

An der Wiesenhecke 10
63456 Hanau Klein-Auheim
Tel.: 06181 / 964070, Fax: 9640777

E-Mail: ISK.Geo@t-online.de
Internet: <http://isk.geo.bei.t-online.de>

Entwicklungspark Nord Wörth a. Rhein - Maximiliansau

UMWELTECHNISCHES GUTACHTEN ZU DEN GRUNDWASSERVERHÄLTNISSEN

Auftraggeber:

Deutsche Bahn AG
vertreten durch:
Deutsche Bahn Immobiliengesellschaft mbH
Niederlassung Karlsruhe
Bahnhofsstraße 5
76137 Karlsruhe

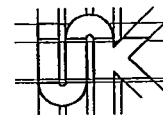
DaimlerChrysler Immobilien (DCI) GmbH
Eichhornstraße 3
10875 Berlin

Ausfertigung Nr.: 7

Bearbeitungsnummer.: 0707-FI-485/340-6915
Textseiten: 37
Anlagen: 8

Datum:

2. Oktober 2002



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Vorgang	1
2 Unterlagen	2
2.1 Projektbezogene Unterlagen	2
2.2 Regelwerke und Literatur	2
3 Hydrogeologisches Arbeitsmodell	3
3.1 Standortbeschreibung	3
3.1.1 Lage und aktueller Zustand	3
3.1.2 Historische Nutzung des Grundstückes	4
3.1.3 Geplante Nutzung	6
3.1.4 Allgemeine geologische/hydrogeologische Verhältnisse	6
3.2 Umfang der Grundwasseruntersuchungen / Grundwassermessstellennetz	7
3.2.1 Umfang der Grundwasseruntersuchungen	7
3.2.2 Grundwassermessstellennetz	8
3.2.2.1 Lage und Ausbau der Messstellen	8
3.2.2.2 Anzahl der Grundwassermessstellen	10
3.3 Örtliche hydrogeologische Verhältnisse	11
3.3.1 Schichtenfolge und Schichtenverlauf	11
3.3.1.1 Auffüllungen	12
3.3.1.2 Auesande und Auelehme	13
3.3.1.3 Kiese und Sande	14
3.3.2 Bodenbelastungen – Spezifische Schadstoffe	14
3.3.2.1 Bodenbelastungen auf der Bahnliegenschaft	14
3.3.2.2 Bodenbelastungen auf dem DCI-Gelände	16
3.3.3 Der Grundwasserleiter	18
3.3.3.1 Beschaffenheit und Mächtigkeit des Grundwasserleiters	18
3.3.3.2 Geohydraulische Kennwerte	19
3.3.4 Grundwasserstände und Grundwasserströmungsrichtung	20
3.3.5 Grundwassernutzungen und Grundwasserschäden im Umfeld des Projektareals	22
3.4 Grundwasserbeschaffenheit	22
3.4.1 Geogene Grundwasserbeschaffenheit	22
3.4.2 Probenahme	23
3.4.3 Analytischer Befund	25
3.4.4 Interpretation und Bewertung der bisherigen Grundwasseruntersuchungen	28
3.4.4.1 Beurteilung für das Projektareal insgesamt	28
3.4.4.2 Beurteilungen für einzelne Schadensbereiche	32
4 Zusammenfassung und Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise	34
4.1 Zusammenfassung	34
4.2 Empfehlungen und Vorschläge für die weitere Vorgehensweise	36



Anlagenverzeichnis

<u>Anlage - 1</u>	Übersichtslageplan im Maßstab 1 : 25.000
<u>Anlage - 2</u>	Lage der Aufschlüsse und der geplanten Bebauung; Verlauf der Schnittlinien Lageplan im Maßstab 1 : 1.000
<u>Anlage - 3</u>	Dokumentationen der Grundwassermessstellen / Vermessungsunterlagen
<u>Anlage - 4</u>	Ermittlung der Breite B _A Lageplan im Maßstab 1 : 5.000
<u>Anlage - 5</u>	Geologische / hydrogeologische Schnitte
5.1	Schnitt I - I'
5.2	Schnitt II - II'
5.3	Schnitt A - A'
5.4	Schnitt B - B'
<u>Anlage - 6</u>	Ergebnisse der Siebanalysen (Korngrößenverteilung nach DIN 18123)
<u>Anlage - 7</u>	Grundwassergleichenplan zum Stichtag 17.07.2002
<u>Anlage - 8</u>	Berichte zu den durchgeführten chemischen Analysen
8.1	Grundwasser - Beprobung November 2000
8.2	Grundwasser - Beprobung Juni 2001
8.3	Grundwasser - Beprobung 17.07. – 19.07.2002
8.4	Grundwasser - Beprobung 24.07.2002
8.5	Ergänzende Eluatuntersuchungen an Bodenproben

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Zusammenstellung der wesentlichen Angaben zu den Grundwassermessstellen.....	9
Tabelle 2: DB-Gelände: Bodenproben mit sehr hohen und hohen Schadstoffgehalten (Feststoff)	15
Tabelle 3: DCI-Gelände - Bodenproben mit sehr hohen und hohen Schadstoffgehalten (Feststoff) ...	17
Tabelle 4: Größenordnungen der k-Werte	19
Tabelle 5: Ergebnisse der bisherigen Wasserstandsmessungen	21
Tabelle 6: Randbedingungen der Probenahme	24
Tabelle 7: Ergebnisse der GwBeprobungen - Überschreitungen des oPw - Wertes	26
Tabelle 8: Ergebnisse der GwBeprobungen - Überschreitungen der Prüfwerte der BBodSchV	27



1 Vorgang

Die Deutsche Bahn Immobiliengesellschaft (DBImm), NL Karlsruhe, und die Daimler Crysler Immobilien GmbH (DCI), Berlin, beabsichtigen, ihre Liegenschaften in Wörth am Rhein, Maximiliansau, zu veräußern. Auf einem Teilbereich (SO-Fläche), der die östlichen Teilflächen der Bahnliegenschaft (DB-Gelände) und das dazwischen liegende Gelände der DCI (DCI-Gelände) umfasst, soll ein Fachmarktzentrum errichtet werden. Westlich und östlich davon sind Gewerbegebiete (GE-West und GE-Ost) und ein neuer Anschluss an die Bundesstraße 9 geplant (Trassenkorridor).

Bei dem nördlichen Teil des DB-Geländes handelt es sich um einen aufgefüllten, ehemaligen Rheinarm, bei dem südlichen Teil um nicht mehr betriebsnotwendige Gleisanlagen. Bei dem DCI-Gelände handelt es sich im Wesentlichen um die ehemaligen Produktionsstätten der DLW-AG (Linoleumwerk). Im Hinblick auf die geplante Umnutzung wurde von der zuständigen Behörde, die Struktur und Genehmigungsdirektion Süd, Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz, Neustadt a. d. Weinstraße (SGD - Süd), ein bodenschutzrechtliches Verfahren eingeleitet. Auf der Basis detaillierter Erkundungen sollte im Hinblick auf die geplante Umnutzung für alle relevanten Gefährdungspfade eine Gefährdungsabschätzung erstellt werden. Diese wurde für das DCI-Gelände mit dem Gutachten der HPC [11] vom 30.08.2002 und für das DB-Gelände mit dem Gutachten der ISK [10] vom 16.08.2002 vorgelegt. Außer der Erkundung der Gefahren- bzw. Schadensherde war auch eine Erkundung / Bewertung der betroffenen Schutzgüter, insbesondere des Grundwassers durchzuführen.

Die ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH wurde mit Ingenieurvertrag vom 10.06./13.06.2002 von der DBImm, NL Karlsruhe, und mit Schreiben vom 24.09.2002 von der DCI, Berlin, beauftragt, für die gesamte, umzunutzende Liegenschaft ein zusammenfassendes Gutachten zu den Grundwasserverhältnissen zu erstellen.

Nachfolgend werden die das Grundwasser betreffenden Erkundungsergebnisse zusammengefasst und bewertet. In einem hydrogeologischen Arbeitsmodell wird das vorhandene Grundwassermessstellennetz hinsichtlich der Aufschlussdichte sowie hinsichtlich Anordnung und Ausbau der Messstellen beschrieben. Die vorliegenden Erkenntnisse betreffend die örtlichen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse werden erläutert, interpretiert und bewertet wobei insbesondere auf die Grundwasserbeschaffenheit eingegangen wird.



2 Unterlagen

2.1 Projektbezogene Unterlagen

- [1] PLASA Planungsgesellschaft Bodensanierung Homburg mbH: Orientierende Untersuchung - Bahnliegenschaften Maximiliansau, Erläuterungsbericht vom Februar 1999.
- [2] ALSTOM Enviromental Consult GmbH: Bericht zur orientierenden Baugrunduntersuchung Projekt Wörth Gewerbepark Nord (DLW/DBIM) in 76744 Wörth – Maximiliansau vom 26.04.2000.
- [3] HPC Harres Pickel Consult GmbH: Gutachten zur Gefährdungsabschätzung für das ehemalige Werksgelände der DLW AG in Wörth / Maximiliansau vom 13.12.2000.
- [4] Pegel Maxau, km 362,3; Auszüge aus dem Gewässerkundlichen Jahrbuch; Tages-, Haupt- und Extremwerte der Abflussjahre 1990 bis 2000; Wasser- und Schifffahrtsamt Mannheim; 28.06.01.
- [5] ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH: Entwicklungspark Nord, Wörth a. Rhein, Maximiliansau; Vorgutachten zu Baugrund und Gründung und zur umwelttechnischen Beurteilung des Baugeländes vom 06.08.2002.
- [6] Umwelt & Baugrund Consult GbR: Schreiben vom 19.03.2002 bezüglich des aus Sicht des Investors erforderlichen Erkundungsumfangs.
- [7] HPC Harres Pickel Consult AG: Untersuchungskonzept für die zur abschließenden Gefährdungsabschätzung des ehemaligen DLW Werksgeländes in Wörth - Maximiliansau noch erforderlichen weiteren Untersuchungen vom 25.04.2002.
- [8] ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH: Entwicklungspark Nord, Wörth a. Rhein, Maximiliansau; Vertiefende geotechnische und umwelttechnische Erkundungen: Konzept für die vertiefenden geotechnischen und umwelttechnischen Erkundungen vom 29.04.2002.
- [9] SGD Süd, Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz: Entwicklungspark Nord; Wörth - Maximiliansau, Bodenschutzrechtliche Bewertung; Ergebnisvermerk zu der Besprechung vom 06.05.2002.
- [10] ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH: Entwicklungspark Nord, Wörth a. Rhein, Maximiliansau; Umwelttechnisches Gutachten – Gefährdungsabschätzung für das DB-Gelände vom 16.08.2002.
- [11] HPC Harress Pickel Consult AG: Gutachten zur abschließenden Gefährdungsabschätzung für das ehemalige Werksgelände der DLW AG in Wörth / Maximiliansau vom 30.08.2002.
- [12] ISK Ingenieurgesellschaft für Bau- und Geotechnik mbH: Entwicklungspark Nord, Wörth a. Rhein, Maximiliansau: Gutachten zu Baugrund und Gründung für die Bebauung der SO-Fläche vom 07.10.2002.

2.2 Regelwerke und Literatur

- [13] MATTHESS G. und UBELL K.: Allgemeine Hydrogeologie; Grundwasserhaushalt; Band 1 des Lehrbuchs der Hydrogeologie, Borntraeger, 1983.
- [14] Geologisches Landesamt Baden - Württemberg - Landesvermessungsamt Baden - Württemberg: Geologische Karte 1 : 25.000 von Baden - Württemberg; Erläuterungen zu Blatt 6915 Wörth am Rhein und 6916 Karlsruhe - Nord, 1985.



- [15] Geologische Übersichtskarte M 1 : 200.000, Blatt Nr. CC 7110 Mannheim, Hrsgbr. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Geologischen Landesämtern der Bundesrepublik Deutschland und benachbarten Ländern, Hannover, 1986.
- [16] Topografische Karte Blatt Nr. 6915 Wörth am Rhein, M 1:25.000, 16. Auflage, Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz, 1996.
- [17] Zentraler Fachdienst Wasser- Boden – Abfall – Altlasten bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden – Württemberg: Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser, Januar 1996.
- [18] HÖLTING B.: Hydrogeologie; Einführung in die allgemeine und angewandte Hydrogeologie; Stuttgart, Enke, 1996.
- [19] Landesamt Rheinland-Pfalz für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht, Landesamt für Wasserwirtschaft; Altablagerungen, Altstandorte und Grundwasserschäden: Merkblätter ALEX 01 und 02 – Stand Juli 1997.
- [20] Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln – Stand: 6. November 1997.
- [21] Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999.
- [22] Landesamt Rheinland-Pfalz für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht, Landesamt für Wasserwirtschaft; Altablagerungen, Altstandorte und Grundwasserschäden: Merkblatt ALEX 13 – Stand September 2001.
- [23] Landesamt Rheinland-Pfalz für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht, Landesamt für Wasserwirtschaft; Altablagerungen, Altstandorte und Grundwasserschäden: Merkblatt ALEX 14 – Arbeitshilfe Qualitätssicherung, Stand Juli 2002.

3 Hydrogeologisches Arbeitsmodell

3.1 Standortbeschreibung

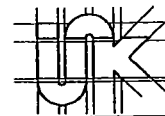
3.1.1 Lage und aktueller Zustand

Das umzunutzende Gelände liegt etwa 1.500 m östlich der Anschlussstelle "Wörther Kreuz" der BAB 652 bzw. B 9/B 10 (s. Übersichtslageplan in Anlage - 1). Nach Westen / Nordwesten und Norden wird das Gelände von vorhandenen Gleisanlagen und Grünflächen (Sportplätze) begrenzt. Etwa 250 m von der nördlichen Grenze entfernt beginnt das Gelände des Automobilwerkes der Daimler Chrysler AG. Nach Osten grenzt das Gelände an die Rheinstraße und nach Süden an die Maximiliansstraße. Die östliche Geländegrenze liegt etwa 200 m vom Rheinufer entfernt (Fluss-km 362,3, Pegel Maxau).

Der geplante Entwicklungspark Nord ist etwa 22 ha groß. Hiervon befinden sich z. Zt. ca. 12 ha im Besitz der DBImm und ca. 10 ha im Besitz der DCI. Entsprechend den Festlegungen im Raumordnungsverfahren wird der Entwicklungspark in die nachfolgend aufgeführten Teilflächen unterteilt (s. Lageplan in Anlage - 2):

- SO-Fläche

Hierbei handelt es sich um die Fläche, auf der die Errichtung der Fachmärkte vorgesehen ist.



- Trassenkorridor
Nach Westen schließt an die SO-Fläche ein Trassenkorridor für einen geplanten Neuanschluss an die B 9 an.
- GE-Gebiet West
Westlich des Trassenkorridors ist eine Gewerbefläche vorgesehen.
- GE-Gebiet Ost
Östlich der SO-Fläche ist ebenfalls eine Gewerbegebiet vorgesehen.

Die Geländeoberfläche im südlichen Teilbereich des DB-Geländes und im Bereich des DCI-Geländes ist relativ eben und liegt auf einer Höhe von etwa 105 m NN bis 106 m NN. Es handelt sich hierbei um an der Maximiliansstraße gelegene und z. T. noch in Betrieb befindliche Gleisanlagen der DB und das ehemalige Werksgelände der Deutschen Linoleum Werke AG (DLW AG), welches 1980 an die damalige Mercedes Benz AG, heute DaimlerChrysler AG, veräußert wurde.

