Ausgewählte Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (Gesamtgehalte)

Parameter	Einheit	BG	Referenz- fläche	Messwerte			n _{Ges.}	Anzahl n Proben in Messwertbereich					ÖNORM S 2088-2 PW	
				Min.	Max.	Median		Bereich 1	n ₁	Bereich 2	n ₂	Bereich 3		n ₃
Arsen	mg/kg TS	5	15	9,7	19	14	8	≤5	0	>5-50	8	>50	0	50
Cadmium	mg/kg TS	0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	8	≤0,5	7	>0,5-2	1	>2	0	2
Chrom	mg/kg TS	5	38	24	45	36	8	≤5	0	>5-75	8	>75	0	75
Kupfer	mg/kg TS	5	34	23	45	29	8	≤5	0	>5-500	8	>500	0	500
Quecksilber	mg/kg TS	0,1	0,26	0,3	10,8	2,9	8	≤0,1	0	>0,1-5	7	>10	1	10
Blei	mg/kg TS	5	31	21	121	38	8	≤5	0	>5-500	8	>500	0	500
KW-Index	mg/kg TS	10	25	38	141	95	8	≤10	0	>10-100	8	>200	0	-
ΣPAK EPA15	mg/kg TS	0,32	<0,32	<0,32	13,2	1,52	8	≤0,32	1	>0,32-10	6	>10	1	10
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,02	<0,02	<0,02	1,05	0,135	8	≤0,02	1	>0,02-0,5	6	>0,5	1	0,5
TE-PCDD/F-NATO/CCMS	ng TE/kg	-	0,7	3,5	190	24,6	8	≤1	0	>1-50	8	>600	0	600

PW...Prüfwert gem. ÖNORM S 2088-2, Tabelle 2
 ΣPAK EPA15...Summe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (16 Einzelsubstanzen gem. US-EPA, abzüglich Naphthalin)

Datenquelle: © Umweltbundesamt umweltbundesamt[®]

Im Vergleich zur Referenzfläche wurden am Altstandort teilweise erhöhte Quecksilbergehalte von 2,3 bis 10,8 mg/kg und erhöhte PCDD/PCDF-Gehalte von 3,5 bis 190 ng TE/kg festgestellt. Im Falle der PCDD/PCDF-Werte wird der zu Vergleichszwecken herangezogene Prüfwert der ÖNORM S 2088-2 (Nutzungsstufe „Wohnen“; Aktivität „Gartenarbeit“) von 600 ng TE/kg aber von allen Proben deutlich unterschritten.

Die maximale Quecksilberkonzentration wurde an der Teilfläche OB4 (5.000 m²) festgestellt und überschreitet den Prüfwert gemäß ÖNORM S 2088-2 der Nutzungsstufe „Wohnen“ von 10 mg/kg. In der Mischprobe der Teilfläche OB2 (5.000 m²) wurden die Prüfwerte für den Summenparameter Summe PAK und die Einzelsubstanz Benzo(a)pyren (siehe Tabelle 3) überschritten.

4 BEURTEILUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

4.1 Chloralkali-Elektrolyse

Ende der 1990er- bzw. Anfang der 2000er-Jahre durchgeführte Grundwasseruntersuchungen zeigten lokal sehr hohe Quecksilberkonzentrationen im Bereich der Elektrolyse. Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen aus dem Bereich der Chloralkali-Elektrolyse überschritten den Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 von 0,6 µg/l deutlich. Bei einer Abstrombreite von 100 m und einer schadstoffspezifisch relevanten Grundwassermächtigkeit von 10 m kann eine Quecksilberfracht von rund 4 g/d berechnet werden. Die Fracht überschreitet den Richtwert gemäß ALBV von 0,5 g/d um deutlich mehr als das Fünffache.

Die erhebliche Kontamination konnte auf einer Fläche von etwa 6.700 m² nachgewiesen werden. Das kontaminierte Untergrundvolumen kann mit etwa 20.000 m³ abgeschätzt werden.

