

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 200 23 250
UBA-FB 000329



**Inventarisierung von
Grundwasserschäden und
deren Beurteilung in
Großprojekten „Ökologische
Altlasten“ der neuen
Bundesländer**

von

Dr.-Ing. habil. Jochen Großmann
Jörg Drangmeister
Falk Nitschke
Achim Willand

GICON Großmann Ingenieur Consult GmbH, Dresden

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese TEXTE-Veröffentlichung kann bezogen werden bei

Vorauszahlung von 10,00 €

durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der
Postbank Berlin (BLZ 10010010)
Fa. Werbung und Vertrieb,
Ahornstraße 1-2,
10787 Berlin

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte
eine schriftliche Bestellung mit Nennung
der **Texte-Nummer** sowie des **Namens**
und der **Anschrift des Bestellers** an die
Firma Werbung und Vertrieb.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und
Vollständigkeit der Angaben sowie für
die Beachtung privater Rechte Dritter.
Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet II 5.3
Jörg Frauenstein

Berlin, Juli 2003

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer	2.	3.
4. Titel des Berichtes Inventarisierung von Grundwasserschäden und deren Beurteilung in Großprojekten „Ökologische Altlasten“ der neuen Bundesländer		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Dr.-Ing. habil. Großmann, Jochen Drangmeister, Jörg Nitschke, Falk Willand, Achim		8. Abschlussdatum 30.01.2002
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) GICON Großmann Ingenieur Consult GmbH Tiergartenstraße 48 01219 Dresden		9. Veröffentlichungsdatum <hr/> 10. UFOPLAN-Nr. <hr/> 11. Seitenzahl 260
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Bismarckplatz 1 14193 Berlin		12. Literaturangaben 5 <hr/> 13. Tabellen und Diagramme <hr/> 14. Abbildungen
15. Zusätzliche Angaben Die Darstellung der Grundwasserbelastungssituation in den einzelnen ÖGP erfolgt sowohl textlich als auch durch umfangreiches Kartenmaterial.		
16. Kurzfassung Inhalt des Berichtes ist eine Inventarisierung der Grundwasserkontaminationssituation inkl. deren Bewertung in acht ökologischen Großprojekten (ÖGP) der neuen Bundesländer. Der Bericht vermittelt einen Überblick über die Spezifik der Grundwasserbelastungssituationen insbesondere in den o.g. ÖGP. Dabei erfolgt die Darstellung und Auswertung der jeweiligen Belastungssituation auf der Grundlage vorliegender Monitoringdaten. Für alle acht ÖGP werden die grundwasserhydraulischen Verhältnisse, die Grundwasserbelastungssituation und die Schutzgutsituation dargestellt. Darüber hinaus wird eine Gefahrenbeurteilung abgeleitet. In Auswertung der Einzeldarstellungen erfolgt eine vergleichende Betrachtung zur Herangehensweise an die Gefahrenbeurteilung für die betrachteten ÖGP. Hieraus werden erkannte Kenntnisdefizite sowie bestehender Regelungs- und Untersuchungsbedarf abgeleitet. Neben der Betrachtung der einzelnen Großprojekte werden des Weiteren rechtliche Grundlagen für die Bewertung dargestellt. Hierbei erfolgt insbesondere eine Herausarbeitung der rechtlichen Maßstäbe für die Bewertung von Grundwasserschäden und für die von ihnen ausgehenden Gefahren für Schutzgüter unter Rückgriff auf die einschlägigen Regelwerke (Wassergesetze, LAWA-Richtlinien, Bodenschutzrecht). Weiterhin wird der Zusammenhang zwischen der Bewertung von Grundwasserschäden und den Kriterien technische Machbarkeit (Geeignetheit), Erforderlichkeit und Verhältnismäßigkeit aufgezeigt.		
17. Schlagwörter Inventarisierung, Grundwasserschaden, Grundwasserverunreinigung, Grundwassermonitoring, ökologisches Großprojekt, Altlasten, Grundwasserbelastungssituation, Gefahrenbeurteilung, Bewertung von Grundwasserschäden, Schutzgut, Chemiebetrieb Bitterfeld-Wolfen, BASF Schwarzheide GmbH, Hydrierwerk Zeitz, Magdeburg-Rothensee, Lauta Werke GmbH, PCK Raffinerie GmbH, Leuna Werke, Buna Werke		
18. Preis	19.	20.

Report - Coversheet

Report No. 1.	2.	3.
4. Report Title Inventory of groundwater damages and their assessment in large-scale environmental remediation projects in the New Federal States of Germany		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Dr.-Ing. habil. Großmann, Jochen Drangmeister, Jörg Nitschke, Falk Willand, Achim	8. Report Date 30.01.2002	
6. Performing Organisation (Name, Adress) GICON Großmann Ingenieur Consult GmbH Tiergartenstraße 48 D-01219 Dresden	9. Publication Date <hr/> 10. UFOPLAN - Ref.No. <hr/> 11. No. of Pages 260	
7. Sponsoring Agency (Name, Adress) Umweltbundesamt Bismarckplatz 1 D-14193 Berlin	12. No. of References 5 <hr/> 13. No. of Tables, Diagr. <hr/> 14. No. of Figures	
15. Supplementary Notes The description of the groundwater contamination of each large-scale environmental remediation project is realized both textually and by extensive map description.		
16. Abstract The aim of this project was an inventory of the situation of groundwater contamination and it's assessment in eight large-scale environmental remediation projects in the New Federal States of Germany. The report gives a summary of the groundwater exposure of each of these projects including the description and assessment of the relevant contaminant situation based on available monitoring data. Furthermore for each of these projects the hydraulic conditions, the groundwater exposure situation and relevant receptors to be protected are given, followed by the assessment of relevant risks. Based on the derivation of the single projects a comparison of risk assessment methodologies of the eight large scale remediation projects was realized. Knowledge gaps as well as further required regulation and investigation were outlined. In addition the legislative framework for risk assessment including the legislative standards for groundwater damages and it's risk for potential receptors are summarized regarding the given directives (Water laws, LAWA Guideline, Soil protection laws). Furthermore the context between groundwater damage, urgency, technical feasibility and their proportionality is given.		
17. Keywords inventory, groundwater damage, groundwater contamination, groundwater monitoring, large-scale environmental remediation project, contaminated site, groundwater exposure situation, risk assessment, assessment of groundwater damages, potential receptor, Chemical industries Bitterfeld-Wolfen, BASF Schwarzheide GmbH, Hydrierwerk Zeitz, Magdeburg Rothensee, Lautawerke GmbH, PCK Raffinerie GmbH, Launa Werke, Buna Werke		
18. Preis	19.	20.

Inhalt

1	Aufgabenstellung	4
2	Beschreibung der einzelnen ÖGP	6
3	Vergleichende Betrachtung zu den inventarisierten ÖGP	7
3.1	Grundwasserschaden	7
3.2	Weitergehende Gefahren	9
4	Empfehlung zur systematischen Bewertung von Grundwasserschäden	12
4.1	Beurteilung von Grundwasserschäden	12
4.1.1	Abgrenzung Grundwasserschaden	12
4.1.2	Bewertung Betonaggressivität	13
4.2	Vorbemerkung zur Systematik der Ableitung der Sanierungsziele bei bereits eingetretenem Grundwasserschaden	14
4.2.1	Sanierungsziele für die Beseitigung des Grundwasserschadend	16
4.3	Bewertung von Verhältnismäßigkeit der Schadensbeseitigung	18
4.4	Bewertung von weitergehenden Gefahren	20
4.4.1	Sanierungsziele Grundwasser zur Verhinderung weitergehender Gefahren	20
4.4.2	Sanierungsziele in der ungesättigten Zone im Grundwasserschadensbereich (3G-Bereich)	20
5	Ableitung von Defiziten und Regelungsbedarf	22
5.1	Geringfügigkeitsschwellen	22
5.2	Abgleich der Beurteilungskriterien für Grund- und Oberflächengewässer	22
5.3	Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie	23
5.4	Verhältnismäßigkeitsprüfung der Grundwassersanierung	25
5.5	Bewertung der Ausgasung aus dem Grundwasser	25
6	Literatur	26
7	Anhang	
1	Übersicht und Kurzdarstellung der Großprojekte	28
2	Rechtliche Maßstäbe zur Beurteilung von Grundwasserschäden	36
3	Übersicht Geringfügigkeitsschwellen	44
4	Übersicht Schadstoffe ÖGP Bitterfeld/Wolfen im Vergleich zu den Geringfügigkeitsschwellen	45
5	Struktur Sonderarbeitskreis Goitsche/Bitterfeld-Süd	49
6	Übersicht zur Lage der betrachteten Ökologischen Großprojekte	50
7	Einzeldarstellung der Großprojekte	
	BASF	51
	Bitterfeld	79
	Buna	115
	Lauta	151
	Leuna	179
	Magdeburg-Rothensee	205
	PCK	223
	Zeitz	241

1 Aufgabenstellung

Inhalt des Vorhabens ist eine Inventarisierung der Grundwasserkontaminationssituation incl. deren Bewertung in den ökologischen Großprojekten der neuen Bundesländer.

Zielstellung des Vorhabens ist es, einen Überblick über die Spezifik der Grundwasserbelastungssituationen insbesondere in den o.g. ökologischen Großprojekten zu erhalten. Dabei erfolgt die Darstellung und Auswertung der jeweiligen Belastungssituation auf der Grundlage vorliegender Monitoringdaten.

Gegenstand dieser Inventarisierung sind die folgenden ökologischen Großprojekte:

- Chemiebetrieb Bitterfeld-Wolfen (Sachsen-Anhalt)
- BASF Schwarzheide GmbH (Brandenburg)
- Hydrierwerk Zeitz (Sachsen-Anhalt)
- Magdeburg-Rothensee (Sachsen-Anhalt)
- Lauta Werke GmbH (Sachsen)
- PCK Raffinerie GmbH (Brandenburg)
- Leuna Werke (Sachsen-Anhalt)
- Buna Werke (Sachsen-Anhalt).

Für die benannten Objekte sind folgende Leistungen zu erbringen:

- Kurzbeschreibung der zu betrachtenden ÖGP
- Detaillierte Darstellung der einzelnen ÖGP. In diesem Rahmen sind insbesondere folgende Leistungen zu erbringen:
 - Darstellung der grundwasserhydraulischen Verhältnisse in Text und Karte
 - Detaillierte Darstellung der Grundwasserbelastungssituation in Text und Karte
 - Darstellung der Schutzgutsituation in Text und Karte
 - Gefahrenbeurteilung.

In Auswertung der Darstellungen erfolgt eine vergleichende Betrachtung zur Herangehensweise an die Gefahrenbeurteilung für die betrachteten ÖGP. Hieraus werden ggf. erkannte Kenntnisdefizite sowie bestehender Regelungs- und Untersuchungsbedarf abgeleitet.

Neben der Betrachtung der einzelnen Großprojekte sind des Weiteren rechtliche Grundlagen für die Bewertung darzustellen. In diesem Zusammenhang sind insbesondere folgende Leistungen zu erbringen:

- 1 Darstellung der rechtlichen Grundlagen für die Bewertung der Grundwasserschäden (Regelwerke)
- 2 Darstellung der zu betrachtenden Schutzgüter
 - 2.1 das bereits geschädigte Grundwasser
 - 2.2 Schutzgüter im Abstrom des Grundwasserschadens
- 3 Herausarbeitung der rechtlichen Maßstäbe für die Bewertung von Grundwasserschäden und für die von ihnen ausgehenden Gefahren für Schutzgüter unter Rückgriff auf die einschlägigen Regelwerke (Wassergesetze, LAWA-Richtlinien, Bodenschutzrecht)
- 4 Rechtliche Kriterien zur Abgrenzung unterschiedlicher Schadensbereiche
- 5 Einbettung der Bewertung von Grundwasserschäden in den rechtlichen Rahmen für die Ableitung von Sanierungsmaßnahmen
- 6 Zusammenhang zwischen der Bewertung von Grundwasserschäden und den Kriterien technische Machbarkeit (Geeignetheit), Erforderlichkeit, Verhältnismäßigkeit.

2 Beschreibung der einzelnen ÖGP

Gemäß Aufgabenstellung erfolgte eine Inventarisierung der zu untersuchenden ÖGP.

Anlage 1 enthält eine kurze Übersicht zu den betrachteten ÖGP.

In Anlage 7 erfolgt eine umfassende Darstellung aller zu untersuchenden ÖGP, die nach der folgenden Gliederung beschrieben und bewertet werden:

- 1 Kurzbeschreibung
 - 1.1 Allgemeine Angaben zum ÖGP
 - 1.2 Aktuelle Nutzungen
 - 1.3 Umweltrelevante Schadstoffe
 - 1.4 Schadstoffeintrag
- 2 Grundwasserhydraulische Verhältnisse
 - 2.1 Geologie
 - 2.2 Hydrogeologie
 - 2.3 Hydrodynamik
- 3 Kontaminationssituation des Grundwassers
- 4 Erstbewertung der Grundwasserbelastung und Gefahrenbeurteilung
 - 4.1 Schutzgutsituation
 - 4.2 Grundwasserschadensbereich
 - 4.3 Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad

Als Anlage liegen zu jedem ÖGP folgende Karten bei:

- 1 Lageplan
- 2 Grundwassergleichenplan
- 3 Darstellung der Schutzgutsituation
- 4 Darstellung der Kontaminationssituation

Für die Darstellung der Grundwasserbelastungssituation erfolgte in allen ÖGP eine Bezugnahme auf die Geringfügigkeitsschwellen (GFS) der LAWA, soweit entsprechende GFS vorliegen. Das erleichtert eine vergleichende Betrachtung der Kontaminationsverhältnisse. Weiterhin werden diese Werte zwischenzeitlich in mehreren ÖGP als Beurteilungsgrundlage verwendet. In Sachsen-Anhalt befindet sich gegenwärtig eine Handlungsanweisung in der Abstimmung, in der die Verwendung dieser Werte als Beurteilungsgrundlage für alle Großprojekte empfohlen wird. Als Problem erweist sich hierbei, dass für eine Reihe chemietypischer Schadstoffe noch keine GFS festgelegt worden sind. Weitere Ausführungen hierzu sind den Kapiteln 3 und 4 zu entnehmen.

3 Vergleichende Betrachtung zu den inventarisierten ÖGP

3.1 Grundwasserschaden

Alle betrachteten ÖGP zeichnen sich dadurch aus, dass bereits großräumige Grundwasserschäden eingetreten sind. Als Kriterium für den Grundwasserschaden wird dabei zunächst die Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle angenommen, wobei für die Schadensbeurteilung nur für das Großprojekt typische Stoffe verwendet werden.

Bezüglich der Anwendung der Geringfügigkeitsschwelle ergibt sich hierbei die erste Konsequenz, dass neben der Bewertung einer einfachen Überschreitung auch höhere Überschreitungen systematisch bewertet werden müssen. Erst auf dieser Grundlage ist eine Eingrenzung von Schwerpunktbereichen möglich.

Insgesamt zeigt sich aber, dass bei Projekten, die nicht in großräumig anthropogen beeinflussten Gebieten liegen, mit der Anwendung der GFS eine sehr gute Abgrenzung von Schadensbereichen vorgenommen werden kann. Weiterhin ergibt sich die Konsequenz einer eindeutigen Ableitung der auf das Großprojekt zurückzuführenden Kontaminationen sowie einer Abgrenzung von Umfeldkontaminationen. Ein sehr anschauliches Beispiel hierfür ist die Belastungssituation im ÖGP Schwedt. Bei den standorttypischen Schadstoffen MKW und BTEX ergibt sich eine eindeutige Abgrenzung zum Umfeld, Überschreitungen der GFS sind allein auf das ÖGP zurückzuführen. Bei den ebenfalls für den Standort relevanten Parametern Nitrat und Sulfat ergibt sich eine differenzierte Bewertung, da neben den Standorteinträgen ebenfalls Einträge aus dem Umfeld zu verzeichnen sind (insbesondere Landwirtschaft), bzw. geogene Vorbelastungen existieren.

Bezüglich der Beurteilung des Grundwasserschadens ergibt sich folgendes Bild:

1. An allen Chemiestandorten wird der eingetretene Grundwasserschaden durch BTEX und häufig durch LHKW charakterisiert.
2. An den Raffinerie- und Mineralölstandorten wird der Grundwasserschaden durch BTEX- sowie nachgeordnet durch MKW-Kontaminationen charakterisiert. Charakteristisch für alle Standorte ist hierbei, dass MKW zwar im Schadenzentrum eine Rolle spielen, im Abstrombereich aber im Wesentlichen die BTEX bewertungsrelevant sind.
3. Für alle Standorte ergeben sich neben den o.g. Kontaminationen standortspezifische Kontaminationen, die zumeist im Bereich des GW-Schadensbereiches im Werksgelände den eingetretenen Schaden ergänzend manifestieren, im weiteren Abstrom aber die entscheidende Rolle spielen. Das sind z. B. im ÖGP Leuna die MTBE-Kontaminationen und im ÖGP BASF die POCS- und MCB-/MNB-Kontaminationen.
4. Alle Standorte zeichnen sich dadurch aus, dass der stark belastete Teil des Grundwasserschadens zumindest in überschaubaren Zeiträumen nicht mit verhältnismäßigen Mitteln (im Sinne einer Kontamination) beseitigt werden kann. Das ist zum einen auf die Großräumigkeit der Schäden zurückzuführen, zum anderen häufig auf die zumeist großflächig und durch die Grundwasserspiegelschwankungen über mehrere Meter verschmierten Phasenbereiche. Somit müssen für das Grundwasser im ÖGP-Bereich in allen Fällen langfristige Nutzungsbeschränkungen ausgesprochen werden.

Das ist von besonderer Bedeutung für die weitere industrielle Nutzung der Standorte, z. B. bei Bauwasserhaltungen sowie für die Brauchwassergewinnung.

Die Unverhältnismäßigkeit ergibt sich dabei teilweise bereits daraus, dass zumindest bei Gewährleistung einer Nutzungskontinuität des jeweiligen Standortes keine geeigneten Mittel für die Beseitigung des Grundwasserschadens zur Verfügung stehen. Für den Standort Bitterfeld wäre z. B. eine vollständige Dekontamination in vielen Bereichen nur durch eine vollständige Auskoffnung bis zum Rupelton erreichbar, das wäre aber mit dem Abriss aller aufstehenden Anlagen verbunden. Für eine in-situ-Sanierung existieren beim gegenwärtigen Stand der Technik keine geeigneten Mittel. An anderen Standorten könnte zwar eine Dekontamination mit den gegenwärtigen technischen Mitteln erreicht werden, es wäre aber mit extremen finanziellen Ausgaben verbunden. Weitere Ausführungen sind hierzu Kapitel 4.3 (grundsätzliche Ausführungen) sowie den Standortbeschreibungen bezüglich der Einzelfallbegründung zu entnehmen.

Die nicht sanierbaren (dekontaminierbaren) GW-Bereiche werden im Weiteren als 3G-Bereiche¹⁾ bezeichnet. Die separate Ausweisung dieser Bereiche ist erforderlich, da sich hier zumindest temporär eine andere Bewertung des Schutzgutes Grundwasser ergibt, was Auswirkungen auf die Festlegung der Sanierungsziele für den darüber liegenden ungesättigten Bereich hat.

¹⁾Anmerkung: *Die Bezeichnung 3G ist aus der Methodik der ehemaligen Treuhandanstalt entstanden, bei der für Flächen mit bestehendem Gefahrenabwehrerfordernis die Klassifizierung 3 erfolgt ist. „G“ steht für „Grundwasser“.*

5. Trotz der eingetretenen großräumigen Grundwasserschäden ist in allen ÖGP eine räumliche Differenzierung der Belastungen möglich. Das gilt sowohl für die horizontale als auch für die vertikale Verbreitung. Bereiche mit einer 100fachen Überschreitung der GFS, die hier als stark belastete Bereiche bezeichnet werden, lassen sich abgrenzen und umfassen nur einen Teil des geschädigten Grundwasserkörpers. In Mischgebieten, wie z. B. im Ökologischen Großprojekt Magdeburg, lassen sich aufgrund der äußerst heterogenen Standortnutzung völlig separate 3G-Bereiche ausweisen. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit und Notwendigkeit differenzierter Sanierungskonzepte und differenzierter Nutzungsbeschränkungen. Weiterhin ergibt sich hieraus die Notwendigkeit eines entsprechenden Grundwassermanagements am Standort, um bei örtlichen Eingriffen in das Grundwasser (z. B. bei Bauwasserhaltungen) eine weitere Vergrößerung der Hauptschadensbereiche zu vermeiden.
6. Aufgrund der unter Punkt 4 beschriebenen überwiegenden Unverhältnismäßigkeit der Beseitigung der Grundwasserschäden ergibt sich das Erfordernis einer geänderten Bewertung der Standortsanierung. Zum einen stellt der kontaminierte Grundwasserkörper einen eigenständigen Kontaminationsbereich dar, von dem zumeist weitere Gefahren ausgehen. Zum anderen müssen die Anforderungen an die Bodensanierung bzgl. eines Schadstoffeintrages in das Grundwasser unter Berücksichtigung eines verbleibenden Grundwasserschadens beurteilt werden. Hierzu wurde im Rahmen des Ökologischen Großprojektes Bitterfeld ein Stufenkonzept abgeleitet, welches in gleicher oder ähnlicher Form zwischenzeitlich für alle hier untersuchten Großprojekte verwendet wird. Weitere Ausführungen hierzu sind Kapitel 4 zu entnehmen.

3.2 Weitergehende Gefahren

Von den Grundwasserschäden gehen in allen Fällen weitergehende Gefahren sowohl für Schutzgüter im Schadensbereich (Direktkontakt, Ausgasung) als auch für im Grundwasserabstrom liegende Schutzgüter aus.

Bezüglich Gefahren im Schadensbereich sind für die hier untersuchten ÖGP insbesondere folgende zu benennen:

- Ausgasung leichtflüchtiger Komponenten und Ansammlung der Gase in Gebäuden sowie Infrastruktureinrichtungen. Aufgrund der zumeist industriellen Nutzung und der somit für die Gefahrenbeurteilung anzusetzenden MAK-Werte sind die Gefahren überwiegend gering. Bei Neuinvestitionen wird diesen Gefahren mit entsprechenden Schutzmaßnahmen begegnet, was jedoch mit entsprechenden Mehraufwendungen verbunden ist.
- Gefährdung von Gebäuden und Einrichtungen durch Direktkontakt mit dem kontaminierten Grundwasser.
- Eindringen kontaminierten Grundwassers in unterirdische Infrastruktureinrichtungen, direkte oder indirekte Gefährdung der Infrastruktur. Mit indirekter Gefährdung ist insbesondere der Abtransport kontaminierten Grundwassers über Kanalsysteme zu den Abwasserbehandlungsanlagen gemeint, die zumeist nicht für das Schadstoffspektrum des Grundwassers ausgelegt sind.
- Gefährdung von Baumaßnahmen durch Ausgasung in Baugruben sowie durch Hebung kontaminierten Grundwassers. Neben möglichen Gefahren ist das zumeist mit erheblichen Mehrkosten bei Investitionsmaßnahmen verbunden.
- Gefahren durch Ausgasungen in die Atmosphäre können in allen Fällen aufgrund der im freien Windfeld erfolgenden erheblichen Verdünnung in allen Fällen ausgeschlossen werden. Gesondert zu betrachten sind hierbei Geruchsbelästigungen.

Als wichtigster Standortnachteil der ökologischen Großprojekte ist hier der letzte Punkt zu benennen. Er ist häufig mit einem erforderlichen Verzicht auf Tiefgründungen und tiefe Unterkellerungen verbunden.

An allen Standorten ergeben sich Gefahren für im Grundwasserabstrom liegende Schutzgüter. Hierbei sind insbesondere folgende zu benennen:

1. Gefährdung im Abstrom liegender Grundwasserressourcen. Das ist in allen ÖGP der Fall.
2. Gefährdung im Abstrom liegender Grundwassernutzungen. Als Spezialfall ist hierbei der im Umfeld mehrerer ÖGP umgehende Bergbau zu benennen. Die Grundwasserhaltungen der Tagebaue führen zu erhöhten hydraulischen Gradienten vom Großprojektbereich zur bergbaulichen Grundwasserhaltung und somit zu einem möglichen Schadstofftransport bis zur Grundwasserhaltung. Das betrifft zum Beispiel die ökologischen Großprojekte Bitterfeld, Zeitz und Böhlen (in der vorliegenden Arbeit nicht betrachtet). In diesen Fällen macht sich zwangsläufig ein abgestimmtes Vorgehen von Ökologischem Großprojekt und Bergbau erforderlich. In Bitterfeld

wurde das beispielgebend durch die Schaffung eines speziellen Sonderarbeitskreises (SAK) gelöst, in dem ÖGP und Bergbau unter Anwesenheit der zuständigen Behörden die Maßnahmen abstimmen und gemeinsam optimieren. Die Struktur des SAK ist in Anlage 5 dargestellt.

3. Gefährdung im Abstrom liegender Oberflächengewässer. Das ist potentiell in fast allen ÖGP gegeben. Aufgrund von Retardations- und Abbauprozessen haben aber die Schadstofffrachten in den meisten Fällen die Oberflächengewässer noch nicht in relevanten Konzentrationen erreicht, so dass die Frachten noch gering sind und eine akute Gefährdung zumeist noch ausgeschlossen werden kann. Wesentliche Ausnahme ist hierbei das ÖGP Lauta.
4. Gefährdung im Abstrom durch Ausbreitung des kontaminierten Grundwassers und nachfolgende Gefahren durch Ausgasung und/oder Direktkontakt. Die sich hier ergebenden Gefahren entsprechen den zuvor dargestellten, nur dass sie sich infolge der Ausbreitung des Grundwasserschadens über die Werksgrenze hinaus ergeben und somit nicht mehr Nutzungen im Bereich des ÖGP, sondern außerhalb betreffen. Betroffen sind dann zumeist nicht mehr industrielle Nutzungen, sondern Wohngebäude und andere Nutzungen. Als Extremfall ist hier das ÖGP Bitterfeld zu benennen, wo sich im Abstrom erhebliche Gefahren für Wohnnutzung durch Ausgasung aus dem kontaminierten Grundwasser ergeben. Aufgrund der Wohnnutzung und der somit anzusetzenden geringeren Gefahrenschwellen gewinnt dieses Gefahrenpotential außerhalb der Werksgrenze an Bedeutung. Erst recht gilt das bei Ausbreitung kanzerogener Stoffe. Als problematisch erweist sich hier, dass für viele der für die ÖGP relevanten Stoffe keine Bewertungskriterien für zulässige Immissionen vorliegen bzw. sich diese zumeist auf den Arbeitsschutz beziehen (MAK-, TRK-Werte) und somit für den Schutz der Bevölkerung nur vergleichsweise herangezogen werden können.

Von Interesse ist die Beurteilung der Schadstoffe, von denen in den einzelnen ÖGP die Gefahren für im GW-Abstrom liegende Schutzgüter ausgehen. Es zeigt sich, dass hier zumeist nicht die Stoffe von entscheidender Bedeutung sind, die im Werksgelände die GFS am weitesten überschreiten. Neben der in den GFS zusammengefassten human- und ökotoxikologischen Wirkung und der Schadstoffkonzentration im Schadenszentrum spielt für das Gefahrenpotential im Grundwasserabstrom insbesondere die Grundwassergängigkeit der Schadstoffe die entscheidende Rolle. Erst in Verbindung mit der Grundwassergängigkeit lässt sich abschätzen, ob und in welchem Maß von der Kontamination weitergehende Gefahren ausgehen. Für eine erste Abschätzung wurden hier im Rahmen des F+E-Vorhabens Antonie /1/ Grundwassergängigkeitspotentiale für die für den Standort Bitterfeld relevanten Schadstoffe abgeleitet. Eingang in diese Grundwassergängigkeitspotentiale finden in Anlehnung an die Vorgehensweise von Kerndorff /2/ für Hausmülldeponien die Parameter Wasserlöslichkeit, Dampfdruck, Octanol-/Wasser-Verteilungskoeffizient, der ¹chi-Index sowie die Halbwertszeiten organischer Stoffe gemäß Howard et. al. /3/ im Grundwasser Anwendung. Mit Hilfe des Grundwassergängigkeitspotentials kann abgeschätzt werden, ob eine organische Substanz das Potential hat, im Grundwasser transportiert zu werden. In Verknüpfung mit der Konzentration und der Toxizität kann das Gefahrenpotential für im Abstrom liegende Schutzgüter abgeschätzt werden.

Weitergehende Detailbewertungen der Gefahrensituation im Grundwasserabstrom bedürfen einer Grundwassermodellierung. In den ÖGP hat sich hierbei die herausragende Bedeutung der Erstellung eines belastbaren geologischen Strukturmodells sowie eines darauf basierenden hydraulischen dreidimensionalen Grundwassermodells gezeigt. Schadstofftransportmodellierungen, haben erst dann Sinn, wenn ein belastbares hydraulisches Modell erstellt und verifiziert worden ist. Die Auswertung der ÖGP belegt einmal mehr, dass einfache Auswertungen von Grundwassergleichenplänen nur erste Anhaltspunkte für mögliche Strömungsverhältnisse geben. Aufgrund vertikaler Strömungen sowie vorhandener bevorzugter Strombahnen, die sich nicht zwangsläufig in den Grundwassergleichen widerspiegeln, kann der reale Strömungsverlauf deutlich von den Strombahnen abweichen, die auf der Basis von GW-Gleichenplänen konstruiert worden sind.

Für die im Rahmen des Vorhabens betrachteten ÖGP gehen Gefahren im Abstrom insbesondere vom klassischen Stoff Benzen aus. Für die betrachteten Mineralölstandorte Zeitz, Schwedt, Leuna und Magdeburg (Tankläger) ist das der Hauptschadstoff für eine Grundwassergefährdung im Abstrom. Von den MKW gehen, wenn überhaupt, Gefahren für im Abstrom liegende Schutzgüter nur untergeordnet aus.

Neben Benzen gehen Gefahren für die im GW-Abstrom liegenden Schutzgüter insbesondere von standortspezifischen grundwassergängigen Kontaminationen aus. Beispielhaft sollen hier benannt werden:

- BASF: Phenoxy-carbonsäuren (vor allem MCPP und 2,4-DP) sowie Monochlorbenzen
- BUNA: LHKW, darunter insbesondere auch VC als Abbauparameter
- Leuna: MTBE
- Schwedt: Nitrat und Ammonium
- Lauta: Phenole

An allen Standorten, an denen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen umgegangen worden ist, spielen die Abbauparameter VC und cis-1,2-Dichlorethen für Gefahren im GW-Abstrom eine besondere Rolle. Das ist insbesondere auch bei Sanierungskonzepten unter Nutzung von natural attenuation zu beachten.

Die Bedeutung der Berücksichtigung biologischer Abbauprozesse zeigt sich auch am Beispiel des ÖGP Lauta. Hier entsteht Schwefelwasserstoff aus dem mikrobiellen Abbau der Phenole über Sulfatreduktion in solchen Größenordnungen, dass hiervon Gefahren durch Ausgasung hervorgehen.

4 Empfehlung zur systematischen Bewertung von Grundwasserschäden

4.1 Beurteilung von Grundwasserschäden

4.1.1 Abgrenzung Grundwasserschaden

Grundsätzlich ist vorab zu klären, ab wann ein Grundwasserschaden eingetreten ist und welche Ausdehnung dieser Schadensbereich hat. Detaillierte Ausführungen hierzu sind den rechtlichen Ausführungen der Kanzlei Gaßner in Anlage 2 zu entnehmen.

Zur Bewertung eines Grundwasserschadens bieten die allgemeinen gesetzlichen Regelungen des Wasserrechts des Bundes, des BBodSchG und der Landeswassergesetze keine hinreichend konkrete Grundlage; somit bedarf es untergesetzlicher Konkretisierungen.

In den meisten Bundesländern hat sich für die Beurteilung von Grundwasserschäden die Nutzung der LAWA-Richtlinien eingebürgert („Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden“, Januar 1994 und die „Geringfügigkeitsschwellen (Prüfwerte) zur Beurteilung von Grundwasserschäden und ihre Begründung“, 21.12.1998). Im Ergebnis der umfassenden Schutzzieldiskussionen im Rahmen der Fortschreibung des SRK wurde die Verwendung der Geringfügigkeitsschwellen der LAWA auch für das ÖGP Bitterfeld/Wolfen vereinbart. Gemäß der LAWA-Richtlinie 1998 ist als Kriterium für den eingetretenen Grundwasserschaden eine Überschreitung der Geringfügigkeitsschwellen anzusetzen. Hierzu ist zunächst zu bemerken, dass diese Werte sehr niedrig liegen; sie entsprechen in vielen Fällen den früheren Prüfwerten der LAWA. Im Gegensatz zur früheren Herangehensweise gibt es auch keinen Übergangsbereich mehr zwischen einer unerheblichen Grundwasserverunreinigung und einem Grundwasserschaden (siehe Abbildung 4-1).

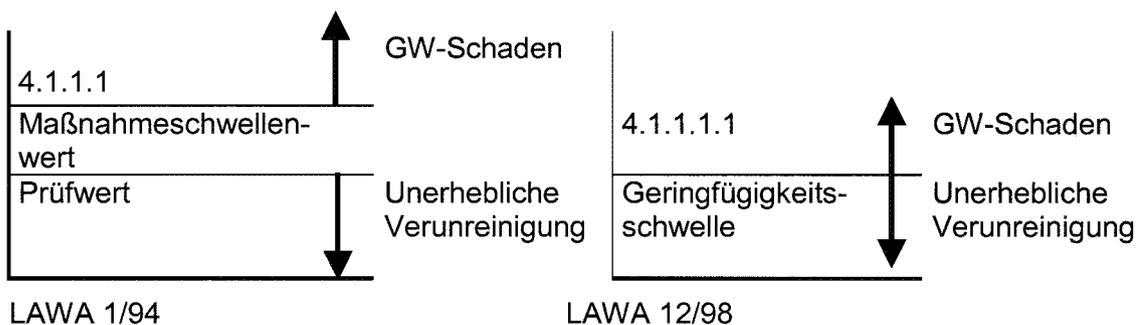


Abbildung 4-1: Grundwasserbeurteilung nach LAWA

Bei der Anwendung der Geringfügigkeitsschwellen ist zu beachten, dass die LAWA im Rahmen der 14. LAWA-Vollversammlung diese Werte zurückgezogen und festgelegt hat, dass die Sickerwasserprüfwerte der BBodSchV zunächst auch als Geringfügigkeitsschwellenwerte für die Beurteilung eines Grundwasserschadens heranzuziehen sind. Sie hat die ad-hoc-Arbeitsgruppe beauftragt, Vorschläge zur Fortschreibung der Prüfwerte der BBodSchV für den Pfad Boden-Grundwasser auszuarbeiten.

Nach dem derzeitigen Diskussionsstand sind also für die Beurteilung, ob ein Grundwasserschaden vorliegt oder nicht, die Prüfwerte der BBodSchV für das Sickerwasser maßgeblich. Im Vergleich zu den bisher angewendeten Geringfügigkeitsschwellen führt dies allerdings nur bei einigen Stoffen zu einer Heraufsetzung der maßgeblichen Werte. Für die Beurteilung der massiven Grundwasserschäden im Ökologischen Großprojekt Bitterfeld/Wolfen fällt diese geringfügige Verschiebung der Beurteilungsgrundlage nicht ins Gewicht. Im Sinne einer Datenkontinuität zum SRK wird deshalb davon ausgegangen, dass der Vergleich mit den Geringfügigkeitsschwellen beibehalten werden kann. Zur Abgrenzung der Belastungsbereiche wird analog dem Vorgehen in Bitterfeld eine Einteilung in stark belastete (mehr als 100fache Überschreitung der GFS), belastete (10-100fache Überschreitung der GFS), gering belastete (1-10fache Überschreitung der GFS) und unbelastete Grundwasserbereiche vorgeschlagen.

Die Beurteilung der Gefährdung der im weiteren Grundwasserabstrom im Einzelnen betroffenen Schutzgüter wird einzelfallspezifisch gemäß der konkreten Schutzgutsituation vorgenommen.

4.1.2 Bewertung Betonaggressivität

Die bisherigen Betrachtungen haben sich auf human- und ökotoxikologische Betrachtungen beschränkt, ergänzend wird in diesem Punkt die Betonaggressivität des Grundwassers als Maß für zu erwartende Gefahren für bauliche Anlagen betrachtet.

Für die Beurteilung der Betonaggressivität der Grundwässer werden die Beurteilungskriterien gem. DIN 4030, Teil 1 verwendet. Die für die betrachteten Standorte relevanten Parameter sind hierbei insbesondere Sulfat und pH-Wert. Nach der DIN 4030 ergeben sich folgende Einstufungen:

Parameter	Schwach angreifend	Stark angreifend	Sehr stark angreifend
pH-Wert	6,5 - 5,5	< 5,5 - 4,5	< 4,5
Sulfat (mg/l)	200 - 600	> 600 - 3.000	> 3.000

Tabelle 4-1: Ausgewählte Beurteilungskriterien für die Betonaggressivität

4.2 Vorbemerkungen zur Systematik der Ableitung der Sanierungsziele bei bereits eingetretenem Grundwasserschaden

Im Falle eines eingetretenen Grundwasserschadens sind Sanierungsziele für 2 Sanierungszonen festzulegen, zum einen für den Grundwasserschadensbereich, zum anderen für den kontaminierten Bodenbereich. Die Sanierungsziele für den kontaminierten Boden umfassen dabei 2 Bereiche von Gefahrenabwehrmaßnahmen (Abbildung 4-2):

1. Gefahren für andere Schutzgüter als das Grundwasser und
2. Gefahren, die vom kontaminierten Bodenbereich in Richtung Grundwasser wirken.

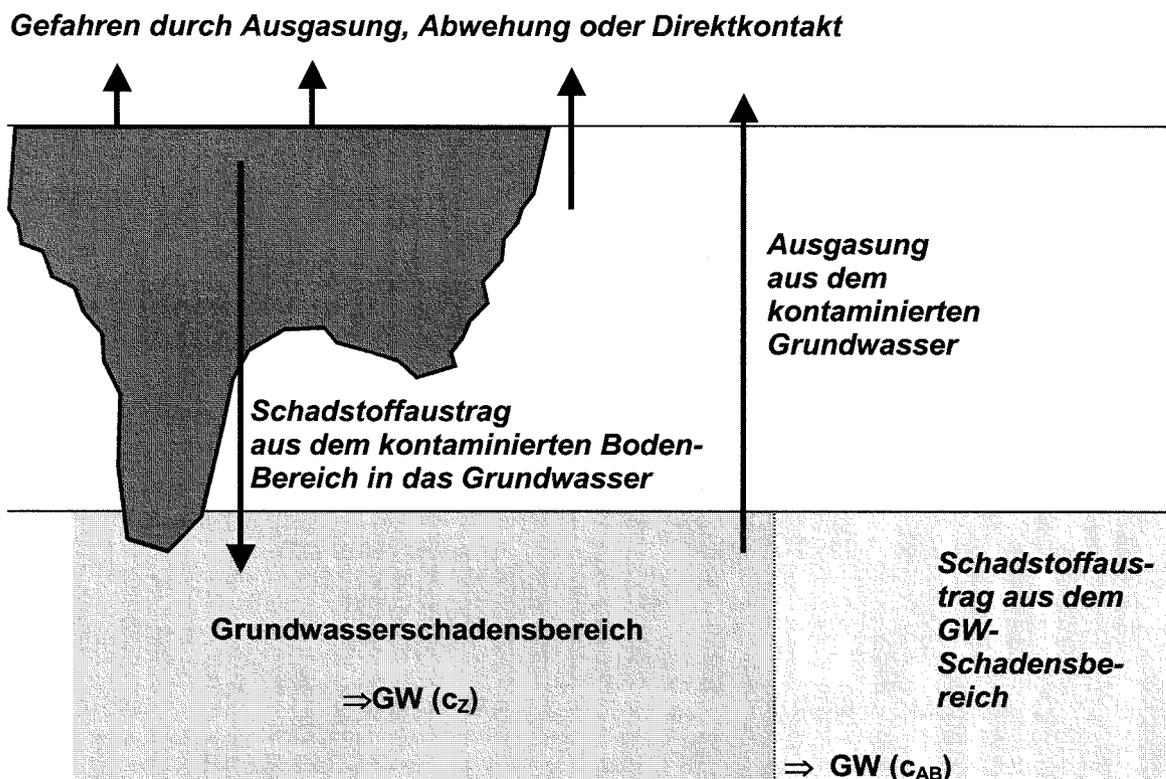


Abbildung 4-2: Prinzipschema möglicher Gefahren bei eingetretenem Grundwasserschaden

Die Festlegung der Sanierungsziele im Falle eines eingetretenen Grundwasserschadens stellt einen iterativen Prozess dar, der bis in die Gefahrenbeurteilung zurückwirkt:

1. Wie im Stufenkonzept /5/ dargestellt, kann es im Ergebnis der Prüfung der Verhältnismäßigkeit der Beseitigung des Grundwasserschadens zum einen zu einer Gefahrenbeurteilung unter der Maßgabe der Dekontamination des Grundwasserschadens kommen. Es sind dann in Richtung Grundwasser die Gefahren zu ermitteln, die vom kontaminierten Bodenbereich für das zu dekontaminierende Grundwasser ausgehen.
2. Bei einer Unverhältnismäßigkeit der vollständigen Dekontamination des Grundwasserschadens kommt es im anderen Fall in Richtung Grundwasser zur Ermittlung von

Gefahren, die vom kontaminierten Bodenbereich zu weitergehenden Gefahren führen (siehe Abbildung 4-3).

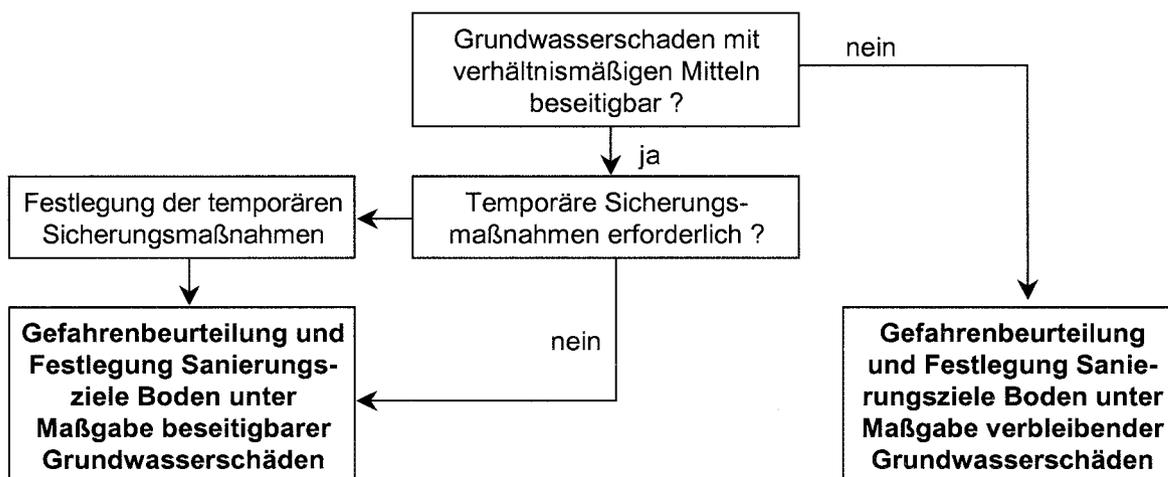


Abbildung 4-3: Grundschemata zur Ableitung Sanierungsziele bei eingetretenem Grundwasserschaden

Es steht somit zunächst die Frage, welche Mittel für die Beseitigung eines Grundwasserschadens verhältnismäßig sind, wobei sich die Verhältnismäßigkeit zum einen auf das Vorhandensein geeigneter Mittel, zum anderen auf die Angemessenheit des Mitteleinsatzes bezieht. Diese Frage muss standortspezifisch u.a. in Abhängigkeit von den Aufwendungen für die Dekontamination, von den vorhandenen Grundwasserressourcen, von den bestehenden Grundwassernutzungen etc. beantwortet werden. Die vollständige Dekontamination impliziert in der Regel, dass damit weitergehende Gefahren für im Abstrom liegende Schutzgüter ausgeschlossen werden. Weitergehende Aussagen zur Verhältnismäßigkeit sind Kapitel 4.3 zu entnehmen.

Ist eine vollständige Dekontamination unverhältnismäßig, so ist im nächsten Schritt zu überprüfen, ob ggf. eine Reduzierung des Sanierungsziels auf höhere Restbelastungen als bei vollständiger Dekontamination zweckmäßig und mit verhältnismäßigen Mitteln erreichbar ist. Ein solches Sanierungsziel könnte zum Beispiel die Herstellung einer solchen Grundwasserqualität sein, dass eine zukünftige Brauchwassernutzung möglich ist (Teildekontamination). In diesem Fall muss jedoch zusätzlich überprüft werden, ob von der verbleibenden Grundwasserbelastung Gefahren für im Abstrom liegende Schutzgüter ausgehen und sich hieraus ggf. anderweitige Maßnahmeerfordernisse ergeben.

Für den Fall, dass die Dekontamination mit verhältnismäßigen Mitteln realisierbar ist, ist zu überprüfen, ob für den Zeitraum bis zur Wirksamkeit der Maßnahme temporäre Sicherungsmaßnahmen erforderlich sind. Das bezieht sich zum einen auf den Grundwasserschaden selbst (temporäre Nutzungsbeschränkung), zum anderen auf ggf. erforderliche Maßnahmen zum Schutz vor Gefahren, die für den Zeitraum der Sanierung vom noch nicht vollständig dekontaminierten GW-Schadensbereich ausgehen. Z. B. kann sich das Erfordernis einer temporären Abstromsicherung ergeben.

Ist eine Dekontamination des geschädigten Grundwassers mit verhältnismäßigen Mitteln und in angemessenen Zeiträumen nicht möglich, so ist für den kontaminierten Grundwasserbereich zunächst eine Nutzungsbeschränkung erforderlich (die Nutzungsbeschränkung kann auch im Falle der Durchführung einer Dekontamination erforderlich sein, besitzt dann aber nur temporären Charakter). Ggf. ist diese Nutzungsbeschränkung zu monetarisieren.

Erfolgt keine vollständige Dekontamination und gehen vom Grundwasserschadensbereich Gefahren für im GW-Abstrom liegende Schutzgüter aus, so sind die hierfür geeigneten und angemessenen Gefahrenabwehrmaßnahmen abzuleiten, wobei wiederum Sicherungs- und Dekontaminationsmaßnahmen in Frage kommen (Dekontamination dann aber nur in einem solchen Maß, dass die weitergehenden Gefahren vermieden werden).

In Abhängigkeit von der konkreten „Grundwassermaßnahme“ sowie der ggf. festgelegten Nutzungseinschränkung für den kontaminierten und gesicherten Grundwasserbereich sind im Weiteren die Anforderungen an den zulässigen Schadstoffaustrag aus dem kontaminierten Bodenbereich in das (kontaminierte und gesicherte) Grundwasser zu formulieren. Auf dieser Grundlage kann dann teilflächenspezifisch das Erfordernis einer auf den Grundwasserschutz bezogenen Quellensanierung im ungesättigten Bereich abgeleitet werden.

Es ist somit grundsätzlich erforderlich und zweckmäßig, bei einem eingetretenen Grundwasserschaden zuerst die Verhältnismäßigkeit der Beseitigung des Grundwasserschadens zu überprüfen, da sich in Abhängigkeit vom Ergebnis dieser Betrachtung die Methodik der Gefahrenbeurteilung und die Ableitung der Sanierungsziele für den kontaminierten Bodenbereich deutlich ändern kann.

4.2.1 Sanierungsziele für die Beseitigung des Grundwasserschadens

Eine Beseitigung des Schadens bedeutet die Dekontamination der relevant kontaminierten Boden- und Grundwasserbereiche. Schadensbeseitigung würde dabei zunächst formal die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes beinhalten. Für die Sanierungszielfestlegung bedeutet das, dass entweder der Zustand vor Schadenseintritt ermittelt werden muss oder aber die natürliche Beschaffenheit des Grundwassers im nicht geschädigten Umfeld als Kriterium verwendet wird.

Für den Fall, dass zwischenzeitlich eine relevante Veränderung der Situation des betroffenen Schutzgutes erfolgt ist, kann die Schadensbeseitigung im Einzelfall auch auf eine andere Situation hinzielen.

In der Sanierungspraxis werden als Zielvorgabe für die Schadensbeseitigung zumeist Sanierungszielwerte vorgegeben, die sich an allgemeinen Gewässergütekriterien orientieren. Insbesondere kommen hier die Prüf- und Maßnahmeschwellenwerte bzw. die Geringfügigkeitsschwellen der LAWA zur Anwendung. Zu dieser Vorgehensweise ist Folgendes zu bemerken:

1. Die Gütwerte der LAWA stellen allgemeine Gütekriterien dar, die, wie es auch in den LAWA-Richtlinien dargestellt wird, standortkonkret überprüft werden müssen. Im Einzelfall kann es durchaus sein, dass die natürliche Belastung bei einzelnen Parametern höher ist, als die entsprechenden Prüfwerte. In diesen Fällen sind die höheren natürlichen Belastungen als Sanierungszielwerte zu verwenden.
2. In vielen Fällen sind die LAWA-Werte höher, als die natürliche Beschaffenheit des Grundwassers. Mit der Vorgabe der Gütwerte der LAWA als Sanierungsziel würde somit zwar ein gefahrloser Zustand hergestellt werden, der aber noch vom Ausgangszustand der GW-Beschaffenheit abweicht. Die Zulässigkeit dieses Vorgehens ist im Einzelfall zu prüfen. Das trifft insbesondere dann zu, wenn vom zu sanierenden Grundwasserbereich Oberflächengewässer in relevanter Menge gespeist werden. In diesen Fällen ist über entsprechende Grund-/Oberflächengewässerbilanzen und unter Berücksichtigung der Gewässergüte bzw. des Gewässergütezielwertes des betroffenen Oberflächengewässers die Tolerierbarkeit der verbleibenden Belastung des Grundwassers zu überprüfen.
3. Eine vollständige Dekontamination im Sinne der vollständigen Wiederherstellung des Ausgangszustandes ist in aller Regel in endlichen Zeiträumen nicht möglich. Das liegt daran, dass eine Grundwasserkontamination nicht nur die Beschaffenheit des Grundwassers bzgl. des jeweiligen Schadstoffes ändert sondern auch die gesamten Aquifereigenschaften. Beispielphaft soll hierfür Folgendes benannt werden:
 - Vorhandene Phase ist nicht vollständig aus dem Korngerüst lösbar. Die residuale Phase bleibt am Korngerüst haften, somit findet langfristig weiterhin eine Lösung und Freisetzung von Schadstoffen statt. Eine Dekontamination wäre hier nur durch die komplette Entnahme des kontaminierten Korngerüsts möglich, was jedoch einen irreversiblen Eingriff in das Korngerüst bedeutet.
 - Bei nahezu allen organischen Schadstoffen findet mikrobiologischer Abbau statt, der das Entstehen bestimmter Stoffe zur Folge hat, die den Grundwasserchemismus ändern (z. B. Verbrauch Elektronenakzeptoren). Organische Belastungen führen somit auch dann, wenn sie nur noch in geringen Konzentrationen unterhalb von vorgegebenen Gefahrenschwellenwerten vorliegen, zur Änderung des Grundwasserchemismus.
 - Durch den für den mikrobiellen Abbau notwendigen Verbrauch von Elektronenakzeptoren (z. B. Nitrat, Sulfat, Eisen) ändert sich zwangsläufig auch der anorganische Grundwasserchemismus. So kann selbst im Fall einer vollständigen Mineralisation des DOC zu CO_2 das Kalk-/Kohlensäuregleichgewicht im Grundwasser zu erhöhter partieller Auflösung von Karbonatmineralien führen, was wiederum einen irreversiblen Prozess darstellt.
 - Durch Ausbildung unterschiedlicher Redoxzonen im Verlauf der Schadstofffahne können z. B. durch Verschieben der Gleichgewichte zwischen Fe^{2+} und Fe^{3+} mineralische Kornüberzüge entstehen oder aufgelöst werden, so dass sich hier sogar irreversibel Porenvolumina verändern können.

Es können somit nur gefahrlose bzw. bestimmte Nutzungen ermöglichende Zustände und nicht der Ausgangszustand hergestellt werden. Weiterhin kann ein Beitrag zur langfristigen Wiederherstellung der natürlichen Zustände durch die Unterstützung der Selbstheilungskräfte der Natur geleistet werden. Dieser Beitrag besteht zum einen darin, dass Selbstheilungskräfte überhaupt ermöglicht werden (Unterschreitung von Schwellenwerten), zum anderen die erforderlichen Zeiträume durch den Abbau von Schadstoffpotentialen verkürzt werden (Quellensanierung).

Mit der Überarbeitung der Gütekriterien hat die LAWA die ursprüngliche Unterscheidung in Prüf- und Maßnahmewerte aufgehoben, aus dem ursprünglichen 3-Wertebereich ist ein 2-Wertebereich geworden (siehe Abbildung 4-1). Diese Änderung bringt einerseits eine eindeutige Abgrenzung von geschädigtem und nicht geschädigtem Grundwasser; die bisher vorhandene Grauzone zwischen Prüf- und Maßnahmewert ist aufgehoben. Da aber die nunmehr zu verwendenden Geringfügigkeitsschwellen im Bereich der bisherigen Prüfwerte liegen, ist eine deutlich größere Zahl von Grundwasserbelastungen als geschädigt einzustufen und einer Verhältnismäßigkeitsprüfung bzgl. einer Schadensbeseitigung zu unterziehen.

Bei behördlich festgestellter Unverhältnismäßigkeit einer vollständigen Dekontamination werden häufig gemäßigte Sanierungszielwerte vorgegeben, mit denen eine Teildekontamination erfolgt und gleichzeitig weitergehende Gefahren vermieden werden. Diese Vorgehensweise ist erst dann zulässig, wenn die Unverhältnismäßigkeit der vollständigen Schadensbeseitigung nachgewiesen worden ist. Zu beachten ist dabei, dass bei einer Teildekontamination einzelne Nutzbarkeiten des betroffenen Schutzgutes wieder hergestellt werden können, das ist bei der Beurteilung der Verhältnismäßigkeit der Maßnahme zu berücksichtigen.

Übersteigen aufgrund anthropogenen Stoffeintrags die Stoffgehalte im unmittelbar betroffenen Grundwasser die Geringfügigkeitsschwelle, so ist die Verunreinigung nicht mehr geringfügig, sondern erheblich; es liegt ein Grundwasserschaden vor.

4.3 Bewertung der Verhältnismäßigkeit der Schadensbeseitigung

Neben den Kriterien zur Ermittlung der Schutzgutgefährdung sind des Weiteren Kriterien zur Bewertung der Verhältnismäßigkeit von Sanierungszielen und Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Gegenstand der Prüfung der Verhältnismäßigkeit ist die Frage, ob überhaupt geeignete Mittel zur Schadensbeseitigung vorliegen und welcher Aufwand für die Schadensbeseitigung gerechtfertigt ist.

Im ersten Schritt ist zunächst zu überprüfen, ob unter Beachtung der Kontaminations- und Untergrundverhältnisse sowie der Standortnutzung überhaupt geeignete technische Mittel vorliegen, um den Schaden zu beseitigen.

Für die geeigneten Maßnahmen ist im nächsten Schritt die Angemessenheit zu überprüfen. Hierfür sind die monetarisierbaren und nicht monetarisierbaren Werte zu be-

nennen, die den eingetretenen Schaden charakterisieren und damit auch die Werte darstellen, die im Falle einer Dekontamination „zurückgewonnen“ werden würden.

Die Bewertung der Angemessenheit muss immer auf den mit der Maßnahme zu erreichenden Sanierungserfolg bezogen werden. Bei einem eingetretenen Grundwasserschaden ist das zunächst die Beseitigung des Schadens, bei einer Gefährdung des Menschen durch Ausgasung aus dem Grundwasser ist es die Verhinderung dieser Gefährdung. Nicht zulässig ist der alleinige Kostenvergleich von Maßnahmen zur Beseitigung des eingetretenen Grundwasserschadens (= Dekontamination) mit denen einer Abstromsicherung für den Grundwasserschadensbereich. **Dieser Vergleich ist unzulässig, da unterschiedliche Sanierungsziele miteinander verglichen werden, einerseits die Beseitigung eines Grundwasserschadens und andererseits die Verhinderung von Gefahren, die von diesem Grundwasserschaden für weitere Schutzgüter ausgehen können. Der letztere Fall impliziert aber bereits, dass der Grundwasserschaden akzeptiert wird und so mit einem Verlust behaftet ist (Monetarisierung der Nutzungsbeschränkung).**

Da Geeignetheit und Angemessenheit einer Sanierungsmaßnahme immer nur für ein konkretes Sanierungsziel bestimmt werden können, stellt die Beurteilung der Verhältnismäßigkeit von Sanierungsziel und Sanierungsmaßnahme einen iterativen Prozess dar, der konsequent nachvollziehbar zu gestalten ist. Ausgangspunkt sollte dabei schon aus systematischen Gründen immer die vollständige Beseitigung des Schadens oder der Gefahr sein. Ist dieser Schritt unverhältnismäßig, sind die Sanierungsziele schrittweise zu ändern.

Die dargestellte Herangehensweise einer auf den Sanierungserfolg bezogenen Bewertung der Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen ist allerdings schwierig bzw. nicht realisierbar, da zum Beispiel keine Vorgaben für eine Monetarisierung des Schutzgutes Grundwasser, ggf. sogar noch nach Ergiebigkeit und geogener Vorbelastung, vorliegen. Hier besteht noch ein erhebliches Defizit. Somit erfolgt in der Praxis die Verhältnismäßigkeitsbewertung zumeist allein als Vergleich unterschiedlicher Sanierungsverfahren, was aber ein unzureichender Ansatz ist. Hilfsweise wird hier herangezogen, dass die Erreichung des Sanierungszieles als Maßnahmeerfordernis gilt und nunmehr von den geeigneten Maßnahmen nur noch die angemessene auszuwählen ist. Dies setzt aber voraus, dass zuvor die Verhältnismäßigkeit des Sanierungszieles geprüft worden ist.

Die Verhältnismäßigkeitsprüfung der Schadensbeseitigung ist zunächst völlig unabhängig von der Frage vorzunehmen, ob vom Schadensbereich weitergehende Gefahren ausgehen oder nicht (siehe auch Ablaufschema zum Stufenkonzept). Vom Schadensbereich ausgehende Gefahren werden erst im 2. Prüfschritt berücksichtigt. Sie können ggf. einen höheren Mitteleinsatz für eine Dekontamination rechtfertigen, da die Dekontamination (oder Teildekontamination) in aller Regel auch eine geeignete Maßnahme zur Verhinderung weitergehender Gefahren darstellt. Bestandteil der Angemessenheitsprüfung in diesem 2. Schritt ist aber auch dann wieder die Bewertung des zu erwartenden Sanierungserfolges.

4.4 Beurteilung von weitergehenden Gefahren

4.4.1 Sanierungsziele Grundwasser zur Verhinderung weitergehender Gefahren

Ist eine Dekontamination des Grundwasserschadens mit verhältnismäßigen Mitteln nicht möglich, so sind die Sanierungsziele zu bestimmen, die erforderlich sind, um die gem. Stufenkonzept ermittelten weitergehenden Gefahren zu vermeiden, die vom Grundwasserschadensbereich ausgehen. Das gilt auch für den o.g. Fall einer Teildekontamination.

Es ist wiederum zu überprüfen, ob diese Sanierungsziele mit verhältnismäßigen Mitteln erreicht werden können. Kriterium für die Verhältnismäßigkeitsbeurteilung ist in diesem Fall der Wert der vor einem Schadstoffaustrag aus dem Grundwasserschadensbereich zu schützenden Schutzgüter.

4.4.2 Sanierungsziele in der ungesättigten Zone im Grundwasserschadensbereich (3G-Bereich)

Für den Fall, dass die Beseitigung des Grundwasserschadens mit verhältnismäßigen Mitteln erreicht werden kann, ist die Ableitung der Sanierungsziele für den Boden unter der Maßgabe des Schutzes des dekontaminierten Grundwassers abzuleiten. Bei der Maßnahmenauswahl kann der Zeitraum, der für die Grundwassersanierung erforderlich ist, berücksichtigt werden.

Für den Fall, dass eine Beseitigung des Grundwasserschadens mit verhältnismäßigen Mitteln nicht möglich ist, sind Maßnahmen in der ungesättigten Zone nur dann durchzuführen, wenn vom kontaminierten Bodenbereich über den Grundwasserschaden hinaus weitergehende Gefahren zu besorgen sind. Weitergehende Gefahren können sich dabei auf folgende Aspekte beziehen:

1. Gefährdung anderer Schutzgüter als das Grundwasser (z. B. Gefährdung von Menschen durch Direktkontakt, Abwehungen, Ausgasungen).
2. Verschlechterung des Zustandes des Grundwasserschadensbereiches, z. B. Gefährdung einer noch zulässigen Nutzbarkeit des kontaminierten Grundwassers. Ein Beispiel hierfür ist, dass durch einen weiteren Schadstoffeintrag eine bisher noch mögliche direkte Einleitung des kontaminierten Grundwassers in ein am Standort vorhandenes Klärwerk verhindert wird.
3. Verlängerung oder Verteuerung der für den kontaminierten Grundwasserbereich festgelegten Sicherungsmaßnahmen. Beispiele hierfür sind der Eintrag eines bisher im kontaminierten Grundwasser nicht enthaltenen Schadstoffs bzw. ein erheblicher Schadstoffnachschieb aus dem Bodenbereich in das kontaminierte Grundwasser, der zu einer relevanten Verteuerung einer festgelegten Abstromsicherung führt.
4. Gefährdung abstromig gelegener Schutzgüter, wobei der Grundwasserschadensbereich nur den Transferbereich darstellt. Ein Beispiel hierfür ist der Eintrag von Schadstoffen, die zwar zu keiner Gefährdung des Grundwassers, wohl aber zu einer unzulässigen Zusatzbelastung im Abstrom gelegener Oberflächengewässer führen. Die Ursache hierfür liegt in der Nichtkonsistenz der Gütekriterien für Grund- und

Oberflächengewässer. Es existieren eine Reihe von Stoffen, die im Grundwasser in deutlich höheren Konzentrationen zulässig sind, als dies für die Oberflächengewässer gilt (s.u.).

Für Teilflächen, die keinem der benannten Kriterien entsprechen, können unter den genannten Voraussetzungen gesonderte bodenseitige Gefahrenabwehrmaßnahmen entfallen. Es ist jedoch ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass das 3G-Konzept nur dann anwendbar ist, wenn im Abstrom der Teilfläche(n) eine Grundwassersicherung durchgeführt wird oder mit einer anderen Grundwassersanierungsmaßnahme gewährleistet wird, dass die Schadstoffe den Bereich der Teilfläche über den GW-Pfad nicht in gefahrdrohender Menge verlassen. Entfällt die jeweilige GW-Maßnahme, so müssen die betroffenen Teilflächen nochmals unter Einbeziehung des GW-Pfades beurteilt werden.

5 Ableitung von Defiziten und Regelungsbedarf

5.1 Geringfügigkeitsschwellen

Mit den Geringfügigkeitsschwellen liegt ein handhabbares Instrumentarium zur Abgrenzung von Grundwasserschäden vor. Der Vorteil dieser Werte liegt in der Verknüpfung human- und ökotoxikologischer Bewertungen. Dem jeweiligen Anwender obliegt es, hier zum einen eine klare Angrenzung zu geogenen und sonstigen Vorbelastungen vorzunehmen sowie weiterhin eine eindeutige Zuordnung zu den für das Bewertungsobjekt relevanten Schadstoffen vorzunehmen.

Es ist zu beachten, dass die GFS ausschließlich den Zustand des Grundwassers für sich bewerten. Aufgrund bestehender Differenzen der GFS zu den Gewässergütezielwerten können bei einer Unterschreitung der GFS negative Beeinflussungen von Oberflächengewässern damit nicht von vornherein ausgeschlossen werden (siehe folgender Punkt).

Für die Beurteilung der ökologischen Großprojekte im engeren Sinne sowie im weiteren von Altlaststandorten im Allgemeinen bieten die vorliegenden Werte noch keine umfassende Beurteilungsgrundlage. Es fehlen eine Reihe von Parametern, die insbesondere für Chemiestandorte beurteilungsrelevant sind. Am Beispiel des Ökologischen Großprojektes Bitterfeld ist in Anlage 4 eine Gegenüberstellung der für das ÖGP relevanten Schadstoffe mit den bisher festgelegten Geringfügigkeitsschwellen vorgenommen worden. Es ist ersichtlich, dass für eine Vielzahl von Stoffen noch keine GFS festgelegt worden sind. Das betrifft insbesondere auch relevante Einzelstoffe der LHKW sowie Nitrochlorphenole und Nitrochlorbenzene. Für andere Standorte relevant dürften hier insbesondere die fehlenden Werte für die Einzel-LHKW sein.

5.2 Abgleich der Beurteilungskriterien für Grund- und Oberflächengewässer

Es liegen eine Reihe von Beurteilungskriterien für die Gewässergüteziele der Oberflächengewässer vor. Beispielhaft sind in der folgenden Tabelle die Werte der IKSE (internationale Konvention zum Schutz der Elbe) sowie der BLAK QZ (Güteziele zum Schutz aquatischer Lebensgemeinschaften) benannt und den GFS gegenübergestellt.

Es ist ersichtlich, dass hier eine Reihe von unterschiedlichen Bewertungsgrundlagen vorliegen.

Parameter	Grundwasser			Eluat BBodSchV Prüfwert	Oberflächengewässer	
	LAWA 12/98 Geringfügig- keitsschwelle	LAWA 1/94			BLAK QZ	IKSE
		Prüfwert	Maßnahme- wert			
BTEX	10	10 - 30	50 - 120	20		
Chlorphenole	1	0,5 - 1	2 - 5			
Chlorbenzene	1	0,5 - 1	2 - 5			
MKW	200	100 - 200	400 - 1000	200		
Blei	10	10 - 40	80 - 200	25	3,5	3,4
Cadmium	5	1 - 5	10 - 20	5	0,07	0,07
Zink	300	100 - 300	500 - 2000	500	14	14

Tabelle 5-1: Prüf- und Maßnahmeschwellenwerte (Angaben in µg/l)

In Sachsen-Anhalt liegt mit der Verordnung über Qualitätsziele und zur Verringerung der Gewässerverschmutzung bei oberirdischen Gewässern des Landes Sachsen-Anhalt (OGewQZVO), abgeleitet zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften und des Menschen, eine Verordnung vor, in der in Anlage 2 Immissionswerte für 132 Stoffe konkret benannt sind. Auch hier ergeben sich Vorgaben für Einzelstoffe, für die entweder bzgl. Grundwasser keine Vorgaben in Form von GFS vorliegen bzw. die GFS relevant von den Zielvorgaben für die Oberflächengewässer abweichen. Von besonderer Relevanz ist das in den Fällen, in denen die Zielvorgaben für die Oberflächengewässer deutlich strengere Maßstäbe enthalten als die GFS. Für schwerpunktmäßig grundwassergespeiste Oberflächengewässer würde das im Extremfall bedeuten, dass ein den Grundwassergütezielen entsprechendes Grundwasser nicht in das Oberflächengewässer entspannen dürfte. Hier bedarf es einer Abstimmung zwischen GFS und den Gütezielen für die Oberflächengewässer.

5.3 Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie legt Qualitätskriterien für Grund- und Oberflächengewässer fest, ohne diese konkret zu untersetzen. Es ist vorgesehen, dass gegen Verschmutzungen, die ein erhebliches Risiko für oder durch die aquatische Umwelt darstellen, Maßnahmen ergriffen werden. Hierzu soll die EFG-Kommission eine Liste prioritärer Stoffe entwerfen.

Zwischenzeitlich liegen Arbeitsentwürfe zu diesen prioritären Stoffen vor. Nach aktuellem Kenntnisstand wird in folgende Kategorien unterschieden:

- Prioritäre gefährliche Stoffe
- Zu überprüfende prioritäre Stoffe
- Prioritäre Stoffe, die nicht als prioritäre gefährliche Stoffe vorgeschlagen werden

Die Stoffe befinden sich noch in der Abstimmung. In einem nächsten Schritt wird die Kommission für diese Stoffe Vorschläge zur Verringerung der Einleitungen, Emissionen und Verlusten vorlegen. Dies erfolgt vorzugsweise über Emissionsgrenzwerte und über Qualitätsstandards für Konzentrationen im Gewässer.

Unter den bisher benannten Stoffen befinden sich eine ganze Reihe von Stoffen, die für die hier betrachteten ökologischen Großprojekte von Relevanz sind. Beispielfhaft sollen folgende benannt werden:

- prioritäre gefährliche Stoffe
 - Quecksilber
 - PAK
- zu überprüfende prioritäre Stoffe
 - Blei
 - Naphthalin
 - Trichlorbenzene
- prioritäre Stoffe, die nicht als prioritäre gefährliche Stoffe vorgeschlagen werden
 - Benzen
 - Dichlormethan
 - Monochlorbenzen

Es bleibt abzuwarten, welche Qualitätsstandards für diese Stoffe festgelegt werden. Bzgl. der benannten Stoffe können sich daraus entsprechende Konsequenzen für die Bewertung der einzelnen Großprojekte ergeben. Ggf. muss von den entsprechenden Ausnahmeregelungen Gebrauch gemacht werden. Auf jeden Fall müssen Vorbereitungen für eine entsprechende Bewertung sowie für die Ableitung der Begründungen für die Ausnahmeregelungen getroffen werden.

Es ist weiterhin zu beachten, dass in Umsetzung der EU-WRRL eine Reihe von prioritären Stoffen benannt werden, die bisher nicht im Vordergrund der Bewertung standen. Es ergibt sich somit das kurzfristige Erfordernis einer Bewertung aller Projekte auf die potentielle Möglichkeit des Vorhandenseins dieser Stoffe. Sollte dies möglich sein, sollten die Monitoringprogramme zumindest im Screening um diese Parameter erweitert werden.

Neben der Festlegung prioritärer Stoffe kommt den Vorgaben der Verordnung zur Erreichung eines guten chemischen Zustandes des Grundwassers erhebliche Bedeutung zu. Unabhängig davon, dass konkrete Werte für diesen Zustand bisher nicht benannt sind, kann davon ausgegangen werden, dass zumindest für die stark belasteten Grundwasserbereiche der ÖGP dieser Zustand in den benannten Übergangsfristen nicht erreicht wird. Es besteht somit die Anforderung, die Voraussetzungen für die Nutzung der in der Verordnung benannten Ausnahmeregelungen zu schaffen.

5.4 Verhältnismäßigkeitsprüfung der Grundwassersanierung

Ein wesentliches Kriterium der Verhältnismäßigkeitsprüfung einer Schadensbeseitigung ist die Bewertung des Sanierungserfolges. Im Falle einer Dekontamination ist das insbesondere auch der Wert des Grundwassers. Hierzu liegen bisher keine belastbaren Bewertungsansätze vor. Es besteht das Erfordernis, den Nutzen einer Grundwassersanierung zu beschreiben und soweit wie möglich zu quantifizieren. Hierbei handelt es sich um übergreifende Fragestellungen, die nicht allein aus dem Vergleich einer Grundwasserentnahme mit einer Fremdwasserversorgung beantwortet werden können. Vielmehr bedarf es hierfür der übergreifenden Ressourcenbetrachtung und -bewertung, wie es auch in der EU-WRRRL gefordert wird.

Es ist zweifelsohne darauf zu achten, dass eine Verhältnismäßigkeitsprüfung nicht allein auf eine Wertbetrachtung einer Grundwassernutzung reduziert werden kann, andererseits kann aber auf eine solche Betrachtung auch nicht verzichtet werden.

5.5 Bewertung der Ausgasung aus dem Grundwasser

Die Bewertung von Gefahren durch Ausgasungen aus dem Grundwasser spielen an vielen Standorten eine Rolle. Der aktuelle Kenntnisstand zu den fachlichen Grundlagen der Beurteilung von flüchtigen organischen Substanzen in der Bodenluft bei Altlasten wird in /4/ sehr umfassend und anschaulich dargestellt.

Bezüglich der Bewertung von Ausgasungen bestehen gegenwärtig folgende Hauptprobleme:

1. Wie bei der Bewertung der Schadstoffausbreitung auf dem Grundwasserpfad bedarf auch eine Gefahrenbeurteilung bei Ausgasungen einer Expositionsbeurteilung, die den Transferpfad vom kontaminierten Grundwasser bis zum Schutzgut betrachten muss. Das stellt für jeden Fall eine Einzelfallbetrachtung dar. Im Gegensatz zur Grundwasserbeurteilung sind aber die hierfür zur Verfügung stehenden Instrumentarien zum einen noch nicht so weit entwickelt, zum anderen sind sie aber insbesondere nicht gängige Praxis bei der gutachterlichen Bewertung. Hier besteht ein erheblicher Informations- und Weiterbildungsbedarf.
2. Es bestehen Defizite bei der Immissionsbewertung der für die Chemiestandorte relevanten Schadstoffe am Schutzgut bei nichtgewerblicher Nutzung. Das ist darauf zurückzuführen, dass diese Schadstoffe aufgrund ihrer Nutzung in der Produktion vordergründig bzgl. einer Exposition am Arbeitsplatz bewertet worden sind.
3. Aus den fehlenden Immissionsvorgaben z. B. in Wohnräumen folgt, dass die Behörde häufig zur Vorgabe von nicht realisierbaren „0-Immissionen“ neigt. Hier besteht zum einen Untersuchungsbedarf bzgl. zulässiger Immissionswerte am Schutzgut, zum anderen Informations- und Weiterbildungsbedarf auch für die Behörden.

6 Literatur

- /1/ BMBF-Forschungsvorhaben: Wissenschaftlich-technischer Vorlauf für die Sicherung von Chemiealtablagerungen am Beispiel der Grube Antonie, Entwurf 2001.
- /2/ Kerndorff; Dieter; Schleyer: Bewertung der Grundwassergefährdung von Altablagerungen. Standardisierte Methoden und Maßstäbe. WaBoLu-Hefte 1/1993 des Institutes für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, 1993.
- /3/ Howard, P.H.; Boethling, R.S.; Jarvis, W.F.; Meylan, W.M. and E.M. Michalenko (1991): Handbook of Environmental Degradation Rates. Lewis Publ., Chelsea, Michigan USA.
- /4/ Hessische Landesanstalt für Umwelt: Fachliche Grundlagen zur Beurteilung von flüchtigen organischen Substanzen in der Bodenluft bei Altlasten, Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 263, 1999
- /5/ Großmann; Müller; Peter: Systematische Gefahrenbeurteilung im Rahmen von Altlastengroßprojekten, Altlastenspektrum 2/2000, S. 161-166.