Die Geländeoberfläche im nördlichen Teilbereich des DB-Geländes liegt bei etwa 106,5 m NN bis 107,5 m NN, also ca. 1 m bis 2 m höher als im südlichen Teilbereich. Das südlich anschließende DCI-Gelände wird durch einen Geländesprung getrennt, der sich in Ost-West-Richtung durch das gesamte Gelände zieht. Der Geländesprung stellt sich als ca. 1,5 m bis 2 m hohe Böschung dar. Eine Zufahrtmöglichkeit zum nördlichen Teilbereich des DB-Geländes besteht daher nur über einen asphaltierten Weg im Westen. Die Geländeoberfläche der sich nördlich anschließenden Bereiche (Gleisanlagen, verlandeter Rheinaltarm, Sportplatz) liegen etwa 3 bis 4 m tiefer als im nördlichen Teilbereich des DB-Geländes. Der Übergang zu den tiefer liegenden Bereichen ist geböscht.

Das DB-Gelände liegt - mit Ausnahme der noch in Betrieb befindlichen Gleisanlagen im Süden - brach und ist überwiegend mit Gräsern, Sträuchern und Bäumen bis etwa 10 cm Stammdurchmesser bewachsen. In Randbereichen stehen Bäume mit größeren Durchmessern. Auf den westlich anschließenden Teilflächen (Trassenkorridor und GE-Gebiet West) werden kleine Teilbereiche von verschiedenen Firmen bzw. Privatpersonen genutzt (LKW-Parkplatz, Hundezwinger mit Holzlager, Kleintierzucht, Lagerfläche u.ä.).

Das DCI-Gelände bzw. die darauf vorhandenen Lagerhallen werden z. Zt. von der DaimlerChrysler AG, dem Badischen Staatstheater und einer Spedition genutzt.

3.1.2 Historische Nutzung des Grundstückes

Nachfolgend werden die vorliegenden Erkenntnisse betreffend die historische Nutzung des Geländes zusammenfassend dargestellt. Für detailliertere Angaben wird auf die unter [10] und [11] aufgeführten Gutachten verwiesen.

Zusammenfassung der historischen Nutzung der Bahnliegenschaft

Auf der Bahnliegenschaft wurden in [1] die nachfolgend aufgeführten Altlastenverdachtsflächen aufgrund einer historischen Recherche abgegrenzt:

- Der nördliche Teilbereich des DB-Geländes wird einer als "ehemalige Auffüllung" bezeichnete Altlastenverdachtsfläche zugeordnet (Kennziffer B-007048-01-006). Seit den fünfziger bis Ende der siebziger Jahre wurde ein Altrheinarm mit Altschotter, Bauschutt, Erdaushub sowie Siedlungsabfällen (Sperrmüll und Hausmüll) verfüllt. Gemäß [1] wurde nach Unterlagen des Altlastenkatasters und nach mündlichen Mitteilungen durch das angrenzende ehemalige Linoleumwerk (DLW) auch Industriemüll abgelagert. Nach den Unterlagen des Ablagerungskatasters betrug das Ablagerungsvolumen ca. 95.000 m³. In den darauffolgenden Jahren wur-



de das Gelände gemäß [1] von der Entsorgungsfirma Koller als Zwischenlager für Bauschutt und Erdaushub genutzt. Anfang der neunziger Jahre wurde der Betrieb des Zwischenlagers eingestellt. Es kam seither aber wahrscheinlich immer wieder zu (illegalen) Ablagerungen von Bauschutt und Erdaushub. Diese Ablagerungen sind auch heute noch vorhanden.

- Lagerplatz der Fa. Keppler (Kennziffer B-007048-01-007). Diese etwa 2.750 m² große Fläche wurde gemäß [1] zum Abstellen von Baufahrzeugen, verschiedenen Baugeräten, PKW und von Kühlschränken genutzt.
- Lagerplatz der Fa. Gebhardt Transporte (Kennziffer B-007048-01-101). Diese unbefestigte Fläche wurde gemäß [1] als Lagerplatz für Brennholz sowie als Abstellfläche für Traktoren und PKW genutzt.
- Lagerplatz der Fa. Clausonet, ehem. Kuch - Jenne (Kennziffer B-007048-01-102). Diese z. T. asphaltierte Fläche wurde gemäß [1] als Abstellfläche für Altkleidercontainer genutzt. In einer auf dieser Teilfläche liegenden Holzhütte wurden auch Sperrmüll und leere Ölkannister gelagert.
Auf dieser Teilfläche wurde in den 80er Jahren eine Erdölbohrung durch die Fa. Wintershall abgeteuft. Nähere Angaben hierzu liegen nicht vor. Das Gelände soll nach Abschluss der Bohrarbeiten in ordentlichem Zustand überlassen worden sein.
- Lagerplatz der Fa. Schneider (Kennziffer B-007048-01-103). Die z. T. asphaltierte Fläche wurde gemäß [1] als Abstellfläche für LKW genutzt.
- Erddeponie der Fa. Keppler (Kennziffer B-007048-01-104). Die etwa 650 m² große Fläche wurde gemäß [1] für die Zwischenlagerung von Erdaushub und Bauschutt genutzt.
- Die Gleisanlagen im südlichen Teilbereich des DB-Geländes wurden gemäß [1] wahrscheinlich bereits vor 1945 in Betrieb genommen. Sie wurden als Abstellgleise für Güterwaggons, später auch für Kesselwaggons genutzt. Bis zur Stilllegung der DLW (Beginn der siebziger Jahre) wurden sie auch als Verbindung zum Werksgelände genutzt.

Zusammenfassung der historischen Nutzung des ehemaligen DLW-Werks

Die Nutzung des Werksgeländes lässt sich nahezu 100 Jahre zurückverfolgen. Das Werk wurde sukzessive erweitert und mehrmals umgebaut. Gemäß [11] kann das Werksgelände entsprechend den ehemaligen Produktionsprozessen in die nachfolgend aufgeführten Werksbereiche eingeteilt werden:

- "Stragula" – Bodenbeläge,
- PVC – Bodenbeläge,
- Linoleum – Bodenbeläge, Glashütte, Glaswerk und Galvanik,
- Vinylasbest – Bodenbeläge.



Es wurden insgesamt 80 Verdachtsflächen ausgewiesen. Hiervon wurden mittels umwelttechnischer Erkundungen folgende als Belastungsschwerpunkte abgegrenzt:

- Heizöltanks und Pumpstation bei Gebäude 97 (Verdachtsflächen 42 und 44 im Werksbereich PVC-Bodenbeläge). Hier wurden im Grundwasserschwankungsbereich Mineralölverunreinigungen ermittelt, die zu einer GwVerunreinigung führen könnten.
- Großfläche Bodenluftverunreinigungen mit LHKW im Bereich der Gebäude 100/110 und 119 (Verdachtsflächen 61/62 und 64, 70 im Werksbereich: Stragula – Bodenbeläge). Eine Grundwasserverunreinigung liegt nicht vor.
- Abfallgrube im Bereich des Tennisplatzes (Verdachtsfläche 65).
- Teerhaltige, PAK-belastete Ablagerung im Bereich des südwestlichen Bahngleises, die bis auf das DB-Gelände reicht.
- Punktueller Bodenverunreinigungen entlang des z. T. beschädigten Kanalnetzes.

3.1.3 Geplante Nutzung

Nach bisherigem Stand der Planung sollen auf der SO-Fläche, sechs Fachmärkte mit Flächen von 3.500 bis 12.500 m², drei Fachmärkte mit maximal 1.000 m² und 15 bis 25 kleinere Fachmärkte errichtet werden. Es sind etwa 1.800 Parkplätze vorgesehen. Westlich und östlich der SO-Fläche sollen jeweils ein Gewerbegebiet errichtet werden.

Die Zufahrt zu dem insgesamt U-förmig (mit der Öffnung nach Süden) ausgebildeten Fachmarktzentrum soll über einen in der Maximiliansstraße angeordneten Kreisverkehr erfolgen. Für die Anlieferung und Ausfahrt ist eine nördlich verlaufende Ringstraße geplant. Die Parkflächen sollen im "Innenhofbereich" und im Obergeschoss (Parkdeck) des mittleren Gebäudekomplexes angeordnet werden.

3.1.4 Allgemeine geologische/hydrogeologische Verhältnisse

Die geologische/hydrogeologische Struktur in den hier näher zu betrachtenden oberflächennahen Schichten wird gemäß [14] im Wesentlichen von der Nähe zum Rhein geprägt. Auf beiden Seiten des künstlich begradigten, etwa 250 m breiten Flussbettes befindet sich die Rheinniederung (das etwa 5 bis 8 km breite jüngste Rheintal), in der auch das Projektareal liegt. Die Rheinniederung stellt keine völlige Ebene dar sondern wird durch zahlreiche, langgestreckte Mulden durchzogen. Hierbei handelt es sich um teilweise verlandete, vertorfte oder künstlich aufgefüllte Strom- oder Hochwasserbetten.

Im natürlichen Zustand ist die Rheinniederung an der Oberfläche größtenteils von einem grauen bis braunen, tonigen bis feinsandigen, kalkhaltigen Auelehm bedeckt. Die größten Mächtigkeiten von bis zu 5 m erreicht der Auelehm in den ehemaligen Rheinbetten (Mulden). Deutlich geringere Mächtigkeiten weist der Auelehm auf den höher gelegenen Sand- und Kiesrücken auf, da diese weniger von Hochwasser überflutet werden. Die darunter folgenden mächtigen Kies- und Sandablagerungen wurden im Quartär und Pliozän abgelagert.

In den mächtigen Rheinkies- und -sandablagerungen sind mehrere, durch geringer durchlässige Zwischenschichten (Rheinschlick, Ton und Feinsande) getrennte Grundwasserleiter vorhanden. Relevant für die hier zu behandelnde Aufgabenstellung ist der als "Oberes Kieslager" bezeichnete oberflächennahe



Grundwasserleiter, für den in [1] k-Werte zwischen $6 \cdot 10^{-4}$ m/s (kiesiger Sand) und $2 \cdot 10^{-3}$ m/s (Kies) angegeben werden. Die Grundwasserströmungsrichtung ist generell nach Norden/Nordosten auf den Rhein gerichtet und wird von der Hochwasserführung im Rhein beeinflusst.

Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge wird für das hier näher zu betrachtende Gebiet in [14] mit 723 mm angegeben. Für einen mittleren Niederschlag von 756 mm/a wird in [13] für das mittlere und südliche Oberrheintal eine Grundwasserneubildungsrate von 155 mm/a angegeben.

3.2 Umfang der Grundwasseruntersuchungen / Grundwassermessstellennetz

3.2.1 Umfang der Grundwasseruntersuchungen

Die Grundwasserverhältnisse im Bereich der Bahnliegenschaft und im Bereich des DCI-Geländes (ehem. DLW-Werk) wurden in mehreren Etappen erkundet. Der Umfang der einzelnen Erkundungsetappen kann wie folgt zusammengefasst werden:

Im Zuge der 1999 durchgeführten orientierenden Untersuchungen der Bahnliegenschaft wurden gemäß [1] keine Grundwasseraufschlüsse hergestellt und daher auch keine Grundwasserproben analysiert.

Bereits 1993 wurden 6 der ehemals insgesamt 8, auf dem DCI-Gelände vorhandenen Betriebsbrunnen (Br. 63, 66, 113, 161, 163 und 173, Lage s. Anlage - 2) durch den TÜV beprobt. Im Rahmen der gemäß [3] in der Zeitspanne 15. – 17.11.2000 auf dem DCI-Gelände durchgeführten Erkundungen wurden diese Brunnen erneut beprobt. Die entnommenen Grundwasserproben wurden auf die Parameter: LHKW, PAK, Blei und Zink untersucht. Die Proben aus Br. 113, 161, 163 und 173 wurden darüber hinaus auch auf Mineralölkohlenwasserstoffe, aromatische Kohlenwasserstoffe und Phtalate untersucht. Unmittelbar östlich des Gebäudes 97 wurde im Bereich der dort vorhandenen Heizöltanks und der Pumpstation im Abstrom des anhand von Rammkernsondierungen im Boden ermittelten Belastungsschwerpunktes mit Mineralölkohlenwasserstoffen der Rammpegel RP-1 eingebaut. Die daraus entnommene Schöpfprobe wurde auf Mineralölkohlenwasserstoffe analysiert.

Im Mai 2001 wurden gemäß [5] auf der Bahnliegenschaft orientierende geotechnische und abfall-/umwelttechnische Erkundungen des Baugrundes und der anthropogenen Auffüllungen durchgeführt. Unter anderem wurden 11 Kernbohrungen (einschl. Kampfmitteluntersuchung) abgeteuft und hiervon BK 1/01, BK 3/01 und BK 8/01 bis max. 9,5 m unter GOK zu Grundwassermessstellen DN 75 ausgebaut (Überflurausbau). Die Filterstrecken liegen in den natürlich abgelagerten Kiesen und Sanden (die Lage der Messstellen ist aus dem als Anlage - 2 beiliegenden Lageplan ersichtlich, die Dokumentationen der Messstellen sind in Anlage - 3 enthalten). Aus den drei Grundwassermessstellen wurden am 30.05.01 für chemische Analysen 3 Grundwasserproben entnommen. Die Proben wurden nach DIN 4030 auf betonangreifende Inhaltsstoffe untersucht. Um bereits im Rahmen der orientierenden Untersuchung eine erste Einschätzung der GwBeschaffenheit und der möglicherweise nachweisbaren, von den Auffüllungen auf dem Baugrundstück ausgehenden Beeinträchtigungen vornehmen zu können, wurden die Grundwasserproben auch nach dem Merkblatt ALEX 01 (Grundparameter und Parameter der Stufe 1) ergänzt mit folgenden Parametern aus der BBodSchV [21], Wirkungspfad Boden – Grundwasser (Anhang 2, Pkt. 3): Antimon, Arsen, Chromat, Kobalt, Molybdän, Selen, Zinn, Cyanid leicht freisetzbar, Fluorid, BTEX, LCKW, Phenole, PCB, PAK, Aldrin und DDT untersucht.



Entsprechend den mit allen Projektbeteiligten abgestimmten Konzepten [7] und [8] wurden auf dem Teilbereich der Bahnliegenschaft, der im Bereich der SO-Fläche liegt und auf dem DCI-Gelände im Juli/August 2002 vertiefende geo- und umwelttechnische Erkundung durchgeführt. Zur Erkundung der Grundwasserverhältnisse wurden auf der Bahnliegenschaft insgesamt 7 und auf dem DCI-Gelände weitere 6 Bohrungen zu Grundwassermessstellen und eine zum Absaugbrunnen ausgebaut (s. Lageplan in Anlage - 2 und Dokumentation der Aufschlüsse in Anlage - 3).

Im Einzelnen wurden:

- auf der Bahnliegenschaft 3 Messstellen (BK-9/02, 10/02 und 13/02) auf dem nördlichen und eine (BK-4/02) auf dem südlichen Teilbereich und weitere 3 auf dem geplanten GE-Gebiet West (BK-30/02 bis 32/02) eingebaut,
- auf dem DCI-Gelände 3 Messstellen und ein Absaugbrunnen (aus dem auch Grundwasser entnommen werden kann) im Bereich der geplanten SO-Fläche (BK-20/02, -24/02, 42/02 und BK-44/02), eine im Bereich des geplanten Trassenkorridors (BK-43/02) und 2 im Bereich des geplanten Gewerbegebietes Ost (BK-40/02 und BK-41/02) eingebaut.

Am 17.08./18.08.2002 wurden aus den auf der Bahnliegenschaft eingebauten 7 neuen und aus den drei bereits vorhandenen (BK-1/01, 3/01 und 8/01) Grundwassermessstellen sowie aus den auf dem DCI-Gelände vorhandenen 7 Messstellen und 6 ehem. Betriebsbrunnen für chemische Analysen Grundwasserproben entnommen. Die Grundwasserproben wurden entsprechend dem Merkblatt ALEX 01 (Grundparameter und Parameter der Stufe 1) analysiert. Der dort vorgegebene Analysenumfang wurde für die Proben, die aus auf der Bahnliegenschaft liegenden Messstellen entnommen wurden, um die Parameter aus der BBodSchV [21], Wirkungspfad Boden – Grundwasser (Anhang 2, Pkt. 3) ergänzt. Für die Proben, die aus den auf dem DCI-Gelände liegenden Messstellen entnommen wurden, wurde der Parameterumfang um Phtalate ergänzt.

