

76139 Karlsruhe, 30. September 2010
Abt. Umweltbiotechnologie und Altlasten,
Abt. Analytik
Dipl.-Geol. A. Müller, Dr. F. Sacher,
Dr. A. Tiehm

Altablagerungen und Deponien „Am Bruchhübel“, Bad Dürkheim

Wissenschaftliche Stellungnahme zu Pestizid- und Schadstoff-Analysen an Grund- und Oberflächenwasserproben

1 Veranlassung

Im Grundwasserabstrom der Altablagerung 33200002203 der BASF SE (AA -203 oder BASF-Feld 3) innerhalb der Mittelgruppe der Altablagerungen Bruchhübel bei Bad Dürkheim wurden in der Vergangenheit im Rahmen von umfangreichen Erkundungen Belastungen durch Pflanzenschutzmittel (PSM) und andere Schadstoffe festgestellt, die mit hoher Wahrscheinlichkeit aus dem BASF-Feld 3 ausgetragen werden (BCE 2007, BCE 2009).

Östlich von Feld 3 wurden zwischen der BASF-Altablagerung 3320000205 (AA -205 oder BASF-Feld 5) und dem Graben E35 in Schöpfproben aus einem Teich auffällig hohe AOX-Werte bestimmt, deren Ursache auf Basis des bisherigen Erkundungsstandes nicht erklärbar ist.

Das TZW wurde durch die Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd (SGD Süd) in Neustadt am 09.08.2010 beauftragt Pestizid- und Schadstoff-Analysen an Grund- und Oberflächenwasserproben aus dem Gebiet der Altablagerungen „Am Bruchhübel“, Bad Dürkheim durchzuführen.

Ziel der Untersuchungen war es,

- 1) Informationen darüber zu erhalten, welche Substanzen maßgeblich zu den AOX-Gehalten der Wasserproben beitragen,
- 2) zu prüfen, inwieweit bislang noch nicht analysierte Pestizide und Pestizid-Metabolite im Grund- und Oberflächenwasser nachweisbar sind, und
- 3) aufgrund der Substanz-Muster Hinweise darauf zu erhalten, ob die in den Wasserproben enthaltenen Schadstoffe auf das Feld 3 der BASF SE oder auf andere Eintragsquellen zurückzuführen sind.

2 Untersuchungsgebiet

vgl. Lageplan Anlage 1

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich der Altablagerungen Bruchhübel ca. 5 km östlich von Bad Dürkheim. Zwischen der Bundesstraße B37 bzw. der Landesstraße L527 und dem Oberen Bruchweg befinden sich innerhalb der Mittelgruppe die ehemaligen Deponien BASF-Feld 3, BASF-Feld 5, die Altablagerung 33200002-207 sowie die Bauschuttdeponie des Kreises Bad Dürkheim.

Westlich des BASF-Feldes 3 liegt innerhalb der Westgruppe die BASF-Altablagerung 33200002-204 (AA -204 oder BASF-Feld 4). Zur Westgruppe gehören auch die südlich gelegene Deponie Friedelsheim, die Altablagerung der Stadt Bad Dürkheim sowie zwei weitere Altablagerungen der BASF SE.

3 Untersuchungsprogramm

vgl. Lageplan in Anlage 1, TZW-Püfberichte in Anlage 2, Prüfberichte der Eurofins Institut Jäger GmbH in Anlage 3, TZW-Probenahmeprotokolle in Anlage 4, untersuchte Parameter in Tabelle 8-1 bis Tabelle 8-6

Nach Vorgabe der SGD Süd und des Landesamtes für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG) wurden insgesamt 15 Probenahmestellen auf das in Tabelle 3-1 dargestellte Untersuchungsprogramm untersucht. Die untersuchten Einzelsubstanzen und Analysemethoden können im Detail Tabelle 8-1 bis Tabelle 8-6 sowie den Prüfberichten in Anlage 2 entnommen werden. Die Lage der untersuchten Probenahmestellen können der Anlage 1 entnommen werden.

Tabelle 3-1: Übersicht über das Untersuchungsprogramm

Probenahmestellen	Untersuchungsumfang
„großer“ Analyseumfang: F15neu, BK3, F20, E35-2, Teich	Vor-Ort-Parameter, Organische Summenparameter, Ausgewählte Einzelsubstanzen (MCPP, 2,4-DP, Chloridazon, Naphthalin, Anilin), Phenoxyalkancarbonsäuren und weitere Pestizide, Pestizid-Metaboliten, Polychlorierte Dibenzodioxine und –furane, GC/MS-Screening (Chlorbenzole, Chlorierte und alkylierte Aniline, iso-Chloridazon)
„kleiner“ Analyseumfang: F05, F15neu, BK3, T14, F59, F54, F20, F22, E35-2, E35-4, F45, F23, Teich, T04, T05	Vor-Ort-Parameter, Organische Summenparameter, Ausgewählte Einzelsubstanzen (MCPP, 2,4-DP, Chloridazon, Naphthalin, Anilin), Chlorbenzole, Chlorierte und alkylierte Aniline, iso-Chloridazon*
<u>Schwermetalle:</u> F05, F20, E35-4, T04, T05	Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Eisen, Mangan, Kupfer, Zink, Uran

* nach Befunden dieser Substanzen in den GC/MS-Screenings an den Beprobungsstellen F15neu, BK3, F20, E35-2, Teich an allen untersuchten Messstellen quantifiziert

12 Grundwasserproben wurden mittels Pumpbeprobung und drei Oberflächenwasserproben mittels Schöpfbeprobung entnommen. Die Grund- und Oberflächenwasserbeprobungen wurden am 11., 12. und 17.08.2010 durch einen qualifizierten Probenehmer des TZW durchgeführt. Die Probenahmeprotokolle können der Anlage 4 entnommen werden.

4 Ergebnisse

vgl. Tabelle 8-1 bis Tabelle 8-6, Lageplan Anlage 1

4.1 Abstrom BASF-AA -203 (BASF-Feld 3)

Mit den Untersuchungen des TZW anhand von Grundwasserproben aus ausgewählten Messstellen im Abstrombereich der Altablagerung Feld 3 wurden die bisherigen, uns vorliegenden Untersuchungsergebnisse (Umweltlabor Westpfalz 2000, Zentrallabor des LFW 2000, Labor CAL-Darmstadt 2000, BCE 2007, BCE 2009, BASF 2010) bestätigt. In den Messstellen BK3, T14, F59, F54, F20, F22 wurden die bislang schon detektierten PSM Mecoprop (MCP), Dichlorprop (2,4-DP) und Chloridazon sowie die weiteren Verbindungen iso-Chloridazon, Naphthalin und Anilin in erhöhten Konzentrationen nachgewiesen. Dabei dominieren im unmittelbaren Abstrom (BK3) sowie im zentralen weiteren Abstrom (F20) MCP (350 bzw. 980 µg/L) und Chloridazon (38 bzw. 87 µg/L). Auch die bisherigen Befunde an MCP und Chloridazon aus dem Graben E35 wurden durch die Analyse von zwei Schöpfproben aus dem Oberflächenwasser (E35-2; E35-4) bestätigt.