7 Anhang

- 1 Übersicht und Kurzdarstellung der Großprojekte
- 2 Rechtliche Maßstäbe zur Beurteilung von Grundwasserschäden
- 3 Übersicht Geringfügigkeitsschwellen
- 4 Übersicht Schadstoffe ÖGP Bitterfeld/Wolfen im Vergleich zu den Geringfügigkeitsschwellen
- 5 Struktur Sonderarbeitskreis Gotische/Bitterfeld-Süd
- 6 Übersicht zur Lage der betrachteten Ökologischen Großprojekte
- 7 Einzeldarstellung der Großprojekte

1 Übersicht und Kurzdarstellung der Großprojekte

Großprojekt	BASF Schwarzheide				
Branche	Braunkohleveredlung zur Treibstoffherstellung, später Polyurethane- und Pflanzenschutzmittelherstellung; zwei Altablagerungen (Deponie Kabelbaggerteich und Kohlelagerplatz)				
Lage	Brandenburg				
Schadstoffquellen/ Grundwasserbelastung	<p>Es existiert eine großräumige Kontamination des Grundwassers im gesamten Werksgelände. Die Schadstoffbelastung ist zum einen produktionsbedingt insbesondere mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MKW, BTEX und Phenolen aus der Zeit der Braunkohleveredlung • Phenoxy-carbonsäuren u. Chlorphenole (Pflanzenschutzmittelherst.) • Monochlorbenzol aus der Zeit der PUR-Produktion <p>Die Schadstoffbelastung ist außerdem bedingt durch den Tagebau mit Schwermetallen und Sulfat, die pH-Werte sind deutlich reduziert. Partiiell liegen auf dem Grundwasser kleinräumig Schadstoffe in Phase vor.</p>				
Belastungswerte		obere THZ		untere THZ	
		Mittelwert	Maximalwert	Mittelwert	Maximalwert
	MKW [$\mu\text{g/l}$]	400	6.800	90	1.300
	BTEX [$\mu\text{g/l}$]	111	1.990	262	1.652
	Benzen [$\mu\text{g/l}$]	53	670	203	1.400
	Monochlorbenzen [$\mu\text{g/l}$]	5.040	190.000	2.290	32.000
	MCPP [$\mu\text{g/l}$]	514	9.000	1.800	16.000
	4-Chlor-2-methylphenol [$\mu\text{g/l}$]	130	2.560	1.170	18.330
	Cobalt [$\mu\text{g/l}$]	171	6.300	1,7	23
Gefahrenbeurteilung	<p>Der Grundwasserschaden ist im Werksgelände großräumig eingetreten.</p> <p>Im südwestlichen Abstrom haben die Schadstoffe das Werksgelände bereits verlassen und zu GW-Schäden außerhalb des Werksgeländes geführt.</p> <p>Vom Grundwasserschaden können weitere Gefahren für die abstromig gelegenen Grundwasserbereiche sowie für die Oberflächengewässer (insbesondere Schwarze Elster) ausgehen. Ggf. existiert auch eine Gefährdung des im weiteren Abstrom liegenden Wasserwerkes.</p> <p>Zum Teil besteht die Möglichkeit einer Gefährdung im Abstrom liegender Kleingartenanlagen (Wassernutzung) sowie durch Eindringen kontaminierten Grundwassers in Kellerräume. Zur Verhinderung einer weiteren Ausbreitung der Schadstoffe und des Eintritts der Gefährdung der genannten Schutzgüter, erfolgt zur Quellenbeseitigung im Werksgelände eine Grundwassersanierung.</p> <p>Infolge sich verändernder GW-Verhältnisse (insbesondere durch Flutung der Tagebaue) kann das kontaminierte Grundwasser zum Teil direkt an die Oberfläche dringen bzw. in Keller eintreten (Gefahr Direktkontakt und nachgeordnet Ausgasung).</p>				

Großprojekt	Chemiebetrieb Bitterfeld/Wolfen						
Branche	Chemische Industrie mit einer Vielzahl von Altablagerungen						
Lage	Sachsen-Anhalt						
Schadstoffquellen/ Grundwasserbelastung	<p>Es existiert eine großräumige Kontamination des Grundwassers im gesamten Werksgelände der ehemaligen Chemie-AG. Das Schadstoffspektrum umfasst fast alle im Chemiebereich gehandhabten Stoffe, Schwerpunktschadstoffe sind BTEX, Chlorphenole und Chlorbenzole. Kontaminiert sind sowohl der quartäre als auch der tertiäre GWL.</p> <p>Innerhalb der Areale des Betriebsgeländes existiert eine Vielzahl von Schadstoffquellen, die infolge von ehemaligen Produktionsstandorten sowie aus Deponien entstanden sind.</p> <p>Partiell liegen im Grundwasser Phasenbereiche vor, wobei absoluter Schwerpunkt der Phasenbereich unterhalb der Deponie Grube Antonie ist, hier liegt eine Schwerphase auf dem Rupelton.</p> <p>Neben dem im Werksgelände liegenden Deponien existieren auch außerhalb des Werksgeländes Deponien, bei denen zum Teil ebenfalls lokale GW-Belastungen vorliegen. Das Schadstoffspektrum umfasst dabei die gleichen Stoffe wie auf dem Werksgelände.</p>						
Belastungswerte		Quartär		Tertiär		Tertiärbasis	
		Mittelw.	Maximalw.	Mittelw.	Maximalw.	Mittelw.	Maximalw.
	Chlorphenole [µg/l]	466	48.700	55	1.600	108	1.770
	Trichlorethen [µg/l]	150	8.300	920	33.000	1.837	64.000
	Trichlormethan [µg/l]	1.346	74.000	20.680	2.170.000	71.200	4.170.000
	Vinylchlorid [µg/l]	133	6.700	79	2.300	154	5.400
	Benzen [µg/l]	79	5.600	287	12.200	278	8.400
	Monochlorbenzenen [µg/l]	1.700	40.000	717	19.500	302	8.230
Gefahrenbeurteilung	<p>Der Grundwasserschaden im Werksgelände ist großräumig eingetreten. Die Grundwasserbelastung ist so extrem, dass eine Dekontamination nicht möglich ist.</p> <p>Die Grundwasserkontamination hat das Werksgelände bereits in mehreren Abstrombereichen verlassen und zu GW-Schäden außerhalb des Werksgeländes geführt.</p> <p>Vom Grundwasserschaden gehen weitere Gefahren für die abstromig gelegenen Grundwasserbereiche sowie die Oberflächengewässer (insbesondere Mulde, Fuhne) aus.</p> <p>Im GW-Schadensbereich ergeben sich Gefahren für Mensch und Natur durch oberflächennah anstehendes kontaminiertes Grundwasser sowie durch Ausgasung.</p> <p>Infolge sich verändernder GW-Verhältnisse (insbes. durch Flutung der Tagebaue) kann es zu Gefährdungen weiterer Abstrombereiche kommen.</p>						

Großprojekt	Buna Werke				
Branche	Chemische Industrie inkl. Hochhalde				
Lage	Sachsen-Anhalt				
Schadstoffquellen/ Grundwasserbelastung	<p>Innerhalb des Betriebsgeländes existiert eine Vielzahl von Schadstoffquellen, die infolge von jahrelangen Schadstoffeinträgen im Bereich von ehemaligen Produktionsstandorten der Kunststoffchemie entstanden sind. Als weitere Schadstoffquelle ist die südwestlich an das Werksgelände angrenzende Deponie „Hochhalde Schkopau“ anzusehen.</p> <p>Eine großräumige Grundwasserkontamination existiert im Bereich des Werksgeländes insbesondere mit Quecksilber, CKW und Schwermetallen. Teilweise liegen MKW in Phase vor.</p> <p>Die Kontaminationen im Haldenbereich und im Abstrom der Halde werden insbesondere durch Quecksilber und CKW charakterisiert.</p>				
Belastungswerte		obere MGWL		untere MGWL	
		Mittelwert	Maximalwert	Mittelwert	Maximalwert
	MKW [$\mu\text{g/l}$]	1.150	68.800	1.700	61.000
	BTEX [$\mu\text{g/l}$]	983	100.037	1.400	139.410
	LHKW [$\mu\text{g/l}$]	25.100	1.177.210	26.825	1.108.044
	Vinylchlorid [$\mu\text{g/l}$]	187	12.000	1.604	230.000
	Quecksilber [$\mu\text{g/l}$]	2	94	1	97
	Methan [mg/l]	2	28	1	25
	Sulfat [mg/l]	600	10.100	433	3.900
Gefahrenbeurteilung	<p>Ein Grundwasserschaden im Werksgelände ist bereits großräumig eingetreten.</p> <p>Die Grundwasserkontamination hat das Werksgelände bereits verlassen und zu GW-Schäden außerhalb des Werksgeländes geführt.</p> <p>Vom Grundwasserschaden gehen weitere Gefahren für die abstromig gelegenen Grundwasserbereiche sowie die Oberflächengewässer (insbesondere Saale und Rattmannsdorfer Teiche) aus. Bei Unterströmung der Saale durch die Schadstoffe sind die Wasserfassungen des Wasserwerkes gefährdet.</p> <p>Im GW-Schadensbereich ergeben sich Gefahren für Mensch und Natur durch oberflächennah anstehendes kontaminiertes Grundwasser sowie durch Ausgasung.</p> <p>Die durch die Halde verursachten Grundwasserkontaminationen haben den Haldenbereich bereits verlassen. Im weiteren Abstrom werden die Grundwasserressourcen sowie die Wasserfassung des Wasserwerkes gefährdet.</p>				

Großprojekt	Lauta Werke GmbH				
Branche	Aluminiumwerk inkl. Gaserzeugung; Altablagerung in Form von Teerteichen sowie Rotschlammhalde				
Lage	Sachsen				
Schadstoffquellen/ Grundwasserbelastung	<p>Das Grundwasser im Bereich des Werksgeländes ist großräumig mit MKW, BTEX, Phenolen und PAK belastet. Insgesamt ist die Belastung deutlich niedriger, als im Bereich der Teerteiche.</p> <p>Im Anstrom auf das Werksgelände ist das Grundwasser bereits durch eine Chemische Reinigung kontaminiert.</p> <p>Im Bereich der Teerteiche, die die wesentlichen Schadstoffquellen darstellen, ist das Grundwasser großräumig mit Phenolen, MKW, BTEX, PAK und Ammonium verunreinigt.</p> <p>Im Grundwasser existiert eine wirksame Biologie, die zu Verbrauch von Sauerstoff sowie zur Reduktion von Nitrat und Sulfat geführt hat; infolgedessen erfolgt eine erhebliche H₂S-Bildung.</p>				
Belastungswerte		oberer GWL		unterer GWL	
		Mittelwert	Maximalwert	Mittelwert	Maximalwert
	MKW [$\mu\text{g/l}$]	20	220	< NWG	< NWG
	BTEX [$\mu\text{g/l}$]	158	1.336	26	207
	PAK [$\mu\text{g/l}$]	4,6	49	0,7	4,1
	Phenol (wdf.) [$\mu\text{g/l}$]	8.700	154.000	50	360
	Cyanide [$\mu\text{g/l}$]	50	480	10	30
	Sulfat [mg/l]	242	1.326	196	804
	Ammonium [mg/l]	33	220	0,4	2,2
Gefahrenbeurteilung	<p>Der Grundwasserschaden im Werksgelände ist eingetreten. Den Hauptschadensbereich des Grundwassers stellt der Bereich der Teerteiche dar (im Abstrom des Werksgeländes gelegen).</p> <p>Die Grundwasserkontamination hat sich aus dem Schadensbereich bereits weiter ausgebreitet und zu einem großräumigen Schadensbereich im Abstrom geführt, der auch das Oberflächengewässer bereits erreicht hat.</p> <p>Vom oberflächennah anstehenden Grundwasser gehen im weiteren Gefahren durch Direktkontakt und Ausgasung (H₂S) aus. Schutz wird gegenwärtig durch Dränagen im weiteren Abstrombereich und durch entsprechende Wasserfassung/-aufbereitung gewährleistet.</p> <p>Als erste Maßnahme zur Gefahrenbeseitigung erfolgt eine Quellensanierung in Form der Sanierung der Teerteiche (im Wesentlichen Dekontamination sowie Abdeckung ausgewählter kleinerer Bereiche).</p>				

Großprojekt	Leuna Werke				
Branche	Mineralölraffinerie und chemische Industrie inkl. Hochhalde				
Lage	Sachsen-Anhalt				
Schadstoffquellen/ Grundwasserbelastung	<p>Innerhalb des Betriebsgeländes existiert eine Vielzahl von Schadstoffquellen, die infolge von ehemaligen Produktionsstandorten der Kunststoffchemie entstanden sind.</p> <p>Es existiert eine großräumige Kontamination des Grundwassers insbesondere mit den Schadstoffen MKW, BTEX, LHKW, partiell auch MTBE, Schwermetalle und PAK). Partiiell liegen auf dem Grundwasser Schadstoffe in Phase vor (Mineralölgemische unterschiedlicher Zusammensetzung). Es können mehrere, voneinander abgrenzbare Phasenbereiche ausgehalten werden.</p> <p>Im Bereich der Halde ist das Grundwasser insbesondere mit Phenolen und Ammonium belastet. Im Bereich des Mitteldamms Nord liegt auch eine nennenswerte BTEX-Belastung des Grundwassers vor.</p>				
Belastungswerte		1. GWL		2. GWL	
		Mittelwert	Maximalwert	Mittelwert	Maximalwert
	MKW [$\mu\text{g/l}$]	800	41.000	240	1.490
	BTEX [$\mu\text{g/l}$]	665	26.715	1.011	21.118
	LHKW [$\mu\text{g/l}$]	835	34.166	575	9.923
	PAK [$\mu\text{g/l}$]	17	394	3,4	3,4
	Phenolindex [$\mu\text{g/l}$]	10.400	596.000	4.100	20.400
	MTBE [$\mu\text{g/l}$]	818	72.096	788	14.618
	Sulfat [mg/l]	724	2.619	600	2.184
	Ammonium [mg/l]	70	611	84	1.291
Gefahrenbeurteilung	<p>Ein Grundwasserschaden im Werksgelände ist großräumig eingetreten. Ebenso ist im Untergrund der Halde bereits ein Grundwasserschaden eingetreten.</p> <p>Die Grundwasserkontamination hat das Werksgelände bereits verlassen und zu GW-Schäden außerhalb des Werksgeländes geführt.</p> <p>Im Weiteren erfolgt durch den Schadstoffaustrag eine Gefährdung der im weiteren Abstrom gelegenen Grundwasserreservoirs sowie der Vorflut Saale. Weiterhin existiert die Gefahr eines Schadstoffaustrages in Richtung des im Abstrom gelegenen Wasserwerkes Daspig, wodurch eine Gefährdung der Trinkwassernutzung entsteht.</p> <p>Die Grundwasserkontaminationen im Bereich der Halde haben den Haldenbereich bereits verlassen. Schwerpunktartig erfolgt der Abstrom in Richtung Werksgelände und überlagert sich mit den dort vorliegenden Kontaminationen. Gefährdet wird weiterhin eine Wassernutzung im Werksgelände (Straße R).</p>				

Großprojekt	Magdeburg-Rothensee		
Branche	Industriegelände mit ca. 100 Einzelstandorten (Gaswerk, Tankläger, Zinkhütte, Maschinenbau, Stahlbau, Gießerei etc.); Altablagerungen		
Lage	Sachsen-Anhalt		
Schadstoffquellen/ Grundwasserbelastung	<p>Eine Grundwasserbelastung existiert in mehreren Bereichen (keine zusammenhängende großräumige Grundwasserbelastung), dabei ergeben sich 2 Schwerpunktbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zinkhütte (TF 67, 68 und 69): großräumige Grundwasserbelastung mit Zink und Cadmium • Großgaserei Nordteil, Großgaserei Südteil, GEMA und VEGLA (TG 12a, 12b, 13a und 14N): großräumige Grundwasserbelastung mit Benzol, Phenol, PAK und Arsen <p>In den 2 Schwerpunktbereichen ist die Grundwasserbelastung teilflächenübergreifend.</p> <p>mehrere kleinere GW-Kontaminationsbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mehrere Tankläger (MINOL Industriestraße, MINOL Saalestraße, WGT-Tanklager), Belastung mit BTEX und MKW • Holzhandelsgesellschaft, Belastung mit PAK, BTEX und Phenolen • Städtische Werke Magdeburg, Belastung mit BTEX, MKW, PAK und Phenolen • BRABAG, Belastung mit Benzol, Naphtalin und Phenol, lokal MKW 		
Belastungswerte		Mittelwert	Maximalwert
	MKW [$\mu\text{g/l}$]	2.150	79.000
	Benzen [$\mu\text{g/l}$]	2.275	77.000
	PAK [$\mu\text{g/l}$]	1.050	28.000
	Phenolindex [$\mu\text{g/l}$]	1.128	16.200
	Cyanide [$\mu\text{g/l}$]	209	980
	Arsen [$\mu\text{g/l}$]	164	2.610
	Cadmium [$\mu\text{g/l}$]	370	1.200
	Zink [$\mu\text{g/l}$]	48.420	157.000
	Nickel [$\mu\text{g/l}$]	106	320
Gefahrenbeurteilung	<p>Der Grundwasserschaden ist in mehreren Bereichen eingetreten, im Bereich Großgaserei und Zinkhütte flächenübergreifend.</p> <p>Der Grundwasserschaden hat in den meisten Fällen die Grenze der betroffenen Teilfläche erreicht und zum Teil zu GW-Schäden außerhalb des Teilgebietes geführt. Im weiteren Abstrom sind dort liegende Grundwasserbereiche sowie die im Abstrom liegenden Oberflächengewässer (Hafengewässer, Elbe) gefährdet. Aus den unmittelbar am Oberflächengewässer liegenden Schadensbereichen erfolgt bereits ein Schadstoffeintrag in das Oberflächengewässer.</p> <p>In einigen Schadensbereichen bestehen darüber hinaus Gefahren durch Ausgasungen und Abwehungen (Gefährdung Mensch).</p>		

Großprojekt	PCK Raffinerie GmbH		
Branche	Mineralölraffinerie inkl. Petrochemie; Altablagerungen in Form von Öl- und Bioschlammdeponien		
Lage	Brandenburg		
Schadstoffquellen/ Grundwasserbelastung	<p>Es existiert eine großräumige Kontamination des Grundwassers, wobei 2 Hauptbelastungsbereiche abzugrenzen sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bereich der Düngemittelfabrik und dessen Abstrom im nördlichen und nordwestlichen Teil des Werksgeländes, wo ein gleichzeitiger Eintrag von Nitrat und Ammoniak in den Untergrund erfolgt ist • Im zentralen Teil des Werksgeländes sind erhebliche Kontaminationen mit MKW und BTEX vorhanden, die aus langjährigen Produktionseinträgen resultieren. Da die Teilflächenerkundungen noch nicht abgeschlossen sind, lassen sich bzgl. des Umfangs der Schadstoffquellen kaum differenziertere Aussagen treffen. <p>Partiell liegen auf dem Grundwasser Schadstoffe in Phase vor (Mineralölgemische unterschiedlicher Zusammensetzung). Es können mehrere, voneinander abgrenzbare Phasenbereiche ausgehalten werden.</p> <p>Ein natürlicher mikrobiologischer Abbau von KW in den Abstrombereichen der Phasenkörper mit den vorliegenden Elektronenakzeptoren Nitrat, Eisen-III und Sulfat wurde nachgewiesen.</p>		
Belastungswerte		Mittelwert	Maximalwert
	MKW [$\mu\text{g/l}$]	7.800	149.000
	BTEX [$\mu\text{g/l}$]	7.150	129.700
	Benzen [$\mu\text{g/l}$]	2.360	66.000
	Nitrat [mg/l]	59	940
	Sulfat [mg/l]	126	1.080
Gefahrenbeurteilung	<p>Ein Grundwasserschaden mit MKW und BTEX ist im Werksgelände großräumig eingetreten. Der Grundwasserschaden hat die Werksgrenze erreicht, diese aber nicht wesentlich überschritten. Eine lokale Ausbreitung über die Werksgrenze hinaus ist auf die zeitweise begrenzte Wirkung der Abstomsicherung zurückzuführen.</p> <p>Im weiteren Abstrombereich durchgeführte Grundwasseruntersuchungen belegen, dass noch keine weitreichende Ausbreitung der MKW und BTEX-Fahne stattgefunden hat. Dies resultiert vor allem aus der installierten und in Betrieb befindlichen Abstomsicherung.</p> <p>Ein Grundwasserschaden mit Nitrat und Ammonium ist insbesondere im nordwestlichen Werksgelände eingetreten. Wegen der begrenzten Wirkung der Abstomsicherung hat sich die Nitrat- und Ammonium-Belastung bereits deutlich über die Werksgrenze hinaus ausgebreitet.</p> <p>Als Gefahrenabwehrmaßnahme wurden zum einen lokale Phasentrennungen durchgeführt, zum anderen wird eine hydraulische Abstomsicherung betrieben.</p>		

Großprojekt	Hydrierwerk Zeitz		
Branche	Raffinerie zur Benzin- und Heizölherstellung; im Altwerk auf Basis Kohlehydrierung, im Neuwerk Rohöldestillation		
Lage	Sachsen-Anhalt		
Schadstoffquellen/ Grundwasserbelastung	<p>Durch Kriegsschäden kam es im Bereich der ehemaligen Produktionsanlagen im Altwerk zum massiven Eintrag von MKW in den Untergrund. Darüber hinaus wurden in den Be- und Entladeeinrichtungen der Tankläger durch Umschlagverluste erhebliche lokale Verunreinigungen des Untergrundes verursacht.</p> <p>Es existiert eine großräumige Kontamination des Grundwassers im Altwerk insbesondere mit den Schadstoffen MKW und Benzol. Im Neuwerksbereich befinden sich kleinräumige GW-Schäden mit MKW.</p> <p>Partiell liegen auf dem Grundwasser Schadstoffe in Phase vor (Mineralölgemische unterschiedlicher Zusammensetzung), es können mehrere, voneinander abgrenzbare Phasenbereiche ausgehalten werden.</p> <p>Die Grundwasserkontaminationen im Altwerksbereich haben die Werksgrenze bereits erreicht und teilweise auch überschritten.</p>		
Belastungswerte		Mittelwert	Maximalwert
	MKW [$\mu\text{g/l}$]	3.630	105.000
	BTEX [$\mu\text{g/l}$]	36.100	706.020
	Benzen [$\mu\text{g/l}$]	34.703	690.000
	PAK [$\mu\text{g/l}$]	0,7	5,1
	LHKW [$\mu\text{g/l}$]	5,7	25,8
	Phenolindex [$\mu\text{g/l}$]	383	6.000
Gefahrenbeurteilung	<p>Der Grundwasserschaden ist im Werksgelände großräumig eingetreten. Die Grundwasserkontamination im Altwerksbereich hat das Werksgelände im nordöstlichen Abstrombereich bereits verlassen und zu GW-Schäden außerhalb des Werksgeländes geführt.</p> <p>Im weiteren Abstrombereich durchgeführte Grundwasseruntersuchungen belegen, dass noch keine erhebliche Ausbreitung stattgefunden hat.</p> <p>Infolge sich verändernder GW-Verhältnisse (insbesondere durch Flutung der Tagebaue sowie Aufschluss Tagebau Schwerzau) kann es zu Gefährdungen weiterer Abstrombereiche kommen.</p> <p>Die GW-Kontamination im Verladebereich Neuwerk führt zur unmittelbaren Gefährdung der Oberflächengewässer (Austritt des in Dränaugen gefassten Sickerwassers in Schwennigke). Als Gefahrenabwehrmaßnahme erfolgt die Ableitung über Ölabscheider.</p>		

2 Rechtliche Maßstäbe zur Beurteilung von Grundwasserschäden

Inventarisierung von Grundwasserschäden und deren Beurteilung in Ökologischen Großprojekten der neuen Bundesländer

- UBA-Forschungsvorhaben -

hier: Rechtliche Maßstäbe zur Beurteilung von Grundwasserschäden

I. Bedeutung der rechtlichen Maßstäbe

Die Untersuchung von Grundwasserschäden dient vor allem dem Ziel, Art und Umfang des Schadens und möglicher Gefahren für andere Rechtsgüter zu ermitteln. Auf dieser Grundlage sind technische Sanierungsmöglichkeiten, das Erfordernis einer Sanierung und der Sanierungspflichtige zu bestimmen. Dieser Entscheidungsprozess ist durch rechtliche Vorgaben beeinflusst. Rechtliche Kriterien sind insbesondere maßgeblich für die Beurteilung, ob überhaupt ein Grundwasserschaden vorliegt. Auch der Maßstab für die Prognose, ob von verunreinigtem Grundwasser Gefahren für weitere Rechtsgüter ausgehen, ist durch rechtliche Vorgaben geprägt.

Die in der Praxis im Zentrum stehende Frage, ob ein Sanierungserfordernis besteht und der Sanierungspflichtige in Anspruch genommen werden kann, ist in rechtlicher Hinsicht in zwei Erkenntnisschritten abzuarbeiten:

Schritt 1:

- ~ Ist in rechtlicher Hinsicht ein Grundwasserschaden eingetreten und/oder bestehen aufgrund einer Grundwasserkontamination Gefahren für weitere Schutzgüter?

Schritt 2:

- ~ Entscheidung über die Durchführung einer Sanierung und über die einzelnen Sanierungsmaßnahmen.

Zu betonen ist, dass das Vorliegen eines Grundwasserschadens oder einer Gefahr (Schritt 1) nicht in jedem Fall die Durchführung einer Sanierung im rechtlichen Sinne erzwingt. Vielmehr ist die Entscheidung über die Sanierung eines Grundwasserschadens (Schritt 2) von einer Reihe Kriterien abhängig, die einzelfallbezogen anzuwenden sind. Insbesondere sind die in Betracht kommenden Sanierungsmaßnahmen auf Eignung, Erforderlichkeit und Verhältnismäßigkeit zu prüfen. Das Vorliegen eines Grundwasserschadens oder einer Gefahr ist deshalb eine notwendige, nicht aber eine hinreichende Bedingung für die Sanierungspflicht.

Das Forschungsvorhaben befasst sich ausschließlich mit dem ersten Erkenntnisschritt, nämlich der Beurteilung von Grundwasserschäden und den von ihnen ausgehenden weiteren Gefahren. Allerdings bestehen trotz dieser Einschränkung auf den ersten Erkenntnisschritt inhaltliche Wechselwirkungen mit den im zweiten Schritt gegebenenfalls festzulegenden Sanierungsmaßnahmen. So sind Art und Ausmaß des Grundwasserschadens auch für die Festlegung von Sanierungszielwerten von Bedeutung und für die Beurteilung der Eignung oder Verhältnismäßigkeit von konkreten Sanierungsmaßnahmen.

Nachfolgend ist zunächst zu untersuchen, nach welchen rechtlichen Kriterien zu beurteilen ist, ob ein Grundwasserschaden im rechtlichen Sinne vorliegt (II.). Anschließend sind die Kriterien zu erörtern, nach denen beurteilt wird, ob von dem Grundwasserschaden weitere Gefahren für Rechtsgüter – z.B. für benachbartes, bisher nicht verunreinigtes Grundwasser – ausgehen (III.).

II. Rechtliche Kriterien zur Beurteilung von Grundwasserschäden

1. Bundesrechtliche Regelungen

a) Wasserhaushaltsgesetz

Für das Wasserrecht hat der Bund nach Art. 75 Abs. 1 Nr. 4 des Grundgesetzes lediglich eine Rahmengesetzgebungskompetenz. Unmittelbar für die Beurteilung von Grundwasserschäden maßgebliche Kriterien lassen sich dem Wasserrecht des Bundes nicht entnehmen. Die wasserrechtlichen Rahmenvorschriften des Bundes – insbesondere des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) – bedürfen vielmehr der Ausfüllung durch die Landesgesetzgebung.

Aus dem Wasserrecht des Bundes lassen sich allerdings mittelbar Rückschlüsse auf die Wertigkeit des Grundwassers als Bestandteil des Naturhaushaltes und als Ressource für menschliche Nutzungsinteressen ziehen. Nach der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts folgt aus einer Reihe von Vorschriften des WHG (§§ 1 a Abs. 2, 6, 19 b Abs. 2, 19 g Abs. 1, 26 und 34) eine materielle Grundentscheidung des Gesetzgebers zum umfassenden Gewässerschutz, insbesondere bezogen auf das Grundwasser.¹ So lassen sich aus dem wasserrechtlichen Besorgnisgrundsatz des § 34 WHG gewisse Anhaltspunkte für den Prognosemaßstab für die Gefahrbeurteilung – insbesondere hinsichtlich der erforderlichen Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens für das Grundwasser – gewinnen.

Abgesehen davon stellt das Wasserrecht des Bundes aufgrund seines Rahmencharakters insgesamt keine für die konkrete Beurteilung von Grundwasserschäden relevanten Kriterien bereit. Dies beruht auch auf dem fast ausschließlich präventiven Charakter des Wasserrechts des Bundes, das die Entscheidungslage bei bereits eingetretenen Schäden nicht regelt. Insbesondere enthält es keinen Sanierungstatbestand.

b) Bundes-Bodenschutzgesetz

Eine wichtige Neuerung auf bundesrechtlicher Ebene hat das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-

¹ BVerwG, DÖV 1974, S. 207; NVwZ 1998, S. 1061.

Bodenschutzgesetz – BBodSchG) gebracht, das am 01.03.1999 in Kraft getreten ist. Insbesondere enthält das BBodSchG in § 4 Abs. 3 Satz 1 eine allgemeine Sanierungspflicht, die sich auch auf solche Gewässerverunreinigungen erstreckt, die durch schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten verursacht worden sind. Diese Pflicht zur Gewässersanierung verdrängt die landesrechtlichen Ermächtigungsgrundlagen in den Landeswassergesetzen bzw. in den allgemeinen Ordnungsgesetzen. Diese landesrechtlichen Sanierungstatbestände sind nur noch insoweit anwendbar, als Verunreinigungen von Gewässern nicht durch schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten verursacht worden sind.

Nach § 4 Abs. 3 Satz 1 BBodSchG müssen die verunreinigten Gewässer so saniert werden, dass dauerhaft keine Gefahren, erheblichen Nachteile oder erheblichen Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen. Die bei der Sanierung von Gewässern zu erfüllenden Anforderungen bestimmen sich dabei nach dem Wasserrecht (§ 4 Abs. 4 Satz 3 BBodSchG). Für die Beurteilung der Sanierungserfordernisse und die Anforderungen an die Sanierung im Einzelnen bleibt deshalb das Wasserrecht maßgeblich. Der Bund konnte diese Anforderungen mangels Gesetzgebungskompetenz im BBodSchG – ebenso wenig wie in anderen Bundesgesetzen (z. B. WHG) – nicht regeln.²

Allerdings hat der Ordnungsgeber mit der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser festgelegt, die auf die wasserrechtlichen Anforderungen ausstrahlen (näher dazu s. u., 2. b) cc).

2. Landesrechtliche Vorschriften

a) Vorschriften in Landes-Wassergesetzen

Die Wassergesetze der Länder dienen der Ausfüllung der bundesrechtlichen Rahmenvorschriften auf dem Gebiet des Wasserrechts (s. o., 1. a). Einige Landesgesetze enthalten eine eigene Ermächtigungsgrundlage für Maßnahmen zur Sanierung von Gewässern. Als tatbestandliche Voraussetzung für die Sanierungspflicht ist nach diesen Regelungen die Verantwortlichkeit für eine „Gewässerverunreinigung“ notwendig (z.B. § 97 Abs. 1 SächsWG; § 77 Abs. 1 HessWG; Art. 68 a Abs. 1 BayWG).

Diese Voraussetzung bezieht sich dabei auf alle Gewässerarten. Durch die Verwendung des nicht weiter konkretisierten Verunreinigungsbegriffs können diesen gesetzlichen Tatbeständen keine Kriterien entnommen werden, die in ihrem Konkretisierungsgrad über die allgemeinen Anforderungen des BBodSchG (s. o., 1.) hinausgehen.

b) Untergesetzliche Konkretisierung

aa) Notwendigkeit von Bewertungsrichtlinien

Da das Vorliegen eines Grundwasserschadens – in der Terminologie des BBodSchG: einer „Verunreinigung des Grundwassers“ – anhand der allgemeinen gesetzlichen Merkmale des Wasserrechts des Bundes, des BBodSchG und der Landes-Wassergesetze nicht bestimmbar ist, bedarf es einer untergesetzlichen Konkretisierung. Methodisch könnten solche Konkretisierungen von der Verwaltung im Einzelfall vorgenommen werden. Dann müssten die Behörden für jeden Einzelfall ein Untersuchungsraaster hinsichtlich der relevanten Schadstoffe entwickeln und die Belastung im Rahmen einer Gesamtwürdigung der Umstände daraufhin bewer-

² Vgl. Holzwarth/Radtke/Hilger/Bachmann, Bundes-Bodenschutzgesetz, Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung, Handkommentar, 2. Aufl. 2000, § 4 BBodSchG Rn. 140.

ten, ob die Schädigungsschwelle überschritten ist oder nicht. Eine solche Entwicklung der Entscheidungsmaßstäbe in jedem Einzelfall wäre allerdings wegen der Empfindlichkeit des Schutzgutes, der Komplexität von Grundwasserschäden im Hinblick auf die anspruchsvollen naturwissenschaftlichen Bewertungsfragen und wegen der Wechselwirkungen des Grundwassers mit anderen Umweltkompartimenten nicht praxistauglich. Eine fachlich fundierte Bewertung kann in der Praxis nicht anhand von Grundlagen getroffen werden, die ausschließlich anhand der Umstände des Einzelfalls entwickelt wurden.

bb) Bedeutung der Richtlinien der LAWA

Vor diesem Hintergrund haben in den Bundesländern und – länderübergreifend – in der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) seit längerem Bemühungen eingesetzt, allgemeine Regeln für die Bewertung von Grundwasserschäden zu entwickeln. Nach intensiver Fachdiskussion hat die LAWA insbesondere die „Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden“ (Januar 1994) und die „Geringfügigkeitsschwellen (Prüfwerte) zur Beurteilung von Grundwasserschäden und ihre Begründung“ (21.12.1998) veröffentlicht. Diese Richtlinien sind in den meisten Bundesländern Grundlage für das behördliche Handeln bei der Beurteilung von Grundwasserschäden und sind zum Teil durch entsprechende Erlasse der obersten Wasserbehörden zur Anwendung im Vollzug empfohlen oder vorgeschrieben worden.

Solche Richtlinien stellen – soweit sie in den Ländern verbindliche Grundlage des Vollzuges sind – Verwaltungsvorschriften dar, die Bindungswirkung gegenüber den Wasserbehörden haben. Gegenüber dem Bürger – etwa gegenüber dem für eine Gewässerverunreinigung Verantwortlichen – entfalten solche Verwaltungsvorschriften allerdings in der Regel keine Bindungswirkung. Auch die Gerichte sind – von bestimmten Ausnahmen abgesehen – an solche Verwaltungsvorschriften nicht gebunden. Zudem ist zu berücksichtigen, dass in den Richtlinien der LAWA deren Empfehlungscharakter bzw. der Richtwertcharakter der angegebenen Schwellenwerte betont wird. Die Bedeutung der Richtlinien der LAWA liegt deshalb nicht in ihrer rechtsförmlichen Qualität. Sie können aber in der Praxis rechtlich als Bewertungsgrundlage herangezogen werden, soweit sie eine zutreffende Konkretisierung der gesetzlichen Anforderungen darstellen.³ Praktisch bedeutsam ist also nicht die Frage der rechtlichen Bindungswirkung, sondern ob die Richtlinien der LAWA eine fachlich und rechtlich belastbare Grundlage für die Beurteilung von Grundwasserschäden sind. Für eine in der Praxis handhabbare und prioritätengerechte Beurtei-

³ Vgl. zur Anerkennung der subsidiären Anwendbarkeit der LAWA-Maßnahmenwerte bei einem Schadensherd im gesättigten Bereich auch OVG Lüneburg, Beschl. v. 3.5.2000, ZfW 2000, S. 247 (249).

lung und Sanierung von Grundwasserschäden sind allgemeine Richtlinien, in denen der aktuelle naturwissenschaftliche, ökotoxikologische und rechtswissenschaftliche Erkenntnisstand zusammengefasst ist, unerlässlich. Hierfür sind die Richtlinien der LAWA eine fachlich anerkannte und weithin im Vollzug bewährte Grundlage.⁴

Der aktuelle Arbeitsstand der LAWA im Hinblick auf die Beurteilung von Grundwasserschäden sind die „Geringfügigkeitsschwellen (Prüfwerte) zur Beurteilung von Grundwasserschäden und ihre Begründung“ mit Stand vom 21.12.1998. Die Geringfügigkeitsschwellen sind als bundeseinheitliche Kriterien für die Beurteilung konzipiert, ob ein Grundwasserschaden vorliegt oder nicht. Es handelt sich um Konzentrationswerte, die auf das unmittelbar betroffene Grundwasser anzuwenden sind. Für eine Reihe von Parametern sind in dem Regelwerk Stoffkonzentrationswerte für die Geringfügigkeitsschwellen angegeben, bei deren Überschreiten in der Regel ein Grundwasserschaden anzunehmen ist. Allerdings sind – regional spezifisch – geogene Hintergrundwerte zu berücksichtigen, so dass die Behörden bei Bedarf die Geringfügigkeitsschwellen erhöhen können. Entscheidend ist, ob die Stoffgehalte in unmittelbar betroffenem Grundwasser die Geringfügigkeitsschwelle aufgrund anthropogener Stoffeinträge übersteigen.

Ferner enthält das Regelwerk der LAWA Ableitungskriterien für Geringfügigkeitsschwellen, die für solche Stoffe herangezogen werden sollen, für die keine Geringfügigkeitsschwelle festgelegt worden ist.

Ergänzend zu den länderübergreifenden Regelwerken bemühen sich einzelne Länder um untergesetzliche Konkretisierungen. Zu nennen ist insbesondere der sächsische, vorläufige Rahmenerlass „Altlasten/ Grundwasser – Bewertungen und Festsetzung vorläufiger Sanierungszielwerte am Ende der Detailuntersuchung“.⁵ Dieser Erlass verweist unter Ziff. 1.3 gleichfalls auf die Geringfügigkeitsschwellen als maßgebliche Kriterien für die Beurteilung von Grundwasserschäden, enthält aber weitere Regelungen zu Sanierungsmaßstäben und -verfahren.

cc) Überlagerung der Geringfügigkeitsschwellen der LAWA durch die Prüfwerte der BBodSchV

Die BBodSchV legt in Anhang 2, Ziff. 3.1, Prüfwerte zur Beurteilung des Wirkungspfad des Boden-Grundwasser nach § 8 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 BBodSchG fest. Diese Prüfwerte gelten für den Übergangsbereich von der ungesättigten zur wassergesättigten Bodenzone und sind Grundlage für die Bewertung, ob von einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast eine Gefahr für das Grundwasser ausgeht. Ent-

⁴ Vgl. Oerder/Numberger/Schönfeld, Bundes-Bodenschutzgesetz, Kommentar, 1999, § 4 Rn. 49.

⁵ Erlass des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft vom 27.06.2000.

scheidend ist, ob die Prüfwerte für das Sickerwasser am Ort der Beurteilung überschritten werden.

Der Ordnungsgeber bewegt sich mit der Festlegung dieser Prüfwerte unmittelbar an der Schnittstelle zwischen Bodenschutz- und Wasserrecht. Den Prüfwerten für das Sickerwasser kommt – da es um die Gefahrenbeurteilung für das Grundwasser geht – letztlich dieselbe Funktion zu wie den Geringfügigkeitsschwellen, die sich gleichfalls auf das unmittelbar betroffene Grundwasser (Schadensbereich) beziehen. Eine widerspruchsfreie, gleichzeitige Anwendung beider Regelwerke wird – auch wenn die Bedeutung von Geringfügigkeitsschwellen und Prüfwerten nicht identisch ist – praktisch kaum möglich sein, zumal die Werte der BBodSchV bei einigen Parametern höher sind, als die Geringfügigkeitsschwellen.

Nach längerer Diskussion hat deshalb die LAWA beschlossen, die in der BBodSchV aufgeführten Prüfwerte für das Sickerwasser auch als Geringfügigkeitsschwellen bei der Beurteilung eines Grundwasserschadens heranzuziehen. Soweit die BBodSchV Prüfwerte für Schadstoffe festlegt, treten diese an die Stelle der von der LAWA festgelegten Geringfügigkeitsschwellen für die Schadensbeurteilung.⁶ Bei allen von den Prüfwerten der BBodSchV nicht erfassten Stoffen finden die von der LAWA festgelegten Geringfügigkeitsschwellen dagegen uneingeschränkt Anwendung.

Zugleich hat die LAWA aber betont, dass die Festlegung dieser für das Grundwasser maßgebenden Werte die ureigenste Aufgabe der Wasserwirtschaft ist und die von der LAWA erarbeiteten Werte bei der Fortschreibung der BBodSchV berücksichtigt werden sollen.

Nach dem derzeitigen Diskussionsstand sind also für die Beurteilung, ob ein Grundwasserschaden vorliegt oder nicht, die Prüfwerte der BBodSchV für das Sickerwasser als Geringfügigkeitsschwellen maßgeblich. Ergänzend finden die von der LAWA empfohlenen Geringfügigkeitsschwellen (Stand: 21.12.1998) für diejenigen Stoffe Anwendung, für die in der BBodSchV keine Prüfwerte festgelegt sind. Im Vergleich zu den bisher angewendeten LAWA-Werten führt die Anwendung der Sickerwasserprüfwerte der BBodSchV allerdings nur bei einigen Stoffen zu einer Heraufsetzung der maßgeblichen Werte. Für die Beurteilung der massiven Grundwasserschäden in Ökologischen Großprojekten, die Gegenstand des Forschungsvorhabens sind, fällt diese geringfügige Verschiebung der Beurteilungsgrundlage nicht ins Gewicht.

⁶ Beschluss in der 114. LAWA-Sitzung am 17./18.02.2000

III. Rechtliche Kriterien für die Gefahrenbeurteilung

Die bisher dargestellten Regelungen bezogen sich auf die Frage, wann eine bereits bestehende Schadstoffbelastung im Grundwasser als Grundwasserschaden anzusehen ist.

Im Bereich der ökologischen Großprojekte sind Grundwasserverunreinigungen und -gefährdungen meist durch schädliche Bodenveränderungen/Altlasten verursacht worden. Bei solchen großräumigen Grundwasserverunreinigungen sind die Eintragsbereiche der Schadstoffe häufig nicht mehr eindeutig zuordenbar und das Grundwasser ist auch ohne weiteren Eintrag bereits als eigenständiger Gefahrenherd für andere Rechtsgüter anzusehen. Beispielsweise kann verunreinigtes Grundwasser Rechtsgüter im Schadensbereich – z.B. durch Ausgasung – gefährden. Auch im Abstrom liegende Rechtsgüter können gefährdet werden, insbesondere bisher nicht oder geringfügig geschädigtes Grundwasser, Flora und Fauna, Oberflächengewässer oder Boden.

Ob von dem verunreinigten Grundwasser Gefahren für andere Rechtsgüter ausgehen, kann nur im Einzelfall nach Maßgabe der allgemeinen Kriterien für die Gefahrenprognose im Sicherheits- und Ordnungsrecht beurteilt werden.⁷ Maßgeblich sind insbesondere das Gewicht der betroffenen Rechtsgüter und die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens.

Ist bisher unbelastetes oder geringer belastetes Grundwasser von einem benachbarten Grundwasserschaden betroffen, so können für die Gefahrenprognose die Geringfügigkeitsschwellen unmittelbar herangezogen werden: Ist zu besorgen, dass infolge des Grundwasserschadens die Geringfügigkeitsschwellen überschritten werden, so ist in der Regel von einer Gefahr für das Grundwasser auszugehen.⁸

Auch bisher gering belastetes Grundwasser ist schützenswert im Hinblick auf die Verhinderung zusätzlicher Schadstoffeinträge. Verschieden stark belastete Bereiche können voneinander durch ein Vielfaches der Geringfügigkeitsschwellen abgegrenzt werden. So z.B. Bereiche der 10-, 50- oder 100-fachen Überschreitung der Geringfügigkeitsschwellen unterschieden und so abgestufte Schutzzonen ermittelt werden.

⁷ Vgl. statt vieler Brandt, Altlastenrecht, 1993, S. 92 ff.

⁸ So auch der Sächsische Rahmenerlass (s.o., II.2. b) bb)) unter Ziff. 1.3. („altlastbedingte Grundwasserschäden“) und unter Ziff. 2.3.

IV. Die Bedeutung der EG-Wasserrahmenrichtlinie für die Beurteilung von Grundwasserschäden

Bei der bisherigen Betrachtung wurde ausschließlich auf die nationalen Regelungen Bezug genommen, da die Vorgaben des bisherigen EG-Rechts keine Beurteilungsgrundlagen enthalten. Dies kann sich jedoch zukünftig auf der Grundlage der im Oktober 2000 verabschiedeten EG-Wasserrahmenrichtlinie⁹ (im folgenden: WRRL) ändern.

Innerhalb der WRRL wird die Thematik der Grundwasserschäden durch die Zielvorgabe für die Sanierung der Grundwasserkörper berührt. Nach Art. 4 Abs. 1 b ii) WRRL müssen die Mitgliedsstaaten alle Grundwasserkörper mit dem Ziel sanieren, spätestens bis zum Jahr 2015 einen „guten Zustand“ des Grundwassers gemäß den Bestimmungen des Anhangs zu erreichen. Dabei unterscheidet die Richtlinie einen guten „mengenmäßigen“, „chemischen“ und „ökologischen“ Zustand. Die Kriterien für diese Qualitätsziele werden im umfangreichen Anhang der Richtlinie beschrieben. Maßgebliche Bedeutung kommt den Umweltqualitätsnormen zu, die in den bisherigen EG-Gewässerschutzrichtlinien festgelegt worden sind und möglicherweise in künftigen Tochterrichtlinien der Wasserrahmenrichtlinie noch festgelegt werden sollen.

Die Richtlinie legt auch Qualitätskriterien für das Grundwasser fest. Für die Altlastensanierung besonders bedeutsam ist der „gute chemische Zustand“ des Grundwassers (Art. 2 Nr. 25 WRRL). Der Anhang der Richtlinie stellt hierfür Kriterien auf. Konkrete Grenzwerte enthält die Richtlinie – entsprechend ihrem Rahmencharakter – aber nicht. Auch die früheren EG-Gewässerschutzrichtlinien enthalten kaum Qualitätsstandards für das Grundwasser.

Art. 17 WRRL sieht allerdings vor, dass das Europäische Parlament und der Rat spezielle Maßnahmen zur Verhinderung und Begrenzung der Grundwasserverschmutzung erlassen. Hierzu gehören insbesondere Kriterien für die Beurteilung eines guten chemischen Zustandes des Grundwassers. Diese Möglichkeit der Vorgabe von Qualitätskriterien kann zukünftig auch die Maßstäbe verändern, auf deren Grundlage zu beurteilen ist, ob ein Grundwasserschaden oder eine Gefahr für das Grundwasser vorliegt.

gez. Willand
Rechtsanwalt

⁹ Richtlinie 2000/60/EG vom 23.10.2000, Abl. 2000 Nr. L 327, S. 1.

3 Übersicht Geringfügigkeitsschwellen

Parameter	Geringfügigkeitsschwelle (Prüfwert) in µg/l
wasserdampfll Phenole	20
MKW	200
Fluorid	750
Cyanid gesamt	50
Quecksilber	1
Cadmium	5
Chrom	50
Cr-VI	10
Nickel	20
Blei	10
Kupfer	20
Kobalt	50
Arsen	10
Zink	300
Zinn	40
Benzen	1
BTEX-Summe	10
1,2-Dichlorethan	3
Tetrachlormethan	3
Vinylchlorid	0,5
LHKW-Summe	10
SHKW-Summe	1
Alpha-HCH	0,1
Beta-HCH	0,1
Gamma-HCH	0,1
Delta-HCH	0,1
HCH-Summe	0,5
Chlorphenole-Summe	1
op-DDT	0,1
pp-DDT	0,1
op-DDD	0,1
pp-DDD	0,1
op-DDE	0,1
pp-DDE	0,1
DDX-Summe	0,5
Dimethoat	0,1
Methylparathion	0,1
Aldrin	0,1
Isodrin	0,1
Dieldrin	0,1
Endrin	0,1
Benzo(a)pyren	0,01
PAK-Summe	0,2
PCB 28	0,01
PCB 52	0,01
PCB 101	0,01
PCB 138	0,01
PCB 153	0,01
PCB 180	0,01
PCB-Summe	0,05
Simazin	0,1
Atrazin	0,1
Propazin	0,1
Ametryn	0,1
Prometryn	0,1
Desethylatrazin	0,1
Lenacil	0,1
Hexazinon	0,1
Methamidophos	0,1
Wofatox	0,1

4 Übersicht Schadstoffe ÖGP Bitterfeld/Wolfen
im Vergleich zu den Geringfügigkeitsschwellen

MKZ	Richtwert_TWVN_1990	Prüfwert_GW	Zielvorgaben_OW
Phenolindex			
wasserdampffl Phenole		0,02	
MKW		0,2	
Sulfat	250		
Chlorid			
Nitrat	10		
Nitrit	1		
Ammonium			
Stickstoff ges anorg			
Stickstoff ges org			
Gesamter Stickstoff			
o-PO4			
Phosphor gesamt			
Säurekapazität			
Basekapazität			
Sulfid			
Fluorid		0,75	
Cyanid gesamt	0,1	0,05	
Bor			
Natrium			
Kalium			
Calcium			
Magnesium			
Summe Ca + Mg			
Härte			
Härtehydrogencarbonat			
Nichtcarbonathärte			
CO2 kalklösend			
Gesamthärte			
Karbonathärte			
Eisen			
Mangan			
Aluminium			
Quecksilber	5	1	
Cadmium		5	
Chrom	10	50	
Cr-VI	10	10	
Nickel		20	
Blei		10	
Kupfer		20	
Kobalt		50	
Arsen	80	10	
Zink		300	
Zinn		40	
Benzen		1	
Toluen			
Ethylbenzen			
o-Xylen			
m-Xylen			
p-Xylen			
mp-Xylen			

MKZ	Richtwert_TWVN_1990	Prüfwert_GW	Zielvorgaben_OW
BTEX-Summe		10	
Dichlormethan	100		10
1,1-Dichlorethen			
cis-Dichlorethen			
trans-Dichlorethen			
Trichlormethan			0,8
1,1-Dichlorethan			
1,2-Dichlorethan		3	1
1,1,1-Trichlorethan	100		100
1,1,2-Trichlorethan			
Tetrachlormethan		3	1
Trichlorethen	100		20
Tetrachlorethen	100		40
1,1,1,2-Tetrachlorethan			
1,1,2,2-Tetrachlorethan			
Pentachlorethan			
Hexachlorethan			
Vinylchlorid		0,5	
LHKW-Summe		10	
Monochlorbenzen		1	
1,2-Dichlorbenzen			
1,3-Dichlorbenzen			
1,4-Dichlorbenzen			10
1,2,3-Trichlorbenzen			3
1,2,4-Trichlorbenzen			4
1,3,5-Trichlorbenzen			20
1,2,3,4-Tetrachlorbenzen			
1,2,3,5-Tetrachlorbenzen			
1,2,4,5- und 1,2,3,5-Tetrachlorbenzen			
1,2,4,5-Tetrachlorbenzen			
Pentachlorbenzen			
Hexachlorbenzen		0,1	0,001
Heptachlorbenzen			
2-Chlortoluen			
4-Chlortoluen			
SHKW-Summe		1	
Hexachlorbutadien			0,5
Alpha-HCH		1	
Beta-HCH		1	
Gamma-HCH		1	
Delta-HCH		1	
HCH-Summe		1	
2-Chlorphenol		1	
3-Chlorphenol		1	
4-Chlorphenol		1	
3-und4-Chlorphenol		1	
2,3-Dichlorphenol		1	
2,4-Dichlorphenol		1	
2,5-Dichlorphenol		1	
2,4-und2,5-Dichlorphenol		1	
2,6-Dichlorphenol		1	
3,4-Dichlorphenol		1	
3,5-Dichlorphenol		1	

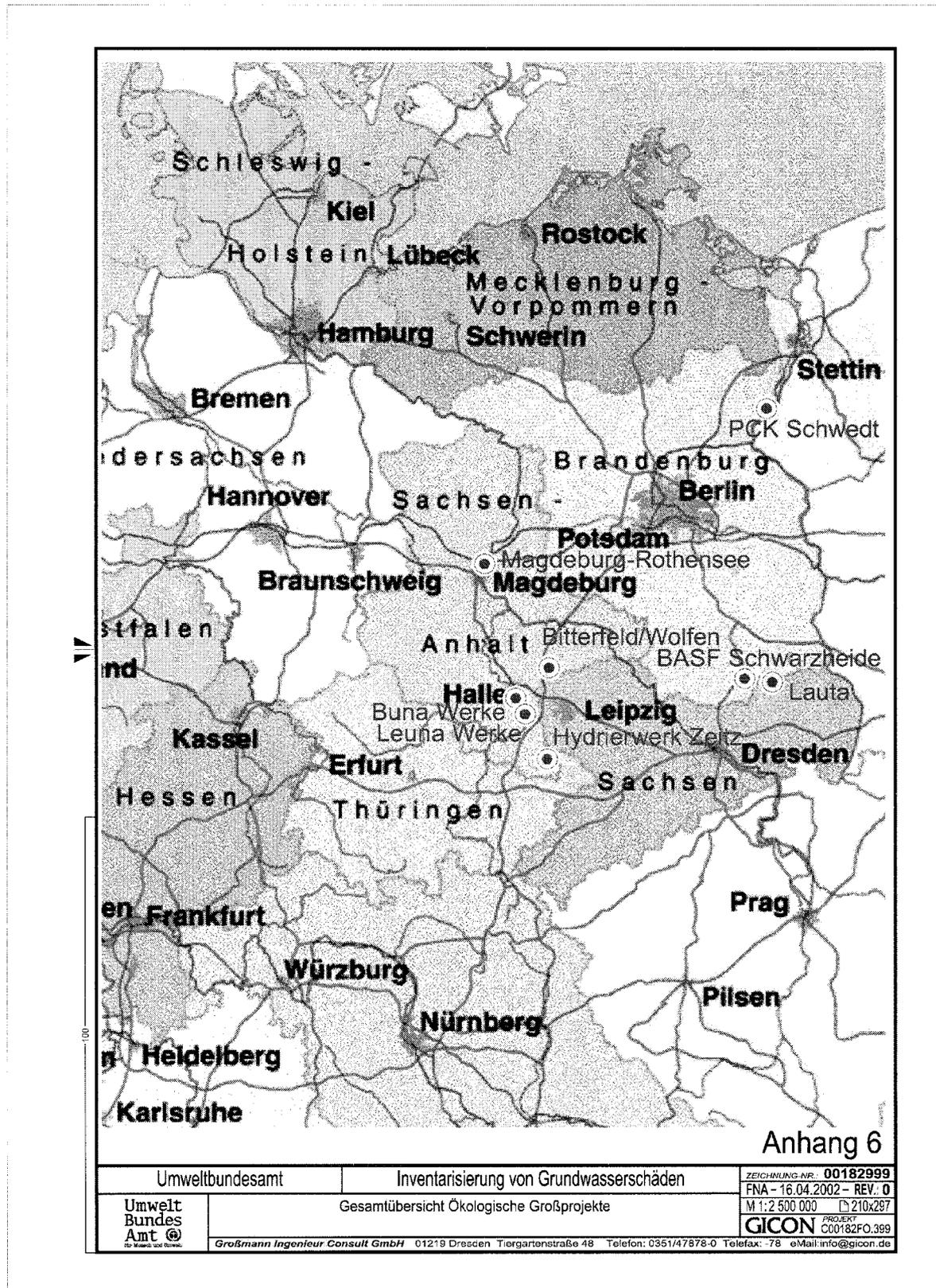
MKZ	Richtwert_TWVN_1990	Prüfwert_GW	Zielvorgaben_OW
2,3,4-Trichlorphenol		1	
2,3,5-Trichlorphenol		1	
2,3,6-Trichlorphenol		1	
2,4,5-Trichlorphenol		1	
2,4,6-Trichlorphenol		1	
2,3,4,5-Tetrachlorphenol		1	
2,4,5,6-Tetrachlorphenol		1	
Pentachlorphenol		0,1	
1-Chlor-3-methylphenol			
4-Chlor-3-Methylphenol			
Chlorphenole-Summe		1	
2-Methylphenol			
3-Methylphenol			
4-Methylphenol			
Kresole-Summe			
op-DDT		0,1	
pp-DDT		0,1	
op-DDD		0,1	
pp-DDD		0,1	
op-DDE		0,1	
pp-DDE		0,1	
DDX-Summe		0,5	
2-Nitrophenol			
4-Nitrophenol			
2,4-Dinitrophenol			
3,4-Dinitrophenol			
2,4,6-Trinitrophenol			
4,6-Dinitro-2-Methylphenol			
Nitrophenole-Summe			
Nitrobenzen			0,1
2-Nitrotoluen			50
3-Nitrotoluen			50
4-Nitrotoluen			70
o-Dinitrobenzen			
m-Dinitrobenzen			
p-Dinitrobenzen			
Nitrobenzene-Summe			
o-Nitrochlorbenzen			
m-Nitrochlorbenzen			
p-Nitrochlorbenzen			
2,3-Dichlornitrobenzen			
2,4-Dichlornitrobenzen			
2,5-Dichlornitrobenzen			
3,4-Dichlornitrobenzen			
2,3,4-Trichlornitrobenzen			
2,3,5,6-Tetrachlornitrobenzen			
2,4-Dinitrochlorbenzen			
Nitrochlorbenzene-Summe			
2-Chlor-4-Nitrophenol			
2-Chlor-6-Nitrophenol			
4-Chlor-3-Nitrophenol			
Nitrochlorphenole-Summe			

MKZ	Richtwert_TWVN_1990	Prüfwert_GW	Zielvorgaben_OW
o-Chloranilin			3
p-Chloranilin			0,05
Dimethoat		0,1	
Methylparathion		0,1	
Aldrin		0,1	
Isodrin		0,1	
Dieldrin		0,1	
Endrin		0,1	
Naphthalin		2000	
Acenaphthylen			
Acenaphthen			
Fluoren			
Phenanthren		200	
Anthracen		200	
Fluoranthen		200	
Pyren			
Benzo(a)anthracen		200	
Chrysen			
Benzo(b)fluoranthen		200	
Benzo(k)fluoranthen		200	
Dibenz(ah)anthracen		200	
Benzo(a)pyren		10	
Benzo(ghi)perylene			
Indeno(1,2,3-cd)Pyren		200	
PAK-Summe		200	
PCB 28		0,01	
PCB 52		0,01	
PCB 101		0,01	
PCB 138		0,01	
PCB 153		0,01	
PCB 180		0,01	
PCB-Summe		0,05	
Simazin		0,1	
Atrazin		0,1	
Propazin		0,1	
Ametryn		0,1	
Prometryn		0,1	
Desethylatrazin		0,1	
Lenacil		0,1	
Hexazinon		0,1	
Monobutylzinn			
Dibutylzinn			
Tributylzinn			
Tetrabutylzinn			

5 Struktur Sonderarbeitskreis Goitsche/Bitterfeld-Süd

Projektplanung Flutung Goitsche/ TSK Goitsche/Bitterfeld-Süd						
Ökologisches Großprojekt		Verwaltungsabkommen Braunkohle				
GA		StuBA				
Abschließende Mittelentscheidungen						
Sonderarbeitskreis TSK Goitsche ¹⁾						
LAF/ MRLU/ LAU	BvS	MDSE	LMBV	GICON	Landkreis Bf./ StAU	RP Des- sau/ StAU
Finanzentscheidung ÖGP (Einbeziehung UBA)		Antragsteller Verantwortlich für Umsetzung		Koordinator	Stadt Bitterf. (bei Bedarf)	Bergbehörde (bei Bedarf)
Beratende Gremien						
Projektleitung Flutung Goitsche/TSK						
Mitteldeutsche Sanierungs- und Entsorgungs-GmbH (MDSE)			LMBV (Länderbereich Sachsen-Anhalt)			
Dr. Röttschke (MDSE)			Dr. Tropp (LMBV)			

1) Bei Bedarf sind des Weiteren StUBA, MWT einzuladen; im Einzelfall kann sich das Erfordernis der Ladung weiterer Gremien ergeben



Inventarisierung
von
Grundwasserschäden

Ökologisches Großprojekt
BASF Schwarzheide

Forschungsnehmer: GICON, Großmann Ingenieur Consult GmbH
01219 Dresden, Tiergartenstraße 48

Projektnummer: P 00182FO.399

Auftraggeber: Umweltbundesamt
Bismarckplatz 1
14193 Berlin

Inhalt

1.	Kurzbeschreibung	553
1.1	Allgemeine Angaben zum ÖGP	553
1.2	Umweltrelevante Schadstoffe	553
2	Grundwasserhydraulische Verhältnisse	555
2.1	Geologie	555
2.1.1	Großräumige geologische Situation	555
2.1.2	Kleinräumige geologische Situation	556
2.2	Hydrogeologische Situation	559
2.3	Beschreibung der Grundwasserdynamik	61
3	Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation	62
3.1	Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring	62
3.2	GW-Kontamination	62
4	Erstbewertung der Grundwasserbelastung und Gefahrenbeurteilung	64
4.1	Schutzgutsituation	64
4.2	Grundwasserschadensbereich	65
4.3	Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad	65
5	Anlagenverzeichnis	66

1. Kurzbeschreibung

1.1 Allgemeine Angaben zum ÖGP

Der Standort der BASF Schwarzheide GmbH befindet sich im südlichen Teil des Landes Brandenburg und hier im Verwaltungsbereich des Landkreises Oberspreewald/Lausitz.

Die großräumige geographische Situation ist durch das Lausitzer Braunkohlenrevier geprägt, welches sich nach Nord/Nordosten hin anschließt und über Brieske bis in den Senftenberger Raum hineinreicht. Von 1913 bis 1949 erfolgte in der ehemaligen Kohlegrube Victoria III der Abbau des 2. Lausitzer Braunkohlenflözes, dessen Restloch 1948 zur Anlage der bis heute genutzten Betriebsdeponie der BASF Schwarzheide GmbH genutzt wurde.

Das sich östlich der Bundesautobahn A 13 Dresden - Berlin erstreckende Kerngelände des Industriekomplexes nimmt eine Fläche von etwa 230 Hektar ein, wobei dessen Ausdehnung in Nord-Süd-Richtung ca. 2,2 km bzw. in Ost-West-Richtung ca. 1,0 km beträgt.

Nord-nordöstlich schließt sich in etwa 1 km Entfernung die ca. 6 ha umfassende Werksdeponie Kabelbaggerteich der BASF an, welche am Nord-West-Rand eines Braunkohlentagebau-Restloches entstand.

Die als örtlicher Vorfluter zwischen dem Kerngelände und der Werksdeponie von Nord nach Süd verlaufende Pößnitz entwässert etwa 1 km südlich vom Werksgelände der BASF in die Schwarze Elster - dem Hauptvorfluter der Region. Weitere untergeordnete Vorfluter in der Umgebung sind Wollschinka, Binnengraben und Schwarzwasser im Süden des Bewertungsgebietes.

1.2 Umweltrelevante Schadstoffe

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die gesamte altlastenrelevante Stoffpalette im Bewertungsgebiet der BASF gegeben.

Stoffe aus dem Bereich der Produktpalette

- Mineralölkohlenwasserstoffe
- BTEX-Aromaten
- Chlorphenole
- Phenoxy-carbonsäureverbindungen (PSM)
- Chlorparaffine
- Polyurethane

Als Neben- und Zwischenprodukte fielen in den Herstellungsprozessen im Wesentlichen an:

- Synthesegas
- Paraffine
- Kondensatöle
- Teer
- Schwefelsäure zur Benzinraffination
- Sulfide und Sulfate aus der Entschwefelung des Synthesegases
- Salpetersäure zur Regenerierung der Kontaktmasse der Fischer-Tropsch-Anlagen
- Natronlauge
- Natriumnitrat
- Metalle und Metalloxide der Kontaktmasse der Fischer-Tropsch-Anlagen (Kobalt, Thorium, Magnesium)
- phenolhaltige Abwässer
- Ethanol, Toluol, Formaldehyd, Nitrobenzol, Anilin, Toluylendiamin (TDA), Diphenylmethandiamin (MDA), Dinitrotoluol (DNT), Monochlorbenzol (MCB), Mononitrobenzol (MNB) aus der PUR-Herstellung

2 Grundwasserhydraulische Verhältnisse

Wegen der komplexen geologisch-hydrogeologischen Situation werden die Verhältnisse ausführlich dargestellt.

2.1 Geologie

2.1.1 Großräumige geologische Situation

Seiner regionalgeologischen Stellung nach gehört das BASF-Gelände zum Nordrand des Lausitzer Urstromtales.

Das Betriebsgelände liegt dabei auf einer Talsandterrasse („obere“ und „untere“ Talsande des Weichsel- und Saaleglazials) mit Geländehöhen von 100 m NN am Südrand des Lausitzer Braunkohlenreviers. Teile der oberen Talsandfolge mit basalen Schluff- und Torfmudden sind holozänen Ablagerungen zuordbar.

Der Untergrund wird bestimmt durch mächtige quartäre Ablagerungen glazialen und fluviatilen Ursprungs. Hauptanteil nehmen Bildungen des Saaleglazials und postglaziale Bildungen ein. Die quartäre Sedimentfolge ist stellenweise bis zu 80 m mächtig. Glazifluviatile Sande und Kiese herrschen vor. Die außerdem vorhandenen Schichten von bindigem Material (Geschiebemergel, Beckenschluffe) werden hauptsächlich den älteren Vereisungsperioden Elster-I bis Saale II zugeordnet und sind auf kleinere Verbreitungsgebiete und die tieferen Profilabschnitte beschränkt (tieferes Quartär-Stockwerk). Die oberen 20 bis 30 m bestehen fast ausschließlich aus Sand und Kies des Saale-III- und Weichsel-Glazials sowie des Holozäns (untere und obere Talsande), die das gesamte Terrain überdecken (höheres Quartär-Stockwerk).

Den liegenden Untergrund dieser Schichten bilden marinbrackische bis limnisch-fluviatile tertiäre Ablagerungen des Miozäns. Die Tertiärablagerungen (hauptsächlich Spremberger Schichten und Untere Briesker Folge) erreichen ca. 50 - 60 m Mächtigkeit und bestehen im Wesentlichen aus Fein- bis Mittelsanden mit Glimmerschlufflagen und Kohlenletten, tonigen und sandigen Schluffen sowie aus zwei mehrere Meter mächtigen Braunkohlenflözen, die jeweils im Hangenden und Liegenden von Tonhorizonten begleitet werden. Sie sind teilweise stark erodiert und daher nicht mehr flächendeckend vorhanden.

Den prätertiären Untergrund bilden Grauwacken, Quarzite und Tonschiefer des Präkambriums und früherer stratigraphischer Abfolgen, die größtenteils tiefreichend verwittert sind (Oberkante etwa bei + 65 m NN am Südrand und bei + 25 m NN am Nordrand des Betrachtungsgebietes).

Die starke eiszeitliche Erosion hat zu einer ausgeprägten Strukturierung der quartären und tertiären Schichten geführt. Von Ost nach West verläuft das im Wesentlichen nach der Saale-II-Vereisung in seiner heutigen Form herausgebildete, mehrere Kilometer breite Lausitzer bzw. Magdeburger Urstromtal: In Süd-Nord-Richtung vom Urstromtal abzweigend liegt die relativ schmale, aber tief eingeschnittene „Pößnitz-Rinne“, die offenbar bereits präelsterglazial entstanden ist. In beiden wurden die Tertiärschichten weitgehend bzw. z.T. vollständig ausgeräumt. Anschließend erfolgte die Ausfüllung der Rinnen mit pleistozänem Sedimentmaterial.

Durch die Erosionsrinnen ist die ehemals geschlossene Tertiärverbreiterungsfläche in drei voneinander getrennte Areale aufgeteilt. In den beiden nördlich des Urstromtales

gelegenen Tertiärflächen beiderseits der Pößnitz-Rinne ist der unverritzte Schichtenverband wegen des Braunkohlenbergbaus nur noch in den Randbereichen und im Liegenden der Unteren Briesker Schichten erhalten. An den Flanken der Rinne fällt das Braunkohlenflöz infolge des Ausfließens der wassergesättigten Feinsande in seinem Liegenden zur Zeit der Erosion nach unten ab.

Die ausgekohlten Tagebaue sind teilweise mit Abraum bzw. im Bereich der Deponien mit diversen Reststoffen der Kohleverwertung und der chemischen Industrie verkippt, zum größten Teil sind aber wassergefüllte Restlöcher verblieben. Außerhalb der Tagebaue und der Erosionsrinnen liegt die Tertiäroberkante meist bei + 70 ... 80 m NN. Häufig wird sie von bindigem Material des oberen Flözhorizontes (2. Lausitzer Flözhorizont) gebildet. Auf dem Tertiär lagern in der Regel 20 ... 30 m quartäre Sande und Kiese.

Das Lausitzer Urstromtal wird von der Schwarzen Elster durchflossen. Die maximale erbohrte Quartärmächtigkeit beträgt zwischen Ruhland und Lauchhammer-Süd rund 30 bis 35 m. Die Basis wird von tonig-schluffigen Tertiärsedimenten und verwittertem proterozoischem Gestein gebildet. Sie liegt im Höhengniveau + 60 ... 65 m NN. Zwischen Lauchhammer-Süd und Tettau wurde durch Bohrungen eine schmale, der Pößnitz-Rinne ähnliche Vertiefung auf + 40 m NN festgestellt. Die quartäre Schichtenfolge beginnt im Liegenden mit glazifluviatilen und glazilimnischen Sedimenten des Elsterglazials, deren Mächtigkeit nur in der genannten Rinne 10 m überschreitet. Darüber breiten sich die 20 ... 25 m mächtigen, sanderartigen Schmelzwasserkiese und -sande des Saale-III-Glazials (untere Talsande) aus, die sich in der weichselglazialen oberen Talsandfolge und den darauflagernden holozänen Flusssanden fortsetzen. Die oberen Talsande sind deutlich feinkörniger als die z. T. stark kiesige untere Talsandfolge und enthalten vor allem nördlich der Schwarzen Elster einzelne Schluffeinschaltungen nennenswerter Ausdehnung. Als lokale holozäne Bildungen mit geringer Mächtigkeit (ca. 1 m) treten an der Geländeoberfläche Auelehm, Mudde, Moorerde und Flachmoortorf auf.

2.1.2 Kleinräumige geologische Situation

Bei der Errichtung des Werkes wurden die geologischen Gegebenheiten berücksichtigt. Um eine weitere Braunkohlegewinnung nicht zu behindern, wurde das Betriebsgelände im Bereich der Pößnitzrinne, errichtet.

Fluviatile Auswaschprozesse führten hier zur Erosion der tertiären Schichten bis in das Untermiozän/Oligozän (Spremlinger Schichten).

Die Rinnenbreite liegt bei ca. 2 km (W-O-Erstreckung) bei einem nach Norden gerichteten Gefälle. Die Rinnenbasis liegt im Norden des Betriebsgeländes unter 20 m NN, im Süden bei ca. 35 m NN.

Die Basis der Rinnenfüllung bilden feinsandig-schluffige (Elster I-) Ablagerungen. Im Hangenden folgt eine Wechselfolge von sandig-kiesigen Schichten und Geschiebemergelhorizonten, die dem Saaleglazial zugerechnet werden. Die Mächtigkeiten der Ge-

schiebemergelschichten schwanken zwischen 2 und 30 m, eine zusammenhängende Ausbildung über das gesamte Werksgelände ist jedoch wahrscheinlich nicht gegeben. Bei den Aufschlüssen P 95 und P 96, welche eindeutig innerhalb der Pößnitz-Rinne stehen, ist eine deutliche Abnahme der Mächtigkeit des Geschiebemergelpaketes von ca. 5 m auf 2 m zu verzeichnen. Damit ergibt sich eine etwas weitere Erstreckung der Lage der Grenze des Geschiebemergelpaketes gegenüber früheren Interpretationen nach Norden.

Im Hangenden folgen Kiese und Sande des Saale- und Weichselglazials sowie geringmächtige holozäne Schichten, in Form von Schluff-, Faulschlamm- oder Torflagen.

Im Werksgelände selbst sind diese Schichten großräumig ausgeräumt und durch Auffüllungsmassen ersetzt worden.

Folgendes idealisiertes Normalprofil lässt sich für das Werksgelände ableiten, vom Hangenden zum Liegenden:

Quartär

- *Obere (jüngere, Weichsel-Stadium) und untere (ältere, Saale-III-Stadium) Talsande*, 17,0 bis 25,5 m mächtig. Es ist eine Zunahme der Korngröße sowohl von Süden nach Norden als auch von oben nach unten und zwar von Mittel- bis Grobsanden zu Feinkiesen, vorhanden. Im oberen und mittleren Abschnitt treten lateral nicht korrelierbare, dünne Schlufflagen auf. Im unteren Abschnitt treten vermehrt Braunkohlestücke („Wanderkohle“) auf.
- *Geschiebemergel/Schluff (Saale-II-Geschiebemergel)* Es handelt sich um einen dunkelbraunen feinsandigen Schluff, schwach bis mäßig tonig, lokal mittelsandig bis feinkiesig, der lokal stark braunkohlehaltig ist („Braunkohlenschluff“)
- *Feinsand mit Schlufflagen* ca. 5 - 10 m mächtig. Diese Stufe besteht aus einem grauen bis dunkelgrauen Feinsand, schluffig, lokal mittelsandig, mit Schlufflagen, braunkohlehaltig. Im südlichen Bereich herrscht Grobsand, z. T. feinkiesig, vor.
- *Feinsand* 8,7 m mächtig. Als Feinsand, lokal bis Mittelsand, feinkiesig und schwach braunkohlehaltig, ausgebildet. Schluffeinschaltungen fehlen fast gänzlich.
- *Schluff* Der Schluff ist fein- bis mittelsandig. Seine Oberkante liegt bei 56 bis 59 m NN im Süden und etwa 51 m NN im Norden. Die Interpretation ist nicht gesichert, möglicherweise sind diese Schichten dem Tertiär zuzuordnen.

Tertiär

Die angetroffene Tertiärserie, die stratigraphisch den Unteren Briesker Schichten zuzuordnen ist, umfasst folgende Stufen, vom Hangenden zum Liegenden:

- 2. *Lausitzer Flözhorizont* 3,0 m bis 4,0 m mächtig. Die gegenüber der Normalmächtigkeit von 8 bis 9 m stark reduzierte Mächtigkeit belegt die Interpretation, dass ein Teil des Flözes im Quartär erodiert wurde.
- *Liegendschluff*, partiell (0,4 m mächtig) ausgebildet.
- *GW-Leiter G5*, 3,0 m bis 4,0 m mächtige Feinsande.
- *Unterbegleiter*, 0,8 m bis 1,2 m mächtig.
- *GW-Leiter G6.1*, 13 - 15 m mächtig. Feinsande mit Liegendschluff und Schlufflagen.
- „*Leithorizont*“, max. 6,5 m angebohrt. Er ist als dunkelbrauner Schluff, schwach tonig, lokal stark feinsandig und braunkohlehaltig, ausgebildet.

Für den Bereich des Kabelbaggerteiches stellt sich die Situation infolge der vorgenommenen Auskohlung etwas anders dar:

Das Liegende des 6 - 12 m mächtigen Kohleflözes befindet sich in einer Höhe von ca. 54 bis 74 m NN. Darüber steht die sogenannte Kabelbaggerteichkippe mit einer Mächtigkeit von ca. 16 bis 32 m an. Die Kippenoberkante liegt zwischen ca. 83 und 96 m NN. In der Kippe wurde der Abraum der ehemaligen Grube Victoria III verstorzt. Die Verstorzmassen setzen sich überwiegend aus Sedimenten der unteren Talsandfolge zusammen (Spül- und Trockenkippe).

Im nordwestlichen Teil der Grube wurde 1948 die Betriebsdeponie angelegt. Folgende Massen kamen zum Absatz:

- Feinkoks aus der nasschemischen Gasreinigung der Fischer-Tropsch-Synthese
- Feinkoks-Schlammwasser
- Kraftwerksaschen und Generatorenschlacken
- Aushubmassen, Bauschutt, kommunalartiger Industriemüll
- ab 1968 bis 1971 Verspülung herbizidbelasteter Abwässer

Die Höhe der Aufstandsfläche der Deponie liegt bei etwa 95 m NN (auf Kippenmassen). Die Mächtigkeit der Deponiemassen ist unterschiedlich und liegt in einem Bereich von ca. 9 m.

2.2 Hydrogeologische Situation

Auf dem BASF Gelände und in dessen Umfeld sind eine Vielzahl von Grundwassermessstellen in unterschiedlichen Tiefen abgeteuft. Sie erschließen sowohl die oberen als auch unteren Talsande und auch rollige Bereiche in der Pößnitzrinne. Aus hydrogeologischer Sicht können die Wässer der oberen und unteren Talsande einem ungespannten, mächtigen Grundwasserleiter zugeordnet werden, wobei der Hauptgrundwasseraustausch in großen Tiefen, korrelierend mit dem grobklastischen Material stattfindet.

Ausgehend vom relativ ebenen Betriebsgelände und unter Anlehnung an die tiefenmäßige Erstreckung der oberen und unteren Talsande können die Grundwassermessstellen oberhalb der flächenhaften Verbreitung von Geschiebemergel- und Schluffschichten schwerpunktmäßig in 3 ca. 5 m mächtige wassererfüllte Teufenhorizonte eingeordnet werden (THZ1 = Grundwasseranschnitt - ca. 90 m NN, THZ2 = - ca. 85 m NN, THZ3 = - ca. 80 m NN) (FUGRO Consult GmbH 2000: Auswertung von Grundwassermonitoringdaten im Bereich der BASF Schwarzheide GmbH).

Insgesamt wurde für die Zuordnung der Untergrundschichten zu verschiedenen Grundwasserleitern folgende Einteilung gewählt:

- GWL 0: Auffüllung und Mutterboden
- GWL 1 (THZ 1): Obere Talsande
- GWL 2 (THZ 2): Untere Talsande
- GWL 3 (THZ 3): Feinsande des Unteren Grundwasserstockwerkes in der Pößnitzrinne
- GWL 4 (THZ 4): tertiäre Schichten

Innerhalb des gesamten ungespannten Grundwasserkörpers zeigen sich lokal nur sehr geringe z.T. wenige Zentimeter starke Druckdifferenzen zwischen einzelnen Teufenhorizonten. Stärkere Differenzen werden nur dort ermittelt, wo in den Messstellen Phase die Bewertung der Grundwasserdynamik beeinflusst.