3.2.2 Grundwassermessstellennetz

3.2.2.1 Lage und Ausbau der Messstellen

Die wesentlichen Angaben zu den auf dem Grundstück vorhandenen Grundwassermessstellen (Lage, Höhe der Pegeloberkante und der GOK, Ausbaudurchmesser und -tiefe, Höhenlage der Filterstrecke) wurden in *Tabelle 1* zusammengefasst. Detailliertere Angaben sind den als Anlage - 3 beiliegenden Dokumentationen zu entnehmen. Die Lage der Messstellen ist aus dem als Anlage - 2 beiliegenden Lageplan ersichtlich.



Tabelle 1: Zusammenstellung der wesentlichen Angaben zu den Grundwassermessstellen

Messstelle	Rechtswert 34+	Hochwert 54+	GOK	POK	Ausbau		Filterstrecke	
					Ø	Tiefe	von ...	bis ...
			[mNN]	[mNN]		[m u. POK]	[mNN]	[mNN]
BK-1/01	48 013,29	33 974,21	105,24	105,89	DN 75	8,2	102,74	97,74
BK-3/01	48 551,81	33 789,24	105,61	106,28	DN 75	8,7	103,01	97,01
BK-8/01	48 434,13	34 212,07	106,53	107,19	DN 75	10,2	102,53	97,03
BK-30/02	48 204,65	34 107,57	107,01	107,85	DN 125	11,0	103,85	96,85
BK-31/02	48 177,27	34 021,24	106,77	107,59	DN 125	11,0	103,59	96,59
BK-32/02	48 373,23	34 133,06	107,16	108,03	DN 125	11,0	104,03	97,03
BK-4/02	48 391,42	33 892,67	104,79	105,59	DN 125	11,0	101,59	94,59
BK-9/02	48 480,01	34 051,62	107,19	107,93	DN 125	16,0	103,93	91,93
BK-11/02	48 627,01	34 021,82	107,31	108,24	DN 125	16,0	104,24	92,24
BK-13/02	48 667,41	33 944,50	105,71	106,69	DN 125	16,0	102,69	90,69
BK-20/02	48 504,77	33 933,44	105,38	105,17	DN 125	10,0	104,17	95,17
BK-24/02	48 493,80	33 870,10	105,35	105,28	DN 125	10,0	103,28	95,28
BK-40/02	48 856,86	33 730,59	106,02	106,79	DN 125	11,0	103,79	95,79
BK-41/02	48 854,48	33 853,51	105,95	105,86	DN 125	10,0	103,86	95,86
BK-42/02	48 502,15	33 944,39	105,39	105,30	DN 125	26,0	104,40	79,30
BK-43/02	48 319,24	33 982,14	104,60	105,33	DN 125	11,0	102,33	94,30
BK-44/02	48 570,84	33 863,21	105,40	106,30	DN 125	5,8	103,50	100,50
Br-63	48 881,17	33 799,93	-	106,09	DN 500	20,7	-	
Br-66	48 746,17	33 864,38	-	105,53	DN 500	12,6	-	
Br-113	48 876,12	33 804,37	-	105,48	DN 500	20,3	-	
Br-161	48 529,47	33 964,99	-	105,30	DN 500	25,0	(7,0)* (17,0)*	(13,0)* (25,0)*
Br-163	48 429,87	33 979,52	-	105,28	DN 500	22,8	(9,0)*	(23,0)*
Br-173	48 739,21	33 713,50	-	105,79	DN 500	24,9	-	

* = m u. GOK; - = nicht bekannt



Be. Lü.

3.2.2.2 Anzahl der Grundwassermessstellen

Gemäß [17] ergibt sich die Anzahl (n) der für eine Beurteilung der Auswirkungen einer Altlast auf das Grundwasser erforderlichen Messstellen aus dem je nach Erkundungstiefe zu erfassenden Anteil der Grundwasserquerschnittsfläche im unmittelbaren Abstrom des Schadensherdes (A_A). Durch die Grundwassermessstellen sollte gemäß [17] in der orientierenden Erkundung mindestens 20 % und in der näheren Erkundung mindestens 50 % der Breite des Gefahrenherdes (B_A) untersucht werden. Dies erfolgt durch das Abpumpen bei der Probenahme und die dabei erfasste Abstrombreite (a). Um eine zu große Verdünnung zu vermeiden sollten die Randbedingungen der Pumpversuche (Pumpdauer und Förderleistung) so gewählt werden, dass $a \leq 20$ m ist.

Anmerkungen: Die Grundwasserquerschnittsfläche (A_A) ergibt sich aus der Breite der Grundwasserquerschnittsfläche (B_A) und der Grundwassermächtigkeit (h_{GW}) wie folgt:

$$A_A = B_A \cdot h_{GW} [m^2]$$

Die Breite (B_A) ergibt sich aus der Breite des Gefahrenherdes rechtwinklig zur Grundwasserfließrichtung.

Unter Ansatz des Kriteriums $a \leq 20$ m kann entsprechend der in [17] beschriebenen Vorgehensweise die Anzahl der erforderlichen Grundwassermessstellen wie folgt ermittelt werden (hierbei wird die gesamte SO-Fläche bzw. das gesamte Projektareal als zusammenhängender, potentieller "Schadensherd" betrachtet):

Grundwasserströmungsrichtung nach NW

Bei einer Grundwasserströmungsrichtung nach NW (die bei den bisherigen Stichtagsmessungen ermittelt wurde, s. Abschnitt 3.3.4) beträgt die senkrecht zur Grundwasserströmungsrichtung gemessene Breite $B_A(1)$ der SO-Fläche ca. 300 m und die Breite $B_A(2)$ der gesamten Fläche des Projektareals ca. 600 m (s. Lageplan in Anlage - 4). Bei diesen Strömungsverhältnissen liegen

- im Abstrom der SO-Fläche insgesamt 8 Grundwassermessstellen (BK-4/02, 43/02, 9/02, 1/01, 31/02, 30/02, 32/02 und 8/02),
- im Abstrom des gesamten Projektareals insgesamt 5 Grundwassermessstellen (BK-1/01, 31/02, 30/02, 32/02 und 8/02),

Für eine orientierende Betrachtung (Erfassung von 20 % von B_A) wären nach diesem Ansatz für

- die SO-Fläche etwa 3 Messstellen erforderlich ($300 \text{ m} \cdot 0,2 = 60 / 20 = 3$) und für
- die gesamte Fläche des Projektareals etwa 6 Messstellen erforderlich ($600 \text{ m} \cdot 0,2 = 120 / 20 = 6$)

Für eine vertiefende Betrachtung (Erfassung von 50 % von B_A) wären nach diesem Ansatz für

- die SO-Fläche etwa 7 bis 8 Messstellen erforderlich ($300 \text{ m} \cdot 0,5 = 150 / 20 = 7,5$) und für
- die gesamte Fläche des Projektareals etwa 15 Messstellen erforderlich ($600 \text{ m} \cdot 0,5 = 300 / 20 = 15$)



Grundwasserströmungsrichtung nach NO

Bei einer aufgrund der regionalen hydrogeologischen Gegebenheiten zu erwartenden Grundwasserströmungsrichtung nach NO (auf den Rhein gerichtet) beträgt die senkrecht zur Grundwasserströmungsrichtung gemessene Breite $B_A(3)$ der SO-Fläche ca. 400 m und die Breite $B_A(4)$ der gesamten Fläche des Projektareals ca. 650 m (s. Lageplan in Anlage - 4). Bei diesen Strömungsverhältnissen liegen

- im Abstrom der SO-Fläche insgesamt 7 Grundwassermessstellen (BK-9/02, 11/02, 13/02, Br-66, BK-41/02, Br-63 und BK-40/02),
- im Abstrom des gesamten Projektareals insgesamt 10 Grundwassermessstellen (BK-30/02, 32/02, 8/01, 9/02, 11/02, 13/02, Br-66, BK-41/02, Br-63 und BK-40/02),

Für eine orientierende Betrachtung (Erfassung von 20 % von B_A) wären nach diesem Ansatz für

- die SO-Fläche etwa 4 Messstellen erforderlich ($400 \text{ m} * 0,2 = 80 / 20 = 4$) und für
- die gesamte Fläche des Projektareals etwa 6 bis 7 Messstellen erforderlich ($650 \text{ m} * 0,2 = 130 / 20 = 6,5$)

Für eine vertiefende Betrachtung (Erfassung von 50 % von B_A) wären nach diesem Ansatz für

- die SO-Fläche etwa 10 Messstellen erforderlich ($400 \text{ m} * 0,5 = 200 / 20 = 10$) und für
- die gesamte Fläche des Projektareals etwa 16 Messstellen erforderlich ($650 \text{ m} * 0,5 = 325 / 20 = 16$)

Aus diesen Betrachtungen ist zu folgern, dass das vorhandene Grundwassermessstellennetz für eine vertiefende Betrachtung der Auswirkungen der SO-Fläche auf die Grundwasserbeschaffenheit ausreichend dicht ist. Für die Betrachtung der gesamten Fläche des Projektareals ist das vorhandene Messstellennetz nach diesem Ansatz für eine orientierende Betrachtung ausreichend. Es ist bei diesen eher theoretischen Betrachtungen auch zu berücksichtigen, dass die Grundwasserströmungsrichtung nach bisherigen Erkenntnissen zwischen NW und NO, also generell nach N gerichtet ist, demnach praktisch alle 12 an der nördlichen Grundstücksgrenze vorhandenen Messstellen und Brunnen zeitweise im Abstrom liegen.

3.3 Örtliche hydrogeologische Verhältnisse

3.3.1 Schichtenfolge und Schichtenverlauf

Die Schichtenfolge und der Schichtenverlauf im Bereich des geplanten Entwicklungspark Nord sind den als Anlage - 5 beiliegenden geologischen / hydrogeologischen Schnitten zu entnehmen. Der Verlauf der Schnittlinien ist auf dem Lageplan in Anlage - 2 eingezeichnet. In die Schnitte wurden auch die Aufschlüsse einbezogen, die auf den Flächen westlich und östlich der SO-Fläche liegen (Trassenkorridor und GE-West bzw. GE-Ost). Detaillierte Darstellungen der Untergrundverhältnisse sind den unter [10] und [11] aufgeführten Gutachten sowie dem geotechnischen Gutachten [12] zu entnehmen.



Der Untergrundaufbau in dem betrachteten Gebiet wird von folgenden Schichtgliedern bestimmt:

- anthropogen Auffüllungen,
- Auelehme und Auesande,
- Kiese und Sande (wasserführend, Hauptgrundwasserleiter)

Die Beschaffenheit dieser einzelnen Schichtglieder wird nachfolgend zusammenfassend beschrieben.

3.3.1.1 Auffüllungen

Bis auf einzelne, vergleichsweise kleine Teilbereiche (beispielsweise im Umfeld der Sondierungen RKS-14/01 am westlichen Rand des Erkundungsgebietes und RKS-11/01 im südlichen Teilbereich des DB-Geländes) sind auf der gesamten Fläche des geplanten Entwicklungsparks anthropogene Auffüllungen mit unterschiedlichen Mächtigkeiten vorhanden:

- Im Bereich des geplanten GE-West wurden Auffüllungen mit Mächtigkeiten von bis zu 4,8 m (in SCH-13/01) angetroffen.
- Im nördlichen Teilbereich des DB-Geländes sind Auffüllungen mit bis zu 7,9 m (in BK-10/02) Mächtigkeit vorhanden.
- Im mittleren Teilbereich (DCI-Gelände) wurden Auffüllmächtigkeiten von bis zu 4,4 m (in BK-44/02) angetroffen.
- Im südlichen Teilbereich des DB-Geländes wurden stark unterschiedliche Mächtigkeiten der Auffüllungen angetroffen. Unmittelbar an der Grenze zum DCI-Gelände erreichen diese bis zu 3,5 m (in BK-4/02) während sie weiter südlich nicht mehr vorhanden sind (RKS-11/01) bzw. mit Mächtigkeiten < 1,0 m angetroffen wurden. Am südöstlichen Rand der SO-Fläche (RKS-17/02 und 18/02) erreichen die Auffüllmächtigkeiten 2,5 m.
- Im Bereich des Gewerbegebietes Ost wurden Mächtigkeiten der Auffüllungen von bis zu 3,6 m (in BK-41/02) angetroffen.

Im mittleren und südlichen Teilbereich des geplanten Entwicklungsparks, also im Bereich des DCI-Geländes und der südlichen Teilfläche des DB-Geländes, bestehen die Auffüllungen überwiegend aus Oberflächenbefestigungen (Gleisoberbau, Straßenaufbau) und aus vermutlich im Zuge der dazu erforderlichen Baumaßnahmen umgelagerten, natürlich anstehenden Böden.

Eine hiervon deutlich abweichende Beschaffenheit der Auffüllungen wurde auf dem DB-Gelände im Bereich der Bohrung BK-4/02 und auf dem DCI-Gelände im Bereich der Grube beim Tennisplatz angetroffen.

Im Umfeld der Bohrung BK-4/02 wurden Auffüllungen angetroffen, die aus Erdaushub, Bauschutt und Beimengungen von Hausmüll und Farbresten (?) bestehen. Das Material ist schwarz bis grau verfärbt. Bereits beim Bohren und insbesondere an dem gewonnenen Material war ein intensiver "chemischer", nicht näher zu definierender Geruch wahrnehmbar. Um die Ausdehnung dieses auffälligen Materials im Grundriss einzugrenzen, wurde das Aufschlussraster in diesem Bereich verdichtet. Es ist davon auszugehen, dass der belastete Bereich bis zu den Gleisanlagen bei Gebäude 130 auf



dem DCI-Gelände reicht (s. Lageplan in Anlage - 2, für nähere Erläuterungen wird auf die unter [10] und [11] aufgeführten Gutachten verwiesen).

Die Grube am Tennisplatz (Umfeld der Bohrung BK-43/02) wurde überwiegend mit Gewerbemüll verfüllt (Verbrennungsrückstände, Reste der Bodenbelagsproduktion, Metall, Plastik, Holz – für nähere Erläuterungen wird auf das unter [11] aufgeführte Gutachten verwiesen).

Im nördlichen Teilbereich des DB-Geländes und im Bereich des geplanten GE-West sowie des Tras-senkorridors bestehen die Auffüllungen (die z. t. noch über GOK auf Halde lagern) aus einem hetero-genen Gemisch aus:

- Aushub - überwiegend sandige Kiese und kiesige Sande mit bereichsweise schluff-igen und tonigen Beimengungen,
- Bauschutt - Betonbruchstücke, z. T. sehr grob mit Kantenlängen von 0,5 bis > 1,5 m, Mauerwerksreste, Ziegelbruchstücke, Sandsteinbruchstücke, vereinzelte Holz- und Metallteile,
- Gleisschotter – Altschotter vermischt mit Aushub (Sand und Schluff),
- Asphaltbruchstücke – augenscheinlich dürfte es sich bei den vorgefundenen Bruchstücken um Ausbauphosphat handeln, Anteile von teerhaltigem Material kön-nen aber nicht ausgeschlossen werden.

