

04.23

Lizenziert für Herrn Dr. Hans-Georg Edel.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

32. Jahrgang
4. Quartal 2023
Seiten 133–180

www.ALTLASTENDigital.de



Organ des ITVA

Behandlung PFAS-verunreinigter Wässer – Review aus der Sicht des Verfahrensingenieurs

Martin Cornelsen

**Größte In-situ Sanierung in Brandenburg:
MPE, Airsparging und ISCO am Standort PCH Cottbus**

Thomas Bretschneider, Michael Selle,
Thomas Bergner

30. Altlastentag Hannover

Stellungnahme des ITVA zum Bodenschutzrecht

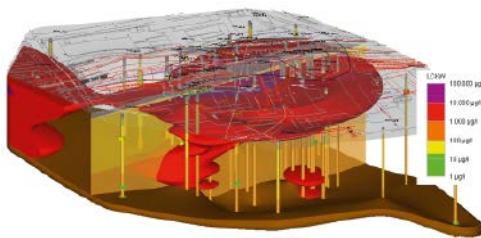
ESV
ERICH
SCHMIDT
VERLAG

altlasten spektrum

Herausgegeben vom
Ingenieurtechnischen Verband für Altlastenmanagement
und Flächenrecycling e.V. (ITVA)



20565



Größte In-situ Sanierung in Brandenburg: MPE, Airsparging und ISCO am Standort PCH Cottbus

Thomas Bretschneider, Michael Selle, Thomas Bergner

1. Standorthistorie

Das Sanierungsgebiet des ehemaligen „VEB Potsdamer Chemikalienhandels“ in Cottbus (PCH Cottbus) mit einer Fläche von knapp 27 Hektar ist durch eine wechselvolle industrielle Nutzung geprägt.

Ab 1954 erfolgte am Standort die gewerbliche Nutzung als Chemikalienhandel (Abbildung 1), welcher bis zur Liquidation im Jahr 1997 am Standort tätig war.

Neben Lacken und Farben wurden Industriereiniger für Großwäschereien, Lösemittel, Laugen, Säuren, Holzschutzmittel, Gifte der Abteilung 1 (Arsen und Arsenmehl), Schweißbedarf, Bodenbeläge, Kunststoffe, Tapeten, Arbeits- und Berufsbekleidung gehandelt und umgeschlagen (Tabelle 1).

• Tri- und Tetrachlorethen	30.000 – 40.000	l/Monat
• Ammoniakwasser	7.500 – 10.000	l/Monat
• Schwefelsäure	40.000	l/Monat
• Salzsäure	10.000	l/Monat
• Salpetersäure	7.000 – 10.000	l/Monat
• Aceton	15.000 – 20.000	l/Monat

Tab. 1: Chemikalienumschlag (l/Monat) des PCH Cottbus /1/



Abb. 1: Lagerhallen VEB PCH Cottbus mit Anschlussgleis¹

Die 1992 einsetzenden Untersuchungen des Standortes ergaben eine dramatische Belastungssituation. So wurden LCKW Belastungen im Grundwasser bis maximal 213.000 µg/l, im Boden bis 8.000 mg/kg TS und in

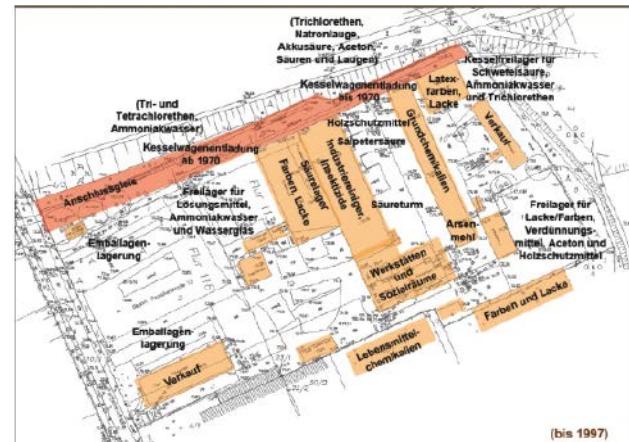
der Bodenluft bis zu 10.000 mg/m³ festgestellt. Das LHKW-Inventar im Grundwasser wurde mit ca. 45 to abgeschätzt. Hauptkontaminanten sind Tetra- und Trichlorethylen. Die Schadstoffbelastungen resultieren insbesondere aus Handhabungsverlusten und Havarien bei der Kesselwagenentleerung.

Zur Erweiterung des Stadtringes einschließlich einer neuen Auffahrt, zur Errichtung eines Parkplatzes und weiterer Verkehrsflächen (Westfläche) sowie einer Sport- und Freizeitanlage mit BMX-Wettkampfbahn (Inbetriebnahme 2008; Ostfläche) erwarb die Stadt Cottbus 1998 das Grundstück Parzellenstraße 15, 03050 Cottbus (Abbildung 2).

Die Sanierung der Altlast wird im Rahmen der in den neuen Bundesländern möglichen Altlastenfreistellung gemäß Umweltrahmengesetz realisiert und durch das Land Brandenburg und die Stadt Cottbus/Chósebuz finanziert.

