

Kanton Basel-Landschaft

Bau- und Umweltschutzdirektion

Amt für Umweltschutz und Energie AUE

Hydrogeologische Verhältnisse im Gebiet der Trinkwassergewinnung Hardwald (MuttENZ, Kt. BL)

Synoptische Darstellung des aktuellen Wissensstands sowie Empfehlungen für die langfristige Nutzung

Bericht W1482B

vom 4. September 2008

Matousek, Baumann & Niggli AG · Geologiebüro usic · geologie@mbn.ch · www.mbn.ch

Mäderstrasse 8 · CH-5401 Baden · T +41 (0)56 222 09 45 · F +41 (0)56 221 50 45
Rebbergstrasse 136 · CH-8706 Meilen · T +41 (0)44 923 63 43 · F +41 (0)44 923 38 59
Dorfstrasse 40 · CH-8214 Gächlingen · T +41 (0)52 681 43 27 · F +41 (0)52 681 43 25

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage/Auftrag	1
2	Ziele und Vorgehen	2
2.1	Ziele	2
2.2	Kernfragen	2
2.3	Vorgehen	2
3	Geologisch-hydrogeologische Übersicht	4
3.1	Geologische Verhältnisse	4
3.2	Hydrogeologische Verhältnisse ¹	6
3.3	Chemische Beschaffenheit des Grundwassers	8
4	Potenzielle Schadstoffquellen	10
4.1	Deponien	10
4.1.1	Feldreben (MuttENZ)	10
4.1.2	Margelacker (MuttENZ)	13
4.1.3	Rothausstrasse (MuttENZ)	15
4.1.4	Holderstüdeli (MuttENZ)	18
4.1.5	Grube Robrinesen (MuttENZ)	18
4.1.6	Grube Hardacker (MuttENZ)	20
4.1.7	Grube Hofackerstrasse (MuttENZ)	21
4.1.8	Obere und Untere Hard (MuttENZ)	22
4.1.9	Sternenfeld (Birsfelden)	23
4.1.10	Langenhagstrasse (Birsfelden)	24
4.1.11	Rebäcker (Birsfelden)	25
4.1.12	Tramschlaufe (Birsfelden)	26
4.1.13	Lavaterstrasse (Birsfelden)	26
4.1.14	Hirschacker (Grenzach, D)	26
4.1.15	Deponie Fuchsbäumleacker (Grenzach, D)	28
4.1.16	Kesslergrube (Grenzach, D)	28
4.1.17	Salzlände (Grenzach, D)	30
4.2	Betriebsstandorte	31
4.2.1	Standorte im Gebiet des Rangierbahnhofs MuttENZ	31
4.2.2	Andere Betriebsstandorte	32
4.3	Schadenfälle SBB-Areale	33
4.3.1	Ölunfall SBB 1971	33
4.3.2	Ölunfall SBB 2003 / Grundwasser-Belastung 2006	33
4.3.3	Andere Schadenfälle	34
4.3.4	Risikobeurteilung der Bahnstrecken nach Störfallverordnung	35
4.4	Schweizerhalle Brand 1986	35
4.4.1	Brandereignis	35
4.4.2	Auswirkungen auf das Grundwasser nach dem Brand	36
4.4.3	Langfristige Auswirkungen auf das Grundwasser im Bereich Schweizerhalle/Hardwald	38
4.5	Schweizerhalle Industriegebiet	39
4.6	Kantonsstrasse und Autobahn	41
4.7	Auhafen	41

4.8	Birsfelder Hafen	44
4.9	Kanalisation	45
4.10	Rhein	46
4.11	Luftqualität	50
4.12	Im Untergrund vor Beginn der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG vorhandene Schadstoffe	51
5	Kritische Schadstoffe in Grund- und Trinkwasser im Gebiet MuttENZ / Hardwald / Grenzach	55
5.1	Vorbemerkungen	55
5.2	Grundwasseranalysen	56
5.3	In Grund- und/oder Trinkwasser des Hardwaldes und Umgebung nachgewiesene organische Schadstoffe	58
5.3.1	Toxikologische Bewertung vorhandener Schadstoffe	58
5.3.2	Im Grundwasser des Hardwaldes und angrenzender Gebiete vorhandene Schadstoffe	59
5.3.3	Im Trinkwasser aus dem Hardwald nachgewiesene Schadstoffe	67
5.4	Zusammenfassung: Räumliche Verbreitung von Schadstoffen	69
5.5	Eigenschaften der Schadstoffe	72
5.6	Vergleich mit Grundwasserdaten aus der Schweiz (NAQUA)	75
5.7	Grundwasserverhältnisse und -flussrichtungen im Hardwald	76
5.8	Datenanalyse	78
5.8.1	Grundwassermineralisation und Schadstoffgehalt	79
5.8.2	Korrelationen verschiedener Schadstoffe	87
5.8.3	Räumliche Zusammenhänge	91
5.9	Schadstofftransport im Hardwald	97
5.9.1	Vorbemerkung	97
5.9.2	Feldreben / Westrand des Hardwaldes	98
5.9.3	Auhafen	99
5.9.4	Birsfelder Hafen	101
5.9.5	Schweizerhalle	101
5.9.6	Rothausstrasse	102
5.9.7	Verschmutzungen im Untergrund des Hardwaldes vor Beginn der Anreicherung	102
5.9.8	Deponien auf deutscher Rheinseite: Kesslergrube, Hirschacker und Fuchsbäumleacker	102
5.9.9	Numerische Grundwassermodelle	103
5.9.10	Modell der Schadstofftransporte im Hardwald	104
5.10	Zusammenfassung: Fließwege und Schadstofftransport im Hardwald	106
6	Risikobewertung	108
6.1	Deponien	109
6.1.1	Feldreben (MuttENZ)	109
6.1.2	Margelacker (MuttENZ)	110
6.1.3	Rothausstrasse (MuttENZ)	111

6.1.4	Holderstüdeli (MuttENZ)	111
6.1.5	Grube Robrinesen (MuttENZ)	112
6.1.6	Grube Hardacker (MuttENZ)	112
6.1.7	Grube Hofackerstrasse (MuttENZ)	113
6.1.8	Obere und Untere Hard (MuttENZ)	114
6.1.9	Sternenfeld (Birsfelden)	114
6.1.10	Langenhagstrasse (Birsfelden)	115
6.1.11	Rebäcker (Birsfelden)	115
6.1.12	Tramschlaufe (Birsfelden)	116
6.1.13	Lavaterstrasse (Birsfelden)	117
6.1.14	Hirschacker (Grenzach, D)	117
6.1.15	Fuchsbäumleacker (Grenzach, D)	118
6.1.16	Kesslergrube (Grenzach, D)	119
6.1.17	Salzlände (Grenzach, D)	120
6.2	Betriebsstandorte	120
6.2.1	Standorte im Gebiet des Rangierbahnhofs MuttENZ	120
6.2.2	Andere Betriebsstandorte	121
6.3	Schadensfälle SBB-Areale	121
6.3.1	Ölunfälle SBB 1971 und 2006	121
6.3.2	Andere Schadensfälle	122
6.3.3	Risikobeurteilung der Bahnstrecken nach Störfallverordnung	123
6.4	Schweizerhalle Brand 1986	123
6.5	Schweizerhalle Industriegebiet	124
6.6	Kantonsstrasse und Autobahn	125
6.7	Auhafen	126
6.8	Birsfelder Hafen	127
6.9	Kanalisation	128
6.10	Rhein	129
6.11	Luftqualität	130
6.12	Im Untergrund vor Beginn der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG vorhandene Schadstoffe	131
6.13	Zusammenfassung	132
7	Folgerungen und Empfehlungen	134
7.1	Zusammenfassender Beschrieb der Schadstoffquellen und Fliesswege	134
7.2	Betrachtungen zu Risiken und Gegenmassnahmen	137
7.2.1	Verbesserung des Kenntnisstandes und der Sicherheit	138
7.2.2	Massnahmen zur Eliminierung der vorhandenen Schadstoffe im Grundwasser	138
7.2.3	Massnahmen zur Abwehr von Störfällen im Zuflussbereich der Brunnen im Hardwald	139
7.2.4	Massnahmen zur Abwehr von Verschmutzungen des Rheinwasser-Infiltrates	139
7.2.5	Massnahmen zur Optimierung der Grundwasserbewirtschaftung	140
7.3	Weiteres Vorgehen	140

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wichtigste Schadstoffe im am stärksten belasteten Deponiematerialtyp A in der Deponie Feldreben.....	13
Tabelle 2:	Wichtigste Schadstoffe im am stärksten belasteten Deponiematerialtyp A in der Deponie Rothausstrasse.	17
Tabelle 3:	Im Rahmen der TU der SBB untersuchte und bewertete Betriebsstandorte.	32
Tabelle 4:	Zusammenstellung vorliegender Trink- und Grundwasseranalysen organischer Schadstoffe aus dem Hardwald und angrenzenden Gebieten sowie Analysen des Rheinwassers.	56
Tabelle 5:	Vorhandene, im Screening nicht identifizierte Stoffe im Grundwasser des Hardwaldes 2006.	67
Tabelle 6:	Im Trinkwasser der Hardwasser AG gefundene organischen Schadstoffe. Messungen der IWB 2006.	68
Tabelle 7:	Im Trinkwasser der Hardwasser AG gefundene organische Schadstoffe 2006 (Greenpeace).	69
Tabelle 8:	Eigenschaften der wichtigsten im Grundwasser des Hardwaldes Schadstoffe.....	74
Tabelle 9:	Vergleich der Konzentrationen einiger Schadstoffe im Hardwald mit Daten aus NAQUA.	76
Tabelle 10:	Zusammenstellung der Schadstoffquellen bezüglich Risiko einer Gefährdung des Grundwassers des Hardwaldes.	133

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Abgedeckte Geologie	5
Abbildung 2:	Ausschnitt aus Karte der Grundwassergleichen.	8
Abbildung 3:	Lage der Brunnen und Piezometer im Bereich um die Halle 956 der Sandoz AG.	37
Abbildung 4:	Satellitenbild des Muttener Auhafens von Google Maps...	43
Abbildung 5:	Satellitenbild des Südtails des Birsfelder Hafens aus Google Maps.	45
Abbildung 6:	Vergleich Grundwasseranalysen des KL vom 10.12.2007 mit Analyseergebnissen des Rheinwassers bei Weil am Rhein aus den Jahren 2007/2008.	47
Abbildung 7:	Nicht-logarithmisches Schoeller-Diagramm von Grundwässern aus dem Hardwald und angrenzenden Gebieten.....	80
Abbildung 8:	Korrelation Ca resp. Cl und Tetrachlorethen im Hardwald.	83
Abbildung 9:	Box-Whisker-Plot der Ca-Konzentrationen mit Schwankungsbreite in den Brunnen der Hardwasser AG (2000 bis 2007).....	84
Abbildung 10:	Korrelation von Na & Ca und TCBD im Hardwald.	85

Abbildung 11: Korrelation von SO_4 & Cl und TCBD im Hardwald.....	86
Abbildung 12: Korrelation Tetrachlorethen mit HCBD & TCBD.	88
Abbildung 13: Korrelation Tetrachlorethen mit Trichlorethen.	89
Abbildung 14: Korrelation HCBD mit TCBD.	90
Abbildung 15: Darstellung der Calcium-Konzentration projiziert auf eine West-Ost Achse.....	91
Abbildung 16: Darstellung der Chlorid-Konzentration projiziert auf eine West-Ost Achse.....	92
Abbildung 17: Darstellung der Tetrachlorethen-Konzentration projiziert auf eine West-Ost Achse.	93
Abbildung 18: Darstellung der TCBD-Konzentration projiziert auf eine Ost-West Achse.....	94
Abbildung 19: Darstellung des Verhältnis' der molaren Konzentrationen TCBD/HCBD projiziert auf eine West-Ost-Achse.	95
Abbildung 20: Verhältnis TCBD-/Ca-Konzentration projiziert auf eine West-Ost-Achse.	96
Abbildung 21: Verhältnis TCBD-/Cl-Konzentration projiziert auf eine West-Ost-Achse.	96

Anhang

Anhang 1:	Liste der Unterlagen
Anhang 2:	Beantwortung der gestellten Fragen
Anhang 3:	Interviews

Beilagen

- Beilage 1: Lage potenzieller und nachgewiesener Schadstoffquellen, Situation 1:25'000
- Beilage 2: Lage von Grundwasserbeobachtungsstellen im Hardwald und Umgebung, Situation 1:25'000
- Beilage 3: Hexachlorbutadien-Konzentrationen im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 4: Pentachlorbutadien-Konzentrationen im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 5: Tetrachlorbutadien-Konzentrationen im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 6: Tetrachlorethen-Konzentrationen im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 7: Trichlorethen-Konzentrationen im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 8: Hexachlorethan-Konzentrationen im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 9: 1,1,1-Trichlorethan-Konzentrationen im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 10: Trichlormethan-Konzentrationen im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 11: 1,3-Dichlorbenzol-Konzentrationen im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 12: Methansulfonanilid- und N-Butyl-Benzolsulfonamid-Konzentrationen im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 13: Konzentrationen der nicht identifizierten Substanzen "BP86" und "BP172" im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 14: Konzentrationsverhältnis (molar) Tetrachlorbutadien / Hexachlorbutadien im Grundwasser, Situation 1:25'000
- Beilage 15: Ca- Konzentrationen im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 16: Cl-Konzentrationen im Grundwasser, Situation 1:20'000
- Beilage 17: Wahrscheinliche und mögliche Schadstofftransportwege im Hardwald, Situation 1:20'000
- Beilage 18: Vereinzelt nachgewiesene Schadstoffe im Grundwasser des Hardwaldes
- Beilage 19: Auswahl der Analyseergebnisse der Peripheriemessungen der Hardwasser AG 2003

Zusammenfassung

Im Gebiet des Hardwaldes (Gemeinde MuttENZ BL) wird seit mehreren Jahrzehnten mittels Rheinwasser-Infiltration Grundwasser zur Trinkwassergewinnung angereichert. Seit anfangs 2006 wird die Qualität des Trinkwassers aus dem Hardwald öffentlich diskutiert, ausgelöst durch eine Studie von Greenpeace, in welcher postuliert wird, dass organische Schadstoffe im Trinkwasser aus den umliegenden Deponien stammen sollen.

In der Vergangenheit wurden verschiedene Quellen für die schon seit einiger Zeit bekannten Schadstoffe im Grundwasser des Hardwaldes vermutet. Bisherige Untersuchungen befassten sich jedoch meist nur mit einem Teil der möglichen Quellen. In diesem Bericht wird diese Situation erstmalig in einer Gesamtschau betrachtet. Es wurden Dokumente und Analyseergebnisse bis Mai 2008 berücksichtigt.

Geologisch ist das Gebiet durch eine Horst-/Graben Tektonik geprägt. Die Felsunterlage bilden Gesteine des Muschelkalk, in Graben-Bereichen auch jüngere Gesteine des Keuper, Lias und Opalinuston. Über der Felsunterlage liegen Niederterrassenschotter. Der Obere Muschelkalk und die Niederterrassenschotter bilden kommunizierende Aquifere.

Die Grundwasserfliessrichtungen sind durch die künstliche Rheinwasser-Infiltration und die Entnahmen durch Trink- und Brauchwasserbrunnen auf schweizerischer und deutscher Seite geprägt. Die Infiltrationsrate im Hardwald ist grösser als die Entnahme, so dass sich nördlich des Rangierbahnhofs MuttENZ ein "Grundwasserberg" bildet.

In der Umgebung des Hardwaldes befinden sich auf schweizerischer und deutscher Seite zahlreiche Schadstoffquellen, die für einen Schadstoffaustrag Richtung Hardwald in Frage kommen. Es sind dies Deponien, in denen teils Abfälle aus der chemischen Industrie abgelagert wurden, aber auch Betriebs- und Industriestandorte, Verkehrswege, Güterumschlagshäfen, weitere Altlasten, Unfallereignisse, das Rheinwasser, die Luftqualität und vor der Rheinwasser-Infiltration aus Schadstoffquellen ausgeschwemmte, im Untergrund noch vorhandene Schadstoffe.

Anhand einer Risikobetrachtung der möglichen Schadstoffquellen sowie anhand der räumlichen Verteilung von Schadstoffen wurde untersucht, welche Schadstoffquellen ein erhöhtes Risiko für eine Beeinträchtigung des Grundwassers im Hardwald aufweisen. Es sind dies in erster Linie die Deponie Feldreben und der Auhafen. Für einige der anderen vorhandenen Schadstoffquellen ist das von ihnen ausgehende Risikopotenzial gering oder aufgrund des mangelhaften Kenntnisstandes unklar. Der Ausfall des Grundwasserberges und/oder von Trinkwasser-, Brauchwasser- sowie

Sanierungs-Brunnen kann eine Änderung der Risikoeinschätzung bewirken.

Die Konzentrationen der meisten im Grundwasser vorhandenen Schadstoffe nehmen mit der Entfernung zu ihrer Quelle deutlich ab. Daher sind nur einige wenige im Bereich der Brunnen im Hardwald nachgewiesenen Schadstoffe geeignet, um auf ihre Herkunft zu schliessen. Es sind im Wesentlichen chlorierte Butadiene, chlorierte Ethene, Methansulfonanilid, N-Butyl-Benzolsulfonamid sowie zwei weitere in Screenings nicht identifizierte Substanzen. Anhand ihrer räumlichen Verteilung und auf der Grundlage hydrogeologischer Modellvorstellungen konnte auf Fliesswege und Schadstofftransporte im Gebiet Hardwald geschlossen werden.

Die **Deponie Feldreben** im SW des Hardwaldes stellt mit grosser Wahrscheinlichkeit die Hauptquelle für die am West- und Nordwestrand des Hardwaldes sowie in den westlichen Brunnen der Hardwasser AG nachgewiesenen chlorierten Butadiene und anderen (chlorierten) Kohlenwasserstoffe dar.

Der **Auhafen** ist mit hoher Wahrscheinlichkeit die Quelle für die in den östlichen sowie in nördlich der Kantonsstrasse gelegenen Brunnen der Hardwasser AG und weiteren in diesem Gebiet gelegenen Messstellen nachgewiesenen Butadiene, Methansulfonanilid, N-Butyl-Benzolsulfonamid und zwei nicht identifizierten Schadstoffen.

Als weitere Schadstoffquellen für das Gebiet Hardwald können die Kesslergrube und auf deutschem Gebiet sowie das ehemalige BP-Areal im Birsfelder Hafen nicht völlig ausgeschlossen werden. Der Kenntnisstand zu diesen Objekten reicht zur definitiven Beurteilung nicht aus.

Die vorliegenden Befunde lassen für einige Schadstoffe im Grundwasser des Hardwaldes eine tendenzielle Abnahme der Konzentration mit der Zeit vermuten. Das Risiko, dass die generellen gesetzlichen Anforderungen an Trinkwasser überschritten werden, wird für den Normalzustand mit Rheinwasser-Infiltration und Pumpbetrieb in Schweizerhalle und des Florin-Brunnens als gering eingestuft. Die toxikologische Bewertung durch das BAG zeigt aber, dass Tetrachlorbutadien einen kritischen Schadstoff darstellt. Die toxikologisch kritische Tetrachlorbutadien-Konzentration von 75 ng/l im Grundwasser wurde gemäss neueren Analyseergebnissen der Jahre 2007 und 2008 in fast allen Brunnen mit Ausnahme der Brunnen der Gemeinde Muttenz (PW Auweg & PW Obere Hard) überschritten. Im Trinkwasser der Hardwasser AG, welches ein Mischwasser aus den verschiedenen Brunnen im Hardwald darstellt, liegt die Tetrachlorbutadien-Konzentration zwischen Mai 2007 und Mai 2008 bei 11 von 13 Probenahmen ebenfalls im toxikologisch kritischen Bereich.

Zur genaueren Beurteilung des Risikopotenzials bezüglich kritischer Schadstoffe wird eine Überwachung des Grundwassers empfohlen. Ziele

dieser Überwachung sind die Aktualisierung des Kenntnisstandes, die Eliminierung von wesentlichen Kenntnislücken sowie eine genauere und differenziertere Erkennung und Erfassung der problematischen Schadstoffe, ihrer zeitlichen Schwankungen und räumlichen Verteilung.

Das Messstellennetz sollte grossräumig angelegt und länderübergreifend sein. Die Beprobung des Grundwassers muss koordiniert sein und bestehende Programme sind zu berücksichtigen. Vor allem das Umfeld vorhandener kritischer Schadstoffbelastungen sollte abgedeckt werden. Neben einer periodischen Einzelbeprobung von Brunnen der Hardwasser AG sollte das Rheinwasser-Infiltrat in kürzeren Intervallen beprobt werden. Des Weiteren sollen vorhandene Kenntnislücken zum Auhafen behoben werden.

Aufgrund der Ergebnisse einer Überwachung kann über weitere Schritte entschieden werden. Diese können die Sanierung von Altlasten, vertiefte Risikobetrachtungen, eine Optimierung der Grundwassermodellierung oder der Grundwasserbewirtschaftung sowie die Erarbeitung von Interventionskonzepten beinhalten.

1 Ausgangslage/Auftrag

Im Gebiet Hardwald (Gemeinde MuttENZ BL) wird seit mehreren Jahrzehnten mittels künstlicher Grundwasseranreicherung Trinkwasser für ca. 100'000 Einwohner durch die Hardwasser AG gewonnen. Oberhalb von Schweizerhalle wird dem Rhein Wasser entnommen und im Hardwald über Kanäle und Teiche in die Rheinschotter versickert. Die Versickerungsmenge übersteigt die Entnahmemenge derart, dass ein so genannter „Grundwasserberg“ entsteht, der den Zustrom fremden Grundwassers verhindern soll. Es besteht eine Kommunikation zwischen dem Grundwassersystem in den Schottern und dem der liegenden Muschelkalkschichten.

Rings um den Hardwald und auch auf deutschem Gebiet (rechtes Rheinufer) sind verschiedenste aktuelle und ehemalige anthropogene Nutzungen vorhanden.

Seit anfangs 2006 wird die Qualität des Trinkwassers aus dem Hardwald vermehrt öffentlich diskutiert, ausgelöst durch eine Studie von „Greenpeace“, in welcher postuliert wird, organische Schadstoffe im Trinkwasser würden aus den umliegenden Deponien stammen.

Mit Schreiben vom 23. November 2006 hat uns die Fachstelle Grundwasserschutz des Kantons Basel-Landschaft zur Erstellung einer Offerte eingeladen. Darin steht u. a.:

„Für die Hardwasser AG wie auch für den Kanton als Aufsichtsbehörde stellt sich heute angesichts der vielen Einflussfaktoren und der komplexen hydrogeologischen Situation sowie der verschiedenen bereits durchgeführten Studien im Gebiet Hardwald die Frage, was der effektive Kenntnisstand ist und welche Arbeiten prioritär erledigt werden müssten, um die Situation besser beurteilen zu können.“

Die Antworten auf diese Fragen bilden eine Entscheidungsgrundlage für das weitere Vorgehen. Am 6. Februar 2007 erhielten wir den schriftlichen Auftrag für die Durchführung der offerierten Arbeiten. Im Mai 2008 wurden wir beauftragt, den im November 2007 abgelieferten Berichtsentwurf durch aktuelle Erkenntnisse und Daten zu ergänzen.

2 Ziele und Vorgehen

2.1 Ziele

Ziele der vorliegenden Untersuchungen sind:

- den gegenwärtigen Wissensstand,
- die daraus sich ergebenden Folgerungen,
- die noch offenen Kernfragen
- sowie Empfehlungen für das weitere Vorgehen

für die Situation des Grund- und Trinkwassers Hardwald darzustellen.

2.2 Kernfragen

Die folgenden **Kernfragen** sollen dabei beantwortet werden:

1. Welches sind die Faktoren, die das Grund- und Trinkwasser im Gebiet MuttENZ/Hardwald beeinflussen?
2. Was ist der Einfluss dieser Faktoren auf die Grund- und Trinkwasserqualität?
3. Gibt es Leit- oder Indikatorsubstanzen für diese Faktoren?
4. Wie ist die Situation für kritische Substanzen zu beurteilen?
5. Was sind die offenen Fragen in der Grundwasserzirkulation im Gebiet MuttENZ/Hardwald?
6. Welche Kenntnisse müssen noch erarbeitet werden?

2.3 Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden die potenziellen Schadstoffquellen, welche einen Einfluss auf die Grundwasserqualität im Hardwald haben könnten, identifiziert. Der Betrachtungsperimeter wurde iterativ dem Kenntnisstand angepasst. Grundlage für die Untersuchungen bildeten vom AUE Liestal zur Verfügung gestellte Unterlagen sowie eigene Recherchen.

Erster Schritt

Mit Wissensträgern wurden Interviews durchgeführt, um möglichst rasch auf die Kernfragen zu stossen und eventuell Zugang zu weiteren Unterlagen zu erhalten. Folgende Personen wurden in den Monaten April bis August 2007 befragt:

Interviews

- U. Rohr, Novartis AG, IG DRB
- Dr. R. Hürzeler, Ciba Spezialitätenchemie AG, IG DRB
- W. Märki und Th. Gabriel, Hardwasser AG
- Dr. N. Jäggi, Kantonschemiker, Basel-Landschaft
- E. de Haas, J. Fleck, H. Herberg, W. Otto, alle Landratsam Lörrach, D.
- Prof. Dr. P. Huggenberger, Universität Basel

Weiterhin wurden Herr H. Argenton (Fachstelle Gewässerzustand und Ereignisdienst, AUE BL) sowie Herr Dr. M. Gruhl (Fachstelle Altlasten) befragt. Ausserdem wurden einige Telefongespräche mit weiteren Fach- und Amtsstellen geführt.

Es hat sich gezeigt, dass die Interviews alleine keine ausreichende Informationsbasis ergeben. Sie waren jedoch als Anlauf- und Informationsstelle für die Beschaffung der massgebenden Dokumente notwendig. Mithilfe weiterer erhaltener Dokumente konnten die potenziellen Schadstoffquellen hinsichtlich vorhandener Schadstoffe oder des schon erfolgten Schadstoffaustrages ins Grundwasser bewertet werden (Kapitel 4). Die dabei durchgeführten Recherchen übertrafen das angestrebte Mass deutlich. Eine Bewertung der Schadstoffquellen und damit eine Beantwortung der Kernfragen wäre ohne Einbezug dieser umfangreich recherchierten Unterlagen nicht möglich gewesen.

Weitere Informationsquellen

In Kapitel 5 werden die Grund- und Trinkwasseranalysen anhand der zur Verfügung stehenden hydrogeologischen Grundlagen unter Berücksichtigung hydrochemischer und hydraulischer Aspekte analysiert. Darauf basiert ein hydrogeologisches Modell der Grundwasserfliesswege und der Schadstofftransporte, welches die in den Brunnen der Hardwasser AG nachgewiesenen relevanten Schadstofffunde weitgehend erklären kann.

Analyse der Grund- und Trinkwasserdaten, konzeptuelles Modell

Die einzelnen potenziellen Schadstoffquellen werden im Kapitel 6 hinsichtlich ihres Risikos einer negativen Beeinflussung der Grund- und Trinkwasserqualität im Hardwald bewertet: Neben der Bewertung des Kenntnisstandes zu diesen potenziellen Schadstoffquellen wird dabei abgeschätzt, wie wahrscheinlich ein Schadstofftransport von der jeweiligen Quelle bis zu einem Brunnen der Hardwasser AG ist, welche Schadstoffe dies betrifft und wie gross das wahrscheinliche Ausmass des Austrags ist (Gefährdungspotenzial).

Bewertung der Schadstoffquellen

Auf Grundlage dieser Risikobetrachtung werden im Kapitel 7 Vorschläge für das weitere Vorgehen gemacht sowie offene Fragen genannt.

Weiteres Vorgehen

3 Geologisch-hydrogeologische Übersicht

3.1 Geologische Verhältnisse¹

Der Felsuntergrund im Gebiet Birsfelden-Muttenz-Schweizerhalle-Wyhlen-Grenzach ist durch Horst-Graben-Tektonik geprägt. Im W verläuft die etwa NNE-SSW gerichtete Rheintalflexur, entlang der die W-Seite gegenüber der E-Seite um ca. 1'000 m abgesunken ist und den E-Rand des Rheintalgrabens bildet. Im E bei Schweizerhalle verläuft der SW-NE gerichtete, ca. 500 m breite Wartenberg-Graben, in welchem der Felsuntergrund über 100 m tiefer versetzt wurde. Die Gesteinschichten fallen tendenziell leicht nach Süden ein. Die Felsunterlage im N besteht somit aus älteren Gesteinen als im S.

Tektonik

Die ältesten Gesteine der Felsunterlage bildet die Anhydritgruppe des Muschelkalk (Evaporite, Dolomite, Mergel, Rauwacken). Diese treten in Horst-Bereichen auf. Darüber folgen Hauptmuschelkalk und Trigonodus-Dolomit, letzterer beschränkt sich auf das Gebiet S des Rangierbahnhofes. In Graben-Bereichen (Hard-Graben, Wartenberg-Graben) treten teils jüngere Gesteine wie Keuper (Mergel, Siltsteine, Tonsteine, Gips, Sandsteine, mergelige Dolomite) Mergel des Lias und Opalinuston auf.

Gesteine

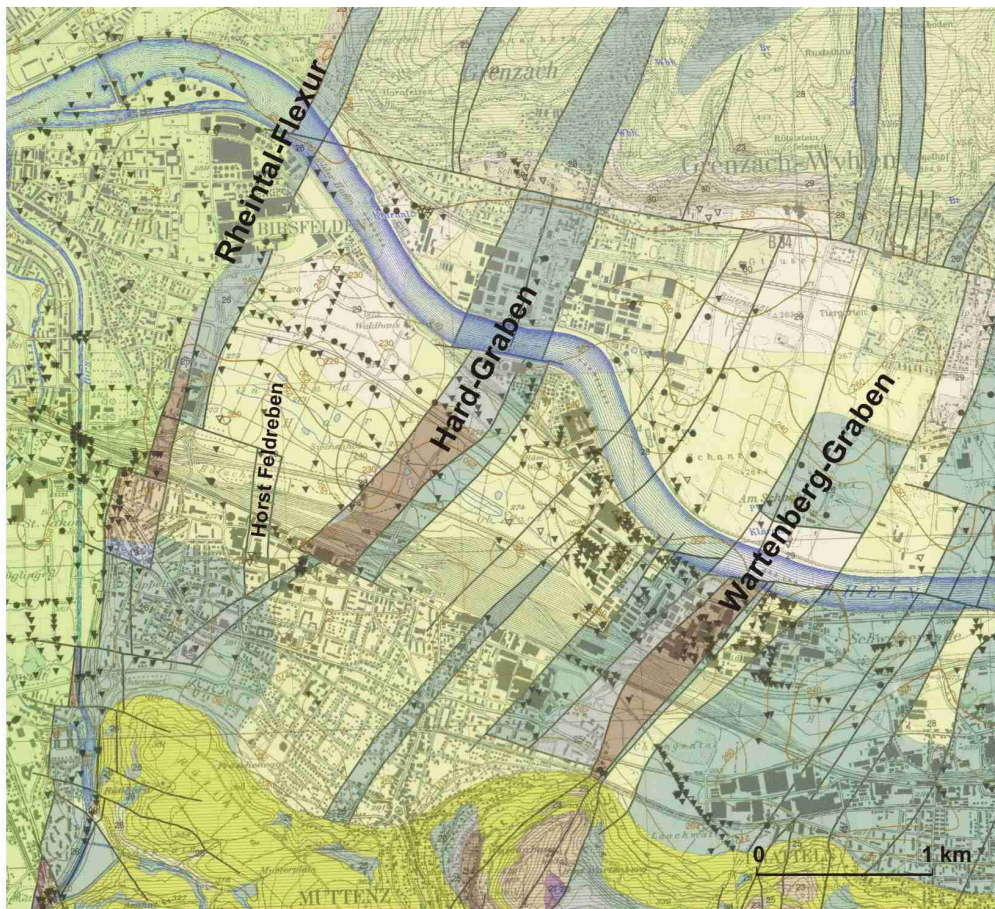
Die Felsoberfläche liegt südlich des Rangierbahnhofes auf etwa 260 - 270 m ü.M. nördlich davon bis und mit deutscher Seite auf etwa 230 - 250 m ü.M. Lokal kann sie tiefer sein, bedingt durch Dolinen, eingestürzte Karsthöhlen und Erosionsrinnen des Ur-Rheins.

Felsoberfläche

Über der Felsunterlage folgen stellenweise lehmig-sandige, wahrscheinlich ältere Schotter und eine lehmig-kiesige Übergangsschicht, beide meist von geringer, lokal jedoch teils mächtiger Ausbildung. Diese Ablagerungen sind nicht (mehr) überall vorhanden. Darüber folgen etwa 5 - 50 m mächtige sandig-kiesige Niederterrassenschotter. Ihre Mächtigkeit ist im zentralen Talbereich bedeutender als randlich. Die Niederterrassenschotter können mit einer 2 - 3 m mächtigen Deckschicht (lehmige Kiese) überdeckt sein.

Lockergesteine

¹ Verwendete Unterlagen: [1], [2], [3], [4], [5], [6], [15], [23], [24], [26], [46], [49]



Geologische Einheiten

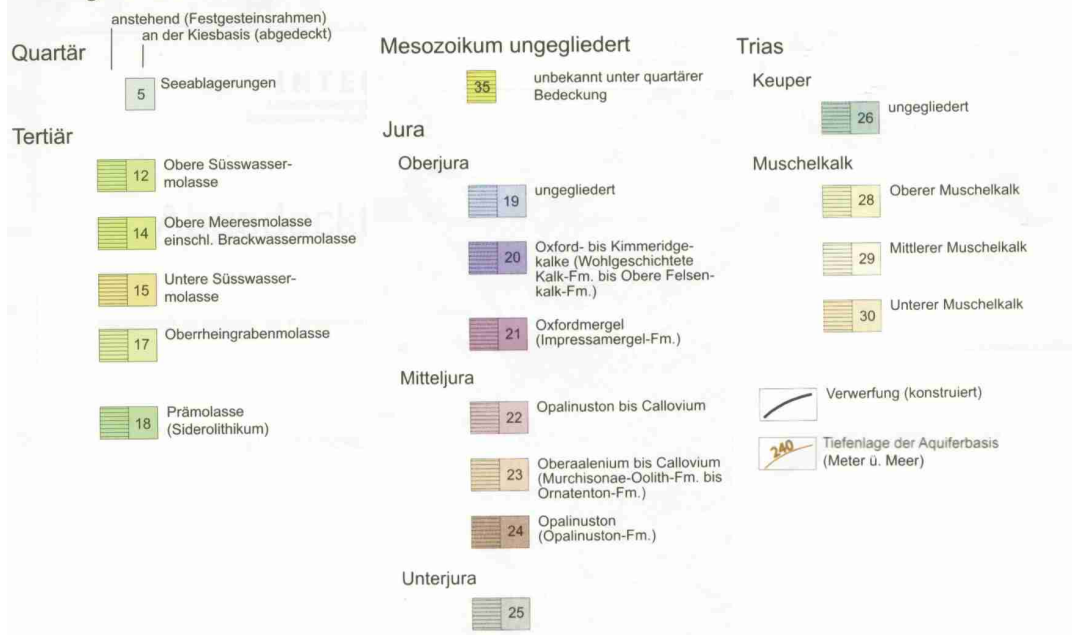


Abbildung 1: Abgedeckte Geologie (Auszug aus [15])

3.2 Hydrogeologische Verhältnisse¹

Festgesteine

Der etwa 50 - 60 m mächtige Hauptmuschelkalk, und untergeordnet der Trigonodus-Dolomit sowie die Dolomitzone bilden einen ergiebigen Kluft- und Karstaquifer (nachfolgend Muschelkalkaquifer genannt). Das Grundwasser zirkuliert hier hauptsächlich entlang von bevorzugten Fließwegen wie offenen Klüften und Karststrukturen. Die Durchlässigkeit des Gesteins muss als gut bis sehr gut eingestuft werden. Grundwasserstauer für diesen Aquifer bilden die geringdurchlässigen Gesteine der Anhydritgruppe. Die NNW-SSE verlaufenden Horste und Gräben mit geringdurchlässigen Gesteinen dar (Rheintal-Graben mit Dogger, Wartenberg-Graben bzw. Hard-Graben mit Opalinuston) stellen Barrieren für den Grundwasserfluss. Unter natürlichen Bedingungen floss das Grundwasser Richtung Rhein, der den regionalen Vorfluter bildet. Da der Karstaquifer mit dem Lockergesteinsaquifer (siehe unten) hydraulisch verbunden ist, ist insbesondere im Bereich von geringdurchlässigen Barrieren mit einem Aufstieg von Karstgrundwasser aus tieferen Lagen in die Lockergesteine zu rechnen. Durch die Rheinwasser-Infiltration der Hardwasser AG bildet sich ein "Grundwasserberg". Die höchsten Grundwasserstände befinden sich im Bereich des Hardgrabens über geringdurchlässigen Festgesteinen. Im Gebiet W des Hardgrabens sind die Grundwasserstände nahe den Infiltrationsweihern- und Gräben tiefer als S davon.

Aquifer,
Zirkulationsverhältnisse,
Durchlässigkeit,
Fließrichtung

Lockergesteine

Die Niederterrassenschotter bilden einen gut durchlässigen Porengrundwasserleiter. Die Grundwassermächtigkeit beträgt um 10 - 15 m, kann stellenweise jedoch auch 40 m und mehr erreichen (Abbildung 2). Auffällig sind dabei trichterförmige Vertiefungen der Felsoberfläche (Südwesten des Hardwaldes bei C.211, Westrand des Hardgrabens nördlich der Autobahn, nahe Kantonsstrasse bei A1 und A.30), welche als Karststrukturen (Dolinen) gedeutet werden. Der Grundwasserspiegel liegt etwa bei 251 - 254 m ü.M., stellenweise erreicht er bis zu 260 m ü.M. ("Grundwasserberg", siehe unten).

Aquifer

Ursprünglich, d.h. vor einer massgeblichen anthropogenen Beeinflussung, floss das Grundwasser wahrscheinlich in Richtung Rhein als Vorfluter, d.h. auf schweizer Seite gegen N und NW, auf deutscher Seite gegen SSW und SW.

Ursprüngliche Fließrichtung

Mit dem Bau des Birsfelder Wehrs und Betriebsaufnahme des Kraftwerkes 1954 hat der Rückstau des Wassers das Gefälle oberhalb des Wehrs verflacht und im Bereich des Wehrs lokal verstärkt. Durch die Reduktion des

Birsfelder Wehr

Gefälles ist das Rheinbett vermutlich verstärkt kolmatiert, sodass sich die Wechselwirkung mit dem Grundwasser reduziert bzw. auf den Bereich unterhalb des Wehrs verlagert hat. Die Pegelschwankungen des Rheins sind oberhalb des Wehrs wesentlich geringer als vor dem Bau des Wehrs und liegen im Bereich von Dezimetern.

Ab 1951 begann die Hardwasser AG im Hardwald versuchsweise, und ab 1956 regelmässig Grundwasser zur Trinkwassernutzung zu fördern, allerdings konnte die Qualität nicht befriedigen. Ab 1958 wurde Rheinwasser infiltriert und die Anlage bis 1977 etappenweise ausgebaut. Diese künstliche Grundwasseranreicherung bewirkt eine Erhöhung des Grundwasserspiegels im zentralen Bereiche des Hardwald um etwa 5 - 6 m ("Grundwasserberg").

Trinkwassernutzung durch
Hardwasser AG,
Rheinwasser-Infiltration

Parallel dazu werden heute verschiedene grössere Brauch- und Trinkwasserfassungen betrieben, die eine künstliche Grundwasserabsenkung bewirken. Solche Fassungen befinden sich auf deutscher Seite im Industriegebiet von Grenzach (Brauchwasserbrunnen der Ciba) und entlang des Rheins bei Schanz (Trinkwasserbrunnen von Wyhlen). Auf schweizer Seite befindet sich ein Brauchwasserbrunnen mit bedeutender Förderrate bei Schweizerhalle und auf der N-Seite der ehemaligen Deponie Feldreben wird im Florin-Brunnen Deponiewasser abgepumpt.

Weitere
Grundwasserentnahmen

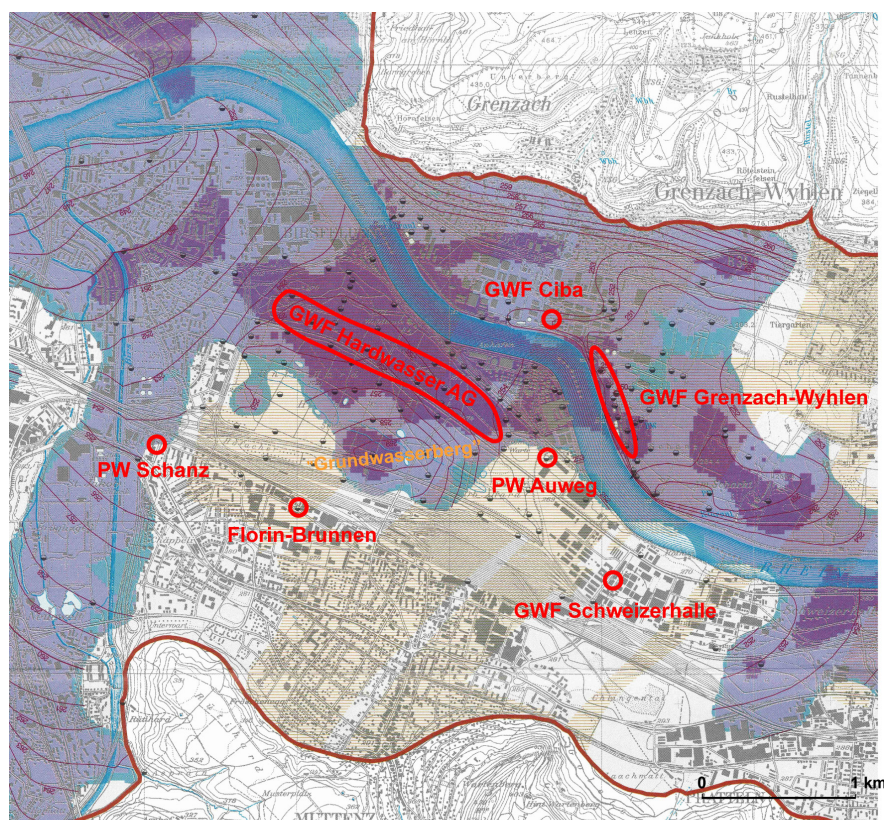
Diese massiven Eingriffe verursachen eine völlige Änderung der ehemaligen Fliessrichtungen. Durch die künstliche Rheinwasseranreicherung der Hardwasser AG bildet sich zwischen Bahnhof Muttenz und dem Auhafen eine Wasserscheide. Der "Grundwasserberg" setzt sich auf deutscher Seite wahrscheinlich fort (vgl. Grundwassergleichenkarte in [15]). Auf Schweizer Seite fliesst das Grundwasser W der Wasserscheide gegen NW dem Rhein (als Vorfluter unterhalb dem Birsfelder Wehr) zu. Als Grundwasser senken wirken auch die Entnahmebrunnen der Hardwasser AG im Hardwald. Auf der E-Seite fliesst das Grundwasser nach SE gegen Schweizerhalle dem dortigen Brauchwasserbrunnen zu. Auf deutscher Seite ist im E des Betrachtungsperimeters (Abbildung 2) die generelle Fliessrichtung nach S gerichtet. Die Ursache liegt in der künstlichen Senke, die durch den Pumpbetrieb in Schweizerhalle auf schweizer Seite verursacht wird. Wird dieser Pumpbetrieb eingestellt, fliesst das Grundwasser gegen SW und gelangt in die Brunnen der Trinkwasserversorgung von Grenzach-Wyhlen. Im W fliesst das Grundwasser nach SSW bis SW. Im Bereiche der vermuteten Fortsetzung des "Grundwasserberges" ist eine Richtungsänderung nach SE feststellbar.

Auswirkungen auf die
Fliessrichtung

3.3 Chemische Beschaffenheit des Grundwassers

Die Grundwasserchemie wird durch die petrografische Zusammensetzung der durchflossenen Gesteine und die anthropogene Bewirtschaftung geprägt. Anthropogene Faktoren sind die Infiltration von Rheinwasser im Gebiet Hardwald sowie der Eintrag von Schadstoffen über Emissionsquellen wie z.B. Deponien, Altlasten, Unfallereignisse, Industriebetriebe, Schiffs-, Bahn- und Strassenverkehr, usw.

Einflüsse



Grundwassergleichen

- Grundwasserhöhe in m ü. Meer (Schweizer Höhensystem), Messung zwischen 6.11. und 8.11.2000
- Grundwassermessstelle der Stichtagsmessung
- Gewässerpegel der Stichtagsmessung
- Karstgrundwasserleiter an der Basis der quartären Kiese

Grundwassermächtigkeit

- 0 m
- >0 - 2 m
- >2 - 10 m
- >10 m

Abbildung 2: Ausschnitt aus Karte der Grundwassergleichen [15] mit Darstellung der wichtigsten Grundwasserfassungen.

Das im Festgestein (Hauptmuschelkalk) zirkulierende Grundwasser hat eine Gesamtmineralisation um 500 mg/l und ist als hartes Hydrogenkar-

Mineralisation

bonat-Wasser zu bezeichnen. Kontakt mit Evaporitgesteinen kann zudem lokal zu einer erhöhten Na und Cl-Konzentration im Wasser führen. Südlich und nördlich des Hardwaldes dominieren bei grösserem Abstand zum "Grundwasserberg" Wässer mit einem für Karbonat- und Sulfatgesteine typischen Gehalt von 50 bis 100 mg/l SO_4 . Cl ist in Konzentrationen zwischen ca. 20 und 100 mg/l vorhanden. Die Sulfat- und Chlorid-Gehalte sind vor allem im Umkreis der Deponie Rothausstrasse hoch und liegen teils deutlich über den vorgenannten Werten. Hauptquellen sind die leicht löslichen Evaporite des Mittleren Muschelkalkes und des Keuper. Ein gewisser Beitrag aus Deponiesickerwasser kann jedoch nicht ausgeschlossen werden (siehe auch [1] bis [3], [46]).

Das Wasser in den Lockergesteinen wird durch das Rheinwasser-Infiltrat mit deutlich geringerer Mineralisation im Hardwald geprägt. Es bildet sich ein mittelhartes Wasser mit einer Gesamtmineralisation um 200 - 300 mg/l. Die Hydrogenkarbonat-, Chlorid- und Nitratgehalte sind gering. Der Sulfatgehalt liegt meist unter 30 mg/l. Der Verdünnungseffekt ist am Westrand des Hardwaldes jedoch deutlich geringer.

Als Folge der intensiven Grundwassernutzungen haben sich nicht nur die regionalen Grundwasserfliesswege verändert, sondern auch die hydrochemische Zusammensetzung des Grundwassers.

Spurenstoffe wie Pestizide, Komplexbildner, BTEX und MTBE sowie flüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, PAKs, Phenole, PCB und verschiedene umweltrelevant Stoffe sind in geringen Konzentrationen (Mikro- und Nanogramm-Bereich) im Grundwasser nachweisbar. Höhere Konzentrationen finden sich vorwiegend im Bereiche ehemaliger Deponien. Teils wurden und werden sie jedoch auch durch das Rheinwasser-Infiltrat ins Grundwasser eingetragen. Andere Emissionsquellen sind denkbar.

Spurenstoffe

Speziell zu erwähnende, im Grundwasser vorhandene Spurenstoffe sind Hexachlorbutadien, Tetrachlorbutadien, Methansulfonanilid, PCB sowie Tri- und Tetrachlorethen. Greenpeace sieht ihren Ursprung in den von der Basler Chemie mitbenutzten Deponien in der Umgebung und strebt deren Sanierung an.

4 Potenzielle Schadstoffquellen

In diesem Kapitel werden die identifizierten potenziellen Standorte und Objekte, welche als Schadstoffquellen für das Grundwasser im Gebiet Birsfelden-Muttenz-Schweizerhalle-Wyhlen-Grenzach infrage kommen, im Detail kurz beschrieben. Ihre jeweilige Lage ist aus Beilage 1 ersichtlich.

4.1 Deponien

4.1.1 Feldreben (Muttenz)

Geologische Verhältnisse

Im Deponiebereich besteht die Lockergesteinsabfolge aus bis max. 3-4 m künstlicher Auffüllung, geringmächtigen Deckschichten, 6.5 - 14.5 m gut durchlässigen sauberen bis schwach siltigen Niederterrassenschottern und im nördlichen Randbereich aus 2 - 6 m einer Übergangsschicht und älteren Schottern. In der westlichen Hälfte fehlen im Bereich eines ehemaligen kleinen Felsabbaus von ca. 30 x 30 m Ausdehnung die Niederterrassenschotter unter der Deponie, das Deponiematerial liegt auf Hauptmuschelkalk/Trigonodus-Dolomit. Die Untergrenze der Niederterrassenschotter fällt von einem Hochbereich am zentralen Südrand der Deponie nach W resp. NE steil und nach NW mit geringerem Gefälle ab. Darunter steht meist eine Schicht aus gering durchlässigem Lockermaterial an [70].

Feldreben,
Geologie

Die Felsunterlage wird hauptsächlich aus einige Zehnermeter mächtigem, gut durchlässigem, verkarstetem Hauptmuschelkalk gebildet, der leicht nach S einfällt. Im SE der Deponie bildet ein Ausläufer des Hardgrabens mit bis ca. 18 m mächtigem, geringdurchlässigem Keuper (Gipskeuper, Lettenkohle) die Felsoberfläche. Darunter folgt Trigonodus-Dolomit und Hauptmuschelkalk mit einer Mächtigkeit über 60 m. Im nördlichen Bereich der Deponie steht Trigonodus-Dolomit und Hauptmuschelkalk an der Felsoberfläche an. Westlich der Deponie befindet sich der Horst Feldreben mit über 80 m mächtigen Gesteinen der Anhydritgruppe. Entlang diesem Horst verläuft eine N-S verlaufende, komplex aufgebaute Störungszone.

Die Felsoberfläche ist unregelmässig und weist "Löcher" und Senken auf, welche vermutlich mit der Bruchtektonik und/oder Karst- und Verwitterungserscheinungen zusammenhängen.

Hydrogeologische Verhältnisse

Der Grundwasserspiegel im Deponiebereich liegt grösstenteils im durchlässigen Hauptmuschelkalk, im Mittel rund 20 m u.T. Die tiefsten Grundwasserstände liegen etwa 2 m tiefer, die höchsten 1 -2 m höher, das Niveau der ehemaligen Grubensohle liegt im ungesättigten Bereich. Das Grundwasserniveau sowie die Grundwasserfliessrichtungen werden im Wesentlichen durch die Rheinwasser-Infiltration im Hardwald sowie durch den Betrieb der Florin-Brunnen mit einer Fördermenge von ca. 1 Mio. m³ pro Jahr) gesteuert. Die Anströmung des Deponieareals erfolgt generell von NE. Das Grundwassergefälle im Bereiche der Deponie ist sehr gering, die Lage von Wasserscheiden ist variabel und nur schwer erfassbar.

Hydrogeologie

Ab 1951 begann die Hardwasser AG Grundwasser aus Brunnen im Hardwald zu fördern. Das ursprüngliche S - N gerichtete, natürliche Grundwassergefälle und damit die Fliessgeschwindigkeiten wurden im Gebiet Feldreben durch diese Grundwasserentnahme höchstwahrscheinlich erhöht. 1954 erfolgte der Bau und Aufstau des Birsfelder Wehrs, was auch im Abströmbereich der Deponie Feldreben zu einer Verflachung des Gefälles und einer Änderung der Fliessrichtung führte. 1958 wurde mit der Rheinwasser-Infiltration begonnen, welche die regionalen Grundwasserflüsse stark beeinflusste und lokal sogar zu deren Umkehrung führte (siehe auch Abschnitt 3.2).