Der auf der topografischen Karte [16] erkennbare Altrheinarm wurde wahrscheinlich "vor Kopf" ver-füllt, so dass in den Auffüllungen keine Schichtung vorhanden ist. Außer vereinzelten Plastikanteilen, kleineren Metallteilen und der mehr oder weniger stark ausgeprägten schwarzen Verfärbung waren keine Hinweise auf Beimengungen von Hausmüll oder anderer organischer Substanzen feststellbar. Schichten von (verrottetem) Hausmüll wurden nicht angetroffen. Im Bereich des geplanten GE-Gebiet West sind bereichsweise (SCH-RKS-2/01, Bohrung 102/5) Auffüllungen mit einem sehr hohen Holzanteil und deutlichem PAK-Geruch (Bahnschwellen) vorhanden. Auffüllungen mit ähnli-cher Beschaffenheit wurden auf dem DB-Gelände in SCH-1/02 und BK-11/02 angetroffen.

3.3.1.2 Auesande und Auelehme

Unterhalb der anthropogenen Auffüllungen folgen quartäre Auesande und Auelehme. Bereichsweise wurden die Auesedimente ausgeräumt, so dass die Auffüllungen dort direkt auf den Kiesen und San-den aufliegen.

Im mittleren und südlichen Teilbereich stehen die Auesedimente - sandige, kiesige Schluffe mit orga-nischen Beimengungen und schluffige Fein- und Mittelsande - unterhalb der anthropogenen Auffül-lungen bzw. unterhalb des Oberbodens bis etwa 3 m bis 5 m unter GOK an.

Im nördlichen Teilbereich wurden noch etwa wenige Dezimeter bis 2,0 m mächtige Restschichten der Auesedimente vorgefunden (RKS 3/01, RKS 4/01, RKS 8/01). Dabei handelt es sich überwiegend um sandige, kiesige Schluffe mit organischen Beimengungen in weicher bis steifer Konsistenz.



3.3.1.3 Kiese und Sande

Im gesamten Bereich des geplanten Entwicklungsparks wurden unterhalb der anthropogenen Auffüllungen bzw. unterhalb der Auesedimente ab etwa 4 m bis 7 m unter GOK bis zu den Endtiefen der Bohrungen quartäre Kiese und Sande vorgefunden.

Die Kiese und Sande liegen als Wechselfolge von überwiegend sandigen Fein- und Mittelkiesen und kiesigen Sanden mit z.T. schwachen schluffigen Beimengungen vor. Ab etwa 10 m unter GOK wurden in den Bohrungen zunehmend grobkiesige Anteile vorgefunden. Diese Ablagerungen sind wasserführend und bilden den Hauptgrundwasserleiter, der detaillierter im nächsten Abschnitt beschrieben wird.

3.3.2 Bodenbelastungen – Spezifische Schadstoffe

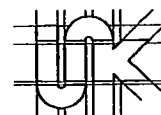
Nachfolgend werden die Erkenntnisse bezüglich der im Projektareal vorhandenen Bodenbelastungen zusammenfassend dargestellt. Insbesondere wird dabei auf die möglicherweise von den festgestellten Belastungsschwerpunkten ausgehende Grundwassergefährdung eingegangen. Das „spezifische Schadstoffspektrum“ wird aufgezeigt. Die Einschätzung der von den im Detail untersuchten Teilflächen (DCI-Gelände und DB-Gelände) möglicherweise ausgehenden Grundwassergefährdungen ist Gegenstand der unter [10] und [11] aufgeführten Gutachten, auf die für detaillierte Angaben verwiesen wird.

3.3.2.1 Bodenbelastungen auf der Bahnliegenschaft

Die z. Zt. im Besitz der DB-Imm befindliche Teilfläche wurde im Hinblick auf mögliche Bodenbelastungen in mehreren Erkundungsetappen untersucht. Für den im Bereich der geplanten SO-Fläche liegenden Teilbereich (DB-Gelände) sind Ergebnisse detaillierter Untersuchungen, für die anderen Teilbereiche (Trassenkorridor und GE-West) Ergebnisse orientierender Untersuchungen vorhanden.

In *Tabelle 2* sind aus dem Bereich des DB-Geländes entnommene Proben aufgeführt, in denen hohe und sehr hohe Schadstoffgehalte (Begriffsbestimmung s. [22]) im Boden nachgewiesen wurden. Dieser Befund wurde in [10] wie folgt interpretiert und hinsichtlich einer Grundwassergefährdung bewertet:

- Bei den im Boden mit hohen und sehr hohen Konzentrationen ermittelten Schadstoffen handelt es sich um PAK, Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Zink) und Kohlenwasserstoffe.
- Die Aufschlüsse, in denen Boden mit hohen und sehr hohen Schadstoffgehalten angetroffen wurde, liegen nicht in einem abgrenzbaren Teilbereich, sondern sind nahezu gleichmäßig über die gesamte Bahnliegenschaft verteilt. Aus diesem Grund wurde die Gesamtmenge der Schadstoffe im Boden für den größten Teil der Bahn – Liegenschaft als gering eingeschätzt. Diese Einschätzung gilt nicht für das Umfeld der Bohrung BK-4/02, für welches der Schadstoffgehalt im Boden als sehr hoch eingeschätzt wird.
- Die auf dem DB-Gelände mit hoher und sehr hoher Konzentration ermittelten Schadstoffe weisen eine geringe bis mittlere Mobilität auf. Für das mit der Bohrung BK-4/02 ermittelte Schadstoffgemisch wird dahingegen von einer hohen Mobilität ausgegangen.
- Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (Schadstoffkonzentrationen, Mobilität der spezifischen Schadstoffe, Schutzfunktion der ungesättigten Boden-



zone) und der Ergebnisse der bisher vorliegenden Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen wurde in [10] gefolgert, dass eine Grundwassergefährdung von dem DB-Gelände (ohne das Umfeld der Bohrung BK-4/02) im IST-Zustand nicht ausgeht und diese auch zukünftig – bei Realisierung der geplanten Umnutzung – nicht zu erwarten ist.

- Für das Umfeld der Bohrung BK-4/02 war bereits aufgrund der Beurteilung der Bodenuntersuchungen (hohe Mobilität der Schadstoffe, geringe Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone und hohe Gesamtmenge an Schadstoffen) von einer Grundwassergefährdung auszugehen. Die in der Grundwasserprobe ermittelten Schadstoffkonzentrationen sind signifikant höher, was ursächlich mit den dort vorhandenen Auffüllungen zusammenhängen dürfte. Für diesen Teilbereich ist nach [10] von einem Sanierungsbedarf auszugehen.

Tabelle 2: DB-Gelände: Bodenproben mit sehr hohen und hohen Schadstoffgehalten (Feststoff)

Probenbezeichnung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Parameter mit sehr hohen und hohen Konzentrationen [mg/kg]
Im Bereich der SO-Fläche		
06/11d	2,0 - 3,0	PAK = 47,2;
SCH-7a/01	0,0 - 4,7	Pb = 993,0; Cu = 503,0;
SCH-11/01	0,0 - 4,0	Pb = 677,0;
SCH-2/02	0,0 - 4,6	Pb = 5.920,0;
BK-4/02	0,0 - 3,5	Pb = 9.060,0; Cd = 14,8; Cr = 684,0; Zn = 8.590,0; PAK = 339,4; Benzo(a)pyren = 16,0; Kohlenwasserstoffe = 3.800,0;
Im Bereich des Trassenkorridors und des GE-West		
06.1a	0,0 - 0,5	PAK = 24,5;
102/1a	0,0 - 0,5	Kohlenwasserstoffe = 2.063,0;
105/1d	2,0 - 3,0	Kohlenwasserstoffe = 1.285,0;
105/1e	3,0 - 4,0	PAK = 25,7;
SCH-RKS-2/01	0,0 - 4,3	Pb = 700,0; Zn = 1.830,0;
SCH-14/01	0,0 - 3,7	PAK = 25,8;
SCH-12/01	0,0 - 3,8	Zn = 1.240,0;

Beurteilungswerte gemäß [22]: Pb = 500; Cu = 500; Cd = 10; Cr = 500; Zn = 1.000; Benzo(a)pyren = 1; PAK = 25; Kohlenwasserstoffe = 1.000 mg/kg; Sehr hohe Schadstoffgehalte sind mit Fettschrift markiert.



3.3.2.2 Bodenbelastungen auf dem DCI-Gelände

Die auf dem DCI-Gelände nachgewiesenen hohen und sehr hohen Schadstoffgehalte sind in *Tabelle 3* angegeben. Die festgestellten Bodenbelastungen wurden in [11] wie folgt interpretiert und hinsichtlich einer Grundwassergefährdung bewertet:

- Im Bereich der ehemaligen Heizöltanks 168 – 170 und der Pumpstation bei Gebäude 97 (RKS 87) wurden zwei Mineralölverunreinigungen im Grundwasserschwankungsbereich nachgewiesen. Da eine Grundwassergefährdung nicht ausgeschlossen werden kann, wird eine Sanierung mittels Bodenaustausch empfohlen.
- Im Bereich der Gebäude 100/110 und 119 wurden zwei großflächige Bodenluftverunreinigungen mit LHKW nachgewiesen, für die eine Sanierung mittels Bodenluftabsaugung empfohlen wird. Eine Grundwasserverunreinigung mit LHKW liegt nicht vor.
- Auf der Freifläche am Tennisplatz (im Bereich des geplanten Trassenkorridors) ist eine mit Gewerbeabfall verfüllte Grube vorhanden. In dem verfüllten Abfall wurden erhöhte Schwermetall-, Kohlenwasserstoffe- und EOX-Konzentrationen nachgewiesen. Die Sohle des Abfallkörpers liegt unter der Grundwasseroberfläche. Eine darauf zurückzuführende Grundwasserverunreinigung liegt nicht vor.
- Im Bereich des südwestlichen Bahngleises bei Gebäude 130 wurde eine teerhaltige, PAK-belastete Ablagerung vorgefunden, die wahrscheinlich bis auf das benachbarte Bahngelände (Bereich der Bohrung BK-4/02 ausgedehnt sein dürfte). Eine Grundwassergefährdung kann nicht ausgeschlossen werden.
- Das auf dem ehemaligen DLW-Werksgelände vorhandene Kanalnetz weist zahlreiche Schadstellen auf. Eine stichprobenartige Überprüfung ergab Hinweise auf Bodenverunreinigungen. Es wird eine gutachterliche/umwelttechnische Betreuung des Ausbaus des Kanalnetzes empfohlen um alle Belastungsbereiche einzugrenzen und zu sanieren.
- Alle auf dem DCI-Gelände aus der historischen Recherche (Nutzungsrecherche) bekannten Verdachtsflächen wurden erkundet. Eine Ausnahme sind die Trafostationen, die rückbaubegleitend abschließend untersucht werden sollen.



Tabelle 3: DCI-Gelände - Bodenproben mit sehr hohen und hohen Schadstoffgehalten (Feststoff)

Sondierung/ Probenbezeichnung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Parameter mit sehr hohen und hohen Konzentrationen [mg/kg]
Im Bereich schadhafter Kanaltassen		
250	1,0 - 2,0	PAK = 161,99;
	2,0 - 3,0	PAK = 833,6;
	3,0 - 3,7	PAK = 216,91;
251	1,3 - 2,2	MKW = 3.200,0;
Im Bereich „Linoleum – Bodenbeläge, Glashütte und Galvanik“		
MP RKS 176 - 177	0,2 – 2,0	Zn = 1.800,0;
RKS 118	0,1 - 0,8	Pb = 870; Zn = 1.500,0;
RKS 124	0,15 - 1,4	Pb = 6.500,0;
MP RKS 107/108/110	0,1 - 1,3	Pb = 640,0; PAK = 27,8; Benzo(a)pyren = 2,1;
RKS 142	0,7 – 1,4	PAK = 39,92;
RKS 145	0,1 – 1,0	PAK = 407,39; Benzo(a)pyren = 1,6;
RKS 146	0,1 – 0,7	PAK = 29,06;
RKS 153	2,0 – 3,0	PAK = 66,65;
RKS 093	0,1 – 0,8	PAK = 124,02; Benzo(a)pyren = 5,6;
RKS 172	0,1 - 1,5	Zn = 1.700,0;
RKS 115	0,1 - 0,5	Zn = 1.400,0;
Im Bereich „Vinylasbest – Bodenbeläge“		
RKS 221	1,2 – 2,0	Benzo(a)pyren = 1,0;
RKS 222	1,4 - 2,7	Pb = 3.700,0;
RKS 212	0,3 - 0,9	Pb = 690;
RKS 214	0,3 – 1,0	Pb 0 460,;
RKS 240	0,1 – 0,7	PAK = 265,1;
Im Bereich „PVC – Bodenbeläge“		
S 013	0,2 – 0,5	Pb 0 670,0;
S 014	0,4 – 2,2	Pb = 2.700,0; Ni = 220,0; Zn = 2.900,0;
RKS 077	0,1 – 1,8	Pb = 550,0 ; Zn = 1.500,0 ;
RKS 087	2,6 – 3,0	KW = 4.550,0;
RKS 091	1,0 – 1,5	KW = 1.610,0;
MP RKS 25,26,34,35	0,0 – 1,3	PAK = 23,82; Benzo(a)pyren = 2,3;
Im Bereich „Stragula – Bodenbeläge“		
RKS 011	0,2 – 1,1	Benzo(a)pyren = 1,0;
RKS 020	1,0 – 1,8	PAK = 28,12; Benzo(a)pyren = 2,9;
Im Bereich „Altablagerung beim Tennisplatz“		
S 001	0,0 – 3,2	Pb = 530,0; Cd = 160,0; Zn = 3.000,0; KW = 3.160,0;
S 002	0,0 - 2,9	Pb = 2.800,0; Cd = 49,0; Zn = 1.900,0; Benzo(a)pyren = 1,7;
S 005	0,0 – 2,9	Pb = 2.500,0; Cd = 34,0; Cu = 530,0; Hg = 5,7; Zn = 5.300,0; KW = 1.790,0
BK 43/02	2,0 – 3,1	Pb = 1.000,0; Cd = 140,0; Ni = 250,0; Zn = 3.700,0; KW = 2.000,0;
BK 43/02	3,4 – 4,0	Hg = 5,6 ;



Tabelle 3 - Fortsetzung

Sondierung/ Probenbezeichnung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Parameter mit sehr hohen und hohen Konzentrationen [mg/kg]
Im Bereich der Gleistrassen im westlichen Teil des DCI – Geländes		
RKS 58	0,4 – 1,5	Cu = 500,0; Zn = 2.000,0;
MP RKS 60 - 62	0,2 – 1,2	PAK = 6.684,0; Benzo(a)pyren = 350,0;
MP RKS 64 - 65		Pb = 780,0; Benzo(a)pyren = 1,0;
RKS 060a	0,5 – 2,8	PAK = 187,85; Benzo(a)pyren = 14,0;
RKS 061a	0,1 – 2,6	PAK = 26,92; Benzo(a)pyren = 2,0;
RKS 062a	0,0 – 2,5	Benzo(a)pyren = 1,5;
Im Bereich der Gleistrassen im östlichen Teil des DCI – Geländes		
RKS 227a	0,1 – 1,0	Pb = 62,0; Zn = 2.600,0;
	2,0 – 3,0	Pb = 980,0; Zn = 5.500,0;
RKS 228	0,1 – 1,0	PAK = 247,7; Benzo(a)pyren = 17,0; -

Beurteilungswerte gemäß [22]: Pb = 500; Cu = 500; Cd = 10; HG = 5; Cr = 500; Zn = 1.000;
 Benzo(a)pyren = 1; PAK = 25; Kohlenwasserstoffe (KW) = 1.000 mg/kg; **Sehr hohe Schadstoffgehalte sind mit Fettschrift markiert.**

3.3.3 Der Grundwasserleiter

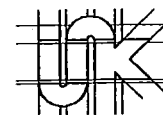
3.3.3.1 Beschaffenheit und Mächtigkeit des Grundwasserleiters

Der Grundwasserleiter besteht aus einer Wechselfolge von Sanden und Kiesen. Diese wird nachfolgend am Beispiel der in Bohrung BK-12/02 erschlossenen Abfolge beschrieben:

- bis 5,5 m u. GOK – Auffüllungen,
- bis 7,0 m u. GOK – Mittel- bis Grobsand, möglicherweise umgelagert,
- bis 14,0 m u. GOK – Fein- bis Mittelkies, lagenweise schwach sandig bis sandig, vereinzelt schwach grobkiesig, (Kornverteilungskurve aus diesem Abschnitt s. Anlage - 6, Blatt 5),
- bis 14,6 m u. GOK – Mittel- bis Grobsand, feinkiesig, schwach mittelkiesig,
- bis 18,0 m u. GOK – Fein- bis Mittelkies, schwach grobkiesig, schwach sandig bis sandig, (Kornverteilungskurve aus diesem Abschnitt s. Anlage - 6, Blatt 6),
- bis 20,0 m u. GOK (= Endteufe) – Mittel- bis Grobsand, feinkiesig, schwach mittelkiesig, zur Endteufe gröber, (Kornverteilungskurve aus diesem Abschnitt s. Anlage - 6, Blatt 7).

