12. April 2021

Altlast K12 "Philips Haushaltsgerätewerk"

Beurteilung der Sanierungs- und Sicherungsmaßnahmen

© Philips Austria GmbH

Zusammenfassung

Auf dem 37.500 m² großen Altstandort werden seit 1961 Elektro- bzw. Haushaltsgeräte hergestellt. Im Zuge der Produktion wurden von 1964 bis 1993 chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) – insbesondere Tetrachlorethen (PCE) – zur Metallentfettung eingesetzt. Weiters wurde in den ersten Betriebsjahren auch Trichlorethen (TCE) als Entfettungsmittel verwendet. Ausgehend von den zwei Aufstellorten der Entfettungsanlagen wurde der Untergrund in einem Ausmaß von 5.500 m² und mehreren 10.000 m³ erheblich mit CKW kontaminiert. Von der südlichen Entfettungsanlage – situiert in der Produktionshalle – ausgehend wurde das Grundwasser stark mit PCE verunreinigt. Seit 1994 erfolgt am Altstandort eine Dekontamination der ungesättigten Bodenzone mit einer Bodenluftabsaugung, welche bereits weit fortgeschritten ist. Im Grundwasser sind jedoch noch erhöhte CKW-Konzentrationen feststellbar, die CKW-Fracht ist noch erheblich. Seit Ende 2006 wird die Ausbreitung von CKW im Grundwasser durch den Betrieb von mehreren Sperrbrunnen verhindert.

1 LAGE DES ALTSTANDORTES UND DER ALTLAST

1.1 Lage des Altstandortes

Bundesland:	Kärnten
Bezirk:	Klagenfurt (Stadt)
Gemeinde:	Klagenfurt am Wörthersee (20101)
KG:	St. Ruprecht bei Klagenfurt (72175)
Grundst. Nr.:	941/1, 941/2

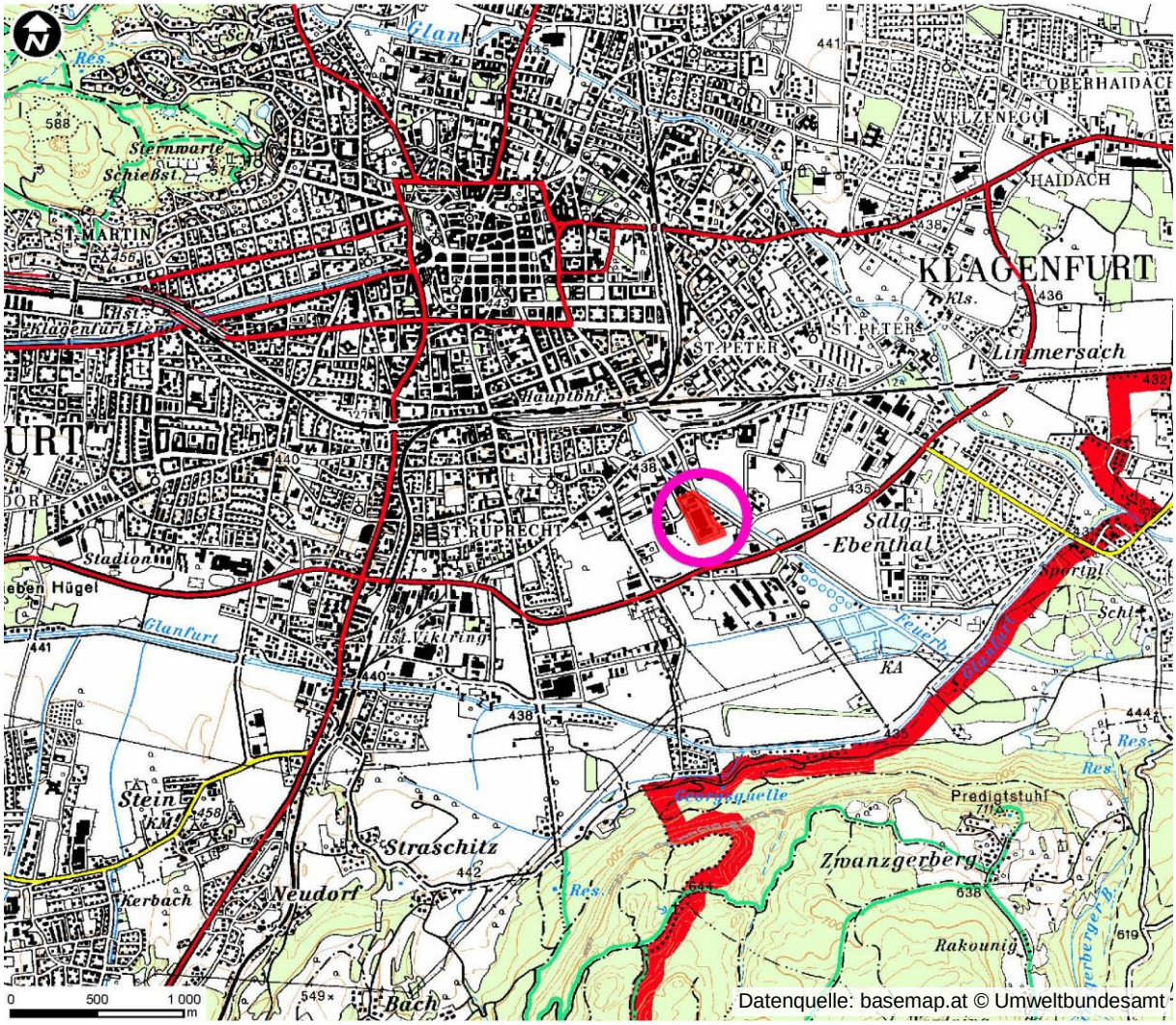

Abb. 1: Übersichtslageplan mit dem Altstandort

1.2 Lage der Altlast

Bundesland: Kärnten
Bezirk: Klagenfurt (Stadt)
Gemeinde: Klagenfurt am Wörthersee (20101)
KG: St. Ruprecht bei Klagenfurt (72175)
Grundst. Nr.: 941/1, 941/2

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

2 BESCHREIBUNG DER STANDORTVERHÄLTNISSE

2.1 Betriebliche Anlagen und Tätigkeiten

Der Altstandort befindet sich im Süden von Klagenfurt in einem Industrie- und Gewerbegebiet. Bereits 1961 wurde die Carinthia Elektrotechnik gegründet, welche 1970 in Österreichische Philips-Industrie-Gesellschaft umbenannt wurde. Nach Errichtung eines Haushaltsgerätewerkes auf dem Altstandort wurde 1963 im zentralen Bereich des 37.500 m² großen Altstandortes mit der Produktion von Haushaltsgeräten (u.a. von elektrischen Rasierapparaten) begonnen. Die erste Betriebsanlagenerweiterung erfolgte 1969. Direkt nördlich der zentralen Produktionshalle wurde eine Galvanik (bzw. eine Brünieranlage) in einem separaten Gebäude errichtet (s. Abb. 3). Erweiterungen bzw. die Errichtung von zwei weiteren großen Hallen nördlich der Galvanik als auch südlich der Produktionshalle erfolgten zwischen 1977 und 1995. Seitdem sind keine wesentlichen Zubauten mehr durchgeführt worden. Alle Gebäude befinden sich weiterhin am Altstandort.

Bereits 1964 befand sich in der Produktionshalle eine Entfettungsanlage zur Metallreinigung vom Typ "Fermeco-Tri". Diese wurde 1975 durch eine offene Entfettung vom Typ "Uddeholm" ersetzt. Situiert waren diese zwischen dem Shed2 und Shed3 (s. Abb. 3) im Nordteil der Produktionshalle. Der Austrag der gereinigten Metallteile erfolgte über Förderbänder in den Shed3. Parallel wurde auch im Bereich der alten Galvanik 1968 begonnen mit PCE zu entfetten. Zuerst erfolgte die Entfettung in diesem Bereich ebenfalls offen, 1985 wurden dann eine geschlossene Entfettungsanlage vom Typ Pero/Heson betrieben. Vier Jahres später wurde diese geschlossene Anlage in die Produktionshalle umgestellt und damit die alte Entfettungsanlage in diesem Bereich ersetzt. Zugleich wurde die Entfettung im Bereich der Galvanik eingestellt. 1994 erfolgte eine letzte Umstellung der Entfettung am Altstandort auf eine wässrige Basis.

