

Stadt Dessau-Roßlau  
Amt für Umwelt- und Naturschutz  
Untere Bodenschutzbehörde  
Finanzrat-Albert-Straße 2

06862 Dessau-Roßlau

Auftrag vom: 22.11.2010  
Aktenzeichen 83-1.11/ 281013/2010/1  
Unser Zeichen: 2368.10/be-sd  
Rev. 0 vom: 04.03.2011

QUALITÄTS-  
MANAGEMENT-  
SYSTEM



DQS-zertifiziert nach  
DIN EN ISO 9001  
Reg.-Nr. 61609



DAC-P-0063-98-00

## Detailerkundung und Sanierungsvorplanung ehemaliger Industriestandort JUNKALOR Altener Straße 43 in 06847 Dessau-Roßlau



GESCHAFTSFÜHRER  
DR. H.-J. BERGER

HANDELSREGISTER  
AMTSGERICHT STENDAL  
HRB 205057

KONTEN  
COMMERZBANK  
MERSEBURG  
KONTO 40 80 77 6  
BLZ 800 400 00

VOLKSBANK  
GIEBEN  
KONTO 28 25 600  
BLZ 513 900 00

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Veranlassung/Aufgabenstellung .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Unterlagen .....</b>	<b>8</b>
2.1	Kartengrundlagen.....	8
2.2	Vorhandene Gutachten und Unterlagen zum Standort.....	8
2.3	Unterlagen Bodenschutz- und Altlastenrecht, Abfallrecht, Sonstige.....	9
<b>3</b>	<b>Charakterisierung des Untersuchungsgebietes .....</b>	<b>10</b>
3.1	Allgemeine Situation .....	10
3.2	Geologische und hydrogeologische Verhältnisse .....	10
3.2.1	Betrachtung der geologischen Situation .....	10
3.2.2	Betrachtung der hydrogeologischen Situation .....	10
3.3	Nutzungsgeschichte .....	11
3.3.1	Allgemeine Erläuterung der Galvanischen Verfahren.....	11
3.3.2	Historische Standortentwicklung .....	15
3.3.3	Beschreibung der Oberflächenbehandlungswerkstatt .....	17
3.4	Aktuelle Nutzung des Bereichs Galvanik, Beschreibung des derzeitigen Zustands, Bestandsaufnahme .....	21
<b>4</b>	<b>Kontaminationssituation.....</b>	<b>22</b>
4.1	Umgang mit umweltrelevanten Stoffen in galvanotechnischen Anlagen .....	22
4.2	Zusammenstellung der bei JUNKALOR verwendeten Stoffe .....	23
4.3	Auswertung der vorhanden Gutachten.....	25
4.3.1	GFE (1990): Gutachten zur Ersteinschätzung ... (21.12.1990) .....	25
4.3.2	Baustoff-Service GmbH (1993): Altlastenuntersuchung II (05.07.1993).....	26
4.3.3	Junkalor (1991): Teilbericht zum Altlastenkataster der Stadt Dessau (08.10.1991) .....	26
4.3.4	Junkalor (1992): Begründung zum Antrag auf Freistellung (13.03.1992) .....	26
4.3.5	HGN (1998): „Altlastenuntersuchung im Stadtkreis Dessau“ (25.11.1998) .....	26
<b>5</b>	<b>Defizitanalyse und Ableitung des Untersuchungsbedarfs .....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>Ausgeführte Arbeiten .....</b>	<b>28</b>
6.1	Einholung der erforderlichen Genehmigungen und Anzeigen .....	28
6.2	Durchführung der Kernbohrungen und Kleinrammbohrungen .....	28
6.3	Grundwasseraufschlüsse .....	29
6.4	Sondierungen auf angrenzender Fläche durch Fa. FUGRO-HGN .....	30
6.5	Klarpumpversuch an den neu errichteten GWM .....	30

6.6	Probenahmen .....	31
6.6.1	Probenahme Boden.....	31
6.6.2	Probenahme Bausubstanz/Mauerwerk und Restprodukte .....	31
6.6.3	Probenahme Grundwasser .....	33
6.6.4	Beprobung der Becken- und Kanalinhalte .....	34
6.7	Vermessung .....	38
6.8	Analytik .....	38
<b>7</b>	<b>Darstellung der Erkundungsergebnisse .....</b>	<b>39</b>
7.1	Beschreibung der angetroffenen geologischen Verhältnisse .....	39
7.2	Bewertung der angetroffenen hydrogeologischen Verhältnisse.....	39
<b>8</b>	<b>Darstellung der Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen.....</b>	<b>40</b>
8.1	Darstellung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen .....	40
8.2	Darstellung der Ergebnisse der Bausubstanzuntersuchungen.....	40
8.3	Darstellung der Ergebnisse der Wasseruntersuchungen .....	42
8.3.1	Ergebnisse der Untersuchung der Becken- und Kanalwässer .....	42
8.3.2	Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung .....	43
<b>9</b>	<b>Bewertungsgrundlage.....</b>	<b>44</b>
9.1	Allgemeine Grundlagen .....	44
9.2	Wirkungspfad Boden – Grundwasser .....	45
9.3	Wasserrechtliche Bewertungskriterien .....	46
9.4	Abfallrechtliche Bewertungskriterien .....	48
<b>10</b>	<b>Gefährdungsabschätzung.....</b>	<b>49</b>
10.1	Eigenschaften der relevanten Stoffe.....	49
10.1.1	LHKW.....	49
10.1.2	Schwermetalle.....	50
10.2	Beschreibung der angetroffenen Kontaminationen .....	52
10.2.1	Bausubstanz und Produktreste.....	52
10.2.2	Boden.....	53
10.2.3	Becken und Kanäle.....	54
10.2.4	Grundwasser .....	56
10.3	Ausbreitungspfade.....	56
10.4	Exposition der Schutzgüter.....	56
10.5	Gefahrenbewertung.....	57
10.5.1	Wirkungspfad Boden - Mensch.....	57
10.5.2	Wirkungspfad Boden - Grundwasser.....	57
10.5.3	Zusammenfassende Bewertung.....	59

<b>11</b>	<b>Sanierungsziele .....</b>	<b>60</b>
<b>12</b>	<b>Revitalisierung der Flächen .....</b>	<b>60</b>
12.1	Allgemeines Rückbaukonzept.....	60
12.2	Beschreibung der Rückbauphasen.....	61
12.2.1	Phase 1 – Entkernung .....	61
12.2.2	Phase 2 – Abbruch aufragende Bausubstanz .....	62
12.2.3	Phase 3 – Abbruch unterirdische Bausubstanz.....	62
12.2.4	Optionale Phase 4 – Hot-spot-Bodensanierung und Rückverfüllung.....	63
12.2.5	Massenermittlung.....	63
12.2.6	Baustelleneinrichtung .....	64
12.2.7	Arbeitsschutzmaßnahmen .....	64
12.2.8	Entsorgung .....	66
12.2.9	Rückverfüllen der Baugrube .....	67
<b>13</b>	<b>Kostenschätzung .....</b>	<b>67</b>

#### ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1	Übersicht über die Arbeitsschritte bei der Behandlung von Oberflächen mit wässrigen Medien .....	12
Abb. 2	Migrationsverhalten von LHKW als flüssige Phase .....	49

## TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 3-1	Zuordnung Gebäudenummern und Gebäudebezeichnungen .....	16
Tab. 3-2	Beschreibung der Abwasserparameter .....	21
Tab. 4-1	Verwendete Stoffe in Beizelei und Galvanik .....	23
Tab. 4-2	Ergebnisse der GW-Untersuchungen.....	25
Tab. 5-1	Beschreibung der Kontaminationsrelevanten Räume des Gebäudes Nr. 12 und 15 .....	27
Tab. 6-1	Untersuchungsprogramm zur Untersuchung von Boden und Bausubstanz .....	29
Tab. 6-2	Ausbaudaten und Einmessung der neu errichteten GWM .....	30
Tab. 6-3	Übersicht Mauerwerks- und Restproduktstoffproben.....	31
Tab. 6-4	Mischproben .....	32
Tab. 6-5	Mischproben (MP) aus Einzelproben für Deklarationsanalysen .....	33
Tab. 6-6	Methoden und Messgeräte zur Bestimmung der Feldparameter .....	33
Tab. 6-7	Ergebnisse der GW-Stichtagsmessung vom 14.12.2010 und 20.01.2011 .....	34
Tab. 6-8	Beschreibung der beprobten Becken und Kanäle .....	34
Tab. 6-9	Angaben zur Vermessung der Becken .....	38
Tab. 8-1	relevante Laborergebnisse der Bodenuntersuchung (mg/kg) im Vergleich mit den Zuordnungswerten der LAGA .....	40
Tab. 8-2	Laborergebnisse auf Schwermetalle im Feststoff (Angaben in mg/kg) .....	41
Tab. 8-3	Laborergebnisse auf MKW und PAK im Feststoff (Angaben in mg/kg) .....	42
Tab. 8-4	Laborergebnisse der Betonuntersuchungen auf Schwermetalle im Eluat (Angaben in $\mu\text{g/l}$ ) .....	42
Tab. 8-5	Laborergebnisse der Wasseruntersuchungen der Becken und Kanäle.....	43
Tab. 8-6	Laborergebnisse der Grundwasseruntersuchung auf Cyanide und SM in $\mu\text{g/l}$ .....	43
Tab. 9-1	Prüf- und Maßnahmenwerte für Bodenbelastungen - Grundwasserschutz (LAWA Empfehlungen 1/94) .....	46
Tab. 9-2	relevante Prüfwerte anorganische Parameter gem. Tab. 3.1, Anh. 2 BBodSchV.....	46
Tab. 10-1	relevante Laborergebnisse der Bodenuntersuchung (mg/kg) im Vergleich mit den Vorsorgewerten.....	54
Tab. 10-2	Ergebnisse der Wasseruntersuchungen der Becken und Kanäle im Vergleich mit Prüfwerten [ $\mu\text{g/l}$ ].....	55
Tab. 12-1	Massenermittlung nutzungsspezifische Kontaminationen .....	63
Tab. 13-1	Kostenschätzung Kontaminationsbedingter Mehraufwand > LAGA Z 2 .....	68

## ANLAGENVERZEICHNIS

### **Anlage 1 Darstellung des Untersuchungsbereiches**

Anlage 1.1 Ausschnitt aus dem topografischer Stadtplan mit Darstellung des Untersuchungsgebietes (M: 1 : 10.000)

Anlage 1.2 Darstellung des Untersuchungsbereiches auf einem Luftbild (M 1 : 1.000)

### **Anlage 2 Darstellung der früheren Nutzung auf dem Grundriss des zu untersuchenden Gebäudes, M: 1:100**

### **Anlage 3 Kartographische Darstellung der Ergebnisse**

Anlage 3.1 Lageplan mit Darstellung der Lage der Rammpegel und GWM in UG

Anlage 3.2 Darstellung der Bohr- und Probenahmepunkte

Anlage 3.3 Darstellung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

Anlage 3.4 Darstellung der Ergebnisse der Bausubstanzuntersuchungen

Anlage 3.5 Darstellung der Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

Anlage 3.6 Darstellung der Ergebnisse der Becken- und Kanaluntersuchungen

Anlage 3.7 Darstellung des kontaminationsbedingten Handlungsbedarfs

### **Anlage 4 Schichtenverzeichnisse KRB und RP**

### **Anlage 5 Tabellarische Übersicht zu den Analyseergebnissen**

Anlage 5.1 Übersicht zu den Ergebnissen der Bodenuntersuchung

Anlage 5.2 Übersicht zu den Ergebnissen der Bausubstanzuntersuchungen

Anlage 5.3 Übersicht zu den Ergebnissen der Deklarationsuntersuchungen

Anlage 5.4 Übersicht zu den Ergebnissen der Grundwasseruntersuchungen

Anlage 5.5 Übersicht zu den Ergebnissen der Wasseruntersuchungen aus den Becken

Anlage 5.6 Übersicht zu den Ergebnissen der Sedimentuntersuchungen aus den Becken

### **Anlage 6 Probenahmeprotokolle**

Anlage 6.1 Probenahmeprotokolle Bodenproben

Anlage 6.2 Probenahmeprotokolle Bausubstanzproben – Einzel- und Mischproben

Anlage 6.3 Probenahmeprotokolle Grundwasserproben

Anlage 6.4 Probenahmeprotokolle Schöpfproben Kanäle und Becken

Anlage 6.5 Klarpumpprotokolle RP 1/10 und RP 2/10

### **Anlage 7 Prüfberichte**

Anlage 7.1 Prüfberichte Bodenproben

Anlage 7.2 Prüfberichte Bausubstanzproben

Anlage 7.3 Prüfberichte Grundwasserproben

Anlage 7.4 Prüfberichte Schöpfproben Kanäle und Becken

### **Anlage 8 Fotodokumentation**

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A	Auffülle
ABE	Allgemeinen Bestimmungen für die Entwässerung und die Entgelte der DESWA GmbH der Stadtwerke Dessau
AbfG	Abfallgesetz
BO	Bodenprobe (Bezeichnung gemäß Qualitätsmanagement der G.U.T.mbH)
BLP	Bodenluftpegel
BTEX	Benzol/Toluol/Ethylbenzol/Xylol
cis-DCE	1,2 -cis- Dichlorethen
CN	Cyanide
DCE	Dichlorethen
DepV	Deponieverordnung
DK	Deponieklasse
EP	Einzelprobe
GW	Grundwasser
GWM	Grundwassermessstelle
GWL	Grundwasserleiter
KB	Kernbohrung
KRB	Kleinrammbohrung
KVF	Kontaminationsverdachtsfläche
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LHKW	leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
LSA	Land Sachsen-Anhalt
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
m NN	Höhenangabe in Meter über Normalnull
MP	Mischprobe
MW	Mauerwerksprobe
PCE	Perchlorethen, Tetrachlorethen
R	Raum
RKS	Rammkernsondierung
RP	Rammpegel
SM	Schwermetalle
Ssfl	Säureschutzfliesen
trans	1,2- trans-Dichlorethen
TCE	Trichlorethen
TS	Trockensubstanz
UG	Untersuchungsgebiet
u GOK	unter Geländeoberkannte
VC	Vinylchlorid
Z	Zuordnungswerte der LAGA

## **1 Veranlassung/Aufgabenstellung**

Die Stadt Dessau plant den Erwerb von Flächen, die durch die ehemalige Junkalor Dessau genutzt wurden. In diesem Zusammenhang ist zu klären, ob und in welchem Umfang auf den Flächen Altlasten und schädliche Bodenveränderungen im bodenschutzrechtlichen Sinne oder auch unter dieser Schwelle liegende Belastungen des Bodens und der Bausubstanz vorhanden sind, die bei einer Umnutzung zu erhöhten (Entsorgungs-) Kosten führen. Wird dies bejaht so sind die Mehrkosten überschlägig zu ermitteln.

Eine derartige Grundstücksbewertung wird häufig als Environmental Due Diligence bezeichnet.

Gegenstand der Grundstücksbewertung sind folgende Teilleistungen:

- Grundlagenermittlung
- Umwelttechnische Untersuchung und bodenschutzrechtliche Bewertung
- Untersuchung und abfalltechnische Bewertung der Gebäudesubstanz und des Baugrundes (im Sinne des bei Revitalisierung anfallenden Bodenaushubes)
- Überschlägige Ermittlung des kontaminationsbedingten Mehraufwandes bei Umnutzung der Flächen.

## **2 Unterlagen**

### **2.1 Kartengrundlagen**

Topographische Karte 1 : 25.000, Blatt Dessau Nr. 4139. Landesamt für Landesvermessung und Datenverarbeitung Sachsen-Anhalt, 1996.

Topographische Karte 1 : 10.000, Blatt M-32-36-D-a-2 (Naumburg).

Historische Geologische Karte mit Erläuterungen. Blatt 4139 (Dessau). Maßstab 1 : 25.000. Kgl. Preuss. Geol. L. Anstalt. Berlin 1938

Lithofazieskarte Quartär (LKQ), Blatt 2365 (Blatt Dessau). Maßstab 1 : 50.000.

Hydrogeologische Karte der DDR (HK 50), Dessau SW/SE, Blatt 1006-3/4. Maßstab 1 : 50.000.

### **2.2 Vorhandene Gutachten und Unterlagen zum Standort**

BAUSTOFF-SERVICE GMBH (1993): Altlastenuntersuchung II Junkalor GmbH Dessau, Altener Straße 43, Grundwasseruntersuchung und Gefährdungsanalyse, 05.07.1993

GFE (1990): Gutachten zur Ersteinschätzung des umweltbezogenen Gefährdungspotentials für einen Bereich an der südlichen Betriebsgrenze der Junkalor Dessau GmbH, 21.12.1990

JUNKALOR (1991): Teilbericht zum Altlastenkataster der Stadt Dessau, Industriegebiet Mitte, 08.10.1991

JUNKALOR (1992): Begründung zum Antrag auf Freistellung, 13.03.1992

HGN (1998): Hydrogeologisches Gutachten „Altlastenuntersuchung im Stadtkreis Dessau“, 25.11.1998

## 2.3 Unterlagen Bodenschutz- und Altlastenrecht, Abfallrecht, Sonstige

- BLafWW (1989): Rundschreiben vom 10.01.1989, Behandlung von Grundwasserverunreinigungen durch leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW). Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München.
- BBodSchG: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) vom 17.03.1998 (BGBl. I S. 502)
- BBodSchV: Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung, Bundesgesetzblatt Nr. 36 vom 16.07.1999, S. 1554
- BodSchAG LSA: Bodenschutz-Ausführungsgesetz Sachsen-Anhalt (BodSchAG LSA vom 02.04.2002)
- ITVA (2000): Richtlinie Bodenluftabsaugversuch – Entwurf Stand 8/2000. Arbeitskreis „Grundwasser und Bodenluft“ des FA H 1 des Ingenieurtechnischen Verbandes Altlasten e.V., Altlasten Spektrum 5/2000, S. 288 – 300.
- LABO (2002): Bewertungsgrundlagen für Schadstoffe in Altlasten – Informationsblatt für den Vollzug. Ständiger Ausschuss Altlasten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), Stand 20.03.2002.
- LAGA (1997): Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA): „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln“ - Mitteilung 20; Stand November 1997
- LAWA (1994): Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Januar 1994.
- LAWA (1998): Geringfügigkeitsschwellen (Prüfwerte) zur Beurteilung von Grundwasserschäden und ihre Begründung, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, ad-hoc-Arbeitskreis Prüfwerte, 21.12.1998
- LAWA (2004): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Düsseldorf, Dezember 2004

## **3 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes**

### **3.1 Allgemeine Situation**

Das Betriebsgelände der ehemaligen Junkalor GmbH befindet sich im südwestlichen Teil von Dessau, im Stadtteil Dessau-Alten an der Altener und Mannheimer Straße, südwestlich der Bahnlinie Bitterfeld-Dessau-Magdeburg, vgl. Anlage 1.1.

Morphologisch gehört das Gebiet zur ausgedehnten Niederung des Elbtals, in das von Süden kommend das Muldetal einmündet. Die Mulde fließt in ca. 2 km Entfernung östlich und die Elbe 3,5 km nördlich des Untersuchungsstandortes.

Die mittlere Geländehöhe befindet sich bei 60 m NN.

### **3.2 Geologische und hydrogeologische Verhältnisse**

#### **3.2.1 Betrachtung der geologischen Situation**

Das Betriebsgelände der ehemaligen Junkalor GmbH befindet sich in der Niederung des Elbtals, einem eiszeitlichem Urstromtal, in dem die Schmelzwässer des abtauwenden Inlandeises nach Nordwesten abgeleitet wurden. Das Geländeniveau befindet sich bei ca. 60 m üNN.

Die Mächtigkeit der quartären Ablagerungen beträgt ca. 20 m. Eine eindeutige stratigraphische Zuordnung gestaltet sich schwierig, die Sedimente sind der Saale-II- Vorschüttphase bis Holozän zuzuordnen. Verbreitet treten als oberste Sedimente holozäne fluviale Sande und Kiese auf, die die glazifluvialen weichselzeitlichen Sedimente überlagern.

Im Wesentlichen ist der Schichtaufbau der oberen Schichten durch eine Wechsellagerung von Mittel- bis Grobsanden mit unterschiedlichen Kiesanteilen und eingelagerten geringmächtigen Schluff- oder Tonhorizonten gekennzeichnet.

Die oberste Schicht ist durch Bebauung und Bodenaustausch anthropogen beeinflusst und verändert. Die Basis des Grundwasserleiters bildet der tertiäre Rupelton.

#### **3.2.2 Betrachtung der hydrogeologischen Situation**

Der oberste GWL wird von den Sanden und Kiesen der Saale-II-Vorschüttbildung – Holozän gebildet.

Die anthropogen unbeeinflusste Grundwasserfließrichtung ist nach Nordwesten in Richtung auf den Vorfluter Elbe orientiert, d. h. hydrogeologisch ist das Untersuchungsgebiet als Entlastungsgebiet zu charakterisieren.

Der Grundwasserflurabstand schwankt am Standort um ca. 1-3 m, was einem Grundwasserniveau von ca. 57,5-58 mm NN entspricht, derzeit haben wir einen Grundwasserhochstand, so dass der Grundwasserflurabstand zwischen 0,80 – 1,00 m beträgt.

Im Stadtgebiet von Dessau beeinflussen zahlreiche Wasserfassungen die hydraulische Situation.

Das Untersuchungsgebiet grenzt in südöstlicher Richtung in einer Entfernung von 1,5 km an die Mulde, mit einer mittleren Wasserführung von 50 - 100 m<sup>3</sup>/s und einer Tiefe von ca. 2 m. Die

Mulde entwässert nördlich in die Elbe. Die Elbe besitzt eine durchschnittliche mittlere Wasserführung von 300 m<sup>3</sup>/s und zeichnet sich durch eine Tiefe von 2-4 m aus.

Südlich an den Untersuchungsbereich angrenzend, befindet sich der Raffineriegraben, ein zwischenzeitlich verrohrtes Abwassersystem, welches nach Westen fließt.

### 3.3 Nutzungsgeschichte

Vor 1945 wurden auf dem Betriebsgelände brenntechnische Geräte produziert. Es handelt sich um eine Teilproduktionsstätte der seit 1935 im Reichseigentum befindlichen „Junkers- Flugzeug- und Motorenwerke“. Das Junkers Kalorimeter gehörte zur Produktpalette. Der Betrieb wurde im 2. Weltkrieg zu 70% zerstört. Unter der Firmenbezeichnung „Junkalor“ erfolgte schrittweise der Wiederaufbau der Produktion messtechnischer Geräte, wie Hydrometer, Barometer und gasanalytische Messgeräte.

Die nach Süden geschaffene Betriebserweiterung auf einer Fläche mit Bunkern und einem Gefangenenlager wurde mit einer Galvanik, einer Lackierei und einer Beizerei mit dazugehöriger Neutralisationsanlage bebaut.

Ab Inbetriebnahme 1965 wurden sämtliche Abwässer der Neutralisation in die südlich befindende Vorflut (Raffineriegraben) eingeleitet, der 1986 nach der Entschlammung mit Steinzeugrohren kanalisiert wurde.

Auf dem Betriebsgelände befindet sich ein Entwässerungsbrunnen, der der Trockenhaltung der Kellergebäude diente und der 1994 noch in Betrieb gewesen sein muss (GFE, 1994).

Die Lage der Gebäude und ihre frühere Nutzung verdeutlicht die Darstellung in Anlage 1.2. Die umweltrelevante Nutzung der einzelnen Räume im Gebäude ist in Anlage 2 dargestellt.

#### 3.3.1 Allgemeine Erläuterung der Galvanischen Verfahren

##### Historie

Galvanisieren ist eine Elektrolyse mit dem Ziel, Metalle oder andere leitende Materialien mit einer Metallschicht zu überziehen. Eine edlere Metallschicht wirkt schön und schützt relativ unedle Metalle gegen Oxidation und Korrosion. Namensgeber war der Italiener Luigi Galvani (1737-1798), der vor über 200 Jahren bei Versuchen mit Tieren nebenbei entdeckte, dass Metalle elektrochemisch reagieren.