Die Korngrößenverteilung nach DIN 18 123 der wasserführenden Kiese und Sande wurde auch an Proben aus den Bohrungen BK-1/02 und BK-4/02 bestimmt (Kornverteilungskurven s. Anlage - 6, Blatt 1 bis 4).

Mit den tiefer reichenden Aufschlüssen Br.- 161 bis Br-163 und BK-42/02 (Profile s. Dokumentation in Anlage - 3) wurden unterhalb der Kiese zwischen ca. 23,5 und 25,0 m u. GOK Fein- und Mittelsande erschlossen, die in [11] als untere Begrenzung des Grundwasserleiters eingestuft werden



("stauende Zwischenschicht"). Eine zwischen ca. 20,0 und 25,0 m u. GOK beginnende Feinsandschicht wird auch in den Bohrprofilen der tiefen Bohrungen angegeben, die in den Erläuterungen zur Geologischen Karte [14] aufgeführt ist.

Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters dürfte zwischen ca. 20,0 und 25,0 m liegen. In [14] wird die mittlere Mächtigkeit des Grundwasserleiter mit 15 bis 20 m angegeben.

3.3.3.2 Geohydraulische Kennwerte

Den vorliegenden Dokumentationen für die Betriebsbrunnen Br. 161 bis Br.-163 (s. Anlage - 3) sind auch Leistungskurven beigelegt. Diesen Kurven ist die Absenkung des Wasserspiegels zu entnehmen, die bei einer bestimmten Förderleistungen erreicht wurde. Aus diesen Daten und aus den Brunnenausbauangaben kann gemäß den Erläuterungen in [18] die Größenordnung des k-Wertes mit der Formel

$$k \approx \frac{Q}{h_m \cdot s}$$

höher

ermittelt werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 4: Größenordnungen der k-Werte

Brunnen	Ruhe Wsp. [m u. GOK]	Tiefe [m u. GOK]	Q [m³/s]	s [m]	h [m]	h _m [m]	k-Wert [m/s]
Br-161	3,0	25,0	0,075	1,2	20,8	21,4	2,9*10 ⁻³
Br-162	3,0	23,0	0,075	1,6	18,4	19,2	2,4*10 ⁻³
Br-163	3,0	23,0	0,075	2,1	18,0	19,0	1,9*10 ⁻³

Ruhe Wsp. = Ruhewasserspiegel, Q = Förderrate, s = Absenkung, h = abgesenkte Wassersäule über Brunnensohle, h_m = h + s/2,

Aus den Körngrößenverteilungen wurde nach BEYER unter Berücksichtigung der Gültigkeitsgrenzen (0,06 < d₁₀ < 0,6 mm und 1 < U < 20) in Anlage - 6 für die Probe:

- BK-1/02 (7.5 m u. GOK): Sand, kiesig, schwach schluffig ein k-Wert von 4.3*10⁻⁴ m/s und
- für die Probe BK-12/02 (18.5 m u. GOK): Sand, schwach kiesig, schwach schluffig ein k-Wert von 2.2*10⁻³ m/s

ermittelt.

Die bisher ermittelte Bandbreite der Durchlässigkeit (k - Werte) reicht demnach von ca. k = 4*10⁻⁴ bis k = 3*10⁻³ m/s.



3.3.4 Grundwasserstände und Grundwasserströmungsrichtung

Die Grundwasserstände in den im Bereich des geplanten Entwicklungspark liegenden Messstellen wurden bisher (außer beim Bohren bzw. Einbau der Messstellen) erst zweimal gemessen. Die bisher vorliegenden Ergebnisse der Wasserstandsmessungen sind in *Tabelle 5* zusammengefasst.

Es ist vorgesehen, die Wasserstände über ein Jahr monatlich zu messen. Darüber hinaus sollen in drei ausgewählte Messstellen Drucksonden eingebaut werden, die eine permanente Aufzeichnung der Wasserstände ermöglichen. Aufgrund dieser Daten sind dann abgesicherte Aussagen betreffend die im Projektareal auftretenden Schwankungen der Grundwasserstände und betreffend die Zusammenhänge der Grundwasserstände und der Grundwasserströmungsrichtung mit den im Pegel Maxau erfassten Rheinwasserständen möglich.

Bei den nachfolgenden Ausführungen betreffend die zu erwartenden Schwankungen der Grundwasserstände wurde auf die in [14] enthaltenen Auswertungen langjähriger Ganglinien zurückgegriffen.

In der Rheinniederung (in der auch das Projektareal liegt) wird der Grundwasserspiegel von den jeweiligen Wasserständen des Rheins stark beeinflusst. Ein länger andauerndes Ansteigen des Rheinwasserstandes führt in der Regel zu einem etwas verzögerten Anstieg des Grundwasserstandes, da der Rhein in durchlässige Schichten eingeschnitten ist dem angrenzenden Grundwasserleiter Flusswasser zuführt. Bei starken, länger anhaltenden Niederschlägen im Einzugsgebiet steigen die Grundwasserstände öfters auch noch bei abfallender Flutwelle im Rhein an. Durch die Begradigung des Flusslaufes kommt es bei Hochwasser zu einem vergleichsweise schnellen Anstieg des Wasserspiegels, der aber auch rascher abfällt. Die Begradigung hat allgemein zu einer Absenkung der Niedrigwasserstände des Stromes geführt, so dass viele in Rheinnähe liegende, frühere Sumpfgebiete heute trocken sind.

Ein Anstieg des Grundwasserspiegels bis zur Geländeoberfläche kann für die südlichen Bereiche des Projektareals bei einem länger andauernden Hochwasserereignis nicht ausgeschlossen werden. Im Extremfall (einhundertjähriges Hochwasser oder höher) wird bei unveränderter Höhenlage bereichsweise wahrscheinlich eine Überflutung erfolgen. Als obere Grenze des Schwankungsbereichs des Grundwassers sollte daher das HW_{100} angesetzt werden (HW_{100} für den Pegel Maxau = 106,79 mNN, s. [5]).

Unter Berücksichtigung der regionalen hydrogeologischen und geomorphologischen Randbedingungen ist bei niedrigen Wasserständen im Rhein generell von einer auf den Rhein als Vorfluter, also nach Norden / Nordosten gerichteten Grundwasserströmungsrichtung mit sehr geringem Gefälle auszugehen. Gemäß [14] ist die Richtung der Grundwasserströmung nicht senkrecht auf den Rhein ausgerichtet sondern verläuft schräg talabwärts. Bei höheren Rheinwasserständen treten Abweichungen von dieser Grundwasserströmungsrichtung auf. Dieser Zustand wurde beispielsweise mit den Messungen zum Stichtag 17.07.2002 dokumentiert, die in *Tabelle 3* aufgeführt sind. Auf Grundlage dieser Messergebnisse wurde der als *Anlage - 7* beiliegende Grundwassergleichenplan erstellt. Demnach fällt die Grundwasserspiegelhöhe von etwa 102,9 mNN am östlichen Rand des GE-Gebietes Ost über ca. 102,5 mNN im mittleren Bereich der SO-Fläche auf ca. 102,0 mNN am westlichen Rand des GE-Gebietes West. Daraus lässt sich eine nach Westen/Nordwesten gerichtete Grundwasserströmungsrichtung mit einem sehr geringen Gefälle von $i = 0,001$ ableiten. Die Flurabstände zum Stichtag 17.07.2002 liegen für den nördlichen Teilbereich des DB-Geländes zwischen ca. 4,0 m am östlichen Rand (BK-13/02) und ca. 5,6 m u. GOK am westlichen Rand (BK-9/02). Vergleicht man diese Flurabstände mit den erschlossenen Auffüllmächtigkeiten von 3,0 bis 7,5 m wird deutlich, dass die Unterkante der Auffüllungen zum Stichtag bereichsweise unter der GwOberfläche lag.



Tabelle 5: Ergebnisse der bisherigen Wasserstandsmessungen

Messstelle	GOK	POK	Filterstrecke		Wasserstände am ...			
			von ...	bis ...	17.07.2002		16.09.2002	
	[mNN]	[mNN]	[mNN]	[mNN]	[m u. POK]	[mNN]	[m u. POK]	[mNN]
BK-1/01	105,24	105,89	102,74	97,74	3,91	101,98	-	-
BK-3/01	105,61	106,28	103,01	97,01	3,75	102,53	-	-
BK-8/01	106,53	107,19	102,53	97,03	5,06	102,13	-	-
BK-30/02	107,01	107,85	103,85	96,85	5,84	102,01	5,88	101,97
BK-31/02	106,77	107,59	103,59	96,59	5,52	102,07	5,61	101,98
BK-32/02	107,16	108,03	104,03	97,03	5,86	102,17	5,93	101,66
BK-4/02	104,79	105,59	101,59	94,59	3,25	102,34	3,28	102,31
BK-9/02	107,19	107,93	103,93	91,93	5,60	102,33	5,69	102,24
BK-11/02	107,31	108,24	104,24	92,24	5,64	102,60	5,88	102,36
BK-13/02	105,71	106,69	102,69	90,69	3,97	102,96	4,26	102,43
BK-20/02	105,38	105,17	104,17	95,17	2,36	102,81	2,82	102,35
BK-24/02	105,35	105,28	103,28	95,28	2,78	102,50	2,89	102,39
BK-40/02	106,02	106,79	103,79	95,79	3,89	102,90	4,19	102,60
BK-41/02	105,95	105,86	103,86	95,86	2,95	102,91	3,43	102,43
BK-42/02	105,39	105,30	104,40	79,30	2,52	102,78	2,97	102,33
BK-43/02	104,60	105,33	102,33	94,30	3,11	102,22	3,14	102,19
BK-44/02	105,40	106,30	103,50	100,50	3,79	102,51	-	-
Br-63	-	106,09	-	-	3,16	102,93	-	-
Br-66	-	105,53	-	-	2,85	102,68	-	-
Br-113	-	105,48	-	-	2,75	102,73	-	-
Br-161	-	105,30	(7,0)* (17,0)*	(13,0)* (25,0)*	3,02	102,28	-	-
Br-163	-	105,28	(9,0)*	(23,0)*	3,12	102,16	-	-
Br-173	-	105,79	nicht bekannt		3,02	102,77	-	-

- = nicht bekannt bzw. nicht gemessen; * = m u. GOK;



Bedingt durch die beschriebenen Einflüsse der Rheinwasserstände auf die Grundwasserspiegelhöhe im Bereich des Projektareals ist bei steigenden Rheinwasserständen von einer nach Nordwesten und bei fallenden Rheinwasserständen von einer nach Nordosten gerichteten Grundwasserströmungsrichtung auszugehen. Daraus folgt, dass die generelle Grundwasserströmungsrichtung nach Norden gerichtet ist.

3.3.5 Grundwassernutzungen und Grundwasserschäden im Umfeld des Projektareals

Das Grundwasservorkommen in der Rheinniederung wird regional intensiv für die Trink- und Brauchwassergewinnung genutzt. Das Projektareal liegt nicht in einem Trinkwasserschutzgebiet. Gemäß [11] erfolgt die nächstgelegene Brauchwasserentnahme ca. 500 m nordwestlich auf dem Gelände des Automobilwerkes Wörth. Ob diese oder weitere Grundwasserentnahmen die GwStrömungsrichtung im Projektareal dauerhaft beeinflussen ist nicht bekannt.

Unmittelbar südöstlich des hier näher zu betrachtenden Projektareals soll ein PAK-Schaden in nicht unerheblichem Umfang vorliegen ("Schenk - Gelände"). Hierzu liegen dem Bearbeiter zunächst keine näheren Informationen vor. Inwiefern die im Zustrom des Projektareals festgestellte PAK-Verunreinigung des Grundwassers ursächlich mit diesem Schadensfall zusammenhängt kann demnach nicht eingeschätzt werden.

3.4 Grundwasserbeschaffenheit

Nachfolgend werden die für das Projektareal vorliegenden Grundwasserbeschaffenheitsdaten zusammenfassend interpretiert und bewertet. Hierbei wird in einem ersten Schritt die "geogene" Grundwasserbeschaffenheit beschrieben, und dann die im Grundwasser ermittelten Schadstoffkonzentrationen interpretiert und bewertet.

3.4.1 Geogene Grundwasserbeschaffenheit

In den Erläuterungen zur geologischen Karte wird die regionale Grundwasserbeschaffenheit im Jahre 1907 beschrieben. Inwiefern es sich hierbei tatsächlich um eine geogene oder um eine bereits anthropogen veränderte Beschaffenheit des Grundwassers handelt ist heute nicht mehr feststellbar.

Das in den Rheinkiesen vorhandene Wasser wies zum damaligen Zeitpunkt eine Härte zwischen 10 ° und 20 ° (deutsche Härtegrade) auf. Der Abdampfrückstand wird mit ca. 316 bis 420 mg/l, der Glührückstand mit ca. 230 mg/l angegeben. Die Chloridgehalte waren mit ca. 7 bis 60 mg/l vergleichsweise gering. Bereits damals waren örtlich, insbesondere im oberflächennahen Grundwasser Verunreinigungen nachweisbar (Grundwasserproben entnommen aus 7.0 m u. GOK mit 1.028 mg/l Abdampf-rückstand und 71.0 mg/l Chlorid).



3.4.2 Probenahme

Der Umfang der im Projektareal durchgeführten Grundwasseruntersuchungen wurde bereits im Abschnitt 3.2.1 beschrieben. Nachfolgend werden im Einzelnen die Randbedingungen der im Zuge der Detailuntersuchung durchgeführten Probenahme erläutert. Die Probenahmeprotokolle sind den Analysenberichten in Anlage - 8 beigelegt. Die Randbedingungen der nach vorherigem Klarpumpen der Messstellen durchgeführten Beprobungen sind in *Tabelle 6* zusammengefasst.

Grundsätzlich hat die Probennahme dem in den Richtlinien des DVWK, der LAWA und der DIN 38402, Teil 13, festgelegten Stand der Technik zu entsprechen. Die wesentlichen Anforderungen sind in [23] zusammengefasst. Demnach soll:

- Die Entnahmehöhe (d. h. der Pumpeneinlauf) etwa 2 m unter dem abgesenkten Wasserspiegel (Betriebswasserspiegel) im Bereich des Filters liegen.
- Die Proben sind durch Abpumpen möglichst mit Unterwasserpumpen zu gewinnen.
- Der Zeitpunkt für eine repräsentative Probenahme ist in der Regel erreicht, wenn im geförderten Grundwasser folgende Parameter innerhalb von 10 min innerhalb der angegebenen Toleranzen konstant sind:
 - pH-Wert auf $\pm 0,1$,
 - Temperatur auf $\pm 0,1$ °C,
 - Leitfähigkeit auf ± 10 % und
 - Sauerstoffgehalt auf $\pm 0,2$ mg/l

Aus den Angaben in den Probennahmeprotokollen und in *Tabelle 3* folgt, dass die im Zuge der Detailerkundung vorgenommenen Beprobungen dem Stand der Technik entsprechen und demnach für den beprobten Grundwasserleiter als repräsentativ zu betrachten sind. Bei der Probennahme mittels Pumpen tragen alle angeregten Zuflüsse zur Förderrate bei. Es ergeben sich dadurch tiefengemittelte Proben. In dem hier zu betrachtenden Grundwasserleiter liegt eine Abfolge von Kiesen und Sanden vor (s. Beschreibung im Abschnitt 3.3.3.1), die entsprechend ihrer Beschaffenheit in unterschiedlichem Maße zu der Gesamtförderrate beitragen werden. Inwiefern es sich hierbei um signifikante Unterschiede handelt, kann vorerst nicht abgeschätzt werden. Diesbezügliche Informationen können beispielsweise bohrlochgeophysikalische Messungen liefern (auf die Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise wird im Abschnitt 4 näher eingegangen).