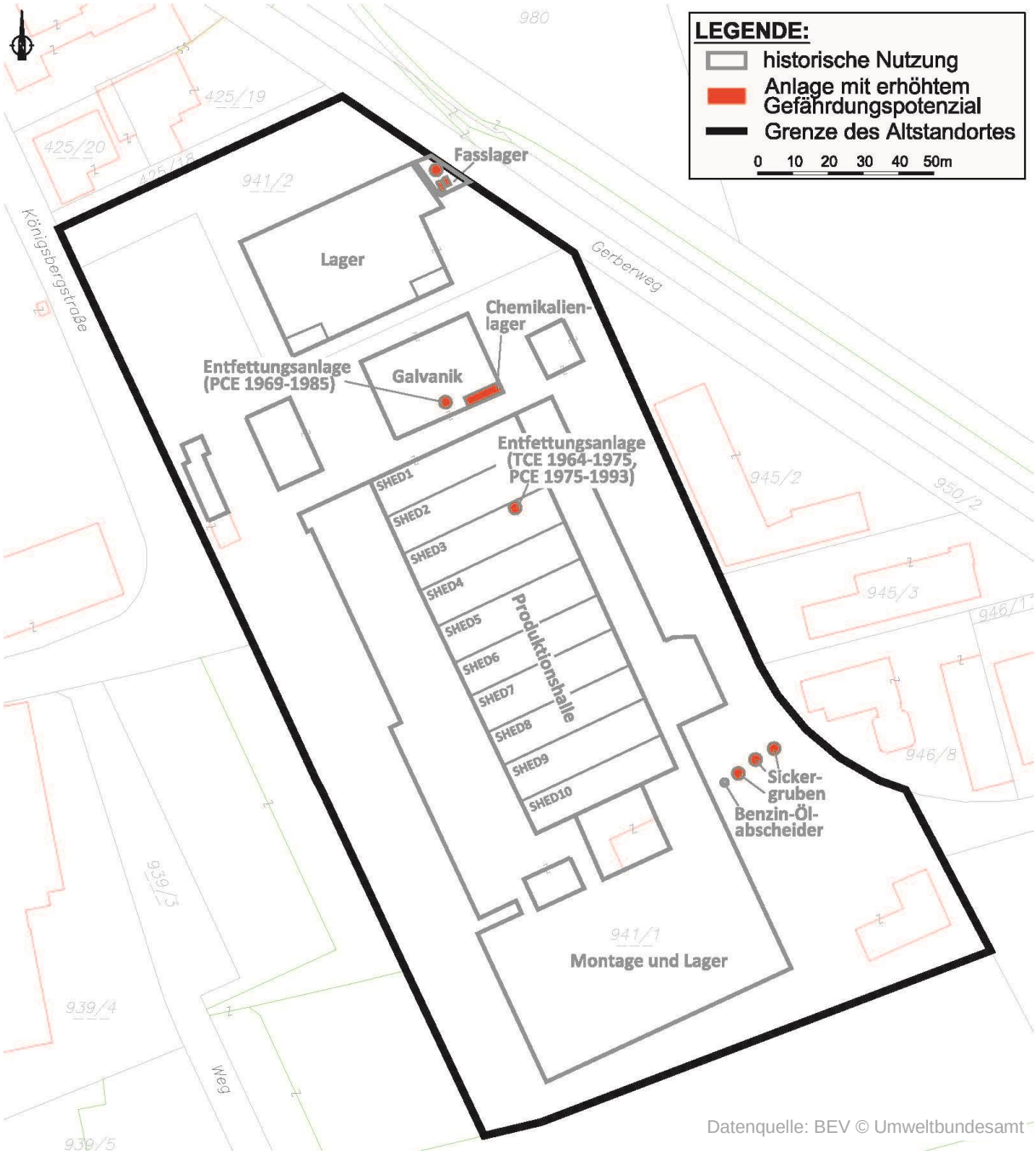

Abb. 3: Historische Betriebsanlagen mit den zwei Aufstellorten der Metallentfettungsanlagen, mehreren Lagern und der Versickerung

Als Entfettungsmittel wurden zuerst Trichlorethen (TCE) und Tetrachlorethen (PCE), ab 1975 primär nur noch PCE eingesetzt. Der jährliche PCE-Verbrauch der offenen Anlage lag in einer Größenordnung von 35 bis 40 t/a, der Verbrauch der geschlossenen Anlage war mit 4 t/a deutlich geringer. Im Südosteck der alten Galvanik war das Chemikalienlager situiert, in dem 1.000 l PCE und 200 bis 400 l TCE vorgehalten und manipuliert wurden. Im Nordosten des Altstandortes befand sich im Außengelände zudem ein Lager für gefährliche Abfälle (Fasslager s. Abb. 3). Im Südosten des Altstandortes sind ein Öl- und Benzinabscheider und Sickergruben mit Überlauf situiert.

Die Reinigung der Metallwaren erfolgte in Körben. Der Materialaustrag aus der Entfettungsanlage und der Weitertransport der Metallwaren bzw. Reinigungskörbe erfolgte automatisch über Förderbänder. Bis 1980 kam es dadurch regelmäßig nicht nur zu Tropfverlusten, sondern auch zu großräumigen Verschleppungen von Entfettungsmitteln in die anderen Hallenbereiche mit den Bändern.

2.2 Untergrundverhältnisse

Der Altstandort liegt auf einer Geländehöhe von rund 436 m über Adria und ist im östlichen Teil des Grundwasserkörpers "Klagenfurter Becken" situiert. Die Beckenfüllung wird im Bereich des Altstandortes aus alluvialen Sedimenten der Glan gebildet, die bis in eine Tiefe von 200 m reichen.

Im unmittelbaren Bereich des Altstandortes werden diese Sedimente zumindest bis zu einer Tiefe von 30 m unter GOK immer feinkörniger, wobei kleinräumig Unterschiede aufgrund des Sedimentationsmusters der Glan bestehen. Bis in eine Tiefe von 13 bis 20 m stehen am Altstandort sandige Kiese an, die in größerer Tiefe in Sande übergehen.

Der Grundwasserflurabstand im Bereich des Altstandortes ist 2 bis 4 m. Die oberflächennahen, grundwasserführenden Sedimente sind gut wasserdurchlässig, bei einem kf-Wert von rund 10^{-3} m/s. Die Grundwasserströmung ist im Bereich des Altstandortes von West nach Ost gerichtet. Mit 2 bis 2,5 ‰ ist das Grundwassergefälle gering. Für den Grundwasserleiter kann die hydraulische Fracht mit ca. 4 $m^3/(d*m)$, für die gesamte Abstrombreite des Altstandortes mit insgesamt rund 1.000 m^3/d abgeschätzt werden.

2.3 Schutzgüter und Nutzungen

Der Altstandort wird seit Errichtung des Haushaltsgerätewerkes gewerblich genutzt und ist vollständig versiegelt. Am Altstandort werden weiterhin Haushaltsgeräte produziert bzw. getestet.

Über das Werksgelände hinaus schließen sich in Richtung Norden, Westen und Osten diverse weitere Gewerbebetriebe, im Süden grenzt eine kleine Grünfläche an. Nordöstlich des Altstandortes – getrennt durch eine Straße – liegen Felder und Äcker vor. Rund 100 m westlich des Altstandortes befinden sich eine große ehemalige Wäscherei und eine Verzinkerei.

Rund 1,5 km südlich des Altstandorts liegt die Glanfurt. Rund 2,5 km südöstlich befindet sich ein Wasserschutzgebiet mit Tiefbrunnen einer öffentlichen Wasserversorgung. Im näheren Abstrom des Altstandortes (bis 1,5 km) sind keine Grundwasserentnahmen bekannt. Am Altstandort selbst existiert ein Nutzwasserbrunnen der Firma Philips, der zu Kühlwasserzwecken genutzt wird, sowie drei Sperrbrunnen der Sicherungsanlage (s. Kapitel 4.1). Im direkten Anstrom des Haushaltsgerätewerkes sind zumindest vier weitere Nutzwasserbrunnen bekannt.

Abb. 4: Lage des Altstandortes (schwarz) und der Altlast (rot) im Luftbild (2019)

3 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG

Im Zuge der Produktion von Haushaltsgeräten wurden am Altstandort von 1964 bis 1993 chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) – Tetrachlorethen (PCE) und Trichlorethen (TCE) – zur Metallentfettung eingesetzt. Im Bereich der Entfettungsanlagen kam es durch den langjährigen Betrieb zum Eintrag von CKW in den Untergrund. Durch den Transport der entfetteten Metalle in Körben auf automatischen Förderbänder erfolgten zudem großräumige Verschleppungen aus dem Bereich der Entfettungsanlage in der Produktionshalle in die angrenzenden südlichen Hallenbereiche.

Bodenluftuntersuchungen 1993 und 1995 an 46 temporären Messstellen (Lage s. Abb. 5) zeigten, dass im Bereich der Entfettungsanlagen in der Produktionshalle und im Bereich der ehemaligen Galvanik eine massive Verunreinigung der wasserungesättigten Bodenzone durch CKW vorhanden war. Die Verunreinigung des wasserungesättigten Untergrundes umfasste eine Gesamtfläche von insgesamt 5.500 m². Als CKW-Einzelsubstanzen wurden Tetrachlorethen und Trichlorethen bestätigt.

Während der Anstrom des Altstandortes unauffällig war, zeigten Grundwasseruntersuchungen ab 1993 sehr hohe Tetra- und Trichlorethen-Konzentration in den Grundwassermessstellen des direkten Abstroms der Entfettung in der Produktionshalle (Pegel P0 und P2, Lage s. Abb. 9). Konzentrationen mit mehr als 1.000 µg/l CKW wurden in diesen Messstellen gemessen. In unterschiedlichen Tiefen genommene Grundwasserproben (aus KB2, KB3) zeigten, dass in den oberflächennahen Grundwasserbereichen deutlich höhere CKW-Konzentrationen feststellbar waren als in den tieferen Schichten.

Abb. 5: Lage der temporären Bodenluftmessstellen und Bereich mit erhöhten CKW-Gehalten in der Bodenluft (Dez. 1993, Juli 1995)

Im Grundwasser hatte sich eine Schadstofffahne ausgebildet, die zeitweise unterschiedlich deutlich ausgeprägt war. In der Breite war die Fahne auf den Hauptkontaminationsbereich begrenzt, d.h. maximal 80 m breit. Die am Nord- und Südrand situierten Messstellen KB4 bzw. KB1 (s. Abb. 9) waren mit 2 bis 3 µg/l unauffällig. Aufgrund der geohydrologischen Situation war eine weiterreichende Schadstoffausbreitung mit dem Grundwasser möglich. Es war davon auszugehen, dass die Fahne zumindest mehrere hundert Meter lang war. Trinkwasserversorgungen waren nicht betroffen.

