

Milser Str. 37
33729 Bielefeld
Tel.: (0521) 977 10-0
Fax.: (0521) 977 10-20
info@ifua.de

Projekttitel:

**Sanierungsuntersuchung für das
ehemalige Firmengelände des Sägewerkes
Camminady in Lennestadt-Germaniahütte**

Auftraggeber:

Stadt Lennestadt
Thomas-Morus-Platz 1
57368 Lennestadt

Bearbeitung:

Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)
Petra Günther (Dipl.-Biol.)
Dr. Thomas Jurkschat (Dipl.-Geol.)

Projekt-Nr.:

P 216050

Datum:

Oktober 2017

Gesellschafter:

- Dr. Dietmar Barkowski (Dipl.-Chem.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Gefährdungsabschätzung für die Wirkungspfade Boden-Gewässer und Boden-Mensch sowie Sanierung (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 2, 4 und 5)
- Michael Bleier (Dipl.-Ing.)
- Petra Günther (Dipl.-Biol.)
von der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen zu Bielefeld öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige für Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Pflanze/Vorsorge zur Begrenzung von Stoffeinträgen in den Boden und beim Auf- und Einbringen von Materialien sowie für Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch (Bodenschutz und Altlasten, Sachgebiete 3 und 4)
Wirtschaftsmediatorin (IHK)
- Monika Machtolf (Dipl. Oec. troph.)

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Vorgang und Auftrag | 1 |
| 1.1 | Ergebnisse der Gefährdungsabschätzung | 3 |
| 1.2 | Konzept der Sanierungsuntersuchung | 5 |
| 2. | Durchgeführte Untersuchungen | 8 |
| 2.1 | Bodenseitige Untersuchungen | 8 |
| 2.2 | Grundwasserseitige Untersuchungen | 9 |
| 3. | Ergebnisse | 10 |
| 3.1 | Sedimentologische und hydrogeologische Erkenntnisse | 10 |
| 3.2 | Laboranalytische Untersuchungsergebnisse Boden | 12 |
| 3.2.1 | Baggerschürfe | 12 |
| 3.2.2 | Kleinrammbohrungen | 14 |
| 3.2 | Laboranalytische Untersuchungsergebnisse Grundwasser | 16 |
| 4. | Sanierungsziele | 19 |
| 4.1. | Benennung der Sanierungsziele | 19 |
| 5. | Beschreibung möglicher Maßnahmen zur Gefahrenabwehr (Varianten) | 20 |
| 5.1. | Variantenvergleich | 20 |
| 5.2. | Variante: Auskoffern der Schadensbereiche | 21 |
| 5.2.1 | Randbedingungen, Flächen und Massenermittlung | 21 |
| 5.3. | Sanierungsvariante | 22 |
| 5.4 | Arbeitsschritte | 23 |
| 5.5 | Bewertung | 24 |
| 6. | Kosten | 25 |
| 6.1. | Kostenschätzung für die Variante Bodenaustausch | 25 |
| 7. | Zusammenfassende Bewertung und Fazit | 28 |

Verzeichnis der Tabellen

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabelle 1: | Ergebnisse der Gefährdungsabschätzung in Bezug zu den Prüfwerten der BBodSchV _____ | 4 |
| Tabelle 2: | Auswahlkriterien für die Untersuchung der mobilisierbaren Gehalte _____ | 12 |
| Tabelle 3: | Maßgebliche Gehalte für die Gefährdung Mensch (BBodSchV – Wirkungspfad Boden – Mensch / Industrie- und Gewerbeflächen) _____ | 12 |
| Tabelle 4: | Ergebnisse der Eluatuntersuchung (Material aus den Baggerschürfen) _____ | 14 |
| Tabelle 5: | Ergebnisse der Eluatuntersuchung (Material aus den Bohrungen) _____ | 15 |
| Tabelle 6: | Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung (alle Angaben in µg/l) _____ | 17 |
| Tabelle 7: | Ermittlung der Größe schadstoffbelasteter Flächen _____ | 21 |
| Tabelle 8: | Massen- und Mengenermittlung schadstoffbelasteter Boden _____ | 22 |
| Tabelle 9: | Preisermittlung abweichend vom Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung (2005) _____ | 26 |
| Tabelle 10: | Barwerte der Varianten gem. Kostenvergleichsrechnung _____ | 27 |

Verzeichnis der Anlagen

| | |
|-------------|---|
| Anlage 1: | Lageplan mit eingezeichneten Bohransatzpunkten |
| Anlage 2: | Luftbild mit eingezeichneten Bohransatzpunkten |
| Anlage 3: | Schichtenverzeichnisse der Bohrungen |
| Anlage 4: | Analytikergebnisse der Sedimente aus den Baggerschürfen und Bohrungen Eurofins Prüfbericht Nr. 13411003N1 Eurofins Prüfbericht Nr. 13411004 |
| Anlage 5: | Ergebnispläne |
| Anlage 5.1: | Ergebnis der Sanierungsuntersuchung (Bewertung der Analytikergebnisse) |
| Anlage 5.2: | Ergebnis der Sanierungsuntersuchung (Festlegung der Sanierungsbereiche) |
| Anlage 5.3: | Ergebnis der Sanierungsuntersuchung (Benennung der Sanierungsbereiche mit Flächengrößen) |
| Anlage 6: | Schichtaufnahme der Baggerschürfe |
| Anlage 7: | Fotodokumentation |
| Anlage 8: | Lageplan mit Bohransatzpunkten der Grundwassermessstellen |
| Anlage 9: | Schichtenverzeichnisse und Ausbauplan zu den Grundwassermessstellen |
| Anlage 10: | Probennahmeprotokolle |
| Anlage 11: | Analytikergebnisse zu den Wasserproben aus den Grundwassermessstellen UCL Prüfbericht Nr. 17-44076/1 HUK Umweltlabor Prüfbericht Nr. B1712200 HUK Umweltlabor Prüfbericht Nr. B1712201 |
| Anlage 12: | Abgrenzung der Sanierungsbereiche und Kostenschätzung |
| Anlage 13: | Email des Kreises Olpe zum weiteren Vorgehen |

1. Vorgang und Auftrag

In Lennestadt-Germaniahütte befindet sich am Standort "Zur Brücke 7" das nicht mehr in Betrieb befindliche Sägewerk Camminady. Das ehemalige Firmengelände ist zur weiteren Veräußerung durch die Stadt Lennestadt erworben worden und soll auch zukünftig als Industrie- und Gewerbefläche dienen.

Bereits im Mai 1996 hat die Untere Wasserbehörde des Kreises Olpe bei einer Betriebsbesichtigung zwei Imprägnieranlagen festgestellt, denen nachfolgend durch eine Sachverständigenüberprüfung technische Mängel attestiert wurden (Information Herr Rinscheid, Email vom 06.10.2016).

Im Rahmen der Gefahrenabwehr wurden die Anlagen vorübergehend außer Betrieb genommen und orientierende Bodenuntersuchungen durch die DEKRA Umwelt GmbH durchgeführt. In den Anlagen wurde seinerzeit ein kupfer- und chromhaltiges Holzschutzmittel verwendet.

Belastungen konnten im Untergrund bis in eine Tiefe von 4,55 m unter Geländeoberkante (GOK) nachgewiesen werden.

Im März 1997 erfolgten weitere Untersuchungen im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen (Sondierungen und Schürfe; Errichten von 3 x 2" Grundwasser-Pegeln).

In den seinerzeit angelegten Pegeln wurde kein Kupfer und Chrom VI, allerdings Chrom ges. mit 0,01 mg/l ermittelt (Schöpfprobe). Der Flurabstand betrug im Pegel 2 seinerzeit 4,3 m u. GOK.

Bei Tiefbaumaßnahmen im Juli 1997 wurde aus der offenen Baugrube der Kessel-Druckanlage eine Grundwasser-Probe entnommen. Hier wurden 22,5 mg Chrom/ l ermittelt.

Im Zuge des Ausbaues des unterirdischen Sammelbehälters unter der Abtropffläche wurde belasteter Boden ausgebaut und entsorgt; so auch der belastete Boden beim Ausbau der Tauchbecken.

Im Dezember 2015 erfolgte durch die HuK Umweltlabor GmbH, Wenden-Hünsborn, im Auftrag der Stadt Lennestadt eine orientierende Erstuntersuchung für das ehemalige Sägewerk¹.

