

06.13

Lizenziert für Herrn Dr. Michael Kerth.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

22. Jahrgang
Dezember 2013
ISSN 0942-3818
20565

altlasten spektrum

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

www.ALTLASTENDigital.de

Inhalt

Organ des ITVA

M. Jürgens

Das Zentrale Altlastenmanagement der BIWA im Rahmen des Einheitlichen Liegenschaftsmanagements (ELM) für den Bund

M. Kerth

Nachhaltige Sanierung von Teerölaltlasten – ohne (teilweise) Dekontamination möglich?

D. Weth

Kampfmittelräumung auf hoher See – eine technische und organisatorische Herausforderung

N. Steiner

Sind mineralische Stoffe wassergefährdende Stoffe? – Die geplante Bundesverordnung AwSV und ihre Auswirkungen auf die Altlastensanierung und auf das Flächenrecycling

Forderungen des Ingenieurtechnischen Verbandes für Altlastenmanagement und Flächenrecycling e.V. (ITVA) an die künftige Bundesregierung

Tagungsbericht vom Altlastentag Hannover 2013

Nachhaltige Sanierung von Teerölastlasten – ohne (teilweise) Dekontamination möglich?

Michael Kerth

1. Einleitung

In den letzten Jahren wird von Verbrauchern in zunehmendem Maß die „Nachhaltigkeit“ von Produkten und Dienstleistungen hinterfragt und es wird erwartet, dass Unternehmen Nachhaltigkeitsberichte und -bilanzen vorlegen. In jüngster Zeit ist zu beobachten, dass auch im Bereich der Altlastensanierung international und national eine Nachhaltigkeitsdiskussion in Gang kommt (siehe z. B. [1, 2, 3, 4]). Dabei werden insbesondere Maßstäbe für die Beurteilung der „Nachhaltigkeit“ von Sanierungsvarianten bei konkreten Sanierungsmaßnahmen entwickelt.

Vor dem Hintergrund, dass mit der Sanierung von Altlasten Umweltschäden aus der Vergangenheit beseitigt werden, könnte man dabei annehmen, dass die Altlastensanierung per se „nachhaltig“ ist bzw. zu einer „nachhaltigen Entwicklung“ beiträgt. Dabei wurden bereits 1999 mit den Regelungen im Anhang 3 der BBodSchV für Sanierungsuntersuchungen Prüfkriterien festgelegt, die zumindest teilweise Kriterien einer „Nachhaltigkeitsprüfung“ beinhalten. So ist entsprechend diesen Regelungen zum Beispiel die Eignung, Durchführbarkeit, Wirksamkeit und Wirkungsdauer, das Verhältnis von Kosten und Wirksamkeit, die Auswirkungen auf die Betroffenen und die Umwelt, die Entstehung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen und der Arbeitsschutz zu berücksichtigen.

Während also für die einzelne Sanierungsmaßnahme bereits heute ein Vergleich der „Nachhaltigkeit“ verschiedener Sanierungsvarianten grundsätzlich machbar ist, fehlt bisher weitgehend eine Auseinandersetzung mit der Frage einer langfristig nachhaltigen Strategie zur Bewältigung der Altlastenproblematik. Diese Diskussion muss dabei losgelöst von einzelnen Sanierungsmaßnahmen geführt werden, aber die Erkenntnisse aus der Vielzahl von Sanierungsfällen mit einbeziehen.

Mit diesem Aufsatz soll am Beispiel der sich durch eine besondere Langlebigkeit auszeichnenden Teerölastlasten aufgezeigt werden, welche Aspekte bei einer Nachhaltigkeitsbetrachtung von Sanierungsstrategien von Bedeutung sein können. Außerdem soll hiermit eine „Strategiediskussion“ im Hinblick auf die Nachhaltigkeit angeregt werden.

2. Der Begriff „Nachhaltigkeit“

Der ursprünglich aus der Forstwissenschaft stammende Begriff der „Nachhaltigkeit“ wurde mit dem Brundtland-Bericht: „Our common future“ 1987 in die Diskussion um eine langfristige, stabile gesellschaftliche Entwicklung der Menschheit eingeführt. In diesem Bericht heißt es: „Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die die Lebensqualität der gegenwärtigen Generation sichert und gleichzeitig zukünftigen Generationen die Wahlmöglichkeit zur Gestaltung ihres Lebens erhält.“ [5]

Der Abschlussbericht der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“ 1998 greift diese Aspekte auf und stellt ein „Drei-Säulen-Modell“ der nachhaltigen Entwicklung, bei der ökologische, ökonomische und soziale Ziele vereint werden müssen, vor [6].

Ganz aktuell beschreibt der „Rat für nachhaltige Entwicklung der Bundesregierung“ nachhaltige Entwicklung wie folgt: „Nachhaltige Entwicklung heißt, Umweltgesichtspunkte gleichberechtigt mit sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu berücksichtigen. Zukunftsfähig wirtschaften bedeutet also: Wir müssen unseren Kindern und Enkelkindern ein intaktes ökologisches, soziales und ökonomisches Gefüge hinterlassen. Das eine ist ohne das andere nicht zu haben.“ [7]

Aus diesen Definitionen von „Nachhaltigkeit“ bzw. „nachhaltiger Entwicklung“ folgt, dass ökologische, ökonomische und soziale Ziele aktuell und für die Zukunft in Einklang gebracht werden müssen. Nachhaltige Entwicklung bedeutet letztendlich also die Optimierung der „drei Säulen“ entlang der Zeitachse.