Eine Abschätzung der ursprünglichen Fahnenlänge ist aufgrund der Bepumpung mehrerer Messstellen im kontaminierten Bereich (1997 bis 2001) nicht möglich. Im Abstrom wurden nur geringe Quecksilberkonzentrationen nachgewiesen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass im Bereich der ehemaligen Chloralkali-Elektrolyse eine erhebliche Kontamination des Untergrundes durch Quecksilber besteht. Vom erheblich kontaminierten Untergrundbereich ausgehend findet ein massiver Schadstoffeintrag in das Grundwasser statt. Anfang der 2000er-Jahre wurde eine Dichtwand um den erheblich kontaminierten Bereich errichtet (siehe Kapitel 5.1).

4.2 Restlicher Altstandort

Bis Ende der 1990er-Jahre wurden auf dem etwa 320.000 m² großen Altstandort Anlagen zur Produktion von chemischen Grundstoffen, Xylamon und PVC betrieben. Im Bereich zur Produktion chemischer Grundstoffe wurden Chlor, Natronlauge, Wasserstoff, Bleichlauge und Salzsäure erzeugt. Im Bereich Xylamonproduktion wurde Xylamon, ein Holzschutzmittel auf wässriger sowie Petroleumbasis, hergestellt. Die PVC-Produktion erfolgte über eine Polymerisation von monomerem Vinylchlorid in wässriger Lösung.

In den 1990er- und 2000er-Jahren wurden verschiedene Untersuchungen am Standort durchgeführt und Verunreinigungen durch Quecksilber, Heizöl oder Ablagerungen festgestellt. Die angetroffenen Verunreinigungen wurden weitgehend ausgehoben (siehe Abbildung 5).

Zur Untersuchung des restlichen Altstandortes wurden ab 2018 Bodenluft-, Feststoff-, Boden- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt. Die Bodenluftuntersuchungen (siehe Abbildung 7) zeigten mit Ausnahme teilweise leicht erhöhter CO₂-Konzentrationen keine Auffälligkeiten.

Die Untergrunduntersuchungen ergaben punktuell eine hohe Quecksilberbelastung im östlichen Bereich des Altstandortes. In demselben Bereich war der Boden auf einer Fläche von 5.000 m² durch Quecksilber verunreinigt (OB4). Aufgrund der aktuell gewerblichen Nutzung besteht durch die erhöhten Quecksilbergehalte im Boden kein erhebliches Risiko für Menschen. Die Bodenuntersuchungen zeigten außerdem erhöhte PAK-Gehalte auf einer etwa 5.000 m² großen Freifläche im zentral-östlichen Teil des Altstandortes. Die Auswertung aktueller Luftbilder zeigt, dass sich heute größtenteils ein Lagerplatz für Baurestmassen auf dieser Fläche befindet. Es ist somit davon auszugehen, dass der im November 2019 beprobte Oberboden entfernt wurde.

Die Grundwasseruntersuchungen an 5 Terminen zeigten vereinzelt Prüfwertüberschreitungen gemäß ÖNORM S 2088-1 der Parameter Natrium, Ammonium, Arsen, Blei und Summe PAK (siehe Tabelle 2) im Abstrom der ehemaligen Produktionsanlagen.

Die Untersuchungsergebnisse der Grundwassermessstellen nördlich des Altstandortes zeigten teilweise erhöhte Werte an Ammonium, Arsen sowie hohe Konzentrationen an Vinylchlorid. Die Messstellen befinden sich im Abstrom der Altablagerung „Werksdeponie Halvic“, welche unmittelbar nördlich an den Altstandort grenzt. Die erhöhten Werte sind daher nicht auf den Altstandort zurückzuführen.

Die ab 2018 am restlichen Altstandort durchgeführten Feststoff- und Bodenuntersuchungen zeigten lokal geringfügige Belastungen durch Quecksilber im Bereich der ehemaligen Werkstätten. Auf Basis der Grundwasseruntersuchungen ergaben sich jedoch keine Hinweise auf

einen relevanten Schadstoffeintrag aus diesem Bereich. Im Abstrom der ehemaligen Produktionsanlagen wurden vereinzelt geringfügige Verunreinigungen des Grundwassers durch Natrium, Ammonium, Arsen, Blei und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe festgestellt.