Das Grundwasser im Deponiebereich fliesst im Hauptmuschelkalk einerseits gegen S bis SE ab, bedingt durch die Senke, welche der Brauchwasserbrunnen bei Schweizerhalle verursacht ([4], [9], [15], [70]). Andererseits erfolgt ein Abfluss in N bis W-Richtung, mit Grundwasserübertritt in die Lockergesteine (siehe Kapitel 5). Komplex werden die lokalen Grundwasserverhältnisse unter anderem durch die Grundwasserentnahme im Florinbrunnen und den Stockwerkbau im Lockergesteins- und Festgesteinsaquifer sowie durch die Zerlegung des Untergrundes in durchlässige und gering durchlässige Festgesteinsschollen (Horste, Gräben). Im SE-Bereich der Deponie liegen im Fels unter der Bedeckung von Gipskeuper/Lettenkohle leicht gespannte Grundwasserverhältnisse vor.

Durch die Überbauung des Grubenareals wird die Infiltration von Meteorwasser zwar verringert, dennoch kommt es zu einem Austrag von Deponeinhaltsstoffen bis zur Grundwasseroberfläche in ca. 20 m Tiefe.

Angaben zur Deponie

In der Grube Feldreben wurde spätestens seit 1918 Kies abgebaut [47]. Schon in den ersten Betriebsjahren finden sich neben Hinweisen auf die Kiesausbeutung auch solche auf Teilauffüllungen oder Umlagerungen. Ciba und Geigy besitzen nach 1945 Parzellen der Gruben. Die Grube wurde

Angaben zur Deponie

nach Osten weiter ausgedehnt; im Westteil wurde unter der den Niederterrassenschottern anstehender Muschelkalk auf eine Fläche von ca. 30 x 30 m abgebaut. Bis zum Verbot von 1957, welches der deutlichen im Florinbrunnen aufgetretenen Grundwasserverschmutzung folgte, wurden industrielle Abfälle in der Grube abgelagert. Den Auflagen zur Entfernung von wassergefährdenden Stoffen aus der Deponie sowie zur Ablagerung ausschliesslich von Aushub und Bauschutt wurde nicht im vollen Umfang nachgekommen. Spätestens 1967 war die Grube Feldreben aufgefüllt und wurde später überbaut.

Über Art und Umfang der abgelagerten industriellen Abfälle liegen nur Schätzungen vor [70]. Danach kann die Deponie Feldreben in 3 Teilbereiche unterschieden werden. Teilbereich 1 mit ca. 210'000 m³ umfasst den am stärksten belasteten "zentralen Schadstoffherd", in dem sich ca. 60% der Schadstoffe befinden. Ca. 2 t der insgesamt 465 t KW entfallen auf leichtflüchtige (chlorierte) Kohlenwasserstoffe. Die Gesamtmenge dieser LKW beträgt 2.8 t.

Im unmittelbaren Deponieumfeld befindet sich eine Vielzahl von Messstellen, in denen teils hohe Schadstoffkonzentrationen nachgewiesen wurden. Diese haben sich seit der Entdeckung des rötlich und gelbbraun gefärbten Wassers im Florin-Brunnen 1957 - mit bis Anfang der 1970er Jahre noch auffälligem Geruch [54] - sicher verringert. 1957 waren bis über 50 mg/l phenolhaltige Substanzen vorhanden, die Analysen bei U2 Kamp 1 aus dem Jahr 2006 zeigen in F5 maximal 288 ng/l Phenol (inklusive anderer Phenolderivate) und damit ca. 1/200'000 der Konzentration vor 50 Jahren.

Tabelle 1 zeigt die wichtigsten Schadstoffe im Deponiematerial. Es konnte mittels MIP-Sondierungen ein Bereich besonders hoher Schadstoffkonzentrationen (Hot-Spot) eingegrenzt werden, welcher durch Bodengasmessungen und Materialproben bestätigt werden konnte. Dieser Hot-Spot liegt über und um den ehemaligen Felsabbau. In den Bodengasmessungen wurde unter anderem Vinylchlorid bestimmt, welches im Grundwasser nicht nachgewiesen wurde, aber wegen seiner Toxizität problematisch ist.

Die Schadstoffkonzentrationen nehmen mit zunehmender Tiefe gegen die Deponiebasis tendenziell zu.

Tabelle 1: Wichtigste Schadstoffe im am stärksten belasteten Deponiematerialtyp A in der Deponie Feldreben (Feststoffproben).

Stoff	Durchschnittswert	Extremwert
KW gesamt	2'500 mg/kg	46 g/kg
PAK	130 mg/kg	über 1'000 mg/kg
Halogenierte KW davon ca. 50% Tetrachlorethen 15% Trichlorethen 10% Chlorbenzol 10% cis-1,2-Dichlorbenzol Hexachlorethan Hexachlorbutadien	5'000 µg/kg 87 µg/kg	88'000 µg/kg 900 µg/kg
BTEX	9.5 mg/kg	130 mg/kg
Schwermetalle Cr, Cu, Pb, Zn	500 bis 1'000 mg/kg	Cr: 29 g/kg

Die Schadstoffe im Grundwasser werden im Kapitel 5 dargestellt.

Stand der Arbeiten

Die Historische Untersuchung und die 1. und 2. Etappe der Technischen Untersuchung wurden im Herbst 2007 abgeschlossen. Die Deponie Feldreben wurde aufgrund Überschreitung der Hälfte eines Konzentrationswertes (CKW) gemäss AltIV im Grundwasser im Abstrom der Deponie als sanierungsbedürftig eingestuft.

Stand der Arbeiten

4.1.2 Margelacker (MuttENZ)

Geologische Verhältnisse

Gemäss den neueren Untersuchungsergebnissen in [46] liegt die W-Hälfte der Deponie Margelacker über dem SW Ausläufer des Hardgrabens, welcher sich im Untergrund bis in den E-Teil der Grube Feldreben, durch den Hardwald, den westlichen Auhafen bis ins Industriegebiet Grenzach fortsetzt. Im Untergrund des W-Teils der Grube Margelacker steht vor allem Keuper (v.a. Obtususton) an. Am E-Rand und im E Teil der Deponie verläuft eine NNE-SSW gerichtete Störungszone, welche die W-Seite gegenüber der E-Seite um bis zu 100 m versetzt. Dieser Bereich ist tektonisch stark gestört und weist einen komplexen und heterogenen Aufbau mit zerscherten Felspaketen (Keuper im Bereich der Deponie, vorwiegend

Margelacker,
Geologie

Hauptmuschelkalk und Trigonodus-Dolomit E davon) und mit Lockergesteinen bis in eine Tiefe von über 40 m auf. Vermutlich setzt sich diese Störungszone bis an den E-Rand des Hardgrabens fort, die genaue Breite ist indes nicht bekannt. Die Kote der Felsoberfläche verringert sich am E-Grubenrand innerhalb von ca. 25 m Distanz von 270 auf 260 m. Nach W steigt die Felsoberfläche sanfter wieder an. E der Deponie stehen ausserhalb der Störungszone Hauptmuschelkalk und Trigonodus-Dolomit an.

Im Umfeld der Deponie befinden sich an der Oberfläche geringmächtige Deckschichten oder künstliche Auffüllungen. Darunter stehen Niederterrassenschotter an. Die Tiefe ihrer Untergrenze nimmt vom südlichen zum nördlichen Deponierand von ca. 10 auf rund 16 m zu. Stellenweise sind noch in einer Übergangszone über der Felsunterlage geringmächtige feinkörnigere Lockergesteine vorhanden.

Hydrogeologische Verhältnisse

Der grösste Teil des Felsuntergrundes besteht aus gering durchlässigem Keuper. Lediglich am E-Rand der Deponie Margeacker weist der Bereich der Störungszone aufgrund seines Lockergesteinscharakters vermutlich höhere Durchlässigkeiten auf. E der Störungszone schliessen sich Hauptmuschelkalk und Trigonodus-Dolomit als Festgesteinsgrundwasserleiter an.

Hydrogeologie

Die Deponiesohle ist trocken. Das an der Felsoberfläche gestaute Deponiesickerwasser fliesst an der Basis des Lockergesteins entsprechend dem Gefälle der Festgesteinsoberfläche im Deponiebereich Richtung NNE bis NE. Nur am Ostrand der Deponie kann dieses Hangwasser wegen der nach Osten geneigten Basis der Lockergesteine auch teilweise nach E abfließen. Im N Teil der Deponie biegt die Fliessrichtung allmählich nach E um, sodass davon ausgegangen wird, dass der Abstrom der gesamten Deponie im E und NE liegt.

Der Grundwasserspiegel im Bereich der Deponie Margelacker befindet sich im Festgestein auf ca. 260 m ü.M. Das Grundwasser im Felsuntergrund ausserhalb der Deponie liegt im Randbereich des Einflusses der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG. Veränderungen der Infiltrationsrate bewirken eine gedämpfte Reaktion der Grundwasserstände von 0.5 bis 1.5 m. Die Infiltration führt darüber hinaus zu einem gegenüber dem natürlichen Zustand deutlich veränderten Abstrombereich: Statt in N Richtung ist der Abstrom ausserhalb des Deponie-Perimeters generell nach E gerichtet.

Angaben zur Deponie

Der Kiesabbau in der Grube Margelacker begann ca. 1920. Abfälle wurden ab 1945 bis ca. 1955 abgelagert [46]. Der Deponieinhalt ist nur schlecht bekannt, es handelt sich vermutlich untergeordnet um Abfälle der chemischen Industrie ($<1000 \text{ m}^3$). Die Grube wurde aufgefüllt und wird heute als Sportanlage mit Sportplätzen und Gebäuden genutzt.

Angaben zur Deponie

Die Ergebnisse der jüngsten Untersuchungen [46] zeigen, dass im Abströmbereich der Deponie im Nahfeld eine geringe Belastung des Grundwassers mit Schwermetallen vorliegt. Sie liegt jedoch deutlich unterhalb den relevanten Toleranz- oder Grenzwerte. Leicht erhöhte Konzentrationen leichtflüchtiger Kohlenwasserstoffe lassen sich nahe der Deponie nachweisen: Tetrachlorethen (PER) bis ca. $1 \mu\text{g/l}$, Barbiturate bis $2\text{--}3 \mu\text{g/l}$ sowie eine geringe Belastung mit Pestiziden in Konzentrationen von $<0.25 \mu\text{g/l}$. Das GC/MS-Screening [46] zeigt Spuren von Barbituraten, Sulfonamiden, CKW, Nitrobenzol und Formamid sowie zahlreiche unbekannte Substanzen mit Konzentrationsbereichen von wenigen $\mu\text{g/l}$. Der belastete Sickerwasser-Abfluss der Deponie erfolgt auf einer Breite von 150 bis 200 m im NE Deponiebereich. Die Schadstoffkonzentrationen nehmen in Fließrichtung durch Mischung mit Muschelkalkgrundwasser rasch ab.

Stand der Arbeiten

Die Historische Untersuchung und die 1. und 2. Etappe der Technischen Untersuchung wurden durchgeführt. Die qualitätsgeprüften Resultate liegen vor. Die Deponie wird gemäss Ar. 9 der AltIV als überwachungsbedürftiger belasteter Standort eingestuft.

Stand der Arbeiten

4.1.3 Rothausstrasse (MuttENZ)

Geologische Verhältnisse

Die Deponie Rothausstrasse liegt am W-Rand des Wartenberg-Grabens, welcher vom Wartenberg Richtung NNW über Schweizerhalle bis Wyhlen und zum Schwarzwaldrand verläuft. Dieser Graben ist gegenüber den angrenzenden Gebieten um ca. 120 m abgesenkt. Die Deponie befindet sich im Bereich von grabenparallelen Randstörungen [71].

Rothausstrasse,
Geologie

Generell fallen die Schichten nach S ein, daher nimmt das stratigrafische Alter in N Richtung zu. W des Grabens stehen Gesteine des Hauptmuschelkalks an, im S noch überlagert von Trigonodus-Dolomit. Im Bereich der Deponie steht an der Festgesteinsoberfläche Gipskeuper, gering mächtige Lettenkohle und Trigonodus-Dolomit an. Letzterer weist mit lehmigem Material gefüllte Karsthohlräume auf.

Über dem Festgestein liegt eine 0.5 bis 2 m mächtige Übergangsschicht mit tonig-siltigem Kies. Darüber folgen 20 bis 25 m mächtige, meist sandig-kiesige Niederterrassenschotter. Diese sind mit künstlichen Auffüllungen bedeckt.

Hydrogeologische Verhältnisse

Im Bereich der Deponie Rothausstrasse sind zwei Grundwasserstockwerke vorhanden [71]. An der Basis der Lockergesteine befindet sich ein isoliertes Grundwasservorkommen mit geringer Mächtigkeit, welches durch die Morphologie der gering durchlässigen Fels Oberfläche aus Keuper und Lettenkohle (Vertiefung) bestimmt wird. Der Grundwasserspiegel in diesem Stockwerk befindet sich zwischen 259.50 (SE-Ende der Deponie) und 257.00 m ü.M (NW-Ende der Deponie). Die Grubensohle liegt auf ca. 260 m ü.M.; auf ca. $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Deponiefläche liegt die Sohle unter dem Grundwasserspiegel. Das obere, wenig ergiebige Grundwasservorkommen in den Niederterrassenschottern befindet sich im SE und entwässert nach N. Nördlich der Deponie gelangt dieses diffus und vermutlich auch über Störungszonen in das untere Stockwerk. Dieses untere ergiebige Grundwasserstockwerk befindet sich im Hauptmuschelkalk und ist vom oberen durch eine 5-10 m mächtige Schicht aus Gipskeuper getrennt. Das Grundwasser im Hauptmuschelkalk ist im Gegensatz zum oberen Stockwerk jahreszeitlichen Schwankungen von bis $\frac{1}{2}$ m unterworfen und subartesisch gespannt. Der Grundwasserspiegel liegt auf ca. 252 m ü.M. Der Abstrom erfolgt, verursacht durch die hohen Grundwasserentnahmeraten im Gebiet Schweizerhalle, bei flachem Grundwassergefälle nach NE.

Hydrogeologie

Angaben zur Deponie

In der Grube Rothausstrasse wurde zwischen 1936 und 1965 vor allem zum Teil schwach belastetes Aushubmaterial abgelagert. Abfälle der chemischen Industrie wurden vermutlich nur in sehr geringem Umfang deponiert. Eine kleine Restfläche wurde bis 1990 weiter als Deponie verwendet. Das Areal ist heute teilweise bewaldet, teilweise wird es als Umschlagplatz für Kies etc. genutzt.

Angaben zur Deponie

Die ca. 20 m unter Terrain liegende Deponiesohle befindet sich im südöstlichen Deponiebereich 0.5 bis 1 m unter dem Grundwasserspiegel. Das am stärksten belastete Deponiematerial weist hohe KW und PAK-Konzentrationen auf (Tabelle 2). CKK und BTEX treten nur in geringen Konzentrationen auf. $\frac{2}{3}$ der gesamten Schadstoffmenge sind Schwermetalle. Hexachlorbutadien tritt in wesentlich geringeren Konzentrationen auf als in der Deponie Feldreben.

Tabelle 2: Wichtigste Schadstoffe im am stärksten belasteten Deponiematerialtyp A in der Deponie Rothausstrasse (Feststoffproben).

Stoff	Durchschnittswert	Extremwert
KW gesamt	keine Angaben	4'500 mg/kg
PAK	123 mg/kg	799 mg/kg
Halogenierte KW davon ca. 50% Tetrachlorethen 15% Trichlorethen 10% Chlorbenzol 10% cis-1,2-Dichlorbenzol Hexachlorethan Hexachlorbutadien	8.5 µg/kg 0.2 µg/kg	31'000 µg/kg 10 µg/kg
BTEX	9.5 mg/kg	130 mg/kg
Schwermetalle Ni, Cu, Pb, Zn	300 bis 800 mg/kg	Cu: 12 g/kg

Im unteren Grundwasserstockwerk ist nur eine geringe Beeinflussung durch die Deponie festzustellen. Im oberen Stockwerk ist diese deutlich: durch anaerobe Verhältnisse sind neben einer generellen Aufmineralisierung die Ammonium- und Nitrit-Konzentrationen erhöht. Gelöste Schwermetalle finden sich ebenfalls vorwiegend im oberen Lockergesteinsstockwerk; die Konzentrationen liegen aber deutlich unter den relevanten Toleranz- oder Grenzwerten. Dieses "obere" Grundwasser ist ausserdem durch Dichloraniline, aromatische Amine, Schwefelaromate und Barbiturate mit Konzentrationen meist <5 µg/l belastet. Aromatische Sulfonate liegen in Konzentrationen von 50-100 µg/l vor. Chlorierte Kohlenwasserstoffe finden sich in niedrigen Konzentrationen vor allem im Muschelkalkgrundwasser im Umfeld der Deponie (bis zu 4 µg/l Tetra- und Trichlorethen). Es wird vermutet, dass diese nur zum Teil aus der Deponie stammen [71].

Stand der Arbeiten

Die Historische Untersuchung und die 1. und 2. Etappe der Technischen Untersuchung sind abgeschlossen. Die Deponie Rothausstrasse wurde als überwachungsbedürftig nach AltIV eingestuft.

Stand der Arbeiten

4.1.4 Holderstüdeli (MuttENZ)

Geologische Verhältnisse

Die Grube Holderstüdeli liegt wenige hundert Meter E der Grube Margelacker in wenigen Meter mächtigen Niederterrassenschottern [24]. Der Felsuntergrund in ca. 10 m Tiefe besteht aus Gesteinen des Oberen Muschelkalks. W der Grube steht gering durchlässiger Keuper an [15].

Holderstüdeli,
Geologie

Hydrogeologische Verhältnisse

Zur Lage des Grundwasserspiegels liegen uns keine Daten vor; es bestehen keine Grundwassermessstellen in der unmittelbaren Umgebung der Grube. Gemäss [4] fliesst das Grundwasser mit einem steilen Gefälle im Bereich der Grube in E Richtungen. Der abgeschätzte Grundwasserspiegel befindet sich demnach auf ca. 256 m ü.M.

Hydrogeologie

Angaben zu Deponie

Zu der auf der Parzelle 677 gelegenen Deponie Holderstüdeli liegen uns nur wenige Informationen vor. Das Volumen der Grube umfasst gemäss [7] 120'000 bis 200'000 m³. Die Betriebszeit wird von 1930 bis 1947 angegeben. Eine Historische Untersuchung wurde durchgeführt und ein Pflichtenheft erstellt (Kiefer & Studer AG, 11.07.2002).

Angaben zur Deponie

Stand der Arbeiten

Dieser ist uns nicht bekannt.

Stand der Arbeiten

4.1.5 Grube Robrinesen (MuttENZ)

Geologische Verhältnisse

Die ehemalige Kiesgrube liegt N des Rangierbahnhofes MuttENZ zwischen Eisenbahnlinie und Autobahn. Sie befindet sich in ca. 20 bis lokal 40 m mächtigen Niederterrassenschottern. Die Felsunterlage bilden der Opalinuston und im westlichen Bereich der Hauptmuschelkalk. Am Nordrand der Grube befindet sich eine markante trogartige Vertiefung der Felsoberfläche mit Zentrum im Hauptmuschelkalk. Entsprechend gross ist hier die Mächtigkeit der Niederterrassenschotter. Gegen Süden nimmt die Mächtigkeit der Schotter auf 10 bis 15 m ab.

Robrinesen,
Geologie

Hydrogeologische Verhältnisse

Der Flurabstand beträgt ca. 15 m. Die Grube befindet sich wenige hundert Meter südlich bis südwestlich des Maximums des "Grundwasserbergs", welcher sich bei durchschnittlicher Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG bildet. Die generelle Grundwasserfliessrichtung ist demnach vermutlich nach S bis SW gerichtet.

Hydrogeologie

Angaben zur Deponie

Für die Grube Robrinesen sind in der Eva-Datenbank des Kantons BL zwei Einträge vorhanden. Teile der Deponien liegen auch auf SBB-Gebiet, daher wurden diese auch im Rahmen der HU 0045 Pool RB Muttenz [8] untersucht. Die Parzelle 1255 trägt die Deponie-Nummer 11-011 (EVA-Nr. 2770910011; SBB: D.0572), die Parzellen 326, 1231, 1250, 1251, 1255, 1256 und 1260 die Deponie-Nr. 11-037 (umfasst EVA-Nr. 2770910011 und 2770910037; SBB: D.0572). Angaben der HU der SBB lagen nicht vor.

Angaben zur Deponie

Als Betriebszeit der Kiesgrube wird 1958 bis 1970 angegeben. Auf Parzelle 1231 fand anschliessend ein Deponiebetrieb statt. Das Volumen der Deponie beträgt 20'000 bis 30'000 m³. Auf den Parzellen 1250, 1251 und 1255 wurde seit 1980 bis heute die Deponie weiter betrieben. Gemäss den uns vorliegenden Informationen wurden 16'000 bis 18'000 m³ Aushub eingebracht, eventuell wurden auch Industrieabfälle abgelagert. Zeitweise wurden Alautos in einer Betonwanne abgebrannt.

Zurzeit wird das Areal unter anderem als Lagerplatz für Mulden, Kompost, Kies und Steine genutzt. Gemäss HU SBB wird das Areal teilweise als belastet und nicht untersuchungsbedürftig (Parzelle 326), teilweise als unbelastet sowie auch als teilweise belastet und untersuchungsbedürftig (Parzelle 1250) eingestuft. Die übrigen Parzellen wurden im Rahmen der HU SBB nicht beurteilt [8].

Bei der TU zeigt sich im Auffüllmaterial Schwarzbelag und Bauschutt mit Öl- und KW-Geruch. In Bodenproben aus oberflächennahen Bereichen wurden PAK nachgewiesen (BS1, 2.5 mg/kg; nördlich der Gleise). Im Grundwasser der Bohrung SB8b (mittig im Gleisbereich) wurde in einer Probe aus 12.9 m Tiefe 2.87 µg/l PAK gemessen [8].

Stand der Arbeiten

Ist uns nicht bekannt

Stand der Arbeiten

4.1.6 Grube Hardacker (MuttENZ)

Geologische Verhältnisse

Die Grube Hardacker schliesst sich E an die Grube Robrinesen an. Sie liegt wie letztere in Niederterrassenschottern, welche hier allerdings nur ca. 10 bis 20 m mächtig sind. Die Felsunterlage bilden Tonsteine und Mergel des Opalinustons bzw. Mergel und Tonsteine des Keupers. Die Mächtigkeit der Schotter verringert sich Richtung S-Rand der Grube auf unter 10 m.

Hardacker,
Geologie

Hydrogeologische Verhältnisse

Der Grundwasserflurabstand beträgt ca. 15 m. Nur im N Bereich der Grube kommt Grundwasser mit einigen Metern Mächtigkeit in den Schottern vor [15]. Der Felsuntergrund ist gering durchlässig. Aufgrund der Nähe zum "Grundwasserberg" verändern sich die Fliessrichtungen als Folge der unterschiedlichen Rheinwasser-Infiltrationsraten durch die Hardwasser AG in der unmittelbaren Umgebung der Deponie. Der gering durchlässige Felsuntergrund im Deponiebereich beeinflusst ebenfalls die lokalen Grundwasser-Fliessrichtungen. Aufgrund der Darstellungen in [4] kann davon ausgegangen werden, dass der Abstrom gegen SE erfolgt.

Hydrogeologie

Angaben zur Deponie

Die ehemalige Kiesgrube befindet sich gemäss [7] auf den Parzellen Nr. 1262, 4328, 4329 und 4330 und trägt die EVA-Nr. 2770910012, die Deponie-Nr. 11-012 resp. SBB-Nr. D.0573. Die Deponiesohle liegt gemäss der TU (s.u.) in 3.2 bis 12 m Tiefe. Ausbeutung und Wiederauffüllung erfolgten im Zeitraum 1960 bis Ende 1968. Die Grube mit 70'000 bis 80'000 m³ Volumen wurde mit Sperrgut, Strassenaufbruch, Holz, Eisen, Ölfass, Fettkübel und Aushub (auch vom Rangierbahnhof) aufgefüllt. Die Entfernung von nicht zur Ablagerung zugelassenen Materialien (Strassenbelag, Holz, Eisen, Ölfass, Fettkübel) wurde angemahnt und deren Umsetzung als vollzogen beurteilt.

Angaben zur Deponie

Später wurden ohne Grundwasserschutzmassnahmen u.a. Strassenbeläge aufbereitet. Bei Aushubarbeiten der SBB wurde kein verschmutztes Material angetroffen.

Bei der TU der SBB [8] zeigten sich in Baggerschächten Schwarzbelagsreste, Bauschutt, Brandschutt, Fremdstoffe wie Plastikfolie, Blech, Glas, Schrottreste mit KW- und Teerölgeruch. Bodenanalysen ergaben eine Belastung mit KW (tolerierbar bis Inertstoffqualität), PAK/Benzo(a)pyren (tolerierbar bis grösser Inertstoffqualität) sowie Zink (tolerierbar). Der Standort

wird als belasteter Standort ohne Sanierungs- und ohne Überwachungsbedarf eingestuft.

Stand der Arbeiten

Gemäss unserem Wissensstand vorderhand keine Tätigkeit.

Stand der Arbeiten

4.1.7 Grube Hofackerstrasse (MuttENZ)

Geologische Verhältnisse

Die Grube befindet sich am W-Ende des Rangierbahnhofes, S der Bahnlinie und etwa 300 m SE vom MuttENZer Autobahnkreuz. Sie liegt in ca. 10 bis 12 m mächtigen Niederterrassenschottern über Gesteinen des Oberen Muschelkalkes. Der östlichste Teil der Deponie befindet sich über einer Scholle mit Gesteinen der Anhydritgruppe (Horst Feldreben, [15]).

Hofackerstrasse,
Geologie

Hydrogeologische Verhältnisse

Der Flurabstand beträgt ca. 22 m, die Grundwasseroberfläche befindet sich somit im hydraulisch durchlässigen Oberen Muschelkalk. Die Grundwasserflussrichtung zeigt generell nach W, wird lokal aber wahrscheinlich stark durch die geringdurchlässigen Gesteine der Anhydritgruppe verändert. Der Einfluss der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG ist eher gering.

Hydrogeologie

Angaben zur Deponie

Die Aktenlage zur Deponie Hofackerstrasse auf Parzelle 566 ist schlecht [7]. Die Deponie Hofackerstrasse wurde bis 1920 betrieben. Es liegen keine Angaben zum Beginn der Kiesausbeutung oder der Ablagerung vor. Das Volumen wird mit ca. 10'000 m³ angegeben. Die Grube wurde wahrscheinlich mit Bauschutt und Aushub verfüllt.

Angaben zur Deponie

Gemäss Historischer Untersuchung der SBB (in [8] erwähnt) wurde die Deponie Hofackerstrasse als belastet, aber weder als sanierungs- noch als überwachungsbedürftig eingestuft.

Stand der Arbeiten

Gemäss unserem Wissensstand vorderhand keine Tätigkeit.

Stand der Arbeiten

4.1.8 Obere und Untere Hard (MuttENZ)

Geologische Verhältnisse

Unter der Bezeichnung Obere und Untere Hard handelt es sich um einen Eintrag im Deponiekataster resp. in der EVA-Datenbank [7]. Es handelt sich danach um ca. 35 verschiedene Ablagerungsplätze im ganzen Gebiet des Hardwald. Das jeweilige Deponievolumen beträgt zwischen 200 und 2'000 m³. Weil keine Angaben zu den genauen Standorten vorliegen, beschreiben wir die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse für den Hardwald als Ganzes (siehe auch Abschnitt 3.1).

Obere + Untere Hard,
Geologie

Die im Hardwald um 20 - 30 m mächtigen, lokal auch mächtigeren Niederterrassenschotter liegen einem durch Bruchschollentektonik geprägtem Felsuntergrund auf. Zum grössten Teil sind dies Gesteine des Oberen Muschelkalks, im NW Teil auch solche des Mittleren Muschelkalks. Eine SW-NE-verlaufende Bruchscholle mit Opalinuston und Keuper als Felsoberfläche (Hard-Graben) quert das Gebiet des Hardwald.

Hydrogeologische Verhältnisse

Die Grundwasseroberfläche ist stark beeinflusst durch die Rheinwasser-Infiltration der Hardwasser AG. Der "Grundwasserberg" mit einem Grundwasserspiegel von bis zu 260 m ü.M. (d.h. einer Grundwassermächtigkeit von bis zu 6 m über dem Normalniveau) befindet sich im Bereich der Bruchscholle mit gering durchlässigem Felsuntergrund. Der "Grundwasserberg" bewirkt eine Grundwasserscheide. Westlich davon, d.h. gegen die Untere Hard, fliesst das Grundwasser nach SW, W und N ab. E davon, d.h. gegen die Obere Hard, weist die Fliessrichtung nach S, E und NE. Die Fliesszeiten des von der Hardwasser AG infiltrierten Rheinwassers sind gemäss den Ergebnissen eines Markierversuchs mit 1 bis 10 Tagen kurz [51], siehe auch Abschnitt 4.10.

Hydrogeologie

Angaben zur den Deponien

Im Zeitraum von 1972 bis 1983 sind nach [7] mit Einverständnis der Hardwasser AG zahlreiche kleinere Mulden mit Aushub und Schotter verfüllt worden. Ziel war dabei u.a. die Verbesserung der Filterwirkung der ungesättigten Zone. Die entsprechenden Arbeiten sind, soweit belegt, kontrolliert und nicht beanstandet worden.

Angaben zur Deponie

Stand der Arbeiten

Gemäss unserem Wissensstand keine Tätigkeit.

Stand der Arbeiten

4.1.9 Sternenfeld (Birsfelden)

Unter dem Namen Deponie Sternenfeld finden sich drei Einträge im Deponiekataster resp. in der EVA-Datenbank [7]. Die Deponien befinden sich auf Birsfelder Gebiet, zwei davon direkt am NW-Ende des Hardwald, Die dritte (Deponie-Nr. 07-001, EVA-Nr. 2766910001, hier Sternenfeld 1 genannt) befindet sich in über 700 m Entfernung; sie wird nicht in die Betrachtungen miteinbezogen.

Sternenfeld

Geologische Verhältnisse

Die beiden betrachteten Deponien Sternenfeld 2 und 3 liegen in Niederter-rassenschottern von 18 bis 20 m Mächtigkeit. Die Felsoberfläche befindet sich bei ca. 240 bis 245 m ü.M. Ganz im E der Grube Sternenfeld 2 (EVA-Nr. 2766910002) steht Oberer Muschelkalk an, im Grossteil der Grube liegt Keuper vor. Der Felsuntergrund der Grube Sternenfeld 3 (EVA-Nr. 2766910006) besteht aus vorwiegend gering durchlässiger oligozäner Molasse.

Geologie

Hydrogeologische Verhältnisse

Im Bereich der beiden Deponien Sternenfeld 2 und 3 beträgt die Grundwassermächtigkeit in den Lockergesteinen ca. 10 m. Der Flurabstand liegt bei rund 9 bis 10 m. Die Festgesteine unter den Lockergesteinen sind grösstenteils gering bis mässig durchlässig. Die generelle Grundwasserfließrichtung ist NW.

Hydrogeologie

Angaben zu den Deponien

Parzellen: Deponie Sternenfeld 2: 324; Sternenfeld 3: 454

Angaben zur Deponie

Sternenfeld 2

Die Deponie Sternenfeld 2 liegt W der Deponie Sternenfeld 3 und umfasst ein Volumen von 70'000 bis 100'000 m³. Als Betriebszeit wird 1919 bis 1957 angegeben. Es sind gemäss EVA-Eintrag [7] keine Archivdaten vorhanden. Es besteht daher der Verdacht auf Abfälle aller Art, einschliesslich Industrieabfällen. Eventuell wurde Aushub vom Kraftwerkbau Birsfelden abgelagert. Die Grube ist bis heute nicht vollständig verfüllt und wird als Zwischenlager für Mulden und Baumaterialien genutzt.

Sternenfeld 3

Das Volumen der Deponie Sternenfeld 3 ist unbekannt. Eingbracht wurden Altöl, eventuell Aushub sowie Gewerbeabfälle. Autos wurden 1966 auf unversiegeltem Boden repariert, Ölverschmutzungen wurden festgestellt. 1976 wurde das Areal als Autoabstellplatz sowie als Abstellplatz von Unfallfahrzeugen genutzt.

1992 wurde das Deponieareal randlich überbaut, Aktennotizen mit Fotodokumentation des Aushubs sowie Analysenresultaten liegen beim AUE BL vor. Nach Ausführung des Projektes wird das Areal als belasteter Standort, der teilsaniert ist, eingestuft.

Stand der Arbeiten

Ist uns nicht bekannt.

Stand der Arbeiten

4.1.10 Langenhagstrasse (Birsfelden)

Die in der EVA-Datenbank [7] angegebenen Koordinaten sind vermutlich falsch. Demnach läge die Deponie Langenhagstrasse unmittelbar am Rheinufer. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Deponie an der Langenhagstrasse unmittelbar NE der Deponie Sternenfeld 2 befindet. Genauere Angaben befinden sich in Unterlagen der Baudirektion.

Langenhagstrasse

Geologische Verhältnisse / Hydrogeologische Verhältnisse

Die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse entsprechen denen der Grube Sternenfeld 2.

Geologie, Hydrogeologie

Angaben zur Deponie

Die Deponie Langenhagstasse (Deponie-Nr. 07-007, EVA-Nr. 2766910007) umfasste ein Volumen von ca. 150 m³ [7]. Ein Betriebszeitraum geht aus den vorliegenden Unterlagen nicht hervor. Es wurden Abfälle aus einer Kiesaufbereitungsanlage, von Kiesschiffen sowie aus Baubetrieb (nicht näher beschrieben) eingebracht. Teilweise wurde das Areal auch als Zwischendeponie genutzt. Nach einer Sanierungsverfügung 1981 wurden Abfälle entfernt und auf der Deponie Lindenstock, die ausserhalb des Untersuchungsgebietes bei Liestal liegt, entsorgt.

Angaben zur Deponie

Stand der Arbeiten

Ist uns nicht bekannt

Stand der Arbeiten

4.1.11 Rebäcker (Birsfelden)

Geologische Verhältnisse

Die ehemalige Deponie Rebäcker befindet sich rund 300 m NW der Deponien Sternenfeld 2 und 3. Sie liegt in Niederterrassenschottern von ca. 18 m Mächtigkeit, unter denen oligozäne Molasse ansteht. Im Nordteil der Grube wurde Elsässer Molasse nachgewiesen, ca. 200 m südlich der Grube stehen vorwiegend tonige Meletta-Schichten an. Wo genau die Grenze dieser Schichten im Untergrund der Grube verläuft, kann anhand der vorhandenen Unterlagen nicht entschieden werden.

Rebäcker,
Geologie

Hydrogeologische Verhältnisse

Die Grundwassermächtigkeit in den Niederterrassenschottern im Bereich der Grube Rebäcker beträgt um 10 m, der Grundwasserflurabstand liegt bei ca. 8 m. Die Durchlässigkeit der Felsunterlage ist als gering einzustufen. Die generelle Grundwasserflussrichtung ist NW.

Hydrogeologie

Angaben zur Deponie

Zur Grube Rebäcker sind keine Archivdaten vorhanden [7], obwohl sie eine der grössten Kiesgruben in der Umgebung von Basel war. Die Betriebszeit geht aus den vorliegenden Unterlagen nicht hervor. Das Volumen wird auf 140'000 bis 420'000 m³ geschätzt. Eingbracht wurden Abfälle aller Art.

Angaben zur Deponie

Die Grube wurde ausgeebnet und gegenüber dem umliegenden Terrain angehoben. Das Areal wird heute als Sportplatz genutzt.

Stand der Arbeiten

Gemäss unserem Wissensstand keine Tätigkeit.

Stand der Arbeiten

4.1.12 Tramschlaufe (Birsfelden)

Angaben zur Deponie

Auf dem Areal der kleinen Deponieverdachtsfläche Tramschlaufe (EVA-Nr. 2766910103), welche am W-Rand des Hardwaldes und ca. 250 m W der Querung Kantonsstrasse/Autobahnzufahrt liegt, fand gemäss Luftbildanalysen ein Kiesabbau statt. Nachträglich wurde vermutlich Aushub und Bauschutt abgelagert [7]. Weitere Informationen liegen nicht vor. Auf eine weitere Beschreibung der Verhältnisse wird verzichtet.

Tramschlaufe,
Angaben zur Deponie

Stand der Arbeiten

Gemäss unserem Wissensstand keine Tätigkeit.

Stand der Arbeiten

4.1.13 Lavaterstrasse (Birsfelden)

Auf dem Areal der kleinen Deponieverdachtsfläche Lavaterstrasse (EVA-Nr. 2766910104), welche sich am W-Rand des Hardwaldes und ca. 350 m SW der Querung Kantonsstrasse/Autobahnzufahrt befand fand gemäss Luftbildanalysen ein Kiesabbau statt. Der Inhalt ist unbekannt [7]. Weitere Informationen liegen nicht vor. Auf eine weitere Beschreibung der Verhältnisse wird verzichtet.

Lavaterstrasse

4.1.14 Hirschacker (Grenzach, D)

Geologische Verhältnisse

Die ehemalige Kiesgrube Hirschacker liegt ca. 500 m östlich des Industriegebietes Grenzach. Die Mächtigkeit der Niederterrassenschotter beträgt hier ca. 5 m. Die Felsunterlage bilden in der N-Hälfte der ehemaligen Grube Gesteine des Mittleren Muschelkalks, in der S-Hälfte solche des Oberen Muschelkalks. Entlang des E-Randes des Grubenareals verläuft eine SE -NW gerichtete Störung [15].

Hirschacker,
Geologie

Hydrogeologische Verhältnisse

Im der Umgebung der Deponie Hirschacker gibt es zwei Aquifere, die Niederterrassenschotter und der Obere Muschelkalk. Sie sind hydraulisch verbunden. Im Bereich der Deponie selbst führen die Niederterrassen-

Hydrogeologie

schotter kein Wasser. Der Grundwasserspiegel befindet sich im Oberen Muschelkalk deutlich unterhalb der Grubensohle.

Grundwasseroberfläche und Grundwasserfliesswege werden im Wesentlichen durch Grundwasserentnahmen beeinflusst. Da sich die Grundwasseroberfläche unterhalb der Deponiesohle im Festgestein befindet, werden die Schadstoffe vor allem durch den Oberen Muschelkalk südwärts Richtung Rhein ausgetragen. Von dort gelangen sie auch in die Niederterrassenschotter. Bei der derzeitigen Grundwasserentnahme im Bereich Rhein/Schweizerhalle erfolgt der Abstrom von der Hirschackergrube grösstenteils Richtung Süden [22] (s.u.).

Angaben zur Deponie

Das Deponievolumen beträgt ca. 730'000 m³ [22]. Die Deponie wurde grösstenteils mit Aushub und Bauschutt aufgefüllt, aber auch mit Chemieabfällen, teilweise in Fässern. Das belastete Deponievolumen wird auf ca. 100'000 m³ geschätzt. 1978 fand eine erste Teilsanierung statt, indem 260 verrottete Fässer mit Chemieabfällen geborgen wurden.

Angaben zur Deponie

Die Verschmutzungs-Quelle beschränkt sich auf den untersten Meter in den Niederterrassenschottern (schwarze, stark riechende Schicht). An der Deponiesohle wurden in Feststoffproben teils hohe Konzentrationen von leicht flüchtigen halogenierten KW bis 4550 mg/kg, DDT inkl. Isomere von 440 mg/kg, Chlorbenzole, PCB, Lindan und Dioxin nachgewiesen. Im Grundwasser waren Lindan und Dioxin nicht nachweisbar. Mittels Bodenluftuntersuchungen wurden Tetrachlorethen (PER), Trichlorethen (TRI), Dichlorethen und Hexachlorethan nachgewiesen [22]. Die bisherige Erkundung ergab unter anderem, dass CKW mit dem Grundwasser ausgetragen werden.

Eine Grundwassermodellierung [22] zeigt, dass bei Pumpbetrieb in den Brauchwasserfassungen in Schweizerhalle das belastete Grundwasser aus der Grube Hirschacker in Richtung dieser Fassungen strömt. Wäre der Pumpbetrieb abgestellt, würde das Wasser den Trinkwasserfassungen der Gemeinde Wyhlen in Rheinnähe zufließen. Inwieweit das auch für andere Zustände bezüglich der Grundwasserentnahmen gilt, geht aus den vorliegenden Unterlagen [9] und [22] nicht hervor.

Die Schadstofffahne der Grube Hirschacker weist Unterschiede in Lockergesteinsaquifer und Festgesteinsaquifer auf: in ersterem sind die Konzentrationen bei gleichem Abstand zur Deponie geringer, die Fahne aber deutlich breiter als im Festgesteinsaquifer. Nahe dem Rhein liegen die CKW-Konzentrationen (vermutlich Summe verschiedener Stoffe) in beiden Stockwerken unter 5 µg/l.

Stand der Arbeiten

Historische Erkundung, Orientierende Erkundung und Detailuntersuchung sind abgeschlossen. Zurzeit läuft die Sanierungsuntersuchung. Geplant sind der Aushub der Hot-Spot-Bereiche und eine gleichzeitige hydraulische Sanierung. Das geförderte Wasser soll gereinigt und dem Rhein zugeführt oder wieder versickert werden. Nach einigen Jahren soll der Betrieb optimiert werden. Es wird mit einer Gesamtzeitdauer von rund 20 Jahren gerechnet.

Stand der Arbeiten

4.1.15 Deponie Fuchsbäumleacker (Grenzach, D)

Geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Rund 500 m SE der Grube Hirschacker befindet sich die Grube Fuchsbäumleacker, mit einer etwas geringeren Ausdehnung.[22]. Die geologischen Verhältnisse entsprechen in etwa denen der Grube Hirschacker. Die Lage des Grundwasserspiegels ist uns nicht bekannt.

Fuchsbäumleacker,
Geologie, Hydrogeologie

Eine Grundwassermodellierung [22] zeigt, dass bei Pumpbetrieb in den Brauchwasserfassungen in Schweizerhalle das belastete Grundwasser aus der Grube Fuchsbäumleacker in Richtung dieser Fassungen strömt. Wie die Fliessverhältnisse bei abgestelltem Pumpbetrieb wären, ist uns nicht bekannt. Wir gehen davon aus, dass die Situation ähnlich derjenigen von Hirschacker ist, d.h. die Fliessrichtung würde westwärts abdrehen.

Angaben zu Deponie

Nähere Angaben liegen uns nicht vor, ausser dass es sich um einen zweiten Hot-Spot handelt.

Angaben zur Deponie

Stand der Arbeiten

Die Grube Fuchsbäumleacker wird vom Landratsamt Lörrach zusammen mit der Grube Hirschacker (vergl. oben) behandelt und saniert.

Stand der Arbeiten

4.1.16 Kesslergrube (Grenzach, D)

Geologische Verhältnisse

Die Kesslergrube liegt am SW Ortsrand von Grenzach, direkt S der Bahnlinie. Gemäss [21] und [23] liegt sie vollständig in Niederterrassenschot-

Kesslergrube,
Geologie

tern. Die Felsoberfläche aus teils Oberem und teils Mittlerem Muschelkalk befindet sich nach [15] in ca. 10 bis 12 m Tiefe.

Hydrogeologische Verhältnisse

Der Grundwasserspiegel befindet sich im Bereich der ehemaligen Kesslergrube in den Niederterrassenschottern um 254 und 255 m ü.M. Der Grundwasserspiegel reagiert gemäss [20] unmittelbar auf Pegeländerungen des Rheins. Die Grubensole liegt durch den Aufstau des Kraftwerkes Birsfelden (Betrieb seit 1954) teilweise im Grundwasser.

Hydrogeologie

Verursacht von der Grundwassernutzung im Bereich des Industriegebietes Grenzach SE der Kesslergrube (Abwehrbrunnen Industrie Ost), fliesst ein Teil des von NE die Kesslergrube anströmenden Grundwassers aus der Kesslergrube Richtung ESE dem Rhein entgegen seiner Strömungsrichtung entlang, ein anderer Teil Richtung Westen ab; es gibt im Grubenbereich also eine Wasserscheide. Inwieweit dieses Bild für verschiedene Randbedingungen gilt, ist Gegenstand eines Grundwassermodells, welches laut [20] zurzeit erstellt wird.

Angaben zur Deponie

Das Industriegebiet Grenzach wird seit mehr als 100 Jahren als Standort für die Produktion von Chemikalien (u.a. DSM Nutritional Products GmbH, Roche Pharma AG und Ciba Spezialitätenchemie Grenzach GmbH) genutzt. Vermutlich seit Ende der 1950er Jahre diente die Kesslergrube auch als Ablagerungsort für Chemieabfälle und wurde später aufgefüllt. Die Deponiemenge ist unklar. Es handelt sich um eine Mischdeponie, in der Aushub, Bauschutt sowie Industrie- und Chemieabfälle deponiert wurden.

Angaben zur Deponie

Die DSM und Ciba erstellten im SE Bereich der ehemaligen Kesslergrube Ende der 1970er Jahre eine Abwasserreinigungsanlage; der Aushub war belastet. Diese ARA wird auch von der Gemeinde Grenzach genutzt.

Neben einer Historischen Untersuchung wurde eine erste Technische Untersuchung mit Grundwasseranalysen durchgeführt. Die Ergebnisse liegen uns im Detail nicht vor, da von der IG DRB gemäss Herrn Hürzeler aus einer laufenden Technischen Untersuchung keine nicht validierten Rohdaten an Dritte weitergegeben werden. Anfang 2008 wird der Schlussbericht der 1. Etappe der Technischen Untersuchung dem Landratsamt Lörach vorgelegt und das Pflichtenheft für die 2. Etappe der TU festgelegt. Eine Veröffentlichung der Untersuchungsergebnisse ist erst nach dieser 2. Untersuchungsetappe vorgesehen.

Gemäss [20] wurden BTX, PAK, Chlorbenzole, Toluol und geringere Konzentrationen von Schwermetallen gemessen. Hot-Spots wurden mittels PID (Photoionisationsdetektoren) lokalisiert.

Bisher wurde nur das Grundwasser in den Schottern beprobt und analysiert. Über allfällige Schadstoffe im Muschelkalkgrundwasser ist nichts bekannt.

Stand der Arbeiten

Bisher wurden die Historische Untersuchung und eine erste Technische Untersuchung (orientierende Untersuchung) durchgeführt. Zurzeit läuft die Detailuntersuchung mit einer zweiten Grundwasserbeprobung, Tracer- und Pumpversuchen. Der Abschluss der Arbeiten ist für Herbst 2007 vorgesehen.

Stand der Arbeiten

Gemäss [20] wird es vermutlich irgendeine Form einer (Teil-) Sanierung der Kesslergrube geben.

4.1.17 Salzlände (Grenzach, D)

Geologische Verhältnisse

Die geologischen Verhältnisse im Bereich der beiden Teile Muny-Grube und Frei-Grube entsprechen ungefähr der der SE angrenzenden Kesslergrube [60]. Unter bis zu 20 m mächtigen Niederterrassenschottern steht Muschelkalk an. Zumindest in der Bohrung S5 sind die dem Unteren Muschelkalk zuzuordnen.

Salzlände,
Geologie

Hydrogeologische Verhältnisse

Die Grundwassermächtigkeit in den Niederterrassenschottern beträgt ca. 7 m, die Grundwasseroberfläche liegt bei 254 m ü.M. Dessen geringe Schwankungen von max. 15 cm korrelieren stark mit dem Pegel des ca. 90 m entfernten Rheins. Das Gefälle ist sehr gering, die Grundwasserspiegeldifferenz beträgt in benachbarten Messstellen teils weniger als 1 cm.

Hydrogeologie

Gemäss einem numerischen Grundwassermodell ist die Grundwasserflussrichtung im Bereich der beiden Grubenteile in allen Rechenfällen nach W zum Rhein gerichtet. Aufgrund der tief liegenden Basis der Niederterrassenschotter findet dabei eine Unterströmung des Rheins zum Birsfelder Hafen statt.

Angaben zur Deponie

Die ehemalige Kiesgrube Muny wurde gemäss den Ergebnissen der Bohrung S1 mit 2.7 m Leerkies, 5.3 m Auffüllung mit Aushub, Bauschutt, farblich auffälligen Produktionsrückständen, Glas, Metallteile sowie 0.3 m Oberboden aufgefüllt. Auf dem Gebiet der Frei-Grube konnten keine Untersuchungen durchgeführt werden. Angaben zur Geschichte der Gruben liegen uns nicht vor.

Angaben zur Deponie

Proben des Deponiematerials zeigten erhöhte Schwermetall und PAK-Gehalte. Ältere Untersuchungen ergaben zudem erhöhte Konzentrationen von Tetrachlormethan, Tetrachlorethan, Chlorbenzol, Phenylanilin und Phenylnaphtylamin.

Grundwasseranalysen ergaben, dass nur in einer Messstelle nahe der Kesslergrube erhöhte Konzentrationen halogenierte Kohlenwasserstoffe (Summe LHKW 10 µg/l) gefunden werden konnten. Aufgrund der numerischen Grundwassermodelle erscheint eine Herkunft der LHKW aus der Kesslergrube wahrscheinlicher als eine aus Muny- oder Frei-Grube.

Die Gruben sind aufgefüllt und eingeebnet. Der grösste Teil der Muny-Grube ist versiegelt. Auf dem Gelände der Frei-Grube stehen grösstenteils Lagerhallen.

Stand der Arbeiten

Im Jahr 1998 wurde die Orientierende Untersuchung abgeschlossen. Mit der uns vorliegenden Detailuntersuchung [60] sollte geklärt werden, ob ein Schadstoffaustrag aus der Grube in das Grundwasser vorliegt.

Stand der Arbeiten

Gemäss [21] ist wegen der oberflächlichen Versiegelung und der Verdünnung durch den Rhein keine Sanierungsnotwendigkeit für die Grube Salzlänge gegeben. Es gehe zudem keine Gefahr für das Trinkwasser Grenzach-Wyhlen aus.

4.2 Betriebsstandorte

4.2.1 Standorte im Gebiet des Rangierbahnhofs MuttENZ

In der Technischen Untersuchung der SBB [8] sind verschiedene Standorte untersucht worden, von denen im Folgenden nur die möglicherweise

SBB Rangierbahnhof MuttENZ

relevanten im W-Teil des Bahnhofsareals jeweils mit EVA-Nr. genannt und dargestellt werden: Freiverladeplatz (B.7412), Freiverladerampe (B.7413), Dieseltankstelle (B.7414), Traktorenremise (B.7415), Vorplatz Traktorenremise (B.7416), Altschotter-Zwischenlager (B.7417), Unterwerk (B.8575). Im Bereich des Altschotter-Zwischenlagers wurden keine Grundwasseruntersuchungen durchgeführt.

4.2.2 Andere Betriebsstandorte

Die derzeit im Aufbau befindliche EVA-Datenbank [7] des Kantons Basel-Landschaft enthält eine Vielzahl von ersterfassten Betrieben. In dieser Phase der Bearbeitung des Katasters liegen noch keine konkreten und für das Grundwasser des Hardwaldes relevanten Verdachtsmomente zu Verschmutzungen des Untergrundes resp. des Grundwassers vor.

Andere Betriebe

Tabelle 3: Im Rahmen der TU der SBB [8] untersuchte und bewertete Betriebsstandorte.

Objekt	EVA	Im Feststoff nachgewiesene Stoffe	Im Grundwasser nachgewiesene Stoffe	Einstufung gemäss AltIV
Freiverladeplatz	B.7412		DOC, PAK	Belasteter Standort, weder Überwachungs- noch Sanierungsbedürftig.
Freiverladerampe	B.7413	Zn, PAK	DOC, PAK	Belasteter Standort, weder Überwachungs- noch Sanierungsbedürftig.
Dieseltankstelle	B.7414	KW, PAK, Methan in Bodenluft	DOC, PAK	Belasteter Standort, Überwachungs-, aber nicht Sanierungsbedürftig
Traktorenremise	B.7415	KW, PAK, BaP	DOC, PAK	Belasteter Standort, weder Überwachungs- noch Sanierungsbedürftig.
Vorplatz Traktorenremise	B.7416	KW, PAK, BaP	DOC, PAK	Belasteter Standort, weder Überwachungs- noch Sanierungsbedürftig.
Altschotter-Zwischenlager	B.7417	KW, PAK, PCB, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Atrazin, Prometryn	Keine Analysen	Belasteter Standort, weder Überwachungs- noch Sanierungsbedürftig.
Unterwerk	B.8575	KW, PAK	DOC	Belasteter Standort, weder Überwachungs- noch Sanierungsbedürftig. Benachbarte Parzellen mit Einfamilienhäusern wurden 2005/2006 saniert.

