

DEPONIE LA PILA

SYNTHESEBERICHT

Massgebend ist alleine der französische Originaltext

Untersuchungen und Ergebnisse per Ende 08

Freiburg, 11. Februar 2009
FR2706.09 / D62

CSD Ingénieurs Conseils SA
Chantemerle 37, Granges-Paccot
CP 384, CH-1701 Fribourg
Tel. +41 26 460 74 74
Fax +41 26 460 74 79
fribourg@csd.ch
www.csd.ch

INHALTSVERZEICHNIS

1. AUSGANGSLAGE UND RÜCKBLICK.....	1
2. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	2
2.1 Historische Untersuchung.....	2
2.1.1 Arbeitsschritte	2
2.1.2 Ergebnisse und Schlussfolgerungen	2
2.2 Technische Untersuchung	2
2.2.1 Arbeitsschritte	2
2.2.2 Ergebnisse und Schlussfolgerungen	2
2.3 Detailuntersuchung	3
2.3.1 Arbeitsschritte	3
2.3.2 Ergebnisse und Schlussfolgerungen	3
3. KENNZNISZUSTAND DER STANDORT.....	3
3.1 Geologischer und hydrogeologischer Kontext.....	3
3.1.1 Hydrogeologie.....	4
3.2 Die wichtigsten nachgewiesenen Schadstoffe	5
3.2.1 Schadstoffspektrum	5
3.2.2 Gemessene Konzentrationen	5
3.3 Quantifizierung und geografische Verteilung der Belastung	6
3.3.1 Massgebende Volumina	6
3.3.2 Die wichtigsten ermittelten Belastungsherde	7
3.3.3 Materialgruppen und Entsorgungswege	7
3.4 Ursprung der PCB-Belastung	8
3.5 Verbreitung der Schadstoffe.....	8
3.5.1 Freisetzung, Ströme	8
3.5.2 Geschiebetransport.....	9
4. DAS WEITERE VORGEHEN.....	9
4.1 Ergänzende Studien	9
4.2 Überwachung und Monitoring	9
4.3 Sofort- und Übergangsmassnahmen	10
4.4 Sanierungsvarianten.....	11

Präambel

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

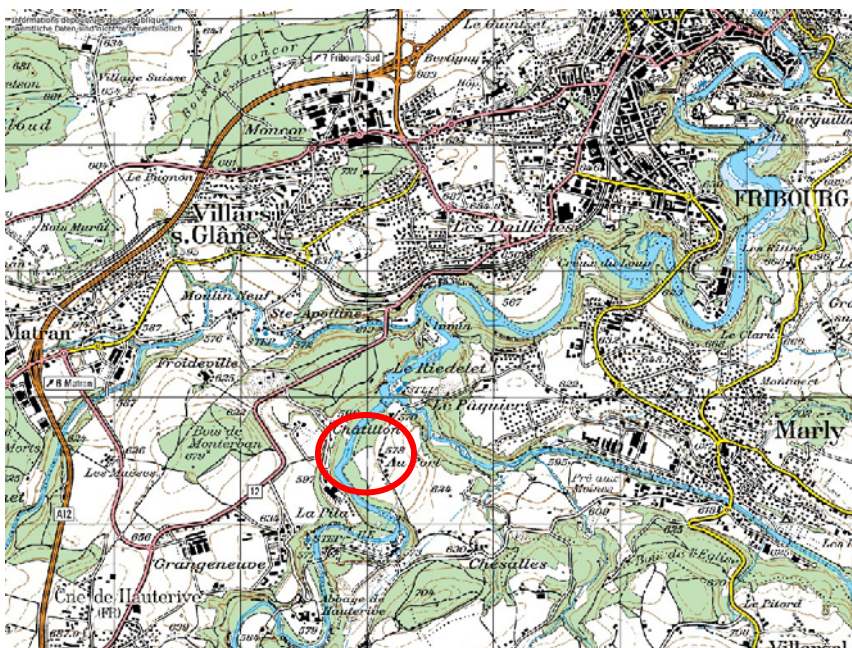
CSD geht davon aus, dass

- ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

1. AUSGANGSLAGE UND RÜCKBLICK



Der Standort La Pila, der in der Gemeinde Hauterive im Südwesten der Stadt Freiburg gelegen ist, wurde in der Vergangenheit von der Gemeinde Freiburg als Deponie für Hausmüll verwendet.