Zur Erkundung der oberflächennahen Auffüllungen bzw. Bodenschichten wurden hierbei sechs Baggerschürfe bis in eine Tiefe von max. 1,0 m unter Geländeoberkante (GOK) durchgeführt. Die Proben aus den Tiefenbereichen 0-0,5 m und 0,5-1,0 m unter GOK wurden auf die Parameter Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber, PAK, MKW und Pestizide (u. a. Pentachlorphenol, Hexachlorbenzol, Aldrin, 4,4-DDT und Lindan) untersucht.

Diese ersten Untersuchungen haben gezeigt, dass im Bereich des ehemaligen Tauchbeckens (s. Anlage 1) insbesondere für die Parameter Chrom_{ges.} (max. 11.700 mg/kg), Arsen (max. 1.830 mg/kg), Cadmium (max. 59 mg/kg) sowie PAK₁₆ (max. 39 mg/kg) hohe bis sehr hohe Feststoffgehalte in der Fraktion < 2 mm ermittelt wurden. Deutlich geringere Feststoffgehalte wurden für die restlichen fünf Schürfe festgestellt.

Nach Kenntnisstand der Erstuntersuchung galt für den Bereich des ehemaligen Tauchbeckens der Gefahrenverdacht für den Wirkungspfad Boden-Mensch als erhärtet, für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser konnte dieser nicht ausgeschlossen werden. Dies betraf vor allem die Parameter Chrom_{ges.} und Arsen. Auch für die übrigen untersuchten Bereiche konnte der Gefahrenverdacht für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Grundwasser nicht ohne Weiteres ausgeschlossen werden. Folglich wurden weitere Untersuchungen notwendig.

Allerdings sollte auf Veranlassung des Auftraggebers aufgrund der zu erwartenden Geländemodellierung im Zuge der Neubebauung (Abschiebung von Oberbodenmaterial und oberflächennahe Auffüllung) auf ergänzende Untersuchungen in Bezug auf den Wirkungspfad Boden-Mensch verzichtet werden.

Mit Datum vom 16.03.2016 erhielt die IFUA-Projekt GmbH, Bielefeld, den schriftlichen Auftrag von der Stadt Lennestadt (Az. 15 21 52) zur Durchführung der Gefährdungsabschätzung. Der Entwurf der Gefährdungsabschätzung wurde im

¹ HuK Umweltlabor GmbH (2015): Orientierende Erstbewertung sowie Dokumentation des IST-Zustandes 12/2015 der ehemaligen Firmenfläche des Sägewerkes Camminady in Lennestadt-Germanienhütte.

August 2016 zur Diskussion gestellt – die Endfassung ist im November 2016 in abgestimmter Form mit den im Kapitel 1.1 zusammengefassten Ergebnissen erstellt worden.

1.1 Ergebnisse der Gefährdungsabschätzung

Zur Beurteilung von Boden- und Grundwasserverunreinigungen wurden unter Zugrundelegung des Gesetzes zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG 1998) die Vorsorge- und Prüfwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV 1999) herangezogen.

Die im Zuge der Gefährdungsabschätzung ermittelten Schwermetallgehalte lassen darauf schließen, dass sie geogenen Ursprungs sind in Kombination mit umgelagertem Haldenmaterial des Bergbaus und als Folge der historischen Nutzung der Fläche als Sägewerk (Holzimprägnierung).

Die Ausdehnung der ehemaligen Lagerflächen für imprägniertes Holz im südlichen Bereich des Sägewerkgeländes mit hohen Gehalten an Chrom und Quecksilber konnte weitgehend abgegrenzt werden.

Wirkungspfad Boden-Grundwasser

Aufgrund der hohen Gehalte insbesondere an Arsen, Blei, Chrom, Chromat, Kupfer und Zink, dem hoch anstehenden Grundwasser und der aus den Schichtansprachen der Bohrungen abgeleiteten fehlenden Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone durch fehlende Trennschichten muss von einer Gefahr für das Schutzgut Grundwasser ausgegangen werden.

Wirkungspfad Boden-Mensch

Aktuell ist geplant, die Fläche als Industrie- und Gewerbegrundstück zu erschließen. Daher sind mit Blick auf das Bodenschutzrecht zunächst die entsprechenden Prüfwerte heran zu ziehen, bei deren Überschreitung der Verdacht auf schädliche Bodenveränderungen als erhärtet gelten muss.

Darüber hinaus sind jedoch die nach Bauplanungsrecht geforderten „gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse“ zu gewährleisten, die vor dem Hintergrund des

Vorsorgedankens des Baugesetzbuches zu interpretieren sind. Demnach sind die mit einem Gefahrenfaktor verknüpften Prüfwerte deutlich zu unterschreiten. Die Gesamtgehalte an Arsen, Blei und Chrom zeigten jedoch, dass dieses zumindest teilflächig nicht gegeben ist:

Tabelle 1: Ergebnisse der Gefährdungsabschätzung in Bezug zu den Prüfwerten der BBodSchV

| Parameter | Prüfwerte BBodSchV Industrie- und Ge- werbegrundstücke | Gehalte in den Baggerschürfen | Gehalte in den Bohrungen | Bemerkung höchste Konzentra- tionen in |
|-------------|---|----------------------------------|-----------------------------|--|
| | | Min-Max | Min-Max | |
| Cadmium | 60 | 0,5 - 7,5 | 0,3 - 8,9 | Schurf 6 / Bohrung 12 |
| Arsen | 140 | 10,4 - 384 | 7,2 - 391 | Schurf 3 / Bohrung 3 |
| Blei | 2.000 | 65 – 3.010 | 54 - 1.960 | Schurf 3 / Bohrung 3 |
| Chrom ges. | 1.000 | 38 – 4.310 | 31 – 2.850 | Schurf 6 / Bohrung 12 |
| Quecksilber | 80 | 0,10 - 6,88 | < 0,07 - 4,64 | Schurf 3 / Bohrung 3 |
| Nickel | 900 | 18 - 80 | 8 - 63 | Schurf 9 / Bohrung 13 |

Alle Konzentrationsangaben in mg/kg

Demnach musste der Verdacht auf schädliche Bodenveränderungen auch mit Blick auf eine industriell-gewerbliche Nutzung als erhärtet angesehen werden.

Fazit und Empfehlungen der Gefährdungsabschätzung

Auf Grundlage der in diesem Untersuchungsschritt ermittelten Ergebnisse muss sowohl im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Mensch (bei gewerblich-industrieller Nutzung) als auch Boden-Grundwasser von einer Erhärtung des Gefahrenverdachteten ausgegangen werden.

Vor diesem Hintergrund besteht weitergehender Untersuchungs- und Maßnahmenbedarf, indem zunächst im Rahmen einer Sanierungsuntersuchung die für die spezifischen Verhältnisse in Frage kommenden Maßnahmenoptionen geprüft und mit dem Ziel der Ableitung der vorzugswürdigen Variante vergleichend evaluiert werden.

Im Zuge der Endabstimmung der Gefährdungsabschätzung wurde die IFUA-Projekt-GmbH beauftragt, ein Konzept für eine Sanierungsuntersuchung zu erstellen.

1.2 Konzept der Sanierungsuntersuchung

Die Details im Hinblick auf die durchzuführende Sanierungsuntersuchung ergaben sich einerseits aus dem Gutachten der Gefährdungsabschätzung (IFUA 2016) sowie andererseits dem Erörterungsgespräch am 04.10.2016 in Lennestadt. Darüber hinaus sind die Anforderungen der Fachbehörde des Kreises Olpe (Telefonat Herr Rinscheid, Herr Dr. Barkowski am 14.11.2016 sowie Email von Herrn Rinscheid vom 21.11.2016) berücksichtigt.

Den vorliegenden Kenntnissen zufolge war ein ergänzender Erkundungsschritt unverzichtbarer Bestandteil der Sanierungsuntersuchung. Um diesen sachgerecht und zielführend planen zu können, waren im ersten Bearbeitungsschritt ergänzend Grundlagen zu ermitteln, zusammenzufassen und auszuwerten.