Entsprechend der Beurteilung der Untersuchungsergebnisse ist nicht anzunehmen, dass der restliche Altstandort erheblich kontaminiert ist. Vom restlichen Altstandort geht kein erhebliches Risiko für Mensch oder Umwelt aus.

5 ALTLASTENMAßNAHMEN

Zwischen 1997 und 2004 wurden folgende Sicherungsmaßnahmen betrieben bzw. -anlagen errichtet:

- Hydraulische Sicherung des Abstroms über 7 Pumppegel und einen Regelungsbrunnen im Anstrom von 1997 bis 2001
- Hydraulische Sicherung mittels Errichtung einer Schmalwand (2001) und eines durchströmten Filterfensters (2004); dieses „Funnel-&-Gate“-System besteht bis dato

Zur Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen werden seit der Errichtung der Sicherungsanlagen regelmäßige Kontrolluntersuchungen durchgeführt (siehe Kapitel 5.2).

5.1 Beschreibung der Sicherungsmaßnahmen

5.1.1 Aktive hydraulische Maßnahmen 1997 bis 2001

Nach Bekanntwerden der Quecksilberverunreinigungen im Grundwasser 1997 wurde der Regelungsbrunnen S IV im Anstrom bis September 2001 mit einer Leistung von etwa 380 m³/h (100 l/s) betrieben, um ein Zuströmen von Grundwasser in den kontaminierten Untergrundbereich zu verhindern. Zur Sicherung des Abstroms wurden im Bereich des Elektrolysegebäudes außerdem 6 Messstellen mit einer Gesamtleistung von etwa 4,5 l/s bepumpt (siehe Kapitel 3.1 und Abbildung 6). Das abgepumpte Grundwasser wurde über einen Werkskanal in die Salzach eingeleitet.

Im Zuge der Abbrucharbeiten der ehemaligen Betriebsanlagen erhöhten sich die Quecksilberkonzentrationen im Jahr 1999 an den Messstellen P31 auf 24 µg/l und P39 auf 83 µg/l im unmittelbaren Abstrom der Kontamination. Daraufhin wurde die Pumpleistung des Anstrombrunnens erhöht und eine weitere Pumpe mit einer zusätzlichen Förderleistung von 0,75 l/s in P39 installiert. Diese Maßnahmen bewirkten bis Ende 1999 einen Rückgang der Konzentration an der Messstelle P39 sowie eine Erhöhung des Quecksilbergehalts im Einzugsbereich des Brunnens.

Durch die aktiven hydraulischen Maßnahmen wurde ein unkontrolliertes Abströmen des belasteten Grundwassers verhindert. Ab Jänner 2000 konnten im Abstrom gleichbleibend niedrige Konzentrationen erreicht werden.

Die insgesamt im Pumpwasser der Entnahmestellen geförderte Quecksilberfracht lag bei rund 5 g/d. Mit Errichtung des Funnel-&-Gate-Systems wurden die Pumpmaßnahmen schrittweise beendet (siehe 5.1.2).

5.1.2 Errichtung des Funnel-&Gate-Systems 2001 und 2004

Als Ersatz für die aktive hydraulische Sicherung wurde im September 2001 eine rund 240 m lange, etwa 8 cm starke Schmalwand errichtet. Die Tiefe der Dichtwand beträgt entsprechend dem Geländeverlauf zwischen 22 und 24,4 m, wobei die Unterkante sich auf rund 416,5 m ü. A. befindet und mindestens 2 m tief in den Grundwasserstauer einbindet. Die Schmalwand wurde an der Anstromseite im Osten offen ausgeführt (siehe Abbildung 5).

Der Brunnen S IV im Anstrom wurde während der gesamten Errichtung mit einer Leistung von 320 m³/h (90 l/s) betrieben, während die Pumpen in den Messstellen nicht mehr weiter betrieben wurden. Im Anschluss wurde die Förderleistung des Brunnen S IV kontinuierlich zurückgefahren. Zeitgleich wurden 4 Pegel innerhalb des umschlossenen Bereichs (Gesamtförderleistung etwa 3,5 l/s) wieder aktiviert. Rund 3 Wochen nach Abschaltung des Brunnen S IV stellte sich die Grundwasserströmung entsprechend des natürlichen Gefälles Richtung Westen ein.

