

ÖVA-Reports sollen die Akzeptanz und den Einsatz von innovativen Technologien in der Sanierung von kontaminierten Standorten in Österreich unterstützen. Hierzu werden eingereichte Fallbeispiele durch ein Expertengremium des ÖVA ausgewählt und als Sanierungsreports unter www.altlastenmanagement.at der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

CKW-Boden- und Grundwassersanierung unter einem historischen, bewohnten Gebäude mittels Dampf-Luft-Injektion ins Grundwasser



Abbildung 1: Sanierungsanlage vor dem ehemaligen Schlachthaus

1. EINLEITUNG | ÜBERBLICK

Mitten in der Altstadt von Karlsruhe-Durlach befindet sich unterhalb der Räumlichkeiten einer ehemaligen Chemischen Reinigung das Schadenszentrum eines CKW-Schadens (v. a. PCE), der sich über die ungesättigte bis in die gesättigte Zone erstreckt.

Im Rahmen eines Vorversuchs (Pilotanwendung) des innovativen Verfahrens der Dampf-Luft-Injektion (DLI) zur Prüfung der Durchführbarkeit und der optimalen Auslegung im Jahr 2005 sowie der anschlie-

ßenden Sanierung im Jahr 2010 konnten rd. 500 kg CKW aus der gesättigten und der ungesättigten Zone entfernt werden.

Die Sanierungsfläche betrug rund 220 m² unterhalb einer ehemaligen chemischen Reinigung und dem Gebäudeinnenhof; die vertikale Ausbreitung des Schadens konnte auf 7 m u. GOK eingegrenzt werden. Das denkmalgeschützte Gebäude wird im Erdgeschoß als Atelier genutzt, die oberen Stockwerke sind bewohnt.

Für die Sanierung im Jahr 2010 wurde das Gebäude für die thermische Sanierung mittels schräg gebohrten Dampfinjektionsbrunnen, einem umlaufenden Ring von Bodenluft- und Grundwasserbrunnen und einer horizontalen Bodenluftdrainage unterhalb des Gebäudes erschlossen. Während der achtmonatigen Dampfinjektion wurde die gesättigte Zone auf die erforderliche Gemischsiedetemperatur von 92 °C erwärmt. Der schadstoffbelastete Grundwasserwechselbereich und die Schlufflage wurden auf über 70 °C erwärmt.

Nach Abschluss der anschließenden zweimonatigen Abkühlphase konnte das Erreichen der Sanierungszielwerte bestätigt werden. Die geforderten Sanierungszielwerte von 10 mg CKW je m³ Bodenluft, bzw. 10 µg CKW/L im Grundwasser wurden erreicht und deutlich unterschritten.

2. STANDORTBESCHREIBUNG

2.1 STANDORTHISTORIE | HEUTIGE NUTZUNG

Im Erdgeschoss des alten Schlachthauses von Durlach, einem 1547 erbauten historischen Gebäude (Abb. 1), das unter Denkmalschutz steht, wurde von 1946 bis 1973 eine chemische Reinigung betrieben.

Am Altstandort wurden in den Jahren 1980 bis 2000 Bodenluft-, Boden- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigten eine starke Belastung der Bodenluft mit chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW). Die Belastungen gingen offensichtlich vom Untergrund des Erdgeschossraums der ehemaligen chemischen Reinigung (Kanalisation) und einem Teil des Vorplatzes (Lager und Standort der Reinigungsmaschinen) aus. Eine Erkundung unterhalb des Gebäudes war aufgrund der Randbedingungen (z.B. Fußbodenheizung) nicht möglich.

Aus einem ehemaligen Stichkanal, der unterhalb der Bodenplatte bis vor die Eingangstür in den städtischen Kanal reichte und aus dem Bereich des ehemaligen Standorts der Reinigungsmaschinen / Lager auf dem südwestlichen Hofbereich gelangten Schadstoffe in den Untergrund. Das Gebäude selbst ist nicht unterkellert.