3. Nachhaltigkeitsrelevante Randbedingungen bei der Sanierung von Teerölastlasten

Da, wie zuvor dargestellt, eine nachhaltige Sanierung die Optimierung der „drei Säulen“ über die Zeitachse zum Ziel haben muss, ist die extreme Langlebigkeit von Teerölphasenkörpern („Pools“) von 100–1.000 a und die Langlebigkeit von fein verteilter, residualer Teerölphase („Blobs“) und sorbierten Teerölen von 10–100 a [8, 9] eine ganz wesentliche Randbedingung.

Nachhaltige Sanierung von Teerölaltlasten – ohne (teilweise) Dekontamination möglich?

Hinzu kommt, dass nach [8] von einer nahezu konstanten Emission der „Pools“ über ihre gesamte „Lebensdauer“ auszugehen ist und nur die Emission der „Blobs“ und insbesondere der sorbierten Teeröle über ihre „Lebensdauer“ abnimmt.

Bei Verzicht auf eine Dekontamination oder Sicherung, aber der Notwendigkeit einer Fahnenanierung, müssen „Pump & Treat“ oder passive Verfahren (z.B. Funnel & Gate) folglich über die gesamte Lebensdauer der Schadstoffherde betrieben werden.

Als Dekontaminationsverfahren steht bei Teerölaltlasten derzeit als erprobtes und technisch sicheres Verfahren nur „Ausköffern mit externer Entsorgung und/oder Umlagerung“ an. Hieraus resultieren in den meisten Fällen sehr hohe investive Kosten, aber vergleichsweise geringe Nachsorgekosten. Sicherungsmaßnahmen, die meist deutlich niedrigere investive Kosten aufweisen, haben in aller Regel eine technische Lebensdauer, die sehr viel kleiner ist als die (durch die Sicherungsmaßnahme ggf. noch verlängerte) Lebensdauer der Teerölaltlasten. Dementsprechend können Dekontaminationsverfahren ggf. ökonomisch nicht nachhaltig, Sicherungsverfahren ggf. ökologisch nicht nachhaltig sein.

Eine Vielzahl von Teerölaltlasten (zumindest in den Industriestaaten) ist bereits vor Jahrzehnten, ggf. auch vor mehr als 100 Jahren, entstanden. Die entsprechenden Flächen werden dabei in vielen Fällen wieder neu genutzt, und dies unabhängig von der Frage, ob die Fläche zuvor (umfassend) saniert wurde oder nicht. Bei hochwertig „nachgenutzten“ Teerölaltlasten wird eine zeitnahe Dekontamination bis zur Aufgabe dieser Nutzung aus wirtschaftlichen, ggf. aber auch aus sozialen Gründen (u.a. wegen der mit der Nutzung verbundenen Arbeitsplätze), in aller Regel nicht in Betracht kommen.

Allerdings zeigt eine nähere Betrachtung der (meist gewerblich-industriellen) „Nachnutzung“, dass auf vielen dieser Standorte die Nachnutzung häufig bereits in der zweiten oder dritten „Generation“ erfolgt, d. h., dass die Nutzungszyklen meist nur einige Jahrzehnte umfasst haben. Diese Nutzungszyklen spiegeln dabei den kontinuierlichen Strukturwandel in den entsprechenden (ehemals) industriellen Ballungsräumen von der Montanindustrie über Nachfolgeindustrien (z.B. Automobilindustrie) hin zum Dienstleistungsgewerbe wider.

In den von Montanindustrie geprägten Ballungsräumen ist aktuell durch großflächige anthropogene Auffüllungen mit Bergematerial, Schlacken, Aschen und Bauschutt/Trümmerschutt von einem hohen Sulfateintrag in das Grundwasser und damit von einer grundsätzlich für MNA-Prozesse bei den Teerölaltlasten guten Verfügbarkeit von Elektronenakzeptoren auszugehen [10]. An Fallbeispielen im Ruhrgebiet konnte jedoch gezeigt werden, dass die Zeiträume mit einer entsprechenden Nachlieferung von Sulfat geringer sind als die „Lebensdauer“ der Teerölphasenkörper [11]. Dabei wird die Nachlieferung von Elektro-

nenakzeptoren gerade auch durch die in (ehemaligen) industriellen Ballungsräumen generell weiter zunehmende Versiegelung im Zuge der verstärkten (und wünschenswerten!) Neunutzung von brachgefallenen Standorten [z.B. „Allianz für die Fläche“] reduziert [11]. Eine weitere charakteristische Randbedingung (zumindest in den Industriestaaten) ist in der jüngsten Vergangenheit die Implementierung „neuer“ Umweltqualitätsziele (Gewässerrenaturierung, EU-Wasserrahmenrichtlinie usw.). Durch diese Umweltqualitätsziele entsteht ggf. neuer Handlungsbedarf, da die durch Teerölaltlasten verursachten lokalen Oberflächen- und Grundwasser-Belastungen nicht mehr toleriert werden (können).

4. Fallbeispiele mit Überlegungen zu einer „nachhaltigen“ Sanierungsstrategie“

4.1 Ehemalige Zeche und Kokerei Prosper I in Bottrop

4.1.1 Allgemeines und Fragestellung

In der ehemaligen Zeche Prosper I (Abbildung 1) wurde mit Unterbrechungen zwischen 1863 und 1956 Kohle gefördert, die zugehörige Kokerei wurde zwischen 1890 und 1928 betrieben. Der Standort liegt in der Emscherniederung, in der schluffige Talsande und -kiese anstehen, die von z. T. mehrere Meter mächtiger anthropogener Auffüllung überdeckt werden.

Wie für solche Standorte typisch sind im Bereich der ehemaligen Kokerei hohe Teerölbelastungen des Bodens in der ungesättigten und gesättigten Zone vorhanden. Teilweise liegen die Teeröle in residualer Phase vor.