Die geringen Druckdifferenzen sind zum einen Ausdruck der lokalen Verbreitung geringmächtiger, bindiger Ablagerungen in den oberen Talsanden und zum anderen vorrangig auf Anisotropieeffekte in der Ausbildung der Durchlässigkeitsbeiwerte in Kombination mit intensiven Wasserhaltungen (z.B. Kabelbaggerteich) zurückzuführen.

Aufgrund der geringen Druckgradienten ist es gerechtfertigt, für den ungespannten Grundwasserkörper einen Grundwassergleichenplan unter Zugrundelegung aller Messstellen des THZ1 bis 3 zu erstellen.

Während das Grundwasser bis in Teufen von ca. 75-80 m NN regional als ungespannt eingestuft werden kann, ist das Grundwasser in Tiefen > 80 m NN bis 50 m NN gespannt. Dieses gespannte Grundwasser stellt dahingehend eine Besonderheit dar, dass es in diesem Niveau sowohl in tertiären Sanden (regional als GWL 500, GWL 600 entsprechend der Braunkohlensystematik) als auch in rolligen Ablagerungen der Pößnitzrinne auftritt.

Entsprechend der regionalen hydrogeologischen Strukturverhältnisse kann von einer Kommunikation des „Rinnenwassers“ mit den Wässern der tertiären rolligen Sedimente ausgegangen werden.

Für den Betrachtungsraum nur von zweitrangiger Bedeutung ist der tertiäre Grundwasserleiter.

Als wesentliches Glied dieses Grundwasserleiters tritt ein überwiegend feinkörniger, glimmerführender und meist stark schluffiger Sandhorizont auf, der im Hangenden und Liegenden von Braunkohlenflözen und den sie begleitenden Tonen und Schluffen begrenzt wird. Durch schluffig-tonige Zwischenmittel ist der GWL in einzelne wasserführende Horizonte unterteilt. Das Druckpotential liegt ähnlich wie beim unteren quartären Grundwasserstockwerk vor allem im mittleren und südlichen Betriebsgelände oberhalb des Grundwasserspiegels des oberen quartären Grundwasserstockwerkes.

Westlich der Pößnitz-Rinne wird der insgesamt nur relativ schwach durchlässige tertiäre Grundwasserleiter am Nordrand des Urstromtales vollständig abgeschnitten. Nur östlich von Schwarzheide setzt er sich nach Süden fort und verbindet die beiden Tertiärhochlagen von Meuro/Brieske im Norden und Hohenbocka/Guteborn im Süden des Urstromtales. In der Ruhlander Heide südwestlich von Ruhland besteht die tertiäre Unterlage des oberen quartären Grundwasserstockwerkes, das hier intensiv zur Trinkwassergewinnung genutzt wird (Wasserwerk Tettau), nur noch aus den liegenden Schluffen und Tonen der Unteren Briesker Schichten. Die Grundwasserführung ist hier auf den quartären Talsandkomplex beschränkt.

Die hydrogeologische Situation für das Betriebsgelände der BASF lässt sich nach den Strömungsverhältnissen prinzipiell in 3 Abflussbereiche unterteilen:

- nordöstlicher Abstrom, verursacht durch Wasserhaltungsmaßnahmen im Bereich Kabelbaggerteich
- südlich/südsüdwestlicher Abstrom – Hauptabstrom in Richtung Schwarze Elster
- westlicher/südwestlicher Abstrom – Hauptabstrom in Richtung Peisker Graben/Binnengraben

Der nordöstliche Abstrom, etwa ab einer Linie Kläranlage bis Blockfeld A 700, wird durch die Wasserhaltungsmaßnahmen im Kabelbaggerteich verursacht. Das Restloch ist abflusslos, der Wasserspiegel wird derzeit auf einer Höhe von 95,0 - 95,8 m NN gehalten.

Für den Bereich des Kabelbaggerteiches sind durch den Abbau die natürlichen Grundwasserverhältnisse gestört. Grundwasserführender Komplex sind hier die Versturzmassen, die sich überwiegend aus Sedimenten der unteren Talsande, vermengt mit gering durchlässigem Material zusammensetzen.

Im Bereich der Betriebsdeponie bilden Veredlungsrückstände und Eisenhydroxidschlamm die Basis. Diese Massen stellen aufgrund ihrer geringen Durchlässigkeit von $4 - 5 \times 10^{-9}$ m/s eine wirksame Barriere gegenüber austretendem Grund- und Sickerwasser dar, jedoch aufgrund ihrer Lage im Grundwasser nur eingeschränkt.

2.3 Beschreibung der Grundwasserdynamik

Frühere Verhältnisse

Die ursprüngliche Grundwasserfließrichtung vor Aufnahme der bergbaulichen Tätigkeiten im Gebiet war in Richtung des Lausitzer bzw. Magdeburger Urstromtales gerichtet (S, SW).

Mit Beginn der bergbaulich bedingten Wasserhaltung erfolgte eine Umkehr der natürlichen Fließrichtung nördlich der Schwarzen Elster in nördliche Richtungen zu den nordwestlich bis nordöstlich gelegenen Tagebauen Klettwitz und Meuro, verbunden mit einer Absenkung des Grundwasserspiegels. Es bildete sich eine Grundwasserscheide im Gebiet zwischen Schwarzheide und Ruhland heraus.

Jetzige Verhältnisse

Mit der Verlagerung des Braunkohlenabbaus nach Norden bzw. mit der schrittweisen Außerbetriebnahme der Sumpfungsmaßnahmen verlagerte sich auch die Grundwasserscheide wieder nach Norden und liegt derzeit am nördlichen Rand des Betriebsgeländes.

Gegenüber der vorwiegend infiltrativen Speisung des Großraumes stellen die Schwarze Elster und deren Binnengraben, die Tagebauentwässerung im Norden und die Entnahmen der umliegenden Wasserwerke die dominierenden Senken des Gebietes dar. Für die Grundwasserdynamik im Werksgelände haben sie heute aber nur eine untergeordnete Bedeutung (s.o.).

Eine periodische Bestimmung der Grundwasserstände wird für das Werksgelände der BASF seit November 1993 vorgenommen.

Zwischen 1993 und 1995 beobachtet man im größten Teil des Beurteilungsgebietes eine Absenkung der Grundwasserstände um ca. 0,2 bis 0,5 m. Die größte Absenkung wurde dabei zwischen der Ortslage Schwarzheide-Ost und dem Betriebsgelände beobachtet (0,4 bis 0,5 m), wobei diese Absenkung stark durch die Wasserentnahmen in den Kleingartenanlagen und Hausbrunnen der Stadt Schwarzheide beeinflusst sein dürfte. Im Bereich des Werksgeländes dürfte die Absenkungstendenz zum einen durch eine verringerte Infiltration durch die Pößnitz und zum anderen durch geringere Wasserverluste im Wasserver- und Entsorgungsnetz der BASF bedingt sein. Inwieweit sich diese Absenkungstendenz auch in der Zukunft fortsetzt, ist derzeit nicht abschätzbar, jedoch sind mit der weiteren Sanierung des Wasserver- und Entsorgungsnetzes der BASF immer kleiner werdende Infiltrationen aus diesem zu erwarten.

Seit Ende 1995 werden nur noch relativ geringe Grundwasserspiegelschwankungen registriert. Zeitlich verzögerte Schwankungen der Ganglinien infolge der jahreszeitlich bedingten Witterungen liegen im Bereich von 0,1 bis 0,2 m in Bereichen der Urstromtäler (vorflutbeeinflusster Grundwasserstand) und 0,2 bis 0,4 m an urstromtalfernen Standorten.

3 Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation

3.1 Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring

Datengrundlage ist das Grundwassermonitoring der BASF, Kampagne Herbst 2000.

Eine intensive Erkundung der Grundwasserbelastungssituation im Bereich der BASF erfolgte ab 1992. Ab dieser Zeit wurde das Grundwassermonitoring jeweils im Frühjahr und im Herbst durchgeführt. Im Ergebnis der jährlichen Auswertungen des Monitorings wurde das Messstellennetz erweitert und das Monitoringprogramm entsprechend angepasst.

In 2000 erfolgte eine Zusammenfassung aller Monitoringergebnisse und eine systematische Aufbereitung der bis dahin gewonnenen Daten. In diesem Rahmen erfolgte auch eine Überarbeitung der Zuordnung der GWMS zu den entsprechenden hydrogeologischen Horizonten und es wurde ein messstellenspezifisches Probenahmeregime aufgestellt, das erstmalig im Herbst 2000 zum Einsatz kam. Seit 1998 werden neu gebaute GWMS teufenorientiert verfiltert und sukzessiv ältere Messstellen mit langen Filtern über mehrere Teufenhorizonte aus dem Grundwassermonitoring ausgesondert.

Die Schadenssituation des Grundwassers im Bereich des ÖGP BASF Schwarzheide wird durch die folgende Anzahl im Herbst 2000 beprobte GWMS dargestellt (teufenhorizontspezifisch):

THZ 1:	12
THZ 1-2:	6
THZ 2:	8
THZ 1-3:	7
THZ 2-3:	5
THZ 3:	14
THZ 4:	4

3.2 GW-Kontamination

MKW

Insgesamt liegen keine Überschreitungen über den 100fachen Geringfügigkeitsschwellenwert vor. Aus dem Kernbereich des Werkes lässt sich ein MKW-Schadensbereich mit schmaler Fahne bis jenseits der Westgrenze mit dem GW-Abstrom in west-südwestliche Richtung verfolgen. Generell ist die Schadstoffausbreitung als gering einzustufen. Sorption an der Feststoffmatrix und mikrobiologische Abbauprozesse wirken als begrenzende Faktoren.

BTEX

Unter dem BASF Gelände liegt im Nordwestteil eine großflächige BTEX-Kontamination vor, die sich aufgrund der Grundwasserströmungsverhältnisse in zwei Richtungen ausgebreitet hat und bei welcher der 100fache Geringfügigkeitsschwellenwert überschritten wird. Am deutlichsten ist die Fahne in Richtung West-Südwest ausgebildet. Der nordöstliche

Abstrom ist von deutlichen Konzentrationsrückgängen geprägt. Hier können Abbauvorgänge eine Rolle spielen.

Weitere lokale Belastungen zeigen sich im Bereich der Betriebsdeponie.

Benzol

Die Aussagen zum Schadensbild decken sich mit jenen zur Summe BTEX.

Monochlorbenzen

Im ungespannten Grundwasser liegt eine massive Kontamination durch Monochlorbenzen teilweise mit Konzentrationen des 100.000fachen Geringfügigkeitsschwellenwertes vor. Auch hier lassen sich zwei Abstromrichtungen – nordöstlich und südwestlich – aushalten. Im gespannten Grundwasser sind die Belastungen im Vergleich eher geringfügig und betragen nur wenige µg/l.

Chlorphenole und Phenoxy-carbonsäuren

Die massive Belastung des ungespannten Grundwassers mit Chlorphenolen und Phenoxy-carbonsäuren deckt sich von den betroffenen Lokalitäten mit den anderen Schadstoffen. Die Konzentrationen überschreiten stellenweise 100.000fach die Geringfügigkeitsschwelle. Allerdings ist besonders in südwestliche Richtung eine Schadstofffront im Abstrom zu erwähnen, die sich auf den Teufenhorizont 2 konzentriert. Ein Gefährdungspotential für den dort liegenden Kleingartenbereich kann nicht abgeleitet werden, da bisher im hier betrachtungsrelevanten Teufenhorizont 1 die Schadstoffkonzentrationen im Bereich der Nachweisgrenze liegen.

Cobalt

Die lokale, im Südwesten des Werksgeländes vorliegende Cobaltkontamination mit einer über 100fachen Überschreitung des Geringfügigkeitsschwellenwertes lässt sich mit geringen Konzentrationen bis in das Entlastungsgebiet des Peisker Grabens verfolgen. Weitere, wesentlich geringer einzustufende Kontaminationen befinden sich im nordöstlichen Werksbereich. Als Ursache für die Cobaltbelastungen sind anthropogene Einträge ehemaliger Produktionsstätten (Kontaktfabrik bzw. Ablagerungen von Co-Th-Kontakten) anzunehmen.

4 Erstbewertung der Grundwasserbelastung und Gefahrenbeurteilung

4.1 Schutzgutsituation

Die für das ÖGP BASF-Schwarzheide relevante Schutzgutsituation wird durch die folgende Tabelle erläutert:

Schutzgut	Erläuterung
Mensch	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsplätze auf dem BASF-Gelände, Empfindlichkeit gegeben durch Möglichkeit des Direktkontaktes zu Schadstoffen im Boden bzw. durch Ausgasungen und Abwehungen bei Bau- bzw. Sanierungsmaßnahmen Wohnsiedlungen mit hoher Einwohnerdichte in der Stadt Schwarzheide mit ihren verschiedenen Ortsteilen; weiter entfernt liegende größere Städte wie Ruhland und Lauchhammer Kleingartenanlagen in Nachbarschaft zur BASF
Grundwasser	<ul style="list-style-type: none"> Trinkwasserschutzzonen in südwestlicher Richtung (WW Tettau); betriebliche Grundwasserfassungen Schwarzbach und Guteborn, betriebliche Oberflächenwasserfassung der BASF in der Elsteraue ohne Schutzzonenstatus; genutzte Grundwasserpotentiale ohne besonders ausgewiesenen Schutzstatus in der Umgebung der BASF (Nutzung vorrangig durch Kleingartenanlagen und Hausbrunnen) unbelastete Grundwasserreservoirs ohne besonders ausgewiesenen Schutzstatus in der Umgebung der BASF
Oberflächengewässer	<ul style="list-style-type: none"> zahlreiche Oberflächengewässer im Bereich der Täler und Fließrinnen, z. T. auch anthropogenen Ursprungs (Kabelbaggerteich, Pößnitz, Schwarze Elster); schützenswert im Sinne des WHG
Pflanzen und Tiere	<ul style="list-style-type: none"> Teile des mittelbaren Umgebungsbereiches
Landschaft	<ul style="list-style-type: none"> gesamter mittelbarer Umgebungsbereich der BASF
Kultur- und Sachgüter	<ul style="list-style-type: none"> denkmalgeschützte Klinkerbauten (Verwaltung und Kulturhaus) an der Schipkauer Str. geschützte Eigentumsrechte für alle Grundstückseigentümer der Umgebung (BGB § 904 ff.)

4.2 Grundwasserschadensbereich

Als Schadstoffquelle für eine weitere Ausbreitung der Schadstoffe im Grundwasser wirkt vor allem das kartierte Hauptschadensgebiet im Kern des Werksgeländes. Betroffen ist etwa ein Viertel der Fläche des Werksgeländes.

Die Ausbreitung in südwestliche Richtung und, aufgrund der komplexen hydraulischen Verhältnisse, auch in nordöstliche Richtung, erfolgt über die GWL (TH) 1 bis 3, wobei die Hauptbelastungen im TH 2 anzutreffen sind, der der vergleichsweise geringer durchlässige GWL ist.

Im Hauptkontaminationsgebiet laufen mikrobiologische Schadstoffabbauprozesse ab.

4.3 Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad

Die südwestliche Abstromfahne der vorwiegend organischen Schadstoffe hat im Teufenhorizont 2 bereits das BASF-Gelände verlassen. Die Konzentrationen sind jedoch im bewertungsrelevanten Teufenhorizont 1, im Vergleich zum Hauptschadensgebiet, gering (im Bereich der Nachweisgrenze). Um eine weitere Ausbreitung von Schadstoffen und eine weitere Beeinflussung von Schutzgütern im Abstrom des BASF-Geländes zu verhindern, erfolgt zur Quellenbeseitigung im Werksgelände eine Grundwassersanierung.

Als limitierende Faktoren der Fahnausbreitung wirken hier Wasserinfiltrationen (wie z.B. Regenwasserversickerung im Bereich der Autobahn) in den Untergrund sowie die Tiefenentlastung des gespannten Grundwassers.

5 Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Lageplan des ÖGP

Überblick Grundwassermessstellennetz, Zeichn.-Nr.: 00182G06

Anlage 2: Darstellung von Grundwassergleichen

Anlage 2.1: Darstellung der Hydroisohypsen THZ 1 – 3 (Oktober 1999) und GW-Fließrichtungen, Zeichn.-Nr.: 00182G21

Anlage 2.2: Darstellung der Hydroisohypsen THZ 4 (Oktober 1999) und GW-Fließrichtungen, Zeichn.-Nr.: 00182G22

Anlage 3: Darstellung der Schutzgutsituation

Darstellung der Schutzgutsituation, Zeichn.-Nr.: 00182G23

Anlage 4 Darstellung der Kontaminationssituation

Anlage 4.1: Darstellung der Kontaminationssituation von MKW [mg/l], Zeichn.-Nr.: 00182G07

Anlage 4.2: Darstellung der Kontaminationssituation von BTEX [$\mu\text{g/l}$], Zeichn.-Nr.: 00182G08

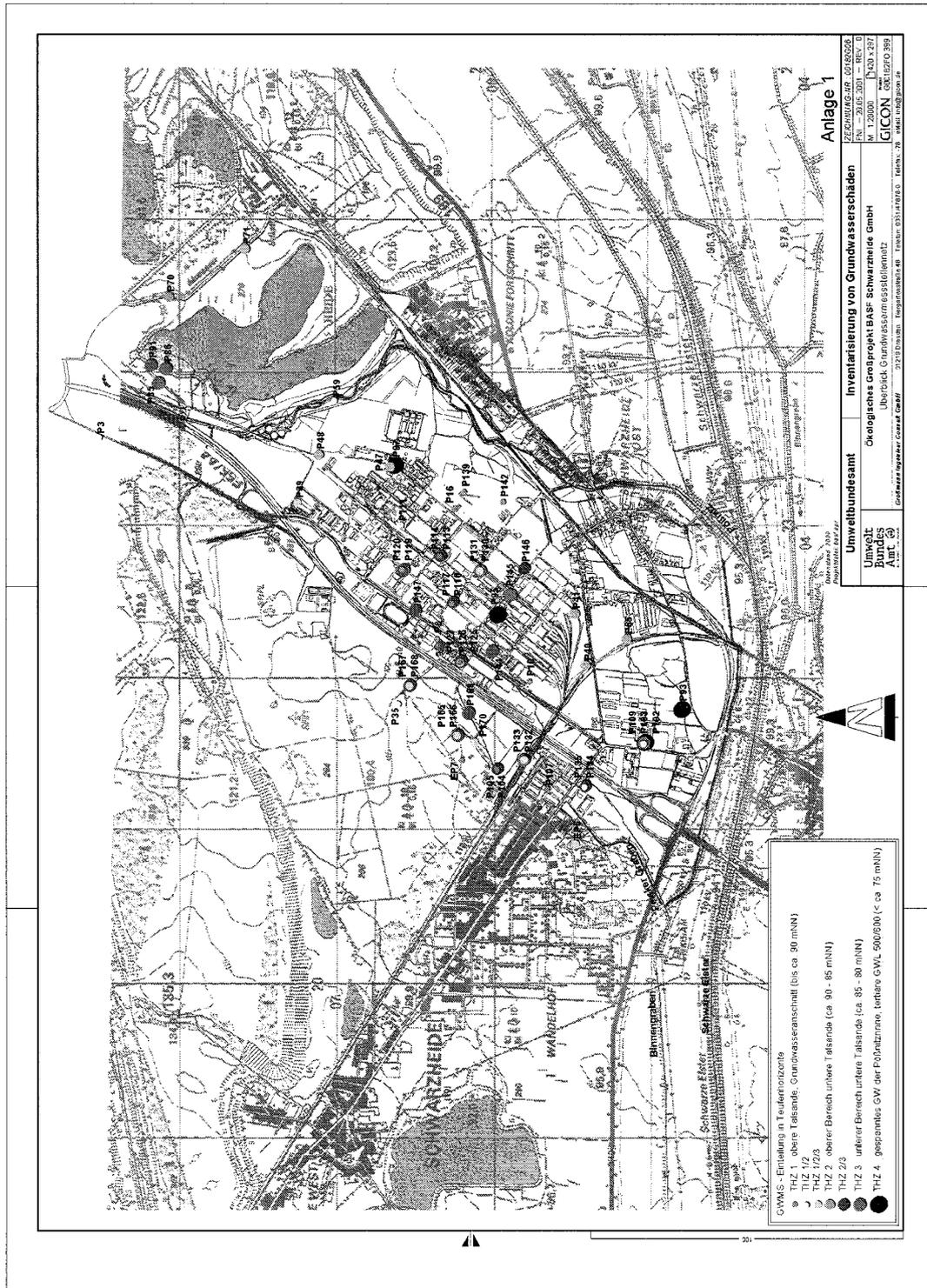
Anlage 4.3: Darstellung der Kontaminationssituation von Benzol [$\mu\text{g/l}$], Zeichn.-Nr.: 00182G09

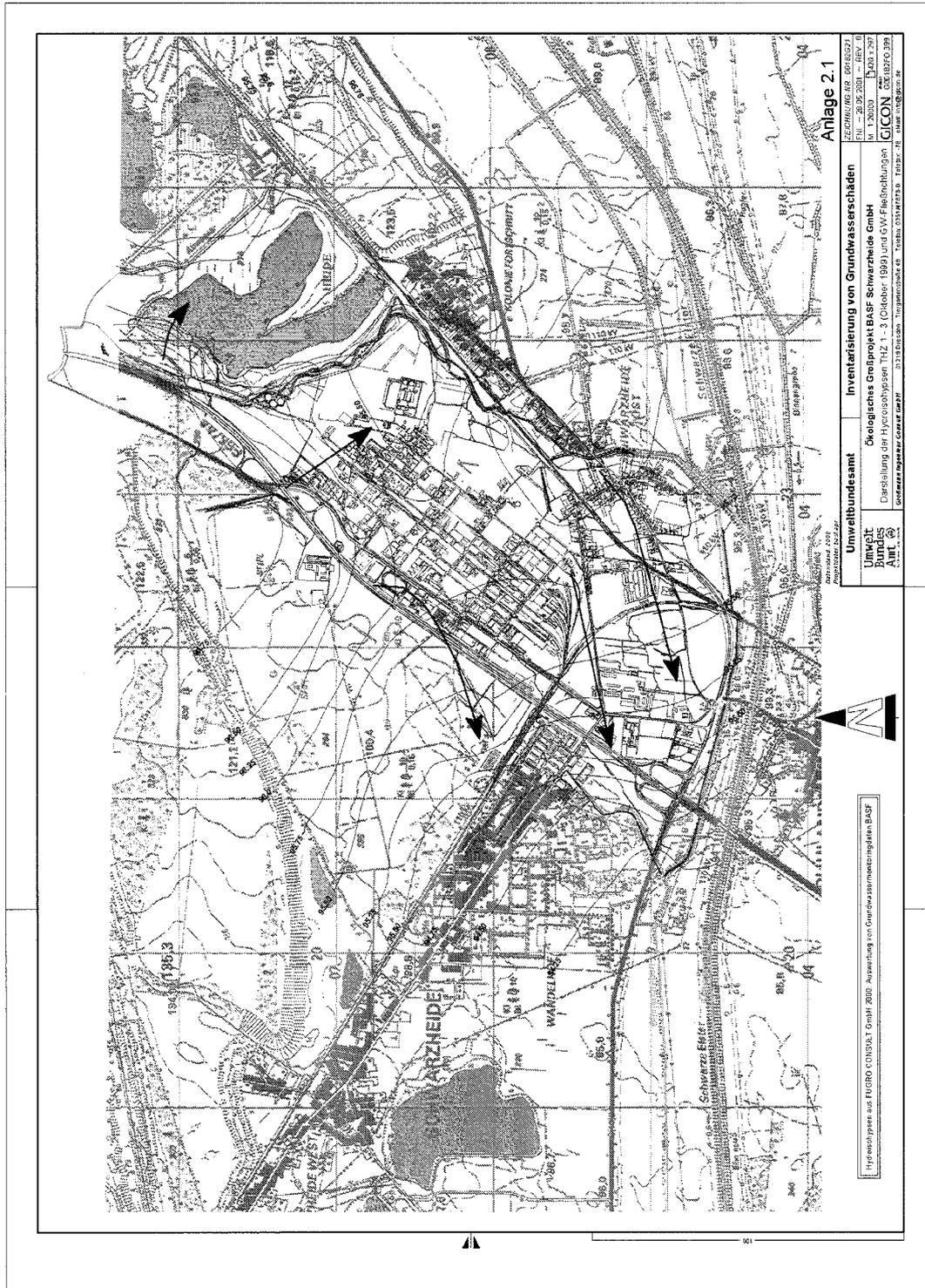
Anlage 4.4: Darstellung der Kontaminationssituation von Monochlorbenzen [$\mu\text{g/l}$], Zeichn.-Nr.: 00182G10

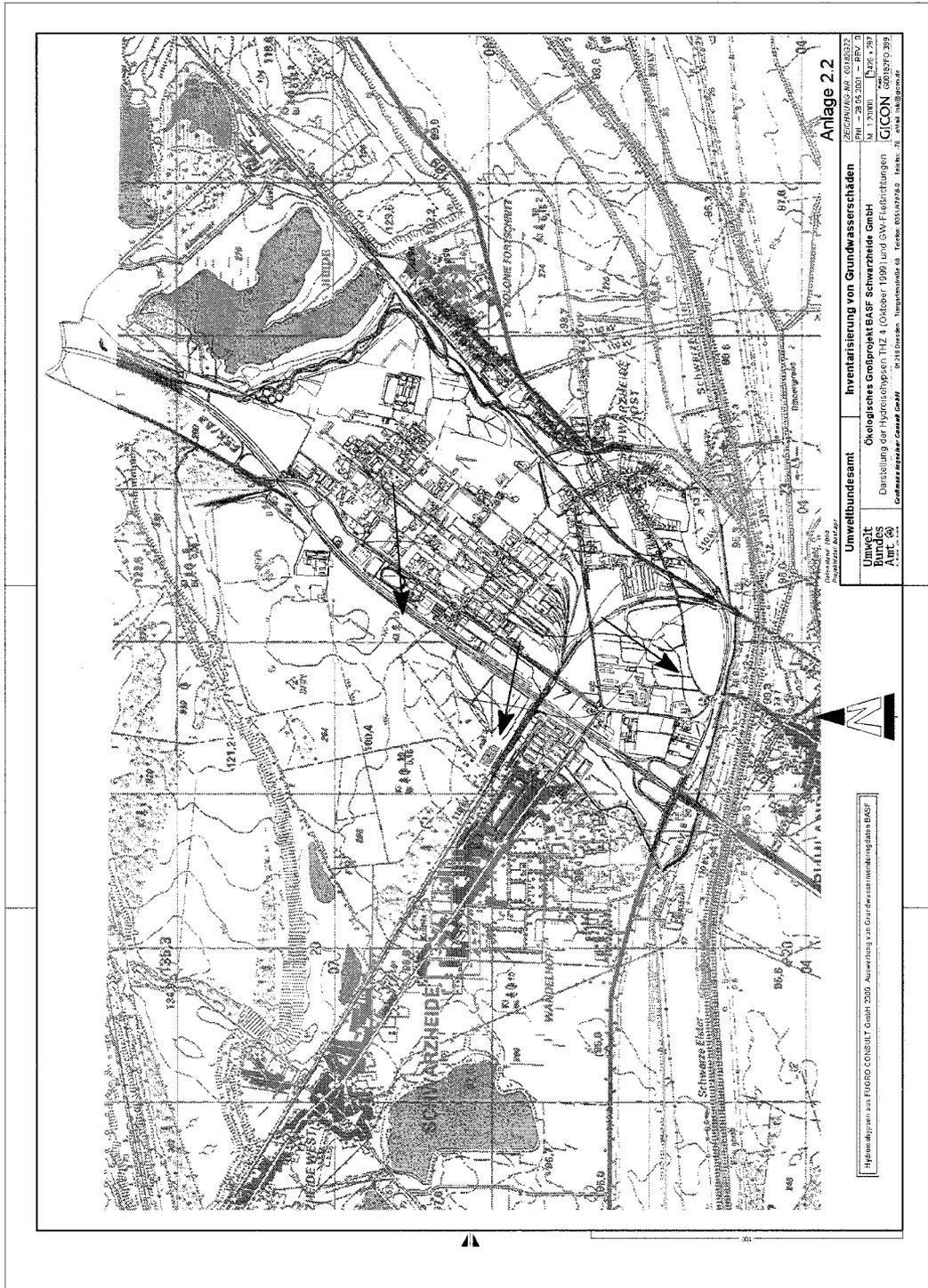
Anlage 4.5: Darstellung der Kontaminationssituation von MCPP [$\mu\text{g/l}$], Zeichn.-Nr.: 00182G11

Anlage 4.6: Darstellung der Kontaminationssituation von 4-Chlor-2-methylphenol [$\mu\text{g/l}$], Zeichn.-Nr.: 00182G12

Anlage 4.7: Darstellung der Kontaminationssituation von Cobalt [$\mu\text{g/l}$], Zeichn.-Nr.: 00182G13







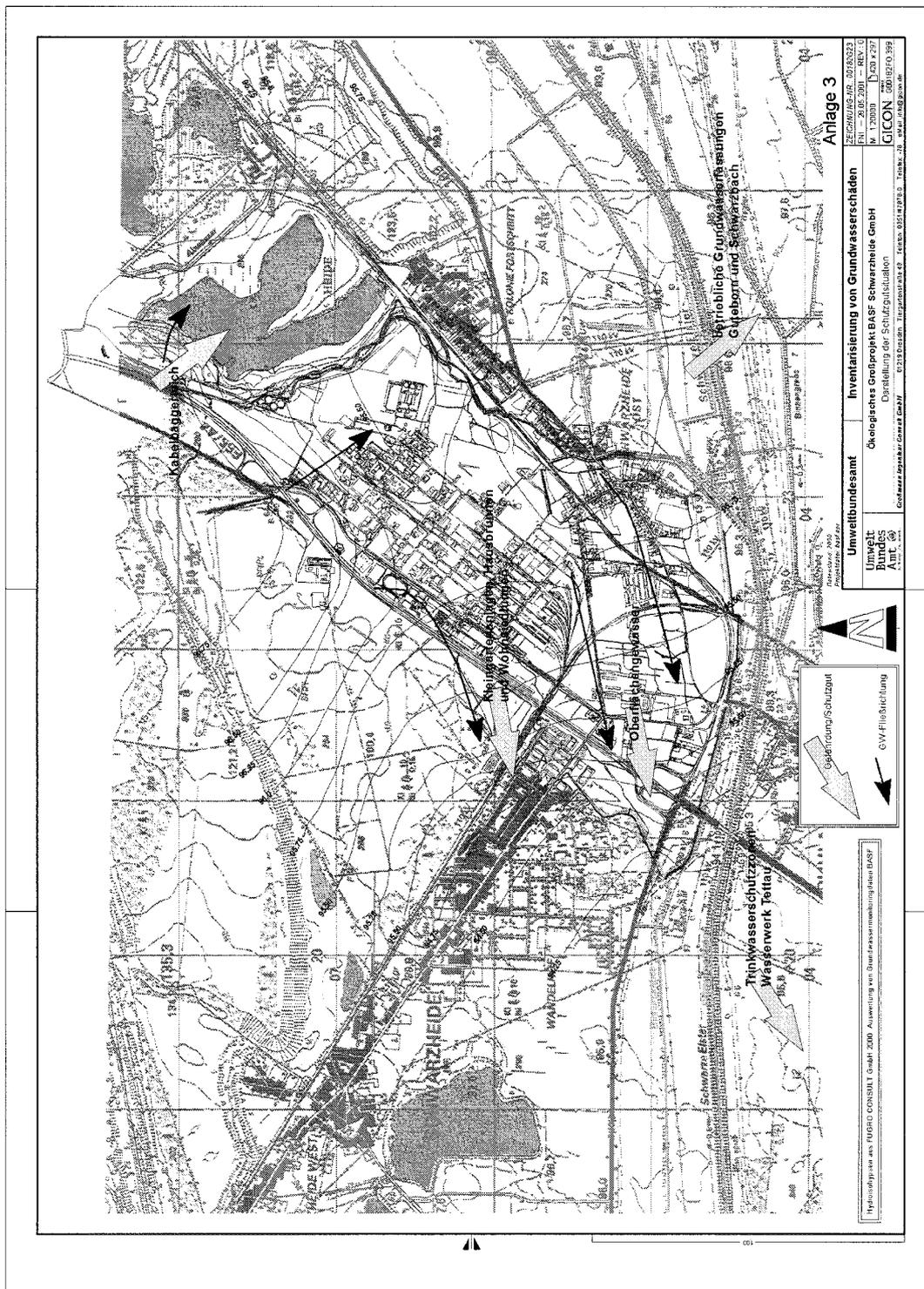
Anlage 2.2

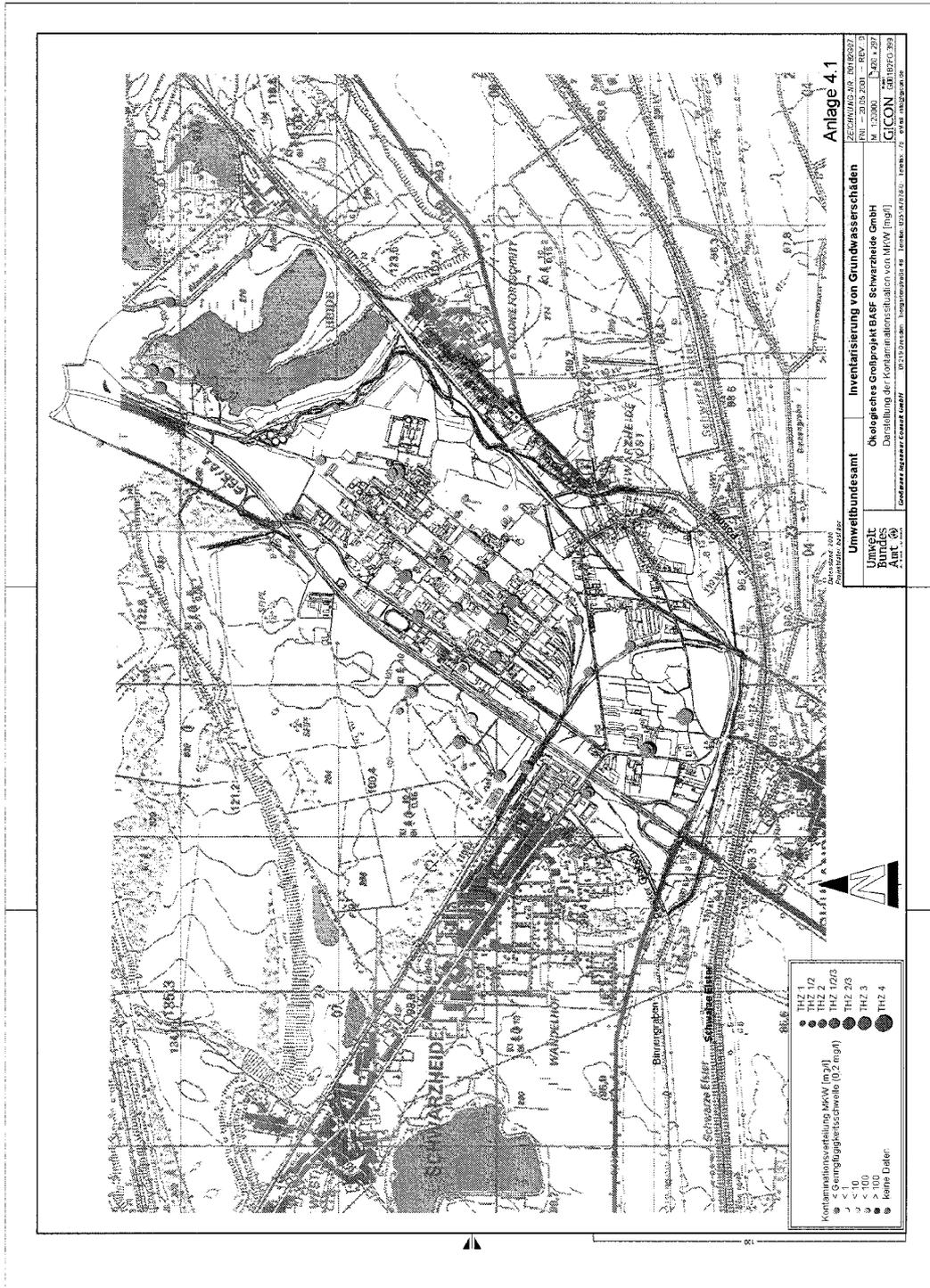
Umweltbundesamt
 Umwelt Bundesamt
 Amt

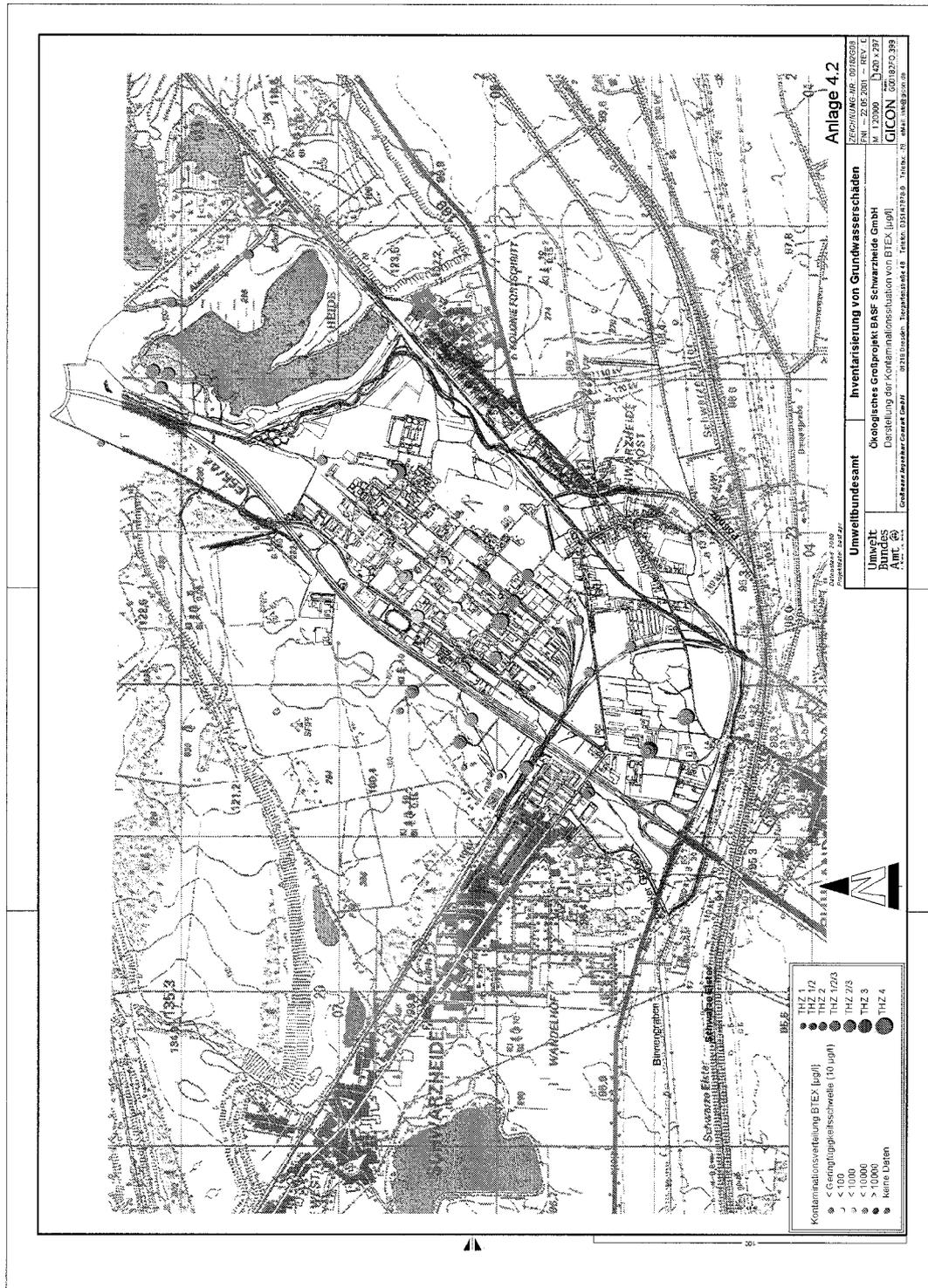
Projektname: **Inventarisierung von Grundwasserschäden**
 Objekt: **Okonopisches Omdprojekt BASF Schwerte GmbH**
 Darstellung der Hydrologischen THZ 4 (Oktober 1999) und GW-Findrichtungen
 Geomatik-Service Center GmbH ... 01219 Dresden - Hauptstraße 48 - Telefon: 0351 41979-3 - Fax: 0351 41979-20

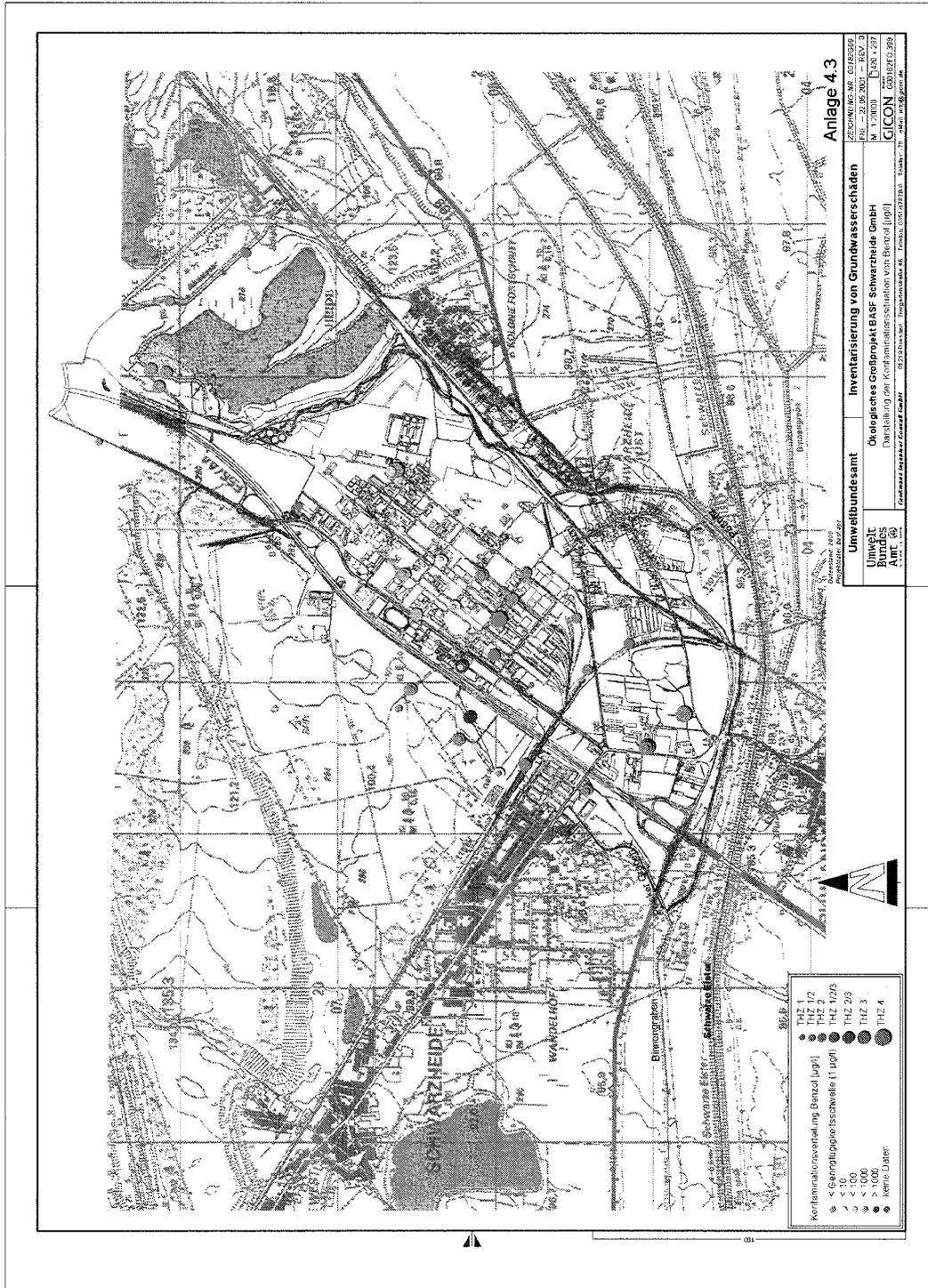
ZIELEINLEITUNG: 01219
 M. 1. 2000
 Blatt: 280
 GICON: 01219/280

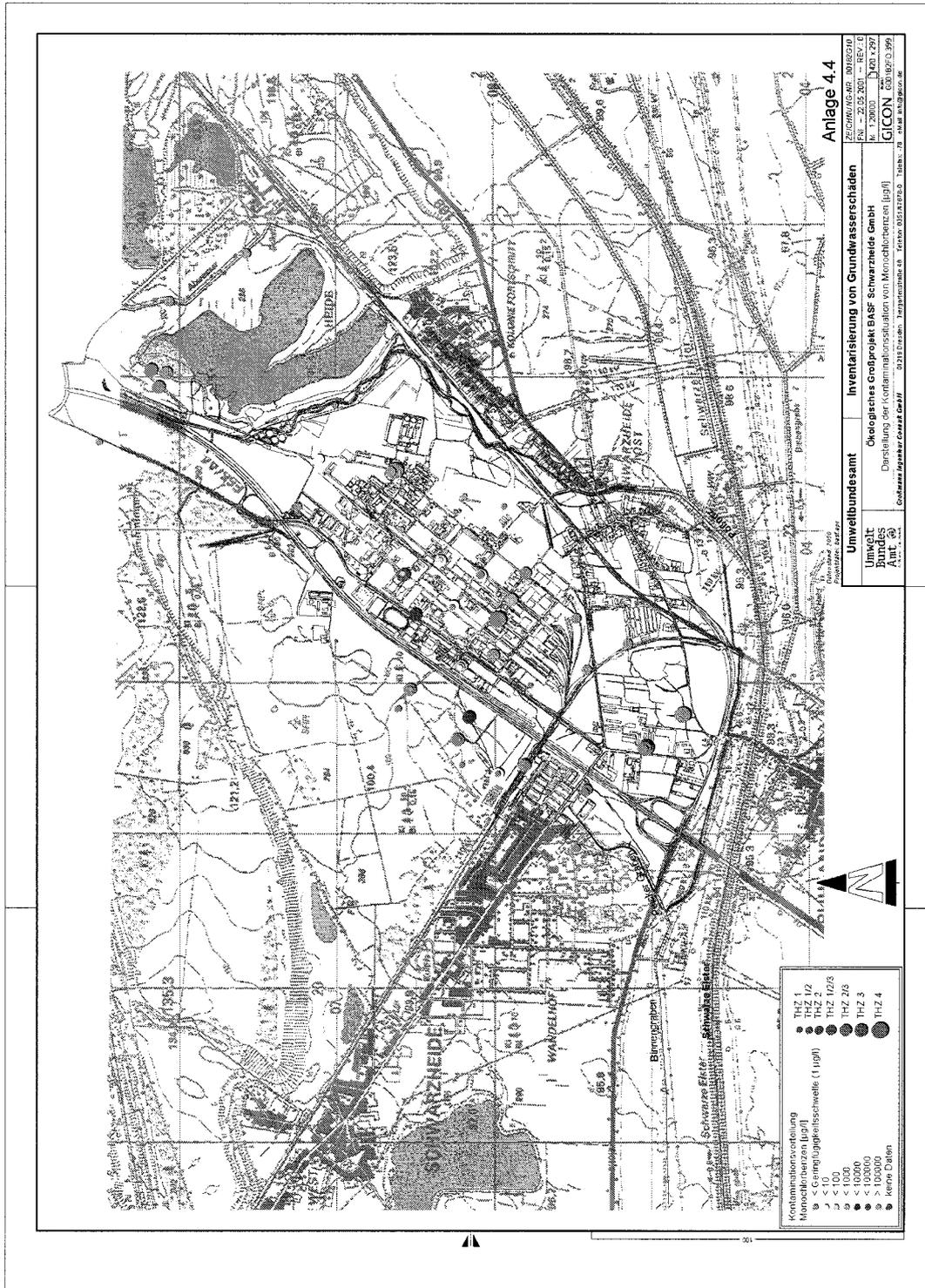
Hydrologisches Institut der TU Bergakademie Freiberg

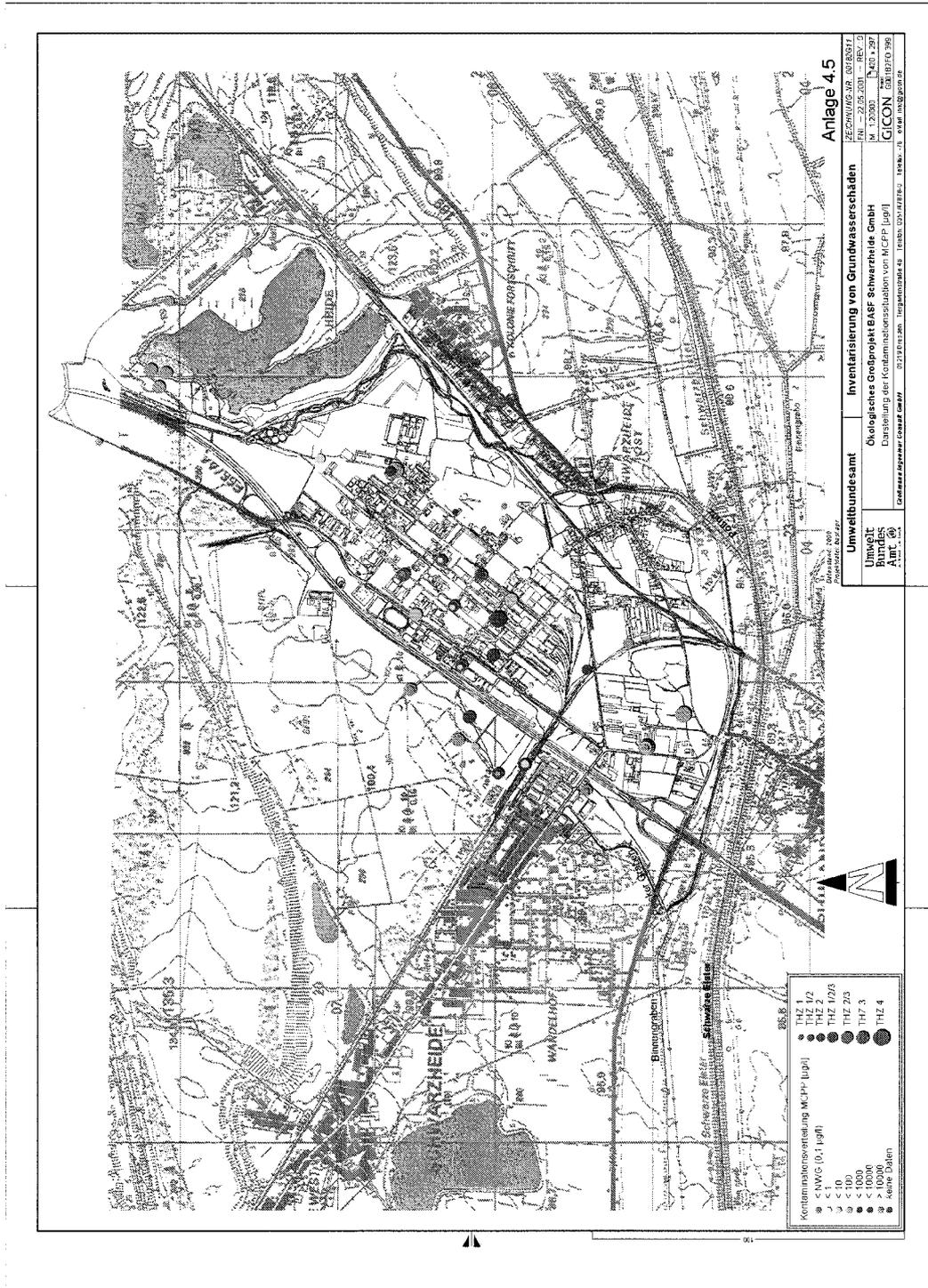












Kontaminationsverteilung MCPP [µg/l]

● < NWG (D, I, µg/l)

● < 10

● < 100

● < 1000

● > 10000

● keine Daten

● THZ 1

● THZ 1/2

● THZ 2

● THZ 1/2/3

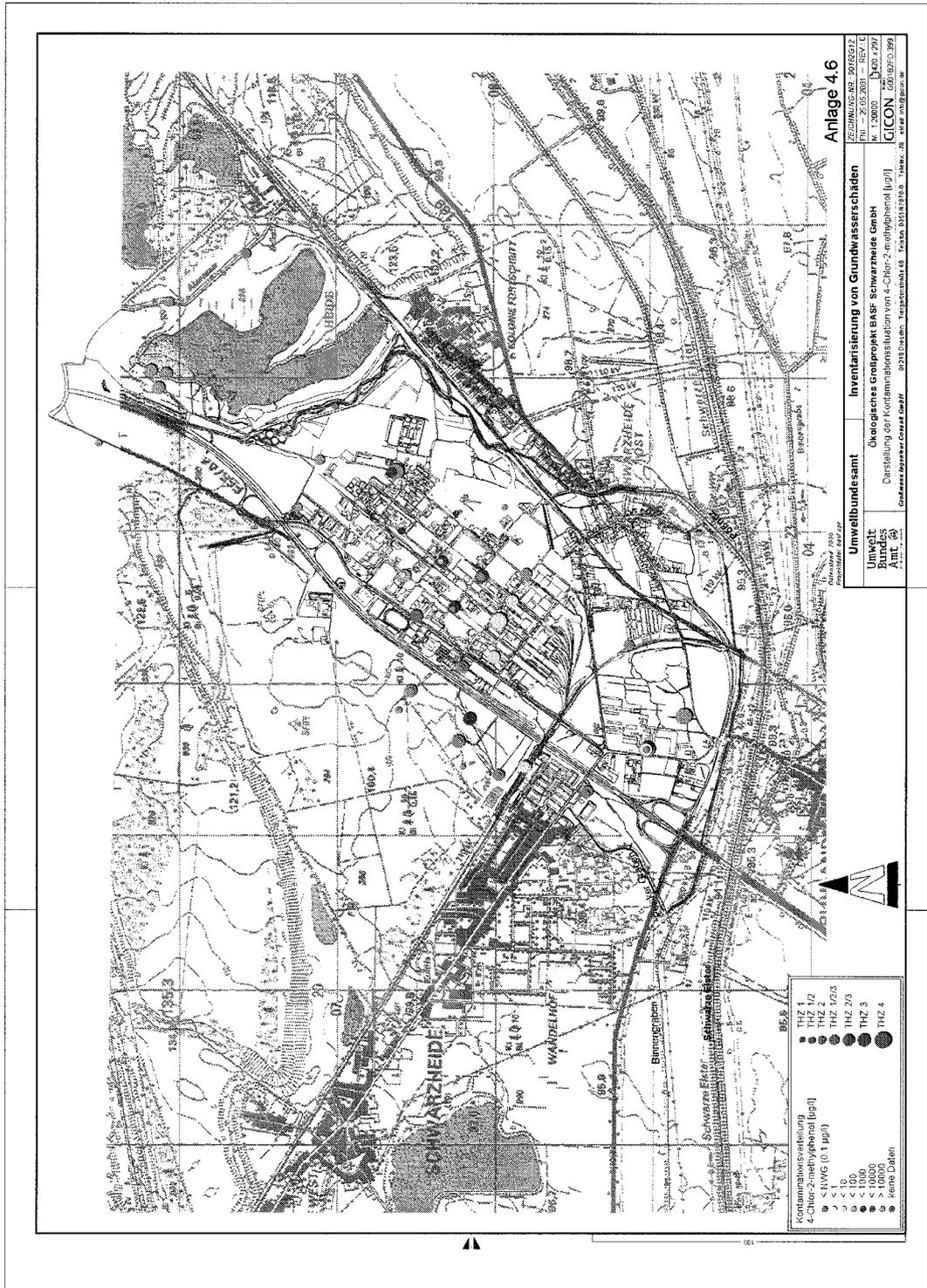
● THZ 2/3

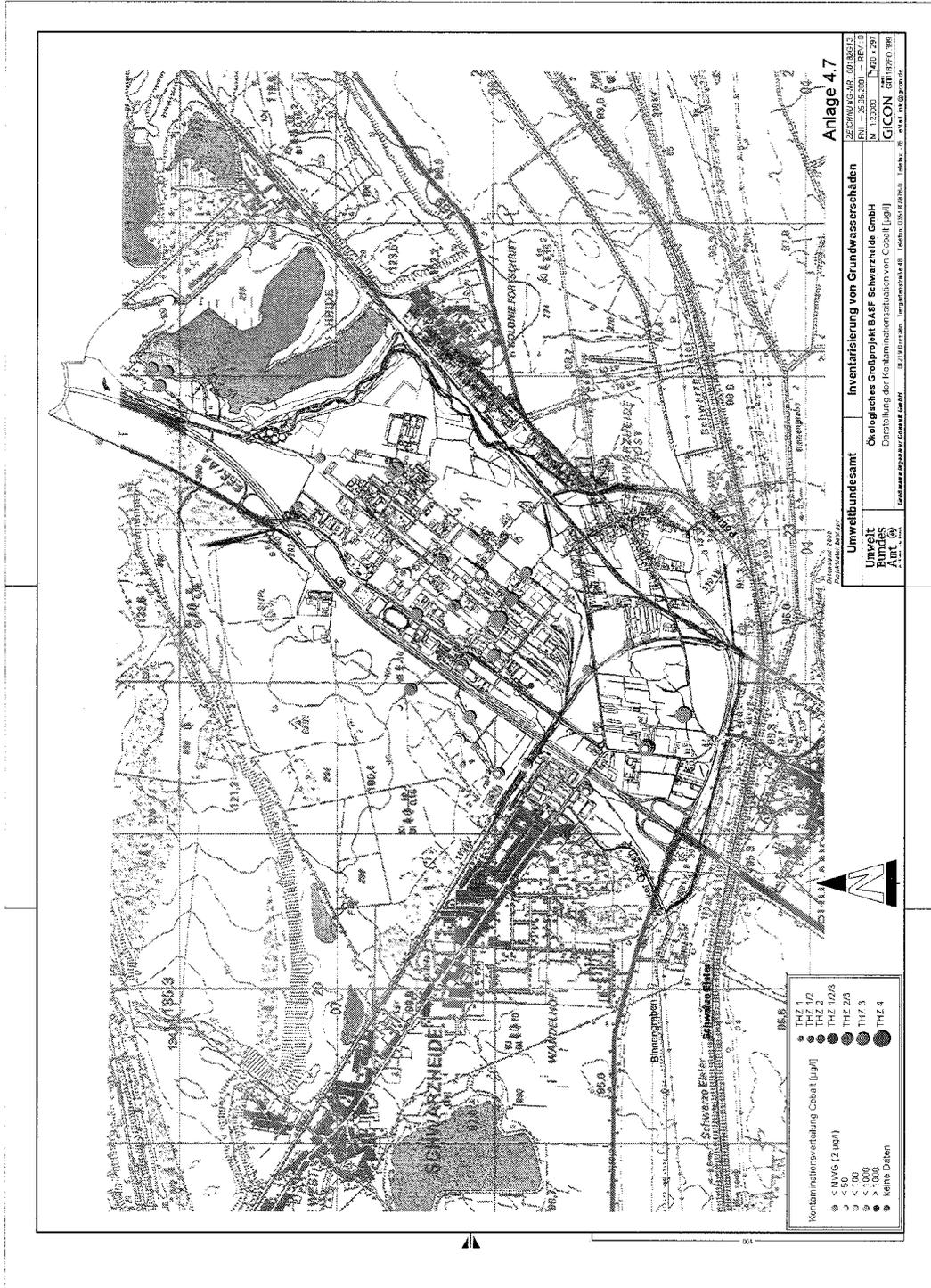
● THZ 3

● THZ 4

Anlage 4.5

Umwelt Bundes Amt	Umwelt Bundes Amt	Inventarisierung von Grundwasserschäden	ZEWINGAR, DIENST
		Chemische Großprojekt BASF Schwärzheid GmbH	IN 230/05/200
		Bestimmung der Kontaminationsverteilung von MCPP [µg/l]	NO 129
		GOMMEX-ANWANDER GOMMEX GMBH	GICOM
		10131 FRIEDRICH-Straße, 10131 Berlin	BRUNNEN
		10131 FRIEDRICH-Straße, 10131 Berlin	BRUNNEN





Inventarisierung
von
Grundwasserschäden

**Ökologisches Großprojekt
Bitterfeld-Wolfen**

Forschungsnehmer: GICON, Großmann Ingenieur Consult GmbH
01219 Dresden, Tiergartenstraße 48

Projektnummer: P 00182FO.399

Auftraggeber: Umweltbundesamt
Bismarckplatz 1
14193 Berlin

Inhalt

1	Kurzbeschreibung	81
1.1	Allgemeine Angaben zum ÖGP	81
1.1.1	Großräumige Einordnung	81
1.1.2	Kleinräumige Einordnung	81
1.2	Umweltrelevante Schadstoffe	82
2	Grundwasserhydraulische Verhältnisse	84
2.1	Geologie	84
2.2	Hydrogeologie	84
2.3	Grundwasserdynamik	85
3	Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation	86
3.1	Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring	86
3.2	Hauptschadstoffe	87
3.3	GW-Kontamination	87
3.4	Schadstoffverbreitung und -transport im Grundwasser	90
4	Erstbewertung der Grundwasserbelastung mit Gefahrenbeurteilung	92
4.1	Schutzgutsituation	92
4.2	Gefahrenbewertung	95
4.2.1	Grundwasserschadensbereich	95
4.2.2	Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad	98
5	Anlagenverzeichnis	100

1 Kurzbeschreibung

1.1 Allgemeine Angaben zum ÖGP

1.1.1 Großräumige Einordnung

Das ÖGP Bitterfeld/Wolfen bildet den nördlichen Teil des mitteleuropäischen Industriegebietes im Raum Halle/Leipzig. Es gehört zum Landkreis Bitterfeld (Land Sachsen-Anhalt), der sich auf einer Fläche von etwa 450 km² westlich der Mulde erstreckt.

Aufgrund der natürlichen Ressourcen an Braunkohle sowie einer günstigen Wasserversorgung und Infrastruktur entstand ein Zentrum der chemischen Industrie, des Braunkohlebergbaus mit Veredlung sowie der Energieerzeugung.

1.1.2 Kleinräumige Einordnung

Das ÖGP gliedert sich in die Werksgelände der Chemie AG (CAG) Bitterfeld und der Filmfabrik Wolfen, die im Übergangsbereich der "Bitterfeld-Wolfener Ebene" mit den Niederungsgebieten der Mulde und Fuhne liegen. Die Geländehöhen fallen hier von ca. 92 m NN im Bereich der Hochlage bei Thalheim bis auf ca. 73 m NN in der Mulde- und Fuhneniederung ab.

Neben dem Werksgelände der CAG und der Filmfabrik Wolfen umfasst das ÖGP auch die zu beiden Betrieben gehörenden Deponien und Außenflächen.

Daneben wurden Flächen in das ÖGP einbezogen, die eindeutig in Folge der Nutzungen der CAG und der Filmfabrik als geschädigt gelten. Dabei handelt es sich vorwiegend um Gewässer (Gräben) und gewässernahe Flächen, die besonders stark durch Emissionen der Chemie beeinflusst wurden (sowohl luft- als auch wassergetragene Schadstoffe).

Flächen der CAG

Das industriell genutzte Werksgelände der CAG umfasst eine Fläche von ca. 6 km² bei einer Nord-Süd-Ausdehnung von 5,6 km und einer maximalen Ost-West- Ausdehnung von 2,5 km. Unter Einbeziehung der am westlichen Rand der CAG befindlichen Deponien ergibt sich eine Fläche von ca. 8,4 km² für den zusammenhängenden Betriebsbereich. Außerhalb der Kernfläche der CAG befindet sich eine Reihe weiterer Deponien. Das Kerngelände der CAG befindet sich auf einem weitgehend konstanten Höhenniveau von ca. 78 m NN, mit einem leichten Gefälle nach Osten.

An den Kernbereich der CAG grenzen im Süden die Stadtlage der Stadt Bitterfeld, im Osten die Ortslagen der Gemeinde Greppin bzw. der Stadt Bitterfeld und Grünflächen, im Westen die Bundesstraße B184 und Teile der Stadt Wolfen sowie im Norden die zentrale Ortslage der Stadt Wolfen.

Filmfabrik Wolfen

Das Werksgelände der ehemaligen Filmfabrik Wolfen mit einer Fläche von ca. 165 ha grenzt im östlichen und nördlichen Teil an die Stadt Wolfen an. Im westlichen und süd-

lichen Teil schließt sich von der B 184 ausgehend halbkreisförmig bis zur Straße nach Thalheim das Außengelände der Filmfabrik an. Hier sind zahlreiche Deponien und Tagbaurestlöcher zu finden. Dieses Gebiet umfasst eine Fläche von ca. 435 ha. Die Gesamtfläche der Filmfabrik beträgt somit 600 ha. Der Kernbereich der Filmfabrik befindet sich morphologisch auf einer Hochlage mit einer Geländehöhe von ca. 88 m NN.

1.2 Umweltrelevante Schadstoffe

Chemie AG

Insgesamt sind in der CAG über 3.000 verschiedene Produkte hergestellt und die entsprechenden Ausgangsstoffe gehandhabt worden.

Das Schadstoffpotential der kontaminierten Flächen ist im Wesentlichen auf die ehemalige Nutzung der Fläche für die Produktion oder benachbarter Flächen als Deponien zurückzuführen. Entsprechend der vielfältigen Nutzungen und Produktionsarten der CAG ist ein sehr breites Spektrum verschiedenster organischer/anorganischer Stoffe anzutreffen.

Aufgrund der Fülle verschiedener Stoffe werden nachfolgend nur einige Hauptschadstoffe aufgezählt:

- Phosphor (gelb), Phosphorchloride, Phosphorpentasulfid,
- Trikresylphosphat, Triphenylphosphat,
- metallisches Hg im Boden und oberflächennahen Materialien, Chrom - VI Verbindungen (Chromsäure und Kaliumdichromat),
- LHKW,
- MKW,
- Dioxine/Furane,
- Kobalt- und Nickelsalze, zinnorganische Verbindungen (Holzschutzmittel), Zinntetrachlorid,
- schmelzflüssige Chlorphenole,
- LHKW (Tetrachlorkohlenstoff, Tri- und Perchlorethylen, Tetra-, Penta- und Hexachlorethan,
- BTEX (Benzol, Benzolderivate),
- Chlorierte Aromaten (Mono- und Dichlorbenzol),
- HCH-Isomere, HCH-Fehlchargen,
- Phenole,
- Pflanzenschutzmittel (Chloral, Bi 58),
- Cyanidverbindungen,
- Schwermetalle (Arsen, Blei, Vanadium, ...),
- Schwefelkohlenstoff,
- PAK,

- Säureharze, Schwefelsäure, anorganische Säuren und Laugen.

Auf den Deponien der CAG sind sowohl Produkte, Zwischenprodukte, Abfälle der über 100-jährigen Produktionsgeschichte der CAG zu finden, als auch Abfälle der umliegenden Unternehmen, Kommunen etc. Einzelheiten werden an dieser Stelle nicht aufgeführt.

Filmfabrik Wolfen

Der Umgang mit Stoffen in der Filmfabrik war vor allem durch das Anwenden bzw. Verwenden von Stoffen geprägt. Hierbei ist von mehreren hundert Rohstoffen und Zwischenprodukten wie Säuren, Basen, Salzen, Schwermetallen, organischen Lösungsmitteln und anderen organischen Verbindungen auszugehen. Folgende Hauptstoffe, -produkte und -abfälle wurden in den einzelnen Produktionsbereichen eingesetzt bzw. fielen an:

- Filmproduktion
 - Säuren, Laugen und Salze (Natronlauge, Salzsäure, Phosphorsäure, Natriumsulfat u.a.)
 - Schwermetallverbindungen (Zinksulfat, Goldchlorid, Silbernitrat, Raney-Nickel u.a.)
 - Organische Lösungsmittel (Aceton, Alkohol, Toluol, Xylol, Ethylenchlorhydrin, Methylenchlorid u.a.)
 - weitere organische Verbindungen (Tetrachlorkohlenstoff, Phenol u.a.)
 - Zurichtstoffe (Acetylcellulose, PETP-Granulat, Caprolactam, Gelatine u.a.)
 - Zellstoff, Lignin (Alkali-Lignin, Ligninsulfonsäure)
- Magnetbandproduktion
 - Eisenverbindungen, Chromverbindungen
 - Kalilauge
 - organische Verbindungen (Dichlorethan, Cyclohexan u.a.)
 - Zurichtstoffe (Magnetbandware, PeCe-Bindemittel, Magnetit, Chromdioxid, Acetatcellulose und PETP-Folie, div. Polymere in kleinen Mengen)
- Chemiefaserproduktion
 - Laugen (Natronlauge, u.a.)
 - Natriumhydrogensulfid
 - Säuren (Schwefelsäure, Salzsäure, Essigsäure, Phosphorsäure u.a.)
 - Gase (Chlor, Schwefeldioxid, Ammoniak u.a.)
 - organische Verbindungen (Schwefelkohlenstoff, Glycerin, Aceton u.a.)
 - Zurichtstoffe (PCU-Pulver, Wasserstoffperoxid, Entschäumer u.a.)
- Technischer Bereich
 - Mineralöle, Fette
 - Ammoniak, Säuren, Laugen, Beizen
 - SO₂, Braunkohlenaschen, Schwermetalle

2 Grundwasserhydraulische Verhältnisse

Wegen der komplexen geologisch-hydrogeologischen Situation werden die Verhältnisse ausführlich dargestellt.

2.1 Geologie

Regionalgeologisch liegt das Untersuchungsgebiet im Zentralbereich der Halle-Wittenberger Scholle, die im wesentlichen aus permischen Gesteinen des Variszikums besteht. Der allgemeine Profilaufbau stellt sich vom Liegenden zum Hangenden wie folgt dar:

Prätertiär : Der tiefe Untergrund ist von izaolinitisierten Porphyren des unteren Rotliegenden aufgebaut. Die Festgesteinsoberkante befindet sich bei ca. 80 - 100 m u GOK.

Tertiär: Über den paläozoischen Gesteinen lagern obereozäne Schichten (Tone, Sande, Kiese) mit lokal eingeschalteten Braunkohleflözen. Darüber lagert ca. 60 m u GOK der mitteloligozäne Rupelton. Er ist im Untersuchungsgebiet durchgängig verbreitet und weist eine Mächtigkeit von ca. 15 m auf. Im Hangenden folgen durchgängig ca. 40 m glimmerhaltige Fein- und Mittelsande. Über dem Glimmersandhorizont folgt meist der miozäne Bitterfelder Flözkomplex mit einer Mächtigkeit bis 15 m.

Quartär: Die pleistozänen Schichten bestehen an der Basis ab ca. 10 m u GOK überwiegend aus saaleeiszeitlichen Flussschottern (Sande und Kiese). In diese sind lokal linsenförmig Geschiebemergel- und Toneinlagerungen eingebettet. Den Abschluss bildet eine geringmächtige Decke aus humosen Sanden des Holozäns, die im Bereich der Betriebsgelände i.d.R. ausgeräumt und durch Auffüllungen ersetzt wurde.

Aufgrund des großflächig vorhandenen obertägigen Bergbaus im Gebiet (im Betriebsteil Süd auch unterirdischer Braunkohlealtbergbau) sind die geologischen Strukturen erheblich gestört. In den ausgekohlten Bereichen wurden die quartären und tertiären Lockersedimente weitgehend abgetragen und die Braunkohle bis zu den oberoligozänen Glimmersanden abgebaut. Das zusammenhängende Abbaugelände wird durch die diversen Ortslagen begrenzt. Die entstandenen Restlöcher wurden mit Abraum verfüllt oder als Deponien für kommunale und industrielle Abfälle genutzt (sog. Kippenbereiche). Vor diesem Hintergrund ist in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes von einem sehr heterogenen Aufbau im Hangenden der Glimmersande auszugehen.

2.2 Hydrogeologie

Von wasserwirtschaftlicher Bedeutung im Untersuchungsgebiet sind die Ablagerungen des Tertiär und Quartär. Der Hauptgrundwasserleiter ist hier überwiegend innerhalb der Bitterfelder Glimmersande in einer Mächtigkeit von ca. 40 m ausgebildet und wird im Liegenden durch den bis zu ca. 15 m mächtigen Rupelton begrenzt, der einen regional ausgebildeten Grundwasserstauer darstellt. Er besitzt eine mittlere Durchlässigkeit von ca. $k_f = 10^{-11}$ m/s und bildet damit die Sohle des Grundwasserleiters.

Die Sedimente des tertiären Grundwasserleiters bestehen aus Fein- bis Mittelsanden und weisen eine mittlere Durchlässigkeit von $k_f = 10^{-4} - 10^{-5}$ m/s auf. Über diesem Ho-

Horizont war größtenteils der Bitterfelder Flözkomplex ausgebildet, der als Grundwasserstauer gilt. Das im Hangenden der Kohle folgende quartäre Grundwasserstockwerk besitzt eine Mächtigkeit von ca. 15 m. Der Durchlässigkeitsbeiwert der pleistozänen Sande und Kiese liegt bei ca. $k_f = 10^{-3}$ m/s. Die vorhandenen Kippenbereiche besitzen eine wesentlich geringere Durchlässigkeit.

Durch das Fehlen des Kohleflözes stehen die verkippten Bereiche im direkten Kontakt mit den tertiären Grundwasserleitern. Aufgrund der großräumigen bergbaulichen Aktivitäten im Gebiet kann daher davon ausgegangen werden, dass regional das quartäre und tertiäre Grundwasserstockwerk in hydraulischem Kontakt stehen.

Von entscheidender Bedeutung für die hydrogeologische Situation des Raumes nördlich von Wolfen ist ein hier ausgebildetes elsterglaziales Rinnensystem, das im Süden entlang der Linie Wolfen - Muldenstein begrenzt ist. Das Tertiär ist im Bereich der Rinne (Burgkemnitzer Rinne) bis auf den Rupelton ausgeräumt und im Bereich Bobbau - Wolfen - Jeßnitz durch feinkörniges karbonathaltiges Beckenmaterial (Moränenmaterial) ersetzt worden, das transmissivitätsmindernde und stoffrückhaltende Auswirkungen haben kann.

2.3 Grundwasserdynamik

Durch die wasserwirtschaftlichen Maßnahmen, insbesondere im Bereich des Bergbaus, sind derzeit erhebliche Veränderungen der Grundwasserfließverhältnisse festzustellen. Nach jahrzehntelangen Maßnahmen zur Wasserhaltung im Rahmen des Braunkohleabbaus führt die Flutung bzw. das Auflassen der Restlöcher einerseits zu steigenden Grundwasserständen, andererseits zu Veränderungen im generellen Fließregime (Fließrichtungen und Abstandsgeschwindigkeiten). Dabei werden sich wieder quasi-natürliche hydraulische Verhältnisse einstellen.

Der Grundwasserspiegel hat im ÖGP mit ca. 80 m NN eine Hochlage im Bereich des Betriebsgeländes der Filmfabrik. Die Grundwasserstände fielen vor der Flutung von hier in nordöstliche Richtung mit der Fuhne zur Mulde hin auf ca. 70 m NN ab. Im Bereich von Bitterfeld lagen die Grundwasserstände zwischen 76 m NN im Südwesten und 73 m NN im Norden und Osten.

Flurnahe Grundwasserstände sind vor allem in der Mulde und in den angrenzenden Gebieten anzutreffen. Wegen der morphologischen Hochlage des Betriebsgeländes der Filmfabrik liegen die Flurabstände hier zwischen 6 und 8 m.

Grundlage der zukünftigen Grundwasserverhältnisse im Gebiet sind die für den Bergbau zu berücksichtigenden Randbedingungen. Der Wasserstand des Tagebaus Goitsche wird danach mit 75,5 m NN und des Restloches Köckern mit 80 m NN angesetzt. Die südlich liegenden übrigen Tagebaurestlöcher werden zu einem Verbundsystem zusammengefasst. Die abfließenden Wässer werden über das Restloch Goitsche über die Leine bzw. über den Land-/Schachtgraben direkt zur Mulde abgeleitet.

Weitere Beeinflussungen ergeben sich durch grundwasserhydraulische Sanierungs- und Sicherungssysteme (z. B. „Bayer-Riegel“ mit ca. 3,5 Mill. m³/a Wasserförderung).

Unter den genannten Bedingungen stellen sich nach Ende der Flutung großräumig weitgehend wieder die quasi-natürlichen Abflussverhältnisse mit einer Hauptströmung zur Mulde ein. Mit den veränderten Randbedingungen in den Tagebaurestlöchern Goitsche und Köckern ergeben sich großräumig zwei Abstromgebiete, die nur lokal durch im Rahmen von Gefahrenabwehrmaßnahmen erforderliche Wasserhebungen beeinflusst werden.