Nach Aussage der in vorherigen Untersuchungen (BCE 2007, BCE 2009) festgestellten Fließrichtung strömt das Grundwasser im Bereich von Feld 3 in NNO- bis NO-Richtung und biegt mit der Annäherung des Grundwassers an das Entwässerungssystem nördlich der Altablagerungen (Graben E35, Entwässerungsgräben) in nördliche Richtung um. Der Graben E35 steht im Umfeld der Messstelle F20 im hydraulischen Kontakt mit dem kontaminierten Grundwasserabstrom von Feld 3. Ein Teil des kontaminierten Grundwassers strömt in den Graben E35 ein und mischt sich dort mit von Westen zuströmendem Oberflächenwasser des Grabens E35. In diesem Bereich befindet sich die Probenahmestelle E35-2. Das kontaminierte Oberflächenwasser folgt dem Grabenverlauf in NO-Richtung und weist bei Stelle 4 ca. 400 m unterstromig noch Belastungen durch MCP (3,5 µg/L) und Chloridazon (0,41 µg/L) auf. Die in BCE 2007, Anlage 5.2 eingezeichnete Grundwasserfließrichtung im Abstrom von Feld 3 ist auch in Anlage 1 eingezeichnet.

Im Bereich der höchsten Belastungen (u. a. F20) wird derzeit eine Aufbereitungsanlage betrieben. Die Anlage entnimmt einen Teil des kontaminierten Grundwassers und leitet das aufbereitete Wasser zwischen Stelle 2 und Stelle 4 in den Graben E35 ein. Die Analysedaten des Oberflächenwassers aus Stelle 4 sind daher auch vor dem Hintergrund der dem TZW nicht bekannten Beschaffenheit des eingeleiteten Ablaufwassers zu betrachten. Die elektrische Leitfähigkeit in der Stelle 4 ist mit rund 2.400 µS/cm mehr als doppelt so hoch wie in der Stelle 2. Der AOX weist trotz der um mehr als Faktor 10 reduzierten Leitschadstoffe MCP und Chloridazon einen auffällig geringen Rückgang von 170 auf 140 µg/L von Stelle 2 zu Stelle 4 auf. Ursache hierfür könnte eine verminderte Abreinigung des AOX in der Aufbereitungsanlage sein. Es ist zu erwarten, dass insbesondere polare chlorierte Verbindungen vergleichsweise schnell durch die Aktivkohle der Aufbereitungsanlage durchbrechen.

Ein anderer Teil des kontaminierten Grundwassers strömt gemäß den Untersuchungen von BCE 2007 und BCE 2008 unter dem Graben E35 in nördliche Richtung durch und biegt gemäß den Untersuchungen von BCE 2007 und BCE 2008 nördlich des Grabens E35 in östliche Richtung um. Nördlich des Grabens E35 werden in der Messstelle F22 noch deutlich erhöhte Belastungen mit PSM (230 µg/L MCP, 19 µg/L 2,4-DP) angetroffen.

Im Rahmen eines GC-MS-Screenings sowie weiterer Messungen konnten weitere Verbindungen detektiert werden, die vermutlich ebenfalls aus dem BASF-Feld 3 ausgetragen werden. Dazu gehören Chlormethylphenole, chlorierte Phenole (jeweils in BK3 und F20), Dichlorbenzole (BK3, F20, F54, T14) sowie chlorierte und alkylierte Aniline (BK3, F20, F54, E35-2). Die Konzentrationen liegen je nach Substanz und Messstelle zwischen rund 1 µg/L und max. 50 µg/L (Chlormethylphenole). Eine weitere zu nennende Substanz ist Triphenylphosphinoxid (TPPO). TPPO fällt bekanntermaßen als Reaktions-/ Abfallprodukt bei der Vitamin-A-Synthese an, wie sie bei der BASF in der Vergangenheit durchgeführt wurde (Knepper et al. 1999). TPPO wurde in den Probenahmestellen F15, BK3 und E35-2 nachgewiesen.

Insgesamt kann anhand der punktuellen Schadstoff-Befunde an den im Rahmen dieser Untersuchung ausgewählten Messstellen sowie der in BCE 2007 und BCE 2009 beschriebenen Strömungsverhältnisse die in BCE 2009 skizzierte Fahnenausdehnung nachvollzogen werden. Danach dehnt sich die MCP/2,4-DP/Chloridazon-Fahne von Feld 3 (BK3) in nördliche Richtung bis zum Graben E35 (F20, E35-2) und darüber hinaus bis mindestens zur Messstelle F22 hin aus. Die höchsten Belastungen werden in der Messstelle F20 unmittelbar südlich des Grabens E35 angetroffen. Im Hinblick auf die seitliche

Abgrenzung quer zur Strömungsrichtung wurden stichprobenartig die Messstellen T14, F59 und F54 herangezogen. Dabei bestätigten die nur geringen Befunde bzw. negativen Befunde im Hinblick auf die Leitschadstoffe MCPP, 2,4-DP und Chloridazon in den Messstellen T14, F59 die in BCE 2007 und BCE 2009 dargestellten Erkundungsdaten. Die nördlich der Messstelle F59 gelegene Messstelle F54 weist noch erhöhte Konzentrationen an MCPP und Chloridazon auf.

4.2 Messstelle F05 südlich von BASF-Feld 3

In der Messstelle F05 wurden die im Abstrom von Feld 3 detektierten typischen Leitschadstoffe (u. a. MCPP und Chloridazon) nicht nachgewiesen. Die Messstelle F05 liegt etwa 400 m südwestlich von Feld 3 auf einer Hochebene inmitten landwirtschaftlich genutzter Flächen. Westlich der Messstelle liegt die Hausmülldeponie Friedelsheim.

4.3 Messstelle F15neu nordwestlich des BASF-Feldes 3

An der Messstelle F15neu wurden – wie auch schon in den vergangenen Untersuchungen – geringe Belastungen durch MCPP und Chloridazon nachgewiesen. Weiterhin wurde auch hier in Spuren TPPO bestimmt. Nach der in BCE 2007 und BCE 2009 beschriebenen Grundwasserströmungsrichtung im Bereich von Feld 3 liegt diese Messstelle wahrscheinlich im Grundwasserabstrom der AA -204 (BASF-Feld 4). Feld 4 gehört zu den BASF-Altdeponien der „Westgruppe“.

4.4 Messstellen F23, F45 und Beprobungsstelle Teich sowie östliche Randmessstellen

In den Messstellen F23, F45 und Teich sowie den östlichen Randmessstellen (T04, T05) wurden die im Abstrom von Feld 3 nachgewiesenen Leitsubstanzen nicht nachgewiesen. Nach der in BCE 2007 und BCE 2009 beschriebenen Grundwasserströmungsrichtung im Bereich von Feld 3 liegen diese Beprobungsstellen wahrscheinlich im Grundwasserabstrom der AA -205 (BASF-Feld 5). Aus den Negativbefunden sowie der in vorherigen Untersuchungen beschriebenen nordost- bis nordwärts gerichtete Grundwasserfließrichtung (BCE 2007, BCE 2009) lassen sich keine Hinweise ableiten, die auf eine Ausbreitung der aus der kontaminierten Fahne im Abstrom von Feld 3 stammenden Schadstoffe über das Grundwasser zu den genannten Probenahmestellen deuten.

4.5 Belastungen durch Pestizid-Metaboliten

Die Bereiche nördlich und südlich der Altablagerungen werden landwirtschaftlich bewirtschaftet. Bei der Probennahme durch den TZW-Probennehmer war ersichtlich, dass die Flächen im Bereich der Messstelle F05 für den Weinanbau genutzt werden.

Durch den aktuellen Einsatz von PSM kann es zu Einträgen von Pestiziden und Pestizid-Metaboliten in das Grundwasser oder umliegende Oberflächenwasser kommen. An fünf ausgewählten Probenahmestellen (BK 3, F15neu, F20, E35-2 und Teich) wurde daher im Rahmen des „großen“ Analyseumfangs (vgl. Tabelle 3-1) u. a. auch ein umfangreiches Screening auf Pestizide und Pestizid-Metaboliten durchgeführt, um die Befundsituation zu klären.

