



# Erfolgsüberwachung und Monitoring der Altlastensanierung und Standortentwicklung am Beispiel

## PETROM-City in Bukarest (Rumänien)

Kurzdokumentation

Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau

Dieses Dokument entstand im Rahmen eines Projekts, das vom Bundesumweltministerium mit Mitteln des Beratungshilfeprogramms (BHP) für den Umweltschutz in den Staaten Mittel- und Osteuropas, des Kaukasus und Zentralasiens sowie weiteren an die Europäische Union angrenzenden Staaten finanziert und vom Umweltbundesamt begleitet wurde. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren:

Klaus Rehda, Klaus Heise

Berichtsdatum:

30.04.2015

## **Inhaltsverzeichnis**

1. Rahmenbedingungen, Anlass und Aufgabenstellung .....	3
2. Standortbeschreibung .....	5
2.1. Lage und Nutzung.....	5
2.2. Kontaminationssituation.....	6
2.3. Bewertungsgrundlagen .....	7
2.4. Nutzungs- und wirkungspfadbezogene Gefahrenanalyse .....	8
2.5. Sanierungsansatz und Sanierungsziel.....	10
3. Durchgeführte und laufende Sanierungs- und Überwachungsmaßnahmen .....	12
4. Nachnutzung und weiterer Handlungsbedarf.....	15
5. Genehmigungssituation und Entscheidungsprozesse der zuständigen Behörden im Ergebnis der durchgeführten Beratungen .....	16
6. Zusammenfassung und Schlussfolgerung .....	18
7. Quellenverzeichnis.....	21

## **Anhang**

Anhang 1: Lageplan (Standort im Stadtgebiet von Bukarest)

Anhang 2: Fotodokumentation

## 1. Rahmenbedingungen, Anlass und Aufgabenstellung

Im Zuge der Privatisierung der rumänischen Wirtschaft übernahm 2004 der österreichische OMV-Konzern 51 % der ehemaligen staatlichen rumänischen Erdölgesellschaft PETROM. Weitere Anteilseigner sind der rumänische Staat (21 %), der Fonds zur Entschädigung von Enteignungsopfern des Kommunismus (20 %) sowie die Europäische Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (European Bank for Reconstruction and Development; 2 %).

PETROM fördert, raffiniert und vertreibt petrochemische Produkte und verfügt über ein eigenes Tankstellennetz. Seit der Privatisierung wird der Konzern modernisiert. Im Zuge des Konzernumbaus werden Produktionsstätten und sonstige Standorte unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten überprüft und im Ergebnis über deren Stilllegung, Veräußerung oder Nachnutzung entschieden. Dabei spielen auch die Umweltauswirkungen der Standorte eine Rolle, sodass absehbar ist, dass vorhandene Altanlagen bzw. Altlasten schrittweise zu sanieren sind.

Im Privatisierungsvertrag zwischen dem rumänischen Staat und der OMV ist geregelt, dass der Staat als ehemaliger Eigentümer im Sinne der Störerhaftung PETROM die Kosten der Altlastensanierung zu erstatten hat. Dies gilt aber nur für Schäden, die zum Zeitpunkt des Verkaufs nicht zu beziffern oder unbekannt waren.<sup>1</sup>

Im Jahr 2005 entschloss sich PETROM, ein bis in die 1990er Jahre betriebenes, ca. 20 ha großes innerstädtisches Tanklager zu revitalisieren, um dort ein neues Headquarter zu errichten (PETROM-City). Aus diesem Grund war eine umfangreiche Beräumung des Geländes mit einer nachfolgenden Sanierung der vorhandenen Kontaminationen erforderlich. Im Ergebnis begannen im Jahr 2006 umfangreiche Untersuchungen des Standortes durch die von der Firma PETROM beauftragte Firma ZÜBLIN, die als Fachgutachter die Firma HPC einband. Es entstand ein Sanierungskonzept, das die 65%ige Schadstoffreduzierung in Boden und Grundwasser vorsah und das 2006 durch die damalige regionale Umweltagentur Bukarest (Regional Environmental Protection Agency, REPA) genehmigt wurde.

Durch die Firma ZÜBLIN wurden in den Folgejahren sowohl die Dekontamination des Grundwassers als auch die Reinigung der am stärksten kontaminierten Böden durchgeführt. Trotz des Erreichens der vorgegebenen Sanierungsziele im Jahr 2010 wurde die Grundwassersanierung im Intervallbetrieb bis September 2013 fortgesetzt, um den Sanierungserfolg langfristig zu sichern. Das sanierungsbegleitende Monitoring wurde weitergeführt und soll 2015 beendet werden.

Die Bestätigung und Umsetzung dieses Sanierungskonzeptes stellte die örtlichen Umweltbehörden (sowohl die REPA als auch die Lokale Umweltagentur Bukarests (LEPA Bukarest) und Apele Romane als Wasserbehörde) vor erhebliche Schwierigkeiten, da zu diesem Zeitpunkt in Rumänien weder erforderliche Rechtsnormen für Grundwasser noch Vollzugserfahrungen bzw. Vollzugshilfen zur Umsetzung bodenschutzrechtlicher Vorgaben existierten.

---

<sup>1</sup> Die OMV hat Ende 2010 Klage vor dem Schiedsgericht der Internationalen Handelskammer in Paris eingereicht, da Rumänien die Rückerstattung von rund 21 Millionen Euro für Sanierungsmaßnahmen der OVM (Ölraffinerie Petrobrazi, Chemiewerk Doljchim) unter Hinweis auf o. g. Regelung verweigert hat. Das Urteil des Schiedsgerichtes wird richtungsweisend für weitere Sanierungsmaßnahmen in Rumänien sein.

Bereits 2005 begann in der damaligen REPA Bukarest ein Twinning-Projekt mit Deutschland zur Unterstützung der rumänischen Umweltverwaltung. Obwohl der Schwerpunkt dieses Projektes insbesondere im Lärmbereich und bei der Ertüchtigung der Umweltverwaltung für die Bereiche Abfall, Luftreinhaltung und Genehmigungsverfahren lag, wurden auch erste Hinweise und Unterstützung für die behördliche Genehmigung des PETROM-Projektes gegeben. Da dies das erste Projekt zur Altlastensanierung dieser Art in Rumänien war und gleichzeitig die enge Verknüpfung zwischen Privatisierung und Altlastensanierung gegeben ist, stand dieses Projekt unter besonderer Beobachtung und Beteiligung der Nationalen Umweltagentur (National Environmental Protection Agency, NEPA) und des Umweltministeriums in Rumänien.

Mit Fortschreiten des Projektes forderten ZÜBLIN, aber auch der Auftraggeber PETROM, klare Aussagen und Bestätigungen der rumänischen Umweltbehörden zur Umsetzung des Sanierungskonzeptes bzw. zur Dekontamination des Standortes. In der Folge waren die Umweltbehörden (sowohl REPA als auch NEPA) wegen der fehlenden Erfahrung und Sachkenntnis unsicher und erbaten 2010 weitere Unterstützung von deutscher Seite, um das Sanierungsprojekt zu einem erfolgreichen Abschluss zu bringen und die geplante Nachnutzung des Standortes vorzubereiten. Diese Unterstützung wurde im Rahmen des Beratungshilfeprogramms (BHP) ermöglicht und 2010, 2012 und 2014 fanden entsprechende Beratungsmissionen durch die Autoren statt. Die LEPA Bukarest erbat dann 2014 weitere Beratungsunterstützung.

BMUB und UBA waren bereit, diese Unterstützung erneut im Rahmen des BHP zu gewähren und empfahlen nach Rücksprache mit dem rumänischen Umweltministerium eine standortübergreifende und längerfristige Ergebnisverwertung. Weil für die Konzipierung dieser komplexeren Beratungsleistung noch fachliche sowie umsetzungsrelevante Kenntnisdefizite bestehen, ist eine stufenweise Beratung vorgesehen:

- a) Beratung zu Erfolgsüberwachung und Monitoring der Altlastensanierung und Standortentwicklung am Beispiel des Standorts PETROM in Bukarest (= laufendes Projekt),
- b) Beratung zu einer standortübergreifenden und branchenbezogenen Methodik für das Altlastenmanagement auf petrochemischen Standorten und deren Nachnutzung in Rumänien (Folgeprojekt).

Die Leistungen unter a) umfassen

- eine zusammenfassende Kurzdokumentation für den PETROM-Standort und
- ein detailliertes Konzept für das Folgeprojekt.