Das Wasser aus dem Bereich Goitsche strömt überwiegend über das Grundwasser der Mulde zu und beeinflusst die Fließverhältnisse im Bereich der Betriebsflächen vergleichsweise gering. Ursache hierfür sind die Dränwirkung kleinerer Vorfluter, über den der Abfluss aus der Goitsche z.T. abgefangen wird und die direkte Nähe zur Mulde.

Erhebliche Veränderungen, insbesondere für den westlichen Grundwasserzustrom in Richtung der Betriebsflächen, ergaben sich durch das aufgelassene Restloch Köckern. Der Zustrom bei einer Breite des Bereiches von ca. 6 km wird mit rd. 12 Mio. m³/a abgeschätzt, wobei ein Teil hiervon vor allem in dem Verbundsystem Köckern und in Wasserhaltungen aufgenommen wird. Die Abstromverhältnisse im Bereich der Betriebsflächen bleiben weiterhin nach Norden gerichtet und folgen hier dem Talweg mit dem Gewässersystem Fuhne und weiterer kleinerer Vorfluter zur Mulde. Der Abstrom aus dem Gebiet ist mit rd. 9 Mio. m³/a anzusetzen.

Gegenüber den damaligen Verhältnissen erhöhte sich durch die Flutungen die Abstrommenge aus den Betriebsflächen erheblich. Für den Abstrom in Richtung Nord/Nordost ist ca. mit einer 2,5fachen Abstrommenge zu rechnen (abzüglich der Hebungsmengen des „Bayer-Riegels“). Die Erhöhungen des Grundwassers in den hierdurch beeinflussten Gebieten liegen bei ca. 2 m. In der Mulde ist mit Erhöhungen bis zu drei Metern zu rechnen.

3 Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation

3.1 Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring

Als Datengrundlage der Darstellungen des Schadensbildes im Grundwasser stehen die Ergebnisse von Monitoringrunden verschiedener Maßnahmeträger im Jahr 2000 zur Verfügung, die entsprechend zusammengefasst wurden.

Im Bereich des ÖGP Bitterfeld/Wolfen werden seit Jahren umfangreiche Grundwassermessungen zur Beurteilung der hydraulischen Grundwassersituation sowie der Grundwassergüte durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgen seit etwa 1995 und werden in Form von technischen Abschlussberichten zusammengefasst.

Seit 1995 wird das Grundwassermessnetz entsprechend den Erfordernissen durch die Errichtung von neuen GWMS erweitert. Im Ergebnis der Auswertung der jährlich durchgeführten Grundwasseruntersuchungen wird das Monitoringprogramm entsprechend der Entwicklung der Schadstoffsituation und der jeweiligen Aufgabenstellungen angepasst und optimiert.

Die Schadenssituation des Grundwassers im Bereich des ÖGP Bitterfeld/Wolfen wird durch die folgende Anzahl in 2000 beprobte GWMS dargestellt (grundwasserleiterspezifisch):

Quartär:	342
Tertiär:	176
Tertiärbasis:	95

3.2 Hauptschadstoffe

Die Belastungssituation 2000 wird durch folgende Hauptschadstoffe bestimmt:

- Chlorbenzole
- LHKW
- Nitrochlorbenzole
- BTEX (Benzol)
- Chloraniline
- Kresole
- HCH
- Zinnorganische Verbindungen
- Prometryn
- Dimethoat

Lokal treten zusätzlich noch Schwermetallbelastungen auf.

Für die Charakterisierung der Belastungssituation im Grundwasser werden aus der Fülle der untersuchten Parameter folgende Stoffe als Leitschadstoff ausgewählt und dargestellt:

- Benzen (Anlage 4.1)
- Trichlormethan (Anlage 4.2)
- Trichlorethen (Anlage 4.3)
- Vinylchlorid (Anlage 4.4)
- Monochlorbenzen (Anlage 4.5)
- Chlorphenole (Anlage 4.6)

Darüber hinaus erfolgte eine zusammenfassende Darstellung der Belastungssituation durch chemietypische Stoffe auf der Basis von Geringfügigkeitsschwellen (Anlage 4.7/Anlage 4.8). Dadurch ist eine einheitliche Darstellung für unterschiedliche Schadstoffe möglich. Die Anlagen enthalten zusätzlich die Hintergrundbelastungen durch andere Schadstoffe (z.B. Sulfat), die nicht durch die Chemieindustrie eingebracht wurden.

3.3 GW-Kontamination

Die Darstellung der Belastungssituation erfolgt im Folgenden unter Berücksichtigung der einzelnen Abstrombereiche Süd (Goitsche), Greppin, Nordost, Nord.

Benzen (Anlage 4.1)

Im Quartär beschränken sich die hohen Belastungen im Wesentlichen auf den Bereich des Werksgeländes im Abstrombereich Süd, auf den zentralen Teil des Werksgeländes sowie auf den nördlichen Teil des Werksgeländes der CAG. Die 100fache Geringfügigkeitsschwelle wird in diesen Bereichen überschritten. 100fache Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwelle sind auch im Bereich des Forschungsprojektes Safira vorhanden. Die Belastungen im Bereich der ehemaligen Filmfabrik Wolfen (Areal A) erreichen die 10fache Geringfügigkeitsschwelle. Im Abstrombereich Nord reichen die Überschreitungen der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle bis nahezu an die Fuhneue heran.

Im Tertiär ist ein wesentlich größerer Bereich mit Kontaminationen oberhalb der 100fachen Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle im Bereich des Abstromes Süd vorhanden, der aus abströmenden Schadstoffen in Richtung Goitsche resultiert. In den Hauptbelastungsbereichen zentrales (Bereich Antonie) sowie nördliches Werksgelände wird auch im Tertiär die 100fache Geringfügigkeitsschwelle in mehreren GWMS überschritten. Im Abstrombereich Nord (Stadtgebiet Wolfen) wird in einer GWMS die Geringfügigkeitsschwelle 100fach überschritten.

Auch im Bereich der Tertiärbasis werden noch Überschreitungen der 100fachen Geringfügigkeitsschwelle in den o.g. Hauptbelastungsbereichen nachgewiesen. Auffällig sind die Überschreitungen der 100fachen Geringfügigkeitsschwelle im Bereich des Areals A.

LHKW (Anlagen 4.2 – 4.4)

Die LHKW-Verteilung wurde anhand der Parameter Trichlormethan, Trichlorethen und Vinylchlorid dargestellt. Prinzipiell vergleichbar sind die Schadstoffverteilungen von Trichlormethan und Trichlorethen. Beim Parameter Vinylchlorid ist zu beachten, dass die Geringfügigkeitsschwelle wesentlich niedriger liegt und somit größere Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwelle entstehen.

Bei den LHKW ist eine ähnliche Schadstoffsituation wie bei Benzen zu beobachten. Hauptbelastungsbereiche sind der Abstrom Süd, das zentrale Werksgelände im Bereich Antonie sowie der Nordteil des Werksgeländes.

Im Quartär sind die Belastungen im Abstrom Süd im Wesentlichen auf das Werksgelände beschränkt und erreichen Konzentrationen größer der 1.000fachen Geringfügigkeitsschwelle. Im zentralen Werksgelände überschreiten die Kontaminationen im Bereich der Antonie die 1.000fache Geringfügigkeitsschwelle beim Parameter Trichlorethan. Im nördlichen Werksgelände wird nur an einer Stelle der Maximalwert der 100fachen Geringfügigkeitsschwelle erreicht. Die Belastungen im Areal A treten dagegen in den Hintergrund, da hier nur die 10fache Geringfügigkeitsschwelle überschritten wird.

Im Tertiär erreichen die LHKW-Belastungen oberhalb der 1.000fachen Geringfügigkeitsschwelle im Bereich des Stadtgebietes Bitterfeld eine wesentlich größere Ausdehnung in Abstromrichtung zur Goitsche. Beim Parameter Trichlormethan werden in den Hauptbelastungsbereichen Antonie und nördliches Werksgelände die Geringfügigkeitsschwellen in einigen GWMS 1.000fach überschritten.

Auch im Bereich Tertiärbasis werden die Geringfügigkeitsschwellen um das 1.000fache im Abstrombereich Süd und im nördlichen Betriebsgelände überschritten. Im Bereich

der Antonie wurden noch Überschreitungen der 100fachen Geringfügigkeitsschwelle nachgewiesen. Im Abstrombereich Nord wird in einer Messstelle im Bereich des Schachtgrabens die Geringfügigkeitsschwelle um das 10fache überschritten.

Auch der Parameter Vinylchlorid spiegelt das dargestellte Belastungsbild wider. Im Abstrombereich Nord erreichen die Vinylchlorid-Konzentrationen jedoch eine größere Ausdehnung mit Überschreitungen der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle. Auch im Bereich des Areals A werden im Gegensatz zu den anderen Parametern höhere Konzentrationen nachgewiesen.

Monochlorbenzen (Anlage 4.5)

Für das ÖGP Bitterfeld kann der Parameter Monochlorbenzen (MCB) als Leitschadstoff angesehen werden. Dies spiegelt sich auch an der Schadstoffverteilung dieses Parameters wider.

Im Quartär ist dieser Parameter nahezu flächendeckend mit Konzentrationen oberhalb der 100fachen Geringfügigkeitsschwelle vorhanden. Die Kontaminationen sind hier bereits bis zur Mulde- und zur Fuhneue vorgeedrungen.

Im Tertiär lockert sich das Bild der flächenhaften Verbreitung von MCB. Hier sind vor allem in Abstrom Nord noch relativ großflächig Konzentrationen oberhalb der 100fachen Geringfügigkeitsschwelle vorhanden.

Auch im Bereich Tertiärbasis überschreiten die gemessenen Konzentrationen vor allem im Abstrom Nord und dem Areal A die 100fache Geringfügigkeitsschwelle. In den anderen Schadensbereichen wird die 100fache Geringfügigkeitsschwelle nur in 2 GWMS überschritten.

Chlorphenole (Anlage 4.6)

Das Bild der Schadstoffverteilung der Chlorphenole wird im Quartär vor allem geprägt durch die Kontaminationen oberhalb einer 100fachen Geringfügigkeitsschwelle im nördlichen Teil des Werksgeländes und hier vor allem im Bereich der Abwehrbrunnenanlage („Bayerriegel“). Vereinzelt werden noch Konzentrationen im Abstrombereich Greppin, im Areal A und im Betriebsteil Süd der CAG angetroffen.

Im Tertiär setzt sich das Belastungsbild fort. Aufgrund der geringen Messstellendichte werden im Areal A nur noch Konzentrationen kleiner der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle nachgewiesen.

Im Bereich Tertiärbasis sind relevante Belastungen größer der 10- bzw. der 100fachen Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle vor allem im Areal A, im nördlichen Bereich des Betriebsgeländes und im zentralen Betriebsgelände im Bereich der Antonie vorhanden.

Insgesamt gesehen bleiben die Chlorphenol-Belastungen auf das Werksgelände der CAG und auf das Gelände der ehemaligen Filmfabrik Wolfen beschränkt.

3.4 Schadstoffverbreitung und -transport im Grundwasser

Gemäß der hydrogeologischen Gliederung werden für die Darstellung der Belastungssituation folgende Grundwasserleiter unterschieden:

- Quartärer Grundwasserleiter
- Tertiärer Grundwasserleiter (oberer Bitterfelder Glimmersand)
- Basis des tertiären Grundwasserleiters (oberhalb des Rupeltones, unterer Bitterfelder Glimmersand)

Das Grundwasser ist im Raum Bitterfeld großräumig sowohl im tertiären als auch im quartären Grundwasserleiter belastet. Die Belastung rührt vom Stoffeintrag aus den unterschiedlichsten Betriebsflächen und Deponien her. Die Stoffeinträge erfolgten zu unterschiedlichen Zeitpunkten und sind mit der Grundwasserströmung großräumig im Betrachtungsgebiet verteilt. Eine eindeutige Zuordnung zu den Betriebsflächen ist nicht mehr möglich, die Schadstofffahnen haben zumeist den Quellbereich verlassen und sich mit anderen Stoffeinträgen großräumig vermischt. Aus diesem Grund wird der kontaminierte Grundwasserbereich als eigenständiger Schadensherd betrachtet, der eine Gefahr für Schutzgüter darstellen kann.

Schadstoffpotential

Die Lage des verunreinigten Grundwasserbereiches lässt sich im nördlichen Abstrombereich an der Fuhne abgrenzen. Im südöstlichen Abstrom reicht er bis in die Kippenbereiche der Restlöcher Goitsche und Holzweißig. Er erfasst damit die gesamten Betriebsflächen der CAG und der Filmfabrik und Teile des Stadtgebietes Bitterfeld.

Die vertikale Ausdehnung der Kontaminationen erstreckt sich über die gesamte Mächtigkeit der quartären und tertiären Grundwasserleiter von ca. 40 m, wobei z.T. deutlich höhere Grundwasserbelastungen in den tieferen Schichten (> 25 m u GOK) nachgewiesen wurden. Das gesamte verfügbare kontaminierte Wasservolumen lässt sich bei einer Flächenausdehnung von rd. 25 km² und einer effektiven Porosität von 20 % mit ca. $2 \cdot 10^8$ m³ abschätzen.

Im Einzelnen ergibt sich folgende Situation:

- Aus den hydrochemischen Untersuchungen lassen sich stark kontaminierte Abstromfahnen aus den Betriebsflächen nördlich des Betriebsgeländes der Filmfabrik, östlich von Greppin/Bitterfeld und südöstlich im Stadtgebiet Bitterfeld ausmachen. Die Kontaminationsfahne lässt sich nördlich der Fuhne in Richtung Nordosten bis zur Mulde verfolgen, wobei hier als wesentliche Ursache die Belastung des Schachtgrabens als Abwasserableiter zum Spittelwasser zu nennen ist.
- Der Bereich mäßig belasteten Grundwassers im Raum Bitterfeld-Wolfen hat eine horizontale Ausdehnung in Nord-Süd-Richtung von ca. 10,5 km und in West-Ost-Richtung von max. 6,5 km. Die durchschnittliche West-Ost-Ausdehnung beträgt 3 km.

- Der Bereich starker Grundwasserkontaminationen hat eine Ausdehnung in Nord-Süd-Richtung von ca. 8 km und in West-Ost-Richtung von max. 6 km. Die durchschnittliche West-Ost-Ausdehnung beträgt 2 km.

Generell ist festzustellen, dass die Schadstoffausbreitung im tieferen Grundwasserleiter weiter fortgeschritten ist als in den oberflächennahen Bereichen. Das kann einerseits darauf zurückgeführt werden, dass die zahlreichen Wasserhebungsmaßnahmen auf den Betriebsflächen meist den oberen Grundwasserleiter betreffen und andererseits die außerhalb dieser Flächen im Bereich der Tagebaue installierten Sumpfungsmassnahmen das Wasser des tieferen Grundwasserleiters heben und damit den Schadstofftransport beschleunigen.

Neben den Betriebsflächen selbst, einschließlich der Deponien, sind weitere Kontaminationsquellen für das Grundwasser zu beachten:

- Schachtgraben (Abwasserableiter zum Spittelwasser) im direkten Abstrom der Betriebsflächen; Grundwasserbeeinflussung durch Benzol, AOX, Ammonium
- Überschwemmungsgebiet der Mulde nördlich und nordwestlich von Jeßnitz; Grundwasserbeeinflussung durch Arsen, Cadmium
- Abwasserverregnungsfläche Reuden; Grundwasserbeeinflussung durch Arsen, Cadmium, Ammonium, Nitrat, Phosphat und AOX

Aus den Ergebnissen des Grundwassermonitorings ist ableitbar, dass von einer Vielzahl organischer und anorganischer Stoffe im Grundwasser auszugehen ist, wobei problematische organische Belastungen durch halogenierte Kohlenwasserstoffe flächendeckend hervortreten. Diese Stoffgruppen zeichnen sich in der Regel durch ein hohes toxisches Potential sowie hohe Mobilität und Persistenz aus. Zum Teil ist mit Umwandlungsprodukten zu rechnen, die eine höhere Toxizität aufweisen als der Ausgangsstoff selbst (z.B. Vinylchlorid). Darüber hinaus sind ebenfalls großräumig Belastungen durch Ammonium, Chlorid und Sulfat feststellbar. Lokal und einzelnen Quellen zuordenbar sind vorhandene Belastungen durch Schwermetalle, Phenole und BTEX (vornehmlich Benzol).

Für den Betriebsteil Filmfabrik ergibt sich eine sehr hohe organische Belastung durch Organohalogene im tieferen Grundwasserleiter, insbesondere durch Trichlormethan im oberen Grundwasserleiter und durch Benzol im tieferen Grundwasserleiter vor allem im nördlichen Bereich der Betriebsfläche.

Die Milieubedingungen im kontaminierten Grundwasser können folgendermaßen charakterisiert werden:

- Bereichsweise treten Temperaturanomalien hervor. Als Ursache kommen entweder Abwasserversickerungen aus der undichten Kanalisation, Kühlwassereinträge oder Reaktionswärme durch Abbau- und Stoffumwandlungsprozesse in Frage.
- Der pH-Wert liegt bereichsweise unter 6.
- Es herrscht allgemein ein reduzierendes Milieu vor.

Das Schadstoffpotential des kontaminierten Grundwassers muss aufgrund der Größe des Bereiches, der Stoffvielfalt, des anzunehmenden toxischen Potentials der Stoffe und der z.T. sehr hohen Stoffkonzentrationen als extrem hoch eingestuft werden.

Schadstoffausbreitung

Unter den derzeitigen Abflussbedingungen findet eine Schadstoffausbreitung aus dem Bereich der Betriebsflächen mit dem über die drei Abstromgebiete abfließenden Grundwasser statt, was auch durch die Ergebnisse des Grundwassermonitorings bestätigt wird. Aufgrund des geringen Anteils an organischer Substanz in den anstehenden grundwasserleitenden Sandhorizonten ist von einem insgesamt nur geringen Retardationspotential auszugehen. Inwieweit die vorhandenen komplexen Stoffgemische - z.T. im Wasser gelöst, z.T. in Phase auf dem Korngerüst - Einfluss auf die Transportbedingungen nehmen, kann im Einzelnen nicht beurteilt werden. Generell kann davon ausgegangen werden, dass ein großräumiger Stofftransport nur für im Wasser gelöste Stoffe möglich ist. Möglich ist aber auch der Transport von Schwerphase entsprechend der Morphologie des Grundwasserstauers. Lokal vorhandene Stoffvorkommen in Phase können als ständige Lösungsquelle für Stoffe zur Verfügung stehen.

Der Schadstofftransport ist in nördlicher Richtung zur Fuhne und mit dem Gewässersystem Schachtgraben und Spittelwasser zur Mulde möglich.

Eine direkte Zuströmung kontaminierter Wässer zur Mulde in östlicher Richtung wird durch die Vorflutfunktion der parallel zur Mulde verlaufenden Nebenvorfluter verhindert. Generell ist davon auszugehen, dass der Schadstofftransport dem Talweg des Grundwassers mit der Mulde folgt. Das gilt für das oberflächennahe Grundwasser und für den tieferen Grundwasserleiter. Die Burgkernitzer Rinne verhindert den weiteren Abstrom in bisher unbekannter Weise.

4 Erstbewertung der Grundwasserbelastung mit Gefahrenbeurteilung

4.1 Schutzgutsituation

Schutzgut	Bemerkungen
Mensch	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsplätze auf den Betriebsgeländen des Chemieparks und der Filmfabrik sowie weiterer Flächen des Großprojektes (Depotien etc.), Empfindlichkeit gegeben durch Möglichkeit des Direktkontaktes zu Schadstoffen im Boden, Grundwasser bzw. durch Ausgasungen und Abwehungen insbesondere bei Bau- und Sanierungsmaßnahmen • auf den Flächen verkehrende Menschen im Rahmen der Neunutzung/Restrukturierung • sensible Bereiche im Umfeld der Betriebsflächen, vor allem Schulen, Kindertageseinrichtungen, Klein- und Hausgärten etc. • Wohnbereiche mit hoher Einwohnerdichte innerhalb der Stadtgebiete von Bitterfeld und Wolfen sowie der Gemeinde Greppin
Grundwasser	<ul style="list-style-type: none"> • Trinkwasserschutzzone liegen nicht im Einflussbereich der

Schutzgut	Bemerkungen
	Großprojektflächen; das Trinkwasserschutzgebiet „Bobbau“ ist aufgehoben <ul style="list-style-type: none"> • Wasserfassungen im Betrachtungsgebiet als Sicherungsmaßnahmen und Grundwasserhebungsmaßnahmen • Brauchwasserbrunnen in Kleingartenanlagen
Oberflächengewässer	<ul style="list-style-type: none"> • zahlreiche Oberflächengewässer in Form von wassergefüllten Restlöchern (z.B Freiheit II, Strandbad Sandersdorf) • Strengbach, Schachtgraben, Spittelwasser, Leine, Fuhne, Mulde
Boden ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Boden im Industriegebiet in seiner Funktion als Träger von Gebäuden, Maschinen und Anlagen • Teile des mittelbaren Umgebungsbereiches (landwirtschaftliche und gärtnerische Nutzung)
Landschaft	<ul style="list-style-type: none"> • gesamter mittelbarer Umgebungsbereich von Bitterfeld, insbesondere Muldental und entstehende Restlochseenlandschaft
Pflanzen und Tiere	<ul style="list-style-type: none"> • Teile des mittelbaren Umgebungsbereiches, Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete im Umfeld
Kultur- und Sachgüter	<ul style="list-style-type: none"> • denkmalgeschützte Gebäude und archäologische Stätten im Umfeld (BGB § 904 ff.)

¹⁾ In seiner Funktion als Schadstoffreservoir und Schadstofftransportmedium wird der Boden gesondert betrachtet, diesbezüglich hat er aber keinen Schutzgutstatus sondern ist in Hinsicht auf die Gefährdung anderer Schutzgüter zu bewerten.

Mensch

Das Umfeld der Industriebereiche in Bitterfeld und Wolfen ist durch zahlreiche Wohn-, Kleingarten- und Erholungsgebiete gekennzeichnet und unterliegt damit in wesentlichen Teilen einer sensiblen Nutzung.

Als besonders sensible Bereiche sind die ausgewiesenen bzw. in der Ausweisung befindlichen Landschaftsschutzgebiete sowie die unmittelbar an die Industriebereiche angrenzenden bzw. durch das aufgehende Grundwasser beeinflussten Wohnbereiche zu benennen.

Neben den bereits oben benannten Bereichen, in denen sich Menschen über längere Zeiträume aufhalten bzw. aufhalten werden, sind hinsichtlich einer Gefährdungsbeurteilung vor allem die auf den Werksgeländen tätigen Menschen zu benennen.

Die Betriebsflächen der ehemaligen Filmfabrik und Chemie AG sind in den Entwicklungskonzepten des Landes Sachsen-Anhalt und den Flächennutzungsplänen der ehemaligen Filmfabrik und Chemie AG als reine industriell/gewerblich genutzte Flächen ausgewiesen. Für diese Flächen ist die weitere industrielle Nutzungsmöglichkeit zu sichern.

Grundwasser

Trinkwasserschutzgebiete

Die Schutzgutsituation Trinkwasser ist durch folgende, im Umfeld von Bitterfeld ausgewiesene, Trinkwasserschutzgebiete geprägt:

- Trinkwasserschutzgebiet Zörbig
- Trinkwasserschutzgebiet Marke
Nach Auskunft der Unteren Wasserbehörde wurde inzwischen ein Verfahren zur Aufhebung des Schutzgebietes eingeleitet.
- Trinkwasserschutzgebiet Quellendorf
- Trinkwasserschutzgebiet Zschepkau
- Trinkwasserschutzgebiet Rösa
- Trinkwasserschutzgebiet Carlsfeld.

Im Regionalen Entwicklungsprogramm sind folgende Gebiete als Vorsorge- und Vorrangflächen für die Wassergewinnung ausgewiesen:

- Vorranggebiet Quellendorf Süd (TWSG)
- Vorranggebiet Bobbau
Aus wasserrechtlicher Sicht wurde der Vorrangstatus dieses Gebietes inzwischen aufgehoben. Weitergehende Informationen zum aktuellen Status des Vorranggebietes Bobbau liegen bisher nicht vor.
- Vorranggebiet Zschepkau (TWSG)
- Vorranggebiet Landsberg
- Vorsorgegebiet Zörbig.

Das im Landesentwicklungsprogramm festgelegte Vorsorgegebiet für Wassergewinnung „Elbtalwanne zwischen Dessau und Pretsch“ wird im Regionalen Entwicklungsprogramm nicht mehr ausgewiesen.

Genutzte Grundwasserreservoirs durch Hausbrunnen und Brunnen der Kleingartenanlagen etc.

In der weiteren Umgebung der Betrachtungsflächen befinden sich eine Reihe von Brauchwasserbrunnen, die durch Kleingartenanlagen zur Bewässerung genutzt werden. Die Brunnen befinden sich zum Teil bereits in Bereichen erhöhter Grundwasserbelastungen. Die Nutzung dieser Brunnen ist durch altes Recht erlaubt. Nach neuem Recht ist die Nutzung dieser Brunnen nicht mehr erlaubnis-, sondern lediglich noch anzeigepflichtig.

Ungenutzte Grundwasserreservoirs im Umfeld des Betriebsgeländes

Gemäß Landesentwicklungsprogramm ist das Grundwasser im gesamten Betrachtungsbereich als Vorsorgegebiet für die Wassergewinnung vorgesehen.

Oberflächengewässer

Die im Umgebungsbereich der Industrieflächen befindlichen Oberflächengewässer besitzen eine allgemeine Schutzwürdigkeit nach WHG und sächsisch-anhaltinischem Wassergesetz.

Hervorzuheben sind die Wasserflächen, die zur Naherholung genutzt werden (Freiheit II, Strandbad Sandersdorf) sowie die Vorfluter der Mulde im Bereich der ausgewiesenen LSG.

Durch die Einstellung von Wasserhaltungen werden sich insbesondere im Bereich Tagebaurestloch Goitsche sowie Köckern die Wasserflächen deutlich vergrößern, auch hier sind langfristig höherwertige Nutzungen vorgesehen.

Die gesamte Vorflutsituation ist der als Anlage 3 beiliegenden Karte zu entnehmen. Betroffen sind von dem vom Werksgelände abströmenden Grundwasser insbesondere folgende Gewässer:

- Leine
- Mulde
- Spittelwasser
- Fuhne
- Tagebaurestlochkomplex Goitsche.

4.2 Gefahrenbewertung

4.2.1 Grundwasserschadensbereich

Sowohl für den quartären als auch für den tertiären GWL sind im gesamten Werksgelände der CAG und der Filmfabrik Wolfen die Geringfügigkeitsschwellen der Grundwasserbelastung überschritten. Der Schaden am Schutzgut Grundwasser ist somit bereits eingetreten, er stellt sich allerdings hinsichtlich des Parameterspektrums und der Belastungshöhen differenziert dar:

- Für den quartären GWL kann für das Werksgelände der CAG postuliert werden, dass das gesamte Gelände als stark kontaminierter Bereich einzustufen ist. In großen Teilen des Werksgeländes werden die Geringfügigkeitsschwellen mehr als 200fach überschritten. Die Parameterüberschreitungen betreffen eine Vielzahl von Parametern, insbesondere Benzen, LHKW, SHKW, VC und 1,2-Dichlorethan.
- Für den tertiären Grundwasserleiter sind im Werksgelände der CAG drei stark kontaminierte Belastungsbereiche auszuhalten (siehe Anlage 4). Hinsichtlich der Stoffpalette gelten die gleichen Aussagen, wie für den quartären Grundwasserleiter.
- Für den quartären GWL im Werksgelände der Filmfabrik Wolfen gibt es nur einen räumlich sehr begrenzten stark belasteten Bereich im Nordteil des Werksgeländes. Dieser ist insbesondere auf eine Benzenbelastung zurückzuführen.
- Im tertiären GWL ist im Nordbereich des Werksgeländes der Filmfabrik Wolfen ein großräumig stark belasteter Bereich auszuhalten. Auch dieser Bereich ist auf hohe Belastungen mit Benzen und SHKW zurückzuführen.

Aufgrund der im Einzelnen nicht mehr bzw. nur teilweise nachvollziehbaren Zuordnung von Eintragsquellen sowie der Tatsache, dass die Hauptbelastungen bereits im gesättigten Bereich vorliegen und stellenweise Schadstoffphasen angetroffen worden sind (zum Beispiel Umfeld Antonie und BT Süd der CAG), ist das Grundwasser im Werksbereich als eigener Schadensherd anzusehen und zu bewerten. Eine Reinigung des

Grundwassers am Standort ist mit verhältnismäßigen Mitteln nicht möglich. Für das Grundwasser ist eine Nutzungsbeschränkung auszusprechen. Die Art der Nutzungsbeschränkung muss sich dabei am konkreten Belastungsbild orientieren.

Bzgl. des Schutzgutes Grundwasser am Standort ist somit festzustellen, dass sich die Gefahrenbeurteilung auf folgende Aspekte beschränkt:

- Weitergehende Einschränkung der Nutzbarkeit des Grundwassers

Zu einer weitergehende Einschränkung der Nutzbarkeit des Grundwassers kann es sowohl durch einen Schadstoffeintrag aus der ungesättigten Bodenzone kommen als auch durch die Ausbreitung stark belasteter Bereiche. Die Verhinderung der Ausbreitung stark belasteter Bereiche ist Gegenstand des folgenden Punktes.

- Ausbreitung des stark kontaminierten Bereiches in gering kontaminierte Bereiche

Eine Gefährdung der gering belasteten Bereiche durch die Ausbreitung stark belasteter Bereiche besteht sowohl für das Quartär als auch für das Tertiär.

Für die quartären Schichten ist diese Gefahr innerhalb des Betriebsgeländes der CAG allerdings gegenwärtig nachrangig, da fast das gesamte Betriebsgelände als stark kontaminiert einzustufen ist. Für die geringer belasteten Bereiche im Westteil des Betriebsgeländes ist eine Gefährdung durch die Ausbreitung stark kontaminierter Bereiche nicht zu besorgen, da sich im Anstrom keine stark belasteten Bereiche befinden. Auch für den quartären Abstrombereich der Antonie ist diese Gefahr aufgrund der geringen Durchlässigkeiten der im quartären Bereich vorhandenen Auffüllungen und der damit verbundenen geringen Strömungsmengen gering. Zu beachten ist allerdings, dass die stark belasteten tertiären Wässer aus dem Bereich der Antonie im weiteren Strömungsverlauf in das Quartär entspannen und somit einen Schadstofftransport in das Quartär bewirken. Aufgrund des erheblichen Schadstoffpotentials im tertiären Bereich der Antonie ist de facto mit einer ewigen Schadstoffnachspeisung zu rechnen.

Ein Zustrom aus stark belasteten quartären Bereichen in die im westlichen Teil des Betriebsgeländes der CAG liegenden gering belasteten Bereiche kann somit nur bei Wasserhaltungsmaßnahmen erfolgen. Das ist bei der Planung entsprechender Maßnahmen hinreichend zu beachten. Gleiches gilt für das Betriebsgelände der Filmfabrik Wolfen. Der früher im Bereich des Werksgeländes der Filmfabrik Wolfen vorhandene „Grundwasserberg“, der lokal zu einer Fließrichtungsumkehr nach Süd geführt hat, ist weitestgehend abgeklungen, so dass eine natürliche Ausbreitung der Grundwasserbelastung nur noch nach Norden erfolgen kann.

In tertiären Schichten ist die Ausbreitung der Grundwasserbelastung entsprechend der gegenwärtigen Grundwasserströmungsverhältnisse im Wesentlichen bereits bis zur Werksgrenze (BT Süd) erfolgt. Das gilt sowohl für das Gelände der CAG als auch der Filmfabrik Wolfen. Bei Beibehaltung dieser Strömungsverhältnisse ist somit eine Beeinflussung bisher gering belasteter Grundwasserbereiche durch Ausbreitung stark belasteter Bereiche innerhalb der Werksgelände wenig relevant.

Hinsichtlich vom kontaminierten Grundwasser ausgehender weitergehender Gefährdungen von Schutzgütern sind folgende Transferpfade zu diskutieren:

- Schutz des Menschen vor Ausgasungen

Bei Zutritt stark kontaminierter quartärer Wässer in Kellerräume von Gebäuden auf dem Betriebsgelände der CAG kann es zu Ausgasungen leichtflüchtiger Schadstoffe kommen. Untersuchungen im Bereich der Grundschule Greppin haben gezeigt, dass es dort beim Zutritt belasteten Grundwassers aus dem Chemiegelände zu Belastungen der Raumluft z.B. mit Tetrachlorethan im Keller von $5.500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in den Klassenräumen bis zu $3.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gekommen ist. Die Belastung des im Keller anstehenden Grundwassers mit Tetrachlorethan betrug zum Untersuchungszeitpunkt etwa $12.000 \mu\text{g}/\text{l}$. Der MAK-Wert für Tetrachlorethan beträgt $7.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$, er wurde somit fast erreicht. Hierbei ist zu beachten, dass der MAK für die Gefahrenbeurteilung im Wohnbereich oder gar in solche sensiblen Bereichen wie Kindergärten und Schulen nicht geeignet ist, hier ist mit deutlich niedrigeren Schwellenwerten zu rechnen. Da im Betriebsgelände der CAG örtlich mit deutlich höheren Grundwasserbelastungen zu rechnen ist, sind hier somit auch noch höhere Belastungen der Raumluft in Kellern zu erwarten. Noch problematischer stellt sich die Situation bei den ebenfalls in relevanten Größenordnungen im Grundwasser vorhandenen Schadstoffen VC und Trichlorethen dar. Beide Stoffe sind kanzerogene Stoffe, somit gilt hier das Minimierungsgebot.

Problematisch bei der Bewertung der Raumluftkonzentrationen ist, dass es keine allgemein gültigen Schwellenkonzentrationen für die hier relevanten Schadstoffe gibt. Die zu erwartenden Konzentrationen lassen aber auf jeden Fall die Gefahr chronischer Wirkungen beim Menschen als wahrscheinlich ansehen. Eine detaillierte Bewertung möglicher Gefährdungen ist nicht möglich, da kein umfassender Kenntnisstand zur Tiefenlage, zur Nutzung und zur Bauausführung der Gebäude auf dem Werksgelände vorliegen.

Für das Betriebsgelände der Filmfabrik Wolfen können derartige Gefahren aufgrund des hinreichend großen Grundwasserflurabstandes ausgeschlossen werden.

Gefahren infolge Ausgasungen in die freie Atmosphäre können aufgrund der geringen Gasbildungsrate und der erheblichen Verdünnung im freien Windfeld mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

- Schutz von Gebäuden und technischen Anlagen

Bei Kontakt der kontaminierten Wässer mit der Bausubstanz bzw. mit technischen Anlagen kann es zu Materialschäden kommen. Art und Umfang der möglichen Schäden müssen einzelfallspezifisch in Abhängigkeit von der örtlichen Grundwasserkontamination sowie dem jeweils betroffenen Material beurteilt werden. Grundsätzlich sind die jetzigen Grundwässer im Werksgelände von CAG und Filmfabrik Wolfen als stark betonaggressiv anzusprechen. Eine detaillierte Bewertung möglicher Gefährdungen ist nicht möglich, da kein umfassender Kenntnisstand zur Tiefenlage, zur Nutzung und zur Bauausführung der Gebäude auf dem Werksgelände vorliegen.

Des Weiteren kann es bei Zutritt kontaminierten Wassers in technische Systeme zu Ausgasungen und zur Bildung zündfähiger Gas-/Luftgemische in den Systemen kommen. Hinsichtlich einer Detailbewertung gelten die obigen Aussagen.

Ein weiteres Gefahrenmoment kann sich durch einen Zutritt kontaminierten Wassers in unter dem Grundwasserspiegel liegende drucklose Abwasserkanalsysteme ergeben. Neben der bereits o.g. Gefahr der Bildung zündfähiger Gas-/Luftgemische kann sich eine Gefährdung nachgeschalteter Anlagen ergeben, die für die sich ergebenden Kontaminationen ggf. nicht ausgelegt sind. Weiterhin können sich hier Mehrkosten durch den zusätzlichen Abwasseranfall sowie eine ggf. zu verzeichnende Verschlechterung der Abwasserqualität ergeben. Eine Detailbewertung ist auch hier nicht möglich, da kein vollständiger Überblick zu Lage, Nutzung und Zustand der Abwasserkanalsysteme vorliegt.

- Gefahren bei der Durchführung von Bauarbeiten (Ausgasung und Gefährdung des Menschen, Direktkontakt, Ausgasung und Explosionsgefahr).

Von besonderer Relevanz ist die Gefahr von Ausgasungen bei Baumaßnahmen. Hier sind entsprechende Vorkehrungen zum Schutz der Arbeitnehmer zu treffen. Des Weiteren kann unter bestimmten Umständen durch die Ansammlung zündfähiger Gas-/Luftgemische Explosionsgefahr in der Baugrube bestehen.

Für das Betriebsgelände der Filmfabrik Wolfen können derartige Gefahren aufgrund des hinreichend großen Grundwasserflurabstandes ausgeschlossen werden.

Die Betrachtung möglicher Gefährdungen in den GW-Abstrombereichen ist Gegenstand des Punktes „Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad“.

4.2.2 Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad

Das Grundwasser ist sowohl im quartären als auch im tertiären Grundwasserleiter in allen Abstrombereichen oberhalb der Geringfügigkeitsschwellen belastet. Dabei reicht der Belastungsbereich bis zu den Vorflutern. Somit ist im gesamten Beurteilungsgebiet ein Grundwasserschaden eingetreten, es besteht eine Gefährdung für Grundwassernutzungen (z.B. Brauchwasserbrunnen der Kleingartenanlagen sowie Notwasserversorgungen des Landkreises Bitterfeld). Es ist eine Nutzungsbeschränkung für das Grundwasser auszusprechen.

Von dem großräumig belasteten Grundwasser gehen im Weiteren folgende Gefahren aus:

- Ausbreitung des belasteten Bereiches in bisher nicht belastete Bereiche.

Eine Ausbreitung des belasteten Grundwasserbereiches wird in allen Abstrombereichen durch die jeweiligen Hauptvorfluter begrenzt. Diese verhindern einen weiteren Schadstoffaustrag in jenseits der Hauptvorfluter gelegene nicht belastete Grundwasserbereiche. Zu bewerten ist allerdings, inwiefern der dabei erfolgende Schadstoffeintrag in die Vorfluter zulässig ist.

- Eintritt belasteten Grundwassers in die Vorfluter

Für den gesamten Belastungsbereich ist davon auszugehen, dass im Falle der Grundwasserspeisung der Oberflächengewässer belastetes Grundwasser in das Oberflächengewässer eintritt.

5 Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Lageplan des ÖGP

Anlage 1.1: Plan Gütemessstellen Quartär Stand Dezember 2000, Zeichn.-Nr.: 00182151

Anlage 1.2: Plan Gütemessstellen Tertiär Stand Dezember 2000, Zeichn.-Nr.: 00182152

Anlage 1.3: Plan Gütemessstellen Tertiärbasis Stand Dezember 2000, Zeichn.-Nr.: 00182153

Anlage 2: Darstellung von Grundwassergleichen

Anlage 2.1: Grundwassergleichen Quartär Stand November 2000, Zeichn.-Nr.: 00182154

Anlage 2.2: Grundwassergleichen Tertiär Stand November 2000, Zeichn.-Nr.: 00182155

Anlage 3: Darstellung der Schutzgutsituation

Schutzgutsituation, Zeichn.-Nr.: 00182159

Anlage 4 Darstellung der Kontaminationssituation

Anlage 4.1: Benzen – Grundwasserbelastung Quartär, Tertiär, Tertiärbasis Stand Dezember 2000, Zeichn.-Nr.: 00182156

Anlage 4.2: Trichlormethan – Grundwasserbelastung Quartär, Tertiär, Tertiärbasis Stand Dezember 2000, Zeichn.-Nr.: 00182157

Anlage 4.3: Trichlorethen – Grundwasserbelastung Quartär, Tertiär, Tertiärbasis Stand Dezember 2000, Zeichn.-Nr.: 00182181

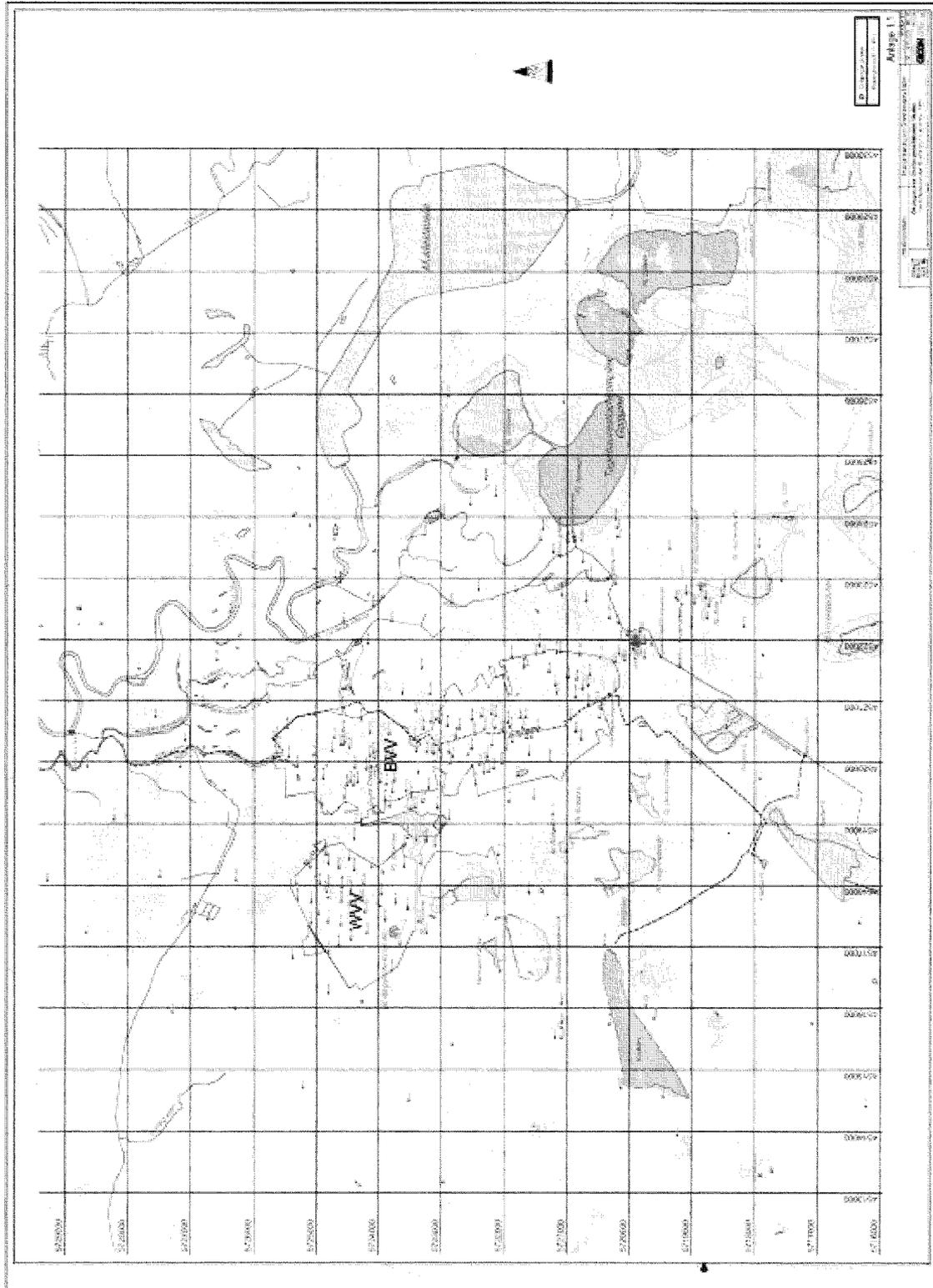
Anlage 4.4: Vinylchlorid – Grundwasserbelastung Quartär, Tertiär, Tertiärbasis Stand Dezember 2000, Zeichn.-Nr.: 00182182

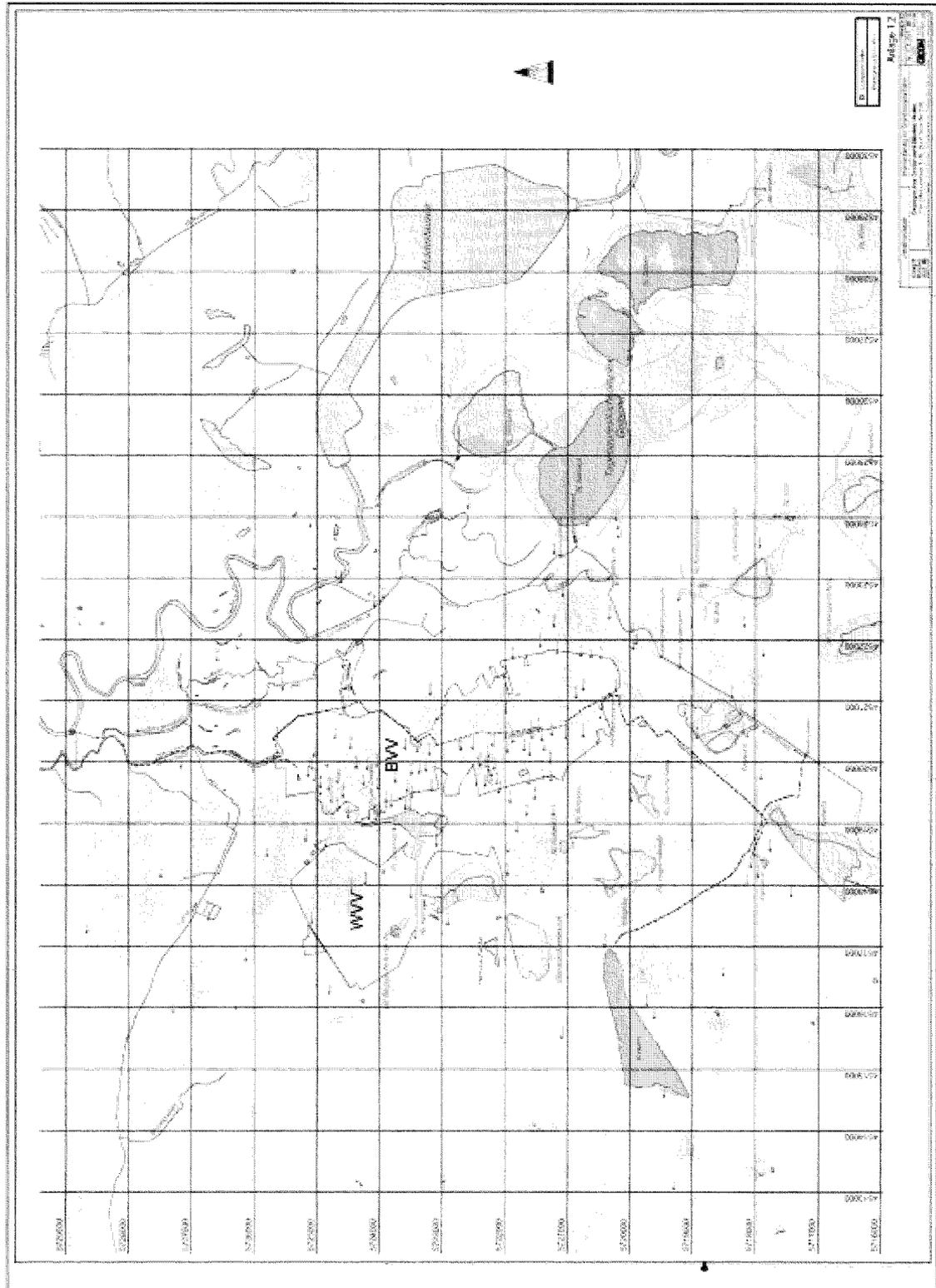
Anlage 4.5: Monochlorbenzen – Grundwasserbelastung Quartär, Tertiär, Tertiärbasis Stand Dezember 2000, Zeichn.-Nr.: 00182158

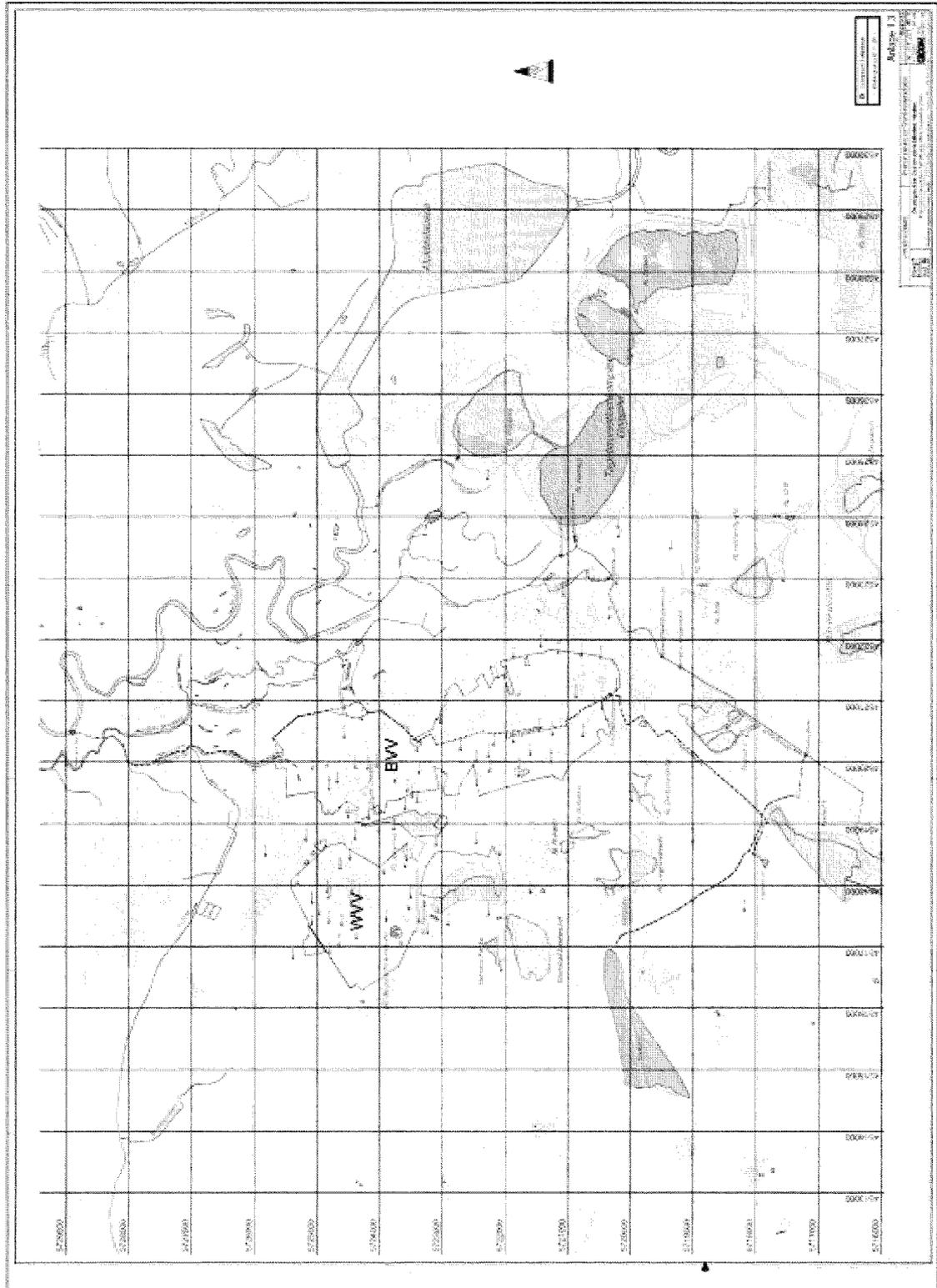
Anlage 4.6: Chlorphenole – Grundwasserbelastung Quartär, Tertiär, Tertiärbasis Stand Dezember 2000, Zeichn.-Nr.: 00182183

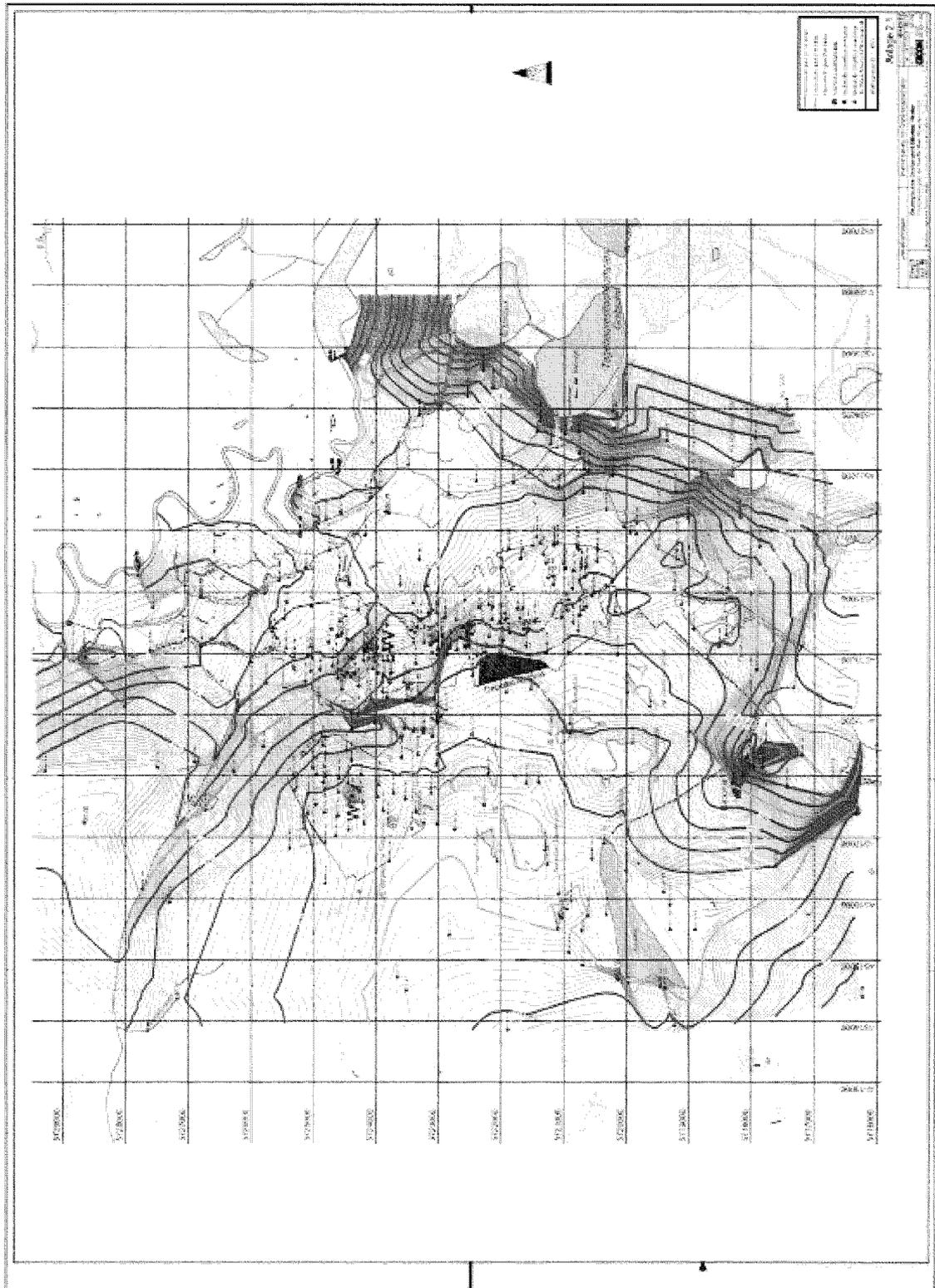
Anlage 4.7: Varianzanalyse durch chemietypische Stoffe sehr stark belasteter Gebiete; Quartär Stand Dezember 2000, Zeichn.-Nr.: 00182184

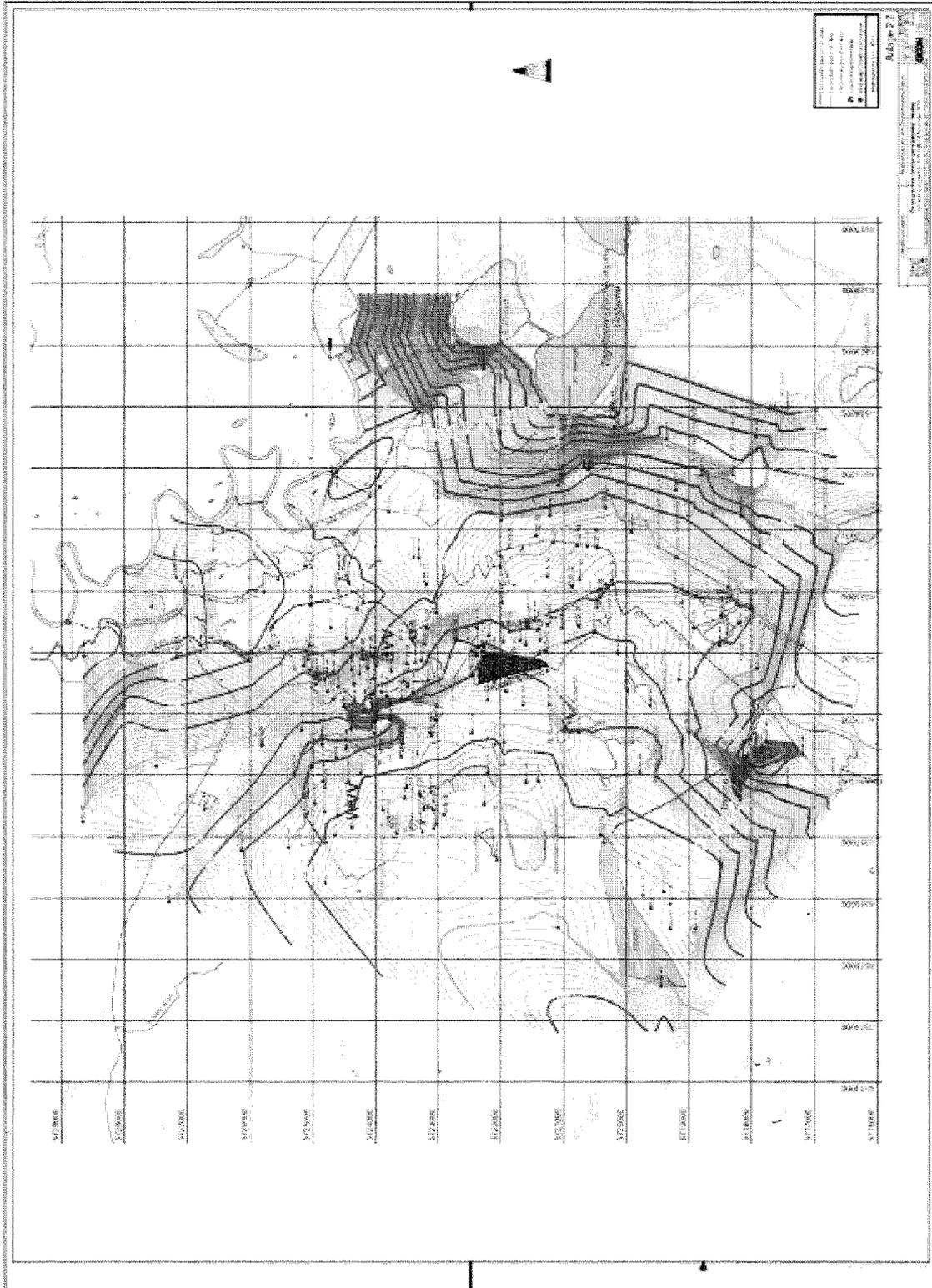
Anlage 4.8: Varianzanalyse durch chemietypische Stoffe sehr stark belasteter Gebiete; Tertiär Stand Dezember 2000, Zeichn.-Nr.: 00182185

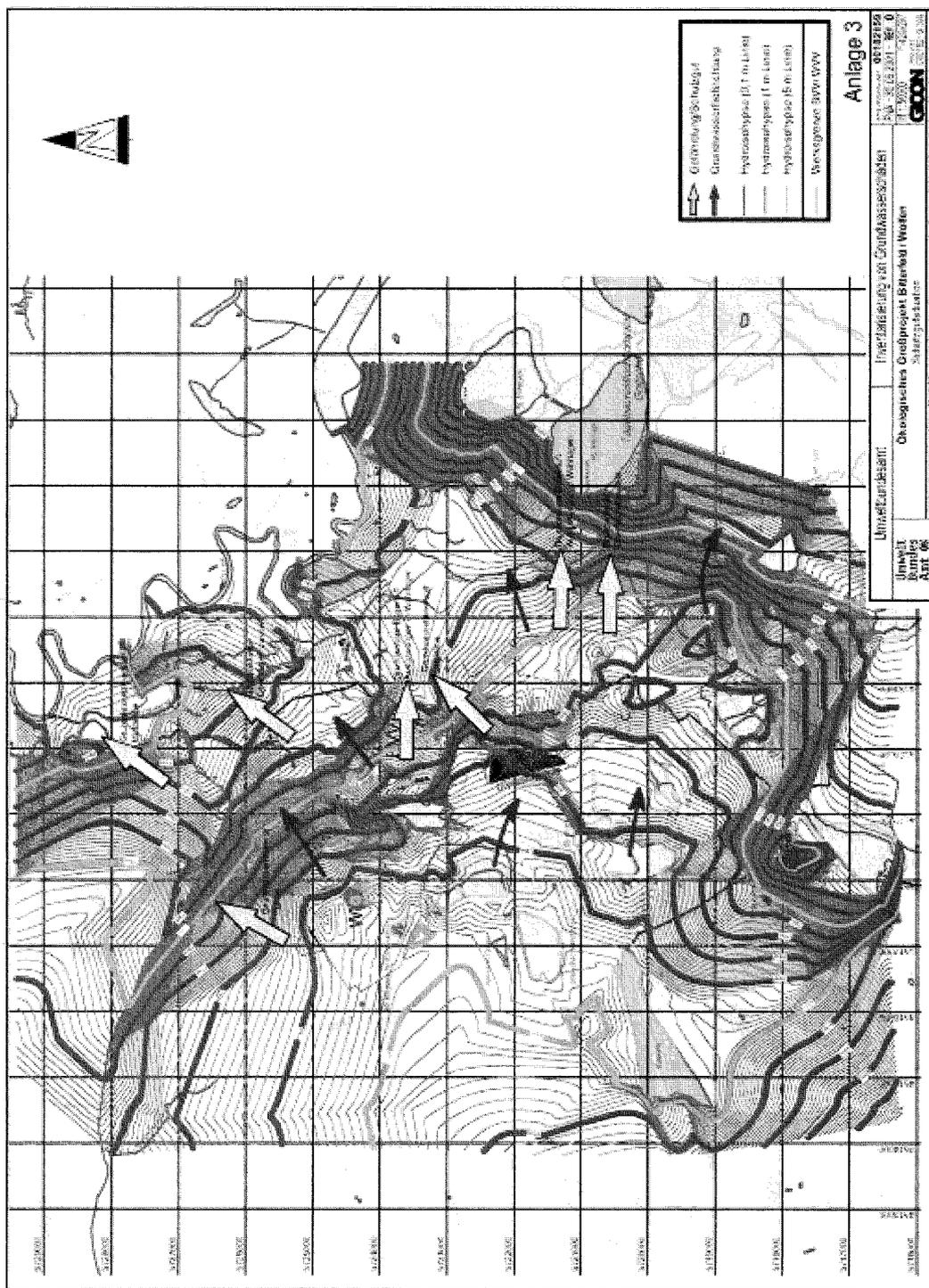


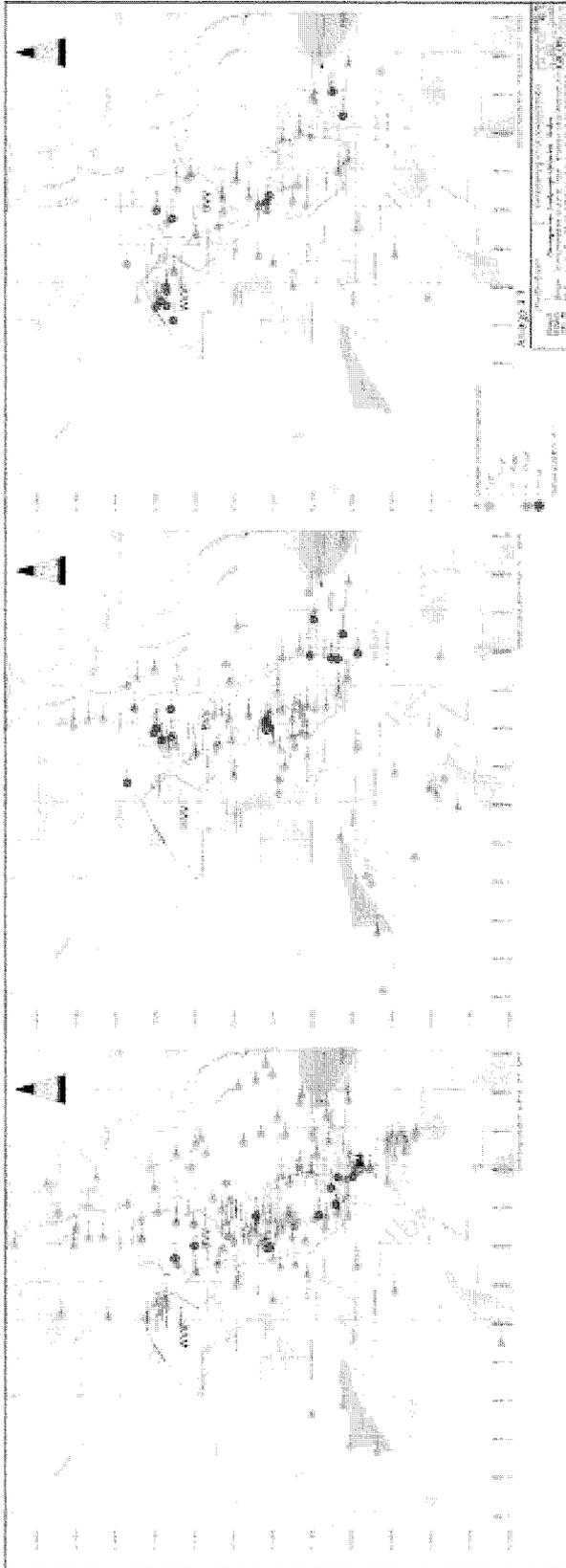


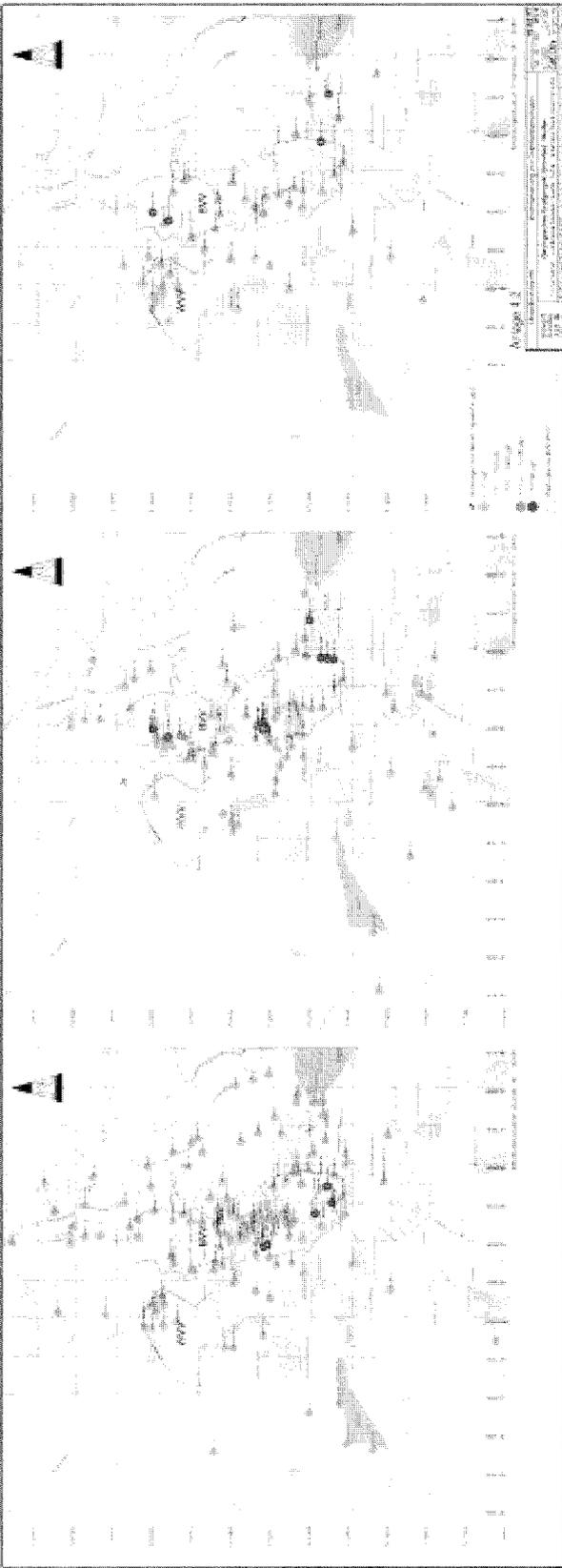


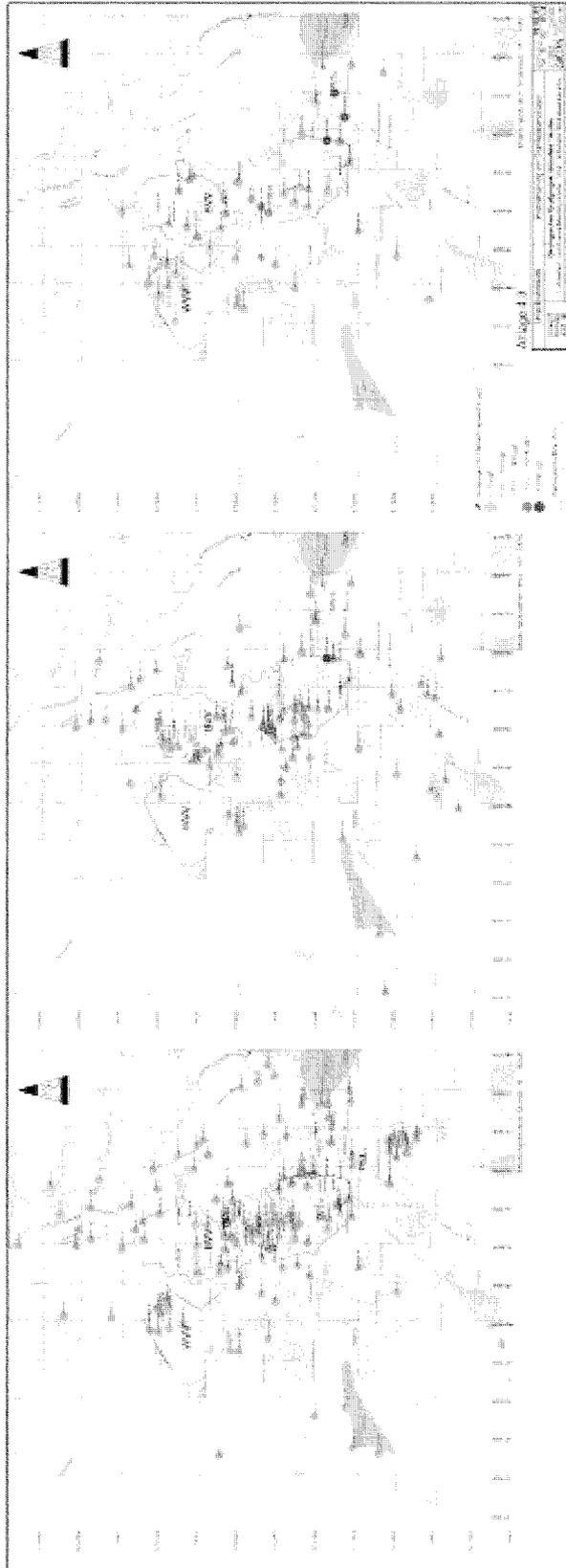


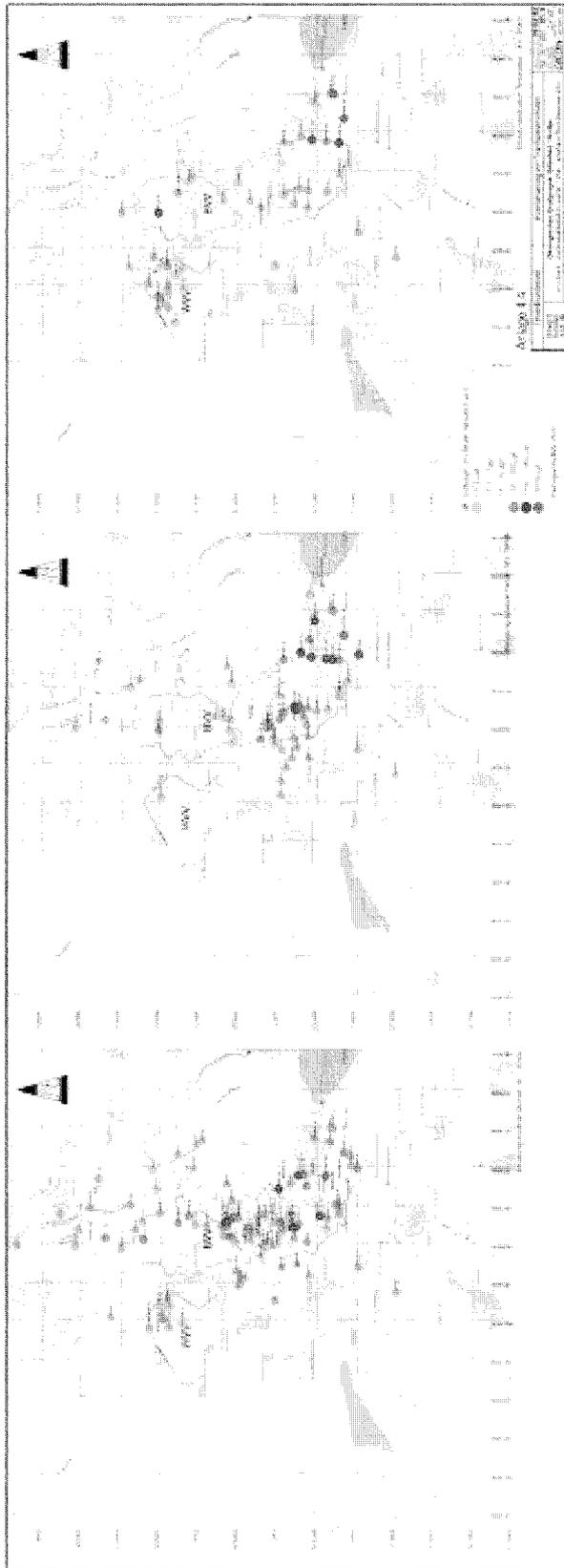


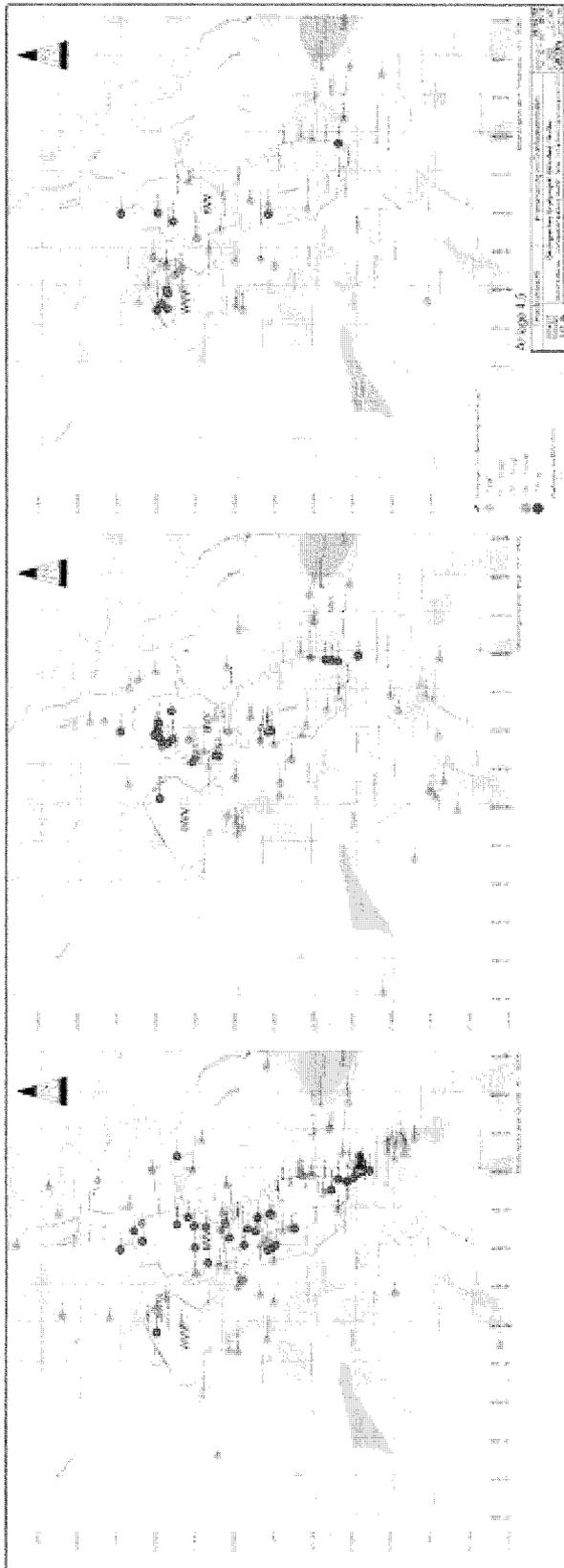


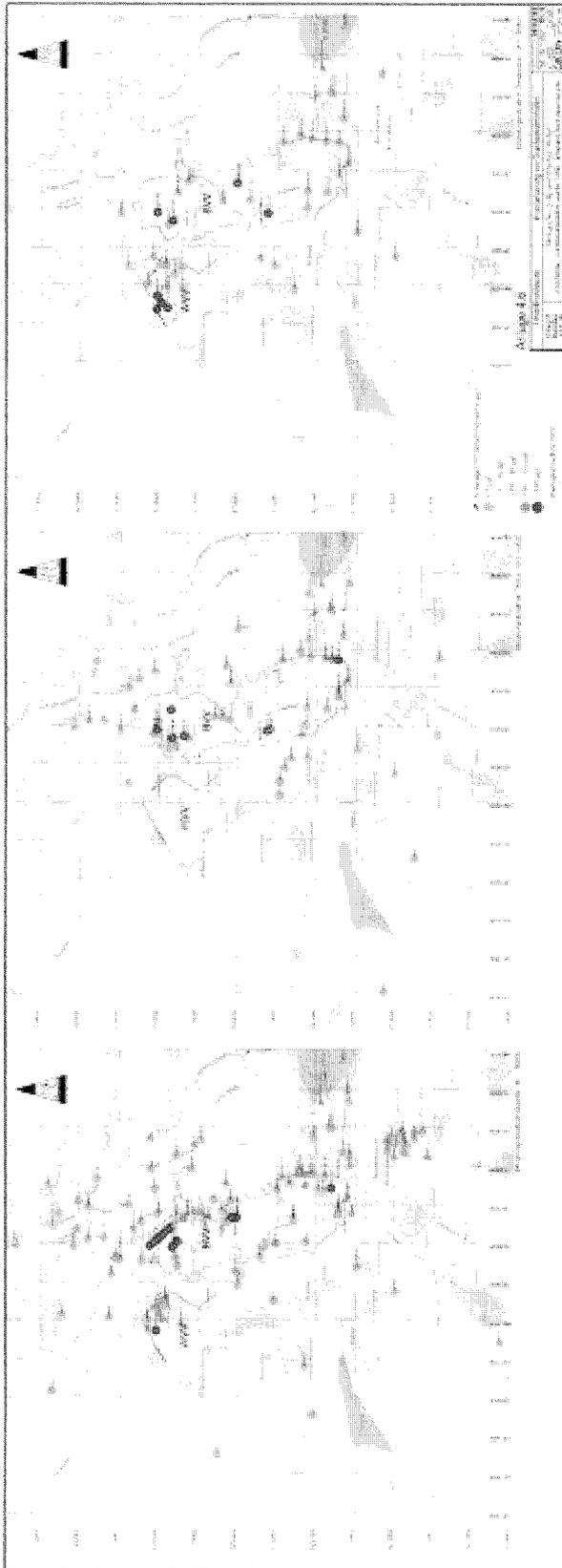












Inventarisierung
von
Grundwasserschäden

**Ökologisches Großprojekt
BUNA**

Forschungsnehmer: GICON, Großmann Ingenieur Consult GmbH
01219 Dresden, Tiergartenstraße 48

Projektnummer: P 00182FO.399

Auftraggeber: Umweltbundesamt
Bismarckplatz 1
14193 Berlin

Inhalt

1	Kurzbeschreibung	117
1.1	Allgemeine Angaben zum ÖGP	117
1.2	Umweltrelevante Schadstoffe	117
2	Untergrund- und Grundwasserverhältnisse	118
2.1	Geologie	118
2.1.1	Regionale Einordnung	118
2.1.2	Kleinräumige Charakterisierung	121
2.2	Hydrogeologie	122
2.3	Hydrodynamik	124
3	Darstellung der Kontaminationssituation im Grundwasser	126
3.1	Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring	126
3.2	GW-Kontamination	126
3.2.1	Grundwasserbelastungen im weiteren Umfeld	130
3.2.2	Oberflächengewässer	132
4	Gefahrenlage	133
4.1	Schutzgutsituation	133
4.2	Grundwasserschadensbereich	133
4.3	Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad	133
5	Anlagenverzeichnis	137

1 Kurzbeschreibung

1.1 Allgemeine Angaben zum ÖGP

Die Flächen des ÖGP Buna befinden sich im südöstlichen Teil des Bundeslandes Sachsen-Anhalt, zwischen den Städten Halle und Merseburg. Verwaltungstechnisch ist diese dem Landkreis Merseburg-Querfurt zuzuordnen. Der Landkreis liegt unmittelbar an der Grenze zum Stadtgebiet von Halle sowie dem Saalkreis, welche sich nördlich anschließen.