An allen fünf Probenahmestellen wurden die PSM-Metabolite Desphenyl-Chloridazon (DPC) und N,N-Dimethylsulfamid (DMS) nachgewiesen. Weiter wurde der Metabolit 2,6-Dichlorbenzamid in gegenüber DPC und DMS geringeren Konzentrationen in drei der fünf untersuchten Messstellen bestimmt. Weitere in Spuren nachgewiesene PSM-Metaboliten können der tabellarischen Zusammenstellung in Tabelle 8-2 entnommen werden.

2,6-Dichlorbenzamid ist ein Abbauprodukt von Dichlobenil, das als Herbizidwirkstoff breite Anwendung u. a. im Weinanbau findet (Sturm et al. 2007). 2,6-Dichlorbenzamid wurde in Konzentrationen bis 2 µg/L angetroffen. DMS ist ein Hauptmetabolit des Fungizids Tolyfluanid, welches ebenfalls im Weinanbau eingesetzt wird (Stieber et al. 2007, Brauch et al. 2008). Die Registrierung von Tolyfluanid wurde im Frühjahr 2007 in fast allen EU-Ländern suspendiert bzw. zurückgezogen (Brauch et al. 2008). Die Konzentrationen liegen in den untersuchten Grundwassermessstellen zwischen rund 0,40 und 1,8 µg/L; die Schöpfprobe aus dem Teich enthielt knapp 10 µg/L DMS.

Die genannten zwei Metaboliten sind vergleichsweise persistent und mobil und werden im Grundwasser im Bereich von Weinanbaugebieten häufig angetroffen. Sie besitzen keine herbizide bzw. fungizide Wirkung, sind toxikologisch und ökotoxikologisch unkritisch und werden als nicht relevant im Sinne der Trinkwasserverordnung eingestuft (Sturm et al. 2007, Stieber et al. 2007, Brauch et al. 2008). Allerdings kann bei Einsatz einer Ozonierung in einer Aufbereitungsanlage aus DMS das kanzerogene und genotoxi-

sche NDMA (N-Nitrosodimethylamin) entstehen (Brauch 2008, Lee et al. 2008). Bei der Prüfung einer möglichen Aufbereitung des kontaminierten Grundwassers im Abstrom von Feld 3 mit Ozon muss daher die mögliche Bildung von toxischen Metaboliten wie NDMA berücksichtigt werden.

Die Ausgangsprodukte Dichlobenil und Tolyfluanid der beiden genannten PSM-Metabolite wurden in keiner der untersuchten Messstellen nachgewiesen.

Die Befunde an 2,6-Dichlorbenzamid, DMS sowie der weiteren nur in Spuren nachgewiesenen Pestizid-Metaboliten (Chlorthalonil S-Metabolit, Metazachlor C-Metabolit, CGA 62826/NOA 409045, CGA 108906, NOA 413163, CGA 321113, BH 635-4/635M01) gehen daher möglicherweise auf die landwirtschaftliche Nutzung der untersuchten Flächen zurück.

Die höchsten Konzentrationen der detektierten PSM-Metabolite weist DPC (Chloridazon-Metabolit B) auf. In Spuren wurde auch Methyldesphenylchloridazon (Metabolit B1) nachgewiesen. Die Konzentrationen an DPC sind im Bereich des Grabens E35 (F20, E35-2) mit Werten von 20 bzw. 38 µg/L, jedoch auch im Teich mit 26 µg/L erhöht.

DPC und Metabolit B1 sind Metaboliten des Herbizides Chloridazon. Der PSM-Wirkstoff Chloridazon wird in der Landwirtschaft seit vielen Jahren insbesondere im Zuckerrübenanbau eingesetzt. Daneben wird es jedoch auch beim Anbau der Nutzpflanzen Mangold und Rote Beete eingesetzt. Beide Chloridazon-Metaboliten gelten als vergleichsweise persistent (Brauch et al. 2008). DPC weist im Boden ein hohes Versickerungs-Potential auf und ist im Grundwasser mobiler als Chloridazon selbst, wird jedoch gegenüber Mecoprop etwas stärker zurück gehalten (vgl. Tabelle 4-1). Insgesamt ist für die genannten Substanzen ein Eintrag über die Landwirtschaft denkbar. Gleichzeitig können die Altdeponien als Eintragsquelle nach derzeitigem Kenntnisstand nicht ausgeschlossen werden.

Tabelle 4-1: K_{OC}-Werte für MCPP, DPC und Chloridazon

Substanz	log K _{OC}
Mecoprop (MCP) ^{1, 2, 3}	0,72 – 1,5
Desphenyl-Chloridazon (DPC) ³	1,7
Chloridazon ³	2,3

1 Helweg, A. (1993)

2 Department of the Environment (1994)

3 AERU (2010)

4.6 Nachweis von 1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzodioxin

In zwei von fünf Proben (F15, Teich) wurde knapp über der Nachweisgrenze von 5,6 pg/L 1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzodioxin (Hp CDD) detektiert.

Die Toxizität (Giftigkeit) von Dioxinen wird durch das sogenannte Toxizitätsäquivalent (TEQ) in Relation zur Toxizität des hochgiftigen 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxins (TCDD, „Seveso“-Dioxin) gesetzt. Die TEQ geben an, welcher Menge an TCDD das in Frage stehende Gemisch aus Polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen (PCDD/PCDF) in seiner toxischen Wirkung entspricht. Der Toxizitätsäquivalenzfaktor (TEF) des TCDD ist mit 1 festgelegt. Durch Multiplikation der gemessenen Konzentration des jeweiligen Kongeners mit dem entsprechenden TEF und anschließender Addition der so gewichteten Konzentrationswerte ergibt sich diejenige Konzentration, von der die gleiche toxische Wirkung ausgehen würde wie von TCDD. Grundlage für die Erstellung der TEF ist die Annahme, dass die einzelnen Kongenere grundsätzlich das gleiche Wirkungsprinzip, jedoch unterschiedliche Wirkungsstärken aufweisen.

Der TEF nach NATO-CCMS und WHO für das nachgewiesene Hp CDD wird jeweils mit 0,01 angegeben. Hp CDD wird danach um den Faktor 100 geringer toxisch eingestuft als das hochgiftige TCDD (Tabelle 4-2).

Tabelle 4-2: Internationale toxische Äquivalenzfaktoren nach NATO-CCMS 1998 (I-TEF) und der Weltgesundheitsorganisation nach Van den Berg 1998 und Van den Berg 2005 (WHO-TEF 1998, WHO-TEF 2005), aus: Umweltbundesamt 2010.

Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD)	I-TEF	WHO-TEF 1998	WHO-TEF 2005
2,3,7,8-TCDD	1	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	0,5	1	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	0,01	0,01
OCDD	0,001	0,0001	0,0003

Für die zwei Positiv-Befunde an Hp CDD werden daher die I- bzw. WHO-TEQ-Konzentrationen einheitlich mit 0,062 pg/L bzw. 0,0562 pg/L bestimmt.

Nach Bussian et al. 2010 liegen in Deutschland ubiquitäre Belastungen durch Dioxine/PCB (überwiegend Dioxine) in der Größenordnung von 5 – 25 ng TEQ/kg Boden vor und liegen damit unterhalb der Grenzwerte für Böden nach BBodSchV (niedrigster Maßnahmewert für Kinderspielplätze 100 ng I-TEQ/kg Boden). Die Dioxingehalte werden dabei wesentlich durch OCDD dominiert und von Hp CDD begleitet (Bussian et al. 2010). Dioxine entstehen unerwünscht bei Verbrennungsprozessen in Anwesenheit von Chlor und organischem Kohlenstoff und können auch bei Waldbränden entstehen (Umweltbundesamt 2010). Aufgrund der extrem geringen Löslichkeit und der hohen Hydrophobizität werden diese Verbindungen im Grundwasser partikulär transportiert (Persson et al. 2008, Hofmann & Wendelborn 2007). Dabei kann die Polarität von organischem Material im Wasser die Sorptionsneigung von Hp CDD herabsetzen (Tanaka et al. 2004).

