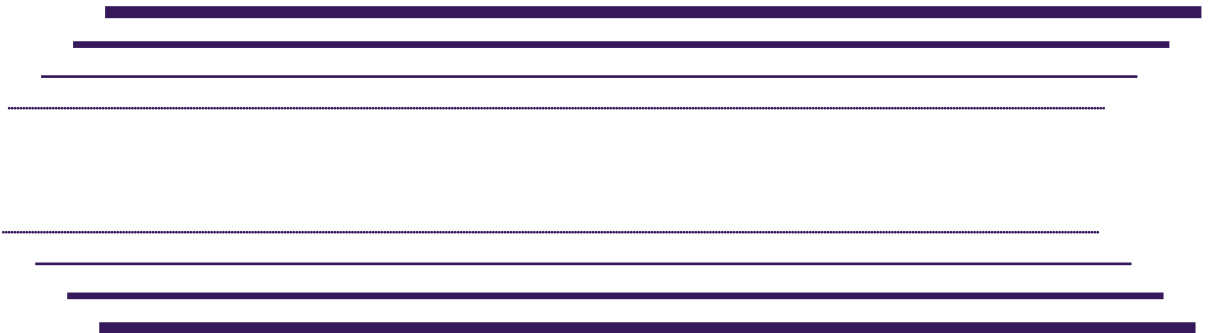


---

SONDERMÜLLDEPONIE TEUFTAL

**RISIKOANALYSE 2007/08**  
**ZUSAMMENFASSUNG**



---

## Impressum

Herausgeber: Sondermüldeponie Teuftal für die  
Basler Chemische Industrie (BCI)

Verfasser Hauptbericht: CSD AG, Bern  
Basel, März 2012

## Einleitung

3

In der Sondermülldeponie Teuftal (SMDT) lagerte die Basler Chemische Industrie (BCI) von 1975 bis 1996 feste, nicht reaktive und schwer abbaubare Produktionsrückstände, Aushub und Schlacke ab. Während der 20-jährigen Betriebsphase wurden insgesamt 25 000 Tonnen Abfälle abgelagert. Zugelassen waren ausschliesslich Abfälle in fester Form. Lieferungen mit Flüssigkeitsgehalt wurden zurückgewiesen. Rund 70 Prozent der abgelagerten Abfälle können als chemisch inert betrachtet werden. Umweltrelevant sind Stoffe in Mengen von rund 250 bis 500 Tonnen.

Die SMDT lagert auf Molassefels, in dem kein nutzbarer Grundwasserleiter vorhanden ist. Konzipiert ist die Deponie nach dem Isolationssystem, das zum Ziel hat, die industriellen Abfälle langfristig zuverlässig von der Ökosphäre fernzuhalten. Die SMDT verfügt über ein System verschiedener Barrieren. Dieses besteht aus dem geologischen Umfeld und einem technischen Barrierensystem aus Basis-, Flanken- und Oberflächenabdichtung sowie der Betonumhüllung der mit Abfall gefüllten Fässer. Kontrollmassnahmen stellten zudem sicher, dass keine ungeeigneten Abfälle auf die SMDT gelangten.