Infolge der Intervention vom 16. Dezember 2003 eines Generalrats der Stadt Freiburg wurden die ersten Abklärungen zu diesem Standort vorgenommen. Um die Art und Gefährlichkeit der in dieser ehemaligen Deponie gelagerten Abfälle und die möglichen Sanierungsmassnahmen zu ermitteln, liess die Stadt

Freiburg diesen belasteten Standort nach dem in der Bundesverordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (AltIV) vorgesehenen Verfahren in mehreren Etappen untersuchen.

Die Voruntersuchung, deren Ergebnisse im Bericht zur historische Untersuchung (CSD/ 7.09.2004) und im Bericht zur technischen Untersuchung (CSD/ 27.01.2005) festgehalten wurden, ergab, dass dieser Standort sanierungsbedürftig ist. Die Detailuntersuchung, die in zwei Etappen durchgeführt wurde (Kampagne von 2006 und Bericht CSD/ 09.03.2007 sowie Kampagne 2008 und Bericht CSD/ 15.12.2008) zeigte das Ausmass der Belastung – namentlich durch PCB – des Standorts auf. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde im Frühjahr 2007 der Zustand der Kontamination der Fische in der Saane analysiert. Zudem beschloss der Oberamtmann per Beschluss vom 11. Dezember 2007, ein Zugangsverbot und Massnahmen zur Absperrung des Gebiets.

Weil die untersuchten Fische zu hohe cPCB-Werte¹ aufwiesen, verhängte der Staatsrat am 29. August 2007 ein Fischereiverbot für die Saane zwischen den Staumauern von Rossens und Schiffenen. Am 2. Oktober 2007 legte der Staatsrat in einem Beschluss die Organisation des Projekts zur Sanierung der ehemaligen Deponie La Pila fest.

¹ Massgebend ist der Summengehalt von Dioxinen (PCDD), Furanen (PCDF) und dioxinähnlichen oder coplanaren PCB (cPCB); die Grenze liegt bei 8 Pikogrammen TEQ (Toxizitätsequivalente) pro Gramm Frischgewicht und entspricht dem seit dem 4. November 2006 in Europa geltenden zulässigen Höchstgehalt. Die in der Nähe der Deponie La Pila gefangenen Forellen wiesen Werte von bis zu 96 Pikogrammen pro Gramm auf. Seit dem 1. Januar 2009 gilt der europäische Höchstgehalt in der Schweiz als Toleranzwert (Produkte, die diesen Wert überschreiten, dürfen nicht verkauft werden).

2. DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN

2.1 Historische Untersuchung

2.1.1 Arbeitsschritte

In dieser ersten Untersuchungsphase wurden archivierte Dokumente sowie Berichte von Untersuchungen, die in der Nähe der Deponie durchgeführt wurden oder die die Wasser- und Sedimentsqualität der Saane zum Gegenstand hatten, analysiert. Ausserdem wurden Luftaufnahmen (1968, 1974 und 1981) herangezogen.

2.1.2 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Stadt Freiburg nutzte den Standort La Pila zwischen 1952 und 1975 als Deponie für Hausmüll. Die Sedimentproben aus der Saane (unmittelbar unterhalb der ehemaligen Deponie), die im Rahmen von früheren Studien (2000 und 2001) für das Projekt der Verbrennungsanlage entnommen wurden, wiesen für bestimmte Schadstoffe wie die PCB vereinzelt hohe Werte auf.

Die historische Untersuchung zeigte die Verschmutzungsrisiken für Boden und Gewässer, die vom Standort ausgehen. So wurde im Bericht vom 6. September 2004 eine technische Untersuchung empfohlen, um das Ausmass der Verschmutzung zu ermitteln und die Notwendigkeit einer Überwachung oder Sanierung des Standorts festzulegen.

2.2 Technische Untersuchung

2.2.1 Arbeitsschritte

Zwischen dem 20. und 25. Oktober 2004 wurden vier Sondierungsbohrungen mit Kernentnahme am Standort La Pila durchgeführt. Ziel war, den Untergrund zu analysieren und abzuklären, ob Grundwasser vorhanden ist oder nicht. Um die Belastungssituation festzulegen, wurden im Rahmen dieser Studie zwei Mischproben des Bodens, eine Alluvionprobe und drei Wasserproben analysiert.

2.2.2 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die technische Untersuchung zeigte, dass der Standort durch PCB und in geringerem Mass auch durch Schwermetalle und Kohlenwasserstoffe belastet ist. Besonders das Eluat der Abfälle enthält PCB und Ammonium. Der Bericht vom 27. Januar 2005 kam zum Schluss, dass der Standort für den Schutz der Oberflächengewässer saniert werden müsse, da die Schadstoffe, die nachgewiesen werden konnten, aufgrund des ungenügenden Rückhalts oder Abbaus eine konkrete Gefahr darstellten.