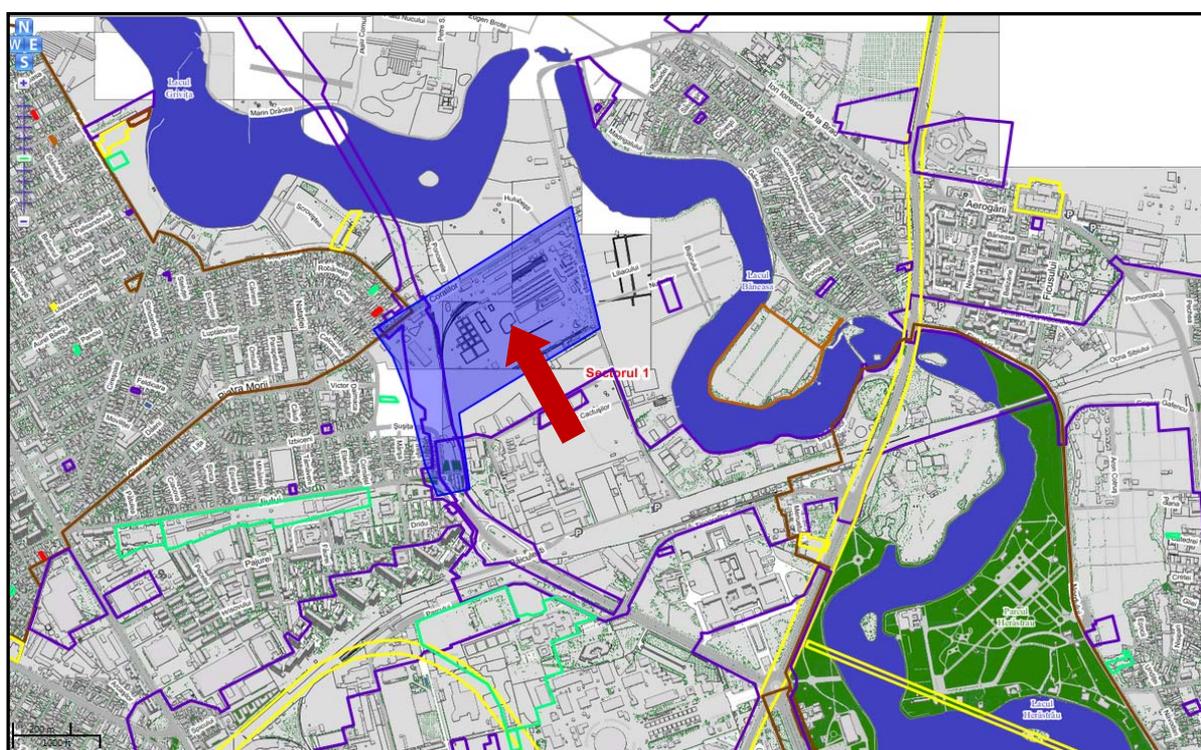
Hiermit wird die Kurzdokumentation vorgelegt.

## 2. Standortbeschreibung

### 2.1. Lage und Nutzung

Der Bebauungsplan „PETROM-City“ [12] umfasst ein ca. 20 ha umfassendes ehemaliges Tanklager im Stadtteil Baneasa (Bukarest), auf dem PETROM sein Headquarter (ca. 4 ha) errichtet hat. Vorgesehen ist die Nutzung für Gewerbe-, Verwaltungs-, Büro- und Wohngebäude. Aktuelle Planungen sehen die Errichtung eines weiteren Bürogebäudes (PETROM-City II) und als sensibelste Nutzung eine Schule und einen Betriebskindergarten vor.

Derzeit besteht PETROM-City aus einem Datacenter, dem Headquarter und einem Verwaltungsgebäude. Die Energieversorgung erfolgt mittels Kraft-Wärme-Kopplung über das eigene Kraftwerk, an das sich ein Parkhaus mit ca. 1.000 Stellplätzen anschließt.



**Abb. 1:** Lage des Standortes und des B-Plan-Gebietes im Stadtgebiet von Bukarest  
(Quelle: <http://www.pmb.ro/>)

Das Gelände wurde von 1936 bis 2005 als Tanklager genutzt und im zweiten Weltkrieg bombardiert. Es bestand im Wesentlichen aus drei Teileinheiten:

- Baneasa Terminal: Lagerung, Abfüllung und Umschlag von Mineralölprodukten (Benzin, Diesel, Brennstoff, Schmierstoff) sowie Vor- und Abprodukten (Altöl, Ölschlamm), Fahrzeugwartung und Abwasservorbehandlung („Separator“),
- APS Baneasa: Reparatur, Wartung und Reinigung von Produktpumpen, Tankfahrzeugen und Tanks mittels Dampf, der vor Ort (Heizzentrale (Gas, Heizöl)) erzeugt wurde,
- Transpeco Baneasa: Wartung und Reparatur von Tankfahrzeugen.

Im Westen grenzt Wohnbebauung an, ansonsten weitere, industriell genutzte Flächen. Die Entfernung des Geländes zum nördlich und nordöstlich gelegenen Oberflächenwasser (Baneasa See) beträgt ca. 150 bis 400 m.

In Vorbereitung der Revitalisierung wurde im Jahr 2007 die Bausubstanz des Geländes rückgebaut.



**Abb. 2:** Tanklager vor dem Rückbau (Quelle: Züblin)

## 2.2. Kontaminationssituation

Durch die langjährige Nutzung als Tanklager und damit verbundene Havarien und Handhabungsverluste wurden Boden und Grundwasser am Standort erheblich, v. a. durch Kraftstoffe (Diesel, Benzin) und deren Vorprodukte, kontaminiert. Die Hauptmasse der Schadstoffe wurde im Grundwasserschwankungsbereich ab ca. 4 m unter Gelände detektiert. Der gut durchlässige obere Grundwasserleiter hat eine Mächtigkeit von ca. 10 m und wird durch ca. 2-5 m mächtige bindige quartäre Sedimente und Boden überlagert. Der nach Ost bzw. Südost gerichtete Grundwasserabstrom wird zeitweise durch die (aufgestauten) angrenzenden Oberflächengewässer beeinflusst.

Haupteintragsbereiche waren das unterirdische Tanklager, das Hochtanklager sowie die Bahn- und LKW-Verladung. Dort waren in den 1970er bis 1990er Jahren große Mengen Kraftstoff (v. a. BTEX) über den Boden in das Grundwasser gelangt und hatten dort bis zu 1,60 m mächtige Phasenkörper gebildet. Die Phasenkörper haben sich mit dem Grundwasserabstrom bewegt, und so zu einer flächenhaften Kontamination der gesättigten Zone außerhalb der Haupteintragsbereiche geführt.

Die Kontaminationsschwerpunkte waren zudem durch hohe Schadstoffkonzentrationen gekennzeichnet (MKW & BTEX bis 7 mg/l, PAK bis 15 µg/l). Damit wurden die Geringfügigkeitsschwellen für Grundwasser (BBodSchV) fast um das 400-fache überschritten. Die Belastungen des sanierten Bodens (Eingang Bodensanierungsanlage) betragen im Durchschnitt 10.000 mg/kg MKW und 100 mg/kg BTEX. [14].

Die Erkundungsergebnisse belegten erhebliche Umweltschäden, von denen für die Schutzgüter Grund- und Oberflächengewässer, Boden (Abstrom) sowie das Schutzgut Mensch (Direktkontakt, Ausgasung) erhebliche Beeinträchtigungen und Gefahren ausgingen. Damit war eine Nachnutzung des Standortes ohne vorherige Sanierung nicht möglich.

### 2.3. Bewertungsgrundlagen

Die Beurteilung von Bodenkontaminationen erfolgt in Rumänien anhand von nutzungsbezogenen Alarm- und Interventionswerten, die in der Verordnung 756/1997 zur Prüfung der Umweltbelastung [2] festgelegt wurden. Die Überschreitung der Alarmwerte weist auf potenzielle Bodenverunreinigungen hin. Im Fall der Überschreitung der Alarmwerte ordnet die Behörde zusätzliche Überwachungsmaßnahmen und/oder die Verringerung der Umweltverschmutzung an. Bei Überschreitung der Interventionswerte prüft die Behörde die Anordnung von Untersuchungen zur Erfassung und Beurteilung der Umweltbelastung (Gefahrenbeurteilung), auf deren Basis über die weitergehende Anordnung von Sanierungsmaßnahmen entschieden wird. Dabei wird zwischen Alarm- und Interventionswerten für sensible (Wohn- und Erholungsgebiete, Ackerflächen, Schutzgebiete) und weniger sensible Flächen (gewerblich und industriell genutzten Flächen) unterschieden.

Stoff	Prüfwerte BBodSchV	Alarmwert mg/kg		Interventionswert mg/kg	
		Sensible	weniger sensible	Sensible	weniger sensible
	Kinderspielfläche / Wohnbebauung				
MKW	---	200	1.000	500	2.000
PAK (15 Stck)	---	7,5	25	15	150
Benzo(a)pyren	2 / 4	---	---	---	---
PCB	0,4 / 0,8	0,25	1	1	5
Blei		50	250	100	1.000

**Tabelle 1:** Gegenüberstellung der rumänischer Alarm- und Interventionswerte „Boden“ mit den Prüfwerten der BBodSchV für den Direktkontakt Boden – Mensch

Sofern Sanierungsmaßnahmen angeordnet werden, sieht die rumänische Verordnung vor, dass die Behörde auf Grund der Ergebnisse der Gefährdungsabschätzung und einer Kosten-Nutzen-Bewertung der Sanierung im Einzelfall entscheidet, ob die Sanierungsziele unter den Alert- bzw. den Interventionsschwellenwerten liegen müssen. Dabei dient die Kosten-Nutzen-Bewertung nach Kenntnis der Autoren zur Auswahl des Sanierungsverfahrens und ist insoweit nicht mit der Verhältnismäßigkeitsbetrachtung i. S. des BBodSchG gleichzusetzen, bei der letztlich auch der Umfang der Sanierung dem Verhältnismäßigkeitsgrundsatz entsprechen muss.