Prinzipiell konnten früher nur Gegenstände galvanisiert werden, deren Oberflächen den elektrischen Strom leiten, also Metalle. In den letzten Jahrzehnten galvanisiert man allerdings nicht nur diese, sondern auch Kunststoffe. Dazu werden die Oberflächen von Kunststoff elektrisch leitend gemacht.

Gegenstände aus Metall oder Kunststoff können so mit einer Vielzahl von Metallen beschichtet werden. Häufig erzeugt man Chrom-Schichten, aber auch Schichten aus Nickel, Gold oder Zink kommen öfter zum Einsatz. In vielen Fällen werden mehrere Schichten aufgebracht, um eine bessere Stabilität zu erreichen. Ein Dreischichtensystem aus nacheinander abgeschiedenem Kupfer, Nickel und Chrom schützt beispielsweise eine Felge vor Hitze und Kälte, Nässe, Schnee, Salz, Steinschlag und Kratzern.

Vor ca. 110 Jahren galvanisierte man ähnlich heute in Legierungsbädern, d.h. vorbehandelte Gegenstände (sauber, trocken und fettfrei) wurden an Gestellen befestigt und in Legierungsbäder verschiedener Zusammensetzung und unterschiedlichen pH-Wertes getaucht und anschließend getrocknet. Der Arbeitsablauf ist bei allen Verfahren identisch. Abb. 1 gibt einen Überblick über die einzelnen Arbeitsschritte. Dem prozessbestimmenden Arbeitsschritt geht immer eine Vorbehandlung voraus und in der Regel schließt sich eine Nachbehandlung an.

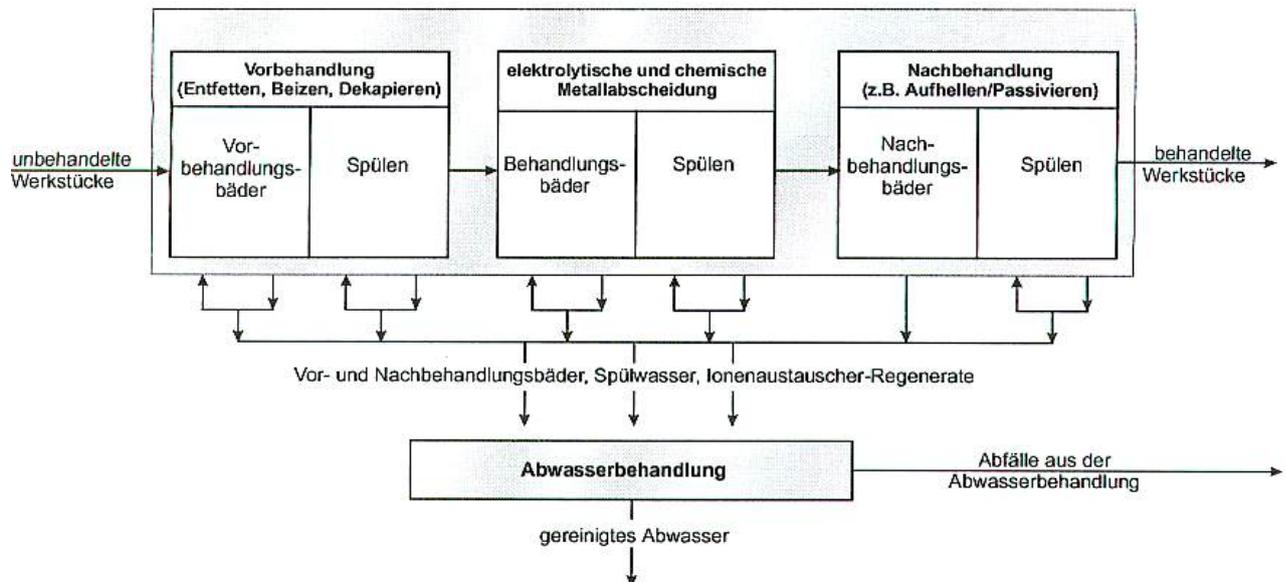


Abb. 1 Übersicht über die Arbeitsschritte bei der Behandlung von Oberflächen mit wässrigen Medien

### Beschreibung der Möglichkeit der Vorbehandlung

Zu den wichtigsten Vorbehandlungsverfahren zählen das

- Entfetten mit organischen Lösemitteln oder wässrigen Reinigern
- das Beizen,
- das Dekapieren und
- das Aktivieren mit Kunststoffoberflächen.

### Entfetten

Das Entfetten ist erforderlich, um Fette, Öle, Harze bzw. andere organische Verbindungen von der Metalloberfläche zu entfernen. Im Bereich der Galvanotechnik wurden überwiegend wässrige Reinigungssysteme eingesetzt. Die sauren, neutralen und alkalischen Lösungen arbeiten bei erhöhten Temperaturen (50 – 90°C) mit verbesserter Wirkung. Hauptkomponenten der wässrigen Reinigungssysteme sind Alkalien, Silikate, Phosphate und Tenside. Die Schaltung von mehreren Entfettungsbädern zu einer Entfettungsbadkaskade erhöht die Reinigungsleistung und verlängert gleichzeitig die Standzeit der Entfettungslösung.

Erst später kamen Lösemittel zum Einsatz. CKW wurden wegen ihrer guten und universellen Reinigungswirkung, der schnellen Trocknung sowie ihrer Unbrennbarkeit in großem Umfang eingesetzt. Aufgrund der Einstufung bestimmter CKW in die Liste der potentiell krebserregenden Stoffe, wegen ihres wassergefährdenden Potentials und der Emission in die Atmosphäre wurde ihr Einsatz später stark reglementiert.

### **Beizen**

Das Beizen dient dazu, die entfettete Oberfläche für den nachfolgenden Metallauftrag metallisch blank zu gestalten. Beim Beizen werden festhaftender Rost, Zunder, Gusshaut oder andere anorganische Verbindungen beseitigt. Zum Beizen von Stahl und Eisen wurden überwiegend Schwefelsäure und Salzsäure verwendet, die jeweils in unterschiedlichen Konzentrationen (10 - 25 %) zur Anwendung kam. In Sonderfällen kamen auch Salpeter-, Fluss-, Phosphor- oder Mischsäure zum Einsatz. Das Beizen von Aluminium und seinen Legierungen erfolgt überwiegend in alkalischen Lösungen.

Das Beizen gehört zu den metallabtragenden Verfahren, bei dem sich die abgelösten Metall-Ionen in der Beize bei gleichzeitiger Verarmung des freien Beizmittels anreichern.

Der Beizmittelverbrauch lässt sich durch Nachdosieren mit Frischbeize ergänzen, wird jedoch die Konzentration der durch Auflösung gebildeten Metallsalze zu hoch, lässt sich keine Abtragswirkung mehr erzielen und das Beizbad muss ersetzt werden.

Zum Beizen können zur Beschleunigung des Vorgangs Netzmittel und Emulgatoren eingesetzt werden. Das Vorschalten von Beizentfettern ist üblich. Emulgatoren, die in stark sauren Medien Fette und Öle emulgieren, unterstützen so deren Entfernung.

Zur elektrochemischen Entzunderung, Entrostung oder Anätzen von Werkstoffen werden saure, alkalische cyanidische und cyanidfreie Elektrolyte zum Beizen eingesetzt. Das Werkstück kann sowohl katodisch als auch anodisch geschaltet werden, Umpolungen erhöhen die Wirksamkeit. Die stärkste Wirkung haben Lösungen mit hohen Alkalicyanidanteilen. Cyanidfreie Präparate weisen eine geringe Wirksamkeit auf und werden in der Hauptsache in Kombination mit Beizentfettern eingesetzt.

Für bestimmte Zwecke können insbesondere Werkstücke aus gehärteten Stählen vor der Galvanisierung angeätzt werden. Vorwiegend verdünnte Chromelektrolyte werden vor Hartverchromungen eingesetzt, üblicherweise gelangt auch konzentrierte Schwefelsäure zum Einsatz.

Dem Beizen und Entfetten schlossen sich mehrere Spülungen / Zwischenspülungen der Werkstücke in Wasserbädern an.

Die Badgröße zur Veredelung des Werkstückes, dem Galvanisieren, richtete sich nach der zu veredelnden Produkt- oder Stückgröße. In der Regel wurden aber Kleinteile behandelt, deshalb wiesen die Bäder Abmessungen von maximal 100 cm × 60 cm × 60 cm auf.

### Dekapieren und Aktivieren

Vor dem Einbringen von Werkstücken in einen sauer reagierenden Elektrolyten, insbesondere nach vorangegangener Behandlung in einem alkalischen Medium, wird ein Tauchvorgang in einer sauren Lösung vorgesehen, die Dekapierung genannt wird. Ziel ist die Entfernung alkalischer Elektrolytrückstände. Eingesetzt werden aktivierende saure Lösungen oder Mineralsäuren.

Zwischen Dekapierung und Metallabscheidung wird üblicherweise gespült, dennoch verlieren die Lösungen recht schnell ihre Standzeiten und müssen ersetzt werden. Die Dekapierung oder Aktivierung verhindert das Verbrauchen der eigentlichen Elektrolytlösung.

### Beschichtungsverfahren

Nach der Vorbehandlung erfolgt die eigentliche Beschichtung. Beim Galvanisieren werden auf das Grundmaterial eine oder mehrere extrem dünne Schichten mit wenigen  $\mu\text{m}$  (1/1000 mm) in der sog. Galvanischen Zelle (siehe Abb. 1) abgeschieden.

Die zu beschichtende Ware wird in eine Metallsalzlösung (Elektrolyten) eingebracht und mit dem negativen Pol (Kathode) einer Gleichstromquelle verbunden. Das abzuschiedende Metall kommt ebenfalls in Form von Anoden (+), und als in Ionen aufgespaltenes Salz in das leitfähige Bad. Unter Stromfluss geht das abzuschiedende Metallion in Lösung und wird von der Kathode, die das Werkstück darstellt, angezogen und dort als Metall-Überzug abgeschieden. Je nach zu veredelndem Ausgangsmaterial und erwünschten Endqualitäten ergeben sich spezifische Schichtenfolgen und Bearbeitungsverfahren.

Möglichkeiten der Beschichtung sind das Vergolden, Verkupfern, Versilbern, Vernickeln, Verzinnen und Verchromen. Jede Beschichtung weist unterschiedliche Eigenschaften auf. Die Kombinationsmöglichkeiten sind vielfältig.

Die Unterschicht Kupfer gleicht z. B. durch ihre gute Dehnbarkeit Spannungen zwischen Werkstück und Überzug aus und garantiert gute Haftung und eine Korrosionsbarriere. Über die Verkupferung wird die abschließende Glanzwirkung mitbestimmt. Nickel sorgt dann abhängig von seiner Schichtdicke für die hohe Korrosionsbeständigkeit. Chrom steht für seine hohe Härte und Anlaufbeständigkeit. Das ausgebildete Korrosionsverhalten kommt dem eines Edelmetalls nahe.

In Kap. 3.3.2 wird auf die am Untersuchungsstandort eingesetzten Verfahren eingegangen.

### Nachbehandlung

Die Chromatierung wird in fast allen Bereichen der stahlverarbeitenden Industrie als unerlässlicher Nachbehandlungsschritt der galvanischen Verzinkung eingesetzt. Die typische Zusammensetzung solcher Chromatierungslösungen sind Chromsäure, Dichromate, Chloride, Fluoride, Sulfate, Nitrate, Acetate und Borate, die in unterschiedlicher Kombination und Konzentration die unterschiedlichen Farb- und Schichteigenschaften erzeugen.

Zur Aufarbeitung fehlerhaft galvanisierter Werkstücke erfolgt in der Nachbehandlung die Entmetallisierung. Hier erfolgt auch die Aufarbeitung der eingesetzten Gestelle zum Betrieb der Anlagen. Entmetallisierungsverfahren sollen im wesentlichen den Überzugswerkstoff schnell und sicher ablösen und das Grundmetall nicht angreifen. Als Verfahren wird meist ein chemisches Ablöseverfahren eingesetzt.

## Abwasser

Das Abwasser der Galvanikbetriebe setzt sich aus verschiedenen Teilströmen der einzelnen Prozessschritte zusammen. Die wesentlichen Bestandteile sind Metallionen, toxische Anionen wie Cyanide, Chromate und Neutralsalze.

Man unterscheidet dabei im Wesentlichen 3 Abwasserarten, die chromsauren bzw. chromhaltigen, cyanidische und saure bzw. alkalische Abwässer. In den chromsauren bzw. chromhaltigen Abwässern wird das umweltrelevante Chrom (VI) in das schwer lösliche und damit ausfallende Chrom (III) umgewandelt. Cyanidhaltige Abwässer werden mit starken Oxidationsmitteln behandelt. Saure bzw. alkalische Wässer werden in Neutralisationsbecken geleitet und dort separat neutralisiert.

Die Reinigung des Abwassers beinhaltet im Wesentlichen die Überführung der gelösten Metallionen in schwerlösliche Verbindungen durch chemische Fällung. Die toxischen Anionen werden durch Oxidation oder Reduktion zerstört. Bei der Fällung fallen die in der Galvanik verwendeten Metalle als Oxide, Hydroxide bzw. Oxidhydrate an. Als Fällungsmittel setzt man Natronlauge, Kalkmilch, Karbonate und / oder Sulfide an.

Der bei der Fällung entstehende Dünnschlamm (ca. 95% Wassergehalt) wird mittels Entwässerungsverfahren (auf ca. 45 % Wassergehalt) entwässert und als Galvanikschlamm entsorgt.

### **3.3.2 Historische Standortentwicklung**

Die historische Nutzung des Geländes in seiner Mikrolage (d. h. die unmittelbare Umgebung des derzeitigen Standortes der Anlage) ist wie folgt nachweisbar (aus JUNKALOR, 1992):

- vor 1900 bis 1940: ausschließlich landwirtschaftliche Nutzung durch mehrere und wechselnde Eigentümer
- 1940 bis 1945: Übernahme durch Kalorimeter-/Kaloriferwerk GmbH (t.w. Vorgänger der Antragsstellerin) und t.w. Bebauung durch Baracken (Wohnlager für „Ostarbeiter“); 1945 Totalzerstörung durch Kriegseinwirkungen
- 1945 bis 1965: ungenutzt, wüst
- 1966: Beginn der Bebauung gemäß Anlage 1.2

Zur Historie des gesamten Flurstückes wird auf eine ausführliche Darstellung im „Teilbericht zum Altlastenkataster der Stadt Dessau ...“ v. 08.10.1991 verwiesen (liegt G.U.T. nicht vor).

Zum Untersuchungsgebiet zählen die folgenden Gebäude, deren Bezeichnung und Beschreibung (aus (JUNKALOR, 1991) übernommenen) nachfolgend und in Anlage 1.2 dargestellt wird:

Tab. 3-1 Zuordnung Gebäudenummern und Gebäudebezeichnungen

Gebäude - Nummer	Bezeichnung/ Nutzung 1990-91	Bauart	Andere Nutzung 1900-1990
11	Stanzerei, Schlosserei, Schweißerei, Lager	Ziegelmauerwerk, Stahlkonstruktion, 1- geschossig, Baujahr 1912	1912-1955 Stahl- und Großapparatebau, einschl. Lackiererei, Feuerverzinkung
12	Galvanik, Beizeerei, Lackiererei mit Büro, Labor und Sozialräumen	Kopfbau: Ziegelmauerwerk, 3- geschossig und Keller (Büro), Anbau Stahlbetonwandstützkonstruktion, 1-geschossig, Baujahr 1966	Nein
14	Pumpenhaus Neutraanlage	Klinkermauerwerk, 1-geschossig, Baujahr 1966	Nein
15	Lager	Stahlbetonwandstützkonstruktion, 1-geschossig, Baujahr 1976	1976 – 1988: organische Entfettungsanlage
20	Büro - provisorisch	Großblockbauweise, 1-geschossig, Baujahr 1969	1969 – 1990 Verkaufsstelle (Konsum)
21	Büro, Gerätemontage	Ziegelmauerwerk, 1-geschossig, Baujahr ca. 1900	1900-1940 (?); Ziegelei-Brenn-Ofenhaus 1942-1945: mechan. Vorfertigung 1949 (?)-1960 Galvanik
29	Küche, Speisesaal, Büro, Lager	Klinkermauerwerk, 2-geschossig, Keller, Baujahr ca. 1900	1900-1940(?): Ziegeleigebäude 1940-1942 Teilabriss (?) 1942-1965 Mechan. Vorfertigung, Versuchslabor, Garage
30	Werkzeugbau	Ziegelmauerwerk, 1-geschossig, Baujahr 1942	1942-1945: mechan. Vorfertigung 1945-1955 (?): Werkzeugbau, Vorfertigung, Feuerwehr
37	Werkzeugbau, Härtereie, Büro	Stahlbetonwandstützkonstruktion, Ziegelmauerwerk, 2-geschossig, Baujahr 1986	
38	Lager	Ziegelmauerwerk, 1-geschossig, Baujahr 1961	Vor 1990 Gasflaschenlager
39	Lager, Kompressorenstation	Ziegelmauerwerk, 1-geschossig, Baujahr 1935	1935-1984 Tischlereie, Kompressorenstation
40	Expl. Prüfstand, Lager	Ziegelmauerwerk, Baujahr 1957	1957-1963 Azetylenanlage
51	Entlackiererei	Ziegelmauerwerk, 1-geschossig, Baujahr 1955	Vor 1990 Versand

### 3.3.3 Beschreibung der Oberflächenbehandlungswerkstatt

Die Anlage wurde als Galvanik, Beizeerei und Lackiererei mit zugehörigen Nebenanlagen und auch zusammenfassend als Oberflächenbehandlungswerkstatt bezeichnet.

Als dazugehörige Nebenanlagen wurden eine Lackiererei und eine Abwasserbehandlungsanlage – Neutraanlage betrieben.

In der Anlage 2 wurden den verschiedenen Räumen des Gebäudes 12 weitere fortlaufende Nummern (in Klammern) zugeordnet, die nachfolgend den Abgleich mit der Darstellung im Lageplan vereinfachen sollen.

Der Bereich der Oberflächenbehandlung von Werkstoffen untergliedert sich in die Bereiche Beizeerei (11) und Galvanik (8), die räumlich getrennt und unabhängig voneinander arbeiteten. Nach der Vorbehandlung der Teile in der Beizeerei erfolgte in der Lackiererei (4) der gesamte Anstrichstoffauftrag oder die Weiterbehandlung in der Galvanik. Die in der Galvanik und Beizeerei entstehenden Abwässer und verbrauchten Prozesslösungen wurden über die Neutraanlage geführt und behandelt.

Die Galvanik, Beizeerei und Lackiererei befand sich in einem Flachbau mit den Abmaßen 60,5 m × 18,5 m (Anbau des Gebäudes Nr. 12).

Das Gebäude wurde 1966 speziell für den genannten technologischen Zweck unter Beachtung des seinerzeit gültigen technischen Regelwerkes und des technischen Standes errichtet. Insbesondere betrifft das die Ausbildung des Fußbodens und dessen Isolation gegenüber dem Erdreich. Bei der ebenfalls 1966 installierten Neutralisationsanlage handelt es sich um eine offene Freianlage (mit sog. „Pumpenhaus“). Sie ist unmittelbar neben dem Gebäude der Galvanik, Beizeerei und Lackiererei gelegen.

#### 1.) Bereich Beizeerei (11)

In der Beizeerei erfolgte die Vorbehandlung von Stahl- und Stahlguss sowie von Aluminium und Chromnickel-Stählen. Die Vorbehandlung der genannten Materialien wurde in getrennten Badstrecken durchgeführt. Die Teile wurden für eine nachfolgende Lackierung, für den Schweißvorgang und für die galvanische Veredlung vorbereitet.

#### *Technische Daten*

Gebäude Nr.: 12 E (Raum 11)

Grundfläche der Beizeerei: 120 m<sup>2</sup>

Fußboden: säurefest

#### *Behandlungsbäder*

- Aufstellung der Bäder in 2 Reihen  
Die erste Reihe umfasst 9 Bäder, die zweite Reihe 10 Bäder
- Die Bäder sind aufgeteilt in:

10 Behandlungsbäder:	2 Bäder	950 l Nutzinhalt
	8 Bäder	470 l Nutzinhalt
9 H <sub>2</sub> O-Spülbäder:	je Bad	470 l Nutzinhalt

### ***Behältermaterial***

Je nach Medium bestanden die Behälter aus Stahl oder Edelstahl und waren innen gummiert. Es wurden auch Behälter aus glasfaserverstärktem Polyester (GUP) eingesetzt.

### ***Technische Ausstattung der Bäder entsprechend des Verfahrens mit:***

- Heizung
- Temperaturregler
- örtliche Absaugung und Rückwandsabsaugung
- Druckluft
- Ablassventile
- Abdeckungen

### ***Abluft***

Die entstehenden Abluftströme wurden über unterschiedliche Entlüftungen über Dach oder seitlich über Dach abgesaugt. Ein Reinigen der Abluft über Filter erfolgte nicht.

## **2.) Bereich Galvanik (Raum 8)**

Die Werkstatt der Galvanik diente zum Veredeln von Werkstücken durch elektrochemische Metallabscheidung, wobei die Vor- und Nachbehandlungen einbezogen sind. Veredelt wurden Teile aus Stahl, Aluminium, Kupfer- und Kupferlegierungen.

Folgende Oberflächenveredelungsverfahren wurden durchgeführt:

- Vernickeln von Gestellware
- Vernickeln von Kleinteilen
- Verzinken von Gestellware
- Verzinken von Kleinteilen
- Aloxieren von Gestellware
- Verkupfern von Gestellware

In den Jahren von 1967 – 1974 wurde ein Chromelektrolyt mit einer Einsatzmenge von 950 l betrieben sowie von 1967 – 1980 ein Cadmumelektrolyt mit einer Einsatzmenge von 3750 l. Der cyanidische Kupferelektrolyt wurde im April 1992 eingestellt.

### ***Technische Daten***

Gebäude Nr.: 12 E (Raum 8)

Grundfläche der Galvanik: 333 m<sup>2</sup>

Fußboden: säurefest

### ***Behandlungsbäder***

Die Bäder waren in 4 Reihen aufgestellt.

- |           |          |
|-----------|----------|
| 1. Reihe: | 8 Bäder  |
| 2. Reihe: | 15 Bäder |
| 3. Reihe: | 6 Bäder  |

#### 4. Reihe: 11 Bäder

Die Bäder sind aufgeteilt in:

- Elektrolytbad Kupfer:	950 l Nutzinhalt
- Elektrolytbad Zink 1:	2.000 l Nutzinhalt
- Elektrolytbad Zink 2:	1.000 l Nutzinhalt
- Elektrolytbad Zink 3:	1.000 l Nutzinhalt
- Elektrolytbad Nickel 1:	470 l Nutzinhalt
- Elektrolytbad Nickel 2:	950 l Nutzinhalt
- Elektrolytbad Alox:	1.200 l Nutzinhalt
- Zinktrommel 1 – 3: je	450 l Nutzinhalt
17 H <sub>2</sub> O-Spülbäder:	300 l – 470 l Nutzinhalt
13 Behandlungsbäder:	5 × 300 l Nutzinhalt
	1 × 390 l Nutzinhalt
	6 × 470 l Nutzinhalt
	1 × 950 l Nutzinhalt

#### ***Behältermaterial***

Je nach Medium wurde Stahl oder Edelstahl gummiert oder glasfaserverstärktes Polyester (GUP) verwendet.

#### ***Technische Ausstattung der Bäder entsprechend des Verfahrens mit:***

- Heizung
- Temperaturregler
- Örtliche Absaugung und Rückwandhaubenabsaugung
- Druckluft
- Ablassventil
- Abdeckungen
- Elektrische Versorgung über Gleichrichter

#### ***Abluft***

Die entstehenden Abluftströme wurden über unterschiedliche Entlüftungen über Dach oder seitlich über Dach abgesaugt. Eine Reinigung der Abluft durch Filter erfolgte nicht.

### **3.) Bereich Lackiererei (4)**

Der Bereich Lackiererei bestand aus den Teilkomplexen Lackierraum mit Infrarottrockenstrecke und Spritzständen, Spachtelraum, Abdunstraum und Konvektivofenraum.