Aufgrund der heterogenen Auffüllungen und Belastungen auf dem ehemaligen Firmengelände war nach den Untersuchungen im Rahmen der Gefahrenanalyse noch kein vollständiges Bild über die gesamte Fläche vorhanden. Insbesondere unter den Gebäuden fehlten Informationen zur Belastungssituation. Zur abschließenden Erkundung einschließlich der Bereiche unterhalb der Gebäude bzw. Versiegelungen waren Maßnahmen zur Feststellung des flächendeckenden Sanierungsbedarfes erforderlich. Das Erkundungskonzept wurde mit der Stadt Lennestadt abgestimmt. Hierbei wurde den zusätzlichen Erkundungsarbeiten zur Untersuchung des Bodens zugestimmt – auf die vom Gutachter vorgeschlagenen Untersuchungen des Grundwassers sollte vorerst verzichtet werden.

Grundlage der Sanierungsuntersuchung sind die Vorgaben des Anhangs 3 Nr. 1 BBodSchV sowie die auf den Einzelfall angepassten Anforderungen von Sanierungsuntersuchungen nach MALBO-Band 11 (LUA NRW 2000).

Die Sanierungsuntersuchung dient der Ermittlung und fachlichen Bewertung geeigneter Sanierungsverfahren vor dem Hintergrund der Sanierungsziele. In Abhängigkeit der Möglichkeiten und Grenzen des favorisierten Maßnahmenkonzeptes sind die Sanierungsziele ggf. zu modifizieren. Bei der Ermittlung und Festlegung des Maßnahmenkonzeptes ist die vorgesehene Überplanung und Umnutzung des Geländes zu berücksichtigen, bzw. ist zu prüfen, ob die ange-dachte Nutzung eine spätere Sanierung be- oder verhindert.

Zur Erarbeitung der Sanierungsuntersuchung werden nach derzeitigem Kenntnisstand folgende Arbeitsschritte durchzuführen sein:

- Festlegung von Sanierungszonen
- Auswahl geeigneter Sanierungstechniken/-verfahren
- Erarbeitung von Sanierungsszenarien
- Kostenschätzung (inkl. Planungskosten)
- Vorschlag eines Maßnahmenkonzeptes mit ggf. modifizierten Sanierungszielen

Ein Entwurf des Gutachtens zur Sanierungsuntersuchung wurde dem Auftraggeber am 19.06.2017 als Grundlage für einen Abstimmungstermin mit der Stadt Lennestadt vorgelegt, um aufgrund der Ergebnisse die Szenarien für eine Machbarkeitsstudie zu diskutieren.

Das vor diesem Hintergrund erarbeitete Gutachten beschrieb zunächst den Untersuchungsumfang der Sanierungsuntersuchung (Kapitel 2), bevor in Kapitel 3 die Ergebnisse bewertet und fachlich gewürdigt wurden. Das Kapitel 4 komplettierte das Gutachten durch ein zusammenfassendes Fazit mit Blick auf die geplante Sanierung zur Nutzung als Industrie- und Gewerbegrundstück sowie Empfehlungen zum weiteren Vorgehen vor Fertigstellung der Machbarkeitsstudie. In einer Ergänzung vom 11.07.2017 wurden wunschgemäß die überschlägigen Kosten ermittelt.

Zu diesem Zeitpunkt gab es nur eine als sinnvoll erachtete Möglichkeit zur Sanierung und zwar das Auskoffern der belasteten Bodenbereiche. Eine Sicherung der Flächen durch Versiegelung wurde zu diesem Zeitpunkt noch nicht in Betracht gezogen. Im Rahmen des Erörterungstermins am 14.07.2017 im Rathaus

der Stadt Lennestadt wurden die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert. Zu diesem Zeitpunkt wurden auch die bereits fortgeschrittenen Planungen der Stadt zur weiteren Nutzung der Fläche vorgestellt. Der aktuelle Bebauungsplan sowie der vorliegende Bauantrag sehen eine weitgehende Versiegelung durch Straßen, Parkflächen und eine Waschanlage vor.

In diesem Kontext wurde die Sicherung der belasteten Flächen durch eine Versiegelung aufgegriffen. Seitens des Kreises Olpe wurde darauf hingewiesen, dass diese Maßnahme eine mögliche Alternative darstellt, jedoch muss in diesem Zusammenhang eine grundwasserseitige Untersuchung erfolgen, um den Schadstoffaustrag an Chrom / Chrom VI quantifizieren zu können.

In der hiermit vorgelegten abschließenden Sanierungsuntersuchung werden nun neben den bereits vorgestellten Ergebnissen die ergänzenden, grundwasserseitigen Maßnahmen beschrieben und bewertet.

2. Durchgeführte Untersuchungen

2.1 Bodenseitige Untersuchungen

Der Untersuchungsumfang wurde von der IFUA-Projekt-GmbH aufgrund der seitens des Auftraggebers zur Verfügung gestellten Informationen abgeleitet. Hiernach bestand ein Prüfungsbedarf im Bereich der Holzlagerflächen sowie der Abtropfflächen nahe ehemaliger Tauchbecken (Holzimprägnierung).

Die am 02.03.2017 durchgeführten Geländearbeiten erfolgten nach vorheriger Abstimmung in Bezug auf die zu beprobenden Lokationen durch die Firma Kleegräfe Geotechnik GmbH, 59556 Lippstadt, und wurden im Beisein von Herrn Dr. Droste (Stadt Lennestadt) und Herrn Dr. Jurkschat (IFUA-Projekt GmbH) ausgeführt.

Die Geländearbeiten am 02.03.2017 umfassten das Abteufen von Kleinrammbohrungen (KRB) - die Ausführung von Baggerschürfen wurde am 03.03.2017 umgesetzt.

Im Vorfeld der Geländearbeiten zur Gefährdungsabschätzung erfolgte eine Anfrage beim Kampfmittelräumdienst der Bezirksregierung Arnsberg, um mögliche Gefährdungen erkennen zu können. Mit Datum vom 15.04.2016 wurde nach Luftbildauswertung festgestellt, dass *„keine Maßnahmen erforderlich sind, da keine in den Luftbildern erkennbare Belastung vorliegt“* (Az. 59-09-35004).

Die Bohrarbeiten wurden mit einem Kleinbohrgerät auf Lafette mittels Rammkernsonden DN 80 mm durchgeführt. Als Endteufe wurde eine Tiefe von 3,0 m unter Gelände vorgegeben, jedoch mindestens bis zur Grundwasseroberfläche, die in jeder Bohrung erreicht wurde.

Die Gewinnung von Feststoffproben für die laboranalytische Untersuchung erfolgte nach Schichtwechsel bzw. mindestens je Bohrmeter. Die Lokationen der Ansatzstellen bzw. die Schichtenverzeichnisse sind den Anlagen 1 und 2 zu entnehmen.

Neben den Aufschlussbohrungen wurden mittels Kleinbagger Baggerschürfe bis max. 0,6 m unter Gelände durchgeführt, um mögliche Bodenveränderungen großflächig erkennen zu können. Die Positionierungen der Schürfe stimmen mit

den Aufschlussbohrungen überein und sind in Anlage 1 mit S1 bis S13 gekennzeichnet.

Das Aushubmaterial wurde unmittelbar nach Anlage des Baggerschurfes repräsentativ beprobt, wobei mindestens 25 Einzeleinstiche aus dem Haufwerk zu einer ca. 5 Liter umfassenden Mischprobe zusammengefasst wurden.

Die Bohrungen wurden jeweils bis zum unterlagernden Festgestein bzw. bis in die Verwitterungszone abgeteuft.

2.2 Grundwasserseitige Untersuchungen

Wie bereits in Kapitel 1.2 beschrieben, wurde im Erörterungstermin vom 14.07.2017 beschlossen, auch den grundwasserseitigen Pfad zu betrachten. Hierbei wurde besonderes Augenmerk auf einen möglichen Schadstoffaustrag in Richtung des Vorfluters Lenne gelegt.

Das Konzept zur grundwasserseitigen Untersuchung sah somit vor, zwei temporäre Grundwassermessstellen (2“) in grundwasserabstromiger Richtung vom ehemaligen Tauchbecken aus zu errichten (s. Anlage 8).

Die Grundwassermessstellen wurden von der Fa. Kleegräfe Geotechnik GmbH, 59556 Lippstadt, am 15.08.2017 im Beisein von Herrn Dr. Droste (Stadt Lennestadt, zeitweise) und Herrn Dr. Jurkschat (IFUA-Projekt GmbH) errichtet. Schichtverzeichnisse und Ausbaupläne sind der Anlage 9 aufgeführt.

3. Ergebnisse

Bevor die laboranalytischen Untersuchungsergebnisse dargestellt und bewertet werden, soll vorab der sedimentologische und hydrogeologische Kenntnisstand zusammengefasst werden.