Für die Beurteilung des Wirkungspfades Bodenluft – Gebäude (Mensch) wurden die für Baden-Württemberg erlassenen Orientierungswerte (P-M) verwendet. Danach müssen in der Bodenluft für den bewertungsrelevanten Parameter Benzol  $10 \text{ mg/m}^3$  unterschritten werden, um Beeinträchtigung über den Wirkungspfad Bodenluft – Gebäude – Mensch auszuschließen.

Grundwasserbezogene Alarm- und Interventionswerte sind erst 2013 [3] in Rumänien eingeführt worden, sodass für die Bewertung des Wirkungspfades Boden – Grundwasser die Prüfwerte der BBodSchV herangezogen wurden und die Emissionsbeurteilung „Grundwasser“ analog der Regeln in Baden-Württemberg [8] erfolgte. Danach sind im direkten Grundwasserabstrom die Prüfwerte der BBodSchV (Immissionsbedingung) sowie die maximal tolerierbaren Schadstofffrachten (E-max-Werte, Emissionsbedingung) der „VwV Orientierungswerte“ [8] einzuhalten, sofern die Prüfwerte am Ort der Beurteilung mangels Verhältnismäßigkeit nicht erreicht werden können (vgl. Tabelle 2, Kapitel 2.4).

Insbesondere die Frage der Verhältnismäßigkeit, die bei der Auswahl der Sanierungsziele und -maßnahmen von Belang war, hat bei den rumänischen Behörden zu Unsicherheiten im Vollzug geführt, da sie in den geltenden Rechtsnormen nur bedingt berücksichtigt wird. Insoweit besteht hinsichtlich der Umsetzung gegebener Alarm-/Interventionswerte weiterer Beratungsbedarf bei deren praktischer Umsetzung.

#### **2.4. Nutzungs- und wirkungspfadbezogene Gefahrenanalyse**

In Auswertung der durchgeführten Untersuchungen war festzustellen, dass

- der Interventionswert Boden für den Parameter MKW in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes (massiv) überschritten wurde. Lokal wurden Überschreitungen für die Parameter PAK, PCB und Blei detektiert.
- die Prüfwerte der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser für die Parameter BTEX und untergeordnet für den Parameter MKW flächenhaft überschritten wurden,
- auf dem Grundwasser aufschwimmende Ölphasen bis zu einer Mächtigkeit von ca. 1,60 m auftraten, die einen massiven Eintrag von Mineralölprodukten belegten,
- die vom Standort abströmende Fracht die zulässigen Emissionswerte überschritten,
- die tolerierbare Bodenluftkonzentration in zahlreichen Proben überschritten wurden.

Stoff	Mittlere GW-Konzen. µg/l	E-Wert g/d	Prüfwerte BBodSchV	E-max-Werte nach [8]	Alarmwert µg/l	Interventionswert µg/l
MKW	570	433 g/d	200	100 g/d	100	600
PAK (15 Stck)	0,2	0,15 g/d	0,2	0,32 g/d	---	---
Naphtalin	20	15 g/d	2	4,5 g/d	10	70
BTEX (sum)	1.976	1.500 g/d	20	20 g/d	---	---
Benzol	1.340	1.020 g/d	--	2 g/d	10	50

**Tabelle 2:** Gegenüberstellung rumänischer Alarm- und Interventionswerte Grundwasser mit den Prüfwerten der BBodSchV, den E-max-Werten [8] sowie den mittleren GW-Konzentrationen

Im Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen war festzustellen, dass am Standort Schäden von Boden und Grundwasser vorlagen, von denen unter Berücksichtigung der geplanten Nachnutzung als Wohn- und Gewerbegebiet über die Wirkungspfade

- Direktkontakt Boden – Mensch
- Bodenluft – Gebäude
- Boden – Grundwasser (lokale Hot Spots)
- Grundwasser – Oberflächen-/Grundwasser

Gefahren für Mensch und Umwelt bestanden, sodass Sanierungsmaßnahmen erforderlich waren.

## 2.5. Sanierungsansatz und Sanierungsziel

In Anbetracht der eingetretenen Schäden in Boden und Grundwasser war absehbar, dass eine Sanierung bis zum Erreichen der in Tabelle 1 und Tabelle 2 dargestellten Beurteilungskriterien nicht mit verhältnismäßigem Aufwand zu erreichen war. Deshalb wurden nutzungsbezogene Teilsanierungsmaßnahmen zur Unterbrechung der relevanten Wirkungspfade (Kapitel 2.4) abgeleitet:

Gefahr	Gefahrenabwehrmaßnahmen	Wirkung auf Schutzgut
Direktkontakt	Abdeckung belasteter Bodenbereich mit ca. 0,35 m unbelasteten Bodens Verbot Grundwassernutzung	Mensch
Boden-Pflanze	Abdeckung belasteter Bodenbereich mit ca. 0,6 m unbelasteten Bodens	Mensch
Bodenluft – Gebäude - Mensch	Unterbrechung des Transfers durch Diffusions-sperren oder Gasdrainagen in neuen Bauwerken	Mensch
Boden - Grundwasser	Gesamtdekontamination unverhältnismäßig, daher lediglich lokal Aushub grundwasserrelevanter Kontaminationsquellen <sup>2</sup>	Mensch, Boden, Grundwasser
Grund- / Oberflächenwasser	Beseitigung Phasenkörper; Grundwasserreinigung, Stimulierung des biologischen Abbaus	Mensch (über Bodenluft), Grund- / Oberflächenwasser

**Tabelle 3:** Maßnahmen zur Gefahrenabwehr

Zur Unterbrechung des Direktkontaktes Boden – Mensch wurden von den Gutachtern [10] folgende Vorschläge unterbreitet:

- Aushub und Sanierung aller Bodenbereich bis zu einer Tiefe von 0,5 m (lokal auch tiefer), die den Interventionswert Boden für sensible Nutzung (500 mg/kg) überschreiten,
- Abdeckung sanierter Flächen mit einer 0,35 m dicken Bodenschicht, wobei die MKW-Werte den Alarmwert für sensible Nutzung (200 mg/kg) nicht überschreiten dürfen;
- Darunter: 0,5 m mächtige Schicht aus Standortmaterial zur Verfüllung von Hohlformen (z. B. Tankhöfe, Kanalsystem, Sanierungsgruben etc.) bis zum Interventionswert für weniger sensible Nutzungen (2.000 mg/kg); lokal (Schächte, Kanäle etc.) tieferreichende Dekontaminationsmaßnahmen;
- Darunter: Verfüllung von Hohlformen mit Standortmaterial, dessen Konzentration denen des Einbauortes entspricht.

---

<sup>2</sup> Dieser Wirkungspfad ist im Gutachten [11] nicht explizit benannt, ergibt sich aber aus der Tatsache, dass lokal Bodensanierungen bis in Tiefen > 0,65 cm vorgeschlagen wurden.

Durch das Aufbringen einer 0,85 m mächtigen Bodenschicht sollte der Direktpfad Boden – Mensch sicher unterbrochen werden und eine Nachnutzung möglich sein. Weiter Dekontaminationsmaßnahmen bezogen auf den Direktpfad Boden – Mensch bzw. den Wirkungspfad Boden – Grundwasser wurden nicht als notwendig erachtet. Zum Schutz von Gebäuden (Wirkungspfad Bodenluft – Mensch) sind technische Sicherungsmaßnahmen vorgesehen, die im Rahmen von Bauordnungsverfahren einzelfallbezogen abzuleiten und zu bewerten sind.

Da eine komplette Sanierung des Grundwassers nur durch eine unverhältnismäßige Gesamtsanierung des Standortes möglich wäre, bestand das Sanierungsziel „Grundwasser“ in der erheblichen Reduzierung des Schadstoffpotenzials durch Entfernung der Produktphasen, Reinigung des kontaminierten Grundwassers, Unterstützung des biologischen Abbaus und Sicherung des Grundwasserabstroms. Ein konkretes Reinigungsziel wurde nicht vorgeschlagen.

Im Ergebnis weiterer Abstimmungen zwischen dem Sanierungspflichtigem und der Umweltbehörde wurde in der Umweltgenehmigung „Avis de Mediu“ [9] bezüglich der Boden- und Grundwasserkontamination letztlich folgende Sanierungsziele festgeschrieben:

- Abdeckung sanierter Flächen mit einer 0,35 m dicken Bodenschicht, wobei die MKW-Werte den Alarmwert für sensible Nutzung (200 mg/kg) nicht überschreiten dürfen,
- Aushub und Sanierung aller kontaminierten Bodenbereich bis zu einer Tiefe von 0,65 m (im Bereich Kanalisation, unterirdischer Anlagen und Leitungen lokal auch tiefer) und Rückverfüllung der Bodenbereiche zwischen 0,35 m und 0,65 m mit Boden, der den Interventionswert Boden für weniger sensible Nutzung (2.000 mg/kg) nicht überschreitet,
- Reduzierung der Produktphasen und der Schadstoffkonzentration im Grundwasser auf 65 % des Ausgangswertes von 2006,
- Vorlage jährlicher Monitoringberichte.

Zum Erreichen der o. g. Sanierungsziele wurde für den Standort eine kombinierte Grundwasser- und Bodensanierungskonzeption abgeleitet. Ziele waren:

- die biologische Sanierung der oberflächennahen hochbelasteten Bodenbereiche am Standort,
- die Entfernung/Verringerung der Produktphasen (Grundwasserwechselzone),
- Grundwasserbehandlung (Reinigung, Stimulierung des natürlichen Abbaus) und
- die Sicherung des Standortes durch Verhinderung des Abstroms kontaminierten Grundwassers.