Im Abdunstraum erfolgte das Lagern der beschichteten Teile zum Vortrocknen und Abdunsten. Entsprechend der Technologie durchliefen die mit Lack Luft trocknend beschichteten Teile die anschließende Infrarottrocknung.

Es wurden Luft trocknende Lacke und Einbrennlacke verarbeitet. Die mit Einbrennlack beschichteten Teile wurden im Konvektivofen eingebrannt.

#### ***Technische Daten***

Gebäude Nr.:	12 (Raum 4)
Grundfläche Lackierraum:	240 m <sup>2</sup>
Farbspritzkabinen:	FS 2.000
Anzahl:	5
Auskleidung:	Prallfilter
Infrarotofen:	Gesamtanschlusswert 250 KW
Absaugung IR-Ofen:	6.000 m <sup>3</sup> /h
Absaugung FS 2000:	je 12.000 m <sup>3</sup> /h
Grundfläche Abdunstraum und Konvektivofenraum:	110 m <sup>2</sup>
Konvektivöfenanzahl:	3
Anschlusswert Ofen 1 und 2:	6 KW
Anschlusswert Ofen 3:	24 KW
Gebäude Nr.: 12 (Raum 5)	
Grundfläche Spachtelraum:	54 m <sup>2</sup>

#### ***Abluft***

Die Abluft wurde über Dach in die Atmosphäre ungereinigt abgeleitet.

### **4.) Bereich Abwasserbehandlung (Neutra-Anlage)**

Der Abwasserbehandlungsanlage wurden die Spülwässer der Galvanik und Beizerei getrennt in cyanidhaltige und cyanidfreie (alkalisch und sauer) zugeführt.

Über die gleichen Kanal- und Rohrsysteme wurden Badabstöße verbrauchter Verfahrenslösungen zugeführt. Beide Abwasserarten hatten getrennte Auffang- bzw. Stapelbecken.

Für die Entgiftung der cyanidhaltigen Abwässer standen zwei Holzbottiche zur Verfügung, die wechselseitig mittels Pumpen gefüllt wurden. Die Entgiftung erfolgte mit Chlorbleichlauge bei einem pH-Wert 10,5. Das entgiftete Abwasser wurde dem Neutralisationsbecken zugeführt. Alkalische und saure Abwässer wurden direkt in das Neutraecken geleitet.

Im Neutralisationsbecken wurde der pH-Wert mit Natronlauge auf 8,5 – 9 eingestellt, so dass die gelösten Schwermetalle als schwerlösliche Hydroxide ausfielen.

Die so behandelten Abwässer wurden in das trichterförmige Absetzbecken gepumpt. Die Metallhydroxide (Schlamm) setzten sich ab und wurden auf 2 Schlammbeete abgelassen. Das im Absetzbecken geklärte Abwasser floss durch einen Endauslaufschacht in den Vorfluter.

Aus dem Endauslaufschacht wurden Proben zur Analyse des Abwassers entnommen. Von 1980 – 1991 wurde monatlich das Abwasser eigenanalytisch überwacht.

### **Technische Daten**

- Holzbottiche Anzahl: 2
- Holzbottiche Nutzvolumen: je 5 m<sup>3</sup>
- Stapelbecken Nutzvolumen: 3,5 m<sup>3</sup>
- Absetzbecken Nutzvolumen: 25 m<sup>3</sup>
- Schlammbeete-Anzahl 2: je 34 m<sup>2</sup>
- Neutralisationsbecken Nutzvolumen: 8 m<sup>3</sup>

In Eigenanalyse wurden folgende Abwasserparameter bestimmt:

Tab. 3-2 Beschreibung der Abwasserparameter

	Jahresdurchschnitt					
	1985		1989		Soll alt	
Cyanid	0,032	mg/l	0	mg/l	0,2	mg/l
extrahierbare Stoffe	9,15	mg/l	4,4	mg/l	10,0	mg/l
abfiltrierbare Stoffe	35,9	mg/l	145,8	mg/l	30,0	mg/l
pH-Wert	6 – 7		5 – 7		5 - 6	

### **Lagerflächen**

Die Galvanosalze lagerten in verschlossenen Räumen des Arbeitsbereiches Galvanik im Gebäude 12. Sie befanden sich in den Originalverpackungen der Hersteller. Der Boden der Lager bestand aus Beton. Einige Stoffe lagerten auf Freilagerflächen. Diese Flächen wurden noch 1980 auf Veranlassung und unter Kontrolle der WAB neu angelegt (isolierte Betonflächen).

## **3.4 Aktuelle Nutzung des Bereichs Galvanik, Beschreibung des derzeitigen Zustands, Bestandsaufnahme**

Die Gebäude, die in Anlage 1.2 dargestellt sind, haben Bestand. Die Gebäude sind weitestgehend leer und entkernt, d.h. ohne Metallteile, Türen und Fenster und sind teilweise stark vermüllt. Der Keller des Gebäudes 12 (unterhalb Verwaltung/Büro) steht unter Wasser und ist nicht mehr begehbar. Der Grundwasserflurabstand beträgt nur 0,50 m uGOK.

Die sich östlich befindenden Gebäude 54 und 39 stehen noch, Bau 11 und 34 wurden zwischenzeitlich abgerissen. Auf der Fläche erfolgten zum Zeitpunkt der Aufschlussarbeiten intensive Abrissarbeiten.

Die Zuwegung ist teilweise rückgebaut.

In den Gebäuden wurde randaliert und vielfältig Müll in Form von gummierten Kabelummantelungen (Raum 1), Holz- und Mineralwollreste (Raum 13) abgelagert.

Die in Kap. 3.3.3 beschriebenen Produktionsanlagen der Galvanik, Beizerei, Lackiererei etc. sind komplett rückgebaut. An den Decken befinden sich Reste der Abluftabsaugung (besonders Raum 4 und 11). Vereinzelt befinden sich Haufwerke mit Produktresten und ausgehärteten Filterresten im Raum 4. Am Boden fallen Kontaminationen in Form von verölten Bereichen (Raum 4, 9, 13 und 14) oder auskristallisierten Stoffen auf Teilflächen (Raum 8), besonders an den Säureschutzfliesen, auf.

In der Abwasserbehandlungsanlage sind alle Becken und Behälter flüssigkeitsgefüllt. Das Pumpenhaus, Bau 14 steht unter Wasser.

Nicht altlastenrelevant sind die Sperrmüllablagerung, die teilweise jüngeren Datums sind. Sie befinden sich hauptsächlich im großen Hallenbereich der Entfettung (Raum 13) und im Flur am südlichen Ausgang.

## **4 Kontaminationssituation**

### **4.1 Umgang mit umweltrelevanten Stoffen in galvanotechnischen Anlagen**

Für die galvanische Oberflächenveredlung werden folgende Ausgangsstoffe eingesetzt:

- Säuren, Laugen (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, NaOH)
- Schwermetallsalze (Cr, Cu, Ni, Zn)
- Cyanide
- Lösemittel zur Entfettung (Tri-, Perchlorethen)

Das Galvanisieren ist und war ein sehr wasser- bzw. abwasseraufwendiges Verfahren. Beim Galvanisieren fallen in Folge der verfahrensbedingten Spülprozesse Abfälle in Form von Schlämmen und verbrauchten Spülflüssigkeiten an. Die Spülflüssigkeiten werden entgiftet und über die Filterpresse vom Feststoff befreit. Bei den Galvanikschlämme handelte es sich um:

- Chrom-, Kupfer-, Nickel- und Zink-haltige Galvanikschlämme,
- Metallhydroxidschlämme,
- cyanidische Schlämme
- Spül- und Waschwasserschlämme.

Vermeidung und Verminderung von Abfällen der galvanischen Oberflächenveredlung sind in der Mengenreduzierung der Einsatzstoffe, deren Rückgewinnung aus den Bädern sowie der Prüfung der Möglichkeiten einer Wiederverwendung dieser Stoffe zu suchen. Außerdem tragen Maßnahmen, die zur Standzeitverlängerung der Prozessbäder führen, zur Abfallminimierung bei.

## 4.2 Zusammenstellung der bei JUNKALOR verwendeten Stoffe

Nachfolgend werden die verschiedenen Stoffe den Einsatzbereichen zugeordnet.

Tab. 4-1 Verwendete Stoffe in Beizerei und Galvanik

<b>Bereich Beizerei (11)</b>	<b>Bereich Galvanik (8)</b>
– Entfetter – org. Lösungen Tri und Per – eingestellt	– Laugen NaOH
– Entfetter – alkalisch oder neutral, tensidhaltig	– anorg. Säuren – HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HF, H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub>
– Laugen – NaOH	– Entfettungssalze – stark alkalisch
– anorg. Säuren – HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HF, H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub>	– Galvano-Salze zum Vernickeln – Ni-Salze
– Beizlösungen – stark alkalisch	– Galvano-Salze zum Verzinken – Zn-Salze
– Entfettungssalze – stark alkalisch	– Galvano-Salze zum Verkupfern – cyanidhaltige Cu-Salze
– anorg. Salze – Cr <sup>3+</sup> , Cr <sup>6+</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	– Galvano-Salze zum Aloxieren – Al-Salze
	– Beizlösungen – stark alkalisch
	– Anorganische Salze – Cr <sup>6+</sup> und Cr <sup>3+</sup>

### **Bereich Lackiererei (4)**

#### *a) Anstrichstoffe*

- Elektroisolierüberzugslacke  
enthalten: Testbenzin, Xylol, Butanol, aromat. Lösungen
- Epoxidharzester – Grundfarben  
enthalten: C<sub>8</sub>-Aromaten, Testbenzin
- Alkyd-Aminharz-Lackfarben  
enthalten: C<sub>8</sub>-Aromaten, Butanol, Xylol, Formalin
- Alkyd-Aminharz-Grundierungen  
enthalten: Xylol, Butanol, Testbenzin, C<sub>8</sub>-Aromaten
- Nitro-Farben  
enthalten: Toluol, C<sub>8</sub>-Aromaten
- Tiefziehlacke  
enthalten: C<sub>8</sub>-Aromaten, Xylol

#### *b) Verdünner*

Die zum Anstrichstoff notwendigen Verdünner enthalten:

- Organische Lösungen, C<sub>8</sub>-Aromaten, Butanol, Äthanol, org. Acetate, Xylol, Testbenzin, Formalin, Toluol

### **Bereich Abwasserbehandlung (außen)**

- anorganische Säure – Salzsäure
- Lauge – Natronlauge, Chlorbleichlauge

### **Abfallstoffe**

#### ***Farb- und Lackschlamm***

Beim Betreiben der Lackiererei kam es zum Anfall von besonders überwachungsbedürftigem Abfall (heute: gefährlicher Abfall). Die in den Spritzkabinen befindlichen Prallfilter wurden mit konzentrierter heißer Natronlauge abgelautet. Es entstand dabei ebenfalls ein gefährlicher Abfall (Lack- und Farbschlamm). Der Anfall betrug jährlich ca. 7 t. Die Entlackung wurde Anfang der 90-er Jahre eingestellt.

#### ***Galvanikschlamm***

Durch das Ausfällen der Metalle als Hydroxide aus dem Galvanik-/Beizerei-Abwasser kam es zum Anfall von Galvanikschlamm. Dieser Galvanikschlamm wurde als besonders überwachungsbedürftiger (heute: gefährlicher) Abfall eingestuft (Sonstige Galvanikschlämme).

Analyse Galvanikschlamm von 1987:

Cu	1.037 mg/kg
Cr	5.269 mg/kg
Pb	886 mg/kg
Mn	1.400 mg/kg
Ni	1.031 mg/kg
Cd	102 mg/kg
Zn	26 mg/kg

## 4.3 Auswertung der vorhandenen Gutachten

### 4.3.1 GFE (1990): Gutachten zur Ersteinschätzung ... (21.12.1990)

Die Firma GFE wurde mit der Untersuchung des Abwassergrabens, welcher südlich der Galvanik am Betriebsgelände vorbei führt und der seit 1965 zur Abwassereinleitung genutzt wurde, beauftragt. Es wurden drei Rammpegel nördlich des Grabens errichtet und Boden und Grundwasser untersucht. Weiterhin wurde der auf dem Betriebsgelände befindliche Entwässerungsbrunnen mit beprobt. Ziel war die Einschätzung des Kontaminationsgrades und des Gefährdungspotentials. Es wurden eine Bodenprobe (Pegel 2) und 4 Wasserproben untersucht; die Ergebnisse sind nachfolgend dargestellt:

Tab. 4-2 Ergebnisse der GW-Untersuchungen

Parameter	Pegel 1	Pegel 2	Pegel 3	Werksbrunnen
pH-Wert	6,5	6,8	6,9	7,0
Leitfähigkeit (mS/cm)	2,51	1,5	1,8	1,01
Redoxpotential (mV)	154	182	194	175
CSB (mg/l)	37	36	43	43
Chlorid (mg/l)	182,34	65,92	56,53	26,05
Nitrit (mg/l)	0,29	0,59	0,32	0,02
Nitrat (mg/l)	530	49	81	49
Ammonium (mg/l)	5,9	7,8	7,9	5,6
Sulfat (mg/l)	342	539	660	228
Phosphat (mg/l)	0,1	7,5	0,8	0,1
Abdampfückstand (mg/l)	2.435	1.200	1.558	770
Cadmium (mg/l)	0,00317	0,119	0,147	0,00244
Arsen (mg/l)	0,0071	0,0053	0,0041	0,0003
Chrom (mg/l)	0,02	0,05	0,07	0,03
Kupfer (mg/l)	0,03	0,05	0,17	<0,01
Eisen (mg/l)	1,93	1,56	5,21	0,48
Mangan (mg/l)	0,04	0,08	0,06	0,09
Nickel (mg/l)	0,3	0,15	0,41	0,05
Blei (mg/l)	3,07	2,54	6,45	0,07
Quecksilber (mg/l)	0,0006	<0,0005	<0,0005	<0,0003
BSB 5 (mg/l)	5,5	1,0	2,5	3,0
Cyanide (mg/l)	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Summe MKW (mg/l)	0,13	0,21	0,98	0,3
TOC (mg/l)	2,14	118	3,45	2,11
Benzol (mg/l)	<0,002	<b>10,86</b>	0,15	<0,002
Toluol (mg/l)	n.n.	0,36	0,25	<0,002
Xylol (mg/l)	n.n.	Spuren	<0,002	n.n.
LCKW (mg/l)	<0,002	<b>2,98</b>	0,68	0,1
Lacklösemittel (mg/l)	n.n.	<b>16,3</b>	<0,002	0,012

In den Grundwasserproben wurden Einträge an MKW, BTEX (insbesondere Benzol), LHKW und anderen Lösemitteln festgestellt. Im Boden wurden gleichfalls BTEX und Lösemittel nachgewiesen.

#### **4.3.2 Baustoff-Service GmbH (1993): Altlastenuntersuchung II (05.07.1993)**

Ziel der Arbeiten war es, die die Plausibilität der in der Erstbewertung von 1990 Daten erhobenen Daten zu prüfen und den Grundwasserabstrom zu untersuchen. Es wurde festgestellt, dass die 3 Rammpegel nicht mehr vorhanden waren, so dass zwei neue Pegel errichtet wurden (Anstrom SE-Ecke Kindergarten (30 m nördl. Raffineriegraben) und Abstrom NW Gebäude Oberflächenbehandlung (65 m nördl. Raffineriegraben)). Die Probenahme erfolgte am 08.03.1993. Das Grundwasser im Abstrom der Galvanik war u.a. durch Perchlorethylen (1,6 mg/l in P 2) belastet. Als Kontaminationsquelle wurde die Oberflächenbehandlungswerkstatt vermutet.

#### **4.3.3 Junkalor (1991): Teilbericht zum Altlastenkataster der Stadt Dessau (08.10.1991)**

Der Teilbericht zum Altlastenkataster enthält Karten und Pläne zur Gebäudenutzung, zu Nutzungsänderungen und zum umweltrelevanten Stoffumgang zu unterschiedlichen Zeitschnitten. Des Weiteren enthält er Flurstücksangaben, Angaben zu Flächen- und Raumgröße und zur Nutzung der einzelnen Räume. Aufgeführt werden Stoffumgänge und kontaminationsrelevante Flächen.

Die Angaben in Kap. 3.3.2 und Kap. 3.3.3 wurden teilweise aus diesem Bericht übernommen.

Grenzüberschreitende Besonderheiten, wie die Kenntnisse zur Belastung des Grundwasseranstroms, sind unter Kap. VI des Berichts enthalten.

#### **4.3.4 Junkalor (1992): Begründung zum Antrag auf Freistellung (13.03.1992)**

Die Begründung zum Antrag auf Freistellung fasst alle Vorgänge, Abläufe, Auswirkungen auf die Umwelt für die geplante Oberflächenbehandlungswerkstatt zusammen. Sie enthält u. a. Angaben zu den regelmäßig durchgeführten Abwasseruntersuchungen, beschreibt detailliert die Entwicklungsgeschichte des Standortes und die Gebäudenutzung im Einzelnen, die bereits im Kap. 3.3.3 verarbeitet wurden.

Die Beschreibung der Nutzung der einzelnen Räume und die Beschreibung der Verfahrensweise und Anzahl der einzelnen Behälter, Becken, etc. ist aus dieser Zusammenstellung übernommen.

In der Begründung zum Antrag auf Freistellung sind auch die Ergebnisse der Grundwasser- und Bodenuntersuchung noch einmal zusammengefasst.

#### **4.3.5 HGN (1998): „Altlastenuntersuchung im Stadtkreis Dessau“ (25.11.1998)**

Aus dem hydrogeologischen Gutachten „Altlastenuntersuchung im Stadtkreis Dessau“ liegt nur ein Ausschnitt zur Einsicht vor, der die Ergebnisse der Beprobung umliegender Pegel im Stadtgebiet enthält. Entnommen werden können Angaben zur Belastung einzelner GWM im An- und Abstrom sowie Angaben zur GW-Fließrichtung, die nach Nordwesten gerichtet ist.

## 5 Defizitanalyse und Ableitung des Untersuchungsbedarfs

Für die umwelttechnische Bewertung sind Untersuchungen des Bodens am Standort und des Grundwassers in der unmittelbaren Umgebung der Galvanik erforderlich. Durch die Untersuchung des Bodens können Eintragsquellen erkundet und bewertet werden, ob eine schädliche Bodenveränderung gemäß BBodSchG vorliegt. Die Grundwasseruntersuchung an An- und Abstrommessstellen kann abgeleitet werden, ob am Standort der Galvanik durch die jahrzehntelange Nutzung zur Oberflächenbehandlung eine relevante Beeinflussung des Schutzzutes Grundwasser vorliegt.

Die in Kap. 4.3 beschriebenen Messstellen konnten für die GW-Untersuchung nicht genutzt werden. Der Betriebsbrunnen war ebenso wenig auffindbar, wie die 1991/92 errichteten temporären Grundwassermessstellen.

Weiterhin hatte eine abfalltechnische Bewertung der Gebäudesubstanz zur erfolgen, um nutzungsspezifische Gefahrenabwehrmaßnahmen (kontaminationsbedingte Mehraufwendungen) ableiten zu können. Für diese Kostenschätzung war eine Beprobung der Bausubstanz des Gebäudes sowie der Inhaltsstoffe der abwassertechnischen Anlagen erforderlich.

Das Untersuchungsprogramm gliederte sich in:

1. Grundwasseruntersuchung im An- und Abstrom
2. Bodenuntersuchung unterhalb des Gebäudes Nr. 12
3. Bausubstanzuntersuchung der verschiedenen Räume (bezogen auf die frühere Nutzung)
4. Beprobung der Becken der abwassertechnischen Anlagen

Die Bodenuntersuchungen unterhalb des Gebäudes waren an den kontaminationsrelevanten Bereichen gemäß nachfolgender Tabelle geplant:

Tab. 5-1 Beschreibung der Kontaminationsrelevanten Räume des Gebäudes Nr. 12 und 15

Untersuchungsbereich/Bezeichnung	relevante Nutzung	verwendete Stoffe mit Kontaminationsverdacht
Gebäude 12		
Raum 1: Ofenraum	Ofen	-
Raum 2: Schleuse		-
Raum 3 und 4: Lackiererei	Lackiererei mit Spritzständen, Abdunstraum und Öfen	Farben, Lacke
Raum 5: Schleif- und Spachtelraum	Vor- und Nachbearbeitung	Schwermetalle
Raum 6: CO <sub>2</sub> -Löschanlage	Lager?	-
Raum 7: Hauptflur	Transport	-
Raum 8: Galvanikanlage	Vernickeln, Verzinken, Verkupfern, Aloxieren— Ansatzbehälter/Kanalablauf	Zn, Cr, Ni, Cd, CN, Cu
Raum 9: Galvanikanlage	Umnutzung ist erfolgt, Fußboden unauffällig	Zn, Cr, Ni
Raum 10: Zinnbäder	Umnutzung ist erfolgt, Fußboden unauffällig	Zn, Cr, Ni

Untersuchungsbereich/Bezeichnung	relevante Nutzung	verwendete Stoffe mit Kontaminationsverdacht
Raum 11: Beizerei	Vorbehandlung Stahl-, Stahlguss, Al- und Cr-Ni-Stahl, 19 Bäder	Zn, Cr, Ni,
Raum 12: Gelbbrenne	Lagerung (?) Gifte, CN	Schwermetalle, Cyanide
Raum 12a: Gifte Klasse I	Giftlager / Säurelager	Schwermetalle, Cyanide
Raum 12b: Gifte Klasse II	Giftlager / Säurelager	Schwermetalle, Cyanide
Gebäude 15		
Raum 13: Entfettung	TCE-Wanne, Destillation, Wäsche	LHKW
Raum 14: Nebenraum Entfettung	Nicht angegeben, Maschinenstandort	LHKW, MKW, BTEX
Raum 15-18: Lager	Nicht angegeben, vermutlich Lager	-
Entgiftungsbecken/Neutralisation	Neutralisation und Entgiftung der Abwässer	Schwermetalle, Cyanide, LHKW, MKW

## 6 Ausgeführte Arbeiten

### 6.1 Einholung der erforderlichen Genehmigungen und Anzeigen

Im Vorfeld der Erkundungsarbeiten wurden die Schachterlaubnisscheine für das Untersuchungsgebiet beschafft.

Da das Untersuchungsgebiet wie ganz Dessau als Bombenabwurfgebiet registriert ist, wurde eine Kampfmittelfreigabe für die Ausführung der Bohrungen erforderlich. Über das Ordnungsamt der Stadt Dessau-Roßlau wurde der Kampfmittelbeseitigungsdienst des Landes Sachsen-Anhalt (Technisches Polizeiamt Magdeburg) mit der Freigabe beauftragt.

Eine oberflächige Freigabe konnte am 08.12.2010 nur an 2 Punkten erfolgen, so dass sich darauf geeinigt wurde, die Bohrpunkte frei zuräumen, die Betonkernbohrungen im Gebäude auszuführen und anschließend die Freimessung zu wiederholen. Die 2. Freimessung erfolgte am 15.12.2010. Es konnten alle 11 Bohransatzpunkte freigegeben werden.

Die Errichtung der beiden Grundwassermessstellen wurde bei der Unteren Wasserbehörde der Stadt Dessau-Roßlau mit Schreiben vom 14.12.2010 angezeigt.

### 6.2 Durchführung der Kernbohrungen und Kleinrammbohrungen

Auf Grund der o. g. Nutzungsarten bestand Untersuchungsbedarf für das Schutzgut Boden. Die in Anlage 3.2 dargestellten Ansatzpunkte der Bohrungen wurden so gelegt, dass potenzielle, nutzungsbedingte Schadstoffeinträge speziell an ehemaligen Standorten der Maschinen im Bereich der Räume 3 / 4 und 8 bis 14 erfasst und vertikal abgegrenzt werden konnten.

Die Bausubstanz des Gebäudes (insbesondere die Fußbodenaufbauten) ist als teilweise hochgradig kontaminiert zu bewerten. Visuell ist die Kontamination bereits an Stäuben, Krusten und Verfärbungen erkennbar.