Insgesamt ließ sich die Fläche des mit CKW erheblich kontaminierten Bereiches auf 5.500 m² abschätzen. Das erheblich verunreinigte Untergrundvolumen war vermutlich mehrere 10.000 m³.

4 SANIERUNGS- UND SICHERUNGSMAßNAHMEN

Ab dem Jahr 1994 erfolgten folgende Sanierungs- bzw. Sicherungsmaßnahmen am Altstandort:

- Herstellung und Absaugung von 19 Absaugpegeln im Hauptschadensbereich in den Hallen (Feb. 1994) und von 20 Pegeln im Außenbereich (Oktober 1995) inklusive Errichtung von insgesamt vier Bodenluftabsauganlagen mit einem gemeinsamen Aktivkohleabluftfilter.
- Herstellung und Betrieb von 3 Sperrbrunnen als Grundwasserabstromsicherung sowie Herstellung, Betrieb und Erneuerung einer Wasseraufbereitungsanlage (2007 und 2013).
- Herstellung von sieben Grundwasserkontrollmessstellen (P3/20, P5 - P7, KB1/20 – KB3/20 (Juni 2018, August 2020) und Ausbau von zwei MIP-Sondierungen zu 1" Pegeln (August 2020).

Um die Wirksamkeit der Maßnahmen zu kontrollieren, werden Betriebsdaten der Anlagen aufgezeichnet. Weiters erfolgen Untersuchungen der abgesaugten Luft aus den Bodenluftpegeln und der

Abluftreinigung sowie Grundwasseruntersuchungen an den Sperrbrunnen, in der Aufbereitungsanlage und in ausgewählten Grundwassermessstellen. Die Lage der Sicherungs- und Sanierungsanlagen sind in Abb. 6 und die Lage der Kontrollmessstellen in Abb. 9 dargestellt.

4.1 Beschreibung der Sanierungs- und Sicherungsmaßnamen

Im Frühjahr 1994 wurden im Schadensbereich in der Produktionshalle 19 Bodenluftabsaugpegel (P) abgeteuft. Im Folgejahr erfolgte die Errichtung weiterer 20 Pegel im Bereich der Galvanik und im östlichen Schadensbereich, d.h. im Außenbereich östlich der Produktion (Lage aller Pegel vgl. Abb. 6). Hergestellt wurden diese als 1¼" Rammpegel bis rund 2,3 m unter GOK. Die Oberfläche in den Bereichen der Absaugpegel wurde mit Beton abgedichtet.

Abgesaugt werden die Pegel über vier parallel betriebene Bodenluftabsauganlagen (BSA150), die im ersten Stock der Produktionshalle situiert sind und aus je einem Wasserabscheider, einem Verdichter und einer Steuereinheit bestehen. Jede Anlage hat eine max. Absaugleistung von 170 m³/h. Nachgeschaltet ist den Absauganlagen ein gemeinsamer Aktivkohlefilter mit einer Filterkapazität von insgesamt 220 kg Aktivkohle. Die gereinigte Luft wird nach der Reinigung ins Freie geführt.

Die Bodenluftabsaugung wurde am 11. Mai 1994 in Betrieb genommen und erfolgte intermittierend, wobei nach 30 Minuten Ruhezeit 30 Minuten lang Bodenluft abgesaugt wurde. Im Rahmen des langjährigen Absaugbetriebes wurden diverse Pegel außer Betrieb genommen, nach mehreren Monaten Stillstand kontrolliert und bei Konzentrationsanstieg(en) über 10 mg/m³ wieder in Betrieb genommen und ansonsten dauerhaft stillgelegt. Der Großteil aller Pegel wurde innerhalb der ersten fünf Betriebsjahre stillgelegt. Seit Jänner 2017 werden nur noch max. 11 Pegel abgesaugt (vgl. 4.2, bzw. Abb. 6). Anfang 2020 wurde der Absaugbetrieb zudem auf zwei Anlagen und einen permanenten Absaugbetrieb umgestellt.

Betreffend das Grundwasser wurden im Oktober 2006 drei Sperrbrunnen (B1 bis B3) in direkten Abstrom des Schadensbereiches errichtet. Die Brunnen wurden mit einem Bohrdurchmesser von 324 mm hergestellt und mit DN150 ausgebaut. Abgeteuft wurden alle Brunnen bis 15 m u. GOK und damit rund 1 m in die weniger durchlässigen Sande. Die Wasserförderung erfolgt mittels drehzahlgeregelten Unterwassertauchpumpen, welche das gepumpte Wasser je Brunnen über eine separate HD-PE Leitung DN50 bis zur Filteranlage fördern.

Die Reinigung des Wassers wurde zu Beginn des Sicherungsbetriebes in einer CKW-Stripanlage im Gegenstromverfahren durchgeführt, die in Containerbauweise am südlichen Altstandort errichtet wurde. Im Stripturm wurde das Wasser über einem Füllkörper fein verdüst und gleichzeitig von unten in den Turm Luft eingeblasen. Die dabei mit CKW aus dem versprühten Pumpwasser beladene Luft wurde über einen Luft-Aktivkohlefilter gereinigt und über ein Kamin abgeblasen. Im August 2013 wurde die Filteranlage stillgelegt und im Mai 2014 demontiert. Im Juni 2014 wurde eine neue Nass-Aktivkohlefilteranlage in Containerbauweise aufgestellt (Lage s. Abb. 6). Insgesamt besteht diese AK-Filteranlage aus einen Lastfilter und einem nachgeschalteten Polizeifilter. Nach jedem Filter besteht die Möglichkeit für eine Probenahme. Das gereinigte Wasser wird über die existierende Versickerungsanlage im Süden des Altstandort versickert (s. Abb. 6).

Die Inbetriebnahme der Sperrbrunnen erfolgte am 15.11.2006. Im Zuge der Errichtung der Anlage wurden die Entnahmemengen zuerst auf 1,5 l/s (Brunnen B1 und B3) bzw. 2,0 l/s (B2) und damit auf rund 5,0 l/s bzw. 450 m³/d eingestellt und über viele Jahre möglichst konstant betrieben. Ab Februar 2019 erfolgte eine Anpassung des Pumpbetriebs auf eine höhere Wasserentnahme aus Brunnen B2 und B3 (Erhöhung auf 2,5 bis 2,8 l/s) und die Reduktion bzw. Einstellung der Wasserentnahme aus Sanierungsbrunnen B1.

Im Rahmen des Betriebes kam es immer wieder zu größeren Unterbrechungen (Abb. 11).

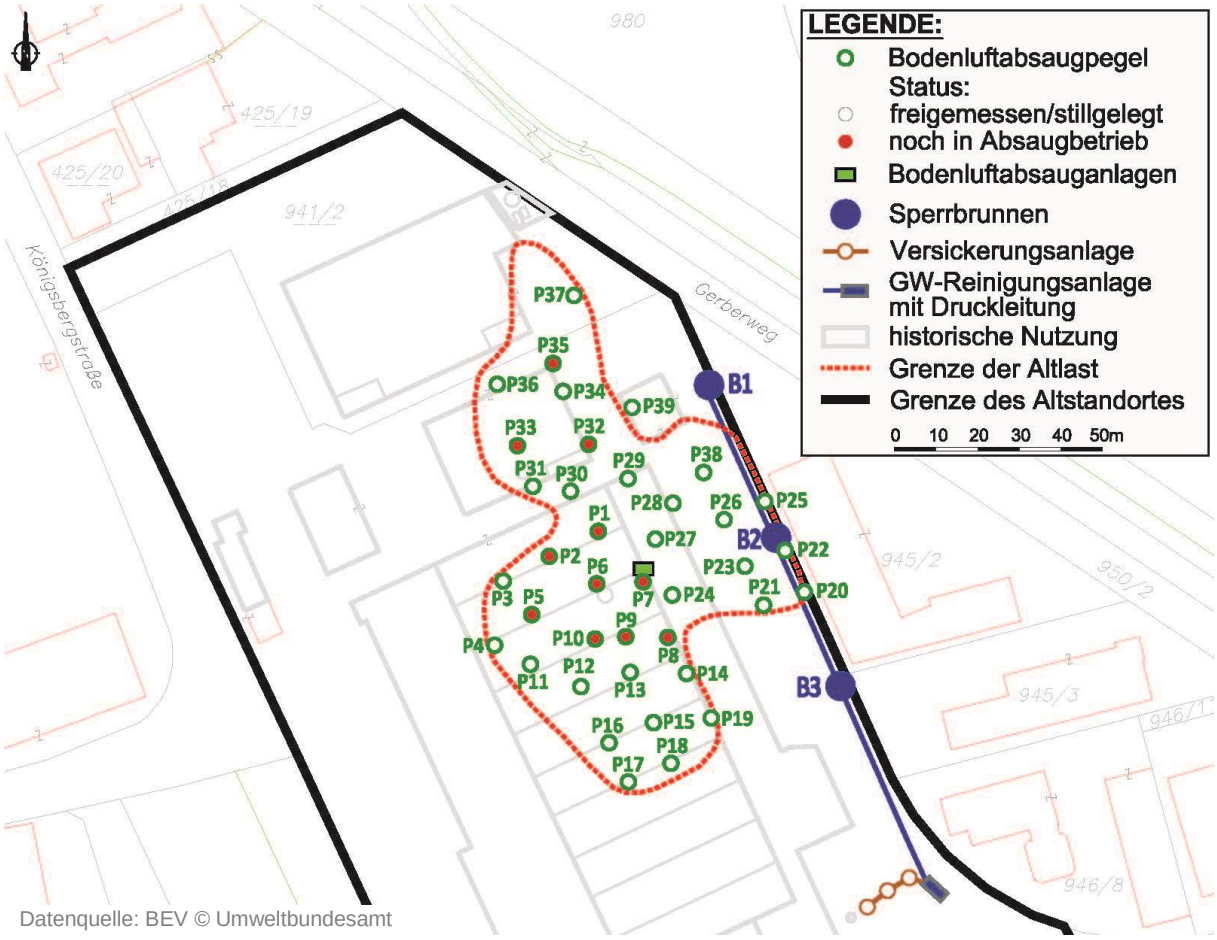

Abb. 6: Lage der stillgelegten und noch abgesaugten Bodenluftpegel sowie der Sperrbrunnen, Wasseraufbereitung und Versickerung.