Da eine 100%ige Schadstoffbeseitigung technisch und wirtschaftlich nicht verhältnismäßig war, wurde in Abstimmung mit den Behörden als Sanierungsziel die Reduzierung der Schadstoffmenge im Grundwasser um 65 % innerhalb von 3 Jahren vereinbart. Als Vergleichswerte dienten dazu die Ausgangsmessungen aus dem Jahr 2006.

### 3. Durchgeführte und laufende Sanierungs- und Überwachungsmaßnahmen

Zur Erreichung der Sanierungsziele und deren langfristige Sicherung wurden am Standort in mehreren Etappen folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Abbruch der aufstehenden und unterirdischen Bausubstanz,
- Errichtung von Brunnen (> 60) zur Grundwasserhebung und -reinfiltration des gereinigten Grundwassers und zur hydraulischen Sicherung,
- Errichtung einer Grundwasserbehandlungsanlage (3 Linien) mit einer maximalen Reinigungskapazität von 150 m<sup>3</sup>/h,
- Errichtung einer Anlage zur Phasenabsaugung (Spezialpumpen) (Ex-geschützte Anlage, inkl. Tank mit Übergabestation für gewonnene Phase) und
- biologische Bodenbehandlung.

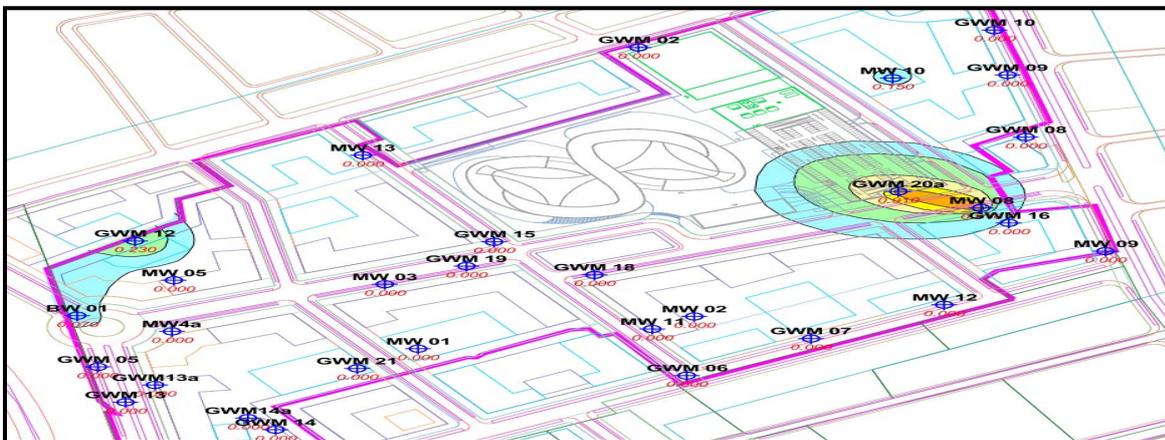
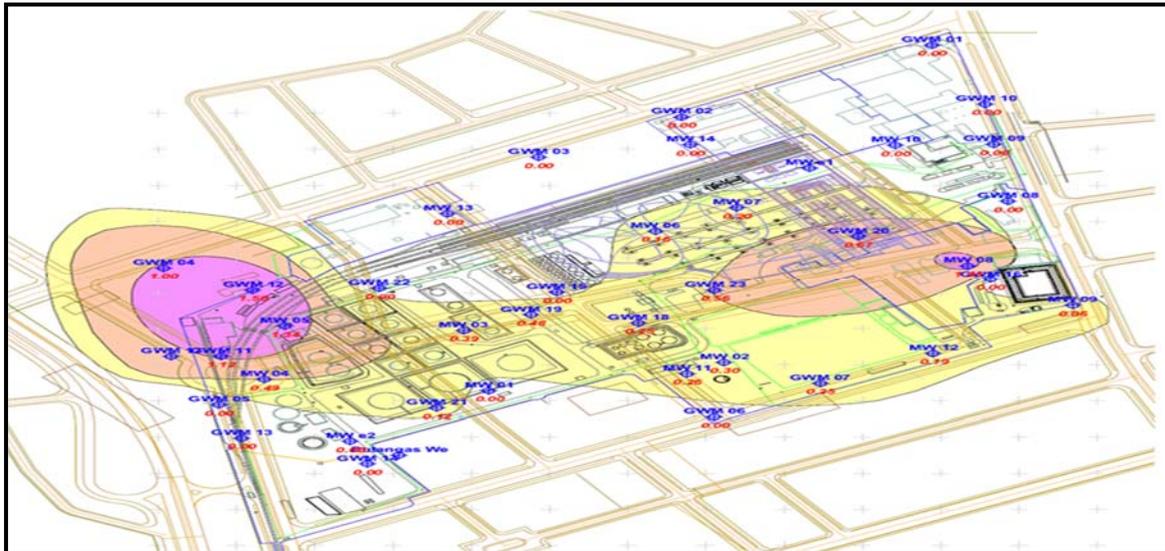


**Abb. 3:** Blick in die Grundwasserreinigungsanlage (Quelle: Züblin)

Um die Sanierung im vorgesehenen Zeitfenster (max. 3 Jahre) realisieren zu können, wurde kontaminiertes Grundwasser gehoben, über Aktivkohle abgereinigt und über Rigo- len/Brunnen reinfiltriert. Zur Unterstützung und Intensivierung des biologischen Schadstoff- abbaus wurden lokal Elektronenakzeptoren infiltriert. Durch die Sanierung konnten die Pha- senabschöpfung Ende 2009, die Bodensanierung Mitte 2010 und die Grundwassersanierung Ende 2010 abgeschlossen werden. Insgesamt sind rd. 200.000 m<sup>3</sup> Boden biologisch dekon- taminiert worden, 2.000 m<sup>3</sup> Produktphase abgesaugt und 2 Mio. m<sup>3</sup> Grundwasser gereinigt worden. Zum Nachweis des Sanierungserfolgs und zur Überwachung der Schadstoffentwick-

lung wird ein Monitoring durchgeführt, mit dem der Sanierungserfolg bestätigt und die weitere Schadstoffentwicklung überwacht und dokumentiert wird.

Um sicherzustellen, dass die bis 2010 erreichten Sanierungsziele weiterhin eingehalten werden, betrieb PETROM die Grundwasserreinigung und die hydraulische Sicherung des Standortes in vermindertem Umfang bis 2013 weiter. Zur Abschätzung von Rebound-Effekten wurden die Entnahmehäuser 2014 intermittierend betrieben. Im Ergebnis des begleitenden Monitorings, wurde die Grundwasserreinigungsanlage Mitte 2014 abgeschaltet.



**Abb. 4:** Grundwasserkontamination vor bzw. nach der Sanierung (Quelle: Züblin)

Parallel zum Grundwassermonitoring forderten die Behörden in den ehemaligen Hochlastbereichen Bodenluftuntersuchungen, um mögliche Ausgasungen leichtflüchtiger Schadstoffe über den Wirkungspfad Grundwasser – Bodenluft – (Gebäude) – Mensch zu quantifizieren und zu bewerten. Im Ergebnis der ab 2012 durchgeführten Untersuchungen wurde festgestellt, dass messbare Schadstoffkonzentrationen (Benzol) in der Bodenluft erst nahe der Grundwasserwechselzone (ca. 4 m u. GOK) auftreten und in Anbetracht der überlagernden Sedimente keine Gefahr darstellen. Die Untersuchungen belegen aber auch erhebliche Me-

thankonzentrationen, die durch einen unvollständigen biologischen Schadstoffabbau bedingt sind. Hier zeigt sich, dass nach Ende der aktiven Sanierung eine Unterversorgung mit Elektronenakzeptoren eingetreten ist. Durch die Anreicherung von Methan ist der Wirkungspfad Bodenluft – Gebäude – Mensch bei der Nachnutzung des Geländes zu berücksichtigen (z. B. Gasdrainagen).

PETROM plant, im Frühjahr 2015 ein abschließendes Grundwassermonitoring durchzuführen und die Überwachung des Standortes danach endgültig einzustellen. Inwieweit die Einstellung des Monitorings durch die Behörden akzeptiert wird, bleibt abzuwarten.