Zur Vorbereitung der Kleinrammbohrungen wurden im Gebäude 9 Betonkernbohrungen ausgeführt. 6 Betonkernbohrungen wurden am 08.12.10 ausgeführt und weitere 3 am 14.12.10. Die

Betonkerne wurden aufgenommen, beschriftet und in Probenahmeprotokollen, Schichtenverzeichnissen sowie mittels Fotos dokumentiert und als Rückstellproben aufbewahrt. Die Fotodokumentation der Bohrkern befindet sich in Anlage 8. Die Lage der Ansatzpunkte kann Anlage 3.2 entnommen werden.

Am 15.12.2010 erfolgte die Kampfmittelfreigabe durch Messung im Bohrloch der Betonkernbohrung. Die Kleinrammbohrungen wurden anschließend am 15.12.2010 ausgeführt. Auf Grund des sehr hohen Wasserstandes wurden die Kleinrammbohrungen unterhalb der Bodenplatte wie geplant nur bis in 2 m Tiefe ausgeführt. Das Grundwasser wurde bereits bei 0,60 m u GOK angeschnitten.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über das Untersuchungsprogramm:

Tab. 6-1 Untersuchungsprogramm zur Untersuchung von Boden und Bausubstanz

Untersuchungsbereich/ Bezeichnung	Untersuchung/ Aufschlussart	Anzahl (Teufe in m)	Analytik
Raum 3 und 4: Lackiererei	KB und KRB, MW	KRB: 1 (2 m), MW: 4	SM, MKW, LHKW
Raum 8: Galvanikanlage	KB und KRB, MW	KRB: 3 (2 m), MW: 9	SM, CN
Raum 9: Galvanikanlage	KB und KRB	KRB: 1 (2 m)	SM, MKW, LHKW, CN
Raum 11: Beizerei	KB und KRB, MW	KRB: 1 (2 m) ; MW: 2	SM, MKW, LHKW
Raum 12: Gelbbrenne	KB	1	SM, CN
Raum 12a: Gifte Klasse I	Sauber, gefliest	-	-
Raum 12b: Gifte Klasse II	Sauber, gefliest	-	-
Raum 13: Entfettung	KB und KRB	KRB: 2 (2 m)	SM, MKW, LHKW
Raum 14: Nebenraum Entfettung	KRB	KRB 1 (2 m)	SM, MKW, LHKW
Entgiftungsbecken/Neutralisation	Wasser-/Schlammproben	10 / 1	Schwermetalle, Cyanide, LHKW, MKW

KB	Kernbohrung	SM	Schwermetalle
KRB	Kleinrammbohrung	CN	Cyanide
MW	Mauerwerksprobe	MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
LHKW	Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe		

### 6.3 Grundwasseraufschlüsse

Die bereits in 1991 und 1992 beprobten Rammpegel und der Werksbrunnen konnten nicht aufgefunden und nicht wiederholt beprobt werden.

Zur Abgrenzung der nachgewiesenen Grundwasserbelastung war die Errichtung von 3 neuen Grundwassermessstellen vorgesehen, von denen 2 durch G.U.T. ausgebaut wurden. Die Lage der Grundwassermessstellen ist in Anlage 2.3 dargestellt und wird wie folgt begründet:

RP 2/10: Abstromrichtung der Galvanik und der abwassertechnischen Anlagen (Abstrom Raffineriegraben)

RP 1/10: Abstromrichtung Entfettung/Galvanikstrecken/Giftlager nach NNE

RP Hy JKL 2/10: Abstromrichtung Entfettung/Galvanikstrecken/Giftlager nach NE (errichtet durch FUGRO-HGN)

Das Abteufen der insgesamt 11 Kleinrammbohrungen erfolgte durch die G.U.T. mittels Makita - Aufbruchhammer Modell HM 1400. Die Sondierungen wurden teleskopisch durchgeführt. Begonnen wurden die KRB mit DN 80, der Bereich ab 2 m bis Endteufe (für die beiden Rammpegel) wurde im Durchmesser DN 50 errichtet und erst nachfolgend auf DN 80 aufgeweitet.

Die Schichtaufnahme der Sondierungen sowie die Probenahme Boden erfolgten durch den betreuenden Geologen der G.U.T. vor Ort.

#### 6.4 Sondierungen auf angrenzender Fläche durch Fa. FUGRO-HGN

Im unmittelbaren Abstrom der Galvanik wurde ein weiterer Rammpegel in Abstimmung mit G.U.T. durch die Firma Fugro-HGN im Zusammenhang mit hydrogeologischen Untersuchungen am Standort am 09.12.2010 errichtet.

Im unmittelbaren Abstrom der Galvanik wurde durch die Firma Fugro-HGN im Zusammenhang mit hydrogeologischen Untersuchungen am Standort und in Abstimmung mit G.U.T. am 09.12.2010 ein weiterer Rammpegel errichtet.

Abstimmungsgemäß wurden die geologisch-hydrologischen Ergebnisse (insbesondere Schichtenverzeichnis, Ausbauprofil, Einmessung und Wasserstand) zwischen Fugro-HGN und G.U.T. ausgetauscht.

Der durch Fugro-HGN errichtete Abstrompegel an der Galvanik wurde durch G.U.T. beprobt und auf die relevanten Analytikparameter untersucht.

Tab. 6-2 Ausbaudaten und Einmessung der neu errichteten GWM

GWM/ Bhg.	Lage zum UG	Rechtswert (LS 150)	Hochwert (LS 150)	GOK (m NN)	Filter-OK (m uGOK)	Filter-UK (m uGOK)
Hy JKL 2/10	Abstrom Galvanik	4515125,63	5743470,44	58,65	0,4	4,40

Der Wasserspiegel befand sich am 14.12.2010 bei 0,70 m uGOK.

#### 6.5 Klarpumpversuch an den neu errichteten GWM

Nach Errichtung der 2"-Grundwassermessstellen erfolgte das Entsandern und Klarpumpen der GWM. Die Dokumentation erfolgte protokollarisch in Anlage 6.5. Die Überprüfung der Tiefe und Sandfreiheit der GWM erfolgte durch Lotung.

Der angetroffene Grundwasserleiter weist eine gute Durchlässigkeit auf. Zum Klarpumpen wurde eine Komet-Pumpe eingesetzt, die mit einem Förderstrom von 2 l/min Wasser förderte. Bereits nach 15 Minuten konnte klares Wasser gefördert werden. Eine Absenkung des derzeit extrem hohen Grundwasserspiegels konnte mit dieser Förderleistung nicht erzielt werden. Gegenstand der Untersuchung war jedoch auch kein Pumpversuch zum Testen der Eigenschaften des GWL, sondern das Gewährleisten einer qualifizierten Beprobung des GWL im An- und Abstrom.

Der Grundwasserspiegel befand sich zum Zeitpunkt des Klarspülens bei 0,54 m bzw. 0,59 m uGOK.

## 6.6 Probenahmen

### 6.6.1 Probenahme Boden

Durch die Prüfstelle Umweltmedien der G.U.T. mbH erfolgte die Probenahme von Boden aus Kleinrammbohrungen entsprechend der im Unternehmen vorliegenden Standardarbeitsanweisung gemäß DIN 4021 und den Anforderungen der Verwaltungsvereinbarung OFD Hannover-BAM.

Vorgesehen war eine meterweise Beprobung, bei Schichtwechsel bzw. nach organoleptischen Gesichtspunkten.

Die Entnahme von Bodenproben erfolgte durch den betreuenden Geologen vor Ort nach Abteufen der Lanzen unter Berücksichtigung der Anforderungen des Arbeit- und Sicherheitsschutzes.

Probentransport und Aufbewahrung fanden luftdicht und gekühlt statt. Zur Analytik vorgesehene Proben wurden unverzüglich, d.h. arbeitstäglich, zur Bearbeitung an das Labor weitergeleitet. Proben, die als Rückstellmuster dienen, werden mindestens 7 Monate aufbewahrt und nach Ablauf der Frist fachgerecht entsorgt.

Die Bodenproben zur Bestimmung der Schwermetalle wurden in 500 ml Weithalsschraubdeckelgläser überführt. Die Entnahme der Bodenproben erfolgte mit einem geeigneten Werkzeug (Spatel, Spachtel). Eine Probenvorbehandlung wurde vor Ort nicht durchgeführt.

Gemäß den Forderungen der BAM werden die entnommenen Bodenproben zur Bestimmung der leichtflüchtigen chlorierten KW in vorgewogene Headspace-Gläschen überführt, die mit destilliertem Wasser gefüllt waren und die Probe dann umschlossen.

Parallel zur Bodenprobenahme erfolgte eine Schichtenansprache gemäß DIN 4022 in Kombination mit dem Schichtenerfassungsprogramm SEP des NfB. Die Probenahme wurde im Bohrprofil (Anlage 4) und im Bodenprobenahmeprotokoll (Anlage 6.1) dokumentiert.

Die Probenahmegerätschaften wurden ebenso wie die Sondierlanzen nach jeder Probenahme gründlich dekontaminiert.

### 6.6.2 Probenahme Bausubstanz/Mauerwerk und Restprodukte

Im Rahmen der Begehung am 08.12.10 wurde die Beprobung der Gebäude und Produktrestee ausgeführt. Es wurden folgende 14 Einzel- und Mauerwerks- bzw. Restproduktproben entnommen:

Tab. 6-3 Übersicht Mauerwerks- und Restproduktstoffproben

Name	Datum PN	Teufe (m)	Beschreibung	Raum-Nr., Lage	Analytik Feststoff
MW1-1	08.12.2010	Haufwerk	Schlacke, Produkte, Farbreste, Rückstände, grün, grau	4, Mitte Haufwerk	-
MW1-2	08.12.2010	Haufwerk	Filterrückstände plattig, fest, fasrig, grün	4, Mitte Haufwerk	-
MW1-3	08.12.2010	Haufwerk	Ziegelreste mit schwarzer Anhaftung	4, Mitte Haufwerk	PAK, MKW
MW2	08.12.2010	0,0-0,05	Ziegelstein, ölig	4, S	MKW
MWP3	08.12.2010	0,0-0,05	Säureschutzfliese, grün-rötlich	8, N	SM

Name	Datum PN	Teufe (m)	Beschreibung	Raum-Nr., Lage	Analytik Feststoff
MW4	08.12.2010	0,0-0,05	Säureschutzfliese, grün	8, M	SM, CN ges.
MW5	08.12.2010	0,0-0,05	Säureschutzfliese, gelb	8, S	SM
MW6	08.12.2010	0,0-0,20	Betonaufbau, Fundament, stark kontaminiert	12	SM, CN ges.
MW7	14.12.2010	Wand, 0-0,1	Wandfliesen, Fliesenkleber, Putz	8, NW	MKW, PAK, EOX, PCB
MW8	14.12.2010	Wand, 0-0,1	Wandfliesen, Fliesenkleber, Putz	8, SW	-
MW9	14.12.2010	Wand, 0-0,1	Wandfliesen, Fliesenkleber, Klinker, Putz	8, SE	-
MW10	14.12.2010	Wand, 0-0,1	Wandfliesen, Fliesenkleber, Ziegel, Putz	8, NE	-
MW11	14.12.2010	Wand, 0-0,1	Fließen, Fließenklebter, Putz	11, S	-
MW12	14.12.2010	Wand, 0-0,1	Putz, Beton, Farbschichten	13, N	-

N, S, W, E – Himmelsrichtungen, M - Mitte

Aus zusätzlichen Einzelproben der altlastenrelevanten Gebäudeteile wurden vor Ort 4 abfallcharakterisierende Mischproben gebildet. Beprobt wurden die relevanten, charakteristischen Bereiche.

Tab. 6-4 Mischproben

Name	Datum PN	Teufe (m)	Beschreibung	Raum	Analytik Feststoff	Analytik Eluat
MP1	08.12.2010	0,0-0,1	Mischprobe R 4, Lackiererei	4	SM, CN ges., TOC	SM, CN ges.
MP2	08.12.2010	0,0-0,1	Mischprobe R 8, Galvanik stark kontam.	8	SM, CN ges., TOC	SM, CN ges.
MP3	08.12.2010	0,0-0,1	Mischprobe R 11, Beizerei kontam.	11	SM, CN ges., TOC, MKW	SM, CN ges.
MP4	08.12.2010	0,0-0,1	Mischprobe R 8, Galvanik weniger kontam.	8	SM, CN ges., TOC	SM, CN ges.

Im Rahmen der Analytikbeauftragung wurden drei weitere Mischproben im Labor aus folgenden Einzelproben gebildet:

Tab. 6-5 Mischproben (MP) aus Einzelproben für Deklarationsanalysen

Name	Datum PN	Beschreibung	Lage / Raum	Analytik
MP5	14.12.2010	MP aus MW 7, 8, 9, 11 und 12	Material aus Wänden oberhalb 1,00 m (Fliesen, Putz)	LAGA Boden im Eluat
MP6	14.12.2010	MP aus Beton ohne Säureschutzfliesen aus KB 3, 6, 8 und 9	Beton unterhalb der Säureschutzfliesen	DepV
MP 7	14.12.2010	MP aus Säureschutzfliesen aus EP 3, 4 und 5	Säureschutzfliesen mit Krusten an Kanälen	DepV

### 6.6.3 Probenahme Grundwasser

Die Entnahme der Wasserproben aus den neu errichteten Messstellen erfolgte am 15.12.2010. Neben den durch G.U.T. neu errichteten GWM wurden die durch FUGRO-HGN errichtete Messstelle, die sich im Abstrom der Galvanik befindet, mitbeprob. Weiterhin vorgesehen war die Beprobung des alten Betriebsbrunnens, der jedoch nicht aufgefunden werden konnte.

Die Probenentnahme wurde mittels Tauchpumpe Grundfos MP 1 gemäß DIN 39 402 A13 durchgeführt.

Die Bestimmung und Dokumentation der Feldparameter bei der Entnahme von Grundwasserproben erfolgte entsprechend nachstehender Verfahren ebenfalls vor Ort:

Tab. 6-6 Methoden und Messgeräte zur Bestimmung der Feldparameter

Parameter	Norm/Regelwerk	Messgerät
Temperatur	DIN 38404-C 4;12.76	MultiLine P 4, Fa. WTW, Sensor: CellOx 325
pH-Wert	DIN 30404-C 5;01.84	MultiLine P 4, Fa. WTW, Sensor: SenTix97/T
Leitfähigkeit	DIN EN 27 888;11.93	MultiLine P 4, Fa. WTW, Sensor TetraCon 325 bzw. LF 92, Fa. WTW, Sensor: TetraCon 96
Sauerstoffgehalt	DIN EN 25814;11.92	MultiLine P 4, Fa. WTW, Sensor: CellOx 325 bzw. OXI 92, Fa. WTW, Sensor: EO 90
Redoxspannung	DIN 38404 –C 6,05.84	MultiLine P 4, Fa. WTW, Sensor: Pt 4805/S7

Die Ergebnisse der Probenahme wurden in entsprechenden Probenahmeprotokollen (siehe Anlage 6.3) dokumentiert, die die Angaben zu den ermittelten Feldparametern enthalten.

Die Pumpdauer richtete sich nach dem Zeitpunkt, an dem eine Konstanz der Feldparameter Leitfähigkeit und pH-Wert erreicht wurde.

Der Förderstrom musste an die jeweils vorliegenden Verhältnisse vor Ort angepasst werden. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die beprobten GWM und die gemessenen Wasserstände.

Tab. 6-7 Ergebnisse der GW-Stichtagsmessung vom 14.12.2010 und 20.01.2011

Bohrung	Rechtswert LS 110	Hochwert LS 110	Höhe ROK [m HN] HS 150	Höhe GOK [m HN] HS 150	Wsp.m HN 14.12.10 m uPOK	Wsp. m HN 14.12.10 m uGOK	Wsp.m HN 20.01.11 m uPOK	Wsp. m HN 20.01.11 m uGOK
Hy JKL 2/10	4515125,64	5743470,44	59,557	58,659	1,60	57,96	1,45	58,107
RP 1	4515096,99	5743462,36	58,704	58,523	0,63	58,074	0,63	58,074
RP 2	4515173,07	5743391,43	58,987	58,692	0,87	58,11	0,75	58,23

#### 6.6.4 Beprobung der Becken- und Kanalinhalte

Untersuchungsbedarf bestand für die zahlreichen gefüllten Becken der Abwasserbehandlungsanlage an Gebäude 51 und 14.

Innerhalb des Gebäudes 12 stand in einigen Gruben Wasser. Vermutlich handelte es sich hier um Niederschlagswasser, dass jedoch Schadstoffe aus der Bausubstanz mobilisieren kann.

Die Beprobung der Becken war im Dezember 2010 nicht möglich, da alle Becken zugefroren und verschneit waren. Am 14.01.2011 erfolgte die Beprobung der relevanten wassererfüllten Becken und Kanälen sowie die Vermessung und Bestandsaufnahme. Die Becken und Kanäle wurden dabei fortlaufend nummeriert. Die Bezeichnung der Becken ist im Lageplan Anlage 3.6 dargestellt, die Beschreibung des Beckens befindet sich gleichfalls im Probenahmeprotokoll.

Tab. 6-8 Beschreibung der beprobten Becken und Kanäle

Untersuchungsbereich/Bezeichnung	Aufschluss/ Probenname	Bemerkung
Becken 1, Neutraanlage Rundbecken	B1, WA-B1-1, BO-B1-1	Rundbecken mit Abdeckung, 10 cm über GOK, Durchmesser 2 m, Beckentiefe 1,70 m, Füllstand 1,40 m, Schlammablagerung: Mächtigkeit 0,64 m, keine Säureschutzauskleidung
Becken 2, 3 Kammer-Becken Neutraanlage	B2 WA-B2-1	3-Kammer-Becken, 0,34 m über GOK, 5,60 x 2,10 x 2,10 m, ohne Abdeckung, Füllstand: 1,50 m, geringe Schlammablagerung (Sand – viel Laub), Säureschutzauskleidung
Becken 3, Rundbecken groß, Neutraanlage	B3 WA-B3-1	Rundbecken, Durchmesser 2,74 m (außen), 2,24 m (innen), 0,40 m über GOK, Beckentiefe: 4 m, Füllstand: 3,28 m, keine Schlammablagerung, Säureschutzauskleidung
Becken 4, Rundbecken, Neutraanlage	B4 WA-B4-1	Rundbecken ohne Abdeckung, 30 cm über GOK, Durchmesser 2,22 m (innen), Beckentiefe: 3,80 m, Füllstand: 3,10 m, keine Schlammablagerung, keine Säureschutzauskleidung
Becken 5	B5 WA-B5-1	Becken ohne Abdeckung, 15 cm über GOK, 4,87 x 1,83 m (außen), 4,27 x 1,33 m (innen), Beckentiefe: 3,02 m, Füllstand: 2,42 m, keine Schlammablagerung (nur Sand und Laub), Säureschutzauskleidung
Becken 6, Hochbecken groß	B6	Becken mit (defekter) Holzabdeckung, zweigeteilt, ca. 2,60 m über GOK, Durchmesser 4,98 (außen), 4,65m (innen),

Untersuchungsbereich/Bezeichnung	Aufschluss/ Probenname	Bemerkung
	WA-B6-1	Beckentiefe: 4,10 m, Füllstand: 2,00 m, keine Schlammablagerung (nur Sand und Laub), keine Säureschutzauskleidung
Becken 7 – Gebäude 14, Pumpenhaus, Neutraanlage	B7 WA-B7-1	PN aus Gebäude, steht 0,30 m unter Wasser und ca. 1 m unter GOK, gefliester Boden, Gebäude mit 3 Räumen, ohne Ablagerungen, nur Laub
Becken 8 – im Gebäude 13, Entfettung	B8 WA-B8-1	PN aus Montagegrube im Gebäude 13, Becken 6 x 2 x 1 m, Füllstand: 0,5 m, Sand-Kiesablagerung am Boden, grobkörnig, keine Sedimentprobenahme, keine Säureschutzauskleidung, Grube im Beton
Becken 9 – Gebäude 12, Galvanik, Fensterseite	B9 WA-B9-1 BO-B9-1	PN aus Grube am Fenster im Gebäude R 8 Galvanik, Grube: 5,87 x 1,14 x 0,3 m, Füllstand: 0,15 m (eindringendes Regenwasser (?)) Ablagerung von Sediment, Bauschutt und Mineralwolle im Wasser, PN BO B9-1
Becken 10 – Anlage mit 5 Kanalschächten und Becken (trocken)	B10 WA-B10-1	1 Kanaldeckel war offen, 0,15 m über GOK (4 Schächte mit Betonabdeckung), Durchmesser 1,20 m, Tiefe: 1,25 m, Füllstand: 0,50 m, keine Schlammablagerung nur Laub

Die Probenahmestellen werden in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt und beschrieben:



Bild 1: Becken 1, rund, mit Abdeckung



Bild 2: Becken 2 mit 3 Kammern



Bild 3: Becken 3 Rundbecken ohne Abdeckung



Bild 4: Becken 3 Blick ins Innere



Bild 5: Becken 4, keine Schlammablagerungen erkennbar, Verbindung zu anderen Anlagen durch Wasserstand nicht erkennbar



Bild 6: Becken 5



Bild 7: Becken 6 – Hochbecken mit Abdeckung



Bild 8: Becken 6 – zweigeteilt, konisch



Bild 9: Gebäude 14 Pumpenhaus Neutraanlage, beprobt als Becken 7



Bild 10: Becken 8 Montagegrube (?) in der Entfettung



Bild 11: Becken 9 in der Galvanik mit deutlicher Grünfärbung des Wassers



Bild 12: Anlage westlich Pumpenhaus Bau 14, 5 Schächte und 1 Becken



Bild 13: Becken 10 – beprobter Kanalschacht



Bild 14: flaches Becken trocken, aber mit Wellasbestplatten (ehemaliges Dach)

Im Rahmen der Beprobung erfolgte auch eine Vermessung der Becken und Kanäle zur Erfassung der Volumina:

Tab. 6-9 Angaben zur Vermessung der Becken

Becken	Länge	Breite	Wassetiefe	Volumen	Schlammablagerung	Probe
	[m]	[m]	[m]	[m <sup>3</sup> ]		
Becken 1	2,00	2,002	1,40	4,40	ja	WA B1-1, BO B1-1
Becken 2	5,60	2,10	1,50	17,60	gering	WA B2-1
Becken 3	2,24	2,24	3,28	5,76	nein	WA-B3-1
Becken 4	2,22	2,22	3,10	5,40	nein	WA-B4-1
Becken 5	4,27	1,33	2,42	15,20	nein	WA-B5-1
Becken 6	4,65	4,65	2,00	34,00	nein	WA-B6-1
Becken 7, Pumpenhaus	10,00	5,00	0,30	15,00	nein	WA-B7-1
Becken 8	6,00	2,00	0,50	6,00	nein	WA-B8-1
Becken 9	5,87	1,14	0,15	1,00	ja	WA-B9-1 BO-B9-1
Becken 10	1,20	1,20	0,5	0,56	nein	WA-B10-1
			Summe	105		

## 6.7 Vermessung

Die lagemäßige Einmessung der Bohransatzpunkte innerhalb der Gebäude erfolgte mit Bandmaß, bezogen auf die bestehende Gebäudesubstanz. Die beiden neu errichteten GWM wurden durch Fugro-HGN im Zusammenhang mit der Neuerrichtung weiterer GWM am Standort eingemessen.

## 6.8 Analytik

Als Nachauftragnehmer für die Teilleistungen der Analytik fungierte die ANALYTIKUM Umweltlabor GmbH in Merseburg. Die Akkreditierungen für die anzuwendenden Verfahren liegen G.U.T. vor. Die eingesetzten Verfahren und Messgeräte gehen aus der Anlage zum jeweiligen Prüfbericht hervor und sind in Anlage 7 enthalten.