4.3 Schadenfälle SBB-Areale

4.3.1 Ölunfall SBB 1971

Im Jahr 1971 wurde eine Öl-Verschmutzung im Untergrund des Bahnhofes MuttENZ festgestellt. Ursache war Dieselöl, welches aus einer defekten Leitung einer Tankanlage im SW Bereich des Bahnhofes ausgetreten und bis zum Grundwasser gesickert ist. Durch Aushub und Pumpbetrieb konnten nach Schätzungen etwas mehr als die Hälfte der ausgetretenen 20'000 l Dieselöl zurückgewonnen werden [27].

Ereignis

Seither wurde das Grundwasser im Abstrombereich überwacht. Es zeigte sich von Mitte der 1970er Jahre mit KW-Gehalten von vereinzelt über 100 mg/l ein Trend zu abnehmenden KW-Konzentrationen mit 1 bis 10 mg/l im Grundwasser (Bohrung 21.J.2). 1999 wurde in diesem Bereich Öl in Phase auf der Grundwasseroberfläche festgestellt, sodass die zwischenzeitlich unterbrochene Überwachung wieder aufgenommen wurde. Dabei zeigte sich, dass ein messbarer Austrag von Dieselöl nur als Folge von starken Niederschlägen und der damit verbundenen Mobilisierung von noch vorhandenem Öl in der ungesättigten Zone stattfindet.

Überwachung

Der Standort ist unter der SBB-EVA-Nr. U.0610 registriert und wurde 2004 als nicht sanierungsbedürftig, jedoch überwachungsbedürftig eingestuft.

Bewertung

Ein Einfluss auf die Grundwasserqualität im Hardwald erscheint aufgrund der gegen E bis NE gerichteten Grundwasserflussrichtung ([3], [4], [9]) unwahrscheinlich.

Einfluss auf Hardwald

4.3.2 Ölunfall SBB 2003 / Grundwasser-Belastung 2006

Am 24.05.2006 wurde ca. 125 m SW des Öl-Schadenfalles von 1971 in der Bohrung R4.1 (21.P.48) eine Verunreinigung des Grundwassers mit einer 3-4 mm mächtigen Schicht Dieselöl festgestellt [28]. Im Juni 2006 wurde als Sofortmassnahme Grundwasser abgepumpt. Die Konzentration von aliphatischen KW C5 bis C10 betrug im Zeitraum vom 06.06. bis zum 22.06.2006 im Maximum 0.0014 mg/l, dabei lag die Konzentration von Tetrachlorethen mit Abstand am höchsten.

Ereignis

Diese Schadenstelle liegt im Bereich eines mehrstöckigen Grundwasserleiters. Neben einem oberen, geringmächtigen Grundwasservorkommen an der Basis der Niederterrassenschotter liegt - getrennt durch geringdurchlässigen Keuper und Opalinuston - ein tieferes Grundwasservorkommen im Oberen Muschelkalk. , Dieses steht mit dem oberen Grund-

Situation

wasservorkommen über tektonische Brüche und künstliche Aufschlüsse wie Bohrungen hydraulisch in Verbindung. Der Grundwassergradient im unteren Stockwerk ist generell gering, die Fliessrichtung ist je nach hydrologischen Verhältnissen und Anreicherung der Hardwasser AG resp. Grundwasserentnahme in Schweizerhalle N bis E. Im oberen Stockwerk ist die Grundwasserfliessrichtung ungefähr entgegengesetzt.

Aufgrund der Befunde in [28] ist es sehr wahrscheinlich, dass die im Mai 2006 S des Ölunfalls von 1971 festgestellten Verunreinigungen mit KW von letzterem sowie von einem kleineren Ölunfall stammen, welcher sich 2003 in nur ca. 20 m Entfernung ereignete und möglicherweise nur teilsaniert wurde. Die in der ungesättigten Zone vorhandenen KW wurden wahrscheinlich während der niederschlagsreichen Periode im März 2006 mobilisiert und, wegen der komplexen lokalen hydrogeologischen Verhältnisse, scheinbar entgegen der generellen Fliessrichtung im Muschelkalkaquifer, wegtransportiert.

In [28] wird die weitere Überwachung und die Anpassung des Überwachungsprogramms aufgrund der im Jahr 2006 gewonnenen Erkenntnisse empfohlen. Die konkreten Massnahmen sind uns nicht bekannt.

Massnahmen

4.3.3 Andere Schadenfälle

Sechs weitere in [28] genannte Unfallstandorte mit KW im SE Bereich des Rangierbahnhofs Muttentz und näherer Umgebung betreffen nur den Boden und nicht das Grundwasser. Sie wurden zudem teilsaniert.

Weitere Unfallstandorte

Laut P. Kuhn von den SBB [29] sind keine relevanten Unfälle im Bereich des SBB-Rangierbahnhofs zu verzeichnen. Das Trasse der Bahnstrecke Rangierbahnhof Muttentz - Auhafen ist in Besitz des Kantons BL, der Betrieb wird von den SBB durchgeführt. Auch hierzu sind keine relevanten Ereignisse vermerkt.

SBB Rangierbahnhof,
Auhafen,
Relevanz

Weiterhin haben sich im Bereich des Hardwaldes und dessen Umgebung seit 1992 keine Unfälle mit Relevanz für das dortige Grundwasser ereignet [30]. Eine elektronische Datenbank wird zurzeit aufgebaut und umfasst alle neueren Erkenntnisse zu Ereignissen bis 1992. Die Wahrscheinlichkeit, dass bei länger zurückliegenden Ereignissen Schadstoffe in relevantem Ausmass in den Untergrund gelangten und dort verblieben sind, ist laut [30] wegen damals geringerer Sensibilisierung gegenüber Umweltauswirkungen und den heutigen, schärferen Vorschriften grösser als bei den jüngeren Ereignissen.

Hardwald,
Relevanz

In der EVA-Datenbank [7] finden sich für die Gemeinden Birsfelden und Muttentz keine Einträge zu Unfällen.

Gemeinden Birsfelden,
Muttentz

4.3.4 Risikobeurteilung der Bahnstrecken nach Störfallverordnung

Die Bahnstrecken und Bahnhöfe im Bereich Muttenz wurden einer Beurteilung nach Störfallverordnung (StFV) unterzogen (siehe auch [http://www.umweltberichtbeiderbasel.ch / Stoerfallvorsorge-Verkehrsweg-Schiene.53.0.html](http://www.umweltberichtbeiderbasel.ch/Stoerfallvorsorge-Verkehrsweg-Schiene.53.0.html)). Gemäss Auskunft von Herrn P. Kuhn [29] beruht diese Risikobeurteilung, soweit es Untergrund und Grundwasser betrifft, auf verschiedenen schon veröffentlichten oder vorhandenen Grundlagen.

Grundlagen

Die Risikoermittlung für die im Besitz des Kantons befindliche Strecke der Hafenbahn zum Auhafen (Betrieb: SBB) hat ergeben, dass nach Umsetzung einiger vorgeschlagener Sicherheitsmassnahmen im Falle eines Ereignisses keine schwere Schädigung der Bevölkerung und der Umwelt zu erwarten ist.

Bewertung

Die Risiken beim Rangieren mit gefährlichen Stoffen im Rangierbahnhof Muttenz liegen gemäss den provisorischen Ergebnissen der Risikoermittlung im tragbaren Bereich.

Diese Risikobeurteilungen sind für die heutige Situation bezüglich der Verunreinigungen nicht relevant. Für eine vertiefte Betrachtung zukünftiger Risiken für das Grundwasser des Hardwaldes sind sie von Bedeutung.

4.4 Schweizerhalle Brand 1986

4.4.1 Brandereignis

Am 01.11.1986 wurde kurz nach Mitternacht ein Brand in der nur 30 m vom E-Rand des Hardwaldes gelegenen Lagerhalle 956 der Sandoz AG, Werk Muttenz entdeckt. In dieser Halle lagerten ca. 1350 t Chemikalien. Mit Löschwasser vermischte Chemikalien gelangten in der Brandnacht und am folgenden Tag auf das umliegende Gelände und von hier über die Platzentwässerung und den Auslauf 26 in den Rhein. Im Rhein war bis zum Kraftwerk Birsfelden vor allem die linke Rheinseite von der Kontamination betroffen; unglücklicherweise wurde dieses Rheinwasser zu Löschzwecken genutzt [31].

Ereignis

Die wichtigsten zum Zeitpunkt des Brandes im Lager befindlichen Stoffe sind folgend aufgelistet:

Gelagerte Stoffe

Insektizide (Phosphorsäureester)	Disulfoton	300 t
	Thiometon	130 t
	Propatamphos	63 t
	Etrimphos	60 t
Fungizide	Oxadixyl	25 t
	Organische Hg-Verbindungen	3.5 t
Herbizide	Dinitro-ortho-kresol (DNOC)	66 t

Weiterhin gelangten Farbstoffe ins Löschwasser: 2'420 kg Rhodamin B sowie ca. 2'572 kg Sulforhodamin B. Sie verursachten die weithin sichtbare Rotfärbung des Rheins, stellten aber für die anschliessende Überwachung der Ausbreitung einen günstigen Umstand dar. An der Rheinsohle sammelten sich Linsen von Insektiziden an, welche in den Wochen nach dem Brand zum grossen Teil abgesaugt werden konnten.

4.4.2 Auswirkungen auf das Grundwasser nach dem Brand

Der Untergrund der Lagerhalle 956 und Umgebung besteht aus ca. 10 m mächtigen Niederterrassenschottern, die mit künstlicher Auffüllung oder Auelehm bedeckt sind. Unter den Schottern stehen durchlässige Kalke des Oberen Muschelkalkes an. Die Grundwasseroberfläche befindet sich in ca. 15 bis 18 m Tiefe in den Kalken.

Geologie

Im Trinkwasserpumpwerk Obere Hard, welches sich ca. 220 m NW der Halle 956 befindet, wird Muschelkalkgrundwasser genutzt, wie auch in den Brauchwasserbrunnen im Gebiet Schweizerhalle. Weiterhin bestehen linksrheinisch Grundwasserfassungen und -brunnen im Hardwald. Rechtsrheinisch gibt es mehrere Trink- und Brauchwasserfassungen entlang des Rheins (s.o.). Durch die Rheinwasser-Anreicherung im Hardwald und die Grundwasserentnahmen besteht für diesen Zustand normalerweise ein Grundwassergefälle um 5‰ zwischen Hardwald und Schweizerhalle (Mittelwasserstand [4]) und eine SE bis E Grundwasserfliessrichtung.

Benachbarte Fassungen,
Beeinflussung

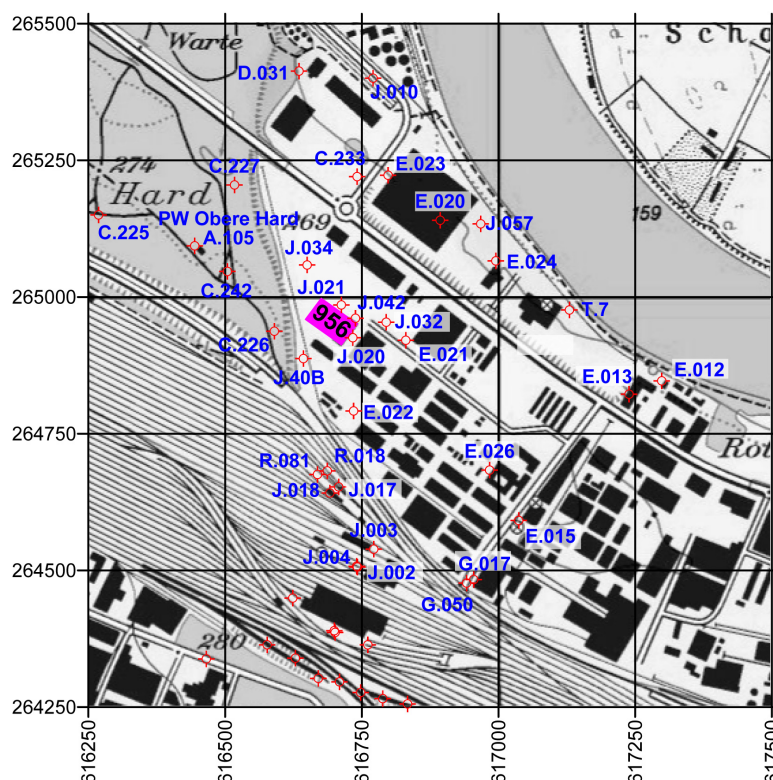


Abbildung 3: Lage der Brunnen und Piezometer im Bereich um die Halle 956 der Sandoz AG.

Während der Löscharbeiten wurden u.a. auch Wasser aus dem kommunalen Trinkwasserversorgungsnetz zu Löschzwecken verwendet, was zu einer aussergewöhnliche Beanspruchung der Pumpwerke Auweg und Obere Hard führte. Gleichzeitig förderten die Brauchwasserbrunnen in Schweizerhalle währen des Wochenendes mit reduzierter Leistung Grundwasser. So kam es möglicherweise für einige Stunden temporär zu einer Umkehr des Grundwassergefälles und einem nach NW gerichteten Grundwasserfluss. Um dieser Situation zu entgegnen wurden folgende Sofortmassnahmen eingeleitet: Erhöhung der Grundwasser-Anreicherung im Hardwald, maximale Grundwasserentnahme im Gebiet Schweizerhalle (Sandoz AG, Werk Muttentz und Ciba-Geigy Werke Schweizerhalle) und Einstellung des Pumpbetriebes im PW Obere Hard sowie Reduktion der Entnahme im PW Auweg.

Ab Ende November 1986 standen zwei neu erstellte, ca. 90 m tiefe Abwehrbrunnen N und E der Brandstelle zur Verfügung. Ab Februar 1987 wurden daraus insgesamt ca. 80 bis 90 l/s vorwiegend Muschelkalkgrundwasser gefördert. Das geförderte Wasser war nur gering kontaminiert (Pestizide + Farbstoff).

Neue Abwehrbrunnen

Des Weiteren wurden in der Umgebung der Halle 596 zur Abklärung des Ausmasses der Kontamination 19 Kernbohrungen bis ins Grundwasser abgeteuft.

Überwachung Umgebung, Ergebnisse

Kontaminiertes Grundwasser wurde in den Bohrungen 21.E.12, 21.E.13, 21.E.20 bis 21.E.24, 21.G.11 und 21.G.14 angetroffen. Geringe Konzentrationen oder ein nur einmaliger Nachweis einer Kontamination kamen im Grundwasser der Bohrungen 21.E.15 und 21.E.26 vor [31]. Diese Bohrungen liegen alle E der Halle 956. Die höchsten Pestizid- und Farbstoffkonzentrationen wurden in der Bohrung 21.E.20 ca. 550 m NE der Halle 956 gemessen.

In den Piezometern 21.C.225, 21.C.226 und 21.C.227 im SE Hardwald und W der Halle 956 wurden die Farbstoffe Rhodamin B und Sulforhodamin B nachgewiesen, nicht aber aus dem Brand stammende Schadstoffe. In der mittig zwischen diesen Beobachtungsstellen liegenden Trinkwasserfassung Obere Hard (21.A.105) wurden diese beiden Farbstoffe nicht nachgewiesen.

In [31] wird dies wie folgt erklärt: Die Farbstoffe wurden durch den während des Brandes herrschenden E-Wind zusammen mit Rauchgasen nach W verfrachtet. Mit Regenwasser gelangten sie in den obersten Bereich des Grundwassers. So konnten sie in den genannten untiefen Piezometern nachgewiesen werden. Im PW Obere Hard hingegen wird Grundwasser aus grösserer Tiefe des Muschelkalkaquifers gefördert. Bis in diese Tiefen-Bereiche sollen die Farbstoffe zumindest nicht in messbaren Konzentrationen gelangt sein. Die Konzentration allfälliger in den Rauchgasen vorhandener Pestizide reichte offenbar nicht aus, um in den Piezometern nachgewiesen zu werden.

Im Grundwasser um Birsfelden, welches wegen der Staustufe des Kraftwerkes Birsfelden durch Infiltration aus dem Rhein gespeist wird, fanden sich noch bis Mitte 1989 Rhodamin B sowie das Insektizid Disulfoton. Es ist uns nicht bekannt, ob diese Substanzen auch in den Brunnen der Hardwasser AG nachgewiesen wurden. Aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse wäre dies denkbar. Allerdings wären die Konzentrationen durch das im Hardwald infiltrierte vom Brand her unbelastete Rheinwasser stark verdünnt worden.

4.4.3 Langfristige Auswirkungen auf das Grundwasser im Bereich Schweizerhalle/Hardwald

In den Piezometern 21.C.226 und 21.C.227 war auch 1988 Rhodamin B sowie Sulforhodamin B nachweisbar. Im Piezometer 21.C.227 wurde vom Kontrolllabor Fresenius AG ein einziges Mal das Fungizid Oxadixyl nachgewiesen, was in [31] als "Ausreisser" gewertet wurde. Dieser Nachweis konnte auch in der Folge nicht reproduziert werden. Ansonsten wurden im Zeitraum bis 1992 Oxadixyl und Disulfoton in den Brunnen 21.E.21 und 21.E.22 W und S der Halle 956 nachgewiesen.

Nachgewiesene Substanzen

In den Trinkwasserbrunnen Obere Hard und Auweg wurden bis Ende 1994 sowie von 2000 bis 2001 keine brandspezifischen Stoffe nachgewiesen ([31], [32]; andere Dokumente liegen uns nicht vor). In folgenden Bohrungen fanden sich im Zeitraum 2000-2001 noch Oxadixyl mit den Maximalkonzentrationen:

21.E.21	0.41 µg/l
21.J.20	8.22 µg/l
21.J.21	11.0 µg/l
21.J.34	1.25 µg/l

Laut [30] ist das Areal der Halle 956 als überwachungsbedürftiger Standort eingestuft, das Sanierungsziel ist noch nicht erreicht.

Bewertung,
Massnahmen

Eine der Hauptmassnahmen war die bis heute bestehende Aufrechterhaltung des Grundwassergefälles vom Hardwald Richtung Industriegebiet Schweizerhalle. Bedingungen dazu sind die Einhaltung einer Mindestinfiltrationsrate von Rheinwasser im Hardwald, die Beschränkung der Förderate im PW Obere Hard und die Weiterführung der Grundwasser-Entnahmen in den Brauchwasserfassungen im Gebiet Schweizerhalle. Der Standort wird weiterhin als überwachungsbedürftig eingestuft [34].

Fazit

Aufgrund des Grundwasser-Managements und der umfangreichen Überwachungs- und Sanierungsmassnahmen kann davon ausgegangen werden, dass - falls überhaupt - nur sehr geringe Mengen von Pestiziden in das Grundwasser des SW Hardwaldes gelangt sind. Eine aktuelle Beeinflussung des Grundwassers des Hardwaldes ist nicht erkennbar. Es muss allerdings festgestellt werden, dass keine der vorliegenden Grundwasseranalysen, welche im Bereich des Hardwaldes unabhängig von den Arbeiten nach dem Sandoz-Brand durchgeführt wurden, auf brandspezifische Stoffe wie Oxadixyl oder Disulfoton untersucht wurden. In den GC-MS Screenings [13] hätten sie jedoch detektiert werden müssen, falls ausreichende Konzentrationen von >500 ng/l vorgelegen hätten.

Einfluss auf Hardwald

4.5 Schweizerhalle Industriegebiet

Es sind uns lediglich die Angaben aus [33] und [34] sowie die Grundwasseranalysen der neuesten Probenahmekampagne [73] bekannt. Für das Areal SF Chem, welches mit Pestiziden belastet ist, liegt eine Detailuntersuchung vor. Eine Beeinträchtigung von Grundwasser für die Trinkwasserversorgung kann mit grösster Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Das Wasser strömt auf zwei Brauchwasserfassungen der SF Chem

Areale

zu. Die beiden Havariestandorte werden als belastete Standorte mit Überwachungsbedarf eingestuft, eine Sanierung als nicht notwendig betrachtet. Für das Areal Novartis läuft die Technische Untersuchung [34]. Weitere Unterlagen zu Verschmutzungen des Untergrundes im Gebiet Schweizerhalle liegen uns nicht vor. Bei der Ersterfassung für den Altlastenkataster wird dieses Gebiet gesondert behandelt werden (mündl. Mitteilung. Hr. Gruhl, AUE). Es finden sich keine Einträge in der Datenbank [7].

Die Grundwasseranalysen in [73] zeigen eine weit verbreitete mässige Belastung des Untergrundes durch chlorierte Alkene (Tetrachlorethen: einige hundert ng/l, maximal 1'800 ng/l, Trichlorethen) und weitere chlorierte KW (Trichlormethan, 1,1,1-Trichlorethan, Chlorbenzol) sowie eine geringe Belastung mit chlorierten Butadienen (ca. 50 bis 100 ng/l). Details siehe Kapitel 5.

Wie im vorangehenden Abschnitt 4.4 dargestellt, liegt durch die Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG ein deutliches Grundwassergefälle zwischen Hardwald und dem Gebiet Schweizerhalle vor. Nach dem Sandoz-Brand wurde die Aufrechterhaltung dieses Gefälles genau überwacht. Ob dieses Gefälle vor 1986 permanent bestanden hat, lässt sich anhand der vorliegenden Unterlagen nicht feststellen. Ein Transport von Schadstoffen aus dem Gebiet Schweizerhalle Richtung Grundwasserfassungen der Hardwasser AG erscheint demzufolge als unwahrscheinlich.

Grundwassergefälle

Nur ohne Grundwasseranreicherung im Hardwald, ohne Reduktion der Entnahmemengen durch die Hardwasser AG und ohne Brauchwasserentnahmen Schweizerhalle/Florin-Brunnen/Grundwasserfassungen Grenzach (Grundwassermodell, Szenario 3.1 in [9]) läge das nordwestlichste Gebiet von Schweizerhalle im Anströmbereich des PW Obere Hard. Es ist uns nicht bekannt, ob eine solche Situation in den vergangenen Jahrzehnten für längere Zeit vorgelegen hat.

Hypothetisch bleibt auch die Exfiltration von Grundwasser in den Rhein auf Höhe Schweizerhalle und die direkte Infiltration vom Rhein auf Höhe der Grundwasserbrunnen im Hardwald. Solange die Brauchwasserentnahmen betrieben werden, ist kaum mit einer Exfiltration in den Rhein zu rechnen.

Exfiltrations-/Infiltrations-Verhältnisse

Gemäss [33] liegen dem AUE die Historischen Untersuchungen sämtlicher Standorte vor und sind beurteilt.

Stand Altlasten-Untersuchungen

4.6 Kantonsstrasse und Autobahn

Kantonsstrasse

Gemäss Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR, [48]) ist die Kantonsstrasse (Rheinfelderstrasse) durch den Hardwald zwischen Einmündung der Auhafenstrasse und Anschluss Hagnau für die Beförderung von gefährlichen Gütern gesperrt. Gemäss Auskunft von Herrn Argenton, AUE gab es bisher keine Unfälle mit Relevanz für das Grundwasser im Hardwald. Lediglich 1971 ereignete sich ein Verkehrsunfall mit Austritt von Waschmittelzusatzstoffen auf die Kantonsstrasse S vom Entnahmefrühnen B24: Ein erhöhter Bor-Wert könnte auf dieses Ereignis zurückzuführen sein. Eine separate Bor-Kampagne der Hardwasser AG und des Kantonalen Laboratoriums, die eine Extrabeprobung aller Brunnen der Hardwasser AG vorsieht, ist laut [19] geplant.

Verordnung, Unfallereignisse

Autobahn

Für die Autobahn am S-Rand des Hardwaldes gelten keine Beschränkungen hinsichtlich Gefahrgüter. Auch hier wirkt der "Grundwasserberg" als hydraulische Barriere. Bei einem Ereignis auf der Autobahn würde das Grundwasser - je nach Unfallort - erst nach S, danach oder direkt nach W oder E abfliessen. Dieser Nationalstrassenabschnitt wird gemäss [53] überwacht.

Beschränkungen,
Fließrichtungen
Grundwasser

Gemäss [52] sind im Bereich von Strassenverkehrswegen als häufigste Leitparameter Mineralölkohlenwasserstoffe, PAKs sowie Schwermetalle (Cd, Cr, Pb, Zn durch Reifenabrieb und Abgase) zu erwarten.

Freigesetzte Substanzen

4.7 Auhafen

Geologische Verhältnisse

Im Bereich des Auhafens sind Auelehme verbreitet. Dieser wird, soweit es aus den Unterlagen hervorgeht, von einigen Metern künstlicher Auffüllung überdeckt. Das dazu nötige Material stammt aus dem Bau des KW Birsfelden und wurde zur Niveauehöhung des Auhafens verwendet. Nahe des Rangierbahnhofs bei der mit "Aral-Shell" markierten Lokalität in Abbildung 4 beträgt deren Mächtigkeit ca. 4.2 m. Darunter folgen Niederterrassenschotter. Die Felsoberfläche (teils Oberer Muschelkalk, teils Keuper und Opalinuston) befindet sich gemäss der geologischen Karte Interreg II auf

Geologie

ca. 240 m ü.M., die Mächtigkeit der Lockergesteinsbedeckung inklusive künstlicher Auffüllung beträgt somit etwas weniger als 20 m.

Hydrogeologische Verhältnisse

Der Grundwasserspiegel liegt um 254.00 m ü.M. [15], und damit einige Dezimeter über dem gering durchlässigen Auelehm. Der Grundwasserstand ist höchstwahrscheinlich in erster Linie abhängig vom Pegelstand des Rheins, erst in zweiter Linie vom Pumpbetrieb der Hardwasser AG. Die Schwankungen des Rheinwasserspiegels betragen gemäss Auskunft des Kraftwerks Birsfelden (in [60]) auch im Fall von Hochwässern weniger als 15 cm. Von den Grundwasserbeobachtungen bei der Kesslergrube und der Grube Salzlände auf der rechten Rheinseite ca. 1 km stromabwärts ist bekannt, dass die Grundwasserspiegel in den Niederterrassenschottern einige Zehnermeter vom Rheinufer entfernt unmittelbar auf Änderungen des Rheinpegels reagieren. Dies dürfte auch für das Gebiet des Auhafens gelten.

Hydrogeologie

Im Grundwasser-Modell [9] findet sich in einer Figur mit allen Brunnen und Grundwassermessstellen ein Hinweis (Legende) auf eine Grundwassernutzung im Muschelkalk NW des Auhafen-Areals. Genauere Angaben dazu und zu Nutzungen des Schottergrundwassers liegen uns nicht vor.

Angaben zum Areal

Der zwischen 1937 und 1940 gebaute und danach mehrfach erweiterte Auhafen liegt zwischen Hardwald und Rhein, welcher eine deutliche Biegung um das Hafenareal beschreibt. Der Auhafen ist mit einer Bahnlinie mit dem Rangierbahnhof Muttenz und dem Birsfelder Hafen verbunden. Das Trasseee verzweigt sich innerhalb des Hafenareals mehrfach. Zwischen Hardwald und Auhafen befindet sich ein Rangierbahnhof.

Angaben zum Areal

Der Auhafen wird vor allem als Lager- und Umschlagplatz für Öl und Treibstoffe genutzt. Gemäss www.aviaag.ch beträgt die gesamte Tankraumkapazität in den 78 Tanks 280'000 m³. Es werden Heizöl, Dieselöl und Benzin entladen, gelagert und auf Bahnkesselwagen oder Lastwagen umgefüllt. Ausserdem wird Schwergut, Speiseöl, Dünger, Tonerde und Getreide umgeschlagen (www.portofbasel.ch).

Der Auhafen wurde bisher bei der Ersterfassung in der EVA-Datenbank nicht berücksichtigt. Uns lagen Unterlagen des AUE zu "Auhafen Muttenz, Einzelfälle 1992 bis 2000, PZ 2037" zur Einsicht vor. Daraus ist ersichtlich, dass bei einigen kleineren und mittleren Bauvorhaben in den 1990er Jahren teils hohe Konzentrationen von Kohlenwasserstoffen im Untergrund festgestellt wurden. Im Folgenden sind einige dieser Fälle zusammenfassend aufgeführt.



Abbildung 4: Satellitenbild des Muttenzer Auhafens von Google Maps. Anhand der beim AUE BL eingesehenen Akten belegte Verschmutzungen des Untergrundes (1992-2000) sind eingetragen.

In zwei Fällen (Avia 1992, Aral/Shell 1992) wurde neben Verschmutzungen des Bodens auch Verschmutzungen des Grundwassers mit KW festgestellt. Die Verschmutzungen fanden sich vor allem an der Basis der mehrere Meter mächtigen Auffüllung über dem natürlich gewachsenen Auelehm und im obersten Bereich des Auelehms selbst.

In Bodenproben wurden KW-Gehalte von >1000 mg/kg Feststoff und im Grundwasser solche bis über 200 mg/l festgestellt. Nach erfolgten Teilsanierungen verblieben in einigen Fällen offensichtlich grössere belastete Bereiche resp. das Ausmass und/oder die Herkunft der Verschmutzungen blieben unklar.

In einem Dokument (AVIA 1992) wird auf die Gefahr einer Verschmutzung des Trinkwassers Hardwald im Falle geringer Infiltrationsraten von Rheinwasser durch die Hardwasser AG hingewiesen.

Des Weiteren liegen Hinweise auf eine Deponie auf dem Areal des Auhafens vor (Deponie Auboden, [25], http://www.augusta-raurica.ch/docs/parlk/berichte/1997-084_1.htm). Gemäss Auskunft von Herrn Gruhl (AUE Basel-Landschaft) vom 30.07.2007 wird im Bereich Auhafen zurzeit eine Alt-

lastenuntersuchung an einem Deponiestandort durchgeführt. Gemäss unbestätigten Quellen soll diese Deponie aber bereits vor langer Zeit saniert worden sein. Entsprechende Angaben fehlen jedoch.

4.8 Birsfelder Hafen

Geologische Verhältnisse

Der Felsuntergrund des Birsfelder Hafens besteht im SE Teil aus Oberem Muschelkalk. Die Rheingrabenflexur quert in SSW-NNE-Richtung das Areal, sodass der Felsuntergrund des mittleren und W Hafenareals zum kleineren Teil aus Keuper-, grösstenteils aus Molassegesteinen aufgebaut ist. Die Mächtigkeit der darüber liegenden Niederterrassenschotter beträgt 15 bis 20 m.

Geologie

Hydrogeologische Verhältnisse

Die Grundwassermächtigkeit in den Niederterrassenschottern beträgt gemäss [15] 2 bis 10 m, nur im südöstlichsten Bereich, unter dem BP-Areal (s.u.), ist sie grösser als 10 m. Der Flurabstand beträgt ca. 5 bis 8 m. Die generelle Grundwasserfliessrichtung weist gemäss [15] am S-Rand des Hafenareals NW, gegen das Kraftwerk Birsfelden. Zum Rhein hin ändert sie sich nach W und SW, bedingt durch dessen Infiltration. Das Grundwassergefälle ist ganz im SE Gebiet eher gering (um 4‰), der Pegelstand des Rheins beeinflusst die rheinnahen Bereiche. Im S wirkt der Einfluss der Grundwasser-Infiltration im Hardwald, dort ist das Gefälle grösser (um 8-9‰).

Hydrogeologie

Angaben zum Areal

Der Birsfelder Hafen wurde zwischen 1937 und 1940 erbaut. Mehrere Erweiterungen folgten. Gemäss www.portofbasel.ch ist der Birsfelder Hafen auf den Umschlag und die Lagerung von flüssigen Treib- und Brennstoffen sowie von Trockengütern spezialisiert.

Angaben zum Areal

Aus unserer Sicht zu beachten ist die Situation um die ehemaligen Tanklager der BP (Switzerland), welche sich am N-Rand des Hardwaldes am Rheinufer befanden. Sie wurden ab 1998 bis ca. 2001 zurückgebaut. Inzwischen wurde auf dem Areal ein Containerterminal errichtet (siehe Abbildung 5). Es sind Kohlenwasserstoff-Belastungen im Untergrund vorhanden, welche noch einer Sanierung unterzogen werden.



Abbildung 5: Das Satellitenbild des Südteils des Birsfelder Hafens aus Google Maps zeigt das ehemalige BP-Areal zu zwei verschiedenen Zeitpunkten: rechts nach der Sanierung, links nach Erstellung des Containerterminals. Die Lage des in den Grundwasseruntersuchungen 2006 ([12], [13]) beprobten Brunnens C.018 ist als roter Punkt dargestellt.

Im Jahr 2005 waren die Belastungen im Untergrund des mit Benzin verunreinigten Standortes nach einigen Jahren mit Sanierungsmassnahmen noch so hoch, dass das AUE die aktive Sanierung mittels Air-Sparging weiterhin befürwortete [33]. Die aktive Sanierung wurde nach einem Unterbruch Ende Mai 2006 wieder aufgenommen [34]. Der Trendverlauf der Konzentrationen der Schadstoffe verweise laut [34] darauf, dass das Schadstoffpotenzial nicht mehr allzu gross sein dürfte. Gemäss Auskunft von Herrn Gruhl (30.07.2007) liegt noch eine lokale Belastung u.a. mit Benzol von ca. 100 µg/l vor.

4.9 Kanalisation

Die Kanalisation stellt im gesamten Untersuchungsgebiet eine potenzielle Schadstoffquelle dar. Sie kann undicht oder leck sein. Eine solche Situation kann lange unentdeckt bleiben. Bei gut durchlässigem Boden können so Schadstoffe in den Untergrund bis ins Grundwasser gelangen. Uns

sind im Verlaufe der vorliegenden Untersuchungen keine solchen Vorkommnisse bekannt geworden, sie sind als Szenario jedoch nicht ganz auszuschliessen.

4.10 Rhein

Das Rheinwasser resp. das durch die Hardwasser AG infiltrierte, durch einen Sandfilter aufbereitete Rheinwasser, welches in Gräben und Teichen im Hardwald versickert, wurde immer wieder als mögliche Quelle für die im Grundwasser des Hardwaldes nachgewiesenen Schadstoffe genannt. Im folgenden Abschnitt werden Schadstoffe im Rheinwasser mit denen im Grundwasser des Hardwaldes verglichen. Dieser Vergleich wird durch verschiedene Faktoren erschwert:

Erschwernisse für Nachweis der Herkunft

1. Schadstoffkonzentrationen sind im Rhein starken Schwankungen unterworfen. Belastungsspitzen im Rheinwasserinfiltrat treten im Mischwasser wegen unterschiedlich langer Fliesswege zu den verschiedenen Brunnen sowie durch Mischung des in den Brunnen geförderten Grundwassers gedämpft auf. Zudem ist die räumliche Verteilung von Schadstoffen in den verschiedenen Brunnen zu einem Stichtag unter Umständen wegen der unterschiedlichen Verweildauer im Anströmbereich nicht repräsentativ.
2. Es liegen nur wenige Resultate gleichzeitiger Beprobungen von Rheinwasserinfiltrat und Brunnen resp. Messstellen im Hardwald vor ([11], [12], [73]).
3. Die Vergleichbarkeit von Analysenresultaten verschiedener Messkampagnen ist nur bedingt gegeben (Analytik, Beprobungszeitpunkt, Infiltrationsrate der Hardwasser AG und Grundwasserentnahmen im Hardwald, Übereinstimmung analysierter Stoffe).
4. Die Messstelle Weil am Rhein (Rheinüberwachungsstation, RÜS) misst viele Parameter mehr oder weniger kontinuierlich (s.u.). Sie liegt aber einige Kilometer weiter rheinabwärts, sodass allfällige Einflüsse u.a. aus der Industrie Schweizerhalle, vom Au- und Birsfelder Hafen, aus den Flüssen Birs, Birsig und Wiese mit teils nachgewiesener Schadstofffracht, der Chemieindustrie Basel, den Abwässern Basel Stadt, aus vorhandenen Altlasten (insbesondere Chemieabfalldeponien) sowie aus der Chemieindustrie St. Louis vorhanden sein können.
5. Die Nachweis-/Bestimmungsgrenzen unterscheiden sich bei den verschiedenen Wasseranalysen teils deutlich.

Die Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein misst kontinuierlich anhand von 24h-Mischproben die Konzentrationen unter anderem von LCKW,

Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein

Pestiziden, Arzneimittelstoffen und anderen organischen Schadstoffen (<http://www.aue.bs.ch/fachbereiche/gewaesser/rheinberichte.htm>).

Einige der in Abschnitt 5.3 aufgeführten, im Hardwald nachgewiesenen organischen Schadstoffe werden bei der Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein (RÜS) kontinuierlich gemessen [14]. In Abbildung 6 werden die Grundwasseranalysen des Kantonalen Labors vom 10.12.2007 [74] mit aktuellen Analyseergebnissen der RÜS verglichen. Die Mittelwerte für Chloroform, Tetrachlorethen, Trichlorethen und trans-1,2-Dichlorethen beziehen sich auf das Gesamtjahr 2007, die von Hexachlorethan, 1,1,1-Trichlorethan und HCBd auf den Monat April 2008, weil Messresultate dieser Stoffe erst seit Anfang 2008 resp. die von HCBd erst seit April 2008 in den Monatsberichten erscheinen.

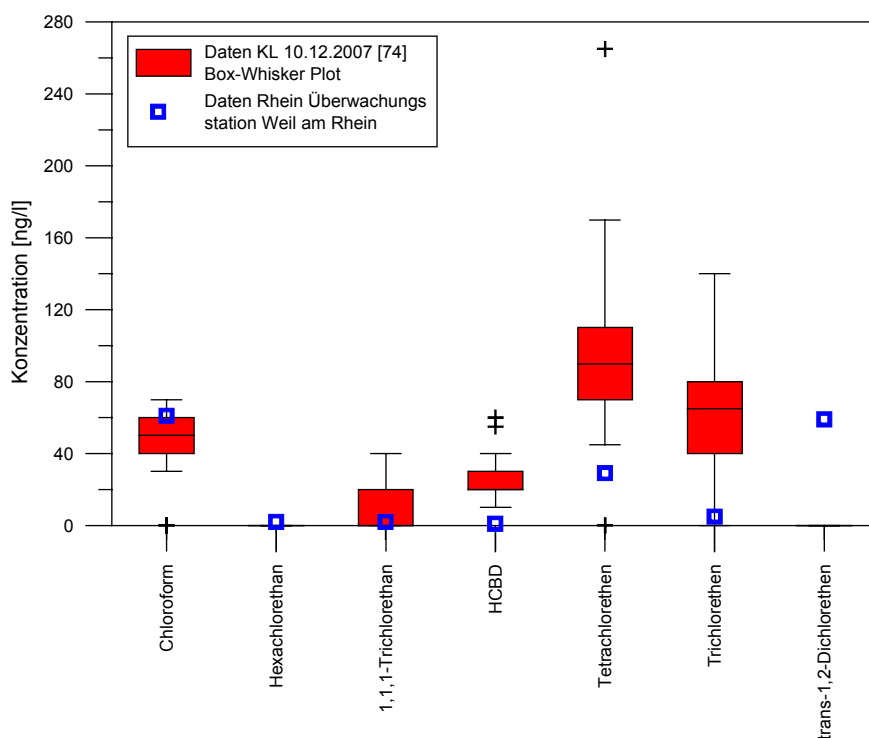


Abbildung 6: Vergleich Grundwasseranalysen des KL vom 10.12.2007 mit Analyseergebnissen des Rheinwassers bei Weil am Rhein aus den Jahren 2007/2008 (siehe Text für Details).

Für Stoffe, deren Konzentration im Grundwasser des Hardwaldes deutlich höher liegen als die gemittelten Werte des Rheinwassers in Weil, muss angenommen werden, dass ein Eintrag im Hardwald selbst und/oder durch unterirdischen Grundwasserzustrom erfolgt und ein höchstens geringer Eintrag über die gegenwärtige Rheinwasserversickerung der Hardwasser AG vorhanden ist.

Dies trifft gemäss Abbildung 6 sicher auf HCBd, Tetrachlorethen und Trichlorethen zu. Bei 1,1,1-Trichlorethan ist eine Herkunft aus dem Rhein-

wasserinfiltrat nicht sicher auszuschliessen, da 1,1,1-Trichlorethan erst seit Januar 2008 bei der RÜS gemessen wird und die Konzentrationen im Grundwasser oft nur wenig über der Bestimmungsgrenze von 10 ng/l [74] liegen. Seit Januar 2008 liegt die mittlere Konzentration bei der RÜS jedoch bei 2 bis 3 ng/l, sodass eine Herkunft des im Grundwasser beobachteten 1,1,1-Trichlorethan aus dem Rheinwasser bei einem Median der positiven Nachweise im Grundwasser von 20 ng/l unwahrscheinlich ist.

Für Trichlormethan (Chloroform) erscheint das Rheinwasserinfiltrat als Quelle möglich, da die mittleren Konzentrationen im Grundwasser etwas niedriger sind als bei der RÜS.

Die Daten in [35] von 1975 zeigen, dass die Konzentrationen von Tetrachlormethan, Trichlormethan, Tetrachlorethen, Trichlorethen, Hexachlorbutadien im sogenannten "Uferfiltrat II" (wahrscheinlich Grundwasser Hardwald, Hardwasser AG) teils deutlich höher waren als im Rheinwasser-Infiltrat. Bei Meta- und Para-Xylol, Dichlorethen, 1,1,2,2-Tetrachlorethan, Hexachlorethan, Pentachlorbutadien sowie Tetrachlorbutadien verhält es sich umgekehrt. Die genaue Probenahmestelle für diese mit "Uferfiltrat II" bezeichnete Probe ist allerdings nicht bekannt. Auch der Hardwasser AG liegen gemäss [19] diesbezüglich nur die Daten der Publikation vor. Aufgrund der Beschreibung in [35] erscheint es jedoch wahrscheinlich, dass es sich beim "Uferfiltrat II" um ein Mischwasser aus verschiedenen Brunnen im Hardwald handelt.

Beispiel Daten von 1975

Die Verweilzeit des Rheinwasser-Infiltrats der Hardwasser AG unterscheidet sich für die verschiedenen Brunnen im Hardwald und beträgt gemäss [51] zwischen 1 und 10 Tage. Kurzzeitig auftretende Konzentrationsspitzen im Rheinwasser-Infiltrat sollten daher im Mischwasser aus den Brunnen gedämpft, und über einen deutlich längeren Zeitraum als im Rheinwasser selbst auftreten. Die Modellierung [9] zeigt für den Normalfall mit Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG etwas längere Verweilzeiten zwischen 10 und 20 Tagen.

Verweilzeit Rheinwasser-Infiltrat

Die mögliche Bandbreite der Konzentration der genannten Schadstoffe im Rheinwasser ist wegen der nur 1975 nur einmalig erfolgten Beprobung nicht bekannt. Daher erscheint es aufgrund der Dämpfung allfälliger Konzentrationsspitzen von Schadstoffen aus dem Rheinwasser-Infiltrat als wahrscheinlich, dass ein wesentlicher Teil der damals im "Uferfiltrat II" identifizierten Schadstoffe aus dem Untergrund des Hardwaldes resp. der angrenzenden Gebiete stammt. Zumindest dürfte es sich um die Schadstoffe handeln, bei denen die Konzentration im "Uferfiltrat II" deutlich höher lag als im Rheinwasser-Infiltrat (Tetrachlormethan, Trichlormethan, Tetrachlorethen, Trichlorethen mit mittleren bis sehr hohen Mobilitäten im Grundwasser). Dies wäre insofern plausibel, weil es sich dabei teilweise auch um 1980 sowie seit 2003 nachgewiesene Schadstoffe handelt, für die eine vorwiegende Herkunft aus dem Rheinwasser-Infiltrat wenig wahrscheinlich ist.

Im November 2006 haben die IWB fluorierte Alkansulfonsäuren mit maximal 770 ng/l (Perfluorbutylsulfonsäure, angegeben als Perfluorbutylsulfonat; PFBS) im Grundwasser aus dem Hardwald nachgewiesen [63]. Der Rhein bei Birsfelden enthielt 1800 ng/l PFBS, bei Karlsruhe wurden sogar 2500 ng/l gemessen [62]. Bis zum Dezember 2006 ging die PFBS-Konzentration im Grundwasser wieder deutlich zurück (noch 59 ng/l am 16.01.2007, [63]). Die Substanz stammte aus einer Quelle im Einzugsgebiet der Aare.

Beispiel Perfluorbutylsulfonat

Am 07.12.2007 wurden in Brunnen im Hardwald ebenfalls fluorierte Alkansulfonsäuren mit Konzentrationen um 10 ng/l nachgewiesen ([74], Perfluorbutansulfonsäure, Perfluoroctansulfonsäure). Vergleichsdaten zum Rheinwasser liegen von diesem Zeitpunkt nicht vor.

Es zeigt sich an diesem Fall, dass persistente und mobile Stoffe wie das PFBS in Konzentrationen ins Grund- resp. Trinkwasser gelangen können, welche dann noch einige Zehnerprozent der Ausgangskonzentration des Rheinwasser und auch des Rheinwasser-Infiltrats betragen.

Weitere Daten und Hinweise zum Vergleich Rheinwasser-Infiltrat - Grundwasser Hardwald – Trinkwasser Hardwasser AG finden sich im Kapitel 5.

Fazit

Die Daten zeigen, dass mindestens bis in die 1970er Jahre ein wesentlicher Anteil der damals im Grundwasser des Hardwaldes vorhandenen Schadstoffe aus dem Rheinwasser-Infiltrat der Hardwasser AG stammte [35]. Dies galt aber nicht für einige chlorierte KW wie Tetrachlorethen und Trichlorethen, welche höchstwahrscheinlich aus anderen Quellen stammten, da ihre Konzentration im Rheinwasser schon damals deutlich niedriger war.

Fazit

Anhand der kontinuierlichen Messungen der RÜS in Weil am Rhein kann gefolgert werden, dass auch heute bei insgesamt deutlich besserer Rheinwasserqualität zumindest im Fall von HCBd, Tetrachlorethen und Trichlorethen, wahrscheinlich auch bei 1,1,1-Trichlorethan der Eintrag in das Grundwasser des Hardwaldes nur in geringem Masse über das Rheinwasser erfolgt.

Mobile persistente Schadstoffe können innerhalb von einigen Tagen (um 5-20 Tage, vgl. oben) ins Trinkwasser der Hardwasser AG gelangen. Die Schadstoffkonzentrationen können dabei nach grober Abschätzung 1/3 der im Rheinwasser-Infiltrat vorhandenen Konzentration betragen (vgl. obiges Beispiel).

4.11 Luftqualität

Die Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft betreiben ein gemeinsames Luftmessnetz². Eine Messstation liegt direkt an der Autobahn A2 im Abschnitt durch den Hardwald. Gemessen werden Feinstaub, Stickstoffoxid und Ozon. Diese Werte geben die Belastung wieder, welche direkt an stark befahrenen Hochleistungsstrassen auftreten.

Messnetze

Ferner betreiben die Novartis Services AG und der Kanton Basel-Landschaft im Raum Birsfelden-Augst gemeinsam das Rechnungsmodell SAFER³. Mit diesem Rechnungsmodell kann die Ausbreitung von Schadstoffen in der Luft bei Havarien simuliert werden kann. Es ermöglicht den Ereignisdiensten bei Ereignissen ein rascheres Eingreifen und die Beurteilung von Sofortmassnahmen. Ob die deutsche Seite an diesem System beteiligt ist oder selbst ein ähnliches System besitzt, ist uns nicht bekannt.

Der Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser des Hardwald über den Luftpfad wurde verschiedentlich diskutiert [36]. Aus der Zeit der Ablagerung von Chemiemüll in den noch offenen Gruben Feldreben, Margelacker und Rothausstrasse werden Berichte über Geruchsbelästigung bis hin zu mit Emissionen via Luftpfad aus den Deponien zusammenhängende gesundheitliche Beeinträchtigungen wie Kopfschmerzen etc. erwähnt [25]. Seit Auffüllung der Gruben kämen als nächstgelegene Emissionsquellen die Treibstofflager und -umschlagplätze Auhafen und Birsfelder Hafen sowie das Industriegebiet Schweizerhalle infrage. Über weiträumige Geruchsbelästigungen aus den Häfen, welche einen Eintrag aus der Luft zumindest möglich erscheinen lassen, sind keine Hinweise in den uns vorliegenden Unterlagen vorhanden. Im Gebiet Schweizerhalle ist die Emissionen von Schadstoffen in die Luft durch Störfälle denkbar (vgl. [45]).

Mögliche Quellen

Nach dem Brand der Halle 956 der Sandoz AG im November 1986 wurden Laub- und Bodenproben im Hardwald untersucht [31]. Dabei konnten 3.1 mg/kg Disulfoton sowie 4.6 mg/kg Thiometon im Laub 100 m von der Brandstelle entfernt nachgewiesen werden. Bei den Bodenproben konnte diese beiden Stoffe mit Werten wenig über der Nachweisgrenze nur ca. 110 m von der Brandstelle entfernt nachgewiesen werden. Quecksilber war in allen Laub- und Bodenproben nachweisbar. In [31] wird vermutet, dass das Quecksilber hauptsächlich aus anderen Quellen als dem Sandoz- Brand stammt.

Die Tatsache, dass die Auswirkungen des Brandes der Halle 956 der Sandoz AG 1986 im nahe gelegenen Hardwald gering sind (z.B. [31]), zeigt,

² http://www.baselland.ch/docs/bud/lufthygiene/main_quali.htm

³ http://www.baselland.ch/docs/bud/zeitung-bud/buz18/buz18_safer.htm

dass ein Eintrag der im Trinkwasser vorhandenen Schadstoffe über den Luftpfad eher unwahrscheinlich ist.

Je nach Windlage sind auch Immissionen aus anderen Gebieten, wobei am ehesten aus der Region Basel-Stadt denkbar.

Folgende Überschlagsrechnung soll die Auswirkungen eines Eintrages über die Luft veranschaulichen: Der Hardwald umfasst eine Fläche von ca. 1.9 km². Falls die Konzentration eines Schadstoffs im Regenwasser kontinuierlich 1 µg/l betrüge, würden bei 500 mm/a Infiltrationsrate aus dem Niederschlag (gemäss Hydrologischer Atlas der Schweiz) und ca. 100'000 m³/d Rheinwasser-Infiltration die Gesamtkonzentration im Mittel auf ca. 20 ng/l verdünnt.

Eintragsabschätzung

4.12 Im Untergrund vor Beginn der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG vorhandene Schadstoffe

In einigen Unterlagen und Interviews (z.B. [18]) wird die Ansicht vertreten, dass Schadstoffe, welche vor Inbetriebnahme der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG im Jahr 1958 in den Untergrund des Hardwaldes gelangt seien, immer noch eine Schadstoffquelle für das aus den Brunnen der Hardwasser AG geförderte Trinkwasser darstellen könnten.

Ansichten

Es kann als gesichert gelten, dass Schadstoffe aus der Deponie Feldreben entsprechend den vor Beginn der Grundwassernutzung vorherrschenden Grundwasserfliessrichtungen durch den Aquifer des Oberen Muschelkalks zu den Brunnen der Hardwasser AG in N Richtung transportiert wurden. Durch die Grundwassernutzung der Hardwasser AG wurden die Gradienten vermutlich erhöht und die Grundwasser-Fliessgeschwindigkeiten im Gebiet Muttenez-Hardwald Richtung N vergrössert. Ein Transport von Schadstoffen aus den Deponien Margelacker und Rothausstrasse bis zu den Brunnen der Hardwasser AG ist ebenfalls denkbar.

Beispiel Feldreben

Im Abstrombereich der Grube Feldreben haben früher sehr wahrscheinlich Schadstoffkonzentrationen vorgelegen, welche teils einige Grössenordnungen höher waren als die heute gemessenen. Förderte der Florinbrunnen 1957 noch stark gefärbtes Wasser mit Phenolgeruch, konnten bei den Analysen 2004 [4] und 2006 ([10], [12]) nur in den Bohrung F5 bei Feldreben sowie in C.231 in der Grube Robrinesen geringe Konzentrationen von Phenol nachgewiesen werden (80 bis 280 ng/l). Auch wenn Phenolgeruch kein zwingender Nachweis für eine hohe Phenolbelastung des Grundwas-

sers ist, kann doch festgestellt werden, dass die Schadstoffkonzentrationen nahe der Quelle Feldrebengrube mit der Zeit durch Austrag und Abbau sowie durch Verringerung des Austrages durch Überbauung abnahmen.