Der Industriekomplex liegt westlich der Bundesstraße B 91 (Halle-Merseburg), die den Standort von der Ortslage Schkopau trennt. Nördlich an das Industriegelände schließt sich die Ortslage Korbetha an. Ca. 500 m östlich fließt mit der Saale der überregionale Vorfluter nach Nordwesten ab.

Die heute im Eigentum der Buna SOW Leuna Olefinverbund GmbH (BSL) befindliche Fläche, ohne den Bereich Deponie Hochhalde Schkopau, umfasst eine Fläche von ca. 6,8 km² und hat eine Ausdehnung von ca. 4,15 km in südwestlicher-nordöstlicher Richtung und von ca. 3,85 km in nordwestlicher-südöstlicher Richtung.

Südwestlich angrenzend befindet sich die Deponie „Hochhalde Schkopau“. Die Deponie wird durch eine Betreibergesellschaft bewirtschaftet. Ursprünglich als Spülhalde für die Buna-Werke betrieben, werden heute nur noch feste Abfälle abgelagert.

1.2 Umweltrelevante Schadstoffe

Werksgelände

Als relevante Schadstoffe lassen sich aus der Produktionsgeschichte folgende Stoffe bezeichnen:

- CKW
- Quecksilber, Cadmium, Arsen, Blei
- BTEX
- Chlorbenzole
- Chlorphenole
- MKW
- PAK ges.
- PCB

Hochhalde Schkopau

In der Halde lagern etwa 40 Mio. m³ Abprodukte und Abfälle.

Die Hauptanteile bilden

- Braunkohleaschen,
- Karbid-Kalkhydrat,
- Kalkschlämme aus der CKW- und Propylenoxid-Produktion
- Schlamm aus industrieller Abwasserreinigung

In den letzten sechs Jahren wurden verstärkt kontaminierter Bodenaushub und Bau-schutt deponiert. Alle anderen o.g. Abprodukte sind nicht mehr relevant, da die ent-sprechenden Produktionsanlagen stillgelegt bzw. umstrukturiert wurden.

2 Untergrund- und Grundwasserverhältnisse

2.1 Geologie

2.1.1 Regionale Einordnung

Seiner regionalgeologischen Stellung nach gehört das Gebiet des ÖGP Buna zum Nordostteil der Thüringischen Senke.

Innerhalb dieser regionalgeologischen Einheit ist das Gebiet der Merseburger Scholle bzw. Merseburger Buntsandsteinplatte zuzuordnen, welche nach Norden durch den salztekto-nisch entstandenen Teutschenthaler Sattel von der Mansfelder Mulde und der Nietlebener Mulde als deren östliche Fortsetzung und im östlichen Bereich um Delitzsch - Leipzig von unterschiedlichen Strukturen der Leipziger Tieflandsbucht getrennt ist. Im Westen grenzt die Buntsandsteinplatte an die Kyffhäuser Nordost-Randstörung, im Süden wird sie durch die Freyburger Ost-West-Störung und die Naumburger Störung abgesetzt.

Im Bereich der Merseburger Buntsandsteinplatte lagern Gesteine des Zechsteins und des Unteren und Mittleren Buntsandsteins als sogenanntes Tafeldeckgebirge relativ flach auf dem Grundgebirge. In halokinetisch und/oder erosiv angelegten Senken lie-gen Sedimente aus dem Tertiär auf. Fluviale quartäre Lockergesteine sind lokal anzu-treffen, Lößablagerungen treten weit verbreitet auf.

Es werden vom Hangenden zum Liegenden die nachstehend genannten Folgen diffe-renziert.

- Anthropogene Aufschüttungen
- Quartär
- Tertiär
- Festgesteinsfolgen des Buntsandsteins

Anthropogene Aufschüttungen

Die ursprüngliche Topographie vor Errichtung des BUNA-Werkes war durch eine relativ ebene Hochfläche mit NN-Höhen von 99 - 102 m gekennzeichnet. Sie fiel im Bereich des heutigen BUNA-Bahnhofes sowie westlich und südlich davon auf unter 90 m unter NN (unterhalb der heutigen Halde). Teilweise wurden Aufschüttungen von bis zu 4 m Mächtigkeit zum Erreichen des Werksplanums eingebracht.

Im Süden des Werksgeländes vollzieht sich ein relativ sanfter Übergang von der Hochfläche zum Lauchatal, hier waren nur geringmächtige Auffüllungen notwendig.

Für die Anlage der nördlichen Werkserweiterung in den 60er Jahren waren Anschüttungen von bis zu 12 m zum Erreichen des Werksplanums (100 - 102 m NN) notwendig, da das Urgelände zum Teil relativ steil zum Bobertal abfiel. In den ehemaligen Kiesgruben lagern etwa 5 - 7 m mächtige Auffüllungen, vorwiegend Aushubmassen und Bauschutt.

Quartär

Pleistozäne Sande und Kiese treten mehrere Meter mächtig im Nordwesten des Gebietes auf, ihre Verbreitung reicht über die der tertiären Gesteine hinaus. Lokal werden die Schmelzwassersande und -kiese von Geschiebelehm überdeckt. Im zentralen Werksgelände (Westteil) befindet sich eine pleistozäne Kiesrinne, die sich wahrscheinlich mit den mächtigen Quartär- und Tertiärsedimenten südlich des Rattmannsdorfer Teichs vereint. Die Kiesrinne wurde vermutlich durch einen Nebenfluss der Saale angelegt.

In einigen Baufeldern wurde Sand und Kies abgebaut und die Gruben anschließend mit Bauschutt u. ä. verfüllt. Im zentralen und südlichen Werksbereich sind keine quartären Ablagerungen vorhanden. Im östlichen Werksgelände stehen lokal Sande und Kiese der Saale-Hochterrasse an.

Unmittelbar nördlich sowie 300 - 500 m nordöstlich und östlich der Werksgrenze fällt das Gelände steil gegen den Auebereich der Saale ab. Hier, wie auch im Lauchatal, lagern holozäne Flussterrassen und Auelehme.

Tertiär

Tertiäre Gesteine sind im Gebiet nur in ehemaligen morphologischen Senken anzutreffen. Westlich und südwestlich von Merseburg stehen mehrere Dekameter mächtige Tertiärsedimente mit Braunkohlenflözen an, die u. a. in den Tagebauen Großkayna und Mücheln im Geiseltal abgebaut wurden.

Im Gebiet des ÖGP sind die tertiären Sande, Schluffe, Tone und Braunkohlenflöze an eine von Südsüdwest nach Nordnordost streichende ehemalige Senkungszone gebunden, die von südwestlich der Halde bis südlich des Rattmannsdorfer Teichs reicht (Dörstewitzer Becken). Hier wurde eine maximale Tertiärmächtigkeit von 41 m angetroffen. Unterhalb der Halde und nördlich davon wurde Braunkohle im vergangenen Jahrhundert untertage und im Tagebau abgebaut. Im zentralen Werksgelände sowie südlich und östlich davon wurden keine Tertiärschichten angetroffen.

Verwitterungsschicht Buntsandstein

Die tiefgründige (10 - 20 m) kaolinitische Verwitterung der oberflächennahen Buntsandstein-Folgen weist auf eine langandauernde sedimentationsfreie Zeit hin.

Aufgrund dieser relativ schwierigen Trennung Tertiär/Verwitterungszone und der Tatsache, dass Lockergesteinsschichten und Verwitterungskruste im Wesentlichen einen grundwasserführenden Komplex darstellen (stauende Zwischenschichten fehlen größtenteils), wurde bei der Darstellung der verschiedenen Grundwasserleiter und ihrer Belastung der grundwasserführende Horizont der Verwitterungskruste dem Lockergesteinsgrundwasserleiter zugeordnet.

Festgesteinsfolgen Buntsandstein

Die jüngste im Gebiet aufgeschlossene und erbohrte Folge des mittleren Buntsandsteins stellt die vorwiegend aus sandigen Sedimenten zusammengesetzte Hardeggen-Folge dar. Es dominieren graue Fein- bis Mittelsandsteine, in die graugrüne Schluffsteine eingelagert sind. Im Gebiet werden die Hardeggen-Schichten diskordant von Sedimenten des Tertiär bzw. des Quartärs überlagert, oder die Schichten streichen aus, sie wurden demzufolge nicht in ihrer Originalmächtigkeit erbohrt. In früheren Untersuchungen wird eine generelle Gesamtmächtigkeit von 65 - 70 m angegeben.

Auch die Detfurth-Folge zeigt eine zyklische Sedimentation mit stetiger Zunahme des Feinkornanteils von grobkörnigen Gesteinen im Liegenden, einer Wechsellagerung im mittleren Bereich und einem feinkörnigen Sediment im Hangenden.

Die tonigen Schichten dieser Folge bestehen zu 70 - 80 Gew.-% aus Tonmineralen. Dabei nimmt Illit mit 60 - 65 Gew.-% den Hauptanteil ein. Dieses Dreischichtsilikat ist wegen der hohen Kationenaustauschkapazität für die Fixierung von Schadstoffen von Bedeutung, was durch mehrere Analysenergebnisse mit deutlichem Konzentrationsanstiegen von Boden- und Grundwasserproben aus dem Detfurth-Ton nachgewiesen wurde.

Im Detfurth-Ton sind zahlreiche Sedimentstrukturen wie Trocken- oder Schrumpfrisse und Belastungsmarken erhalten. Die Mächtigkeit beträgt im Bereich des Werksgeländes etwa 10 - 15 m. Der Detfurth-Ton streicht im zentralen Werksgelände aus und fällt nach Westen und Nordwesten ein.

Die untergelagerte Detfurth-Wechsellagerung (TD'st) ist durch eine Zunahme der feinkörnigen Lagen und das Zurücktreten der roten Farbtöne gekennzeichnet. In die hellgrauen Mittel- bis Feinsandsteine sind grünliche Schluffsteine eingelagert. Größere Sandsteine werden nicht beobachtet. Die Mächtigkeit der Detfurth-Wechsellagerung beträgt im Gebiet durchschnittlich etwa 8 m. Das Top des TD's bildet eine 2 - 3 m mächtige Fein- bis Mittelsandstein-Bank.

Den Gervilleienschichten (Volpriehausenfolge) liegt ein meist mürber, zum Teil auch quarzitischer, grauer bis hellgrauer Mittelsandstein mit wenigen geringmächtigen dunkelgraugrünen bis dunkelrotbraunen Schluffeinschaltungen auf. In einzelnen Lagen ist dieser Detfurth-Sandstein (TD's) auch grobsandig und weist eine Schrägschichtung auf. Die Mächtigkeit des Detfurth-Sandsteins beträgt im Werksgelände etwa 25 m. Die

Schichten streichen im östlichen Werksgelände aus und fallen in westliche bis nordwestliche Richtung ein.

Die Volpriehausen-Folge besteht aus einem Basissandstein, der unteren, feinkörnigen und einer oberen, vorwiegend sandigen Rotweißen Wechselfolge und den hangenden, schluffig-sandigen Gervilleienschichten.

Die Gervilleienschichten (TV'ts) werden vorrangig durch graue, quarzitisches, z. T. deutlich schräg geschichtete Mittelsandsteine mit Schluffstein-Einschaltungen gebildet.

Die Gesamtmächtigkeit wird für den Werksbereich mit ca. 30 m angegeben.

Der obere, sandige Teil der Rotweißen Wechselfolge (TV'st(o)) ist unterhalb des Werksgeländes insgesamt 50 - 55 m mächtig.

Der untere, feinkörnige Teil der Rotweißen Wechselfolge (TV'st(u)) besteht aus einer dunkelgraugrünen bis dunkelrotbraunen Tonstein-Schluffstein-Wechselagerung mit einer 1 bis 2,5 m mächtigen Sandstein-Einschaltung im oberen Teil. Der Volpriehausen-Basissandstein (TV's) wurde in keiner der jüngeren Bohrungen im Buna-Werk und dessen näherem Umfeld angetroffen.

2.1.2 Kleinräumige Charakterisierung

Das Gebiet des ÖGP liegt im Ausstrichbereich der Schichten des Mittleren Buntsandsteins westlich der Saale.

Die Schichtenfolge gestaltet sich aufgrund der Größe der Bewertungsfläche lokal sehr verschieden. So sind der zentrale, südliche und östliche Teil durch das Ausstreichen der Schichten des Buntsandsteins an der Oberfläche charakterisiert.

Im westlichen und nördlichen Bereich dominieren oberflächennah Lockergesteinsschichten in Form von Auffüllungen und quartären und tertiären Sanden und Kiesen, die nach Nordwesten im Bereich des Dörstewitzer Grabens rasch an Mächtigkeit gewinnen. Hier finden sich auch Reste von Braunkohlenflözen, die einmal im Tief- und Tagebau abgebaut wurden.

Im Bereich des Ausstreichens von Schichten des Festgesteinskomplexes sind diese oberflächennah teilweise bis zu mehreren Metern stark verwittert und zerrüttet.

Im Zuge der Bebauung und Erweiterung des Betriebsgeländes kam oberflächennah flächendeckend eine Auffüllungsschicht zur Ablagerung. Im nördlichen Betriebsbereich, wo die ursprüngliche Geländemorphologie einen leichten Abfall zur Bober zeigte, wurden zur Begradigung teilweise bis zu 12 m mächtige Auffüllungen eingebracht.

Die Auffüllungen setzen sich im Wesentlichen aus Kiesen, Sanden und Schottern sowie Bauschuttanteilen und umgelagertem Buntsandsteinmaterial zusammen.

Eine weitere strukturelle, vor allem hydrogeologisch bedeutsame Besonderheit liegt mit einer nachgewiesenen Kiesrinne im Westteil des Betriebsgeländes. Hier sind in einer Erosionsrinne im Festgestein quartäre Sedimente abgelagert. Aufgrund des relativ

groben Kornbereiches der Ablagerungen weisen diese erhöhte Durchlässigkeiten auf und bilden somit eine bevorzugte hydraulische Abflussbahn für Grundwässer aus dem westlichen Betriebsteil. Der weitere Verlauf der Rinne ist bisher nicht eindeutig detektiert. Zumindest eine hydraulische Verbindung zu den Lockergesteinen des Quartärs und Tertiärs im Bereich der Bobersenke wird angenommen, ist aber bisher weder analytisch noch hydrogeologisch durch Untersuchungsergebnisse nachgewiesen.

2.2 Hydrogeologie

Entsprechend genetischer und lithologischer Besonderheiten wird das Gebiet in die Grundwasserstockwerke Festgestein und Lockergestein untergliedert.

Eine Systematik des regionalen hydrogeologischen Modells ist nachfolgend dargestellt.

Hauptgrundwasserstockwerk Festgestein

Der Festgesteinskomplex als Hauptgrundwasserstockwerk wird im Gebiet des BSL-Geländes und der Randbereiche aus den zwei Grundwasserstockwerken Zechstein und Buntsandstein aufgebaut, die entsprechend ihrem lithologisch-petrographischen Aufbau und ihrer Struktur in verschiedene Teilgrundwasserleiter, -hemmer und -stauerbereiche untergliedert werden.

Mit dem Ausstrich der Buntsandsteinschichten in Richtung Saale bzw. zum Halleschen Permokarbon-Komplex und zur Lützener Tiefscholle wird die Mächtigkeit des hydrogeologischen Normalprofils in östlicher Richtung dezimiert. Dies gilt auch für die Zentral- und Flankenbereiche des Merseburger Sattels.

Grundwasserstockwerk Zechstein

Das untere Grundwasserstockwerk des Festgesteins, der Zechstein, streicht im Gebiet nicht aus. Es wird vom Grundwasserstockwerk Buntsandstein bedeckt. Seine Bedeutung für die hydrogeologischen, geodynamischen Prozesse besteht in der großräumigen Entlastung von stark mineralisierten Tiefenwässern des mittleren Saaletales und Nordost-Thüringens.

Durch den Salzwasseraufstieg und die hydrochemischen Variationen des Ionenaustausches der salzhaltigen Tiefenwässer mit den hangenden Süßwässern des Buntsandsteins wird die Hydrogeologie, speziell die Wasserbeschaffenheit des Gebietes, durch das Zechsteingrundwasserstockwerk mit geprägt. Allerdings konzentrieren sich die direkten Versalzungen und Mineralisationen auf das Gebiet östlich der Saale (z. B. ehemaliger Tagebau Merseburg-Ost). Westlich der Saale treten in der Regel nur lokale Versalzungen im Buntsandsteingrundwasserstockwerk auf, die an Störungen gebunden sind.

Es ist zu vermuten, dass die verkarsteten Kalkstein-, Dolomit- und Anhydritzonen die Funktion der Aquifere im Grundwasserstockwerk übernehmen. Im engeren Gebiet der Buna SOW Leuna Olefinverbund GmbH existieren weder hydrogeologische Aufschlüsse noch Daten zu den hydrogeologischen und geohydraulischen Verhältnissen des Zechsteins.

Im Hangenden wird das Grundwasserstockwerk Zechstein vermutlich durch das residuale Zechsteineinsturzgebirge und die grundwasserhemmende Bröckelschieferzone des Unteren Buntsandsteins (TB 1) abgeschlossen. Durch diese hangende, abschirmende Abdeckung des Zechsteingrundwasserstockwerkes wird der direkte Aufstieg mineralisierter Wässer in das Buntsandsteinstockwerk bis auf tektonisch und atektonisch gestörte Bereiche gehemmt. Unbekannt sind die Druckverhältnisse zwischen Buntsandstein- und Zechsteinstockwerk und die Lage der Süß-/Salzwasser-Grenze.

Grundwasserstockwerk Buntsandstein

Das Grundwasserstockwerk Buntsandstein besitzt eine wesentlich höhere Bedeutung für das hydrogeologische Modell und die ablaufenden hydrodynamischen Prozesse des Festgesteinkomplexes als das Grundwasserstockwerk Zechstein. Entsprechend existieren auch wesentlich mehr Daten zur Geologie und Hydrogeologie dieses Stockwerkes. Dies gilt insbesondere für den unmittelbaren Werksbereich sowie dessen Randbereiche.

Eine deutliche hydrogeologische Differenzierung im Grundwasserstockwerk Buntsandstein und seiner Teilgrundwasserleiter resultiert aus der Dominanz der Feinkornfraktion in den Sedimentgesteinen des Unteren Buntsandsteins gegenüber dem Mittleren Buntsandstein, der überwiegend aus mittel- bis grobkörnigen Sandsteinen aufgebaut wird.

Das Wasserleitvermögen der Buntsandsteinaquifere wird hauptsächlich vom Klüftungsgrad und nebengeordnet von den petrographischen Verhältnissen bestimmt. Die ausgeprägteste Klüftung bildete sich in den Sandsteinen heraus, da sie bei starker tektonischer Beanspruchung keine plastischen Reaktionen vollziehen, wie sie für die Schluff- und Tonsteinserien angenommen werden können. In Störungsbereichen mit größeren Versatzbeträgen kann es, je nach Gespanntheitsgrad im Grundwasserleiter, zum Aufsteigen bzw. Absinken von Wässern und zum Übertritt in andere stratigraphische Horizonte kommen.

Die differenzierte Ausbildung der Kluftsysteme im Festgestein hat für die Ausbildung der Grundwasserleiter im Festgesteinkomplex außerordentliche Bedeutung. Genaue Daten zu Klüftungsgrad etc. der Gesteine liegen nicht vor, so dass diesbezüglich bei der Beschreibung der einzelnen Horizonte nur allgemeingültige Angaben gemacht werden.

Die Entwässerung der Porenräume erfolgt in der Regel nur durch Grundwasserabsenkung, -entspannung bzw. -entlastung, wie sie bei langjährigem Betrieb von Wasserwerken auftritt. Die unterirdischen Fließvorgänge im Merseburger Buntsandstein vollziehen sich nahezu ausschließlich in Kluft- und Störungszonen.

Hauptgrundwasserstockwerk Lockergestein

Das Hauptgrundwasserstockwerk Lockergestein wird in die drei Grundwasserstockwerke Tertiär, Quartär und anthropogene Aufschüttung unterteilt. Die Abstraktion und die Generalisierungen, auf der die Dreiteilung des hydrogeologischen Modells des Lockergesteins beruhen, ermöglichen eine dem gegenwärtigen Kenntnisstand entsprechend praktikable, systematische Auswertung.

So ist eine Differenzierung des tertiären Aquifers in Teilgrundwasserleiter (z. B. in einen hangenden Komplex, eine Braunkohlenstufe und eine Liegendstufe) nicht möglich. Es wird davon ausgegangen, dass zwischen den verschiedenen Lockergesteinsgrundwasserleitern hydraulische Kommunikationen bestehen. Das grundwasserführende Lockergestein stellt insgesamt eine Wechsellagerung von lokal wirksamen Grundwasserleitern, -hemmern und -stauern dar. Bis auf die Areale des Dörstewitzer Grabens, des Lauchatal und der Saaleaue, wo sich die hydrogeologische Relevanz des Lockergesteins lokal erhöht, hat das Känozoikum gegenüber dem Buntsandstein eine eher randliche Bedeutung.

Als umweltgeologischer, hydrogeologischer Wirkungs- und Standortfaktor, insbesondere bei der Untersuchung lokaler Boden- und Grundwasserkontaminationen im nord-westlichen Betrachtungsgebiet, besitzen die tertiären und quartären Deckschichten jedoch eine sehr große Bedeutung.

Hydrogeologische Relevanz im Bereich des Werksplanums hat vor allem die anthropogene Aufschüttung in ihrer Verzahnung mit dem liegenden Verwitterungshorizont des Mittleren Buntsandsteins bei der Untersuchung oberflächennaher Kontaminationen. Bis in eine Teufe von etwa 10 bis 15 m besitzt der verwitterte Festgesteinsbereich Lockergesteinseigenschaften und wirkt zum Teil durch die schluffig-tonigen Lagen des kaolinisch verwitterten Sandsteins grundwasserhemmend. Dieser Hangendkomplex führt sogenanntes schwebendes Grundwasser, welches vorrangig durch Infiltration von Sickerwässern in seiner Beschaffenheit beeinflusst wird.

2.3 Hydrodynamik

Hinsichtlich der tendenziellen Entwicklung sind die Wasserstände in den letzten Jahren als relativ stabil einzuschätzen. Geringfügige Änderungen ergaben sich durch die Einstellung der Förderung der betriebseigenen Brunnen im Bereich des Wasserwerkes, durch die Verlagerung des Förderregimes im Wasserwerk Milzau auf die nördlich gelegenen Brunnen sowie durch unregelmäßige Verspülung von Schlämmen auf der Halde (beides inzwischen ebenfalls eingestellt).

Für den Lockergesteinsaquifer ergibt sich folgendes Bild: das Grundwasser strömt aus dem Bereich der Hochhalde allseitig ab, dabei kommt es im südlichen Teil des Werksgebietes zur Ausbildung einer Wasserscheide.

Nördlich dieser Wasserscheide strömt das Grundwasser in Richtung Rattmannsdorfer Teich, Bobersenke und Saaleaue, während südlich selbiger der Lockergesteinsgrundwasserleiter in die Lauchaaue entwässert.

Durch das Ausstreichen des Detfurthtones im zentralen Werksbereich kommt es im östlichen und südöstlichen Werksbereich augenscheinlich nicht zur Ausbildung eines Lockergesteinsgrundwasserleiters und somit auch nicht zu einem diesbezüglichen Abstrom in östliche Richtung zur Saale bzw. in südöstliche Richtung zur Laucha.

Für den Festgesteinsgrundwasserleiter der Hardeggen-Folge gelten folgende Verhältnisse: die überregionale östliche Abflussrichtung wird im Bereich des ÖGP durch die Lage der Entlastungsbereiche und vor allem durch die Einflüsse der Halde und der

damit verbundenen Ausbildung einer Grundwasserscheide im nördlichen Randbereich der Halde, in nördliche und südliche Abstromrichtungen umgeleitet.

Das Grundwasser entlastet in den Bereich der Saaleaue, ein Einfluss der Bober ist nicht nachgewiesen.

Der südliche Abstrom entwässert in die Laucha, ist aber für das Betriebsgelände nur bedingt relevant.

Veränderungen sind für den Bereich des Saalebogens und am Rattmannsdorfer Teich zu verzeichnen, wo deutlich gesunkene Grundwasserstände vorliegen.

Ein Grund für die starken Schwankungen der Grundwasserstände könnte darin liegen, dass es sich bei den Messstellen um Bohrungen mit vormals artesischen Verhältnissen handelt. Derartige Erscheinungen traten mit Änderung der Artesik bereits früher auf und sind wahrscheinlich auf jahreszeitliche und Witterungseinflüsse zurückzuführen (Grundwasserneubildung).

Im nördlichen Bereich des ÖGP zeigt sich die Grundwasserdynamik im GWL Detfurth-Wechselagerung/Detfurth-Sandstein wie folgt: das Grundwasser strömt im Werksgelände in nördliche/nordöstliche Richtungen, großräumig in östliche Richtung und entlastet im Bereich der Saaleaue.

Wiederum festzustellen waren deutliche Abfälle der Grundwasserstände in früher artesischen Pegeln.

Ein Einfluss der Wasserentnahmen im Bereich des Wasserwerkes Milzau auf die Grundwasserdynamik im Bereich des GWL Detfurth-Folge im Werksgelände ist nicht gegeben, für den Bereich der Halde hingegen kommt es bei entsprechendem Förderregime zu Beeinflussungen.

Innerhalb des Grundwasserleiters Volpriehausen-Folge kommt es analog zur Detfurth-Folge für den Großteil des Betriebsgeländes nach derzeitigem Kenntnisstand zu einem nordöstlich gerichteten Abstrom in Richtung der Ortschaft Korbetha und weiter unter der Saale in nordöstliche Richtung. Das weitere Auseinanderziehen der Isohypsen bzw. der erfolgte Grundwasseranstieg (teilweise 7 - 8 m) spricht für die Wiederherstellung der normalen Grundwasserhydraulik nach Einstellungen bzw. Reduzierungen von Fördermaßnahmen, u.a. im betriebseigenen Wasserwerk.

Die Entspannung des Grundwasserleiters erfolgt im Bereich der Saale-Elster-Aue, aufgrund der teilweise artesischen Verhältnisse im GWL wahrscheinlich vor allem im Bereich von Störungszonen. Ein eindeutiger Beleg hierfür existiert bisher nicht, allerdings lassen die Untersuchungsergebnisse des Grundwassermonitorings des Wasserwerkes Beesen entsprechende Rückschlüsse zu.

Für den südlichen Betriebsbereich sind die Verhältnisse nicht eindeutig geklärt. Prinzipiell ist auch hier ein nordöstlicher Abstrom zu erwarten, möglicherweise kommt es aber auch infolge der Wiederherstellung der natürlichen Bedingungen zu einem Abstrom in südliche/südöstliche Richtungen.

Zusammenfassend kann zum Fließgeschehen bemerkt werden, dass die Grundwasserganglinien in den höher gelegenen Horizonten (Quartär/Tertiär/Hardegsen- und Detfurth-

Folge) mehr oder weniger gleichmäßig verlaufen. Eventuelle Schwankungen (artesisch/nicht artesisch) sind jahreszeitlich bzw. witterungsbedingt. Die Grundwasserganglinien der Volpriehausen-Folge waren stark von den Fördermaßnahmen der Tiefbrunnen geprägt. Mit der Reduzierung bzw. Einstellung der Förderung war ein starker Anstieg des Grundwasserspiegels festzustellen, der auch zzt. noch zu beobachten ist.

3 Darstellung der Kontaminationssituation im Grundwasser

3.1 Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring

Als Datengrundlage der Darstellungen des Schadensbildes im Grundwasser wurden die Ergebnisse des im Jahre 2000 durchgeführten Grundwassermonitorings verwendet.

Seit 1992 wird im Bereich des ÖGP Buna ein großräumiges Grundwassermonitoring durchgeführt, das seit 1996 jährlich ausgewertet wird. In 2000 erfolgte die Probenahme über die Quartale II, III und IV, wobei auch ein Teil der Messstellen aufgrund spezifischer Fragestellungen doppelt beprobt wurde.

Das Grundwassermonitoring wird jährlich anhand der aktuellen Schadstoffsituation sowie den spezifischen Fragestellungen angepasst und optimiert.

Die Schadenssituation des Grundwassers im Bereich des ÖGP Buna wird durch die folgende Anzahl in 2000 beprobte GWMS dargestellt (modellgrundwasserleiterspezifisch):

MGWL 1:	92
MGWL2:	55
MGWGL (D't):	13
MGWL3:	108
MGWL4:	74

3.2 GW-Kontamination

Hauptschadstoffe im Grundwasser sind, wie auch im Boden, Quecksilber (an Schwebstoffe gebunden), LHKW und BTEX. Sie zeigen Spitzenbelastungen in den Bereichen der vermutlichen Hauptschadensbereiche. Zumindest für die Parameter LHKW und BTEX ist aber auch eine deutliche „Wanderung“ der Schadstoffe in Richtung des Grundwasserabstroms nachgewiesen. Unter dem Aspekt der teilweise extremen Belastungen durch diese Stoffe treten die durchaus auch in Größenordnungen auftretenden Belastungen mit anderen Schadstoffen in den Hintergrund.

Hinsichtlich der Beschreibung und Diskussion der Belastungssituation des Grundwassers wurde diese aus belastungsspezifischen-, schutzgutbezogenen- und hydrogeologischen Gründen getrennt für die verschiedenen Grundwasserleiter entsprechend der nachfolgenden Einteilung (GFE 2001: ÖGP Buna. Abschlussbericht Grundwassermonitoring 2000) in der Anlage 4 dargestellt.

- Modellgrundwasserleiter 1: quartäre und tertiäre Lockergesteine mit sich abwechselnden grundwasserleitenden und grundwasserstauenden Schichten
- Modellgrundwasserleiter 2: Hardegsen-Folge
- GW-Geringleiter zwischen
MGWL 2 und 3: Detfurth-Wechselfolge
- Modellgrundwasserleiter 3: Detfurth-Sandstein
- Modellgrundwasserleiter 4: Volpriehausen-Wechselfolge (oberer sandiger Teil)/
Avicula-Schichten

Modellgrundwasserleiter 1

- Beim Parameter LHKW (Anlage 4.3) werden die höchsten Konzentrationen im Werksgelände am unmittelbaren Nordostrand der Gleisanlagen mit Überschreitungen der 10.000fachen Geringfügigkeitsschwelle nachgewiesen. Im nordwestlichen Teil des Werksgeländes wurden nahezu flächendeckend Konzentrationen größer des 100fachen Geringfügigkeitsschwellenwertes festgestellt.

Auch außerhalb des Werksgeländes vor allem nördlich und im Bereich der Hochhalde wurden LHKW-Konzentrationen mit Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle größer des 10.000fachen Wertes ermittelt.

Die Verteilung der gemessenen Vinylchlorid-Konzentrationen zeigt ein ähnliches Bild wie die LHKW-Konzentrationen, und charakterisiert die ablaufenden mikrobiologischen Abbauvorgänge. Durchschnittlich werden Konzentrationen bis zum 100fachen der Geringfügigkeitsschwelle gemessen.

- Die BTEX-Gehalte (Anlage 4.2) gestalten sich in ihrer räumlichen Verteilung sehr komplex. Im Westteil des Werksgeländes ist eine BTEX-Produktionsanlage/Tanklager in der Nähe der Gleisanlagen bekannt, was durch die Kontaminationssituation in diesem Bereich widerspiegelt wird. Nördlich der Produktionsanlage besteht der BTEX-Wert fast vollständig aus Benzol und überschreitet die Geringfügigkeitsschwelle um das 10.000fache. Die BTEX-Gehalte überschreiten in den nördlichen Randmessstellen sowie im Bereich der Hochhalde die 100fachen Geringfügigkeitsschwelle.
- Beim Parameter Quecksilber wurden im Bereich des Werksgeländes nur punktuell Konzentrationen bis zur 10fachen Geringfügigkeitsschwelle ermittelt. Im Bereich der Hochhalde wurden Quecksilberbelastungen bis zur 100fachen Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle gemessen (im Wesentlichen an Schwebstoffe gebunden).
- Der Parameter Methan spiegelt die reduzierten Bedingungen im Grundwasserleiter, welche durch mikrobiologischen Abbau von BTEX und LHKW entstehen, wider. Erhöhte Konzentrationen wurden hier nördlich der Gleisanlagen, im nordwestlichen Teil des Werksgeländes sowie im Bereich der Hochhalde gemessen.

- Beim Parameter MKW werden nur untergeordnet Belastungen vor allem im Bereich der Hochhalde bis zum 10fachen der Geringfügigkeitsschwelle nachgewiesen.

Modellgrundwasserleiter 2

- Im Modellgrundwasserleiter 2 werden im Wesentlichen in 3 Bereichen LHKW in höheren Konzentrationen nachgewiesen. Dies sind die Bereiche nordöstlich der Gleisanlagen und der Hochhalde, wo auch schon LHKW im ersten MGWL nachgewiesen wurden. Im Bereich nordöstlich der Gleisanlagen, der sich bis in den nördlichen Werksbereich erstreckt, werden punktuell Konzentrationen größer des 10.000fachen Geringfügigkeitsschwellenwertes ermittelt. Im Gebiet der Hochhalde werden Konzentrationen größer der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle angetroffen.

Im nördlichen Teil des Werksgeländes im Bereich der Tankanlagen existieren im MGWL 2 ebenfalls erhöhte Konzentrationen, die punktuell die 10.000fache Geringfügigkeitsschwelle überschreiten.

Die Konzentrationen von Vinylchlorid zeigen ein ähnliches Bild wie die LHKW-Konzentrationen.

- Erhöhte BTEX-Gehalte, die hauptsächlich durch Benzol dominiert werden, werden vor allem im Bereich nordöstlich der Gleisanlagen angetroffen. Hier überlagern sich die Hauptkontaminationen von BTEX mit LHKW. Die BTEX-Konzentrationen erreichen hier einen Maximalwert größer der 1.000fachen Geringfügigkeitsschwelle. Auch im Bereich der Hochhalde werden vereinzelt BTEX-Konzentrationen nachgewiesen, die aber nur wenig über der Geringfügigkeitsschwelle liegen.
- Quecksilberverunreinigungen größer der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle werden nur punktuell im Bereich des Tanklagers im nördlichen Teil des Werksgeländes, im Bereich nordöstlich der Gleisanlagen und im Bereich der Hochhalde nachgewiesen.
- Erhöhte Methan-Konzentrationen, die mit den BTEX-Konzentrationen im 2. MGWL korrelieren, sind vor allem im Bereich nordöstlich der Gleisanlagen und im Bereich der Hochhalde vorhanden.
- Eine punktuelle Belastung mit MKW tritt nur nordöstlich der Gleisanlagen auf.

GW-Geringleiter der Detfurth-Wechselfolge

Die Detfurth-Wechselfolge wird nur durch wenige GWMS repräsentiert, so dass an dieser Stelle nur kurz auf die Parameter LHKW und BTEX eingegangen werden soll.

- BTEX werden im zentralen Werksgelände bis zur 100fachen Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle nachgewiesen.
- Bei den LHKW-Konzentrationen wird im zentralen Werksgelände die Geringfügigkeitsschwelle 10.000fach überschritten.

Modellgrundwasserleiter 3

- Sehr hohe Belastungen mit LHKW sind vor allem im gesamten zentralen Werksgelände vorhanden. Die Konzentrationen erreichen hier Spitzenwerte größer der 10.000fachen Geringfügigkeitsschwelle. Auch nahezu im gesamten nördlichen Werksgelände werden Konzentrationen größer der 1.000fachen Geringfügigkeitsschwelle nachgewiesen. Die vorhandenen erhöhten Konzentrationen im Bereich der Hochhalde treten beim Vergleich mit den Belastungen im Werksgelände in den Hintergrund.

Auch die Vinylchlorid-Konzentrationen zeigen ein ähnliches Bild wie die LHKW-Konzentrationen. Die Geringfügigkeitsschwelle wird allerdings lokal im zentralen Werksgelände um das 100.000fache überschritten.

- Im gesamten zentralen, südlichen und nördlichen Teil des Werksgeländes ist der GWL 3 nahezu lückenlos erschlossen. Erhöhte BTEX-Konzentrationen finden sich hier vor allem im zentralen Werksgelände, wo die 10fache Geringfügigkeitsschwelle überschritten wird. Im südlichen Bereich des Werksgeländes ist ein zusammenhängender Schadensbereich vorhanden, bei dem Maximalwerte größer der 10.000fachen Geringfügigkeitsschwelle erreicht werden.
- Quecksilber-Konzentrationen werden vereinzelt im Bereich des Werksgeländes und der Hochhalde unterhalb der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle nachgewiesen. Im zentralen bis nordöstlichen Werksgelände treten punktuell Konzentrationen größer der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle auf.
- Erhöhte Methangehalte wurden vor allem im zentralen Bereich des Werksgeländes nachgewiesen.
- Erhöhte MKW-Gehalte größer der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle wurden in einem Bereich im südlichen Werksgelände angetroffen.

Modellgrundwasserleiter 4

- Auch im MGWL 4 wurden im zentralen Werksgelände sowie in dessen nordöstlichen und östlichen Abstrom hohe LHKW-Gehalte nachgewiesen. Im zentralen Werksbereich überschreiten die Maximal-Konzentrationen die 1.000fache Geringfügigkeitsschwelle. Im nordöstlichen Abstrom wird lokal sogar die 10.000fache Geringfügigkeitsschwelle überschritten. Im östlichen Abstrom überschreiten die Konzentrationen die 100fache Geringfügigkeitsschwelle.

Auch hier zeigt Vinylchlorid ein ähnliches Bild, wobei die Konzentrationen in den Abstrombereichen höher sind, als im zentralen Werksgelände.

- Bei BTEX werden auch im 4. MGWL noch hohe BTEX-Konzentrationen angetroffen, die im zentralen und südlichen Werksgelände die 100fache Geringfügigkeitsschwelle überschreiten.
- Quecksilber wird nur noch vereinzelt in geringen Konzentrationen oberhalb der Geringfügigkeitsschwelle nachgewiesen. Im Werksgelände tritt eine Maximalbelastung oberhalb der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle auf.

- Hohe Methan-Konzentrationen wurden vor allem in Messstellen mit stark rückläufigen BTEX-Gehalten im östlichen und südlichen Werksgebiet bestimmt.
- Eine Beeinflussung durch MKW ist im südlichen Werksgelände erkennbar. Hier wird eine 10fache Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle erreicht.

In Anlage 4.8 ist die anhand der verwendeten Daten kartierte Fläche dargestellt, wo im Grundwasser bei den relevanten Parametern der Anlagen 4.1 bis 4.7 die Geringfügigkeitsschwellen überschritten werden.

3.2.1 Grundwasserbelastungen im weiteren Umfeld

Gemäß der vorgenommenen Einteilung für die weiterführenden Untersuchungen im Rahmen des Ökologischen Großprojektes erfolgt eine Einteilung des Grundwasser-Umfeldes in Vorfeld West, Vorfeld Nord und Vorfeld Süd.

Vorfeld West

Der westliche Abstrom, zumindest im Bereich der GWL Lockergestein und Hardeggen-Folge, wird hauptsächlich durch den Wasserhaushalt der Halde bestimmt. Verspülungen im Haldenbereich sorgen für einen Grundwasserberg und einen allseitigen Abstrom vom Haldenbereich im GWL Lockergestein.

Aufgrund der Verspülung von CKW-haltigen und aromatischen Rückständen sowie der Ablagerung quecksilberhaltiger Rückstände (Kontakte, Schlämme etc.) sind im Haldenbereich Kontaminationen in Größenordnungen durch diese Schadstoffe nachgewiesen.

Bisher noch nicht eindeutig nachgewiesen, aber zu vermuten, sind hydraulische Verbindungen zwischen der Kiesrinne im westlichen Betriebsgelände und den Lockergesteinsschichten unterhalb der Halde. Zum einen kann es sich um Seitenrinnen der Kiesrinne handeln, zum anderen sind auch hydraulische Verbindungen in verfüllten Sand- und Kiesgruben in diesem Bereich denkbar.

Eindeutige Hinweise auf derartige Verbindungen bzw. eine Belastung durch kontaminiertes Grundwasser im Lockergesteinsgrundwasserleiter vom Haldenbereich im Betriebsgelände liegen bisher nicht vor, allerdings sind die entsprechenden Verdachtsbereiche auch bisher nicht untersucht worden.

Der Abfluss innerhalb der Festgesteinsgrundwasserleiter wird im „Vorfeld West“ teilweise durch das Förderregime der Wasserwerksbrunnen Milzau bestimmt, die hauptsächlich aus dem Grundwasserleiter Detfurth fördern. So kann es zur Ausbreitung des Absenkungstrichters bis unter den Haldenkörper kommen und somit auch zum Anziehen von kontaminiertem Grundwasser. Aus diesem Grund wurde die Förderung auf die nördlich gelegenen Wasserwerksbrunnen verlagert, die entsprechend den Stromlinienberechnungen vorrangig Wasser aus westlichen Bereichen anziehen. Die Förderung im Wasserwerk Milzau wurde inzwischen eingestellt.

Erkundungsergebnisse (ICE-Trasse) von Grundwassermessstellen im westlichen Anstrombereich der Wasserwerkspegel Milzau (zwischen Milzau und Kleinlauchstädt an der Eisenbahnstrecke) wiesen für Quecksilber keine und für CKW geringfügige Belastungen auf.

Vorfeld Nord

Aufgrund der hydrogeologischen Standortsituation und der Lage zu Schutzgütern ist der Grundwasserabstrom aus dem Bewertungsgelände in nördliche Richtung als der entscheidende zu betrachten.

Außer dass es sich um die Hauptabstromrichtung aller für den Standort relevanter GWL handelt, liegen nördlich des Werksgebietes auch die als primäres Schutzgut zu bewertende TWSZ des Wasserwerkes Beesen sowie weitere Grundwasservorkommen ohne Belastungen, die Oberflächengewässer Bober, Saale und Rattmannsdorfer Teich.

Hinsichtlich der Bewertung der Grundwasserbelastung im nördlichen Betriebsbereich sowie im nördlichen Grundwasserabstrom sind weitere hydrogeologische Elemente zu beachten, die im Folgenden stichpunktartig aufgeführt werden sollen:

- pleistozäne Kiesrinne - Verlauf etwa parallel zu den Gleisen des Werksbahnhofes innerhalb des Werksgebietes; weiterer Verlauf nach Norden bisher noch nicht definitiv nachgewiesen, aber hydraulische Verbindung zu der Grundwasserführung in der Bobersenke sehr wahrscheinlich
- Altbergbau - im nördlichen und nordwestlichen Betriebsbereich ging der Bergbau auf Braunkohle und Sand/Kies um. Für den Betriebsbereich sind vor allem abgebaute Sand- und Kiesgruben zu beachten, die spätestens im Zuge der Bebauung mit weitestgehend unbekanntem Materialien verfüllt wurden, aber dennoch aufgrund der gestörten Lagerungsverhältnisse bevorzugte hydraulische Verbindungen darstellen
- Hochhalde Schkopau - Beeinflussung des Grundwassers zumindest in den Festgesteinsgrundwasserleitern durch Schadstoffeintrag aus dem Bereich der Halde

Belastungssituation Wasserwerk Beesen:

Im Bereich der Wassergewinnungsanlagen des Wasserwerkes Beesen werden ca. 30 Grundwassermessstellen einem regelmäßigen Qualitätsmonitoring unterzogen. Relevante Belastungen, die auf einen Schadstoffeintrag aus dem Bereich der ehemaligen Buna-Werke hindeuten, wurden bisher in einer GWMS festgestellt. Es handelt sich vorrangig um Belastungen durch Trichlorethen und Tetrachlorethen.

Die Grundwasserkontaminationen sind bereits bis zur Ortslage Korbetha vorgedrungen.

Vorfeld Süd

Für das Vorfeld Süd ist die Erkundungsdichte so gering, so dass hier auf eine Darstellung der Belastungssituation verzichtet werden muss. Diese Beschreibung kann erst im Zuge weiterer Erkundungen und Monitoringmaßnahmen realisiert werden.

3.2.2 Oberflächengewässer

Hinsichtlich der Belastungssituation von Oberflächengewässern liegt eine Reihe von Erkundungsergebnissen vor. So wurden Oberflächenwasserproben im Bereich einer Vorlandvernässung nördlich der Halde, im Haldenrandgraben, in Teichen im Umfeld der Halde und in verschiedenen Gewässern rund um das Industriegelände entnommen (Laucha, Saale, Rattmannsdorfer Teich).

Die Daten zeigen zumindest für Quecksilber eine deutliche Zunahme der Schadstoffbelastung und somit einen Schadstoffeintrag aus dem Bereich der Deponie Hochhalde Schkopau.

Aus den Messergebnissen ist ein ähnliches Verhalten auch für CKW und Aromaten feststellbar. Im Bereich der Halde steigen die Belastungen deutlich über übliche Prüf- und Grenzwerte. Am Messpunkt in Schkopau ist dann wieder eine deutliche Verringerung der Belastung durch Verdünnung etc. registrierbar.

Bei den o.g. Messergebnissen ist jedoch zu beachten, dass mit diesen Beprobungen nicht das Sediment des Baches/Flusses erfasst wird, welches als Adsorbens für verschiedenste Schadstoffe wirkt und somit zum Rückgang der Belastungen im Wasser beiträgt, wobei aber ein Schadstoffeintrag in das Sediment erfolgt. Eine weitergehende Untersetzung dieser Problematik kann an dieser Stelle nicht erfolgen, da nach Kenntnis der Bearbeiter hinsichtlich des Sedimentes der betroffenen Bäche/Flüsse keine bzw. unzureichende Analysen vorliegen.

Da die Laucha canyonartig durch den Haldenbereich hindurchfließt, ist davon auszugehen, dass die Belastungen hauptsächlich in diesem Bereich eingetragen werden. Eine Belastung aus dem Betriebsgelände wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt für möglich gehalten, jedoch fehlt hier noch der entsprechende Nachweis.

Für die Saale werden keine relevanten Veränderungen zwischen Anstrom (Messstelle Meuschau) und Abstrom (Messstelle Planena) registriert. Die Belastungen für AOX liegen zwischen 30 bis 100 µg/l, für Quecksilber bei < 0,2 µg/l. CKW bzw. AKW werden nicht analysiert.

Im Zuge periodischer Untersuchungen sowie Baufelderkundungen im nördlichen Teil des Betriebsgeländes wurde auch der Rattmannsdorfer Teich beprobt. Die Ergebnisse wiesen bisher keine Hinweise auf evtl. Belastungen auf.

4 Gefahrenlage

4.1 Schutzgutsituation

Die Schutzgutsituation im Bereich des ÖGP Buna wird durch folgende Tabelle verdeutlicht:

Schutzgut	Bemerkungen
Mensch	Arbeitsplätze auf dem Werksgelände, Empfindlichkeit gegeben durch Möglichkeit des Direktkontaktes zu Schadstoffen im Boden bzw. durch Ausgasungen und Abwehungen bei Bau- bzw. Sanierungsmaßnahmen Wohnsiedlungen mit hoher Einwohnerdichte in den Ortschaften Schkopau, Korbetha, Dörstewitz, Milzau, Bühdorf, Knappendorf; weiter entfernt liegende größere Städte wie Halle, Merseburg und Bad Lauchstädt
Pflanzen und Tiere	Teile des mittelbaren Umgebungsbereiches
Grundwasser	Trinkwasserschutzzonen in nordöstlicher (WW Beesen) und südwestlicher Richtung (WW Milzau); empfindlich aufgrund des Vorhandenseins mehrerer, ungeschützter Grundwasserleiter; Grundwasserreservoir um das Betriebsgelände, insbesondere Boberaue, Rattmannsdorfer Teich und Lauchaue
Oberflächengewässer	zahlreiche Oberflächengewässer im Bereich der Täler und Fließrinnen, z.T. auch anthropogenen Ursprungs (Rattmannsdorfer Teich); schützenswert im Sinne des WHG bzw. aufgrund von Bewirtschaftungszielen (Rattmannsdorfer Teich - Erholung)
Landschaft	gesamter mittelbarer Umgebungsbereich des Werksgeländes
Kultur- und Sachgüter	denkmalgeschützte Industriebauten (Klinkerbauten) als Kulturgut und sämtliche Gebäude und Anlagen als Sachgut (BGB § 904 ff.)

4.2 Grundwasserschadensbereich

Der Grundwasserschaden umfasst nahezu das gesamte Werksgelände, die Hochhalde sowie bereits den komplex strukturierten Abstrom und erstreckt sich über die untersuchten MGWL 1 bis 4.

Im Detail wird auf die Bewertung der Kontaminationen anhand der Geringfügigkeitsschwellen im Kapitel 3 verwiesen.

4.3 Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad

Wohn- und Erholungsgebiete

Beeinflussungen über den Grundwasserpfad durch Ausgasungen können vor allem für die Ortslage Korbetha in Frage kommen, da diese Gemeinde in Abstromrichtung des

Werkes Schkopau liegt. Die Gemeinde ist an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen, womit direkte Transferpfade nicht bestehen. Es sind aber noch Hausbrunnen vorhanden, die auch prinzipiell noch nutzbar (evtl. Bewässerung von Hausgärten etc.) sind. Ein Eindringen belasteten Grundwassers in Kellerräume wird aufgrund der hydrogeologischen Bedingungen weitgehend ausgeschlossen.

Kleingartengebiete

Für die oben angeführten Kleingartengebiete sind vom BSL-Gelände verursachte altlastentypische Belastungspfade auf Grund der örtlichen Lage, der natürlichen Gegebenheiten und der historischen Entwicklung weitestgehend auszuschließen.

Eine Beeinflussungsmöglichkeit ergibt sich für Brunnen im Bereich von Kleingärten in der Saaleaue, wo evtl. belastetes Grundwasser gefördert wird.

Naturschutzgebiete

Direkte Beeinflussungen der Naturschutzgebiete durch die Altlastensituation im Werksgelände sind aufgrund der Lage auszuschließen.

Die Möglichkeit einer Belastung des Grundwassers über in die Saale-Elster-Aue entlastendes Grundwasser der Volpriehausen-Folge ist gegeben, jedoch aufgrund der hydraulischen Verhältnisse in den Schutzgebieten als eher unwahrscheinlich einzustufen.

Landschaftsschutzgebiete

Die potentielle Möglichkeit einer Belastung des Landschaftsschutzgebietes Saale-Aue über in die Saale-Aue entlastendes Grundwasser ist gegeben, besonders unter dem Hintergrund der Möglichkeit des Übertritts kontaminierter Grundwässer aus dem Festgesteinsgrundwasserleiter über Störungszonen in die Grundwässer der quartären Saaleschotter.

Geschützte Landschaftsbestandteile

Für Naturdenkmale und Biotope nach § 30 bestehen nach gegenwärtigem Kenntnisstand keine Transferpfade, über die diese gefährdet werden könnten. Dies begründet sich insbesondere in der Tatsache, dass sich diese Naturdenkmale und Biotope in hinreichend großer Entfernung vom Werksgelände befinden.

Trinkwasserschutzgebiete

Die unmittelbare Nähe der Trinkwasserschutzzonen des Wasserwerkes Beesen zum Betriebsgelände und die Belastungssituation des Grundwassers im Betriebsgelände lassen eine Gefahr über den Transferpfad Grundwasser besorgen.

Eine direkte Beeinflussung ist aufgrund der fehlenden bzw. nur geringfügig gegebenen hydraulischen Verbindung aus dem Kerngelände zur Saaleaue innerhalb des Lockergesteins weitestgehend ausgeschlossen. Als bevorzugter Transferpfad ist allerdings die Bobersenke zu bewerten, wo wahrscheinlich zumindest ein Teil der Grundwässer aus dem westlichen Betriebsbereich Richtung Saaleaue und TWSZ II entspannen.

Eine indirekte Beeinflussungsmöglichkeit besteht infolge der gespannten, teilweise artesischen Verhältnisse innerhalb der Festgesteinsgrundwasserleiter durch Entspannung über Störungs- und Kluftsysteme in die quartären Schichten.

Die Beeinflussung anderer TWSZ in der Umgebung durch Schadstoffaustrag aus der Bewertungsfläche wird aufgrund der hydrogeologischen Bedingungen und der vorliegenden Datenlage zu Fördermengen etc. weitestgehend ausgeschlossen. Hinsichtlich einer Gefährdung der Fassungen des Wasserwerkes Milzau sind hauptsächlich Schadstoffeinträge aus dem Bereich der Hochhalde Schkopau relevant.

Grundwasser außerhalb von Schutzzonen

Für das Werksgelände sind hier besonders die bisher wahrscheinlich unbelasteten Grundwasserreservoirs im Lockergesteinsgrundwasserleiter der Bachauen (Saale, Bober, Laucha) zu benennen, die aufgrund ihrer Lage im teilweise direkten Abstrombereich des Werksgeländes durch Belastungen innerhalb des Werksgeländes erheblich gefährdet werden können. Dieses Grundwasser ist im Falle eines Durchbrechens einer Schadstofffront im Grundwasser das zuerst betroffene Schutzgut.

Grundwasser im Werksgelände

Das Grundwasser im Werksgelände in Schkopau ist großräumig verunreinigt und kommt für eine Grundwassernutzung nicht mehr in Frage. Das Grundwasser im Werksgelände wird daher als eigener Schadensherd betrachtet, so dass das Grundwasser im gegenwärtigen Zustand nicht mehr als Schutzgut eingestuft wird.

Oberflächengewässer

In der Umgebung des Werksgeländes gibt es mehrere Oberflächengewässer, deren Wasserqualität als allgemeines Schutzgut zu betrachten ist. Spezielle Schutzgebietsausweisungen für Laucha, Bober und Saale im Bereich des Werksgeländes existieren nicht. Bis Leuna ist die Saale als Angelgewässer ausgehalten.

Belastungen weisen auf das gehandhabte Stoffspektrum der ehemaligen Buna-Werke hin. Demnach zeigt vor allem die Laucha erhebliche Belastungen. Die Laucha wird dabei aufgrund ihres direkten „Durchströmens“ wesentlich durch die Halde beeinflusst.

Eine Beeinflussung dieser Oberflächengewässer ist über die bestehenden Transferpfade generell möglich, jedoch lassen sich diesbezügliche Gefährdungen derzeit nicht quantifizieren. Zu beachten sind hier insbesondere Schadstoffanreicherungen in Sedimenten der benannten Oberflächengewässer.

Kiesgrube Rattmannsdorfer Teich

Die Ausweisung der Fläche als Erholungsgebiet im Entwurf des Flächennutzungsplanes der Gemeinde lässt prinzipiell sensible Nutzungen zu.

Die Kiesgrube liegt im Abstrombereich des Grundwassers aus dem PVC-Gelände im nordwestlichen Betriebsteil. Insofern stellt der Schadstoffeintrag über oberflächennahes Grundwasser einen potentiellen altlastenspezifischen Gefährdungspfad für das Schutzgebiet dar.

Mensch

Das Schutzgut Mensch in Form von auf dem Gelände tätigen Arbeitnehmern sowie von Fremdfirmen ist hauptsächlich durch den Gefährdungspfad eines Ausgasens von relevanten Schadstoffkonzentrationen aus der Bodenmatrix gefährdet. Dies betrifft vorrangig geschlossene Räumlichkeiten im Keller bzw. dem Erdgeschoss (bei fehlender Unterkellerung) von Gebäuden sowie Baugruben, wo aufgrund fehlender Luftzirkulation eine Verdünnung der Schadstoffkonzentrationen bei Austritt an die Atmosphäre nur bedingt erfolgt.

Weiterhin werden während der Durchführung von Bauarbeiten auf belasteten Flächen die Menschen durch Verwehungen/Staubaufwirbelungen und ausgasende Schadstoffe gefährdet.

Kultur- und Sachgüter

Im Werksgelände in Schkopau befinden sich als Kulturgut einige unter Denkmalschutz stehende Gebäude. Eine Beeinflussung dieser Gebäude kann vorrangig über das Grundwasser in Form eines fundamentangreifenden Chemismus des Grundwassers erfolgen, was aber kein gesondertes Problem der denkmalgeschützten Bauten darstellt, da diese Beeinflussungsmöglichkeit für alle Gebäude besteht.

Teilweise befinden sich diese denkmalgeschützten Gebäude auch in Haupteintragsbereichen.

5 Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Lageplan des ÖGP

Lageplan mit Darstellung der vorhandenen Messstellen, Zeichn.-Nr.: 00182G50

Anlage 2: Darstellung von Grundwassergleichen

Anlage 2.1: Lageplan mit Darstellung der Hydroisohypsen MGWL 1 (Messzyklus IV/2000), Zeichn.-Nr.: 00182G55

Anlage 2.2: Lageplan mit Darstellung der Hydroisohypsen MGWL 2 (Messzyklus IV/2000), Zeichn.-Nr.: 00182G56

Anlage 2.3: Lageplan mit Darstellung der Hydroisohypsen MGWL 3 (Messzyklus IV/2000), Zeichn.-Nr.: 00182G57

Anlage 2.4: Lageplan mit Darstellung der Hydroisohypsen MGWL 4 (Messzyklus IV/2000), Zeichn.-Nr.: 00182G58

Anlage 3: Darstellung der Schutzgutsituation

Lageplan mit Darstellung der Schutzgutsituation und Hydroisohypsen MGWL 1, Zeichn.-Nr.: 00182G60

Anlage 4 Darstellung der Kontaminationssituation

Anlage 4.1: Lageplan mit Darstellung der MKW-Konzentrationen [mg/l] Zeichn.-Nr.: 00182G51

Anlage 4.2: Lageplan mit Darstellung der BTEX-Konzentrationen [µg/l] Zeichn.-Nr.: 00182G52

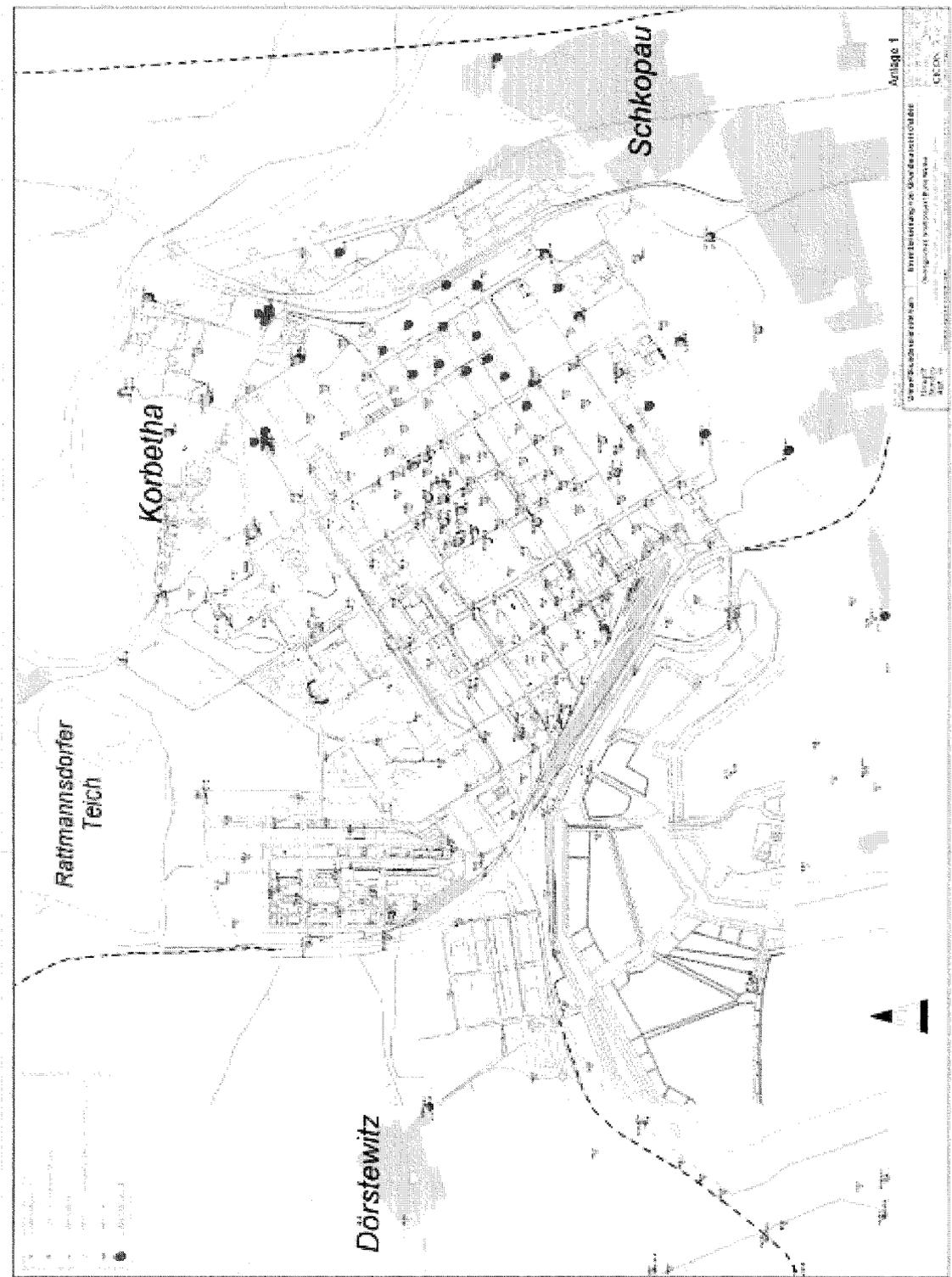
Anlage 4.3: Lageplan mit Darstellung der LHKW-Konzentrationen [mg/l] Zeichn.-Nr.: 00182G53

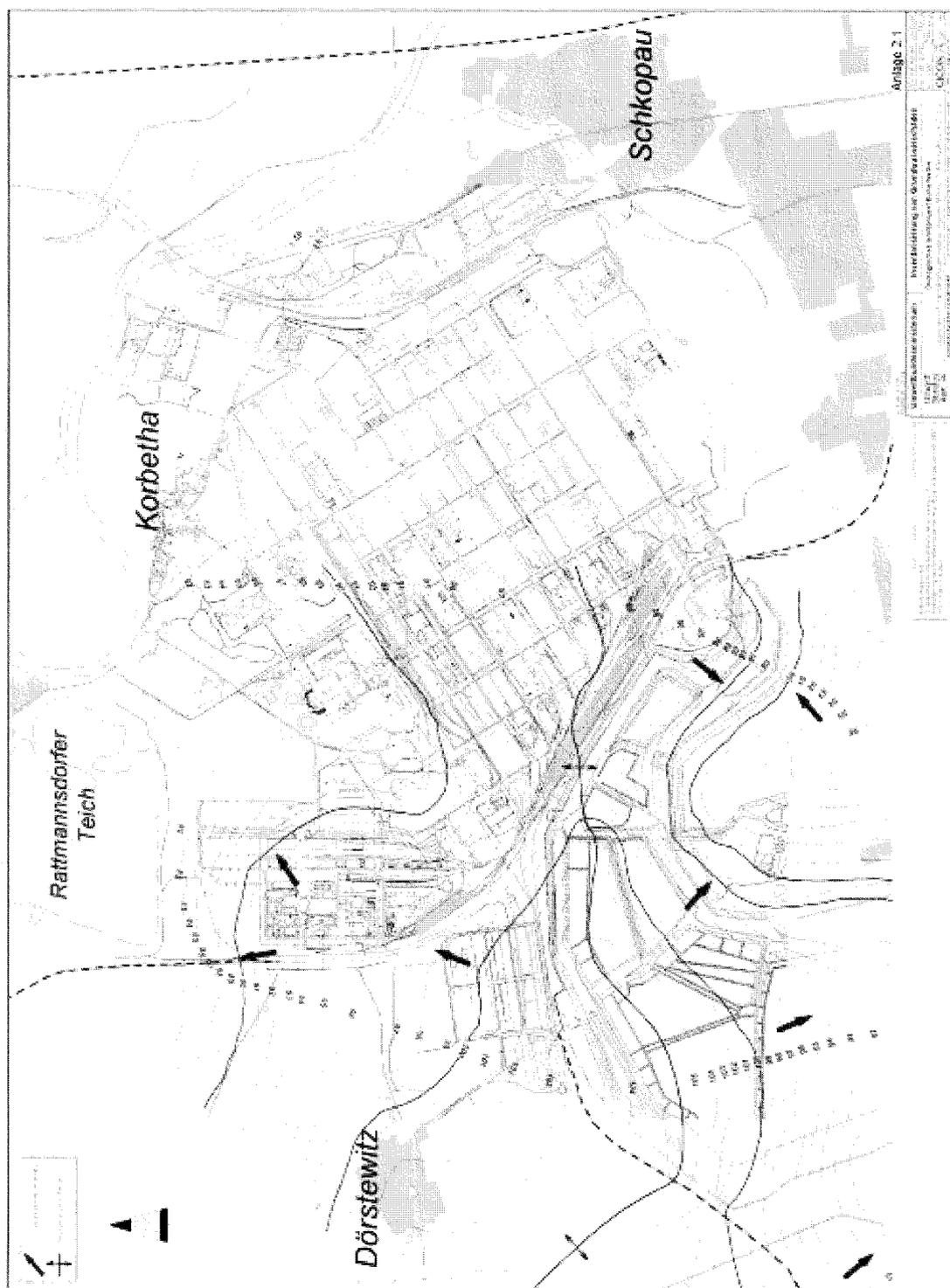
Anlage 4.4: Lageplan mit Darstellung der Vinylchlorid-Konzentrationen [µg/l] Zeichn.-Nr.: 00182G61

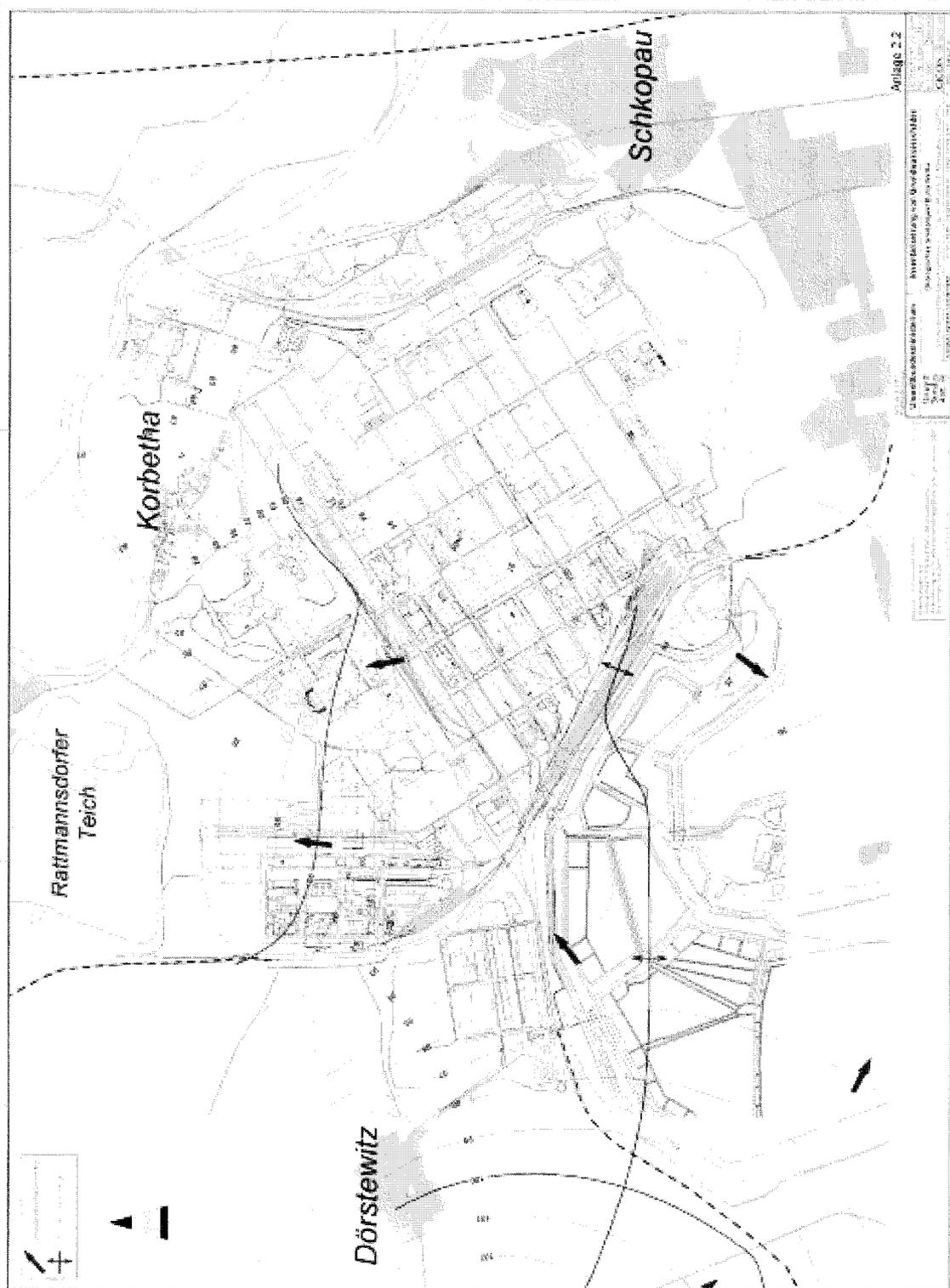
Anlage 4.5: Lageplan mit Darstellung der Quecksilber-Konzentrationen [µg/l] Zeichn.-Nr.: 00182G54

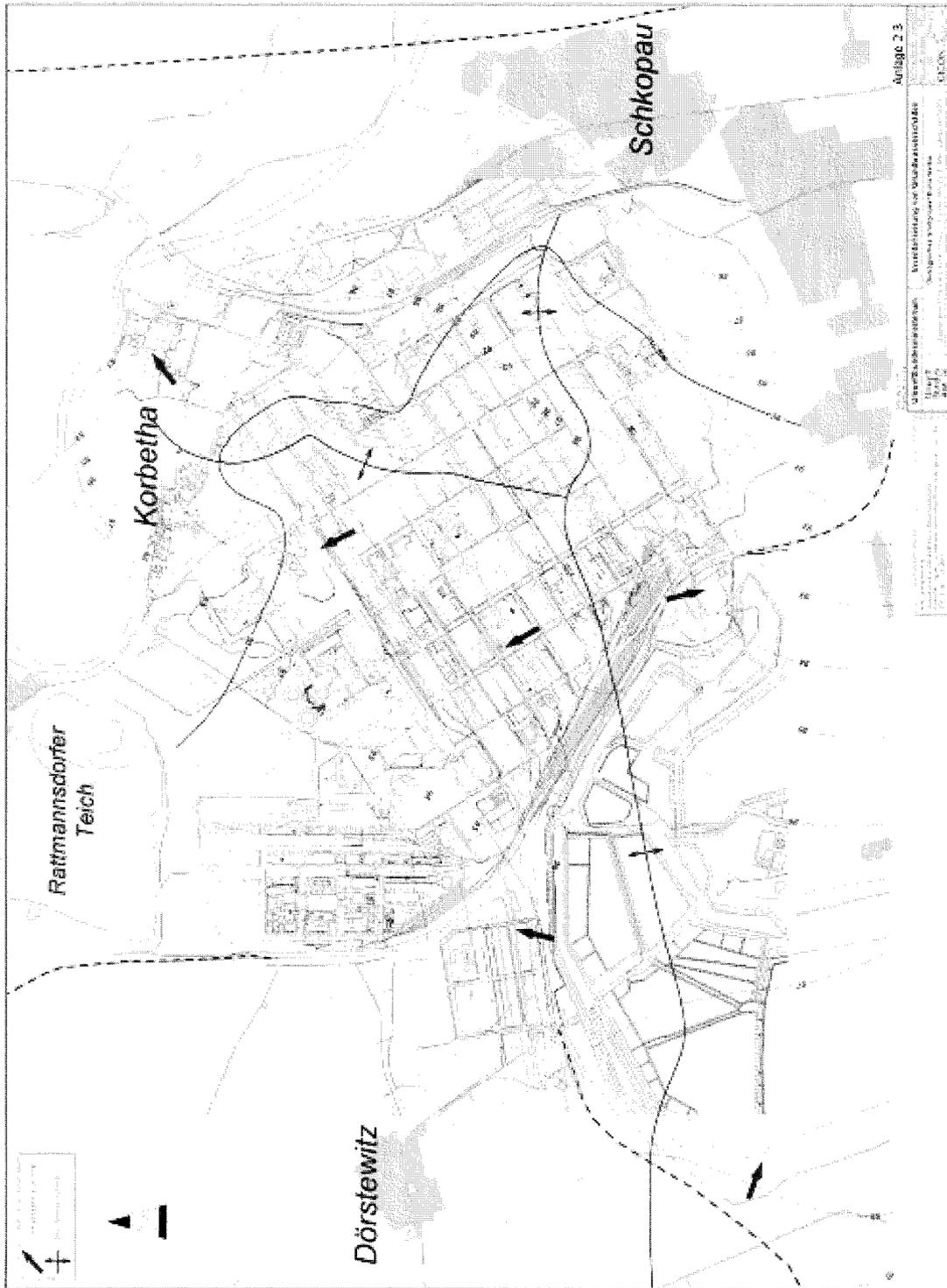
Anlage 4.6: Lageplan mit Darstellung der Methan-Konzentrationen [mg/l] Zeichn.-Nr.: 00182G59