Die Proben mit positiven Befunden an Hp CDD waren auffällig durch eine schwache Trübung (F05) bzw. durch eine Gelbfärbung (Teich), was jeweils auf Partikel/Kolloide in den Proben hinweist. Nach dem aktuellen Stand des Wissens ist daher das gefundene Hp CDD in den zwei Wasserproben sehr wahrscheinlich partikulär gebunden. Es ist zu berücksichtigen, dass es bei einem partikelgebundenen Transport zu einer Anreicherung der Substanz am Sediment kommen kann.

4.7 Vergleich der detektierten Schadstoffe mit den organischen Summenparametern

Entsprechend der hohen organischen Fracht aus Feld 3 weisen auch die organischen Summenparameter absorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX), gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) und der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) in diesen Bereichen hohe Werte auf.

Die im Zusammenhang mit der Altablagerung Feld 3 identifizierten chlorierten Einzelsubstanzen (Summenwerte Chlorid) an den höher belasteten Messstellen BK3, F20, F22 tragen zu einem Anteil zwischen rund 10 und 30 % an den AOX-Gehalten (320 µg/L bis 1.300 µg/L) bei (vgl. Markierung, Tabelle 2).

Tabelle 4-3: Summe der identifizierten chlorierten Einzelsubstanzen (als CI) im Vergleich zum AOX sowie das daraus berechnete Verhältnis; Summe aller untersuchten organischen Substanzen (gemessene Konzentrationen) im Vergleich zum DOC bzw. CSB

Lage der Messstelle	Messstelle	Σ CI in den chlorierten Einzelsubstanzen	AOX	Σ CI in den chlorierten Einzelsubstanzen / AOX	Σ organische Substanzen	DOC	CSB			
		$\mu\text{g Cl} / \text{L}$	$\mu\text{g Cl} / \text{L}$	-	mg/L	mg/L	mg/L			
südlich BASF-Feld 3	F05	alle < BG	31	-	alle < BG	2,6	< 5			
Bereich BASF-Feld 4	F15	0,55	160	0,0035	0,0041	12	29			
Fahne Abstrom BASF-Feld 3	unmittelb. Abstrom AA	BK3	87	320	0,27	0,47	15	47		
	Fahnenrand	westl. Fahnenrand	T14	0,14	< 5	0,00030	1,8	< 5		
		östl. Fahnenrand	F59	0,051	73	0,00069	0,00031	8,2	19	
			F54	10	120	0,086	0,053	8,8	21	
	zentrale Abstromlinie	oberstromig	Graben E35	F20	238	1.300	0,18	1,4	70	190
		unterstromig	F22	44	360	0,12	0,25	27	77	
		Graben E35	E35-2	16	170	0,094	0,091	32	78	
Graben E35	E35-4	0,64	140	0,0046	0,0039	21	52			
Bereich BASF-Feld 5	F45	alle < BG	22	-	alle < BG	2,5	< 5			
	F23	alle < BG	37	-	alle < BG	4,1	8,3			
	Teich	6,5	160	0,041	0,037	50	160			
östl. Randmessstellen	T04	alle < BG	< 5	-	alle < BG	1,7	5,8			
	T05	alle < BG	10	-	alle < BG	1,6	< 5			

Auffällig ist das niedrige Verhältnis der identifizierten chlorierten Einzelsubstanzen zum AOX an der Stelle 4 im Graben E35.

Auch in der Messstelle F15neu ist der AOX-Befund mit 160 $\mu\text{g/L}$ hoch und nur zu einem sehr kleinen Teil auf die dort detektierten chlorierten Einzelsubstanzen zurück zu führen.

In der Messstelle F05 wird mit 31 $\mu\text{g/L}$ ebenfalls ein noch vergleichsweise hoher AOX gemessen, der möglicherweise auf Grundwasseremissionen aus der Hausmülldeponie Friedelsheim zurückgeht.

Auch die mit 22 und 27 $\mu\text{g/L}$ in einem ähnlichen Bereich liegenden AOX-Werte der Messstellen F23 und F45 gehen sehr wahrscheinlich auf Grundwasseremissionen aus der unmittelbar südwestlich gelegenen BASF-Altdeponie -205 zurück.

Dagegen weist die Schöpfprobe aus einem rund 200 m nordöstlich der Altdeponie gelegenen Teich mit 160 $\mu\text{g/L}$ einen deutlich erhöhten AOX auf. Ältere AOX-Bestimmungen aus dem Teich zeigen ähnliche Werte. Mit den dort nachgewiesenen PSM-Metaboliten ist allerdings nur ein sehr kleiner Teil (rund 4 %) des AOX erklärbar.

In den etwa 400 m nordöstlich bzw. nordnordöstlich dieser Altablagerung gelegenen Randmessstellen T04 und T05 ist der AOX dagegen unauffällig.

5 Bewertung und Empfehlungen für das weitere Vorgehen

Die Kontamination des Grundwassers im Abstrom der Altablagerung Feld 3 der BASF AG sowie im Oberflächenwasser des Entwässerungsgrabens E35 wurde durch den Nachweis der Leitschadstoffe (insbesondere MCPP und Chloridazon) bestätigt und durch den Nachweis weiterer chlorierter Schadstoffe (Chlormethylpenole, Chloraniline, Dichlorbenzole und Chlorphenole) ergänzt. Die Chlorid-Summenwerte der identifizierten chlorierten Einzelsubstanzen in den Messstellen der Fahne von Feld 3 machen einen Anteil zwischen rund 10 und 30 % an den gemessenen AOX-Befunden aus.

In den Probenahmestellen östlich der bekannten Fahne von Feld 3 waren die genannten chlorierten Substanzen nicht nachweisbar.

Mit Hilfe eines Screenings auf PSM-Metabolite wurden neben den bekannten Schadstoffen die bislang noch nicht detektierten Abbauprodukte DPC, DMS und Dichlorbenzamid in den untersuchten fünf Stichproben (westlich der Fahne von Feld 3 sowie in und östlich der Fahne) nachgewiesen. DMS und Dichlorbenzamid gehen möglicherweise auf den Einsatz ihrer Ausgangsstoffe Tolyfluamid bzw. Diclobenil als Pestizide im Weinanbau am Standort zurück. DPC ist ein Metabolit von Chloridazon, das als PSM insbesondere im Zuckerrübenanbau, aber auch beim Anbau der Nutzpflanzen Mangold und Rote Beete eingesetzt wird. Die Befunde von DPC können auch aus dem Austrag und mikrobiellen Abbau von Chloridazon aus der BASF-Altablagerung Feld 3 resultieren, sofern die untersuchten Beprobungsstellen im Abstrom der Kontaminationsfahne von Feld 3 liegen oder in Kontakt mit dem Entwässerungsgraben E35 stehen. Insgesamt muss der Eintrag der genannten Substanzen über die Landwirtschaft in Erwägung gezogen werden. Gleichzeitig sind aber die Altdeponien als mögliche Eintragsquellen nach derzeitigem Kenntnisstand nicht auszuschließen.