Die Schadstoffe waren auch ins Grundwasser eingetreten. Dieser Umstand wurde bereits bei Untersuchungen der frühen 80er Jahre erkannt. Erste Sanierungsmaßnahme war die Teilentnahme von kontaminiertem Boden im Zuge von Erneuerungsarbeiten am bestehenden Stichkanal und der zeitweise Betrieb eines Sanierungsbrunnens, welcher unmittelbar im Abstrom des Grundstücks errichtet wurde.

Das alte Schlachthaus ist eines der ältesten Gebäude in Durlach und liegt mitten in der Altstadt, begrenzt von der alten Stadtmauer auf der einen und einem Kinderspielplatz auf der anderen Seite.

Das Erdgeschoss wird derzeit gewerblich als Kunsthandlung genutzt. Im Obergeschoss befinden sich Mietwohnungen. Das Gebäude sollte während der Sanierung ohne Einschränkung genutzt werden, was besondere Anforderungen an Lärm- und Emissionsschutz stellte.

Der Kinderspielplatz wurde für die Sanierungsdauer gesperrt und als Standort der Sanierungsanlage genutzt. Zu- und Abfahrt zum Standort waren nur über ein enges Stadttor möglich.

2.2 UNTERGRUNDAUFBAU

2.2.1 GEOLOGIE

Der Altstandort befindet sich am Ostrand des ca. 300 km langen und durchschnittlich 40 km breiten Grabenbruchsystems des Oberrheingrabens. Vertikalbewegungen entlang von Verwerfungen bildeten im Verlauf des Tertiärs und Quartärs einen Graben, welcher mit mächtigen Lockergesteinsserien verfüllt wurde.

Das Gebiet befindet sich im Übergangsbereich zwischen dem Gebirgsrand im Osten und den lößbedeckten Niederterrassen der Oberrheinischen Tiefebene im Westen. Die Hochterrasse (Altstadt Durlach) ist unterlagert von grundwasserführenden Quartärsedimenten darunter folgen tertiäre Mergel, welche als Grundwasserstauer in 13 m Tiefe dienen.

Der geologische Untergrund im Bereich des Altstandortes wird durch Lockersedimente mit einer Mächtigkeit von rund 13 m gebildet.

Dabei handelt es sich um eine rund 3 m mächtige Abfolge von schluffigen Sanden bis sandigen Schluffen, die zum Liegenden in kiesig-sandige Abfolgen mit einer von oben nach unten zunehmenden Wasserdurchlässigkeit übergehen. Unterlagert werden diese Schichten durch die Tertiärabfolgen (Oberoligozän), einer Abfolge von Tonmergeln.

Anthropogene Auffüllungen wurden lokal mit einer Mächtigkeit von max. 2,5 m vorgefunden; sie sind schluffig mit Kies und Sandanteilen sowie Bauschutt und untergeordnet Abfallbestandteilen.

2.2.2 HYDROGEOLOGIE

Der Grundwasserspiegel liegt zwischen 3,5 - 4,0 m u. GOK. Die Grundwasserfließrichtung schwankt saisonal zwischen westlicher und südwestlicher Richtung.

Der Bodenaufbau besteht im Mittel aus Auffüllungen bis ca. 1,5 m u. GOK, sandigem Schluff mit eingelagerten schluffigen Feinsandschichten ($k_f < 1 \times 10^{-5}$ m/s) bis ca. 2,5 m u. GOK, schluffigem Feinsand bis ca. 4,0 m u. GOK (k_f ca. 5×10^{-5} m/s).

Darunter stehen Fein- und Mittelsande bis 7 m u. GOK (k_f ca. $0,8 - 3 \times 10^{-4}$ m/s), Mittel- und Grobsande, kiesig, bis 8,0 m (k_f ca. $0,5 - 2 \times 10^{-3}$ m/s) und Kieslagen (k_f ca. $3 - 8 \times 10^{-3}$ m/s) bis zu einer Teufe von ca. 13 m an. Das Grundwassergefälle beträgt im Mittel 2 ‰.

2.3 SCHADENSBILD | KONTAMINATION

Am Altstandort wurden in den Jahren ab 1980 bis 2000 Bodenluft-, Boden- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigten eine starke Belastung der Bodenluft sowie des Grundwassers mit CKW. Die Belastungen gingen offensichtlich vom Untergrund des Erdgeschossraums der ehemaligen chemischen Reinigung und einem Teil des Vorplatzes aus.