Die Kosten für die seit 1999 realisierten Maßnahmen zur Erkundung und Sanierung der Altlast betragen bisher ca. 21,5 Mio €.¹

Am vorliegenden Standort PCH Cottbus wird seit 2022 die größte In-situ Sanierung in Brandenburg durchgeführt.



¹ Thomas Bergner, Der Altlastenfall „Potsdamer Chemiehandel“ in Cottbus, Vortrag im Rahmen der 31. Cottbuser Umweltwoche; 11. – 16.06.2023

Größte In-situ Sanierung in Brandenburg

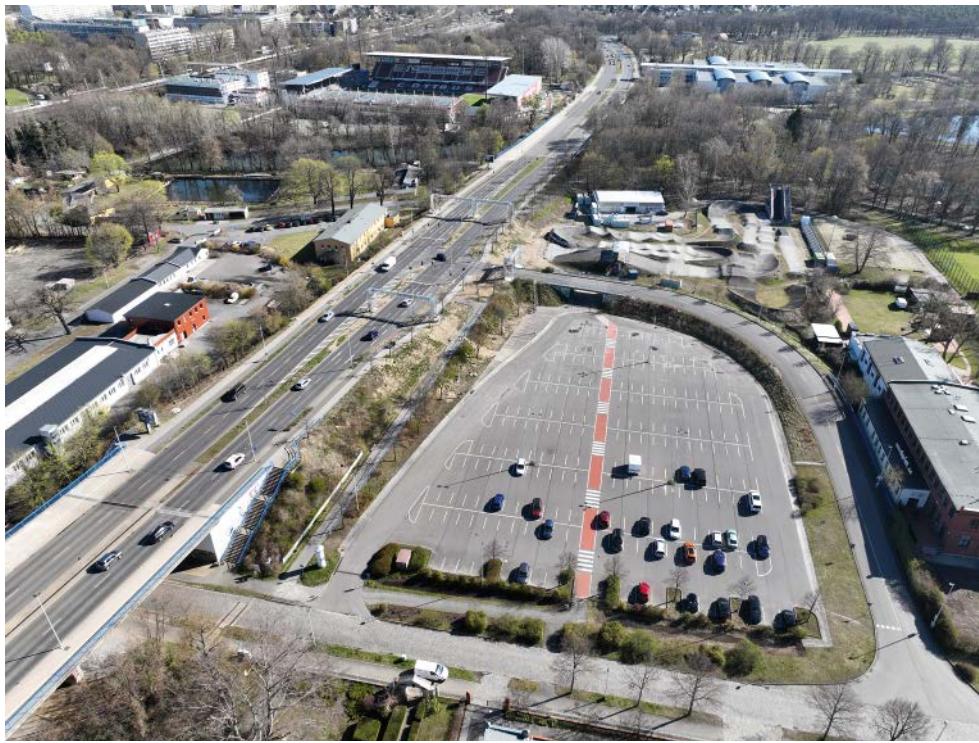


Abb. 2: Heutige Nutzung des Standorts PCH Cottbus als Sport- und Freizeitanlage

2. Geologische und hydrogeologische Situation

Im Untersuchungsgebiet stehen unterhalb der Geländeoberkante anthropogene Auffüllungen an. Unterlagernd ist der quartäre Grundwasserleiter anzutreffen, der überwiegend aus fluviatilen und glazifluviatilen Mittelsanden aufgebaut ist. Vom Hangenden zum Liegenden besteht der Grundwasserleiter aus holozänen, schluffig bis feinsandigen Hochflutablagerungen der Spree sowie spätweichselzeitlichen, sandigen bis kiesigen Schwemmfächerablagerungen bis hin zu glazifluviatilen Sedimenten des Saale-Komplexes. Der Großkornanteil des Grundwasserleiters nimmt nach unten von Sand zu Kies zu. Im Liegenden wird der Grundwasserleiter durch miozäne Schluffe be-

grenzt. Die Quartärbasis ist kleinräumig stark strukturiert (Abbildung 3).

Im Quartär lokal eingeschaltete und in differenzierter Teufenlage ausgebildete Schluffschichten sind für die Sanierungsmaßnahmen dabei von besonderem Interesse. Hier liegt gemäß den bekannten Untersuchungen aus MIP-Sondierungen und Linerbohrungen ein partiell und lokal hohes Schadstoffpotential in akkumulierter Form vor. Die Entfrachtung dieser vor allem in den Hauptbelastungsbereichen vorhandenen „Quellbereiche“ im GW-Wechselbereich ist ein für die Effektivität und Wirksamkeit der Gesamtsanierungsmaßnahme wesentlicher Faktor.