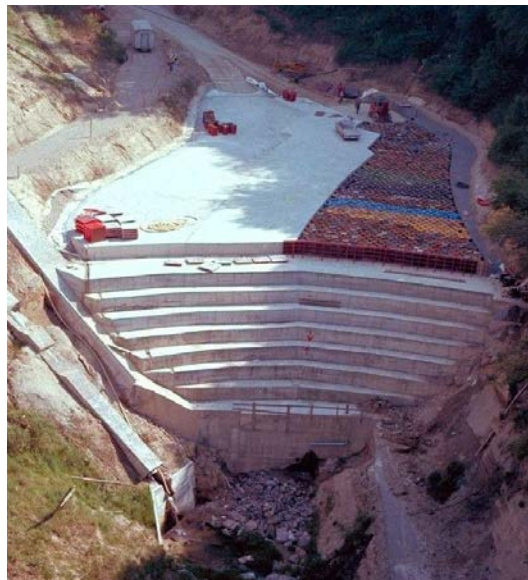


Abb. 1: Einlagerungsbetrieb SMDT 1977

Die Entwässerung der Deponie erfolgt für das Sauber- und das Schmutzwasser in zwei getrennten Systemen. Das Sauberwasser stammt vom Niederschlag sowie von Wasser, das aus den Talseiten natürlich im Umfeld der SMDT einsickert. Es handelt sich um durchschnittlich 7,5 Liter Sauberwasser pro Minute. Das Schmutzwasser stammt vor allem aus dem Inneren der Deponie. Seitdem die Deponie vollständig verschlossen und mehrfach abgedeckt ist, fallen pro Minute im Durchschnitt noch 0,15 Liter Schmutzwasser an (ca. 80 m<sup>3</sup> pro Jahr).

### Geregelte Nachsorge

Im Juni 1996 wurde der Deponiebetrieb auf der Sondermülldeponie Teuftal nach knapp 21 Betriebsjahren eingestellt. Im folgenden Jahr wurde die Deponie mit einer Oberflächenabdichtung verschlossen; seit 2001 wird sie von einer technisch und organisatorisch eigenständigen Reststoffdeponie der Deponie Teuftal AG (DETAG) überlagert. Für die Reststoffdeponie wurde eine zweite Abdichtung – die Basisabdichtung der Reststoffdeponie – erstellt.

Seit Abschluss des Deponiebetriebs befindet sich die SMDT in der sogenannten «Nachsorgephase». Eine zwischen der BCI als Betreiberin der SMDT und dem Kanton Bern 2004 abgeschlossene Vereinbarung regelt die Aufgaben und Verantwortlichkeiten, die sich in den nächsten 30 Jahren der Nachsorge stellen. Diese umfassen insbesondere die Überwachung der SMDT, den Nachsorgebetrieb, den Unterhalt der technischen Systeme sowie die Überprüfung der Risiken. Die Nachsorge, während der der Zustand der Deponie periodisch überprüft wird, dauert mindestens 30 Jahre.

### Weiterhin umweltverträglich

2001 hatte die BCI eine erste Risikoanalyse (RA) für die SMDT vorgelegt. Sie kam zum Schluss, dass die SMDT unter Berücksichtigung der getroffenen Massnahmen keine Gefährdung von Mensch und Umwelt darstellt und demnach umweltkonform ist. Aufgrund der mehrfachen Barrieren, des grossflächigen Sickerkörpers und der getroffenen Präventivmassnahmen zählt die SMDT zu den wohl sichersten oberirdischen Sondermülldeponien in Europa.

Gemäss der Nachsorgevereinbarung ist die Risikoanalyse periodisch darauf zu überprüfen, ob die Herleitung und die Schlussfolgerungen noch zutreffen. Nach umfassenden Vorarbeiten wurde diese Überprüfung – die Risikoanalyse 2007/08 (RA 2007/08) – 2006 eingeleitet. Sie befasst sich mit den Umwelttrisiken und -schäden, die von der SMDT ausgehen könnten. Sie kommt zum Schluss, dass die SMDT weiterhin als umweltverträglich einzustufen ist. Es zeichnen sich derzeit keine Szenarien ab, die inakzeptable Risiken in sich bergen. Die 2001 identifizierten betrieblichen Risiken (z.B. Fehlmanipulationen) wurden in der Zwischenzeit (z.B. mittels Umbauten) minimiert. Die aktuellen Freisetzungsraten an mobilisierbaren chemischen Substanzen aus dem kontrolliert abgeführten Schmutzwasser sind äusserst gering.