Der in der Schöpfprobe des etwa 200 m abstromig der BASF-Altablagerung -205 gelegenen Teiches festgestellte erhöhte AOX-Wert kann nur zu etwa 4 % auf die dort nachgewiesenen chlorierten PSM-Metabolite zurückgeführt werden. Noch niedriger ist der Aufklärungsgrad des AOX in der Messstelle F15 im Abstrom der westlich von Feld 3 gelegenen BASF-AA -204 und an Stelle 4 im Graben E35. Auch im mutmaßlichen Abstrom der Hausmülldeponie Friedelsheim ist der AOX noch auffällig, obwohl hier keine chlorierten Einzelsubstanzen identifiziert werden konnten. Es gibt daher auch nach den umfangreichen Analysen am TZW derzeit keine Einzelsubstanz-Aufklärung für die auffälligen AOX-Werte in den genannten Messstellen.

Der erhöhte AOX-Gehalt im Teich kann derzeit im Gegensatz zu den Grundwässern in den Messstellen F15 und F05 (im Abstrom von BASF-Feld 4 bzw. im Abstrom der Hausmülldeponie Friedelsheim) sowie dem Oberflächenwasser an Stelle 4 im Graben E35 (erhöhter AOX aufgrund der Einleitung von aufbereitetem Grundwassers in den Graben) keiner Quelle zugeordnet werden, da die AOX-Werte in den oberstromigen Messstellen F23 und F45 im unmittelbaren Abstrom der BASF-Altablagerung -205 unauffällig sind.

Der Teich liegt nach den bisherigen Untersuchungen in BCE 2007 und BCE 2009 nicht im Grundwasserabstrom von Feld 3. Im untersuchten Teich werden keine für die Fahne typischen Leitschadstoffe nachgewiesen. Es ist daher nach derzeitigem Kenntnisstand unwahrscheinlich, dass die DPC- bzw. AOX-Gehalte aus der Schöpfprobe des Teiches auf die Kontamination des Grundwassers von Feld 3 zurückzuführen sind.

Es sollte daher zunächst geprüft werden, ob die nachgewiesenen Chloridazon-Metabolite auf einen gegenwärtigen oder vergangenen Einsatz des Herbizides Chloridazon im Untersuchungsgebiet zurückgehen, d.h. ob im Einzugsgebiet der untersuchten Messstellen Flächen für den Anbau von Zuckerrüben, Mangold oder Rote Beete genutzt wurden.

Da anhand der Probe aus dem Teich eine Einzelsubstanzaufklärung des AOX mit vertretbarem Aufwand am TZW derzeit nicht möglich ist, kann eine toxikologische Bewertung der Belastung in Erwägung gezogen werden. Dabei ist aber zu prüfen, welches toxikologische Verfahren ausreichend empfindlich ist, um in diesen Konzentrationsbereichen Aussagen zu ermöglichen.

Wir empfehlen, die Quelle für den hohen AOX im Teich näher zu untersuchen. Dazu bietet sich eine stufenweise Vorgehensweise an:

- Vor-Ort-Begehung mit Überprüfung des Teiches auf ggf. versteckte Zu- oder Abflüsse (z.B. unterirdische Kanäle, zugewachsene Gräben), die eine Einleitung von AOX-belastetem Oberflächenwasser in den Teich ermöglichen.

chenwasser aus dem oberstromigen Gebiet (Deponien, Autobahn bzw. Bundes-/Landesstraße, landwirtschaftliche Nutzflächen) oder vom Entwässerungsgraben E35 in den Teich ermöglichen; Beprobung der entsprechenden Wässer, wenn Verbindungen lokalisiert werden können.

- Ergeben sich keine Hinweise auf oberirdische Zu- oder Abflüsse, sollte im nächsten Schritt das Grundwasser zunächst zwischen Teich und den oberstromig gelegenen Flächen (Deponie, Bundesstraße, landwirtschaftliche Nutzflächen) durch geeignete Messstellen untersucht werden. Hierbei sollte geprüft werden, ob
 - a. die angenommene nördliche Grundwasserfließrichtung zutrifft,
 - b. sich die Befunde des AOX sowie der Pestizid-Metaboliten (insbesondere von DPC) im Teich erklären und sich auf eine oberstromige Quelle zurückführen lassen.

Sollten sich auch hieraus keine Hinweise für die Quelle des AOX bzw. für die Herkunft des Desphenyl-Chloridazon ergeben, sollte nach möglichen hydraulischen Verbindungen zu Feld 3 gesucht werden. DPC ist aufgrund seiner Eigenschaften vergleichsweise mobil und kann gegenüber den im Abstrom von Feld 3 nachgewiesenen Pestiziden Mecoprop und Chloridazon in Abhängigkeit möglicher mikrobiologischer Abbauprozesse ggf. höhere Ausbreitungsweiten erreichen. Sollte daher ein hydraulischer Kontakt des Teiches zu Feld 3, der kontaminierten Abstromfahne oder dem Graben E35 bestehen, sind Befunde durch DPC ohne Befunde der Leitsubstanz Mecoprop grundsätzlich nicht auszuschließen.

Um die Veränderungen der Substanzmuster beurteilen zu können, sind Kenntnisse ihres Sorptions- und Abbauverhaltens notwendig. Die Sorption kann in erster Näherung anhand der physikalisch-chemischen Eigenschaften (Wasserlöslichkeit, Oktanol/Wasser-Verteilungskoeffizient k_{ow}) unter Berücksichtigung des organischen Kohlenstoff-Anteils des Sediments abgeschätzt werden. Der mikrobielle Abbau wird stark von den hydrochemischen Randbedingungen (z. B. Verfügbarkeit von Elektronenakzeptoren) und dem vorliegenden Substratspektrum beeinflusst. Es wird empfohlen, diesbezüglich Standort-spezifische Untersuchungen durchzuführen.

6 Fazit

Bezugnehmend auf die Zielstellung des Auftrages an das TZW (s. Kapitel 1) kann aus den Untersuchungsergebnissen zusammenfassend das folgende Fazit gezogen werden:

- 1) An den Messstellen mit den höchsten AOX-Gehalten (rd. 300 - 1.300 µg/L) konnten die für den AOX maßgeblichen Einzelsubstanzen zu einem Anteil zwischen rund 10 und 30 % bestimmt werden. Dies sind die Pflanzenschutzmittel MCP, Chloridazon und 2,4-DP sowie iso-Chloridazon, Chlorphenole (insbesondere Chlormethylphenole), Dichlorbenzole und chlorierte Aniline. Erhöhte AOX-Befunde an den anderen untersuchten Probenahmestellen (rd. 20 - 170 µg/L) konnten dagegen nur zu sehr geringen Anteilen (1 - 10 %) aufgeklärt werden. Maßgebliche Einzelsubstanzen sind hier die Pestizidmetaboliten Desphenyl-Chloridazon sowie teilweise auch 2,6-Dichlorbenzamid.
- 2) Im Grundwasser und Oberflächenwasser wurden die in vorherigen Untersuchungen bislang noch nicht untersuchte Gruppe der Chloraniline sowie die Pestizid-Metaboliten Desphenyl-Chloridazon und N,N-Dimethylsulfamid nachgewiesen. 2,6-Dichlorbenzamid wurde in drei von fünf untersuchten Stellen bestimmt. Darüber hinaus konnten acht weitere Pestizid-Metaboliten in Spurenkonzentration < 1 µg/L detektiert werden.
- 3) Substanzmuster und Schadstoffverteilung am Standort belegen, dass die Pflanzenschutzmittel MCP, Chloridazon und 2,4-DP sowie iso-Chloridazon auf das Feld 3 der BASF SE zurückgeführt werden können. Der Nachweis der Pestizid-Metabolite N,N-Dimethylsulfamid und 2,6-Dichlorbenzamid legt die Vermutung nahe, dass diese in Folge des Einsatzes der Herbizide Tolyfluanid und Diclobenil im Weinanbau gebildet wurden. Eine Herkunft aus anderen Eintragsquellen kann aber nicht ausgeschlossen werden. Derzeit noch ungeklärt ist die Herkunft von Desphenyl-Chloridazon, das beim mikrobiologischen Abbau von Chloridazon entsteht. Desphenyl-Chloridazon wird möglicherweise in Folge des landwirtschaftlichen Einsatzes von Chloridazon gebildet. Da Chloridazon in erhöhten Konzentrationen aus dem BASF-Feld 3 ausgetragen wird, ist das BASF-Feld 3 als mögliche Quelle nicht auszuschließen. Auch bleibt der erhöhte, analytisch nur unzureichend spezifizierbare AOX-Gehalt in einem Teich östlich von Feld 3 derzeit noch ungeklärt, da hier die in der Fahne von Feld 3 nachgewiesenen typischen Schadstoffe nicht detektiert werden konnten.