Durch die vorhandene Fußbodenheizung war eine detaillierte Untersuchung des Untergrundes unterhalb des Gebäudes nicht möglich.

Die Belastungen mit CKW beschränkten sich mit über 95 % auf den Einzelstoff Perchlorethylen (PER). Die in der Bodenluft analysierten höchsten Gehalte lagen bei 1.700 mg/m^3 . Im Boden wurden Werte bis

3.820 mg/kg , im Grundwasser bis 38.850 µg/L vorgefunden.

Aus den Untersuchungen im Rahmen des 2005 durchgeführten Pilotversuchs wurde das Schadstoffinventar auf rund 1.000 - 2.000 kg CKW in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone im Sanierungsbereich abgeschätzt; nach Abschluss der Sanierung ergab sich eine Schadstoffmenge von rd. 500 kg.

2.4 AUSWIRKUNGEN DER KONTAMINATION

Raumluft

Bei verschiedenen Messungen der Raumluft im gewerblich genutzten Erdgeschoss wurden geringfügig erhöhte Gehalte von Perchlorethylen gemessen.

Eine Beurteilung durch das Gesundheitsamt kam zu dem Ergebnis, das keine konkrete Gefährdung besteht, jedoch eine langfristige Herabsenkung dieser Werte durch eine Sanierung empfohlen wird.

Grundwasser

Der oberste Grundwasserleiter steht weiträumig mit dem Rhein in Verbindung. Aus dem Festgestein der Grabenschulter des Oberrheingrabens erfolgt ein Randzufluss.

Die grundwassererfüllte Mächtigkeit des oberen Kieslagers beträgt rund 9 - 10 m. Die Emissionsbegrenzung (20 g/d CKW) wurde eingehalten. Die Immissionsbegrenzung (10 µg/L CKW) wurde allerdings auch im weiteren Abstrom deutlich verletzt.

Am Ort der Beurteilung, im Übergang von ungesättigter zu gesättigter Bodenzone unterhalb des Schadensherdes, lagen die Konzentrationen an CKW nach den Ergebnissen horizontierter Grundwasserbehebungen im Bereich von $3.000 - 30.000 \text{ µg/L}$.

2.5 MAßNAHMEN ZUR GEFAHRENABWEHR

Erste Sanierungsmaßnahmen wurden in den 1980er Jahren durchgeführt. Dies waren u. a. die Teilentnahme von kontaminiertem Boden im Zuge von Erneuerungsarbeiten am bestehenden Abwasserstichkanal, sowie der zeitweise Betrieb eines Sanierungsbrunnens im unmittelbaren Abstrom des Grundstücks.

3 SANIERUNGSZIELE

Ziele der thermischen In-situ-Sanierung mittels Dampf-Luft-Injektion (DLI) im Schadenszentrum waren:

- die Erwärmung des Untergrunds in einer Tiefe von ca. 5 - 6 m unter GOK auf Temperaturen $> 92\text{ °C}$ (Gemischsiedetemperatur, Azeotrop eines PCE-Dampf-Gemischs),
- die Erwärmung der Schluffschichten im Bereich von ca. 1 - 3 m u. GOK auf Temperaturen von ca. 50 °C ,
- die Entfernung der Schadstoffe aus dem Sanierungsfeld auf die behördlich festgelegten Sanierungszielwerte bei gleichzeitiger Grundwasserhaltung bis zum Erreichen folgender Sanierungszielwerte:

Tabelle 1: Sanierungszielwerte

Parameter	
CKW-Konzentration Grundwasser [$\mu\text{g/L}$]	10
VC-Konzentration Grundwasser [$\mu\text{g/L}$]	3
CKW-Konzentration Bodenluft [mg/m^3]	10