Das genaue Ausmass der Verschmutzung sowie die Sanierungsziele und -dringlichkeit müssen in einer Detailuntersuchung bestimmt werden.

2.3 Detailuntersuchung

2.3.1 Arbeitsschritte

Die Detailuntersuchung erfolgte in zwei Etappen: Aufgrund des Ausmasses der Belastung, das im Rahmen der ersten Etappe ermittelt wurde, wurden weitere Mittel für die Untersuchung eingesetzt, um die Kontamination des Standorts und die daraus folgenden Umweltbelastungen präziser quantifizieren zu können.

1. Etappe: Zwischen dem 17. und 24. Februar 2006 wurden 3 Bohrungen und 29 Baggersondierungen realisiert, um 13 Bodenmischproben entnehmen und analysieren zu können. Am 8. Juli 2006 wurden 8 Wasserproben zur Analyse entnommen. Ausserdem wurden Druckaufnehmer zur Beobachtung des Wasserspiegels aufgestellt.

2. Etappe: Zwischen dem 15. April und dem 15. Juli 2008 wurden 39 Bohrungen durchgeführt; 3 davon fanden im Januar 2008 oberhalb der Deponie statt, um sicherzugehen, dass der nahegelegene Standort für Fahrende unverschmutzt ist. Es wurden 235 Feststoff-, 32 Wasser- und 10 Porenluftproben analysiert. Die Daten zur komplexen Hydrogeologie des Standorts wurden durch Pump- und Markerversuche sowie durch eine kontinuierliche Beobachtung des Grundwassers mittels automatischer Sonden ergänzt.

2.3.2 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

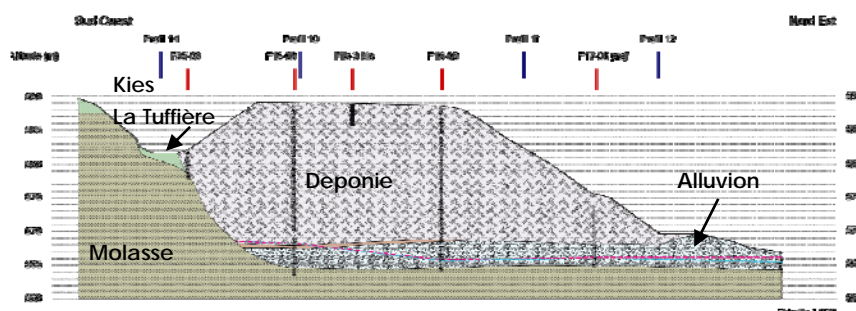
Die Detailuntersuchung hat das Ausmass der PCB-Kontamination aufgezeigt, die Folge der in der Deponie La Pila gelagerten Gewerbe- und Industrieabfälle (z.B. unterschiedliche Kondensatoren) ist. Diese Art von Abfällen findet sich in ganz bestimmten Zonen der Deponie in hoher Menge und Konzentration.

Gestützt auf die abgelagerten Abfallvolumen, den Verschmutzungsgrad und die Entsorgungsmöglichkeiten für die verschiedenen Materialien wurden die Abfallhauptgruppen definiert, die sich insbesondere in Bezug auf den PCB-Gehalt unterscheiden. Abfälle mit hohen PCB-Werten wurden an verschiedenen Stellen der Deponie – an der Oberfläche oder in der Tiefe – gefunden.

3. KENNTNISZUSTAND DER STANDORT

3.1 Geologischer und hydrogeologischer Kontext

Die Deponie La Pila befindet sich in einem der für die Saane typischen Mäander, in einem morphologischen Trogtal, den der Fluss in der Molasse geschaffen hat. Die mit den Abfällen gebildeten Schüttungen liegen unmittelbar über den Rezenten, vom Gewässer gebildeten kiesigen Flussablagerungen (oder an gewissen Stellen über dem Paläoboden). Der obere Teil der Südflanke der Deponie stützt sich gegen den Molassefelsen, der das Nebengestein bildet, und gegen den Kies, der Teil der sogenannten La-Tuffière-Formation ist.