Für Rückfragen stehen wir gerne zur Verfügung.

DVGW-TECHNOLOGIEZENTRUM WASSER

Karlsruhe, den 30. September 2010

i. V.



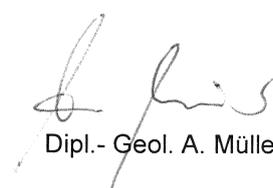
Dr. A. Tiehm

i. A.



Dr. F. Sacher

i. A.



Dipl.-Geol. A. Müller

7 Literatur

- AERU (Agriculture & Environment research unit), The PPDB Pesticide Properties DataBase (2010):** <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/>
- BASF SE, Ludwigshafen (2010):** Grundwasserüberwachung Deponien am Bruchhübel, Bad Dürkheim Lageplan Messstellen, Analysenergebnisse, Ganglinien ausgewählter Parameter, Frühjahr 2010.
- Baumann, T.; Fruhstorfer, P.; Klein, T.; Niessner, R. (2006):** Colloid and heavy metal transport at land-fill sites in direct contact with groundwater. *Wat. Res.*, **40**, 2776 – 2786.
- BCE BjörnSEN Beratende Ingenieure, Koblenz (2007):** Altablagerungen am Bruchhübel Bad Dürkheim - Mittelgruppe – Grundwasserabstrom BASF-Feld 3, Weitergehende Erkundungen, Untersuchungsergebnisse und Sachstand Juni 2007.
- BCE BjörnSEN Beratende Ingenieure, Koblenz (2009):** Altablagerungen am Bruchhübel Bad Dürkheim - Mittelgruppe – Grundwasserabstrom BASF-Feld 3, Immissionspumpversuch und weitergehende Erkundungen, Untersuchungsergebnisse und Sachstand November 2008.
- Brauch, H.-J.; Schmidt K. (2008):** Vorkommen und Bewertung von PSM-Metaboliten. In: Wassertechnologische Möglichkeiten zur Lösung aktueller Fragestellungen, Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser Karlsruhe, Band 38, S. 87 – 99.
- Bussian, B. M.; Dienemann, C.; Glante, F. (2009):** Dioxine und dl-PCB in der Umwelt. Texte 12/2010, Umweltbundesamt, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3912.pdf>.
- Department of the Environment (1994):** Evaluation on Mecroprop Issue No. 95, Pesticides Safety Directorate, York. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London.
- Helweg, A. (1993):** Degradation and adsorption of ¹⁴C mecroprop (MCP) in surface soils and in subsoil. Influence of temperature, moisture content, sterilisation and concentration on degradation. *Science of the Total Environment*, **132**, 229-241.
- Hofmann, T.; Wendelborn, A. (2007):** Colloid Facilitated Transport of Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Dibenzofurans (PCDD/Fs) to the Groundwater at Ma Da Area, Vietnam. *Env Sci Pollut Res*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1065/espr2007.02.389>.
- Knepper, T.P.; Sacher, F.; Lange F.T.; Brauch H.-J.; Karrenbrock, F.; Roerden, O.; Lindner, K. (1999):** Detection of polar organic substances relevant for drinking water. *Waste Management* **19**, 77-99.
- Labor CAL-Darmstadt (2000):** Sonderuntersuchungen zu Grundwasseranalysen vom April 2000, Auszug aus dem Analysenbefund, Seite 5.
- Lee, C.; Lee, Y.; Schmidt, C.; Yoon, J.; Von Gunten, Urs (2008):** Oxidation of suspected N-nitrosodimethylamine (NDMA) precursors by ferrate (VI): Kinetics and effect on the NDMA formation potential of natural waters. *Water Research*, **42**(1-2), 433-441.
- NATO/CCMS (North Atlantic Treaty Organization – Committee on Challenges of modern Society) (1988):** International toxicity equivalency factor (TEF) method of risk assessment for completely mixtures of dioxins and related compounds. Pilot study on international information exchange on dioxins and related compounds, report no. 176.
- Persson, Y.; Shchukarev, A.; Öberg, L.; Tysklind, M. (2007):** Dioxins, chlorophenols and other chlorinated organic pollutants in colloidal and water fractions of groundwater from a contaminated sawmill site. *Environ Sci Pollut Res*, **15**:463–471.
- Stieber, M.; Harrar, C.; Tiehm, A. (2007):** Schutzfunktion der ungesättigten Bodenzone für die Ressource grundwasser – Elimination von Pflanzenschutzmitteln und hygienisch relevanter Mikroorganismen unter Feldbedingungen und Testsysteme zur Prognose. In: Pflanzenschutzmittel in Böden, Grund- und Oberflächenwasser – Vorkommen, Abbau, Zulassung -, Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser Karlsruhe, Band 31, S. 1 – 138.

Sturm, S.; Kiefer, J.; Eichhorn, E. (2007): Befunde von Pflanzenschutzmitteln in Grund- und Oberflächenwässern und deren Eintragspfade – Bedeutung für die Wasserwirtschaft und das Zulassungsverfahren. In: Pflanzenschutzmittel in Böden, Grund- und Oberflächenwasser - Vorkommen, Abbau, Zulassung, Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser Karlsruhe, Band 31, S. 1 – 138.

Tanaka, F.; Fukushima, M.; Kikuchi, A.; Yabuta, H.; Ichikawa, H.; Tatsumi, K. (2005): Influence of chemical characteristics of humic substances on the partition coefficient of a chlorinated dioxin. *Chemosphere* **58(10)**, 1319–1326.

Umweltbundesamt (2010): Hintergrundinformationen zu Dioxinen. In: Chemikalienpolitik und Schadstoffe, REACH, <http://www.umweltbundesamt.de/chemikalien/dioxine.htm>.

Umweltlabor Westpfalz GmbH, Kaiserslautern (2000): Wasseranalysen Deponien / Altlasten Bruchhübel-Mittelgruppe. Prüfberichte vom 10.04.2000.

Van den Berg, M.; Birnbaum, L.; Bosveld, Albertus T.C; Brunstrdm, B.; Cook, P.; Feely, M.; Giesy, J. P.; Hanberg, A.; Hasegawa, R.; Kennedy, S. W.; Kubiak, T.; Larsen, J. C.; van Leeuwen, FX. R.; Liem, A.K. D.; Nolt, C.; Peterson, R. E.; Poellinger, L.; Safe; Schrenk, D.; Tillitt, D.; Tysklind, M.; Younes, M.; Warn, F. Zacharewsk, T. (1998): Toxic Equivalency Factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for Humans and Wildlife Environmental Health Perspectives Volume **106**, No. **12**, 1998.