#### **Potenzielle Umweltbelastungen sind kontrollierbar**

Das belastete Sickerwasser der SMDT wird heute und über die nächsten Jahrzehnte gesammelt und kontrolliert einer Abwasserbehandlung zugeführt. Als Folge von Allmählichkeitsschäden an den technischen Deponiesystemen ist mittelfristig (20 bis 100 Jahre) eine Zunahme der Emissionen ins Saubwasser möglich, das kontrolliert in den Teuftalbach abgegeben wird. Für den Fall, dass erhöhte Belastungen auftreten würden, kann sofort interveniert werden. Solange die SMDT-Systeme unterhalten und gewartet werden, ist das daraus resultierende Risiko einer Belastung der Umwelt weiterhin klein und tragbar. Unterhalt und Wartung der SMDT-Systeme (Übergang zur Endphase) können entsprechend erst beendet werden, wenn die Schadstoffemissionen in die Umwelt umweltverträglich und nachweislich rückläufig sind.

Langfristige Einflüsse (mehrere hundert bis tausend Jahre) werden bei der Beurteilung von Störfällen eingeschlossen. Bei einem längeren oder plötzlichen Versagen der technischen Systeme und Barrieren können unter bestimmten Umständen (z.B. «Worst-Case»-Störfallbetrachtung mit äusserst geringer Wahrscheinlichkeit) organische Verbindungen zu Gewässerbelastungen führen, die für den Teuftalbach ein inakzeptables Ausmass annehmen könnten. Für die Aare beziehungsweise den Wohlensee sind dadurch jedoch keine relevanten Beeinträchtigungen zu erwarten. Es stehen umsetzbare technische Massnahmen (z.B. Vorbehandlung der Sickerwässer) zur Verfügung, die den Teuftalbach langfristig zu schützen vermögen. Sie sind beispielsweise nach der Nachsorgephase der SMDT (Übergang zur Endphase) allenfalls zu realisieren.

#### **Zweitmeinung zur Bewertungsgrundlage**

Bei Fachleuten einer renommierten Ingenieurfirma wurde eine Zweitmeinung zur Frage des Tragweitemassstabs (Skala zur Einordnung beziehungsweise Beurteilung der Risiken) eingeholt. In ihrem Gutachten kommen diese Fachleute zum Schluss, dass das im Rahmen der Risikoanalyse vorgeschlagene Bewertungsraster praktikabel und somit geeignet für die Beurteilung der Risiken ist.

Die Risikoanalyse 2007/08 wurde zusammen mit der Zweitmeinung dem Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA) vorgelegt, welches den Bericht als eine gute, auf naturwissenschaftlichen Grundlagen und auf dem heutigen Stand des Wissens beruhende Entscheidungshilfe beurteilte.

## Zustand der Deponie

5

Die mehrfachen Barrieren und der Unterhalt der Betriebs-, Entwässerungs- und Überwachungssysteme gewährleisten, dass die SMDT nach wie vor sicher und umweltverträglich ist. Die Risikoanalyse 2007/08 bestätigt, dass Schadstoffe aus der SMDT über die Sickerwässer kontrolliert abgeführt werden können. Mögliche unkontrollierte Freisetzungen können dabei am ehesten indirekt über das Entwässerungssystem des Sauberwassers (seitliche Zuflüsse aus dem Fels) in die Umwelt gelangen. Aufgrund der günstigen geologischen Verhältnisse im Umfeld (Molassefels) könnte eine mögliche Freisetzung in den Untergrund schnell kontrolliert werden. Aus der SMDT ist zudem kein Gasaustritt feststellbar, sodass die Luft nicht beeinträchtigt wird. Flüchtige chemische Verbindungen sind in relevanten Konzentrationen nur im geschlossenen Schmutzwasserdrainagesystem zu finden. Die Aussenluft wird über die Lüftungsanlage auch bei Unterhaltsarbeiten kaum beeinflusst. Aufgrund der Überlagerung durch die Reststoffdeponie ist auch das Schutzgut Boden von der SMDT nicht tangiert.