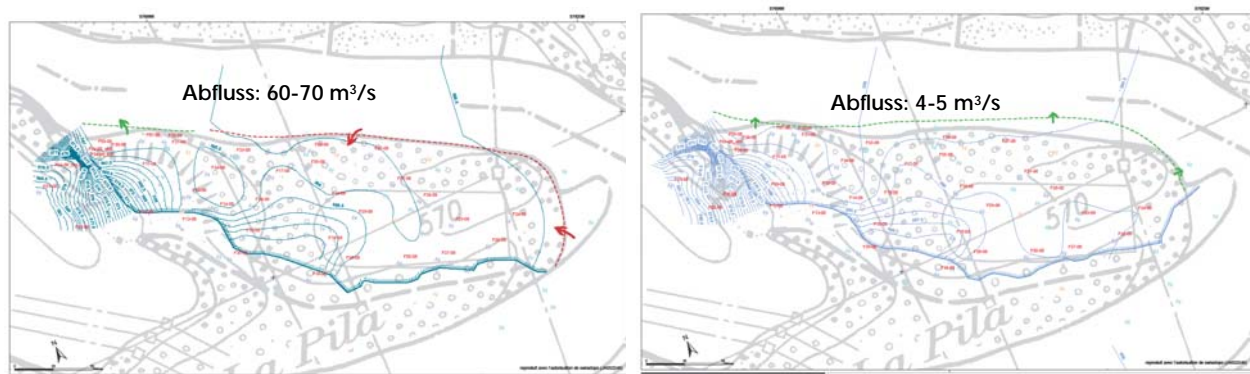


3.1.1 Hydrogeologie

Das Grundwasser unter dem Deponiekörper fließt in der darunterliegenden Flussablagerung. Dieser Grundwasserleiter wird von mehreren Wasserzuströmen gespeist und beeinflusst:

- **Saane:** Der Anstieg des Saanepegels im Zusammenhang mit der Turbinierung hat aufgrund des höheren Drucks einen Anstieg des Grundwasserspiegels im Einflussbereich eines Teils der Deponie zur Folge.
- **Kies:** Die Niederschläge, die im Kies oberhalb der Deponie versickern, fließen an der Schnittstelle mit der Molasse ab und können den Deponiekörper sowie die darunterliegende Flussablagerung erreichen. Das Resultat dieser Wasserzufuhr ist das von Tuffstein geprägte Feuchtgebiet im nordwestlichsten Teil des Standorts.
- **Niederschlagswasser:** Auf der gesamten Fläche des Standorts tritt Niederschlagswasser in den Deponiekörper ein.

Diese verschiedenen Quellen und ihre relativen Pegelschwankungen führen zu einer Zone im nördlichen Drittel der Deponie, in der das Wasser permanent in Richtung Saane fließt, sowie zu einer Zone, in der das Wasser je nach Pegelstand der Saane (durch die Wasserkraftnutzung beeinflusst) vom Grundwasser Richtung Saane oder in der umgekehrten Richtung fließt.



Hochwasser: Die Saane durchsickert in das Grundwasser

Niederwasser: Das Grundwasser exfiltriert in die Saane

3.2 Die wichtigsten nachgewiesenen Schadstoffe

3.2.1 Schadstoffspektrum

Die **Hauptschadstoffe**, die in der Deponie La Pila nachgewiesen werden konnten, sind, nach Abfallart aufgeschlüsselt:

- Hausmüll: Ammonium, Nitrite, aliphatische Kohlenwasserstoffe, Metalle (Arsen, Barium, Kupfer, Blei, Quecksilber und Zink).
- Gewerbe- und Industrieabfall: PCB, chlorhaltige Lösungsmittel (Vinylchlorid).

Der Hausmüll enthält ebenfalls PCB in beschränktem Ausmass.

Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind chemische Produkte, die nicht natürlich vorkommen. Es handelt sich um organische Chlorverbindungen mit einem Biphenyl-Grundgerüst (zwei über eine Einfachbindung verknüpfte Benzolringe), bei denen Chlor an eine oder mehrere der 10 Positionen gebunden ist. In Abhängigkeit von der Position und der Anzahl der Chloratome gibt es theoretisch 209 mögliche Kongenere, von denen aber lediglich 130 in kommerziellen chemischen Formulierungen gefunden wurden.

Diese verschiedenen Kongenere haben gemeinsam besondere physikalische Eigenschaften: thermisch äusserst stabil, schwer entflammbar und sehr viskos. Aufgrund dieser Eigenschaften wurden PCB zwischen 1940 und 1960 vielfältig eingesetzt – namentlich in Elektrogeräten wie Kondensatoren.