4.2 Ergebnisse der Kontrolluntersuchungen

Seit Beginn der Maßnahmen werden Kontrolluntersuchungen auf dem Altstandort durchgeführt:

- Vierteljährliche Bodenluftmessungen an den abgesaugten Bodenluftpegeln sowie in der Abluft nach dem Aktivkohlefilter der Bodenluftabsauganlage (seit 1994).
- Beprobung von Bodenluftpegeln nach deren Außerbetriebnahmen (seit 1998 nach Bedarf).
- Durchführung von 7-Tage-Absaugversuchen an sechs Bodenluftpegeln (Feb. 2017).
- Monatliche Grundwasserabstichmessungen sowie Probenahme und Analyse des Wassers aus den Sperrbrunnen und aus dem Zu- und Abfluss der Aktivkohlefilter (seit Feb. 2007).
- Halbjährliche Pumpprobenahmen an allen Grundwassermessstellen und vierteljährliche Ergänzungsmessungen an ausgewählten Grundwassermessstellen (seit Feb. 2007).
- Herstellung von drei MIP Sondierungen (bis 17 m unter GOK) im Bereich der Entfettung und einer MIP-Sondierung im Bereich der Galvanik, inkl. Liner-Probenahmen (bis 3 m u. GOK) und tiefenorientierter Grundwasserprobenahme. Untersuchung von 12 Untergrundproben und 28 Grundwasserproben aus den Linern bzw. Sondierungen (Juli – August 2020).

4.2.1 Bodenluftuntersuchungen

Seit dem Frühjahr 1994 wird die Bodenluftsanierung analytisch begleitet. Bis 2008 erfolgten Bodenluftmessungen an allen Bodenluftpegeln sowie in der Abluft des Aktivkohlefilters mittels direktanzeigenden Prüfröhrchen für Tetrachlorethen (Dräger Perchlorethylen 2/a) viermal jährlich. Pegel,

die über mehrere Termine < 10 mg/m³ CKW zeigen, werden abgeschaltet und beobachtet. Dazu werden entnommenen Bodenluftproben gaschromatographisch auf CKW im Labor untersucht. 2009 wurden alle Messungen – auch die an den aktiv abgesaugten Bodenluftpegeln – auf die Untersuchung von Gasproben mittels GC-Analytik auf Tetra- und Trichlorethen, 1,2-cis Dichlorethen (DCE), 1,2-trans Dichlorethen und 1,1-Dichlorethen umgestellt.

In den Außen- und Randbereichen des Schadens sanken die CKW-Konzentrationen in den ersten drei Betriebsjahren schnell von wenigen 100 mg/m³ auf < 10 mg/m³ ab. Bis Ende 1998 wurden mehr als die Hälfte der Pegel stillgelegt.

Für die im Schadenszentrum in der Produktionshalle und der Galvanik situierten Pegel, ist die PCE/TCE(/DCE)-Konzentrationsentwicklung seit Beginn der Absaugung in Abb. 7 dargestellt.

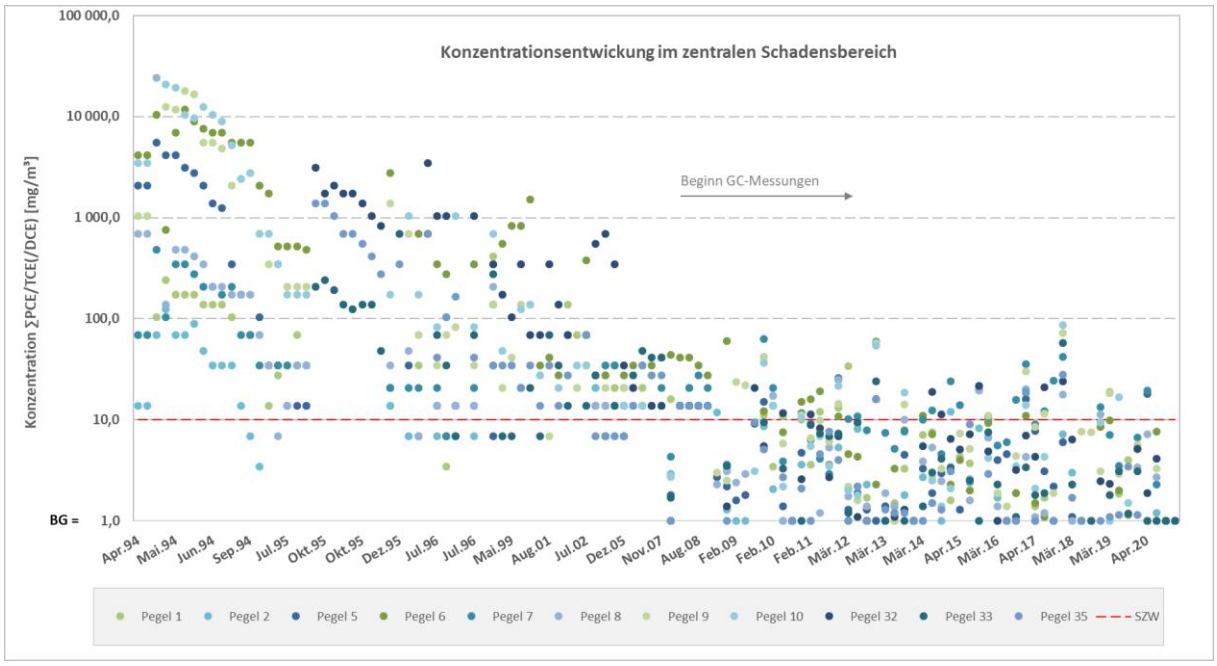

Abb. 7: CKW-Konzentration in der Bodenluft im Schadenszentrum (Röhrchen-Messwerte bis Nov. 2008 wurden umgerechnet mit 1 ppm = 6,89 mg/m³ PCE).

Aus Abb. 7 ist erkennbar, dass die CKW-Konzentration in der Bodenluft der Pegel des Hauptschadenszentrum in den Hallen von mehreren 100 bis 1.000 mg/m³ auf maximal wenige 100 mg/m³, in der Regel aber auf deutlich unter 10 mg/m³, zurückgegangen sind. Betreffend Einzel-CKW lag bzw. liegt – ausgenommen Pegel P32 – nahezu ausschließlich PCE vor. Im Pegel 32 werden regelmäßig auch bis 25 % 1,2-cis Dichlorethen und untergeordnet (rd. 10%) auch Trichlorethen analysiert.

In den letzten Jahren erfolgte wiederholt die Einstellung der Absaugung einzelner oder aller Pegel und die anschließende Beobachtung der Konzentrationsentwicklung. Zudem kam es auch durch Gebrechen und Umbauarbeiten zu Stillständen des Absaugbetriebs. Die in der Abb. 7 erhöhten Konzentrationen sind zumeist auf diese Unterbrechungen zurückzuführen. Nach Wiederinbetriebnahme der Absauganlage sinken die CKW-Konzentrationen schnell wieder unter 10 mg/m³ ab.

Zur Ermittlung der noch absaugbaren CKW erfolgten im Februar 2017 7-tägige Absaugversuche an sechs Pegeln (P1, P2, P7, P9, P32 und P35). Die abgeschaltete Anlage wurden selektiv in Betrieb genommen und nach 5 min, 1, 2, 4, 8 und 24 h sowie täglich an den Folgetagen Bodenluftproben entnommen und auf die chlorierten Kohlenwasserstoffe 1,1,1-Trichlorethan, 1,1-Dichlorethan, 1,2-Dichlorethan, cis-1,2-Dichlorethen, trans-1,2-Dichlorethen., Dichlormethan, Tetrachlorethen, Tetrachlormethan, Trichlorethen und Trichlormethan im Labor untersucht.