Das Analytikprogramm beinhaltet folgende Untersuchungen:

Pos.-LV	Bezeichnung	Anzahl
	<b>Untersuchungen im Feststoff</b>	
3.1.1	Brechen der Bauschuttproben	20
3.1.2	Königswasseraufschluss	31
3.1.3	Schwermetalle (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn)	31
3.1.4	KW-Index oder TOC	13
3.1.5	PAK (EPA)	4
3.1.6	BTEX	0
3.1.7	LHKW (11 Parameter)	4
3.1.8	LAGA Boden im Feststoff (Tab. II.1.2-4)	0
3.1.9	LAGA Bauschutt im Feststoff > Z0 (Tab. II.1.4-5)	2

3.1.10	Cyanid gesamt	26
3.1.11	Cyanid leicht freisetzbar	0
	<b>Untersuchung im wässrigen Eluat</b>	
3.1.12	Herstellen eines wässrigen Eluats	11
3.1.13	Schwermetalle (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn)	11
3.1.14	LAGA Boden im Eluat (Tab. II.1.2-5)	0
3.1.15	LAGA Bauschutt im Eluat (Tab. II.1.4-6)	1
3.1.16	Cyanid gesamt	9
3.1.17	Cyanid leicht freisetzbar	0
3.2	<b>Untersuchung von Wasserproben</b>	
3.2.1	LHKW	13
3.2.2	VC	13
3.2.3	KW-Index oder DOC	13
3.2.4	BTEX	13
3.2.5	Schwermetalle (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn)	13
3.1.10	Cyanid gesamt	13
3.1.11	Cyanid leicht freisetzbar	13

## 7 Darstellung der Erkundungsergebnisse

### 7.1 Beschreibung der angetroffenen geologischen Verhältnisse

Im Rahmen der am 14. und 15.12.10 ausgeführten Sondierarbeiten wurde unter einer ca. 0,5 m mächtigen Auffüllung (Gebäudeunterbau) fein- bis mittelkörnige Sande erbohrt, die gelbgrau gefärbt sind. Der Kiesanteil ist gering und nur in dünnen Schichten vorhanden. In einigen Sondierungen wurden geringmächtige Schluffablagerungen mit Wurzelresten angetroffen.

Das Sediment lässt sich nicht zuletzt durch den sehr hohen Grundwasserstand sehr schlecht sondieren und beproben. Teilweise fielen Schichtungen und Sortierungen in den fluvi- und glazifluviatilen Ablagerungen auf.

Die Sedimente/aufgefüllten Bereiche sind mitteldicht gelagert. Die Sondierteufe erfasste in der Regel die obersten 2 Meter und zur Errichtung der Rammpegel wurde bis in 4,00 m Tiefe gebohrt.

### 7.2 Bewertung der angetroffenen hydrogeologischen Verhältnisse

Der Grundwasserstand war zum Zeitpunkt der durchgeführten Untersuchungen extrem hoch, d.h. nur 0,50 m unter GOK. Es ist darauf zu verweisen, dass der Grundwasserstand bei Betrachtung der Entwicklung der letzten 10 Jahre als sehr hoch einzustufen ist.

Somit ist ein Großteil der im Keller und in den Gruben stehenden Wässer nicht als Niederschlagswasser sondern als aufsteigendes Grundwasser zu betrachten.

Die angetroffenen Sedimente weisen unterschiedliche Durchlässigkeiten auf. Der oberste GWL reagiert sehr witterungsabhängig. Es handelt sich hier wie im Kap. 3.2.2 beschrieben um einen

flächenhaft ausgebildeten Entlastungsbereich mit nach Nordwesten orientierter Grundwasserfließrichtung.

## 8 Darstellung der Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen

### 8.1 Darstellung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

Bodenuntersuchungen wurden an Bodenproben aus beiden Rammpegeln und an ausgewählten oberflächennahen Proben der Sondierungen ausgeführt. Untersucht wurden die Galvanik relevanten Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink. Bei Verdacht wurden die Cyanide als Gesamt-Cyanid analysiert. Die leicht freisetzbaren Cyanide als Teilmenge des Gesamtcyanids sollten nur bei Nachweis eines hohen Cyanid-Anteils nachuntersucht werden.

Die Ergebnisse sind in der tabellarischen Übersicht in Anlage 7.1 enthalten, die Prüfberichte befinden sich gleichfalls dort. Nachfolgende Tabelle enthält nur eine Auswahl der relevanten Untersuchungsergebnisse. Die Untersuchungsergebnisse der Schwermetalle im Eluat blieben alle unterhalb der Nachweisgrenze, so dass auf eine Darstellung verzichtet werden konnte.

Die farbliche Markierung der Analytikergebnisse erfolgte unter dem Gesichtspunkt der Entsorgung, so dass die Überschreitung der Zuordnungswerte hervorgehoben wurde und anschließend die Probe (in der letzten Tabellenzeile) auch einem Entsorgungsweg zugeordnet wurde.

Tab. 8-1 relevante Laborergebnisse der Bodenuntersuchung (mg/kg) im Vergleich mit den Zuordnungswerten der LAGA

Probenbezeichnung				RP 2-1	RP 2-2	KRB 4-1	KRB 6-1	KRB 6-2	KRB 7-1	KRB 8-1
Probertiefe				0,1-0,5	0,5-1,3	0,25-1,0	0,27-0,5	0,5-0,6	0,24-0,8	0,2-0,5
Parameter	Z0	Z1	Z2	Anstrom	Anstrom	R 11	R 8, S	R 8, S	R 8, Mitte	R 8, N
Cyanid, ges.	-	3	10	1,3		0	0	0	0	1
Blei	40	210	700	56	42	42	34	35	59	33
Cadmium	0,4	3	10	2,2	<0,4	0,45	0,93	0,53	<0,4	<0,4
Chrom, ges.	30	180	600	44	19	22	14	22	46	33
Kupfer	20	120	400	75	24	19	18	19	690	77
Nickel	15	150	500	28	12	14	74	15	98	33
Zink	60	450	1500	320	150	220	100	66	300	86

Im Boden wurde der Parameter LHKW in 3 Proben im Bereich der Entfettung und Lackiererei untersucht. Die analysierten Gehalte befinden sich geringfügig oberhalb der Nachweisgrenze. Eine Übersicht zu den Einzelparametern befindet sich in den Prüfberichten Anlage 7.1. Die Ergebnisse aller Bodenuntersuchungen sind in Anlage 5.1 dargestellt.

### 8.2 Darstellung der Ergebnisse der Bausubstanzuntersuchungen

Zur Untersuchung der deutlich oberflächlich belasteten Bausubstanz wurden die Betonkernproben ausgewählter Bohrungen untersucht. Die in Anlage 8 enthaltene Fotodokumentation

veranschaulicht die Zusammensetzung des Fußbodenaufbaus. Die exakte Schichtbeschreibung des Fußbodenaufbaus ist im Schichtenverzeichnis Anlage 4 enthalten. Zur Analytik wurden deutlich belastete Säureschutzfliesen (Ssfl) mit Betonkernproben, belastete Haufwerke, Betonkernproben aus relevanten Kontaminationsverdachtsflächen, sowie unbelastete Mauerwerksproben ausgewählt. Die Proben wurden im Feststoff und im Eluat untersucht.

Nachfolgende Tabelle enthält die Darstellung der relevanten Ergebnisse auf Schwermetalle im Feststoff, die Probenbeschreibung erläutert die Probenzusammensetzung. Es wurden Einzelproben aus Mauerwerk (MW), Betonkernproben aus den Kernbohrungen (KB) und Mischproben (MP) unterschieden.

Tab. 8-2 Laborergebnisse auf Schwermetalle im Feststoff (Angaben in mg/kg)

	Zuordnung der Probe (R X) / Probenbeschreibung	Cyanid, ges.	Blei	Cad- mium	Chrom, ges.	Kupfer	Nickel	Zink
	Z0	---	100	0,6	50	40	40	120
	Z1.1	3	210	3	180	120	150	450
	Z1.2							
	Z2	10	700	10	600	400	500	1.500
MP1	R4 MP, Ziegel. Fliesen, Haufwerk	11	18.000	99	5.500	230	26	38.000
MP2	R8, Säureschutzfliesen mit Kleber+ Putz	8	29	11	310	140	300	230
MP4	R8, Ssfl. mit Kleber+ Putz, mit Krusten	130	32	1.100	950	65	52	1.900
EP3	R8 Nord, Ssfl mit Kleber+ Putz, gelb, kont.		350	200	4.100	130	220	3.200
EP4	R8 Südost, Ssfl.+ Kleber+ Putz, grün, kont	10	23	5	22	18	980	320
EP5	R8 Südwest, Ssfl. mit Kleber+ Putz, gelbbraune Kruste		16	4	33	27	64	65
KB6	R8 KRB 6, Beton unter Säureschutzfliese	0,14	15	0,54	35	6,6	28	85
KB7	R8 KRB 7, Beton unter Säureschutzfliese	0,33	15	0,74	150	9,7	8,3	160
EP6	R 12, Magerbeton, verkrustet, Fundament	2	38	28	42	2.400	730	580
KB5	R 12, Betonkern aus Fußboden / Zwischendecke	2,1	14	<0,4	4,6	5,6	3,1	13
MP3	R11, Fliesen und Ziegelmaterial vom Boden	1	34	14	88	28	19	940
KB4	R 11, KRB 4, Betonkern mit Fliese	<0,05	3	<0,4	39	11	43	250

Bei organoleptischem Verdacht wurden die Proben gleichfalls auf MKW und PAK analysiert, die relevanten Ergebnisse enthält nachfolgende Tabelle.

Tab. 8-3 Laborergebnisse auf MKW und PAK im Feststoff (Angaben in mg/kg)

	Zuordnung der Probe / Probenbeschreibung	MKW	PAK, ges.	BaP
	Z0	100	1	---
	Z1.1	300	5 (20)	---
	Z1.2	500	15 (50)	---
	Z2	1.000	75 (100)	---
EP1-3	R4 Ziegelstein mit Anhaftung	160	2	0,1
KB4	R 11, KRB 4 , Betonkern mit Fliese	110	1	0,1
MW 12	R13, Nordwand - Zwischenwand, Putz	<100	<0,05	<0,05
KB1-1	R14, Sauerkrautplatte und Beton, stark ölig, 0-0,065 m	20.000	1.246	75
KB1-2	R14, Beton, stark ölig, 0,065-0,255 m	550	34	2

Tab. 8-4 Laborergebnisse der Betonuntersuchungen auf Schwermetalle im Eluat (Angaben in µg/l)

Parameter	Cyanid, gesamt	Blei	Cadmium	Chrom, ges.	Kupfer	Nickel	Zink	
Z0	---	20	2,0	15	50	40	100	
Z1.1	---	40	2,0	30	50	50	100	
Z1.2	---	100	5	75	150	100	300	
Z2	---	100	5	100	200	100	400	
MP1	R4 MP, Ziegel, Fliesen, Haufwerk, Filterrückstände	<10	200	22	730	<10	41	2.200
MP2	R8, Ssfl. mit Kleber + Putz	<10	<10	6	60	20	800	53
MP4	R8, Ssfl. + Kleber + Putz + Krusten	2.100	<10	42	190	1.600	780	250
KB6	R8 KRB 6, Beton unter Ssfl.	<5	<10	<1	<10	<10	<10	<10
KB7	R8 KRB 7, Beton unter Ssfl.	<5	<10	<1	210	<10	<10	27
KB5	R 12, Betonkern aus Fußboden / Zwischendecke	<5	12	<1	<10	11	21	45
MP3	R11, Fliesen + Ziegelmaterial	<10	<10	<1	25	31	12	13
KB4	R 11, KRB 4 , Betonkern mit Fliese	<5	<10	<1	<10	20	<10	39
MP 5	MP aus MW 7, 8, 9, 11 und 12, Wandmaterial oberhalb 1,00 m		<10	<1	<10	<10	<10	<10

## 8.3 Darstellung der Ergebnisse der Wasseruntersuchungen

### 8.3.1 Ergebnisse der Untersuchung der Becken- und Kanalwässer

Die Probenahmelokationen wurden in Kap. 6.6.4 beschrieben. Gemäß Aufgabenstellung war zur Ermittlung des Schadstoffpotenzials neben der Bestimmung der Schadstoffgehalte auch eine Mengenermittlung der in den Becken enthaltenen Schlämme durchzuführen.

Schlammablagerungen wurden nur in einzelnen Becken mit geringmächtiger Schichtstärke angetroffen, die nur in 2 Becken beprobbar war. Vermutlich wurden die Becken nach der Einstellung der Produktion am Standort entleert. Aus diesem Grund wurden statt der Schlammproben die im Becken befindlichen Wässer als Schöpfproben entnommen und untersucht.

Folgende Ergebnisse wurden entsprechend des Untersuchungsprogramms ermittelt:

Tab. 8-5 Laborergebnisse der Wasseruntersuchungen der Becken und Kanäle

Parameter		WA 1	WA 2	WA 3	WA 4	WA 5	WA 6	WA 7	WA 8	WA 9	WA 10	ABE*
MKW	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,13	0,53	<0,1	<0,1	20
Cyanid, ges.	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	170	<10	20.000
Cyanid, l.f.	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	120	<10	1.000
<b>Summe BTEX</b>		<b>&lt;0,5</b>	<b>1.000</b>									
trans-1,2-DCE	µg/l	<0,5	3,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,1	1,4	<0,5	2,1	100
cis-1,2-DCE	µg/l	8,4	81	42	46	2,6	<0,5	<b>100</b>	22	<0,5	90	100
1,2-DCE	µg/l	<0,5	<0,5	0,62	0,71	<0,5	<0,5	1,3	<0,5	<0,5	1,7	100
Trichlorethen	µg/l	1	1,5	7,6	8,3	1,1	<0,5	10	18	<0,5	11	100
Tetrachlorethen	µg/l	1,1	4,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	8,1	<0,5	<0,5	100
Vinylchlorid	µg/l	2,9	4,6	2,7	3,1	<1	<1	37	<1	<1	42	100
<b>Summe LHKW</b>	µg/l	<b>10,5</b>	<b>90,7</b>	<b>50,22</b>	<b>55,0</b>	<b>3,7</b>	<b>0</b>	<b>112,4</b>	<b>49,5</b>	<b>0</b>	<b>104,8</b>	<b>500</b>
Blei	µg/l	<10	73	100	<10	<10	10	<10	31	18	<10	500
Cadmium	µg/l	1,4	<1	<1	10	12	2,3	2,7	1,1	31	11	100
Chrom	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	16	<10	<10	1.000
Kupfer	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	33	340	<10	500
Nickel	µg/l	10	<10	<10	20	21	11	320	<10	160	31	500
Zink	µg/l	410	520	610	410	570	390	370	200	<b>2.000</b>	260	2.000

\* Markiert wurden in der Tabelle die Überschreitung oder das Erreichen des Grenzwertes für die *Allgemeinen Bestimmungen für die Entwässerung und die Entgelte der DESWA GmbH (ABE)* der Stadtwerke Dessau.

### 8.3.2 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung

Die Grundwasseruntersuchungen ergaben für die Bestimmung der Cyanide und der Schwermetalle folgende Ergebnisse. Die Untersuchungen auf MKW und BTEX ergaben keinen Nachweis.

Tab. 8-6 Laborergebnisse der Grundwasseruntersuchung auf Cyanide und SM in µg/l

		Anstrom	Abstrom NE	Abstrom NNE
	GFS	WA RP 2/10 - 1	WA RP 1/10 - 1	WA Hy JKL1/10-1
Gesamt-Cyanid		<10	<10	<10
Cyanid, leicht freisetzbar		<10	<10	<10
Vinylchlorid	0,5	<1	<b>2,8</b>	<1
Summe LHKW	20	0,75	11	7,16
Blei	7	<10	16	<10
Cadmium	0,5	<b>1,4</b>	<1	<1
Chrom	7	<10	<10	<10
Kupfer	14	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>89</b>
Nickel	14	12	<10	<10
Zink	58	<b>460</b>	<b>88</b>	13
Arsen (ICP)	10	<b>20</b>	<b>43</b>	<b>26</b>

## 9 Bewertungsgrundlage

### 9.1 Allgemeine Grundlagen

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sind entsprechend der BBodSchV unter Beachtung der Gegebenheiten des Einzelfalls, insbesondere auch anhand von Prüfwerten, zu bewerten (§ 4 (1) BBodSchV). Liegen die Gehalte oder die Konzentrationen eines Stoffes unterhalb des jeweiligen Prüfwertes im Anhang 2, ist insoweit der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt. Boden i.S. § 2 Abs. 1 BBodSchG ist dabei die obere Erdkruste einschließlich ihrer flüssigen und gasförmigen Bestandteile (Bodenlösung und Bodenluft), soweit sie Träger der Funktion des Bodens gem. § 2 Abs. 2 BBodSchG ist.

§ 9 BBodSchG regelt Grundsätze der Gefährdungsabschätzung und Untersuchungsanforderungen. Hier heißt es u. a., dass im Rahmen der Untersuchungen und Bewertung insbesondere Art und Konzentration der Schadstoffe, die Möglichkeit ihrer Ausbreitung in die Umwelt und ihre Aufnahme durch Menschen, Tiere und Pflanzen sowie die Nutzung des Grundstückes zu berücksichtigen sind. Daraus abgeleitet ergibt sich die Notwendigkeit einer pfadbezogenen Gefährdungsabschätzung. Relevant für den Untersuchungsbereich sind die in Anhang 2 der BBodSchV beschriebenen Wirkungspfade:

- Boden – Sickerwasser – Grundwasser,
- Boden – Nutzpflanze,
- Boden – Mensch (Direktpfad),
- Boden – Bodenluft – Mensch.

Die in der BBodSchV abgeleiteten Prüf- bzw. Maßnahmewerte sind bei der Bewertung der Untersuchungsergebnisse in Anlehnung zum Ansatz zu bringen. Soweit im Anhang 2 der BBodSchV für einzelne Schadstoffe keine Prüf- oder Maßnahmewerte festgesetzt sind, sind für die Bewertung die zur Ableitung der entsprechenden Werte herangezogenen Methoden und Maßstäbe zu beachten. Die Vorsorgewerte werden dabei orientierend verwendet, ohnehin erfolgt eine Einzelfallprüfung.

Die Zielstellung der durchzuführenden Untersuchungen besteht darin, auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse eine Bewertung dahingehend zu treffen, inwieweit erhöhte Schadstoffgehalte zu schädlichen Bodenveränderungen im Sinne des § 2(3) BBodSchG geführt haben und somit Maßnahmen nach § 4(3) BBodSchG zur Gefahrenabwehr notwendig werden.

Darüber hinaus ist durch geeignete Untersuchungen des Umweltkompartimentes Grundwasser festzustellen, ob ein Grundwasserschaden am Standort vorliegt. Darauf basierend ist einzelfallbezogen zu bewerten, inwieweit eine Behebung eines ggf. vorhandenen Schadens notwendig ist. Im Mittelpunkt der gutachterlichen Tätigkeit im Zusammenhang mit der Altlastenuntersuchung am Standort steht die einzelfallbezogene Prüfung des Gefährdungspotenzials. Dazu werden die Prüf- und Maßnahmewerte der LAWA (1994, 1998) herangezogen.

## 9.2 Wirkungspfad Boden – Grundwasser

BBodSchG und BBodSchV regeln hinsichtlich formaler Beurteilungskriterien (Prüfwerte) die Exposition von Grundwasser, ausgehend von kontaminierten Böden explizit nur, soweit die Grundwasserbelastung durch Verunreinigungen der ungesättigten Bodenzone hervorgerufen wird und die Verunreinigungen selber nicht in die gesättigte Bodenzone reichen. Über Sickerwasseranalysen oder Rückrechnung der Grundwasserbefunde auf den Ort der rechtlichen Beurteilung (Kontakt Sickerwasser - Grundwasser) erfolgt die Zurückführung der Bewertung einer Grundwassergefährdung auf Bodenbelastungen ausschließlich unter Nutzung des aus dem Bodenschutzrecht resultierenden Instrumentariums.

Die Prüfwerte des Anhanges 2 der BBodSchV wurden an die Geringfügigkeitsschwellen der LAWA, mithin an wasserrechtlich determinierte Vorsorgewerte angelehnt.

Soweit schädliche Bodenverunreinigungen oder Altlasten in der wassergesättigten Bodenzone (unterhalb der Grundwasseroberfläche) liegen, sind diese hinsichtlich einer Gefährdung für das Grundwasser explizit nicht nach den Werten der BBodSchV, sondern nach wasserrechtlichen Vorschriften zu bewerten (BBodSchV, Anhang 2, Nr. 3.1, Buchstabe e).

Die erkundeten Bodenschichten befinden sich in der ungesättigten Zone und sind somit einer Beurteilung nach BBodSchV zu unterziehen.

### Organische Schadstoffe

Die von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser herausgearbeitete Empfehlung (LAWA 1994) enthält Wertebereiche für Prüf- und Maßnahmenschwellenwerte für die Konzentration von organischen (Schad-) Stoffen im Boden im Hinblick auf die Inanspruchnahme des Ausbreitungspfades Boden - Sickerwasser - Grundwasser. Bei der Aufstellung der Werte wurde auf Befunde der Originalsubstanz zurückgegriffen.

Nach Inkrafttreten der BBodSchV hat die Bewertung von Schadstoffkonzentration im Boden jedoch ausschließlich auf Grundlage der in der BBodSchV angegebenen Prüfwerte (ausschließlich Eluatkonzentrationen) zu erfolgen.

Anhang 2 der BBodSchV regelt für organische Stoffe explizit das Erfordernis der Verwendung von Sickerwasserwerten, die aus Lysimeter- oder Säulenversuchen bzw. Grundwasseruntersuchungen ermittelt und am Ort der Beurteilung bemessen wurden. Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit wurden im Rahmen der vorliegenden Projektbearbeitung keine Lysimeterversuche durchgeführt. Zur Durchführung von Säulenversuchen fehlen genormte Verfahren. Dadurch kann bei der Bewertung von Bodenverunreinigungen hinsichtlich des Grundwasserpfades kein direkter Vergleich mit den Prüfwerten der BBodSchV erfolgen.

Eine Abschätzung der Schadstoffmobilität und des Transferverhaltens von organischen Schadstoffkomponenten durch Untersuchungen des wässrigen Eluates DEV S4 von Bodenproben führt nach Auffassung des Gutachters zu nicht zweifelsfrei belastbaren Ergebnissen. Grund dafür sind die häufig zu beobachtenden Bildungen kolloidaler Lösungen organischer Stoffe im wässrigen Eluat mit dem Ergebnis falsch-positiver Befunde (überproportionale Wichtung der Inanspruchnahme des Expositionspfad des Boden-Sickerwasser-Grundwasser).

Um prinzipielle Aussagen über den vorhandenen Schadstoffpool zu erhalten, wurden Bodenproben untersucht. Hinsichtlich der Bewertung existieren in der BBodSchV keine Prüf- und/oder Maßnahmwerte. Somit hat die Bewertung verbal-argumentativ zu erfolgen. Unterstützend zu

dieser verbal-argumentativen Bewertung erfolgt eine einzelfallbezogene Gegenüberstellung mit den Prüf- und Maßnahmewerten der LAWA für Bodenbelastungen, die unter Vorsorgeaspekten des Grundwasserschutzes entwickelt wurden. In den nachfolgenden Tabellen werden auszugsweise relevante Prüf- und Maßnahmeschwellenwerte für Boden wiedergegeben.

Tab. 9-1 Prüf- und Maßnahmenwerte für Bodenbelastungen - Grundwasserschutz (LAWA Empfehlungen 1/94)

Parameter	Einheit	Prüfwerte (P)	Maßnahmenwerte (M)
Kohlenwasserstoffe (außer Aromaten)	mg/kg	300-1.000	1.000-5.000
LHKW, gesamt	mg/kg	1-5	5-25
Σ LHKW, karzinogen	mg/kg	0,1-1	0,1-5

### Anorganische Schadstoffe

Die Bewertung von anorganischen Schadstoffbelastungen in der Aerationzone erfolgt entsprechend der Bestimmungen der BBodSchV, insbesondere der Tabelle 3.1 des Anhangs 2. Die angegebenen Prüfwerte beziehen sich auf die Konzentrationen im Eluat der entnommenen Bodenproben. Aus diesem Grund wurden im Untersuchungskonzept neben Schwermetalluntersuchungen in der Originalsubstanz auch die Schwermetallkonzentrationen im Eluat untersucht. Die nachfolgende Tabelle stellt relevante Prüfwerte zur Beurteilung anorganischer Schadstoffbelastungen, bezogen auf den Wirkungspfad Boden-Grundwasser, dar.