3.1 Sedimentologische und hydrogeologische Erkenntnisse

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Südsauerländer Bergland in unmittelbarer Nähe zum Vorfluter Lenne. So sind gemäß Geologischer Karte 1:25.000 Blatt 4814 Lennestadt am Standort des ehemaligen Sägewerkes Camminady vornehmlich fluviatile Ablagerungen anzutreffen. Der Schotterkörper in der heutigen Talaue wird als Niederterrasse angesprochen. Die mitunter gut gerundeten Gerölle bestehen aus Gesteinsfragmenten des umliegenden Festgesteins – vornehmlich aus Gangquarz und Sandstein, Keratophyr sowie Kieselschiefergeröllen in einer sandig-schluffigen Matrix. Die Größe der Gerölle variiert von Nuss- bis Faustgröße.

Die unterlagernde Festgesteinsabfolge besteht aus der sogenannten Sandstein-Schiefer-Folge der Dasberg-Stufe des Oberdevons. Diese bestehen aus olivgrünen Tonschiefern (Obere Rotschiefer-Sandstein-Folge), welche zum Hangenden immer mehr in die Sandstein-Schiefer-Folge wechseln. Die Sandsteine sind überwiegend dünnbankig und kalkig ausgebildet. Die Mächtigkeit der feingeschichteten Bänke schwankt zwischen 1 cm und 20 cm – glimmerreiche Abschnitte weisen zudem noch eine gute Spaltbarkeit auf.

Das Gebiet um den Standort des ehemaligen Sägewerkes Camminady ist durch den Erzbergbau des Sauerlandes geprägt. Das bei Weitem wichtigste Erzvorkommen stellt das Meggener Schwefelkies-Zinkblende-Schwerspatlager dar. Es wurden jedoch in der Umgebung auch viele Verleihungen auf Kupfer-, Eisen-, Blei-, Zink-, und Manganerz angesprochen.

Die Gegend um Lennestadt verzeichnet viele erzbergbauliche Schürfe, Versuchsstollen und Schächte, da Ende des 19. Jahrhunderts intensiv nach einer Fortsetzung des Meggener Lagers gesucht wurde. Schon geringste und völlig wertlose Schwefelkiesvorkommen gaben Anlass zu Schürfungen und wurden erschlossen.

Die Mineralparagenesen umfassen v.a. Schwefelkies, Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies. Auf dem Gelände des ehemaligen Sägewerkes Camminady deuten Auffüllungen von Bergematerial auf den ehemaligen Bergbau hin. Auch die hohen Schwermetallkonzentrationen an Blei, Zink und Kupfer stammen vermutlich aus den Relikten des Bergbaus.

Die chemischen Zusammensetzungen der Mineralparagenesen sind wie folgt:

- Zinkblende – ZnS
- Schwefelkies (Pyrit) – FeS_2
- Bleiglanz (Galenit) – PbS
- Kupferkies (Chalkopyrit) - $CuFeS_2$

Die Entwässerung des gesamten Untersuchungsgebietes ist auf die Lenne ausgerichtet. Am Standort des ehemaligen Sägewerkes Camminady ist von einer nach Norden bis Nordnordosten gerichteten Grundwasserfließrichtung auszugehen. Das Grundwasser bewegt sich in den oberflächennahen Lockersedimenten des Quartärs und ist auf die Oberkante des Festgesteins bzw. der Verwitterungszone begrenzt.

Es ist davon auszugehen, dass in den Sedimenten auf dem Grundstück des Sägewerkes eine ganzjährige Grundwasserführung vorhanden ist.

3.2 Laboranalytische Untersuchungsergebnisse Boden

Das ausgewählte Probenmaterial wurde zur chemischen Untersuchung der Eurofins Umwelt West GmbH, 50389 Wesseling, überstellt.

Abstimmungsgemäß wurde ein zweistufiges Untersuchungskonzept umgesetzt, bei dem zunächst die Feststoffgehalte für die Schwermetalle im Königswasser-aufschluss in der Fraktion < 2 mm ermittelt wurden.

In Abhängigkeit der hierbei gewonnenen Ergebnisse erfolgte an ausgewählten Proben der zweite Untersuchungsschritt, in dem die im wässrigen Milieu mobilisierbaren Gehalte im 2:1-Schütteleluat nach DIN 19529 in der Fraktion < 2 mm bestimmt wurden. Entsprechende Untersuchungen wurden bei Überschreitung der in Tabelle 2 aufgeführten Gesamtgehalte veranlasst:

Tabelle 2: Auswahlkriterien für die Untersuchung der mobilisierbaren Gehalte

| Arsen | Blei | Cadmium | Chrom | Kupfer | Nickel | Quecksilber | Zink |
|-------|------|---------|-------|--------|--------|-------------|------|
| 60 | 200 | 2 | 200 | 200 | 100 | 2,5 | 350 |

Alle Angaben in mg/kg Trockenmasse

Ab Chrom_{ges.}-Gehalten > 400 mg/kg erfolgte eine Chromatbestimmung im Eluat.

3.2.1 Baggerschürfe

Die Prüfberichte zu den Ergebnissen des Materials der Baggerschürfe S17 – S20 sind in Anlage 4 dokumentiert. Auf dieser Basis sind die folgenden Auffälligkeiten zu beschreiben, die sich an den maßgeblichen Gehalten für die Gefährdung des Menschen orientieren. Diese Gehalte wurden der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV) – Wirkungspfad Boden-Mensch (Prüfwerte für Industrie- und Gewerbegrundstücke) entnommen:

Tabelle 3: Maßgebliche Gehalte für die Gefährdung Mensch (BBodSchV – Wirkungspfad Boden – Mensch / Industrie- und Gewerbeflächen)

| Arsen | Blei | Cadmium | Chrom | Nickel | Quecksilber |
|-------|-------|---------|-------|--------|-------------|
| 140 | 2.000 | 60 | 1.000 | 900 | 80 |

Alle Angaben in mg/kg Trockenmasse

Gesamtgehalte

Das Material aus BAGGERSCHURF 17 zeigt keine Auffälligkeiten, die auf einen Zusammenhang mit der Holzimprägnierung hindeuten. Ähnlich ist das Material aus BAGGERSCHURF 18 zu bewerten, obwohl der $\text{Chrom}_{\text{ges}}$ -Gehalt mit 159 mg/kg in der Tendenz höher liegt. Es ist hier anzunehmen, dass diese Fläche als Lagerfläche für Holz genutzt wurde.

Die Bereiche um die BAGGERSCHÜRFE S19 und S20 (südöstlicher Bereich des Geländes) weisen nur geringe Gehalte an $\text{Chrom}_{\text{ges}}$, (bis 47 mg/kg) auf und spiegeln damit die Lagerfläche ohne auffällige Bodenveränderungen wider.

Zudem wurden in den untersuchten Materialien Gehalte an Vererzungsmineralen, wie z.B. Kupfer, Zink und Blei analysiert. Diese können einerseits geogenen Ursprungs des autochthonen Gesteins sein, möglich wäre jedoch auch, dass es sich um umgelagertes Abraummateriale aus dem lokalen Bergbau handelt, welches als Auffüllungsmaterial hier abgelagert wurde.

Mobilisierbare Gehalte

Eluatuntersuchungen erfolgten nur an Materialien aus dem Baggerschurf 18, und hier auf die Parameter Zink und Kupfer.

In der nachfolgenden Tabelle sind die im wässrigen Milieu mobilisierbaren Gehalte an Schwermetallen aufgeführt und hilfsweise den Prüfwerten der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser gegenübergestellt. Damit werden sie orientierend zur Bewertung der Daten am „Ort der Probennahme“ herangezogen, obwohl sie – wie bodenschutzrechtlich vorgegeben - für den „Ort der rechtlichen Beurteilung“ (Übergang der ungesättigten zur wassergesättigten Zone) gelten.

Allerdings steht das Grundwasser am Standort des ehemaligen Sägewerkes hoch an, sodass dieser Abgleich gerechtfertigt erscheint.