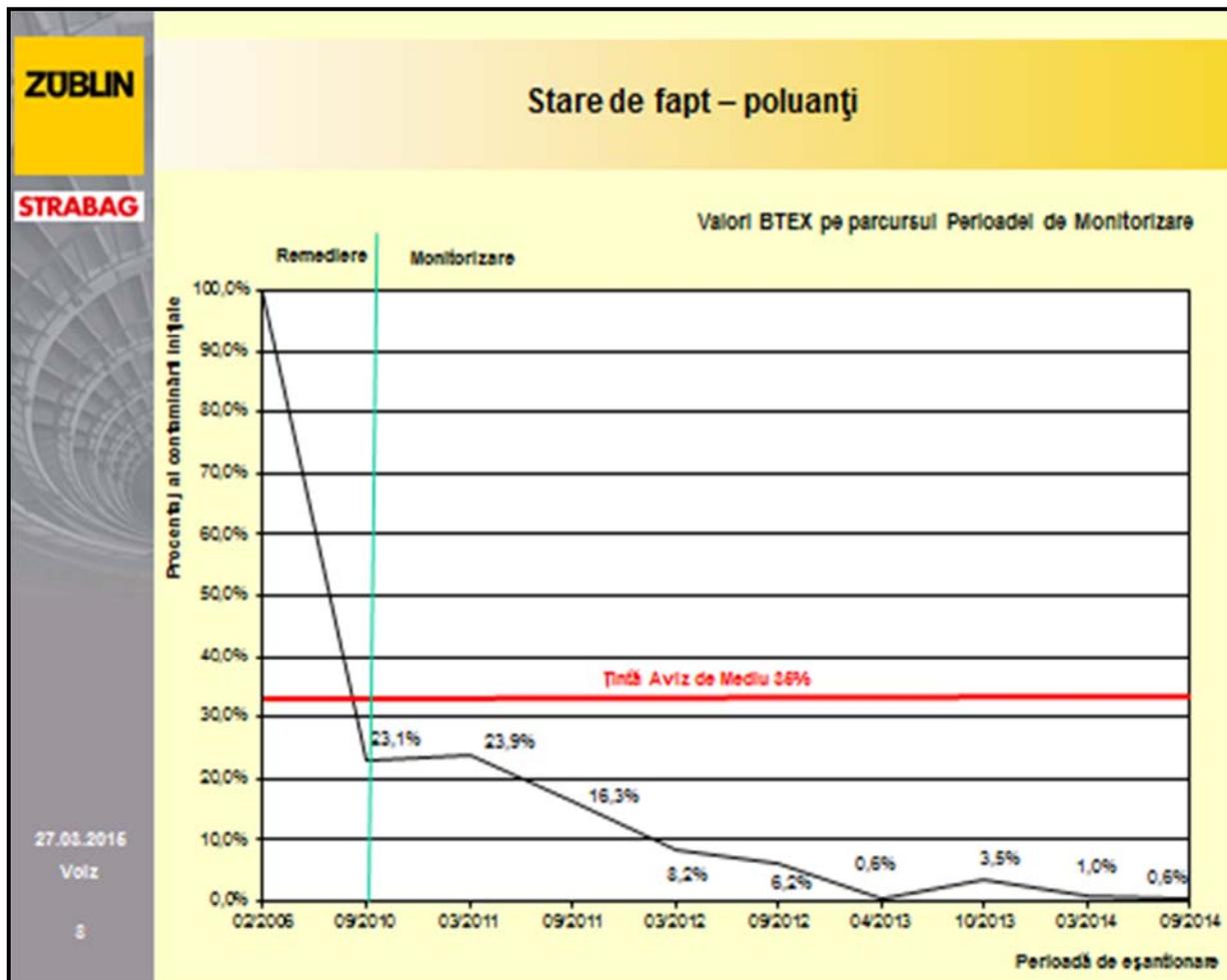


Abb. 5: Schadstoffgehalt BTEX bezogen auf den Ausgangszustand 2006 (Quelle: HPC)

#### 4. **Nachnutzung und weiterer Handlungsbedarf**

In Anbetracht der sensiblen Nachnutzung (Wohnbebauung, Kinderspielflächen), der Nutzungshistorie und der vorhandenen Restbelastung müssen die Behörden nunmehr

- entscheiden, ob das Monitoring eingestellt werden kann,
- entscheiden, ob präventive Sicherungsmaßnahmen für eine Unterbrechung des Wirkungspfades Bodenluft – Gebäude – Mensch bei der Errichtung von Gebäuden und Anlagen (Schächte) erforderlich sind,
- nutzungsbezogene Vorgaben für die Qualität oberflächennaher Bodenschichten (Spiel-, Rasen und Grünflächen) machen und
- die getroffenen Entscheidungen im Vollzug des Bauplanungs- und Baugenehmigungsrechts durch die Formulierung entsprechender Auflagen umsetzen.

Dazu stehen den Behörden derzeit mittlerweile verbindlichen Rechtsnormen für Boden und Grundwasser zur Verfügung, die nunmehr praktisch umzusetzen sind. Die daraus resultierenden Unsicherheiten im Verwaltungsvollzug sind wesentliche Gründe für den weiterhin vorhandenen Beratungsbedarf der rumänischen Umweltbehörden. Zur Verbesserung des Verwaltungsvollzugs wären Leitfäden sinnvoll, die konkrete Hilfestellung für fachliche, organisatorische und rechtliche Fragen im Vollzug bieten und anhand praktischer Sanierungsbeispiele zusammen mit den betroffenen Umweltbehörden entwickelt werden. Dadurch ist gewährleistet, dass Vollzug- und Sanierungskompetenz der zuständigen Umweltbehörden deutlich verbessert wird und die Behörden ihr Wissen landesweit weitergeben können.

Erfahrungsgemäß können die Grenzen für eine möglichst weitgehende Nachnutzung bei der Sanierung von Altlasten mit verhältnismäßigem Aufwand nicht erreicht werden. Insoweit sind durch die Behörden regelmäßig einzelfallbezogene Ermessensentscheidungen zu treffen. Für diesen Entscheidungsprozess sind Leitfäden und Vollzugshilfen unabdingbar, um den rechtlichen und materiellen Anforderungen im Verwaltungsvollzug zu genügen. Aus den Erkenntnissen der Beratungstätigkeit betrifft das im Wesentlichen:

- die Beurteilung der Verhältnismäßigkeit  
(Welche technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Kriterien können/müssen herangezogen werden?),
- die Beurteilung der Gefährdungssituation für die Festlegung nutzungsbezogener Sanierungsziele bzw. bei der Bestätigung des Sanierungserfolgs,
- die Berücksichtigung des natürlichen Schadstoffabbaus,
- Dauer und Umfang von Überwachungsmaßnahmen,
- Definition und Festlegung nutzungsspezifischer Auflagen in Bauordnungsverfahren (Flächen-/Bebauungsplan, Baugenehmigung).

Um den Anforderungen des Verwaltungsvollzugs gerecht zu werden, ist die Erarbeitung auf den Einzelfall anwendbarer Handlungsalgorithmen zielführend. Grundlage solcher Leitfäden können die für Deutschland entwickelten Methodiken sein.

## **5. Genehmigungssituation und Entscheidungsprozesse der zuständigen Behörden im Ergebnis der durchgeführten Beratungen**

Die Firma PETROM, die ihrerseits die Firma ZÜBLIN mit der Sanierung des Tanklagergeländes beauftragt hatte, beantragte im Jahr 2006 eine Genehmigung für den Rückbau des Tanklagers und die Dekontamination der Altlasten bei der REPA Bukarest.

Da bis dahin bei den Behörden keinerlei Erfahrungen im Altlastenbereich vorlagen und auch keine Vorgaben zu den Sanierungszielen für Grundwasser und Boden existierten, waren die Behörden unsicher, wie ein derartiger Antrag zu bescheiden sei. Im Ergebnis der Antragstellung erfolgte dann die Genehmigung für den Rückbau und die Dekontamination mit dem Ziel, mindestens 65 % der Schadstoffe aus dem Grundwasser und den Direktpfad Boden – Mensch zu unterbrechen. Diese Entscheidung wurde von der REPA getroffen, jedoch mit der NEPA abgestimmt. Problematisch dabei war, dass keinerlei konkrete Zielwerte für die Grundwasserkontamination festgelegt wurden und verständlicherweise auch schwer abzuschätzen war, von welchem Ausgangswert (100 %) bei der Kontamination auszugehen war.

Im nachfolgenden Prozedere wurden die Behörden, insbesondere die REPA Bukarest, durch die Firma ZÜBLIN eng in den Sanierungsprozess eingebunden, sodass wichtige Sanierungsschritte vorher mit der Behörde beraten wurden. Da es sich um eine sehr großflächige Grundwasserkontamination handelte, die auch Auswirkungen auf die Oberflächengewässer in der Umgebung hatte, wurde vonseiten der REPA auf Empfehlung der Autoren auch die Apele Romane als Wasserbehörde mit hinzugezogen. Sowohl die eingesetzten Sanierungstechniken als auch die Konzeption zur Überwachung der Sanierung waren für die beteiligten Behörden Neuland und mussten deshalb ausführlich erklärt und erläutert werden. Zusätzlich erschwert wurde die Situation dadurch, dass im Rahmen der Umstrukturierung der rumänischen Umweltbehörden, die REPAs im Jahr 2012 aufgelöst wurden und damit die Zuständigkeit an die LEPA Bukarest übergang. Damit verbunden waren auch personelle Wechsel auf Sachbearbeiter-Ebene, sodass wichtige Erfahrungen in diesem Bereich bei den Behörden verloren gingen. Gleichzeitig stand die Sanierungsmaßnahme aber, aufgrund der Dimension und der damit verbundenen finanziellen Auswirkung, unter der besonderen Beobachtung des Umweltministeriums. Erst 2009, mit der Regierungsentscheidung Nr. 53-2009, wurde ein nationaler Plan für den Grundwasserschutz und die Sanierung von Grundwasser in Rumänien verabschiedet. Diese Regierungsentscheidung wurde mit der Entscheidung 449 vom Juli 2013 nochmals erweitert und es wurden erst dann auch Alarm- und Eingreifwerte für bestimmte Schadstoffe im Grundwasser festgelegt. Zum Teil sind diese Regierungsentscheidungen auch zustande gekommen, weil die Erfahrungen im PETROM-Projekt zeigten, dass diesbezüglich Regelungsbedarf in Rumänien besteht.