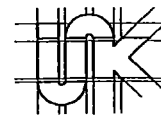


Tabelle 6: Randbedingungen der Probenahme

Messstelle	POK	Tiefe	Filterstrecke		Ruhe Wsp.(1)	Förder- leistung	Dauer	abges. Wsp. (2)	Bepr. Tiefe (3)
			von ...	bis ...					
	[mNN]	[mNN]	[mNN]	[mNN]	[mNN]	[l/s]	[s]	[mNN]	[mNN]
1 BK-1/01	105,89	97,69	102,74	97,74	101,98	0,5	1200	100,80	98,80
2 BK-3/01	106,28	97,58	103,01	97,01	102,53	0,4	1200	102,36	100,36
3 BK-8/01	107,19	96,99	102,53	97,03	102,13	0,5	1200	102,01	100,01
4 BK-30/02	107,85	96,85	103,85	96,85	102,01	0,5	1200	102,00	100,00
5 BK-31/02	107,59	96,59	103,59	96,59	102,07	0,5	1200	102,02	100,02
6 BK-32/02	108,03	97,03	104,03	97,03	102,17	0,5	1200	102,14	100,14
7 BK-4/02	105,59	94,59	101,59	94,59	102,34	0,5	1200	102,32	100,32
8 BK-9/02	107,93	91,93	103,93	91,93	102,33	0,5	1200	102,28	100,28
9 BK-11/02	108,24	92,24	104,24	92,24	102,60	0,5	1200	102,58	100,58
10 BK-13/02	106,69	90,69	102,69	90,69	102,96	0,5	1200	102,70	100,70
11 BK-20/02	105,17	95,17	104,17	95,17	102,81	2,0	1800	102,72	100,47
12 BK-24/02	105,28	95,28	103,28	95,28	102,50	0,6	1800	102,55	100,58
13 BK-40/02	106,79	95,79	103,79	95,79	102,90	0,6	1800	102,79	100,79
14 BK-41/02	105,86	95,86	103,86	95,86	102,91	0,6	1800	102,87	100,86
15 BK-42/02	105,30	79,30	104,40	79,30	-	2,0	1800	102,72	100,80
16 BK-43/02	105,33	94,33	102,33	94,30	102,22	0,6	1800	102,16	100,33
17 BK-44/02	106,30	100,50	103,50	100,50	102,51	0,6	1800	102,51	100,50
18 Br-63	106,09	85,39	nicht bekannt		102,93	2,0	1800	102,95	101,10
19 Br-66	105,53	92,93	nicht bekannt		102,68	2,0	1800	102,87	100,53
20 Br-113	105,48	85,18	nicht bekannt		102,73	2,0	1800	102,70	100,78
21 Br-161	105,30	80,30	(7,0)* (17,0)*	(13,0)* (25,0)*	102,28	2,0	1800	102,37	100,30
22 Br-163	105,28	82,48	(9,0)*	(23,0)*	102,16	2,0	1800	102,18	100,28
23 Br-173	105,79	80,89	nicht bekannt		102,77	0,6	3600	102,99	100,79

(1) = Ruhewasserspiegel vor Probenahme; (2) = abgesenkter Wasserspiegel; (3) = Beprobungstiefe = Höhenlage des Pumpeneinlaufs; * = m u. GOK;



3.4.3 Analytischer Befund

Die Ergebnisse der im Zuge der orientierenden und der vertiefenden Untersuchungen durchgeführten Grundwasseruntersuchungen wurden im Einzelnen in den unter [10] und [11] aufgeführten Gutachten interpretiert und bewertet. Die vollständigen analytischen Befunde sind als Untersuchungsberichte der Anlage - 8 beigelegt. In *Tabelle 7* sind die über den oPW - Werten gemäß [19] liegende Konzentrationen zusammengefasst. In *Tabelle 8* sind die Konzentrationen angegeben, die über den Prüfwer ten der BBodSchV [21] liegen.

Der Befund kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Von den 30 untersuchten Grundwasserproben waren in 24 Kaliumkonzentrationen zwischen ca. 5,1 und ca. 28,4 mg/l nachweisbar. Diese liegen in der Größenordnung bzw. über dem oPW - Wert von 5 mg/l.
- Im Grundwasser aus der Messstelle BK-1/01 wurden Überschreitungen der oPW-Werte auch bei den Parametern Calcium, Chlorid, Kupfer und Nickel ermittelt (die Konzentrationen bei Kupfer und Nickel überschreiten auch den Prüfwert der BBodSchV).
- Im Grundwasser aus dem ehemaligen Betriebsbrunnen Br-67 wurden 25 µg/l Summe aromatische Kohlenwasserstoffe ermittelt. Diese Konzentration liegt über dem oPW-Wert bzw. über dem Prüfwert der BBodSchV (jeweils 20 µg/l).
- Der oPW Wert für PAK (Summe nach EPA) von 0,5 µg/l wird in den Proben aus BK-4/02, 11/02, 31/02, 43/02, Br-113 und Br-173 mit Konzentrationen zwischen 0,64 µg/l und 174,96 µg/l überschritten. Die höchsten PAK-Konzentrationen wurden sowohl bei den orientierenden Untersuchungen im November 2000 als auch bei den vertiefenden Untersuchungen im Juli 2002 in den am östlichen/südöstlichen Rand des Projektareals liegenden ehemaligen Betriebsbrunnen Br-113 (6,6 bis 8,1 µg/l) und Br-173 (116,2 bis 175,0 µg/l) ermittelt.
- Die Größenordnung des Prüfwertes der BBodschV für die Beurteilung des Wirkungspfades Boden Grundwasser für PAK (Summe, ohne Naphthalin) von 0,2 µg/l wird in den Proben aus BK-3/01 (nur bei der Beprobung von 2001), BK-4/02, BK-11/02, BK-31/02, Br-113 und Br-173 mit Werten zwischen 0,32 und 172,9,2 µg/l erreicht bzw. z. T. um ein Vielfaches überschritten.
- In der Probe aus der im Bereich des Gewerbegebietes West liegenden Messstelle BK-31/02 wird auch der Prüfwert für Naphthalin von 2 µg/l mit der ermittelten Konzentration von 6,4 µg/l deutlich überschritten.



Tabelle 7: Ergebnisse der GwBeprobungen - Überschreitungen des oPW - Wertes

Messstelle	Beprobung vom	Parameter, bei denen Konzentrationen > oPW ermittelt wurden						
		Kalium	Calcium	Chlorid	Summe AKW	Kupfer	Nickel	PAK (EPA)
		[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[µg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[µg/l]
oPW - Wert		5	200	100	20	0,100	0,040	0,5
BK-1/01	17.07.02	5,99	203	173		0,178	0,083	n.n.
	30.05.01	7,11		147				
BK-3/01	17.07.02	27,3						n.n.
	30.05.01	28,4						
BK-8/01	17.07.02	5,9						0,10
	30.05.01	6,8						0,11
BK-30/02	17.07.02	6,4						0,24
BK-31/02	17.07.02	8,8						7,50
BK-32/02	17.07.02	6,1						0,13
BK-4/02	17.07.02	9,8						5,30
BK-9/02	17.07.02	6,1						
BK-11/02	17.07.02	6,07						0,64
BK-13/02	17.07.02	4,5						n.n.
BK-20/02	24.07.02	5,9						n.n.
BK-24/02	17.07.02	7,3						n.n.
BK-40/02	17.07.02	9,8						0,07
BK-41/02	17.07.02							0,06
BK-42/02	24.07.02							
BK-43/02	17.07.02	7,0						7,03
BK-44/02	17.07.02							
Br-63	18.07.02	6,2						0,05
Br-67	18.07.02	5,9			25			0,07
Br-113	11.2000							6,60
	17.07.02							8,07
Br-161	11.2000	5,6						
	18.07.02	6,6						n.n.
Br-163	11.2000	7,0						
	18.07.02	7,9						0,05
Br-173	11.2000							116,23
	18.07.02	5,1						174,96

Anmerkung: Keine Angabe = Konzentration < oPW.

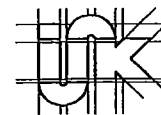


Tabelle 8: Ergebnisse der GwBeprobungen - Überschreitungen der Prüfwerte der BBodSchV

Messstelle	Beprobung vom	Parameter, bei denen Konzentrationen > Prüfwert ermittelt wurden				
		Kupfer	Summe AKW	Nickel	Naphthalin	PAK
		[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
Prüfwert		50	20	50	2	0,2
BK-1/01	30.05.01					
	17.07.02	178		83		
BK-3/01	30.05.01					0,32
	17.07.02					
BK-8/01	30.05.01					
	17.07.02					
BK-30/02	17.07.02					
BK-31/02	17.07.02				6,4	1,1
BK-32/02	17.07.02					
BK-4/02	17.07.02					5,20
BK-9/02	17.07.02					
BK-11/02	17.07.02					0,64
BK-13/02	17.07.02					
BK-20/02	24.07.02					
BK-24/02	17.07.02					
BK-40/02	17.07.02					
BK-41/02	17.07.02					
BK-42/02	24.07.02					
BK-43/02	17.07.02					7,03
BK-44/02	17.07.02					
Br-63	18.07.02					
Br-67	18.07.02		25			
Br-113	11.2000					6,60
	17.07.02					8,00
Br-161	11.2000					
	18.07.02					
Br-163	11.2000					
	18.07.02					
Br-173	11.2000					113,53
	18.07.02					172,86

Anmerkung: Keine Angabe = Konzentration < Prüfwert. PAK = Summe PAK ohne Naphthalin.



3.4.4 Interpretation und Bewertung der bisherigen Grundwasseruntersuchungen

Nachfolgend werden die vorliegenden Ergebnisse der Grundwasserbeprobungen für das gesamte Projektareal (SO-Fläche einschließlich der westlich und östlich davon vorgesehenen Gewerbeflächen und des Trassenkorridors) interpretiert und bewertet. Grundsätzlich ist bei der Bewertung der Grundwasseruntersuchungen zu beachten, dass von den 23 im Projektareal vorhandenen Messstellen 16 erst einmalig beprobt wurden. Zur Absicherung der Befunde sollte zumindest eine weitere Beprobung erfolgen (auf die Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise wird im Abschnitt 4 eingegangen).

Aus der Auswertung der Daten bezüglich der allgemeinen und der örtlichen hydrogeologischen Standortverhältnisse in den Abschnitten 3.1 und 3.3 folgt:

- Im Bereich des gesamten Projektareals ist mit wechselnden Grundwasserströmungsrichtungen - abhängig vom Rheinwasserstand - zu rechnen. Bei fallenden Rheinwasserständen liegt eine auf den Rhein, nach Nordosten gerichtete, bei steigenden Rheinwasserständen eine nach Westen/Nordwesten gerichtete Grundwasserströmung vor. Generell ist demnach von einer nach Norden gerichteten Grundwasserströmungsrichtung auszugehen.
- In Teilbereichen dürfte die Sohle der anthropogenen Auffüllungen dauerhaft unterhalb der Grundwasseroberfläche liegen.
- Nach länger anhaltenden Niederschlagsperioden ist bei steigenden Rheinwasserständen und in Folge von steigenden Grundwasserständen im Extremfall ein Einstau auf der gesamten Mächtigkeit der Auffüllungen (bis zur GOK) nicht auszuschließen.
- Als „spezifische Schadstoffe“ im Boden können im Wesentlichen Substanzen aus der Gruppe der PAK und der Schwermetalle betrachtet werden. Mittels verschiedener Elutionsverfahren wurde nachgewiesen, dass in einzelnen Schadensbereichen diese Substanzen in teilweise wasserverfügbaren Verbindungen vorliegen.

Aufgrund der ermittelten stark unterschiedlichen Gesamtmenge an Schadstoffen im Boden und im Grundwasser wird nachfolgend bei der Interpretation und Bewertung der Ergebnisse zwischen dem Projektareal insgesamt und einzelnen Schadensbereichen differenziert.

3.4.4.1 Beurteilung für das Projektareal insgesamt

Vergleich der Schadstoffkonzentrationen im Zustrom- mit denen im Abstrom

Bei der Abschätzung der von einem Altstandort ausgehenden Grundwasserbeeinflussung wird in der Regel ein Vergleich zwischen der Grundwasserbeschaffenheit im Zustrom und im Abstrom vorgenommen. Sofern ausreichende Daten zur Verfügung stehen, kann auch ein Vergleich mit der Grundwasserbeschaffenheit im Ausgangszustand (vor Beginn der betreffenden Nutzung) vorgenommen werden.

Bedingt durch die wechselnden Grundwasserströmungsrichtungen im Projektareal ist die Aussagekraft eines Vergleichs der Grundwasserbeschaffenheit im Zustrom mit der im Abstrom sehr eingeschränkt. Beispielsweise liegt bei Annahme einer Grundwasserströmungsrichtung nach Westen/Nordwesten die Messstelle BK-30/02 im Abstrom. Eventuelle in Proben aus dieser Messstelle nachgewiesenen Grundwasserbeeinträchtigungen könnten theoretisch auf Schadstoffeinträge im Pro-



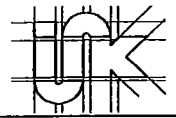
jektareal zurückzuführen sein. Bei Annahme einer nach Norden/Nordosten gerichteten Grundwasserströmung liegt diese Messstelle im Zustrombereich. Eventuell feststellbare Grundwasserbeeinträchtigungen in Proben aus dieser Messstelle können demnach bedingt durch diese hydrogeologischen Gegebenheiten nicht zweifelsfrei auf einen Zustrom von außerhalb des Projektareals zurückgeführt werden. Darüber hinaus wäre im vorliegenden Falle bei einem Vergleich Zustrom – Abstrom unter Berücksichtigung der Größe des Areals und der örtlich stark unterschiedlichen Schadstoffgehalte auch das nähere Umfeld der Messstelle und die darauf möglicherweise zurückzuführenden Beeinflussungen der Grundwasserbeschaffenheit zu berücksichtigen. Aus diesen Gründen wird bei der Bewertung auf einen Vergleich Zu- / Abstrom verzichtet. Ein Vergleich der heute festgestellten Grundwasserbeschaffenheit mit der anthropogen nicht beeinflussten ist bedingt durch das Fehlen entsprechender historischer Daten nicht möglich.

Spezifische Schadstoffe und Bewertung aufgrund des ermittelten Konzentrationsniveaus

Aus den Angaben in den Tabellen 7 und 8 wird ersichtlich, dass bei den bisherigen Grundwasserproben auffällige Konzentrationen (Konzentrationen, die den oPW - Wert oder den Prüfwert der BBodSchV überschreiten) im Wesentlichen nur bei PAK nachweisbar waren. Auf die horizontale Verteilung dieser Auffälligkeiten im untersuchten Abschnitt des Grundwasserkörpers wird nachfolgend eingegangen.