Tab. 9-2 relevante Prüfwerte anorganische Parameter gem. Tab. 3.1, Anh. 2 BBodSchV

Parameter	Prüfwerte [ $\mu\text{g/l}$ ]
Arsen	10
Blei	25
Cadmium	5
Chrom (ges.)	50
Kupfer	50
Nickel	50
Quecksilber	1
Zink	500
Cyanide (ges.)	50

### 9.3 Wasserrechtliche Bewertungskriterien

Die Frage, ob ein Grundwasserschaden eingetreten ist, wäre nach wasserrechtlichen Kriterien zu beurteilen. Ebenso wären bei der Ableitung des „ob“ und „wie weit“ einer Sanierung wasserrechtliche Kriterien heranzuziehen. In folgenden Gesetzen oder Verordnungen ist geregelt, dass Grundwasserschäden grundsätzlich zu sanieren sind, z.B. indem „alle signifikanten und anhaltenden Trends ansteigender Schadstoffkonzentrationen aufgrund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten umgekehrt werden“:

- EU-Wasserrahmenrichtlinie sowie die Grundwasserrichtlinie
- WHG - Wasserhaushaltsgesetz vom 31.07.2009 (→ § 47)
- WG LSA: Wassergesetz für das Land Sachsen-Anhalt vom 12.04.2006 (→ § 135)
- WRRL - VO LSA: Verordnung über die Wasserrahmenrichtlinie vom 24.08.2005
- LAWA: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Dez. 2004

Kriterium für die Einstufung des Zustandes von Gewässer sind Konzentrationen von Schadstoffen (im Gegensatz zum Boden, bei welchem die Bodenfunktionen maßgeblich sind). Für die Beurteilung der Schadstoffkonzentrationen im Grund- und Oberflächenwasser werden die durch die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser in 2004 (LAWA 2004) erarbeiteten Geringfügigkeitsschwellen (GFS) verwendet. Im konkreten Fall sind folgende Konzentrationswerte relevant:

Tabelle 9-1 Geringfügigkeitsschwellen zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserverunreinigungen nach LAWA (LAWA 2004)

Parameter	Einheit	Geringfügigkeitsschwelle
<b>Organische Parameter</b>		
LHKW gesamt <sup>1)</sup>	µg/l	20
Σ Tetrachlorethen und Trichlorethen	µg/l	10
1,2-Dichlorethan	µg/l	2
Chlorethen (Vinylchlorid)	µg/l	0,5
Kohlenwasserstoffe	µg/l	100
<b>Anorganische Parameter</b>		
Arsen (As)	µg/l	10
Blei (PB)	µg/l	7
Cadmium (Cd)	µg/l	0,5
Chrom (Cr III)	µg/l	7
Kupfer (Cu)	µg/l	14
Nickel (Ni)	µg/l	14
Quecksilber (Hg)	µg/l	0,2
Zink (Zn)	µg/l	58
Cyanid (CN)	µg/l	5 (50)

1) LHKW, gesamt: Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, d.h. Summe der halogenierten C1- und C2-Kohlenwasserstoffe; einschließlich Trihalogenmethane. Die GFS zu Tri- und Tetrachlorethen, Dichlorethan und Chlorethen ist zusätzlich einzuhalten.

Mit den Geringfügigkeitsschwellen soll kein Qualitätsziel für Grundwasser definiert werden. Vielmehr soll eine anthropogen weitgehend unbeeinflusste Grundwasserbeschaffenheit erhalten bleiben. Die Geringfügigkeitsschwelle bildet somit die Grenze zwischen dem im rechtlichen Sinne nicht verunreinigten Grundwasser und einer Grundwasserverunreinigung, kennzeichnet jedoch nicht den „natürlich reinen“ Zustand des Grundwassers. In Bezug auf die EU-Wasserrahmenrichtlinie ist näherungsweise davon auszugehen, dass die Geringfügigkeitsschwelle als Kriterium für die Feststellung eines „guten chemischen Zustandes“ des Grundwassers heranziehbar ist.

## 9.4 Abfallrechtliche Bewertungskriterien

Die bei Abbruch der aufragenden Bausubstanz oder dem Aushub zur Sanierung anfallenden Böden sind zu entsorgen (zu verwerten oder zu beseitigen). Vorrang vor der Beseitigung hat die Verwertung.

Mit Erlass MLU LSA vom 24.03.2006 wurde für die Bewertung der Schadlosigkeit der Verwertung

- von mineralischen Abfällen, die ungebunden oder gebunden in technischen Bauwerken eingebaut werden,
- von mineralischen Abfällen, die zur Herstellung von Bauprodukten verwendet werden und
- von Bodenmaterial, das unterhalb der durchwurzelbaren Bodenschicht in bodenähnlichen Anwendungen verwertet wird

geregelt, dass die Anforderungen der LAGA-Mitteilung „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln -“ (Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall Nr. 20) in der jeweils geltenden Fassung zu beachten sind.

Ist die Verwertung der beim Aushub abfallenden mineralischen Abfälle (Böden) in bodenähnlicher Anwendung beabsichtigt, wäre die Schadlosigkeit der Verwertung zunächst nach den Tabellen II.1.2-2 und II.1.2-3 der TR Boden zu prüfen.

Ist die Verwertung der beim Aushub abfallenden mineralischen Abfälle (Böden) in technischen Bauwerken (Einbauklassen 1 und 2) beabsichtigt, wäre die Schadlosigkeit der Verwertung nach Tabellen II.1.2-4 und II.1.2-3 zu beurteilen.

Bauschutt ist von der Verwertung in bodenähnlicher Anwendung ausgeschlossen. Bei Anwendung der LAGA ist zu beachten, dass die TA Bauschutt und damit auch die Tab. II.1.4-4 bis -6 nicht mit den Prüfwerten der BBodSchV harmonisiert sind. Gleichwohl wird die TA Bauschutt im Vollzug angewendet.

Bei Überschreitung der Zuordnungswerte für den eingeschränkten Einbau in technischen Bauwerken wären die Abfälle zu beseitigen (oder im Deponiebau zu verwerten); anzuwenden ist die seit August 2009 gültige Deponieverordnung (DepV). Die Einstufungsparameter für die Deponieklassen nach DepV sind in Anlage 5.2 enthalten.

## 10 Gefährdungsabschätzung

### 10.1 Eigenschaften der relevanten Stoffe

#### 10.1.1 LHKW

##### Bedeutung

Die leichtflüchtigen LHKW haben aufgrund ihrer guten Lösungsmitelegenschaften für organische Stoffe eine vielfältige Anwendung und Verbreitung gefunden. Eingesetzt werden sie zur Reinigung von Textilien, zur Metallentfettung und als Lösungs- und Extraktionsmittel in verschiedenen Bereichen.

##### Verhalten

Kontaminationen von LHKW im Untergrund stellen ein besonderes Gefährdungspotential dar, da diese Stoffe z. T. biologisch kaum abgebaut (Persistenz) und aufgrund ihrer vergleichsweise guten Löslichkeit im Grundwasserleiter weiträumig transportiert (Mobilität) werden können. Aufgrund der geringen kinematischen Zähigkeit von LHKW durchströmen sie einen trockenen, porösen Untergrund etwa doppelt so schnell wie Wasser. LHKW weisen eine höhere Dichte als Wasser auf und können daher den Untergrund in vertikaler Richtung bis zur Grundwassersohle durchdringen. Außer der Löslichkeit erfolgt die Ausbreitung auch durch Bewegung der eigenen Phase neben Wasser (Zweiphasenfließen), z. B. entlang des Gefälle des Grundwasserstauers. LHKW sind in der Lage, sowohl Beton als auch stauende Schichten im Untergrund zu durchdringen. Die Ausbreitung erfolgt in Abhängigkeit von der Durchlässigkeit des Untergrundes aufgrund der guten Adsorptionseigenschaften der LHKW in der Regel relativ langsam.

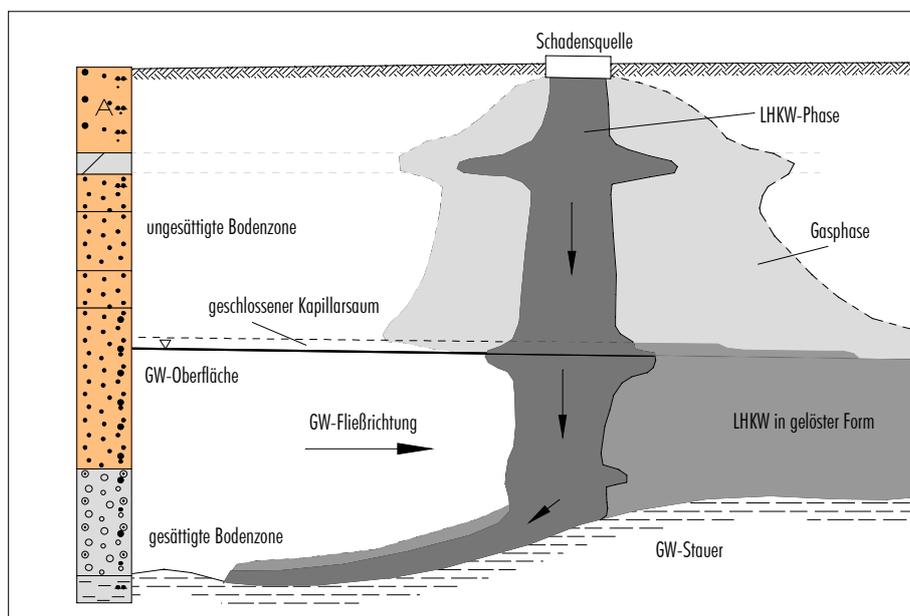


Abb. 2 Migrationsverhalten von LHKW als flüssige Phase

Für einige LHKW-Substanzen ist ein biologischer Teilabbau oder ein vollständiger Abbau zu Kohlendioxid und Methan nachgewiesen. Die häufig in den Untergrund gelangenden Lösungsmittel Trichlorethen (TCE) und Tetrachlorethen (PCE) können durch biologische Abbauprozesse neue

toxische Metabolismen hervorbringen, z. B. Vinylchlorid, cis-1,2-Dichlorethylen, trans-1,2-Dichlorethylen.

Hohe LHKW-Konzentrationen wirken auf Mikroorganismen toxisch, so ist meist im Schadenszentrum sowie im unmittelbaren Abstrom bei Konzentration über 100 µg/l die mikrobiologische Aktivität gehemmt.

Mit steigendem Chlorierungsgrad nimmt die Mobilität ab. Das Rückhaltevermögen des Gesteins ist von der Wassersättigung und der Durchlässigkeit abhängig. Bei Überschreitung der Residualsättigung werden LHKW transportiert.

Um kontaminierte Bodenbereiche und/oder bei starker Grundwasserkontamination sind die wegen ihres hohen Dampfdruckes leicht flüchtigen LHKW in der Bodenluft der ungesättigten Bodenzone detektierbar. Um kontaminierte Bodenbereiche und oberhalb von starken Grundwasserkontaminationen kann sich eine Gasphase ausbilden, deren Ausbildung von der Durchlässigkeit des Gesteins abhängt. Aufgrund dieser Eigenschaften sind LHKW-Kontaminationen im ungesättigten Boden nur unmittelbar unterhalb oder neben den Eintragsorten zu erwarten. Im Grundwasserschwankungsbereich und in der gesättigten Zone hingegen ist mit einer weitflächigen Belastung zu rechnen.

### Abbau

Für einige LHKW ist ein biologischer (aerober) Teilabbau oder ein vollständiger Abbau zu Kohlendioxid und Methan nachgewiesen.

Die häufig in den Untergrund gelangenden Lösungsmittel Trichlorethen (TCE) und Tetrachlorethen (PER) können durch biologische Abbauprozesse neue toxische Metabolismen hervorbringen, z. B. Vinylchlorid, cis-1,2-Dichlorethylen, trans-1,2-Dichlorethylen.

Hohe LHKW-Konzentrationen wirken auf Mikroorganismen toxisch. Aufgrund der bei einsetzendem mikrobiellen Abbau stattfindenden Sauerstoffzehrung bildet sich darüber hinaus im Grundwassers ein anaerobes Milieu aus. Infolge der geschilderten Prozesse ist meist im Schadenszentrum sowie im unmittelbaren Abstrom bei Konzentration über 100 µg/l die mikrobiologische Aktivität und damit ein Stoffabbau stark gehemmt.

Um kontaminierte Bodenbereiche und/oder bei starker Grundwasserkontamination sind die wegen ihres hohen Dampfdruckes leicht flüchtigen LHKW in der Bodenluft der ungesättigten Bodenzone detektierbar. Um kontaminierte Bodenbereiche und oberhalb von starken Grundwasserkontaminationen kann sich eine Gasphase ausbilden, deren Ausbildung von der Durchlässigkeit des Gesteins abhängt. Aufgrund dieser Eigenschaften sind LHKW-Kontaminationen im ungesättigten Boden nur unmittelbar unterhalb oder neben den Eintragsorten zu erwarten. Ein Abbau findet in der ungesättigten Zone auf Grund der eingeschränkten mikrobiologischen Verfügbarkeit nur untergeordnet statt.

Im Grundwasserschwankungsbereich und in der gesättigten Zone hingegen ist mit einer weitflächigen Belastung zu rechnen.

## 10.1.2 Schwermetalle

Schwermetalle sind im Boden im allgemeinen wenig mobil und generell nicht abbaubar. Im Sauren sind Schwermetalle teilweise deutlich löslicher und mobiler als im Alkalischen. Die

Schwermetallverfügbarkeit (Mobilisierung) nimmt etwa gemäß folgender Reihenfolge ab:  
 $Cd > Zn > Ni > Cu > As = Cr > Pb > Hg$ .

Eine Gefährdung durch Schwermetalle ist überwiegend durch Staubemissionen möglich.

Schwermetalle lassen sich unterscheiden in

- Schwermetalle, die schädigend auf Pflanzen wirken: Chrom, Kupfer, Nickel, Zink und
- Schwermetalle, die vorrangig für Menschen und Tiere schädlich sind: Arsen, Beryllium, Cadmium, Chrom, Kobalt, Quecksilber, Nickel, Blei, Selen und Zink.

Alle **Arsen**verbindungen sowie elementares Arsen sind starke Gifte, schädigen das Nervensystem, Zentralnervensystem, Leber, Lungen, Haut, Schleimhäute und sind karzinogen.

**Cadmium**salze werden im Organismus leicht aufgenommen und dauerhaft an Proteine gespeichert. Fast alle Cadmiumverbindungen sind für den Menschen stark giftig, sie verursachen Nierenschäden, Knochendefekte und Vergiftungen mit den verschiedensten Symptomen und wirken karzinogen. Das Metall Cadmium wird als Überzugsmetall verwendet und ist Bestandteil vieler Legierungen.

Die Verbindungen des **Chroms** sind sehr giftig. Chrom wirkt ätzend und karzinogen. Das Metall und seinen Verbindungen werden in der metallurgischen, Leder-, Stahl-, Glas-, Keramik-, Farb- und Baustoffindustrie vielfältig eingesetzt. Das sechswertige Chrom in seinen Verbindungen verursacht akute und chronische Erkrankungen (Allergien). Chromstaub und Chromsäuredämpfe greifen das Atmungssystem an und fördern Bronchialkrebs. Eine toxische Wirkung des dreiwertigen Chroms und des metallischen Chroms ist nicht sicher nachgewiesen. Bei Anwesenheit von organischen Verbindungen im sauren Milieu baut sich im Boden sechswertiges Chrom zu dreiwertigen Verbindungen ( $Cr(OH)_3$ ) ab, fehlen diese, kann der Prozess auch umgekehrt verlaufen.

**Quecksilber** ist in elementarer Form giftig. Im Boden entsteht durch Absorption eine kaum verlagerbare, durch Verdampfung, Auswaschung und Pflanzenaufnahme geschützte organische Einbindung.

**Nickel** wird in kleinen Mengen vom Organismus als essentielles Spurenelement benötigt. Der Schadstoff Nickel wird im Boden zumeist in Oxide bzw. in Silikatverbindungen überführt, die z. T. immobil sind. Bereits Gehalte von 1-2 mg/l wirken als Lösung auf Pflanzen sehr giftig. Für Menschen erweist sich besonders die Emission nickelhaltiger Stäube und organischer Nickelverbindungen als gefährlich. Die Staubinhalation fördert Lungenkrebs.

**Blei** schädigt das Zentralnervensystem, führt zur Störung des Immunsystems und zu Anämie. Im Boden eingelagert ist Blei bei pH-Werten über 4 immobil. Blei reichert sich in Pflanzen an. Bei Aufnahme durch den Organismen wird Blei in Zähne und Knochen eingelagert.

**Zink** wirkt als Schadstoff vorrangig auf Pflanzen und Mikroorganismen toxisch. Bei der Bodeneinlagerung bleiben seine Verbindungen relativ beweglich und damit pflanzenverfügbar. Zinkchromat wirkt karzinogen.

Schwermetallexpositionen spielen bei zwei wesentlichen Ausbreitungsmöglichkeiten gegenüber unterschiedlichen Schutzgütern eine Rolle.

Überwiegend auf dem Luftpfad oder durch direkte Aufnahme sind Expositionen z. B. von auf Flächen tätigen Personen, von Tieren und Pflanzen möglich. Die Emission der Schwermetalle aus dem Kontaminationsvorrat erfolgt hierbei überwiegend staubförmig (staubförmige Schwermetallverbindungen bzw. an Stäube adsorptiv gebundene Schwermetalle). Die hierfür in

Frage kommenden Schwermetallverbindungen (Bindungsformen) sind überwiegend die in Aschen, Schlacken und Gießereisanden vorkommenden elementaren Schwermetalle, schwerlöslichen Oxide oder sonstige schwerlöslichen Salze.

Expositionen des Grundwassers sind durch lösliche Schwermetallverbindungen über den Sickerwasserpfad möglich. Diese leicht löslichen Salze können entweder direkt vorliegen und über den Sickerwasserpfad in das Grundwasser gelangen, selbst in Lösung emittieren (z.B. bei Leckagen in Abwassersystemen) oder aber aus schwer löslichen Verbindungen durch Umwelteinflüsse erst gebildet werden (z.B. langsame Umsetzung schwerlöslicher Sulfide zu leichtlöslichen Sulfaten, schwerlöslicher Oxide zu leicht löslichen Carbonaten oder Hydroxiden).

## 10.2 Beschreibung der angetroffenen Kontaminationen

### 10.2.1 Bausubstanz und Produktreste

Die Bausubstanz setzt sich im Wesentlichen aus dem Fundament, dem Mauerwerk und der Dachkonstruktion zusammen. Das Fundament ist im Wesentlichen aus einem sandigen Unterbau (Sauberkeitsschicht), Magerbeton, Beton und einer Säureschutzschicht mit Säureschutzfliesen aufgebaut.

Die Fundamente wurde mit 9 Betonkernbohrungen untersucht. Die Räume, die mit einer Säureschutzschicht ausgestattet waren, sind im Kap. 3.3.3 (Technische Daten) erläutert und in Anlage 3.2 in der Legende aufgeführt. Es handelt sich um Raum 8 – 11. Die Säureschutzaufbauten wurden auf Grund der vorhandenen Sperrschicht getrennt vom Unterbeton untersucht. Die Ergebnisse der Bausubstanzuntersuchungen sind tabellarisch in Anlage 5.2 dargestellt, die grafische Darstellung erfolgt in Anlage 3.4.

Auffällig ist, dass der sich unterhalb der Säureschutzschicht befindende Beton wesentlich geringer belastet ist, als die Säureschutzfliesen an der Oberfläche. Analytisch untersucht wurden die Proben der KB 5 (Raum 12- Gelbbrenne an der Galvanik) und KB 4 (Raum 11 – Beizerei). In der Gelbbrenne (R 12) befand sich ein altes Fundament aus Beton, welches als EP 6 untersucht wurde. Hier ergab die Untersuchung eine Einstufung  $>Z2$  nach LAGA. Die Probe aus dem Betonkern des Fußbodens ergab eine Einstufung als Z0. In der Probe KB 4 aus der Beizerei bestimmen zwei Schwermetallgehalte und die Überschreitung des Parameters MKW eine Einstufung als Z1.1.

Die Proben, in denen Säureschutzfliesen enthalten sind, weisen hohe Belastungen an Schwermetallen auf, die zu einer Einstufung  $>Z2$  führen (MP 2, 4, EP 3, 4 und KB7). Neben der Überschreitung der Schwermetallgehalte wird im Bereich der Galvanik auch der erhöhte Cyanid-Gehalt mit den Zuordnungswerten Z2 bzw.  $>Z2$  auffällig. Bei den Schwermetallen wurden die auch im Rahmen der Nutzungsgeschichte recherchierten Einsatzstoffe der Galvanik auf, wie Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink.

Die untersuchten Mauerwerkproben aus den Wänden sind organoleptisch und analytisch unauffällig. Ein Entsorgungsproblem ergibt sich aus erhöhten Gehalten bei den Parametern Chlorid und Sulfat, die dem Putz zuzuordnen sind.

Im Bereich der Entfettung fielen verölte Bereiche im Beton auf, die mit den Proben KB1-1 und der darunter liegenden KB 1-2 untersucht wurden. Beide Proben zeigen eine deutliche MKW- und PAK-Belastung. Die Probe KB1-1 enthielt die ölgetränkte „Sauerkrautfußbodenplatte“ (HWL-Platte), die

unproblematisch beim Rückbau vom Fußboden zu trennen und gesondert als Material >Z2 zu entsorgen ist. Der unterlagernde Beton kann als Z2- Material entsorgt werden.

Die verölten Bereiche in der Entfettung sind organoleptisch auffällig und da im Zusammenhang mit dem geplanten Gebäuderückbau eine örtliche Bauüberwachung zu empfehlen ist, kann hier recht gut Material separiert werden.

Produktreste befinden sich vereinzelt im Gebäude. Im Raum 4 (Lackiererei) befinden sich mehrere Haufwerke, die auch Produktreste enthalten, vergleiche Anlage 8 Fotodokumentation Foto 13, 14 und 16. Die Haufwerke bilden eine Größenordnung  $< 1 \text{ m}^3$ .

Weitere Produktreste, die die Entsorgung erschweren können befinden sich vermutlich in den verbliebenen Filteranlagen, die nicht komplett rückgebaut wurde. Filteranlagen befinden sich in Raum 4 (Lackiererei), Raum 8 (teilweise - Galvanik) und Raum 11 (Beizerei).

Hier kann mengenmäßig nicht eingeschätzt werden, in welchem Umfang Produktreste in den verbliebenen Anlagen anhaften bzw. die Anlagen noch füllen.

## 10.2.2 Boden

### 10.2.2.1 Schwermetalle und Cyanide

Die in den Bodenproben ermittelten Schadstoffgehalte sind in Anlage 5.1 (Feststoff) tabellarisch und in Anlage 3.1 grafisch dargestellt, wobei sich in der graphischen Darstellung auf die relevanten und erhöhten Gehalte beschränkt wurde.

Die Bewertung der Analytikergebnisse erfolgt im Zusammenhang mit der Betrachtung der auf der Fläche notwendigen Maßnahmen im Zusammenhang mit der Entsorgung.

Der oberste Bodenbereich ( $< 1 \text{ m uGOK}$ ) zeigte lediglich Auffälligkeiten beim Parameter Schwermetalle. Die Proben aus dem Rammpegel im Anstrom und unterhalb des Gebäudes, besonders unterhalb Raum 8, der Galvanik, zeigten erhöhte Schwermetallgehalte, die den Zuordnungswert nach LAGA Z 0 überschreiten. In der obersten Probe (0,24-0,70 m u GOK) der Bohrung 7 überschreitet der Gehalt an Kupfer den Zuordnungswert Z 2 nach LAGA. Die unterlagernde Probe dieser Bohrung zeigt keinerlei Auffälligkeit bei der Schwermetallanalyse.

Die Cyanid-Gehalte waren mit einer Ausnahme im Bodenbereich nicht nachweisbar, d.h. lediglich in der obersten Probe aus dem RP 2, der sich unmittelbar neben den Raffineriegraben befindet und somit im Anstrom auf das Untersuchungsgebiet, wurde ein Cyanid-Gehalt von 1,3 mg/kg nachgewiesen. Möglicherweise erfolgte über den Raffineriegraben ein Schadstoffeintrag auf das Grundstück.