Die Grundwasserfließrichtung ist Westnordwest bis West. Das Grundwassergefälle beträgt im östlichen

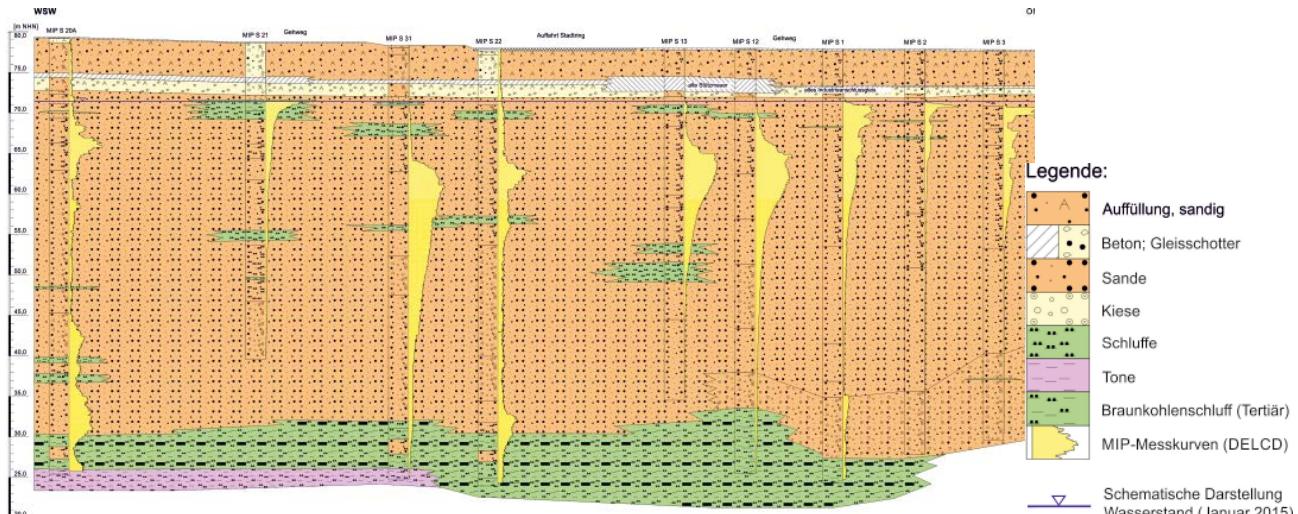


Abb. 3: Geologisches Schichtenmodell des Standortes mit MIP/CPT-Profilen [1]

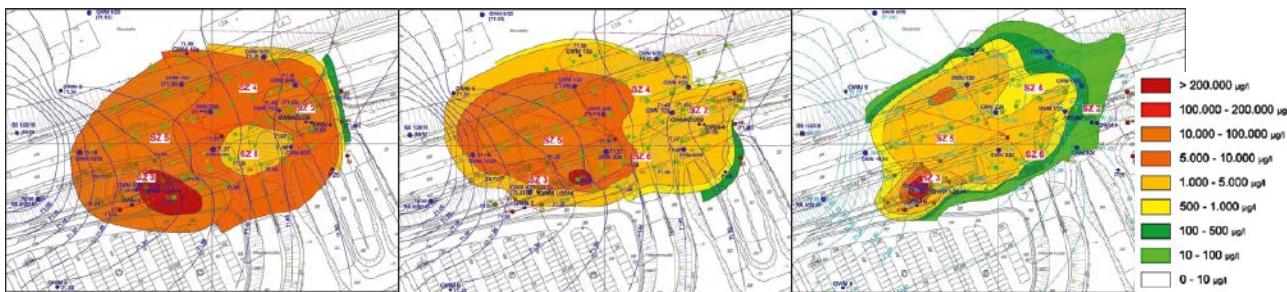


Abb. 4: LCKW-Verteilung im oberen, mittleren und unterem Grundwasserleiter (von links nach rechts; Stand Oktober 2021) [2]

und zentralen Bereich etwa 0,8 %, im westlichen Bereich steigt das Gefälle stark auf 6 % an. Der k_f -Wert des quartären Grundwasserleiters beträgt $3,0 \cdot 10^{-4}$ m/s, woraus sich eine Abstandsgeschwindigkeit von 50–60 m/a für das PCH-Gelände ergibt.

3. Kontaminationssituation

Im Bereich des früheren Betriebsgeländes wurde durch Schadstoffeinträge, vor allem durch LCKW, eine tiefreichende Verunreinigung des Grundwassers bis 45 m u. GOK verursacht. Die LCKW haben sich seit den 1950er Jahren entlang der Grundwasserfließrichtung in Richtung Westnordwest über eine Länge von mehreren Kilometern ausgebreitet.

In den Schadenszentren ist die gesamte Mächtigkeit des quartären Grundwasserleiters bis maximal 45 m u. GOK durch LCKW belastet (siehe Abbildung 4), wobei die wesentlichen LCKW-Schadstoffbelastungen im oberen und mittleren Grundwasserleiterbereich nachgewiesen wurden. Die bisherigen Untersuchungen und Erkundungsarbeiten weisen zwei Schadensschwerpunkte, den sogenannten „Ost- und Westschadens“ mit vertikal unterschiedlich hohen LCKW-Konzentrationen, von teilweise bis zu >100 mg/l auf.