Von diesen Bodenbelastungen geht eine Grundwasserbelastung aus. Durch Laborversuche, die durch das Technologiezentrum Wasser durchgeführt wurden, war bereits in der Vergangenheit ein mikrobieller Schadstoffabbau im Grundwasser nachgewiesen worden.

Offen war die Frage, ob in der Vergangenheit festgestellte PAK-Belastungen in Messstellen, die rund 350 m abstromig der ehemaligen Kokerei am Ufer der Emscher liegen, auf die Bodenbelastungen im Bereich der Kokerei zurückzuführen waren. Zu prüfen war außerdem, inwieweit unter den gegebenen Randbedingungen die Umsetzung eines MNA-Konzeptes eine geeignete Strategie für den Umgang mit den Schadstoffbelastungen darstellt. Dabei war auch zu berücksichtigen, dass eine Sanierung des Schadensherdes wegen bereits vorhandener neuer und hochwertiger gewerblicher Nutzung als unverhältnismäßig einzustufen war.

4.1.2 Untersuchungsergebnisse

Durch Errichtung und Beprobung weiterer Messstellen konnte nachgewiesen werden, dass die Schadstoffkonzentrationen entlang der Fließstrecke generell kontinuierlich abnehmen (Abbildungen 2 und 3) und die im Uferbereich der Emscher erhöhten PAK-Kon-