Tabelle 4: Ergebnisse der Eluatuntersuchung (Material aus den Baggerschürfen)

| Parameter | Prüfwert BBodSchV Wirkungspfad Boden-Grundwasser | MP 18 Schurf 18 |
|------------------|---|----------------------------|
| Arsen | 10 | -- |
| Cadmium | 5 | -- |
| Blei | 25 | -- |
| Chrom ges. | 50 | -- |
| Chrom VI | 8 | -- |
| Kupfer | 50 | 93 |
| Quecksilber | 1 | -- |
| Nickel | 50 | -- |
| Zink | 500 | 190 |

Alle Angaben in µg/l

Demnach sind in Bezug auf das Element Kupfer hohe Gehalte gemessen worden.

3.2.2 Kleinrammbohrungen

Die entsprechenden Prüfberichte sind in Anlage 4 dokumentiert. Auf dieser Basis sind die folgenden Auffälligkeiten zu beschreiben, die sich an den maßgeblichen Gehalten für die Gefährdung des Menschen orientieren (s. Tab. 3).

Gesamtgehalte

Obwohl die Bohrungen in unmittelbarer Nähe zu den Baggerschürfen abgeteuft wurden, differieren die in diesem Zusammenhang ermittelten Ergebnisse zum Teil deutlich.

Die BOHRUNGEN 16 und 17, die nach vorliegenden Informationen im Abstrom des ehemaligen, südlich gelegenen Tauchbeckens liegen, zeigen bei erster Betrachtung der Gehalte keinen Hinweis auf Imprägnier-Rückstände.

Anhaltspunkte für eine Holzlagerfläche, bei der Imprägnier-Rückstände im Boden nachzuweisen sind, finden sich in der BOHRUNGEN 18, wobei vor allem die Chrom_{ges.}-Gehalte mit 974 mg/kg als deutlich erhöht zu bezeichnen sind.

In den BOHRUNGEN 19 und 20 finden sich - wie schon in den Baggerschürfen - hohe Gehalte an Vererzungsmineralen, wie z.B. Kupfer, Zink und Blei.

Neben den BOHRUNGEN 16 bis 20, die außerhalb der Gebäude zur Verdichtung des Aufschlussnetzes abgeteuft wurden, sollten durch die BOHRUNGEN 21 bis 28 die Schadstoffkonzentrationen unter den Sohlflächen ermittelt werden.

Auffällig war hier vor allem die BOHRUNG 28, die sich im Bereich der zuletzt genutzten Abtropffläche befindet. Hier wurden hohe Konzentrationen an Arsen (238 mg/kg) und Chrom (774 mg/kg) gemessen.

Mobilisierbare Gehalte

Eluatuntersuchungen wurden an Materialien der BOHRUNGEN 17-18, 23, 25 und 27-28 durchgeführt, wobei der höchste Cr(VI)-Gehalt in der Probe 28/5 (1,1-1,4 m) mit 388 µg/l gemessen wurde. Der Prüfwert der BBodSchV für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser wurde damit um das nahezu 50-fache überschritten.

Die nachfolgende Tabelle 5 gibt einen Überblick über die ermittelten Gehalte im Eluat:

Tabelle 5: Ergebnisse der Eluatuntersuchung (Material aus den Bohrungen)

| Parameter | Prüfwert BBodSchV Wirkungspfad Boden-Grundwasser | 17/3 0,9-2,2m | MP18 0,0-1,3m | 18/3 1,3-2,2m | 18/4 2,2-3,0m | 23/4 1,0-1,9m |
|-------------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Arsen | 10 | -- | -- | -- | 3 | -- |
| Cadmium | 5 | -- | < 0,3 | -- | -- | -- |
| Blei | 25 | -- | -- | -- | -- | < 10 |
| Chrom ges. | 50 | -- | 52 | -- | -- | -- |
| Chrom VI | 8 | -- | 35 | -- | -- | -- |
| Kupfer | 50 | -- | 58 | 113 | < 5 | -- |
| Quecksilber | 1 | -- | -- | -- | -- | -- |
| Nickel | 50 | -- | -- | -- | -- | -- |
| Zink | 500 | < 1 | 8 | < 10 | < 10 | -- |

| Parameter | Prüfwert BBodSchV Wirkungspfad Boden-Grundwasser | 25/2 0,2-0,6m | MP27 0,18-1,4m | 28/4 0,56-1,1m | MP28/5 1,1-1,4m |
|-------------|---|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Arsen | 10 | -- | -- | -- | 79 |
| Cadmium | 5 | -- | -- | -- | -- |
| Blei | 25 | < 10 | -- | -- | -- |
| Chrom ges. | 50 | -- | -- | 290 | 394 |
| Chrom VI | 8 | -- | -- | 281 | 388 |
| Kupfer | 50 | < 5 | < 5 | < 5 | 31 |
| Quecksilber | 1 | -- | -- | -- | -- |
| Nickel | 50 | -- | -- | -- | -- |
| Zink | 500 | < 10 | < 10 | -- | < 10 |

Alle Angaben in µg/l

Die Tabelle 5 belegt, dass teilweise in den mittels KRB gewonnenen Feststoffproben hohe und im wässrigen Milieu gut mobilisierbare Gehalte an Arsen, Chrom, Chromat und Kupfer festgestellt worden sind.

3.3 Laboranalytische Untersuchungsergebnisse Grundwasser

Die entnommenen Grundwasserproben der ersten Kampagne wurden zur chemischen Untersuchung dem UCL Umwelt Control Labor, 44536 Lünen, überstellt. Die Probennahme im Rahmen der zweiten Kampagne sowie die Analytik erfolgte im Hause der HuK Umweltlabor GmbH, 57492 Menden.

Nach Errichtung der Grundwassermessstellen wurden diese beprobt und auf die Gehalte an Chrom und Chrom VI hin untersucht (Anlage 10 – Probennahmeprotokoll.) In zweiwöchigem Abstand erfolgte eine erneute Probennahme mit anschließender Untersuchung des Grundwassers auf die o.g. Parameter.

Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung sind in der Anlage 11 sowie in der nachfolgenden Tabelle 6 dokumentiert.

Tabelle 6: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung (alle Angaben in µg/l)

| Parameter | GWM 1 | GWM 2 | Grenzwerte nach TrinkWV 2001 | Geringfügigkeits- schwellenwerte 2017 |
|-----------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|---|
| Chrom | 15.08.2017 15 | 15.08.2017 n.n. | 50 | 4,7 |
| | 23.08.2017 37 | 23.08.2017 6,3 | 50 | 4,7 |
| Chrom VI | 15.08.2017 n.n. | 15.08.2017 n.n. | nicht angegeben | 3,4 |
| | 23.08.2017 37 | 23.08.2017 6,3 | nicht angegeben | 3,4 |

Aus der vorangegangenen Tabelle geht hervor, dass die am Standort des Sägewerkes Camminady im Grundwasser enthaltenen Konzentrationen zwar die aktuell gültigen Geringfügigkeitsschwellenwerte² überschreiten – die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung 2001 werden jedoch eingehalten.

Für den Geringfügigkeitsschwellenwert der LAWA 2017 wurde die Umweltqualitätsnorm Rhein als Grundlage gewählt. Im Rahmen der Ableitung von Umweltqualitätsnormen für die Rhein-relevanten Stoffe wurde unter Zugrundelegung der Empfindlichkeitsverteilung der Arten zunächst ein Wert von 10,2 µg Cr VI/l errechnet, der jedoch unter Berücksichtigung der gesamten Datenlage nochmals reduziert wurde (Faktor 3), so dass letztlich ein Geringfügigkeitsschwellenwert von 3,4 µg für Cr VI abgeleitet wurde. Für Cr III wurde ein Wert von 4,7 µg/l errechnet. Resultierend sind diese Werte auf Grundlage der ökotoxikologischen Bewertung.

Die humantoxikologische Bewertung richtet sich bei Chrom nach dem in der TrinkWV genannten Wert von 50 µg/l. In der Begründung der WHO heißt es hierzu, dass es keine angemessenen verfügbaren Toxizitätsstudien gibt, die eine Ableitung geringerer Werte stützen.

² LAWA (2017): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser – Fassung 2016.—
Stuttgart, Januar 2017.

Die Geringfügigkeitsschwellenwerte sind eine Arbeitshilfe, die einen Anhaltspunkt über einen möglichen Maßnahmenbedarf gibt. Im vorliegenden Fall wurde der Wert ökotoxikologisch abgeleitet. Da sich dieser Wert auf die Empfindlichkeit von Arten in Flüssen und Bächen konzentriert, ist er für das allgemeine Grundwasser nicht unbedingt als Handlungsmarke anzusetzen. Hier sollte der human-toxikologisch abgeleitete Wert der TrinkWV von 50 µg/l gelten, der in keiner der untersuchten Proben überschritten wurde.