Zur Überprüfung der Wasserundurchlässigkeit der Schmalwand wurde von Juli 2002 bis Jänner 2003 ein Markierungsversuch durchgeführt. Der Markierungsstoff (Sulforhodamin) wurde dabei an 2 Grundwassermessstellen innerhalb der Umschließung eingebracht. Die Kontrolle erfolgte über 9 Grundwassermessstellen außerhalb sowie über die 4 Pumppegel innerhalb der Dichtwand. Außerhalb des umschlossenen Bereichs war zu keinem Zeitpunkt ein statistisch abgesicherter Nachweis für den Markierungsstoff feststellbar. Die Ergebnisse des Markierungsversuchs bestätigten die Wasserundurchlässigkeit der im Umfeld des Elektrolysegebäudes errichteten Schmalwand.

Die Pumppegel wurden bis zur Errichtung eines zentralen Durchlasses im westlichen Teil der Umschließung und der Installation einer Reinigungseinheit (siehe Abbildung 10) betrieben. Zwischen Jänner und November 2004 wurde Wasser aus den Pumppegeln mit einer durchschnittlichen Quecksilberfracht von 1,8 g/d in die Salzach eingeleitet.

Im November 2004 wurden 9 Bohrpfähle (Durchmesser 1200 bis 1500 mm) auf einer Länge von rund 9,3 m mit einer Überschneidung von 27 cm zur Herstellung einer Durchlassöffnung im westlichen Teil der Schmalwand errichtet. Die Bohrpfähle wurden bis in eine Tiefe von 15,5 m abgeteuft. Zur Reinigung des Grundwassers wurde Aktivkohle in den grundwasserführenden Bereich eingebracht. Die Grundwasserreinigung erfolgt somit beim Passieren der Reinigungseinheit („Gate“) durch die Adsorption von Quecksilber an der Aktivkohle.

5.2 Ergebnisse der Kontrolluntersuchungen

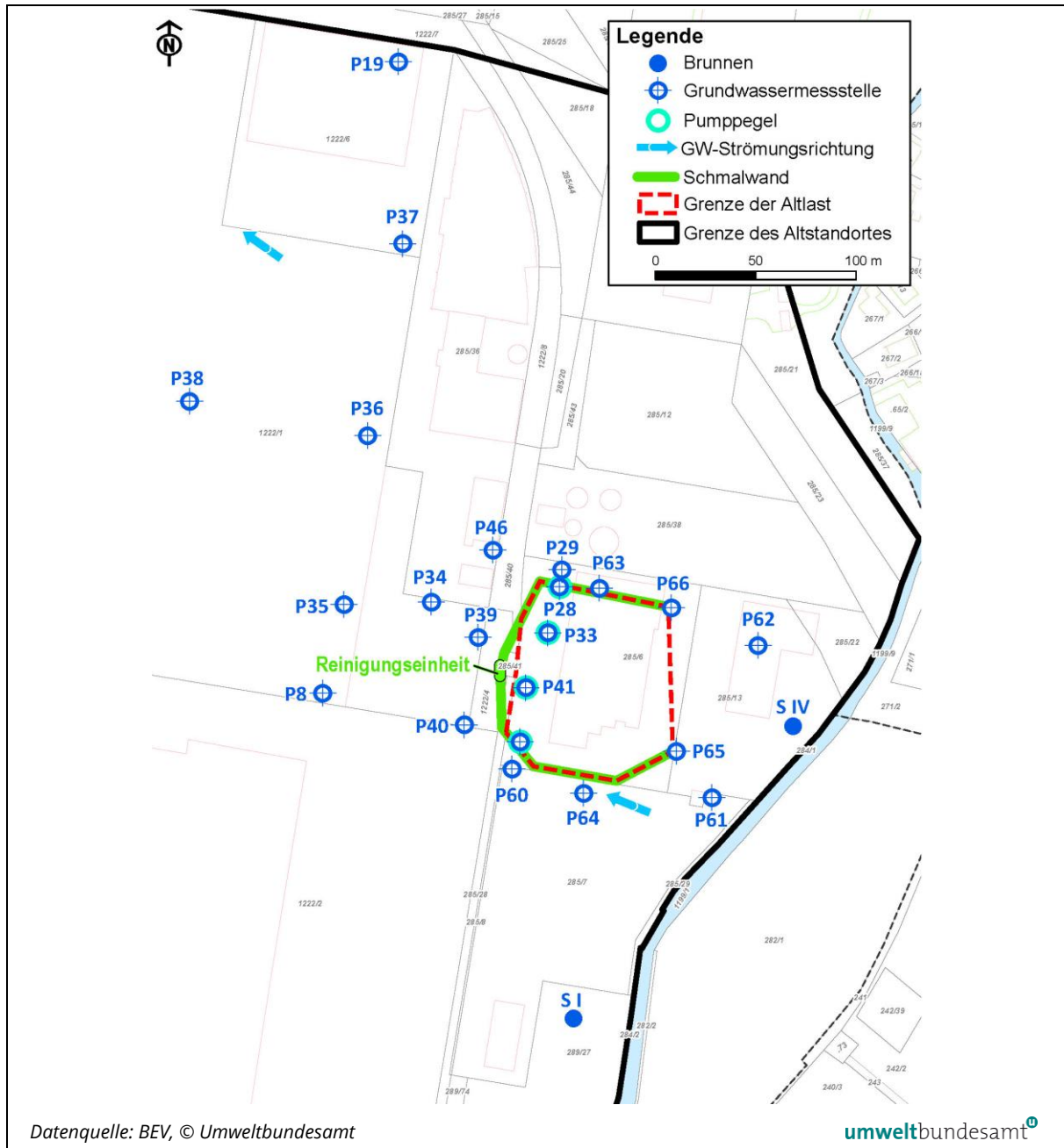
5.2.1 Kontrolluntersuchungen vor Errichtung des „Gate“ (bis 2004)