Mit folgenden Überlegungen zur Phase der Grundwasser-Nutzung im Hardwald vor Beginn der Rheinwasser-Infiltration (1951-1958) soll die Wahrscheinlichkeit, dass sich im Untergrund des Hardwaldes noch Schadstoffe aus dieser Zeit befinden, abgeschätzt werden. Für diese Überlegungen sind vor allem die Mobilität der Schadstoffe im Grundwasser sowie ihre Stabilität gegenüber biotischem und abiotischem Abbau von Bedeutung. Im Detail spielen eine Reihe weiterer Faktoren eine Rolle, etwa der Gesteinstyp, Gehalt an organischem Material, Sauerstoffgehalt des Grundwassers, Fliessgeschwindigkeiten, Wechselwirkungen mit anderen organischen Schadstoffen, Ausgangskonzentrationen und Gesamtmenge der Schadstoffe an der Quelle, die Grundwasserchemie, stoffspezifischen Parametern wie Wasserlöslichkeit, Luft-/Wasserverteilung, Feststoff-Wasserverteilung und Abbaubarkeit etc. Zu bemerken ist auch, dass die Prozesse der Adsorption und der Desorption nicht gleich schnell ablaufen. Letzteres geht meist deutlich langsamer vonstatten.

- Für Schadstoffe, welche ***mobil*** und ***leicht abbaubar*** sind, ist es wahrscheinlich, dass sie vor Beginn der Rheinwasser-Infiltration bis in den Bereich der Brunnen der Hardwasser AG transportiert wurden und möglicherweise in das Trinkwasser gerieten. Nach Beginn der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG 1958 wurden sie aufgrund ihrer Mobilität verdünnt und ausgeschwemmt. Geringe Anteile von an Feststoffen adsorbierten Depositionen wurden relativ schnell abgebaut.
- Schadstoffe, welche ***mobil*** und ***persistent*** sind, wurden wahrscheinlich ebenfalls bis in den Bereich der Brunnen transportiert und gerieten möglicherweise in das Trinkwasser. Nach Beginn der Anreicherung wurden sie grösstenteils aufgrund ihrer Mobilität aus dem Untergrund ausgeschwemmt. Gewisse Anteile von an Feststoffen adsorbierten persistenten Schadstoffen wurden in den letzten 50 Jahren abgebaut.
- Schadstoffe, welche ***wenig mobil*** und ***leicht abbaubar*** sind, wurden zwar auch in Richtung Brunnen der Hardwasser AG transportiert, allerdings nahm die Schadstoffkonzentration in Fliessrichtung innert Zehnermetern bis wenige hundert Meter deutlich ab. Es ist wahrscheinlich, dass auch nach Beginn der Rheinwasser-Infiltration im Untergrund des S Hardwaldes einige Zeit im Untergrund adsorbierte Schadstoffe vorhanden waren. Deren Konzentration nahm vermutlich innert einiger Jahre aufgrund des Abbaus deutlich ab.
- Schadstoffe, welche ***wenig mobil*** und ***persistent*** sind, bildeten eine längere Schadstofffahne als instabile Stoffe mit vergleichba-

rer Mobilität. Gewisse Anteile von an Feststoffen adsorbierten persistenten Schadstoffen wurden in den letzten 50 Jahren abgebaut und ausgeschwemmt. Falls überhaupt nennenswerte Mengen von Schadstoffen im Untergrund des Hardwaldes aus der Zeit vor 1958 vorhanden sind, wären es vermutlich wenig mobile und persistente Stoffe am Südrand des Hardwaldes.

Es gibt also vor Beginn der Rheinwasser-Infiltration höchstwahrscheinlich eine positive Korrelation zwischen der Höhe der Schadstoffkonzentrationen an einem gegebenen Punkt im Untergrund des Hardwaldes und der Mobilität dieser Schadstoffe. Die im Untergrund des Hardwaldes vorhandene Schadstoffgesamtmenge war für mobile Schadstoffe höher als für immobile. Immobile Schadstoffe fanden sich in höheren Konzentrationen vermutlich nur im Nahbereich der Deponie Feldreben am Südrand des Hardwaldes.

Nach Beginn der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG wurde der Grossteil mobiler Schadstoffe wahrscheinlich recht schnell aus dem Untergrund des Hardwaldes ausgetragen. Die am Südrand des Hardwaldes vorhandenen höheren Konzentrationen immobiler Schadstoffe wurden durch den nach Beginn der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG entstandenen Grundwasserberg zum grossen Teil nicht mehr in Richtung der Brunnen der Hardwasser AG, sondern in S Richtung transportiert. Falls diese immobilen Schadstoffe in wesentlichen Mengen im Bereich des Fliesswegs vom Grundwasserberg zu den Brunnen lagen, fand (und findet) die Desorption wegen der geringen Mobilität langsam statt.

Falls es zutrifft, dass vor 1958 nach N transportierte Schadstoffe heute noch im Bereich der heutigen Fliesswege zu den Brunnen der Hardwasser AG im Untergrund vorhanden sind, ist es unserer Einschätzung nach am wahrscheinlichsten, dass diese in relevanten Konzentrationen nur am S-Rand des Hardwaldes vorliegen.

Falls tatsächlich solche Schadstoffe noch in relevanten Konzentrationen im Untergrund des Hardwaldes vorhanden wären, müssten sie in der westlichen Hälfte der Brunnen der Hardwasser AG nachzuweisen sein, da diese Brunnen wahrscheinlich im damaligen Abstrombereich der Deponie Feldreben lagen. Diese Brunnen weisen tatsächlich tendenziell höhere Schadstoffkonzentrationen (z.B. TCBD) auf als die östlich Hälfte der Brunnen. Dies erklärt aber nicht die höheren Konzentrationen in den Brunnen nördlich der Kantonsstrasse (A.9 bis A.19). Noch weniger bietet dies eine Erklärung für die mit höherer Mineralisierung verbundenen höheren Schadstoffkonzentrationen der westlichsten Brunnen sowie für die nahe dem Auhafen gelegenen.

Es ist nicht auszuschliessen, dass die in der Zeit vor der Grundwasseranreicherung in den Untergrund gelangten Schadstoffe immer noch einen kleinen Beitrag zur heute beobachteten Schadstoffbelastung leisten. Andere

Deutungen erklären jedoch plausibler das beobachtete Bild der räumlichen Verteilung der Schadstoffe und ihrer Beziehungen zu anderen Parametern, sodass der grösste Teil der heute beobachteten Schadstoffbelastung kaum aus dem Untergrund des Hardwaldes stammt.

5 Kritische Schadstoffe in Grund- und Trinkwasser im Gebiet Muttentz / Hardwald / Grenzach

5.1 Vorbemerkungen

Über Schadstoffe im Grundwasser im Raum Muttentz und Hardwald und dem dort gewonnenen Trinkwasser wird seit den 1950er Jahren diskutiert. In den letzten Jahren wurden umfangreiche Untersuchungsprogramme und Grundwasseranalysen mit verschiedenen Hauptzielen durchgeführt. Eine Zusammenstellung der Grund- und Trinkwasseranalysen zeigt Tabelle 4.

In den letzten Jahren wurde die Analytik der Spurenstoffe deutlich verbessert, dies vor allem im Hinblick auf die kritischen Schadstoffe, insbesondere die chlorierten Butadiene- im Grundwasser des Hardwaldes. Bei der Vielzahl von Analysenresultate musste für unsere Auswertungen anhand folgender Kriterien eine sinnvolle Vorauswahl getroffen werden.

- Belastbare Analytik mit möglichst niedrigen Nachweis- resp. Bestimmungsgrenzen.
- Möglichst umfangreiche Datensätze mit räumlich möglichst gleichmässig verteilten Probenahmestellen.
- Möglichst hohe Vergleichbarkeit der Resultate verschiedener Messkampagnen bezüglich der Auswahl der analysierten Schadstoffe, Probenahmezeitpunkt, Analysemethoden, Nachweisgrenzen, Betriebszustand Grundwasseranreicherung / Grundwasserentnahmen.
- Aufwand bei der Auswertung der Analyseresultate.

Die folgenden Auswertungen beruhen im Wesentlichen auf den in den Jahren 2006 bis 2008 im Gebiet Muttentz und Hardwald entnommenen und analysierten Grundwasserproben (Untersuchungen Deponien Muttentz: [46], [70], [71]; Grundwasseruntersuchungen Hardwald: [12], [13], [73], [74]). Andere Analysenresultate wurden fallweise zusätzlich herangezogen.

Verwendete Datengrundlagen

Von den Deponieuntersuchungen auf der deutschen Rheinseite liegen uns für die Grube Salzlände Grundwasseranalysen der Detailuntersuchung vor [60]. Zu den Gruben Hirschacker und Fuchsbäumleacker liegen uns verschiedene Karten und Vortragsunterlagen vor ([21], [22]). Zur Kesslergrube haben wir nur Informationen aus einem Interview [20].

5.2 Grundwasseranalysen

Im Folgenden sind die uns zur Verfügung stehenden und von uns berücksichtigten Wasseranalysen tabellarisch aufgeführt (Tabelle 4).

Verwendete
Analysenresultate

Neben den in Tabelle 4 genannten Untersuchungen wurden eine Reihe weiterer Grundwasseranalysen durchgeführt, wie z.B. in den Jahren 1972/1973 und 1993 und einige Grundwasseranalysen einzelner Messstellen im Umfeld der Feldrebengrube. Diese Unterlagen liegen uns nicht im Detail vor.

Tabelle 4: Zusammenstellung vorliegender Trink- und Grundwasseranalysen organischer Schadstoffe aus dem Hardwald und angrenzenden Gebieten sowie Analysen des Rheinwassers. **Fett:** hauptsächlich berücksichtigte Analyseergebnisse.

Probenahme	Bezeichnung	Referenz	Entnahmestellen	Bemerkung
1975	TZM Karlsruhe	[35]	Höchstwahrscheinlich Trinkwasser Hardwasser AG, Einlauf Langen Erlen	Wissenschaftliche Publikation. Der Schadstoffgehalt im Wasser ist nach der Rheinwasserversickerung teilweise grösser.
1979	IWB	[40]	Rhein bei Pratteln und Brunnen Hardwasser AG (Mischprobe? Genaue Entnahmestelle unklar)	Halogenierte KW, Chlorhaltige Pestizide, PAK
1980	Schmassmann	[36]	2 Brunnen Hardwasser AG, Grundwasser im Hardwald N Feldreben, Umfeld Feldreben, PW Auweg, PW Obere Hard, PW Schanz, Industriebrunnen Schweizerhalle	Halogenierte aliphatische und aromatische KW
1997, 1998, 2003	Peripheriemessungen Hardwasser AG	[11]	Randbereiche Hardwald, Brunnen Hardwasser AG und Grundwasser	Einzelbestimmungen und teils GC/MS-Screenings
2001-2007 Jan 08-Apr. 08	Jahres- und Monatsberichte Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein	[14]	Rhein unterhalb von Basel	Umfangreiche Analysen, einzelne für das Grundwasser im Hardwald relevante Stoffe wurden jedoch nicht analysiert (z.B. Tetrachlorbutadien)
Oktober 2003/April 2004	DU Grube Salzlände	[60]	Grube Salzlände, Rheinwasser	Stoffgruppen nur summarisch aufgeführt, GC/MS-Screening nur qualitativ
April 2004	U1 Kamp 1 TU Deponien 1. Etappe	[10], [16]	Umfeld Deponien Feldreben, Margelacker, Rothausstrasse, PW Auweg, PW Schanz	Einzelbestimmungen und GC/MS-Screening durch RWB, Qualitätsprüfung durch Prof. Oehme
Juli 2004	U1 Kamp 2 TU Deponien 1. Etappe	[10], [16]	Umfeld Deponien Feldreben, Margelacker, Rothausstrasse, Hardwasser Filter II, PW Auweg, PW Schanz	Einzelbestimmungen und GC/MS-Screening durch RWB, Qualitätsprüfung durch Prof. Oehme

März 2006 Juli 2006 (Juni 2006)	TU Deponien 2. Etappe	[10]	Umfeld Deponien Feldreben, Margelacker, Rothausstrasse, PW Auweg, PW Schanz	Einzelbestimmungen und GC/MS-Screening durch RWB, Qualitätsprüfung durch Prof. Oehme
1. März 2006	Greenpeace	[37]	Hardwasser AG, Zentrale West	Suez Environment, GC/MS-Screening
7. Mai 2006	Greenpeace	[38]	Hardwasser AG Zentrale West, Rheinversickerungsanlage	Suez Environment, GC/MS-Screening
Juli 2006 (März & Juni 2006)	Grundwasser- überwachung II	[12], [13]	Brunnen Hardwasser AG, Rheininfiltrat, Grundwasser Hardwald, PW Obere Hard, PW Birsland, PW Auweg, PW Schanz	Einzelbestimmungen und GC/MS-Screening durch RWB, Qualitätsprüfung durch Prof. Oehme
2006	IWB	[39]	Trinkwasser Hard, Einlauf Lan- gen Erlen	Umfangreiche Analysen, Me- thode nicht angegeben.
2006	Hardwasser AG	[26]	Trinkwasser, Probenahmeort nicht angegeben	Keine Angaben zur Analy- semethode
2007-2008	AUE BL	[73]	Brunnen Hardwasser AG, Rheininfiltrat, Mischwasser Zentrale West, PW Auweg, PW Obere Hard, Schweizer- halle	Zweimalige Beprobung al- ler Brunnen (ausser A.2), viermalige Beprobung aus- gewählter Brunnen & Mischwasser Zentrale West, zweimalige Bepro- bung Rheinwasserinfiltrat und Brunnen Schweizer- halle. Sehr niedrige Bestim- mungsgrenzen.
(seit 2000) 2007-2008	Kantonaes Labor BL	[74]	Brunnen Hardwasser AG, Mischwasser Zentrale West, PW Schanz, PW Birsland, PW Auweg, PW Obere Hard	Umfangreicher Datensatz, Bestimmung von Schad- stoffen im Zeitraum 21.05.2007 bis 21.05.2008; einmalige Beprobung aller Brunnen (ausser A.2), eine weitere ohne A3, A.7, A.8, A.25, A.31, A.33, mehr als 20 Beprobungen ausge- wählter Brunnen sowie des Mischwassers Zentrale West. Sehr niedrige Bestim- mungsgrenzen

Für Kartendarstellungen (Beilagen 3 bis 13) werden meist die Daten des Aue BL [73] verwendet, dabei vor allem die die Probenahme vom 10.12.2007 im Hardwald sowie vom 02.04.2008 im Gebiet Schweizerhalle. Wenn nicht anders erwähnt, beziehen sich Aussagen zu Analysen aus Brunnen der Hardwasser AG auf diese Probenahme-Kampagnen. Die Analytik wird von uns nicht beurteilt. Screenings werden generell aber als weniger verlässlich angesehen. Gemäss unseren Informationen wurde TCBD erst seit 2006 als Vergleichsstandard eingesetzt. Ältere Analysenresultate, insbesondere von chlorierten Butadienen im tiefen ng/l-Bereich, müssen daher mit einem Vorbehalt versehen werden. Eine Darstellung der beprobten Grundwassermessstellen (Brunnen, Piezometer) und sonstiger vorhandener Grundwassermessstellen findet sich in Beilage 2.

5.3 In Grund- und/oder Trinkwasser des Hardwaldes und Umgebung nachgewiesene organische Schadstoffe

5.3.1 Toxikologische Bewertung vorhandener Schadstoffe

Das BAG bewertet mit zwei Expositionsabschätzungen ([41] & [68]) das gesundheitliche Risiko für Schadstoffe im Trinkwasser des Hardwaldes. Die erste Bewertung 2005 [41] beruht auf den Analysen der Hardwasser AG 2005 (Einlauf Keller vor Aufbereitung, Mischprobe), des Pumpwerks Schanz (23.03.2004, 21.07.2004, beide in [10] resp. [16] und 29.09.2005) sowie der Suez Environnement (im Auftrag von Greenpeace, [37] & [38]). Der zweiten Bewertung durch das BAG [68] liegen die Analysenergebnisse der Messkampagne 2006 der Brunnen der Gemeinde MuttENZ (Auweg, Birsland, Obere Hard und Schanz, [12], [13]) zugrunde. Die maximale tolerierbare tägliche Aufnahmemenge für eine 60 kg schwere Person wird in [68] mit 150 ng angegeben. Als mittlerer Trinkwasserkonsum wird in [68] von 2 l pro Tag ausgegangen, sodass als kritische Tetrachlorbutadien-Konzentration 75 ng/l angesehen wird. Nach [68] ist eine Bewertung der Summe der Tetrachlorbutadien-Isomere angezeigt. Im Folgenden wird, wenn nicht anders angegeben, immer die Summe der Isomere betrachtet.

Expositionsabschätzungen

Anhand dieser für die Brunnen der Gemeinde MuttENZ erstellten [68] toxikologischen Referenzwerte für Tetrachlorbutadien (75 ng/l bei einem Trinkwasserkonsum von 2 l pro Tag) können auch die neueren Grundwasseranalysen ([73], [74]) von Brunnen der Hardwasser AG aus dem Hardwald bewertet werden. Danach wird in fast allen Brunnen bei den meisten Proben dieser toxikologische Referenzwert überschritten. Beim Mischwasser in der Zentrale West wird dieser Wert bei 13 Beprobungen 11x überschritten. Der Maximalwert wurde am 07.03.2008 mit 160 ng/l gemessen. Der Maximalwert der Summe der TCBD-Isomere beträgt 295 ng/l in A.07 am 21.05.2008. Gemäss [12] resp. [13] beträgt diese in der Messstelle C.18 im nordwestlichen Hardwald 246 ng/l.

Für Hexachlorbutadien wird ein wesentlich höherer toxikologischer Referenzwert angesetzt und die Substanz ist angesichts der vorhandenen Konzentrationen kein kritischer Schadstoff. Pentachlorbutadien wurde in [41] und [68] nicht bewertet.

Die Konzentrationen aller anderen im Hardwald sowie in den Brunnen der Gemeinde MuttENZ nachgewiesenen Schadstoffe werden als unbedenklich eingestuft. Vorbehalte werden bei nicht identifizierten Substanzen gemacht.

Tetrachlorbutadien (TCBD) und die chlorierten Butadiene Hexachlorbutadien (HCBD) und Pentachlorbutadien (PCBD) als Ausgangsstoffe stehen somit im Mittelpunkt der vorliegenden Untersuchungen. Andere Stoffe können wichtige Hinweise auf Schadstoffquellen und Transportwege geben.

Weitere, bezüglich der chlorierten Butadiene teils abweichende Einschätzungen finden sich in [72]. Die Details sollen an dieser Stelle nicht diskutiert werden. Wesentlich ist, dass die chlorierten Butadiene als toxikologisch kritische Schadstoffe bewertet werden.

5.3.2 Im Grundwasser des Hardwaldes und angrenzender Gebiete vorhandene Schadstoffe

Es werden folgend nur Schadstoffe aufgeführt, welche entweder im Hardwald, Schweizerhalle oder den Deponien Feldreben, Margelacker und Rothausstrasse eindeutig identifiziert wurden. Schadstoffe aus den Deponieuntersuchungen werden nur dann genannt, wenn sie in nennenswerten Konzentrationen gemessen wurden und/oder einen möglichen Zusammenhang mit Nachweisen im Hardwald aufweisen resp. ein solcher in der Vergangenheit vermutet wurde.

Chlorierte Alkene

Hexachlorbutadien, Pentachlorbutadien und Tetrachlorbutadien kommen im Gegensatz zu anderen chlorierten aliphatischen KW in der Umwelt nicht natürlich vor. Hexachlorbutadien ist ein Nebenprodukt, welches bei der Herstellung von Tetrachlorethen, Trichlorethen oder Tetrachlormethan entsteht [64]. Ausserdem ist es ein Zwischenprodukt bei der Herstellung von Gummigrundstoffen sowie Schmiermitteln. Es wird auch als Wärmetransportmittel und in Hydrauliköl verwendet [42].

Hexachlorbutadien wird unter anaeroben Bedingungen bakteriell zu niedriger chloriertem Pentachlorbutadien und Tetrachlorbutadien sowie seltener zu Trichlorbutadien metabolisiert [43]. Für weitere Eigenschaften siehe Tabelle 8.

Hexachlorbutadien (HCBD)

HCBD wurde in allen Brunnen der Hardwasser AG sowie im Mischwasser in niedrigen Konzentrationen <25 ng/l nachgewiesen (Beilage 3). Etwas höhere Konzentrationen von 25 bis <50 ng/l fanden sich in A.3, A.7, A.10 und A.25 [73]. In [12] resp. [13] wurden am Südwestrand des Hardwaldes NNW von Feldreben HCBD-Konzentrationen von <150 ng/l (C.080) resp. 151-300 ng/l (C.237) nachgewiesen, am Nordwestrand betrug diese in C.018 ebenfalls <150 ng/l. K.15 und C.83 beim Auhafenareal wiesen HCBD mit <50 ng/l auf.

In Schweizerhalle wurde gemäss [73] in allen Brunnen HCBd in Konzentrationen zwischen 5 und 50 ng/l nachgewiesen. Im Rheinwasserinfiltrat konnte nach [73] kein HCBd nachgewiesen werden (<5 ng/l).

Im Gebiet Feldreben wurde im Juli 2006 [70] nur in F5 und C.232 HCBd mit <100 ng/l nachgewiesen, wie auch in der Deponie Rothausstrasse (21.E.6: <100 ng/l, 167 ng/l in R4t im Belastungspumpversuch). Bei der Probenahme im März 2006 [70] wurde zusätzlich in F2h, F5P2, F6 und C.81 HCBd mit <100 ng/l nachgewiesen. In F5P5 betrug die Konzentration 1'100 ng/l; dies ist die mit Abstand höchste gemessene HCBd-Konzentration im Hardwald und Umgebung. Die Bestimmungsgrenze wurde dabei mit <100 ng/l angegeben und liegt damit wesentlich höher als in [73]. Hohe HCBd-Werte wurden im Deponiematerial Feldreben gemessen (max. 900 µg/kg, Mittel 87 µg/kg im Materialtyp A [70]), deutlich geringere Konzentrationen im Feststoff Deponie Rothausstrasse (max. 10 µg/kg).

In den „Peripheriemessungen“ [11] wurde Hexachlorbutadien 2001 in C.018 und in K.15 mit je 40 ng/l, in C.83 mit 30 ng/l nachgewiesen.

Pentachlorbutadien (PCBD)

PCBD (Beilage 4) wurde ebenfalls in allen Brunnen der Hardwasser AG mit Ausnahme von A.5 in Konzentrationen zwischen 5 und 50 ng/l nachgewiesen [73]. Auffällig ist, dass die Konzentrationen in den sechs Brunnen südlich der Kantonsstrasse (A.33 im Westen bis A.32) kleiner als 25 ng/l sind, während diese in 7 von 8 nahe nördlich der Strasse gelegenen 25 bis <50 ng/l betragen, wie auch in A.3, A.7, A.17 und A.25. In den Messstellen am Südwestrand des Hardwaldes ([70], vermutlich höhere Nachweisgrenze) und nahe dem Auhafen [73] wurde kein PCBD nachgewiesen. Ebenso im Rheinwasserinfiltrat der Hardwasser AG und in Deponien Feldreben, Rothausstrasse und Margelacker. PCBD wurde am Westrand des Areals Schweizerhalle sowie in E.12 und E.13 nahe des Rheins in geringen Konzentrationen von <25 ng/l nachgewiesen.

Die Screenings in [13] ergaben positive Nachweise von PCBD in C.18 (28 ng/l), C.206 (17 ng/l) und A.25 (15 ng/l).

Tetrachlorbutadien (TCBD)

In allen Brunnen der Hardwasser AG wurde TCBD nachgewiesen. Die höchsten Konzentrationen am 10.12.2007 ([73], Beilage 5) betrugen in A.3 223 ng/l resp. in A.25 206 ng/l (Summe). Der höchste Wert aus [73] wurde am 07.01.2008 in A.24 mit 228 ng/l bestimmt, in A.3, A.7, A.10, A.11 und A.25 lag dabei die TCBD-Konzentration jeweils über 200 ng/l. In A.07 wurde am 21.05.2008 die höchste bisher gemessene TCBD-Konzentration (Summe) von 295 ng/l gemessen [74]. Die Bestimmungsgrenze wurde sowohl in [73] als auch in [74] mit 5 ng/l angegeben.

Es zeigt sich ein ähnliches Bild bezüglich der TCBD-Konzentration nördlich und südlich der Kantonsstrasse wie bei PCBD: Brunnen mit TCBD mit ≥ 150 ng/l finden sich nur nördlich davon. Das PW Auweg und PW Obere Hard weisen bei den vorliegenden Analysen nur relativ geringe TCBD-Konzentrationen von höchstens 50 bis 60 ng/l auf.

Die TCBD-Konzentrationen im Gebiet Schweizerhalle weisen am Westrand die höchsten Werte von um 100 ng/l auf (E.22, E.23, E.28), etwas niedrigere um 80 ng/l zeigten sich in E.12 und E.13, während sie in den übrigen Messstellen zwischen 60 und 30 ng/l liegen.

Am Südwestrand des Hardwaldes wurden gemäss [13] TCBD-Konzentrationen zwischen 75 und 100 ng/l (C.237 und C.206) sowie geringere in C.211 gemessen. Am Nordrand in C.018 wurde mit 246 ng/l (Summe Isomere) die höchste Konzentration dieser Messkampagne gemessen. Nahe dem Auhafen traten Konzentrationen von 180 ng/l (A.25), 102 (K.15 sowie < 50 ng/l (C.83) auf. Wo quantifiziert, sind in [13] (2006) mit Ausnahme von C.080, C.237 und C.211 die Konzentrationen von Tetrachlorbutadien grösser als die von Hexachlorbutadien. Eine Bestimmungsgrenze wurde nicht angegeben. Aus der Tatsache, dass die kleinsten angegebenen Konzentrationen bei 9 ng/l liegen, kann geschlossen werden, dass die Bestimmungsgrenze in [13] (Messungen durch die RWB 2006) nur wenig höher liegt als in den neuesten Analysen [73] und [74].

Aus den Analysen der 2. Etappe der Technischen Untersuchungen 2006 der Deponien Feldreben [70], Margelacker [46] und Rothausstrasse [71] sind für TCBD nur in F5, R4t und 21.E.6 (+unsicherer Befund für P3h) positive Befunde von < 20 ng/l bekannt. Eine Ausnahme besteht in F3 (Belastungspumpversuche F3t, höchster Wert 183 ng/l, [70], weiterer unsicherer Wert von 150 ng/l bei F2). Im Jahr 2004 bei der 1. Etappe wurde TCBD am N-Rand der Grube Feldreben, entlang des Rangierbahnhofs MuttENZ (C.081 C.236, C.244, C.245), in der Grube Rothausstrasse sowie N davon auf dem Areal des Bahnhofs MuttENZ mindestens in Spuren nachgewiesen [16].

In den Peripheriemessungen [11] wurde 2001 TCBD in C.018 (90 ng/l), in K.015 (40 ng/l) sowie in C.083 (30 ng/l) gemessen. In den Messungen 2003 wurde TCBD nur in C.206 mit 163 ng/l beobachtet (Beilage 5).

1981 wurden von H.-J. Schmassmann Tetrachlorbutadien-Analysen der CIBA halbquantitativ ausgewertet [36]. Die höchsten Konzentrationen waren demnach im Florinbrunnen (21.E.3) sowie im PW Obere Hard (A.105) vorhanden. Erhöhte Werte lagen für B02, B20, PW Auweg, 21.C.206, C.080, Florinbrunnen 21.E.4 vor; geringe für 21.C.211, 21.E.25 (Zivilschutzbrunnen) und 21.E.15 (Industriebrunnen Schweizerhalle).

Tetrachlorbutadien 1981

Die Analysen der Suez Environment [37] & [38] ergaben maximal 16 ng/l TCBD im Mischwasser der Zentrale West. Messungen der Hardwasser

AG (Peripheriemessungen, [11]) ergaben 2003 einen Nachweis von TCBD in C.206 mit 163 ng/l.

Tetrachlorethen (PER)

Tetrachlorethen wurde in allen Brunnen der Hardwasser AG bei einer Bestimmungsgrenze von 50 ng/l nachgewiesen (Beilage 6). Im PW Auweg (A.104) sowie im Rheinwasserinfiltrat war es nicht nachweisbar ([73] 10.12.2007). A.21 und A.22 wiesen bei anderen Messkampagnen mindestens je einmal kein Tetrachlorethen auf:

Die höchsten Konzentrationen finden sich in [73] im Brunnen A.3 (240 ng/l) A.25 (170 ng/l) sowie in A.7 (130). Am 07.01.2008 betragen diese Werte 220/160/140 ng/l, in [74] sind die jeweiligen maximalen Werte dieser drei Brunnen 265/205/170 ng/l. Es besteht wie schon bei PCBD und TCBD eine deutliche Tendenz zu höheren Tetrachlorethan-Konzentrationen (≥ 100 ng/l) in Brunnen nördlich der Kantonsstrasse im Vergleich zu Brunnen südlich davon.

In [12] wurden am Westrand des Hardwaldes in C.211 und C237 200 resp. 400 ng/l Tetrachlorethen gemessen, in C.206 800 ng/l. A.3, A.7, C18 sowie die Messstellen nahe des Auhafens weisen Tetrachlorethen-Konzentrationen zwischen 200 und <500 ng/l auf. Ansonsten liegen diese zwischen 100 und <150 ng/l bei einer Bestimmungsgrenze von 100 ng/l.

Im Gebiet Schweizerhalle sind die Tetrachlorethen-Konzentrationen deutlich höher als im Hardwald. Ausser im nordwestlichen Bereich in E.23, E.20 (100 bis <150 ng/l), E.28 und E.24 (500 bis $<1'000$ ng/l) betragen diese mehr als $1'000$ ng/l. Das Maximum fand sich in E.15 mit $1'800$ ng/l.

Vor allem auch im Bereich der Deponie Feldreben wurden hohe Tetrachlorethen-Konzentrationen von über $20'000$ bis über $50'000$ ng/l (F3h, F5P5) nachgewiesen [70]. In einigen hundert Metern Entfernung betrug diese noch einige tausend ng/l (F7, F11, C.236). Nördlich der Bahngleise wurde in C.81, C.230 und C.231 bei einer Bestimmungsgrenze von 100 ng/l kein Tetrachlorethen nachgewiesen. Im Umfeld und Abstrom der Deponie Rothausstrasse wurde Tetrachlorethen mit einigen hundert bis $1'400$ ng/l nachgewiesen. Bei der 1. Etappe der Technischen Untersuchungen 2004 wurde in F2h und F5P5 Tetrachlorethen-Konzentrationen von $85'000$ resp. $90'000$ ng/l gemessen.

Zwischen der ersten Probenahme-Kampagne (04.2004 = Niedrigwasserstand) und der zweiten (07.2004 = hohe Infiltration, Florinbrunnen aktiv) bestehen Unterschiede bei der Konzentration von Tetrachlorethen und Trichlorethen [1]. Die höchsten Konzentrationen von Tetrachlorethen lagen im Bereich der Grube Feldreben und waren mit $80'000$ bis $90'000$ ng/l jeweils ähnlich hoch. Bei der ersten Kampagne traten diese im Lockergestein bei F2.2 und F3.2 auf, während sie bei der 2. Kampagne in Proben

aus dem Muschelkalk-Grundwasser (Florin-Brunnen, F5) zu verzeichnen waren. Höhere Tetrachlorethen-Konzentrationen traten vor allem im N und W der Grube Feldreben auf (siehe Beilage 4). In der Bohrung F5 zeigt sich bei allen Probenahmen eine starke Abnahme der Tetrachlorethen-Konzentration von oben nach unten.

In Feststoffproben des Materialtyps A der Deponie Feldreben wurde im Mittel 5'136 µg/kg Tetrachlorethen nachgewiesen (max. 88'000 µg/kg), in der Deponie Rothausstrasse im Mittel 8.5 µg/kg (max. 31'000 µg/kg).

Es wurde kein Tetrachlorethen im Rheinwasserinfiltrat der Hardwasser AG nachgewiesen. Der Mittelwert bei der Rheinwasserüberwachungsanlage Weil am Rhein beträgt für das Jahr 2007 29 ng/l [14].

Trichlorethen (TRI)

Tetrachlorethen kann zu Trichlorethen und weiter zu cis- resp. trans-1,2-Dichlorethen abgebaut werden. Die Verteilung von Trichlorethen im Hardwald und angrenzenden Gebieten ist ähnlich der von Tetrachlorethen, allerdings mit eher geringeren Konzentrationen. Die Daten werden daher nicht gesondert dargestellt. Es sei auf Beilage 7 verwiesen. Bemerkenswert ist allerdings, dass die Konzentration von Trichlorethen in F8 mit 120'000 ng/l höher ist als die höchste Tetrachlorethen-Konzentration.

In Feststoffproben des Materialtyps A der Deponie Feldreben wurde im Mittel 1'423 µg/kg Trichlorethen nachgewiesen (max. 11'000 µg/kg), in der Deponie Rothausstrasse im Mittel 56.8 µg/kg (max. 600 µg/kg).

Es wurde kein Trichlorethen im Rheinwasserinfiltrat nachgewiesen. Der Mittelwert bei der Rheinwasserüberwachungsanlage Weil am Rhein beträgt für das Jahr 2007 5 ng/l [14].

cis-1,2-Dichlorethen und trans-1,2-Dichlorethen

Dichlorethene wurden im Bereich von Feldreben und vereinzelt auch in der Deponie Rothausstrasse in Konzentrationen von wenigen hundert bis einigen tausend ng/l gemessen (cis-1,2-Dichlorethen-Höchstwert in F5P5 mit 9'800 ng/l). Dichlorethene sind in [70] nur dort vorhanden, wo auch die Ausgangsstoffe Tetra- und Trichlorethen vorhanden sind. Im Rheinwasserinfiltrat wurde es nicht nachgewiesen.

In Feststoffproben des Materialtyps A der Deponie Feldreben wurde im Mittel 1'054 µg/kg cis-1,2-Dichlorethen nachgewiesen (max. 7'000 µg/kg), in der Deponie Rothausstrasse im Mittel 62 µg/kg (max. 850 µg/kg). Bei trans-1,2-Dichlorethen sind die entsprechenden Werte für Feldreben 75 resp. 650 µg/kg, in Feststoffproben Rothausstrasse wurde es nicht nachgewiesen.

In [73] und [74] wurde Dichlorethen nicht nachgewiesen, in [12] nur in E.21 in Schweizerhalle.

Die "Peripheriemessungen" der Hardwasser AG zeigen 2003 im Florinbrunnen 1'646 ng/l Dichlorethen und im Brunnen A.2 124 ng/l. Chlorethen (Vinylchlorid) als weiter dechlorierter Metabolit wurde in den oberen beiden Probenahmeintervallen von F5 mit Konzentrationen von bis zu 41 µg/l nachgewiesen.

Es wurde kein Dichlorethen im Rheinwasserinfiltrat nachgewiesen [73]. Der Mittelwert bei der Rheinwasserüberwachungsanlage Weil am Rhein beträgt für das Jahr 2007 59 ng/l (trans-1,2-Dichlorethen, [14]).

Chlorierte Alkane

Hexachlorethan

Hexachlorethan wurde in den Brunnen der Hardwasser AG und im PW Obere Hard nicht nachgewiesen (Beilage 8). Die Bestimmungsgrenze beträgt in [12], [46], [70] und [71] 50 ng/l, in [74] je nach Messkampagne 20 resp. 10 ng/l.

Im Bereich der Deponie Feldreben wurde in F5P5 eine Hexachlorethan-Konzentration von 61'000 und in E3 (Florinbrunnen) von 30'000 ng/l gemessen. Geringere Konzentrationen wurden in F2h, F6 und C.232 nachgewiesen.

Am Rand des Hardwaldes wurde Hexachlorethan 2006 im PW Auweg sowie in K.015 mit einer Konzentration von <50 ng/l nachgewiesen [13].

In den Analysen von 1979/1980 [36] wurde Hexachlorethan im Florinbrunnen (E3/E4) mit 30'000 resp. 35'000 ng/l festgestellt. Im Rheinwasser war es mit einer Konzentration von 100 ng/l (Rohwasser, vermutlich unbehandeltes Rheinwasser) resp. 5 ng/l (Sickerwasser, vermutlich Rheinwasser-Infiltrat) vorhanden. Im Grundwasser des Hardwaldes waren die Konzentrationen in C.211 mit 40 ng/l leicht erhöht, in den anderen Messstellen betrugen diese wenige ng/l.

In der Bodenluft im Bereich der Grube Hirschacker wurden bis 18.5 mg/m³ Hexachlorethan gemessen [22]. Ob auch im Grundwasser Hexachlorethan nachgewiesen werden konnte, geht aus den uns vorliegenden Unterlagen nicht hervor.

In Feststoffproben des Materialtyps A der Deponie Feldreben wurde im Mittel 357 µg/kg Hexachlorethan nachgewiesen (max. 4'200 µg/kg), in der Deponie Rothausstrasse wurde es nicht festgestellt.

1,1,2,2-Tetrachlorethan

Dieser Stoff wurde nur im Gebiet Feldreben in F3t, F9 und E.3 mit wenigen hundert ng/l nachgewiesen, in F5P5 betrug diese 2'300 ng/l [70]. Ältere Messungen [36] zeigen, dass 1,1,2,2-Tetrachlorethan-Konzentrationen um 100 ng/l im Hardwald weit verbreitet waren A.1, A.2, A.20, C.211, C80, C81).

1,1,1-Trichlorethan

1,1,1-Trichlorethan wurde in [73] nicht nachgewiesen. In [74] findet es sich in einigen Brunnen der Hardwasser AG bei einer Bestimmungsgrenze von 30 resp. 10 ng/l (Beilage 9). Die höchsten Werte zwischen 30 und <50 ng/l wurden in A3, A.31, A.32 und A.24 gemessen. Im Gebiet Schweizerhalle wurde 1,1,1-Trichlorethan am Westrand in E.22 (470 ng/l und E.28 (100 ng/l) nachgewiesen.

Die "Peripheriemessungen" [11] der Hardwasser AG ergaben 2003 deutlich höhere Konzentrationen in A.2 (200 ng/l), C.206 (400 ng/l), C.81 (300 ng/l), C.230 (600 ng/l) sowie in C.227 (100 ng/l).

Gemäss [70] und [71] wurde 1,1,1-Trichlorethan in F1 (500 ng/l), F11 (300 ng/l) und 21.J.3 (<100 ng/l) nachgewiesen.

Im Rheinwasserinfiltrat wurde 1,1,1-Trichlorethan nicht nachgewiesen [73]. Der Maximalwert bei der RÜS in Weil am Rhein liegt bei 13 ng/l (Bestimmungen erst seit Januar 2008), das Monatsmittel beträgt maximal 2 ng/l.

Trichlormethan (Chloroform)

In einigen Brunnen der Hardwasser AG wurde Trichlormethan in Konzentrationen von 50 bis <100 ng/l nachgewiesen ([73], Beilage 10). Deutlich höher sind diese im Gebiet Schweizerhalle mit teilweise 200 bis <500 ng/l; E.12 und E.20 weisen 230 resp. 300 ng/l auf.

Trichlormethan wurde weiterhin in den Deponien Feldreben und Rothausstrasse mit meist einigen hundert bis maximal 3'200 ng/l (F3t) resp. 2'600 ng/l (F8) nachgewiesen (Bestimmungsgrenze 200 ng/l).

Im Bereich der Grube Hirschacker wurden in einer Grundwasserprobe bis zu 2'380 µg/l leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) festgestellt. Im Abstrom lagen diese unter 100 µg/l [22]. Genauere Angaben zu den einzelnen LHKW im Grundwasser sind in [22] nicht vorhanden. Die maximalen LHKW-Konzentrationen im Grundwasser bei der Grube Salzlände betrugen 10 µg/l (Probenahmestelle S2 nahe der Kesslergrube, möglicherweise in deren Abstrombereich). Zur Kesslergrube selber liegen uns keine Grundwasseranalysen vor.

Im Rheinwasserinfiltrat wurde Trichlormethan nicht nachgewiesen [73]. Der Jahresmittelwert 2007 bei der RÜS in Weil am Rhein liegt bei 61 ng/l.

Aromaten

1,3-Dichlorbenzol und 1,4-Dichlorbenzol

In [74] wurde 1,3-Dichlorbenzol in einzelnen Brunnen der Hardwasser AG nachgewiesen: Die höchste Konzentration fand sich mit 200 ng/l in A.7, gefolgt von A.3 (185 ng/l) und A.26 (180 ng/l). Acht weitere Brunnen wiesen 1,3-Dichlorbenzol oberhalb der Bestimmungsgrenze von 100 ng/l auf (Beilage 11). In den Analysen [73] fand sich in den Brunnen der Hardwasser AG kein 1,3-Dichlorbenzol.

In Feststoffproben des Materialtyps A der Deponie Feldreben wurde im Mittel 217 µg/kg 1,3-Dichlorbenzol nachgewiesen (max. 2'700 µg/kg), in der Deponie Rothausstrasse im Mittel 0.5 µg/kg (max. 2 µg/kg). 1,4-Dichlorbenzol wurde im Hardwald vereinzelt in A.13, A.18, A.22 und A.29 mit Konzentrationen um 100 ng/l nachgewiesen [74].

Im Rheinwasserinfiltrat wurde keiner der beiden Stoffe nachgewiesen [73]. Bei der RÜS in Weil am Rhein wird nur 1,2-Dichlorbenzol gemessen.

Andere Stoffe

Andere, im Umfeld der Deponien Feldreben und Rothausstrasse verbreitete Schadstoffe wie Phenole, Aniline, halogenierte Pyridine, PAKs, Aromatische Amine, Schwefelaromate, Barbiturate und Arzneimittelrückstände sowie Herbizide haben für die Aussagen zu Schadstoffquellen und Schadstofftransportwegen im Hardwald keine Relevanz: Diese Stoffe wurden zwar im Grundwasser um die Deponien in teils erhöhten Konzentrationen nachgewiesen, im weiteren Umfeld und somit auch im Grundwasser des Hardwaldes waren sie mit vereinzelt Ausnahmen nicht mehr nachweisbar. Als Ursachen kommen neben Verdünnung vor allem schlechte Transporteigenschaften der Stoffe sowie Abbau in Betracht.

In den Screenings 2006 ([13], [37] sowie [38]) traten einige Schadstoffe im Grund- resp. Trinkwasser auf, welche eine räumliche Verteilung aufweisen, die Rückschlüsse auf Schadstoffquellen und Transportwege erlauben (Beilage 12). Sie konnten jedoch zum Teil nicht genau quantifiziert werden:

Vereinzelt nachgewiesene Substanzen

1. **Methansulfonanilid** (PW Auweg: 189 ng/l / 21.C.018, 21.B.25: beide ≤ 150 ng/l / [13]); auch im Trinkwasser Hardwasser AG 84 ng/l [37] resp. 7 ng/l [38], siehe Abschnitt 5.3.3).
2. **N-Butyl-Benzolsulfonamid** (21.C.018, 21.K.015, 21.B.25: jeweils 300 bis 500 ng/l / [13]).

Im Screening [13] sind im Brunnen A.3 weitere Stoffe enthalten, welche nicht eindeutig identifiziert werden konnten. Dabei handelt es sich vermutlich um Benzoessäurebenzylester. Weitere vereinzelt nachgewiesene und identifizierte Substanzen wurden in geschätzten Konzentrationen von <150 ng/l resp. 151 bis 300 ng/l zusammengefasst und sind in Beilage 18 und Beilage 19 aufgelistet.

Einige 2006 in Screenings [13] nachgewiesene, nicht identifizierte Stoffe können ebenfalls Rückschlüsse auf Schadstoffquellen und Transportwege erlauben. Die meisten dieser nicht identifizierten Stoffe traten nur in einer oder sehr wenigen Messstellen auf. Die mit BP86 und BP172 bezeichneten Stoffe sind jedoch in mehreren Messstellen vorhanden und werden wegen des räumlichen Zusammenhangs mit in die weiteren Betrachtungen einbezogen (Beilage 13).

Tabelle 5: Vorhandene, im Screening nicht identifizierte Stoffe im Grundwasser des Hardwaldes 2006 [13].

Stoff	C.222	C.229	C.018	K.015	B19	B25	PW Auweg
BP86 [ng/l]		<150	151-300			<150	<150
BP172 [ng/l]	<150	<150	151-300	<150	<150	<150	<150

Darüber hinaus wurden weitere unbekannte Substanzen mit abgeschätzten Konzentrationen von jeweils unter 500 ng/l nachgewiesen, aber nicht identifiziert. In C.206 ist eine unbekannte Substanz mit ca. 300-500 ng/l nachgewiesen worden. Die Konzentrationen aller anderen nachgewiesenen, jedoch nicht identifizierten unbekannten Substanzen liegen jeweils unter 300 ng/l.

Bei den "Peripheriemessungen" [11] wurde im Gebiet des Hardwaldes 5-Methyl-3-Heptanon (Nachweis in C.230, C.206, A.3), 1,2-Dichlorethen (Florin-Brunnen E.3, A.2), Benzol (Florinbrunnen E.3, A.2), Toluol (C.018, C.206, C.083, C.228, C.222, C.081, Florin-Brunnen E.3, C.206, A.2) nachgewiesen.

5.3.3 Im Trinkwasser aus dem Hardwald nachgewiesene Schadstoffe

Die Analysen der IWB am Einlauf Hard in Langen Erlen zeigten im Trinkwasser der Hardwasser AG im Jahr 2006 die in Tabelle 6 genannten organische Schadstoffe [39]:

Nachweise im Trinkwasser
aus dem Hardwald

Von diesen im Trinkwasser festgestellten Stoffen findet sich in den Analysen 2006 des Grundwassers in den Brunnen im Hardwald ([12], [13] und

[73]) nur Carbamazepin (C.229, 151-300 ng/l, [13]) sowie Tetrachlorethen. Allerdings liegt die Bestimmungsgrenze bei den Einzelstoffbestimmungen [12] für MTBE mit 2'000 ng/l auch deutlich höher als bei den in Tabelle 6 dargestellten Trinkwasseranalysen [39]; in [73] liegt diese mit 50 ng/l wenig unter dem Maximalwert in Tabelle 6. In den Screenings [13] und in [73] wurde MTBE sowie auch die anderen in Tabelle 6 genannten Stoffe nicht nachgewiesen. Die Konzentration des EDTA im Trinkwasser [39] entspricht der in den Peripheriemessungen [11] gemessenen Konzentration um 1'000 ng/l (einschliesslich Rheinwasser) sowie den in [74] in den PW Birsland, Schanz, Auweg und Obere Hard gemessenen Werten.

Carbamazepin wurde vereinzelt bei der Deponie Feldreben (F5P1, E.3, F3 mit Maximalwert von 267 ng/l) sowie in der Deponie Rothausstrasse (R4t) nachgewiesen. Das Jahresmittel 2007 von Carbamazepin betrug bei der Rheinwasserüberwachungsstelle Weil am Rhein 27 ng/l.

Tabelle 6: Im Trinkwasser der Hardwasser AG gefundene organischen Schadstoffe. Messungen der IWB 2006 [39].

Stoff [ng/l] (Anzahl Analysen)	Minimalwert	Maximalwert	Bestimmungsgrenze (BG)
EDTA (8)	700	1700	500
Tetrachlorethen (12/7)	<BG	160	90
Carbamazepin (2)	17	22	10
Sulfamethoxazol (2)	<BG	23	10
Amidotrizoesäure (2)	14	52	10
Iopamidol (2)	64	95	10
MTBE (5)	<BG	60	60

Bei den Analysen im Auftrag von Greenpeace ([37] & [38]) wurden die in Tabelle 7 aufgeführten Stoffe nachgewiesen

Chlorierte Biphenyle wurden in den Screenings an Proben aus dem Trinkwasser des Hardwaldes 2006 [13] nicht nachgewiesen.

Mephobarbital wurde bei den Einzelstoffanalysen 2006 [12] und 2007 ([46], [70] und [71]) zwar analysiert, jedoch nicht nachgewiesen. Die Bestimmungsgrenze lag dabei mit 100 ng/l deutlich höher als die gemessene Mephobarbital-Konzentration in den von Greenpeace veranlassten Analysen (Screenings Tabelle 7 und [37]). In den Screenings der TU Deponien Feldreben, Margelacker und Rothausstrasse 2004 fand sich Mephobarbital bei der 1. Kampagne im Rheinwasserinfiltrat mit 85 ng/l.

Tabelle 7: Im Trinkwasser der Hardwasser AG gefundene organische Schadstoffe 2006 (Analysen auf Veranlassung von Greenpeace, [37] & [38]). Zum Vergleich im Rheinwasser-Infiltrat gemessenen Konzentrationen.

Stoff [ng/l]	Konzentration im Trinkwasser März / Mai 2006	Bemerkung	Konzentration Rheinwasser-Infiltrat Mai 2006 ¹⁾
Tetrachlorbutadien (Summe Isomere)	16 / 12		5 Isomere jeweils <1
Hexachlorbutadien (Summe Isomere)	2 / 3		<1
Tetrachlorethen	13 / 311		6
Trichlorethen	- / 19		1 ²⁾
Hexachlorbiphenyl ³⁾	- / <13	2 Kongenere <1	Einzelne Kongenere jeweils <1
Pentachlorbiphenyl ³⁾	- / <13	3 Kongenere <1	Einzelne Kongenere jeweils <1
Methansulfonanilid	84 / 7	Nach Extraktion	<1
Amin (Molekulgew. 173?)	<1	Nach Extraktion	51
Mephobarbital	17- / -		nicht nachgewiesen

1) Rheinwasser-Infiltrat im März 2006 [37] nicht beprobt

2) entspricht Konzentration in Blindprobe

3) Summe der Kongenere

5.4 Zusammenfassung: Räumliche Verbreitung von Schadstoffen

Die räumliche Verteilung von Schadstoffen im Hardwald und angrenzender Gebiete ist ein wichtiges Kriterium zur Eingrenzung möglicher Schadstoffquellen. Wie im folgenden Abschnitt 5.7 ausgeführt wird, können die Fliess- und Transportwege wesentlich komplexer sein als aufgrund der Schadstoffverteilung zunächst vermutet werden muss. Die wesentlichen Erkenntnisse aus der Verteilung der Schadstoffe im Grundwasser des Hardwaldes und angrenzender Gebiete sind:

- Es konnten trotz sehr niedriger Nachweisgrenzen nur wenige Schadstoffe in den Brunnen der Hardwasser AG sowie den PW Auweg und Obere Hard nachgewiesen werden.
- **Hexachlorbutadien** wurde bei sehr niedrigen Bestimmungsgrenzen von 5 ng/l in allen Brunnen der Hardwasser AG und dem PW Auweg und Obere Hard nachgewiesen. Die höchsten Konzentrationen finden sich (2006) in C.237, C.80 und C.18. Leicht erhöhte

HCBd-Werte liegen in A.3, A.7, A.9, A.10 sowie nahe des Auhaufens [13] vor. Eine Tendenz zu höheren Werten ist in den Brunnen nördlich der Kantonsstrasse festzustellen. Weitere Nachweise fanden sich in Feldreben (1'100 ng/l in F5P5) sowie mit leicht erhöhten Werten in der Deponie Rothausstrasse. Im Gebiet Schweizerhalle weisen fast alle Fassungen HCBd in geringen Konzentrationen auf.