Da die Probenahmestellen in geringer Entfernung zu einem Vorfluter liegen, können die Geringfügigkeitsschwellenwerte dennoch relevant sein, sofern in diesem Chrom-Gehalte festgestellt werden, die den Wert von 3,4 µg/l überschreiten. Aufgrund der hohen Wasserfracht der Lenne ist dieses zwar als äußerst unwahrscheinlich anzusehen, könnte jedoch mittels einer Schöpfprobe unmittelbar hinter der GWM 1 überprüft werden.

4. Sanierungsziele

Ziel der Sanierungsuntersuchung ist die Ermittlung eines oder mehrerer Sanierungsverfahren, die zur Gefahrenabwehr geeignet, technisch machbar, rechtlich zulässig und verhältnismäßig sind. Die hierbei zu betrachtenden Schutzgüter sind gem. der in Kapitel 3 dargestellten Sachverhalte der Voruntersuchungen im Wesentlichen der Wirkungspfad Boden-Mensch sowie der Wirkungspfad Boden-Grundwasser, für die im Allgemeinen die Prüfwerte der Bundesbodenschutzverordnung herangezogen wurden. Danach besteht im vorliegenden Fall Maßnahmenbedarf, der die Schadstoffquelle einbeziehen muss.

4.1. Benennung der Sanierungsziele

Im Hinblick auf die zukünftige Nutzung der Fläche als "Industriefläche" wurden die Sanierungsziele für den Altstandort ehemaliges Sägewerk Camminady wie folgt festgelegt:

- Einhalten der Prüfwerte am Ort der Beurteilung;
- Dekontamination bzw. Minimierung der Schadstoffquelle(n);
- Reduzierung des Schadstoffeintrags in das Grundwasser;
- Schutz des Oberflächengewässers Lenne;
- Verhinderung der Mobilisierung von ggf. verbleibenden Restbelastungen.

5. Beschreibung möglicher Maßnahmen zur Gefahrenabwehr (Varianten)

Nach Auswertung aller bisher am Altstandort des ehemaligen Sägewerkes Camminady vorliegenden Ergebnisse sowie unter Zugrundelegung der durchgeführten Untersuchungen ergibt sich – mit Ausnahme im Hinblick auf die hydraulischen Verhältnisse - ein relativ vollständiges Gesamtbild, anhand dessen die Situation mit ausreichender Sicherheit eingeschätzt werden kann.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass an verschiedenen Stellen im Untergrund schädliche Rückstände aus der ehemaligen Holzimprägnierung vorhanden sind. Die Verunreinigungen lassen sich z.T. organoleptisch, vorrangig jedoch analytisch nachweisen und konnten anhand von Bohrungen und Bagger-schürfen räumlich eingegrenzt werden. Die Verbreitung der kontaminierten Bereiche zeigen die Kartenwerke in Anlage 5.

Bei den Schadstoffen handelt es sich um typische Substanzen der Holzimprägnierung, die offenbar während der langen Produktionsphase in den Untergrund eingedrungen sind und sich dort aufgrund ihrer eigenen Mobilität sowie infolge von Auswaschungsprozessen verteilt haben.

5.1. Variantenvergleich

Auf einen Variantenvergleich wurde zunächst verzichtet, da mögliche Sanierungsvarianten wie **Sicherung der Fläche durch Versiegelung** zunächst nicht in Betracht kamen und eine weitgehende Entfernung der Schadstoffquellen als zielführend erachtet wurde. Somit kam als Vorzugsvariante nur das Auskoffern der Schadenszentren in Frage. Erst im Rahmen des Erörterungstermins wurde diese Möglichkeit aufgegriffen, da die aktuelle Planung sowieso eine großräumige Versiegelung oberhalb der belasteten Fläche vorsieht.

Da die Versiegelung der Flächen nun also sowieso umgesetzt werden soll, muss hierfür keine Kostenrechnung im Rahmen eines Variantenvergleiches erfolgen. Die Kosten für das Monitoring bei einer Sicherung sind mit wenigen hundert Euro pro Jahr zu nennen. In einem Variantenvergleich wären diese Kosten für das „Monitoring“ bei allen Varianten anzusetzen, denn auch bei einem Bodenaustausch müsste der Erfolg mittels Monitoring belegt werden (Erfolgskontrolle).

Auch wenn die Sicherung mittels Versiegelung mittlerweile als Vorzugsvariante gilt und umgesetzt werden soll, haben wir für die Variante „Bodenaustausch“ Betrachtungen hinsichtlich der Wirksamkeit, Kontrollierbarkeit, Gewährleistung des Anwohnerschutzes (Emission) dargestellt, um letztendlich auch die Wirtschaftlichkeit (Kosten-Nutzen) zu beurteilen. Für diese Sanierungsvariante werden auf der Grundlage durchschnittlicher Marktpreise (Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung³ sowie eigener Recherchen) die Kosten unter Berücksichtigung der relevanten Randbedingungen wie Baugrund, Wasserhaltung, Arbeitsschutz, etc. überschlägig abgeschätzt.

5.2. Variante: Auskoffern der Schadensbereiche

5.2.1 Randbedingungen, Flächen und Massenermittlung

Die hier relevanten Randbedingungen wie z.B. die geologische und hydrogeologische Situation sind in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt.

Flächen- und Massenermittlung:

Zur Ermittlung der zu sanierenden Flächen wurden alle bisher erhobenen Daten ausgewertet. Bei der Interpretation der z.T. subjektiven Bewertungen in der Schichtansprache ist eine gewisse Unschärfe enthalten, die jedoch für die hier zugrunde gelegte Ermittlung nicht von Bedeutung ist.

Die zu sanierende Fläche umfasst die Bereiche 1-5 (s. Anlage 5.3) des Grundstückes des Sägewerkes Camminady in Lennestadt-Germanienhütte.

Tabelle 7: Ermittlung der Größe schadstoffbelasteter Flächen

| Bezeichnung Fläche Nr. | Flächengröße |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | ca. 500-700 m ² |
| 2 | ca. 200-225 m ² |
| 3 | ca. 300-375 m ² |
| 4 | ca. 300-375 m ² |
| 5 | ca. 900-1.000 m ² |
| Gesamtfläche | ca. 2.200-2.675 m ² |

³ MUNLV / LUA (2005): Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz - Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung 2004/2005.-- Essen

Kubatur: Die im Rahmen der Voruntersuchungen durchgeführten Bohrungen und Sondierungen belegen eine vertikale Schadstoffverteilung bis in den Bereich der Grundwasserwechselzone (Schwankungszone des Grundwasserstandes). Als Maßnahme wurde bei Prüfwertüberschreitung des Wirkungspfades Boden-Mensch ein Bodenaustausch von 0,0-0,5 m u.GOK vorgeschlagen. Bei einer Prüfwertüberschreitung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser ergibt sich ein Bodenaustausch von 0,0-2,0 m u.GOK.

Aus der beschriebenen Flächen- und Schadstoffverteilung ergibt sich überschlägig folgende Massenberechnung:

Tabelle 8: Massen- und Mengenberechnung schadstoffbelasteter Boden

| Bezeichnung Fläche Nr. | Fläche [m ²] | Aushubtiefe [m] | Kubatur [m ³] | Aushubmasse [t] |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| 1 | ca. 500-700 m ² | 0,0-0,5 | ca. 300 m ³ | ca. 550 t |
| 2 | ca. 200-225 m ² | 0,0-2,0 | ca. 400 m ³ | ca. 700 t |
| 3 | ca. 300-375 m ² | 0,0-2,0 | ca. 700 m ³ | ca. 1.200 t |
| 4 | ca. 300-375 m ² | 0,0-2,0 | ca. 700 m ³ | ca. 1.200 t |
| 5 | ca. 900-1.000 m ² | 0,0-2,0 | ca. 1.900 m ³ | ca. 3.500 t |
| gesamt: | ca. 2.000-2.675 m ² | | ca. 4.000 m ³ | ca. 7.150 t |

5.3. Vorgehensweise Sanierungsvariante Bodenaustausch

Nachfolgend wird die Sanierungsvariante und Vorgehensweise skizziert, die zur Schadstoffreduzierung bzw. Entfernung in Frage kommt.