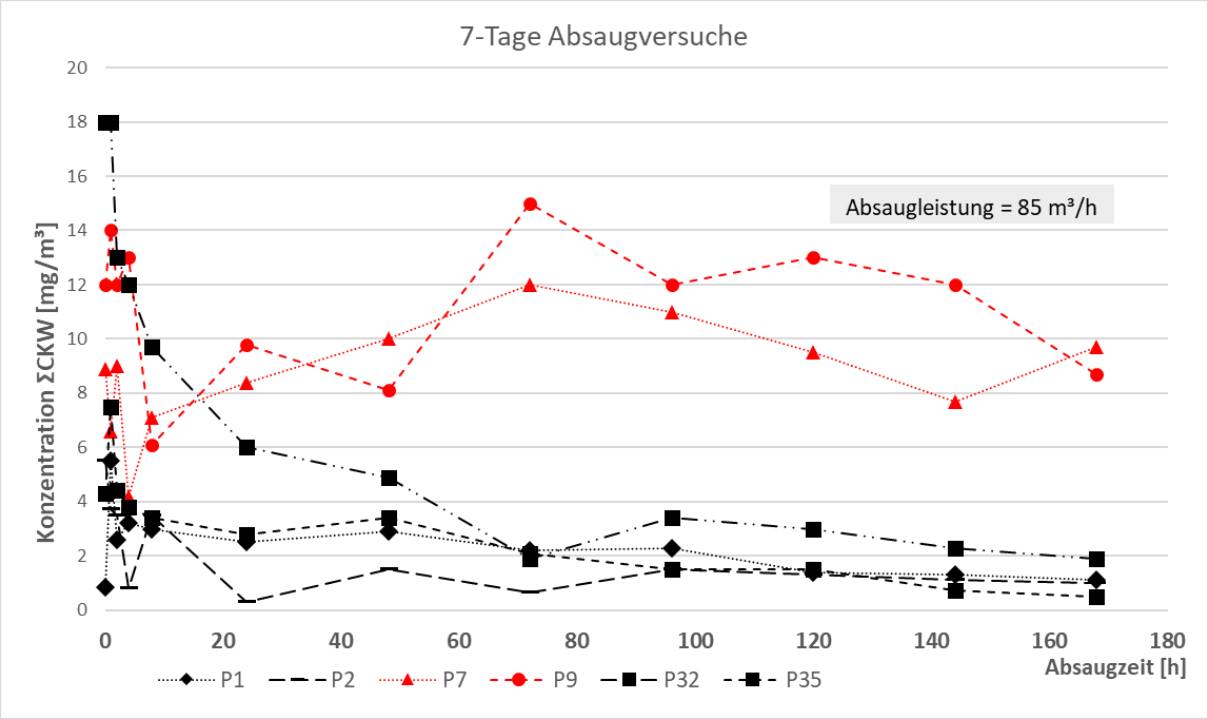

Abb. 8: Konzentrationsentwicklung der CKW im Absaugversuch.

Die Analysen bestätigen Tetrachlorethen als maßgebliches CKW. Chloriertes Methan und Ethan wurden nicht nachgewiesen. Aus Abb. 8 ist gut erkennbar, dass im Bereich der ehemaligen Entfettung in der Produktionshalle (Messstellen P7 und P9) während des Versuches kein nennenswerter Rückgang der CKW in der abgesaugten Luft erfolgt. Die Konzentrationen sind mit 10 mg/m³ (± wenige mg/m³) noch erhöht. Die aus diesem Bereich abgesaugte CKW-Menge liegt bei rund 20 g/d je Messstelle. In den Messstellen P1 und P2 direkt nördlich dieses Bereiches und in den zwei Messstellen P32 und P35 im Bereich des CKW-Schadens in der ehemaligen Galvanik sinken die CKW-Werte im Absaugversuch innerhalb von wenigen Minuten bis Stunden auf unter 5 mg/m³ ab und liegen nach wenige Tage < 2 mg/m³. Die CKW-Frachten liegen zum Ende der Absaugversuche in diesen Messstellen bei jeweils 1 bis maximal 4 g/d.

Im Betriebsjahr 2020 zeigten direkte Messungen der Absaugleistungen bei Dauerbetrieb der Verdichter je Pegel rund 10 bis 30 m³/h (Pegel 2, 3, 5, 6, 8, 9,10 und 32) bzw. maximal 50 m³/h (Pegel 7) und minimal 5 m³/h (Pegel 33 und 39) und in Summe 250 m³/h. Die CKW-Konzentrationen in allen Bodenluftmessstellen lagen im zweiten Halbjahr 2020 nur mehr bei maximal 1 mg/m³. Die abgesaugte Gesamtfracht kann für 2020 mit rund 10 g CKW/d abgeschätzt werden und war gering.

Betreffend den Aktivkohlefilter wurden in den letzten 10 Jahren keine Auffälligkeiten festgestellt.

4.2.2 Grundwasserstandsmessungen

Seit Errichtung der Grundwassersicherung erfolgen im Bereich des Altstandortes monatlich Grundwasserabstichmessungen an bis zu rd. 20 Grundwassermessstellen. Eine Darstellung der Messungen als Schichtenlinienplan inklusive der Lage aller ehemaligen und noch vorhandenen sowie in den letzten Jahren neu errichteten (P5 bis P7, KB/20) Messstellen ist in Abb. 9 dargestellt.

Aus den vorliegenden Schichtenplänen ist erkennbar, dass durch den kontinuierlichen Betrieb der Sperrbrunnen über den gesamten Abstrom der Kontamination eine deutliche Absenkung erreicht wird und kein mit CKW verunreinigtes Wasser mehr in den Abstrom gelangen kann.

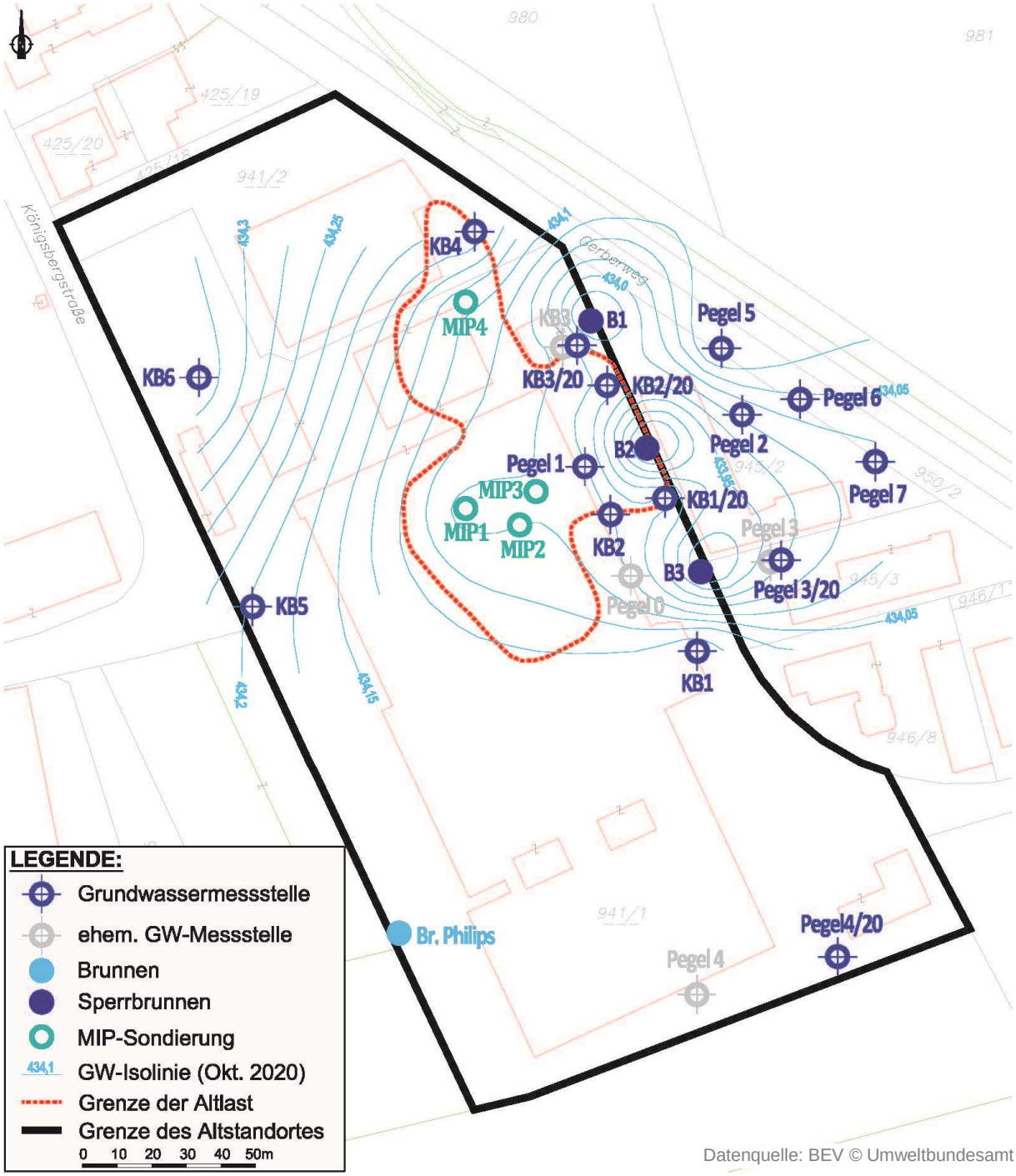

Abb. 9: Schichtenlinienplan inkl. aller Grundwasserkontrollmessstellen im Bereich des Altstandortes (Stichtagsmessung Oktober 2020)

4.2.3 Pumpwassermengen und -qualität

Mit der Inbetriebnahme der Sperrbrunnen werden die Pumpwässer und die Zu- und Abläufe der zwei Nassaktivkohlefilter monatlich beprobt und auf chlorierten Kohlenwasserstoffe (Trichlorfluormethan, 1,1-Dichlorethen, Dichlormethan, cis-1,2-Dichlorethen, trans-1,2-Dichlorethen, Trichlormethan, 1,1,1-Trichlorethan, 1,2-Dichlorethan, Tetrachlormethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen und Vinylchlorid) untersucht. Die Ergebnisse der Analysen sind als Ganglinien in Abb. 10 und Abb. 12 dargestellt. Maßgeblich ist Tetrachlorethen. Trichlorethen liegt bei 10 % der PCE-Konzentrationen. Die weiteren CKW sind vernachlässigbar bzw. liegen zumeist unter den Nachweisgrenzen.