Erst nach einem massiven und mehrere Jahrzehnte dauernden Einsatz haben toxikologische Untersuchungen dazu geführt, dass nicht nur die Herstellung und Verwendung von PCB verboten, sondern auch deren Entsorgung reglementiert wurde. Da diese chlorierten Derivate jedoch während beinahe fünfzig Jahren massiv und ohne besondere Vorkehrungen eingesetzt und entsorgt wurden, schufen sie eine diffuse Belastung von Boden und Gewässer.

3.2.2 Gemessene Konzentrationen

In den Feststoffproben, die an mehreren Orten der Deponie entnommen wurden, wurden PCB-Gehalte von teilweise über 1'000 mg/kg gemessen. Bei den Kondensatoren überschritt dieser Wert die 20'000 mg/kg.

Der Gesamtgehalt an aliphatischen Kohlenwasserstoffen C₁₀-C₄₀ erreichte in den Feststoffproben bis zu 2'200 mg/kg; der Medianwert² beträgt 280 mg/kg.

Für die Schwermetalle wurden folgende Maximalgehalte gemessen: Blei 7'300 mg/kg, Zink 8'800 mg/kg, Kupfer 3'200 mg/kg, Chrom VI 2 mg/kg und Quecksilber 11 mg/kg. Die Medianwerte lauten wie folgt: Blei 220 mg/kg, Zink 350 mg/kg, Kupfer 115 mg/kg.

Die Analyse des Eluats der Abfälle³ gemäss Technischer Verordnung über Abfälle (TVA) ergab folgende Werte: Ammonium 33.5 mg/L, Nitrite 1.1 mg/L, Arsen 0.18 mg/L und Barium 0.92 mg/L.

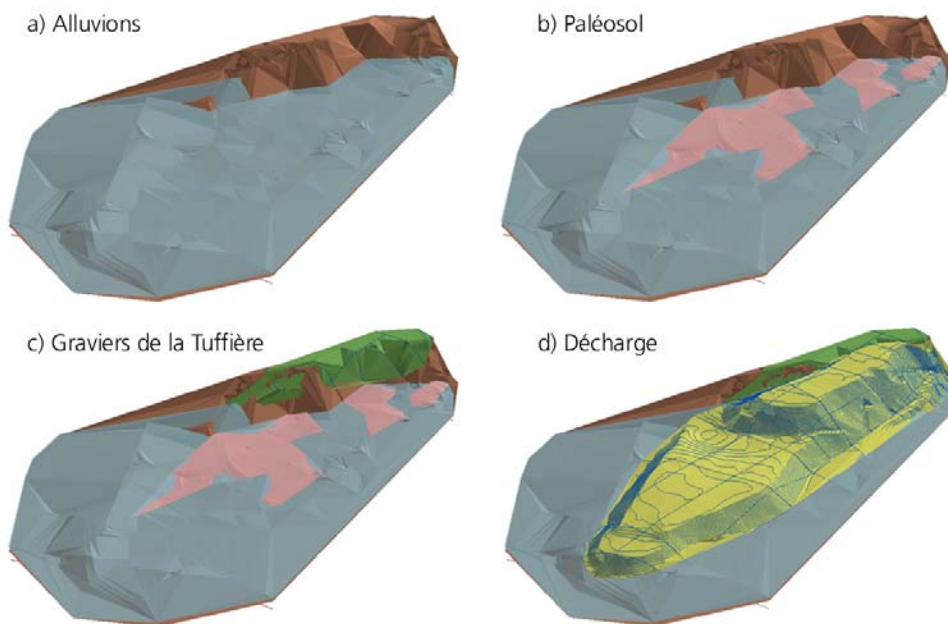
² Bezeichnet die Grenze zwischen der oberen und der unteren Hälfte der beobachteten Analyseergebnisse.

³ Mit dieser Analyse kann getestet und beurteilt werden, welche Schadstoffmenge theoretisch über die Auswaschung eines verschmutzten Bodens ins Wasser gelangen kann.

3.3 Quantifizierung und geografische Verteilung der Belastung

3.3.1 Massgebende Volumina

Auf der Grundlage der Detailuntersuchung kann das Abfallvolumen in der Deponie auf 195'000 m³ geschätzt werden. Das verschmutzte Material könnte ein Gesamtvolumen von ungefähr 270'000 m³ erreichen und umfasst die Flussablagerung, den Paläoboden (fossiler Boden) sowie das Kies der La-Tuffière-Formation, bei denen die Möglichkeit einer Kontamination durch Schadstoffe aus der Deponie besteht.