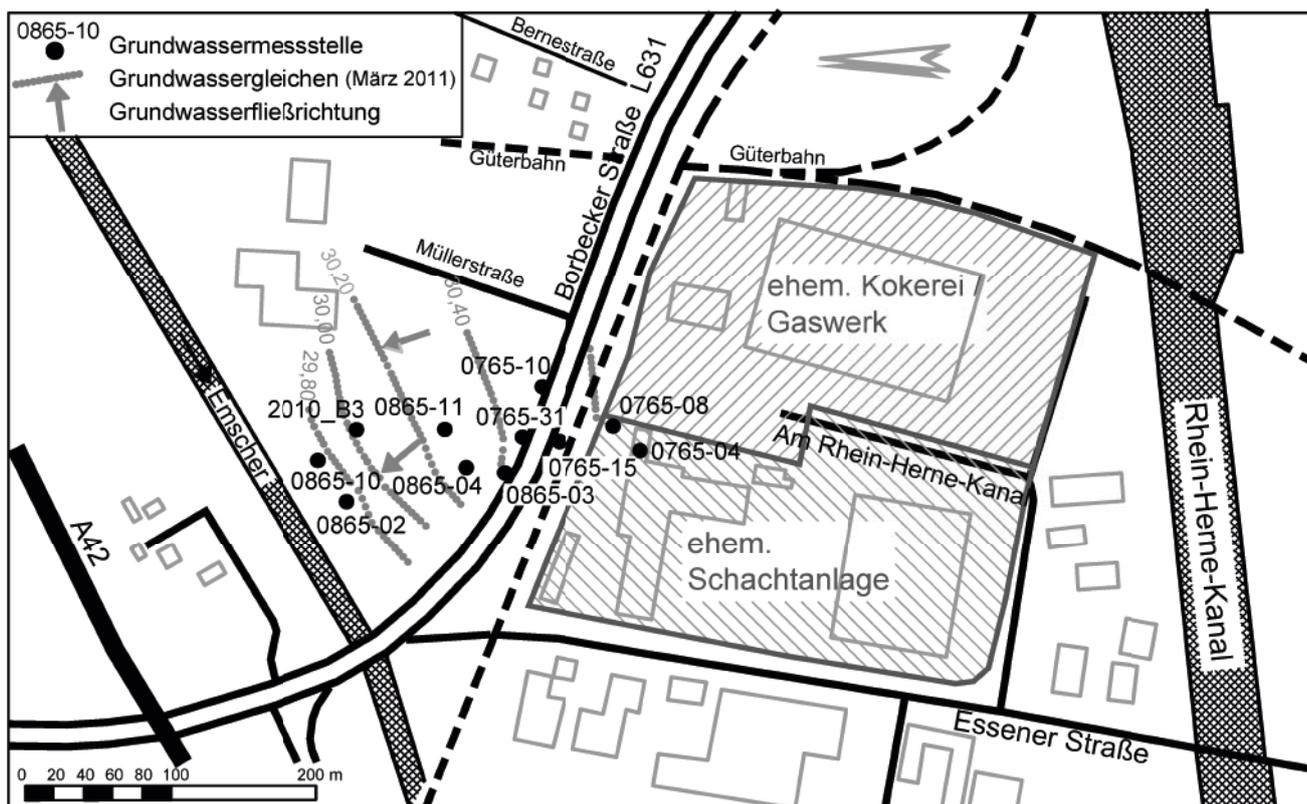


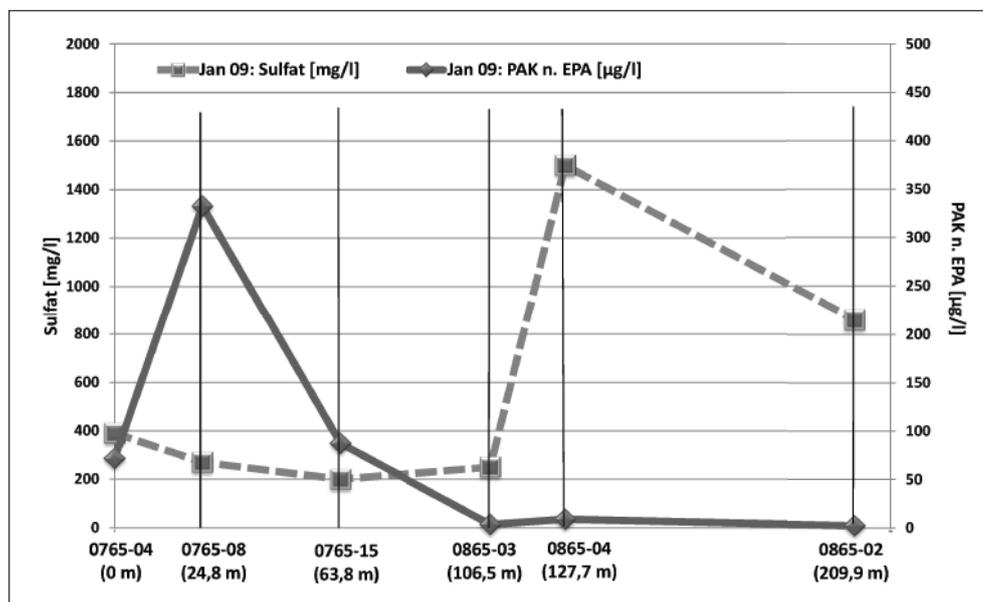
Abbildung 1: Lageplan des Geländes der ehemaligen Zeche und Kokerei Prosper I in Bottrop.

zentrationen (bis max. 147 µg/l) auf eine lokale Teerölverunreinigung zwischen den Messstellen 2010_B3 und 0865-10 zurückzuführen sind.

Am Standort steht Sulfat als Elektronenakzeptor für den natürlichen Abbau von Teeröl auf Grund der flächendeckend vorhandenen Auffüllungen mit Bauschutt und Bergematerial in großen Mengen zur Verfügung und wird mit der Grundwasserneubildung

nachgeliefert. So war in den untersuchten Messstellen generell, aber insbesondere in Messstellen, die im unmittelbaren Abstrom des Schadensherdes liegen, zwischen den Untersuchungen im November 2010 und Februar 2011 ein starker Anstieg der Sulfatgehalte festzustellen (Tabelle 1). Dies wird als jahreszeitlich immer wieder auftretender Effekt einer Sulfatzehrung im hydrologischen Sommerhalbjahr und einer Sulfat-

Abbildung 2: Konzentrationsverlauf von PAK und Sulfat in Messstellen, die näherungsweise entlang einer Stromlinie angeordnet sind. Links ist der Schadensherd, rechts das Ufer der Emscher. Der starke Anstieg der Sulfatgehalte ab der Messstelle 865-03 ist auf den Einfluss einer Bergematerial-Aufschüttung zurückzuführen.



Nachhaltige Sanierung von Teerölastlasten – ohne (teilweise) Dekontamination möglich?

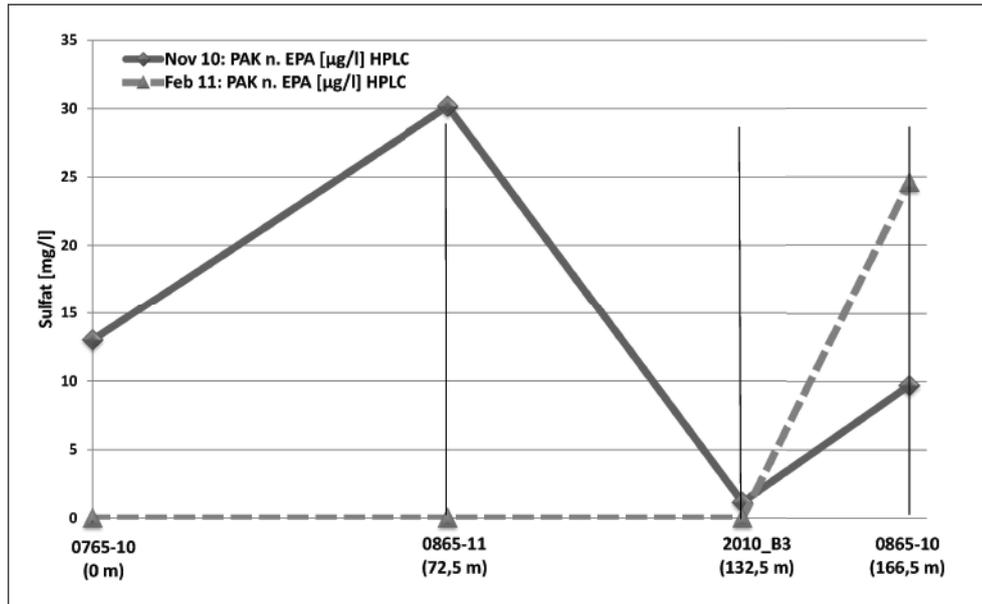


Abbildung 3: Konzentrationsverlauf von PAK in Messstellen, die näherungsweise entlang einer Stromlinie angeordnet sind. Die Messstelle 0765-10 liegt im Abstrom des Schadensherdes, die Messstelle 0865-10 am Ufer der Emscher. Hier verursacht ein lokaler Schadensherd einen Wiederanstieg der PAK-Gehalte.

nachlieferung aus der Auffüllung mit der Grundwasserneubildung im hydrologischen Winterhalbjahr interpretiert. Trotz eines hohen Versiegelungsgrads reicht daher offensichtlich die Durchsickerung im Bereich eines Bahndamms und im Bereich von Grünstreifen parallel zu den Verkehrstrassen aus, um mit der Grundwasserneubildung Sulfat in erheblichen Mengen nachzuliefern.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Sulfatgehalte des Grundwassers im unmittelbaren Abstrom des Schadensherdes bei Untersuchungen im November 2010 und Februar 2011.