Anhand der Schwermetalluntersuchung im Feststoff wurde belegt, dass ein Schadstoffpotenzial, d.h. eine Quelle, die über einen längeren Zeitraum für eine Nachlieferung von Schadstoffen über den Sickerwasserpfad in das Grundwasser sorgen kann, nicht vorhanden ist bzw. mit den stichpunktartigen Untersuchungen nicht nachgewiesen werden konnte. Die Eluatuntersuchungen erbrachten keinen Nachweis eines über den Sickerwasserpfad mobilisierbaren Schadstoffanteils; alle analysierten Schadstoffgehalte lagen unterhalb der Nachweisgrenze.

In der BBodSchV existieren für die Schwermetalle Vorsorgewerte für sandige Böden, die den relevanten Gehalten in nachfolgender Tabelle gegenübergestellt werden.

Tab. 10-1 relevante Laborergebnisse der Bodenuntersuchung (mg/kg) im Vergleich mit den Vorsorgewerten

Probenbezeichnung	RP 2-1	RP 2-2	KRB 4-1	KRB 6-1	KRB 6-2	KRB 7-1	KRB 8-1	Vorsorge werte
Probtiefe	0,1-0,5	0,5-1,3	0,25-1,0	0,27-0,5	0,5-0,6	0,2-0,8	0,2-0,5	
Parameter	Anstrom	Anstrom	R 11	R 8, S	R 8, S	R 8, Mitte	R 8, N	BBodSchV
Blei	56	42	42	34	35	59	33	40
Cadmium	2,2	<0,4	0,45	0,93	0,53	<0,4	<0,4	0,4
Chrom, ges.	44	19	22	14	22	46	33	20
Kupfer	75	24	19	18	19	690	77	20
Nickel	28	12	14	74	15	98	33	15
Zink	320	150	220	100	66	300	86	60

Die Vorsorgewertüberschreitungen wurden gelb und mehr als 100-fache Überschreitungen rot gekennzeichnet. Somit wird ersichtlich, dass eine Vielzahl der analysierten Gehalte den Vorsorgewert nach BBodSchV überschreitet.

Insoweit müssen die ermittelten Auffälligkeiten im Rahmen einer Einzelfallbetrachtung bewertet und betrachtet werden. Beim Rückbau des Gebäudes ist mit dem oberen Bodenbereich sehr vorsichtig zu verfahren. Nach Rückbau der Fundamente sollte der obere Bodenbereich sorgfältig bemustert und beprobt oder separat gelagert, beprobt und entsprechend entsorgt werden. Kontaminationen im tieferen Bodenbereich (>1 m) wurden bei dieser stichprobenartig erfolgten Beprobung nicht ermittelt.

### 10.2.3 Becken und Kanäle

Am Standort befinden sich zahlreiche Kanäle, in denen Produkt- und Abwasserleitungen verlegt sind. Diese münden nach Durchlauf des Produktionsprozesses in Becken, in denen die Abwässer durch Ausfällung der Cyanide und Schwermetalle entgiftet und neutralisiert werden. Die Ausfällungsprodukte sind die Galvanikschlämme, die über Kammerfilterpressen entwässert und anschließend entsorgt wurden.

Im Rahmen der Untersuchung wurde festgestellt, dass es in Summe 7 Becken an der abwassertechnischen Anlage gab. Die Funktion der einzelnen Becken ließ sich nicht rekonstruieren. Aus den Altunterlagen lagen dazu gleichfalls keine Angaben vor. Becken 10 war trocken, in allen anderen 6 Becken befanden sich Flüssigkeiten.

Als Becken 7 wurde der Keller vom Gebäude 14, dem Pumpenhaus der Neutraanlage, beprobt. Zwei Montagegruben innerhalb des Gebäudes, die auffällige Verfärbungen zeigten wurden als Becken 8 und 9 gleichfalls beprobt. Als Becken 10 wurde die Kanalanlage östlich des eigentlichen Beckens 10 beprobt (Becken 10 war trocken).

Bei allen Becken konnte ein hoher Anteil an Niederschlagswasser nicht ausgeschlossen werden.

Die graphische Darstellung erfolgt in Anlage 3.6, die tabellarische Darstellung der Ergebnisse im Kap. 8.3.1 bzw. in Anlage 5.5.

In allen Wasserproben wurde ein erhöhter Anteil an Schwermetallen, besonders an Zink, festgestellt. Weiterhin auffällig ist eine Lösemittelbelastung der Wässer, mit Ausnahme Becken 6 (Hochbecken). BTEX wurden nicht nachgewiesen.

MKW-Gehalte fallen in der Probe aus dem Becken 8 – Montagegrube in der Entfettung auf. Im Pumpenhaus waren im Keller auch geringe Gehalte an MKW nachweisbar.

Cyanide fielen lediglich im Becken 9 an der Galvanik (Raum 8) auf.

Eine Bewertung erfolgt hinsichtlich eines möglichen Austrages über den Sickerwasserpfad in das Schutzgut Grundwasser. Da die Anlagen teilweise bis in den Grundwasserschwankungsbereich einbinden, werden die Wasseranalysen mit den Prüfwerten der BBodSchV Pfad Boden – Grundwasser verglichen. Die Gehalte sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tab. 10-2 Ergebnisse der Wasseruntersuchungen der Becken und Kanäle im Vergleich mit Prüfwerten [ $\mu\text{g/l}$ ]

Parameter	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7	B 8	B 9	B 10	PW BBod- SchV
MKW	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	100	530	<0,1	<0,1	200
Gesamt-Cyanid	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	170	<10	50
Cyanid, l.f.	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	120	<10	10
Summe LHKW	11	91	50	55	3,7	0	112	50	0	105	10
Blei	<10	73	100	<10	<10	10	<10	31	18	<10	25
Cadmium	1,4	<1	<1	10	12	2,3	2,7	1,1	31	11	5
Chrom	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	16	<10	<10	50
Kupfer	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	33	340	<10	50
Nickel	10	<10	<10	20	21	11	320	<10	160	31	50
Zink	410	520	610	410	570	390	370	200	2.000	260	500

Prüfwertüberschreitungen wurden gelb gekennzeichnet, vgl. Anlage 5.5 Darstellung mit allen Parametern.

Die stärksten Belastungen weisen die Wässer des Beckens 9 (Kanal) in der Galvanik auf. Hier fällt entsprechend der Historie der Gehalt an Cyanid auf.

Die höchsten Schadstoffgehalte wurden für die Elemente Zink, Kupfer, Cadmium und Nickel sowie LHKW ermittelt. Die Schadstoff belasteten Wässer stellen eine latente, jedoch eher geringe Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser dar.

#### 10.2.4 Grundwasser

Die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung sind im Kap. 8.3.2 im Vergleich mit den Geringfügigkeitsschwellen der LAWA dargestellt. Es ist festzustellen, dass das Grundwasser bereits im Anstrom (RP 2/10) deutlich mit Schwermetallen belastet ist. Der standorttypische Parameter Cyanid wurde im Grundwasser nicht analysiert. Im nordwestlichen Abstrom wurden Lösemittel mit Gehalten unterhalb der Geringfügigkeitsschwelle nach LAWA nachgewiesen. Der Gehalt an Vinylchlorid übersteigt die Geringfügigkeitsschwelle. Die Schwermetallbelastung bei den Parametern Cadmium, Kupfer, Zink und Arsen übersteigt gleichfalls den Geringfügigkeitsschwellenwert. Hier ist die Belastung jedoch bereits im Anstrom enthalten, so dass entweder bereits von einer Kontamination über den Raffineriegraben oder über eine erhöhte Hintergrundbelastung ausgegangen werden kann.

#### 10.3 Ausbreitungspfade

Auf Grund der nachgewiesenen Schadstoffe – insbesondere der Schwermetalle, untergeordnet Cyanide, sowie leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe – und deren physiko-chemischen Eigenschaften sind am Standort folgende Expositionspfade zu betrachten:

Schwermetalle und Cyanide:

Bausubstanz → Boden → Grundwasser → Mensch

Schwermetalle, Cyanide (und LHKW):

Abwässer (Kanäle und Becken) → Boden → Grundwasser → Mensch

Direktpfad Boden → Mensch

Die genannten Expositions- und Transferpfade werden in den nachfolgenden Kapiteln einzeln betrachtet und einer Wertung unterzogen.

#### 10.4 Exposition der Schutzgüter

Schutzgüter des öffentlichen Rechts sind in Anlehnung an die Rechtsprechung Leben und Gesundheit von Menschen, auch unter Beachtung der Peripherien Eigentum, Umwelt (allgemein), Wasser, Boden, Landschaft, Tiere und Pflanzen.

Für den Standort können im Hinblick auf die aktuelle Nutzung folgende Schutzgüter beschrieben werden:

- Grundwasser am Standort
- Boden als Bauland
- Arbeitnehmer im Gewerbegebiet

## 10.5 Gefahrenbewertung

### 10.5.1 Wirkungspfad Boden - Mensch

Der Wirkungspfad Boden – Mensch ist nur bei einem direkten Kontakt des Menschen mit kontaminiertem Material bzw. über inhalative Aufnahme von schadstoffbelasteten Stäuben möglich. Auf Grund der schadstoffbelasteten Bausubstanz mit zahlreichen Ausblühungen und Krusten von Schwermetallsalzen wäre bei einem Kontakt mit diesen Materialien eine Gefährdung denkbar. Dies betrifft insbesondere die Galvanik-Werkstatt (Raum 8), die Gelbbrenne (Raum 12) sowie die Lackiererei (Raum 4).

Das Gelände ist jedoch verschlossen und damit für Unbefugte nicht zugänglich, so dass bei Erhalt dieses Zustandes eine Gefährdung des Schutzgutes Mensch nicht gegeben ist. Im Falle von Rückbauarbeiten der restlichen Anlagenteile und der Bausubstanz sind jedoch entsprechende Arbeitsschutzmaßnahmen zu ergreifen, die über die Gefahrstoffverordnung und die berufsgenossenschaftliche Richtlinie BGR 128/TRGS 524 „Arbeiten in kontaminierten Bereichen“ geregelt sind.

Ein weiterer direkter Kontakt ist mit den vorhandenen Kanal- und Beckenfüllungen denkbar. Auf Grund der gelösten Form der Schadstoffe ist eine Aufnahme durch den menschlichen Organismus besser gegeben als bei einem Kontakt zu Bodenmaterial. Andererseits sind die ermittelten Belastungen im Wasser als eher gering zu bewerten und damit vorwiegend unter abfallrechtlichen Gesichtspunkten zu betrachten.

Relevante Schadstoffeinträge an leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen konnten im Rahmen der Erkundung nicht nachgewiesen werden.

### 10.5.2 Wirkungspfad Boden - Grundwasser

#### Schwermetalle und Cyanide

Im Rahmen der durchgeführten Bodenuntersuchungen wurden für Schwermetalle und Cyanide Gehalte ermittelt, die deutlich oberhalb der bestehenden Prüfwerte für den Direktpfad Boden – Mensch liegen. Die höchsten Gehalte wurden jedoch in den obersten Schichten der Bausubstanz angetroffen, die durch eine Säureschutzschicht vom Unterbeton und dem Boden betrennt sind. Die aus der ungesättigten Bodenzone untersuchten Proben belegen eine anthropogene Beeinflussung des Schutzgutes Boden, die jedoch als gering zu bewerten ist und zu keiner relevanten schädlichen Veränderung des Grundwassers beitragen wird.

Es ist zum derzeitigen Kenntnisstand festzustellen, dass kein relevantes Schadstoffpotenzial (= in den Boden eingedrungene Menge an Schwermetallen und Cyaniden) im Boden vorhanden ist. Diese Aussage wird dadurch unterstützt, dass unter den Bodenplatten auf Grund der aktuellen hohen Wasserstände nur eine ca. 0,5 m mächtige GW ungesättigte Bodenzone vorhanden ist, aus der Schadstoffe mobilisiert werden könnten.

Für die im Produktionsprozess verwendeten Schwermetalle sowie die leicht freisetzbaren Cyanide wurden trotz des fehlenden Schadstoffpotenzials auf Grund hoher Löslichkeiten der Galvaniksalze Überschreitungen der Vorsorgewerte aber nicht der Prüfwerte (Im Eluat) nach der BBodSchV ermittelt. Über die Eluatuntersuchung konnte jedoch kein Eintrag nachgewiesen werden.

Innerhalb des Gebäudes sind in allen Bereichen, die galvanotechnisch genutzt wurden, oberflächennahe Schadstoffeinträge in der Bausubstanz nachzuweisen (Galvanik und Beizerei).

Die teilweise massiven Belastungen der Bausubstanz konnten auf Grund des mehrlagigen Fußbodenaufbaus mit zwischengeschalteten Dichtungsfolien und Säureschutzschichten nur geringe Eindringtiefen erreichen. Es muss jedoch auf Grund der Verwendung der Schwermetallsalze in gelöster Form davon ausgegangen werden, dass diese nach dem Durchdringen der Säurefliesen bzw. deren Mörtel sich horizontal auf der Oberfläche der Dichtungsschicht hin zu Tiefpunkten bewegten und an Fehlstellen der Schutzschicht (ungenügend verschweißte Nähte, Risse etc.) in den unterlagernden Boden und über den Sickerwasserpfad in das Grundwasser eindringen konnten.

Der Nachweis, dass eine Schädigung des Grundwassers am Standort durch den Eintrag von Schwermetallen und LHKW vorliegt, wurde mit den ausgeführten Grundwasseruntersuchungen nicht eindeutig erbracht, da bereits der Anstrom Belastungen an Arsen, Cadmium, Kupfer und Zink oberhalb des Geringfügigkeitsschwellenwertes aufweist. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass schlotförmige Eintragsbereiche in das Grundwasser existieren, die mit den stichpunktartigen Aufschlüssen nicht erkundet werden konnten.

Es muss weiterhin davon ausgegangen werden, dass im Falle eines Rückbaus der Bausubstanz und Entsiegelung der Fläche Niederschlagswässer ungehindert in den Boden eindringen können. Somit können vorhandene Galvaniksalzreste ausgewaschen werden und potenziell zu einer zusätzlichen Befruchtung des Grundwassers führen.

Nach einem Rückbau der Bausubstanz muss eine Neubewertung der Gefährdung erfolgen. Erst nach einer Entsiegelung der Fläche ist eine großflächige Bewertung des unterlagernden Bodens möglich. Es wird für wahrscheinlich gehalten, dass in dieser veränderten Situation hot-spot-artige Eintragsquellen nachgewiesen werden, die bereits visuell durch Verfärbung des Bodens erkennbar sein könnten. Diese Schadstoffquellen sollten nach analytischem Nachweis einer Kontamination auf Grund der veränderten Situation einer Neubewertung unterzogen werden. Derzeit, d.h. ohne vorherigen Abbruch der Bausubstanz, ist der Nachweis solcher Einträge nur mit sehr hohem technisch-finanziellem Aufwand zu betreiben, ohne die Aussicht auf eine tatsächliche Erfassung der potenziellen Eintragsstellen.

Die noch vorhandenen Belastungen in und auf der Bausubstanz sind als latente Gefahr für den Boden und das Grundwasser anzusehen, da auf Grund des teilweise maroden Bauwerkes ein Eindringen von Niederschlagswässern langfristig nicht verhindert werden kann. Bereits heute stehen Keller und Nebengebäude unter Wasser bzw. im Grundwasserschwankungsbereich.

Eine weitere relevante Eintragsquelle stellen die Kanal- und Beckeninhalte dar. Es darf auf Grund des Füllstandes davon ausgegangen werden, dass die Mehrzahl der Becken keine Undichtigkeiten aufweisen und somit keine Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser zu befürchten ist.

Eine fachgerechte Entsorgung der Flüssigkeiten wird jedoch im Rahmen des Rückbaus für erforderlich gehalten.

### 10.5.3 Zusammenfassende Bewertung

Zusammenfassend lassen sich folgende Bewertungen vornehmen:

#### Grundwasser

Bereits im Anstrom ist eine geringe Belastung mit Schwermetallen (Arsen, Cadmium, Kupfer, Zink) vorhanden. Im Abstrom der Galvanik sind die Gehalte im Mittel niedriger als im Anstrom; Arsen und LHKW weisen geringfügig höhere Werte auf.

Eine relevante zusätzliche Befrachtung des Grundwassers konnte nicht nachgewiesen werden, so dass keine Maßnahmen zur Gefahrenabwehr abgeleitet werden müssen.

#### Boden

Im Schutzgut Boden konnten mit Ausnahme eines Kupferwertes ( $>$  LAGA Z2) keine relevanten Belastungen nachgewiesen werden. Auch wenn die Wahrscheinlichkeit recht hoch ist, dass es lokale schlotförmige Eintragsstellen geben wird, ist deren potenzielles Ausmaß als gering zu bewerten. Hierfür sprechen der geringe GW-Flurabstand sowie die Tatsache, dass im Grundwasser keine relevante Beaufschlagung ermittelt werden konnte.

Maßnahmen zur Gefahrenabwehr betreffend das Schutzgut Boden müssen auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse nicht abgeleitet werden.

#### Bausubstanz / Abfälle

Im Rahmen der technischen Erkundung wurden in der Bausubstanz – insbesondere in den Säureschutzaufbauten der Galvanik-Werkstatt und der angrenzenden Räume – teils massive Belastungen an Schwermetallen und teilweise Cyaniden sowie lokal mit MKW / PAK (Bereich Entfettung) nachgewiesen. Auf Grund von Sperrschichten im Fußbodenaufbau wurde ein Eintrag der Schadstoffe in die Schutzgüter Boden und Grundwasser weitestgehend verhindert.

Im Falle einer Nutzungsänderung besteht Handlungsbedarf in dem Separieren der belasteten Bausubstanz sowie der nachfolgenden fachgerechten Entsorgung. Die in die Bausubstanz eingedrungenen gut löslichen Galvaniksalze bedingen eine Zuordnung  $>$  Deponieklasse III der DepV.

Der Handlungsbedarf im Falle einer Nutzungsänderung wird nachfolgend aufgeführt.

## 11 Sanierungsziele

Im Ergebnis der Detailuntersuchung sind i.d.R. vorläufige Sanierungsziele als Maß der duldbaren Restgefährdung bzw. Restschädigung unter Abwägung der relevanten Randbedingungen einzelfallspezifisch festzulegen. Diese vorläufigen Sanierungsziele sollten die anwendbaren Maßnahmen grundsätzlich nicht einschränken und im Gegensatz zu den endgültigen, im Ergebnis der Sanierungsuntersuchung abzuleitenden Sanierungszielen keinen Bezug zu technischen Maßnahmen haben. Als Sanierungszielwert im Sinne einer tolerablen Restkontamination wird die messbare oder aus Messwerten berechenbare Mindestanforderung an das Ergebnis von Sanierungsmaßnahmen verstanden.

Im Falle JUNKALOR wurden im Rahmen der technischen Erkundung keine Maßnahmen zur Gefahrenabwehr abgeleitet, so dass Sanierungsziele im Sinne der BBodSchV nicht zwingend festgelegt werden müssen. Im weitesten Sinne handelt es sich um ein Rückbauvorhaben, bei dem kontaminierte Bausubstanz anfallen wird, die zu separieren ist. Nach dem Rückbau der Bodenplatte wird jedoch an Hand von Erfahrungen aus anderen Projekten mit lokalen Eintragstellen gerechnet, die nach Entfernung der Versiegelung über den Sickerwasserpfad in das Grundwasser eingetragen werden können. Aus diesem Grund wird empfohlen, bei Auffälligkeiten eine hot-spot-Sanierung in der GW ungesättigten Bodenzone und dem GW-Schwankungsbereich, d. h. bis ca. 1 – 1,5 m uGOK im Sinne einer Quellenbeseitigung durchzuführen. Eine Erkundung / Abgrenzung möglicher Eintragstellen ist ohne den Rückbau der Bodenplatten nicht zielführend und wird deshalb rückbaubegleitend empfohlen.

Im Rahmen der Kontrollbeprobung der Baugrubensohle sollte der Eingreifwert auf Grund der hohen Löslichkeit der Schwermetalle und Cyanide sowie auf Grund des oberflächennahen GW-Anschnittes dem LAGA Z1-Wert (im Feststoff) gleichgesetzt werden.

## 12 Revitalisierung der Flächen

### 12.1 Allgemeines Rückbaukonzept

Für eine Revitalisierung der Flächen ist der Rückbau der Bausubstanz erforderlich. Der Rückbau kann grundlegend in folgende Teile untergliedert werden:

- Phase 1: Entkernung des Gebäudes / Entleerung der Becken
- Phase 2: Abbruch der aufragenden Bausubstanz
- Phase 3: Abbruch Bodenplatten / Tiefenenttrümmerung
- (optional Phase 4: Hot-Spot-Sanierung Boden und Rückverfüllung der Baugrube)

Die Phasen können weiter in allgemeine Abbruchkosten („Sowieso-Kosten“) und kontaminationsbedingte Mehraufwendungen untergliedert werden. Die sogenannten „Sowieso-Kosten“ sind dabei die Kosten, die auch ohne nutzungsspezifische Schadstoffeinträge durch den Rückbau der Bausubstanz zu erwarten sind. Die kontaminationsbedingte Mehraufwendungen sind dagegen zusätzliche Kosten, die zur Entsorgung der nutzungsspezifischen Schadstoffeinträge notwendig sind.

**In den nachfolgenden Ausführungen und insbesondere in der Kostenschätzung werden nur die Kosten berücksichtigt, die durch spezifische Schadstoffeinträge aus der galvano-technischen Nutzung des Gebäudes zu Mehrkosten führen.**

## 12.2 Beschreibung der Rückbauphasen

### 12.2.1 Phase 1 – Entkernung

Beim Abbruch der Gebäude ist die vorlaufende Entkernung der nichtmineralischen Baustoffe Voraussetzung für die ordnungsgemäße Verwertung des mineralischen Abbruchmaterials. Zu dieser Entkernung gehören folgende Leistungen, die zu den Sowie-Kosten gerechnet werden können:

- Beräumung Sperrmüll sowie anderer beweglicher Abfälle
- Ausbau der Türen, Fenster Fußbodenbeläge etc.
- Demontage elektrischer Installationen
- Demontage isolierter Rohrleitungen (Abluft / Heizung) unter Berücksichtigung des fachgerechten Rückbaus der Isoliermaterialien (Stein-/Glaswolle)

Alle Gebäudeausrüstungsteile wie Heizungsanlagen (Heizkörper, -leitungen, deren Dämmungen, Wärmestrahler, Öfen u. dgl.) sind vorlaufend auszubauen. Das gilt auch für auf-Putz verlegte Elektro- und Telefonleitungen samt Zubehör, Wasser- und Abwasserleitungen. Weiterhin sind alle nichtmineralischen Fußböden (Laminat, Linoleum, Parkett) auszubauen. Ebenfalls auszubauen sind Sanitärbauteile (Toiletten- und Waschbecken, Duschtassen, Armaturen, Schieber, etc.).

Alle sonstigen Einbauteile (Ständerwände, Tresen, Verglasungen, Geländer, Trennwände, Unterhangdecken, Türen, Fenster usw.) sind ebenfalls komplett auszubauen und abfalltechnisch zu trennen. Dachdeckungen und Wandverkleidungen aus Trapezblechen sind zu demontieren.