Abb. 2: Probenahme für die Analyse von Schmutzwasser in Kammer am Fuss der SMDT.

### Geringe Belastung des Wassers

Gegenüber dem Zustand bei der Risikoanalyse 2001 hat die mittlere Schmutzwassermenge der SMDT um 70 Prozent und die mittlere jährliche Sauberwassermenge um rund ein Drittel abgenommen. Zwar hat die Konzentration einiger Stoffe im Schmutzwasser zugenommen, die Gesamtmenge (Fracht) ist hingegen praktisch konstant geblieben. Im Sauberwasser sind vereinzelt organische Verbindungen im

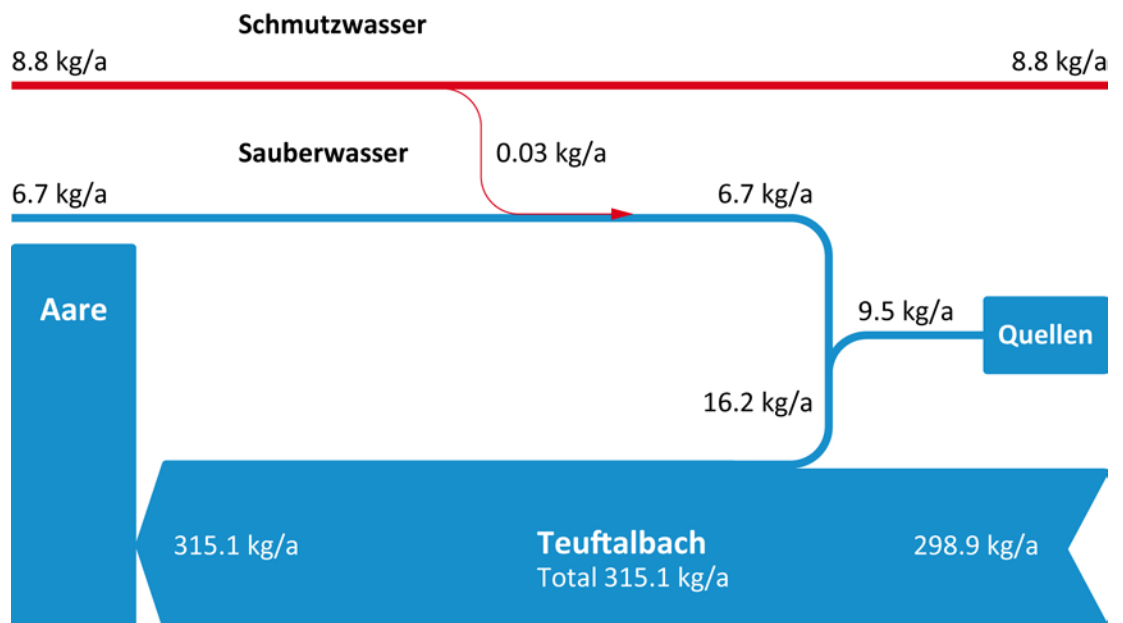


Abb. 3: Stofffracht (organischer Kohlenstoff) aus dem Schmutz- und dem Sauberwasser der SMDT in den Taufalbach bzw. die Aare (Zustand heute).

Spurenbereich beziehungsweise an der Nachweisgrenze messbar; die jährlichen Frachten liegen im Bereich von wenigen Gramm. Auf der Suche nach der Herkunft dieser Spuren wurden Abschätzungen durchgeführt, die nahelegen, dass flüchtige Spurenstoffe über lokale Schwachstellen in der Abdichtung oder durch die Diffusion über die Gasphase ins Sauberwassersystem gelangen könnten.