Bei den anstehenden bindigen Bodenschichten sind erhöhte Schadstoffgehalte nachweisbar, welche allerdings auf der Fläche nicht durchgehend verbreitet sind und zum Teil als Schlufflinsen innerhalb des Grundwasserleiters auftreten. Im oberen Abschnitt des Aquifers lassen die hohen LCKW-Gehalte das Vor-

handensein von Phasenreicherungen schlussfolgern. Zum besseren Standortverständnis wurden die vorliegenden Erkundungsdaten und Untersuchungsergebnisse innerhalb eines 3D-Schadstoff-Modells zusammengefasst (Abbildung 5).

4. Sanierungsstrategie und Sanierungsziel

Im Ergebnis der in den 90iger Jahren realisierten Untersuchungen wurden zur Beseitigung der Schadstoffe 2003 eine hydraulische Sanierungsmaßnahme mittels Pump & Treat-System (P&T-System) installiert, welche damit auch den weiteren Schadstoffabstrom in das Stadtgebiet Cottbus unterbinden sollte. Ergänzend dazu wurde seit 2005 eine flächenhafte Bodenluftsanierung realisiert.

Als vorläufiges Sanierungsziel für den Altstandort, wird eine Quellstärkenreduzierung in der gesättigten Bodenzone und dem Grundwasser um mindestens 90 % des aktuellen Schadstoffniveaus, das heißt eine Reduzierung der gelösten, sorbierten und in Restsättigung vorliegenden Schadstoffmassen angestrebt.

Auch wenn mit diesen beiden Verfahren erhebliche Schadstoffmengen entfernt wurden, zeigte sich nach jahrelangem Betrieb, dass diese Maßnahmen hinsichtlich der Erreichung des Sanierungsziels der Schadstoffbeseitigung nicht ausreichend und effizient waren.

Zur Sanierung des Hauptschadensbereichs wurde daher im Ergebnis der Sanierungsuntersuchung zusätzlich zum P&T-System für das Grundwasser bis No-

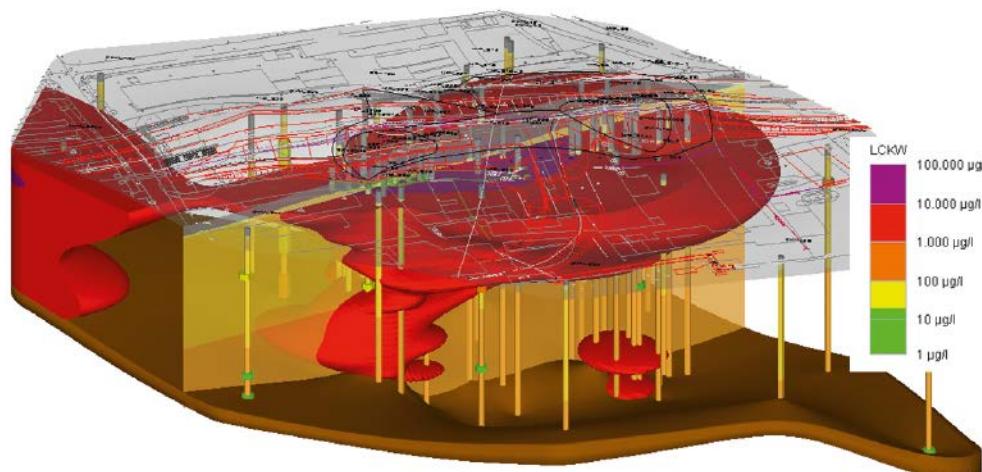


Abb. 5: 3D-Modell der LCKW-Schadstoffverteilung im Grundwasser am Standort (Stand 2016) [3]