Im Rahmen der Entkernung werden bereits Leistungen erforderlich, die als kontaminationsbedingter Mehraufwand zu bewerten sind. Hierzu zählen:

- die Entleerung der Becken (abwassertechnische Anlagen / Kanäle im Gebäude) auf Grund von Schwermetallanteilen (die Entsorgung kann durch Einleitung in die Abwasserkanalisation erfolgen, wenn hierfür die Genehmigung der Stadtwerke vorliegt)
- Entsorgung von Stäuben aus den Absauganlagen sowie loser Haufwerke aus Filterstäuben / Krusten (hohe Schwermetallgehalte, Belastung DK II)
- Reparieren und Entsorgen der Säureschutzaufbauten (inhomogen mit Schwermetallen / Cyaniden belastet, Belastungsgrad > DK III)
- Rückbau / Entsorgung Epoxidharzfolien
- Reparieren weiter kleinräumiger Kontaminationen (MKW-/PAK-Kontamination in der Entfettung)

#### **Der kontaminationsbedingte Handlungsbedarf ist in Anlage 3.7 dargestellt.**

Der Rückbau der Säureschutzaufbauten muss vor dem Abbruch der oberirdischen Bausubstanz erfolgen, um die kontaminierte Bausubstanz vor Niederschlagseinflüssen zu schützen. Durch die Epoxidharzfolie unterhalb der Säureschutzfliesen ist eine Trennung technisch sehr gut möglich. Durch diese Vorgehensweise kann die Charge an hoch kontaminiertem Material gering gehalten werden. Der unterlagernde Bauschutt ist deutlich geringer belastet und kann einem preisgünstigeren Entsorgungsweg zugewiesen werden.

### 12.2.2 Phase 2 – Abbruch aufragende Bausubstanz

Nach der Entkernung des Gebäudes und der Entsorgung der hoch belasteten Abfälle kann der Abbruch der oberirdischen Bausubstanz erfolgen. Dieser Abbruch kann in folgenden Schritten erfolgen:

- Rückbau und Entsorgung der Dachaufbauten (fachgerechte Abfalltrennung in Teerpappe / Altholz / Isolierung / Asbestbeton etc.)
- Abbruch Spannbetondächer und Mauerwerk bis OK Bodenplatte
- Entsorgung der Bausubstanz

Vor dem Abbruch der entkernten Bausubstanz sind die Dachdeckungen aus Teerdachpappe zu beseitigen. Das ist allerdings nur bei Begehrbarkeit der Dächer möglich. Ansonsten sind die Dachpappen aus der Abbruchmasse zu separieren. Die Stahlträger sind aus der mineralischen Masse zu bergen. Nach Möglichkeit kann das Abbruchmaterial in Beton- und Ziegelfraktion getrennt werden. (Beton-RC ist in der Verwertung höherwertiger und daher in der Entsorgung etwas kostengünstiger.)

In dieser Phase sind keine kontaminationsbedingten Mehraufwendungen zu erwarten.

Anhand der durchgeführten Mauerwerksbeprobungen ist davon auszugehen, dass die aufragende Bausubstanz keine Belastungen > LAGA Z2 aufweist. Die untersuchte Mauerwerksmischprobe (MP 5) ist nur durch erhöhte Chlorid- und Sulfatwerte gekennzeichnet, die eine Einstufung in die Kategorie Z 2 erforderlich macht. Eine deponietechnische Verwertung ist jedoch in jedem Fall möglich. Nach Abbruch der Bausubstanz wird empfohlen, eine Haufwerksbeprobung durchzuführen. Nur durch diese Art der Beprobung ist eine ausreichende Abfallcharakterisierung möglich, die Grundlage einer fachgerechten Entsorgung wird.

Der Abbruch der Gebäude ist nach BauO LSA anzeigepflichtig, sofern nicht die Erlaubnis dazu durch übergeordnete Genehmigungsverfahren (z.B. Planfeststellungsbeschluss oder im bodenschutzrechtlichen Regelverfahren durch Verbindlicherklärung des Sanierungsplans) erlangt wurde.

### 12.2.3 Phase 3 – Abbruch unterirdische Bausubstanz

In Phase 3 erfolgt der Rückbau der unterirdischen Bausubstanz sowie der Medienleitungen. Die Phase lässt sich wie folgt gliedern:

- Abbruch Bodenplatten
- Freilegen und Rückbau Fundamente
- Abbruch Unterkellerungen
- Abbruch Becken und Kanäle
- Rückbau unterirdische Medienleitungen (Wasser/Abwasser/Elektro/Gas/Telekom)

Alle (unkontaminierten) gefliesten Fußbodenbereiche sind ebenfalls gesondert aufzustemmen, da sich unterhalb der Fliesen Sperrschichten aus unbesandeter Dachpappe oder Folie befinden können. Diese Sperrschichten sind – sofern vorhanden – gesondert zu bergen. Nach der Entfernung der Sperrungen kann der Boden nochmals auf Ölflecken oder andere Verunreinigungen bemustert werden. Sind solche Bereiche anzutreffen, sind diese beim Abbruch zu separieren.

Es ist zu erwarten, dass beim Rückbau der Bodenplatten lokale Schadstoffeinträge angetroffen werden. Dies betrifft insbesondere die mit säurefesten Fliesen ausgekleideten Galvanikräume, in denen die Sperrschichten undicht geworden sein können. Der Rückbau sollte fachtechnisch begleitet werden, um eine Separation durchführen zu können.

Auf Grund der Befüllung konnte im Rahmen der technischen Erkundung keine Beprobung der Bausubstanz der abwassertechnischen Anlagen durchgeführt werden. Auch hier kann nicht ausgeschlossen werden, dass Schadstoffeinträge vorliegen (mehrere Becken weisen eine säurefeste Auskleidung auf). Die Bodenplatten und Bausubstanz der Becken sollten nach dem Rückbau als Haufwerk abgelegt und beprobt werden, um eine Deklaration des Abfalls zu ermöglichen. Folgende Leistungen sind als kontaminationsbedingter Mehraufwand zu bewerten:

- Separieren, Deklarieren und Entsorgen kontaminierte Bodenplatten
- Separieren, Deklarieren und Entsorgen kontaminierte Becken sowie unterirdische Abwasserkanäle (Überprüfung auf Schlammablagerungen!)

#### 12.2.4 Optionale Phase 4 – Hot-spot-Bodensanierung und Rückverfüllung

An die Phase 3 kann sich optional die Phase 4 anschließen, wenn nach dem Rückbau der Bodenplatten lokal Bodenkontaminationen angetroffen werden. Im Falle von Nickel- und Kupferkontaminationen sind diese gut visuell durch Grün- und Blaufärbung wahrnehmbar. Durch Chromate wird eine Gelbfärbung hervorgerufen.

Der lokale Aushub erfolgt bis zum Grundwasseranschnitt. Das Aushubmaterial wird als Haufwerk abgelegt, beprobt und deklariert, um anschließend fachgerecht entsorgt zu werden.

Die Baugruben werden mit Standort eigenem oder Liefermaterial verfüllt.

#### 12.2.5 Massenermittlung

Die in o. g. Phasen anfallenden nutzungsspezifischen Kontaminationen werden in der nachfolgenden Tabelle mengenmäßig dargestellt:

Tab. 12-1 Massenermittlung nutzungsspezifische Kontaminationen

Abfall Phase 1	Herkunft / Abmessung	Menge [t]
Beckeninhalt (kontaminiertes Wasser)	Inhalt aller Becken (s. Tab. 6-9) zzgl. Kanäle	150
Entsorgung von Stäuben und Krusten	Absauganlagen, Haufwerke, Anhaftungen an Bausubstanz	ca.5
Kontaminierter Schrott	Absauganlagen	ca. 10
Kontaminierte Säureschutzfliesen/Beton	Raum 8 + Giftraum/Gelbbrenne $9,0 \text{ m} \times 39,4 \text{ m} \times 0,06 \text{ m} = 21,3 \text{ m}^3$ $\times \text{Faktor } 1,25 \text{ (Sockel/Becken)} = 26,6 \text{ m}^3$	$\times \text{Dichte } 2,4$ $= 63,9$
Kontaminierte Säureschutzfliesen	Raum 9, 10, 11 (in $\text{m}^3$ ): $(10,4 + 5,3 + 19,2) \times 6,0 \times 0,06 = 12,6$	$\times \text{Dichte } 2,4$ $= 37,8$

Abfall Phase 1	Herkunft / Abmessung	Menge [t]
	× Faktor 1,25 = 15,7	
Epoxidharzfolien	Raum 8 – 11 (565 m <sup>2</sup> × 1,25 = 706 m <sup>2</sup> )	ca. 3 t
Kontaminierter Fußbodenbeton	Nebenraum Entfettung 5,8 m × 4,5 m × 0,3 m = 7,8 m <sup>3</sup>	× Dichte 2,2 = 17,2
Abfall Phase 2		
Keine nutzungsspez. Kontaminationen		
Abfall Phase 3		
Kontaminierte Bodenplatten	Unterbeton R 8 – 11 565 m <sup>2</sup> × 0,25 m × 0,5 (50 %) = 70,6 m <sup>3</sup>	× Dichte 2,2 = 155,4
Bausubstanz Becken	Abwassertechnische Anlagen 105 m <sup>3</sup> Beckeninhalte → ca. 50 m <sup>3</sup> Bausubstanz	× Dichte 2,2 = 110
Bausubstanz / Schlamm AW-Kanal	AW-Kanal	ca. 50
Abfall Phase 4		
Lokaler Bodenaushub bis 1,5 m uGOK	Boden Areal Raum 8 9,0 m × 39,4 m × 1,2 m = 425,5 m <sup>3</sup> davon 20 %: 85,1 m <sup>3</sup>	× Dichte 1,9 = 161,7
Rückverfüllung Baugrube Liefermaterial	Baugrube Raum 8, Kanäle + Becken	ca. 500

### 12.2.6 Baustelleneinrichtung

Die Baustelleneinrichtung erfolgt unter besonderer Berücksichtigung der Altlastensituation. Eine den Anforderungen des Emissions- und Arbeitsschutzes sowie des Abfallrechtes Rechnung tragende Infrastruktur wird aufgebaut. Folgende Anlagenkomponenten werden im Baufeld installiert:

- Sozialcontainer und Baustellenbüros
- eingezäunter Schwarz-Bereich bestehend aus:
  - Eingangsschleuse mit Umkleide-/Sanitärcontainer
  - Materialcontainer
  - Stiefelwaschanlage
  - Reifenwaschanlage
  - Wasseraufbereitungsanlage

### 12.2.7 Arbeitsschutzmaßnahmen

Bei der Durchführung der Bauarbeiten gilt es, das durch schädliche Inhaltsstoffe und verunreinigten Boden bedingte Gefährdungspotenzial für alle vor Ort tätigen Personen sowie die Anlieger durch entsprechende Maßnahmen so gering wie möglich zu halten. Im Arbeits-/ Gesundheits- und Nachbarschaftsschutz zählt dabei immer der präventive Gedanke.

Die anzuwendenden Schutzmaßnahmen werden dabei in:

- Technische Schutzmaßnahmen
- Organisatorische Schutzmaßnahmen
- Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

unterschieden. Die Arbeiten im kontaminierten Bereich werden gemäß der TRGS 524 und der Richtlinie BGR 128 durchgeführt.

Danach sind die Arbeiten durch geeignetes Personal auszuführen sowie von einem fachlich geeigneten Vorgesetzten (Fachbauleiter) zu leiten und zu beaufsichtigen. Dieser gewährleistet die vorschriftsmäßige Durchführung der Arbeiten und Schutzmaßnahmen.

Vor Ausführungsbeginn der Baumaßnahmen im Sinne der TRGS 524 und BGR 128 sind alle im Schwarzbereich ständig eingesetzten Mitarbeiter arbeitsmedizinisch zu untersuchen. Alle Beschäftigten auf der Baustelle müssen vor Arbeitsaufnahme über die mit der Tätigkeit verbundenen Gefahren, über die allgemeinen und speziellen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln aktenkundig belehrt werden.

Unter besonderer Berücksichtigung der Altlastensituation wird eine den Anforderungen des Emissions- und Arbeitsschutzes sowie des Abfallrechtes Rechnung tragende Infrastruktur aufgebaut. Folgende Anlagenkomponenten werden im Baufeld installiert:

- Aufenthaltscontainer mit Baustellenbüro
- bei Erfordernis Materialcontainer
- eingezäunter Schwarz-Bereich bestehend aus :
  - Schwarz-Weiß-Anlage
  - Stiefelwaschanlage

Aufgrund des Umgangs mit kontaminiertem Boden ist für die betroffenen Beschäftigten eine Schwarz-Weiß-Anlage zu errichten. Die Schwarz-Weiß-Schleuse besteht aus einer dreiteiligen Containeranlage, die so angeordnet ist, dass der Zugang des Personals auf das Baufeld (Schwarzbereich) nur über diese möglich ist.

Erst nach Anlegen der entsprechenden Schutzbekleidung im Schwarzbereich wird das Baufeld betreten. Das Verlassen des Schwarzbereichs erfolgt nach dem Passieren der Stiefelwaschanlage vor dem Eingang des Schwarz-Containers. Anfallendes Abwasser aus der Stiefelwaschanlage wird der Wasseraufbereitung zugeführt.

Sowohl im Schwarz- als auch im Weißbereich der Schleuse wird Arbeitsschutzmaterial (Atemschutz, Schutzanzüge etc.) vorgehalten.

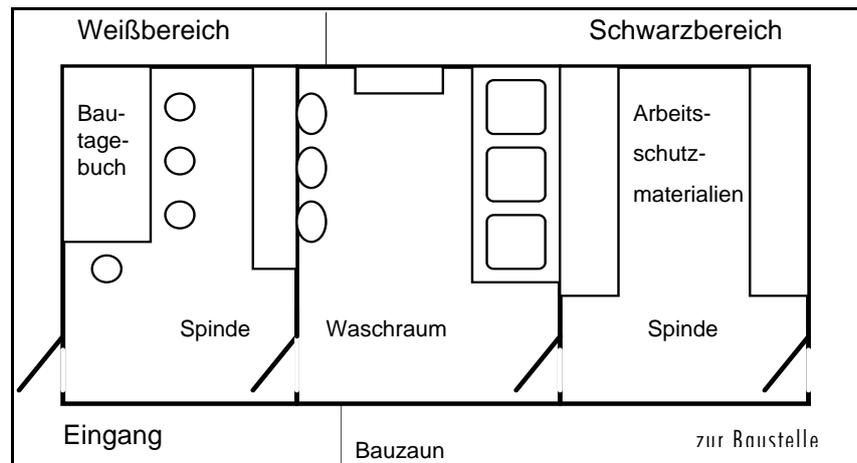


Abb. 12-1: Schwarz-Weiß-Containeranlage

Der Schwarzbereich wird mit mobilen, verschraubbaren Bauzäunen umgrenzt, so dass Unbefugte den Baustellenbereich nicht ungehindert betreten können. Der Schwarzbereich umfasst den gesamten Aushubbereich sowie die Flächen zur Bereitstellung von Böden zur Entsorgung.

Grundsätzlich ist im Rahmen der Sanierungsplanung ein Arbeitsschutz- und Sicherheitskonzept nach TRGE 524 und BGR 128 aufzustellen; dieses Konzept ist mit Ausschreibung umzusetzen und wird Auftragsbestandteil.

Ferner ist ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan nach BaustellV aufzustellen (§ 2 Abs. 3 i.V.m. Anhang II BaustellV).

### 12.2.8 Entsorgung

Die Entsorgung ist ein wesentlicher und kostenwirksamer Bestandteil der Bauleistung. Ebenso wie die Bauleistung ist demnach die Entsorgung selbst dem Wettbewerb zu überlassen.

Bei den Abbruch- und Sanierungsarbeiten werden Bauschutt, Boden mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 %, Boden sowie weitere in Tab. 12-1 aufgeführte Abfälle anfallen. Bauschutt (aus Gründungen) sowie Boden mit mineralischen Fremdbestandteilen > 10 % ist hinsichtlich der Entsorgung wie Bauschutt zu behandeln.

**Bauschutt** ist als nicht gefährlicher Abfall (170107 = Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln und Keramik mit Ausnahme derjenigen, die unter die ASN 170106\* fallen) einzustufen und durch einen nach EfbV zugelassenen Entsorgungsbetrieb mit Nachweisverfahren zu beseitigen. Werden die in den Hinweisen zur Anwendung der Abfallverzeichnisverordnung vom 09.08.2005 (BAnz. Nr. 148a vom 09.08.2005) genannten Kriterien für einen gefährlichen Abfall überschritten, ist das Material über die Abfallschlüsselnummer 170106\* (Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten) zu entsorgen. Dies trifft in jedem Fall auf die rückzubauenden, massiv Schwermetall und Cyanid (sowie teilweise MKW / PAK) belasteten Säureschutzfliesen / Beton zu.

**Bodenaushub** im Sinne der Technischen Regeln der LAGA M20 ist Boden ohne schädliche Verunreinigungen (170504), Boden mit schädlichen Verunreinigungen (170503\*) sowie Boden mit

mineralischen Fremdbestandteilen (z. B. Bauschutt, Schlacke, Ziegelbruch) bis zu 10 Vol.-% und wird Schwermetall und Cyanid belastet sein.

Bodenaushub, welcher

- die Eingreifwerte Boden gemäß Kap. 11 einhält und
- in sonstigen Parametern weder im Feststoff noch im Eluat die Zuordnungswerte 0 der LAGA M20 überschreitet und
- geotechnisch zum Wiedereinbau am Standort geeignet ist

wird bei den Bodenaushubmaßnahmen gesondert erfasst, deklariert und zum Wiedereinbau bereitgestellt.

Bodenaushub, welcher

- die Eingreifwerte nicht einhält

ist – abhängig von der vorlaufend festzustellenden tatsächlichen Schadstoffbelastung – als belasteter Boden (170504) oder gefährlicher Abfall (170503\*, Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten) zu entsorgen.

Die Entsorgung ist als Teil der Sanierungsmaßnahmen zu planen, d.h. über LV-Positionen zu beschreiben.

### 12.2.9 Rückverfüllen der Baugrube

Nach der fachgerechten Entsorgung/Verwertung der Böden wird das erforderliche Ersatzmaterial sowie die wiedereinbaufähige Aushubmasse vor Ort eingebaut. Die Verdichtungsarbeiten müssen lagenweise und kontrolliert nach baugrundtechnischer Maßgabe durchgeführt werden. Lagen- und Abschnittsweise werden entsprechend Lastplattendruckversuche durchgeführt.

Für den Wiedereinbau von Bodenmaterial wird neben dem Einhalten der festgelegten Sanierungszielwerte auch die Einhaltung der Vorgaben der LAGA M20 gefordert.

Eine Versiegelung der Flächen erfolgt im Anschluss an die Sanierung nicht; damit liegt die Fallgestaltung „Wiedereinbau in bodenähnlicher Anwendung“ vor. Da im Untergrund nach Sanierung keine nennenswerten Restbelastungen verbleiben, ist auf Grund der hydrologisch sensiblen Position der rückzufüllenden Sanierungsbaugrube aus Sicht des Planers die Anwendung des Z0-Wertes nach LAGA M20 erforderlich.

## 13 Kostenschätzung

Im Folgenden werden die Kosten für die Bodensanierung sowie die Überwachungsmaßnahmen ermittelt. Folgende Leistungen wurden bei der Kostenschätzung grundsätzlich berücksichtigt:

- kontaminationsbedingte Mehraufwendungen beim Gebäuderückbau Phase 1 - 3
- Hot-Spot-Sanierung Boden + Rückverfüllung (optionale Phase 4)
- Ergänzende Untersuchungen als Teil der Sanierungsplanung
- Sanierungsplanung, örtliche Bauüberwachung/Entsorgungsmanagement, SiGe-Koordination, Koordination TRGS 524 und BGR 128

- Analytische Begleitung des Bauvorhabens i.S. einer Fremdüberwachung zur Identifikationsanalyse (Nachweis der Einhaltung des Sanierungsziels an der Baugrubensohle / am Stoß der Baugrube) sowie Deklarationsanalytik (Zuordnung der Abfälle zu Entsorgungswegen)

Tab. 13-1 Kostenschätzung Kontaminationsbedingter Mehraufwand &gt; LAGA Z 2

Nr.	Text	Bemerkung	Masse (gerundet)	LE	EP	GP
					€/LE	€
<b>1.</b>	<b>Baustelleneinrichtung</b>		1,0	psch		15.000,00
	<b>Summe</b>					<b>15.000,00</b>
<b>2.</b>	<b>Leistungen Phase 1</b>					
2.1	Abpumpen + Entsorgen Beckeninhalte		150,0	t	25,00	3.750,00
2.2	Entsorgung von Stäuben und Krusten, stark SM-kontaminiert		5,0	t	320,00	1.600,00
2.3	kontaminierter Schrott + Entsorgung		10,0	t	80,00	800,00
2.4	kontaminierte Säureschutzfliesen + Entsorgung	> DK III	65,0	t	290,00	18.850,00
2.5	kontaminierte Säureschutzfliesen + Entsorgung	DK II	40,0	t	125,00	5.000,00
2.6	Epoxidharzfolien + Entsorgung		3,0	t	200,00	600,00
2.7	kontaminierter Fußbodenbeton + Entsorgung	DK III	20,0	t	85,00	1.700,00
	<b>Summe</b>					<b>32.300,00</b>
<b>3.</b>	<b>Leistungen Phase 3 + 4</b>					
3.1	Kontaminierte Bodenplatten + Entsorgung	DK II	160,0	t	85,00	13.600,00
3.2	Bausubstanz Becken + Entsorgung	DK II	110,0	t	85,00	9.350,00
3.3	Bausubstanz / Schlamm AW-Kanal	DK II	50,0	t	85,00	4.250,00
3.4	Lokaler Bodenaushub + Entsorgung	DK I	170,0	t	45,00	7.650,00
3.5	Rückverfüllung Baugrube Liefermaterial	Z 0	500,0	t	15,00	7.500,00
	<b>Summe</b>					<b>42.350,00</b>
	<b>Zwischensumme Gewerk Sanierung (Pos. 1, 2, 3)</b>					<b>89.650,00</b>
<b>4.</b>	<b>Sanierungsplanung</b>					
4.1	Planung LP 4-9 HOAI, Zone 4, Mindestsatz					
	Anrechenbare Kosten: Summe Pos. 1 bis 3:					
	Grundhonorar: 13.218,00 EUR					
	Honorar LP 3-9, zzgl. 5% NK		1,0	psch		9.160,07
4.2	Planungsbegleitende ergänzende Untersuchungen		1,0	psch		3.000,00
4.3	Örtliche Bauüberwachung					
	ÖBÜ, Leistungsbild Nr. 2.8.8 nach Anlage 2 HOAI		1,0	psch		10.000,00
	Baustellentätigkeit, permanente Anwesenheit		15,0	d	600,00	9.000,00
4.4	SiGeKo, Koordination TRGS 524/ BGR 128		3,0	KW	500,00	1.500,00
	<b>Summe</b>					<b>32.660,07</b>
<b>5</b>	<b>Sanierungsbegleitung Gewerk Analytik</b>					
5.1	Probenahmen Boden aus Baugrube		20,0	St	5,00	100,00

Nr.	Text	Bemerkung	Masse (gerundet)	LE	EP	GP
					€/LF	€
5.2	Probennahme Haufwerke LAGA PN 98		20,0	St	50,00	1.000,00
5.3	Analytik SM/CN		20,0	St	45,00	900,00
5.4	Deklarationsanalytik, DepV oder nach Vorgabe		20,0	St	300,00	6.000,00
	<b>Summe</b>					<b>8.000,00</b>
	Zwischensumme, netto					130.310,07
	für Unvorhergesehenes	10%				13.031,01 €
	<b>Gesamtsumme (netto), gerundet</b>					<b>143.000,00</b>
	Mehrwertsteuer, z.Zt. 19 %	19%				27.170,00
	<b>Gesamtsumme Brutto</b>					<b>170.170,00</b>

Die Kosten für den Rückbau der nicht kontaminierten Bausubstanz und die Entsorgung der dabei anfallenden mineralischen und nichtmineralischen Reststoffe (Sowieso-Kosten) wurden nicht ermittelt.

Sollten sich künftig andere Rahmenbedingungen einstellen bzw. zusätzliche vorliegen, sind die im Bericht getroffenen Aussagen diesbezüglich zu aktualisieren. Der Bericht ist nur in seiner Gesamtheit verbindlich.

Projektbearbeiter: Dipl.-Geol. K. Richter, Dipl.-Min. S. Demus

Merseburg, 2011-03-04

G.U.T. mbH

Dr. Hans-Joachim Berger  
(Geschäftsführer)

Kirsten Richter  
(Projektbearbeiter)

Stefan Demus  
(Projektbearbeiter)