Messstelle	Sulfat [mg/l]	
	Nov 10	Feb 11
0765-08	320	364
0765-10	112	623
0765-15	152	416
0765-31	148	525
0865-03	161	348

Isotopenuntersuchungen an Sulfat, die im Februar 2011 durchgeführt wurden, brachten wegen der anzunehmenden „Zumischung“ frischen Sulfats aus der Auffüllung keine eindeutigen Nachweise für eine mikrobielle Sulfatumsetzung. Isotopenuntersuchungen an Benzol belegen eine deutliche Biodegradation mit einer „Halbwertstrecke“ des biologischen Benzolabbaus von 50–70 m.

4.1.2 Überlegungen zu nachhaltigen Sanierungsstrategien für den Standort

Die Grundwasserbelastung, die von der Teerölbeltung in der ungesättigten und gesättigten Zone ausgeht, unterliegt derzeit und für die überschaubare

Zukunft (d.h. einigen Zehner Jahren) natürlichen Abbauprozessen entlang des Fließwegs, so dass nach einer Fließstrecke von wenigen Hundert Metern BTEX und PAK nur noch in sehr geringen Konzentrationen nachweisbar sind.

Sulfat als ein Elektronenakzeptor für den natürlichen Abbau von Teeröl steht aktuell und für die überschaubare Zukunft auf Grund der flächendeckend vorhandenen Auffüllungen mit Bauschutt und Bergematerial in großen Mengen zur Verfügung und wird mit der Grundwasserneubildung nachgeliefert.

Für die überschaubare Zukunft ist damit für den Standort MNA als Handlungsstrategie geeignet und die aktuell „nachhaltigste“ Strategie, da eine Dekontamination unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten (hochwertiges Gewerbegebiet) derzeit nicht vertretbar ist. Allerdings ist das Schadstoffpotential vermutlich größer als das Sulfatnachlieferungspotential, so dass langfristig (Zeitskala mehrere Jahrzehnte bis 100 Jahre) ein Erliegen der MNA-Prozesse anzunehmen ist. Im Zusammenhang mit dem geplanten „Emscherumbau“ [12] muss geklärt werden, ob zur Erreichung der Gewässerqualitätsziele in der renaturierten Emscher die lokale, im Uferbereich der Emscher liegende Teerölbeltung zu sanieren ist. Zu beachten ist aber auch, dass durch den Emscherumbau Veränderungen der Grundwasserhydraulik zu erwarten sind, deren mögliche Auswirkungen auf die ablaufenden NA-Prozesse zu berücksichtigen sind.

Beachtet werden muss außerdem, dass eine (noch) weitergehende Versiegelung langfristig zu einem Rückgang der Nachlieferung von Elektronenakzeptoren und damit zu einem Nachlassen des Schadstoffabbaus führen kann.

4.2 Ehemalige Zeche und Kokerei Massen III/IV in Unna

4.2.1 Allgemeines und Fragestellung

Die ehemalige Zeche und Kokerei Massen III/IV (Abbildung 4) wurde zwischen 1895 und 1925 betrieben. 1898 wurde die Kokerei errichtet, 1914 zusätzlich eine Benzolfabrik. Nach 1925 erfolgte ein Abbruch und nachfolgend eine Nutzung durch die Reichswehr und später die Bundeswehr. Teilflächen wurden dann ab den 1970er-Jahren gewerblich genutzt, ab dem Jahr 2000 der Gesamtstandort.

In den 1980er-Jahren erfolgten erste Untersuchungen des Gesamtstandortes, bei denen erhebliche Teeröl-Belastungen festgestellt wurden, die sich nicht auf den Bereich der ehemaligen Kokerei und Benzolfabrik beschränken. Angenommen wurde daher, dass beim Abbruch kontaminierte Materialien auf dem Gelände „verteilt“ wurden und hierdurch eine weitflächige Kontamination erzeugt wurde.

Unmittelbar nördlich des Geländes der ehemaligen Zeche und Kokerei ist eine lokale Bergsenkungswanne vorhanden, die durch ein Pumpwerk entwässert wird. Im Pumpwerkswasser, das zukünftig einem renaturierten Gewässer zugeführt werden soll, wurden wiederholt – allerdings in zeitlich stark schwankender

Konzentration – PAK (vorrangig Naphthalin) gefunden.

Durch schrittweise durchzuführende Untersuchungen war zu klären, welches Ausmaß die Grundwasser-Verunreinigungen haben, welche Sanierungsnotwendigkeiten bestehen bzw. inwieweit MNA als Handlungsstrategie in Betracht kommt. Dabei wurde zunächst der zentrale Teil des Geländes, später dann auch der Nordteil, näher untersucht und beurteilt. Dabei war dann auch die Frage der Auswirkungen auf die Beschaffenheit des Pumpwerkswassers zu klären und ein Sanierungskonzept zu erstellen.

4.2.2 Untersuchungsergebnisse

In zwei räumlich voneinander getrennten Teilbereichen des Geländes ist Teeröl in Phase in den natürlichen Untergrund, der aus mehrere Meter mächtigen Lösslehm-Fließerden über einem 0,5 bis 1,5 m mächtigem kiesig-sandigem Lehm bis lehmigem Sand und Kies (lokal als „Kiessand“ bezeichnet) über Kalkmergelsteinen der Oberkreide aufgebaut wird, eingedrungen. Das Grundwasser im „Kiessand“ steht im Kontakt mit den zwei Teerölphasenkörpern, so dass sich zwei Grundwasserfahnen ausgebildet haben.