Mit fortschreitender Sanierungsdauer und der engen Beteiligung der Behörden bei der Sanierung ergaben sich eine ganze Reihe technischer Fragestellungen, die aufgrund der personellen Ausstattung und des Hintergrundwissens in den Behörden nicht adäquat beantwortet werden konnten. Dies führte im Folgenden zu Entscheidungsdefiziten und daraus resultierenden Sanierungsprojektverzögerungen. Erst mit Beginn der Beratungstätigkeit 2010 wurde den rumänischen Behörden eine zunehmende Sicherheit bei der Entscheidung über die Sanierung auf dem PETROM-Gelände vermittelt. Problematisch dabei erwies sich nach wie vor, dass trotz des unbestrittenen Bedarfs kein zusätzliches bzw. speziell geschultes

Personal für diesen wichtigen Umweltaspekt bereitgestellt wurde. Die parallel zur Beratung des PETROM-Projektes durchgeführten Workshops für den Altlastenbereich mit praktischen Erfahrungen aus Deutschland hatten daher eine hohe Resonanz sowohl vonseiten anderer regionaler Behörden als auch der NEPA und des Umweltministeriums. Letztlich unterstützte auch PETROM die Beratungstätigkeit, da deutlich wurde, dass damit die Möglichkeit geschaffen wurde, gesicherte Entscheidungen vonseiten der Behörde zu den Sanierungszielen und dem Sanierungsabschluss bzw. Monitoring zu erhalten.

Mit dem weiteren Fortgang der Sanierung wurden dann die einzelnen Sanierungsschritte, wie z. B. Feststellung der Erreichung der Sanierungsziele, Einrichtung und Konfiguration des Monitoringkonzeptes, Dauer des Monitorings und Nachnutzung des Standortes mit der Behörde abgestimmt und durch die Umweltbehörde in entsprechenden Stellungnahmen und Auflagen umgesetzt. Diese Vorgehensweise leistete einen wesentlichen Beitrag zur erfolgreichen Beratung und dem Finden von praktikablen Lösungen durch die örtlichen Umweltbehörden. Im Einzelnen wurden folgende Missionen durchgeführt, die i. d. R. aus einem themenbezogenen Workshop, einer vollzugsorientierten internen Diskussion mit der Umweltbehörde sowie einem PETROM-spezifischen Fachgespräch bestanden:

#### **13.12. bis 16.12.2010**

Anlass war der Antrag von PETROM/ZÜBLIN, die aktive Sanierung (Heben und Reinigen des Grundwassers) einzustellen und durch die zuständige Behörde, die LEPA Bukarest, das Erreichen der vereinbarten Sanierungsziele zu bestätigen. Diese Fragestellung wurde in einem umfangreichen Termin im Beisein der zuständigen Behörde sowie der NEPA und des Umweltministeriums mit PETROM/ZÜBLIN diskutiert. Nach Vorlage der entsprechenden Unterlagen und der Auswertung der ersten Monitoringergebnisse der vorhandenen Brunnen konnte die Behörde die Beendigung der Sanierung bestätigen, da die vertraglich vereinbarten Sanierungsziele erreicht waren. Gleichzeitig wurden das Erfordernis und der Umfang des sanierungsnachlaufenden Monitoringprogramms sowie eines intermittierenden Anlagenbetriebs mit den Behörden und PETROM beraten. Beides wurde in der Folgezeit von ZÜBLIN realisiert.

#### **11.01. bis 13.01.2012**

Diese Mission hatte das Ziel, das bereits begonnene und von ZÜBLIN umgesetzte Monitoringkonzept zu diskutieren. Im Hinblick auf die Nachnutzung wurden Untersuchungen des Wirkungspfades Bodenluft – Mensch diskutiert und im Nachgang durch die REPA eingefordert.

#### **02.04. bis 04.04.2014**

Die 3. Mission erfolgte zur Diskussion des Monitorings und zur Diskussion der Frage, ob das umfangreiche Monitoringprogramm reduziert werden kann. Zudem wurde diskutiert, inwieweit biologische Abbauprozesse im Monitoring zu berücksichtigen sind. Im Ergebnis wurde festgelegt, das Monitoring ein weiteres Jahr durchzuführen, um verlässliche Daten über die dauerhafte Einhaltung des Sanierungsziels zu gewinnen. Zudem wurden Rahmenbedingungen für die möglichst weitgehende Nachnutzung des Geländes diskutiert. Im Ergebnis sind Auflagen entwickelt worden, die die LEPA Bukarest in ihrer Stellungnahme zum Flächennut-

zungsplan verwendete. Darüber hinaus ist erörtert worden, inwieweit den verbliebenen Restkontaminationen bei den nachfolgenden Baugenehmigungsverfahren Rechnung zu tragen ist.

### **22.03. bis 24.03.2015**

Die letzte Mission erfolgte, um den Abschluss des Monitorings festzulegen und zukünftige Auflagen bei der Nachnutzung des Standortes zu diskutieren. Dabei stand vor allem die präventive Sicherung von Gebäuden und deren Nutzern im Fokus.

Alle vier Missionen wurden auch mit Workshops verbunden, in denen ähnlich gelagerte Fälle aus Deutschland vorgestellt und diskutiert wurden bzw. rechtliche und fachliche Grundlagen vermittelt wurden, die für die Altlastensanierung insgesamt von Bedeutung sind.

## **6. Zusammenfassung und Schlussfolgerung**

Das Beratungsprojekt in Kombination mit der praktischen Sanierungsdurchführung führte zu einem deutlichen Kompetenzgewinn der zuständigen Behörden. Insbesondere die Verbindung von praktischer Erfahrung vor Ort auf dem PETROM-Gelände mit den Workshops, die Grundlagen sowie Erfahrungen aus Deutschland vorstellten, war sehr hilfreich. Darüber hinaus waren die Workshops auch ein wichtiger Baustein für die NEPA und das Umweltministerium bei der Erarbeitung der Regierungsentscheidungen zum Grundwasserschutz und zur Altlastenbearbeitung. Mittlerweile hat sich das PETROM-Projekt in Bukarest als Pilotprojekt bezüglich der Anwendung von Boden- und Grundwassersanierungstechnologien entwickelt und die Erfahrungen der Bukarester Behörden werden auch von anderen Behörden des Landes angefragt. Das Projekt insgesamt machte für die rumänischen Umweltbehörden deutlich, dass eine enge Zusammenarbeit bei der Sanierung und Nachnutzung eines kontaminierten Standortes mit den Grundstückseigentümern und Sanierern sinnvoll ist und letztendlich damit Lösungen gefunden werden, die für beide Seiten eine ordnungsgemäße Sanierung und eine Nachnutzung des Grundstückes gewährleisten.

Das PETROM-Gelände bot sich als Pilotprojekt sowohl für eine Tanklagersanierung als auch für eine innerstädtische Flächenrevitalisierung an, weil

- an sämtlichen Schritten im Vollzug (Bauplanungs- und Baugenehmigungsrecht) die Umweltbehörden als Träger öffentlicher Belange mit Stellungnahmen beteiligt waren,
- viele relevante Umweltmedien betroffen waren (Boden, Grundwasser, Oberflächenwasser, Bodenluft) und
- insoweit auch alle Fachbereiche des Umweltbereichs aktiv am Projekt beteiligt waren und am Erkenntnisgewinn partizipierten.

Um diesen Erfolg zu festigen, wäre zu diskutieren, gezielt in Zusammenarbeit mit PETROM, weitere ausgewählte Pilotprojekte im petrochemischen Bereich exemplarisch zu bearbeiten. Zielführend wäre die Begleitung des Rückbaus von Förderanlagen, Schlammgruben, Transportleitungen oder Raffinerien, da es eine Vielzahl dieser Objekte in Rumänien gibt.

Da beide Seiten, sowohl die Behörden als auch das Unternehmen, ein hohes Interesse an der Sanierung dieser speziellen Bereiche haben, sollte dieser Umstand genutzt werden, um die jetzigen Erfahrungen weiterzuentwickeln. Als wichtige Grundlage wären dabei Leitfäden (speziell zur Petrochemie) zu erarbeiten, die neben fachlichen Fragen auch auf Grundlage der europäischen und nationalen Gesetzgebung Rechtsgrundlagen entwickeln, auf deren Basis Sanierungsmaßnahmen zukünftig angeordnet und durchgeführt werden können (Zuständigkeit der Behörden, Zusammenspiel von Bergrecht, Wasserrecht und Abfallrecht). Diese Leitfäden könnten dann auch als Grundlage für Verwaltungsvorschriften dienen und damit ein einheitliches Vorgehen der Behörden im Land im Interesse der Rechtssicherheit für Investoren sichern. Damit wäre es für Rumänien leichter, zukünftig verstärkt Fördermittel, auch der Europäischen Union, für diesen Bereich einzusetzen.