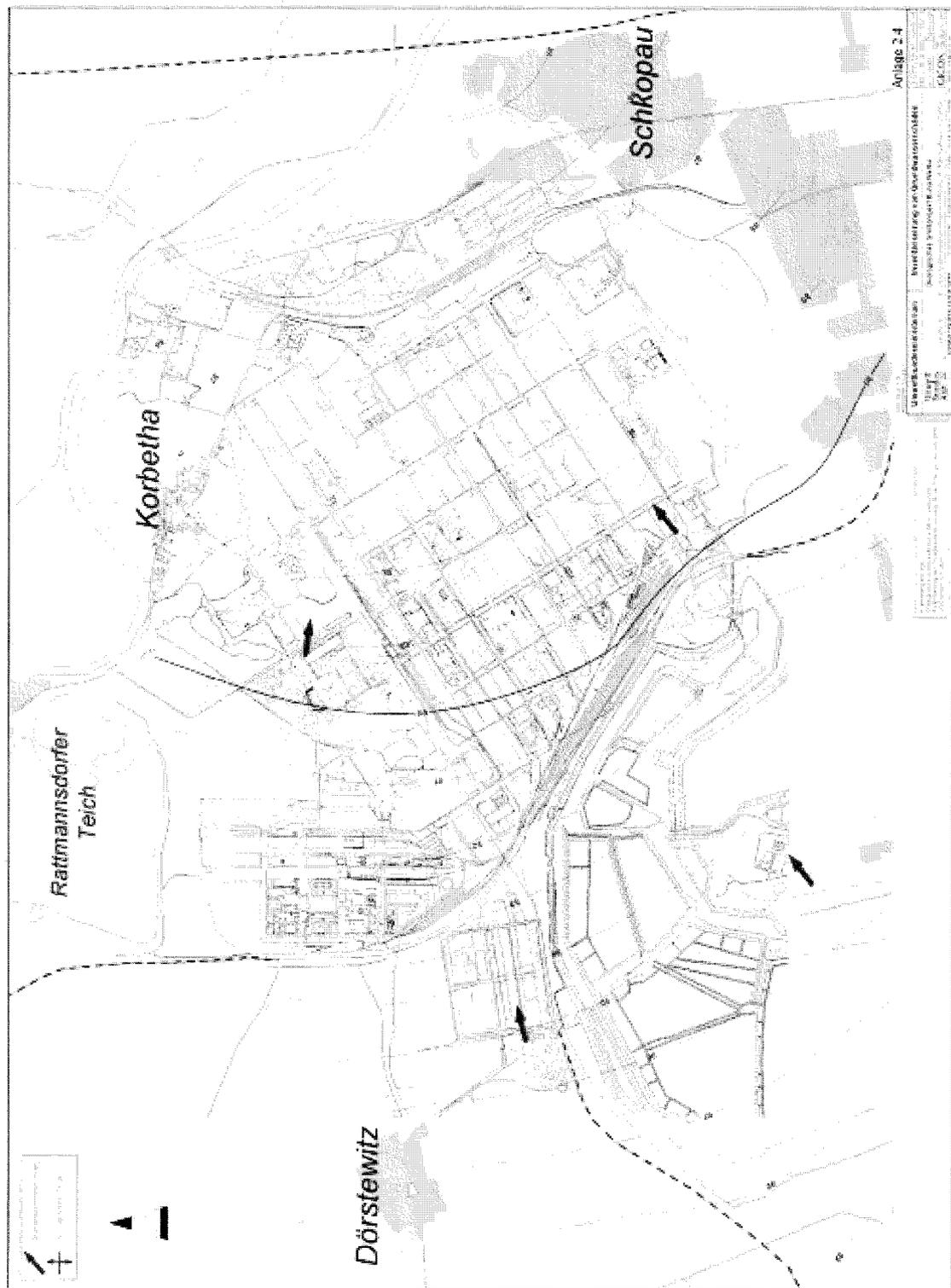
Anlage 4.7: Lageplan mit Darstellung der Sulfat-Konzentrationen [mg/l] Zeichn.-Nr.: 00182G62

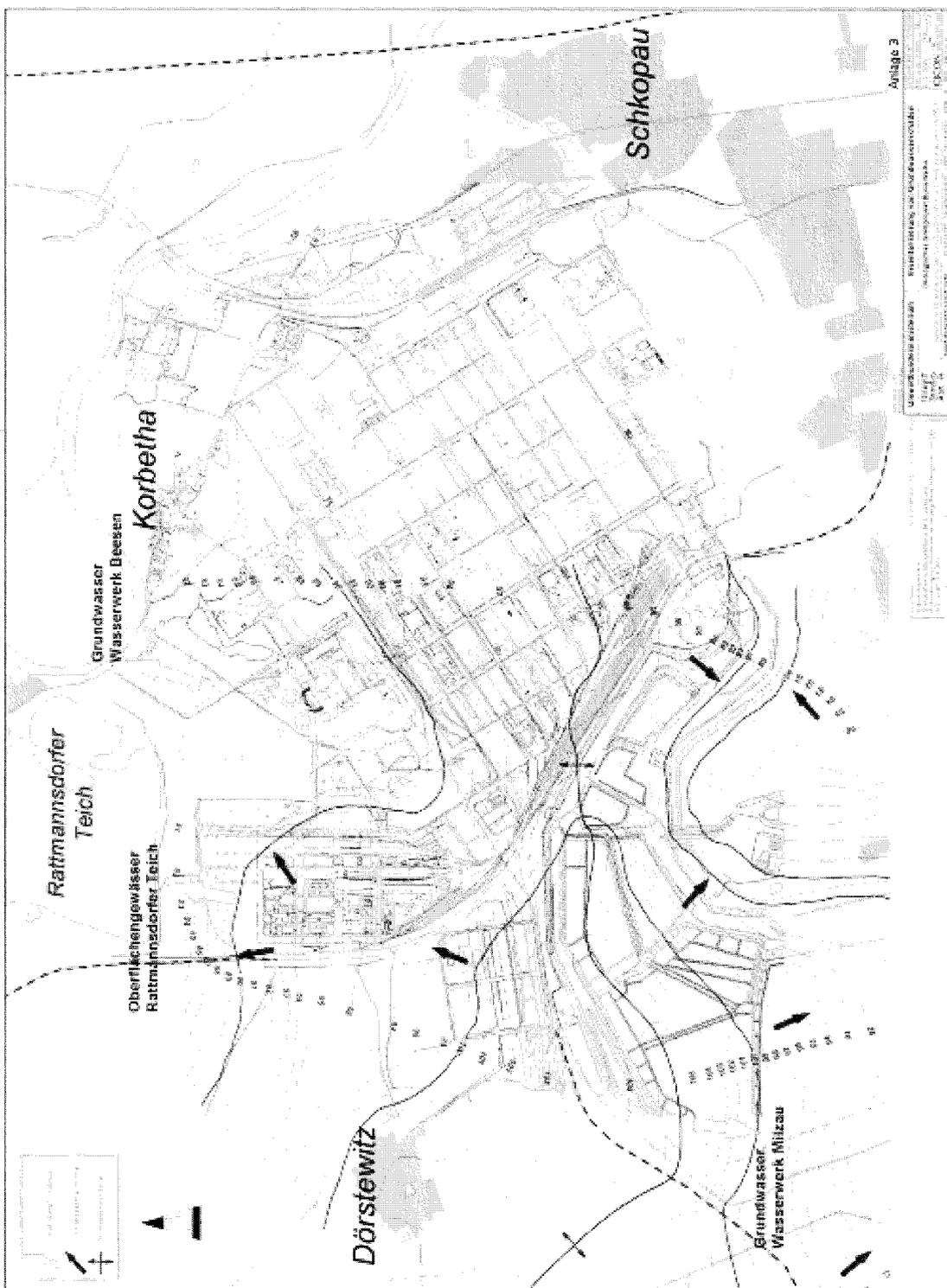


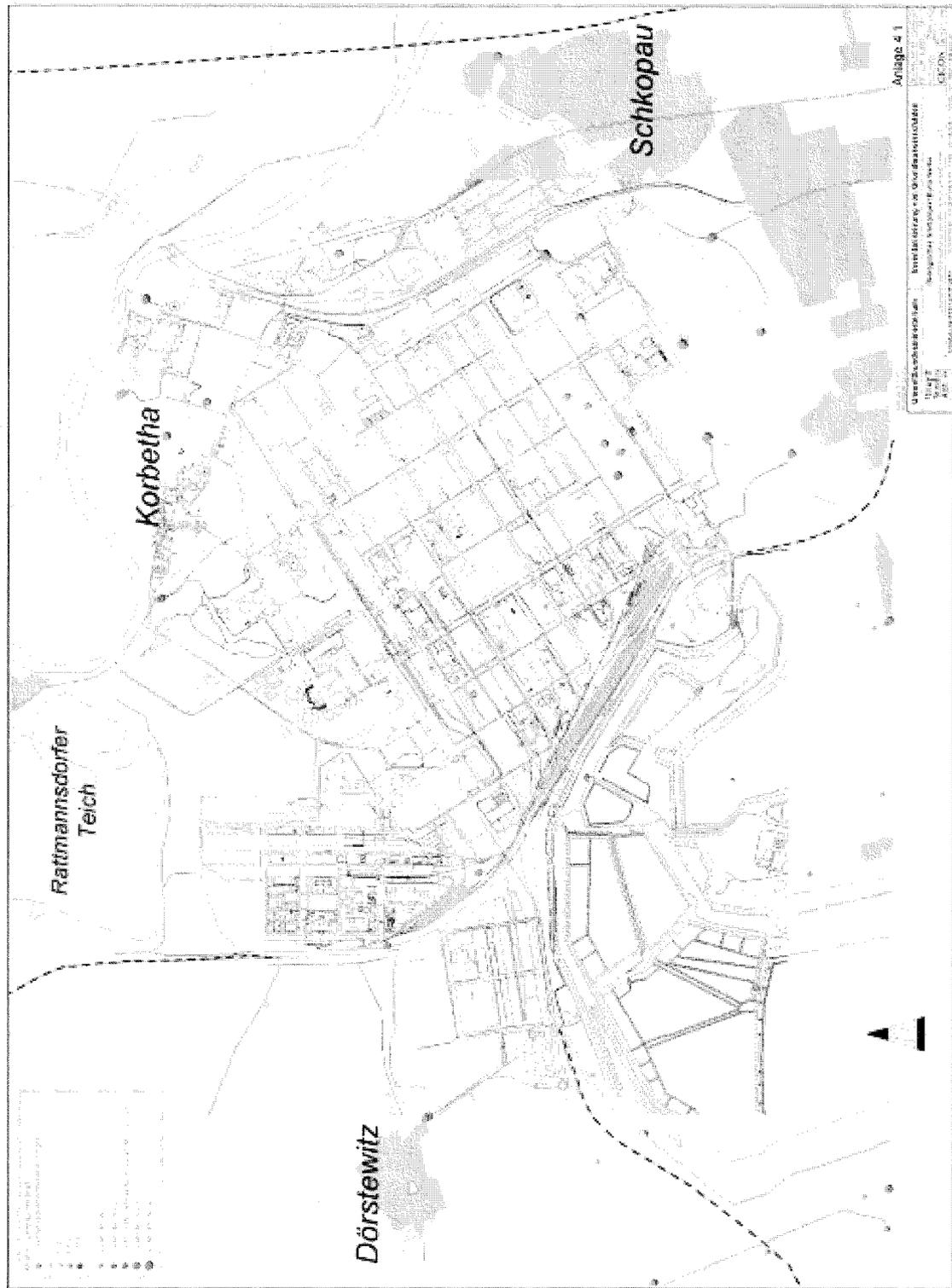


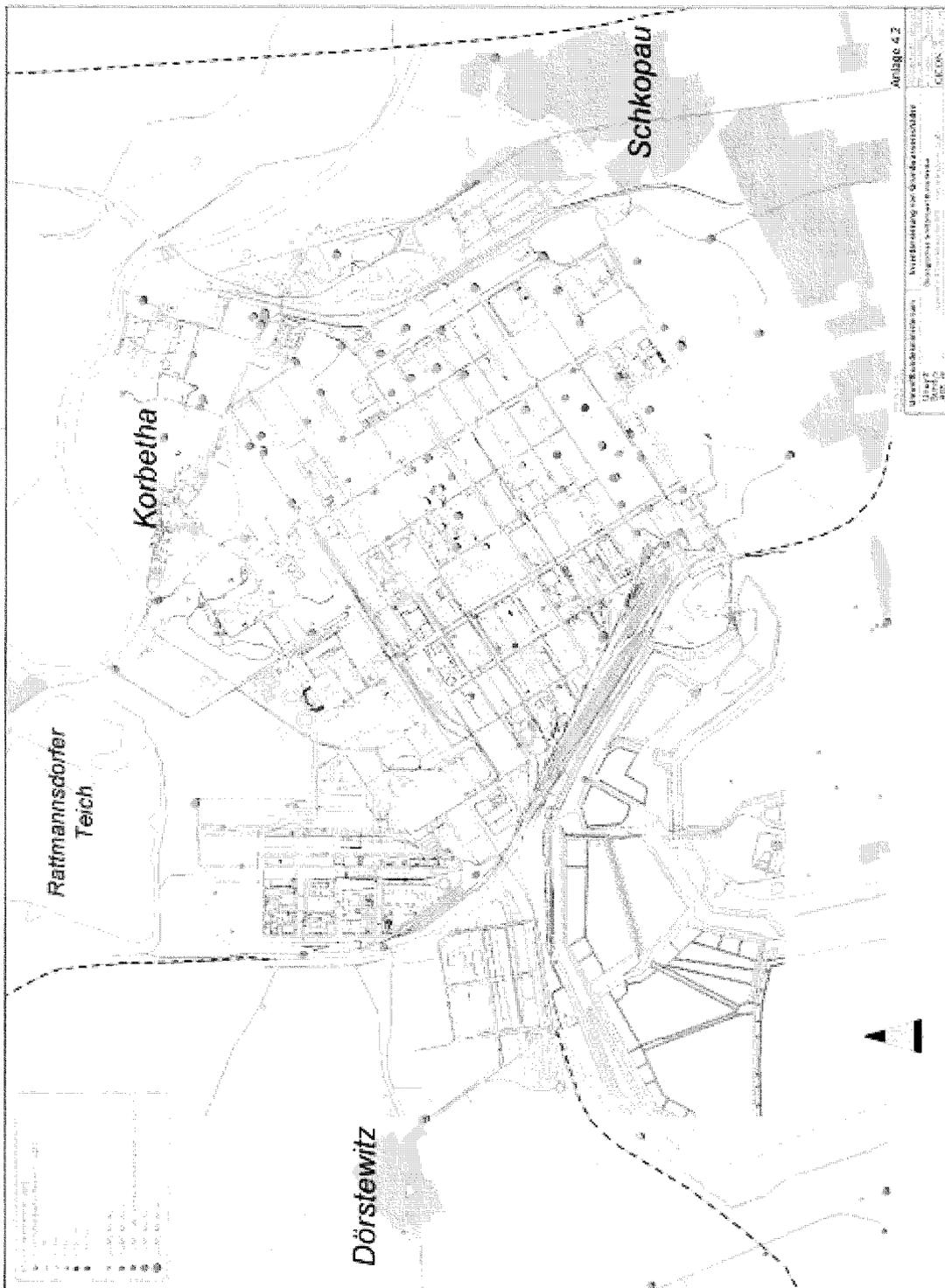


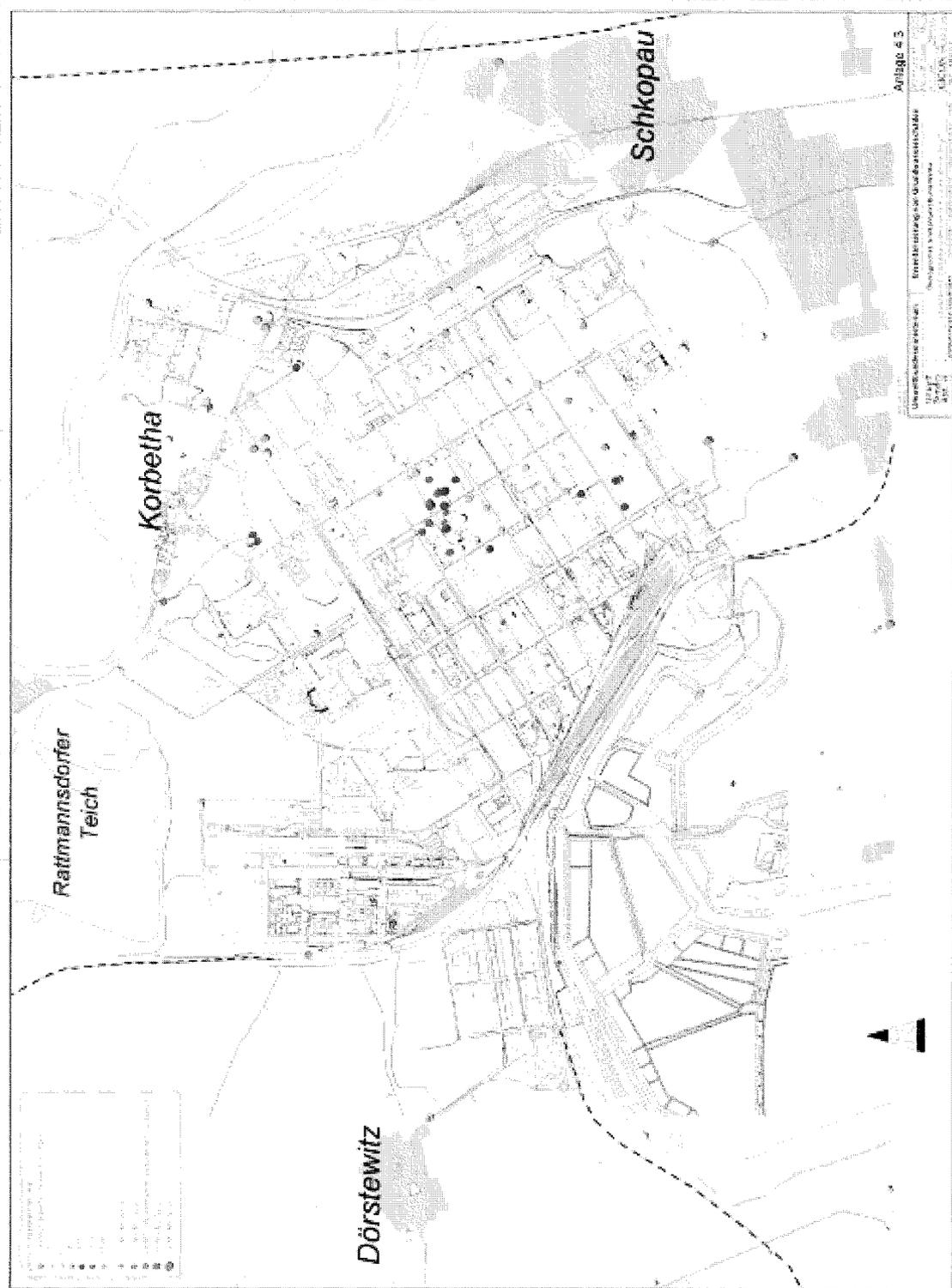


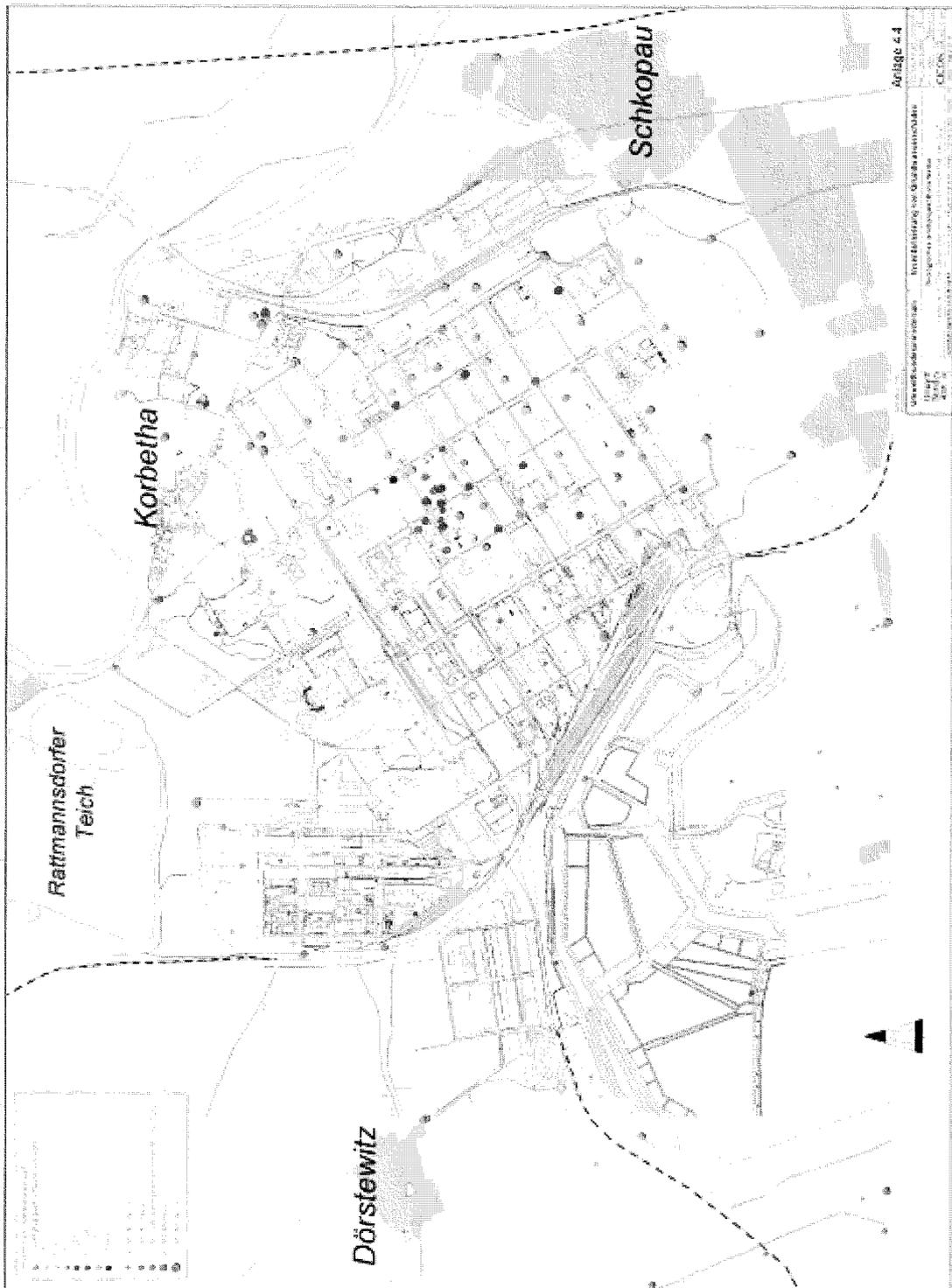


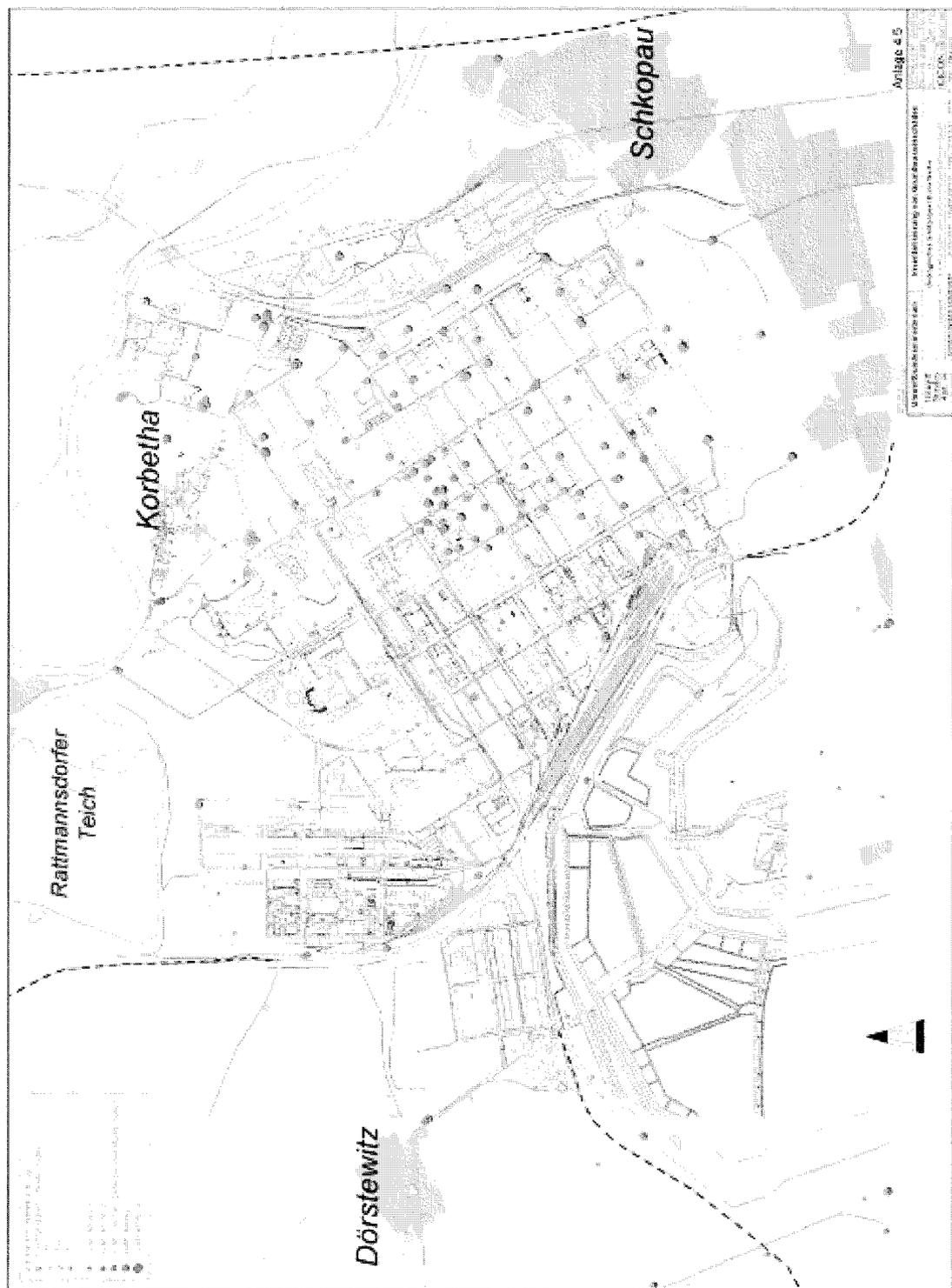


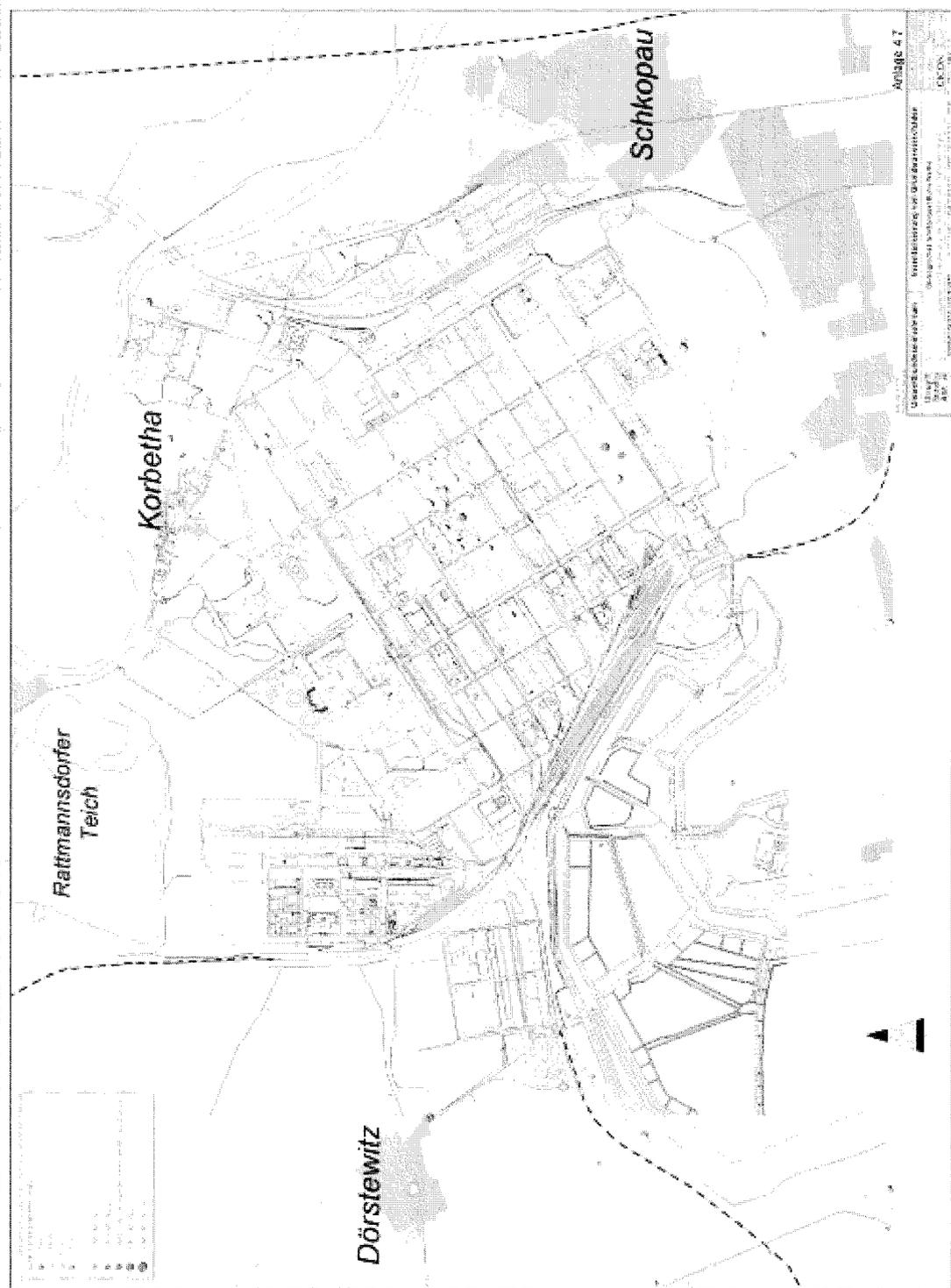












Inventarisierung
von
Grundwasserschäden

**Ökologisches Großprojekt
Lauta**

Forschungsnehmer: GICON, Großmann Ingenieur Consult GmbH
01219 Dresden, Tiergartenstraße 48

Projektnummer: P 00182FO.399

Auftraggeber: Umweltbundesamt
Bismarckplatz 1
14193 Berlin

Inhalt	
1	Kurzbeschreibung 153
1.1	Allgemeine Angaben zum ÖGP..... 153
1.2	Nutzungen..... 154
1.3	Umweltrelevante Schadstoffe..... 154
2	Untergrund- und Grundwasserverhältnisse 155
2.1	Geologie 155
2.2	Hydrogeologische Verhältnisse 155
2.3	Hydrodynamische Verhältnisse 156
3	Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation 158
3.1	Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring..... 158
3.2	Kontaminationssituation des Grundwassers..... 158
4	Erstbewertung der Grundwasserbelastung und Gefahrenbeurteilung..... 160
4.1	Schutzgutsituation..... 160
4.2	Grundwasserschaden 162
4.3	Schadstoffverbreitung und -transport im Grundwasser..... 163
4.4	Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad 163
5	Anlagenverzeichnis 166

1 Kurzbeschreibung

1.1 Allgemeine Angaben zum ÖGP

Das ÖGP Lauta liegt nordöstlich der Stadt Lauta.

Lauta ist eine Kleinstadt an der nördlichen Landesgrenze des Freistaates Sachsen zu Brandenburg, zwischen den Städten Hoyerswerda (ca. 12 km östlich) und Senftenberg (ca. 10 km nordwestlich).

Verwaltungstechnisch gehört Lauta zum Landkreis Kamenz.

Die geomorphologische und naturräumliche Zuordnung des Standortes wird charakterisiert durch die Lage im Niederlausitzer Braunkohlenrevier. So ist das Umfeld großflächig durch Relikte des Bergbaus - wie wassergefüllte Restlöcher (Gewässer Laubusch, Senftenberger See), Halden- und Kippengelände, verfüllte Restlöcher (Grube Erika) und rekultivierte Bergbauflächen - geprägt. Nicht anthropogen beeinflusste Bereiche besitzen den Charakter einer Heidelandschaft (Königsbrück-Ruhlander Heide).

Das ÖGP umfasst neben den Teilgebieten Werksgelände, Rotschlamm-Aschehalden dem Teilgebiet Rotschlammrestloch auch das Teilgebiet „Teerteiche/Blaue Donau“, das den nordöstlichen Teil des ehemaligen Werksgeländes sowie das Gebiet „Blaue Donau“ umfasst, wobei die Fläche „Blaue Donau“ sich nordöstlich des Teerteichgeländes erstreckt. Weitere Teilbereiche werden an dieser Stelle nicht betrachtet, da sie für den zu behandelnden Themenkomplex nicht von erheblicher Bedeutung sind. Allenfalls die Teilbereiche Rotschlamm-Aschehalden und Werksgelände haben wegen ihrer Lage im Grundwasseranstrom der Teerteiche Einfluss auf die Grundwasserleiter. Die folgenden Ausführungen beziehen sich immer auf den Teilbereich I (Teerteiche und Blaue Donau) des ÖAGP.

Die Geländehöhen liegen für den Bereich der Teerteiche bei etwa 120 bis 122 m NN, die Flächengröße lässt sich mit ca. 3 - 4 ha angeben. Die Gesamtfläche des Gebietes Teerteiche beträgt ca. 9 ha. Die natürliche Morphologie in diesem Bereich ist als eben zu bezeichnen. Durch die künstlich geschaffenen Geländeunterschiede bei Errichtung der Dammanlagen für die Teerbecken ist das heutige Gelände als stark gegliedert und uneben zu bezeichnen.

Bei den Teerteichen handelt es sich um 5 ehemalige Klärteiche, in die in der Zeit von 1919 bis 1968 vorwiegend teeröl-, BTEX- und phenolhaltige Abwässer aus der Generatorgaserzeugung eingeleitet wurden. Bis auf Teerteich 1 sind alle Teiche mit Bau-schutt und Bodenaushub überdeckt und größtenteils bewachsen. Gebäude bzw. Versiegelungen im eigentlichen Sinne existieren in diesem Bereich nicht, unmittelbar westlich an Teich 1 schließen sich die Überreste der Anlagen der ehemaligen Generatorgaserzeugung in Form von verbliebenen Fundamenten, Becken etc. an (Abriss der Anlagen erfolgte lediglich bis GOK).

Die „Beschickung“ der Teiche erfolgte mittels Rohrleitungen, eigentliche Fahrwege existieren nicht bzw. sind mittlerweile überwachsen. Im Gebiet ehemals verlaufende Eisenbahngleise zum südlich angrenzenden Kraftwerk sind zurückgebaut. Die Anlagen des Kraftwerkes sind ebenfalls vollständig zurückgebaut.

Die Flächengröße für den Bereich Blaue Donau beträgt 50 ha, das Gelände fällt leicht von Süd nach Nord und weist mittlere Geländehöhen von 115 m NN auf.

Es handelt sich um einen Grünbereich mit einer überwiegenden Nutzung als Wald- und Wiesenfläche. Teilbereiche werden bzw. wurden kleingärtnerisch und landwirtschaftlich genutzt. Der Bereich ist durch zumeist unbefestigte Fahrwege erschlossen.

1.2 Nutzungen

Gemäß eines gegenwärtig vorläufigen „Flächennutzungsplanes“ ist das Gelände des ehemaligen Lautawerkes sowie das direkte Umfeld in der Perspektive als Gewerbefläche ausgewiesen. Die Teerteiche wurden aus diesem Plan bisher ausgehalten, werden aber mit der geplanten Sanierung der Teerteiche (Quelltermsanierung) für eine industriell/gewerbliche Nutzung vorbereitet.

Im Randbereich der Teerteiche sind verschiedenen Nutzungen vorhanden bzw. geplant. So liegen nördlich von Teerteich 3 ein Fahrradgeschäft, ein Baulager und ein Verwaltungstrakt. Eine früher hier betriebene Tankstelle wird nunmehr als Autohandel genutzt. Südlich des Teerteiches 5 befindet sich der Wohnpark „Trautmann“ mit Wohnungen und Geschäftszentrum.

Der Bereich Teerteiche wird gegenwärtig nicht genutzt, er ist abgesperrt und gegen unbefugten Zutritt gesichert.

Der Bereich der Blauen Donau ist als Grünfläche ausgewiesen. Die Nutzung ist hauptsächlich durch kleingärtnerische Aktivitäten geprägt. Im nördlichen Teil am Schleichgraben liegen zwei bewohnte Gehöfte. Im Zentralteil befindet sich eine zzt. brachliegende Gärtnerei. An der Bundesstraße betreibt die Stadt einen Verkehrsgarten, die benachbarte Deponie ist geschlossen.

Für den Bereich der Blauen Donau sind gegenwärtig keine Nutzungsänderungen geplant. Der ansässige Spartenverein der Stadt Lauta plant die Erweiterung der Kleingartensiedlung, ansonsten werden die bestehenden Nutzungen (Wohngehöfte, Verkehrsgarten, Grünland) weitergeführt.

1.3 Umweltrelevante Schadstoffe

Als bewertungsrelevante Leitparameter wurden die folgenden Umweltschadstoffe ausgewählt:

- Phenole
- BTEX
- PAK
- Cyanide
- MKW

2 **Untergrund- und Grundwasserverhältnisse**

2.1 **Geologie**

Das ÖGP Lauta liegt am südlichen Rand der regionalgeologischen Einheit des Lausitzer Urstromtales am Übergang zur Hohenbockaer Hochfläche. Im Süden grenzen die Leippe-Lautaer Rinne, eine saalekaltzeitliche Auswaschungsrinne und nach Südosten, jenseits der Auswaschungsrinne, die Ausläufer der Hoyerswerdaer Hochfläche an.

Der Untergrundaufbau wird großflächig von pleistozänen Sedimenten der Elster-, Saale- und Weichsel-Kaltzeit bestimmt. Untergelagert folgen die tertiären Ablagerungen der Lausitzer Braunkohlenformation mit Braunkohlen, Braunkohlentonen und -schluffen und miozänen Tonen. Den prätertiären Untergrund bilden Grauwacken, die nur vereinzelt (Koschenberg, Steinberg) die Oberfläche erreichen.

Durch den im Umfeld des Lautawerkes betriebenen Braunkohlenbergbau ist der natürliche Untergrund vielerorts anthropogen verändert. Ausgeräumte und wiederverfüllte Tagebaue haben zu Veränderungen im Untergrundaufbau und der Grundwasserverhältnisse geführt.

2.2 **Hydrogeologische Verhältnisse**

Die Grundwasserverhältnisse werden großräumig durch die o.g. mächtigen pleistozänen Ablagerungen bestimmt. Diese bilden den oberen Grundwasserleiter. Dieser wird im Liegenden von einem Geschiebemergelpaket begrenzt, unter dem ein tertiärer Grundwasserleiter folgt.

Von Süden her sind die Lockergesteinsschichten des oberen Grundwasserleiters mit einer Mächtigkeit von bis zu 50 m ausgebildet. Sie erreichen im Bereich der Teerteiche noch Stärken von ca. 38 m, im Bereich Blaue Donau ca. 14 bis 20 m.

Der Grundwasserleiter wird durch eine großflächig verbreitete tonige Schluffschicht in ein oberes und unteres Stockwerk unterteilt. Im Bereich der Blauen Donau bildet diese Schicht die Basis des oberen Grundwasserleiters. Ein unteres Stockwerk ist hier nicht vorhanden. Dafür teilt ein weiterer, bei ca. 10 - 15 m u GOK eingeschalteter Schluffhorizont das obere Stockwerk in zwei Bereiche. Hydrochemische Untersuchungen zeigen trotz der relativ großflächigen und mächtigen Verbreitung der stauenden/hemmenden Schichten, dass zwischen den zwei grundwasserführenden Horizonten des oberen Grundwasserleiters wahrscheinlich Kommunikationen über lokale „Fenster“ bestehen.

Die Durchlässigkeit im oberen Stockwerk wird als gut ($k_f = 1,7 \times 10^{-3} \dots 1,9 \times 10^{-5} \text{ m/s}$) beurteilt, während das feinsandig-schluffig ausgebildete untere Stockwerk geringere Durchlässigkeiten ($k_f = 9 \times 10^{-6} \dots 1,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$) aufweist. Auch lateral ist eine nach Norden abnehmende Durchlässigkeit der grundwasserführenden Schichten festzustellen, was zu einer Verschlechterung/Verlangsamung des Grundwasserabflusses im Bereich der Blauen Donau führt.

Wegen der in nördliche Richtung abnehmenden Mächtigkeit des oberen Grundwasserleiters stellten sich im Bereich der Blauen Donau sehr niedrige Flurabstände ein, die teilweise bis 1985 zu erheblichen Vernässungsbereichen führten, wo das Grundwasser direkt an der Oberfläche vorhanden war. Vor dem Hintergrund der erheblichen Grundwasserbelastungen wurde 1985 im Zuge einer Gefahrenabwehrmaßnahme zunächst eine Meliorationsmaßnahme zur Absenkung des Grundwasserspiegels (Erhöhung des Grundwasserflurabstandes) realisiert, die später in eine Drainage überführt wurde.

Diese Durchlässigkeitsverringerung des Grundwasserleiters sowie eine Einengung des Abflussbereiches durch noch geringere Durchlässigkeiten in den östlichen und westlichen Randbereichen der Blauen Donau begünstigen die Wasserabgabe in die heute vorhandenen Drainagegräben im Bereich der Blauen Donau.

Die generelle Grundwasserabflussrichtung ist nach Nord bzw. Nordost gerichtet. Als Vorfluter für das Grundwasser des oberen Grundwasserleiters wirkt das Gewässer Laubusch. Die östliche Komponente wird vordergründig durch den Abflussbereich der Leippe-Lautauer Rinne hervorgerufen. Im nordwestlichen Teil der Blauen Donau gibt es auch nordwestliche Abstromkomponenten.

Ein unter dem als Grundwasserstauer fungierenden Geschiebemergelpaket vorhandener unterer gespannter Grundwasserleiter (Elster - I bzw. Tertiär) spielt aufgrund der Belastungssituation und der hydrogeologischen Verhältnisse für die weiteren Betrachtungen nur eine untergeordnete Rolle. Durch Wasserhaltungsmaßnahmen im Rahmen des Braunkohleabbaus ist von früher ungespannten Verhältnissen auszugehen, welche durch die nachgewiesene Schadstoffverfrachtung in diesem Bereich auch belegt sind.

2.3 Hydrodynamische Verhältnisse

Durch den früher im Umfeld des Werkes betriebenen Bergbau bzw. durch andere lokale Wasserentnahmen (z. B. Kraftwerk Lauta) kam es zu Veränderungen der grundwasserdynamischen Situation. Von Bedeutung sind hier vor allem die Maßnahmen im Bereich der Grube Erika. Der Vergleich älterer mit aktuellen Isohypsenkarten aus verschiedenen Unterlagen zeigt deutlich die teilweise geänderten Abstrombedingungen.

Das Grundwassergefälle liegt durchschnittlich bei $I = 0,7 \%$. Im Rahmen mehrerer Stichtagsmessungen wurden die Wasserstände im Untersuchungsgebiet aufgenommen. Die Flurabstände liegen dabei entsprechend den Messungen des Jahres 1996 im Werksgelände bei 4 - 6 m u GOK, im Bereich der Teerteiche zwischen ca. 2 und 4 m u GOK (um 118 m NN), für den Bereich der Blauen Donau bei ca. 1 - 2 m u GOK (110 bis 117 m NN). Ohne die Wirksamkeit der Drainage würde sich der Ursprungszustand mit noch oberflächennäheren Grundwasserständen und einzelnen Vernässungsbereichen in der Blauen Donau wieder einstellen. Insgesamt kann für das obere Stockwerk von ungespannten Verhältnissen ausgegangen werden.

Die Auswertung der Messergebnisse belegt von etwa 1993 bis 1996 einen kontinuierlichen Anstieg der Wasserstände um mittlerweile ca. 2 m. Hinsichtlich der Ursachen finden sich in den vorliegenden Unterlagen keine detaillierten Hinweise (Einstellung von Wasserhaltungen in den umliegenden Tagebauen, verbesserte Grundwasserneubildungsbedingungen durch Abriss des Werkes), jedoch wird davon ausgegangen, dass 1996 der Höchststand annähernd erreicht war. Einzelmessungen 1998 bis heute bestätigen diese Vermutung.

Ergebnisse von Baugrunduntersuchungen im Umfeld in den sechziger Jahren deuten darauf hin, dass während der Absenkungsmaßnahmen durch die Braunkohleförderung eine Grundwasserabsenkung im Bereich Werksgelände um etwa 4 m gegenüber heutigen Grundwasserständen stattgefunden hat. Für Teerteiche / Blaue Donau waren solche Daten nicht vorhanden, jedoch kann aufgrund der Nachbarschaft zum Werksgelände auf ähnliche Absenkungsbeträge geschlossen werden.

Die spezifische Grundwasserneubildungsrate wurde für das Gebiet mit $8,1 \text{ l/s} \times \text{km}^2$ abgeschätzt. Bezogen auf den südlichen Zuflussrand zu den Drainagegräben im Bereich Blaue Donau wurde ein unterirdischer Zufluss von 7 l/s ermittelt. Aus einer geo-hydraulischen Modellierung wurde auf einer Abflussbreite von 800 m ein Zufluss von $10,5 \text{ l/s}$ zur Drainage ermittelt.

Im unteren Teil des oberen Grundwasserstockwerkes kommt es kaum zu Wasserbewegungen. Tritiumuntersuchungen weisen für das Wasser ein Alter von $> 30 \text{ a}$ nach. Eine Schadstoffverfrachtung nach der Tiefe infolge eines Druckpotentialgefälles ist grundsätzlich möglich. Das Druckpotentialgefälle lag zwischen oberem und unterem Teil des Stockwerkes bei $1\text{-}2 \text{ cm}$. Möglicherweise steht die erfolgte Schadstoffverfrachtung aber auch mit ermittelten Dichteunterschieden innerhalb des Grundwassers in Zusammenhang. So weisen die stark belasteten Wässer aus dem unteren Teil des oberen Grundwasserstockwerkes höhere Dichten auf (bis $1,004 \text{ g/cm}^3$).

Bezüglich des unteren Grundwasserstockwerkes ist anzuführen, dass es stark gespannte Verhältnisse aufweist. Aufgrund dessen sind Einträge von Schadstoffen in dieses Stockwerk weitgehend auszuschließen, wie sich auch aus den vorliegenden Daten zur Grundwasserbelastung ablesen lässt.

3 Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation

3.1 Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring

Datengrundlage der Darstellungen und der Bewertung bildet das im August 2000 durchgeführte Grundwassermonitoring.

Bis zum jetzigen Zeitpunkt erfolgt im Bereich des ÖGP Lauta kein regelmäßiges Monitoring. Umfangreichere Grundwassererkundungen erfolgten lediglich in 1995 und 1996 sowie im August 2000 und im März 2001. Im Gegensatz zur Messkampagne 2000 wurde im März 2001 ein reduziertes Messprogramm durchgeführt. Aufgrund der nicht zyklischen Durchführung eines GW-Monitorings können Entwicklungstendenzen der Schadstoffsituation nur eingeschränkt abgeleitet werden. Eine Repräsentanz der Daten ist somit nur schwer einschätzbar.

Die Schadenssituation des Grundwassers im Bereich des ÖGP Lauta wird durch die folgende Anzahl in 2000 beprobte GWMS dargestellt (grundwasserleiterspezifisch):

oberer GWL: 62

unterer GWL: 9

3.2 Kontaminationssituation des Grundwassers

Phenole (Anlage 4.4) stellen den Hauptkontaminanten im Grundwasser des ÖGP dar. Sie gelangten mit dem Gaswaschwasser in die Teerteiche, wurden und werden aus den Teerteichablagerungen ausgewaschen und in tiefer liegende Bodenbereiche und in das Grundwasser eingetragen. Die höchsten Belastungen werden im unteren Bereich des oberen Grundwasserleiters gemessen.

Im Bereich Blaue Donau werden Phenolkonzentrationen oberhalb der Geringfügigkeitsschwelle vor allem in den oberen Bereichen des oberen GWL nachgewiesen. Sie erreichen hier stellenweise Konzentrationen größer des tausendfachen Geringfügigkeitsschwellenwertes. Im unteren GWL wurden im Nordteil des Geländes Blaue Donau Phenolkonzentrationen in Größenordnungen des zehnfachen Geringfügigkeitsschwellenwertes nachgewiesen (L3/93).

Im Bereich der Teerteiche liegen die Phenolbelastungen im unteren GWL unterhalb der Geringfügigkeitsschwelle, was ein Indiz für eine begrenzte Durchlässigkeit der Stauhorizonte ist (GWMS L3/92). Im oberen GWL sind die Phenole jedoch nahezu in allen Teufen im gesamten Bereich der Teerteiche in Größenordnungen des tausendfachen Geringfügigkeitsschwellenwertes vorhanden.

Ein Teil des belasteten Grundwassers entlastet in die Drainagen der Blauen Donau.

Cyanide (Anlage 4.5) werden über das gesamte Gelände der Teerteiche und der Blauen Donau vereinzelt in Größenordnungen der zehnfachen Geringfügigkeitsschwelle nachgewiesen.

Die Cyanide sind bereits, genau wie die Phenole, bis zum Schleichgraben vorgedrungen. Im unteren GWL wurden bei der Grundwasseruntersuchung 08/2000 keine Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwelle ermittelt.

MKW (Anlage 4.1) sind aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Löslichkeit nur gering flächenhaft im Grundwasser verbreitet. Punktuell wurden jedoch geringe Belastungen im unteren GWL unterhalb der Geringfügigkeitsschwelle gemessen. Hierbei kann es sich um Teilfraktionen der Teere/Teeröle handeln. Die Teerteiche und deren direkter Abstrom (Nahbereich) stellen hier den Hauptbelastungsbereich dar.

BTEX (Anlage 4.2) werden hauptsächlich im Bereich der Teerteiche, dem Eintragsort, im oberen GWL bis maximal zum tausendfachen Geringfügigkeitsschwellenwert nachgewiesen. Flächenhaft erstreckt sich die Belastung bis zum Schleichgraben. Im nördlichen Teil der Blauen Donau wurden *BTEX*-Konzentrationen im unteren GWL in Größenordnungen des 100fachen Geringfügigkeitsschwellenwertes gemessen. Toluol dominiert unter den *BTEX*-Aromaten.

PAK (Anlage 4.3) werden ebenfalls im Bereich der Teerteiche in das Grundwasser eingetragen. Im Bereich der ÖGP-Grenze werden sowohl im oberen als auch im unteren GWL Konzentrationen des 100- bis 1.000fachen Geringfügigkeitsschwellenwertes nachgewiesen. Allerdings begrenzt die geringe Löslichkeit den Schadstofftransport.

Auch nördlich des Schleichgrabens werden noch Überschreitungen des Geringfügigkeitsschwellenwertes der *PAK* festgestellt.

Im Bereich der Teerteiche sowie der blauen Donau werden flächenhaft auch Verunreinigungen mit den kokereotypischen Schadstoffen *Sulfat* (Anlage 4.6) und *Ammonium* (Anlage 4.7) in höheren Konzentrationen nachgewiesen. Für diese Parameter existiert kein Geringfügigkeitsschwellenwert, jedoch erfolgte zur Vervollständigung des Schadensbildes im ÖGP die Darstellung dieser Parameter.

Bzgl. des Schadstoffes *Sulfat* ist ergänzend zu bemerken, dass dieser Grundlage für erhebliche anaerobe Abbauvorgänge im Grundwasser des Bereiches Teerteiche/Blaue Donau ist. Im Ergebnis der Abbauvorgänge entstehen im Grundwasser erhebliche Mengen Schwefelwasserstoff und bereichsweise auch Methan. Als weiterer Sauerstofflieferant der aneroben Biologie ist noch das Nitrat anzuführen, was jedoch kein standorttypischer Parameter ist. Die Nitratbelastungen des Grundwassers sind vielmehr auf Einträge der Landwirtschaft etc. zurückzuführen.

In Anlage 4.8 ist die anhand der verwendeten Daten kartierte Fläche dargestellt, wo im Grundwasser bei den relevanten Parametern der Anlagen 4.1 bis 4.7 die Geringfügigkeitsschwellen überschritten werden.

4 Erstbewertung der Grundwasserbelastung und Gefahrenbeurteilung

4.1 Schutzgutsituation

Allgemein lässt sich die Schutzgutsituation im Bereich des ÖGP gemäß folgender Tabelle charakterisieren:

Schutzgut	Bemerkungen
Mensch	<ul style="list-style-type: none"> Anwohner und Kleingartenbesitzer im Bereich Blaue Donau; Empfindlichkeit durch möglichen Direktkontakt zu Schadstoffen im Grundwasser bzw. durch Ausgasungen auf den Flächen bzw. im unmittelbaren Umfeld verkehrende Menschen im Rahmen der (Neu)nutzung bzw. in Erholungsgebieten (Verkehrsgarten, Wohnbebauung Trautmann, Stadtpark, etc.) Wohnbereiche mit hoher Einwohnerdichte innerhalb des Stadtteiles Lauta Nord Arbeitsplätze im ehemaligen Werksgelände der Lautawerke bzw. in der Umgebung des Bewertungsgebietes
Grundwasser	<ul style="list-style-type: none"> Trinkwasserschutz-zonen sind in der Umgebung nicht existent. Brauchwasserbrunnen auf dem Gelände des ehem. Lautawerkes (Fa. Readymix) Hauswasserversorgungen und Bewässerungsbrunnen für Kleingartenanlagen (im Bereich der Blauen Donau hat die Behörde die Nutzung des Grundwassers untersagt) nutzbare Grundwasserpotentiale in der Umgebung von Lauta
Oberflächengewässer	<ul style="list-style-type: none"> Schleichgraben und Gewässer Laubusch
Pflanzen und Tiere	<ul style="list-style-type: none"> Umgebung des Gebietes, Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete im Umfeld
Landschaft	<ul style="list-style-type: none"> gesamter mittelbarer Umgebungsbereich von Lauta
Kultur- und Sachgüter	<ul style="list-style-type: none"> denkmalgeschützte Industriebauten und -altanlagen (z.B. Wasserturm), denkmalgeschützte Wohnanlage Lauta Nord (BGB § 904 ff.)

Die Schutzgutsituation bezüglich des Grund- und Oberflächenwassers wird im Folgenden noch detailliert beschrieben:

Bei der Bewertung des Altlasten- und Kontaminationsrisikos, das von den Teilflächen des ÖGP ausgeht, besitzt die Nutzungssituation des Grundwassers eine herausragende Bedeutung. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Lage zu Trinkwasserschutzgebieten, sonstigen Grundwassernutzungen und bedeutenden Grundwasserreservoirien.

Trinkwasserschutzgebiete

In der Umgebung von Lauta werden keine Trinkwasserschutzgebiete ausgewiesen. Werksgelände sowie die Stadt Lauta sind an das öffentliche Wasserversorgungsnetz angeschlossen.

Sonstige Grundwassernutzungen in der Region

a) Grundwassernutzungen im Werksgelände

Früher vorhandene Grundwasserentnahmen im Werksgelände bzw. im Bereich des Kraftwerkes zur Brauchwassergewinnung sind eingestellt. Zur Zeit wird lediglich noch ein Brunnen zur Brauchwassergewinnung durch die Fa. Readymix genutzt, wo ca. 30 - 35 m³/d gefördert werden.

b) Grundwassernutzungen in der Region

Es bestehen gegenwärtig allenfalls geringfügige Grundwassernutzungen zu Bewässerungszwecken.

Sümpfungsmaßnahmen in den umliegenden Tagebauen im Rahmen der Braunkohlegewinnung werden ebenfalls nicht mehr betrieben, allerdings liegen zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Informationen vor, inwieweit in den wassergefüllten Restlöchern Wasserhaltungsmaßnahmen durch Festlegungen von Endspiegelhöhen in den Abschlussbetriebsplänen betrieben werden müssen. Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand dürften diese Maßnahmen jedoch nur geringe Auswirkungen auf den Bereich des ÖGP Lauta haben.

c) Grundwassernutzungen in Siedlungsbereichen und Kleingartenanlagen

Nach vorliegenden Informationen existiert im Stadtbereich von Lauta noch eine Reihe von (Haus-)Brunnen, die vornehmlich zur Bewässerung von Kleingärten etc. genutzt werden.

Für den Bereich der Blauen Donau ist die Existenz mehrerer Brunnen bekannt, allerdings existiert hier eine Anordnung der Behörde, die jegliche Grundwassernutzung in diesem Bereich aufgrund der Belastungen des Grundwassers untersagt.

Ungenutzte Grundwasserreservoir im Umfeld des ÖGP

Im Umfeld von Lauta existieren aufgrund der geologischen und hydrogeologischen Situation größere Grundwasservorkommen. Dies betrifft vor allem die Vorkommen im Bereich der Hohenbockaer Hochfläche (südwestlich des Bewertungsgebietes) sowie die Auswaschungsrinnen (südöstlich des Bewertungsgebietes) und das Lausitzer Urstromtal (nördlich des Bewertungsgebietes).

Beeinflussungen, teilweise geogen bedingt, sind hier vor allem durch Braunkohlevorkommen und deren Abbau gegeben.

Grundwasser im Bereich des ÖGP

Im Bereich des ÖGP ist das Grundwasser im Bereich des oberen Grundwasserleiters großräumig verunreinigt. Die Verunreinigung des oberen Grundwasserleiters ist seit mindestens dem Ende der 30er Jahre bekannt, da seit dieser Zeit Geruchsbelästigungen durch Aussagen von Zeitzeugen belegt sind. Der Grundwasserschaden ist somit bereits eingetreten, die Nutzung des Grundwassers kommt nicht bzw. nur nach einer entsprechenden Aufbereitung in Frage.

Das Grundwasser ist kurz- und mittelfristig ohne erhebliche Maßnahmen zur Dekontamination nicht nutzbar und aufgrund seiner hohen Belastungen als eigener Kontaminationsbereich einzustufen.

Oberflächengewässer

Die im direkten Umgebungsbereich des Standortes befindlichen Oberflächengewässer besitzen eine allgemeine Schutzwürdigkeit nach WHG und Sächsischem Wassergesetz.

Der Schleichgraben (Mündungsstück vor der Schwarzen Elster) und die Schwarze Elster weisen eine Gewässergüteklasse von II-III (kritisch belastet) auf. Der Schleichgraben ist durch toxische Substanzen in hohem Maße beeinträchtigt. Das Gewässer Laubusch weist keine konkrete Einstufung in eine Gewässergüteklasse auf. Die genannten Einstufungen für die Fließgewässer weisen für die Vorfluter gewisse Vorbelastungen nach, wobei für den Schleichgraben im Oberstrom keine Einstufung vorliegt. Hier ist ein Schadstoffeintrag durch die im Oberstrom gelegene und ebenfalls zum ÖGP Lauta gehörende Rotschlammhalde wahrscheinlich.

Entsprechend der Vorbelastungssituation der Oberflächengewässer sind diese zwar ein Schutzgut im Sinne des WHG, jedoch aufgrund der Vorbelastungen nicht als vorrangige Schutzgüter einzuschätzen. Die Oberflächengewässer Laubusch und Schleichgraben stellen vielmehr Schutzgüter dar, für die mindestens das Verschlechterungsverbot gilt, wobei tendenziell eine Verbesserung der Situation erreicht werden soll. Dies ist jedoch nicht nur durch Maßnahmen im Bereich der Teerteiche/Blau Donau machbar.

4.2 Grundwasserschaden

Der Grundwasserschaden ist im Bereich der Teerteiche und der Blauen Donau großflächig eingetreten.

Im Abstrom werden die Geringfügigkeitsschwellen zahlreicher Parameter bis zum Gewässer Schleichgraben überschritten.

Die Dränagewässer der Blauen Donau sind kontaminiert (z.B. bis 35 mg/l Phenolindex). Hier wurden Schutzmaßnahmen veranlasst (Wasserreinigungsanlage, Sicherungsmaßnahmen).

4.3 Schadstoffverbreitung und -transport im Grundwasser

Die stark phenolhaltigen versickerten Abwässer aus den Teichen erfuhren eine deutliche Tiefenverfrachtung, die erst durch den im Liegenden des oberen Grundwasserstockwerkes vorhandenen Stauer behindert wurde.

Nach Einstellung der Verspülung der Abwässer in die Teerteiche strömte im Hangenden wieder verstärkt natürlich gebildetes und somit weniger dichtes Wasser zu, der Druckgradient baute sich ab, so dass gegenwärtig vordergründig von einer lateralen Ausbreitung der Schadstoffe im oberen Grundwasserbereich ausgegangen werden kann.

Die in Teilbereichen des gespannten unteren Grundwasserleiters nachgewiesenen Belastungen des unteren Stockwerkes sind dabei eventuell ebenfalls auf den oben beschriebenen Mechanismus zurückzuführen, da bei Ausbildung einer entsprechend mächtigen Sickerwassersäule in der aktiven Betriebszeit der Teiche auch Gradienten bestanden haben können, die einen geringfügigen Schadstofftransport ins untere Grundwasserstockwerk ermöglichen. Möglich sind auch erhebliche Einflüsse aus damals betriebenen Grundwasserhaltungsmaßnahmen im nahegelegenen Braunkohleletaubau.

4.4 Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad

Schutzgut Mensch

Wohn- und Erholungsgebiete, Kleingartenanlagen

Wohn- und Erholungsgebiete werden im Umweltrecht insbesondere unter dem Aspekt der Lärm- und Immissionseinwirkung (Transferpfad Luft) betrachtet. Diese Einwirkungspfade sind im Zusammenhang mit der Gefahrenbeurteilung für Altlasten hinsichtlich des Lärms selten relevant, jedoch im Zuge von Verwehungen und Ausgasungen (Boden und Grundwasser) bezüglich der Immissionswirkungen in einer Vielzahl von Fällen zu beachten.

In diesem Zusammenhang sind insbesondere die im Umfeld der Betriebsflächen befindlichen Wohn- und Erholungsgebiete relevant, besonders die Kleingärten im Bereich Blaue Donau sowie der westlich an die Teilfläche Blaue Donau angrenzende Ortsteil Lauta Nord, die beiden innerhalb der Blauen Donau befindlichen Gehöfte sowie die unmittelbar an die Teerteiche angrenzende Wohnsiedlung "Trautmann".

Gefährdungen der Wohn- und Erholungsgebiete könnten potentiell über den Luftpfad erfolgen, wobei im Bereich der stärkeren Ausgasungen (Gullydeckel der Drainage, Einlaufbauwerk Wasserreinigungsanlage) keine Wohnbereiche liegen. Hinsichtlich der Geruchsbelästigungen aus dem Bereich Blaue Donau liegen vor allem von Anwohnern der Parkstraße aber bereits Beschwerden vor.

Aufgrund besonders kurzer Transferpfade zwischen Drainagen und Kleingärten (teilweise kleiner 50 m), ist der Transferpfad Luft (Drainagesystem - atmosphärische Luft - Mensch) als besonders relevant einzuschätzen. Er wurde vor dem Hintergrund der Mit-

te der neunziger Jahre nachgewiesenen Belastungen, vor allem durch H₂S (maximal ca. 115 mg/m³ in einem Graben nahe der Parkstraße), dessen Stoffgefährlichkeit (giftig, in höheren Dosen tödlich) und dessen Stoffeigenschaften (schwerer als Luft, kriecht am Boden, sammelt sich in Schächten und Gräben) als Haupttransferpfad bezüglich der Gefährdung des Schutzgutes Mensch eingestuft. Daraufhin erfolgte ab 1998 eine weitgehende „Abdichtung“ der Kontrollschächte der Drainage; H₂S-gefährdete Bereiche konnten damit deutlich eingeschränkt werden und bestehen heute nur noch im Bereich der abgesperrten und gekennzeichneten Pumpenstation 2. Durch Kontrollmessungen wird eine Verifizierung der Sicherungsmaßnahmen am Drainagesystem regelmäßig vorgenommen.

Beeinflussungen über den Grundwasserpfad durch Direktkontakt sind heute nach den Ergebnissen der Grundwasserdynamik und unter Voraussetzung einer weiter betriebenen Drainage im Bereich der Blauen Donau weitgehend auszuschließen.

Im Falle der Einstellung des Betriebes der Drainage würde sich als Nullvariante (Variante ohne Maßnahmen) der frühere hydraulische Zustand im Bereich der Blauen Donau einstellen. In diesem Falle ist mit einem Anstieg des Grundwassers bis in Oberflächennähe zu rechnen, z. T. kann es wieder zur Ausbildung der historisch belegten Vernässungszonen kommen. Somit wäre der Ausschluss des Direktkontaktes von Menschen mit belastetem Grundwasser nicht mehr gesichert. Zu beachten ist weiterhin die Möglichkeit, dass bei den hohen Grundwasserständen der Nullvariante belastetes Grundwasser in die Keller der beiden am Schleichgraben stehenden Gehöfte sowie der in unmittelbarer Nachbarschaft befindlichen Wohnhäuser eindringen könnte und dort der Kontakt von Menschen zum Grundwasser möglich ist.

Grundwasser

Trinkwasserschutzgebiete

Im Umfeld der Bewertungsflächen existieren keine Trinkwasserschutzgebiete, eine entsprechende Beeinflussung ist demzufolge ausgeschlossen.

Grundwasser im Bereich des ÖGP

Das Grundwasser im Bewertungsgebiet ist großräumig verunreinigt. Eine Grundwassernutzung kommt nicht bzw. nur unter erheblichen Aufwendungen für entsprechende Reinigungsmaßnahmen in Frage.

Zu berücksichtigen sind neben den Schadstoffeinträgen aus dem ÖGP selbst Einträge aus dem Braunkohlebergbau in der Umgebung.

Grundwasser außerhalb des ÖGP und außerhalb von Schutzzonen

Infolge der hydrodynamischen Bedingungen ist eine Beeinflussung des Grundwassers vor allem für den Bereich Schleichgraben bis Gewässer Laubusch möglich. Alle anderen Bereiche liegen nicht im direkten Abstrombereich des ÖGP und sind daher durch dieses nicht oder nicht wesentlich beeinflussbar.

Oberflächengewässer

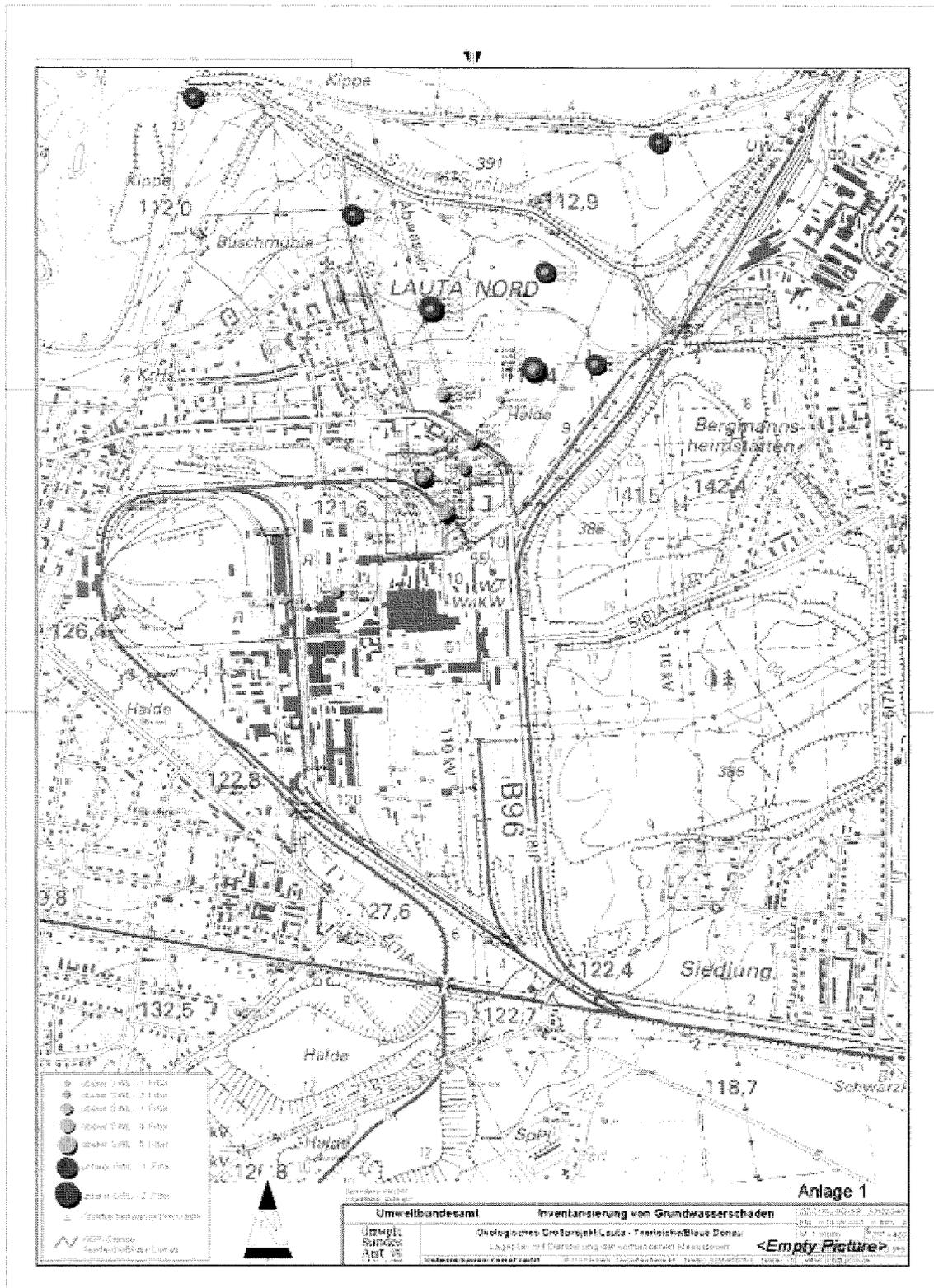
Der Schleichgraben wurde bis zur Inbetriebnahme der Drainage durch seine frühere Funktion als wesentlicher Vorfluter für das flurnah abfließende und seit den 30er Jahren schadstoffbelastete Grundwasser direkt beeinflusst. Mit dem Bau der Drainage Mitte der 80er Jahre wurden die gefassten Drainagewässer dem Schleichgraben direkt zugeführt. Seit Inbetriebnahme der Wasseraufbereitungsanlage (1995) besteht der Transferpfad für Schadstoffe praktisch nicht mehr. Bei besonders hohen Niederschlagsmengen über längere Zeit kann ungereinigtes Wasser aufgrund der dann nicht ausreichenden Kapazität der Wasserreinigungsanlage in den Schleichgraben eintreten. Die Probleme der Drainage und der Wasserreinigungsanlage unterliegen aber gegenwärtig mit der Erarbeitung eines Teilsanierungskonzeptes Gewässer einer Neubewertung.

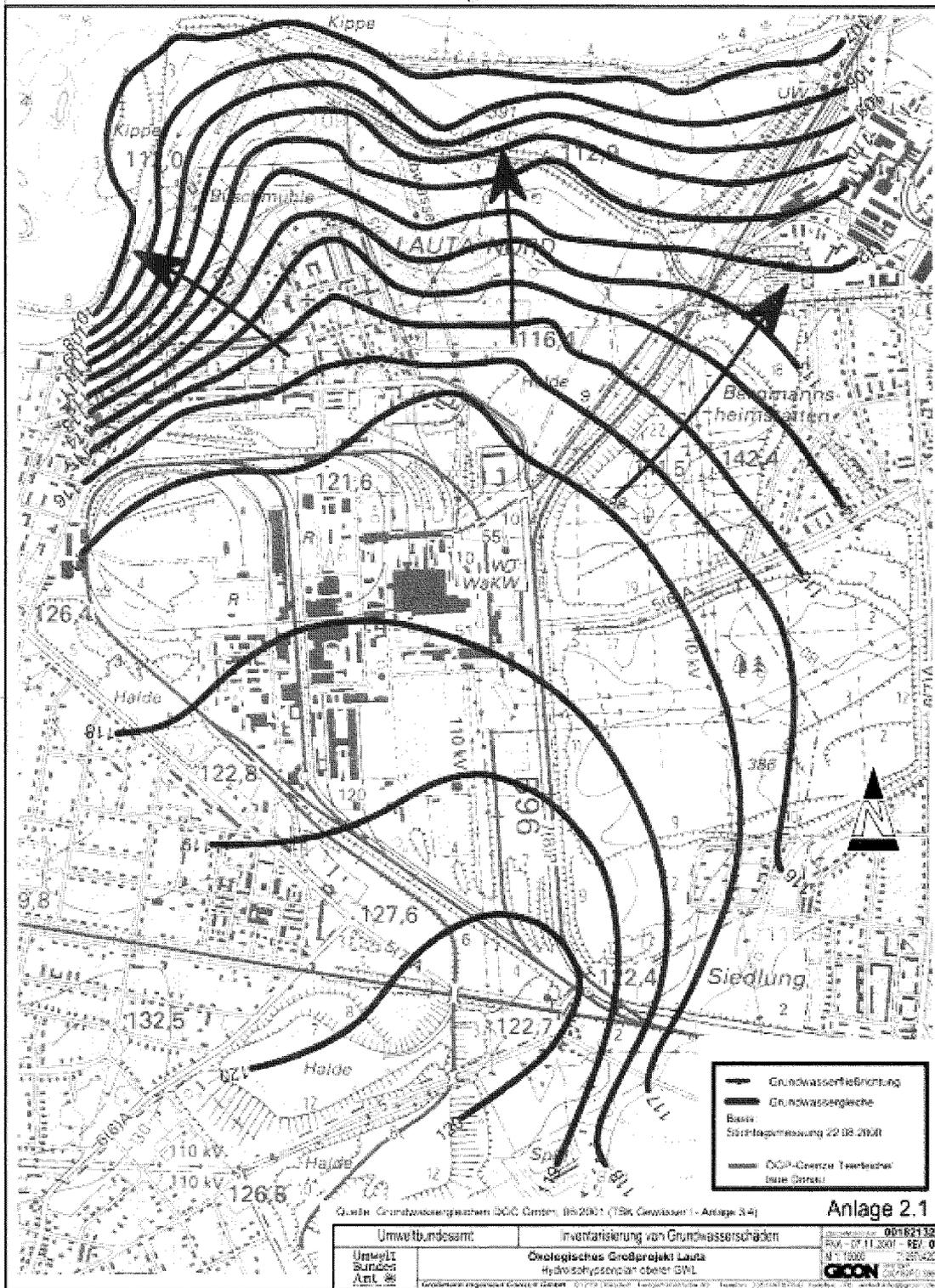
Für die tieferen Schichten des oberen Grundwasserstockwerkes wirkt das Gewässer Laubusch als Vorfluter. Aufgrund der auch in diesem Grundwasserbereich nachgewiesenen Belastungen ist dieser Transferpfad formal ebenfalls im Rahmen der Gefahrenbeurteilung als relevanter Pfad zu betrachten. In Richtung des Gewässers Laubusch strömen nur relativ kleine Wassermengen ab ($< 4 \text{ l/s}$), weshalb dieser Transferpfad insgesamt weniger relevant für die Gefahrenbeurteilung ist.