Der eine Teerölphasenkörper ist im zentralen und südlichen Teil des Geländes im Bereich der ehemali-

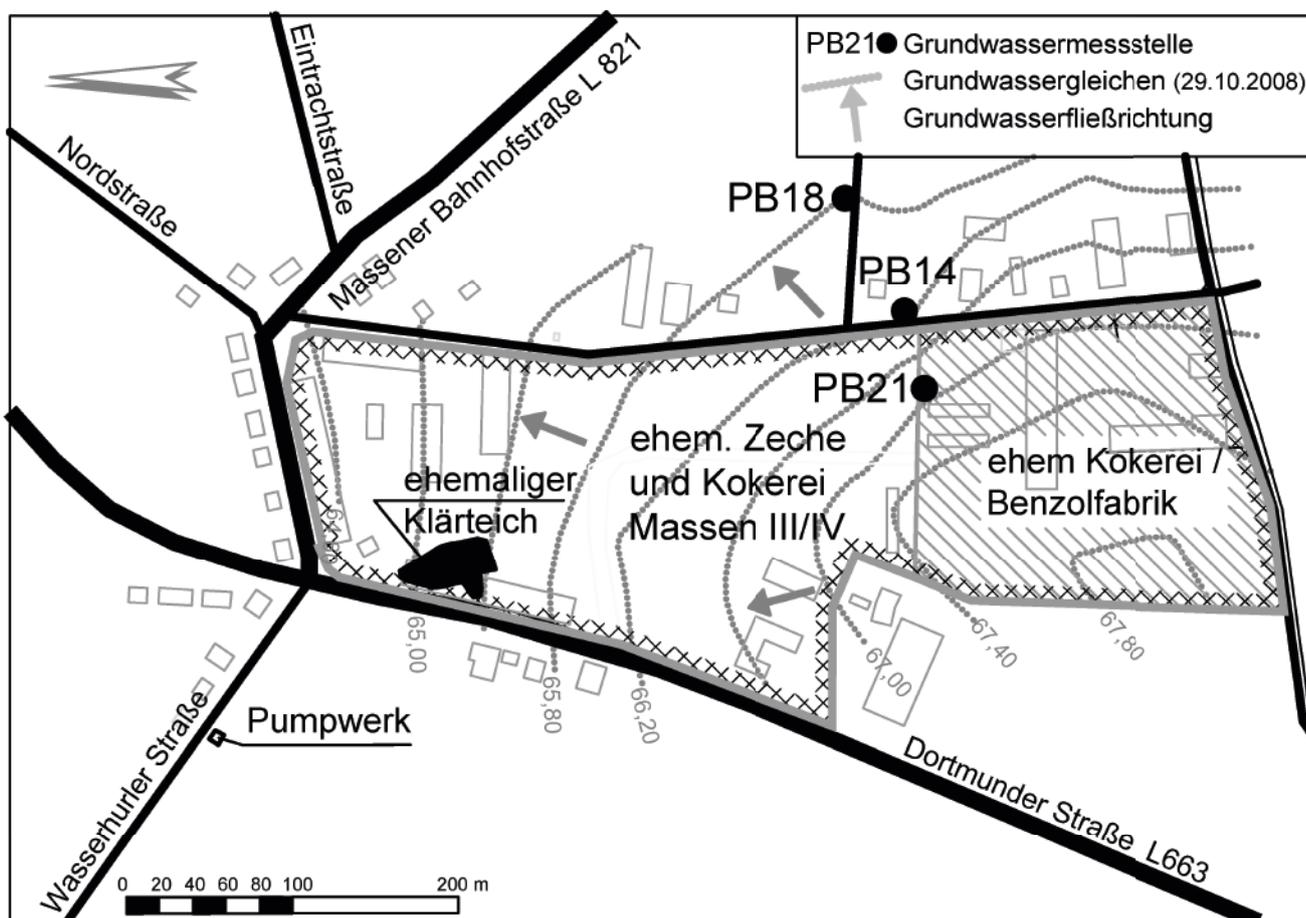


Abbildung 4: Lageplan des Geländes der ehemaligen Zeche und Kokerei Massen III/IV in Unna.

Nachhaltige Sanierung von Teerölaltlasten – ohne (teilweise) Dekontamination möglich?

gen Kokerei und Benzolfabrik sowie den angrenzenden Bereichen in den Untergrund eingedrungen. Im Nordteil ist ein weiterer isolierter Teerölphasenkörper im Bereich eines ehemaligen Klärteichs vorhanden. Zu vermuten ist, dass letzterer nicht im Betriebszeitraum entstanden ist, sondern eine Verfüllung mit hoch teerölhaltigen Materialien ursächlich ist.

Für die Grundwasserfahne, die von der Teerölverreinigung im zentralen bzw. südlichen Teilbereich ausgeht, konnte nachgewiesen werden, dass sich auf einer Fließstrecke von weniger als 150 m, was einer Fließdauer von wenigen Jahren entspricht, flächenhaft bereits eine sehr weitgehende Schadstoffabnahme zeigt, die nicht durch Verdünnung oder Sorption der Schadstoffe erklärt werden kann (Beispiel in Tabelle 2).

Isotopenuntersuchungen sowohl an Benzol als auch an Sulfat zeigen, dass starke mikrobielle Abbauprozesse in der Grundwasserfahne erfolgen. Durch die starke Abnahme der Schadstoffgehalte entlang der Fließwege waren allerdings methodisch bedingte Einschränkungen für die entsprechenden Untersuchungsverfahren gegeben.