Größte In-situ Sanierung in Brandenburg

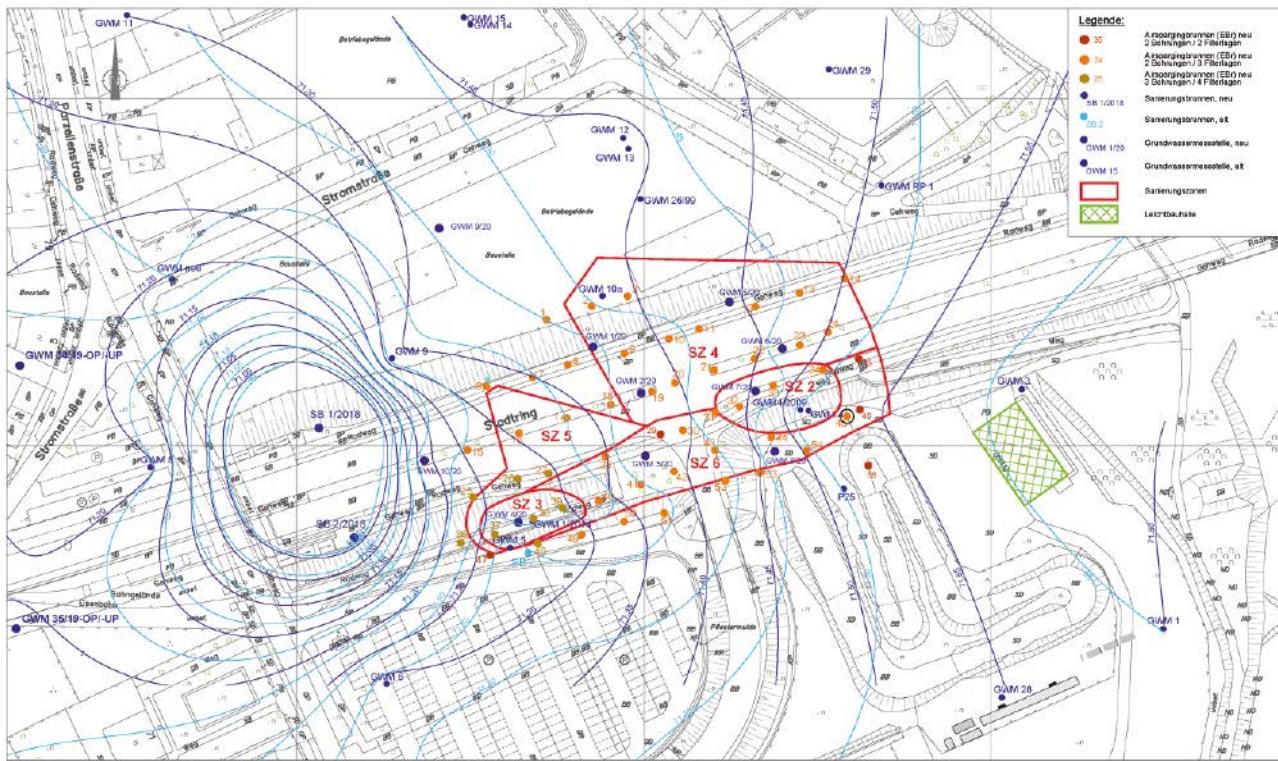


Abb. 6: Abstromsicherung des GW-Schadens über Vertikalbrunnen [4]

November 2021 im Kontaminationszentrum eine In-situ Sanierung mittels Airsparging (ASP) und Multiphasenextraktion (MPE) installiert. Als ergänzende Sanierungsmaßnahme ist nach der vorgesehenen wesentlichen Schadstoffreduzierung durch diese beiden In-situ Verfahren eine In-situ chemische Oxidation (ISCO) geplant.

4.1 Pump & Treat

Seit 2003 wird über mehrere Vertikalbrunnen eine hydraulische Sanierungsmaßnahme durchgeführt, die das weitere Abströmen von Schadstoffen verhindert. Im Zuge der neuen Sanierungsstrategie mit der Durchführung der In-situ-Sanierungsmaßnahmen wurden die Vertikalbrunnen in den weiteren Abstrom als Sicherungselemente mit dem Schwerpunkt der Unterbindung des Schadstoffabstroms aus dem Sanierungsbereich verlagert (Abbildung 6).



Abb. 7: Grundwasserreinigungsanlage zur Abstromsicherung, Fällung-Flockung-Sedimentation zur Abtrennung von Störstoffen (links); Strippanlage mit Abluftbehandlung „katalytische Nachverbrennung“ (rechts)



Abb. 8: Bohrarbeiten auf dem Parkplatz und Radweg im Bereich des Westschadens

Das dabei gehobene Grundwasser wird in einer mehrstufigen Grundwasserbehandlungsanlage aufbereitet und gereinigt in die Spree abgeschlagen (Abbildung 7).

4.2 Bodenluftabsaugung über Horizontal-drainagen

Ergänzend zur hydraulischen Maßnahme erfolgt seit Oktober 2005 eine flächenhafte Bodenluftabsaugung (BLA) über horizontal verlegte Drainagen, um mit der Dekontamination der ungesättigten Bodenzone im Kontaminationsbereich auch eine gefahrlose Folgenutzung der Flächen zu ermöglichen.

5. In-situ Sanierung

Im Ergebnis umfangreicher Vorversuche mittels ASP [5], MPE, ISCO [6], In-situ biologischer Reduktion (ISBR) [7] im Rahmen der Sanierungsuntersuchung und einer

fortgeschriebenen Sanierungsplanung wird seit 2022 eine zeitlich und verfahrenstechnisch differenzierte Maßnahmenkombination umgesetzt, um die Sanierung des Standorts zu beschleunigen. Diese Maßnahmenkombination besteht im Kern aus einer In-situ Sanierung mittels ASP und MPE sowie begleitender Bodenluftabsaugung und einer Rückfalloption auf eine ISCO. Die bereits installierte und laufende Grundwasserreinigungsanlage wird weiterhin als hydraulische Sicherung betrieben.

Für die Umsetzung der In-situ Sanierungsmaßnahmen wurden insgesamt 53 Bodenluftabsaugbrunnen sowie 263 Injektionsbrunnen, ausgeführt als Mehrfachbrunnen errichtet (Abbildung 8).