**Weder im Teuftalbach noch in der Aare konnten bisher Stoffe aus der SMDT nachgewiesen werden. Auch im Grundwasser sind bisher keine Einflüsse der SMDT festzustellen. Insbesondere sind keine der für Deponien typischen chemischen Verbindungen vorgefunden worden.**

**Keine Beeinflussung durch Reststoffdeponie**  
Die Risikoanalyse fand keine Hinweise, die auf einen Austausch von Stoffen zwischen der SMDT und dem Reststoffdeponie- beziehungsweise dem Schlackenkompartiment schliessen lassen. Darauf würde eine Zunahme bestimmter Salze oder Schwermetalle im Sauberwassersystem der SMDT hindeuten. Die verschiedenen Deponiekompartimente sind weiterhin als vollständig getrennte Systeme zu betrachten. Das wird auch dadurch bestätigt, dass bestimmte Deponiegase nicht aufgespürt werden konnten, die auf eine mögliche Beeinflussung der SMDT durch die Reststoffdeponie hindeuten würden.

## Risikoanalyse 2007/08

7

Das Vorgehen für die Risikoanalyse 2007/08 entspricht jenem der Risikoanalyse 2001 beziehungsweise dem entsprechenden Fachgutachten (Peer-Review) von Prof. Dr. Ing. P. Doetsch von der RWTH Aachen.

### Vorstudie als Bewertungsgrundlage

Als Grundlage und integrierenden Bestandteil der Risikoanalyse erstellte die Firma CSD in den Jahren 2006 und 2007 für ausgewählte Substanzen eine sogenannte PNEC-Studie («Predicted No-Effect Concentration»). Diese ermittelt ökologische Unbedenklichkeitswerte, also Stoffkonzentrationen, unterhalb deren im Gewässer keine ökologischen Auswirkungen durch die betrachtete Substanz zu erwarten sind (PNEC-Werte). Dazu wurden aus 94 organischen Substanzen, die seit der letzten Risikoanalyse durch Messungen von Einzelstoffen mehrfach quantifiziert sind, 34 Substanzen als relevant ausgewählt und für sie in der Literatur die PNEC-Werte recherchiert. Die PNEC-Studie wurde im Oktober 2007 dem AWA vorgelegt, das sie als Grundlage für die Bewertung potenzieller Auswirkungen in Oberflächengewässern akzeptiert.

### Leitparameter und Gefahrenkatalog

Von den eingelagerten 25 000 t Sondermüll sind rund 70 Prozent chemisch nicht reaktiv, können sich nicht freisetzen und sind nicht umweltrelevant. Von den restlichen 30 Prozent der eingelagerten Abfälle sind rund 250 bis 500 Tonnen oder 1–2 Prozent der damaligen Gesamtanlieferungen chemische Stoffe, die bei ihrer Freisetzung für die Umwelt wirklich relevant sein können. Es handelt sich dabei vor allem um organische Verbindungen wie Lösungs- und Pflanzenschutzmittel. Aufgrund von Relevanzbetrachtungen und Stoffeigenschaften wurden insgesamt sechs Stoffe als Leitparameter ausgewählt. Zwei von ihnen erlauben dabei den direkten Vergleich mit der Risikoanalyse 2001.

In einem zweiten Schritt erfolgte die Überprüfung aller Gefahren, die von der SMDT ausgehen könnten. Im Gefahrenkatalog wurden die Ursachen, Wirkungen und die derzeitigen Präventivmassnahmen für jede Gefahr aufgeführt. Grundsätzlich wird dabei zwischen einer Normalfallentwicklung und ausserordentlichen Ereignissen (Störfällen) unterschieden. Aus dem Gefahrenkatalog wurden im Jahr 2001