Tabelle 2: Schadstoffminderung entlang einer Stromlinie im Abstrom des südlichen Teerölphasenkörpers. PB21 liegt im Randbereich des Teerölphasenkörpers im südlichen bzw. zentralen Teil des Geländes der ehemaligen Zeche und Kokerei. Die Fließzeit von 20–120 m/Jahr wurde unter Zugrundelegung der jahreszeitlich wechselnden Gradienten und eines k_f -Wertebereichs von 1 bis $4 \cdot 10^{-5}$ m/s ermittelt.

	PB21	PB14	PB18
Entfernung zu PB21 entlang Stromlinie [m]	0	51	125
Fließdauer [Jahre]	0	0,4–2,6	1,0–6,25
Ammonium [mg/l]	120	53	11
∑ BTEX [µg/l]	1.800	76	<5
Naphthalin [µg/l]	2.600	45	<0,01
∑ PAK 15 [µg/l]	1.000	29	<0,14
∑ NSO-Heterocyclus (19 Einzelverbindungen) [µg/l]	3.161	45	0,44

Auch von dem im nördlichen Teil des Geländes vorhandenen Teerölphasenkörper geht eine Schadstofffahne im Grundwasser aus. Dabei zeigt der Teerölphasenkörper eine starke laterale Ausbreitung innerhalb der „Kiessand“-Schicht mit dem Gefälle der vertonten Kreideoberfläche. Da dieses bergsenkungsbedingt auf das Pumpwerk bzw. die „Fassungseinrichtungen“ für Grundwasser (undichte Rohrleitungen zur Ableitung von Oberflächenwasser zum Pumpwerk) hin einfällt, hat sich der Teerölphasenkörper in dieser Richtung bevorzugt ausgebreitet. Auf Grund der geringen Entfernung von nur wenigen Zehner Metern zwischen den äußeren Grenze des Teerölphasenkörpers und

den „Fassungseinrichtungen“ werden die Teerölverbindungen auf dem Fließweg nicht ausreichend abgebaut und gelangen immer wieder in das Pumpwerkswasser. Hinzu kommt, dass hier der äußere, dem Pumpwerk zugewandte Teil des Teerölphasenkörpers außerhalb eines Bereichs mit anthropogener Auffüllung liegt und sich hier das Fehlen von Elektronenakzeptoren Abbau-limitierend bemerkbar macht.

4.2.3 Überlegungen zu nachhaltigen Sanierungsstrategien für den Standort

Für den Schadensherd im Südteil des Standortes ist für die überschaubare Zukunft MNA als Handlungsstrategie geeignet und die aktuell „nachhaltigste“ Strategie, da eine Dekontamination unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten (Gewerbliche Nutzung) derzeit nicht vertretbar ist. Es müssen allerdings „Reserveflächen“ für ENA baurechtlich gesichert werden, da das Elektronenakzeptor-Potential endlich ist.

Für den (kleineren!) Schadensherd im Nordteil besteht Sanierungsbedarf, da hier PAK im Pumpwerk, dessen Wasser aus zwingenden abwassertechnischen Gründen zukünftig in ein renaturiertes Gewässer abgeleitet werden soll, in relevanten Konzentrationen nachweisbar sind.

Da Maßnahmen zur Fassung und Behandlung des belasteten Teilstroms „Grundwasser“ auf „ewig“ betrieben werden müssten, werden derzeit Möglichkeiten der Dekontamination und Sicherung geprüft, um den Zeitraum für „Pump & Treat“ zu verkürzen.

5. Schlussfolgerungen

Handlungs- und Sanierungsstrategien bei Teerölaltlasten, die nicht auf eine Dekontamination des Schadensherdes zielen, führen dazu, dass über Zeiträume von >100–1.000 Jahren mit diesen Altlasten „umgegangen“ werden muss. Unter dem Gesichtspunkt der „Generationengerechtigkeit“ als gesellschaftlichem bzw. sozialem Kriterium der Nachhaltigkeit ist ein solches Aufbürden von Verpflichtungen auf kommende Generationen als kritisch zu bewerten. Anzumerken ist dabei aber, dass insbesondere Teerölaltlasten bereits der heutigen Generation von den vorausgegangenen drei bis fünf Generationen aufgebürdet worden sind. Dabei darf aber nicht vergessen werden, dass die heutigen Generationen an dem Wohlstand partizipieren, der durch die Industrialisierung geschaffen wurde. Generell ist also unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Generationengerechtigkeit, bei den generell langlebigen Teerölaltlasten eine Dekontamination (wieder) verstärkt in Betracht zu ziehen.

Externe „Entsorgungsmaßnahmen“ ohne stoffliche Beseitigung der Teeröle (Deponierung) oder die Umlagerung in Sicherungsbauwerke auf dem Standort sind wegen der Langlebigkeit der Teeröle im Hinblick auf ihre „Nachhaltigkeit“ als kritisch zu bewerten. Da externe Entsorgungsmaßnahmen mit stofflicher Be-

seitigung sehr hohe Kosten verursachen, erscheint die Entwicklung von – hoffentlich langfristig kostengünstigeren In-Situ-Verfahren zur zumindest teilweisen Dekontamination von Teerölastlasten wünschenswert.

MNA wird in vielen Fällen wegen des begrenzten Potentials an Elektronenakzeptoren nur eine mittel- bis langfristige „Zwischenlösung“ darstellen, die so lange „betrieben“ werden kann, wie die natürlichen Abbauprozesse ohne menschliches Zutun funktionieren. MNA bedeutet gleichzeitig, dass in erheblichem Umfang über lange Zeiträume personelle Ressourcen in der Überwachung gebunden sind. Um Handlungsoptionen in der weiteren Zukunft offen zu halten, erscheint es außerdem sinnvoll, geeignete Reserveflächen für ENA-Maßnahmen von einer (dauerhaften) Bebauung freizuhalten.