Van den Berg, M.; Birnbaum, L. S.; Denison, M., De Vito, M.; Farland, W.; Feeley, M.; Fiedler, H.; Hakansson, H.; Hanberg, A.; Haws, L.; Rose, M.; Safe, S., Schrenk, D.; Tohyama, C.; Tritscher, A.; Tuomisto, J.; Tysklind, M.; Walker, N.; Peterson, and R. E. (2006): The 2005 World Health Organization Re-evaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds; *Toxicological Science Advance Access* published July 7, 2006 (mit leichten Modifikationen).

Zentral-Labor des LFW (2000): Oberflächenwasseranalysen Mittelgruppe Bruchhübel. Prüfbericht des Zentral-Labors des Landesamtes für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz, Anlage 1, Seite 1 zum Schreiben vom 29.03.2000.

Tabelle 8-1: Zusammenstellung der Untersuchungsparameter mit positiven Befunden (1)



Pestizid- und Schadstoff-Analysen an Grund- und Oberflächenwasserproben aus dem Gebiet der Altablagerungen „Am Bruchhübel“
Probenahme vom 11., 12. und 17.08.2010

Vor-Ort-Parameter, Organische Summenparameter, ausgewählte Einzelsubstanzen, Dichlorbenzole, chlorierte und alkylierte Aniline, Chlorphenole

Lage der Messstelle	Zustrom		Abstrom AA-204		unmittelb. Abstrom AA		westl. Fahrenmand		Fahrenmand, ca. 300 m abstromig AA		Fähne Abstrom Feld 3 (AA-203)		zentrale Abstromlinie, ca. 400 m abstromig AA		Grabene E35		Bereich Altablagerung 205		östl. Randmessstellen					
	Messstelle	Ergebnis	Messstelle	Ergebnis	Messstelle	Ergebnis	Messstelle	Ergebnis	Messstelle	Ergebnis	Messstelle	Ergebnis	Messstelle	Ergebnis	Messstelle	Ergebnis	Messstelle	Ergebnis	Messstelle	Ergebnis	Messstelle	Ergebnis		
Vor-Ort-Parameter																								
Art der Probenahme		Pumpprobe		Pumpprobe		Pumpprobe		Pumpprobe		Pumpprobe		Pumpprobe		Pumpprobe		Pumpprobe		Schöpfprobe		Schöpfprobe		Pumpprobe		
Probenahmedatum		12.08.2010		12.08.2010		11.08.2010		11.08.2010		11.08.2010		17.08.2010		17.08.2010		17.08.2010		11.08.2010		11.08.2010		17.08.2010		12.08.2010
Farbe		farblos		farblos		farblos		farblos		farblos		gelb		gelb		gelb		gelb		farblos		farblos		farblos
Trübung		klar		klar		klar		klar		klar		klar		klar		klar		klar		klar		klar		klar
Geruch		ohne Belund		ohne Belund		stark organisch		leicht organisch		stark organisch		stark organisch		stark organisch		stark organisch		stark organisch		ohne Belund		stark H ₂ S		schwach
pH-Wert		6,37		6,89		6,72		6,28		6,28		6,73		6,03		7,38		5,91		5,91		7,14		6,90
elektrische Leitfähigkeit bei 25°C		1,355		4,300		1,730		3,29		1,628		3,940		2,720		2,380		1,060		3,000		3,64		700
Sauerstoff		4,0		6,2		0,0		0,6		0,0		0,0		2,0		3,2		5,3		0,6		0,0		2,9
Temperatur		12,8		15,7		13,8		12,6		13,6		14,8		15,9		14,7		15,1		12,3		17,8		12,4
Organische Summenparameter																								
AOX	µg/L	31		160		320		73		120		1,300		360		140		170		22		37		10
DOC	mg/L	2,6		12		15		1,8		8,2		70		27		21		32		2,5		4,1		1,6
CSE	mg/L	< 5		29		47		< 5		19		190		77		52		78		< 5		6,3		1,7
Ausgewählte Einzelsubstanzen																								
MCPP (Mecoprop)	µg/L	< 0,1		1,3		350		< 0,1		0,20		30		19		58		< 0,1		< 0,1		< 0,5		< 0,1
2,4-DP (Dihlprop)	µg/L	< 0,1		< 0,1		< 10		< 0,1		0,11		0,26		< 0,05		< 1		< 0,1		< 0,1		< 0,5		< 0,1
Chlordazon	µg/L	< 0,05		0,61		38		< 0,05		0,12		12		87		5,7		< 0,05		< 0,05		< 0,1		< 0,05
iso-Chlordazon	µg/L	< 0,2		< 0,2		4,9		< 0,2		2,3		14		< 0,2		0,98		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,25
Naphthalin	µg/L	< 0,01		< 0,01		0,69		< 0,01		0,022		< 0,01		< 0,01		0,78		< 0,01		< 0,01		< 0,01		< 0,01
Athin	µg/L	< 0,2		< 0,2		0,66		< 0,2		< 0,2		44		< 0,2		0,53		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,5
TPPO	µg/L	< 0,2		0,56		0,21		< 0,2		< 0,2		< 1		< 0,2		1,7		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,5
Dichlorbenzole																								
1,2-Dichlorbenzol	µg/L	< 0,2		< 0,2		3,6		< 0,2		0,74		3,7		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2
1,3-Dichlorbenzol	µg/L	< 0,2		< 0,2		3,4		< 0,2		0,72		3,0		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2
1,4-Dichlorbenzol	µg/L	< 0,2		< 0,2		6,1		0,28		1,5		5,6		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2
Chlorierte und alkylierte Aniline																								
2-Chloranilin	µg/L	< 0,2		< 0,2		9,0		< 0,2		1,3		7,9		< 0,2		0,71		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,25
3-Chloranilin	µg/L	< 0,2		< 0,2		1,3		< 0,2		0,41		3,4		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,25
4-Chloranilin	µg/L	< 0,2		< 0,2		1,1		< 0,2		2,1		28		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,25
2,4,6-Trichloranilin	µg/L	< 0,2		< 0,2		1,1		< 0,2		0,53		3		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,25
2,4,6-Trichloranilin	µg/L	< 0,2		< 0,2		0,6		< 0,2		0,68		3		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,25
2,4,5-Trichloranilin	µg/L	< 0,2		< 0,2		0,5		< 0,2		0,6		< 0,5		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,25
2,4,5,6-Tetrachloranilin	µg/L	< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		0,60		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,25
N,N-Dimethylanilin	µg/L	< 0,2		< 0,2		1,2		< 0,2		< 0,2		0,83		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,25
N-Ethylanilin	µg/L	< 0,2		< 0,2		1,5		< 0,2		< 0,2		3,0		< 0,2		0,43		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,25
3-Chlor-2-methylanilin	µg/L	< 0,2		< 0,2		1,1		< 0,2		< 0,2		0,84		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,2		< 0,25
GC/MS-Screening																								
Chlorphenole, Konz. abgeschätzt																								
Chlormethyphenol	µg/L	< 0,5		< 0,5		13		< 0,5				50		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5
2,4-od. 2,5-Dichlorphenol	µg/L	< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5		4,3		4,3		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5
nachquantifiziert																								
3-Chlorphenol	µg/L	< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5		9,4		9,4		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5
4-Chlorphenol	µg/L	< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5		7,9		7,9		< 0,5		0,9		< 0,5		< 0,5		< 0,5		< 0,5

Organische Einzelsubstanzen
 < 10 µg/L
 10 - 100 µg/L
 > 100 µg/L

Tabelle 8-2: Zusammenstellung der Untersuchungsparameter mit positiven Befunden (2)