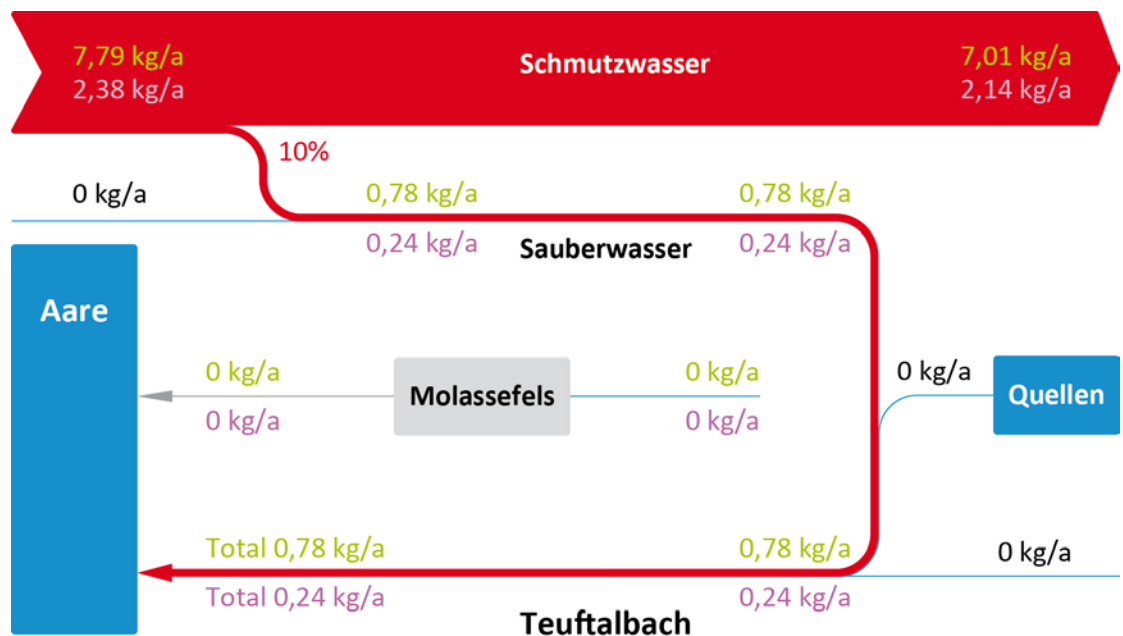


Abb. 4: Beispiel: Ausbreitung zweier Substanzen (grün: Nitrobenzol; lila: 4-Chlor-2-Methylanilin) aus der SMDT im Szenario «Normalfall» (Prognose mit Unterhalt SMDT)

Szenarien gebildet, bei denen die einzelnen Ereignisse in ihrer untereinander abhängigen Entwicklung und ihren Auswirkungen betrachtet werden. In der Konsequenzenanalyse wurden die als relevant eingestuft Szenarien mit ihren Auswirkungen auf die Umwelt beurteilt. Dabei wurde die Tragweite eines Szenarios anhand der Menge der freigesetzten Schadstoffe, ihrer möglichen räumlich-zeitlichen Ausbreitung im Untergrund oder in der Anlage, der zu erwartenden Stoffkonzentration im Schutzgut und der Bedeutung der betroffenen Schutzgüter sowie anhand des Aufwands notwendiger Gegen- und Schadensbegrenzungsmaßnahmen abgeschätzt. Die einzelnen Szenarien konnten mit Hilfe des Risikobewertungsmaßstabs verglichen werden.

#### **Zusätzliche Massnahmen bei Normalbetrieb**

Das von der SMDT ausgehende Risiko besteht hauptsächlich im Zusammenhang mit einer möglichen Freisetzung von Schadstoffen über das Wasser. Unter dem «Normalfall» wird die generelle Situation nach Abschluss der Deponie verstanden, also ohne unerwartete Ereignisse (Störfälle). Dabei sind Alterungsprozesse wie das Eintreten von Allmählichkeitsschäden zu berücksichtigen. Solche könnten sich beispielsweise durch vermehrte Schwachstellen in den Deponieabdichtungen oder durch Verstopfungen des Sauber- und Schmutzwasser-Drainagesystems ergeben, die von einer erhöhten Freisetzung aus korrodierten Fässern aus dem Deponiekörper gespeist werden. Mittelfristig kann gewährleistet werden, dass der bestehende Schrägschacht, die Drainagen und die unterirdischen Bauwerke intakt und das kontrollierte Ableiten über das Schmutzwasser gesichert bleiben. Es besteht kein Handlungsbedarf.