Zwischen Juli 2001 und Jänner 2002 wurden monatlich 11 Grundwassermessstellen im unmittelbaren Nahbereich der Dichtwand, 7 Messstellen im Abstrom und 2 Brunnen (Brunnen S IV und S I) beprobt und auf Quecksilber untersucht. Zusätzlich wurde je eine Mischprobe aus den Pumppegeln innerhalb der Umschließung gezogen und analysiert.

Vor der Errichtung der Umschließung zeigten sich im Juli bzw. August 2001 die maximalen Quecksilberkonzentrationen im Bereich der Messstelle P33 (5,1 µg/l). Die Durchschnittsbelastung im unmittelbaren Umfeld der Elektrolyse (Pumppegel) betrug 2,6 bzw. 3,4 µg/l. An P8 wurde ein einzelner hoher Wert von 6,2 µg/l im Abstrom nachgewiesen. Ansonsten lagen die

Konzentrationen im Abstrom zwischen 0,18 und 0,5 µg/l. In den Brunnen S IV und S I sowie im Werkskanal wurden Werte unter 1 µg/l analysiert.

Abbildung 10: Lage der von Juli 2001 bis Jänner 2002 untersuchten Grundwassermessstellen



Im Oktober 2001 wurden hohe Quecksilberwerte an P61 (südöstlich der Dichtwand) von 6,8 bzw. 9,6 µg/l festgestellt. Ab Dezember stellte sich an dieser Messstelle ein Wert von etwa 1 µg/l ein. In den Grundwassermessstellen im Abstrom zeigten sich Konzentrationen zwischen 0,06 und 0,51 µg/l. Im Brunnen S IV wurden Quecksilbergehalte bis maximal 0,47 µg/l festgestellt. Im Abstrom sowie südlich der Dichtwand wurde der Sanierungszielwert von 1 µg/l teilweise leicht überschritten (max. 1,9 µg/l). Die Überschreitungen konnten bei den darauffolgenden Terminen nicht bestätigt werden.