Eine besondere Herausforderung stellten für die Installationsarbeiten der erforderlichen Infrastruktur (Injektions- und Entnahmestellen, Rohrgräben) zur Anbindung an die Anlagentechnik die Überbauung



Abb. 9: Tiefbauarbeiten zur Leitungsverlegung im Bauabschnitt 2, Luftbildaufnahme

Größte In-situ Sanierung in Brandenburg



Abb. 10: Rohrbrücken zur Querung des Stadtringes

bzw. Unterquerung von Flächen (BMX-Wettkampfbahn, Stadtring, Radwege, Gehwege) und Einbettung der Altlast in die öffentliche Infrastruktur (Medien, Lichtsignalanlage) dar (Abbildung 9).

Zusätzlich fanden die Bohr- und Tiefbauarbeiten bei laufendem Verkehr auf dem Stadtring mit entsprechenden verkehrsrechtlichen Einschränkungen statt. Insgesamt wurden 3.500 Bohrmeter abgeteuft, 10.000 m Rohrleitungen und 10.000 m Druckluftleitungen zur Ansteuerung der 263 Druckluftventile installiert. Die 263 Pegelköpfe wurden unterirdisch in 75 Schachtbauwerken untergebracht.

Da sich das Sanierungsgebiet über den Bereich des mehrspurigen Stadtringdammes mit Mittelstreifen und Radwegen erstreckt, wurden vier Rohrbrücken mit Spannweiten bis zu 34 m zum Queren des Stadtringes und des Abzweiges Parzellenstraße zur Verbindung der Pegelstandorte mit der Anlagentechnik errichtet (Abbildung 10).

Die Anlagentechnik besteht aus mehreren Containern in denen die Druckluftstation zum Einblasen von Luft in den Untergrund für das ASP (Abbildung 11), die

Absauganlage für die Bodenluft mit integrierter Abluftreinigung über eine katalytische Oxidation sowie eine Multiphasenextraktion untergebracht sind. Mittels eines vor Ort installierten Gaschromatographen werden an 15 Messstellen nach einem festgelegten Programm täglich 120 Messungen zur Überprüfung der Roh- und Reingasqualität realisiert (Abbildung 12).

6. Sanierungsergebnisse

Durch die im Zeitraum 2003 – 2021 durchgeföhrten, vorlaufenden Sanierungsmaßnahmen wurden insgesamt 16.825 kg LCKW entfernt (Pump&Treat: 11.540 kg; Bodenluftabsaugung: 5.285 kg).

Nach Start der in-situ-Sanierung im Jahr 2022 wurde insgesamt durch die eingesetzten Sanierungsverfahren ein LCKW-Austrag von 2.442 kg erzielt. Der größte Teil des Austrags wurde mit 42% und > 1 t LCKW über die MPE-Anlage erreicht (Abbildung 13). Die ASP/BLA-Sanierung (28%) und die hydraulische Abstromsicherung (21%) erreichen jeweils einen geringeren, aber ebenfalls signifikanten LCKW-Austrag. Der Austrag über die früheren Bodenluftabsaugan-



Abb. 11: Airsparganganlage mit Doppelkompressorenstation zur Druckluftversorgung (links), Druckluftverteilung (rechts); Ansteuerung der Druckluftventile (Mitte)



Abb. 12: Abluftbehandlung mittels KATOX/Quenche/Wäscher (links), Gaschromatograph zur Roh- und Reingasmessung (rechts)

gen ist im Jahr 2022 am geringsten (9 %), liegt aber mit 209 kg immer noch im dreistelligen Bereich und entspricht dem bisher höchsten Frachtaustrag, der seit der Inbetriebnahme 2005 erzielt werden konnte. Im Vergleich zu den Vorjahren wurde mit Inbetriebnahme der in-situ Sanierung der Schadstoffaustrag deutlich erhöht.

Im Jahresverlauf wurden auch auf Grund während der Installation angetroffener lokal abweichender Untergrundverhältnisse im Vergleich zur Planung fortlaufend Optimierungen der einzelnen Verfahren geprüft und umgesetzt. Dies umfasste z. B. die Anpassung der Einblas- und Absaugraten, eine Differenzierung von Einblaseebenen nach Schadstoffgehalt und Effektivität sowie eine verstärkte Absaugung von höher belasteten Brunnen. Hierdurch konnte eine Steigerung des Schadstoffaustrages erzielt werden.

7. Prozessleitsystem/Datenmanagement

Die einzelnen SPS-gesteuerten Anlagen verfügen über ein Prozessleitsystem mit Fernwirktechnik und sind einem Netzwerk zum Datentransfer verbunden (Abbildung 14).

Die Datenverarbeitung erfolgt über ein Datenmanagementsystem. Sämtliche verfahrensrelevanten Daten werden in Echtzeit in einer externen Datenbank einschließlich der Analysenergebnisse des Gaschromatographen den abgesaugten 75 Pegeln und Drainagen zugeordnet und verarbeitet.

Die Ermittlung der Schadstoffausträge und die Bewertung der Effizienz der Sanierungsmaßnahme(n) wird somit deutlich vereinfacht (Abbildung 15).