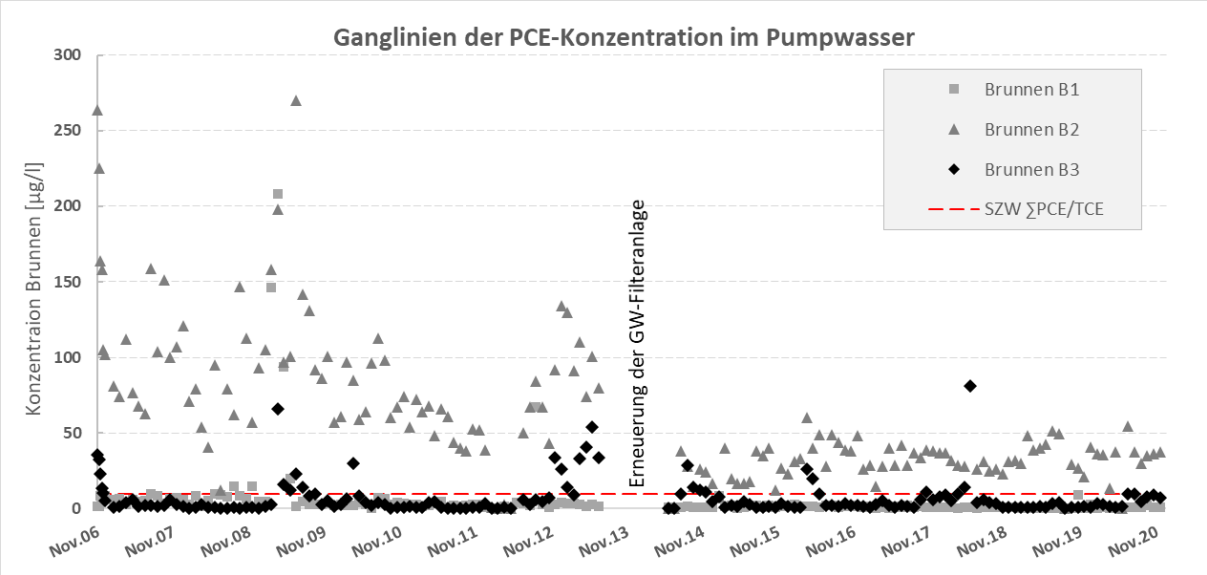

Abb. 10: Tetrachlorethenkonzentration im Wasser der drei Sperrbrunnen

Betreffend die Qualität der Pumpwässer ist erkennbar, das im nördlichen Sperrbrunnen B1 nur in den ersten Betriebsjahren vereinzelt Überschreitung von 10 µg/l PCE im Pumpwasser gemessen wurden. Insgesamt ist das Pumpwasser dieses Brunnens unauffällig. Betreffend den südlichen Brunnen B3 liegen wiederkehrend – nicht jährlich – signifikant erhöhte PCE-Konzentrationen mit bis zu mehreren 10 µg/l vor, bei dem Großteil aller Messungen sind die Konzentrationswerte aber unauffällig. Der Sperrbrunnen B2 erfasst den zentralen Abstrom der Entfettungsanlage der Produktion. Über die Betriebszeit des Brunnens ist ein stetiger Rückgang von PCE/ TCE ausgehend von 300 µg/l (bzw. 30 µg/l TCE) erkennbar. In den letzten Jahren liegen die Maximalwerte relativ konstant bei 10 - 50 µg/l und im Bereich des Sanierungszielwertes von 30 µg/l für ΣCKW, aber noch über dem Wert für PCE/TCE (mit 10 µg/l). Dieser Trend zeigt sich auch in den aus dem Grundwasser entnommenen Frachten (vgl. Abb. 11). Bei nahezu gleicher Förderleistung hat die Fracht von 70 g/d CKW auf 5 bis 10 g/d abgenommen und beschränkt sich auf Brunnen B2.

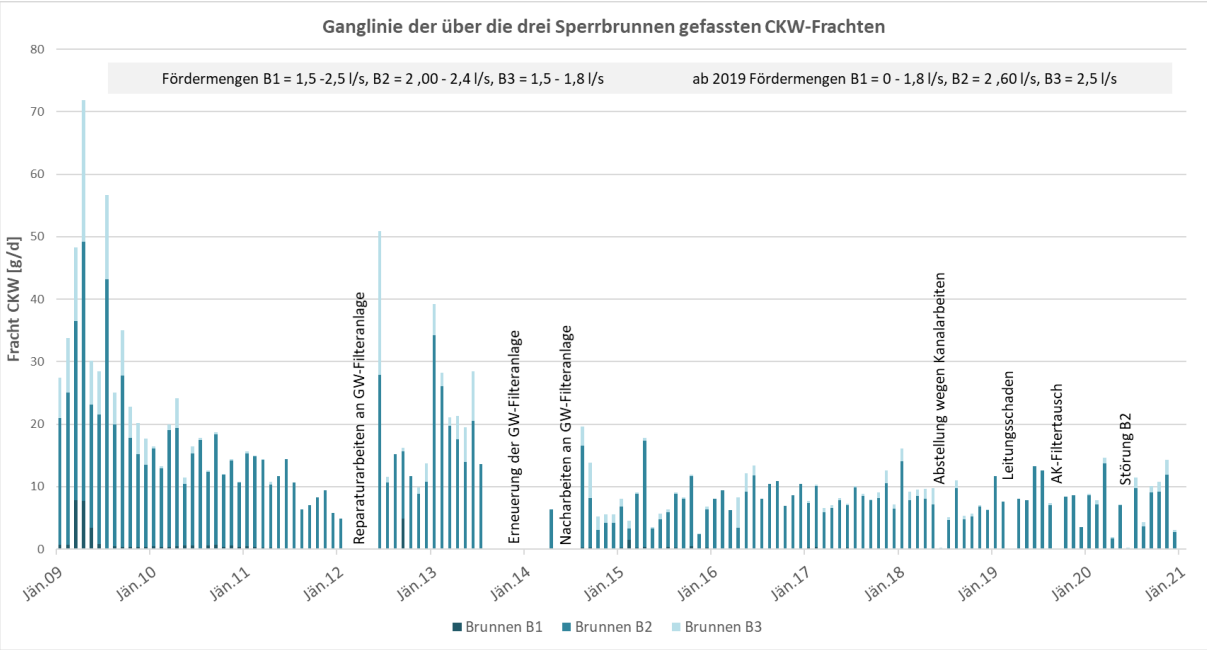

Abb. 11: Über die Brunnen entnommene CKW-Frachten (Tagesfrachten ermittelt auf Grundlage monatlicher Messwerte und Pumpmengen).

Die Auswertung der Grundwassermessungen vor und nach den zwei Aktivkohlefiltern der Grundwasserreinigung (s. Abb. 12) zeigt, dass seit der Erneuerung der Filteranlage das Pumpwasser zuverlässig von CKW gereinigt wird. Nach dem ersten Aktivkohlefilter (Lastfilter) liegen die Konzentrationswerte zumeist bereits unter den Reinigungswerten zur Versickerung des Wassers am südlichen Altstandort (6 µg/l ΣPCE/TCE, 18 µg/l ΣCKW, 0,3 µg/l VC). Nach dem zweiten Aktivkohlefilter (Polizeifilter) sinken die Konzentrationen weiter ab und liegen zumeist unterhalb der Bestimmungsgrenze der einzelnen CKW.

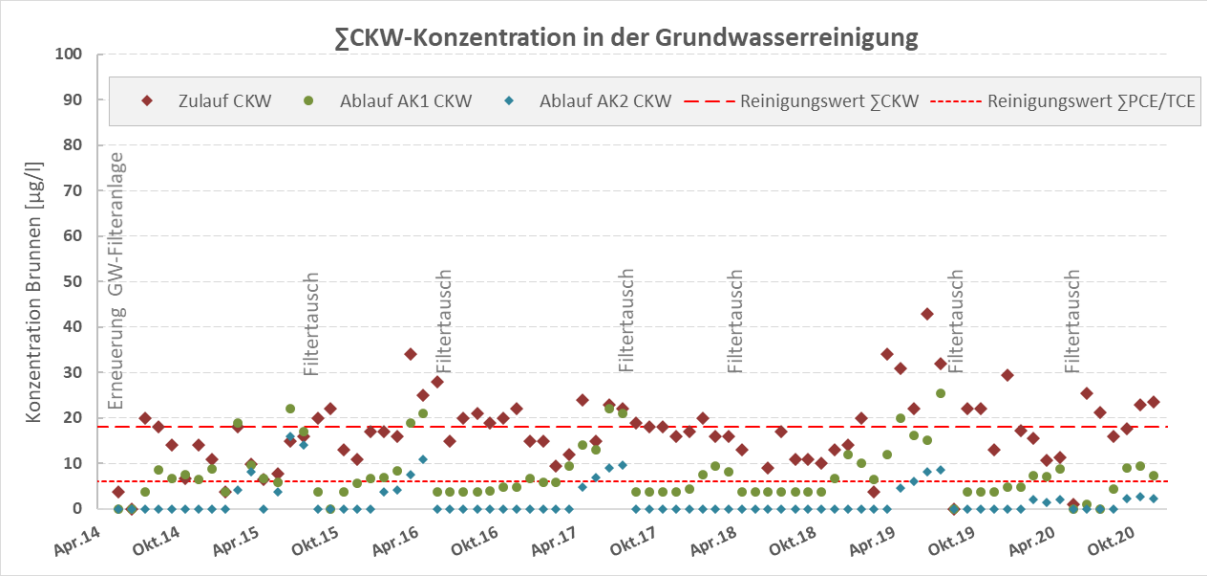

Abb. 12: CKW im Mischwasser der Brunnen und nach den AK-Filtern

4.2.4 Grundwasserkontrolluntersuchungen

Seit 1995 erfolgen Grundwasserkontrolluntersuchungen an bis zu 15 Grundwassermessstellen. In halbjährlichen Abständen werden Pumpproben entnommen und auf Vor-Ort-Paramater (elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Temperatur) sowie auf CKW (1,1-Dichlorethen, cis-1,2-Dichlorethen, trans-1,2-Dichlorethen, Trichlorethen, Tetrachlorethen und Vinylchlorid) untersucht. In Ergänzung dazu werden seit 2007 ausgewählte Messstellen vierteljährlich auf die Vor-Ort-Paramater sowie auf Trichlorethen und Tetrachlorethen analysiert. Die Ergebnisse der Analysen sind für ausgewählte Messstellen und Parameter in Abb. 13 und Abb. 14 dargestellt.