Aus dem bisherigen Beratungsprojekt und den Workshops mit den rumänischen Umweltbehörden für das PETROM-Projekt ergeben sich aus Sicht der Autoren folgende generelle Schlussfolgerungen:

- (1) Es ist dringend erforderlich, Personal für den Altlastenbodenschutzbereich in den lokalen Umweltbehörden bereitzustellen und entsprechend auszubilden bzw. zu qualifizieren.
- (2) Aufgrund der Komplexität derartiger Sanierungsmaßnahmen sollten handhabbare Verwaltungsvorschriften bzw. technische Vorgaben zur Umsetzung der zur Boden- und Grundwassersanierung bestehenden Rechtsgrundlagen auf nationaler Ebene entwickelt werden, um ein möglichst einheitliches Vorgehen und Handeln der Behörden zu gewährleisten.
- (3) Um die Bedeutung des Bereiches zu stärken, müssten sowohl in der NEPA eine personelle Aufstockung erfolgen als auch im Umweltministerium eine klare Zuständigkeitszuordnung bzw. ein dafür eigens geschaffenes Referat gebildet werden.
- (4) Es muss geprüft werden, ob in Zukunft für diesen Bereich staatliche bzw. EU-Fördermittel bereitstehen, um mögliche Sanierungspflichtige bzw. Sanierungswillige auch finanziell zu unterstützen.
- (5) Zielführend ist die Umsetzung branchenspezifischer Pilotprojekte (Petrochemie, Bergbau, Erzverhüttung) mit den zuständigen Umweltbehörden.

Es ist klar, dass ein eventuell folgendes BHP-Projekt nur in ausgewählten Bereichen Unterstützung leisten kann. Insbesondere die personellen und organisatorischen Voraussetzungen müssen von rumänischer Seite geschaffen bzw. bereitgestellt werden. Das BHP-Projekt wird auch nicht die oben angesprochen Pilotprojekte finanzieren oder umfassend begleiten können. Notwendig und sinnvoll ist jedoch die Unterstützung der Behörden bei ihren Genehmigungs- bzw. Abwägungsprozessen (möglichst an konkreten praktischen Fällen), das Zusammenwirken verschiedener Behörden zu fördern und die Kooperation mit den Antragstellern zu verbessern. Die dabei gewonnenen Erfahrungen sollten sich dann in entsprechenden Fallstudien für Leitfäden oder Empfehlungen für die Sanierung und Standortentwicklung niederschlagen.



**Abb. 6:** PETROM-Zentrale in Bukarest (Quelle: Züblin)

## 7. Quellenverzeichnis

- [1] ABV Architektur und Bau Verlag: Petrom City Bukarest.  
<http://www.architekten24.de/projekt/petrom-city-bukarest/uebersicht/index.html> (Zugriff am 19.04.2015)
- [2] OM nr. 756/1997 pentru aprobarea Reglementării privind evaluarea poluării mediului publicat în MO nr. 303 bis din 6 noiembrie 1997- Partea I  
(Verordnung des Ministers für Wasser, Forsten und Umweltschutz für die Prüfung der Umweltbelastung (Alarm- und Interventionswerte Boden) – Quelle:  
<http://www.mmediu.ro/categorie/sol-subsol/23>)
- [3] Governmental Decision: DECISION no. 449 as of 4th July 2013 regarding the amendment and completion of the annex to Governmental Decision no. 53/2009 for approving the National plan for groundwater protection against pollution and degradation
- [4] Gesetz zum Schutz des Bodens vom 17. März 1998. BGBl. 1 Nr. 16 S. 502, Deutschland
- [5] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999. BGBl I Nr. 36 S. 1554, Deutschland
- [6] Umweltbundesamt (Hrsg.): Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten. Berlin: Erich Schmidt. Grundwerk, 1999
- [7] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Berechnung orientierender Hinweise auf Prüfwerte für flüchtige Stoffe in der Bodenluft. Altlasten und Boden News 1/2005
- [8] Sozialministerium und Umweltministerium Baden-Württemberg: Verwaltungsvorschrift über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen. Erlass vom 16.09.93 in der Fassung vom 01.03.98 mit Hinweisen der Landesanstalt für Umweltschutz, Stand 30.04.98
- [9] MINISTERUL MEDIULUI SI AGENTIA NATIONALA DE PROTECTIE A MEDIULUI - AGENTIA PENTRU PROTECTIA MEDIULUI BUCURESTI (2006): AVIZ DE MEDIU PENTRU STABILIREA OBLIGATIILOR DE MEDIO LA INCETAREA ACTIVITATII, Bukarest. unveröffentlicht.
- [10] GEOMED SRL (2006): SA Petrom Baneasa Location, Bucharest - Environmental Balance level 2; Berichtsentwurf, unveröffentlicht.
- [11] HPC AG (2008): Flächenrecycling in Bukarest in: HochProCentig. Das Magazin der HPC AG, 2008, September, S. 10f.

- [12] HPC AG (2014): Die EU macht's möglich. Altlastensanierung in Rumänien fristgerecht abgeschlossen. in: HochProCentig. Das Magazin der HPC AG, 2014, Januar, S. 11.
- [13] HPC AG (2014): "PetromCity" Site of OMV Petrom SA. Straulesti Raad. District 1. Bucharest. Romania. Groundwater Monitoring. Third Report, as of October 2013
- [14] HPC AG (2014): "Petrom City" Site of OMV Petrom SA, Straulesti Raad, District 1, Bucharest, Romania, Soil Vapour Monitoring, Final Report, as of March 2014
- [15] Konzett, Eva: OMV zitiert Rumänien vor das Schiedsgericht in Paris. 19.04.2012, [http://wirtschaftsblatt.at/home/boerse/wien/1234842/index?zw\\_box=1](http://wirtschaftsblatt.at/home/boerse/wien/1234842/index?zw_box=1) (Zugriff am 23.04.2015)
- [16] Ministry of Economy and Trade: DECISION No. 316 of 29.11.2004 concerning the measure of financial support granted by the Ministry of Economy and Trade to S.N.P Petrom S.A.
- [17] Neue Züricher Zeitung: Zwielfichtige Privatisierungen in Rumänien. Abgekartete Zuschlagsverfahren, gezinkte Verkaufsverhandlungen, 28.11.2006, <http://www.nzz.ch/aktuell/startseite/articleEP6AF-1.79129> (Zugriff am 19.04.2015)
- [18] Primăria Municipiului Bucuresti (2006): AVIZ DE URBANISM nr. 33 /10 / 21.12.2006 PUZ - „PETROM CITY” - STRAULESTI SOSEAUA STRAULESTI NR. 69-71 • SECTOR 1, [http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.pmb.ro%2Fservicii%2Furbanism%2Fpuz%2Fdocs%2Fpuz\\_1\\_2007%2Fpetrom\\_city-straulesti\\_69-71.pdf&ei=tu9FVYqdlOWgsAHM3YGwCQ&usq=AFQjCNFK9-6iCVTJr-63QV7bBqhCAYu1UA&bvm=bv.92291466,d.bGg](http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.pmb.ro%2Fservicii%2Furbanism%2Fpuz%2Fdocs%2Fpuz_1_2007%2Fpetrom_city-straulesti_69-71.pdf&ei=tu9FVYqdlOWgsAHM3YGwCQ&usq=AFQjCNFK9-6iCVTJr-63QV7bBqhCAYu1UA&bvm=bv.92291466,d.bGg), (Zugriff am 19.04.2015)
- [19] Primăria Municipiului București:  
<http://urbanism.pmb.ro/Index.aspx?id=6#id=6&zoom=1.7054361567640712&lat=338134.34158&lon=556039.13442&layers=BFFFFFFFFFFFFFFTTTTTTT>  
(Zugriff am 19.04.2015)
- [20] ZÜBLIN Romania S.R.L. (2011): Decontamination of a former storage area of petrol products in BUCHAREST, with pilot character in South-East Europe, PETROM CITY Demolition and Decontamination Project - The successful completion. Vortrag, unveröffentlicht.
- [21] ZÜBLIN Romania S.R.L. (2015): Proiectul de demolare și decontaminare PETROM CITY Stare de fapt a monitorizării post-remediere, propuneri pentru acțiuni ulterioare și planificarea dezvoltării viitoare a amplasamentului. Vortrag, unveröffentlicht.