8. Fazit und Ausblick

Bereits nach einem Jahr sind deutliche, wenn auch zu differenzierende, Sanierungserfolge im Grundwasser zu verzeichnen. Während in den Fahnendrainbereichen die angestrebten Sanierungszielwerte bereits unterschritten werden, sind auf Grund der immer noch hohen Belastungssituationen in den Quellbereichen weitere Schadstoffmobilisierungen aus dem Boden feststellbar.

Durch die eingesetzten kombinierten In-situ Technologien MPE/ASP/BLA konnten am Standort im ersten Sanierungsjahr 1,9 to Schadstoff entfernt werden, was im Vergleich zur Pump & Treat Maßnahme einer Steigerung auf 400 % entspricht. Als effizienteste Techno-

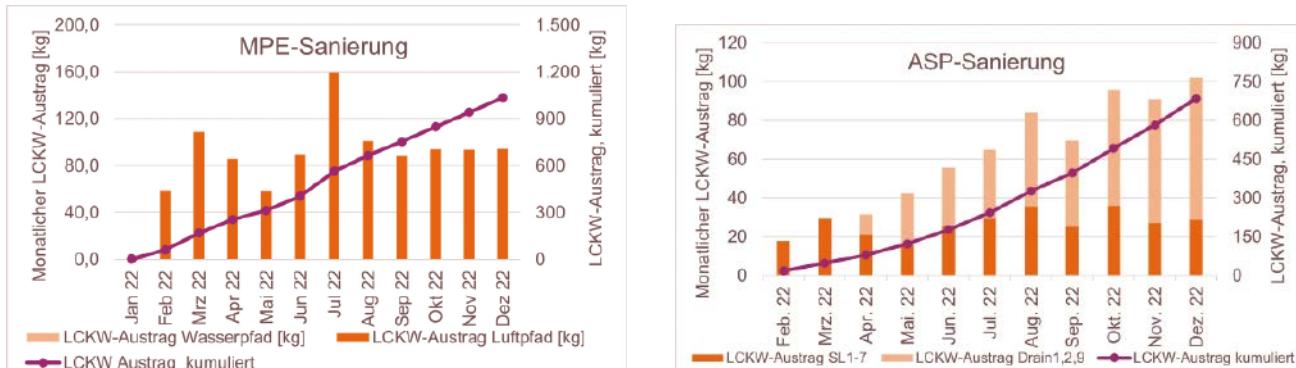


Abb. 13: LCKW-Schadstoffaustrag über MPE (links) und ASP/BLA (rechts) [8]

Größte In-situ Sanierung in Brandenburg



Abb. 14: Visualisierung ASP, 22 Injektionsstränge, 263 Injektionspegel, beispielhaft

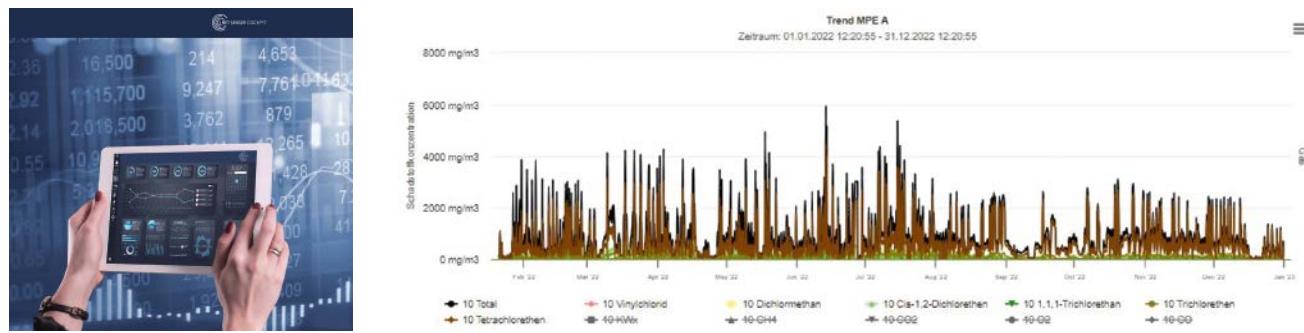


Abb. 15: MPE-A Datenmanagementsystem mit Auswertetool für die Multiphasenextraktion (MPE)

logie erwies sich dabei am Standort die MPE mittels Vakuumabsaugung.

Wenngleich der prognostizierte Austrag von 300 kg Schadstoff/Monat nicht erreicht wird, erfüllen die eingesetzten Verfahren MPE / ASP / BLA mit ca. 370 €/kg LCKW die wirtschaftlichen Effizienzkriterien. Bei Überschreitung der Effizienzkriterien steht ISCO als weitere Option zur Erreichung der Sanierungsziele zur Disposition.

Durch fortlaufende Regimeanpassungen und Optimierungen wird dem angestrebten Sanierungsziel anhand des aktuellen Sachstands mit Abschluss der Maßnahme voraussichtlich 2033 entgegengesehen.

In der gezielten Anwendung kombinierter in-situ Technologien wird ein großes Potential zur wirtschaftlichen Sanierung von komplexen Altlasten gesehen.