Nach der Fertigstellung der Schmalwand und der Reduktion der Pumpleistung an Brunnen S IV wurden innerhalb der Dichtwand weiterhin hohe Quecksilberkonzentrationen nachgewiesen. Die Quecksilberkonzentration lag im Zeitraum von Oktober 2001 bis Jänner 2002 zwischen 2,6 und 5,3 µg/l.

5.2.2 Kontrolluntersuchungen nach Errichtung des „Gate“ (ab 2004)

Zur Überprüfung der Wirksamkeit der Sicherungsmaßnahmen erfolgt seit Februar 2005 eine regelmäßige Beprobung der folgenden Messstellen:

- Anstrom: P45
- Abstrom: P35, P36 (bis 2011) und P39
- Lateral zur Umschließung: P29, P60, Brunnen S I
- Innerhalb der Umschließung: Einzelprobe aus P33, Mischprobe aus P28, P31, P32, P33, P41, P42 und P43

Im Jahr 2005 wurden monatlich, im Jahr 2006 quartalsmäßig sowie seit dem Jahr 2007 halbjährlich Proben gezogen und auf den Parameter Quecksilber gesamt untersucht. Zur Überprüfung der Ergebnisse wurden an ausgewählten Terminen Doppelproben entnommen und von unterschiedlichen Laboren analysiert.

Nach Fertigstellung der Reinigungseinheit wurden im Jahr 2005 ausschließlich innerhalb des umschlossenen Bereichs Quecksilbergehalte über 1 µg/l analysiert. Außerhalb der Umschließung lagen sämtliche Messwerte deutlich unterhalb des Sanierungszielwerts von 1 µg/l (siehe Abbildung 10).

Im Juli und August 2016 zeigte sich an Brunnen I (etwa 120 m südlich der Dichtwand) hohe Quecksilberkonzentrationen von maximal 9,9 µg/l. Ab September 2016 konnten die erhöhten Werte an keinem weiteren Termin bestätigt werden, die Ergebnisse lagen durchwegs unter der Bestimmungsgrenze von 0,2 µg/l.

Tabelle 4: Ergebnisse der Kontrolluntersuchungen auf Quecksilber (2005 bis 2023)

Lage der Messstellen		Anstrom				innerhalb der Umschließung				Abstrom				lateral der Umschließung				ÖN S 2088-1	ALBV
Messstellen		P45				P33, MP*				P35, P36, P39				P29, P60, Brunnen I				PW	RW
Zeitraum	Einheit	Min.	Max	Median	n	Min.	Max	Median	n	Min.	Max	Median	n	Min.	Max	Median	n		
2005	µg/l	<0,1	0,2	<0,1	11	0,6	10	2,7	22	<0,1	0,3	<0,1	33	<0,1	0,5	0,2	33	0,6	0,9
2006	µg/l	<0,1	1,3	<0,4	4	0,7	5,5	3	7	<0,1	0,3	0,1	12	<0,1	0,4	0,2	12		
2007	µg/l	0,1	1,2	0,2	3	0,3	4,9	3,3	6	<0,1	<0,1	<0,1	12	<0,1	1,2	<0,1	10		
2008/09	µg/l	<0,1	0,3	<0,2	4	0,3	3,9	1,1	8	<0,1	<0,3	<0,1	12	<0,1	0,4	<0,1	14		
2010/11	µg/l	<0,1	0,6	<0,2	4	0,1	3,8	1,4	7	<0,1	0,7	<0,1	14	<0,1	1,1	<0,1	12		
2012/13	µg/l	<0,1	0,5	<0,2	4	0,7	7,5	2,1	10	<0,1	<0,1	<0,1	10	<0,1	<0,2	<0,1	15		
2014/15	µg/l	<0,1	<0,2	<0,1	4	0,5	4,3	1,4	8	<0,1	0,3	<0,1	8	<0,1	0,9	<0,1	12		
2016/17	µg/l	<0,1	<0,2	<0,2	4	0,3	3,3	1,0	9	<0,2	0,5	<0,2	10	<0,2	9,9	<0,2	15		
2018/19	µg/l	<0,1	<0,2	<0,2	4	0,2	3,1	1,2	8	<0,1	<0,2	<0,2	8	<0,1	<0,2	<0,2	11		
2020/21	µg/l	<0,1	<0,2	<0,2	4	0,3	2,8	1,1	8	<0,1	<0,2	<0,2	8	<0,1	<0,2	<0,2	12		
2022/23	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	4	0,2	3,3	2,1	9	<0,1	<0,2	<0,1	9	<0,1	<0,1	<0,1	13		