Aus der Vielfalt der Normalfallszenarien zeigten zwei relevante Szenarien, dass durch Verstopfungen des Schmutzwasser-Drainagesystems oder durch den Verzicht auf den Unterhalt der Drainagen, der unterirdischen Bauwerke und des Schrägschachtes der Teuftalbach durch Substanzen aus der SMDT beeinflusst, die Aare aber kaum belastet würde. Inwieweit die Belastung des Teuftalbaches je nach Szenario ein inakzeptables Ausmass erreichen würde, ist im Realfall zu bestimmen und würde im Rahmen des Inter-

ventionskonzepts allenfalls weitere Massnahmen auslösen. Je nach Verschmutzungsgrad des Wassers kann beispielsweise die Reinigung in einer Sickerwasserbehandlungsanlage oder in der ARA Laupen erfolgen.

#### **Umfangreiche Überprüfung potenzieller Störfälle**

Nebst dem normalen Nachsorgebetrieb wurden auch ausserordentliche Ereignisse (Störfälle) einer Neubeurteilung unterzogen. Dabei stützte sich die Risikoanalyse 2007/08 im Wesentlichen auf die Szenarien, die in der Risikoanalyse 2001 und in der Peer-Review 2001 untersucht worden waren. Drei der damals beurteilten Szenarien sind heute nicht mehr relevant, da mittels Umbaumaassnahmen die Gefahr eliminiert wurde. Andererseits wurden zwei neue Szenarien in die Beurteilung aufgenommen. Für die Betrachtung ausserordentlicher Ereignisse wurden zudem langfristige Einflüsse über mehrere hundert bis tausend Jahre berücksichtigt, beispielsweise Vorgänge, die Veränderungen in der Deponiestruktur bewirken könnten. Im Rahmen der sogenannten «Konsequenzenanalyse» wurden für die einzelnen Szenarien die Konsequenzen beziehungsweise die Tragweite der Störfälle berechnet. Dazu wurden für jedes Szenario die zu erwartenden Konzentrationen der in das Gewässer eingetragenen Leitsubstanzen im Teuftalbach, in der Aare und – sofern erforderlich – in der ARA Laupen (und in der Saane) ermittelt. Die Risikobetrachtungen der SMDT sind bewusst einfach gehalten. Hingegen sind die verschiedenen getroffenen Annahmen sehr konservativ, sodass die effektiv zu erwartenden Konzentrationen bei Ausbreitung in der Geosphäre bei einem tatsächlichen Störfall geringer ausfallen würden als errechnet. Die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines Störfalls basiert auf Erfahrungen mit vergleichbaren Deponiebauteilen sowie auf Einschätzungen durch Experten.

#### **Keine inakzeptablen Risiken**

Die Abschätzung der Störfallrisiken zeigt, dass weder die Aare noch – sofern indirekt über die ARA überhaupt betroffen – die Saane im Fall eines der untersuchten Szenarien durch Substanzen aus der SMDT massgeblich zusätzlich belastet würden. Da das sehr gering ergebige Grundwasser nicht genutzt wird



beziehungsweise nie nutzbar sein wird und letztlich in die Aare abfließt, ist das Grund- und Felswasser im Teuftal kein kritischer Ausbreitungspfad. Für einen Grossteil der Szenarien liegen auch die Belastungen des Teuftalbachs im akzeptablen Bereich. Bei sechs Szenarien steigen einzelne Substanzkonzentrationen auf einen kritischen Wert. Dabei handelt es sich unter anderem um unwahrscheinliche Szenarien mit grösseren Lecks in der Basis- und Flankenabdichtung sowie um das «Worst-Case»-Szenario mit einer vollständigen Freisetzung, das als praktisch unmöglich eingeschätzt wird. Insgesamt zeigen die Analysen, dass keines der untersuchten sehr unwahrscheinlichen Szenarien zu unkontrollierbaren Situationen beim Teuftalbach führen würde.