4 SANIERUNGSVERFAHREN

4.1 AUSWAHL DES SANIERUNGSVERFAHRENS

Im Jahr 2004 wurde im Auftrag der Stadt Karlsruhe von der dplan GmbH die Sanierungsuntersuchung durchgeführt. Unter dem Gesichtspunkt der Kosten-Wirksamkeit wurde das Verfahren der Dampf-Luft-Injektion als Erfolg versprechend für diesen Standort eingestuft und zunächst die Durchführung eines Pilotversuches empfohlen. In Zusammenarbeit mit der Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung (VEGAS) der Universität Stuttgart fand 2005 in einem Teilbereich des Altstandorts eine Pilotierung zur thermisch unterstützten In-Situ-Sanierung des CKW-Grundwasserschadens mittels Dampf-Luft-Injektion statt. Hierbei wurde ein Satteldampf-Luft-Gemisch bei parallel betriebener Bodenluftabsaugung und gleichzeitiger Grundwasserentnahme in die gesättigte Zone injiziert. Die wesentlichen Randbedingungen zur Planung der großtechnischen Auslegung der Sanierungsanlage wurden ermittelt und ein Sanierungsvorschlag für den Standort

erarbeitet; die erfolgreiche Pilotanwendung konnte nicht zuletzt durch die Entfernung von rund 450 kg CKW in diesem 6-wöchigen Zeitraum nachgewiesen werden.

Im Mai 2006 wurde von der dplan GmbH das abschließende Gutachten zur Sanierungsuntersuchung verfasst. Die daran anschließende Sitzung eines Expertengremiums führte zum Beschluss, den Altstandort mit Hilfe einer Dampf-Luft-Injektion zu sanieren.

4.2 TECHNOLOGIEBESCHREIBUNG

Das am Standort eingesetzte Sanierungsverfahren basierte auf der Injektion eines Dampf-Luft-Gemisches in die gesättigte Zone unterhalb des Schadenszentrums in 8 m Tiefe. Die Schadstoffe wurden infolge des Fortschreitens der Dampf- und Wärme front durch Erwärmung verdampft und die injizierte Luft trug die CKW gasförmig in Richtung der ungesättigten Zone.

Die Entfernung der in die Bodenluft überführten Schadstoffe erfolgte über eine gleichzeitig betriebene Bodenluftabsaugung. Parallel zur Erwärmung der gesättigten Zone erfolgten auch eine Erwärmung und eine erhöhte Lösung der Schadstoffe in der bindigen Schluffschicht der ungesättigten Zone. Diese Schluffschicht wurde auf über 70 °C erwärmt und die adsorbierten Schadstoffe verdampft. Der Betrieb einer Grundwasserhaltung sicherte die Entnahme der wassergelösten Schadstoffe und schützte vorsorglich vor einer abstromigen Verfrachtung während der Sanierung.

Zum Schutz der Mieter im Erdgeschoss wurde eine Online-GC-Raumluft-Überwachung mit einer angeschlossenen Bewetterungsanlage installiert, welche im Falle einer Überschreitung der Grenzwerte eine Belüftung durchgeführt hätte. Dadurch wurde die Nutzung der Räumlichkeiten im Erdgeschoss gesichert.

5 GENEHMIGUNGSVERFAHREN

Der von dplan GmbH erstellte Sanierungsplan nach BBodSchG wurde 2008 für verbindlich erklärt. Wesentliche behördliche Auflagen waren die Gewährleistung der Anlagensicherheit. Kernstück der Anlage war ein kontinuierliches Online-Monitoring-System

von Schadstoff, Druck, Temperaturen in der Anlage und im Untergrund selbst während des Anlagenbetriebs. Weiterhin wurden hohe Anforderungen an den Schallschutz und die Ausbildung der Abluftableitung sowie an das Monitoring zur Einhaltung der Grenzwerte (sensibles Umfeld Wohngebiet) gestellt. In mehreren Informationsveranstaltungen wurden die betroffenen Anwohner im Vorfeld über die Sanierungsmaßnahme informiert.