PW...Prüfwert gem. ÖNORM S 2088-1, Tabelle 4 und 5; Überschreitung = **fett**

RW...Richtwert für die Intensität gem. Altlastenbeurteilungsverordnung (ALBV); Überschreitung = **fett, grau unterlegt**

n...Anzahl der Untersuchungen

* MP...Mischprobe aus den Grundwassermessstellen P28, P31, P32, P33, P41, P42 und P43

Datenquelle: GWU Geologie-Wasser-Umwelt GmbH, © Umweltbundesamt

umweltbundesamt[®]

Im Zeitraum 2005 bis 2023 zeigte sich, dass die Quecksilberkonzentration innerhalb der Umschließung tendenziell zurückgeht. Die Maximalwerte an P33 blieben im Beobachtungszeitraum annähernd konstant. Im Abstrom der Umschließung wurden zwischen 2005 und 2023 keine Überschreitungen des Richtwerts gemäß ALBV von 0,9 µg/l festgestellt.

Im Zuge der Grundwasseruntersuchungen am gesamten Altstandort wurden im Mai 2018 außerdem 3 Hahnproben aus Brunnen, 18 Schöpf- und 16 Pumpproben aus einem Brunnen und 16 Grundwassermessstellen im Bereich der Chloralkali-Elektrolyse und ihrem Abstrom entnommen. Die Pumpprobe der Grundwassermessstelle P33 im erheblich kontaminierten Bereich zeigte eine Quecksilberkonzentration von 2,2 µg/l. Alle weiteren Analyseergebnisse lagen unter dem Prüfwert gemäß ÖNORM S 2088-1 von 0,6 µg/l (siehe Abbildung 8).

Anhand der von 2005 bis 2023 durchgeführten Abstichmessungen lassen sich kontrollierte Zustromverhältnisse mit Fließrichtung nach Westnordwest bestätigen. Es ist kein Ausströmen des Grundwassers aus dem Bereich der Kontamination erkennbar.

5.3 Beurteilung der Sicherungsmaßnahmen

Mit Bekanntwerden der Kontamination wurden aktive hydraulische Maßnahmen mittels eines Brunnens im Anstrom und dem Pumpbetrieb an mehreren Messstellen im kontaminierten Bereich gesetzt. Die Wirksamkeit der Maßnahmen wurde anhand von Untersuchungen bestätigt. Im Abstrom wurden somit lediglich geringe Quecksilberkonzentrationen bis maximal 0,63 µg/l festgestellt. Während der Abbrucharbeiten der Betriebsanlagen im Bereich der Elektrolyse kam es kurzzeitig zu erhöhten Quecksilberkonzentrationen im unmittelbaren Abstrom der Kontamination. Die hydraulischen Maßnahmen wurden daraufhin angepasst und die Pumpenleistungen erhöht.

Zur passiven hydraulischen Sicherung der Quecksilberverunreinigungen wurde Anfang bis Mitte der 2000er-Jahre ein Funnel-&-Gate-System errichtet. Der erheblich kontaminierte Untergrundbereich wurde mit einer im Anstrom offenen Schmalwand umschlossen. Die Grundwasserreinigung erfolgt beim Passieren einer in der Schmalwand installierten Reinigungseinheit durch die Adsorption von Quecksilber an Aktivkohle.