Pestizid- und Schadstoff-Analysen an Grund- und Oberflächenwasserproben aus dem Gebiet der Altanlagen „Am Bruchhübel“
Probenahme vom 11., 12. und 17.08.2010

Pestizid-Metaboliten, PCDD, Schwermetalle

Lage der Messstelle	Zustrom	Abstrom	unmittelb. Abstrom	Fahnenrand, ca. 300 m abstromig AA		Fahnenrand, ca. 400 m abstromig AA		Bereich Altanlage -205	östl. Randmessstellen
				westl. Fahnenrand	östl. Fahnenrand	oberstromig	unterstromig		
EDV-Nr.	2010008174	2010008175	2010008173	2010008184	2010008181	2010008176	2010008177	2010008178	2010008182
Messstelle	F05	F15	BK3	T14	F59	F20	F22	F45	T04
Parameter	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis
HPLC/DAD (DIN EN ISO 11369) und GC/MS (EN ISO 10695)	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis
Einheit	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis
Dichlorbenzamid	0,34	0,28			2,0				
Pestizid-Metaboliten mit HPLC/MS-MS									
Chloridazon-Desphenyl	0,87	6,5			3,8				
Chloridazon-Metabolit-B1	< 0,02	< 0,02			0,09				
Chlorthalonil S-Metabolit	0,03	< 0,01			< 0,01				
Metazachlor C-Metabolit	< 0,01	< 0,01			< 0,01				
CGA 62826/NOA 409045	0,03	0,02			< 0,02				
CGA 108906	< 0,02	< 0,02			< 0,02				
NOA 413163	< 0,05	< 0,05			< 0,05				
CGA 321113	< 0,05	< 0,05			< 0,05				
BH 635-4/635M01	< 0,02	< 0,02			0,02				
N,N-Dimethylsulfamid	0,40	0,84			1,8				
Polychloriertes Dibenzodioxin (PCDD)									
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorbenzodioxin	0,00000616	< 0,0000056			< 0,0000056				
Berechnungen									
Σ chlorierte Substanzen	3,2	4,63		0,28	53	1,293	249	0	0
Σ chlorierte Substanzen/AOX	0,02	1,4		0,004	0,44	0,99	0,69	0	0
Schwermetalle									
Arsen	0,002				0,058				0,006
Blei	< 0,001				< 0,001				< 0,001
Caesium	0,0002				< 0,0001				< 0,0001
Chrom	< 0,001				< 0,001				< 0,001
Nickel	0,007				0,114				0,004
Eisen	0,02				15				3,57
Mangan	< 0,005				1,1				0,105
Kupfer	< 0,01				< 0,01				< 0,01
Zink	< 0,02				< 0,02				< 0,02
Uran	0,0001				0,105				< 0,0001

Organische Einzelsubstanzen
 < 10 µg/L
 10 - 100 µg/L
 > 100 µg/L

Tabelle 8-5: Zusammenstellung der Untersuchungsparameter ohne positive Befunde (3)

Pestizid- und Schadstoff-Analysen an Grund- und Oberflächenwasserproben aus dem Gebiet der Altablagerungen „Am Bruchhübel“
Probenahme vom 11., 12. und 17.08.2010



Substanzen ohne Befunde in den untersuchten Probenahmestellen (3)
Pestizide

Lage der Messstelle	Abstrom AA -204	Fahne Abstrom Feld 3 (AA -203)				Bereich Altablagerung -205
		unmittelb. Abstrom AA	zentrale Abstromlinie, ca. 400 m abstromig AA		Graben E35	
			oberstromig Graben E35 2010008176	E35-2		
EDV-Nr. Messtelle	2010008175 F15	2010008173 BK3	F20	2010008185 E35-2	2010008187 Teich	
Parameter	Einheit	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis	Ergebnis
HPLC/DAD (DIN EN ISO 11369) und GC/MS (EN ISO 10695)						
Ametryn	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Atrazin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Azinphos-ethyl	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Azinphos-methyl	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Azoxystrobin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Bitertanol	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Bromacil	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Carbetamid	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Carbofuran	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chloroxuron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chlortoluron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Clodinafop-propargylester	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Cyanazin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Cyproconazol	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Desethylatrazin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Desethylterbuthylazin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Desmetryn	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dichlofluanid	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Difenoconazol	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diffubenzuron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diffufenican	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dimefuron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diuron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Epoxiconazol	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Ethidimuron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Ethofumesat	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fenarimol	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Metconazol	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Methabenzthiazuron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Metobromuron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Metolachlor	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Metribuzin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Monolinuron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Monuron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Napropamid	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Parathion-ethyl	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Parathion-methyl	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Penconazol	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Phenmedipham	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Procymidon	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Prometryn	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Propazin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Propiconazol	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Prosulfocarb	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Simazin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Tebuconazol	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Terbuthylazin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Terbutryn	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Triadimefon	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Triadimenol	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Vinclozolin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fenbuconazol	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Fenuron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Flufenacet	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Flurtamone	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Hexazinon	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Isoproturon	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Lenacil	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Linuron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Metaxyl	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Metamitron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Metoxuron	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Alachlor	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Chlorfenvinphos	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Diazinon	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dichlorvos	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dichlobenil	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Malathion	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Metazachlor	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Propachlor	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Triallat	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Trifluralin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG

Tabelle 8-6. Zusammenstellung der Untersuchungsparameter ohne positive Befunde (4)

**Pestizid- und Schadstoff-Analysen an Grund- und Oberflächenwasserproben
aus dem Gebiet der Altablagerungen „Am Bruchhübel“
Probenahme vom 11., 12. und 17.08.2010**



**Substanzen ohne Befunde in den untersuchten Probenahmestellen (4)
Pestizid-Metaboliten und
polychlorierte Dibenzodioxine und -furane**

Lage der Messstelle		Fahne Abstrom Feld 3 (AA -203)				Bereich Altablagerung -205
		Abstrom AA -204	unmittelb. Abstrom AA	zentrale Abstromlinie, ca. 400 m abstromig AA	Graben E35	
EDV-Nr.	Messtelle	2010008175	2010008173	oberstromig Graben E35 2010008176	2010008185 E35-2	2010008187 Teich
Parameter	Einheit	F15 Ergebnis	BK3 Ergebnis	F20 Ergebnis	E35-2 Ergebnis	Teich Ergebnis
Pestizid-Metaboliten mit HPLC/MS-MS						
R 611965/M5	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dimethachlor C-Metabolit	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Dimethachlor S-Metabolit	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
CGA 369873	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Metazachlor S-Metabolit	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BH 479-9	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BH 479-11	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BH 479-12	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
S-Metolachlor C-Metabolit	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
S-Metolachlor S-Metabolit	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
M 27	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
M 23	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
M 31	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
505M08	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
505M09	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
M 2	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
BH 518-2	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
NOA 413161	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
N 3	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Polychlorierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD und PCDF)						
2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzodioxin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzodioxin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzodioxin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzodioxin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Octachlordibenzodioxin	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
2,3,7,8-Tetrachlordibenzofuran	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
1,2,3,7,8-Pentachlordibenzofuran	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
2,3,4,7,8-Pentachlordibenzofuran	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
1,2,3,4,7,8-Hexachlordibenzofuran	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
1,2,3,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
1,2,3,7,8,9-Hexachlordibenzofuran	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
2,3,4,6,7,8-Hexachlordibenzofuran	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlordibenzofuran	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlordibenzofuran	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG
Octachlordibenzofuran	µg/L	< BG	< BG	< BG	< BG	< BG