In 9 der im Zuge der orientierenden und vertiefenden Erkundungen untersuchten 30 Wasserproben wird der Prüfwert der BBodSchV für den Parameter PAK_{gesamt} von 0,2 µg/l überschritten (PAK_{gesamt} = Summe der PAK nach EPA ohne Naphthalin). Zwei dieser Wasserproben wurde aus in Schadensbereichen eingebauten Messstellen entnommen (BK-4/02 und BK-43/02). Diese und weitere im Projektareal vorhandene Schadensbereiche werden im nächsten Abschnitt behandelt. Die verbleibenden 7 Proben mit auffälligen PAK_{gesamt} - Konzentrationen wurden aus den Messstellen BK-3/01, 31/02, 11/02, Br-113 und Br-173 entnommen. Die horizontale Verteilung der PAK_{gesamt} Auffälligkeiten im untersuchten Abschnitt des Grundwasserkörpers stellt sich wie folgt dar:

- Mit PAK_{gesamt} - Konzentrationen von 0,32 und 0,64 µg/l liegen in den Proben aus BK-3/01 und 11/02 vergleichsweise geringfügige Überschreitungen des Prüfwertes von 0,2 µg/l vor. Diese unterliegen offensichtlich auch zeitlichen Schwankungen, da in BK-3/01 nur bei der Erstbeprobung im Mai 2001 eine Überschreitung des Prüfwertes feststellbar war und eine Bestätigung des Konzentrationsniveau durch die im Juli 2002 erfolgte Nachbeprobung nicht erfolgte. Die Messstellen liegen im mittleren Teilbereich des Projektareals, am nördlichen (BK-11/02) und südlichen Rand (BK-3/01). Um zu überprüfen, ob zwischen den im unmittelbaren Umfeld der Messstelle lagernden Auffüllungen und den im Grundwasser festgestellten Auffälligkeiten ein ursächlicher Zusammenhang besteht, wurden an Proben aus BK-11/02 ergänzende Eluatuntersuchungen durchgeführt. An einer aus dem Teufenabschnitt 3,0 bis 6,0 m aus den Auffüllungen entnommenen Mischprobe wurden entsprechend der BBodSchV im Sättigungsextrakt die anorganischen und im mittels Säulenversuch gewonnenen Eluat die anorganischen Parameter bestimmt. Der Analysenbericht ist als Anlage - 8.5 beigelegt. Hinweise auf einen PAK-Austrag ergeben sich aus diesen Untersuchungen nicht.
- Eine etwas höhere PAK_{gesamt} - Konzentration von 1,1 µg/l wurde in der Probe aus BK-31/02 ermittelt. Von allen untersuchten Proben nimmt diese eine Sonderstellung ein, da hier auch Naphthalin mit einer deutlich über dem Prüfwert von 2 µg/l liegenden Konzentration von 6,4 µg/l nachgewiesen wurde. Die Messstelle liegt im mittleren Bereich des geplanten GE-West. Auf dem GE-West wurde eine vertiefende Erkundung noch nicht



durchgeführt. Dennoch wurde – analog zu der im vorherigen Abschnitt für die Bohrung BK-11/02 beschriebenen Vorgehensweise – auch an einer aus dem Teufenbereich 0,0 bis 5,0 m u. GOK entnommenen Mischprobe ergänzende Eluatuntersuchungen durchgeführt (s. Analysenbericht in Anlage - 8.5). Hinweise auf einen ursächlichen Zusammenhang zwischen den im unmittelbaren Umfeld der Bohrung vorhandenen Auffüllungen und den im Grundwasser festgestellten Auffälligkeiten ergeben sich aus diesen Untersuchungen nicht. Es kann allerdings zunächst nicht abschließend abgeschätzt werden, ob ein Zusammenhang zwischen den weiter nördlich im Zuge der orientierenden Erkundung ange- troffenen, mit imprägnierten Holzresten durchsetzten Auffüllungen besteht (Bereich SCH-RKS 2/01 und Bohrung 102/5 – nähere Erläuterungen s. den unter [5] aufgeführten Bericht).

- Die höchsten PAK_{gesamt} - Konzentrationen wurden im Projektareal in den im Bereich des geplanten GE-Ost liegenden ehemaligen Betriebsbrunnen Br-113 und Br-173 ermittelt. Bei den orientierenden Beprobungen im November 2000 wurden in Br-113 6,6 µg/l und in Br-173 113,53 µg/l, bei der vertiefenden Untersuchung im Juli 2002 in Br-113 8,06 µg/l bzw. in Br-173 172,89 µg/l ermittelt. Es liegen demnach zwei Beprobungen vor, die das vergleichsweise hohe Konzentrationsniveau bestätigen.

Außer den Auffälligkeiten bei PAK_{gesamt} wurden in 24 der 30 untersuchten Wasserproben Kaliumkonzentrationen über dem oPW-Wert ermittelt. Ob es sich hier um den Einfluss von Bauschuttablagerungen, den Einfluss der Rheinwasserinfiltration oder um eine geogene Besonderheit handelt, kann vorerst nicht abschließend eingeschätzt werden. Unter Berücksichtigung der geringen umwelttechnischen Relevanz von Kalium dürfte dies für die hier zu behandelnde Aufgabenstellung nicht weiter von Bedeutung sein. Weiterhin wurden in der Probe aus BK-1/01 bei Kupfer, Nickel, Calcium, Chlorid und Ammonium und in der Probe aus Br-67 bei Summe AKW Konzentrationen ermittelt, die die oPW-Werte überschreiten. Da es sich hier (außer bei Chlorid) vorerst um einmalig festgestellte Auffälligkeiten handelt und die oPW-Werte in der Regel nur geringfügig überschritten werden, ist eine abschließende Beurteilung erst nach Verifizierung des Befundes möglich.

Interpretation der Befunde

Dieser Befund wird unter Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnisse der Bodenuntersuchungen für das Projektareal insgesamt wie folgt interpretiert:

- Aus den durchgeführten Bodenuntersuchungen - insbesondere aus den Elutionsversuchen - ergeben sich für das Projektareal mit Ausnahme der abgegrenzten Schadensbereiche keine Hinweise auf einen massiven Austrag von PAK aus dem Boden (aus den Auffüllungen) in das Grundwasser. Ein diffuser Austrag aus nicht näher eingrenzenden Bereichen kann dennoch nicht ausgeschlossen werden.
- Aus den vorliegenden Erkundungsergebnissen ergeben sich Hinweise auf einen unmittelbar südlich/südöstlich des Projektareals liegenden PAK-Schadensherd, der möglicherweise die sehr hohen PAK-Konzentrationen in Br-173 verursacht. Für das Projektareal ist von einer je nach Rheinwasserstand nach NW bis NO gerichteten Grundwasserströmung auszugehen. Demnach ist der ehemalige Betriebsbrunnen Br-173 im Zustrom, möglicherweise zeitweise auch im Seitenstrom gelegen. Da nutzungsbedingte PAK-Verunreinigungen im unmittelbaren Umfeld des Brunnens gemäß den Ausführungen in [11] ausgeschlossen werden können, ist von einem PAK-Eintrag außerhalb des Projektareals auszugehen.



- Der vermutlich im südöstlichen Randbereich außerhalb des Projektareals vorhandene PAK - Schadensherd beeinflusst wahrscheinlich die Grundwasserbeschaffenheit im Projektareal. Die festgestellten PAK - Gehalte in Proben aus dem östlichen (Br-113) und möglicherweise auch aus dem mittleren Projektareal (BK-3/01, BK-11/02) dürften daher zumindest zum Teil auf diesen Schadensherd zurückzuführen zu sein.
- Für das Projektareal ist bedingt durch die Nähe zum Rhein eine Beeinflussung der Grundwasserbeschaffenheit durch die Infiltration von Rheinwasser wahrscheinlich. Inwiefern diese Einflüsse für das Konzentrationsniveau bei den spezifischen Schadstoffen signifikant sind, kann vorerst nicht eingeschätzt werden.

Wesentliche Eigenschaften der spezifischen Schadstoffe

Die Gruppe der PAK umfasst eine Vielzahl von Einzelverbindungen, von denen etwa 40 Verbindungen öko- und humantoxikologisch relevant sind. Üblicherweise werden PAK als Summe der 16 von der amerikanischen Umweltbehörde (EPA) festgelegten Einzelsubstanzen bestimmt (PAK nach EPA). Gemäß BBodSchV umfasst der Parameter PAK_{gesamt} nur 15 Einzelsubstanzen, da für Naphthalin ein gesonderter Prüfwert vorgegeben wurde. PAK weisen lipophile bzw. hydrophobe Eigenschaften auf. Sie adsorbieren leicht an Bodenpartikel. Die Wasserlöslichkeit und Flüchtigkeit der PAK ist gering. Naphthalin nimmt unter den PAK eine Sonderstellung ein, da es wesentlich wasserlöslicher als andere PAK ist. Die Mobilität von Naphthalin ist dennoch vergleichsweise gering und entspricht etwa der von Heizöl. Allgemein nimmt die Mobilität der PAK mit steigender Ringzahl ab. Naphthalin ist unter aeroben Bedingungen mäßig abbaubar. Mit steigender Ringzahl nimmt die Abbaubarkeit generell ab.

PAK können in das Grundwasser gelangen wenn sie – adsorbiert an Kolloiden – mit dem Sickerwasser verfrachtet werden und wenn Tenside bzw. Lösungsvermittler im Boden vorliegen. Naphthalin, Anthracen, Pyren und Bezo(a)pyren haben bei 20 °C eine höhere Dichte als Wasser (etwa 1,3 g/cm³), daher ist u. U. – ähnlich wie bei LHKW – eine Konzentration an der Basis des Grundwasserleiters nicht ausgeschlossen.

Vertikale Verteilung der Schadstoffe im untersuchten Grundwasserleiter

Hinweise auf die wahrscheinliche vertikale Verteilung der spezifischen Schadstoffe (PAK) im untersuchten Grundwasserleiter ergeben sich nur indirekt aus den Ergebnissen der durchgeführten tiefengemittelten Beprobungen. Bei der Beprobung mittels Abpumpen werden entsprechend ihrer Transmissivität die Zuflusshorizonte des erschlossenen Grundwasserleiters aktiviert und unterschiedlich zu dem Gesamtförderstrom beitragen. Wenn aufgrund der oben erläuterten Eigenschaften der PAK im Projektareal tatsächlich allgemein eine Konzentration der PAK im unteren Bereich des Grundwasserleiters (über dem Stauer) vorliegen sollte, müssten in den bis auf die Sohle des Grundwasserleiters eingebauten Brunnen und Messstellen im Vergleich zu den nur in den obersten ein bis zwei Drittel des Grundwasserleiters verfilterten Messstellen generell signifikant höhere Befunde nachweisbar sein. Aus den Zusammenstellungen in den Tabellen 7 und 8 wird deutlich, dass dies nicht zutrifft (in den bis auf den Stauer geführten Brunnen Br-63, 67, 161 und 163 waren keine erhöhten PAK - Konzentrationen nachweisbar). Diese Folgerung ist allerdings nur dann zutreffend, wenn die Transmissivität über die gesamte Mächtigkeit des Grundwasserleiters etwa in der gleichen Größenordnung liegt, was ggf. mittels geeigneter Verfahren überprüft werden sollte.



Zusammenfassend ist festzuhalten, dass im Bereich des Projektareals - außerhalb der im nächsten Abschnitt behandelten Schadensbereiche - ein sanierungsbedürftiger Grundwasserschaden nicht vorliegt. Die im Grundwasser festgestellten bereichsweise erhöhten PAK-Konzentrationen dürften einerseits auf einen diffusen, bedingt durch die Art der Ablagerungen nicht näher eingrenzbaaren Schadstoffaustrag aus den vorhandenen Auffüllungen bzw. infolge langjähriger Nutzung und andererseits auf eine Beeinflussung der Grundwasserbeschaffenheit durch außerhalb des Projektareals liegenden Schadensherde zurückzuführen sein.

Im Vorfeld der geplanten Umnutzung werden die vorhandenen baulichen Einrichtungen vollständig zurückgebaut. Die heute schon bekannten Schadensbereiche werden saniert. Eventuell bisher unerkannt gebliebene Schadensbereiche können mittels einer entsprechenden umwelttechnischen Überwachung des Rückbaus in der Regel erkannt werden. Das Gelände soll im Endzustand weitestgehend versiegelt werden. Dadurch wird die Sickerwasserrate deutlich vermindert. Ein Schadstoffaustrag aus den verbleibenden Auffüllungen ist dann praktisch nur über das temporär ansteigende Grundwasser möglich. Aus Sicht des Grundwasserschutzes ist daher im Vergleich mit dem IST-Zustand eine deutliche Verbesserung zu erwarten.

3.4.4.2 Beurteilungen für einzelne Schadensbereiche

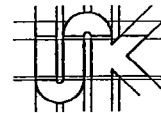
Nachfolgend werden die im Zuge der orientierenden und vertiefenden Untersuchungen erkundeten Schadensbereiche zusammenfassend beschrieben, wobei insbesondere auf die Grundwassergefährdung und die damit begründete Sanierungsnotwendigkeit eingegangen wird. Für detaillierter Angaben wird auf die unter [10] und [11] aufgeführten Gutachten verwiesen.

Umfeld der Bohrung BK-4/02 und südwestliche Gleistrasse bei Gebäude 130

Im Umfeld der Bohrung BK-4/02 wurde im Vergleich mit dem restlichen Projektareal eine sich hinsichtlich der festgestellten Schadstoffgehalte, der Mobilität/Wasserverfügbarkeit der Schadstoffe und hinsichtlich der Grundwasserbeschaffenheit deutlich unterscheidende Situation vorgefunden. Für diesen Teilbereich ist bereits aufgrund der Beurteilung der Bodenuntersuchungen gemäß Merkblatt ALEX 13 von einer Grundwassergefährdung auszugehen. Im Grundwasser aus der Messstelle BK-4/02 wurde eine PAK-Konzentration von 5,2 µg/l ermittelt. Diese PAK-Belastung dürfte mit hoher Wahrscheinlichkeit ursächlich auf den in BK-4/02 angetroffenen Müll/Industriemüllablagerungen zurückzuführen sein. Diesbezügliche Hinweise ergeben sich auch aus den durchgeführten Eluatuntersuchungen (s. das unter [10] aufgeführte Gutachten und Anlage - 8.5). Der Teilbereich erstreckt sich im Grenzbereich zwischen DB-Gelände und DCI-Gelände bis zu den Gleistrassen bei Gebäude 130 (s. Lageplan in Anlage - 2 und Anlage 3 zu dem unter [11] aufgeführten Gutachten). Für diesen Teilbereich ist von einer Sanierungserfordernis auszugehen.

Altablagerung beim Tennisplatz

Bei diesem Schadensbereich handelt es sich um eine im Wesentlichen mit Müll verfüllte Grube (Verdachtsfläche 65 gemäß [11]). Die Grubensohle liegt vermutlich dauerhaft unterhalb der Grundwasseroberfläche. In dem Verfüllmaterial wurden hohe und sehr hohe Konzentrationen bei Schwermetallen (Blei, Cadmium, Zink, Quecksilber, Kupfer und Nickel) und Kohlenwasserstoffen nachgewiesen (s. Tabelle 3). PAK waren nicht bzw. nur mit unauffälligen Konzentrationen nachweisbar. Aufgrund der Ergebnisse von Eluatuntersuchungen wird in [11] gefolgert, dass auch bei Grundwasserhochstand nicht mit einer erheblichen Mobilisierung von Schwermetallen zu rechnen ist. In der Probe aus der in diesem Schadensbereich eingebauten Grundwassermessstelle BK-43/02 wurden 7,03 µg/l PAK_{gesamt} nachgewiesen. Da PAK in dem Verfüllmaterial nicht in auffälligen Konzentrationen nachweisbar



war, wurde in [11] kein Zusammenhang zwischen der Altablagerung und dieser Grundwasserbeeinträchtigung und daher auch keine Sanierungserfordernis gesehen. Die Abfallgrube liegt im Bereich des geplanten Trassenkorridors. Eine ausreichende Tragfähigkeit vorausgesetzt, könnte nach [11] die Altablagerung im Untergrund belassen und durch Überbauen mit einem undurchlässigen Straßenbelag gegen eindringendes Niederschlagswasser gesichert werden.