6. SANIERUNG

Im Jahr 2009 erfolgte die Ausführungsplanung der Sanierungsmaßnahme (dplan GmbH) und die öffentliche Ausschreibung mit vorgeschaltetem Teilnahmewettbewerb durch die Stadt Karlsruhe - Umwelt- und Arbeitsschutz. Im Herbst 2009 wurde die technische Ausführung der Sanierung an die ZÜBLIN Umwelttechnik GmbH als Generalunternehmer vergeben. Die wissenschaftliche Begleitung und Online-Überwachung der Sanierung erfolgte seitens VEGAS im Auftrag der Stadt Karlsruhe, die Bauoberleitung und örtliche Bauüberwachung erfolgte seitens dplan GmbH.

Mit den umfangreichen Tiefbauarbeiten wurde im November 2009 begonnen. Aufgrund der baulichen Gegebenheiten am Standort konnten keine Vertikalbrunnen im Gebäude erstellt werden, ohne das Gebäude nachhaltig zu beeinträchtigen und die Nutzung während der Sanierung auszuschließen. Die Injektionsbrunnen wurden daher über sieben Schrägbohrungen und eine Vertikalbohrung von außen installiert. Die Extraktionsbrunnen wurden als Vertikalbohrungen rund um das Gelände, sowie einer mittigen Horizontalbohrung längs unter dem Gebäude installiert. Nach Montage der Sanierungsanlage wurde im April 2010 mit der Sanierung begonnen.

Der gesamte kontaminierte Standort war in vier Sanierungsfelder unterteilt, die von Ost nach West, entsprechend der Grundwasserfließrichtung erwärmt wurden. Pro Feld wurden zwei Dampf-Injektionsbrunnen über eine Zeitdauer von ca. 2 Monaten betrieben. Parallel hierzu lief die Bodenluftabsaugung abschnittsgewichtet an allen Extraktionsbrunnen.



Abbildung 2: Lageplan der Sanierungseinrichtungen

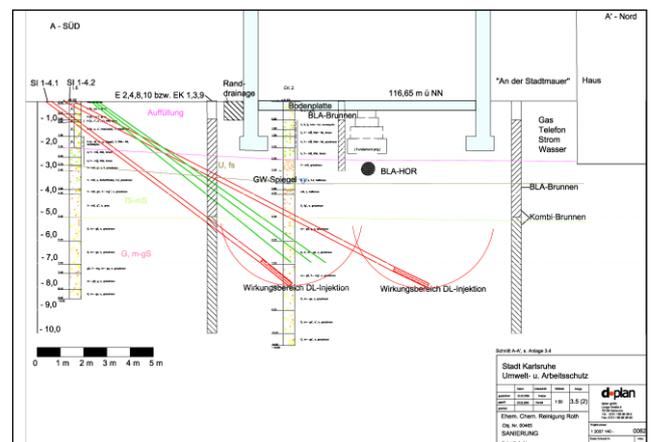


Abbildung 3: Schnitt (Nord-Süd)

Nach einer initialen Air-Sparging-Phase (ca. 1 Woche) wurde mit der Dampf-Luft-Injektion begonnen. Die Injektionsrate betrug anfangs 180 kg/h Dampf je Pegel, vermischt mit ca. 20 Nm³ Luft und wurde nach ca. einer Woche auf 80 - 120 kg/h Dampf mit 10 Nm³/h Luft reduziert. In der anschließenden 4- bis 5-wöchigen Aufwärmphase wurden die anstehenden Schluffe der ungesättigten Zone konduktiv auf Temperaturen bis > 70 °C erwärmt. Zur Kontrolle des Sanierungsfortschritts wurde die CKW-Konzentration in den Absaugpegeln kontinuierlich über einen GC-PID gemessen. Über den Schadstoffaustrag sowie über die Erwärmung des Untergrunds, die mit Hilfe von ca. 120 Temperatursensoren detektiert wurde, ließ sich der Sanierungsprozess optimal steuern.