3.3.2 Die wichtigsten ermittelten Belastungsherde

Gestützt auf die durchgeführten Analysen und deren Interpretation kann die PCB-Gesamtmasse auf etwa 20 Tonnen geschätzt werden. 90 % dieser Masse befinden sich an 7 Hauptsektoren, die zusammen 10 bis 15 % (25'000 bis 30'000 m³) des Gesamtvolumens an belastetem Material ausmachen.



Sektoren 1, 2, 3, 4: durchschnittliche Konzentration von über 1000 ppm PCB

Sektoren 5, 6, 7: durchschnittliche Konzentration von 50 bis 1000 ppm PCB

Die übrigen farblich hervorgehobenen Sektoren: durchschnittliche Konzentration von 10 bis 50 ppm PCB

3.3.3 Materialgruppen und Entsorgungswege

Aufgrund des Volumens und Verschmutzungsgrads der vorhandenen Abfälle sowie aufgrund der Entsorgungsmöglichkeiten sind verschiedene Abfallgruppen nach geltendem Recht definiert worden:

- auf Inertstoffdeponien zugelassene Abfälle, wenn ihr PCB-Gehalt 1 mg/kg nicht übersteigt;
- auf Reaktordeponien zugelassene Abfälle, wenn ihr PCB-Gehalt 10 mg/kg nicht übersteigt;
- zu behandelnde Abfälle, wenn ihr PCB-Gehalt 10 mg/kg übersteigt;
- Abfälle für die Hochtemperaturverbrennung, ab einem PCB-Gehalt von 50 mg/kg; die Abfälle, die in diese Kategorie fallen, müssen zur Verbrennung ausgeführt werden. Für den Transport von Abfällen mit einem PCB-Gehalt von über 50 mg/kg gelten die Vorschriften des ADR. Für Abfälle mit einem Gehalt ab 1'000 mg/kg sind konditionierte 200-l-Fässer vorgeschrieben.

3.4 Ursprung der PCB-Belastung

In der Deponie La Pila konnten verschiedene Apparate ausgemacht werden, die mit den PCB in Verbindung gebracht werden können. Es handelt sich insbesondere um:

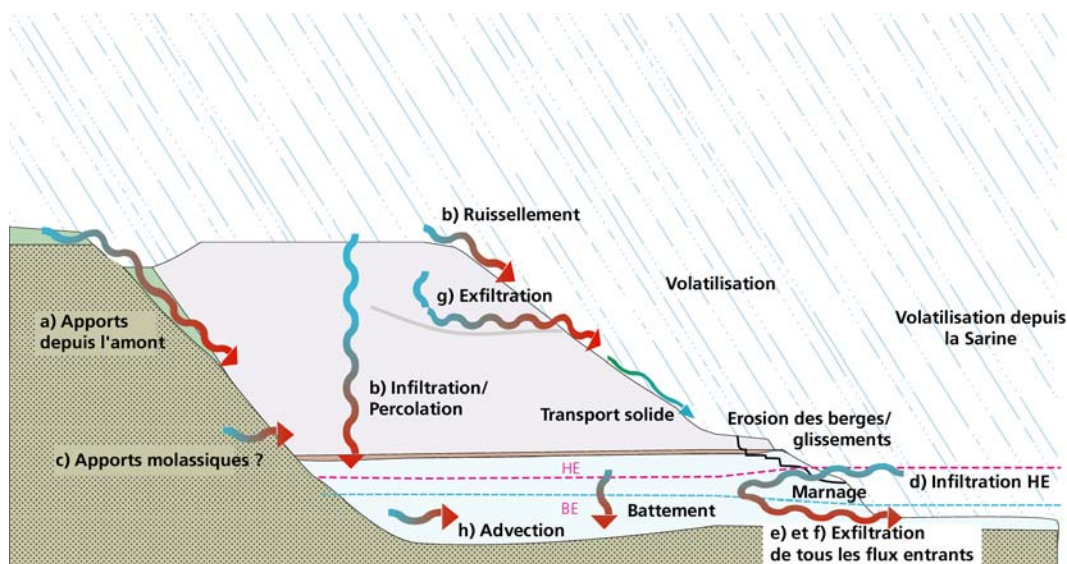
1. kleine Kondensatoren in verschiedenen Bauweisen (Glimmer-, Papier- und andere Kondensatoren) und von unterschiedlicher Grösse; da diese Kondensatoren an bestimmten Stellen der Deponie gehäuft vorkommen, kann vermutet werden, dass es sich um Produktions- oder Industrieabfälle handelt;
2. grössere Kondensatoren und andere Ausrüstungsteile im Zusammenhang mit für verschiedene Verwendungen benutzten Kondensatoren, die beispielsweise nach einem Abbruch von Gebäuden (Schaltanlagen) oder Elektroräumen (Isolatoren) in der Deponie abgelagert wurden.