#### **Massnahmen zur weiteren Risikoverminderung**

Das aufgezeigte Risiko im *Normalbetrieb* lässt sich dadurch vermeiden, dass der Schrägschacht langfristig behagbar bleibt und unterhalten wird. Dies erlaubt, die Entwässerungssysteme so lange wie möglich funktionsfähig zu halten. Zudem könnte vor dem Ende der Nachsorgephase der SMDT dafür gesorgt werden, dass belastetes Wasser der SMDT mit seinen geringen Frachten entweder über eine festgelegte Ableitung direkt der Aare zugeleitet oder – falls dannzumal noch höher belastet – in einer Wasserbehandlungsstufe entsprechend den Weisungen zur Einleitung von Industrieabwasser in einem Vorfluter vorbehandelt würde.

Die Risiken, die sich aufgrund *ausserordentlicher Ereignisse* (Störfälle) ergeben könnten, lassen sich nur noch bedingt weiter reduzieren. Für die vier übrigen relevanten Szenarien liessen sich zu gegebener Zeit neben den nachstehend erläuterten Präventionsmassnahmen vor allem die bereits genannten Massnahmen zur direkten Einleitung des Sauberswassers in die Aare beziehungsweise dessen Vorbehandlung realisieren.

Neben den bereits laufenden Präventionsmassnahmen wie regelmässigem Monitoring, Unterhalt, Wartung und Betrieb der technischen Systeme und Anlagen schlägt die Risikoanalyse 2007/08 eine Reihe ergänzender Massnahmen vor. Um den Schrägschacht und die Kontrollbauwerke langfristig

in gutem Zustand zu erhalten, soll alle 5 bis 10 Jahre eine fachgerechte Überprüfung des Zustandes, insbesondere hinsichtlich der Betontragfähigkeit, erfolgen. Ferner sollten weiterhin Deformationsmessungen durchgeführt werden, um die Stabilität der Kontrollbauwerke zu überwachen. Zur Gewährleistung der strengen Stabilitätsnormen sind in einigen Jahren Verstärkungsmassnahmen zu realisieren. Zudem ist regelmässig zu prüfen, welche Sauberswasserdrainageleitungen im Falle einer Belastung ins Schmutzwassersystem umgeleitet werden müssen. Je nach zukünftiger Belastungssituation der SMDT-Wässer ist zu gegebener Zeit zu prüfen, ob eine Vorbehandlung dieser belasteten Wässer nicht günstiger wäre als der heutige Abtransport und die Reinigung in einer externen Industrieabwasserbehandlungsanlage. Schliesslich werden verschiedene Vorschläge zur Verbesserung der Überwachungsanalytik und der Methodik und der Umfang der periodischen Risikoanalyse präsentiert.

#### **Mehr Sicherheit mit Interventions- und Massnahmenkonzept**

Obwohl gegenwärtig kein Handlungsbedarf besteht und sich auch keine relevanten Veränderungen abzeichnen, wird das Interventions- und Massnahmenkonzept regelmässig überprüft und aktualisiert. Damit wird sichergestellt, dass bei einem Vorfall oder bei erhöhten Umweltüberwachungswerten innert nützlicher Frist angemessene Massnahmen realisiert werden können.

Die möglichen Interventionsmassnahmen für ausserordentliche Ereignisse (Störfälle) sind im Wesentlichen noch immer dieselben, wie in der Risikoanalyse 2001 beschrieben. Mit dem erwähnten Interventionskonzept lässt sich auch ein ausserordentliches Ereignis schnell erkennen und entscheiden, ob und mit welchen Massnahmen interveniert werden muss und kann. Der Zeitbedarf für Planung, Bewilligung und Realisierung solcher Massnahmen kann mit geeigneten Sofortmassnahmen überbrückt werden.