- **Pentachlorbutadien** zeigte eine ähnliche Verteilung wie HCBd. Kein Nachweis fand sich in den Deponien Feldreben, Rothausstrasse und Margelacker.
- Die Konzentrationen von **Tetrachlorbutadien** sind im Hardwald deutlich höher als die von HCBd resp. PCBd. Sie sind in den Brunnen nördlich der Kantonsstrasse 1,5 bis 2x so hoch wie in den südlich davon gelegenen Brunnen. Die höchsten TCBD-Werte finden sich ausser in der nördlichen Brunnenreihe A.9 bis A.18 wiederum in A.3, A.7, C.18 und A.25. In Schweizerhalle sind die TCBD-Konzentrationen eher geringer als im Hardwald. Am Westrand des Hardwaldes und um Feldreben sind die TCBD-Konzentrationen gering resp. TCBD wurde teilweise nicht nachgewiesen. Im Grundwasser um die oben erwähnten Deponien wurde es bei höheren Nachweisgrenzen nur in wenigen Piezometern und in meist geringen Konzentrationen von <20 ng/l gemessen.
- **Trichlormethan (Chloroform)** ist in den Gebieten Feldreben, Abstrom Rothausstrasse und Schweizerhalle in erhöhten Konzentrationen nachgewiesen, jedoch nur in geringen Konzentrationen im Hardwald.
- **Hexachlorethan** ist in hohen Konzentrationen im Gebiet Feldreben nachgewiesen worden, jedoch weder im Hardwald noch im Gebiet Schweizerhalle.
- **1,1,1-Trichlorethan** ist in 2 Bohrungen bei Feldreben, nördlich der Deponie Rothausstrasse und angrenzend am Südwestrand von Schweizerhalle mit erhöhten Konzentrationen nachgewiesen worden, aber auch nördlich Feldreben am Rand des Hardwaldes (C.81, C.230, C.206, A.3; ältere Messungen [11]). Neben nachweisen wenig über der Bestimmungsgrenze leicht erhöhte Konzentrationen in 4 Brunnen der Hardwasser AG (A.3, A.24, A.31, A.32).
- **Tetrachlorethen** wurde in sehr hohen Konzentrationen in und um Feldreben nachgewiesen, in deutlich erhöhten Konzentrationen in der Deponie Rothausstrasse inkl. dem nördlichem Abstrombereich sowie in Schweizerhalle. Die beiden nordwestlichen Messstellen E.23 und E.24 sowie das nahegelegene PW Obere Hard zeigen nur leicht erhöhte Konzentrationen. Im Hardwald ist die Konzentration in der Brunnenreihe nördlich der Kantonsstrasse klar höher als südlich davon. Die Brunnen im NW (A.3, A.7 und C.18), am Westrand des Hardwaldes (C.237, C.211, C.206) sowie nahe

dem Auhaufen (K.15, A.25, C.83) zeigen die höchsten PER-Konzentrationen im Hardwald.

- **Trichlorethen** zeigt bei etwas geringeren Konzentrationen eine sehr ähnliche Verteilung wie Tetrachlorethen.
- **1,3-Dichlorbenzol** tritt in einzelnen Brunnen im Hardwald auf, aber wurde trotz gleicher Nachweisgrenzen ausser in R.8 (Rot-hausstrasse) weder in den Deponien Feldreben und Margelacker noch in Schweizerhalle nachgewiesen. Höchste Konzentrationen in A.3, A.7, A.15 und A.26.
- **Methansulfonanilid** fand sich nur am Nordrand des Hardwaldes (PW Auweg, C.018, A.25:), ist aber auch im Trinkwasser der Hardwasser AG mit bis zu 84 ng/l [37] vorhanden.
- Ähnlich ist es bei **N-Butyl-Benzolsulfonamid** (C.018, K.015, A.25: jeweils 300 bis 500 ng/l [13]. Allerdings findet der Stoff sich auch vereinzelt im Rheinwasser (Mittelwert 189 ng/l der 6 positiven Nachweise 2006 bei der Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein [14]).
- Weiterhin treten die in den Screenings [13] gefundenen, nicht identifizierten Substanzen **BP86** und **BP172** fast ausschliesslich zwischen Rhein und Brunnen der Hardwasser AG auf. (siehe Tabelle 5).
- Ältere Messkampagnen, insbesondere die "Peripheriemessungen" [11] zeigen Schadstoffverteilungen, welche einen räumlichen Zusammenhang der Schadstoffbelastungen am Westrand des Hardwaldes mit Feldreben nahelegen: 5-Methyl-3-Heptanon (Nachweis in C.230, C.206, A.3), 1,2-Dichlorethen (Florin-Brunnen E.3, A.2), 1,1,1-Trichlorethan (C.227, C.222, C.081, C.230, C.206, A.2), Benzol (Florinbrunnen E.3, A.2), Toluol (C.018, C.206, C.083, C.228, C.222, C.081, Florin-Brunnen E.3, C.206, A.2).

- BP86, BP172

Es ist auffällig, dass bei bestimmten Brunnen im Hardwald mehrere Schadstoffe in vergleichsweise hohen Konzentrationen nachweisbar waren. Zu diesen auffälligen Brunnen und Messstellen gehören

- A3, A.7, A.25, C.18, K.15, C.83, C.206, C.237.

Weniger deutlich sind die entsprechenden Befunde bei

- A.1, A.19, A.24, A34, C.80, C.211.

Keiner der oben aufgeführten Stoffe fand sich im Infiltrat der Hardwasser AG. Zum Vergleich Rheinwasser – Grundwasser Hardwald siehe Abschnitt 4.10.

5.5 Eigenschaften der Schadstoffe

Das Abbau- und Migrationsverhalten chlorierter Kohlenwasserstoffe und anderer organischer Schadstoffe ist unter anderem abhängig von folgenden Faktoren:

Abbau- und
Migrationsverhalten

- Stoffspezifische Parameter wie Wasserlöslichkeit, Luft/Wasserverteilung, Feststoff-Wasserverteilung und Abbaubarkeit.
- Gesteinstyp (Festgestein, Lockergestein, Anteil von Tonmineralien und organischem Material).
- Grundwasserfliessgeschwindigkeit.
- Temperatur, pH, Redoxbedingungen: aerob-/anaerobes Milieu.
- Andere im Grundwasser oder in der ungesättigten Zone vorhandene (Schad-) Stoffe als Stoffwechselgrundlage für Mikroorganismen.
- Änderung der oben genannten Parameter in Fliessrichtung (z.B. findet häufig der Abbau von Tetra- und Trichlorethen in Deponienähe unter anaeroben Verhältnissen statt, während die Metaboliten Dichlorethen und Vinylchlorid noch mobiler sind und im aeroben Milieu ausserhalb der Deponie weniger schnell abgebaut werden).

Für die bei Altlasten im Grundwasser häufig auftretenden Schadstoffe liegen für den Abbau- und die Mobilitätsverhalten bei bestimmten Bedingungen recht gesicherte Angaben vor. Dies trifft vor allem auf kurzkettige chlorierte aliphatische KW zu, wie z.B. Hexachlorethan, MTBE oder Tetra- und Trichlorethen. Für andere KW gibt es keine gesicherten Erkenntnisse bzw. eine vertiefte Betrachtung übersteigt den Rahmen der vorliegenden Untersuchung.

Bei Schadenfällen mit Tetrachlorethen wurden gemäss [58] sehr ausge dehnte Fahnenlängen von mehreren km beobachtet. Voraussetzungen für solch lange Transportdistanzen sind u.a. hohe hydraulische Durchlässigkeiten sowie ein Aquifer mit geringem Anteil organischer Stoffe.

In Tabelle 8 sind einige Angaben zum Verhalten einiger im Hardgrundwasser nachgewiesenen Schadstoffe zusammengestellt.

Bedeutung für den Hardwald

Die in Tabelle 8 aufgeführten chlorierten KW können als persistent und mobil bezeichnet werden. Ein Auftreten dieser Stoffe im Grundwasser auch in Entfernungen über einigen hundert Metern von der Quelle erscheint somit von den Stoffeigenschaften als möglich oder sogar wahrscheinlich. Mit Einschränkungen gilt dies auch für die in Tabelle 8 genann-

ten Herbizide sowie für Hexachlorethan und 1,1,1-Trichlorethan. Weniger wahrscheinlich ist es, aromatische KW (Benzol, Phenol, Toluol) in grösserer Entfernung von der Quelle zu finden.

Tabelle 8: *Eigenschaften der wichtigsten im Grundwasser des Hardwaldes Schadstoffe.*

Stoff- klasse	Stoff	Mobilität im Grundwasser [56], [58] ¹⁾	Persistenz (Halbwertszeit) gemäss [57] oder anderen Quellen	Metaboliten [57], [67]	Bemerkungen	Literatur
Chlorierte Alkene	Hexachlor-1,3-butadien (HCBd)	gering	wahrscheinlich gross, erster Schritt zu Dechlorierung vermutlich nur unter anaero- ben Bedingungen. (Wochen bis Monate)	Pentachlorbutadien; meist 1,2,3,4-Tetrachlor- 1,3-butadien	kommt nicht natürlich vor. Hinweise auf Abbau unter anaeroben und aeroben Be- dingungen. Angaben zu Eigenschaften widersprüchlich	[64]
	Tetrachlor-1,3-butadien (TCBD)	vermutl. gering bis mittel, sicher grösser als bei Hexachlorbuta- dien [13]	vermutlich gross bis sehr gross; grösser als bei He- xachlorbutadien (Jahre)	u.a. niedriger chlorierte Butadiene	kommt nicht natürlich vor.	
	Tetrachlorethen (PCE)	mittel Sorption vor allem an organi- schem Material & Tonmineralen	gross (0.1 bis wenige Jahre)	TCE, Dichlorethen (DCE), Vinylchlorid (VC), Ethen	Abbau zu Trichlorethen vor allem anaerob	[43]
	Trichlorethen (TCE)	mittel bis hoch Sorption vor allem an organi- schem Material & Tonmineralen	sehr gross (0.6 bis einige Jahre)	DCE, DCE, VC, Ethen	Abbau aerob und anaerob	[43]
	1,2-Dichlorethen (cis & trans DCE)	sehr hoch	sehr gross (0.8 bis 22 Jahre)	VC		[43]
Chlorierte Alkane	Hexachlorethan (HCA)	gering	relativ klein	niedriger chlorierte Ethane	Biodegradation meist unter anaeroben Bedingungen	[43]
	1,1,1-Trichlorethan	mittel bis hoch	mässig gross 1 bis 2 Jahre	niedriger chlorierte Ethane		
Aroma- ten	Benzol	hoch	relativ klein	über verschiedene Zwi- schenstufen zu Carbon- säuren und Aldehyden		
	Phenol	sehr hoch	relativ klein			
	Toluol	hoch	relativ klein			
Pestizide	Atrazin	mittel bis hoch	mässig gross (Monate bis einige Jahre)	Desethylatrazin, Desisopropylatrazin, Hydroxyatrazin		
	Desethylatrazin	hoch (deutlich höher als Atrazin)	mässig gross (Monate bis einige Jahre)	Desisopropylatrazin, Hydroxyatrazin		
	Simazin	mittel bis hoch	mässig gross (Monate bis einige Jahre)	Simazin-2-hydroxy		

¹⁾ grobe Angaben, zwischen Stoffgruppen nur bedingt vergleichbar

5.6 Vergleich mit Grundwasserdaten aus der Schweiz (NAQUA)

Es wurde in der Vergangenheit mehrfach über vorhandene Grundbelastungen oder „ubiquitäre“ Schadstoffe diskutiert (z.B. [36], [25], [69]). H.J. Schmassmann vermutete 1981 für einige Schadstoffe eine Grundbelastung des Grundwassers aus anderen Quellen, sodass sie auf keine der Deponien im Umfeld des Hardwaldes zurückgeführt werden könnten.

Grundbelastung

Inwieweit dies für ältere Messungen und frühere Verhältnisse gilt, konnte mit den vorliegenden Unterlagen nicht geklärt werden. Hingegen können die im Hardwald und Umgebung gemessenen Schadstoffkonzentrationen mit den Daten des zurzeit laufenden NAQUA-Programms verglichen werden. Ziel ist es nicht, die Schadstoffkonzentrationen im Hardwald bezüglich Referenz- oder Grenzwerte zu werten. Es soll nur aufgezeigt werden, inwieweit für einzelne Schadstoffe tatsächlich eine Grundbelastung vorliegen könnte, welche eine eindeutige Zuordnung zu einer der potenziellen Schadstoffquellen erschwerte.

Für einige der im Grundwasser des Hardwaldes nachgewiesenen Schadstoffe finden sich im Programm NAQUA [66] Vergleichswerte Tabelle 9.

Bedeutung für den Hardwald

Im Hardwald kann für die meisten Schadstoffe nicht von einer "Grundbelastung" ("ubiquitäre Schadstoffe") des Grundwassers ausgegangen werden. Es sind zwar in vielen Messstellen Schadstoffe vorhanden (Tabelle 9): Der Anteil der Messstellen mit positivem Nachweis von Schadstoffen liegt trotz höherer Bestimmungsgrenzen im Hardwald sogar meist höher als bei den NAQUA-Vergleichswerten. Das Rheinwasser-Infiltrat weist keinen der dargestellten Schadstoffe auf. Sofern deutliche räumliche Unterschiede der Schadstoffkonzentrationen vorliegen und ein räumlicher Zusammenhang niedriger Schadstoffkonzentrationen mit dem Rheinwasser-Infiltrat resp. ein räumlicher Zusammenhang hoher Konzentrationen mit Schadstoffquellen wahrscheinlich ist, kann nicht von einer Grundbelastung des Grundwassers vor ausgegangen werden. Dies gilt gemäss Tabelle 9 insbesondere für Tetrachlorethen, Trichlorethen und 1,1,1-Trichlorethan. Auf den Zusammenhang mit aus dem Rheinwasser-Infiltrat stammenden Schadstoffen wurde in Abschnitt 4.10 eingegangen.

Tabelle 9: Vergleich der Konzentrationen einiger Schadstoffe im Hardwald ([73], 10.12.2007) mit Daten aus NAQUA [66]. In Klammern: Daten aus den Peripheriemessungen 2003³⁾ ohne Florinbrunnen [11]. Alle Angaben in ng/l.

Substanz	Grundwasser des Hardwaldes				NAQUA		
	Anteil Messstellen mit Nachweis	max. Konzentration [73] ([11])	Konzentration Rheinfiltrat Hardwasser AG [12]	BG [12]	BG [66]	Anteil Messstellen mit positivem Nachweis ²⁾	Median der positiven Nachweise
Tetrachlo- rethen	100% (92%)	240 (600)	n.n. n.n.	50 (100)	20 bis 200	20%	360
Trichlorethen	54% (50%)	110 (500)	n.n. (n.n.)	50 (100)	30 bis 200	19%	250
cis- & trans- 1,2-Dichlor- ethen	0% (cis) (8%)	n.n. (124)	n.n. (n.n.)	50 (k.A.)	30 bis 200 (cis)	4%	210
1,1,1- Trichlorethan	0% (58%)	n.n. (600)	n.n. (n.n.)	0.2 (100)	10 bis 200	12%	100
Toluol	0% (0%)	n.n. (<40)	n.n. (n.n.)	50 (40)	10 bis 500	9%	100
Benzol	0% (8%)	n.n. (40)	n.n. (n.n.)	10 (30.)	10 bis 500	1%	800

n.n.: nicht nachgewiesen

BG: Bestimmungsgrenze

¹⁾ ohne Rheinwasser-Infiltrat der Hardwasser AG und E.21 in Schweizerhalle

²⁾ Messungen 2003

³⁾ Teil der Resultate vom KL BL, anscheinend nur Bestimmungsgrenzen angegeben, Teil der Resultate vom IWB, Nachweisgrenze (n.n./n.d.) resp. Bestimmungsgrenze angegeben. Spalte 2 bezieht sich auf Bestimmungsgrenzen.

5.7 Grundwasserverhältnisse und -flussrichtungen im Hardwald

Die Hydrogeologie und die allgemeinen Grundwasserverhältnisse des Hardwaldes und angrenzender Gebiete sind in Kap. 3 dargestellt. In diesem Abschnitt werden die Aussagekraft von Grundwasserspiegelmessungen und anderen Daten sowie mögliche Grundwasserflusswege vor dem Hintergrund möglicher Schadstofftransportwege diskutiert.

Aufgrund der bisherigen Auswertungen der hydrogeologischen Daten hat wegen der meist nördlich der Deponie Feldreben liegenden Wasserscheide ein Schadstofftransport aus dem Gebiet Feldreben Richtung NNW bis zu den W Brunnen der Hardwasser AG unter Bedingungen des "Normalbetriebs" (Grundwasserberg und Entnahmen Florinbrunnen/Schweizerhalle/Grenzach) als wenig wahrscheinlich bis ausgeschlossen gegolten. Gemäss [70] ist die CKW-Belastung im nördlichen und westlichen Nahbereich der Deponie Feldreben jedoch auf den Abstrom aus der "zentralen Belastungszone" der Deponie zurückzuführen. In [70] wird nur der Deponiebereich bis höchstens zum Südrand des Hardwaldes (C.230, C.81) betrachtet. Die im Abschnitt 5.9 aufgezeigten Indizien und Zusammenhänge sprechen jedoch dafür, dass zumindest zeitweise oder teilweise ein Schadstofftransport von Feldreben bis zu den westlichen Brunnen der Hardwasser AG möglich ist. Die hydrogeologischen Grundlagen, welche dazu führen können, dass Grundwasser von Feldreben trotz "Grundwasserberg" zu Brunnen des Hardwasser AG gelangen können, werden im Folgenden diskutiert.

Die Grundwasserfliesswege in einem Grundwasservorkommen werden im Wesentlichen von Grundwasserpotenzialen und Unterschieden in der hydraulischen Durchlässigkeit gesteuert. An Grenzflächen zwischen zwei Aquifere unterschiedlicher hydraulischer Durchlässigkeit findet eine Refraktion der Fliessrichtungen statt. Das bedeutet, dass sich Grundwasserfliessrichtungen nur bedingt unmittelbar aus Grundwasserisohypsen ableiten lassen.

Grundwasserdynamik

Die Grundwasserfliessrichtung kann in einem hydraulisch *homogenen* Untergrund aus den Grundwasserisohypsen (resp. den Grundwasserspiegelmessungen) unter der Annahme von Randbedingungen abgeleitet werden. Bei Unterschieden der hydraulischen Leitfähigkeiten wie im Fall der Aquifere im Hardwald oder bei starken hydraulischen Inhomogenitäten innerhalb eines Aquifers, wie sie für den Muschelkalk wahrscheinlich sind, müssten zumindest die beiden Aquifere Niederterrassenschotter und Hauptmuschelkalk getrennt betrachtet werden. Das heisst: eine korrekte Konstruktion der Grundwasserfliessrichtungen wäre nur anhand von Piezometern möglich, welche die jeweiligen Grundwasserspiegel resp. Potenziale der beiden Aquifere getrennt wiedergeben.

Zu der Mehrzahl der Piezometer im Untersuchungsperimeter liegen uns keine Angaben zu Tiefe und Filterstrecken vor. Es muss angenommen werden, dass diese - falls sie beide Aquifere erschliessen - Filterstrecken aufweisen, die in dasselbe Rohr münden. Somit widerspiegeln in vielen Fällen die gemessenen Grundwasserspiegelstände eine "Mischhöhe" der Potenziale.

Insbesondere im Muschelkalkaquifer ist es wahrscheinlich, dass hydraulisch hochdurchlässige Karststrukturen oder stark geklüftete Störzonen vorhanden sind (siehe auch [70]: Kapitel 3), welche die Grundwasser-

fliessrichtungen (und auch Fliessgeschwindigkeiten) lokal stark beeinflussen können. Sind solche Strukturen grossräumig angelegt, können sie die Grundwasserfliesswege auch regional beeinflussen. Durch Gipslaugung und Lösung von Salzlagern ergeben sich weitere mögliche höher durchlässige Fliesswege. Der oberflächennahe Muschelkalkaquifer wird durch gering durchlässige Barrieren begrenzt; entlang der Bruchzonen können sowohl erhöhte wie auch verringerte Durchlässigkeiten vorliegen.

Die Verhältnisse um die Brunnen im Hardwald werden in Kapitel 5.9.3 dargestellt.

Die Verweilzeiten des von der Hardwasser AG infiltrierten Rheinwassers sind wahrscheinlich sehr kurz: Ein Färbeversuch von 1979 (erwähnt und kommentiert in [51]) zeigt, dass diese im Untergrund des Hardwaldes mit 1 bis <10 Tagen gering sind. Die entsprechenden Originalberichte oder -daten liegen uns jedoch nicht vor. Das numerische Grundwassermodell [9] ergibt leicht höhere Werte um 10 - 20 Tage.

Verweilzeiten des
Grundwassers

5.8 Datenanalyse

Zur Beurteilung der Quelle der Schadstoffe im Grundwasser des Hardwaldes liegen uns bisher folgende Daten und Informationen vor:

- Grundwasseranalysen
- Analysen des Rheinwassers.
- Beurteilungen des Schadstofffreisetzungspotenzials der Deponien Feldreben, Rothausstrasse und Margelacker inkl. detaillierter Angaben zu Geologie und Hydrogeologie in den Deponiebereichen. Isotopenuntersuchungen und Markierversuch bei Feldreben.
- In eingeschränktem Umfang Beurteilungen des Schadstofffreisetzungspotenzials der Deponien auf deutscher Seite.
- Einschätzungen der potenziellen Schadstoffquellen im Bereich Hardwald in Kapitel 4.
- Grundwassergleichen Hardwasser AG.
- Geologische Karten, Grundwasserkarten (Interreg II).
- Grundwassermodelle.

Die Schwierigkeiten bei der Vergleichbarkeit verschiedener Datensätze z.B. bei Analysen des Grundwassers wurden oben schon teilweise erwähnt. Es standen uns zudem mit Ausnahme der Deponieuntersuchungen keine Informationen zu den Brunnen und Messstellen (Betriebszustand in der Zeit vor und während Probenahme, Tiefe, Filterstrecken,

Geologie inkl. Festgestein unter Lockergesteinsaquifer) zur Verfügung mit Ausnahme der Deponieuntersuchungen Feldreben, Rothausstrasse und Margelacker.

Angesichts der Komplexität der durch die Nutzung stark beeinflussten Grundwasserverhältnisse im Hardwald sowie der Tatsache, dass keine (Markier-) Versuche zur direkten Bestimmung von Fliesswegen durchgeführt wurde, muss auf indirektem Weg auf die Herkunft der Schadstoffe geschlossen werden.

Zielführend erscheint uns neben der Auswertung der räumlichen Verteilung von Schadstoffen vor allem die Korrelation verschiedener Grundwasser-Parameter. Mit ihnen können, wie im Folgenden gezeigt wird, die Schadstoffquellen besser eingegrenzt werden. Ein sicherer Nachweis und sichere Zuordnung der Schadstoffquellen zu in Brunnen aufgetretenen Schadstoffen ist auf diesem Wege aber nicht möglich. Aufgrund dieser Auswertung ergeben sich jedoch wahrscheinliche Zusammenhänge, anhand der weitere Untersuchungen gezielt durchgeführt werden können.

5.8.1 Grundwassermineralisation und Schadstoffgehalt

Das von der Hardwasser AG infiltrierte Rheinwasser ist relativ weich. Bei der kurzen mittleren Verweilzeit im Untergrund von einigen Tagen nimmt die Mineralisation erfahrungsgemäss nur gering zu. In Abbildung 8 werden die Calcium- und Chlorid-Gehalte den Tetrachlorethen-Konzentrationen gegenübergestellt. [73] und [74] enthalten keine Datensätze, bei denen bei der gleichen Messkampagne die Grundwasserhauptbestandteile und Schadstoffe gemessen wurden. Die einzige Ausnahme besteht in den Daten Schweizerhalle vom April/Mai 2008 [73]. Aus [74] wurden Mittelwerte für Na, Ca, SO₄ und Cl aus bis zu 8 Messungen aus den Jahren 2000 bis 2007 gebildet und als Grundlage für die folgenden Abbildungen verwendet. Die Na-, Ca-, SO₄- und Cl-Konzentrationen für das Rheinwasser-Infiltrat stammen aus der Grundwasser-Überwachung II [12].

Im Schoeller-Diagramm in Abbildung 7 sind die Konzentrationen der Hauptbestandteile Na, Ca, Cl und SO₄ der Grundwässer aus dem Hardwald und Umgebung dargestellt. Mit Ausnahme des Chlorids im PW Schanz sind alle gemessenen Konzentrationen höher als beim weichen Rheinwasser-Infiltrat. Die meisten Brunnen der Hardwasser AG sowie die Brunnen nahe dem Auhafen und am Ostrand des Hardwaldes zeigen eine ähnliche Grundwasserzusammensetzung (graue Fläche) mit im Vergleich zum Rheinwasser-Infiltrat leicht erhöhten Konzentrationen der Hauptbestandteile. Die Grundwässer am Nordrand von Schweizerhalle (grüne Fläche) wiederum sind noch etwas höher mineralisiert und weisen insbesondere einen höheren relativen Anteil von Na und Cl auf als die vorgenann-

ten Grundwässer. Die Wässer in den Brunnen E.15, E.21, E.22 und E.28 im SW von Schweizerhalle weisen deutlich höhere Mineralisationen auf; insbesondere bei E.21 und E.15 ist der Chloridgehalt hoch. E.21 weist den höchsten gemessenen Na-Gehalt dieses Datensatzes auf.

Am Westrand des Hardwaldes zeigt sich von C.237 über C.211 bis C.206 in Richtung N eine Zunahme der Mineralisation, während C.80 eine gegenüber dem Rheinwasser-Infiltrat nur wenig erhöhte Mineralisation aufweist. C.206 weist einen ähnlichen Ca-Gehalt wie C.211 auf, die Na-, Cl- und SO_4 -Gehalte sind jedoch deutlich höher.

A.3, A.7, A.9, A.17, A.33 sowie C.18 zeigen im Vergleich zu den übrigen Brunnen der Hardwasser AG eine höhere Mineralisation. Die höchsten Na- und Cl-Werte dieser Gruppe finden sich bei A.3 und A.7. Die Wässer in den PW Birsland (A.101) und Schanz (A.103) sind dem Grundwasser im nächstgelegenen Piezometer C.237 ähnlich.

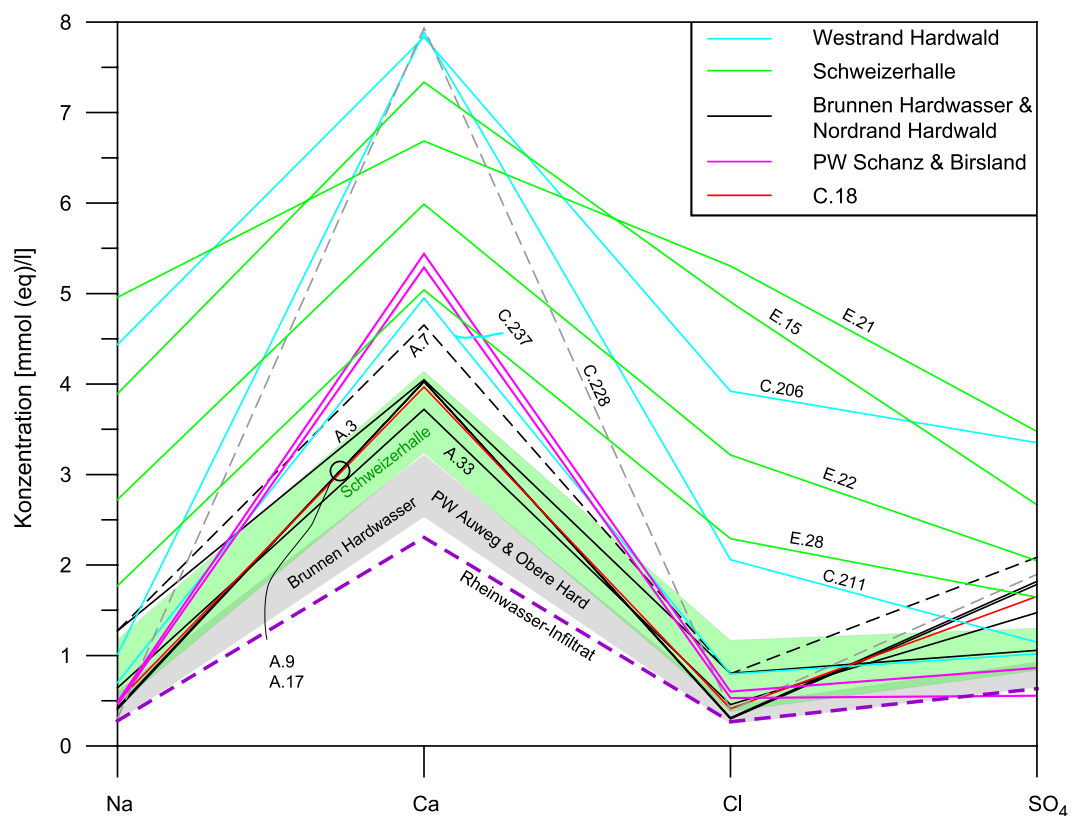


Abbildung 7: Nicht-logarithmisches Schoeller-Diagramm von Grundwässern aus dem Hardwald und angrenzenden Gebieten. Im grauen Bereich liegen des weiteren C.80, C.83, K.15, C.222, C.229.

Fazit: Es lassen sich im Bereich des Hardwaldes verschiedene Grundwassertypen klar abgrenzen. Am Westrand des Hardwaldes macht sich gegen N der Zustrom höher mineralisierter Grundwässer aus dem Muschelkalk bemerkbar, dabei stammen das Na und Cl vermutlich zum

grösseren Teil aus dem Mittleren Muschelkalk. Dies gilt auch für die Grundwässer im SW von Schweizerhalle. In den westlichen Brunnen der Hardwasser AG zeigt sich dieser Einfluss am deutlichsten in A.3 und A.7 sowie weniger deutlich in einigen anderen Brunnen. Im östlichsten Brunnen A.17 mit deutlichem Zustrom von Muschelkalkgrundwasser sind die Na- und Cl- Gehalte vergleichsweise gering.

Gemäss [14] schwankt die elektrische Leitfähigkeit des Rheinwassers in Weil am Rhein zwischen ca. 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Sommer und ca. 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ im Winter. Die in den folgenden drei Abbildungen sichtbaren Differenzen im Mineralgehalt zwischen dem Rheinwasser-Infiltrat (Probenahme Juli 2006) und den am geringsten mineralisierten Grundwässern (vorwiegend östliche Brunnen der Hardwasser AG, C.80; Beprobung der Brunnen im Hardwald im Dezember 2007, Anteil von Rheinwasser-Infiltrat wahrscheinlich am höchsten) lassen sich teils mit diesen jahreszeitlichen Schwankungen erklären. Ein weiterer Teil dieser Differenz ist auf die Aufmineralisation des Infiltrats während der Passage von den Infiltrationsgräben und -Weihern bis zu den Brunnen sowie auf den Zustrom höher mineralisierter Grundwässer zurückzuführen.

Mit den folgenden Auswertungen soll festgestellt werden, ob eine oder mehrere Schadstoffquellen vorhanden sein könnten. Abbildung 8 zeigt die erwähnte relativ hohe Mineralisation des Grundwassers im Gebiet Schweizerhalle. Es besteht eine klare Tendenz zu höheren Mineralisation mit zunehmender Distanz zum Rhein (Maximum in E.15 und E.21, E.22). Die Tetrachlorethen-Konzentrationen korrelieren recht gut mit der Mineralisation, wobei E.12 relativ viel und E.23 eher weniger Tetrachlorethen enthält. Demnach kann angenommen werden, dass das im Untergrund vorhandene Tetrachlorethen durch im Flussbett infiltrierendes Rheinwasser verdünnt wird.

Am West- und Nordrand des Hardwaldes liegen, wie oben dargestellt, eine erhöhte Mineralisation in A.3, A.7, A.9, A.17, C.18, C.237 und C.206 bei teils hoher Tetrachlorethen-Konzentrationen vor. A.3, C.18, C.206 und C.237 zeigen eine gute Korrelation von Mineralisation und Tetrachlorethen. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass diese Grundwässer die gleiche Schadstoffquelle haben. Die unterschiedlichen Konzentrationen bei ähnlichem Verhältnis Mineralisation-Schadstoffkonzentration kämen durch unterschiedliche hohe Beimischungen von Rheinwasser-Infiltrat der Hardwasser AG resp. durch im Uferbereich infiltrierendes Rheinwasser zustande. A.7, A.9, A.17 und C.211 zeigen im Verhältnis zur Mineralisation eine deutlich geringere Tetrachlorethen-Konzentration. C.211 liegt räumlich zwischen C. 237 und C.206. In diesem Bereich besteht eine lockergesteinsgefüllte trichterförmige Vertiefung im Muschelkalk (Abbildung 1 und Abbildung 2). Möglicherweise fliesst im Bereich von C.211 durch Karststrukturen Muschelkalkgrundwasser zu, welches nur geringe Belastungen aufweist. Eine Ursache dafür, dass bei A.7, A.9 und A.17 die Tetrachlorethen-Konzentration bei vergleichbarer Mineralisation geringer

ist, könnte darin liegen, dass im zuströmenden Muschelkalk-Grundwasser die Tetrachlorethen-Konzentration geringer ist. A.7 weist beispielsweise eine ähnliche Mineralisation auf wie A.3, was auf einen ungefähr gleich grossen Anteil von Muschelkalkgrundwasser schliessen lässt, der Tetrachlorethengehalt ist jedoch geringer.

Das Grundwasser der übrigen Brunnen der Hardwasser AG weist geringere Mineralisationen und meist geringere Tetrachlorethen-Konzentrationen auf. Die rechten Diagramme in Abbildung 8 zeigen dazu einen vergrösserten Ausschnitt. Die Ca-Gehalte im Hardgrundwasser sind im Vergleich zum Infiltrat allgemein erhöht (s.o.), während diese beim Chlorid nur wenig höher sind. Nicht dargestellt sind Analysenresultate älterer Beprobungen von A.2. Dieser Brunnen wurde vor einigen Jahren aufgrund seines Grundwasserchemismus stillgelegt [19]. Bei den Peripheriemessungen der Hardwasser AG von 2003 [11] betrug der Cl resp. SO_4 -Gehalt in A.2 im Vergleich mit C.211 das 100 resp. 30-fache.

Neben den oben genannten Brunnen der Hardwasser AG (A.3, A.7, A.9, A.17) zeigen auch A.4, A.6, A.34 und A.33 eine leicht erhöhte Mineralisation. A.17 weist allerdings wenig Chlorid auf. Eine eigentliche Korrelation von Mineralisation und Tetrachlorethen ist nicht erkennbar, bis auf A.6 und A.33 enthalten die leicht höher mineralisierten Grundwässer aber relativ viel Tetrachlorethen.

Alle anderen Brunnen der Hardwasser AG und die nahe dem Auhafen (C.83, K15 mit leicht erhöhtem Cl-Wert, A.104 PW Auweg) weisen Grundwässer mit recht einheitlichen Ca- und Cl-Gehalten, aber sehr unterschiedlichem Tetrachlorethen-Gehalt auf. Es können aufgrund dieser Befunde bezüglich Tetrachlorethen 2 Gruppen unterschieden werden: Zum einen Brunnen, in denen bei geringer Mineralisation sehr unterschiedliche Tetrachlorethen-Konzentrationen vorliegen (Ca: A.29 bis A.25, inkl. C83 und K.15 beim Auhafen mit relativ hohen Tetrachlorethen-Konzentrationen) in Abbildung 8 jeweils rechts, und die übrigen mit erhöhter Mineralisation und im Westen teils auch schwacher Korrelation Mineralisation-Tetrachlorethen.

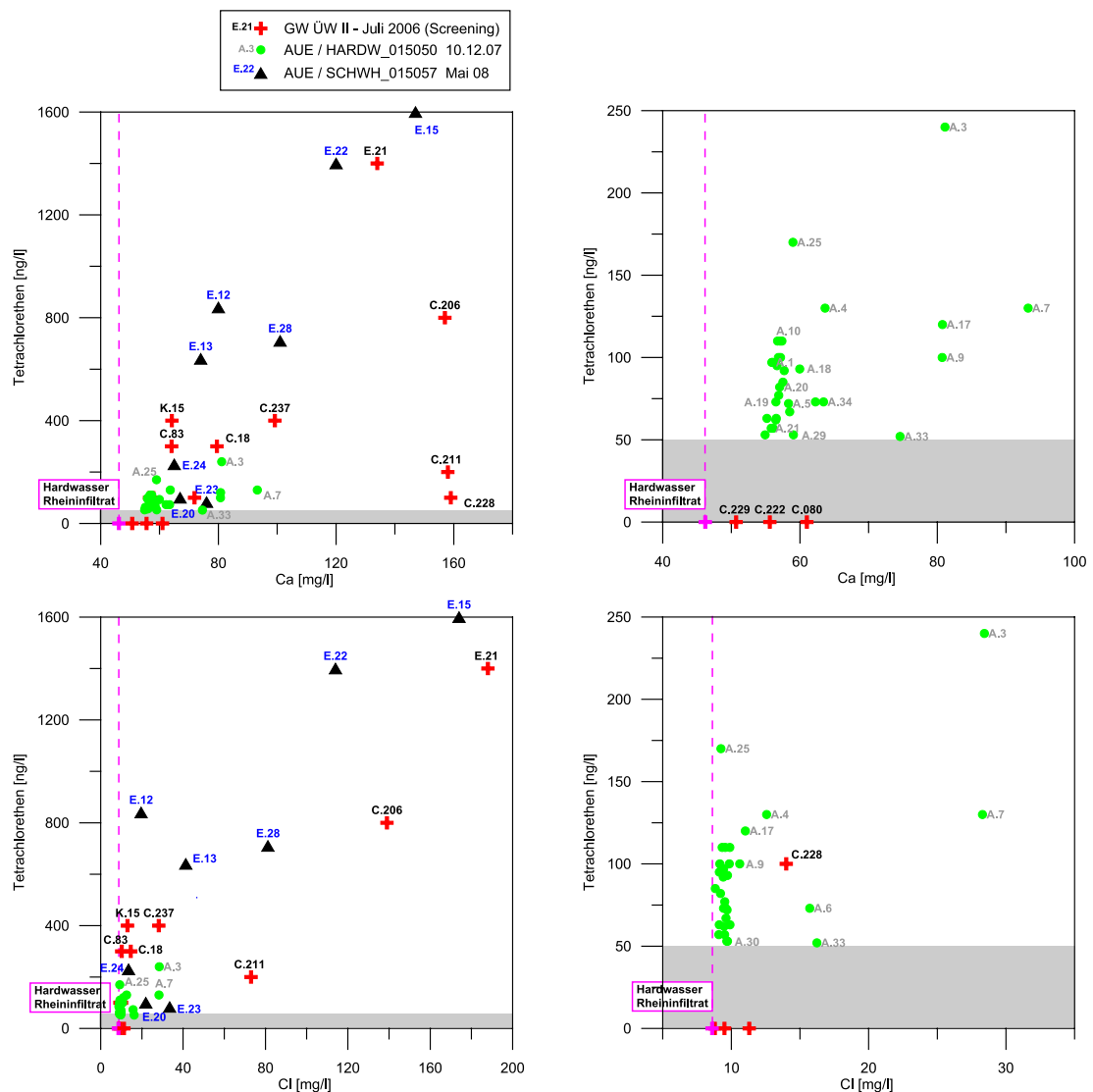


Abbildung 8: Korrelation Ca resp. Cl und Tetrachlorethen im Hardwald. Die rechten Abbildungen stellen jeweils einen auf die Analysenergebnisse der Brunnen der Hardwasser AG angepassten vergrösserten Ausschnitt der linken Abbildungen dar. Konzentrationsbereiche unterhalb der Nachweisgrenzen sind grau dargestellt, die Ca- resp. Cl-Konzentration des Rheinwasser-Infiltrats ist pink gestrichelt.

Dieses Bild entspricht sehr gut dem mit TCBD in Abbildung 10 und Abbildung 11: A.25, K15 und C.83 zeigen die höchsten TCBD-Konzentrationen bei geringer Mineralisation (der wiederum leicht erhöhte Cl-Wert bei K.15 bildet eine Ausnahme). Die Daten aus dem Gebiet Schweizerhalle zeigen eine erkennbare Korrelation Mineralisation-TCBD, wobei E.15 einen relativ niedrigen TCBD-Gehalt aufweist.

Von den Brunnen mit mindestens leicht erhöhter Mineralisation weisen A.3, A.7, A.9 und A.17 hohe TCBD-Konzentrationen auf, A.4, A.6, A.33

und A.34 geringere. Es sind wieder 2 Gruppen von TCBD-haltigen Grundwässer zu erkennen: eine, bei der sehr unterschiedliche TCBD-Konzentrationen bei geringer Mineralisation vorhanden ist und eine zweite, bei der eine schwache Korrelation Mineralisation-TCBD zu erkennen ist (A.3, A.4, A.6, A.7, A.9, A.17, A.34). Innerhalb dieser zweiten Gruppe weisen A.3 und A.7 mit Abstand die höchsten Na und Cl-Gehalte sowie die beiden höchsten TCBD-Konzentrationen auf.

A.17 liegt räumlich nahe der ersten Gruppe, weist aber eine erhöhte Mineralisation ähnlich der zweiten Gruppe auf. Eine Erklärung dafür könnte ein lokaler Zustrom von Muschelkalkgrundwasser aus einer Karststruktur sein, welches wenig oder kaum TCBD enthält. Die geologische Karte [15] zeigt unmittelbar westlich von A.17 eine Vertiefung der Felsoberfläche, was einer solchen Karststruktur entsprechen könnte.

In Abbildung 9 ist die Schwankungsbreite der Ca-Konzentrationen ersichtlich. Diese Schwankungen sind wahrscheinlich abhängig von den lokalen, aufgrund von Änderungen der Infiltrationsraten und Entnahmen variablen Fließrichtungen. Zusätzlich sind die TCBD-Konzentrationen dargestellt.

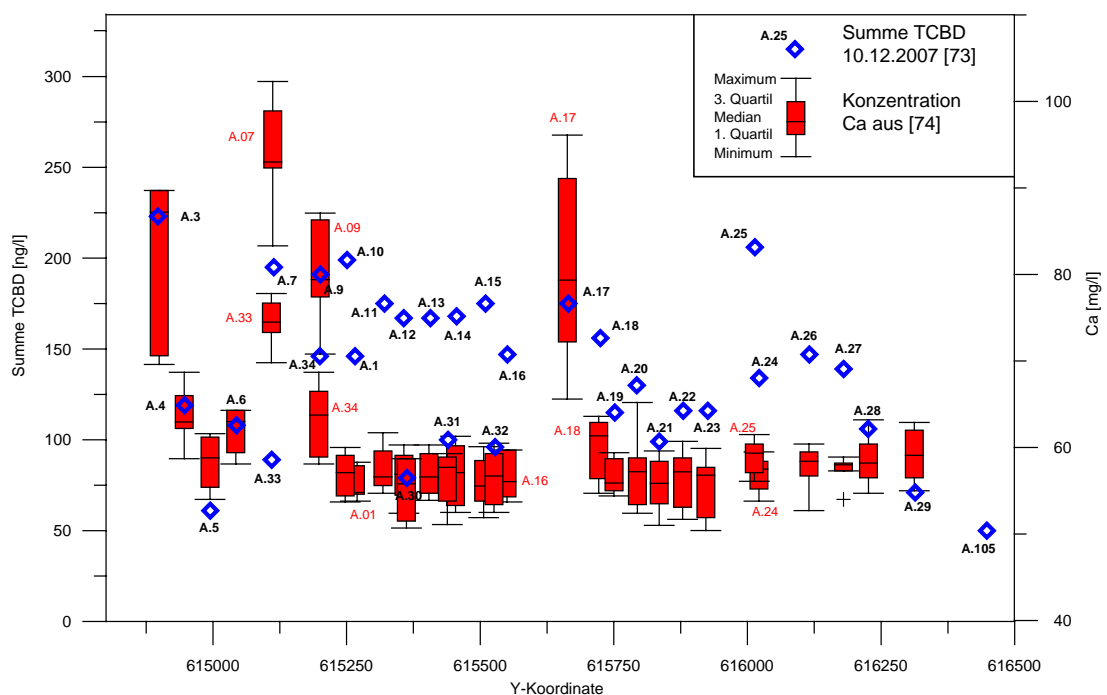
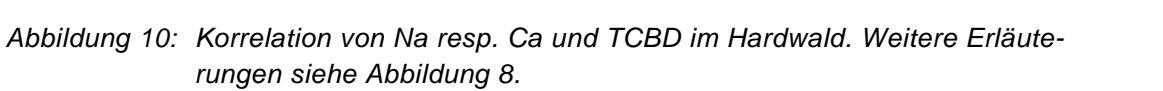


Abbildung 9: Box-Whisker-Plot der Ca-Konzentrationen mit Schwankungsbreite in den Brunnen der Hardwasser AG (2000 bis 2007). Weiterhin sind die TCBD-Konzentrationen vom 10.12.2007 dargestellt.



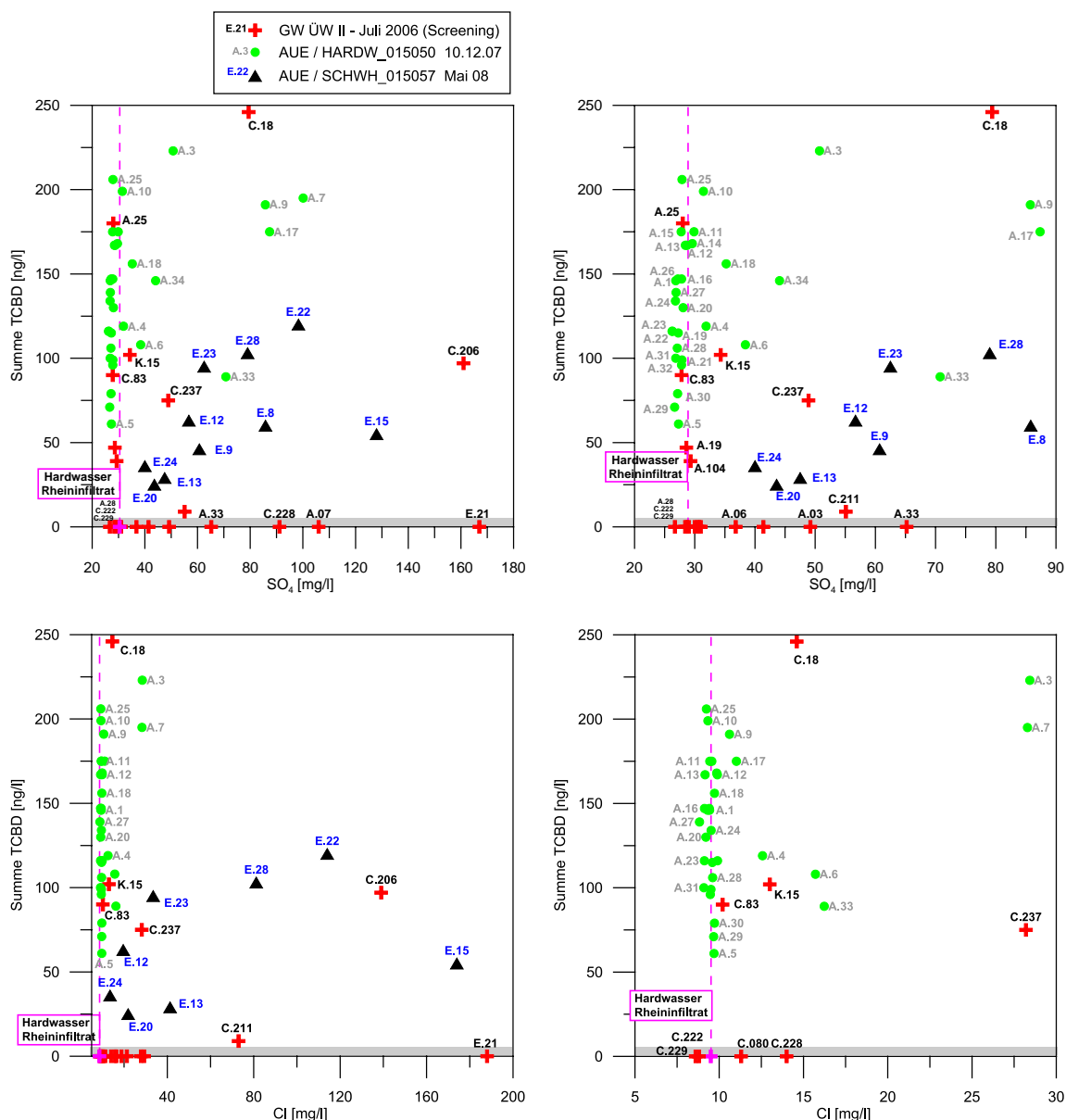


Abbildung 11: Korrelation von SO_4 resp. Cl und TCBD im Hardwald.
Weitere Erläuterungen siehe Abbildung 8.

Fazit: Am Westrand des Hardwaldes und in Schweizerhalle scheint teilweise eine Korrelation Mineralisation-Tetrachlorethen resp. TCBD vorzuliegen. Es lassen sich deutlich 2 Gruppen von Brunnen räumlich abgrenzen: solche mit geringer Mineralisation und unterschiedlicher, teils hoher Schadstoffbelastung (östliche Brunnen, nahe Auhafen) und solche mit erhöhter Mineralisation und teilweiser Korrelation mit Schadstoffgehalten (einzelne Brunnen im westlichen Hardwald). Benachbarte Brunnen weisen oft ähnliche Mineralisations-Schadstoffverhältnisse auf.

Aufgrund der vorliegenden Informationen (hohe HCBD-Konzentrationen in Hotspot über Muschelkalk der Deponie Feldreben, Abstrom im GW N bis W) kann als Hypothese angenommen werden, dass die Schadstoffe aus

der Deponie Feldreben in den Untergrund am Westrand des Hardwaldes gelangen und von dort bis zu den westlichen Brunnen der Hardwasser AG. Je höher der Anteil des Muschelkalkgrundwassers im Brunnen ist, desto höher ist der Schadstoffgehalt im geförderten Mischwasser Lockergestein/Muschelkalk, wobei die Schadstoffkonzentration quer zur Schadstoffahme im Muschelkalk variiert und so zu unterschiedlichen Mineralisation-Schadstoff-Korrelationen in den Brunnen führen kann.

Für gering mineralisierte Grundwässer mit erhöhtem Schadstoffanteil muss angenommen werden, dass die Schadstoffe nicht aus dem Muschelkalkgrundwasser stammen. Für die Schadstoffquelle muss angenommen werden, dass diese im Bereich des gering mineralisierten Lockergesteinsgrundwassers liegt.

5.8.2 Korrelationen verschiedener Schadstoffe

Anhand von Korrelationen verschiedener Schadstoffe können sich regionale Unterschiede und so räumliche Beziehungen zu Schadstoffquellen zeigen. Abbildung 12 zeigt die Korrelation von Tetrachlorethen und HCBd resp. TCBD. Die Konzentrationen sind jeweils als Logarithmus der Stoffmenge [mmol/l] dargestellt, um mögliche Verdünnungseffekte (entlang Geraden mit Steigung 1) und Verschiebungen des Konzentrationsverhältnisses gut unterscheiden zu können.

Unterschiede im Konzentrationsverhältnis können auf folgende Weise entstehen:

1. Solche Unterschiede besteht in der Schadstoffquelle,
2. Abbau (Dechlorierung, bei HCBd und Tetrachlorethen jedoch praktisch nur unter anaeroben Verhältnissen), unterschiedliche Mobilität der Stoffe,
3. Mischung von Grundwässern mit unterschiedlichen Schadstoffkonzentrationen.

Mit zunehmender Entfernung von der HCBd-Quelle wird dabei wegen Abbaus des HCBd und vor allem wegen der höheren Mobilität des TCBD der Anteil TCBD zunehmen. Ähnlich verhält es sich bei Tetrachlorethen und dem vergleichsweise mobileren Trichlorethen.

In Abbildung 12 zeigt sich, dass das Tetrachlorethen/HCBd-Verhältnis der Brunnen der Hardwasser AG ähnlich ist. Der Anteil HCBd ist in A.105 und A.34 relativ hoch, der Tetrachlorethen-Anteil in A.3, A.4, A.5, A.25 und A.28. Die Grundwässer aus dem Gebiet Schweizerhalle weisen einen wesentlich höheren Tetrachlorethen-Anteil auf, Ausnahmen sind E.20 und E.23, in welchen die Schadstoffverhältnisse denen der Grundwässern aus dem Hardwald ähnlich sind.

Die Verhältnisse Tetrachlorethen/TCBD sind sehr ähnlich. Allerdings ist der relative Anteil Tetrachlorethen in A.105 im Fall von TCBD deutlich höher als bei HCBd. Mit A.3, A.4, A.5, A.25, A.29 und A.105 weisen fast die gleichen Brunnen wie bei HCBd relativ höhere Tetrachlorethen-Konzentrationen auf. E.23 und E.20 sind den Grundwässern aus dem Hardwald wiederum ähnlicher als die übrigen des Gebiets Schweizerhalle.