Ehemaliger Kesselwagenanschluss und Leitungen bei Gebäude 119

Im Bereich der Kesselwagenanschlussstelle bei Gebäude 119 (Verdachtsflächen 64 und 70) wurden deutliche Belastungen der Bodenluft mit LHKW nachgewiesen. Diese lassen sich entlang des Verlaufs der Versorgungsleitungen in Richtung Gebäude 110 verfolgen.

Aufgrund der Höhe der nachgewiesenen Schadstoffkonzentrationen ist gemäß [11] eine Grundwassergefährdung nicht auszuschließen und daher eine Sanierungserfordernis gegeben.

Ehemalige Tri-Anwendung im Gebäude 100/110

Im Umfeld der ehemaligen Formenauswascherei (Verdachtsfläche 61/62) wurde eine großflächige Bodenluftverunreinigung mit LHKW (Trichlorethen) nachgewiesen. Die Verunreinigungen beschränken sich gemäß [11] auf die ungesättigte Bodenzone einschließlich des Übergangs zur gesättigten Bodenzone. Eine Grundwasserverunreinigung war in den dort bis ca. 10,5 m u. GOK (BK-20/02) und über die gesamte Mächtigkeit des Grundwasserleiters (BK-42/02) ausgebauten Messstellen nicht nachweisbar. Um weitere Schadstoffeinträge in den Untergrund zu unterbinden sind gemäß [11] Sanierungsmaßnahmen erforderlich.

Ehemaliger Tri-Tank und Leitungen bei Gebäude 89b

Die in diesem Schadensbereich (Verdachtsfläche 53) aufgrund der Ergebnisse der Voruntersuchungen vermutete LHKW-Verunreinigung wurde durch die vertiefenden Untersuchungen nicht bestätigt. Im Rahmen der vertiefenden Untersuchungen wurde in dem kombinierten Grundwasser-/Bodenluftabsaugpegel BK-44/02 ein Bodenluftabsaugversuch durchgeführt und eine kontinuierliche Abnahme der LHKW-Konzentrationen festgestellt. Belastungen des Grundwassers waren nicht nachweisbar. Ein weiterer Sanierungsbedarf liegt gemäß [11] nicht vor.

Mineralölschaden beim Pumpenhaus (Gebäude 97) und Schweröltanks

Im Bereich des Pumpenhauses und der ehemaligen Schweröltanks (Verdachtsflächen 42 und 44) wurde gemäß [11] eine Verunreinigung des Untergrundes mit Mineralölen nachgewiesen. Aufgrund der Tiefenlage der Verunreinigung ist eine Grundwasserverunreinigung anzunehmen, die durch eine Probe aus einem temporären Grundwasserpegel bestätigt wird. Es besteht Sanierungsbedarf.



4 Zusammenfassung und Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise

4.1 Zusammenfassung

Auf den industriell/gewerblich intensiv genutzten Liegenschaften der DBImm und der DCI in Wörth a. Rhein, Maximiliansau wurden im Hinblick auf die geplante Umnutzung orientierende und vertiefende umwelttechnische Erkundungen durchgeführt. Für den Teilbereich der Liegenschaften, für den eine unmittelbare Umnutzung ansteht (sogenannte SO-Fläche) wurden für die relevanten Gefährdungspfade Gefährdungsabschätzungen vorgenommen. Darüber hinaus war eine zusammenfassende Darstellung der Grundwasserverhältnisse im gesamten Projektareal vorzunehmen.

Im Projektareal wurde im Zuge der orientierenden und der vertiefenden Erkundungen ein Messstellennetz eingebaut, welches (zusammen mit den bereits vorhandenen, ehemaligen Betriebsbrunnen) für eine vertiefende Betrachtung der Grundwasserverhältnisse im Bereich der SO-Fläche ausreichend dicht ist.

Der Untergrundaufbau im Projektareal wird von anthropogenen Auffüllungen, Auesanden- und -lehmen und mächtigen Kies- und Sandablagerungen bestimmt. Die anthropogenen Auffüllungen sind in den verschiedenen Teilbereichen des Projektareals unterschiedlich mächtig und weisen unterschiedliche Beschaffenheiten auf. Die größten Mächtigkeiten von bis zu 7,9 m wurden im Bereich des ehemaligen Altrheinarms im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes festgestellt. Im Bereich des Altrheinarmes bestehen die Auffüllungen aus einem Gemisch von Aushub, Bauschutt und Gleis-schotter. In den anderen Teilbereichen ist unter der örtlich unterschiedlichen Oberflächenbefestigung in der Regel ein Gemisch aus umgelagerten Böden und Bauschuttbeimengungen vorhanden. In einzelnen Schadensbereichen wurden auch Beimengungen von Müll/Industriemüll angetroffen. In den Auffüllungen wurden Belastungen im Wesentlichen mit PAK, Schwermetallen (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink) und Kohlenwasserstoffen nachgewiesen.

Der Hauptgrundwasserleiter im Projektareal besteht aus einer Wechselfolge von Sanden und Kiesen und weist eine mittlere Mächtigkeit von 20 bis 25 m auf. Die bisher ermittelten Durchlässigkeiten liegen in einem Bereich zwischen $k \approx 4 \cdot 10^{-4}$ bis $3 \cdot 10^{-3}$ m/s. Aus den bisher vorliegenden Grundwasserstandsmessungen lässt sich eine nach Westen/Nordwesten gerichtete Grundwasserströmungsrichtung ableiten. Unter Berücksichtigung der regionalen hydrogeologischen Randbedingungen (der Vorflutfunktion des Rheins) ist in Abhängigkeit von den jeweiligen Rheinwasserständen von einer Grundwasserströmungsrichtung von NW bis NO, generell nach N auszugehen. Bei länger andauernden Hochwasserereignissen ist ein Anstieg des Grundwasserspiegels in Teilbereichen des Projektareals bis an die aktuell vorhandene Geländeoberfläche nicht auszuschließen.

Im Zuge der vertiefenden Erkundung wurde eine repräsentative Grundwasserbeprobung entsprechend dem Stand der Technik durchgeführt. Von den 23 im Projektareal vorhandenen Brunnen und Messstellen wurden 16 erstmalig beprobt. Die vorliegenden Ergebnisse der Grundwasserbeprobungen werden getrennt für das gesamte Projektareal und für einzelne Schadensbereiche wie folgt interpretiert und bewertet:

Für das gesamte Projektareal:

Ein in der Altlastenbearbeitung üblicher Vergleich der Grundwasserbeschaffenheit im Zustrom mit der im Abstrom ist unter den hier vorhandenen Randbedingungen (insbesondere starke Beeinflussung der GwBeschaffenheit bereits im Zustrom) u. E. nicht zielführend.



Als für das Projektareal spezifischer Schadstoff ist aufgrund des Befundes im wesentlichen die Gruppe der PAK zu betrachten. Hinsichtlich der horizontalen Verteilung dieses Parameters im untersuchten Abschnitt des Grundwasserkörpers ist festzustellen, dass im südöstlichen Randbereich des Projektareals die höchsten Konzentrationen nachweisbar sind. Diese hohen Konzentrationen dürften auf einen außerhalb des Projektareals, im Zustrom liegenden Schadensherd zurückzuführen sein. Der Einfluss dieses Schadensherdes auf die Grundwasserbeschaffenheit reicht u. U. bis in den mittleren Bereich des Projektareals.

Aus den durchgeführten Bodenuntersuchungen lässt sich ableiten, dass aus dem Projektareal – mit Ausnahme der ausgewiesenen Schadensbereiche – ein massiver Austrag von PAK nicht stattfindet. Die im Grundwasser ermittelten auffälligen Konzentrationen (d. h. Konzentrationen, die über dem Prüfwert der BBodSchV bzw. dem oPW-Wert liegen) sind wahrscheinlich auf einen stattfindenden diffusen Schadstoffaustrag aus nicht näher einzugrenzenden Teilbereichen und auch auf die Einflüsse des am südöstlichen Randbereich vermuteten Schadensherdes zurückzuführen. Ein sanierungsbedürftiger Grundwasserschaden liegt nicht vor.

Bedingt durch die physikalisch – chemischen Eigenschaften der PAK als spezifischer Schadstoff kann eine Konzentration auf dem Grundwasserstauer nicht ausgeschlossen werden. Aus den bisher durchgeführten Beprobungen ergeben sich diesbezüglich im vorliegenden Falle jedoch keine Hinweise. Zur Verifizierung wäre eine detaillierte Erkundung der Strömungsverhältnisse erforderlich.

Für einzelne Schadensbereiche:

Im Zuge der durchgeführten orientierenden und vertiefenden Erkundung wurden einzelne Schadensbereiche abgegrenzt, für die sich aus den vorgenommenen Gefährdungsabschätzungen (Ablagerungs-/Schadstoffinventar, Mobilität der Schadstoffe, Lage zum Grundwasser und Grundwasserbeschaffenheit im Schadensbereich) Sanierungs- bzw. Sicherungsbedarf ableiten lässt. Im einzelnen handelt es sich hierbei um folgende Schadensbereiche:

- Umfeld der Bohrung BK-4/02 und Gleistrassen bei Gebäude 130 (am südlichen Rand des Projektareals),
- Altablagerung beim Tennisplatz (im Bereich des geplanten Trassenkorridors),
- ehemaliger Kesselwagenanschluss und Leitungen bei Gebäude 119 (im Bereich des DCI-Geländes),
- ehemalige Tri-Anwendung im Gebäude 100/110 (im Bereich des DCI-Geländes),
- Mineralölschaden beim Pumpenhaus (Gebäude 97) und Schweröltanks (im Bereich des DCI-Geländes).



4.2 Empfehlungen und Vorschläge für die weitere Vorgehensweise

Im Zuge der Auswertung der vorliegenden geologischen/hydrogeologischen Daten haben sich eine Reihe von Fragestellungen ergeben die u. E. anhand weiterer Untersuchungen geklärt werden sollten. Die Zuständigkeiten für diese Untersuchungen sollten in Abstimmung mit der zuständigen Behörde festgelegt werden. Sie dürften aber u. E. zumindest für den Bereich des Brunnen 173 und die Klärung der Ursachen für die dort festgestellte PAK-Verunreinigung außerhalb des Zuständigkeitsbereichs der DB bzw. der DCI liegen.

(a) Grundwasserbeschaffenheit

Von den 23 im Projektareal vorhandenen Brunnen und Messstellen wurden 16 erstmalig beprobt. Zur Absicherung der Befunde wird empfohlen, zumindest eine weitere Beprobungsrunde durchzuführen. Diese Beprobung sollte möglichst zu einem Zeitpunkt mit fallenden Rheinwasserständen erfolgen, zu dem eine nach Norden / Nordosten gerichtete Grundwasserströmung vorliegt (bei der Beprobung im Juli 2002 lag eine Grundwasserströmungsrichtung nach W/NW vor).

(b) Grundwasserstände / Korrelation mit den Rheinwasserständen

Die Wasserstände sollten für die Dauer eines Jahres gemessen und dokumentiert werden. Anhand dieser Daten und der für den Pegel Maxau vorliegenden Daten zu den Rheinwasserständen können nähere Angaben zu der Korrelation zwischen den Grundwasserständen im Projektareal und den Rheinwasserständen gemacht werden. (Die Messung und die Dokumentation der Wasserstände im monatlichen Rhythmus ist bereits beauftragt und wird ausgeführt. Darüber hinaus werden in drei ausgewählte Messstellen Pegelschreiber eingebaut, so dass eine kontinuierliche Aufzeichnung der Wasserstände möglich sein wird.)

(c) Untersuchung der Hydrodynamik (bohrlochgeophysikalische Messungen)

Aus der Analyse der bisher entnommenen tiefengemittelten Grundwasserproben ergeben sich keine Hinweise auf eine Konzentration von PAK im unteren Bereich des Grundwasserleiters (über dem Stauer). Zur Verifizierung dieser Folgerung wird empfohlen, an ausgewählten (tiefen) Brunnen bzw. Messstellen die Hydrodynamik im Detail zu untersuchen. Dies kann mittels bohrlochgeophysikalischer Messungen nach dem Prinzip des „Fluid Logging“ erfolgen. Diese Messungen sollten sich hauptsächlich auf den Bereich der festgestellten PAK - Verunreinigung am südöstlichen Rand des Projektareals konzentrieren (Br-173 und Br-113). Aus Vergleichsgründen sollten auch zwei weitere Brunnen in diese Untersuchungen einbezogen werden (beispielsweise Br-163 und BK-42/02). Mit einer entsprechenden Methodenkombination kann auch der Ausbau der beiden ehemaligen Betriebsbrunnen Br-173 und Br-113 geklärt werden.

(d) Pumpversuche

Von der generellen Ausführung von Pumpversuchen bei der Probenahme (wie sie beispielsweise in [17] vorgeschlagen wird) wird im Hinblick auf die dann zu entsorgenden sehr großen Wassermengen abgeraten. Für ausgewählte Messstellen / Brunnen, aus denen auffällige Befunde vorliegen, sollten Pumpversuche dennoch in Erwägung gezogen werden. Es können damit eventuell sich einstellende Veränderungen der Konzentrationen erfasst und damit Rückschlüsse auf den Schadensherd ermöglicht werden. Es wird empfohlen, bei der Beprobung der Brunnen / Messstellen Br-173, Br-113, BK-43/02, BK-11/02, BK-32/02 und BK-3/01 Pumpversuche auszuführen. Die Versuchsbedingungen sollten so festgelegt werden, dass die erfasste Abstrombreite ≤ 20 m ist.



- (e) **Vertiefende Erkundung auf dem Gewerbegebiet West**
Im Rahmen einer vertiefenden Erkundung auf dem Gewerbegebiet West ist zu klären, ob die in der Messstelle BK-31/02 festgestellten Auffälligkeiten mit den im Umfeld dieser Messstelle und weiter nördlich vorhandenen Ablagerungen ursächlich zusammenhängen. Aus den bisher durchgeführten orientierenden Erkundungen ist bekannt, dass in diesem Bereich in den Auffüllungen erhöhte Anteile an imprägnierten Holzresten vorhanden sind). Die vertiefende Erkundung sollte – wie für die SO-Fläche – im Vorfeld einer konkret geplanten Umnutzung durchgeführt werden.
- (f) **Sanierung der bekannten Schadensbereiche**
Aus fachtechnischer Sicht ist es erforderlich, im Vorfeld bzw. im Zuge der geplanten Umnutzung der SO-Fläche die bereits bekannten Schadensbereiche so zu sanieren, dass eine davon ausgehende Grundwassergefährdung zukünftig ausgeschlossen werden kann. Es wird empfohlen, hierfür Sanierungsplanungen zu erstellen und diese der zuständigen Behörde zur Genehmigung vorzulegen.
- (g) **Recherche der im Umfeld vorhandenen Schadensbereiche**
Es wird empfohlen, zur Einschätzung des Einflusses des wahrscheinlich südöstlich des Projektareals vorhandenen Schadensherdes auf die Grundwasserbeschaffenheit mittels Recherche bei den zuständigen Stellen Angaben über Art und Ausdehnung sowie die vorhandenen Untergrundverhältnisse zu beschaffen und im Hinblick auf die Aufgabenstellung auszuwerten.
Ohne eine Klärung der Situation am südöstlichen Rand des Projektareals dürften u. E. weitere Untersuchungen der Grundwasserverhältnisse und ggf. Sanierungsmaßnahmen nicht zielführend sein.

Dipl. - Geol. Fleischer