Aus den langjährigen Untersuchungen ist erkennbar, dass in der direkt im Schadenszentrum situierten Messstelle P1 und in KB2 die CKW-Konzentration im Grundwasser von 200 µg/l (KB2) bzw. 300 µg/l (P1) auf weniger als 0,6 µg/l massiv zurückgegangen ist. Zudem zeigt sich die Messstelle KB4 – abstromig der ehemaligen Galvanik – als unauffällig.

Mit Abstand die höchsten Konzentrationen werden in P2 gemessen, die rund 20 m abstromig des Schadensbereiches im zentralen Fahnenbereich situiert ist. Für diese Messstelle wurden ursprünglich PCE-Konzentrationen von rd. 1.000 µg/l gemessen (Abb. 13). In den letzten 15 Jahren sind diese stetig zurückgegangen und liegen aktuell noch bei rund 5 µg/l PCE. Betreffend TCE ist für diese Messstelle in den ersten 10 Jahren kein eindeutiger bzw. abnehmender Entwicklungstrend erkennbar, in den letzten 5 Jahren sind die TCE-Werte aber stark – von rund 50 µg/l auf unter die Bestimmungsgrenze von 0,1 µg/l – abgesunken. Auffällig betreffend diese Messstelle ist, dass parallel zum TCE auch 1,2-cis-Dichlorethen nachgewiesen wird. Vinylchlorid bleibt unauffällig.

Die 30 bis 50 m abstromig der Kontamination situierte Messstelle P3 zeigte ebenfalls deutlich erhöhte CKW-Konzentrationen. Bis 2013 wurden sehr starke Schwankungen der PCE/TCE-Konzentrationen zwischen 20 und 500 µg/l gemessen. Von Jänner 2013 bis Jänner 2018 war dann ein stetiger Konzentrationsrückgang auf rund 10 µg/l erkennbar (Abb. 13). Allerdings erfolgte im An-

schluss ein nicht erklärbarer, sprunghafter Anstieg der Konzentrationen auf rund 60 µg/l. Zur Absicherung der Messwerte wurden Mitte 2018 drei weitere Abstrommessstellen errichtet und Anfang 2020 die Messstelle P3 durch eine neue Messstelle (P3/20) ersetzt. Nach leichten Auffälligkeiten der Messstelle P7 Mitte 2019 sind die PCE/TCE-Konzentrationen in allem Messstellen unauffällig. Nach einem Ausfall der Pumpe des Brunnes B2 im Juni 2020 ist ein sprunghafter Anstieg der PCE-Konzentration im direkt abstromig situierten P7 und in weiterer Folge auch in P3/20 erkennbar (s. Abb. 14), der nach Wiederinbetriebnahme des Brunnens aber schnell wieder zurückgeht.

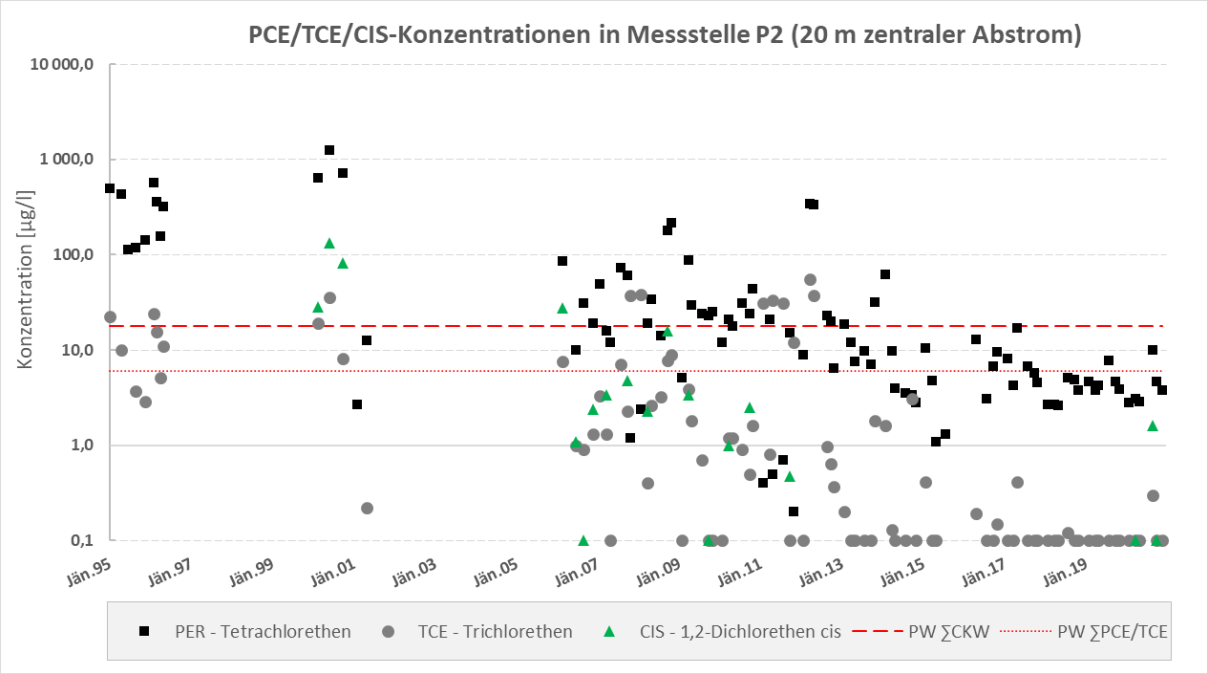

Abb. 13: Konzentrationsentwicklung aller relevanten CKW in der Grundwassermessstelle P2 zentral-abstromig (20 m) der Kontamination.

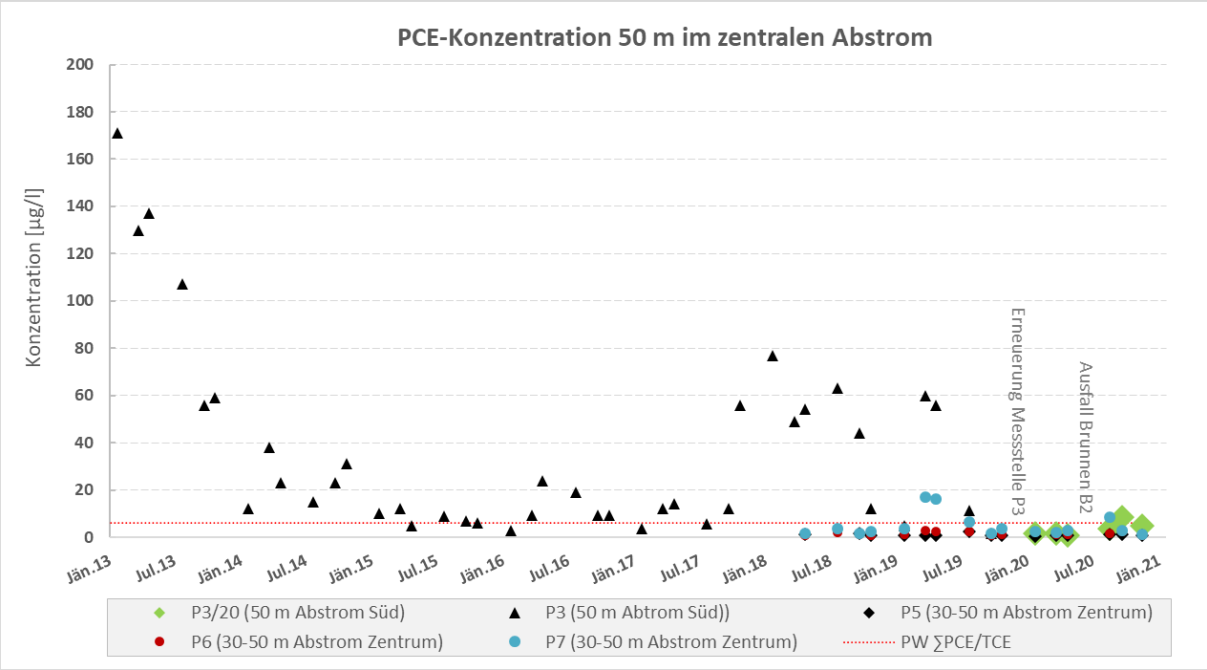

Abb. 14: Konzentrationsentwicklung der PCE-Konzentrationen in ausgewählten Grundwassermessstellen in rund 50 m im Abstrom.

4.2.5 Zusatzuntersuchungen

Zur Beurteilung von Restkontaminationen bzw. aus welchen Bereichen noch CKW in den Grundwasserabstrom mobilisiert werden, erfolgte im Juli und August 2020 die Herstellung von drei MIP-Sondierungen (bis 17 m unter GOK) im Bereich der Entfettung in der Produktionshalle und einer MIP-Sondierung im Bereich der Galvanik (Lage s. Abb. 9). Aus den Sondierungen wurden zudem 28 tiefenorientierte Grundwasserproben (1 m Abschnitte) entnommen und auf CKW analysiert.

Weiters erfolgten Liner-Probenahmen (bis 3 m u. GOK) im Bereich der Sonden aus denen 12 Untergrundproben entnommen und auf CKW im Feststoffgesamtgehalt untersucht wurden. Die Feststoffuntersuchungen waren für alle Proben durchgehend unauffällig.