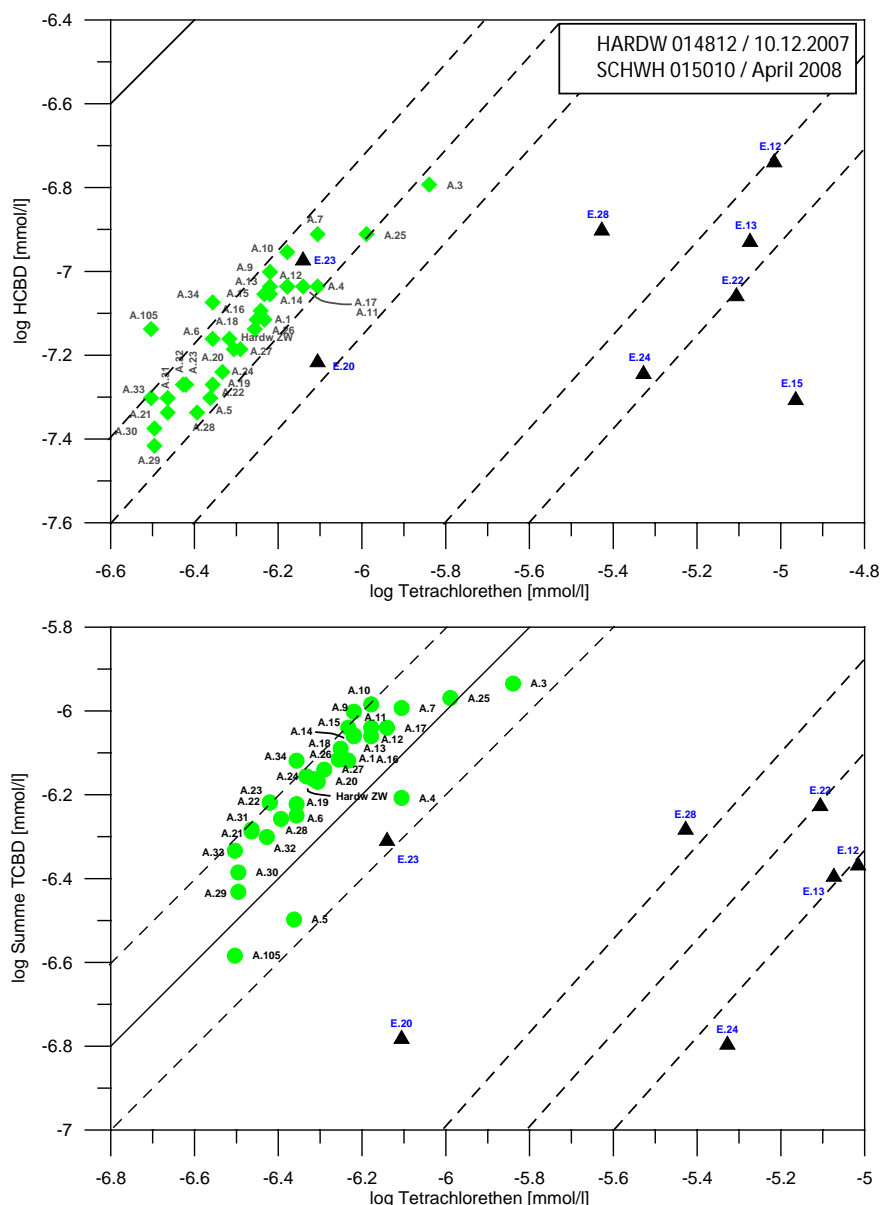


Abbildung 12: Korrelation Tetrachlorethen mit HCBd (oben) und TCBD (unten). Daten aus [73].

Fazit: Es kann klar getrennt werden zwischen Wässern des Hardwaldes und Schweizerhalle. In einer Zone im Bereich der Brunnen E.20, E.23 und

E.28, evtl. noch A.105 besteht ein Übergangsbereich resp. es kommt zu einer Mischung dieser Grundwässer.

Abbildung 13 zeigt für das Gebiet Schweizerhalle hohe Tetrachlor-/Trichlorethen-Verhältnisse an. Die entsprechenden Werte für die Brunnen im Hardwald sind wiederum einander recht ähnlich. Die höchsten Tetrachlorethen-Anteile weisen A.3, A.7 und A.9 auf. Aufgrund der Nachweisgrenze von 50 ng/l und der niedrigen Trichlorethen-Konzentrationen fehlen einige Brunnen. Gemäss der Hypothese, dass hohe Tetrachlor-/Trichlor-Verhältnisse nahe der Tetrachlorethen-Quelle auftreten (Abbau von PCE zu TCE unter anaeroben Verhältnissen), muss davon ausgegangen werden, dass E.13 und E.15 nahe einer solchen Quelle liegen. Die leicht erhöhten Tetrachlor-/Trichlor-Verhältnisse von A.3, A.7 und A.9 lassen Ähnliches vermuten für eine andere Quelle.

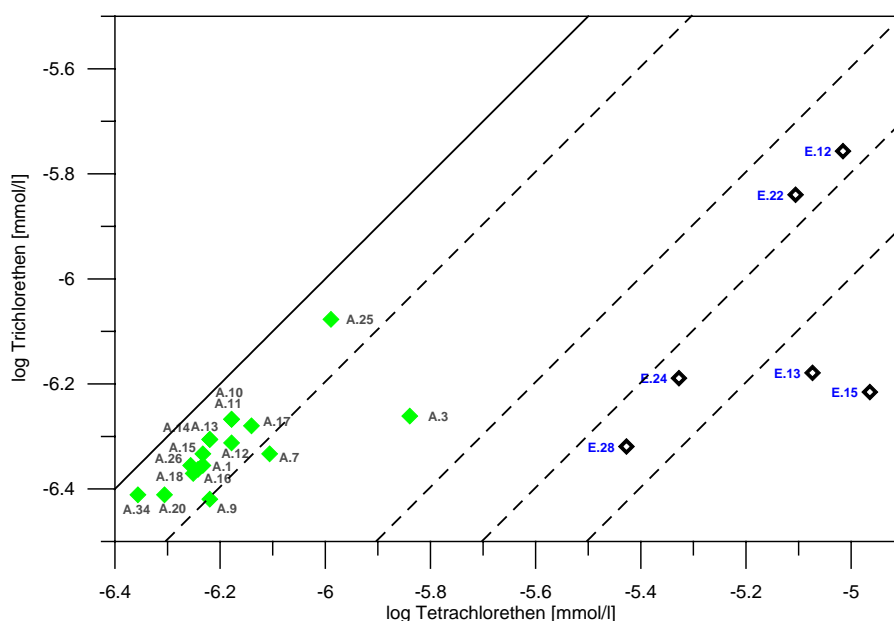


Abbildung 13: Korrelation Tetrachlorethen mit Trichlorethen. Daten aus [73].

Abbildung 14 zeigt das molare Verhältnis HCBd/TCBD (siehe auch Beilage 14). Die Wässer im Hardwald zeigen grösstenteils ein ähnliches HCBd/TCBD-Verhältnis. Den höchsten HCBd-Anteil im Hardgrundwasser weisen A.3, A.4, A.5, A.6, A.7, A.25 und vor allem A.104 und A.105 auf. Im Gebiet Schweizerhalle weisen E.12, E.13, E.20 und E.24 ein ähnliches HCBd/TCBD-Verhältnis auf, letztere mit grösserer Verdünnung. Diese Messstellen/Brunnen liegen nahe am Rhein. W.15 und E.22 weisen ebenfalls ein ähnliches HCBd/TCBD-Verhältnis auf, wie auch die am Westrand des Gebietes Schweizerhalle benachbarten E.28 und E.23.

Es kann wiederum anhand dieser Daten das Gebiet Schweizerhalle vom Gebiet Hardwald unterschieden werden. Unter der Annahme, dass das

Verhältnis HCBd/TCBD nahe der Quelle am grössten ist, muss angenommen werden, dass die am Rhein gelegenen Brunnen / Messstellen der HCBd-Quelle am nächsten liegen. Aufgrund der grossen Entfernung zu Schweizerhalle muss für A.3, A.4, A.5 eine andere Schadstoffquelle angenommen werden.

Am Westrand des Gebietes Schweizerhalle zeigt sich wieder eine Übergangs- resp. Zone der Grundwasservermischung. Auffällig ist dabei in A.104 und A.105 das hohe HCBd/TCBD-Verhältnis. Die nahegelegenen Brunnen der Hardwasser AG A.29 und A.28 zeigen kein erhöhtes HCBd/TCBD-Verhältnis; es muss daher davon ausgegangen werden, dass die HCBd- & TCBD-Quellen unterschiedlich sind. Allerdings wurden die Proben für den Hardwald und Schweizerhalle mit mehrmonatigem Abstand genommen, sodass die Daten keinen einheitlichen Zustand bezüglich des Grundwassers resp. Grundwasserfliessrichtungen wiedergeben müssen.

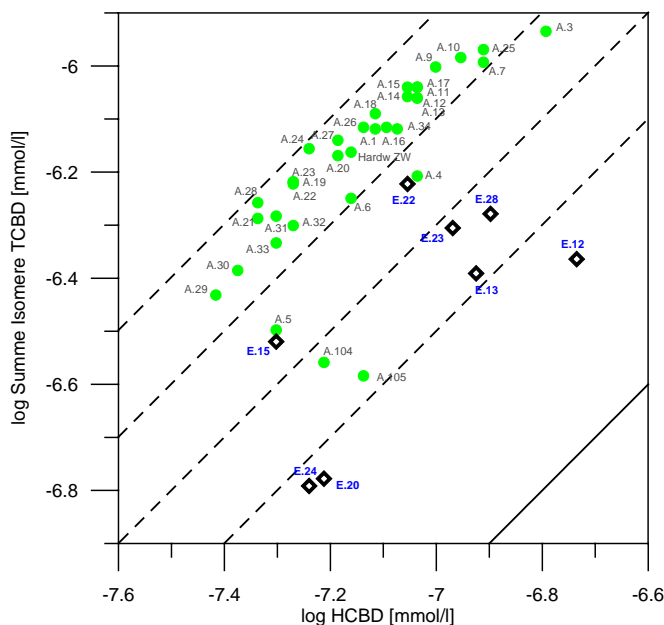


Abbildung 14: Korrelation HCBd mit TCBD. Daten aus [73].

Fazit: Anhand der Korrelationen der wichtigsten chlorierten Kohlenwasserstoffe im Hardwald können 4 Gebiete mit unterschiedlichen Beziehungen zu Schadstoffquellen unterschieden werden:

1. Die Brunnen der Hardwasser AG am Westrand des Hardwaldes, A.3 bis A.7.
2. Brunnen Hardwasser AG zwischen A.9 und A.33 im Westen und A.29 im Osten; inklusive A.25 nördlich der Haupt-Brunnenreihe mit meist deutlich höheren Schadstoffkonzentrationen.
3. Übergangszone im Gebiet zwischen A.104, A.105, E.22 und E.24.

4. Schweizerhalle östlich von E.22-E.24.

5.8.3 Räumliche Zusammenhänge

Die Projektion der Grundwasser-Mineralisation sowie der wichtigsten Schadstoffe auf einer West-Ost-Ebene veranschaulicht die Zusammenhänge zwischen Grundwasser-Mineralisation und Schadstoffkonzentrationen.

Abbildung 15 zeigt die Calcium-Konzentrationen projiziert auf eine West-Ost-Ebene. Es unterscheiden sich wiederum deutlich das Gebiet Schweizerhalle sowie einzelne vom Muschelkalkgrundwasser beeinflussten Brunnen der Hardwasser AG im Westen. Das Bild ist für Chlorid sehr ähnlich (Abbildung 16).

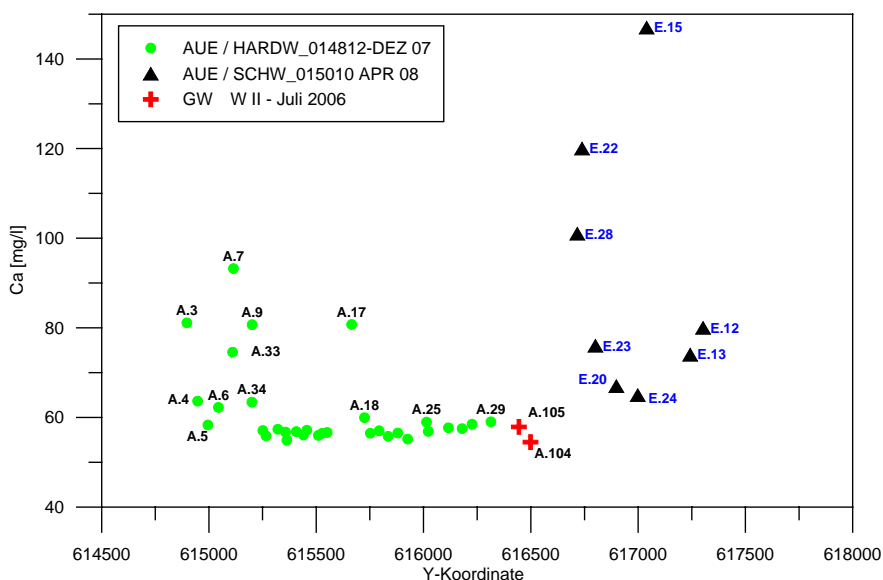


Abbildung 15: Darstellung der Calcium-Konzentration projiziert auf eine West-Ost Achse. Datengrundlage siehe Abbildung 8.

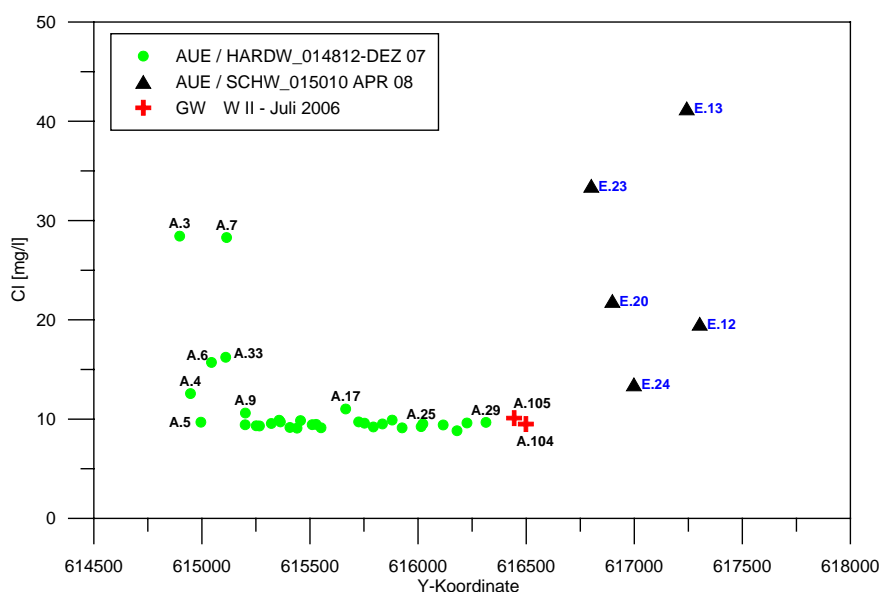


Abbildung 16: Darstellung der Chlorid-Konzentration projiziert auf eine West-Ost Achse. Datengrundlage siehe Abbildung 8.E.15, E.22 und E.28 weisen Cl-Gehalte von ca. 80 bis 180 mg/l auf und sind nicht dargestellt.

In Abbildung 17 ist die Tetrachlorethen-Konzentration projiziert auf einer West-Ost-Achse dargestellt. Dies ermöglicht eine feinere Darstellung der Analysenresultate als die Kartendarstellung (Beilage 6)

Es zeigt sich eine tendenzielle Zunahme der Tetrachlorethen-Konzentration vom Ostrand des Hardwaldes (A.104, A.105, A.29) zum Westrand (A.3, A.4, A.7). Die schon erwähnte Brunnenreihe südlich der Kantonsstrasse (A.33, A.34, A.1, A.30, A.31, A.32) weist niedrigere Tetrachlorethen-Konzentrationen auf als die nördlich der Kantonsstrasse gelegene. A.5 und A.6 weisen ähnlich niedrige Tetrachlorethen-Konzentrationen auf wie die südliche Brunnenreihe. Die Tetrachlorethen-Konzentrationen im Gebiet Schweizerhalle sind deutlich höher als im Hardwald, im nordwestlichen Randbereich zeigt sich ein Übergang zum Hardwald.

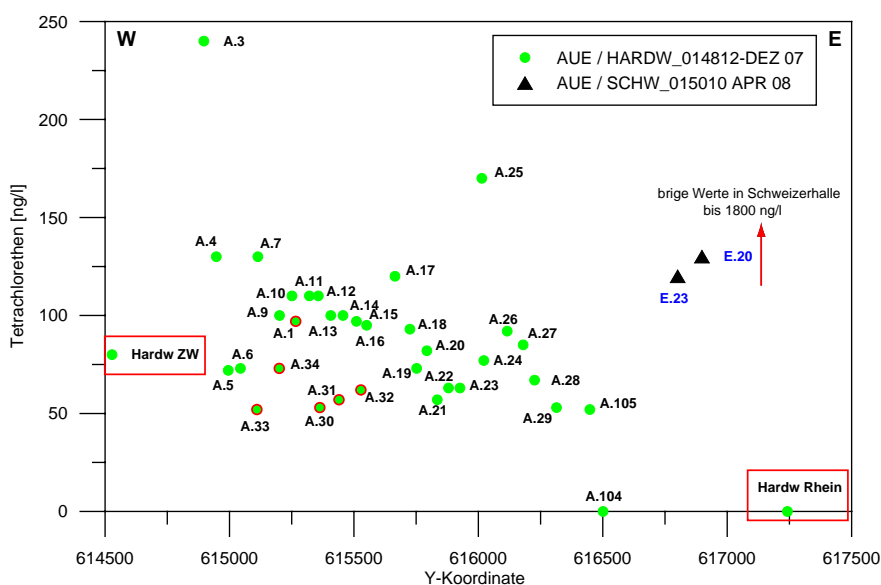


Abbildung 17: Darstellung der Tetrachlorethen-Konzentration projiziert auf eine West-Ost Achse. Grüne Kreise mit rotem Rand: Brunnen südlich der Kantonsstrasse. Datengrundlage: [73].

In Abbildung 18 ist die TCBD-Konzentration projiziert auf einer West-Ost-Achse dargestellt (siehe auch Beilage 5). Die TCBD-Konzentration ist im Hardwald in benachbarten Brunnen oft ähnlich gross.

Es zeigt sich ähnlich wie bei Tetrachlorethen eine tendenzielle Zunahme der TCBD-Konzentration vom Ostrand des Hardwaldes (A.104, A.105, A.29) zum Westrand (A.3, A.7). Die schon erwähnte Brunnenreihe südlich der Kantonsstrasse (A.33, A.34, A.1, A.30, A.31, A.32) weist ebenfalls deutlich niedrigere TCBD-Konzentrationen auf als die nördlich der Kantonsstrasse gelegene. A.4, A.5 und A.6 weisen ähnlich niedrige TCBD-Konzentrationen auf wie die südliche Brunnenreihe. In Schweizerhalle sind am Westrand höhere TCBD-Konzentrationen vorhanden als in den benachbarten Brunnen des Hardwaldes (allerdings: 4 Monate zwischen den Probenahmen). Die übrigen Brunnen in Schweizerhalle zeigen ähnliche TCBD-Konzentrationen wie am Ostrand des Hardwaldes. A.25 zeigt eine deutlich abweichende höhere TCBD-Konzentration.

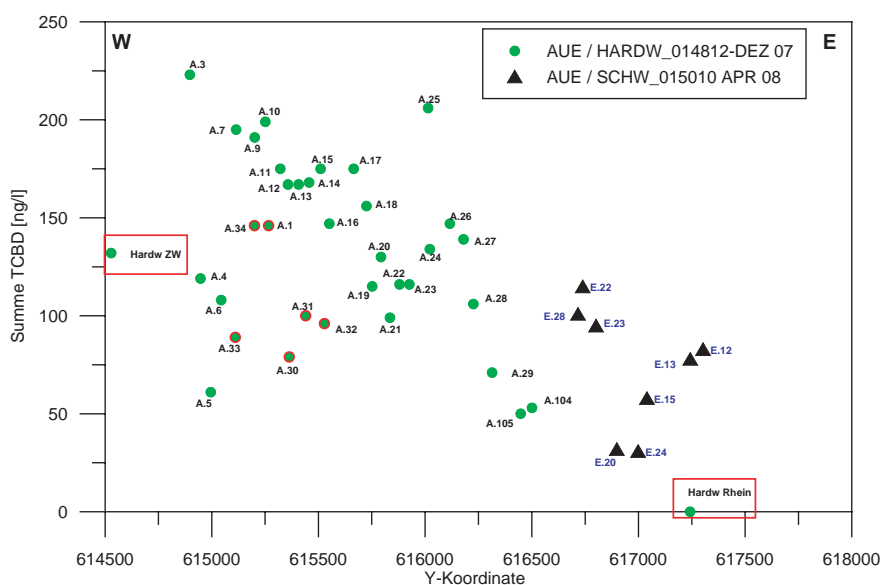


Abbildung 18: Darstellung der TCBD-Konzentration projiziert auf eine Ost-West Achse. Grüne Kreise mit rotem Rand: Brunnen südlich der Kantonsstrasse.

Bei der Projektion des TCBD/HCBD-Verhältnis auf die West-Ost-Achse (siehe auch Beilage 14) zeigt sich ebenfalls ein deutlicher Unterschied zwischen den Grundwässern im Gebiet Schweizerhalle und dem Hardwald. A.104 und A.105 zeigen ein ähnliches TCBD/HCBD-Verhältnis wie in Schweizerhalle. Vom Ostrand des Hardwaldes nimmt dieses TCBD/HCBD-Verhältnis von im Vergleich zu Schweizerhalle deutlich höheren Werten nach Westen kontinuierlich ab. Ausnahmen bestehen bei A.25, A.29, A.3, A.4 und A.5.

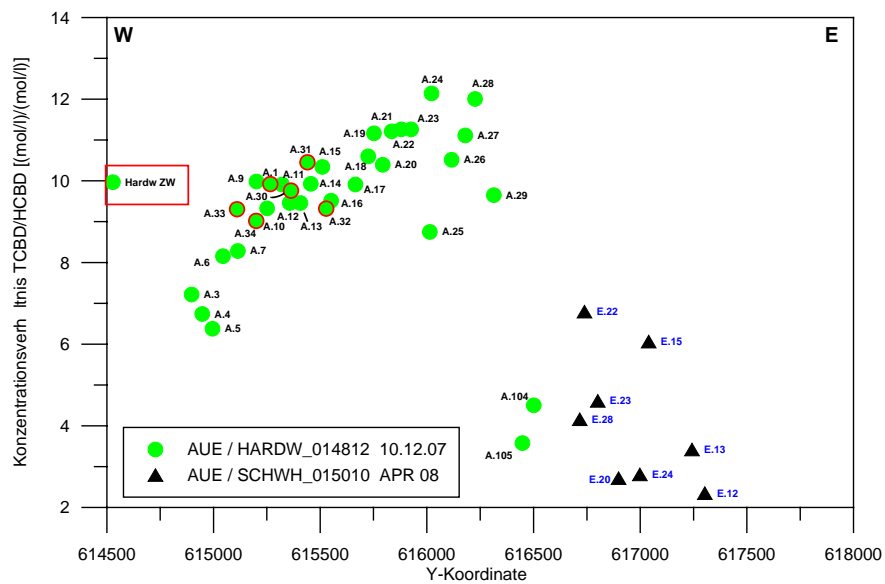


Abbildung 19: Darstellung des Verhältnisses der molaren Konzentrationen TCBD/HCBD projiziert auf eine West-Ost-Achse. Grüne Kreise mit rotem Rand: Brunnen südlich der Kantonsstrasse.

Die folgenden zwei Abbildungen zeigen das Verhältnis TCBD-/Ca- resp. TCBD-/Cl-Konzentration. Insbesondere bei Cl in Abbildung 21 (gilt entsprechend für Na) zeigt sich wieder der Unterschied der westlichen Brunnen zu den östlichen Brunnen der Hardwasser AG. C.206, A. 3 bis A7 & A.33 weisen pro Na-Ion relativ wenig TCBD auf, während A.25 viel TCBD pro Na-Ion im Grundwasser zeigt.

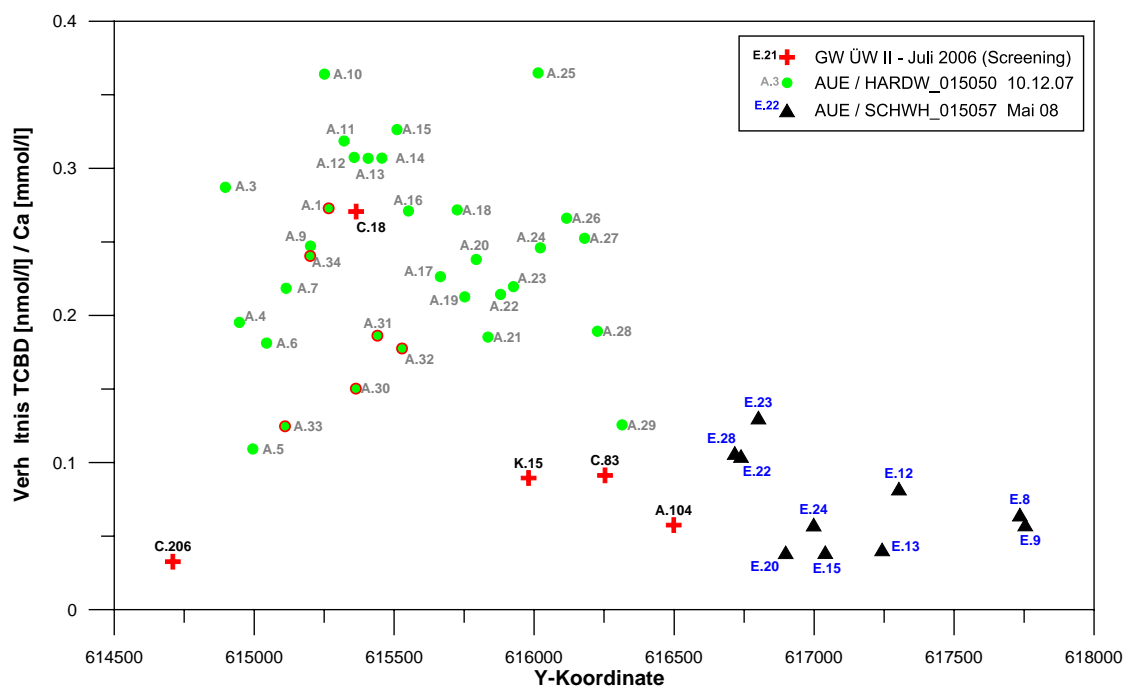


Abbildung 20: Verhältnis TCBD-/Ca-Konzentration projiziert auf eine West-Ost-Achse. Grüne Kreise mit rotem Rand: Brunnen südlich der Kantonsstrasse.

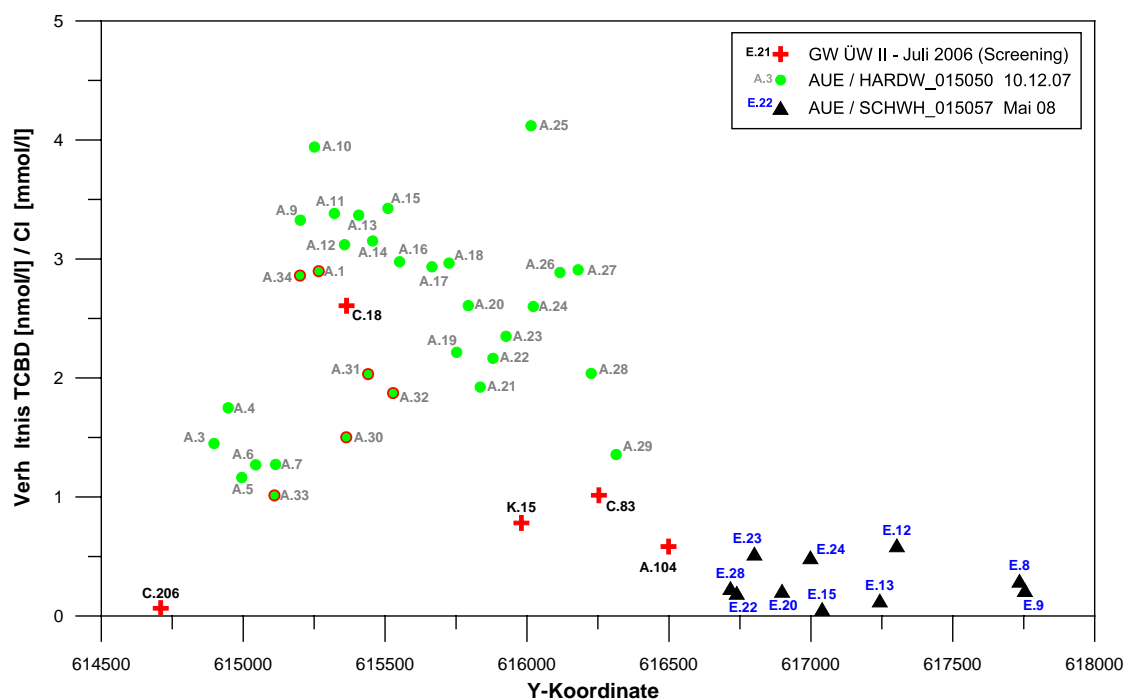


Abbildung 21: Verhältnis TCBD-/Cl-Konzentration projiziert auf eine West-Ost-Achse. Grüne Kreise mit rotem Rand: Brunnen südlich der Kantonsstrasse.

Fazit: Auch an diesen Darstellungen zeigt sich, dass sich die Grundwässer in den Gebieten Schweizerhalle, Hardwald westlich A.104 sowie am Westrand des Hardwaldes anhand der chlorierten Schadstoffe deutlich voneinander unterscheiden lassen. Der Brunnen A.25 nimmt innerhalb des Hardwaldes dabei eine Sonderstellung ein. Bezüglich der chlorierten Butadiene lässt sich entsprechend der Hypothese zur Erhöhung des TCBD/HCBD-Verhältnis bei zunehmender Entfernung zur Quelle feststellen, dass die Schadstoffe in den Grundwässern der Brunnen A.3, A.4, A.5, A.25, A.29, A.104 und A.105 sowie die Brunnen in Schweizerhalle (insbesondere bei den nahe des Rheins gelegenen Messstellen E.12, E.13, E.20 und E.24) der Quelle vom Fließweg her näher gelegen sind als die Wässer in den übrigen Brunnen.

5.9 Schadstofftransport im Hardwald

5.9.1 Vorbemerkung

Im folgenden Abschnitt wird anhand der vorliegenden Daten zu Grundwasserspiegeln, Hydrogeologie, Hydrochemie, numerischen Grundwassermodellen, Schadstoffquellen und Schadstoffnachweisen (räumliche Verteilung der Schadstoffe) ein hydrogeologisches Modell für den Schadstofftransport im Gebiet MuttENZ-Hardwald-Grenzach hergeleitet.

Aufgrund der räumlichen Schadstoffverteilung im Grundwasser und der Beurteilung von Schadstoffquellen kommen folgende Gebiete in erster Priorität als Quelle für die chlorierten Kohlenwasserstoffe infrage und werden im Folgenden diskutiert:

1. Deponie Feldreben: Schadstoffbelastung im Lockergestein und Hauptmuschelkalk/Trigonodus-Dolomit nachgewiesen. Die höchsten Konzentrationen (Hot-Spot) wurden im Bereich des ehemaligen Muschelkalkabbaus mit fehlender Bedeckung gering durchlässiger Lockergesteine nachgewiesen.
2. Auhafen: aufgrund der Nutzung potenzielle Schadstoffquelle. Hohe Belastung in Brunnen und Messstellen nahe Auhafen.
3. Birsfelder Hafen: Hohe KW-Gehalte in ehemaligem BP-Standort nachgewiesen, in nächstgelegener Messstelle im Hardwald C.18 hohe Schadstoffkonzentrationen.
4. Schweizerhalle: nachgewiesene hohe Schadstoffkonzentrationen
5. Rothausstrasse: nachgewiesene hohe Schadstoffkonzentrationen
6. Im Untergrund des Hardwaldes vorhandene Verschmutzungen aus Abstrom von Feldreben vor Beginn der Anreicherung.

7. Deponien auf deutscher Rheinseite: Kesslergrube, Hirschacker und Fuchsbäumleacker.

5.9.2 Feldreben / Westrand des Hardwaldes

Anhand der Grundwassergleichen der Hardwasser AG für einige Stichtage [59] sowie anhand der in [4], [9], [15] [46] und [70] dargestellten resp. berechneten/modellierten Grundwasserisohypsen erscheint es zunächst kaum möglich, dass im Normalzustand (Rheinwasser-Infiltration; Pumpbetrieb Hardwasser AG, Industriebrunnen Schweizerhalle, Florin-Brunnen) aus dem Gebiet S des Rangierbahnhofs Muttenz und insbesondere aus der Deponie Feldreben Grundwasser in Richtung der Brunnen der Hardwasser AG fliesst, da die Wasserscheide sich N der Deponie befindet. In [70] wird nachgewiesen, dass ein Abstrom aus der Deponie in nördliche bis westliche Richtungen erfolgt. Über die weiteren Fliess- resp. Transportwege in der Umgebung der Deponie werden keine Angaben gemacht. Das Grundwassergefälle zwischen dem Nordrand von Feldreben, der Südwestecke des Hardwaldes (C.237) und dem nördlich davon gelegenen Gebiet am Westrand des Hardwaldes ist gemäss [70] sehr gering (<1m, zwischen C.237 und C.206 wenige cm, teilweise nur wenige cm über mehrere hundert Meter). Ein Abstrom müsste danach nach WNW erfolgen.

Feldreben, W-Rand Hardwald

Die am Südwestrand des Hardwaldes nachgewiesenen Schadstoffe lassen sich jedoch kaum durch andere Quellen als die Deponie Feldreben erklären (s. Kapitel 4). Aufgrund folgender Überlegungen erscheint ein Schadstofftransport von Feldreben Richtung westlichem Hardwald möglich:

Die anhand der Messstellen konstruierten Grundwasserisohypsen in [15], [59] und [70] geben möglicherweise nur zum Teil die für den Grundwasserfluss massgeblichen Potenziale wieder. Gemäss [15] befindet sich C.237 im Muschelkalk, C.211 und C.206 im Lockergestein. Im Bereich von C.211 ist möglicherweise auch eine Karststruktur im Muschelkalk vorhanden. Je nach Tiefe und Ausbau dieser Messstellen erscheint eine von den bisherigen Darstellungen abweichende Potenzialverteilung im Muschelkalk mit deutlichen Auswirkungen auf die Fliessrichtungen möglich.

In [70] zeigt sich ein weiterer Hinweis auf einen möglichen Fliessweg aus der Deponie Feldreben Richtung Norden: Bei einer Stichtagsmessung der Grundwasserspiegel am 18.12.2006 (Beilage A2d in [70]) sind die Grundwasserspiegel im zentralen Deponiebereich einige Zentimeter tiefer als in der Umgebung. Eine plausible Erklärung dafür könnte sein, dass im genau im Zentrum liegenden Aufschluss von Muschelkalk (mit maximalen Schadstoffkonzentrationen im darüber liegenden Deponiematerial) ein

niedrigeres Potenzial besteht als im umliegenden Gebiet mit gering durchlässiger Lockergesteinsbedeckung. Ein solches niedrigeres Potenzial könnte durch eine durchlässige Struktur im Felsuntergrund (Karststruktur, Störzone wie am Westrand der Deponie Feldreben nachgewiesen [70]) mit hydraulischer Verbindung Richtung N verursacht werden. Auf diesem Wege können Schadstoffe durch den Muschelkalk in nördliche Richtungen transportiert werden.

Es besteht zudem die Möglichkeit, dass DNAPL (*Dense non aqueous phase liquid*) in Phase an der Basis des durchlässigen Hauptmuschelkalks vorhanden waren oder sind. Es könnte sein, dass hohe DNAPL-Konzentrationen im tieferen Muschelkalk-Grundwasser durch die bisherigen Erkundungen nicht erfasst wurden. Die bisherigen Messergebnisse sprechen nicht für ein Vorhandensein von DNAPLs in Phase: gemäss einer Faustregel müssen die nachgewiesenen CKW-Konzentrationen mindestens 1% der Wasserlöslichkeit erreichen. Diese beträgt für Tetrachlorethen 150 mg/l. Die höchste bei Feldreben gemessene Konzentration im Grundwasser ist mit 50 µg/l (F5P5) deutlich geringer.

Hauptargumente für eine Herkunft der in den westlichen Brunnen der Hardwasser AG (A.3 bis A.7, zusätzlich C.18) nachgewiesenen Schadstoffe aus Feldreben sind:

- Grundwasserchemie zeigt eindeutig Beimischung von Muschelkalkgrundwasser.
- Schadstoffverhältnisse in den betreffenden Brunnen zeigen deutliche Unterschiede zu den östlich gelegenen.
- Nachgewiesene Belastungen am Westrand des Hardwaldes im wahrscheinlichen Abstrom von Feldreben im Grundwasser mit hohem Anteil von Muschelkalkgrundwasser.
- Einzelne Schadstoffe in den "Peripheriemessungen" weisen als "Leitsubstanz" auf einen Transport Feldreben-westliche Brunnen hin.
- Hot-Spot in Feldreben über nicht abgedecktem Muschelkalk, insbesondere chlorierte Butadiene.
- (Teil-) Abstrom aus der Deponie Felderben nach Nord bis West gesichert.

5.9.3 Auhafen

Zu den Grundwassernutzungen und Grundwasserfliessrichtungen im Gebiet zwischen den Brunnen der Hardwasser AG und Rhein/Auhafen liegen uns nur wenige Daten vor (Karten mit Grundwasserisohypsen ([4], [15], [59], numerisches Grundwassermodell [9]). Die vorliegenden Isohypsendarstellungen können, wie erwähnt, nur bedingt eine Grundlage für

Auhafen

die Bestimmung von Grundwasserfliessrichtungen darstellen. Sie sind zudem teilweise nur repräsentativ für eine Stichtagsmessung. Auf die Ergebnisse der Grundwassermodellierung wird im Abschnitt 5.9.10 eingegangen.

Der "Grundwasserberg" führt dazu, dass die Brunnen der Hardwasser AG bei Betrieb zum grösseren Teil von diesem „Grundwasserberg“ her, d.h. aus SW bis SE Richtung angeströmt werden. Bei einem geringen Grundwassergefälle wie im weiteren Umfeld dieser Brunnen ist die Grundwasserabsenkung um einen Brunnen zwar wahrscheinlich asymmetrisch, aber unter bestimmten Bedingungen im Abstand von einigen zehner- bis hunderte Meter dennoch allseitig. Bei deutlicher Grundwasser-Absenkung resp. grossen Entnahmeraten könnte einigen Brunnen somit auch Wasser von N und NE zufließen, d.h. Wasser aus dem Rhein würde dann in den Lockergesteinsaquifer infiltrieren. Es kann dabei nicht ausgeschlossen werden, dass auch Grundwasser von der deutschen Rheinseite her zuströmt. Die linienhafte Anordnung der Brunnen der Hardwasser AG könnte zudem dazu führen, dass die Anströmung bei grosser Entnahmerate fast linear von zwei Seiten her stattfindet. Der Anteil des von N bis NE die Brunnen anströmenden Grundwassers könnte dabei je nach Gradient vom "Grundwasserberg" grössenordnungsmässig wenige Zehnerprozent betragen.

Im Untergrund des Auhafens sind mehrfach Verschmutzungen mit KW nachgewiesen. Die vergleichsweise hohen Konzentrationen unter anderem von Tetrachlorethen, Trichlorethen, Dichlorbenzol sowie chlorierten Butadienen in den dem Auhafen nahegelegenen Brunnen und Messstellen K.15, A.25 und C.83, teils auch A.26 und A.27 ohne Anzeichen für wesentliche Beimischungen von höher mineralisiertem Muschelkalkgrundwasser sind ein deutliches Indiz für eine vorwiegende Herkunft dieser Schadstoffe aus dem Auhafengebiet. Da im PW Auweg (A.104) teilweise wesentlich geringere Schadstoffkonzentrationen nachgewiesen wurden als in den oben genannten Brunnen, ist es wahrscheinlich, dass der Schadstofftransport vom Auhafen zumindest zeitweise Richtung Südwest bis West erfolgt.

Mit dem Auhafengebiet als wahrscheinliche Schadstoffquelle für chlorierte Ethene und Butadiene könnten auch deren leicht erhöhten Konzentrationen der Brunnen A.9 bis ca. A.20 sowie die Tatsache, dass die Grundwässer in den Brunnen nördlich der Kantonsstrasse (A9. bis A.16) höhere Schadstoffkonzentrationen aufweisen als die südlich davon, erklärt werden. Das hiesse, dass im gesamten Gebiet zwischen den Brunnen der Hardwasser AG, Rhein und Auhafen mit entsprechenden erhöhten Schadstoffkonzentrationen zu rechnen wäre.

Weiterhin zeigen die fast ausschliesslich am Nordrand des Hardwaldes erfolgten Nachweise von Methansulfonanilid und den nicht identifizierten Substanzen BP86 und BP172, evtl. auch N-Butyl-Benzolsulfonamid [13]

im Gebiet zwischen Auhafen, A.25, und C.18, dass ein Schadstofftransport vom Auhafen Richtung SW und W wahrscheinlich ist.

5.9.4 Birsfelder Hafen

Wir haben keine genaue Kenntnis zu den im Untergrund des ehemaligen BP-Areals vorhandenen Schadstoffen. Eine zumindest temporäre Anströmung der Messstelle C.18 wäre bei einer grösseren und dauerhaften Grundwasserentnahme aufgrund des flachen Grundwassergefälles denkbar. Es handelt sich bei C.18 wahrscheinlich um eine Messstelle und nicht um einen genutzten Brunnen. Die Grundwässer in C.18 zeigen keine wesentlichen Unterschiede zu den in benachbarten Brunnen, insbesondere im Vergleich zu A.7. Bei einem Schadstofftransport vom ehemaligen BP-Areal Richtung C.18 müssten entsprechende Anzeichen in Form anderer KW (MTBE, Alkane, Benzol und Derivate) nachweisbar sein, was nicht der Fall ist.

C.18 zeigt hingegen eine leicht erhöhte Mineralisation, die jedoch etwas geringer ist als die von A.3 und A.7. Gleichzeitig sind die Schadstoffgehalte höher. Dies spricht dafür, dass C.18 wie A.3 und A.7 zum Teil mit schadstoffbelastetem Muschelkalkwasser aus Richtung Feldreben angeströmt wird und eventuell teilweise aus Richtung Auhafen mit entsprechender Verdünnung der Mineralisation, jedoch unter Erhöhung der Schadstoffkonzentration.

5.9.5 Schweizerhalle

Im Gebiet Schweizerhalle liegen hohe Schadstoffkonzentrationen sowie hohe Mineralisationen des Grundwassers vor. Durch den Pumpbetrieb in E.15 resp. E.12 und eventuell auch anderer Brunnen wird das regionale Grundwasserfließfeld so beeinflusst, dass kein Abfluss vom Gebiet Schweizerhalle, insbesondere nicht in Richtung Hardwald, erfolgen sollte.

Ein Grundwasserabstrom von Schweizerhalle Richtung Hardwald müsste sich in den am Ostrand des Hardwaldes gelegenen Brunnen bemerkbar machen. Dies ist für die Grundwasserchemie eindeutig nicht der Fall (Abbildung 15 und Abbildung 16). Auch die Schadstoffkonzentrationen und ihre Korrelationen weisen eher darauf hin, dass in Schweizerhalle unter anderem chlorierte Butadiene und chlorierte Ethene als Schadstoffquellen vorhanden sind oder die Schadstoffquellen nahe liegen. Möglicherweise zeigen sich dabei auch Schadstofftransporte aus der Hirschackergrube in E.12, E.13, E.20 und E.24 (und evtl. E.23). In diesen Brunnen sind die Konzentrationen chlorierter Butadiene vermutlich durch Verdünnung mit Rheinuferfiltrat zwar nicht besonders hoch, das vergleichs-

weise hohe HCB/TCBD-Verhältnis (Abbildung 14, Beilage 14) weist jedoch auf eine andere Quelle hin als bei Brunnen am Südrand von Schweizerhalle und im Hardwald. Dies trifft in ähnlicher Weise auch auf Tetrachlorethen zu. Es kann ausserdem nicht ausgeschlossen werden, dass ein Teil der in Schweizerhalle nachgewiesenen Schadstoffe (insbes. chlorierte Butadiene) aus der Deponie Feldreben zunächst nach ESE und dann gemäss Fliesspfaden in [9] (Modell 1) resp. Grundwasserisohypsen in [70] Richtung Schweizerhalle transportiert wird. Entsprechende dazwischen liegende Beobachtungsstellen fehlen.

5.9.6 Rothausstrasse

In der Deponie Rothausstrasse wurden nur vergleichsweise geringe Konzentrationen von chlorierten Butadienen und Ethenen festgestellt. Es liegen keine Hinweise vor, welche an der Abströmrichtung nach NNW zweifeln lassen. Die gut untersuchte Deponie Rothausstrasse kommt als Quelle für die im Hardwald beobachteten Schadstoffe kaum in Betracht.

5.9.7 Verschmutzungen im Untergrund des Hardwaldes vor Beginn der Anreicherung

Wie in Abschnitt 4.12 dargelegt, kann ein aus dem Untergrund stammender Anteil bei den beobachteten Schadstoffbelastungen der Brunnen der Hardwasser AG nicht ausgeschlossen werden. Grundsätzliche Überlegungen und die vorhandenen Schadstoffverteilungen sprechen jedoch eher dafür, dass Feldreben und der Auhafen als Hauptquellen für die chlorierten Butadiene sowie für einige andere Schadstoffe wesentlich wahrscheinlicher sind.

5.9.8 Deponien auf deutscher Rheinseite: Kesslergrube, Hirschacker und Fuchsbäumleacker

Gemäss Grundwassermodellierung Kesslergrube [20] erfolgt der Schadstofftransport aus der Kesslergrube in westliche Richtungen. Sollte ein Abstrom Richtung Hardwald erfolgen, würden wahrscheinlich auch aus gleicher Richtung stammende Schadstoffe aus dem BP-Areal nachweisbar sein. Für beides sind keine Indizien vorhanden. Eine Beeinflussung des Grundwassers im Hardwald durch Schadstoffe aus der Kesslergrube erscheint wenig wahrscheinlich, ist jedoch nicht gänzlich auszuschliessen.

Ein Schadstoffaustrag aus der Hirschackergrube erscheint für das Gebiet Schweizerhalle unwahrscheinlich. Ob Schadstoffe aus der Hirschackergrube unter bestimmten Bedingungen auch bis in den Hardwald gelangen können, kann aufgrund der uns vorliegenden Unterlagen [22] nicht beurteilt werden. Vorderhand völlig ausgeschlossen werden kann dieser nicht. Der Transport von relevanten Schadstoffen aus der Deponie Fuchsbäumleacker Richtung Hardwald erscheint aufgrund des Grundwassermodells in [22] ebenfalls unwahrscheinlich.

Falls in den genannten Deponien auf deutscher Seite auch bei neueren Untersuchungen keine chlorierten Butadiene gefunden wurden resp. werden, können diese als Quelle für die Schadstoffbelastungen im Hardwald mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

5.9.9 Numerische Grundwassermodelle

In [9] werden die regionalen Grundwasserfliesswege mit Hilfe eines numerischen Modells für verschiedene Szenarien bezüglich Grundwasseranreicherung und Grundwassernutzung simuliert. Grundlage ist ein aufwändiges 3D-Modell der Geologie des Untergrundes, mit dem die hydrogeologischen Verhältnisse bestmöglich abgebildet wurden.

Modellszenarien

Anhand von Messdaten der Grundwasserstände wurde das Modell kalibriert. Das stationäre Modell für den Normalbetrieb zeigt, dass die Brunnen der Hardwasser AG von S vom "Grundwasserberg" angeströmt werden. Der Abstrom von Feldreben erfolgt nach WSW und nach S und dann Richtung Schweizerhalle. Bei den Modellszenarien ohne Grundwasserentnahmen Florinbrunnen/Schweizerhalle/Grenzach würde der Abstrom Richtung W und S und dann Richtung W erfolgen.

Ein Abstrom von Feldreben Richtung Brunnen der Hardwasser AG ist gemäss den definierten Modellszenarien nur bei Unterbruch der Rheinwasser-Infiltration der Hardwasser AG bei gleichzeitigem Unterbruch der Grundwasserentnahmen Schweizerhalle/Florin/Grenzach zu erwarten. Falls der Pumpbetrieb dieser Brunnen aufrecht erhalten wird, kann es zwar auch einen Grundwasserabstrom aus Feldreben Richtung NW geben, die Fliessgeschwindigkeiten sind jedoch gering.

Das numerische Modell für die Grube Salzlände [60] zeigt einen im Bereich des Waldhauses am N-Rand des Hardwaldes nach N gerichteten Grundwasserstrom, welcher bei der Kesslergrube nach NW umbiegt. Der Abstrom der Grube Salzlände erfolgt nach W teilweise unter dem Rhein hindurch. Die aus den Gruben Salzlände und aus der Kesslergrube stammende Grundwasser-Verschmutzungen müssten demnach ca. 200 m N im Untergrund des ehemaligen BP-Tanklagers im Birsfelder Hafen auftreten.

Das numerische Grundwassermodell für die Grube Hirschacker [22] zeigt, mit Rheinwasser-Infiltration im Hardwald und je nach Pumpbetrieb in den Trink- bzw. Brauchwasserbrunnen, einen Abstrom aus der Grube Richtung Schweizerhalle oder Richtung Rheinufer SE von Grenzach (rechte Rheinseite E des Auhafens).

5.9.10 Modell der Schadstofftransporte im Hardwald

Unter Berücksichtigung der in Abschnitt 5.8 genannten Grundlagen liegt bezüglich der Herkunft und des Transportes der relevanten Schadstoffe im Grundwasser des Hardwalds wahrscheinlich folgende Situation vor:

Ein Teil der in der Deponie Feldreben vorhandenen Schadstoffe, insbesondere die im Bereich des Hot-Spots, gelangen mit Meteorwasser im Bereich des früheren Felsabbaus aus dem Deponiekörper in das Muschelkalk-Grundwasser. Es könnten zudem auch im tieferen Felsuntergrund der Deponie höhere Schadstoffkonzentrationen (eventuell auch in Phase) vorliegen. Durch wechselnde Infiltrationsraten der Hardwasser AG und variablen Fliessrichtungen kommt es vermutlich zu einem relativ breiten mit Schadstoffen belasteten Bereich um die Deponie. Deponiestoffe treten in verschiedene Richtungen aus, vor allem in nördliche bis westliche Richtungen sowie nach SE und dann Richtung Schweizerhalle. Im NW befindet sich im Nahbereich der Deponie der Hauptteil der Schadstoffe im Muschelkalk und in den untersten Lockergesteinseinheiten, weniger in Niederterrassenschottern.

Feldreben

Der weitere Abstrom erfolgt entlang des Westrandes des Hardwaldes. Die Ausdehnung dieser "Schadstofffahne" nach Osten kann mangels Daten nicht genau abgeschätzt werden. Ein Teil der Schadstoffe wird dabei im Muschelkalk nach N verfrachtet und tritt aus dem Muschelkalk in die Niederterrassenschotter über. Die Oberrheintalflexur stellt dabei eine Barriere für im Muschelkalk zirkulierende Grundwässer dar und bewirkt einen Übertritt des Muschelkalkgrundwassers in die Niederterrassenschotter. Ein weiterer Teil der Schadstoffe gelangt über präferenzielle Fliesswege im Muschelkalk nach Norden und tritt lokal an verschiedenen Stellen in die Niederterrassenschotter. Durch Diffusion, Dispersion und lokal variable Fliessrichtungen kommt es zur weiten Verbreitung und Verdünnung der Schadstoffe. Die nordwestlichen Brunnen der Hardwasser AG werden ausser durch Rheinwasser-Infiltrat aus SE dabei auch teilweise von NE bis E angeströmt.