Bodenaustausch

Bodenaustausch in offener Bauweise, Entfernung der bekannten Schadstoffbereiche bis zur geplanten Tiefe von 0,5 bzw. 2,0 m u.GOK

Umsetzung: Entfernung der Primärquelle der Kontamination.

Bei dieser Variante werden die festgestellten fünf Schadstoffbereiche bis zur jeweiligen Zieltiefe ausgekoffert und der Bodenaushub entsorgt. Grundsätzlich ist eine offene Baugrube erforderlich, jedoch ist aufgrund der geringen anzunehmenden Tiefe von max. 2,0 m u.GOK in den meisten Bereichen kein Verbau und auch keine Wasserhaltung notwendig. Der Bodenaustausch erfolgt mittels Bagger.

Da sich ein Schadstoffbereich (Bereich Nr. 3) zumindest teilweise unter den Lagerschuppen im Südwesten des Geländes erstreckt, müssen bestimmte Sicherungsmaßnahmen getroffen werden. Dies kann mittels Verbau durchgeführt werden, allerdings ist noch zu prüfen, ob Tragelemente betroffen sind und abgefangen werden müssen.

Die Wiederherstellung der Fläche nach Ausbau kann durch Wiedereinbau von unbelastetem Aushubmaterial oder durch Einbau von geeignetem und unbelastetem Fremdboden / Schotter erfolgen. Es ist sicherzustellen, dass die Schadstoffquelle weitestgehend entfernt und somit ein weiterer Schadstoffeintrag bzw. eine Schadstoffmobilisation unterbunden wird.

5.4 Arbeitsschritte

Leistungsübersicht über die wichtigsten Arbeitspakete:

1. Gutachterleistungen

- Planung
- Baugrundsicherung
- Vorsorge / Sicherung der überdachten Lagerfläche
- Vermessung
- Ausschreibung
- Bauüberwachung / Dokumentation

2. Bauleistungen

- Baustelleneinrichtung
- Sonstige vorbereitende Arbeiten (Leitungssuche / Sicherung)
- Bodenaushub, Sortierung und Lagerung
- Transport / Entsorgung von kontaminiertem Material
- Transport von Austauschboden
- Einbau von Fremdboden
- Wiederherstellung der Oberfläche
- Arbeitsschutz
- Sonstiges / Sicherheitszuschlag

5.5 Bewertung

Kostenseitig handelt es sich hier um eine teurere Variante im Vergleich zur reinen Sicherung mittels Flächenversiegelung. Dennoch ist diese Variante als zweckmäßig und günstig zu bewerten, da die Auskofferung als einfach umsetzbar zu bewerten ist. Folgemaßnahmen und Folgenutzungen können uneingeschränkt umgesetzt werden.

6. Kosten

Hinsichtlich des vorangestellten Ergebnisses sowie der Sanierungsmaßnahme „Bodenaustausch“ wird nachfolgend eine Kostenschätzung angeführt.

6.1. Kostenschätzung für die Variante Bodenaustausch

Die Kostenschätzung wurde mit Hilfe der im Leistungsbuch LUA NRW (2005) /6/ enthaltenen Kostenmodule vorgenommen. Aufgrund vorliegender Preisspiegel, die aus aktuellen Angeboten zu vergleichbaren Projekten erstellt wurden, sind die Summen der Einzelmodule der Kostenschätzung hinterfragt und überprüft worden. Die zugrunde gelegten Kosten sind in der Tabelle 9 aufgelistet. Da die Kosten des Leistungsbuches bereits 10-12 Jahre alt sind und nicht unbedingt dem Preisniveau der aktuellen Marktsituation entsprechen, wurden die Angaben, die hinsichtlich aktueller Angebote als zu hoch oder zu niedrig einzustufen sind, in der Tabelle 9 angepasst.

Diese Unschärfe bei der Kostenschätzung ist besonders zu beachten, falls sich bei kostenrelevanten Einzelpositionen die Preise deutlich verändert haben; dies kann sich zu Fehlern in der überschlägig ermittelten Preiskalkulation anhand des Leistungsbuches auswirken. Deutliche Abweichungen wurden bei den Preisangaben zu den Entsorgungskosten festgestellt. Aufgrund aktueller Vergleichspreise sowie Nachfrage bei Entsorgern müssen diese Preise noch angepasst werden. Da es für die Entsorgung einen Anschluss- und Nutzungszwang an umliegende Deponien gibt, sind bei der Berechnung der Kosten nicht unbedingt die preisgünstigsten gewertet worden.

Bei der Kostenkalkulation gehen wir davon aus, dass die ehemaligen Betriebsgebäude bereits entfernt sind und die Bodenflächen unversiegelt vorliegen. Ausnahme bildet die bereits genannte überdachte Lagerfläche.

Tabelle 9: Preisermittlung abweichend vom Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung (2005)

| OZ | Text gem. Leistungsbuch (Kurzform) | Preis gem. Leistungsbuch [€] | Preis gem. aktueller Ermittlung [€] | Preis gem. Preisliste DBV [€] |
|----------|---|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 81 10 02 | Entsorgung von Bauschutt [t] | 14,16 | 10,00 | 15,50 |
| 81 10 03 | Entsorgung von Betonbruch [t] | 25,44 | 10,00 | 15,50 |
| 81 10 06 | Entsorgung von Boden (nicht einbaufähig) und überschüssigem, nicht kontaminiertem Erdaushub [t] | 16,64 | 12,50 | 16,00 |
| 81 20 17 | Entsorgung Boden und Steine [<Z2 LAGA] inkl. Transport [t] | 36,95 | 25,00 | 15,40 |

Trotzdem ist die Kostenschätzung insbesondere als Trend zur Beurteilung der Kostenstruktur zu verstehen. Eine detaillierte Kostenaufstellung würde im Rahmen der Sanierungs- und Ausführungsplanung erfolgen müssen.

Die Massen wurden überschlägig aus den vorangestellten Berechnungen (Kubatur etc.) entnommen. Somit ergibt sich bei einer zu sanierenden Fläche von rd. 2.500 m² und einer durchschnittlichen Tiefe von 0,0-2,0 m eine Bodenmasse von rd. 7.000 t. Da die Entsorgungskosten nach Tonnage (t) abgerechnet werden, wurde hier als Faktor einheitlich 1,8 (Bauschutt: 1,9-2,0 / Boden: 1,3-1,6 / Mittelwert und kalkulatorischer Ansatz: 1,8) verwendet.

Eine gewisse Unschärfe weisen die Ingenieurleistungen auf. Für die statischen Berechnungen der Standfestigkeit der Fundamente der überdachten Lagerfläche werden 2.500 € veranschlagt. Alle weiteren Ingenieurleistungen (Planung, Überwachung, Projektsteuerung) wurden mit dem im Leistungsbuch vorgeschlagenen Pauschalsatz von insgesamt 0,3 – 1,1 % bemessen. Um kleinere Unsicherheiten auszugleichen, wurde ein Sicherheitszuschlag von 10% auf die Bausumme hinzugerechnet.

Die ermittelten Einzelpreise wurden weiter unterteilt in:

- Ingenieurleistungen
- Arbeitsschutz
- Baustelleneinrichtung (BE) und Baufeldvorbereitung
- Sicherung der Halle (Spundwand etc.)
- Bodenaushub

- Zwischenlagerung
- Bodenaustausch
- Wiedereinbau von Bodenmaterial
- Bodenentsorgung
- Sicherheitszuschlag

Nach überschlägiger Ermittlung der Kosten anhand des Leistungsbuches ergeben sich folgende Barwerte (netto), die in Tabelle 10 und detailliert in Anlage 12 aufgeführt sind.