## **Anhang**

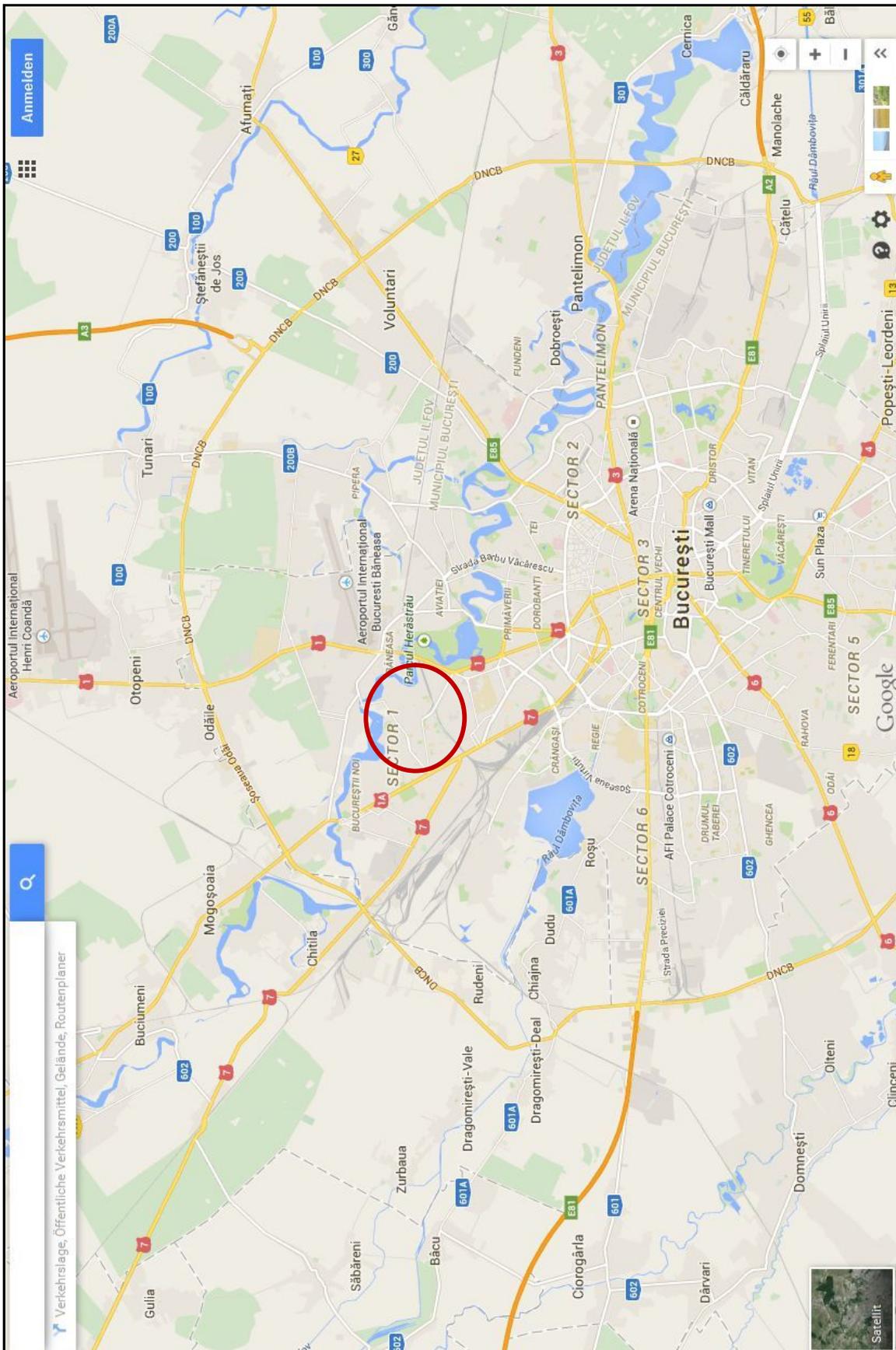
---

## **Anhang 1**

### Lageplan

(Standort im Stadtgebiet von Bukarest)

---



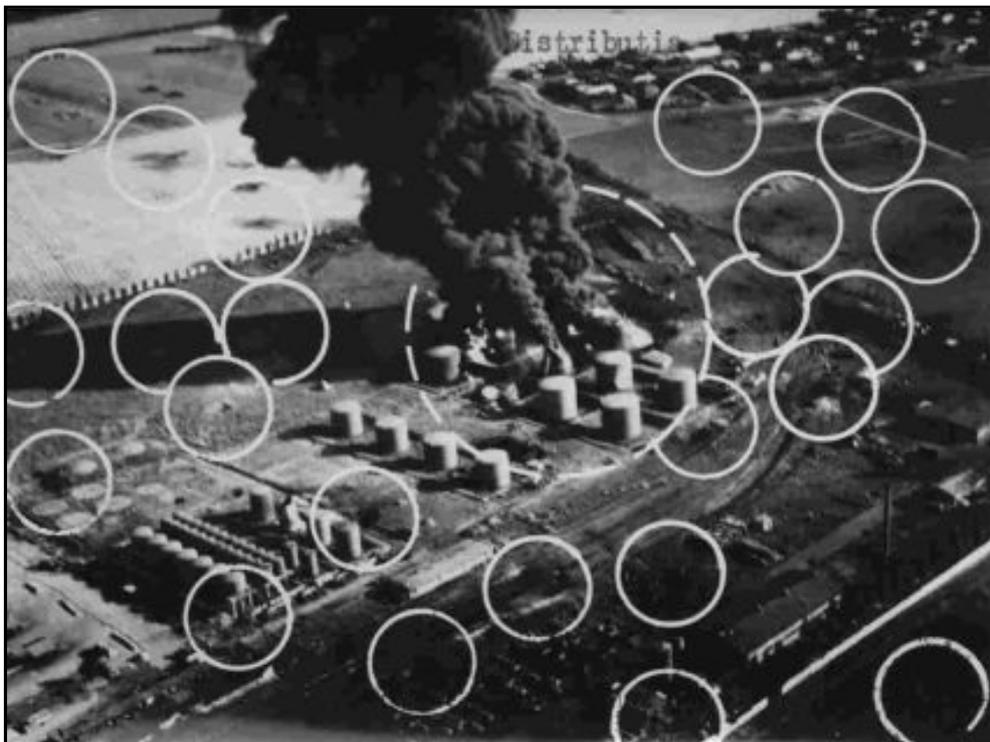
Anhang 1: Standort im Stadtgebiet von Bukarest (Quelle: Google Maps)

## **Anhang 2**

### Fotodokumentation



**Foto 1:** Lage des Areals (grün) im Stadtgebiet (Quelle: Züblin)

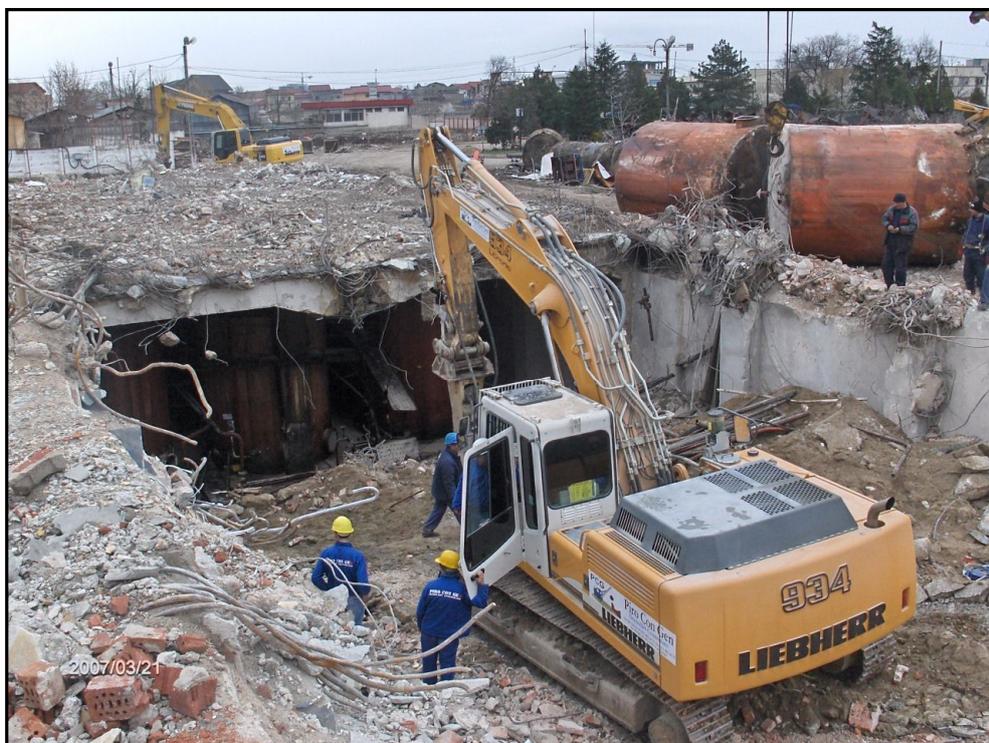


**Foto 2:** Kriegseinwirkung – brennende Tanks und Explosionstrichter (weiße Kreise) (Quelle: Züblin)

---



**Foto 3:** Tanklager vor dem Rückbau (Quelle: Züblin)



**Foto 4:** Abbrucharbeiten (Quelle: Züblin)

---



**Foto 5:** Abbrucharbeiten Tanks – Tankhöfe wurden nach Bodensanierung verfüllt  
(Quelle: Züblin)



**Foto 6:** Biologische Bodenbehandlung – Bodenmieten (Quelle: Züblin)



**Foto 7:** Biologische Bodenbehandlung – Bearbeitung / Durchmischung der Mieten (Quelle: Züblin)

---



**Foto 8:** Wiedereinbau von biologisch behandeltem sanierten Boden  
(Quelle: Züblin)



**Foto 9:** Überprüfung des Sanierungserfolgs nach Wiedereinbau des sanierten Bodens (Quelle: Züblin)



Foto 10: Anlage zur Ölabsaugung (Quelle: Züblin)



Foto 11: Anlage zur Ölabsaugung (zwei Container) und Übergabestation  
(Tank für Bereitstellung der Phase & Verladeeinheit) (Quelle: Züblin)

---



**Foto 12:** Übergabestation zum Abtransport der bereitgestellten Phase  
(Quelle: Züblin)



**Foto 13:** Grundwasserprobenahme im Beisein der Behörden (Quelle: Züblin)

---



**Foto 14:** Grundwasserreinigungsanlage (Quelle: Züblin)



**Foto 15:** Grundwassersanierungsanlage (Halle mit Containern) (Quelle: Züblin)

---