Die Brunnen und Messstellen nahe dem Auhafen inklusive dem PW Ausweg werden wahrscheinlich vorwiegend von S aus Richtung des "Grundwasserbergs" angeströmt. Zumindest zeitweise erfolgt zu wesentlichen Anteilen aber auch eine Anströmung aus NE Richtung mit Infiltration des

Auhafen

Rheins im Bereich des Auhafens. Der Anteil dieses Rheinwassers wird mit zunehmender Entfernung zwischen "Grundwasserberg" und den Brunnen tendenziell grösser. Vor allem im Fall der NE der linienhaft angeordneten Brunnen A.17-A.29 gelegenen Messstellen und Brunnen (A.25, K.015, C.083) sowie bei den Brunnen nördlich der Kantonsstrasse (westlich A.16) ist der Anteil des direkt aus dem Rhein infiltrierten Wassers durch zumindest zeitweise \pm bilineare Anströmung der Brunnen A.17-A.29 (ohne A.25) resp. jener südlich der Kantonsstrasse relativ gross.

Es liegen uns zwar keine Grundwasseranalysen aus dem Auhafen vor. Aufgrund vorliegender Informationen zu Verschmutzungen des Untergrundes und des Grundwassers sowie der früheren und heutigen Nutzung des Areals erscheint es jedoch plausibel, dass im Untergrund des Auhafens chlorierte KW vorhanden sein könnten. Aufgrund der räumlichen Verteilung der chlorierten Butadiene nahe dem Auhafen kann vermutet werden, dass deren Quelle sich im westlichen Auhafen befindet. Aus dem Auhafen stammende Schadstoffe werden durch Diffusion, Dispersion und variable Fliessrichtungen im Grundwasser verbreitet und verdünnt. Der Schadstofftransport erfolgt vorwiegend nach W bis SW.

Unwahrscheinlich ist ein wesentlicher Schadstofftransport aus anderen Gebieten/Quellen. Denkbar, aber wenig wahrscheinlich sind bei niedrigen Pumpraten in Schweizerhalle ein temporärer Schadstofftransport aus dem westlichen Randbereich von Schweizerhalle sowie möglicherweise ein Schadstofftransport von der Grube Hirschacker Richtung südöstlichem Auhafen/Hardwald.

Schweizerhalle/Hirschacker

Weiterhin nicht ganz auszuschliessen ist angesichts geringer mittlerer Grundwassergradienten in Richtung N ein Transport von Schadstoffen vom ehemaligen BP-Areal im Birsfelder Hafen und aus der Kesslergrube Richtung nordwestlichem Hardwald.

Birsfelder Hafen

Das Rheinwasser trug und trägt in gewissem Masse zur Schadstoffbelastung im Hardwald in meist niedrigen Konzentrationen bei. Für die Mehrzahl der im Hardgrundwasser angetroffenen Schadstoffe mit erhöhten Konzentrationen, insbesondere für die chlorierten Butadiene, ist das von der Hardwasser AG infiltrierte und das am Rheinufer infiltrierende Grundwasser höchstwahrscheinlich nicht die Ursache.

Alle anderen untersuchten und uns bekannten möglichen Quellen können als Ursache für nahezu ausgeschlossen werden.

5.10 Zusammenfassung: Fließwege und Schadstofftransport im Hardwald

Die Analysedaten, die Kenntnisse der Geologie, Hydrogeologie und der Grundwasserfließwege ergeben trotz einiger offener Fragen ein recht konsistentes Bild der für das Trinkwasser Hardwald kritischen Schadstoffe, deren Quellen und der Transportwege.

Laut der Expositionsabschätzung des BAG stellt nur Tetrachlorbutadien einen toxikologisch kritischen Schadstoff dar.

Toxikologisch kritische Substanzen

Tetrachlorbutadien, Hexachlorbutadien sowie Tetrachlorethen, Trichlorethen, Methansulfonanilid und N-Butyl-Benzolsulfonamid sind geeignet, um anhand ihrer räumlichen Verteilung die Fließwege und somit die Schadstofftransportwege im Hardwald abzuschätzen. Diese Stoffe stellen somit "Leitsubstanzen" dar. Mit 5-Methyl-3-Heptanon, 1,2-Dichlorethen, 1,1,1-Trichlorethan und Toluol aus den Peripheriemessungen [11] der Hardwasser AG können die Befunde im Wesentlichen bestätigt werden. Die zwei in den Screenings [13] nicht identifizierten Substanzen BP86 und BP172 scheinen ebenfalls geeignet.

Schadstoffe im Hardgrundwasser, Leitsubstanzen

Anhand dieser Schadstoffe sowie mit Hilfe von Korrelationen von Schadstoffen und Grundwassermineralisationen können mindestens 2 wesentliche (Haupt-) Schadstoffquellen für den Hardwald identifiziert werden können: Zum einen ist dies die Deponie Feldreben, zum anderen das Auhafengebiet. Als weitere Schadstoffquellen kommen das ehemalige BP-Tanklager im Hafen Birsfelden sowie die auf deutscher Rheinseite liegende Deponie Kesslergrube infrage. Der Rhein stellt für einige Schadstoffe via Infiltration der Hardwasser AG oder Infiltration im Uferbereich eine wesentliche Quelle für einige Schadstoffe in niedrigen Konzentrationen sowie für Schadstoffspitzen bei Störfällen die Quelle dar. Für die chlorierten Butadiene stellt das Rheinwasser höchstwahrscheinlich nicht die Ursache dar.

Aus der Grube Feldreben gelangen Schadstoffe in das Muschelkalkgrundwasser, welches sehr wahrscheinlich teilweise oder zeitweise nach N und NW fließt. Weiter nördlich/nordwestlich treten Schadstoffe diffus aus dem Muschelkalk in die Niederterrassenschotter über, teilweise werden diese über präferenzielle Fließwege unter anderem Richtung westliche Brunnen der Hardwasser AG verfrachtet und treten dort lokal aus dem Muschelkalk in die Niederterrassenschotter über.

Schadstoffquelle Feldreben

Der Auhafen stellt höchstwahrscheinlich die Hauptquelle für die in den östlichen Brunnen der Hardwasser AG beobachteten Schadstoffbelastungen dar. Der Schadstoffabstrom erfolgt anscheinend nach W bis SW. Ei-

Schadstoffquelle Auhafen

ne Quelle für chlorierte Butadiene könnte sich im Westen des Auhafenareals befinden.

Es bleiben einige Informationslücken und Unsicherheiten. Diese betreffen vor allem den Untergrund und das Grundwasser im Auhafen. Es konnte bisher nur indirekt auf Fliess- und Transportwege geschlossen werden, was angesichts der Komplexität des Untergrundes, der Nutzung und der Vielzahl möglicher Quellen grössere Unsicherheiten birgt. Durch Informationen zum Aufbau der Brunnen, Messstellen und Piezometer könnte das hydrogeologische Modell und somit die Aussagen zu den Schadstofftransporten verbessert werden.

Wichtigste verbleibende
Unsicherheiten, offene
Fragen

6 Risikobewertung

<p>Anhand der Datenlage für die einzelnen potenziellen Schadstoffquellen (Kapitel 4) und der Kenntnisse über die Grundwasserverhältnisse im Raum MuttENZ-Hardwald sowie der Verteilung von Schadstoffen im Grundwasser (Kapitel 5) werden die Schadstoffquellen im folgenden Kapitel hinsichtlich ihres Risikos für die negative Beeinflussung des Grund- und Trinkwassers Hardwald beurteilt. Kernfragen sind, ob Schadstoffe ins Grundwasser des Hardwaldes und in die dortigen Brunnen der Hardwasser AG gelangen und gegebenenfalls wie hoch der Schadstoffaustrag ist.</p>	Vorgehen
<p>Als Bewertungskriterium wird das Gefahrenpotenzial eingesetzt. Hierbei wird berücksichtigt, ob bereits Schadstoffe aus der Quelle in die Umwelt gelangt sind oder in Zukunft austreten könnten. Ist dies der Fall, ist ihre Ausbreitung ab- bzw. einzugrenzen.</p>	Bewertungskriterium
<p>Aufgeführt wird ebenfalls der Kenntnisstand für die jeweils betrachtete Situation: Ist die (uns vorliegende) Datenlage ausreichend für eine Beurteilung der Situation, sind die Resultate plausibel, wo sind doch Lücken?</p>	Kenntnisstand
<p>Die Risikoabschätzung der Schadstoffquellen bezieht sich auf einen Normalzustand, welcher als heutiger Zustand mit Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG innerhalb normaler betrieblicher Schwankungen und einer Grundwasserentnahme in den bedeutenden Brauchwasserbrunnen (Florin-Brunnen, Ciba bei Grenzach, Schweizerhalle) definiert wird. Für Abweichungen vom heutigen Normalzustand gibt es viele Szenarien, die in Frage kommen können und meist negative Auswirkungen aufweisen dürften. Erwähnt seien eine massive Reduktion oder der Wegfall des "Grundwasserberges", der Ausfall eines oder mehrerer Brauchwasserbrunnen sowie Hochwasserereignisse mit Überschwemmungen und anderes mehr. Deren Eintretenswahrscheinlichkeit und Auswirkungen werden in den vorliegenden Untersuchungen nicht betrachtet.</p>	Gültigkeit der Risikoabschätzung
<p>Risiken, die auf künftigen Unfällen beruhen (z.B. Kantonsstrasse, Autobahn, Eisenbahn, Betriebsstandorte, etc.) werden - falls relevant - aufgeführt. Die Vorgeschichte vor Beginn der Rheinwasser-Infiltration wird, falls relevant für einzelne Schadstoffquellen, berücksichtigt. Die Bewertung des Risikos, welches durch die Rheinwasser-Infiltration ausgeht, wird in Abschnitt 6.10 dargestellt.</p>	

6.1 Deponien

6.1.1 Feldreben (MuttENZ)

Kenntnisstand

Mit Vorliegen der Dokumente [1] und [4], [5], [6], [70], [73] und [74] ist der Kenntnisstand zur Geologie, Hydrogeologie und zum Gefährdungspotenzial in der Umgebung der Deponie als hoch zu bezeichnen. Aufgrund des nachgewiesenen Schadstoffaustrags erfolgte die Einstufung als sanierungsbedürftige Deponie. Über den weiter entfernten Abstrombereich der Deponie Feldreben gibt es ein plausibles hydrogeologisches Modell.

Feldreben

Die weitgehend gesicherten Kenntnisse zur Deponie Feldreben beziehen sich im Wesentlichen auf den Aquifer im Hauptmuschelkalk und teilweise den Lockergesteinsaquifer im unmittelbaren Deponienahfeld. Es verbleiben offene Fragen zur Schadstofffracht, zur regionalen Grundwasserzirkulation und zum Schadstofftransport im Hauptmuschelkalk im weiteren Deponieumfeld. Der Schadstofftransport, insbesondere der von chlorierten Butadienen von Feldreben Richtung Brunnen der Hardwasser AG kann nur indirekt anhand der räumlichen Verteilung der Schadstoffe sowie anhand von Daten zur Grundwassermineralisation postuliert werden und steht nur bedingt im Übereinstimmung mit hydraulischen Daten.

Gefährdungspotenzial

Schadstoffe im Grundwasser in der Umgebung der Deponie wurden nachgewiesen. Der hauptsächliche Schadstoffaustrag erfolgt Richtung NW. Die nach E gerichteten Fliesswege bilden für den Hardwald wahrscheinlich keine Gefährdung, dieser ist durch den "Grundwasserberg" hydraulisch geschützt. Allerdings gibt es, mangels Grundwasserbeobachtungsstellen, eine Kenntnislücke zwischen der Deponie und Schweizerhalle.

Die Einschätzung in [70] resp. in [72], dass die Wahrscheinlichkeit, dass Schadstoffe aus der Deponie Feldreben bis zu Brunnen der Hardwasser AG oder zum PW Obere Hard transportiert werden, weniger als 1% beträgt, ist seit Vorliegen der Grundwasseranalysen [12], [13], [73] und [74] nicht aufrecht zu erhalten. Wir schätzen diese Wahrscheinlichkeit deutlich höher ein (grössenordnungsmässig über 50%).

Risiko

Eine Zunahme des Gesamtschadstoffaustrags aus der Deponie Feldreben ist nicht zu erwarten. Die Konzentrationen kritischer Substanzen

nehmen von der Quelle in der vermuteten Fliessrichtung deutlich ab. Ein Schadstoffaustrag von Feldreben Richtung W-Hardwald ist im Normalzustand wahrscheinlich. Das Risiko, dass diese Schadstoffe dann bis in die Brunnen der Hardwasser AG gelangen, ist somit gross.

Szenarien wie der Ausfall der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG und/oder von Brauchwasserbrunnen (Florin, Schweizerhalle, Grenzach) können das Risiko auf sehr gross verändern.

6.1.2 Margelacker (MuttENZ)

Kenntnisstand

Die Kenntnisse zur Geologie, Hydrogeologie und zum Gefährdungspotenzial in der Umgebung der Deponie ([2], [4], [5], [6]) sind als gut bis sehr gut zu bezeichnen. Die Ergebnisse der Grundwasserüberwachung der 2. Etappe der Technischen Untersuchung und die Abschlussbeurteilung liegen ebenfalls vor [46]. Der Deponieinhalt ist schlecht bekannt. Die Kenntnisse zum weiter entfernten Abstrombereich sind sehr lückenhaft.

Margelacker

Gefährdungspotenzial

Im nahen Abstrombereich liegt eine geringe Belastung mit Schadstoffen vor, es wurden jedoch keine Überschreitungen der geltenden Konzentrationswerte der Altlasten-Verordnung festgestellt. Der Abstrom der Deponie erfolgt, bedingt durch den "Grundwasserberg" nach E Richtung Schweizerhalle. Ein Abstrom in westlicher Richtung ist nicht erkennbar. Hier wirken die geringdurchlässigen Gesteine des Hard-Grabens als Barriere.

Risiko

Das Risiko einer Gefährdung der Brunnen der Hardwasser AG ist im Normalzustand als sehr gering einzustufen. Die nach E gerichteten Fliesswege bilden für den Hardwald wahrscheinlich keine Gefährdung, dieser ist durch den "Grundwasserberg" hydraulisch geschützt. Bei Ausfall des "Grundwasserbergs" oder z.B. einem Brauchwasserbrunnen in Schweizerhalle ist mit einer Gefährdung der Brunnen im Hardwald zu rechnen.

6.1.3 Rothausstrasse (MuttENZ)

Kenntnisstand

Der Kenntnisstand in der Umgebung der Deponie ist als gut bis sehr gut zu bezeichnen ([3], [4], [5], [6], [71]). Es verbleiben Fragen zur Schadstofffracht. Deren Kenntnis würde angesichts der eher geringen Schadstoffkonzentrationen vermutlich keine wesentlich andere Risikoeinschätzung ergeben.

Rothausstrasse

Gefährdungspotenzial

Es sind zwei Grundwasserstockwerke vorhanden, welche beide in der Umgebung der Deponie durch Schadstoffaustrag belastet sind. Der Abstrom erfolgt bei geringem Gefälle nach NE Richtung Schweizerhalle. Eine Fliessrichtung nach W oder NW ist nicht erkennbar. Der "Grundwasserberg" und die Brauchwasserbrunnen in Schweizerhalle wirken dem entgegen.

Risiko

Das Risiko einer Gefährdung der Brunnen der Hardwasser AG ist im Normalzustand als sehr gering einzustufen. Die nach NE gerichteten Fliesswege werden durch den "Grundwasserberg" und die Brauchwasserentnahmen in Schweizerhalle gesteuert. Bei Ausfall des "Grundwasserbergs" oder einem Brauchwasserbrunnen in Schweizerhalle dürfte die Fliessrichtung nach NW wechseln und so die Brunnen im Hardwald gefährden.

6.1.4 Holderstüdeli (MuttENZ)

Kenntnisstand

Unser Kenntnisstand ist gering, uns liegen nur wenige Informationen [7] vor. Es bestehen eine Historische Untersuchung und ein Pflichtenheft.

Holderstüdeli

Gefährdungspotenzial

Die Abschätzung des Gefährdungspotentials ist für uns aufgrund der geringen Information nicht möglich. Es kann lediglich gefolgert werden, dass der Abfluss nach E erfolgt und eine Gefährdung des Grundwassers des Hardwaldes somit ausgeschlossen scheint.

Risiko

Das Risiko einer Gefährdung der Brunnen im Hardwald ist für den Normalzustand als gering/unwahrscheinlich zu beurteilen. Bei einem Ausfall des "Grundwasserberges" wird die Fliessrichtung nach N gerichtet sein. Ob dann eine Gefährdung der Brunnen im Hardwald besteht, ist unklar, da wir keine Informationen zum Inhalt der Deponie haben.

6.1.5 Grube Robrinesen (MuttENZ)

Kenntnisstand

Die Kenntnisse beruhen im Wesentlichen auf [8] und sind für den Deponiebereich und den Abstrombereich als mässig bis gut zu bezeichnen. Robrinesen

Gefährdungspotenzial

Die Gefährdung des Grundwassers besteht hauptsächlich im Austrag von PAK und eventuell von KW. Der Abfluss erfolgt nach S bis SW, gesteuert durch den "Grundwasserberg" und den Florin-Brunnen. Die Schadstoffe gelangen in die Lockergesteine und im W-Teil der Grube eventuell bis in den Hauptmuschelkalk (möglicher Nachweis in Piezometer C.081). Auf der E-Seite bildet schlecht durchlässiger Opalinuston die Felsunterlage. Ob bei einer Verschiebung der Wasserscheide, die im Bereiche der Grube verläuft, ein Abfluss nach E erfolgt, ist nicht bekannt, aber denkbar.

Risiko

Das Risiko einer Gefährdung der Brunnen im Hardwald ist für den Normalzustand als gering zu beurteilen. Ein Ausfall des "Grundwasserberges" oder des Florin-Brunnens dürfte eine Gefährdung der Brunnen im Hardwald bewirken. Die dort auftretenden Stoffkonzentrationen dürften aufgrund der geringen Mobilität der PAKs jedoch gering sein.

6.1.6 Grube Hardacker (MuttENZ)

Kenntnisstand

Die Grube ist in der EVA-Datenbank [7] des Kantons erfasst. Der Kenntnisstand ist als gut zu bezeichnen. Hardacker

Gefährdungspotenzial

Der Standort wird als belasteter Standort ohne Überwachungsbedarf und ohne Sanierungsbedarf eingestuft. Zur Ablagerung nicht zugelassene Stoffe wurden entfernt. Die Grubensohle besteht aus schlecht durchlässigem Opalinuston oder Keuper, ein Einsickern von Grubenwasser in den Muschelkalkaquifer ist weitgehend auszuschliessen.

Risiko

Eine Beeinträchtigung der Brunnen der Hardwasser AG durch Sickerwasser aus dieser Grube ist unwahrscheinlich.

6.1.7 Grube Hofackerstrasse (MuttENZ)

Kenntnisstand

Die Deponie ist in der EVA-Datenbank erfasst und die SBB haben eine Historische Untersuchung durchgeführt. Der Kenntnisstand ist jedoch als ungenügend zu bezeichnen. Die Inhaltsstoffe der Deponie sind kaum bekannt. In einem Piezometer am N-Rand der Deponie (C.236) ist der Gehalt an 2-Chloranilin sowie Desethylatrazin erhöht. Ersterer ist in vergleichbarer Konzentration nur in Feldreben und Rothausstrasse vorhanden. Beide Substanzen stammen nicht unbedingt von Feldreben, da der Horst Feldreben mit schlecht durchlässigen Gesteinen die beiden Deponien trennt.

Hofackerstrasse

Gefährdungspotenzial

Gemäss Historischer Untersuchung der SBB (in [8] erwähnt) wurde die Deponie Hofackerstrasse als belastet, aber weder als sanierungs- noch als überwachungsbedürftig eingestuft. Im W-Teil der Grube ist ein Eindringen von Sickerwasser aus der Grube in den Muschelkalk möglich, der E-Teil ist durch die schlecht durchlässigen Gesteine der Anhydritgruppe geschützt. Der Abstrom aus der Deponie ist gemäss den Isohypsenplänen und der Grundwassermodellierung nach W und NW gerichtet. Inwiefern das tatsächlich auch für den Muschelkalkaquifer gilt, bleibt unserer Ansicht nach offen.

Risiko

Das Risiko dieser Deponie kann aufgrund des ungenügenden Kenntnisstandes nicht beurteilt werden. Wie bei Feldreben ist im Muschelkalkaquifer ein Abfluss Richtung Hardwald nicht völlig auszuschliessen.

6.1.8 Obere und Untere Hard (MuttENZ)

Kenntnisstand

Es handelt sich um einen Eintrag in der EVA-Datenbank [7] mit 35 Ablagerungsplätzen, jedoch ohne Angaben zu den genauen Standorten. Zahlreiche Mulden wurden mit Einverständnis der Hardwasser AG mit Aushub und Schotter verfüllt.

Obere und Untere Hard

Gefährdungspotenzial

Die Auffüllungen wurden kontrolliert und nicht beanstandet. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Tätigkeiten sach- und fachgerecht sowie kontrolliert durchgeführt wurden. Somit sollte keine Gefährdung von den Ablagerungsstandorten ausgehen.

Risiko

Das Risiko, dass die Ablagerungen das Grundwasser im Hardwald gefährden, wird als gering beurteilt.

6.1.9 Sternenfeld (Birsfelden)

Kenntnisstand

In der EVA-Datenbank [7] finden sich drei Einträge. Die Kenntnisse zur Deponie sind ungenügend bis mässig. Auch die hydrogeologischen Verhältnisse sind im Detail nicht bekannt.

Sternenfeld

Gefährdungspotenzial

Zu beurteilen sind die Deponien Sternenfeld 2 und 3. Das Areal mit den beiden Deponien wurde als belasteter, teilsanierter Standort eingestuft. Die beiden Deponien liegen in Abstromrichtung der Brunnen im Hardwald. Ein Grundwasserfluss in Richtung Hardwald bei Pumpbetrieb ist wegen

genügendem Gefälle ($\geq 5\%$) und Abstand zu den Brunnen nicht wahrscheinlich.

Risiko

Dass Risiko einer Beeinträchtigung der Brunnen im Hardwald durch die beiden Deponien Sternenfeld 2 und 3 kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, wird aber als sehr gering eingestuft.

6.1.10 Langenhagstrasse (Birsfelden)

Kenntnisstand

Die Deponie ist in der EVA-Datenbank erfasst, ihre dort angegebene Lage ist aber vermutlich falsch. Sie liegt wahrscheinlich unmittelbar NE der Deponie Sternenfeld 2. Die Kenntnisse sind ungenügend. Auch die hydrogeologischen Verhältnisse sind im Detail nicht bekannt.

Langenhagstrasse

Gefährdungspotenzial

Das Deponievolumen ist gering und es gibt keine Hinweise auf Verunreinigungen. Die Deponie befindet sich in Abstromrichtung der Brunnen im Hardwald. Ein Rückfluss bei Pumpbetrieb ist wegen genügendem Gefälle ($\geq 5\%$, [15]) und Abstand zu den Brunnen nicht wahrscheinlich.

Risiko

Dass Risiko einer Beeinträchtigung der Brunnen im Hardwald durch die Deponie Langenhagstrasse kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, wird aber als sehr gering eingestuft.

6.1.11 Rebäcker (Birsfelden)

Kenntnisstand

Für die Grube Rebäcker sind keine Archivdaten vorhanden [7]. Sie war eine der grössten Kiesgruben in der Umgebung von Basel. Deponiert wurden Abfälle aller Art.

Rebäcker

Gefährdungspotenzial

Die Deponie befindet sich etwa 300 m NW der beiden Deponien Sternensfeld, in Abstromrichtung des Hardwaldes. Die Grundwasserfließrichtung weist mit einem Gefälle von ca. 5‰ [15] nach NW.

Risiko

Das Risiko dieser Grube kann wegen des ungenügenden Kenntnisstandes nicht beurteilt werden. Es wird davon ausgegangen, dass die Distanz zu den Brunnen im Hardwald und das Grundwassergefälle genügen, um einen Grundwasserfluss in Richtung Hardwald zu verhindern.

6.1.12 Tramschlaufe (Birsfelden)

Kenntnisstand

Auf dem Areal Tramschlaufe wurde Kies abgebaut, danach wurde vermutlich Aushub und Bauschutt abgelagert [7]. Weitere Angaben liegen uns nicht vor, der Kenntnisstand ist ungenügend.

Tramschlaufe

Gefährdungspotenzial

Die Tramschlaufe befindet sich rund 400 m W der untersten Brunnen im Hardwald. Es gibt keine Hinweise auf eine Belastung des Untergrundes. Die Grundwasserfließrichtung ist mit einem Gefälle von rund 9‰ [15], bedingt durch den flachen W-Ausläufer des "Grundwasserberges", nach NW gerichtet. Das Areal liegt höchstwahrscheinlich nicht im Anströmbereich der Brunnen im Hardwald.

Risiko

Das Risiko dieser Grube kann wegen des ungenügenden Kenntnisstandes nicht beurteilt werden. Es wird davon ausgegangen, dass von diesem Areal kaum eine Gefährdung für die Brunnen im Hardwald ausgeht.

6.1.13 Lavaterstrasse (Birsfelden)

Kenntnisstand

Auf dem Areal Lavaterstrasse wurde Kies abgebaut [7]. Das Auffüllmaterial ist unbekannt. Weitere Angaben liegen uns nicht vor, der Kenntnisstand ist ungenügend.

Lavaterstrasse

Gefährdungspotenzial

Das Areal befindet sich rund 600 m SW der untersten Brunnen im Hardwald. Es gibt keine Hinweise auf eine Belastung des Untergrundes. Die Grundwasserflussrichtung weist mit einem Gefälle von rund 10‰ [15], bedingt durch den flachen W-Ausläufer des "Grundwasserberges", nach NW. Das Areal liegt höchstwahrscheinlich nicht im Anströmbereich der Brunnen im Hardwald.

Risiko

Das Risiko dieser Grube kann wegen des ungenügenden Kenntnisstandes nicht beurteilt werden. Es wird davon ausgegangen, dass von diesem Areal kaum eine Gefährdung für die Brunnen im Hardwald ausgeht.

6.1.14 Hirschacker (Grenzach, D)

Kenntnisstand

Gemäss [21] und [22] ist der Kenntnisstand zur Geologie, Hydrogeologie und zum Gefährdungspotenzial in der Umgebung der Deponie sehr gut. Die Historische und Orientierende Erkundung sowie die Detailuntersuchung sind abgeschlossen. Die Sanierungsuntersuchung läuft. Geplant sind ein Aushub der Hot-Spot-Bereiche und eine gleichzeitige hydraulische Sanierung. Für den Abstrombereich der Deponie gibt es ein numerisches Grundwassermodell. Es lagen uns jedoch noch nicht die neuesten Grundwasseranalysen und somit keine Analysen auf chlorierte Butadiene vor.

Hirschacker

Gefährdungspotenzial

Schadstoffe im Grundwasser in der Umgebung der Deponie wurden nachgewiesen. Der Abstrom der Deponie ist nach S gerichtet, bedingt durch die Grundwasserentnahmen in Schweizerhalle. Die Fortsetzung allfälliger Fliesswege bis auf Schweizer Seite wurde bei den Deponieunter-

suchungen nicht betrachtet. Eine gewisse Unsicherheit besteht zur Abströmrichtung im (tieferen) Oberen Muschelkalk. Dass Schadstoffe über den Muschelkalkaquifer bis in den Bereich des Hardwald gelangen und dort in die Lockergesteine exfiltrieren ist nicht auszuschliessen, aber für den Normalzustand eher unwahrscheinlich. Falls keine chlorierten Butadiene in der Deponie nachgewiesen werden, ist das Gefährdungspotenzial sehr gering.

Risiko

Im Normalzustand mit Rheinwasser-Infiltration im Hardwald und Brauchwasserentnahmen bei Schweizerhalle ist eine Beeinflussung der Brunnen im Hardwald unwahrscheinlich, da der Abstrom nach S dem Rhein zu erfolgt. Bei abgestellter Entnahme in Schweizerhalle und aktiver Rheinwasser-Infiltration ist die Gefährdung mässig. Bei Ausfall von Brauch- und Trinkwasserbrunnen in Schweizerhalle und/oder Wyhlen sowie ohne Rheinwasser-Infiltration im Hardwald sind grössere Auswirkungen auf das Grundwasser im Hardwald nicht ausgeschlossen, weil die Fliessrichtung dann gegen W gerichtet wäre.

6.1.15 Fuchsbäumleacker (Grenzach, D)

Kenntnisstand

Unsere Kenntnisse zur Deponie Fuchsbäumleacker sind schlecht. Gemäss [21] und [22] liegt ein zweiter Hot-Spot vor, der zusammen mit der Grube Hirschacker behandelt und saniert werden wird.

Fuchsbäumleacker

Gefährdungspotenzial

Der Abstrom der Deponie ist, wie aus dem Gebiet Hirschacker, nach S gerichtet. Die Fliesswege werden primär durch die Brauchwasserentnahmen in Schweizerhalle und sekundär durch Pegelschwankungen des Rheins gesteuert. Das Gefährdungsbild entspricht in etwa dem von Hirschacker.

Risiko

Das Risiko dürfte in etwa dem der Grube Hirschacker entsprechen (siehe oben).

6.1.16 Kesslergrube (Grenzach, D)

Kenntnisstand

Unsere Kenntnisse zur Kesslergrube sind mässig. Die Kesslergrube wurde u.a. als Ablagerungsort für Chemieabfälle benutzt. Gemäss [21] wurden die Historische und die Technische Untersuchung durchgeführt. Zurzeit läuft die Detailuntersuchung. Bisher wurde nur das Grundwasser in den Schottern beprobt und analysiert. Über allfällige Schadstoffe im Muschelkalkgrundwasser ist nichts bekannt. Vermutlich wird es irgendeine Form einer (Teil-) Sanierung geben.

Kesslergrube

Gefährdungspotenzial

Schadstoffe im Grundwasser in der Umgebung der Deponie wurden nachgewiesen. Ob sich darunter auch für das Grundwasser im Hardwald relevante Schadstoffe befinden, ist uns nicht bekannt. Die Grubensohle liegt seit dem Aufstau des Kraftwerkes Birsfelden teilweise im Grundwasser. Im Bereiche der Grube gibt es eine Wasserscheide: ein Teil des Grundwassers fliesst nach W, der andere nach ESE. Falls bei neueren Grundwasseranalysen keine chlorierten Butadiene in der Deponie nachgewiesen werden, ist das Gefährdungspotenzial sehr gering.

Risiko

Eine Abstromrichtung aus der Kesslergrube ist gegen W gerichtet. Für diese Situation kann, auch wenn die Grube im NW Bereich des Betrachtungsperimeters liegt, für den Normalzustand nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass Schadstoffe in den Bereich des Unteren Hardwald transportiert werden, sei es im tieferen Locker- oder im Festgestein. Für die zweite Abstromrichtung gegen ESE und entlang des Rheins ist eine Gefährdung des Grundwassers im Hardwald geringer, da der "Grundwasserberg" und die Entnahme im Industriebrunnen der Ciba bei Grenzach einer solchen Gefährdung entgegen wirken.

Bei einem Ausfall des Industriebrunnens der Ciba bei Grenzach oder gar des "Grundwasserberges" ist die Wahrscheinlichkeit einer Gefährdung der Brunnen im Hardwald höher.

6.1.17 Salzlände (Grenzach, D)

Kenntnisstand

Unsere Kenntnisse zur Grube Salzlände sind gut. Gemäss [20] und [22] besteht NW der Kesslergrube weitere, kleinere zweiteilige Grube. Abgelagert wurden Bauschutt und Hausmüll. Nicht bekannt ist, ob Chemieabfälle deponiert wurden. Schadstoffe wurden in der Umgebung der Grube Salzlände im Grundwasser nachgewiesen.

Salzlände

Gefährdungspotenzial

Die im Rahmen der Untersuchungen der Grube Salzlände nachgewiesenen erhöhten Konzentrationen chlorierter Kohlenwasserstoffe stammen wahrscheinlich aus der Kesslergrube. Aus den beiden Teilgruben von Salzlände stammen keine für das Grundwasser Hardwald relevanten Schadstoffe.

Risiko

Aufgrund des nach Westen gerichteten Abstroms und der geringen Schadstoffkonzentrationen ist das Risiko einer negativen Beeinflussung des Grundwassers Hardwald gering.

6.2 Betriebsstandorte

6.2.1 Standorte im Gebiet des Rangierbahnhofs MuttENZ

Kenntnisstand

In der Technischen Untersuchung der SBB [8] wurden verschiedene Standorte untersucht. Der Kenntnisstand ist gut. Die Historische Untersuchung lag uns nicht vor.

SBB Rangierbahnhof MuttENZ

Gefährdungspotenzial

Sieben Betriebsstandorte wurden von uns näher betrachtet. Alle wurden als belasteter Standort und weder als überwachungs- noch sanierungsbedürftig eingestuft (Tabelle 1). In einem Piezometer (C.230) wurden relativ hohe Herbizidkonzentrationen verzeichnet. Diese Messstelle befindet

sich wahrscheinlich im Abstrombereich des Altschotter-Zwischenlagers. Gemäss Technischer Untersuchung betrifft die Belastung nur die oberen 2 bis 3 m im Boden.

Risiko

Es kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass das Altschotter-Zwischenlager eine Quelle für die Herbizide in den W Brunnen im Hardwald darstellt. Die übrigen Standorte im Gebiet des Rangierbahnhofes können nicht beurteilt werden, es wurden Analysen von DOC und teils PAK gemacht, sie liegen uns jedoch nicht vor.

6.2.2 Andere Betriebsstandorte

Die EVA-Datenbank des Kantons Basel-Landschaft befindet sich im Aufbau. Sie enthält eine Vielzahl von Betrieben. In dieser Phase liegen noch keine konkreten Verdachtsmomente für Verschmutzungen des Untergrundes vor. Das Gefährdungspotenzial kann daher nicht abgeschätzt und das Risiko nicht beurteilt werden. Nach Vorliegen der Daten sollte eine solche Betrachtung jedoch vorgenommen werden.

Andere Betriebsstandorte

6.3 Schadensfälle SBB-Areale

6.3.1 Ölunfälle SBB 1971 und 2006

Kenntnisstand

Der Bereich des Ölunfalls 1971 wurde überwacht. Der Kenntnisstand ist gut. Der Standort wurde als nicht sanierungs- jedoch als überwachungsbedürftig eingestuft. Die lokalen hydrologischen Verhältnisse sind lokal komplex.

Ölunfälle SBB 1971, 2006

Gefährdungspotenzial

Das Grundwasser in der Umgebung des Unfallstandortes ist mit KW verunreinigt. Der Abstrom ist gegen N und E gerichtet. Im Oberen Muschelkalk ist eine Ausbreitung nach SW erfolgt.

Risiko

Eine Beeinträchtigung der Brunnen im Hardwald ist unwahrscheinlich. Das Grundwasser fließt gegen E und NE Richtung Schweizerhalle ab.

6.3.2 Andere Schadensfälle

Kenntnisstand

Im SE des Bahnhofs Muttenz sind 6 weitere Unfallstandorte mit KW bekannt [28]. Sie betreffen nur den Boden und wurden teilsaniert. Weitere relevante Unfälle im Bereiche des Rangierbahnhofes und an der Bahnstrecke zum Auhafen sind nicht zu verzeichnen [29].

Andere Schadensfälle

Im Bereich des Hardwaldes haben sich unserer Kenntnis nach seit 1991 keine Unfälle mit Relevanz fürs Grundwasser ereignet [30]. Für ältere Ereignisse wird zurzeit eine Datenbank aufgebaut.

In der EVA-Datenbank [7] finden sich für die Gemeinden Muttenz und Birsfelden keine Einträge zu Unfallereignissen.

Gefährdungspotenzial

Die Wahrscheinlichkeit, dass Schadstoffe aus den 6 obgenannten Unfallstandorten ins Grundwasser im Hardwald gelangen, ist gering. Ausserdem ist der Abstrom nach E gerichtet.

Die Gefährdung durch ältere Unfallereignisse kann zurzeit mangels Informationen nicht abgeschätzt werden.

Risiko

Das Risiko einer Gefährdung der Brunnen im Hardwald durch einen der 6 obgenannten Unfallstandorte ist unwahrscheinlich.

Die älteren Unfallstandorte im Hardwald können zurzeit nicht beurteilt werden. Dies wäre nach Abschluss der Erfassung vorzunehmen.

6.3.3 Risikobeurteilung der Bahnstrecken nach Störfallverordnung

Kenntnisstand

Wir verweisen auf die durchgeführte Risikobeurteilung. Für die Hafenbahn sind im Falle eines Ereignisses keine untragbaren Schädigungen der Bevölkerung und der Umwelt zu erwarten. Die Risiken beim Rangieren im Bahnhof Muttenz liegen im tragbaren Bereich.

Risikobeurteilung der
Bahnstrecken nach
Störfallverordnung

Gefährdungspotenzial

Der Rangierbahnhof Muttenz und die Hafenbahn stellen aus unserer Sicht potenzielle Schadstoffquellen dar. Für den Normalzustand befindet sich der Abstrombereich des Rangierbahnhof E der Wasserscheide durch den "Grundwasserberg" nicht im Einflussbereich der Brunnen im Hardwald. Für den Abstrombereich W der Wasserscheide kann dies nicht ganz ausgeschlossen werden.

Bei der Hafenbahn dürfte v.a der Abschnitt Kreuzung Autobahnezubringer/Kantonsstrasse bis Auhafen ein Gefährdungspotential darstellen. Die Strecke führt hier stellenweise recht nahe an den Entnahmebrunnen vorbei oder quert den möglichen Zuflussbereich.

Risiko

Das Risiko für die Brunnen im Hardwald besteht in Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen. Wir gehen jedoch davon aus, dass der Betreiber für solche Ereignisse Vorsorge getroffen hat, um mit einem schnellen Eingreifen den Schaden zu minimieren.

6.4 Schweizerhalle Brand 1986

Kenntnisstand

Die Kenntnisse zum Brandereignis und der entwichenen Chemikalien und Schadstoffe sind gut dokumentiert. Ebenfalls bekannt ist die Ausdehnung der Chemikalien im Grundwasser, die durch die Löschwasserentnahmen verursacht wurde. Dokumentiert sind auch die Sanierungsarbeiten. Es konnten keine brandspezifischen Schadstoffe in Trinkwasserbrunnen im E Hardwald nahe dem Unfallstandort nachgewiesen werden. Gemäss [30]

Schweizerhalle Brand 1986

wurde der Standort als überwachungsbedürftig eingestuft, das Sanierungsziel wurde noch nicht erreicht.

Gefährdungspotenzial

Vom "Grundwasserberg" fliesst das Grundwasser gegen SE (künstlich erhöhtes Gefälle: ~6‰). In den Sanierungsbrunnen bei Schweizerhalle, die bis in den Oberen Muschelkalk reichen, wird Grundwasser entnommen. Durch diese Konstellation ist gewährleistet, dass die vorgegebene Fliessrichtung aufrechterhalten bleibt. Ein Abfluss nach W ist also unwahrscheinlich.

Risiko

Mit dem Betrieb im Normalzustand ist eine Gefährdung der Brunnen im Hardwald nahezu ausgeschlossen. Bei Ausfall der Brauchwasserbrunnen in Schweizerhalle und/oder des "Grundwasserbergs" ist mit einer Beeinträchtigung der Brunnen im Hardwald zu rechnen. Allerdings sind uns die heutigen Schadstoffkonzentrationen in der Umgebung des Unfallstandortes nicht bekannt und die Folgen für den Hardwald nicht zu beurteilen.

6.5 Schweizerhalle Industriegebiet

Kenntnisstand

Für sämtliche Standorte sollen die historischen Untersuchungen vorliegen [33]. Das Areal der SF Chem ist mit Pestiziden belastet, hierzu gibt es eine Detailuntersuchung. Zwei Havariestandorte werden als belastete Standorte mit Überwachungs- jedoch ohne Sanierungsbedarf eingestuft. Das Wasser mit zwei Brauchwasserbrunnen gefördert. Für das Areal Novartis läuft die technische Untersuchung. Das Grundwasser ist im gesamten Gebiet Schweizerhalle mit chlorierten Kohlenwasserstoffen in mässig hohen Konzentrationen belastet. Weiter Unterlagen liegen uns nicht vor.

Schweizerhalle
Industriegebiet

Gefährdungspotenzial

Es liegt im Normalzustand ein künstlich verursachtes beachtliches Grundwassergefälle (~6‰) zwischen Hardwald und Schweizerhalle vor. Die Fliessrichtung ist nach SE gerichtet (siehe auch oben, Schweizerhalle Brand 1986). Eine Gefährdung der Brunnen im Hardwald ist unter diesen Voraussetzungen kaum denkbar.

Risiko

Das Risiko einer Beeinflussung der Brunnen im Hardwald durch das Industriegebiet Schweizerhalle ist bei Normalbetrieb unwahrscheinlich. Bei Ausfall der Brauchwasserbrunnen in Schweizerhalle und/oder des "Grundwasserbergs" ist mit einer Beeinträchtigung der Brunnen im Hardwald zu rechnen. Die dann auftretenden Schadstoffkonzentrationen sind nicht voraussagbar.

6.6 Kantonsstrasse und Autobahn

Kenntnisstand

Auf der Kantonsstrasse hat sich laut AUE 1971 ein Unfall mit Austritt von Waschmittelzusatzstoffen ereignet, ansonsten sind keine weiteren Unfälle mit Relevanz für das Grundwasser zu verzeichnen. Die Strasse ist für die Beförderung gefährlicher Güter gesperrt. Für die Autobahn gelten keine Beförderungsbeschränkungen. Weitere Informationen liegen uns nicht vor.

Kantonsstrasse,
Autobahn

Gefährdungspotenzial

Die Hauptgefährdung für beide Transportwege liegt bei einem Ereignis mit grundwassergefährdenden Flüssigkeiten.

Die Kantonsstrasse führt über die NE-Flanke des Grundwasserbergs. Die Entnahmebrunnen der Hardwasser AG sind entlang dieser Strasse angeordnet. Das Gefährdungspotenzial ist vom Fliesspfad her als gross einzustufen.

Die Autobahn verläuft an S-Rand der Mittleren und Oberen Hard über die S- und SE-Flanke des Grundwasserbergs. Für diese Situation besteht nur eine geringe Gefährdung der Brunnen im Hardwald, da der Grundwasserabfluss hauptsächlich nach S und SE erfolgt. Da der "Grundwasserberg" seine Lage verändern kann, könnte die Autobahn in den Bereich der N-Flanke des Grundwasserberges gelangen. Dann wäre eine Beeinträchtigung der Brunnen im Hardwald möglich. Am S-Rand der Mittleren bis Unteren Hard verläuft die Autobahn über den W und NW Abströmbeereich des Grundwasserbergs. Weil die Grundwasserfliessrichtung in der Unteren Hard nach N abbiegt [15], kann eine Gefährdung der W-

Entnahmebrunnen der Hardwasser AG nicht ausgeschlossen werden. Bei einem Wegfall des Grundwasserbergs würden wahrscheinlich alle Brunnen im Hardwald im Abstrom der Autobahn liegen.

Ein weiteres Gefährdungspotenzial entlang von Strassenverkehrswegen bilden Reifenabrieb und Abgase. Wir nehmen an, dass die Auswirkungen auf das Grundwasser gering sind, und der Hauptanteil nicht versickert sondern über die Strassenentwässerung abgeleitet wird.

Risiko

Das Risiko einer Gefährdung der Brunnen im Hardwald durch ein Unfallereignis mit grundwassergefährdenden Substanzen auf der Kantonsstrasse wird als hoch eingestuft, dasjenige für einen Unfall auf der Autobahn als gering. Wir gehen davon aus, dass für solche Situationen Präventions- und rasche Interventionsmassnahmen vorgesehen sind.

6.7 Auhafen

Kenntnisstand

Die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse sind gut bekannt. Es liegen uns jedoch nur wenige Angaben zur Grundwassernutzung im Auhaengebiet vor. Unterlagen zu verschiedenen Verschmutzungen aus den Jahren 1992 bis 2000 haben wir einsehen können. Festgestellt wurden Verschmutzungen des Bodens und des Grundwassers mit KW. Informationen zu weiteren Fällen vor und nach dieser Periode fehlen uns. Weiter liegen Hinweise auf eine Deponie Auboden vor; zu Zeit wir dort eine Altlastenuntersuchung durchgeführt.

Auhafen

Gefährdungspotenzial

Der Auhafen bildet zwei Gefährdungspotenziale: Altlasten und Deponien sowie die heutige Nutzung.

Verschmutzungen mit KW wurden nachgewiesen, weitere sind wahrscheinlich. Der Stand der Untersuchungen und allfälliger Abwehrmassnahmen sind uns nicht bekannt.

Für die heutige Nutzung (Lager- und Umschlagplatz für Öl und Treibstoffe) sind Unfallereignisse auf dem Lande und auf dem Wasser denk-

bar. Wir gehen davon aus, dass solche Möglichkeiten bekannt sind und Vorsorgemassnahmen und -pläne vorliegen, um negative Auswirkungen auf das Grundwasser zu minimieren.

Der Auhafen befindet sich im NE Ausläufer des Grundwasserberges, das Gefälle ist infolge des Rheinaufstaus sehr flach. Gemäss [15] liegt ein Abstrom nach SE vor. Die Detailverhältnisse infolge Brauchwassernutzung auf deutscher Seite (Ciba), Entnahmen durch die Hardwasser AG, Grundwasserentnahmen im Auhafen selbst und dem Rheinaufstau sind hier aber sehr komplex. Infolge der Nähe zu den Brunnen im Hardwald ist zumindest eine temporäre Beeinflussung nicht unwahrscheinlich. Dies legen die neueren Grundwasseranalysen nahe.

Risiko

Die vorhandenen Kenntnisse zur Altlastensituation und den detaillierten hydrogeologischen Verhältnissen reichen für eine Risikobeurteilung nicht aus. Ob unter bestimmten Bedingungen eine Zunahme des Schadstoffaustrages in Richtung Hardwald zu erwarten ist, kann somit nicht geklärt werden. Es ist lediglich festzustellen, dass das Risiko einer Beeinflussung der Brunnen besteht.

Das Risiko durch die heutige Nutzung wird als gering eingestuft, unter der Voraussetzung, dass bei einem Unfallereignis die Abwehrmassnahmen rechtzeitig erfolgen.

6.8 Birsfelder Hafen

Kenntnisstand

Die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse sind bekannt. Aus unserer Sicht bezüglich Hardwald allenfalls von Bedeutung sind die ehemaligen Tanklager der BP (Switzerland). Diese wurden zwischen 1998 und 2001 rückgebaut. Eine Belastung des Untergrundes mit KW und Benzol liegt vor. Eine Sanierung mittels Air-Sparging wurde durchgeführt.

Birsfelder Hafen

Gefährdungspotenzial

Der Birsfelder Hafen bildet zwei Gefährdungspotenziale: Altlasten und Deponien sowie die heutige Nutzung.

Verschmutzungen mit KW wurden auf dem Areal der BP nachgewiesen. Für die heutige Nutzung (Umschlag und Lagerung von flüssigen Treibstoffen und Trockengütern) sind Unfallereignisse auf dem Lande und auf dem Wasser denkbar. Wir gehen davon aus, dass solche Möglichkeiten bekannt sind und Vorsorgemassnahmen und -pläne vorliegen, um negative Auswirkungen auf das Grundwasser zu minimieren.

Die generelle Fliessrichtung am S-Rand des Hafenareals ist nach NW gerichtet. Gegen den Rhein hin ändert sie sich nach W und SW, bedingt durch dessen Infiltration [15]. Infolge der Nähe zu den W-Brunnen im Hardwald und dem geringen Grundwassergefälle ist zumindest eine temporäre Beeinflussung nicht gänzlich auszuschliessen.

Risiko

Die vorhandenen Kenntnisse zur Altlastensituation und den detaillierten hydrogeologischen Verhältnissen reichen für eine Risikobeurteilung nicht aus. Es ist lediglich festzustellen, dass das Risiko einer Beeinflussung der W-Brunnen besteht.

Das Risiko durch die heutige Nutzung wird als gering eingestuft, unter der Voraussetzung, dass bei einem Unfallereignis die Abwehrmassnahmen rechtzeitig erfolgen.

6.9 Kanalisation

Kenntnisstand und Gefährdungspotenzial

Die Kanalisation wurde von uns nicht spezifisch betrachtet. Sie wird jedoch als Gefährdungspotenzial erwähnt. Dieses besteht bei undichten oder lecken Stellen. Die Beeinträchtigung des Grundwassers ist hauptsächlich bakteriologischer Art.

Kanalisation

Risiko

Das Risiko einer Gefährdung des Grundwassers im Hardwald durch eine undichte oder lecke Kanalisation besteht für besiedelte Bereiche, die im Zuflussbereich der Brunnen liegen. Um dieses Risiko zu minimieren, wären diese Bereiche abzugrenzen und die Kanalisation auf Dichtigkeit zu prüfen. Das Risiko, dass Schadstoffe in bedeutendem Masse via Kanalisation ins Grundwasser des Hardwald gelangen, betrachten wir jedoch als sehr gering.

6.10 Rhein

Kenntnisstand

Die Inhaltsstoffe des Rheins werden in verschiedenen Messstationen überwacht. Uns liegen die Angaben der Überwachungsstation Weil am Rhein vor. Diese Station liegt allerdings unterhalb des Untersuchungsgebietes, sodass auch Einflüsse aus anderen Industriegebieten erfasst werden.

Rhein

Das für die Infiltration verwendete Rheinwasser wird durch die Hardwasser AG aufbereitet (Trübung, Bakterien, Viren, organische Bestandteile). Eine spezifische Überwachung auf Spurenstoffe wird nicht kontinuierlich durchgeführt. Das Rheinwasser wird laut [19] durch die IWB gemessen. IWB und die Hardwasser AG sind auch Mitglied der AWBR (Arbeitsgemeinschaft Bodensee Rhein), welche die Qualität des Rheinwassers mit Messkampagnen überwacht.

Gefährdungspotenzial

Die Analysen der Überwachungsstation Weil am Rhein zeigen, dass das Rheinwasser eine Grundbelastung mit Spurenstoffen aufweist. Massgebend für die Toleranz sind das Gewässerschutzgesetz (GSchG) und die Gewässerschutzverordnung (GSchV).

Problematisch für das im Hardwald infiltrierte Wasser ist, dass keine ausführlichen und kontinuierlichen Analysen an der Entnahmestelle durchgeführt werden. Änderungen der Rheinwasserqualität werden stichprobenartig oder nur visuell erfasst. Bei kurzfristigen erhöhten Belastungen ist dies problematisch, da sie nur bei Hinweisen von anderen Rheinanliegern (z.B. AWBR) erkannt werden. Länger andauernde und/oder höhere Belastungen werden mit höherer Wahrscheinlichkeit erkannt und es kann mit einer temporären Abschaltung der Infiltration reagiert werden.

Risiko

Die Infiltration von Rheinwasser birgt ein gewisses Risiko für das Grundwasser im Hardwald. Gering ist die Gefährdung, wenn eine nicht tolerierbare Belastung durch die Überwachungsstationen registriert wird und entsprechend reagiert werden kann. Ein grösseres Risiko bergen kurzfristige Belastungen, die der Erfassung entgehen. Für persistente und mobile Schadstoffe wird durch die Passage des Rheinwasser-Infiltrats durch den

Untergrund des Hardwaldes offenbar nur eine Teilreduktion der Konzentration erreicht.

6.11 Luftqualität

Kenntnisstand

Die Luftqualität wird am Südrand des Hardwaldes kontinuierlich auf Feinstaub, Stickstoffdioxid und Ozon überwacht. Daten zu anderen Schadstoffimmissionen via Luftpfad sind nicht vorhanden.