Literaturverzeichnis

[1] Arcadis Germany GmbH: Altlastensanierung auf dem Gelände der ehemaligen PCH Postdamer Chemikaliengesellschaft mbH, 03050 Cottbus, Parzellenstrasse 15; Bericht: Ausführungsplanung; Leipzig, 19.12.2019.

[2] Fugro Germany Land GmbH (2022): Jahresbericht 2021, Ingenieurtechnische Sanierungsbegleitung, Grundwassersanierung ehemaliges PCH-Gelände in Cottbus, Parzellenstraße 15; Berlin, 14.04.2022 (Überarbeitet am 22.07.2022).

[3] ARGE Arcadis Germany GmbH und FUGRO Consult GmbH: Altlastensanierung ehemaliges PCH-Gelände Cottbus, Parzellenstrasse 15; Bericht: Technische Dokumentation zur Datenaufbereitung und Visualisierung von aktuellen Messwerten zum Hauptschadensbereich; Leipzig, 02.05.2016.

[4] Arcadis Germany GmbH: In-situ-Sanierung PCH Cottbus, 2. Projektgruppensitzung; Präsentation vom 27.10.2022

[5] FAIGLE B, BAYER F (2019) Effizientes Air-Sparging im großen Stil. Optimierte Schadstoffentfrachtung und automatisierte Anlagenfertigung beschleunigen die Sanierungsmaßnahme, altlasten spektrum 6/2019, 85-90, Erich Schmidt Verlag, Berlin

[6] EDEL H-G (2022) ISCO – fast 20 Jahre Erfahrung und neue Entwicklungen, 22. Karlsruher Altlastenseminar, 24.–25. Mai 2022 in Karlsruhe, Vortrag, Tagungsband, 139 – 150

[7] EDEL H-G, RUITER E-H, WESSEL U, KONERTZ K, VON MÜCKE T, LEVERMANN L (2017) Kombinierte In-situ-Sanierung mit ambitionierten Zielen, altlasten spektrum 3/2017, 85 – 90, Erich Schmidt Verlag, Berlin

[8] ARGE Arcadis Germany GmbH und FUGRO Consult GmbH: Altlastensanierung ehemaliges PCH-Gelände Cottbus, Parzellenstrasse 15; Bericht: Technische Dokumentation zur Datenaufbereitung und Visualisierung von aktuellen Messwerten zum Hauptschadensbereich; Berlin, 02.05.2016.

Autorenschaft

Thomas Bretschneider

Funktion: Projektleiter
Züblin Umwelttechnik GmbH
Südring 1, 09116 Chemnitz
Tel. 0371/335205-12
E-Mail: Thomas.Bretschneider@zueblin.de

Michael Selle

Funktion: Projektleiter
Arcadis Germany GmbH
Europaplatz 3, 64293 Darmstadt
M 0151/17143236
E-Mail: Michael.Selle@arcadis.com

Thomas Bergner

Funktion: Dezernent für Ordnung, Sicherheit, Sport,
Gesundheit und Bürgerservice
Stadt Cottbus
Neumarkt 5, 03046 Cottbus
Tel. 0355/612-2300
E-Mail: Thomas.Bergner@cottbus.de

Größte In-situ Sanierung in Brandenburg: MPE, Airsparging und ISCO am Standort PCH Cottbus

Zusammenfassung

Am Standort des ehemaligen „VEB Potsdamer Chemikalienhandels“ in Cottbus (PCH Cottbus) wird seit 2022 die größte In-situ Sanierung in Brandenburg durchgeführt. Der Chemikalienhandel hinterließ ca. 45 to LCKW im Untergrund, die massive Belastungen des quartären Grundwasserleiters bis 45 m u. GOK ver-

ursacht hatten. Durch Pump & Treat sowie einer Bodenluftabsaugung als vorlaufende Sanierungsmaßnahmen wurden von 2003 – 2021 rund 16 to LCKW entfernt. Nach umfangreichen Vorversuchen wird seit 2022 zusätzlich eine In-situ Sanierung mittels Airsparging und Multiphasenextraktion (MPE) durchgeführt, um den Sanierungsfortschritt zu beschleunigen. Dadurch konnte der Schadstoffaustausch im ersten Sanierungsjahr um 400 % gesteigert werden.

Largest in-situ remediation in Brandenburg: MPE, Airsparging and ISCO at the PCH Cottbus site

Summary

At the site of the former „VEB Potsdamer Chemikalienhandel“ (“VEB Potsdamer Chemical Trade”) in Cottbus (PCH Cottbus), the largest in-situ remediation in Brandenburg has been conducted since 2022. The chemical trade left behind approx. 45 tonnes of CHCs in the sub-soil, which had caused massive contamination of the Quaternary aquifer up to 45 m below ground level. Pump & treat and soil vapour extraction as preliminary remediation measures were used to remove about 16 tonnes of CHCs from 2003 to 2021. After extensive preliminary tests, an additional in-situ remediation has been conducted since 2022 using air sparging and multiphase extraction (MPE) to accelerate the remediation progress. As a result, the pollutant discharge could be increased by 400% in the first remediation year.