Mehrere Kondensatoren auf der Deponie wurden auf 18 PCB-Kongenere hin untersucht. Diese Analyse bestätigten, dass die Kondensatoren PCB enthalten (zwischen 20'000 und 92'000 ppm PCB) und dass die vorhandenen Kongenere drei typischen kommerziellen Mischungen entsprechen.

3.5 Verbreitung der Schadstoffe

3.5.1 Freisetzung, Ströme

Die Mechanismen, die zu einer Verbreitung der von der Deponie La Pila stammenden Schadstoffe führen, sind zahlreich und komplex (siehe Schema weiter unten).



Für die PCB wurden zwei Hauptwirkungspfade ausgemacht:

- die unterirdischen Wasserströme, die hauptsächlich mit dem täglichen und wöchentlichen Austausch zwischen Grundwasser und Saane zusammenhängen und eine Verbreitung von geschätzten 500 g PCB pro Jahr zur Folge haben;
- der Transport von partikelförmigem Material infolge der Oberflächenabflüsse und Erosionen in den steilen Sektoren der Deponie; aufgrund des heutigen Wissensstands wird die Menge auf 500 g bis 1 kg PCB pro Jahr geschätzt.

Darüber hinaus ist die instabile Zone im nördlichen Teil der Deponie (unterer Teil des Hotspots) zu erwähnen, dessen Basis im Gerinne der Saane liegt. Bei einem Hochwasser könnten sich mehrere Kubikmeter Abfall und verschmutztes Material lösen und in die Saane gelangen.

3.5.2 Geschiebetransport

Die Deponie La Pila ist ein grosses PCB-Reservoir mit einer PCB-Menge, die aufgrund der Detailuntersuchung auf 20 Tonnen geschätzt wird.

Im Laufe der Zeit und der Verbreitung der Schadstoffe wurden auch die Sedimente der Saane mit PCB kontaminiert, die so zu einem sekundären PCB-Reservoir mit einer nicht quantifizierbaren PCB-Menge geworden sind.

Um die Flusszonen, die durch PCB kontaminiertes Feinsediment enthalten könnten, abzugrenzen, wurde der Geschiebetransport von der Deponie bis zum Pérolles-See modelliert. Auf dieser Grundlage wurden 8 Sektoren identifiziert, wobei sich derjenige mit der grössten Menge an abgelagertem Geschiebe beim Eingang des Pérolles-Sees befindet.

In diesem Sektor werden demnächst Bohrproben entnommen werden, um die aktuelle Belastung der Sedimente zu ermitteln. Das Ergebnis wird in das Monitoring einfließen müssen, mit dem die Wirksamkeit der für die Deponie getroffenen Massnahmen kontrolliert werden wird.

4. DAS WEITERE VORGEHEN

4.1 Ergänzende Studien

Auf dem Standort der Deponie La Pila wurde 1 Analyse pro 1200 m³ Material durchgeführt: Es ist dies ein ausreichend feines Raster, um eine zuverlässige Bestimmung der Belastung, der Wirkungspfade und der Entsorgungswege zu erstellen.

Noch muss aber die Berechnung der Materialvolumen pro Entsorgungsweg verfeinert werden. Denn bereits eine kleine Abweichung kann einen grossen Einfluss auf die Kosten haben; hierzu ist zu bedenken, dass 1 % des Gesamtvolumens – das am stärksten belastete Material – bis zu 20 % der Kosten ausmachen kann.

Um die Unsicherheitsfaktoren und die Zonen, in denen ergänzende Abklärungen sinnvoll sind, näher zu bestimmen, ist eine geostatistische Studie nötig.

Um den Austausch zwischen dem Grundwasser und der Saane und besonders die PCB-Mengen, die über verschiedene Wege in die Umwelt gelangen (an Partikeln gebunden und in Wasser gelöst, Indikatoren und dioxinähnlich), präziser bestimmen zu können, sind ebenfalls zusätzliche Abklärungen erforderlich.

4.2 Überwachung und Monitoring

Der Standort La Pila wird in regelmässigen Intervallen untersucht, indem Wasserproben aus dem bestehenden Piezometer-Messnetz entnommen und analysiert werden. Mit dieser Überwachung können die Veränderungen der Belastung über die Zeit verfolgt werden.