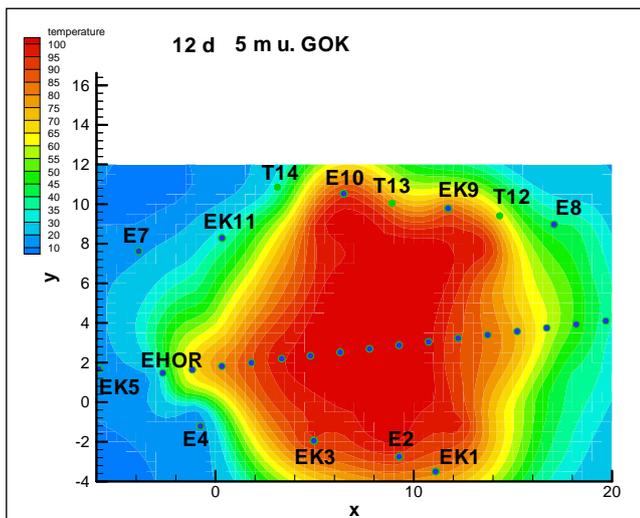


Abbildung 4: Temperaturfeld am 12. Tag in der gesättigten Zone

Zur hydraulischen Sicherung wurde unterstromig des Sanierungsfeldes kontinuierlich Grundwasser entnommen, welches gleichzeitig als Kühlwasser zur Kondensation der extrahierten heißen Bodenluft benutzt wurde.

Die entnommene Bodenluft wurde nach Kondensation über Luft-Aktivkohle gereinigt. Das anfallende Kondensat wurde zusammen mit dem geförderten Grundwasser über Wasser-Aktivkohle gereinigt und nach der Kühlstrecke zum Großteil oberstromig infiltriert.



Abbildung 4: Sanierungsanlage zur Dampf-Luft-Injektion - Dampferzeuger



Abbildung 5: Sanierungsanlage zur Dampf-Luft-Injektion – Bodenluft-Absauganlage

Die Sanierungsanlage war hierbei vollautomatisch ausgelegt, zusätzlich wurden die wesentlichen Anlagenelemente redundant ausgeführt, um eine maximale Verfügbarkeit zu gewährleisten.

Eine umfangreiche Prozesssteuerung war notwendig, um die räumliche und zeitliche Steuerung der Dampf-Luft-Injektion zu gewährleisten. Alle relevanten Messwerte (Schadstoffkonzentration, Druck, Temperatur, Volumenströme) wurden online erfasst und zeitnah von VEGAS abgerufen und ausgewertet.

In der abschließenden Abkühlphase wurde weiterhin Luft in alle Injektionsbrunnen injiziert, und gleichzeitig Bodenluft abgesaugt, sowie die Grundwasserhaltung betrieben.

Nach einer Gesamtdauer von 42 Wochen wurde die Sanierung im Februar 2011 erfolgreich abgeschlossen.

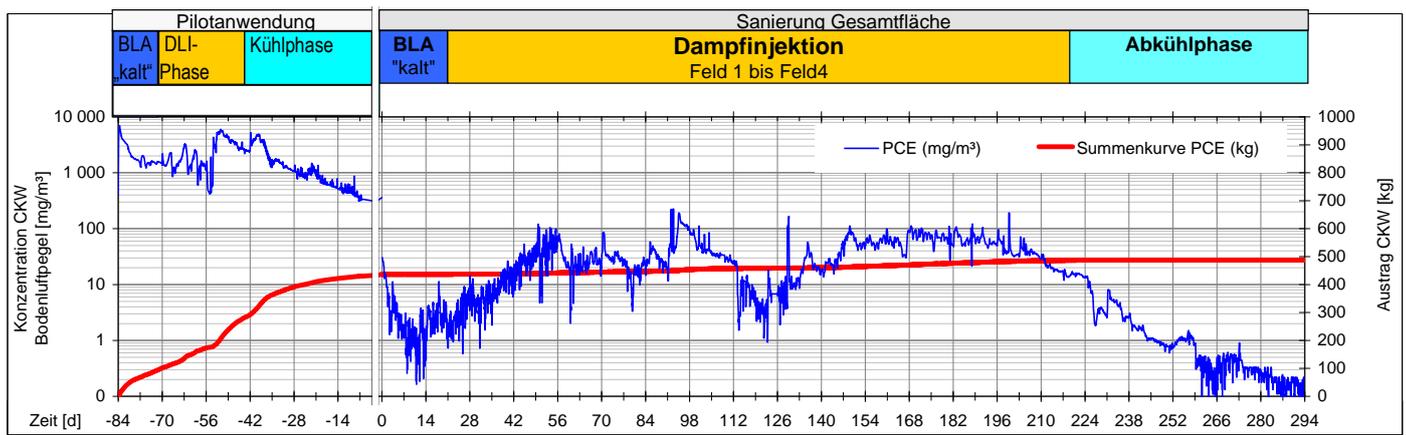


Abbildung 6: CKW-Austrag über die Bodenluftabsaugung während der thermischen Standortsanierung