Tabelle 10: Barwerte gem. Kostenschätzung

| Pos. | Beschreibung | Barwert (netto, gerundet) |
|--|---|--------------------------------------|
| 1. Ingenieurleistungen | Planung, Überwachung, Dokumentation im Sinne der HOAI, Teil VII, Projektsteuerung, Statik für Lagerhalle | 15.500,00 € |
| 2. Arbeitsschutz | Erstellen einen Arbeits- und Sicherheitsplanes | 1.500,00€ |
| 3. Baustelleneinrichtung und Baufeldvorbereitung | Baustelleneinrichtung, Bau- und Bestandsvermessung, Urgeländeaufnahme, Festlegen der Aushubbereiche, Dokumentation der zu erhaltenen Gebäude, Dokumentation | 22.000,00€ |
| 4. Sicherung von Gebäuden | Einbau und Ausbau einer Spundwand zur Sicherung eines Gebäudes | 6.100,00 € |
| 5. Zwischenlagerung Boden | Errichtung eines Bodenlagers mit Abdichtung, Zwischenlagerung des Bodens zur Entsorgungsanalyse | 4.500,00 € |
| 6. Bodenaushub | Aushub- und Erdarbeiten, Aushubvolumen ca. 4.000 m ³ | 20.400,00 € |
| 7. Bodenaustausch | Wiedereinbau von bauseits geliefertem Bodenmaterial, verdichten | 10.000,00 € |
| 8. Bodenentsorgung | Entsorgung von Boden und Steinen (< LAGA 2, Mittelwert DK1/DK2) inkl. Transport | 110.000,00 € |
| Summe (netto) | | 190.000,00 € |
| Sicherheitszuschlag | 10% der Zwischensumme | 19.000,00 € |
| Planungssumme (netto) | | 209.000,00 € |

Die in der Tabelle 10 genannten Barwerte sind Nettopreise und berücksichtigen den derzeitigen Planungsstand. Es ist nicht auszuschließen, dass Unvorhersehbarkeiten, wie z.B. die Erschwernis beim Ausbau oder bei der Sicherung der Lagerhalle zu einer Kostensteigerung führen können.

7. Zusammenfassende Bewertung und Fazit

Die Fläche des ehemaligen Sägewerkes Camminady ist nach den Maßstäben des Bodenschutzrechtes untersucht worden und soll auch künftig als Gewerbe- und Industriefläche genutzt werden.

Die im Zuge dieser Untersuchungen ermittelten Schwermetallgehalte lassen darauf schließen, dass sie geogenen Ursprungs sind in Kombination mit umgelagertem Haldenmaterial des Bergbaus und als Folge der historischen Nutzung der Fläche als Sägewerk (Holzimprägnierung).

Die Ausdehnung der ehemaligen Lagerflächen für imprägniertes Holz im südlichen Bereich des Sägewerkgeländes mit hohen Gehalten an Chrom konnte weitgehend abgegrenzt werden.

Durch die aktuell im Zuge der Sanierungsuntersuchung gewonnenen Erkenntnisse konnten die Sanierungsflächen enger abgegrenzt werden. Auch die Schadstoffsituation unterhalb der versiegelten Flächen kann nun beurteilt werden. Demnach wurden sanierungswürdige Konzentrationen nur unterhalb der zuletzt genutzten Abtropffläche vorgefunden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen der Gefährdungsabschätzung sowie der ergänzenden Untersuchungen im Rahmen der Sanierungsuntersuchung sind in den Ergebnisplänen in Anlage 5.1 (Bewertung der maßgeblichen Gehalte für die Gefährdung von Grundwasser und Mensch) sowie in Anlage 5.2 (Abgrenzung von Sanierungsflächen) zusammengefasst dargestellt.

Auf Grundlage der ermittelten Ergebnisse muss sowohl im Hinblick auf den Wirkungspfad Boden-Mensch (bei gewerblich-industrieller Nutzung) als auch Boden-Grundwasser von einem Maßnahmenbedarf ausgegangen werden.

Es konnten somit fünf Sanierungsbereiche abgegrenzt werden, die in Anlage 5.3 abgegrenzt sind:

1. Lagerfläche am der westlichen Grundstücksgrenze im Bereich S3/S13

Hier werden die maßgeblichen Gehalte für die Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Mensch für die Parameter Blei, Chrom und Arsen

überschritten. Für die Beurteilung des Wirkungspfad es Boden-Grundwasser wurden keine Überschreitungen festgestellt. Somit ist in diesem Bereich ein Bodenaustausch von 0,0 – 0,5 m unter Geländeoberkante ausreichend

2. Versiegelte Fläche im Anstrom des ehemaligen Tauchbeckens (AB 15).

Hier werden die maßgeblichen Gehalte für die Beurteilung des Wirkungspfad es Boden-Mensch für den Parameter Arsen überschritten. Für diesen Bereich wird ein Bodenaustausch von 0,0 – 2,0 m unter Geländeoberkante vorgeschlagen.

3. Lagerfläche südlich des ehemaligen Tauchbeckens (S5-S7)

Hier werden die maßgeblichen Gehalte für die Beurteilung des Wirkungspfad es Boden-Mensch für die Parameter Chrom und Arsen sowie für die Beurteilung des Wirkungspfad es Boden-Grundwasser für die Parameter Arsen, Chrom und Chromat überschritten. Für diesen Bereich wird ein Bodenaustausch von 0,0 – 2,0 m unter Geländeoberkante vorgeschlagen.

4. Lagerfläche an der südlichen Grundstücksgrenze im Bereich S9.

Hier werden die maßgeblichen Gehalte für die Beurteilung des Wirkungspfad es Boden-Mensch nicht überschritten, jedoch wurden für die Beurteilung des Wirkungspfad es Boden-Grundwasser Überschreitungen beim Parameter Chrom festgestellt. Für diesen Bereich wird ein Bodenaustausch von 0,0 – 2,0 m unter Geländeoberkante vorgeschlagen

5. Abtropffläche und Lagerfläche an der nördlichen Grundstücksgrenze östlich des Betriebsgebäudes (S12, S18, AB28).

Hier werden die maßgeblichen Gehalte für die Beurteilung des Wirkungspfad es Boden-Mensch für die Parameter Chrom und Arsen sowie für die Beurteilung des Wirkungspfad es Boden-Grundwasser für die Parameter Arsen, Chrom, Chromat und Kupfer überschritten. Für diesen Bereich

wird ein Bodenaustausch von 0,0 – 2,0 m unter Geländeoberkante vorgeschlagen

Am 14.07.2017 wurde das weitere Vorgehen abgestimmt. Nach der Vorstellung der Ergebnisse und anschließender Diskussion wurde beschlossen, dass der Grundwasserpfad im Abstrom des ehemaligen Tauchbeckens untersucht werden soll. Der Kreis Olpe stellte in Aussicht, dass sofern die Gehalte an Chrom / Chrom VI als gering zu bewerten seien, ein relevanter Austrag nicht zu besorgen sei und somit auch keine Bodenaustauschmaßnahmen zwingend zu fordern seien. Die Ergebnisse der grundwasserseitigen Untersuchungen wurden dem Auftraggeber und den Fachbehörden mit Aktenvermerk vom 18.09.2017 vorgelegt.

Mit Datum vom 25.09.2017 erhielt der Auftraggeber vom Kreis Olpe folgende fachliche Bewertung (s.a. Anlage 13), die nachfolgend auszugsweise zitiert wird:

„Unter der Maßgabe, dass

- 1. die Fläche **möglichst komplett versiegelt wird** und dadurch der Eintritt von Niederschlagswasser unterbunden wird und*
- 2. die GW-Pegel bestehen bleiben, um **für zwei Jahre ein jährliches Monitoring** (Chrom und Chrom VI) zu betreiben, welches obige Annahme bestätigen und den Altlastenverdacht endgültig ausräumen sollte,*

kann der geplanten Nutzung der Fläche seitens der Unteren Bodenschutzbehörde sofort zugestimmt werden.

Zu beachten ist selbstverständlich, dass die Fläche abfallwirtschaftlich aufgrund der verschiedenen Bodenbelastungen relevant bleiben wird insoweit, dass bei Erdarbeiten anfallender Aushub schadlos zu entsorgen ist und mit erhöhten Entsorgungskosten zu rechnen ist. Dies sollte den zukünftigen Nutzern frühzeitig – ggf. auch bereits im Verfahren der Bauleitplanung – unbedingt mitgeteilt werden.“

Aufgrund der geringen Chrom / Chrom VI-Gehalte im Grundwasser ist diese Variante als kostengünstigste Alternative vorzuziehen. Die Sicherung der Messstellen für das 2-jährige Monitoring wurde bereits auftraggeberseitig veranlasst.

Die Tatsache, dass Folgemaßnahmen und Folgenutzungen allerdings nicht uneingeschränkt möglich sind, ist dabei künftig zu beachten.

Das vorliegende Gutachten wurde unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Gutachterliche Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die dokumentierten Anknüpfungstatsachen, Prüfgegenstände und Untersuchungsergebnisse.

Bielefeld, den 09.10.2017

Dr. Dietmar Barkowski
(Dipl.-Chem.)

Dr. Thomas Jurkschat
(Dipl.-Geol.)
- beratender Geowissenschaftler BDG -