Unterhalb der Deponie muss in der Saane ein Monitoringsystem eingerichtet werden, um über aktuelle Daten zu den Auswirkungen der Schadstoffströme auf den Fluss zu verfügen und um die Wirkung der Sanierungsmassnahmen und den Sanierungserfolg kontrollieren zu können.

4.3 Sofort- und Übergangsmassnahmen

Angesichts der gegenwärtigen und unter Umständen hohen Schadstoffkonzentrationen, die mit den sich lösenden instabilen Materialien und Abfällen aus dem unteren Teil des Hotspots der Deponie in die Saane gelangen können, werden Sofortmassnahmen vorgeschlagen. Dabei geht es in erster Linie darum, das stark belastete Material in der instabilen Zone wegzuschaffen.

Eine weitere Möglichkeit, deren Stichhaltigkeit und Effizienz im Vergleich zu anderen Massnahmen noch geprüft werden muss, bestünde im Aushub des stark belasteten Sektors 3.

Nach Abschluss der Sofortmassnahmen könnten in Erwartung der eigentlichen Sanierungsarbeiten Übergangsmassnahmen zur Reduktion des Abstroms von Schadstoffen in die Saane getroffen werden. Einige der Übergangsmassnahmen, die für die Abnahme der Schadstoffverbreitung in der Saane nötig sind, könnten gleichzeitig mit den Sofortmassnahmen ergriffen werden.

Verschiedene, sich ergänzende Massnahmen sind in diesem Zusammenhang denkbar:

- Begrenzung des Austausches zwischen dem Grundwasser und der Saane
- Verringerung des Grundwasserzustroms, der aus dem Amont Sektor herführt
- Verringerung der Infiltrationen, Oberflächenabflüsse und Erosionen

Um den Austausch zwischen dem Grundwasser und der Saane zu begrenzen, könnte beispielsweise eine Dichtwand errichtet werden.

Diese Massnahme, wenn technisch machbar, setzt jedoch die Verlängerung der Einschliessung auf praktisch der gesamten Länge des Perimeters voraus, um zu verhindern, dass die Kleine Saane im Falle eines Hochwassers in die geschlossene Zone überschwappt.

Zudem wäre die Errichtung eines Systems zur Grundwasserentnahme (Pumpen) und -behandlung erforderlich, um den Wasserspiegel innerhalb der geschlossenen Zone zu regulieren und unter dem Niveau der Abfälle zu halten, da sonst der «Badewanneeffekt» aufträte.

Um das zu behandelnde Volumen zu minimieren, müsste das, aus der oben gelegenen Zone, zugeführt Wasser, entwässert und der Niederschlagseintritt reduziert werden.

Die Machbarkeit dieser Massnahmen muss noch analysiert werden.

4.4 Sanierungsvarianten

Aufgrund eines ersten Vorinventars der Massnahmen, die für das Sanierungsprojekt der Deponie La Pila in Betracht kommen, können zwei grosse Kategorien von möglichen Sanierungsmassnahmen unterschieden werden. In die erste Kategorie fallen Massnahmen, mit denen der Belastungsgrad des Standortes verringert werden kann. Diese Massnahmen bilden eine dauerhafte Lösung des Problems, die für das Sanierungsprojekt berücksichtigt werden muss. In die zweite Kategorie fallen Massnahmen, mit denen die Verbreitung der umweltgefährdenden Stoffe verhindert werden kann. Massnahmen dieser Kategorie sind als begleitende Massnahmen zum Sanierungsprogramm zu betrachten.

Die möglichen Massnahmen der ersten und zweiten Kategorie sind folgende:

1. Massnahmen zur Beseitigung umweltgefährdender Stoffe (Dekontamination):
 - Aushub des belasteten Materials mit "off-site" Behandlung
 - Behandlung vor Ort eines Teils des belasteten Materials
2. Massnahmen, mit denen die Ausbreitung der umweltgefährdenden Stoffe langfristig verhindert und überwacht wird (Einschliessung):
 - hydraulische Einschliessung
 - physikalische Einschliessung

Die verschiedenen Sanierungsvarianten, die aus einer Kombination dieser Massnahmen bestehen, müssen noch analysiert werden.

CSD Ingénieurs Conseils SA

Olga Darazs

Sébastien Paratte

Freiburg, 11. Februar 2009

W:\Csdfr\MANDATS\2700-749\FR2706.09 Pila\Rapport\synthèse Pila CSD état 5-02-09_D.doc