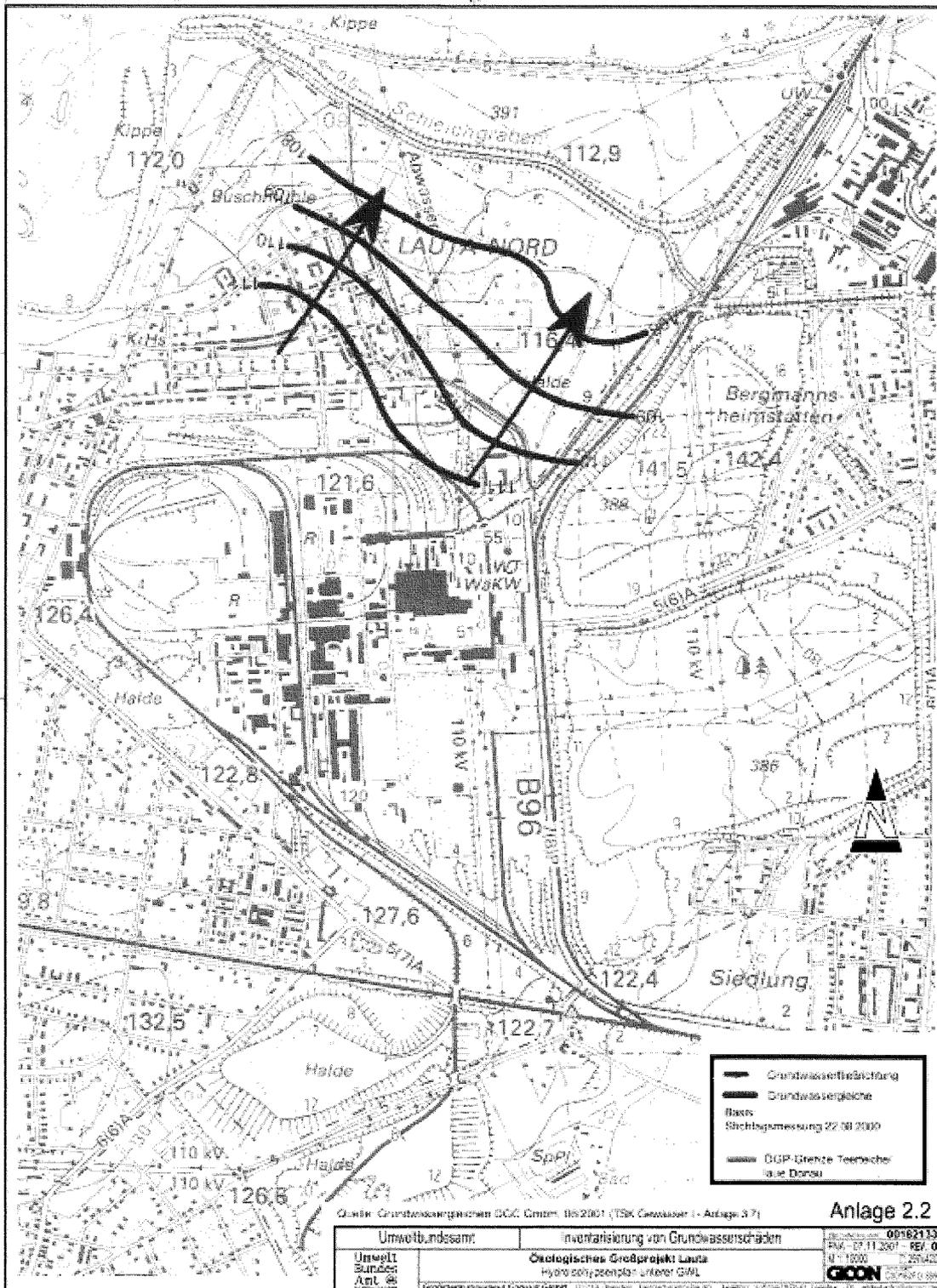
Weitere Oberflächengewässer können durch im ÖGP vorhandene Belastungen aus hydraulischen Gründen nicht beeinflusst werden.

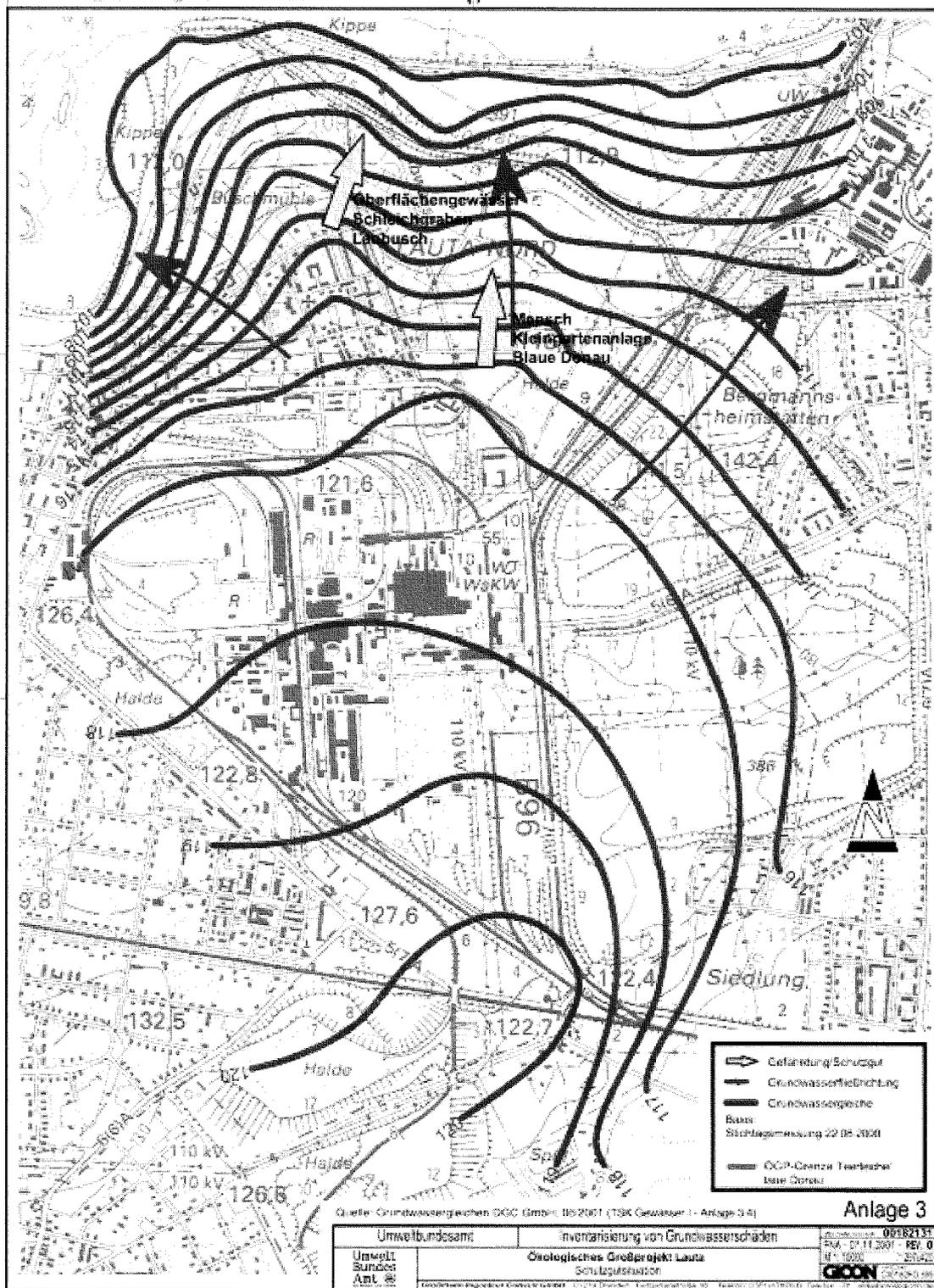
5 Anlagenverzeichnis

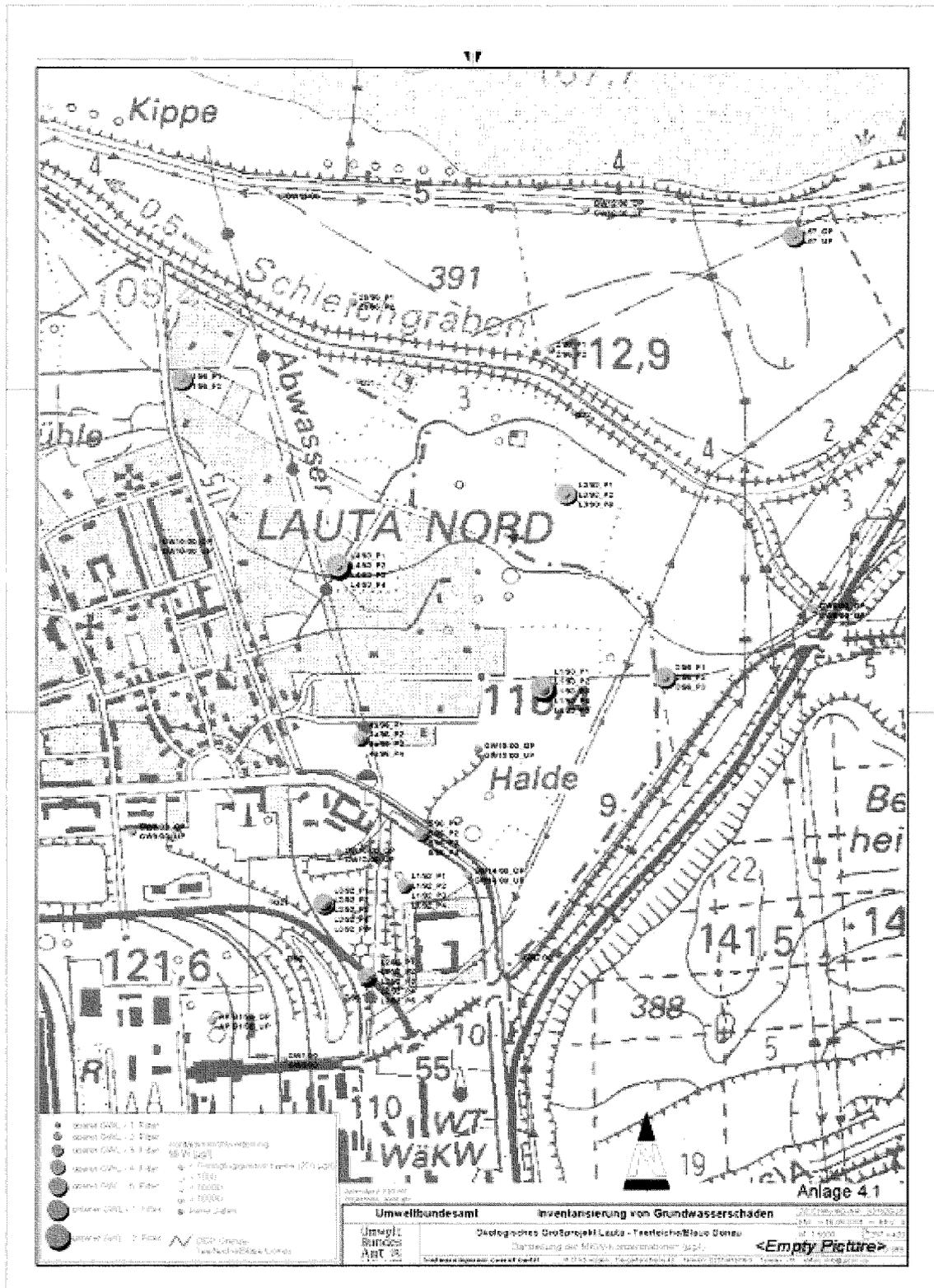
- Anlage 1: Lageplan des ÖGP**
Lageplan mit Darstellung der vorhandenen Messstellen
Zeichn.-Nr.: 00182G40
- Anlage 2: Darstellung von Grundwassergleichen**
Anlage 2.1: Hydroisohypsenplan oberer GWL, Zeichn.-Nr.: 00182132
Anlage 2.2: Hydroisohypsenplan unterer GWL, Zeichn.-Nr.: 00182133
- Anlage 3: Darstellung der Schutzgutsituation**
Schutzgutsituation, Zeichn.-Nr.: 00182131
- Anlage 4 Darstellung der Kontaminationssituation**
Anlage 4.1: Darstellung der MKW-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$)
 Zeichn.-Nr.: 00182G38
Anlage 4.2: Darstellung der BTEX-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$)
 Zeichn.-Nr.: 00182G34
Anlage 4.3: Darstellung der PAK-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$)
 Zeichn.-Nr.: 00182G33
Anlage 4.4: Darstellung der Phenol(wdfl.)-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$)
 Zeichn.-Nr.: 00182G39
Anlage 4.5: Darstellung der Cyanid-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$)
 Zeichn.-Nr.: 00182G37
Anlage 4.6: Darstellung der Sulfat-Konzentrationen (mg/l)
 Zeichn.-Nr.: 00182G36
Anlage 4.7: Darstellung der Ammonium-Konzentrationen (mg/l)
 Zeichn.-Nr.: 00182G35

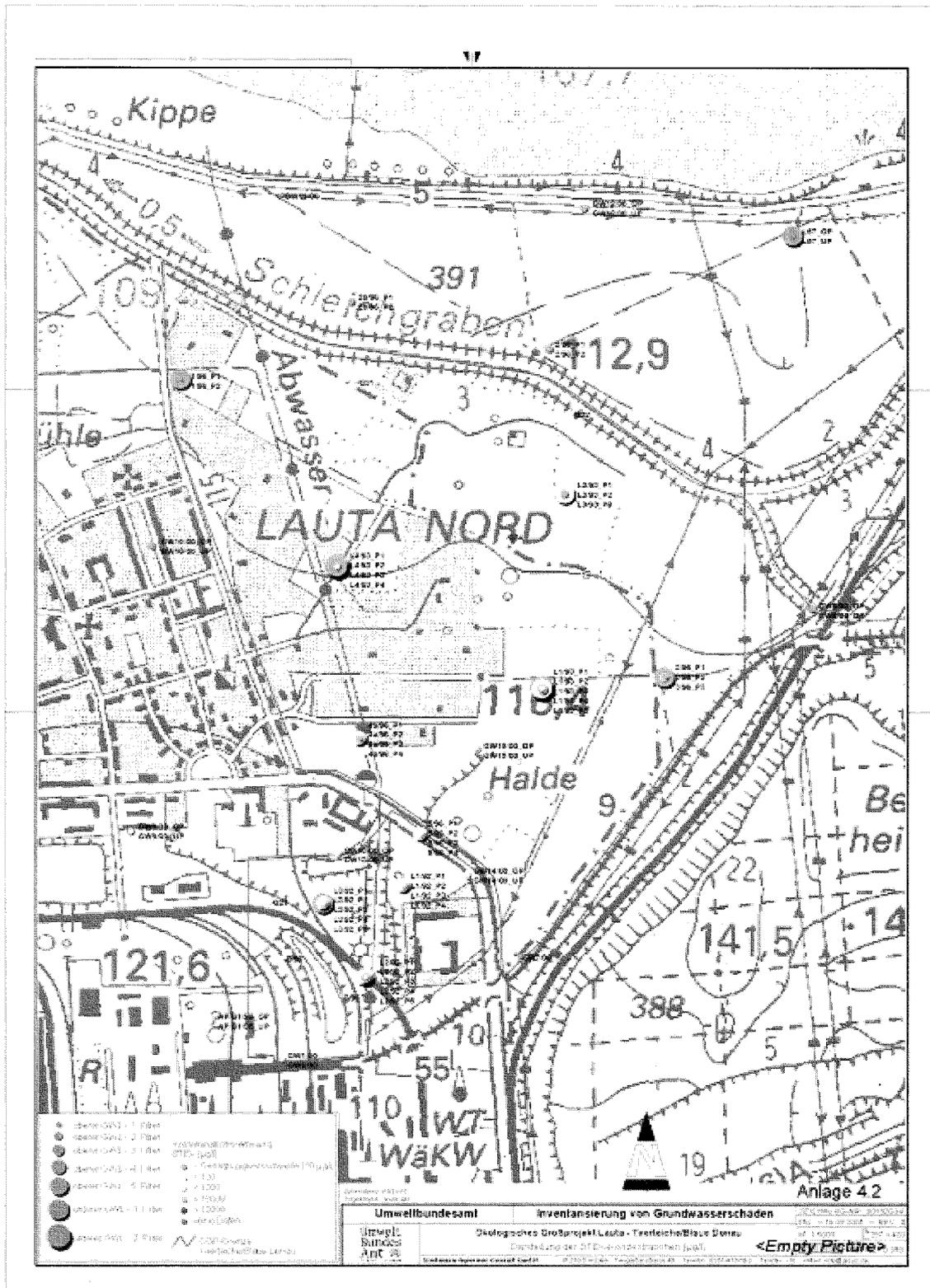


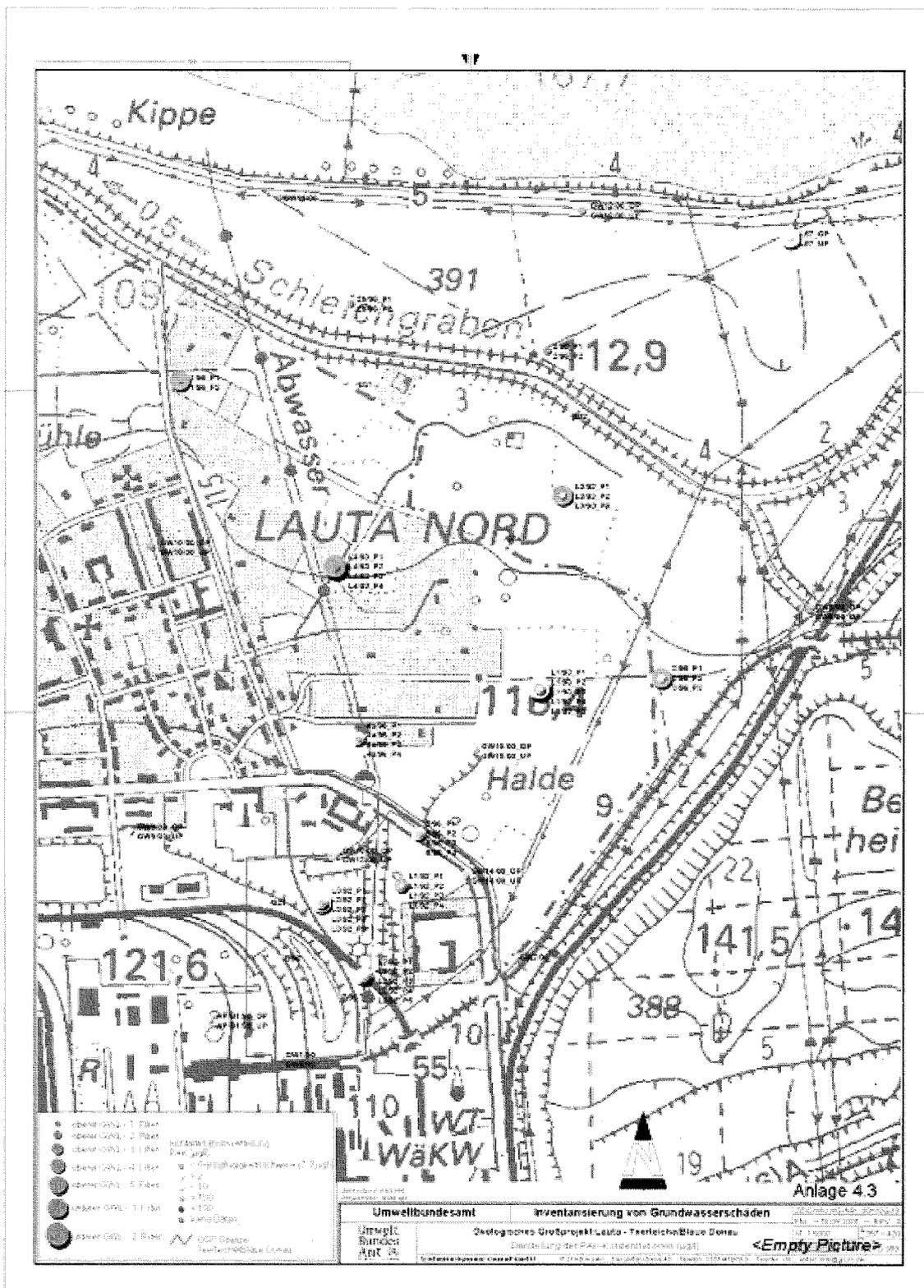


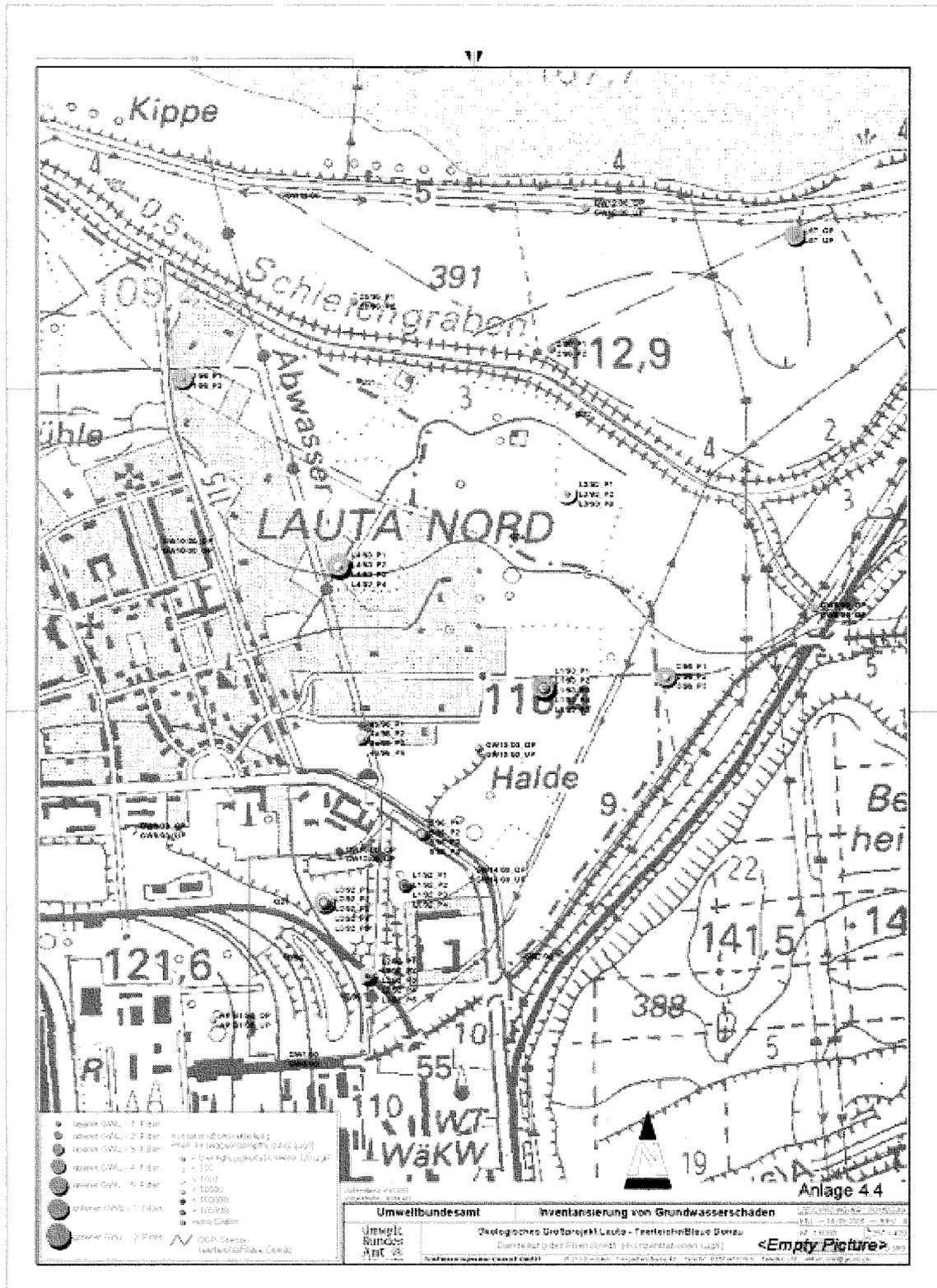


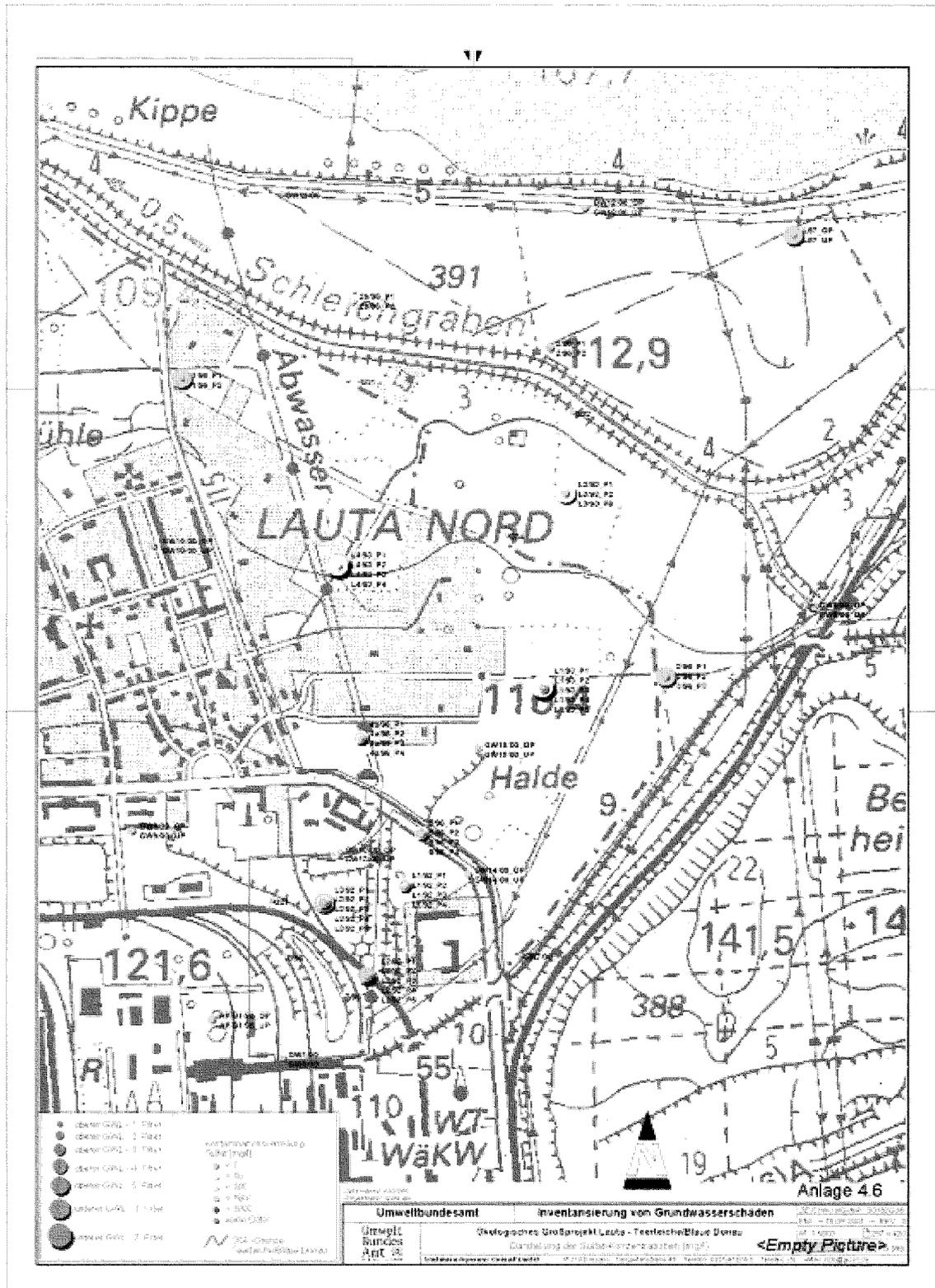


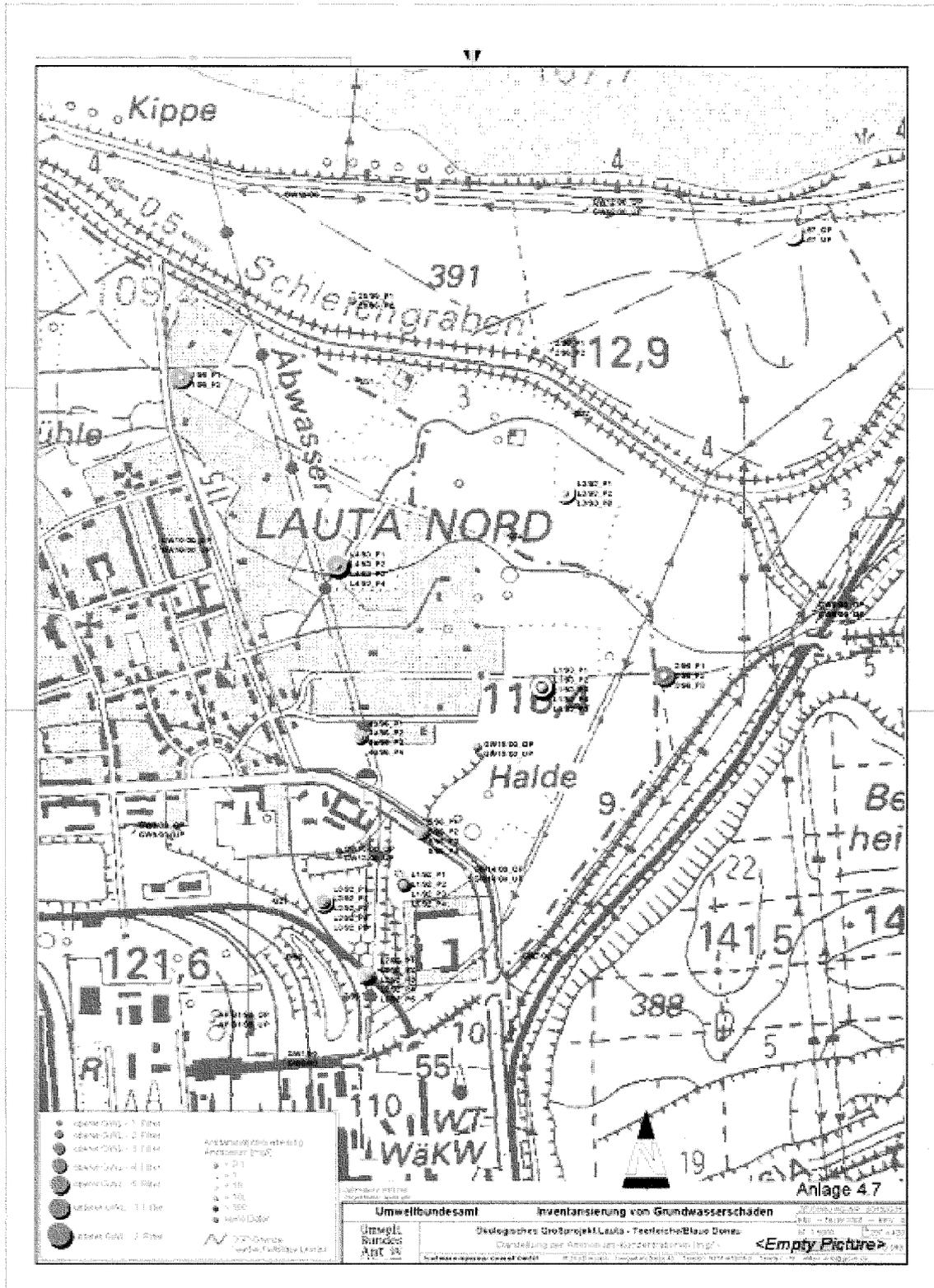












Inventarisierung
von
Grundwasserschäden

**Ökologisches Großprojekt
Leuna**

Forschungsnehmer: GICON, Großmann Ingenieur Consult GmbH
01219 Dresden, Tiergartenstraße 48

Projektnummer: P 00182FO.399

Auftraggeber: Umweltbundesamt
Bismarckplatz 1
14193 Berlin

Inhalt	
1.	Kurzbeschreibung 181
1.1	Allgemeine Angaben zum ÖGP..... 181
1.2	Umweltrelevante Schadstoffe..... 181
2	Grundwasserhydraulische Verhältnisse 182
2.1	Geologie 182
2.1.1	Großräumige geologische Situation 182
2.1.2	Strukturgeologische Verhältnisse 184
2.1.3	Kleinräumige geologische Situation 184
2.2	Hydrogeologische Situation..... 185
2.2.1	Großräumige hydrogeologische Situation 185
2.2.2	Kleinräumige hydrogeologische Situation..... 187
2.3	Beschreibung der Grundwasserdynamik..... 188
3	Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation 188
3.1	Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring..... 188
3.2	GW-Kontamination..... 188
3.2.1	Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) 188
3.2.2	BTEX-Aromaten..... 188
3.2.3	LHKW 189
3.2.4	PAK..... 189
3.2.5	Phenole..... 189
3.2.6	MTBE..... 189
3.2.7	Sulfat und Ammonium..... 190
4	Erstbewertung der Grundwasserbelastung und Gefahrenbeurteilung..... 191
4.1	Schutzgutsituation..... 191
4.2	Grundwasserschadensbereich..... 191
4.3	Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad 192
5	Anlagenverzeichnis 193

1. Kurzbeschreibung

1.1 Allgemeine Angaben zum ÖGP

Der Standort Leuna wird seit 1916 als Standort der chemischen Industrie genutzt.

Während des 1. Weltkrieges stieg der Bedarf an chemischen Grundstoffen, insbesondere an Stickstoff für Munitionszwecke, Sprengstoffen sowie Mineralölen, so dass 1916 das Leunawerk errichtet wurde.

In Leuna wurde ab 1923 Methanol und ab 1927 synthetisches Benzin durch Kohlehydrierung hergestellt. Als Ergänzung des chemischen Komplexes kam 1936 das Buna-Werk Schkopau hinzu, das zur Unterstützung der Rüstungsindustrie die Produktion von synthetischem Kautschuk und anderen Kunststoffen aufnahm.

Nach dem zweiten Weltkrieg wurde die Produktpalette des Leunawerkes erweitert, es kamen neben den petrochemischen weitere organisch-chemische Verfahren der Kunststoffchemie dazu.

Der Standort des ÖGP befindet sich im südöstlichen Teil des Bundeslandes Sachsen-Anhalt, zwischen den Städten Merseburg, Leuna und Bad Dürrenberg. Verwaltungstechnisch ist er dem Landkreis Merseburg-Querfurt zuzuordnen.

Der Industriekomplex „Leunawerke“ liegt östlich der Bundesstraße B 91 (Halle-Merseburg-Weißenfels). Westlich der Bundesstraße schließen sich vom Braunkohlenbergbau geprägte Landschaften an. Das Territorium der Leuna-Werke beinhaltet eine Fläche von ca. 11 km², deren max. Ausdehnung in N-S-Richtung ca. 7 km und in W-O-Richtung ca. 2,5 km beträgt.

Am nordwestlichen Rand schließt sich die „Hochhalde Leuna“ bis zur Bundesstraße an.

Ca. 1 km östlich fließt mit der Saale der überregionale Vorfluter nach Nordwesten ab.

1.2 Umweltrelevante Schadstoffe

Als umweltrelevante Leitschadstoffe haben sich für den Standort Leuna MKW, BTEX-Aromaten, LHKW, Phenole, PAK sowie MTBE (Antiklopfmittel für Vergasertreibstoffe) als relevant erwiesen. Daneben zeigen sich noch Veränderungen des Grundwasserchemismus bezüglich der Parameter Sulfat und Ammonium, ebenfalls typische Abprodukte bei Verkokungsprozessen.

2 Grundwasserhydraulische Verhältnisse

2.1 Geologie

2.1.1 Großräumige geologische Situation

Der Raum um Leuna gehört strukturgeologisch zur Mitteldeutschen Großscholle, die in folgende tektonische Einheiten gegliedert wird:

- Mansfelder Mulde
- Teutschentaler Sattel
- Querfurter Mulde
- Merseburger Buntsandsteinplatte.

Die Merseburger Buntsandsteinplatte wird durch die Merseburger Störung, die Beunaer Störung und die Geiseltal-Nordrand-Störung begrenzt.

Der Aufbau lässt sich bis in das Altpaläozoikum (Erdaltertum) zurückverfolgen. Die Dolomite und Tonschiefer des Devon sind als marine Ablagerungen entstanden. Sie werden durch Schichten des Oberkarbon und des Rotliegenden überlagert. Die grauen und rötlichen Sande und Schluffe belegen terrestrische Sedimentationsverhältnisse und den Einfluss eines Trockenklimas.

Mit der Transgression des Zechsteinmeeres veränderten sich die Ablagerungsverhältnisse im Betrachtungsraum grundsätzlich. Die zumeist karbonatischen Gesteine entstanden als Beckensedimente während mehrerer Meeresvorstöße. Im Einzelnen werden Kalksteine und Dolomite (Karbonate), Anhydrite und Gipse (Sulfate) sowie Stein- und Kalisalze (Halite und Potassite) vorgefunden, die vier salinaren Zyklen zugeordnet werden.

Der erste salinare Zyklus - der Werra-Zyklus - beginnt mit dem Kupferschiefer, der im Mansfelder Raum abgebaut wurde. Durch allmähliche Kalkzunahme erfolgte der Übergang in den Zechsteinkalk. Dieser dickplattige, mergelige, dichte, graue Kalkstein ist über das gesamte Gebiet verbreitet. In der darüber liegenden Gesteinsschicht folgt der Werra-Anhydrit, ein graues oder fast farbloses Gestein in Mächtigkeiten von 50 – 200 m.

Im zweiten Zyklus - Staßfurt-Zyklus genannt - entstanden die 60 m mächtigen Hauptdolomite, die ein „Erdölmuttergestein“ darstellen. Sie werden überlagert durch den Basalanhydrit und das nur im Beckenbereich vorhandene Staßfurt-Steinsalz.

Der „graue Salzton“ leitet den dritten salinaren Zyklus (Leine-Zyklus) ein. Diese anhydritischen, tonig-sandigen und dolomitischen Gesteine keilen in östlicher Richtung aus. Darüber lagern Anhydrit- und Karbonatgesteine. Das Leine-Steinsalz ist in dieser Region vollständig ausgelaugt.

Der Aller-Zyklus als 4. Glied des Zechsteinsalinars beginnt mit dem Roten Salzton (Tonsteine und Anhydrit). Die Mächtigkeit der Salzgesteine ist durch Auslaugungsvorgänge stark reduziert.

Die Zechsteinfolgen werden durch die Sedimente des Buntsandsteins überlagert, die wegen ihrer Mächtigkeit und der weiten Verbreitung für die Region von großer Bedeutung sind. Sie entstanden als Verwitterungsreste des herausgehobenen, variszischen

Grundgebirges und wurden in einem flachen, wüstenartigen Land mit warm-trockenem Klima abgelagert.

Die Buntsandsteinschichten gliedern sich in drei Abteilungen, die unterschiedliche petrographische Ausbildungen aufweisen.

Der Untere Buntsandstein besteht aus Ton- und Schluffsteinen mit eingelagerten Sandstein- und Kalksteinbänken.

Der etwa 200 m mächtige Mittlere Buntsandstein wird durch verschiedenartige, klastische Gesteine unterschiedlicher Korngröße aufgebaut.

Zu Beginn des Oberen Buntsandsteins („Röt“) verstärkt sich erneut der Meereseinfluss. Im Becken wurden zunächst der Basisgips und anschließend Steinsalz abgelagert. Die Salinar-Rötfolge des Oberen Buntsandsteins ist in der Umgebung von Leuna vollständig abgelaugt. Erhalten geblieben sind die Pelit-Rötfolge und im Westen die Myophorienfolge, welche durch ihre Fossilien bereits in den Muschelkalk überleiten.

Während des Jura und der Kreide wurden im Betrachtungsraum keine Gesteine abgelagert. Vielmehr entstand durch die Verwitterung der oberen Bodenschichten ein mehrere Meter mächtiger Kaolinton, der speziell für den Bereich Leuna von Bedeutung ist.

Die tertiären Sedimente überlagern unmittelbar die Gesteine des Buntsandsteins. Das Tertiär wird in drei Einheiten gegliedert:

- schluffig-tonige Liegendschichten
- kohlehaltiges Tertiär und
- grobkörnige, weitgehend kohlefreie Hangendschichten.

Charakteristisch für den unteren und mittleren Bereich sind neben Sanden, Kiesen und Tonen mit einer stark variierenden Mächtigkeit (3 - 70 m) die Braunkohlenflöze. Sie werden durch sandig-tonige Zwischenmittel unterbrochen. Die Braunkohlenbildung ereignete sich in Senken, die durch Subrosion (unterirdische Auslaugung) der Zechsteinsalze entstanden. Zu dem Lagerstättenbereich westlich von Leuna gehören die Flöze um Großkayna (Tagebau Großkayna; Lagerstätte südlich von Großkayna bis Roßbach), Beuna (Tagebaurestloch Beuna) und Frankleben.

Das hangende Tertiär besteht aus Sanden, Quarzkiesen und geringmächtigen Tonablagerungen. Es wurde anschließend vielerorts erodiert und ist im Bereich des Geländes der Leuna-Werke sowie dessen Umgebung nur lokal in verschiedenen Senken erhalten geblieben.

Gegen Ende des Tertiärs veränderten sich die Klimaverhältnisse und der Temperaturrückgang setzte sich im Pleistozän (Quartär) weiter fort. Von den während der Elsterzeit abgelagerten Schottern sind im Betrachtungsraum keine nennenswerten Ablagerungen erhalten geblieben. Dagegen haben die Ablagerungen in der unteren glazialen Saaleterrasse große Bedeutung. Die zumeist grobkörnigen Flussablagerungen (Sande und Kiese) weisen eine mittlere Mächtigkeit von etwa fünf Metern auf. Wegen der Klimaschwankungen kam es zu mehreren Eisvorstößen, die von Phasen der Eisschmelze unterbrochen wurden.

Während der Vereisungsphasen entstanden mächtige Schotter- und Schmelzwasserablagerungen sowie Geschiebemergel. Über den Terrassenschottern (Mittel-, Grob-

sand, Kiese aller Größen) lagerte der Kriechauer Bänderton, der im Bereich der Leuna-Werke jedoch nicht angetroffen wurde. Der überlagernde Geschiebemergel entstand als Grundmoräne. Er ist in der Regel 2 - 3 m mächtig und enthält neben der dominierenden Schlufffraktion auch Sand- und Kiesellinsen.

Weite Teile der westlichen und südlichen Hochfläche werden von bis zu 4 m mächtigen Lößschichten bedeckt. Der Kalkgehalt dieser äolisch abgelagerten Schicht wurde sekundär z. T. gelöst.

Die Saale hat sich während des Holozäns im Betrachtungsraum 12 - 15 m in die Sedimente des Känozoikums und Buntsandsteins eingeschnitten. Im Auebereich beiderseits des Flusses lagern Sande und Kiese, deren Mächtigkeit mehrere Meter beträgt. Sie werden von Auelehmen mit einer Mächtigkeit von 2 - 3 m, örtlich auch bis zu 5 m, überdeckt. Zwischen Leuna und Spergau verläuft eine Geländestufe von 6 - 8 m westlich des Flusses.

2.1.2 Strukturgeologische Verhältnisse

Die Schichten des Buntsandsteins sind als östliche Flanke des Geiseltalbeckens nach Westen verkippt. Im Bereich der Braunkohlentagebaue werden die Tertiärabfolgen durch die Gesteine des Oberen Buntsandsteins unterlagert. Auf Höhe des Geländes der Leuna-Werke sind die Schichten des Mittleren Buntsandsteins anzutreffen, während weiter nach Osten die Abfolgen des Oberen Buntsandsteins unter den känozoischen Gesteinen liegen.

Das Vorkommen von Tertiärgesteinen ist an die durch Subrosion des Zechsteinsalzes entstandenen Senken gebunden. Die Mächtigkeit variiert sehr stark, im Bereich der Leuna-Werke sind die Schichten nur geringmächtig. Nördlich Spergau und westlich der Bundesstraße B 91 beträgt die Mächtigkeit jedoch mehrere Dekameter.

2.1.3 Kleinräumige geologische Situation

Aufgrund der nach Westen gerichteten, leichten Schichtneigung der Buntsandsteinfohlen unterlagern die Gesteine des oberen Buntsandsteins die jüngeren Sedimente westlich der Leuna-Werke. Im Bereich des Werksgeländes bilden die bis zu 200 m mächtigen Folgen des mittleren Buntsandsteins das Unterlager der känozoischen Schichten. Die Wechsellagerung von Schluff- und Sandsteinen wurde durch mehrere Bohrungen festgestellt. Feinkörnige Schichten des Unteren Buntsandsteins unterlagern die quartären Schichten östlich der Leuna-Werke.

Die Flächenverbreitung der schluffig-tonigen und sandigen Sedimente des Tertiär mit zwischengelagerten Kohlenflözen beträgt im Bereich des Werksgeländes über 50 %. Die tertiären Sedimente sind dem braunkohlearmen, hangenden Tertiär zuzuordnen. Charakteristisch für die schluffig-tonigen und sandigen Gesteine sind ihre braune Färbung sowie die zwischengelagerten kohligen Partien unterschiedlicher Dicke. Die tertiären Sedimente besitzen eine Mächtigkeit von durchschnittlich 3 - 5 m. Mächtigkeiten von über 20 m sind in den Bereichen Industriekraftwerk im Werkteil II in einer lokal be-

Der Obere Buntsandstein, bestehend aus dünnplattigen Ton- und Schluffsteinschichten sowie Fasergipsen, wirkt vorwiegend als Wasserstauer. Eine Wasserführung ist nur in den vereinzelt auftretenden, geringmächtigen Kalksteinbänken nachweisbar.

Die kaolinitische Verwitterungsdecke des Buntsandsteins wirkt im Betrachtungsraum als Grundwasserstauer. Sie trennt den Festgesteinsaquifer von dem oberen Porengrundwasserleiter.

Im Umfeld der Leuna-Werke stellen die quartären Saaleschotter mit hohen Durchlässigkeiten die hydraulisch wichtigste Schicht dar. Lokal können mehrere, durch feinkörnige Schichten getrennte Horizonte ausgewiesen werden, die jedoch keine große laterale Ausdehnung besitzen. Die überlagernden Geschiebemergel und Lößlehme wirken als stauende Deckschichten.

Die lokal auftretenden tertiären Lockergesteine besitzen zwar gegenüber den Saaleschottern eine geringe Durchlässigkeit, werden aber wegen der hydraulischen Verbindung zu den überlagernden Quartärschichten häufig zum oberen Grundwasserleiter gerechnet.

Im westlichen Areal des Betrachtungsgebietes stellen die mehrere Dekameter mächtigen Tertiärschichten ein gesondertes Grundwasserstockwerk dar.

In der Saaleaue hat sich ein separates Grundwasserregime ausgebildet. Es liegt mehrere Meter unterhalb der westlich benachbarten Grundwasservorkommen und reagiert stark auf Wasserspiegelschwankungen der Saale.

Die Grundwasserfließverhältnisse sind im Betrachtungsraum sehr differenziert. Im Bereich der Leuna-Werke, der Ortschaften Spergau und Leuna sowie der angrenzenden Flächen weist die Grundwasserfließrichtung generell von SSW nach NNE zur Saale hin.

Parallel zur B 91 befindet sich im oberen Grundwasserstockwerk eine in Nord-Süd-Richtung verlaufende unterirdische Grundwasserscheide. Westlich dieser Linie entstanden durch Sumpfungmaßnahmen mehrere kleine Grundwasserscheiden, die die verschiedenen Entnahmebereiche und die Geisel als Vorfluter voneinander trennen.

Für den Großraum können folgende Einzugsgebiete unterschieden werden:

1. Geiseltalgebiet

Diese Fläche umfasst das Einzugsgebiet der Geisel einschließlich der Zustrombereiche der Tagebausümpfungen.

2. Saalerandgebiete

In diesen Arealen findet die Entwässerung in die Saale statt. Östlich schließt sich der Lockergesteinskomplex der Lützenser Hochfläche an. Eine Grundwasserscheide zwischen beiden Gebieten ist nicht bekannt.

3. Lauchagebiet

Im Norden des Betrachtungsgebietes bei der Stadt Merseburg liegt der Einzugsbereich des Lauchagebietes. Die Teileinzugsgebiete gehen teilweise über das Betrachtungsgebiet hinaus. Die Grundwasserneubildungsraten betragen für das Geisel- und Saalerandgebiet 1,25 l/s · km² für das Lauchagebiet 1,75 l/s · km².

2.2.2 Kleinräumige hydrogeologische Situation

Für das ÖGP-Gebiet lässt sich die hydrogeologische Situation folgendermaßen darstellen:

Schichtenaufbau	Tiefe bis m u GOK	Grundwasserdurchlässigkeit	k-Wert [m/s]
Auffüllung	3,5	GWGL	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁷
bindige Deckschichten (Geschiebemergel und Lößlehm)	5	GWH	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁷
Saale-Hauptterasse (Schotter)	13	GWL	10 ⁻³ - 10 ⁻⁴
Tertiär im Westteil (Kaolin, Ton und Braunkohle)	16	GWS	10 ⁻¹⁰ - 10 ⁻¹¹
Buntsandstein (Kluftgrundwasserleiter)	> 20	GWH - GWGL	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁷

Die hydrogeologische Situation im Lockergesteinsgrundwasserleiter (Saale-Hauptterasse) wird wesentlich durch die Hochhalde Leuna beeinflusst.

2.3 Beschreibung der Grundwasserdynamik

Die natürliche Fließrichtung im Schotter der Saale-Hauptterrasse weist von Südwesten nach Nordosten. Der Flurabstand des Grundwassers liegt zwischen 4 - 5 m.

Je nach Versickerungsmengen der Hochhalde bilden sich unterschiedliche Fließrichtungen bzw. Grundwasserscheiden heraus.

Es zeigte sich, dass Anfang der 90er Jahre eine von Nord nach Süd verlaufende Grundwasserscheide die Fließverhältnisse im Bereich der Beurteilungsfläche geprägt hat. Neuere Untersuchungen weisen nunmehr aus, dass die Grundwasserscheide von West nach Ost durch das Beurteilungsgebiet verläuft.

Auf eine Darstellung der hydrogeologischen Situation des Festgesteinsgrundwasserleiters (Buntsandstein) wird verzichtet, da dieser für den Standort Leuna und für die Altlastensituation aufgrund zwischengeschalteter stauender bzw. hemmender Schichten (vgl. Tabelle) nur geringe Bedeutung hat.

3 Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation

3.1 Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring

Als Datengrundlage standen die Analysendaten des Grundwassermonitorings 2000 zur Verfügung.

Im Bereich des ÖGP Leuna erfolgt seit 1993 ein regelmäßiges Monitoring, das ab 1995 zweimal pro Jahr durchgeführt wird. Das Monitoringnetz wurde ab 1993 systematisch erweitert. Die Monitoringkampagnen werden jährlich ausgewertet. In diesem Rahmen erfolgt auch die Anpassung und Optimierung des Monitoringumfanges an die jeweilige nachgewiesene Schadstoffsituation sowie an die Veränderung örtlicher Gegebenheiten.

Die Schadenssituation des Grundwassers im Bereich des ÖGP Leuna wird durch die folgende Anzahl in 2000 beprobte GWMS dargestellt (grundwasserleiterspezifisch):

GWL 1:	124
GWL2:	22

3.2 GW-Kontamination

3.2.1 Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)

MKW-Verunreinigungen zeigen sich vorwiegend im oberen, quartären Grundwasserleiter. Die Größenordnung liegt bis auf wenige Ausnahmen im Bereich der 5 bis 50fachen Überschreitung der Geringfügigkeitsschwellen. Es liegen keine großflächigen, zusammenhängenden Verunreinigungen vor, sondern mehrere, punktuell über das südöstliche Werksgelände verteilte Kontaminationsbereiche. Eine Differenzierung in Fahnen und Herde ist nicht möglich. Ein Belastungsschwerpunkt ist erkennbar, er korrespondiert mit der im nächsten Abschnitt beschriebenen BTEX-Kontaminationssituation.

3.2.2 BTEX-Aromaten

Neben mehreren kleinräumigeren Belastungsbereichen, die sich in Größenordnung der bis zu 100fachen Überschreitung der Geringfügigkeitsschwellen bewegen, lässt sich

eine Fahne mit weitaus höheren BTEX-Konzentrationen südlich der Hochhalde Richtung Osten erkennen.

Die massivsten BTEX-Verunreinigungen zeigen sich im mittleren Werksbereich; bei mehr als 1.000fachen Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellen bis in den 2. (tertiären) Grundwasserleiter reicht die Fahne bis in die Ortslage von Leuna.

3.2.3 LHKW

Verunreinigungen des Grundwassers durch LHKW sind im Bereich des ÖGP Leuna eher von untergeordneter Bedeutung.

Massive Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellen zeigen sich lediglich lokal auf dem Gelände des Neuwerkes (südwestlicher Werksbereich). Eine Fahnenbildung ist derzeit nicht erkennbar. Der 2. Grundwasserleiter ist allerdings schon beeinträchtigt. Das im Schutzbrunnen für das Wasserwerk Daspig geförderte Wasser ist gering mit LHKW belastet (ca. 100 µg/l Summe LHKW).

3.2.4 PAK

Die im Rahmen des Monitorings festgestellten PAK – Belastungen decken sich weitgehend mit denen der BTEX – Aromaten, die für die PAK lösungsvermittelnd wirken. Dementsprechend zeigt sich ein Schwerpunkt in der Werksmitte mit nordöstlich gerichtetem Abstrom. Oberflächennah liegen punktuell (eine Messstelle) mehr als 500fache Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellen vor.

3.2.5 Phenole

Auch die Phenole sind vorwiegend in der Werksmitte, gleichlaufend mit den MKW, PAK und BTEX, verbreitet. Hier werden die Geringfügigkeitsschwellen mehr als 5.000fach überschritten. Lokal werden nordöstlich des Rangierbahnhofes an einer Bahnunterführung noch höhere Werte gemessen, dies kann aber an der dort langjährig betriebenen Grundwasserabsenkung mit Sanierungswirkung liegen.

Die Belastungsdaten decken vorwiegend den oberen Grundwasserleiter ab, für den 2. GWL liegen nur Werte aus wenigen Messstellen vor.

3.2.6 MTBE

Für MTBE wird durch die LAWA keine Geringfügigkeitsschwelle benannt.

MTBE-Konzentrationen zwischen 10 und 1.000 µg/l finden sich längs der östlichen Werksgrenze von der Werksmitte bis zur südlichen Spitze. Abstromig Richtung Daspig (Wasserwerk) liegen Konzentrationen bis über 10.000 µg/l vor. Der zweite GWL ist dort ebenfalls in der selben Größenordnung hoch belastet. Ein weiterer Schwerpunkt findet sich abstromig des südlich gelegenen Tanklagers.

3.2.7 Sulfat und Ammonium

Die Belastungskarten für Sulfat und Ammonium weisen großflächig im oberen und unteren GWL hohe Konzentrationen aus. Bereits im GW-Anstrom westlich der Hochhalde werden Konzentrationsgrößenordnungen um 1.000 mg/l gemessen (ggf. geogene Ursachen). Sulfat zeigt einen weiteren Belastungsschwerpunkt im östlichen Bereich der Ortslage Leuna. Inwieweit die Hochhalde als Quelle für diese Belastungen angesehen werden kann, ist endgültig noch nicht geklärt.

4 Erstbewertung der Grundwasserbelastung und Gefahrenbeurteilung

4.1 Schutzgutsituation

Die für das ÖGP Leuna relevante Schutzgutsituation wird durch die folgende Tabelle erläutert:

Schutzgut	Erläuterung
Mensch	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsplätze auf dem Leuna-Werksgelände, Empfindlichkeit gegeben durch Möglichkeit des Direktkontaktes zu Schadstoffen im Boden bzw. durch Ausgasungen und Abwehungen bei Bau- bzw. Sanierungsmaßnahmen Wohnsiedlungen in der Stadt Leuna mit ihren verschiedenen Ortsteilen; Kleingartenanlagen in Abstromrichtung des Werksgeländes
Grundwasser	<ul style="list-style-type: none"> Trinkwasserschutzzone in südöstlicher Richtung (WW Daspig); betriebliche Grundwasserfassungen, genutzte Grundwasserpotentiale ohne besonders ausgewiesenen Schutzstatus in der Umgebung der Leunawerke (Nutzung vorrangig durch Kleingartenanlagen und Hausbrunnen, die Stadt Leuna verfügt aber über ein geschlossenes Trinkwassersystem) unbelastete Grundwasserreservoirs ohne besonders ausgewiesenen Schutzstatus in der Umgebung der Leunawerke
Oberflächengewässer	<ul style="list-style-type: none"> Saale als nächste Vorflut
Pflanzen und Tiere	<ul style="list-style-type: none"> Teile des mittelbaren Umgebungsbereiches
Landschaft	<ul style="list-style-type: none"> gesamter mittelbarer Umgebungsbereich der Leunawerke
Kultur- und Sachgüter	<ul style="list-style-type: none"> geschützte Eigentumsrechte für alle Grundstückseigentümer der Umgebung (BGB § 904 ff.)

4.2 Grundwasserschadensbereich

In der Gesamtschau auf das Leitschadstoffpotenzial und sein gegenwärtiges Konzentrationsbild lassen sich zum ÖGP Leuna folgende Aussagen treffen:

- Die Grundwasserbelastungen konzentrieren sich im Wesentlichen auf das eigentliche Werksgebiet.
- Es sind keine flächenhaften Belastungen ausgebildet, sondern kleinere Schadensbereiche um punktuelle Quellen.
- Von der Werksmitte ausgehend erreicht eine schmal ausgebildete Schadstofffahne (MKW – BTEX – Phenole – PAK) in nordöstlicher Richtung etwa die Ortslage Leuna.
- Das Wasserwerk Daspig ist von der südöstlichen Werksgränze ausgehend von MTBE und LHKW betroffen.

- Zur Sicherung des Grundwasserabstroms werden im südöstlichen Werksbereich drei Sicherungsbrunnen betrieben (MTBE-Abstrom).
- Zur Sicherung des Wasserwerks Daspig wird zwischen Werksgrenze und Wasserwerk ein Schutzbrunnen betrieben.

4.3 Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad

Mensch

Direkte Beeinträchtigungen des Schutzgutes Mensch können vor dem Hintergrund der aktuellen Situation auf dem Standort ausgeschlossen werden.

Grundwasser

Trinkwasserschutzgebiete

Das im Umfeld der Bewertungsfläche existierende Wasserwerk ist bereits von den Grundwasserbelastungen betroffen. Schutzmaßnahmen wurden eingeleitet.

Grundwasser im Bereich des ÖGP

Das Grundwasser im Bewertungsgebiet ist partiell verunreinigt. Eine Grundwassernutzung kommt in Teilbereichen nicht bzw. nur unter erheblichen Aufwendungen für entsprechende Reinigungsmaßnahmen in Frage.

Zu berücksichtigen sind neben den Schadstoffeinträgen aus dem ÖGP selbst Einträge aus dem Braunkohlenbergbau in der Umgebung. Auffällig sind hier hohe Sulfat- und Ammoniumlasten.

Grundwasser außerhalb des ÖGP und außerhalb von Schutzzonen

Infolge der hydrodynamischen Bedingungen ist eine Beeinflussung des Grundwassers vor allem für die Saaleniederung möglich.

Oberflächengewässer

Für das obere Grundwasserstockwerk wirkt die Saale als Vorfluter. Weitere Oberflächengewässer können durch im ÖGP vorhandene Belastungen aus hydraulischen Gründen nicht beeinflusst werden. Inwieweit hier nennenswerte Transferströme vorliegen, ist nicht endgültig geklärt. Allerdings wurden bisher in den Messstellen in Saalenähe keine Überschreitungen der Geringfügigkeitsschwellen festgestellt.

5 Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Lageplan des ÖGP

Lageplan mit Darstellung der vorhandenen Messstellen
Zeichn.-Nr.: 00182G41

Anlage 2: Darstellung von Grundwassergleichen

Hydroisohypsen oberer Grundwasserleiter Stand 04/2000
Zeichn.-Nr.: 00182161

Anlage 3: Darstellung der Schutzgutsituation

Darstellung der Schutzgutsituation
Zeichn.-Nr.: 00182162

Anlage 4 Darstellung der Kontaminationssituation

Anlage 4.1: Darstellung der MKW-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$)
Zeichn.-Nr.: 00182G45

Anlage 4.2: Darstellung der BTEX-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$)
Zeichn.-Nr.: 00182G43

Anlage 4.3: Darstellung der LHKW-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$)
Zeichn.-Nr.: 00182G44

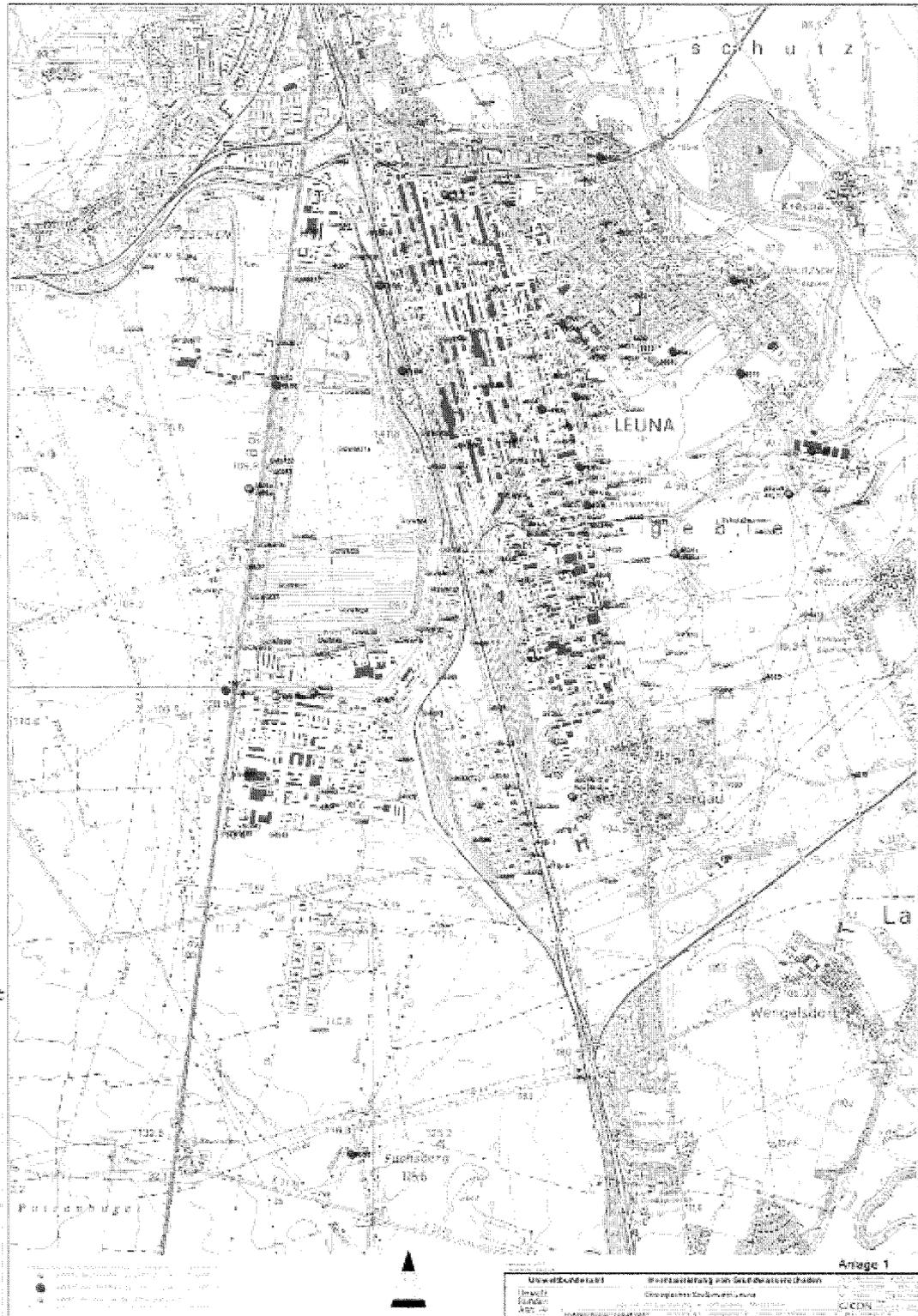
Anlage 4.4: Darstellung der PAK-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$)
Zeichn.-Nr.: 00182G47

Anlage 4.5: Darstellung der Phenolindex-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$)
Zeichn.-Nr.: 00182G48

Anlage 4.6: Darstellung der MTBE-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$)
Zeichn.-Nr.: 00182G46

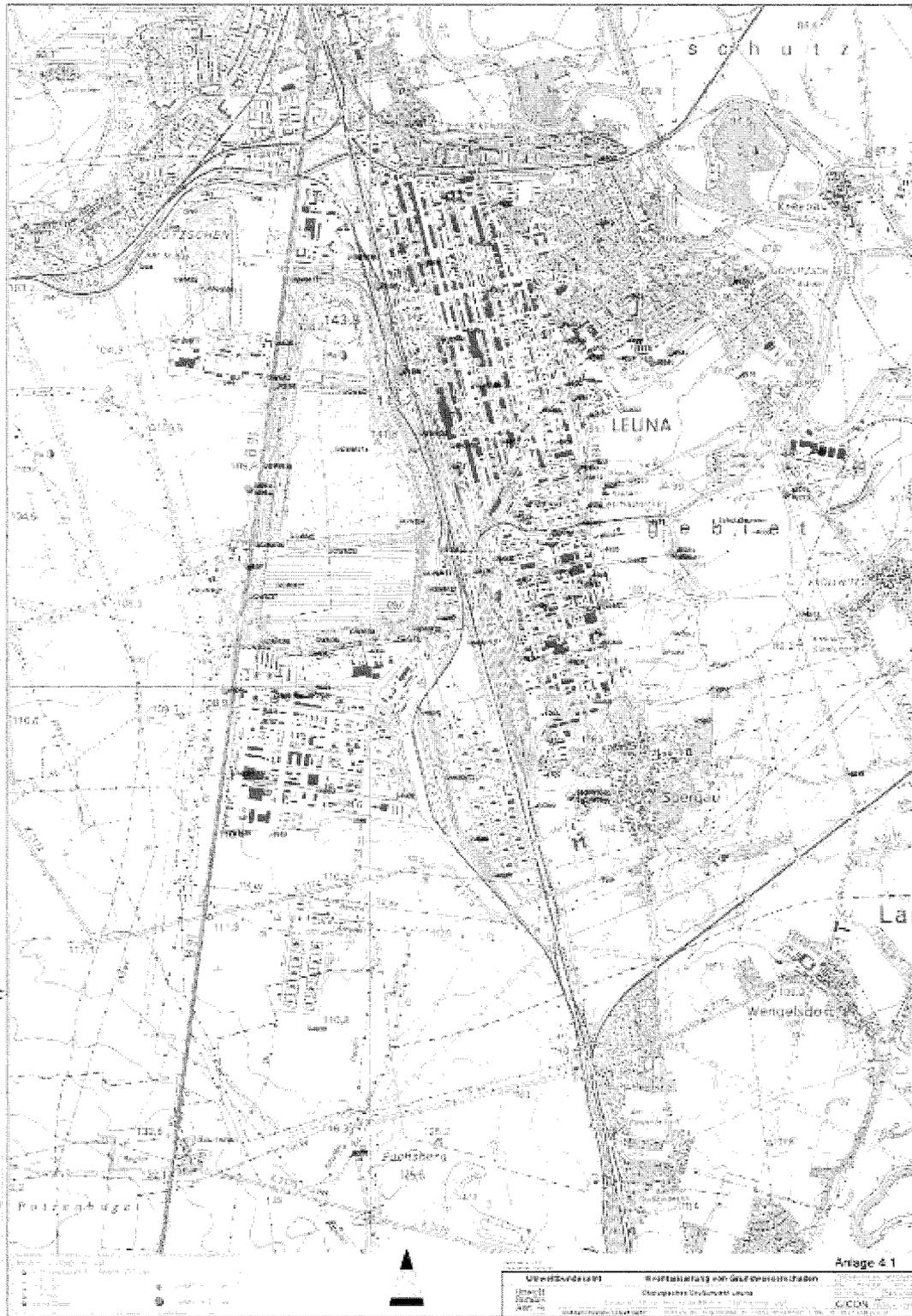
Anlage 4.7: Darstellung der Sulfat-Konzentrationen (mg/l)
Zeichn.-Nr.: 00182G49

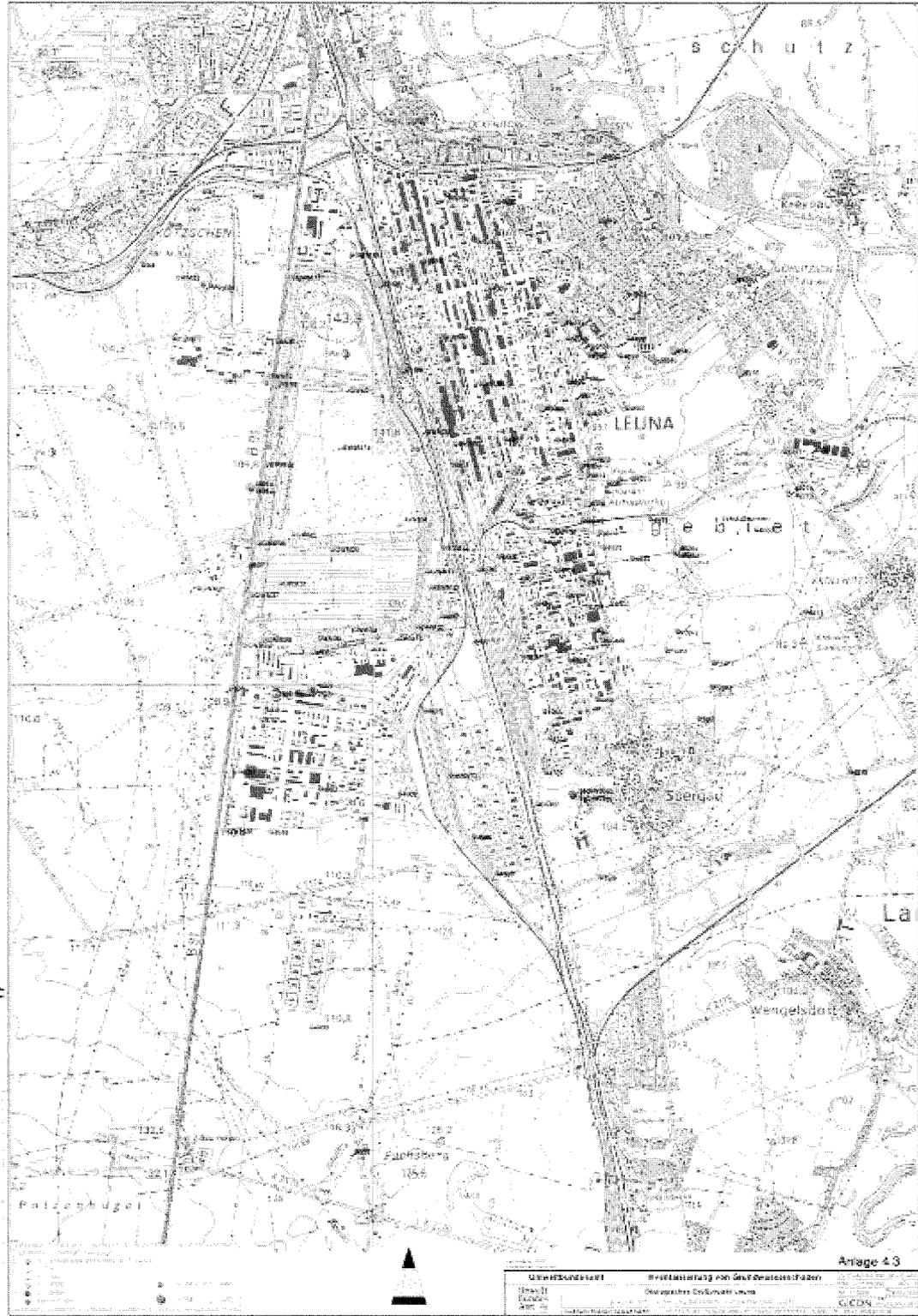
Anlage 4.8: Darstellung der Ammonium-Konzentrationen (mg/l)
Zeichn.-Nr.: 00182G42

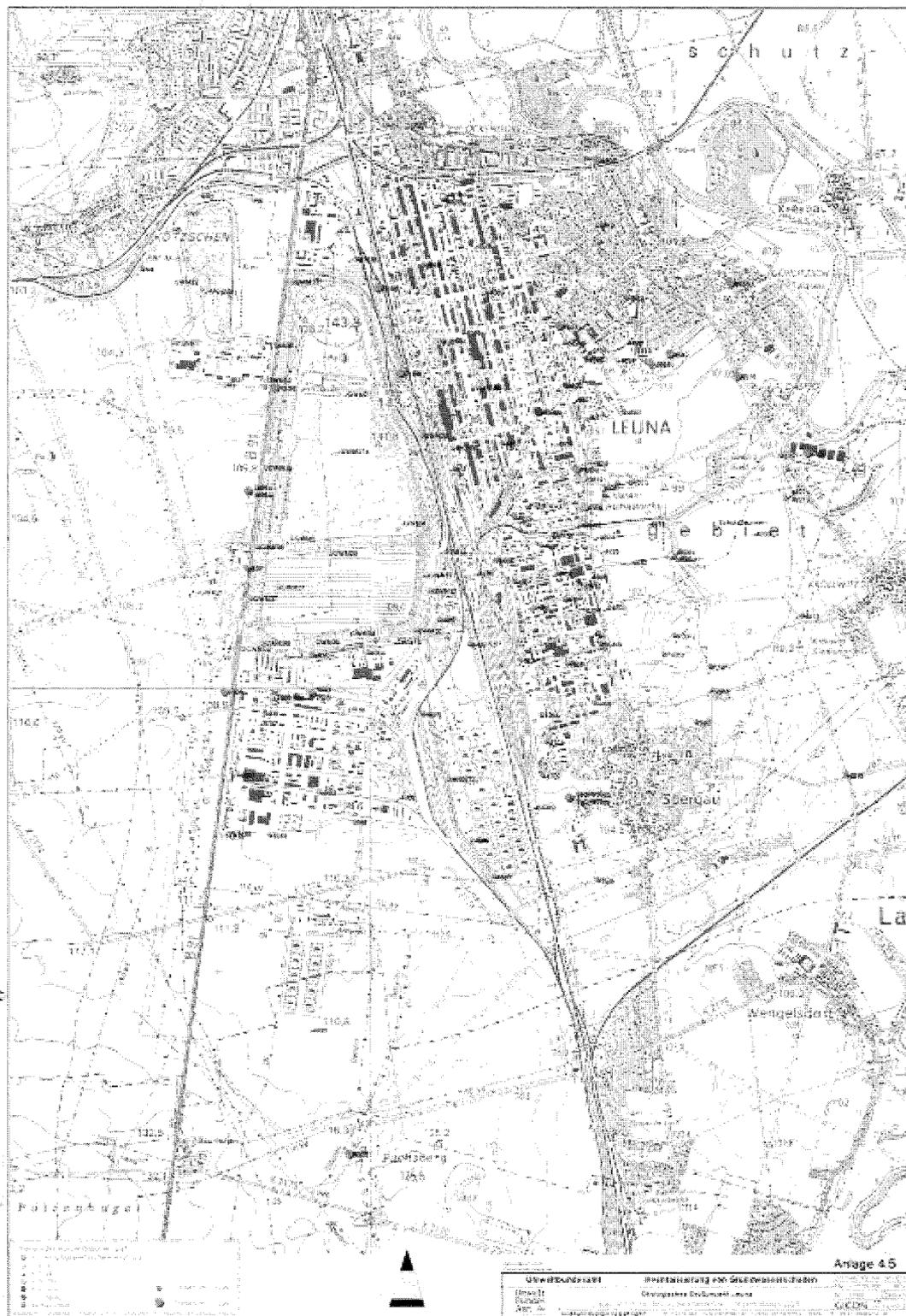


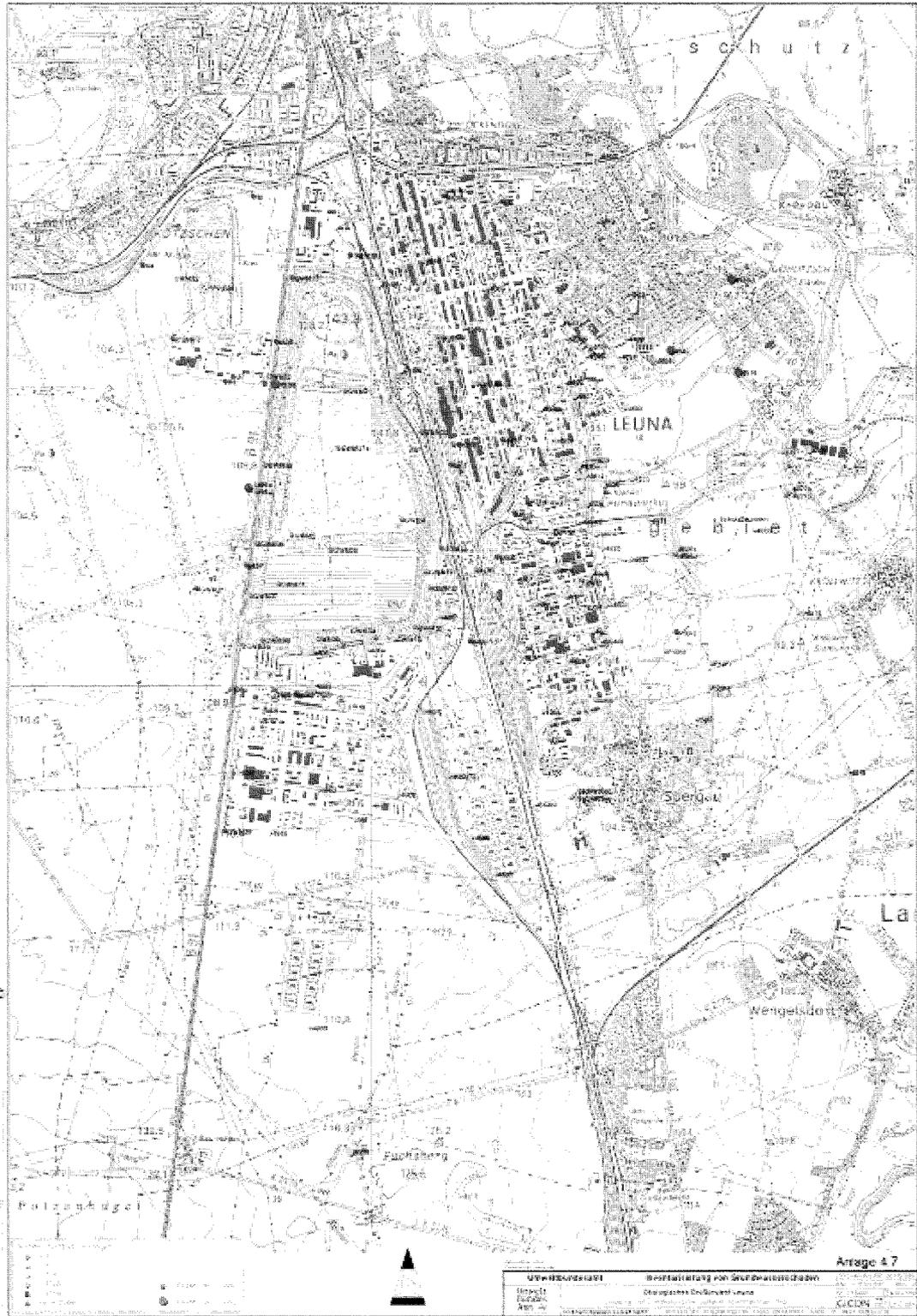


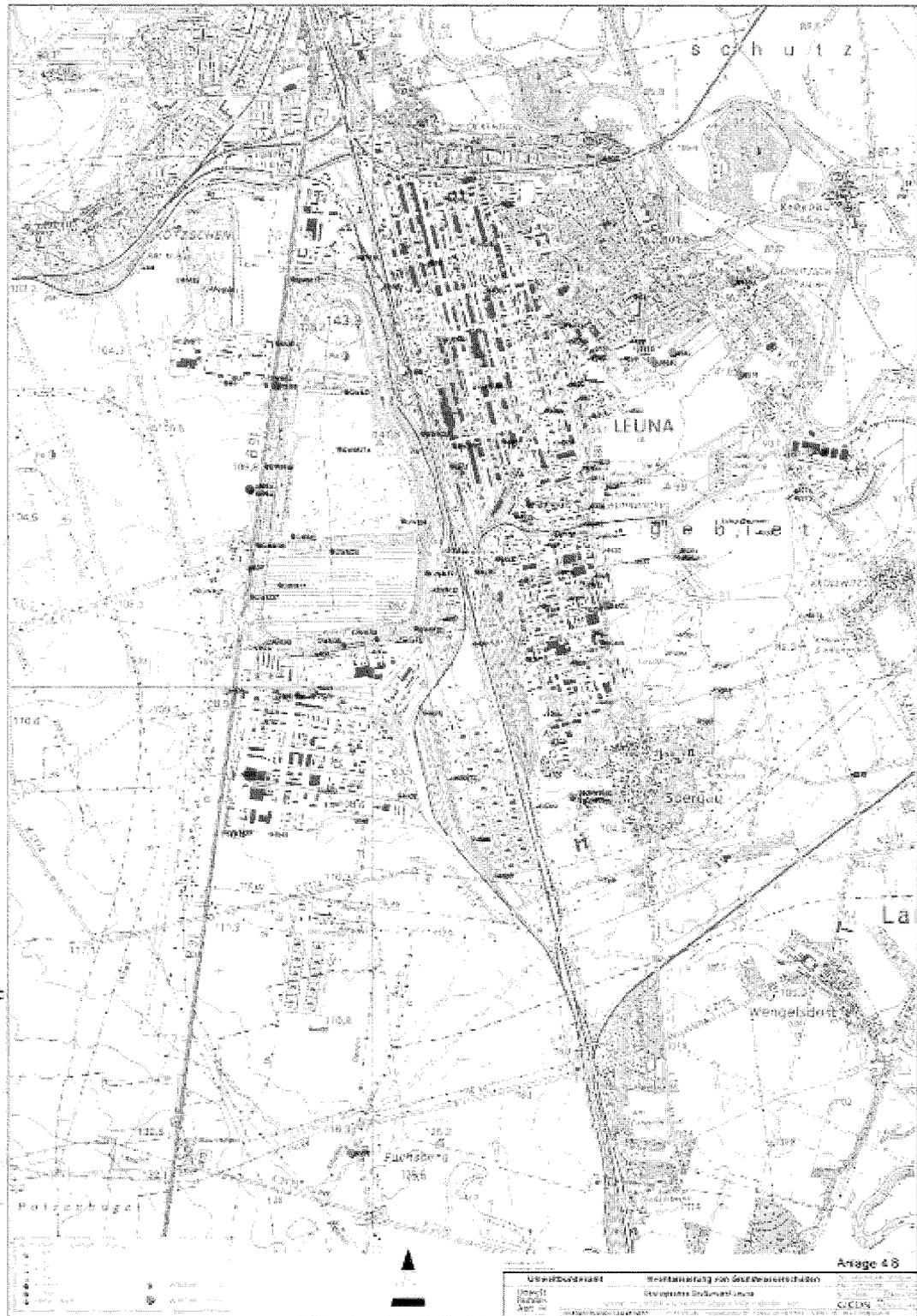












Inventarisierung
von
Grundwasserschäden

**Ökologisches Großprojekt
Magdeburg-Rothensee**

Forschungsnehmer: GICON, Großmann Ingenieur Consult GmbH
01219 Dresden, Tiergartenstraße 48

Projektnummer: P 00182FO.399

Auftraggeber: Umweltbundesamt
Bismarckplatz 1
14193 Berlin

Inhalt	
1	Kurzbeschreibung 207
1.1	Allgemeine Angaben zum ÖGP..... 207
1.2	Umweltrelevante Schadstoffe..... 207
2	Grundwasserhydraulische Verhältnisse 208
2.1	Geologie 208
2.2	Hydrogeologische Situation und Hydrodynamik 208
3	Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation 209
3.1	Datengrundlage 209
3.2	GW-Kontamination..... 209
4	Erstbewertung der Grundwasserbelastung mit Gefahrenbeurteilung..... 211
4.1	Schutzgutsituation..... 211
4.2	Grundwasserschaden 211
4.3	Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad 212
5	Anlagenverzeichnis 213

1 Kurzbeschreibung

1.1 Allgemeine Angaben zum ÖGP

Das Ökologische Großprojekt Magdeburg-Rothensee liegt im Norden der Stadt Magdeburg und umfasst eine Fläche von ca. 1000 ha. Es erstreckt sich nördlich der Stadt Magdeburg entlang der Elbe vom Binnenhafen Mittelelbe bis zur Autobahn A2 im Norden auf einer Länge von fast 9 km. Das Gebiet wird im Osten durch die Elbe und den Abstiegskanal begrenzt. Nach Westen ist die Ausdehnung im südlichen Teil nur wenige hundert Meter, im Norden verbreitert sich das Gebiet durch zugehörige Brach- und Ackerflächen auf ca. 2,5 km. Der Schwerpunkt der industriellen und gewerblichen Nutzung lag im Bereich zwischen Elbe und August-Bebel-Damm bzw. Elbe und Bahnlinie. Westlich davon erfolgte eine altlastenrelevante Nutzung vor allem in den Teilgebieten der BRABAG (TF 40) und Junkers (TF 70) (siehe Anlage 1).