7. WIRKSAMKEIT DER MAßNAHMEN

7.1 NACHGEWIESENE WIRKUNG DER TECHNOLOGIE(N)

Über ein engmaschiges Temperaturmessnetz wurde die Erwärmung des Untergrundes überprüft, die Injektionsleistung entsprechend gesteuert und die Wärmeausbreitung kontrolliert. Der Einsatz eines Online-GC-PID ermöglichte die Massenbilanzierung, die Steuerung der feldweisen Bodenluftentnahme sowie den Nachweis der Entfernung des Schadstoffes.

Weiterhin wurden nach Beendigung der Maßnahme 12 Bodenluftproben, verteilt über die Sanierungsfläche, entnommen, um den Restgehalt an Schadstoff zu bestimmen. In der Bodenluft wurde die Erreichung des Sanierungszielwertes bereits nachgewiesen. Für das Grundwasser wurde zum Abschluss die Erreichung der Sanierungszielwerte in zwei unmittelbar abstromigen Messstellen nachgewiesen. Das Sanierungsziel gilt als erreicht, wenn regelmäßige Messungen in den zwei Folgejahren in diesen Grundwassermessstellen unterhalb der Sanierungszielwerte liegen.

7.2 DARSTELLUNG DES SANIERUNGSERFOLGS

Durch die Dampf-Luft-Injektion in die gesättigte Zone in Kombination mit Bodenluftabsaugung und hydraulischer Sicherung konnte durch die Entfernung von rd. 500 kg CKW die Verunreinigung der gesättigten und ungesättigten Zone soweit entfernt werden, dass die Sanierungsziele erreicht wurden.

8 KOSTEN UND TERMINE

Nach 42 Wochen Betriebsdauer beliefen sich die Gesamtkosten auf ca. 650.000 € netto, was spezifischen Sanierungskosten von rd. 180 €/t behandeltem Boden entspricht.

9 UMWELTEFFEKTE

Verfahrenstypisch relevant ist für thermische Verfahren der spezifische Energiebedarf bezogen auf das behandelte Bodenvolumen; die Schadstoffmasse ist von sekundärer Bedeutung. Der spezifische Energiebedarf lag hier bei rd. 470 kWh/m³ Boden (Summe thermische und elektrische Energie).

Ein Maß für den Umwelteinfluss ist der Energieverbrauch, bzw. die spezifische CO₂-Emission. Es wurde sowohl Primärenergie zur Erzeugung der thermischen Energie (Dampf, 260 g CO₂ je kWh), als auch elektrische Energie (600 g CO₂ je kWh) für den Betrieb der Anlage eingesetzt. Die spezifische CO₂ Emission ergibt sich aus dem Verbrauch von insgesamt 780 MWh an thermischer Energie (226,2 t CO₂) und 153 MWh (91,8 t CO₂) an elektrischer Energie. Der CO₂-Gesamtausstoß der thermischen Sanierung erreicht damit statistisch den jährlichen CO₂-pro-Kopf-Ausstoß von 32 Bürgern (Deutschland 2008).

10. PROJEKT BETEILIGTE

Auftraggeber:	Stadt Karlsruhe / Umwelt- und Arbeitsschutz Frau Purkhold
Planer:	dplan GmbH denzel+dobrinski Ingenieur- und Umweltplanung Herr Denzel
Ausführender Generalunternehmer:	Züblin Umwelttechnik GmbH Herr Hetzer
Wissenschaftliche Begleitung:	Universität Stuttgart / Versuchs- einrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung (VEGAS) Herr Trötschler, Herr Koschitzky

11. ABSCHLIEßENDE BEWERTUNG

11.1 STANDORTEIGENTÜMER, BEHÖRDE UND BETEILIGTE SACHVERSTÄNDIGE

Für die Stadt Karlsruhe als Grundstückseigentümer war bei der Entscheidung für das Verfahren sowohl die kurze Sanierungsdauer als auch der wirtschaftliche Vorteil im Vergleich zu anderen Verfahren Ausschlag gebend.