Die seit 2005 laufenden Kontrolluntersuchungen zeigen die Wirksamkeit der Maßnahmen. Die Quecksilberbelastung im Grundwasser innerhalb des umschlossenen Bereichs sind weiterhin hoch, während das Wasser nach Durchströmen des Filters keine relevanten Quecksilberkonzentrationen zeigt. Die Quecksilberkonzentrationen liegen deutlich unterhalb des Richtwerts gemäß ALBV von 0,9 µg/l. Im umschlossenen Bereich ist hingegen kein signifikanter Rückgang der erhöhten Quecksilberkonzentrationen erkennbar. Parallel dazu zeigen die gemessenen Wasserspiegel und die daraus ermittelten Isohypsen kontrollierte Zustromverhältnisse zum Gate, bzw. keine Umströmung der Dichtwände mit kontaminiertem Wasser aus dem weiterhin erheblich kontaminierten Bereich.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass das Grundwasser anstromig der Sicherungsanlage weiterhin stark verunreinigt ist. Ein signifikanter Rückgang der Schadstoffe in diesem Bereich ist mittelfristig nicht zu erwarten. Das verunreinigte Grundwasser wird über die Sicherungsanlage vollständig erfasst und gereinigt. Die vom Gate abströmende Schadstofffracht ist sehr gering. Die Altlast ist als gesichert zu bewerten.

6 HINWEISE ZUR NUTZUNG

Bei der Nutzung sind folgende Punkte zu beachten:

- Das Grundwasser im Bereich der Chloralkali-Elektrolyse ist durch Quecksilber verunreinigt.
- Bei zusätzlichen Grundwasserentnahmen oder Grundwasserversickerungen sind die Auswirkungen auf die Strömungsverhältnisse im Grundwasser, insbesondere im Bereich der Sicherungsanlage, zu prüfen.
- Der Boden und Untergrund kann im Bereich des Altstandortes lokal mit Schadstoffen, insbesondere mit Schwermetallen, verunreinigt sein.
- Bei Änderung der Nutzung im Bereich unversiegelter Teilflächen, bei Entsigelung von Teilflächen oder bei der Entfernung des geschlossenen Bewuchses von Grünflächen, sind Maßnahmen zur Vermeidung erhöhter Schadstoffexposition zu prüfen.
- In Zusammenhang mit allfälligen zukünftigen Bauvorhaben bzw. der Befestigung oder Entsigelung von Oberflächen ist zu berücksichtigen, dass in Abhängigkeit von der Art der Ableitung der Niederschlagswässer Schadstoffe mobilisiert werden können.
- Das Grundwasser im Bereich des Altstandortes und in seinem näheren und weiteren Abstrom kann lokal verunreinigt sein.
- Bei einer Nutzung des Grundwassers im Bereich des Altstandortes und im näheren Abstrom sind die Nutzungsmöglichkeiten zu prüfen.

DI Hanna Kobald e.h.

ANHANG

Verwendete Unterlagen und Bewertungsgrundlagen

- Erg. Untersuchungen gem. § 13 Abs. 1 ALSAG 1989 „Altstandort Solvay Hallein, Phase 1 – Historische Erkundung und Grundwasseruntersuchungen“; Abschlussbericht, Salzburg im Oktober 2018
- Erg. Untersuchungen gem. § 13 Abs. 1 ALSAG 1989 „Altstandort Solvay Hallein, Phase 2 – Orientierende Untergrunderkundungen & Grundwasseruntersuchungen“; Endbericht, Salzburg im Februar 2023
- Werk Hallein „Grundwassersanierung Elektrolyse – Entwicklung Hg-Verteilung“; Jahresberichte, Salzburg, Februar 2005 bis Jänner 2024
- ÖNORM S 2088-1: Kontaminierte Standorte - Teil 1: Standortbezogene Beurteilung von Verunreinigungen des Grundwassers bei Altstandorten und Altablagerungen, 1. Mai 2025
- ÖNORM S 2088-2: Kontaminierte Standorte - Teil 2: Nutzungsspezifische Beurteilung der Verunreinigungen des Bodens von Altstandorten und Altablagerungen, 1.9.2014
- Verordnung der Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie über die Feststellung von Altlasten, die Risikoabschätzung und Zielwerte für Altlastenmaßnahmen (Altlastenbeurteilungsverordnung – ALBV). BGBl. II Nr. 358/2024.

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

Die verwendeten Berichte zur Sanierung/Sicherung und zu Kontrolluntersuchungen wurden von der Liegenschaftseigentümerin zur Verfügung gestellt.