Generell schränkt dabei die in vielen (ehemaligen) Montanregionen angestrebte, gerade auch aus sozialen Gründen (Wohnumfeldverbesserung, Naherholung) wichtige Gewässerrenaturierung die Anwendbarkeit von MNA ein und führt zu einem Handlungsbedarf auch in Bezug auf Teerölastlasten, da die hiervon ausgehenden Grund- und Oberflächenwasserbelastungen den Zielen der Gewässerrenaturierung entgegen stehen können.

Teildekontaminationsmaßnahmen lassen nach theoretischen Betrachtungen erwarten [8], dass damit Entlastungseffekte an den „kritischen Punkten“ (z. B. im Hinblick auf die Gewässerrenaturierung) erreicht werden können. Daher sollten diese in die Handlungsstrategien für Teerölastlasten einbezogen werden. Dies insbesondere deswegen, weil vor dem Hintergrund der Unverhältnismäßigkeit und der sehr hohen Kosten einer (vollständigen) Dekontamination, der begrenzten „Lebensdauer“ von Sicherungsmaßnahmen und der „Ewigkeitskosten“ bei einer Fahnenanierung solche Maßnahmen ggf. nicht „nachhaltig“ sind. Allerdings liegen bisher keine ausreichend dokumentierten Erfahrungen vor, welche Auswirkungen eine Teildekontamination bei Teerölastlasten auf die Grundwasserbelastung hatte bzw. hat. Wünschenswert ist daher mehr qualitativ hochwertiges „Monitoring“ im Anschluss an durchgeführte Dekontaminationsmaßnahmen (nicht nur) bei Teerölastlasten.

Ein „Zeitfenster“ für Teildekontaminationsmaßnahmen könnte immer bei Ende bzw. Aufgabe einer bestimmten Nutzung auf Teilflächen der Teerölastlast bestehen, bei denen dann die wirtschaftlichen Auswirkungen der Sanierungsmaßnahme auf laufende Betriebe minimiert werden könnten. Erfahrungen an verschiedenen Standorten zeigen dabei, dass solche Nutzungswechsel in Zeiträumen von wenigen Jahrzehnten auftreten. Entsprechend könnten diese „Zeitfenster“ in langfristige Sanierungsstrategien für Teerölastlasten integriert werden.

Zusammenfassend kann damit festgestellt werden, dass bei der Betrachtung der „Nachhaltigkeit“ der Sanierung von Teerölastlasten vielfältige ökologische, ökonomische und soziale Aspekte betrachtet werden

müssen. Rein „ökobilanzielle“ oder ökonomische Betrachtungen würden den komplexen Randbedingungen, unter denen Sanierungsstrategien entwickelt und Sanierungsentscheidungen getroffen werden müssen, nicht gerecht werden. Die „Altlastenszene“ sollte den Mut aufbringen, sich auch einer umfassenderen Diskussion der Nachhaltigkeit von Sanierungsstrategien zu stellen.

6. Danksagung

Der Beitrag fußt auf einem Vortrag, den der Autor bei der AAV-Fachtagung „Boden und Grundwasser“ im Dezember 2012 in Hattingen gehalten hat. Der Autor dankt dem AAV NRW – Verband für Flächenrecycling und Altlastensanierung, der Stadt Bottrop und dem Kreis Unna für die Erlaubnis zur Veröffentlichung der entsprechenden Untersuchungsergebnisse.

7. Literatur

- [1] <http://www.epa.gov/superfund/greenremediation/> (05.08.2013).
- [2] <http://www.sustainableremediation.org/> (05.08.2013).
- [3] Altlastenforum Baden-Württemberg e.V. (2004): Ökobilanzierung von Altlastensanierungsverfahren. Schriftenreihe Heft 9.
- [4] Koschitzky, H.-P., & DÖRR, H. (2012): *An Approach towards Sustainable Soil and Groundwater Remediation in Germany – State of the Art*. Proceedings of the 2nd International Conference on Sustainable Remediation, Vienna, 2012.
- [5] World Commission on Environment and Development (1987): *Our Common Future*. (Brundtland-Bericht); siehe z.B. http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf (05.08.2013).
- [6] Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags „Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung“ (1998): Abschlussbericht. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/13/112/1311200.pdf> (05.08.2013).
- [7] <http://www.nachhaltigkeitsrat.de/nachhaltigkeit/> (05.08.2013)
- [8] Grathwohl, P. (2001): *Zeitskalen der Schadstofflösung und -desorption: „Natural Attenuation“ im Abstrom persistenter Schadstoffquellen*. Forum Geoökologie 12(3), S. 28–34.
- [9] Eberhardt, C. & Grathwohl, P. (2002): *Time scales of organic contaminant dissolution from complex source zones: coal tar pools vs. blobs*. Journal of Contaminant Hydrology 59: S. 45–66.
- [10] Werner, P.; Börke, P. & Hüßers, N.: (2008): *Leitfaden Natürliche Schadstoffminderung bei Teerölastlasten*. Institut für Abfallwirtschaft und Altlasten. Dresden; Technische Universität Dresden.
- [11] Hornbruch, G.; Schäfer, D. & Dahmke, A. (2008): *Einflüsse von Oberflächenversiegelungen auf die Schadstofffahnenentwicklung im Grundwasserabstrom einer ehemaligen Kokerei*. Grundwasser 13: S. 167–175.
- [12] <http://www.eqlv.de/wasserportal/emscher-umbau.html> (05.08.2013)

Anschrift des Autors:

Dr. Michael Kerth
Dr. Kerth + Lampe Geo-Infometric GmbH
Walter-Broker-Ring 17
D-32756 Detmold
m.kerth@dr-kerth-lampe.de