Auch die Eignung vor dem Hintergrund der schwierigen baulichen Randbedingungen (Altstadtlage, enge Wohnbebauung, Denkmalschutz) spielte eine Rolle. Des Weiteren wurden langjährige Nutzungseinschränkungen wie z.B. bei pump&treat-Maßnahmen vermieden. Durch die gute Zusammenarbeit und das hohe Engagement aller Beteiligten konnte die Sanierung innerhalb der zeitlichen und finanziellen Vorgaben erfolgreich abgeschlossen werden.

11.2 PLANER

Die Anwendung innovativer Verfahren gelingt nur mit einem hohen Maß an Einsatzbereitschaft aller Beteiligten. Die Vorschaltung eines Pilotversuchs, neben der breit angelegten Information der Betroffenen im Vorfeld, war hier wesentlich für die Akzeptanz des Verfahrens. Die zeitlichen und finanziellen Vorteile des Verfahrens waren maßgebliche Parameter für die Auswahl des Verfahrens zur Sanierung der räumlich abgegrenzten Schadstoffquelle. Jede Anwendung des Verfahrens bedarf sicherlich einer standortspezifischen, detaillierten Untersuchung der Machbarkeit.

11.3 EXPERTEN-PANEL DER „TECHNOLOGIEPLATTFORM“

Ziel von ÖVA-Sanierungsreports ist, einen zeitnahen Informationstransfer zum erfolgreichen Einsatz innovativer Verfahren zu ermöglichen. Auf Basis der vorliegenden Informationen ist die dargestellte Anwendung als vorbildlich zu beurteilen, was durch intensive wissenschaftliche Begleitung und gute Interaktion aller Beteiligten begründet ist. Seitens des ÖVA wurde mit der Behörde deren Ansicht zum Sachstand kurz erörtert und ein Experte konnte im Zuge der laufenden Sanierung einen Ortsaugenschein durchführen.

Mit Dampf-Luft-Injektionen in der wassergesättigten Bodenzone steht eine neue Technologie zur Verfügung, die im Vergleich zu bisherigen Lösungen („pump&treat“) eine rasche Dekontamination am Schadensherd ermöglicht. Die Technologie kann unter Beachtung möglicher Setzungen auch bei bestehender Bebauung eingesetzt werden.

Auch unter einigen in Österreich häufigen hydrogeologischen Standortbedingungen ist eine Anwendung möglich. Eine hydraulische Abstomsicherung wird auch für Österreich als Grundvoraussetzung für die Genehmigung des Verfahrens gesehen. Das gegenständliche Beispiel zeigt, dass eine in-situ-Technologie entwickelt wurde, die bei entsprechenden Standortvoraussetzungen sowie sorgfältiger Planung und Begleitung eine wirksame Dekontamination ermöglicht.

Dieser Sanierungsreport wurde von **Hr. Denzel (dplan)**, **Hr. Hetzer (Züblin Umwelttechnik)**, **Fr. Purkhold (Stadt Karlsruhe)**, **Hr. Trötschler**, **Hr. Koschitzky (VEGAS)**, verfasst, welche für den Inhalt des Reports und die Richtigkeit der Ausführungen alleinig verantwortlich sind. Ihnen obliegt auch die Verantwortung für die Freigabe der Inhalte zur Veröffentlichung. Seitens des ÖVA wurde eine Plausibilitätsprüfung des Reports vorgenommen. Eine vertiefte Prüfung oder Verifizierung der dargestellten Ergebnisse erfolgt durch den ÖVA nicht. Der ÖVA sowie die in die Prüfung involvierten Experten übernehmen keine Verantwortung für Inhalt und Richtigkeit des Reports.