Morphologisch ist das Gelände wenig gegliedert, die Höhenlage reicht von 42-43 m NN (ursprüngliche Höhe, heute insbesondere im Bereich der Ackerflächen im Nordteil) bis ca. 45-46 m NN (Hauptteile des Industriegebietes, Erhöhung durch Auffüllungen). Im Bereich einzelner Ablagerungen werden auch Höhen von 50 m NN erreicht.

1.2 Umweltrelevante Schadstoffe

Im Bereich des ÖGP Magdeburg Rothensee können folgende umweltrelevante Schadstoffe aus der Nutzungshistorie der wesentlichen Teilflächen ausgewiesen werden:

- Großgaserei (TF 12)
 - PAK
 - MKW
 - BTEX
 - Phenole
 - Cyanide
- Zinkhütte (TF 67/68/69)
 - Zink
 - Cadmium
- mehrere Tanklager (MINOL Industriestraße, MINOL Saalestraße, WGT-Tanklager)
 - MKW
 - BTEX
- BRABAG (TF 40)
 - MKW
 - BTEX
 - Phenol
- mehrere Teilflächen
 - Arsen

2 Grundwasserhydraulische Verhältnisse

2.1 Geologie

Das Normalprofil im Gebiet des Großprojektes besteht aus 1-5 m mächtigen anthropogenen Aufschüttungen über 0-5 m mächtigem Auelehm, die einen 10-15 m mächtigen Sand-Kies-Körper überdecken, in dem der obere Grundwasserleiter GWL1 ausgebildet ist. Als stauende Basis (gute Stoffbarriere) fungiert der Rupelton oder der Grünsand. Die Auffüllungen bestehen dabei zum Teil aus umgelagertem natürlichen Material, zum anderen aus Bauschutt, Kraftwerksaschen und abgelagerten Produktionsrückständen und können lokal auch Mächtigkeiten von bis zu 10 m erreichen.

2.2 Hydrogeologische Situation und Hydrodynamik

Der GWL1, der durch die stellenweise Ausräumung des Auelehms (Bombentrichter, Baumaßnahmen teilweise ungeschützt ist (Wasserspiegel ca. 1-6 m unter GOK), kommuniziert mit den Oberflächengewässern, insbesondere mit dem Vorfluter Elbe. Die Grundwasserfließrichtung ist im Allgemeinen nach Ost/Nordost zum Vorfluter Elbe gerichtet (Anlage 2.1). Die Grundwasserfließverhältnisse werden durch die erheblichen Wasserstandsschwankungen des Vorfluters geprägt.

Die Wasserstandsschwankungen der Elbe können bis zu 7 m betragen, was sich dann auch in entsprechenden Schwankungen der Grundwasserstände widerspiegelt. Betroffen sind hiervon besonders die vorflutnahen Bereiche.

Die vorflutnahen Fließverhältnisse werden zum Teil erheblich durch die Uferbefestigung beeinflusst. Stellenweise sind die Uferbereiche mit Spundwänden gesichert, die zu örtlichen Fließrichtungsablenkungen führen.

Bei Elbe-Hochwasser kann es im Anstaubereich zur Fließrichtungsumkehr des Grundwassers kommen (Anlage 2.2), jedoch ist auch hier der Einfluss der Uferbefestigung zu beachten.

Die Durchlässigkeitsbeiwerte des quartären GWL betragen zwischen 10^{-4} bis 10^{-3} m/s. Für den mittleren spezifischen Grundwasserfluss wird ein Wert von $0,056 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ermittelt, damit ergibt sich ein spezifischer Abstrom von ca. $250 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{a})$ (Grundwasserleitermächtigkeit ca. 10 m). Die Fließgeschwindigkeit wird mit 25-50 m/a angegeben, damit ergeben sich ähnliche Größenordnungen für die durchschnittliche Abstrommenge. Örtlich können erhebliche Abweichungen von diesem Durchschnittswert vorkommen.

3 Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation

3.1 Datengrundlage

Als Datengrundlage wurden die Grundwasseruntersuchungen aus dem Jahre 1998 verwendet.

Belastbare Untersuchungsergebnisse liegen bisher nur aus den in 1997 und in 1998 durchgeführten teilflächenübergreifenden Grundwassermonitoringrunden vor.

Darüber hinaus erfolgten Grundwasseruntersuchungen nur bei teilflächenbezogenen Erkundungen.

Im Oktober 2001 wurde eine weitere teilflächenübergreifende Monitoringrunde durchgeführt, deren Ergebnisse jedoch noch nicht ausgewertet sind. Geplant ist, ab 2002 jeweils im Frühjahr und im Herbst Monitoringrunden durchzuführen.

Aufgrund der wenigen bisher vorliegenden Daten können Entwicklungstendenzen der Schadstoffsituation nur eingeschränkt abgeleitet werden. Die Repräsentanz der Daten ist somit nicht einschätzbar.

Die Schadenssituation des Grundwassers im Bereich des ÖGP Magdeburg-Rothensee wird durch 51 in 1998 beprobte GWMS dargestellt.

3.2 GW-Kontamination

In Auswertung aller vorliegenden Untersuchungen kann Folgendes festgestellt werden:

- Es existieren mehrere lokale Grundwasserkontaminationsbereiche, die ursächlich und räumlich konkreten Teilgebieten zugeordnet werden können. Eine Zuordnung der GW-Kontaminationen zu konkreten Eintragsstellen innerhalb der Teilgebiete und somit eine flurstückskonkrete Bewertung der Eintragsbereiche ist jedoch in den meisten Fällen nicht möglich.
- Neben kleinräumigen GW-Kontaminationen (vor allem TF 27 , TF 22) mit beschränkten Eintragsbereichen existieren 2 großräumige Kontaminationsbereiche (Teilflächen siehe Anlage 1):
 - Großgaserei Nordteil, Großgaserei Südteil, BEMA und VEGLA (TG 12a, 12b, 13a und 14N)
 - Zinkhütte (TF 67, 68 und 69)
 - BRABAG (TF 40)

Bereich Großgaserei

Der Bereich Großgaserei stellt einen Grundwasserkontaminationsbereich dar, der die Teilgebiete 12a, 12b, 13a und 14N umfasst. Die Ausdehnung des Kontaminationsbereiches wird aus den Anlagen 4 ersichtlich. Er ist durch Kontaminationen mit BTEX (insbesondere Benzol), Phenol, PAK sowie lokal MKW, Arsen und Cyanide gekennzeichnet. Dabei zeigt sich folgendes Verteilungsbild:

- Hohe BTEX-Belastungen (Darstellung Benzol Anlage 4.1) sind insbesondere im Bereich der Großgaserei zu verzeichnen, wobei die Belastung im Nordgelände (e-

hemalige Benzolfabrik) nochmals deutlich höher ist, als die im Südgelände. In GWMS 12N-16 wurde die Geringfügigkeitsschwelle von Benzol um das 10.000fache überschritten.

- Hohe PAK-Belastungen (PAK als Abprodukt der Benzolherstellung) kennzeichnen sowohl das Nord- als auch das Südgelände, wobei die Belastungen im Nordgelände wiederum höher liegen. Die Geringfügigkeitsschwelle wurde in der GWMS 12N-6 um das 10.000fache überschritten.
- Hohe Phenolwerte wurden sowohl im Nord- als auch im Südgelände festgestellt. Der Geringfügigkeitsschwellenwert wurde in der GWMS 12N-16 um das 100fache überschritten. Insgesamt weisen die Messergebnisse hier erhebliche Schwankungen auf.
- Hohe Arsenbelastungen wurden im Bereich der Fläche 14N mit einer Überschreitung größer der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle festgestellt.
- Auch bei den Cyanidbelastungen wurden Überschreitungen größer der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle gemessen.
- Relevante MKW-Belastungen treten im Bereich der Großgaserei mit Überschreitung größer der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle auf (GWMS 12N-16).

Sowohl im Gebiet 12a als auch im Gebiet 12b muss davon ausgegangen werden, dass Schadstoffe in flüssiger Form in den Untergrund eingedrungen sind und entweder als aufschwimmende Phase auf dem Grundwasser vorliegen oder aufgrund der erheblichen Grundwasserschwankungen (Schwankungsbreite von 5 m) im Grundwasserwechselbereich verschmiert worden sind. Darüber hinaus ist das Vorhandensein von Schwerphase (Teeröl) nicht auszuschließen.

Die festgestellten Grundwasserkontaminationen können den Teilgebieten eindeutig zugeordnet werden, es existieren jedoch eine Vielzahl konkreter und diffuser Eintragsbereiche. Durch den Eintrag von Schadstoffen in flüssiger Phase in den Untergrund haben sich des Weiteren Sekundärquellen im gesättigten Bereich gebildet.

Bereich Zinkhütte

Der Bereich Zinkhütte stellt einen Grundwasserkontaminationsbereich dar, der die Teilgebiete 67, 68 und 69 umfasst. Die Ausdehnung des Kontaminationsbereiches wird anhand der Anlagen 4 ersichtlich. Er ist durch Kontaminationen vor allem mit Zink und Cadmium gekennzeichnet. Dabei zeigt sich folgendes Verteilungsbild:

- Die Zink-Belastung im Bereich der Zinkhütte wird durch die GWMS 67-5, 67-16, 67-17, 68-12, 68-13 charakterisiert. In der GWMS 67-5 wurden Belastungen größer des 100fachen Geringfügigkeitsschwellenwertes festgestellt.
- Die Ausdehnung der Cadmium-Belastung entspricht weitestgehend der Zink-Belastungsverteilung. Im Schadenszentrum wurden Spitzenwerte größer des 100fachen Geringfügigkeitsschwellenwertes nachgewiesen.
- Die in Anlage 4.4 dargestellten Nickel-Konzentrationen sind nur untergeordnet und erreichen lokal an der GWMS 68-12 Werte größer der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle.

- In der gleichen GWMS wurden auch Arsen und PAK größer der 10fachen Geringfügigkeitsschwelle festgestellt.

Die festgestellten Grundwasserkontaminationen können den Teilgebieten eindeutig zugeordnet werden, es existieren jedoch eine Vielzahl konkreter und diffuser Eintragsbereiche. Die Schadstoffbelastung hat sich dabei bis weit in den gesättigten Bereich verlagert und wirkt dort als Sekundärquelle (Auelehm wirkte als Schadstofffalle und wirkt nach Erreichen des Rückhaltevermögens als Schadstoffquelle).

4 Erstbewertung der Grundwasserbelastung mit Gefahrenbeurteilung

4.1 Schutzgutsituation

Schutzgut	Erläuterung
Mensch	<ul style="list-style-type: none"> • z. T. Direktkontakt möglich (bei mangelnder Verkehrssicherung) • Wohngebiete in der näheren Umgebung
Grundwasser	<ul style="list-style-type: none"> • keine Trinkwasserschutzzonen • unbelastete Grundwasserreservoirs ohne besonders ausgewiesenen Schutzstatus
Oberflächengewässer	<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächengewässer Elbe und Schrote • Neustädter See • Barleber See • Kanäle (Mittellandkanal, Abstiegskanal Rothensee), Gräben und Hafenbecken
Landschaft	<ul style="list-style-type: none"> • Landschaftsschutzgebiet Barlebener-Jerslebener See mit Elbniederung • Landschaftsschutzgebiet Zuwachs-Külzauer Forst
Kultur- und Sachgüter	<ul style="list-style-type: none"> • geschützte Eigentumsrechte für alle Grundstückseigentümer der Umgebung (BGB § 904 ff.)

4.2 Grundwasserschaden

Großgaserei

Im Bereich der Großgaserei liegt ein großräumiger Grundwasserschaden vor. Wie bereits oben dargestellt, umfassen die Kontaminationen den gesättigten Bereich sowie den Grundwasserwechselbereich und liegen dort zum Teil als verschmierte Phase vor. Eine Dekontamination eines solchen Bereiches ist nur durch vollständige Auskoffnung möglich. Das würde aber zum einen die Beseitigung aller aufstehenden Gebäude bedeuten, zum anderen ergeben sich unverhältnismäßig hohe Kosten. Die Kosten sind dabei zum einen durch die Bergungs- und Entsorgungskosten für den kontaminierten Boden bedingt, zum anderen durch die umfangreichen erforderlichen Maßnahmen zur

Wasserhaltung, da sich die Kontaminationen bis weit in den grundwassergesättigten Bereich erstrecken. Aufgrund der Elbnähe ist eine offene Wasserhaltung nicht möglich, entweder müsste das Gebiet komplett eingespundet werden oder es muss mit Vereisung gearbeitet werden.

Somit sind zunächst die vom Kontaminationsbereich ausgehenden weiteren Gefahren zu betrachten.

Zinkhütte

Für den Bereich Zinkhütte gelten die gleichen Aussagen, wie für die Großgaserei. Allerdings können in diesem Bereich abgesunkene Phasen ausgeschlossen werden, der Schadstofftransport in den gesättigten Grundwasserbereich ist hier in gelöster und in kolloider Form mit dem Sickerwasser erfolgt.

Von besonderer Bedeutung sind die großen Schwankungen des Grundwassers durch den Einfluss des Oberflächenwassers für die Beurteilung von Phasenbereichen. Die Beeinflussung der Fließrichtung sowie des Fließverhaltens ist insbesondere bei der Auslegung von hydraulischen Sicherungsmaßnahmen zu beachten.

4.3 Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad

Durch die Nähe zur Elbe und die direkte Kopplung der Grundwasserstände an die Vorflut erfolgt ein Übertritt gelöster Schadstoffe über das Grundwasser in die Vorflut. Zu bewerten ist, inwiefern der dabei erfolgende Schadstoffeintrag in die Vorflut zulässig ist.

Für die Kanäle und Hafengebiete gilt diese Aussage gleichermaßen.

5 Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Lageplan des ÖGP

Übersichtsplan mit Teilflächen des ÖGP, Zeichn.-Nr.: 00182111

Anlage 2: Darstellung von Grundwassergleichen

Anlage 2.1: Darstellung Hydroisohypsen 05/1998, Zeichn.-Nr.: 00182G31

Anlage 2.1: Darstellung Hydroisohypsen 11/1998, Zeichn.-Nr.: 00182G32

Anlage 3: Darstellung der Schutzgutsituation

Schutzgutsituation, Zeichn.-Nr.: 00182113

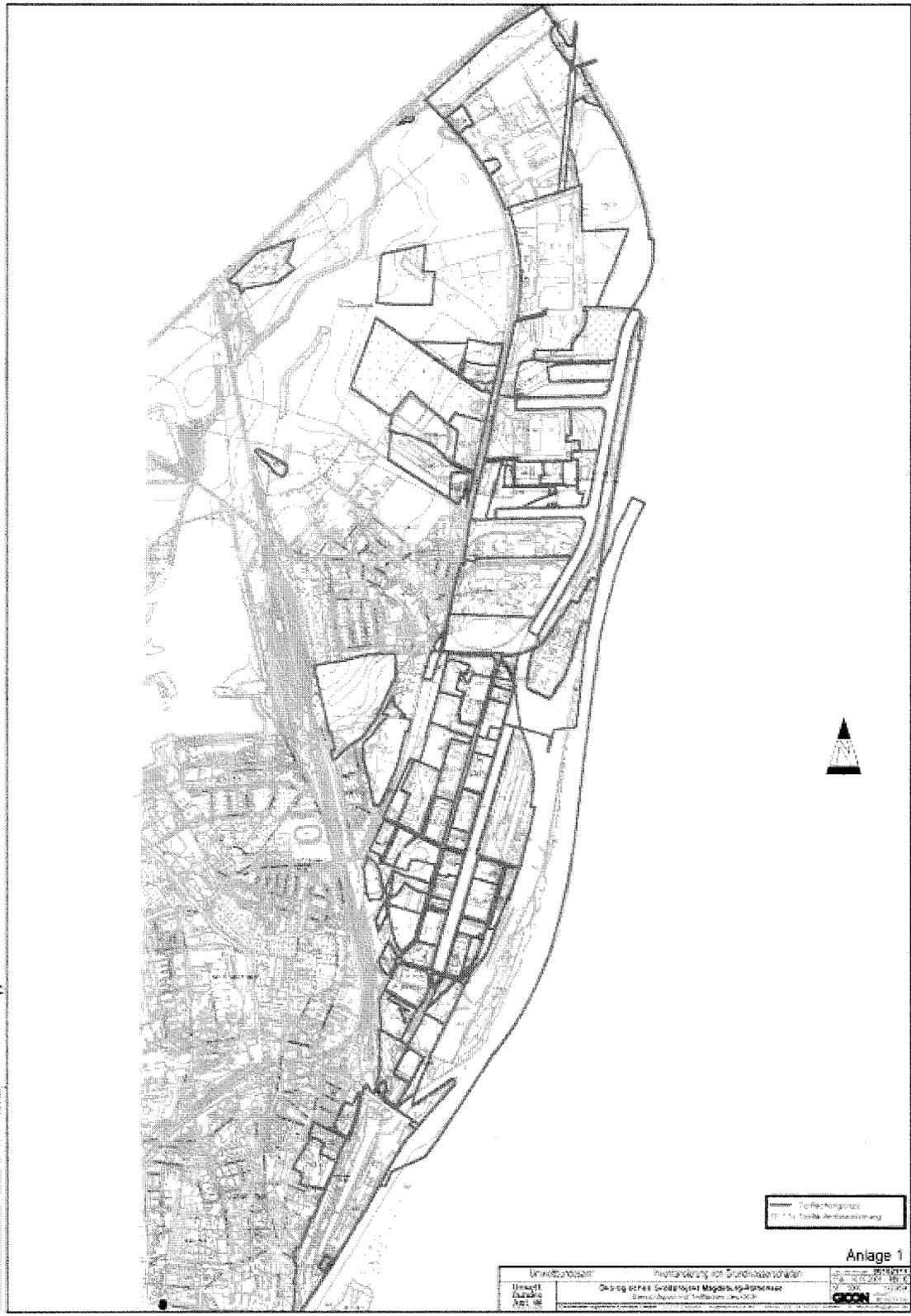
Anlage 4 Darstellung der Kontaminationssituation

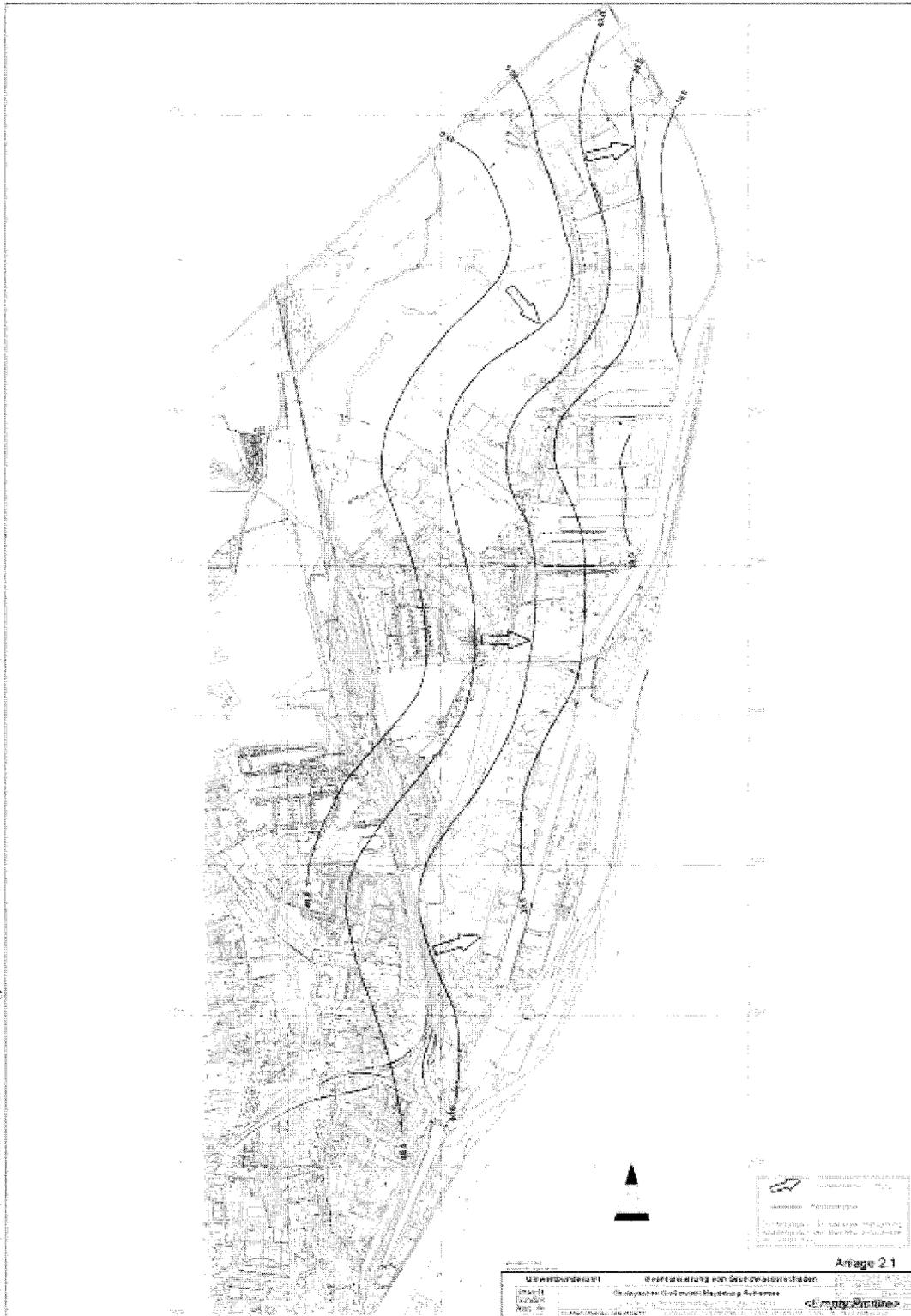
Anlage 4.1: Darstellung der Kontaminationssituation von MKW und Benzol [$\mu\text{g/l}$]
Zeichn.-Nr.: 00182G27

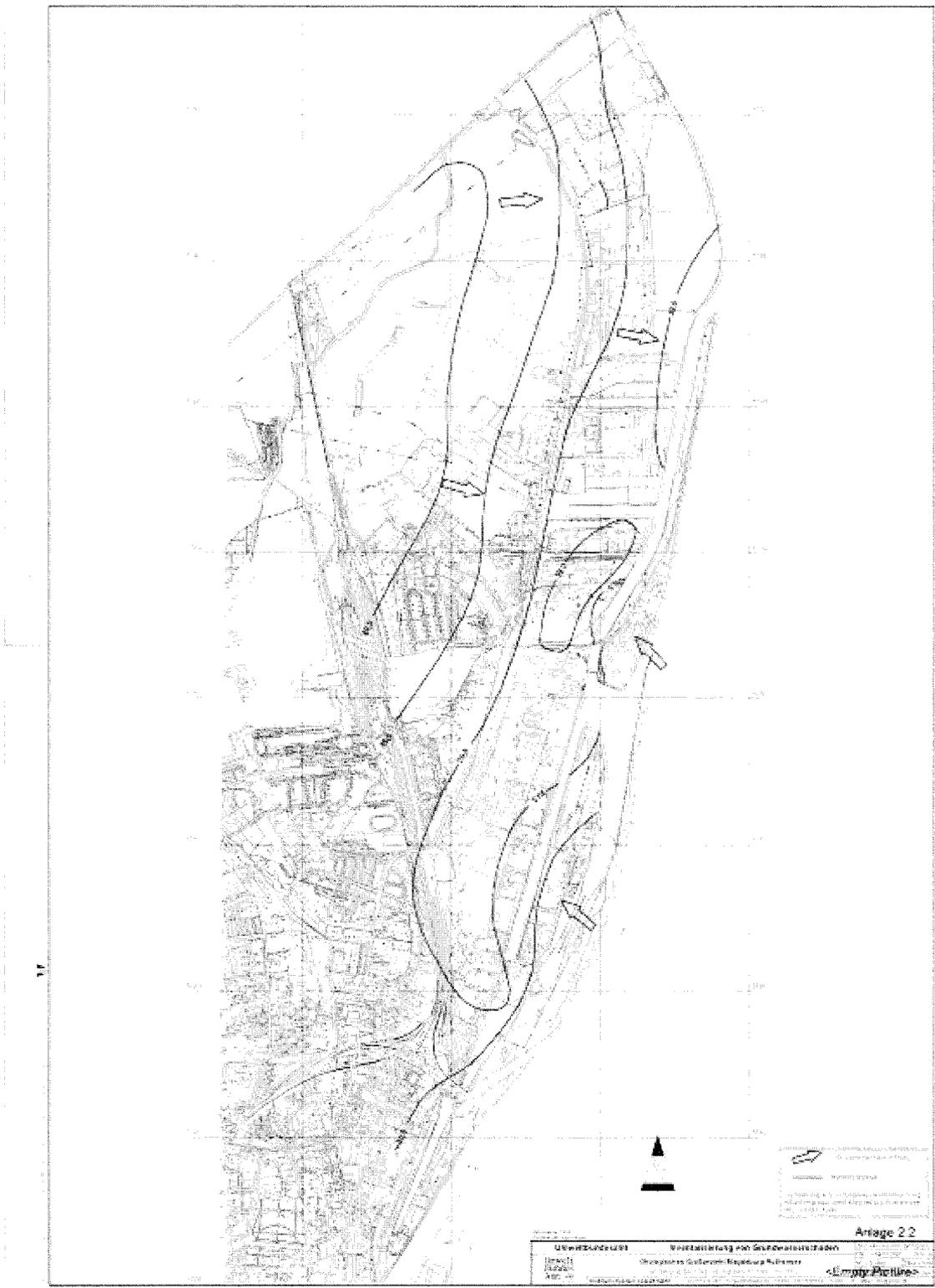
Anlage 4.2: Darstellung der Kontaminationssituation von PAK und Phenolindex
[$\mu\text{g/l}$], Zeichn.-Nr.: 00182G30

Anlage 4.3: Darstellung der Kontaminationssituation von Arsen und Cyaniden
(gesamt) [$\mu\text{g/l}$], Zeichn.-Nr.: 00182G28

Anlage 4.4: Darstellung der Kontaminationssituation von Cadmium, Zink und Ni-
ckel [$\mu\text{g/l}$], Zeichn.-Nr.: 00182G29











Inventarisierung
von
Grundwasserschäden

Ökologisches Großprojekt
PCK Raffinerie GmbH Schwedt/Oder

Forschungsnehmer: GICON, Großmann Ingenieur Consult GmbH
01219 Dresden, Tiergartenstraße 48

Projektnummer: P 00182FO.399

Auftraggeber: Umweltbundesamt
Bismarckplatz 1
14193 Berlin

Inhalt

1	Kurzbeschreibung	225
1.1	Allgemeine Angaben zum ÖGP.....	225
1.2	Umweltrelevante Schadstoffe.....	225
2	Grundwasserhydraulische Verhältnisse	226
2.1	Geologie	226
2.2	Hydrogeologische Situation.....	226
2.3	Beschreibung der Grundwasserdynamik.....	226
3	Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation	227
3.1	Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring.....	227
3.2	GW-Kontamination.....	227
4	Erstbewertung der Grundwasserbelastung mit Gefahrenbeurteilung.....	229
4.1	Schutzgutsituation.....	229
4.2	Grundwasserschadensbereich.....	229
4.3	Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad	230
5	Anlagenverzeichnis	231

1 Kurzbeschreibung

1.1 Allgemeine Angaben zum ÖGP

Das Areal der PCK-Raffinerie liegt im Land Brandenburg, Landkreis Uckermark, nordöstlich der Hochfläche (Uckermärker Lehmplatte) in unmittelbarer Nachbarschaft zur Oderaue, die das Gelände nach Osten hin abgrenzt. Im Norden schließt sich der Wellsebruch an. Das Raffineriegelände ist von einem Waldgürtel umgeben. Die Geländehöhen liegen bei ca. 6 – 10 m NN.

Die Stadt Schwedt liegt etwa 2 km südöstlich.

Das Werksgelände erstreckt sich auf 5,5 km Länge und 2,5 km Breite in nordwest-südöstlicher Richtung. Die Fläche beträgt knapp 1000 ha.

Nebenflächen des ÖGP sind eine Mineralstoffdeponie, eine Kiesgrube sowie der Betriebsbahnhof.

Der Raffineriebetrieb besteht seit 1964.

Neben der klassischen Produktion von Raffinerieprodukten befindet sich auf dem Gelände noch eine Düngemittelfabrikation sowie eine Sonderabfallverbrennungsanlage.

Nennenswerte Betriebsunterbrechungen sind nicht zu verzeichnen. Die PCK Raffinerie wird seit 1970 kontinuierlich erweitert und modernisiert. Des Weiteren wird die Raffinerie seit 1990 verstärkt den Umweltanforderungen sowie den Erfordernissen des Marktes angepasst.

Bereits seit Mitte der 70er Jahre und verstärkt seit 1994 werden bei der PCK Raffinerie GmbH kontinuierliche Messungen im Rahmen eines Grundwassermonitorings durchgeführt. Seit 1994 wurde nach jeder Monitoringrunde das Messnetz je nach Erfordernis angepasst und erweitert.

1.2 Umweltrelevante Schadstoffe

Als umweltrelevante Leitschadstoffe sind im Bereich des ÖGP PCK Schwedt zu benennen:

- MKW
- BTEX-Aromaten
- Nitrat/Sulfat

2 Grundwasserhydraulische Verhältnisse

2.1 Geologie

Das PCK-Gelände wurde auf den Talsandterrassen des unteren Odertales angelegt (Weichsel-II-Vereisung).

Darunter schließen sich in Wechsellagerung Sande weiterer Eiszeiten mit Geschiebemergel- und Schlufflagen an.

Die Mächtigkeiten der bindigen Schichten nehmen generell zum Hochflächenrand im Osten zu.

Das Liegende bilden Geschiebemergelkomplexe und im Tertiär der sog. Pinnower Rupelton.

2.2 Hydrogeologische Situation

Die hydrogeologischen Verhältnisse innerhalb des PCK-Geländes können durch glazigene, heterogene Ablagerungen (Feinsande, Feinkiese, Geschiebemergel) charakterisiert werden. Im Bereich des PCK-Geländes existiert im Wesentlichen ein oberer Grundwasserleiterkomplex, der Mächtigkeiten von ca. 15 – 20 m aufweisen kann, da der Zwischenstauer (Geschiebemergel der Weichsel I-Vereisung sowie Schluffe und Tone) nicht flächendeckend ausgeprägt ist. Dieser Aquiferkomplex setzt sich aus einer oberen Schicht (Nachschüttsande des Weichsel I/Weichsel II-Glazials sowie holozäne Sedimente) und aus einer unteren Schicht (Vorschüttsande der Weichsel I-Vereisung und Nachschüttsande des Saale I/Saale II-Glazials) zusammen.

Da der Zwischenstauer teilweise auch in Höhe des Grundwasserspiegels vorhanden ist, sind lokale Aufhöhungen des Grundwassers in Abhängigkeit der Grundwasserneubildung durch das Entstehen von Schichtenwasser in den betreffenden Bereichen möglich. Diese Geschiebemergellagen, die teilweise zu Blöcken ausgebildet sind, üben eine Barrierewirkung auf das Grundwasser aus, so dass ein laterales Abdriften von Schadstoffen behindert wird.

Im Ergebnis von durchgeführten Pumpversuchen wurden örtlich vorherrschende Durchlässigkeitskoeffizienten für den gesamten oberen Aquiferkomplex ermittelt. Die Untersuchungen ergaben für das Einzugsgebiet der AWBA Försterallee einen k_F -Wert von ca. $1,9 \cdot 10^{-3}$ m/s und für die Werkszaunfassung einen k_F -Wert von ca. $1,1 \cdot 10^{-3}$ m/s.

2.3 Beschreibung der Grundwasserdynamik

Die generelle Fließrichtung des Grundwassers ohne Berücksichtigung von Wasserfassungen auf dem Betriebsgelände ist nach Ost-Nordost zur Welse- und Oderniederung gerichtet. Das Gefälle lag bei 0,0016 - 0,0018.

Die Grundwasserflurabstände schwanken um einen Bereich von ca. 6,5 m im westlichen Teil und um einen Bereich von ca. 4 m im östlichen Teil des Betriebsgeländes, die jährliche Schwankungsbreite liegt bei 0,5 m.

Das Grundwasserregime wird im Gebiet des PCK-Geländes vor allem durch die Abwehrbrunnenanlage Försterallee und der Werkszaunfassung beeinflusst (siehe Anlage 2).

Die Wasserfassung Werkszaun verursacht im südöstlichen Abstrom des Werksgebietes einen deutlich erkennbaren Absenktrichter aufgrund der relativ hohen Fördermengen. In unmittelbarer Nähe zur Werkszaunfassung entsteht eine Wasserscheide aufgrund des Einflusses der Werkszaunfassung und der Grundwasserfließrichtung nach Ost-Südost in diesem Bereich.

Ein Einfluss der Abwehrbrunnenanlage (AWBA) Försterallee auf das Grundwasserregime ist aufgrund der relativ geringen Fördermengen zum Zeitpunkt 12/1999 nur leicht erkennbar.

3 Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation

3.1 Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring

Datengrundlage der Darstellungen und der Bewertung bildet das durch die PCK durchgeführte Grundwassermonitoring, Kampagne Juni 1999.

Bereits seit Mitte der 70iger Jahre und verstärkt seit 1994 werden bei der PCK Raffinerie GmbH kontinuierliche Messungen im Rahmen eines Grundwassermonitorings durchgeführt. Seit 1994 wurde nach jeder Monitoringrunde das Messnetz je nach Erfordernis angepasst und erweitert. Seit 1997 wird systematisch ein Frühjahrs- und Herbstmonitoring durchgeführt, in dessen Ergebnis das Monitoringprogramm entsprechend der Schadstoffsituation und der Entwicklung dieser angepasst und optimiert wird. Seit 1999 erfolgen in ausgewählten Messstellen Untersuchungen auf mikrobiologische Abbauaktivitäten.

Die Schadenssituation des Grundwassers im Bereich des ÖGP PCK Raffinerie GmbH wird durch 127 im Juni 1999 beprobte GWMS dargestellt.

3.2 GW-Kontamination

Die Grundwasserkontaminationen betreffen generell den oberen Grundwasserleiter. Entsprechend der Hauptschadstoffe wird die Kontaminationssituation gemäß Anlage 4.1 bis 4.5 wie folgt beschrieben:

MKW (Anlage 4.1)

Das Bild der Schadstoffverteilung zeigt deutlich ausgeprägt die Belastungszentren im zentralen Werksbereich sowie auch im Abstrom des Werksgebietes.

Dabei lassen sich die hochbelasteten Bereiche relativ klar den Phasenbereichen zuordnen. In diesen Bereichen wird der Geringfügigkeitsschwellenwert ca. 100fach überschritten.

Die Strömungsbereiche zur Abwehrbrunnenanlage sowie zur Werkszaunfassung (WZF) sind deutlich erkennbar. In der Darstellung der Stichtagsmessung 12/99 ist die ausgeprägte Fahne in Richtung Werkszaunfassung zu erkennen.

Die existierenden Phasenbereiche auf dem Grundwasser waren mobil, zur Rückhaltung der Phase wurde die Abwehrbrunnenanlage errichtet. Heute hat sich die Situation dahingehend verändert, dass die Phasenbereiche relativ lagestabil sind und durch die Abwehrbrunnenanlage die auf die Brunnen anströmende Phase gefasst wird.

Im Grundwasser spielt für die Lösung der MKW die parallel vorhandene BTEX-Belastung eine entscheidende Rolle.

Massive MKW-Verunreinigungen (mehr als 100fache Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle) finden sich im Kerngelände des Werkes in Form dreier Hauptschadensbereiche. In Abstromrichtung findet ein Konzentrationsrückgang statt; außerhalb des Werksgeländes ergeben sich lediglich nordöstlich lokal Überschreitungen bis zum 10fachen Geringfügigkeitsschwellenwert.

BTEX (Summe) (Anlage 4.2)

Das Belastungsmuster der BTEX-Verteilung ist im Prinzip mit dem der MKW vergleichbar, allerdings mit wesentlich höheren Schadstoffkonzentrationen (in den Phasenbereichen 10.000fache Überschreitung des Geringfügigkeitsschwellenwertes). Auch hier lassen sich die Belastungen relativ klar den Phasenbereichen zuordnen. Da die BTEX im Gegensatz zu den MKW in ihrem Verhalten im Grundwasser wesentlich mobiler sind, ist eine größere räumliche Ausbreitung als bei der MKW-Schadstoffverteilung erkennbar.

Beim Vergleich der Schadstoffverteilungen BTEX und Benzol (siehe Anlage 4.3) wird deutlich, dass die auftretenden BTEX-Konzentrationen im Wesentlichen durch Benzol geprägt werden.

Benzol (Anlage 4.3)

Beim Benzol wird in der Konzentrationsverteilung die mit dem Grundwasserabstrom gegebene Mobilität deutlich. Dadurch ergibt sich bereits im Werk bis jenseits der Werksgrenze eine fast durchgängige mehr als 100fache Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle.

Nitrat (Anlage 4.4)/Sulfat (Anlage 4.5)

Massive Nitratbelastungen ergeben sich im Umfeld der Düngemittelfabrik (nördlicher Werksteil) bis jenseits der Werksgrenze mit dem Grundwasserabstrom. Lokal zeigt sich vor allem ein kleinräumigerer Schadensbereich an der Zentralen Abwasseraufbereitung (östliches Werksteil). Generell ist von einer gewissen Grundbelastung, auch schon im Anstrom zur Raffinerie, auszugehen.

Beim Sulfat ist eine nahezu flächenhafte Verteilung von relativ hohen Konzentrationen im gesamten Werksgelände erkennbar. Bereits im Anstrom sind hohe Sulfatkonzentrationen vorhanden, die durch verschiedene Einträge im Werksgelände (Wasseraufbereitungsanlagen, zentrale Abwasseranlagen) teilweise verstärkt werden.

Die Nitrat- und Sulfatkonzentrationen im Bereich des Werksgeländes ermöglichen einen mikrobiologischen Abbau von Schadstoffen, welcher sehr gut am Rückgang der Schadstoffkonzentrationen hinter den Schadstoffbahnen sowie in Grenzbereichen der Schadstoffbelastungen zu beobachten ist.

4 Erstbewertung der Grundwasserbelastung mit Gefahrenbeurteilung

4.1 Schutzgutsituation

Die für das ÖGP PCK Raffinerie relevante Schutzgutsituation wird durch die folgende Tabelle erläutert:

Schutzgut	Erläuterung
Mensch	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsplätze auf dem PCK-Gelände, Empfindlichkeit gegeben durch Möglichkeit des Direktkontaktes zu Schadstoffen im Boden bzw. durch Ausgasungen und Abwehungen bei Bau- bzw. Sanierungsmaßnahmen
Grundwasser	<ul style="list-style-type: none"> Wasserfassungen der PCK (Werkzauffassung) genutzte Grundwasserpotentiale ohne besonders ausgewiesenen Schutzstatus in der Umgebung der PCK (Nutzung vorrangig durch Kleingärtner) unbelastete Grundwasserreservoirs ohne besonders ausgewiesenen Schutzstatus in der Umgebung der PCK-Raffinerie
Oberflächengewässer	<ul style="list-style-type: none"> Oberflächengewässer Welse und Hohensaaten-Friedrichsthaler Wasserstraße (Gewinnung von Uferfiltrat)
Pflanzen und Tiere	<ul style="list-style-type: none"> Teile des mittelbaren Umgebungsbereiches
Landschaft	<ul style="list-style-type: none"> gesamter mittelbarer Umgebungsbereich der PCK Raffinerie
Kultur- und Sachgüter	<ul style="list-style-type: none"> geschützte Eigentumsrechte für alle Grundstückseigentümer der Umgebung (BGB § 904 ff.)

4.2 Grundwasserschadensbereich

Das Grundwasser im oberen Grundwasserleiter ist auf einer Fläche von etwa 40 % des Werksgeländes massiv geschädigt. Die Verlagerung der Schadstoffe reicht bis zur vorhandenen Abstomsicherung an der Werksgränze. Infolge technischer Mängel an der Anlage fand zeitweise eine lokale Ausbreitung von Schadstoffen in der weiteren Abstromrichtung statt.

Legt man die Überschreitung der Geringfügigkeitsschwellen als Maßstab an, liegt der betroffene Grundwasserbereich bei etwa 60 % des Werksgeländes. Die relativ enge Begrenzung der Schadensfronten mit starkem Konzentrationsgefälle ergibt sich aufgrund der Schadstofftypologie.

4.3 Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad

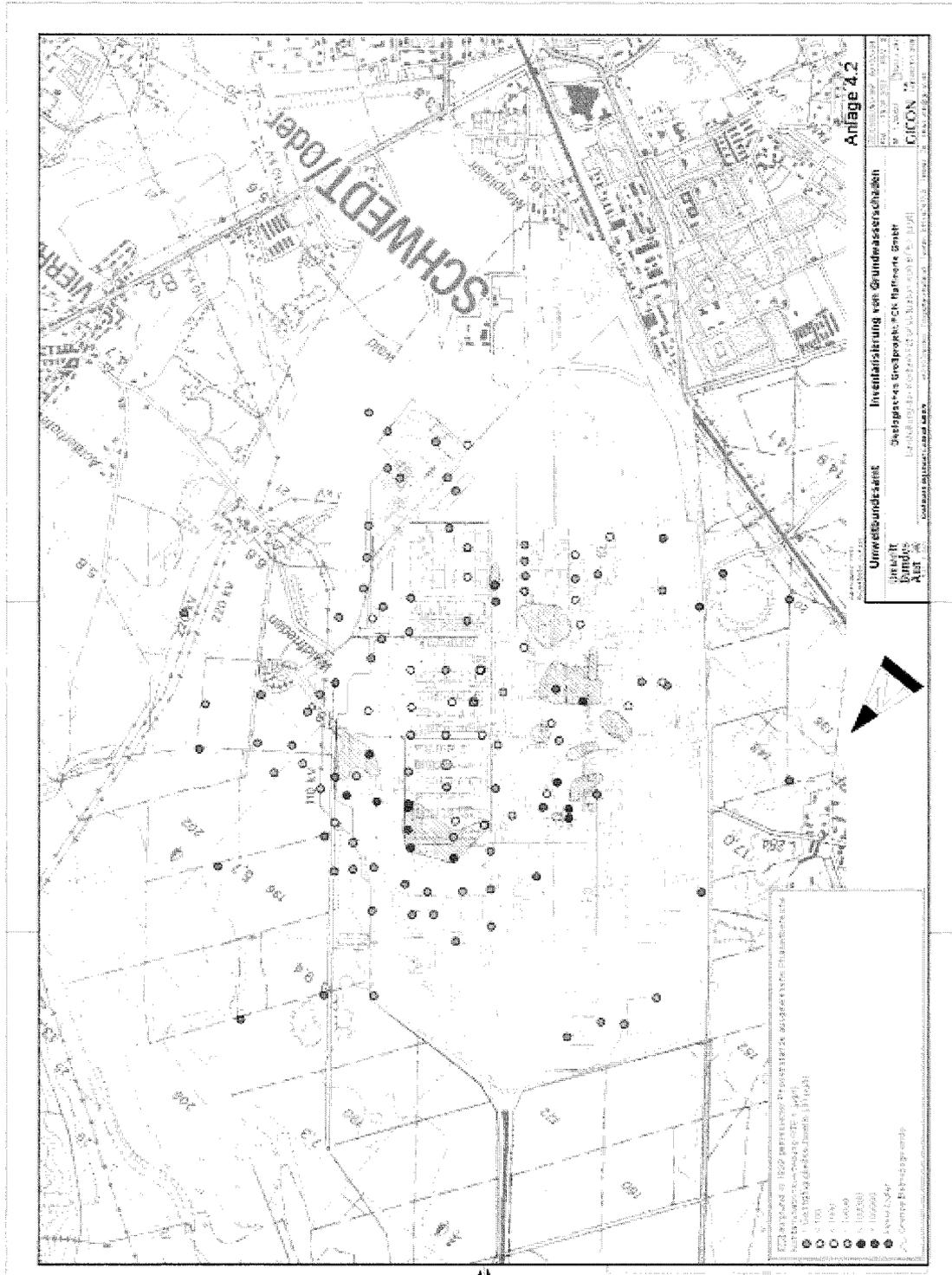
Die weitere Ausbreitung der raffinerietypischen Schadstoffe auf dem Grundwasserpfad in Richtung Ost-Nordost wird derzeit durch den Betrieb von hydraulischen Maßnahmen zur Sicherung des Abstroms an der Werksgrenze verhindert.

Neben diesem Effekt laufen auch biologische Abbauvorgänge der MKW und Aromaten ab, hierbei wirkt die durch die Düngemittelfabrik hervorgerufene Nitratfracht unterstützend.

Bei einer Einstellung der Sicherungsmaßnahmen wäre ein Schadstofftransport in nord-östliche Richtung (Welse – Hohensaaten-Friedrichsthaler-Wasserstraße - Oder) nicht zu vermeiden. Eine Quantifizierung der Frachten ist jedoch kaum möglich, da der heterogene Untergrundaufbau mit den partiellen Barrierewirkungen von Schluffeinschaltungen im Grundwasserschwankungsbereich den Schadstofftransport bereits im Werksge-lände stark beeinflusst.

5 Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lageplan des ÖGP**
Überblick Grundwassermessstellennetz, Zeichn.-Nr.: 00182G01
- Anlage 2: Darstellung von Grundwassergleichen**
Darstellung Grundwassergleichen mit Fließrichtungen 12/1999,
Zeichn.-Nr.: 00182G02
- Anlage 3: Darstellung der Schutzgutsituation**
Darstellung der Schutzgutsituation, Zeichn.-Nr.: 00182G24
- Anlage 4 Darstellung der Kontaminationssituation**
- Anlage 4.1: Darstellung der Kontaminationssituation von MKW [mg/l],
Zeichn.-Nr.: 00182G03
- Anlage 4.2: Darstellung der Kontaminationssituation von BTEX [µg/l],
Zeichn.-Nr.: 00182G04
- Anlage 4.3: Darstellung der Kontaminationssituation von Benzol [µg/l],
Zeichn.-Nr.: 00182G05
- Anlage 4.4: Darstellung der Kontaminationssituation von Nitrat [mg/l],
Zeichn.-Nr.: 00182G25
- Anlage 4.5: Darstellung der Kontaminationssituation von Sulfat [mg/l],
Zeichn.-Nr.: 00182G63



Inventarisierung
von
Grundwasserschäden

**Ökologisches Großprojekt
Hydrierwerk Zeitz**

Forschungsnehmer: GICON, Großmann Ingenieur Consult GmbH
01219 Dresden, Tiergartenstraße 48

Projektnummer: P 00182FO.399

Auftraggeber: Umweltbundesamt
Bismarckplatz 1
14193 Berlin

Inhalt

1	Kurzbeschreibung	243
1.1	Allgemeine Angaben zum ÖGP	243
1.1.1	Regionale Einordnung	243
1.1.2	Abriss der historischen Entwicklung	243
1.2	Aktuelle Nutzungen	244
1.3	Umweltrelevante Schadstoffe	244
1.4	Schadstoffeintrag	244
2	Grundwasserhydraulische Verhältnisse	245
2.1	Geologie	245
2.2	Hydrogeologie	245
2.3	Hydrodynamik	246
3	Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation	246
3.1	Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring	246
3.2	Kontaminationssituation des Grundwassers	246
4	Erstbewertung der Grundwasserbelastung und Gefahrenbeurteilung	248
4.1	Schutzgutsituation	248
4.2	Grundwasserschadensbereich	248
4.3	Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad	249
5	Anlagenverzeichnis	251

1 Kurzbeschreibung

1.1 Allgemeine Angaben zum ÖGP

1.1.1 Regionale Einordnung

Der Standort des ehemaligen Hydrierwerkes Zeitz GmbH befindet sich im Süden des Landes Sachsen-Anhalt und hier im Verwaltungsbereich des Burgenlandkreises.

Das Hydrierwerk liegt ca. 5 km nordöstlich der Stadt Zeitz, südöstlich der Landstraße 193.

Das ÖGP Zeitz besteht aus einem Alt- und einem Neuwerk sowie mehreren im Außenbereich liegenden Flächen. Gegenstand der folgenden Ausführungen sind Alt- und Neuwerk, die Außenflächen werden nicht betrachtet.

Das Altwerk hat eine maximale Ausdehnung von etwa 1,3 km * 1,5 km und umfasst eine Fläche von ca. 1,8 km², das Neuwerk hat eine maximale Erstreckung von 0,9 * 1,2 km² und umfasst eine Fläche von ca. 0,5 km².

Alt- und Neuwerk sind betriebsorganisatorisch jeweils in einzelne Teilflächen unterteilt.

Die Hydrologie des Raumes wird von der Weißen Elster bestimmt, die in etwa 1,8 km Entfernung nordwestlich des Werkes fließt.

1.1.2 Abriss der historischen Entwicklung

Das Altwerk wurde von der 1934 gegründeten Braunkohle-Benzin AG (BRABAG) auf der grünen Wiese errichtet. Unternehmenszweck war die Herstellung von Treibstoffen, Schmierölen und sonstigen hiermit im Zusammenhang zu gewinnenden Erzeugnissen unter Verwendung von Braunkohle. Die Herstellung der Produkte erfolgte im Wesentlichen nach dem TTH-Verfahren auf der Basis des Bergius-Verfahrens (Behandlung von sogenannten Einspritzprodukten (Teer und Leichtöl) bei tiefen Temperaturen und hohem Druck mit Wasserstoff). Als Fertigprodukte fallen dabei Benzin, Dieselöl, Schmieröle, Paraffin sowie Schwefel, Phenole und Treibgas an.

Die Betriebsaufnahme des Altwerkes erfolgte 1939. Im 2. Weltkrieg wurde das Altwerk zu ca. 85 % zerstört.

Nach dem Krieg erfolgte der schrittweise Wiederaufbau des Altwerkes.

Das Neuwerk wurde 1970 für die Erdölverarbeitung errichtet. Ausgangspunkt für die Bearbeitung des Rohöls war die Rohöldestillation. Als Endprodukte wurden Benzin, Dieselöl, Petroleum, schweres Heizöl und Gas erzeugt.

1996 erfolgte die Stilllegung des Neuwerkes.

1.2 Aktuelle Nutzungen

Neuwerk und Altwerk sind stillgelegt, die technischen Anlagen sind vollständig abgerissen. Es existieren lediglich noch eine Reihe von Bürogebäuden sowie Gleisanlagen.

Im Neuwerk ist mit der Firma Radici bereits eine erste große Neuansiedlung erfolgt. Auch im Altwerk sind erste Ansiedlungen erfolgt, diese beschränken sich aber auf ca. 5 % der zur Verfügung stehenden Fläche.

Es ist vorgesehen, den Standort zu einem Industrie- und Gewerbepark zu entwickeln.

1.3 Umweltrelevante Schadstoffe

Aus dem Stoffumgang im Altwerk ergibt sich folgende altlastenrelevante Stoffpalette:

- Mineralölkohlenwasserstoffe
- BTEX-Aromaten
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
- Phenole
- Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (v.a. im Umgang mit Lösungsmitteln)
- Schwermetalle
- Schwefelsäure, Natronlauge

Aus dem Stoffumgang im Neuwerk ergibt sich folgende altlastenrelevante Stoffpalette:

- Mineralölkohlenwasserstoffe
- BTEX-Aromaten
- Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

1.4 Schadstoffeintrag

Im Bereich der Produktionsanlagen kam es im Altwerk durch die mehrfachen Flächenbombardements des Zweiten Weltkriegs zum massiven Eintrag von Mineralölkohlenwasserstoffen in den Untergrund.

Wichtige weitere altlastenrelevante Bereiche sind die Be- und Entladeeinrichtungen in den Tanklagern, wo durch Umschlagverluste erhebliche lokale Verunreinigungen des Untergrundes verursacht worden sind. Das gilt für das Alt- und das Neuwerk.

2 Grundwasserhydraulische Verhältnisse

2.1 Geologie

Das Untersuchungsgebiet liegt am SW-Rand des Weißelsterbeckens, an dem aufgrund einer Schollenkipfung nach Nordost die gesamte tertiäre Schichtenfolge in dieser Richtung einfällt. Der südwestliche Randbereich wurde im Quartär gekappt, so dass die mitteleozäne Liegendschichtabfolge des Unterflözes direkt unter den pleistozänen Schotterterrassen oder den Grundmoränen ansteht. Nur in räumlich eng begrenzten Auslaugungsstrukturen blieben Teile des Unterflözes, des obereozänen Hauptmittels mit dem Grundwasserleiter 5 und des unaufgespaltenen Hauptflözes erhalten.

Das Betriebsgelände des Hydrierwerkes liegt auf einer praktisch flözfreien Fläche, die von 2 Auslaugungsstrukturen mit hohen Flözmächtigkeiten, im Nordosten dem Unterflözkessel zwischen Maßnitz und Torna, im Südosten dem Krimmitzschener Kessel, begrenzt wird.

Gegenwärtig erfolgt eine Neubearbeitung des geologischen Strukturmodells. Aus diesem Grund wird auf weitere Ausführungen verzichtet.

2.2 Hydrogeologie

Die hydrogeologische Situation im Gebiet des Ökologischen Großprojektes Zeitz wird durch die allgemein in nördliche Richtungen einfallenden känozoischen sandig bis kiesigen Porengrundwasserleiter geprägt. Über die verschiedenen und bis zu 10 m mächtigen Schotterkörper der quartären Grundwasserleiter (GWL 1.1, 1.5, 1.8) erfolgt eine direkte Vorflutbindung an die westlich bis nordwestlich verlaufende Weiße Elster. Über zahlreiche hydraulische Fenster erfolgt die Kommunikation der quartären Grundwasserleiter mit den hier an ihrer südlichen Verbreitungsgrenze befindlichen paläogenen Grundwasserleitern. Die z. T. über 20 m mächtigen paläogenen Porengrundwasserleiter sind überwiegend sandig bis sandig-kiesig ausgebildet und Gegenstand der bergbaulichen Entwässerungsmaßnahmen des westlich bzw. nördlich gelegenen Tagebaus Schwerzau bzw. Profen und des Tagebaus Groitzscher Dreieck im Nordosten. Das unmittelbar nordwestlich befindliche, jedoch seit dem Jahre 2000 stillgelegte Wasserwerk Maßnitz hat die tieferen paläogenen Grundwasserleiter (GWL 6.1 bzw. GWL 6.2) als auch die präkänozoischen Festgesteinsgrundwasserleiter bewirtschaftet. Der präkänozoische Untergrund wird durch tektonisch geklüftete bzw. durch subrosive Vorgänge kavernös ausgestaltete Gesteine des Buntsandstein und Zechstein gebildet.

Das hydrogeologische Modell befindet sich gegenwärtig in einer kompletten Überarbeitung, weshalb auch keine grundwasserleiterbezogene Darstellung der Grundwasserstände (Anlage 2) sowie der Kontaminationssituation (Anlage 4) erfolgt.

2.3 Hydrodynamik

Die Grundwasserfließrichtung ist gegenwärtig für alle Grundwasserleiter nach Nord/Nordost gerichtet.

Bis ca. 1998 erfolgte durch den Depressionstrichter des Wasserwerkes Maßnitz eine Strömungsablenkung nach Nordwest. Hiervon war im Wesentlichen das Neuwerk betroffen. Mit Einstellung der Wasserhebung im Wasserwerk ist diese Depression nicht mehr vorhanden.

Zukünftig kann es mit dem weiteren Ausbau des Tagebaus Schwerzau wieder zu einer nordwestlich gerichteten Grundwasserströmung kommen. Ob und in welchem Bereich das Werksgelände davon betroffen ist, soll im Rahmen der gegenwärtig in Bearbeitung befindlichen Grundwassermodellierung geklärt werden. Nach den bisher vorliegenden Modellrechnungen der MIBRAG muss von einer solchen Beeinflussung ausgegangen werden.

3 Beschreibung der Grundwasserkontaminationssituation

3.1 Datengrundlage/durchgeführtes Monitoring

Als Datengrundlage der Darstellungen des Schadensbildes im Grundwasser wurden die Ergebnisse des im Jahre 2000 durchgeführten Grundwassermonitorings (4. Grundwassermessung/-beprobung) verwendet.

Seit 1997 werden für den Standort des ehemaligen Hydrierwerkes Zeitz jährlich Grundwassermessungen und -beprobungen durchgeführt. Die 4. Grundwassermessung/-beprobung diente als Fortschreibung der 1. bis 3. Grundwassermessung/-beprobung von 1997 bis 1999, der Überprüfung der dort gewonnenen Ergebnisse und der weiteren Untersuchung der Grundwasserdynamik und der Grundwasserbelastungen. Im Ergebnis der Auswertungen dieser Untersuchungen wurde für das ÖGP Hydrierwerk Zeitz das künftig durchzuführende Grundwassermonitoring festgelegt. In diesem Rahmen erfolgte auch eine neue Zuordnung der Grundwassermessstellen zu den verschiedenen Grundwasserleitern, die zum Zeitpunkt der Erstellung der vorliegenden Darstellungen noch nicht verfügbar war.

Die Schadenssituation des Grundwassers im Bereich des ÖGP Hydrierwerk Zeitz wird durch 46 in 2000 beprobte GWMS dargestellt.

3.2 Kontaminationssituation des Grundwassers

Altwerk

Das ÖGP Zeitz ist im Bereich des Altwerkes durch eine großräumige Kontamination des Grundwassers insbesondere mit den Schadstoffen MKW und Benzol gekennzeichnet. Der GW-Schaden erstreckt sich dabei über alle Grundwasserleiter, ist allerdings örtlich sehr differenziert verteilt. Der mit der 4. Grundwassermessung 2000 nachgewiesene Schadensbereich erstreckt sich bei Ansatz der Geringfügigkeitsschwellen als Kriterium für den Schadenseintritt fast auf den gesamten Bereich des Altwerkes. Der mit einer mehr als 100fachen Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle für BTEX und Benzol charakterisierte stark belastete Grundwasserbereich

umfasst ca. 40 % des Altwerkes. Er beginnt im Zentralbereich des Altwerkes und reicht bis zur östlichen und nordöstlichen Werksgrenze.

Partiell liegen auf dem Grundwasser Schadstoffe in Phase vor (Mineralölgemische unterschiedlicher Zusammensetzung), es können mehrere, voneinander abgrenzbare Phasenbereiche ausgehalten werden. In der Anlage 4.1 ist das Gebiet gekennzeichnet, in dem zwischen 1991 und 2000 Anzeichen von KW-Phasen festgestellt worden sind (entnommen aus: GFE 2000: Bericht 4. Grundwassermessung).

Beim Parameter PAK wird die Geringfügigkeitsschwelle um mehr als das zehnfache und bei Phenolindex um mehr als das 100fache im stark belasteten Bereich des Altwerkes überschritten.

Bei LHKW wird der 10fache Wert der Geringfügigkeitsschwelle nicht überschritten.

Neuwerk

Im Neuwerk liegen nur punktuelle Grundwasserbelastungen mit BTEX, PAK und LHKW vor. Es handelt sich um lokale Kontaminationen, die außer bei Benzol, in keinem Fall eine mehr als 10fache Überschreitung der Geringfügigkeitsschwellen erreichen.

4 Erstbewertung der Grundwasserbelastung und Gefahrenbeurteilung

4.1 Schutzgutsituation

Die für das ÖGP Zeitz relevante Schutzgutsituation wird durch die folgende Tabelle erläutert:

Schutzgut	Erläuterung
Mensch	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsplätze auf dem Gelände, Empfindlichkeit gegeben durch Möglichkeit des Direktkontaktes zu Schadstoffen im Boden bzw. durch Ausgasungen und Abwehungen bei Bau- bzw. Sanierungsmaßnahmen Angrenzende Wohnsiedlungen
Grundwasser	<ul style="list-style-type: none"> Trinkwasserschutzzone in nordwestlicher Richtung (WW Maßnitz; außer Betrieb, jedoch Vorhaltung zur Notwasserversorgung) unbelastete Grundwasserreservoirs in allen GWL ohne besonders ausgewiesenen Schutzstatus in nördlicher und östlicher Abstromrichtung zukünftig Wasserhebung im Rahmen des weiteren Vortriebes des Tagebaus Schwerzau
Oberflächengewässer	<ul style="list-style-type: none"> Weißer Elster Schwennigke
Pflanzen und Tiere	<ul style="list-style-type: none"> Pflanzen und Tiere im LSG Elsteraue
Landschaft	<ul style="list-style-type: none"> gesamter mittelbarer Umgebungsbereich des Hydrierwerkes

4.2 Grundwasserschadensbereich

Altwerk

Der Grundwasserschaden im Bereich des Altwerkes ist bereits eingetreten. Er ist so umfassend und großräumig, dass eine vollständige Dekontamination des Grundwassers mit verhältnismäßigen Mitteln nicht möglich ist. Insbesondere vorhandene aufschwimmende und überströmte Phasenbereiche sowie ein im gesättigten Bereich bis in große Teufen kontaminiertes Korngerüst führen dazu, dass noch langfristig mit einem Schadstoffeintrag in das Grundwasser zu rechnen ist. Eine Dekontamination solcher Bereiche wäre nur durch Komplettauskoffierung möglich. In bereits genutzten Bereichen ist das bei Beibehaltung der Nutzungskontinuität nicht möglich. In allen anderen Bereichen wäre eine solche Herangehensweise zumeist unverhältnismäßig.

Neuwerk

Bei Ansatz der Geringfügigkeitsschwelle als Maß für den Schadenseintritt würde sich für BTEX und Benzol an einer Stelle ein Grundwasserschaden ergeben. Bei PAK und LHKW würden sich zwei Stellen der Überschreitung der Geringfügigkeitsschwelle ergeben, die nicht identisch sind.

Eine 10fache Überschreitung der Geringfügigkeitsschwellen, außer beim Parameter Benzol, und somit ein stark belasteter Grundwasserbereich liegt im gesamten Neuwerk nicht vor.

4.3 Weitergehende Gefahren auf dem Grundwasserpfad

Altwerk

Von dem kontaminierten Grundwasser geht, unabhängig von einem weiteren Schadstoffeintrag aus den ungesättigten Bodenbereichen der einzelnen Teilflächen des Altwerkes, eine Gefahr für das im nordöstlichen Abstrom liegende Grundwasserreservoir aus. Potenziell betroffen sind hier alle dort vorhandenen Grundwasserleiter.

Die im weiteren Abstrom vom Werksgelände (Außenmessstellen, GFE/2000) durchgeführten GW-Untersuchungen zeigen relevante GW-Belastungen in der Messstelle 12/00 im GWL 60. Hier wurden Benzolbelastungen von 240 µg/l ermittelt. Die Beprobungen im Rahmen des SAFIRA-Projektes bestätigten die Ergebnisse für diese Messstelle mit 140 bzw. 670 µg/l Benzol. Es besteht das Erfordernis, die Ausbreitung dieser Schadstoffbelastung zu ermitteln.

GWL 15, 18 und 50 sind an den neuen Außenmessstellen nicht oder nur gering belastet. Auch die anderen im GWL 60 verfilterten Außenmessstellen zeigen keine oder nur geringe Schadstoffbelastungen. Die Messstellendichte erlaubt allerdings auch noch keinen Schluss dahingehend, dass grundsätzlich noch keine Ausbreitung bis in diese Entfernung stattgefunden hat. Es ist durchaus denkbar, dass in den oberen Grundwasserleitern Schadstofffahnen zwischen den vorhandenen Messstellen existieren. Ebenso kann für den GWL 60 das Vorhandensein von Schadstofffahnen zwischen den unbelasteten Außenmessstellen noch nicht ausgeschlossen werden. Somit besteht das Erfordernis der Verdichtung des GWMS-Netzes zwischen Grenze Werksgelände und den Außenmessstellen, eine entsprechende Maßnahme befindet sich in der Umsetzung.

Die bisher wahrscheinlich nur in geringem Umfang erfolgte Schadstoffausbreitung ist auf mehrere Ursachen zurückzuführen. Das sind zum einen die konkreten grundwasserhydraulischen Verhältnisse, zum anderen ein wirksamer biologischer Abbau im Abstrombereich. Belege für diesen Abbau haben sowohl die neueren Grundwasseruntersuchungen als auch die im Rahmen des Forschungsvorhabens SAFIRA durchgeführten Untersuchungen erbracht.

Mit dem Voranschreiten des Tagebaues Schwerzau und dem damit verbundenen Umschwenken eines Teils des Grundwasserabstroms in nordwestliche Richtung kommt es des Weiteren zu einer Gefährdung des im nordwestlichen Abstrom liegenden Grund-

wasserreservoirs. Weiterhin kann die Wasserhebung des Tagebaus selbst betroffen werden, es besteht die Gefahr einer Kontamination der Sumpfungswässer.

Da eine Dekontamination des geschädigten Grundwassers mit geeigneten und verhältnismäßigen Mitteln nicht möglich ist, müssen Sicherungsmaßnahmen zum Schutz des im Abstrom liegenden Grundwasserreservoirs getroffen werden. Die konkreten Schutzziele für die Auslegung der Sicherungsmaßnahme (zulässige Schadstofffracht) sind durch die zuständige Behörde vorzugeben. Auf dieser Basis ist das prinzipielle Grundwassersanierungskonzept auszulegen.

Die Grundwasserkontaminationen haben die nordöstliche und östliche Werksgränze bereits erreicht und teilweise auch überschritten.

Neuwerk

Eine Gefahr für das Grundwasser geht im Neuwerk nach bisherigem Kenntnisstand nur von den kontaminierten Sickerwässern im Bereich der Gleisanlagen aus. Diese Sickerwässer werden durch im Gleisbereich liegende Dränagen erfasst und dem Oberflächengewässer Schwennigke zugeführt. Die Zuführung erfolgte bis Oktober 2001 zum Teil über einen alten Ölabscheider, zum Teil ohne Sicherungsmaßnahme. Der vorhandene Ölabscheider wurde durch einen neuen Leichtflüssigkeitsabscheider (LFA) ersetzt, der die Einhaltung der behördlich vorgegebenen Einleitwerte gewährleistet. Bis zu diesem Zeitpunkt direkt eingeleitetes Dränagewasser wird ebenfalls dem LFA zugeführt.

Weitergehende Maßnahmen zum Grundwasserschutz sind im Bereich des Neuwerkes nach gegenwärtigem Kenntnisstand nicht erforderlich. Da jedoch eine Reihe von weiteren Kontaminationsbereichen ausgehalten worden sind, ist eine Überwachung der Grundwassersituation über ein qualifiziertes Grundwassermonitoring erforderlich.

5 Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Lageplan des ÖGP**
Überblick Grundwassermessstellennetz, Zeichn.-Nr.: 00182G14
- Anlage 2: Darstellung von Grundwassergleichen**
Darstellung der Hydroisohypsen mit Fließrichtungen (obere GWL)
Zeichn.-Nr.: 00182G64
- Anlage 3: Darstellung der Schutzgutsituation**
Darstellung der Schutzgutsituation, Zeichn.-Nr.: 00182G26
- Anlage 4 Darstellung der Kontaminationssituation**
- Anlage 4.1: Darstellung der Kontaminationssituation von MKW [mg/l],
Zeichn.-Nr.: 00182G15
- Anlage 4.2: Darstellung der Kontaminationssituation von BTEX [µg/l],
Zeichn.-Nr.: 00182G17
- Anlage 4.3: Darstellung der Kontaminationssituation von Benzol [µg/l],
Zeichn.-Nr.: 00182G16
- Anlage 4.4: Darstellung der Kontaminationssituation von PAK [µg/l],
Zeichn.-Nr.: 00182G19
- Anlage 4.5: Darstellung der Kontaminationssituation von LHKW [µg/l],
Zeichn.-Nr.: 00182G18
- Anlage 4.6: Darstellung der Kontaminationssituation des Phenolindex [µg/l],
Zeichn.-Nr.: 00182G20