Luft

Gefährdungspotenzial

Zwischen Birsfelden und Augst konzentrieren sich auf engstem Raum eine hohe Anzahl von Tanklagern, Lagerhäusern, Containerterminals und Produktionsstätten der chemischen Industrie sowie der Rangierbahnhof SBB Muttenz und die Autobahn A2. Diese Anlagen und Betriebe liegen eingebettet zwischen dem Rhein und den dicht besiedelten Ortschaften Birsfelden, Muttenz und Pratteln. Ein vom Sicherheitsinspektorat erstelltes Verzeichnis der Gefahrenquellen (vgl. Bau- und Umweltschutzzeitung [BUZ] Nr. 8/Januar 1998) zeigt auf einem Gebiet von rund 16 km² ein überdurchschnittlich hohes Gefahrenpotenzial auf. Finden an dieser Stelle Unfälle mit Freisetzung von chemischen Stoffen statt, werden diese Stoffe in den meisten Fällen vom Wind in die anliegenden Wohngebiete getragen und es kommt nicht selten zu Geruchsbelästigungen.

Ebenso ist eine Gefährdung aus den Industriegebieten aus dem Raume Basel-Stadt nicht auszuschliessen.

Risiko

Das Risiko der allgemeinen Luftbelastung und insbesondere das von Havarien kann für das Grundwasser nicht angegeben werden. Aus dem Sandoz Brand 1986 ist bekannt, dass im Laub Schadstoffe in nennenswerten Konzentrationen in 100 m Entfernung vom Brandstelle nachweisbar waren, in den Bodenproben lagen die entsprechenden Werte in den Bodenproben nur wenig über der Nachweisgrenze. Ein Eintrag von Schadstoffen ins Grundwasser über den Luftpfad wäre demzufolge als eher unwahrscheinlich einzustufen.

6.12 Im Untergrund vor Beginn der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG vorhandene Schadstoffe

Kenntnisstand

Zu dieser Situation liegen uns keine Daten oder Informationen vor. Es ist davon auszugehen, dass aus mehreren Deponien auf deutscher und Schweizer Seite Schad- und Spurenstoffe Richtung Hardwald transportiert wurden. Ob und inwieweit sie im Untergrund adsorbiert wurden und später ausgewaschen und verdünnt wurden ist nicht bekannt. Die vorhandenen Indizien und generelle Überlegungen zu Schadstofftransport und Eigenschaften der 2006 bis 2008 im Hardwald nachgewiesenen Schadstoffe sprechen eher gegen noch im Untergrund vorhandene, aus der Zeit vor Beginn der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG stammende Schadstoffe. Es sind jedoch keine belastbaren Daten vorhanden.

Schadstoffe im Untergrund vor Beginn der Rheinwasser-Infiltration

Gefährdungspotenzial

Das Gefährdungspotential für diese Situation kann kaum beurteilt werden. Es ist nicht völlig ausgeschlossen, dass im Untergrund Stoffe adsorbiert wurden und heute noch eine geringe Mobilisierung stattfindet. Im Bereich des Hardwald mit der Rheinwasser-Infiltration ist es wahrscheinlich, dass solche Stoffe (falls überhaupt vorhanden) praktisch ausgewaschen wurden. In tieferen Aquiferbereichen mit geringer Zirkulation des Grundwassers ist es hingegen nicht völlig auszuschliessen, dass Rückstände noch vorhanden sind und auch mobilisiert werden könnten. Der Anteil solchen Wassers am geförderten Grundwasser im Hardwald und damit auch die Stoffkonzentration dürften wiederum gering sein.

Risiko

Für den Normalzustand wird die Beeinflussung des im Hardwald geförderten Grundwassers durch Auswaschung von Stoffen, die - falls überhaupt - vor der Rheinwasser-Infiltration vorhanden waren, als sehr gering beurteilt.

Änderungen dieses Normalzustandes, z.B. durch Wegfall der Rheinwasser-Infiltration, durch Ausfall der Brauchwasserentnahmen aber auch durch künftige Sanierungsbrunnen könnten unter Umständen zu einer Mobilisierung solcher Stoffe führen. Dies wäre insbesondere der Fall, wenn tiefere Aquiferbereiche tangiert würden.

6.13 Zusammenfassung

Die verschiedenen Schadstoffquellen können bezüglich einer Beeinträchtigung des Grundwassers im Hardwald in drei Risikogruppen gegliedert werden.

Risikogruppen

- Das Risiko ist erhöht.
- Das Risiko ist unklar.
- Das Risiko ist gering bis nicht vorhanden.

Zusätzlich zu beachten sind verschiedene Grundwasserszenarien. Es sind dies

Normalzustand,
Abweichung

- der Normalzustand. Er entspricht der heutigen Situation mit der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG und den Entnahmen in Trinkwasser- und Brauchwasserbrunnen (Hardwald, Grenzach, Schweizerhalle, Florin-Brunnen)
- Abweichung vom Normalzustand. Darin sind verschiedene Varianten von Ausfall der Grundwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG und der Entnahmebrunnen zusammengefasst. Solche Varianten sind z.B. ein Aus- oder Teilausfall der Rheinwasser-Infiltration sowie der Ausfall einzelner oder mehrerer Brauchwasserbrunnen). Ihre Auswirkungen wären im Detail zu erarbeiten und zu untersuchen. Die möglichen Varianten sind zu vielfältig.

Die Risikogruppierung ist in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10: Zusammenstellung der Schadstoffquellen bezüglich Risiko einer Gefährdung des Grundwassers des Hardwaldes.

Schadstoffquelle	Risiko erhöht		Risiko unklar		Risiko gering bis nicht vorhanden ⁶⁾
	Nor-malzu-stand ¹⁾	Abwei-chung ²⁾	Nor-malzu-stand ¹⁾	Abwei-chung ²⁾	
Feldreben	•	•			
Margelacker		•			
Rothausstrasse		•			
Holderstüdeli				•	
Robrinesen				•	
Hardacker					•
Hofacker			•	•	
Obere + Untere Hard					•
Sternenfeld 2 + 3					•
Langenhagstrasse					•
Rebäcker					•
Tramschlaufe					•
Lavaterstrasse					•
Hirschacker		•			
Fuchsbäumleacker		•			
Kesslergrube			•	•	
Salzlände			•	•	
Betriebsstandorte SBB Rangierbahn- hof Muttenz			•	•	
nur Altschotter-Zwischenlager					
Andere Betriebsstandorte			•	•	
Ölunfälle SBB 1971 + 2006				•	•
Andere Schadensfälle SBB-Areale			• ⁴⁾	• ⁴⁾	•
Bahnstrecken	• ³⁾				
Schweizerhalle Brand 1986				•	•
Schweizerhalle Industriegebiet				•	•
Kantonsstrasse	• ³⁾	• ³⁾			
Autobahn		• ³⁾			•
Auhafen	•	•			
Birsfelder Hafen (BP-Areal)			•	•	
Kanalisation					•
Rhein	• ³⁾			• ⁵⁾	
Luft					•
Im Untergrund vor Rheinwasser- Infiltration vorhandenen Schadstoffe					•

¹⁾ siehe Text

²⁾ siehe Text

³⁾ nur Störfälle bzw. Unfallereignisse

⁴⁾ ältere Unfallstandorte (vgl. Abschnitt 6.3.2)

⁵⁾ über natürliche Infiltration im Uferbereich

⁶⁾ gültig für beide Zustände. Abweichungen werden präzisiert

7 Folgerungen und Empfehlungen

7.1 Zusammenfassender Beschrieb der Schadstoffquellen und Fliesswege

Das Grundwasser im Hardwald im Bereich der Brunnen der Hardwasser AG und des Pumpwerks Auweg entspricht grundsätzlich den gesetzlichen Anforderungen an Trinkwasser. Es ist jedoch in Konzentrationen von höchstens einigen hundert Nanogramm pro Liter mit chlorierten aliphatischen und einigen aromatischen Kohlenwasserstoffen verunreinigt. Tetrachlorbutadien stellt dabei nach heutiger Kenntnis den einzigen toxiologisch kritischen Schadstoff dar, da dessen Konzentration gemäss der Bewertung durch das BAG in den meisten Grundwasserproben aus Brunnen der Hardwasser AG zu einer Überschreitung der tolerierbaren täglichen Aufnahmemenge von 150 ng führt. Dabei wurde ein Trinkwasserkonsum von 2 l pro Person (60 kg) und Tag angenommen. Andere Schadstoffe liegen im Grundwasser des Hardwaldes gemäss heutiger Beurteilung in gesundheitlich unbedenklichen Konzentrationen vor, wurden in Screenings nicht identifiziert oder wurden durch das BAG nicht bewertet. Eine Minimierung der Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser sollte dabei ein generelles Ziel bleiben.

Grundwasserqualität

Im Nahbereich der Deponie Feldreben finden sich im Grundwasser vorwiegend aus dieser stammende chlorierte Ethene und Ethane. Deren Konzentrationen überschreiten teilweise die in der Altlasten-Verordnung aufgeführten Konzentrationswerte (AltIV, Anhang 1) um mehr als die Hälfte. Mit zunehmender Entfernung zur Deponie Feldreben nehmen die Konzentrationen dieser Stoffe deutlich ab. Chlorierte Butadiene wurden im Bereich Feldreben sowohl vereinzelt im Grundwasser sowie in hohen Konzentrationen im Deponiematerial nachgewiesen.

Feldreben

Die Deponien Margelacker und Rothausstrasse geben ebenfalls Schadstoffe an das Grundwasser ab. Konzentrationswerte nach der Altlastenverordnung werden dabei jedoch nicht überschritten.

Margelacker und Rothausstrasse

Im Grundwasserabstrom der Kesslergrube und der Grube Hirschacker wurden teils hohe Schadstoffkonzentrationen (u.a. CKW) gemessen. Für Grube Hirschacker ist eine Sanierung beschlossen, bei der Kesslergrube ist sie wahrscheinlich. Beim BP-Areal im Birsfelder Hafen sind noch lokale Belastungen im Grundwasser vorhanden.

Kesslergrube, Grube Hirschacker, BP-Areal

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Hardwald sind komplex. Die Grundwasserfliessrichtungen sind stark abhängig von der künstlichen

Hydrogeologie Hardwald

Rheinwasser-Infiltration und Grundwassernutzungen in diesem Gebiet und weisen von diesen abhängige unterschiedlich Zustände auf. Der grösste Teil des in den Brunnen der Hardwasser AG geförderten Grundwassers stammt aus dem Rheinwasser-Infiltrat der Hardwasser AG. Einige der westlichen Brunnen der Hardwasser AG enthalten zudem grössere Anteile von Muschelkalkgrundwasser. Das in den weiter östlich gelegenen Brunnen und im PW Auweg geförderte Grundwasser enthält neben Rheinwasser-Infiltrat vermutlich grössere Anteile von Rheinwasser, welches direkt über dessen Ufer infiltriert

Die meisten bisherigen Untersuchungen ergaben, dass Schadstofftransporte von der Deponie Feldreben nach Norden Richtung Hardwald nicht möglich sind, solange die künstliche Rheinwasserinfiltration bewirkt, dass die Grundwasserscheide nördlich dieser Deponie liegt. Aufgrund folgender Indizien und Einschätzungen kommen wir zum Schluss, dass Fliesswege und Schadstofftransporte aus dem Gebiet Feldreben und Umgebung Richtung Westrand des Hardwaldes zumindest zeitweise möglich sind:

Grundwasserfluss Feldreben-Hardwald

- variable Lage der Grundwasserscheide nahe der Deponie Feldreben,
- generell sehr geringes Grundwassergefälle um und nördlich der Deponie Feldreben,
- Nachweis eines Schadstoffaustrages aus der Deponie Feldreben Richtung N bis W,
- Schadstoffnachweise am Westrand des Hardwaldes, für die die Deponie Feldreben die wahrscheinlichste Ursache ist,
- Überlegungen zu präferenziellen Fliesswegen im heterogenen Muschelkalkaquifer, gestützt u.a. auf im Untergrund des Hardwaldes vorhandene Dolinen,
- Nachweis hoher Schadstoffkonzentrationen (insbesondere von HCBd) im Hot-Spot über dem nicht durch gering durchlässiges Lockergestein abgedeckten Muschelkalk in der Deponie Feldreben, in diesem Bereich zudem etwas niedrigere Grundwasserstände als in der unmittelbaren Umgebung der Deponie,
- Zusammenhang zwischen chlorierten Butadienen & chlorierten Ethenen und Mineralisation in einigen der westlichen Brunnen der Hardwasser AG.

Im Gebiet nördlich der Brunnen der Hardwasser AG bis zum Rheinufer fliesst Grundwasser vermutlich zeitweise vom Rhein durch die Niederterrassenschotter Richtung Brunnen der Hardwasser AG. Dabei ist auch im Auhafen inklusive Rangierbahnhof die Fliessrichtung meist nach SW gerichtet. Diese Vermutung wird gestützt durch Hinweise aus Grundwasserspiegelmessungen sowie durch die räumliche Verteilung der Schadstoffe südlich des Auhafens.

Grundwasserfluss Auhafen-Brunnen Hardwasser AG

E von Feldreben fliesst das Grundwasser bevorzugt nach SE bis E. Auch im E des Hardwaldes findet ein Grundwasserabfluss vom Grundwasserberg Richtung Schweizerhalle statt. Aus den dort angrenzenden Gebieten, insbesondere von der Deponie Rothausstrasse, aber auch aus dem Gebiet der Deponie Margelacker sind im Normalzustand keine Einflüsse auf das Grundwasser im Hardwald zu erwarten.

Rothausstrasse, Margelacker

Uns liegen keine eindeutigen Hinweise für einen Schadstofftransport von der Kesslergrube und/oder dem BP-Areal Richtung Brunnen im Hardwald vor. Aufgrund der uns vorliegenden Unterlagen kann dieser aber nicht völlig ausgeschlossen werden. Für die Grube Hirschacker ist im Normalzustand trotz der ausgedehnten Schadstofffahne aufgrund der Grundwasserentnahmen auf deutscher Seite und in Schweizerhalle ein Schadstofftransport bis in den Hardwald unwahrscheinlich.

Kesslergrube, BP-Areal,
Grube Hirschacker

Aus diesen Gründen sind die folgenden Quellen massgeblich für die im Grundwasser des Hardwaldes nachgewiesenen Schadstoffe verantwortlich (siehe Beilage 17):

Massgebliche
Schadstoffquellen

1. Die **Deponie Feldreben** im SW des Hardwaldes stellt mit grosser Wahrscheinlichkeit die Hauptquelle für am Westrand des Hardwaldes sowie in den westlichen Brunnen der Hardwasser AG nachgewiesene chlorierte Butadiene sowie weitere chlorierte Kohlenwasserstoffe dar.
2. Der **Auhafen** (inkl. Rangierbahnhof Auhafen) ist mit hoher Wahrscheinlichkeit die Quelle für die in den östlichen Brunnen der Hardwasser AG, im PW Auweg sowie in weiteren, nördlich der Kantonsstrasse gelegenen Brunnen und Messstellen nachgewiesenen Butadiene sowie dem Methansulfonanilid, N-Butyl-Benzolsulfonamid und zwei nicht identifizierten Schadstoffen.

Eine Herkunft der im Grundwasser des Hardwaldes festgestellten chlorierten Butadiene, der chlorierten Ethene sowie weniger weiterer aromatischer Kohlenwasserstoffe aus anderen als den oben genannten Quellen erscheint gemäss unserem heutigen Kenntnisstand wenig wahrscheinlich. Dies gilt insbesondere für das durch die Hardwasser AG infiltrierte Rheinwasser und für gegebenenfalls im Untergrund aus der Zeit vor Beginn der Rheinwasser-Infiltration durch die Hardwasser AG stammende Stoffe.

Es sind sehr viele Daten und Unterlagen über das Grundwasser im Gebiet Hardwald vorhanden. Der Zusammenhang zwischen den oben genannten Schadstoffquellen und den im Grundwasser nachgewiesenen Schadstoffen lässt sich jedoch immer noch nicht mit ausreichender Sicherheit und direkt nachweisen. Wesentliche Kenntnislücken bezüglich relevanter Quellen bestehen insbesondere für das Auhafengebiet. Die hydrogeologischen Verhältnisse am Westrand des Hardwaldes sind uns nicht genau bekannt, sind jedoch wichtig für die Beurteilung der Grundwasserfliessrichtungen. Entscheidend ist zudem die Kenntnis der Variabi-

Kenntnislücken und
Unsicherheiten

lität der Fliessrichtungen im gesamten Hardwald und somit der Schadstofftransporte als Reaktion auf unterschiedliche Infiltrations- und Grundwassernutzungsraten im Rahmen des „Normalzustandes“. Die Kenntnislücken insbesondere bezüglich der chlorierten Butadiene müssten bei den Deponien auf deutscher Seite geschlossen werden.

7.2 Betrachtungen zu Risiken und Gegenmassnahmen

Die in [72] dargestellten Risikountersuchungen werden in unseren Betrachtungen nur am Rande berücksichtigt. Für jene Einschätzungen standen die deutlich verbesserten Analyseresultate [73] und [74] aus dem Hardwald noch nicht zur Verfügung. Diese ermöglichten die Entwicklung neuer hydrogeologischer Vorstellungen, insbesondere zur regionalen Grundwasserdynamik im komplex aufgebauten Untergrund, welche die beobachteten Schadstoffverteilungen plausibler erklären können.

Für den Normalzustand beurteilen wir das gegenwärtige Risiko einer Verunreinigung des Grundwassers im Gebiet Hardwald durch die meisten der bestehenden Schadstoffquellen als klein. Gewisse Risiken gehen von der Deponie Feldreben aus, wobei nicht mit einer weiteren Zunahme der Schadstoffkonzentrationen gerechnet wird (Störfälle ausgenommen, vgl. [72]). Ebenso besteht das Risiko einer Verschmutzung aus dem Gebiet Auhafen.

Bei Ausfall der künstlichen Rheinwasser-Infiltration werden die Fliessverhältnisse derart verändert, dass das Risiko von Schadstoffeinträgen aus den oben erwähnten und aus weiteren Schadstoffquellen erhöht wird. Die in jenem Fall wirksamen Fliesspfade sind auf Grund der vorhandenen Kenntnisse nicht genau abschätzbar.

Das Risiko eines Störfalles (Unfalles) im Bereich eines Verkehrsträgers oder im Einzugsgebiet der Rheinwasserentnahme sowie durch einen Brandfall betrachten wir nicht vertieft.

Um die bisher erkannten Risiken wirksam abwehren oder besser einschätzen zu können, sind die folgenden Massnahmengruppen zu empfehlen.

- Massnahmen zur Verbesserung des Kenntnisstandes und der Sicherheit
- Massnahmen zur Eliminierung der Schadstoffe im Grundwasser
- Massnahmen zur Abwehr von Störfällen im Zuströmbereich
- Massnahmen zur Abwehr von Rheinwasserverschmutzungen

- Massnahmen zur Optimierung der Grundwasserbewirtschaftung

Diese Massnahmen werden im Folgenden einzeln erläutert. Zum Teil überschneiden sie sich und dienen verschiedenen Zielen.

7.2.1 Verbesserung des Kenntnisstandes und der Sicherheit

Ziele

- Genauere Kenntnis der Schadstofftransportwege
- Genauere Kenntnis der räumlichen und zeitlichen Schwankungen der Schadstoffkonzentrationen
- Eindeutige Identifikation von Schadstoffquellen
- Erhöhung der Sicherheit (Schutz vor Überraschungen)
- Ermöglichung genauerer Risikoabschätzungen

Massnahmen:

- Sondierungen, Schaffen weiterer Beobachtungsstellen
- Färbversuche
- Optimierung und Koordination der Grundwasserüberwachungsprogramme
- Überprüfung und Vervollständigung der toxikologischen Bewertungen der Schadstoffe im Hardwald, eventuell Identifikation von bisher unbekannten Schadstoffen
- Erarbeitung Massnahmenpläne und Überprüfung von Interventionskonzepten

7.2.2 Massnahmen zur Eliminierung der vorhandenen Schadstoffe im Grundwasser

Ziele:

- Möglichst rasche Reduktion des Schadstoffgehaltes
- Schwerpunkt auf toxikologisch kritischem Tetrachlorbutadien

Massnahmen:

- Optimierung der Grundwasserbewirtschaftung
- Altlastensanierung Feldreben, Auhafen
- Überprüfung Stand der Sanierung BP-Areal im Birsfelder Hafen. Eventuell Einbezug der Grundwasserproblematik Hardwald bei der laufenden Sanierung

- Überprüfung Stand der Untersuchungen der und Massnahmen für die Deponien auf deutscher Seite

7.2.3 Massnahmen zur Abwehr von Störfällen im Zuflussbereich der Brunnen im Hardwald

Ziel:

- Verhinderung einer schwerwiegenden Grundwasserkontamination

Massnahmen:

- Simulationsrechnungen mit Grundwassermodell
- Überprüfung der Risikoanalysen für Störfälle und der Massnahmenpläne (vgl. [72])
- Überprüfung von Einschränkungen im Umgang mit grundwassergefährdenden Substanzen
- Bereitstellung von Interventionsmitteln

7.2.4 Massnahmen zur Abwehr von Verschmutzungen des Rheinwasser-Infiltrates

Ziel:

- Verhinderung einer Infiltration von nicht tolerierbar belastetem Rheinwasser

Massnahmen:

- Überprüfung und gegebenenfalls Optimierung der Überwachung des Infiltrates
- Überprüfung der technischen Massnahmen zur Vorreinigung des Infiltrates
- Überprüfung und gegebenenfalls Optimierung des Frühwarnsystems

7.2.5 Massnahmen zur Optimierung der Grundwasserbewirtschaftung

Ziele:

- Aufrechterhaltung der heute grossräumig herrschenden Grundwasserfließverhältnisse
- Verhinderung eines Zuflusses von Schadstoffen aus Schadstoffquellen, die mit dem bestehenden Zustand keine Gefährdung darstellen

Massnahmen:

- Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung des Grundwassermodells
- Simulationsrechnungen für verschiedene Betriebszustände der Hardwasser AG
- Länderübergreifende Simulationsrechnungen für verschiedene Infiltrations- und Entnahmezustände
- Überprüfung neuer Brunnenstandorte
- Aufrechterhaltung der Rheinwasser-Infiltration
- Risikoabschätzung für Ausfall des Grundwasserbergs
- Optimierung des Grundwassermanagements (Infiltration und Entnahme) bei zeitweiligem geplantem (Unterhaltsarbeiten) oder ungeplantem (Rheinhochwasser oder hohe zeitweilige und erkannte Schadstoffbelastung des Rheinwassers) Unterbruch

7.3 Weiteres Vorgehen

Die vorliegenden Befunde lassen eine tendenzielle Abnahme der Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser des Hardwaldes vermuten (siehe auch [72]). Das Risiko einer Überschreitung der gesetzlichen Anforderungen an Trinkwasser ist somit bei Aufrechterhaltung des jetzigen hydraulischen Zustandes als gering einzustufen. Damit dieses Risiko genauer beurteilt werden kann, empfehlen wir, die Grundwasserüberwachung zu optimieren. Die vorliegende Risikobeurteilung beruht vor allem auf zwei Analysenkampagnen im März und Juli 2006 sowie neueren Analysenkampagnen der Jahre 2007 bis Frühjahr 2008. Analysen der IWB, die "Peripheriemessungen" der Hardwasser AG und die im Auftrag von Greenpeace durchgeführten Untersuchungen ergänzen das Bild. Über bisherige Bandbreiten der Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser und über die zeitabhängige räumliche Verbreitung im Hardwald können keine genügend sichere Aussagen getroffen werden. Eine Ausnahme bilden einzelne Brunnen der Hardwasser AG, welche 2007/08 relativ häufig beprobt wurden. Ziele einer optimierten Grundwasserüberwachung sind die Aktualisierung des Kenntnisstandes, die Ergänzung von Kenntnislücken sowie

Risikobeurteilung,
Empfehlung

eine bessere Erkennung der problematischen Schadstoffe, ihrer zeitlichen Schwankungen und räumlichen Verteilung; letzteres im Hinblick auf die frühzeitige Erkennung schleichender Verschmutzungen und als Erfolgskontrolle für durchgeführte Sanierungen.

Als Mittel zur Überwachung ist ein verbessertes Messprogramm vorzusehen. Ein solches muss im Detail erarbeitet werden. Folgende Aspekte sind u.a. zu berücksichtigen:

Messprogramm,
Aspekte

- Das Programm muss grossräumig ausgelegt, länderübergreifend und koordiniert sein. Eine Kombination bestehender Programme oder eine Messung und -beprobung ausgewählter und repräsentativer Messstellen ist denkbar. Ansätze liegen mit den neuesten Kampagnen 2007/08 vor.
- Die zu messenden Parameter sind zu koordinieren.
- Die Vielzahl der unterschieden Beobachtungsstellen (Trink-, Brauchwasserfassungen, Sanierungsbrunnen, Piezometer, etc.) sind zu erfassen und auf ihre Eignung (Probenahme-Tiefe, Geologie) und Relevanz für ein solches Programm zu prüfen.
- Die Zustände der Rheinwasser-Infiltration und der Grundwasserentnahmen sollten während der Beprobungen bekannt und möglichst vergleichbar sein. Die Grundwasserspiegel zur Zeit der Probenahme stellen eine wichtige Information dar und sollten immer gemessen werden.
- Eine Auswahl von Brunnen der Hardwasser AG ist einzeln zu beproben. Ein Auswahlkriterium ist die Belastung in der Umgebung (z.B. Tetrachlorbutadien). Je nach Resultaten ist die Beprobung anzupassen.
- Kenntnislücken sind im Detail zu überprüfen und gegebenenfalls mit Beobachtungsstellen (Piezometern) zu ergänzen. Wir sehen solche Lücken vor allem im Ortsgebiet Muttenz zwischen den Deponien Feldreben, Margelacker und Rothausstrasse.
- Um die Bandbreite der Schwankungen (z.B. saisonal, durch Rheinhochwasser und Rheinwasser-Infiltration bedingt) der Schadstoffkonzentrationen im Grundwasser eingrenzen und Änderungen der räumlichen Verteilung der Schadstoffe zu registrieren, ist eine hohe Mess- und Probenahmefrequenz notwendig (2-4x/Jahr, kritische Messstellen evtl. häufiger).
- Das Rheinwasser-Infiltrat der Hardwasser AG ist zur Beurteilung des möglichen Schadstoffeintrages in kürzeren Zeitintervallen als das Grundwasser zu analysieren (mindestens 1x/Monat). Ein Frühwarnsystem für Belastungen des Rheinwasser-Infiltrates ist in Betracht zu ziehen.
- Der Abstrombereich der Schadstoffquellen Feldreben und Auhafen muss eine ausreichende Anzahl Beobachtungsstellen aufweisen. Eine Überprüfung und gegebenenfalls Ergänzung ist notwendig. Die Überwachung kann ergeben, dass dies auch für weitere Schadstoffquellen der Fall sein kann.
- Die Ergebnisse der Messkampagnen sind laufend auszuwerten, sodass das Programm angepasst werden kann (z.B. Reduktion oder Ergänzung von Analysen oder Probenahmestellen) und vor allem die Risikobeurteilung überprüft werden kann.

Basierend auf den Erkenntnissen des Überwachungsprogramms sind die weiteren Schritte zu planen und gemäss Priorität umzusetzen. In Frage kommen z.B.

Weitere Schritte

- Sanierung von Altlasten
- Vertiefte Risikobetrachtungen (Störfallszenarien, relevante Gefährdungsbilder).
- Optimierung der Grundwassermodellierung.
- Optimierung der Grundwasserbewirtschaftung
- Erarbeitung von Interventionskonzepten

Die Notwendigkeit der Durchführung der verschiedenen Schritte kann nicht zum Vornherein festgelegt werden, sie wären bei Bedarf auszulösen. Wir empfehlen die Ausarbeitung eines Arbeitsprogramms, in welchem die verschiedenen Tätigkeiten und die Kriterien für ihre Auslösung festgelegt werden, sowie eine länderübergreifende Betrachtungsweise.

Baden, 4. September 2008

Matousek, Baumann & Niggli AG

Dr. Volker Lützenkirchen

Dr. Andrea Baumann

Anhang 1 - Liste der Unterlagen

- [1] Deponie Feldreben, Muttentz / BL, Schlussbericht Technische Untersuchung 1. Etappe. – SC + P, 31.01.2005, SO 966A.
- [2] Deponie Margelacker, Muttentz / BL, Schlussbericht Technische Untersuchung 1. Etappe. – SC + P, 31.01.2005, SO 966A.
- [3] Deponie Rothausstrasse, Muttentz / BL, Schlussbericht Technische Untersuchung 1. Etappe. - SC + P, 31.01.2005, SO 966A.
- [4] Deponie Feldreben Margelacker, Rothausstrasse, Muttentz / BL, Schlussbericht Technische Untersuchung 1. Etappe, Beilagenband A, (Auswertungen Untersuchungsergebnisse). - SC + P, 31.01.2005.
- [5] Deponie Feldreben Margelacker, Rothausstrasse, Muttentz / BL, Schlussbericht Technische Untersuchung 1. Etappe, Beilagenband B, (Feld- und Laborresultate). - SC + P, 31.01.2005.
- [6] Deponie Feldreben Margelacker, Rothausstrasse, Muttentz / BL, Schlussbericht Technische Untersuchung 1. Etappe, Beilagenband C, (Prüfberichte, Laborresultate Originale). - SC + P, 31.01.2005.
- [7] Kataster der belasteten Standorte Basel-Landschaft, Auszug aus eva3-Datenbank: Betriebsstandorte und Altlastenverdachtsflächen, Phase Ersterfassung, Stand 23.05.2006.
- [8] Untersuchung von belasteten Standorten, Technische Untersuchung. – SBB Proj. Nr. 0045: Pool Muttentz, Gruppe 2, Deponiestandorte und Gruppe 3, Betriebsstandorte, 28.03.2007.
- [9] Schlussbericht zu den Grundwassermodellen erstellt im Rahmen der Technischen Untersuchung Deponie Feldreben, Muttentz. – Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Basel, Abteilung Angewandte und Umweltgeologie, Projektleiter Dr. E. Zehnder, Mai 2006.
- [10] Positivliste Deponien Muttentz – Excel Tabelle der positiven Nachweise von Schadstoffen im Grundwasser in der Umgebung der Deponien Feldreben, Margelacker und Rothausstrasse. Drei Probenahmekampagnen: April 2004 (U1 Kamp1), Juli 2004 (U1 Kamp 2) und April 2006 (U2 Kamp 1). Erhalten vom AUE am 13.04.2007.
- [11] Peripheriemessungen Hardwald, durchgeführt von der Hardwasser AG. – Resultate der Jahre 1997, 1998, 2000, 2001, 2003, 2005.
- [12] Grundwasseruntersuchungen Deponien Muttentz, Untersuchungsetappe II: Trinkwasser Einzelstoffanalytik, Messkampagnen März, Juni und Juli 2006. – Prüfbericht RWB laboratoire SA, April 2007, Dossier 03E52.
- [13] Grundwasseruntersuchungen Deponien Muttentz, Untersuchungsetappe II: Trinkwasser Screenings, Messkampagnen März, Juni und Juli 2006. – Prüfbericht RWB laboratoire SA, April 2007, Dossier 03E52.
- [14] Jahres- und Monatsberichte der Rheinüberwachungsstation in Weil am Rhein (<http://www.aue.bs.ch/fachbereiche/gewaesser/rheinberichte.htm>).
- [15] Interreg II (2001): Erkundung der Grundwasserleiter und Boden im Hochrheintal. Ergebnisse und Karten. - Landratsamt Waldshut, Waldshut-Tiengen. Online-Karten unter http://www.grundwasserleiter-hochrhein.de/ir_init.html (Grundwasser-Gleichen, Geologie, Aquiferbasis, Grundwasser-Mächtigkeit).
- [16] Parameterliste Muttentz. – Zusammenstellung der Analysenergebnisse der Messkampagnen 2004 im Rahmen der 1. Etappe der Technischen Untersuchung der Deponien Feldreben, Margelacker und Rothausstrasse. Erhalten von A. Auckenthaler (AUE BL) am 06.03.2007.
- [17] Interview mbn mit Herrn U. Rohr, IG DRB, Norvartis International AG, 27.04.2007.
- [18] Interview mbn mit Herrn Dr. K. Jäggi, Kantonales Labor BL, 02.05.2007.
- [19] Interview mbn mit den Herren W. Märki und Th. Gabriel, Hardwasser AG, Hardwasser AG.
- [20] Interview mbn mit Herrn Dr. R. Hürzeler, IG DRB, Ciba Spezialitätenchemie AG, 07.05.2007.
- [21] Interview mbn mit Herrn J. Fleck, Frau E. de Haas, Herrn H. Herberg, Herrn W. Otto, alle Landratsamt Lörrach, Deutschland; ausserdem anwesend: Herr A. Auckenthaler AUE Basel-Landschaft, 01.06.2007.

- [22] Ablauf der Erkundung und geplante Sanierung der "Hirschackergrube". - Präsentation E. de Haas, LRA Lörrach, Fachbereich Umwelt, 17.04.2007.
- [23] Wittmann O., Hauber L., Fischer H., Rieser A. & Staehelin P (1970): Geologischer Atlas der Schweiz Blatt Basel, Nummer 59.
- [24] Bitterli - Brunner P., Fischer H. & Herzog P.(1984): Geologischer Atlas der Schweiz Blatt Arlesheim, Nummer 80.
- [25] Farbenspiel - Ein Jahrhundert Umweltnutzung durch die Basler chemische Industrie. - M. Forter, Chronos Verlag Zürich, 2000.
- [26] Hardwasser AG (2006): Hardwasser ist Trinkwasser – Wasseruntersuchungen 2006, Dokument-Nr. 80_56_Spurenst2_006.doc.
- [27] Rangierbahnhof Muttentz, Öl-Schadenfall 1971 (Unfallstandort SBB-EVA-Nr. U.0610), Ergebnisse von Untersuchungen i.R.d. qualitativen Grundwasserüberwachung 2005. – Memorandum der Holinger AG, Dr. D. Biehler an Herrn Dr. M. Stockmeyer, 23.05.2006, E1540.1000.
- [28] SBB Serviceanlage Muttentz/BL - Ölverunreinigung des Grundwassers im Frühjahr 2006, Massnahmen zum Schutz des Grundwassers, Schlussbericht. – Holinger AG, 06.11.2006, E-1540.1819/BID/HUG.
- [29] Telefonische Besprechung mit Paul Kuhn, SBB AG, Verantwortlicher Sicherheitsrisiken. – 07.06.2007.
- [30] Besprechung mit Herrn Heinz Argenton, AUE BL, Abteilung Boden- und Gewässerschutz, 04.04.2007.
- [31] Grundwasserschutzmassnahmen nach dem Brand der Lagerhalle 956 auf dem Sandoz-Areal Muttentz und Begleitung der Bodensanierung 1986-1994. – Bericht Holinger AG, 21.12.1994, E.1041.
- [32] Brand Sandoz Muttentz, Grundwasserüberwachung, Zusammenstellung der chemischen Analysen, Ausgabe 16. Wasseranalysen Juni 2000 bis Juni 2001 - Holinger AG, 13.08.2001, E-1041.1000/1.
- [33] AUE BL Jahresbericht 2005.
- [34] AUE BL Jahresbericht 2006.
- [35] Stieglitz, Roth. Kühn, Leger (1975): Das Verhalten von Organohalogenverbindungen. - Vom Wasser 47, S. 347-377.
- [36] Hansjörg Schmassmann: Grundwasseruntersuchungen Muttentz; Arbeitspapier zu einer Besprechung der bisherigen Ergebnisse, Wasserwirtschaftsamt Kanton Basel-Landschaft, Liestal 7.4.1981.
- [37] Rapport sur analyse des echantillons Brunnen, prélevés le 01 Mars 2006. - Analyses Suez Environment im Auftrag von Greenpeace Schweiz.
- [38] Rapport sur analyse des echantillons Brunnen, Rheinwasser et eau minerale prélevés le 07 Mai 2006. – Analyses Suez Environment im Auftrag von Greenpeace Schweiz.
- [39] Untersuchungsergebnisse Trinkwasserqualität im Jahre 2006, Einzelparameter. – Wasserlabor IWB, 22.03.2007.
- [40] Bericht über die Schadstoff-Untersuchungen im Rhein und im Trinkwasser im Jahre 1979. – IWB, 06. August 1980.
- [41] Gesundheitliche Risikobewertung der Trinkwasser-Rückstände in der Muttentzer Hard. – Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Lebensmittelsicherheit, 26.07.2006, <http://www.bag.admin.ch/themen/ernaehrung/00171/03117/index.html?lang=de>.
- [42] Toxicological profile for hexachlorobutadiene. – U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Mai 1994; www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp42.pdf.
- [43] Fields, J.A. und Sierra-Alvarez, R. (2004): Biodegradability of chlorinated solvents and related chlorinated aliphatic compounds. – Science dossier, Euro Chlor, University of Arizona.
- [44] Grundwassermodell Hardwald, Modellaufbau und Kalibrierung. - TK-Consult und Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Basel, August 1997.
- [45] Jahresberichte des Sicherheitsinspektorates des Kantons Basel-Landschaft. - Bericht 2005: <http://www.ngbl.ch/docs/parl-lk/berichte/2006/2006-040a.htm>.
- [46] Deponie Margelacker Muttentz / BL, Grundwasserüberwachung; Stand 2006, Beurteilung der Untersuchungsergebnisse nach AltIV, 30.03.2007, SO 966J.

- [47] Deponien Feldreben, Margelacker und Rothausstrasse in Muttenz. Historische Untersuchung und Ist-Zustandsaufnahme des Grundwassers. – Zusammenfassender Bericht des Projektteams auf der Basis des Berichts des Geotechnischen Instituts, 25. Januar 2002.
- [48] Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR). - <http://www.astra.admin.ch/themen/schwerverkehr/00246/index.html?lang=de>.
- [49] Spottke, I, Zechner, E., und Huggenberger, P. (2005): The southeastern border of the Upper Rhine Graben: a 3D geological model and its importance for tectonics and groundwater flow. – Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundschau) 94, S. 580-593.
- [50] Analyse von 11 Wasserproben auf polychlorierte Biphenyle (PCB); Bestimmung der 7 Indikator PCB und der 12 WHO-PCB. – Prüfbericht Nr. 1501 060419 P01, mas GmbH Münster (D), 31.10.2006. Mit Begleitbrief vom 01.11.2006 von Prof. Dr. Oehme, Institut für angewandte analytische Chemie, Arlesheim.
- [51] Grundwasserqualität im Raum Birsfelden-Muttenz-Schweizerhalle, Erkenntnisse und Ungereimtheiten aus einem Markierungsexperiment sowie aus spurenanalytischen Grundwasseruntersuchungen. - Wasserwirtschaftsamt Kanton Basel-Landschaft, Gewässerschutzlaboratorium Dr. B. Hurni, 15.02.1980.
- [52] Abriss der Ingenieurgeologie – H. Prinz und R. Strauss, 4. Auflage, 2006, Spektrum Verlag.
- [53] Umweltbericht beider Basel 2007, Störfallvorsorge Verkehrsweg Strasse. - <http://www.umweltberichtbeiderbasel.ch/Stoerfallvorsorge-Verkehrsweg-Strasse.52.0.html>.
- [54] Interne Aktennotiz über eine Besprechung mit Dr. Hj. Schmassmann i.S. Baugesuch der Transport-Union an der Kriegackerstrasse in Muttenz. Wasserwirtschaftsamt, 26.03.1979, Autor unklar.
- [55] Der Regierungsrat des Kantons Basel-Landschaft an den Landrat betreffend schriftliche Beantwortung der Interpellation von Landrätin Florianne Koechlin bezüglich Giffässer in Muttenz (79/125). – 05.November 1979.
- [56] Applied Hydrogeology. – Vierte Auflage 2001, Internationale Ausgabe, C.W. Fetter, Pearson Education International.
- [57] Stupp, H.-D., Bakenhus, A. und Lorenz, D. Grundwasserverunreinigungen durch CKW, Entwicklungen des Kenntnisstandes über vier Jahrzehnte. <http://dscweb.de/Publikationen/Grundw-CKW/gw-ckw.htm>.
- [58] Stupp, H.-D., Bakenhus, A., Gass, M., Schwaar, I. und Lorenz, D. (2006): Ausbreitung von CKW und MTBE im Grundwasser - Grundwassertransport und Fahnenlängen –Atlanten Spektrum 5/2006.
- [59] Grundwassergleichen der Hardwasser AG für die Stichtage 23.03.2004, 13.04.2004, 13.07.2007, 18.04.2006, 26.06.2006.
- [60] Zusammenfassender Bericht zur Detailuntersuchung (DU) der Altablagerung "Hornboden/Salzlände" auf der Gemarkung der Gemeinde Grenzach-Wyhlen (Kurzbericht). – Geotechnisches Institut, Eck/CR/3309BE02, 09.11.2005.
- [61] Medienmitteilung der IWB, 23.01.2007: "Erfolgreiche Trinkwasserüberwachung". - http://www.iwb.ch/de/medien/mitteilung.php?ID_news=246.
- [62] Grundwasser-Überwachungsprogramm. Ergebnisse der Beprobung 2006. - Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Juli 2007. <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/30330/>.
- [63] Industrielle Werke Basel: Analysedaten vom 11.01.2007 sowie 22.01.2007: Grundwasser Hard, Grundwasser Lange Erlen, Prüfberichte.
http://www.iwb.ch/media/Wasser/Dokumente/Qualitaetsdaten/analysedaten_tzw_070111.pdf.
http://www.iwb.ch/media/Wasser/Dokumente/Qualitaetsdaten/analysedaten_tzw_070122.pdf.
- [64] Plassche, E., Schwegler, A.: (2002) Hexachlorobutadiene. – United Nations Economic Commission for Europe, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Task Force on Persistent Organic Pollutants.
<http://www.unece.org/env/popsxg/2000-2003/hcbd.pdf>.
- [65] van der Grift, V., Gerritse, J. (2006): Occurrence and behaviour of organic substances in European groundwater. State-of-the-art knowledge on behaviour and effects of natural and anthropogenic

groundwater pollutants relevant for the determination of groundwater threshold values. Final reference report, Kapitel 6.

http://nfp-at.eionet.eu.int/Public/irc/eionet-circle/bridge/library?l=/deliverables/bridge_deliverable/deliverable_ch678910pdf/_EN_1.0_&a=d

- [66] Naqua-Grundwasserqualität in der Schweiz 2002/2003. – Bundesamt für Umwelt, Wald und Landwirtschaft und Bundesamt für Wasser und Geologie BWG (heute BAFU), Bern 2004.
<http://www.bafu.admin.ch/php/modules/shop/files/pdf/phpRTxi6.pdf>.
- [67] Montgomery, J.H. (1996): Groundwater chemicals desk reference. – 2nd Edition, Lewis Publishers.
- [68] Gesundheitliche Risikobewertung der Kontaminanten im Trinkwasser aus vier Trinkwasserbrunnen, MuttENZ, Messkampagne 2006. – Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Lebensmittelsicherheit, 18.06.2007.
- [69] Forter, M. (2007): Chemiemüll und Trinkwasser in MuttENZ 1957-2007. - Studie im Auftrag des Forums besorgter TrinkwasserkonsumentInnen (FbTK) und Greenpeace Schweiz, 12.02.2007
- [70] Deponie Feldreben MuttENZ / BL, Altlastenvoruntersuchung, Technische Untersuchung, 2. Etappe 2006; inkl. Beilagenbände B1 und B2. – Sieber Cassina + Partner AG, SO 966G, 24.09.2007.
- [71] Deponie Rothausstrasse MuttENZ / BL, Altlastenvoruntersuchung, Technische Untersuchung, 2. Etappe 2006; inkl. Beilagenband B2. – Sieber Cassina + Partner AG, SO 966G, 24.09.2007.
- [72] Schlussbericht Deponien Feldreben und Rothausstrasse: Gefährdungsabschätzung. – Sieber Cassina + Partner AG, FoBIG GmbH, Tecova AG, SO966H2, 04.10.2007.
- [73] Grundwasseranalysen AUE, Bereiche Hardwald und Schweizerhalle, Analysenresultate für Beprobungen zwischen Mai 2007 und Mai 2008. Datensatz (Excel-Tabelle) erhalten vom AUE BL am 29.05.2008.
- [74] Grundwasseranalysen Kantonales Labor BL, Bereich Hardwald, Analysenresultate für organische Schadstoffe für Beprobungen zwischen Mai 2007 und Mai 2008. Weitere Grundwasserdaten seit 1999. Datensatz (Excel-Tabelle) erhalten vom AUE BL am 03.06.2008.

Anhang 2 - Beantwortung der gestellten Fragen

- 1 Welches sind die Faktoren, die das Grund- und Trinkwasser im Gebiet Muttenz/Hardwald beeinflussen?
- 2 Was ist der Einfluss dieser Faktoren auf die Grund- und Trinkwasserqualität?
- 3 Gibt es Leit- oder Indikatorsubstanzen für diese Faktoren?
- 4 Wie ist die Situation für kritische Substanzen zu beurteilen?
- 5 Was sind die offenen Fragen in der Grundwasserzirkulation im Gebiet Muttenz/Hardwald?
- 6 Welche Kenntnisse müssen noch erarbeitet werden?

1 Welches sind die Faktoren, die das Grund- und Trinkwasser im Gebiet Muttenz/Hardwald beeinflussen?

Hauptfaktoren, welche die Grundwasserqualität im Gebiet Hardwald beeinflussen, sind die Grundwasserbewirtschaftung und die im Folgenden aufgeführten Schadstoffquellen. Zum jetzigen Zeitpunkt mit dem heutigen Grundwasserregime sind dies:

- Deponie Feldreben
- Areal Auhafen

Sollte sich das heutige Grundwasserregime ändern, beispielsweise durch Ausfall des Grundwasserberges oder den Grundwasserentnahmen in den massgebenden Brunnen (Hardwald, Schweizerhalle, Ciba-Grenzach, Florin-Brunnen), können weitere Schadstoffquellen in Erscheinung treten.

2 Was ist der Einfluss dieser Faktoren auf die Grund- und Trinkwasserqualität?

Von der Deponie **Feldreben** werden vor allem chlorierte Kohlenwasserstoffe u.a. in NW-Richtung zum Westrand des Hardwaldes transportiert. Die dort nachgewiesenen CKW-Konzentrationen überschreiten einige hundert Nanogramm pro Liter nicht. Hexachlorbutadien wurde im Deponiematerial sowie im Grundwasser in der höchsten im Hardwald gemessenen Konzentration am nördlichen Deponierand nachgewiesen. Tetrachlorbutadien als wahrscheinlich einziger toxikologisch kritischer Schadstoff wurde am Westrand des Hardwaldes und in einzelnen der westlichen Brunnen der Hardwasser AG in erhöhten Konzentrationen nachgewiesen. Ein Hexachlor- resp. Tetrachlorbutadien-Transport von Feldreben zu Brunnen der Hardwasser AG kann zwar nicht direkt bewiesen werden, aufgrund anderer Hinweise und Nachweise anderer Schadstoffe in diesen Brunnen erscheint dies aber plausibel.

Die im Hardwald nahe dem **Auhafen** nachgewiesenen Schadstoffe stammen wahrscheinlich aus dem Auhafengebiet (inklusive Rangierbahnhof). Es liegen uns jedoch keine detaillierten Unterlagen zu Verschmutzungen mit Kohlenwasserstoffen im Auhafengebiet vor.

3 Gibt es Leit- oder Indikatorsubstanzen für diese Faktoren?

Leitsubstanzen, anhand denen die Herkunft von in Brunnen nachgewiesenen Schadstoffen eindeutig nachgewiesen werden könnte, konnten nicht bestimmt werden: Die meisten im Grundwassermobilien relevanten halogenierten Kohlenwasserstoffe im Hardwald und Umgebung sind weit verbreitet und durch unterschiedliche Probenahmezeitpunkte und Analysenmethoden unterschiedlicher Qualität ist die Vergleichbarkeit der Analysenresultate eingeschränkt.

Im Folgenden werden die Substanzen genannt, welche einen Schadstofftransport von der Quelle in das Grundwasser des Hardwaldes in Verbindung mit anderen Kriterien plausibel erscheinen lassen.

Feldreben

- Hexachlorbutadien
- Tetrachlorbutadien
- Tetrachlorethen
- Trichlorethen

Mit Einschränkungen (ältere Analysen, einzelner Nachweis oder Nachweis nur in der Umgebung von Feldreben)

- 1,2-Dichlorethen
- 5-Methyl-3-Heptanon
- 1,1,1-Trichlorethan

Auhafen

- Tetrachlorbutadien
- Hexachlorbutadien
- Tetrachlorethen
- Trichlorethen
- Methansulfonanilid
- N-Butyl-Benzolsulfonamid
- BP86 und BP172 (im Screening 2006 nicht identifizierte Stoffe)

4 Wie ist die Situation für kritische Substanzen zu beurteilen?

Gemäss toxikologischer Bewertung durch das BAG ist die Konzentration von Tetrachlorbutadien den meisten einzelnen Brunnen der Hardwasser AG sowie weiterer Messstellen in deren Umgebung so hoch, dass bei einem Konsum von 2 l Trinkwasser pro Tag und Person (60 kg) die tolerierbare Aufnahmemenge überschritten würde. Die Tetrachlorbutadien-Konzentrationen im Mischwasser der Brunnen der Hardwasser AG - also das eigentliche Trinkwasser – liegen bei 11 von 13 Beprobungen 2007 bis Mai 2008 ebenfalls im kri-

tischen Bereich. Zeitliche und räumliche Variationen der Tetrachlorbutadien-Konzentrationen in Brunnen und Messstellen sind wahrscheinlich. Temporär höhere Konzentrationen als die bisher gemessenen sind wahrscheinlich.

Andere nachgewiesene Schadstoffe stellen gemäss toxikologischer Bewertungen durch das BAG keine Gefahren dar. Allerdings hat das BAG nur die Analysedaten der Muttener Brunnen (2005 & 2006), von Trinkwasser aus dem Hardwald (=Mischwasser der Grundwasserbrunnen, 2005) sowie Analysen 2007 der Muttener Pumpwerke beurteilt. Eine Beurteilung der Analysen 2006 aus dem Hardwald liegt uns nicht vor. Es lassen sich anhand der Referenzwerte (u.a. 75 ng/l für Tetrachlorbutadien) aber analoge Schlüsse ziehen. Es fehlt eine toxikologische Beurteilung von N-Butyl-Benzolsulfonamid, welches in den Muttener Brunnen nicht vorkommt. Temporär höhere Konzentrationen als die bisher gemessenen sind auch für diese nachgewiesenen Substanzen nicht auszuschliessen.

Eine Reihe weiterer Substanzen wurde in den bisherigen Screenings verzeichnet, aber nicht identifiziert. Ihre abgeschätzte Konzentration lag jeweils unter der festgelegten Bestimmungsgrenze von 500 ng/l. Eine toxikologische Bewertung fehlt dieser Substanzen fehlt. Es ist nicht völlig auszuschliessen, dass sich darunter kritische Substanzen befinden.

5 Was sind die offenen Fragen in der Grundwasserzirkulation im Gebiet Muttener/Hardwald?

- Abstrombereich von Feldreben Richtung Westrand des Hardwaldes: Wie erfolgt der genaue Fliessweg/Schadstofftransport? Unter welchen Bedingungen tritt ein Schadstofftransport von Feldreben in diese Richtung auf resp. wann keiner oder nur ein geringer?
- Unter welchen Bedingungen kommt es zu einem Grundwasserfluss und somit Schadstofftransport vom Auhafen Richtung Brunnen der Hardwasser AG und PW Auweg? Kann es zu einem Grundwasserfluss vom BP-Areal im Birsfelder Hafen bzw. von Deponien von deutscher Seite zu den Brunnen der Hardwasser AG kommen?
- In welchem Rahmen verändern sich die Grundwasserfliesswege bei Änderungen der künstlichen Rheinwasser-Infiltration und Entnahmeraten einzelner Brunnen oder Brunnengruppen der Hardwasser AG?

6 Welche Kenntnisse müssen noch erarbeitet werden?

- Auhafen: Identifikation der Quelle von Tetrachlorbutadien und möglicherweise kritischer, zum Teil nicht identifizierter Substanzen.
- Grundwasserzirkulation am Westrand des Hardwaldes sowie zwischen Auhafen und Birsfelder Hafen, inkl. deutsche Rheinseite (s.o.).