Die tiefenorientierten Grundwasserprobenahmen zeigten für die MIP-Sonden in der Produktionshalle für MIP1 und MIP3 – im Grundwasserschwankungsbereich – die höchsten CKW-Konzentrationen von 10 bis 20 µg/l. Weiters stiegen in der MIP1 ab einer Tiefe von rund 12 m unter GOK die Grundwasserkonzentrationen nochmals von 1 auf 4 µg/l an. MIP2 und der Bereich der Galvanik (MIP4) waren bei die tiefenorientierten Grundwasserprobenahme über alle Tiefen unauffällig

Der DELCD-Detektor (Nachweisdetektor für CKW) zeigte in der MIP1-Messstelle die relativ höchsten Signale in 13 m unter GOK, d.h. im Bereich über den feinkörnigeren Schichten. Der Grundwasserschwankungsbereich dieser Sonde bzw. die beiden anderen Sonden in diesem Bereich (MIP2 und MIP3) waren betreffend die CKW-Detektion unauffällig. Im Bereich der alten Galvanik zeigte der DELCD-Detektor in MIP4 bei 12,5 m und 15 m u. GOK die höchsten CKW-Konzentrationen und weiters einen leichten Nachweis von CKW im Grundwasserschwankungsbereich.

4.3 Beurteilung der Maßnahmen

Ziel der Maßnahmen ist es, die Verunreinigung der ungesättigten sowie der gesättigten Bodenzone so weit zu reduzieren, dass die Schadstofffahne im Grundwasser in ihrer Ausdehnung verringert und die Schadstofffracht dauerhaft minimiert wird.

Seit 1994 erfolgt eine Dekontamination der ungesättigten Bodenzone mittels Bodenluftabsaugung. Seit 2007 wird der Grundwasserabstrom der Altlast mittels drei Sperrbrunnen abgesichert.

Aus den Grundwasserschichtenplänen ist erkennbar, dass die hydraulischen Sicherungsmaßnahmen wirksam sind. Ein Abströmen relevanter Mengen von CKW bzw. insbesondere von Tetrachlorethen und Trichlorethen aus dem Bereich der Entfettung in der Produktionshalle wird verhindert.

Nach starken CKW-Konzentrationsrückgängen im Grundwasser in den ersten Betriebsjahren gehen die CKW im gefassten Wasser des im direkten Abstrom situierten Sperrbrunnes in den letzten Jahren nur noch sehr langsam zurück. Die CKW-Konzentrationen sind in diesem Brunnen weiterhin erhöht, während die anderen zwei Brunnen insgesamt unauffällig sind. Die Wirksamkeit der hydraulischen Sicherung zeigen auch die qualitativen Grundwasserkontrolluntersuchungen. Die abstromig situierten Grundwasserkontrollmessstellen zeigen einen anhaltenden Rückgang von CKW im Grundwasser. Die Konzentrationen im Grundwasserabstrom sind inzwischen gering. Über den Nachweis relevanter Mengen von cis-1,2-Dichlorethen sind Hinweise auf eine mikrobielle Dechlorierung gegeben. Das Abbauprodukt Vinylchlorid wird im Grundwasser nicht nachgewiesen.

Relevante CKW- bzw. PCE/TCE-Frachten strömen durch den Betrieb der Sperrbrunnen nicht mehr ab. Die aktuell gefassten Frachten des Brunnens B2 liegen bei rund 5 bis 10 g/d. Die über die zwei anderen Brunnen gefassten CKW-Mengen sind insgesamt gering.

Aus der Zusammenschau aller Bodenluftmessungen ist ableitbar und plausibel, dass nur noch aus der ungesättigten Zone im Aufstellbereich der Entfettung in der Produktionshalle relevante CKW-Mengen abgesaugt werden können. Dieses wird in den mehrtägigen Absaugversuchen 2017 bestätigt. In Summe ist abschätzbar, dass 2017 im direkten Aufstellbereich der Entfettung noch etwas mehr als 50 g/d CKW abgesaugt werden konnte. 2020 wurde die Absaugung vom Intervallbetrieb mit mehreren Absauganlagen auf den Dauerabsaugbetrieb mit ein bis zwei Anlagen umgestellt.

Seitdem sind CKW in der Bodenluft nochmals zurückgegangen und lagen im 2. Halbjahr 2020 unter 1 mg/m³ je Pegel. Die abgesaugten CKW-Gesamtfracht betrug 2020 deutlich weniger als 50 g/d.

Die aktuellen Untersuchungen im Schadenszentrum mit MIP-Sondierungen zeigen, dass sowohl im Bereich der Galvanik als auch im Bereich der Entfettungsanlage in der Produktionshalle – über den dichter werdenden Schichten – in rund 13 m u. GOK – noch CKW im Untergrund vorliegen. Eine relevante Freisetzung von CKW ins Grundwasser aus diesem Tiefenbereich wurde bei den Untersuchungen nicht festgestellt. Aus den tiefengestaffelten Untersuchungen ist erkennbar, dass im Bereich der Entfettung in der Produktionshalle die Mobilisierung von CKW vor allem im Grundwasserschwankungsbereich erfolgt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Verunreinigung mit leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen – insbesondere mit Tetrachlorethen – im Bereich der Altlast durch die Bodenluftabsaugung weitgehend reduziert wurde. Lokal liegen am Standort noch Restbelastungen vor, die auch noch zu einer Verunreinigung des Grundwassers führen. Der Austrag von Schadstoffen in den Abstrombereich des Altstandortes wird durch die hydraulischen Maßnahmen unterbunden. Über den zentralen Sperrbrunnen B2 wird noch eine erhebliche Menge an PCE gefasst. Bei Weiterbetrieb der Sicherungsanlage ist auch in Zukunft mit keiner Schadstoffausbreitung aus dem Bereich der Altlast in den Grundwasserabstrom zu rechnen.

5 HINWEISE ZUR NUTZUNG

Bei der Nutzung des Altstandortes sind zumindest folgende Punkte zu beachten:

- Der Untergrund ist noch lokal mit CKW verunreinigt.
- Aushubmaterial im Bereich des Altstandortes kann erheblich kontaminiert sein.
- Bei einer Änderung der Nutzung können sich durch kontaminiertes Material zusätzliche Gefahrenmomente ergeben.
- In Zusammenhang mit allfälligen zukünftigen Bauvorhaben bzw. der Befestigung von Oberflächen ist zu berücksichtigen, dass in Abhängigkeit der Art der Ableitung der Niederschlagswässer am Altstandort verbliebene Schadstoffe mobilisiert werden können.
- Das Grundwasser im Bereich des Altstandortes ist noch verunreinigt.
- Die Nutzungsmöglichkeiten des Grundwassers des Abstroms der Entfettung im Bereich der Produktionshalle sind eingeschränkt.

DI Timo Dörrie e.h.

Anhang

Verwendete Unterlagen und Bewertungsgrundlagen

- Berichte über "Bodenluftuntersuchungen auf leichtflüchtige Halogenierte Kohlenwasserstoffe". Jänner 1994 und Juli 1995, Wien
- Gefährdungsabschätzung Altstandort "Philips Haushaltsgerätewerk Klagenfurt". Mai 1994, Wien
- "Installationsdokumentation zur Bodenluftsanierung auf dem Gelände der Österreichischen Philips Ind. GmbH". Bericht vom Mai 1994, Wien
- Protokolle zur Bodenluftprobenahme 1994 bis 2002 - Philips Klagenfurt. Wien
- "Zwischenbericht zur Bodenluftsanierung auf dem Gelände der Österreichischen Philips Ind. GmbH". Berichte vom Oktober 1998 und Juni 1999, Wien
- Altlast K 12 „Philips Haushaltsgerätewerk Klagenfurt“. Ergänzende Untersuchungen gem. §14 ALSAG 1989, Endbericht, August 2001, Wien
- Prioritätenklassifizierung Altlast K12 "Philips Haushaltsgerätewerk Klagenfurt". Okt. 2001, Wien
- Prüfberichte "Bodenluftuntersuchungen". 2005 und 2006, Gumpoldskirchen
- "Sanierung der Altlast K12 Haushaltsgerätewerk Philips Klagenfurt. Jahresberichte 2007-2020, Wien
- Bericht "Sanierung Altlast K12 Phillips Klagenfurt – Bodenluftabsaugversuch". März 2017, Wien
- "Sanierungsvariantenstudie bez. Betriebsoptimierungen im Zuge der Weiterführung des Betriebs zur Sicherung bzw. Sanierung der Altlast K12 Philips". Bericht, April 2017, Wien
- "Remediation of contaminated area K12 at the household appliances factory Philips Klagenfurt". Technischer Statusbericht, August 2017, Berlin
- "Statusermittlung Philips Klagenfurt Ergebnisbericht Untersuchungsprogramm 2020 - Ergebnisbericht Erkundungsarbeiten 2020", Februar 2021, Berlin
- ÖNORM S 2088-1: Kontaminierte Standorte – Teil 1: Standortbezogene Beurteilung von Verunreinigungen des Grundwassers bei Altstandorten und Altablagerungen, 1. Mai 2018
- ÖNORM S 2088-3: Altlasten – Teil 3: Gefährdungsabschätzung für das Schutzgut Luft, 1.1.2003
- ÖNORM S 2089, Altlastensanierung – Sicherungs- und Dekontaminationsverfahren, 1.6.2006

Die verwendeten Berichte zur Sicherung und Sanierung sowie zu Kontrolluntersuchungen wurden von der Philips Austria GmbH und dem Amt der Kärntner Landesregierung zur Verfügung gestellt.