



Bau- und Umweltschutzdirektion  
Kanton Basel-Landschaft

**Amt für Umweltschutz und Energie**

---

## Untersuchung der Sickerwässer von Inertstoffdeponien und von Bachsedimenten der jeweiligen Vorfluter auf Schadstoffe



Liestal, Februar 2013

### **Impressum**

Herausgeber:  
Amt für Umweltschutz und Energie,  
Kanton Basel-Landschaft

Verantwortlicher Ressortleiter:  
Roland Bono

Projektleitung:  
Daniel Schmutz

Konzept/ Bericht:  
Daniel Schmutz

Probenahmen/ Analytik/Hilfsstellung:  
Daniel Schmutz, Iwan Fankhauser, Marcel Beck, Marco Stöckli-  
Feld, Marco Nägelin, Matthias Häfelfinger, Jris Gerber, Silvia  
Schweizer, Mona Erismann, Lukas Wegmann, Anja Rindfleisch;  
Analytik z.T. extern durch Bachema AG

Redaktion, Reinschrift:  
Daniel Schmutz (Federführung), Dominic Utinger, Roland Bono

# Inhaltsverzeichnis

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>5</b>
<b>AUSGANGSLAGE UND ZIEL</b>	<b>5</b>
<b>ERGEBNISSE</b>	<b>5</b>
<b>1. EINFÜHRUNG UND ZIELSETZUNG</b>	<b>8</b>
1.1 ZIEL DER VORLIEGENDEN UNTERSUCHUNG	8
<b>2. INERTSTOFFDEPONIE</b>	<b>9</b>
2.1 ZUGELASSENE ABFÄLLE	9
2.2 STANDORTANFORDERUNGEN UND NOTWENDIGE INFRASTRUKTUR	11
<b>3. UMFANG DER UNTERSUCHUNG</b>	<b>12</b>
3.1 SICKERWASSER/ BACHWASSER	12
3.2 BACHSEDIMENTE	12
3.3 PARAMETERLISTE	13
<b>4. RECHTLICHE GRUNDLAGEN</b>	<b>13</b>
4.1 SICKER-/ BACHWASSER	14
4.2 SEDIMENTE	15
<b>5. PROBESTANDORTE, PROBENAHME, AUFBEREITUNG UND ANALYTIK</b>	<b>16</b>
5.1 PROBENAHME SICKER- UND BACHWASSER	16
5.2 PROBENAHMEN SEDIMENTE	17
5.3 AUFBEREITUNG	17
5.4 MESSMETHODEN UND BESCHRIEB	17
<b>6. ERGEBNISSE UND INTERPRETATION</b>	<b>17</b>
<b>6.1 WASSERPROBEN</b>	<b>18</b>
6.1.1 SCHWERMETALLE (SM), HALBMETALLE, ALKALI- UND ERDALKALIELEMENTE	18
6.1.2 GEOCHEMISCHE RESULTATE, SALZE	18
6.1.3 KOHLENWASSERSTOFFE (KW)	19
6.1.4 CHLORIERT UND FLUORIERT KOHLENWASSERSTOFFE (CKW)	19
6.1.5 PERFLUORIERT CHEMIKALIEN	20
6.1.6 PESTIZIDE	21
6.1.7 ANILINE	21
6.1.8 ORGANISCHE SPURENVERUNREINIGUNGEN	22
<b>6.2 BACHSEDIMENTE</b>	<b>23</b>
6.2.1 POLYCHLORIERT BIPHENYLE (PCB) IN SEDIMENTEN	23
6.2.2 SCHWERMETALLE IN SEDIMENTEN	23

<b>6.3 ALTLASTENRELEVANZ</b>	<b>24</b>
<b>7. SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	<b>25</b>
<b>LITERATUR</b>	<b>27</b>
<b>ANHANG</b>	<b>29</b>
<b>ANHANG 1: KENNDATEN DER STOFFGRUPPEN, KURZBESCHRIEBE</b>	<b>29</b>
<b>ANHANG 2: ANALYSEBERICHTE</b>	<b>35</b>

## Zusammenfassung

### Ausgangslage und Ziel

Im Kanton Basel-Landschaft wurden erstmalig die Sickerwässer von Inertstoffdeponien neben den üblichen geochemischen und physikalischen Parametern auch auf verschiedene organische Schadstoffe untersucht. Diese Untersuchung sollte Aufschluss darüber geben, ob ein Handlungsbedarf zum Schutze der aquatischen Lebensgemeinschaften bezüglich Deponieimmissionen bei aktiv betriebenen wie auch schon abgeschlossenen und rekultivierten Inertstoffdeponien besteht.

Inertstoffdeponien weisen in der Regel keine Basis- und Flankenabdichtung auf. Die anfallenden Sickerwässer können somit unkontrolliert in den Untergrund versickern; teilweise können sie mittels Sickerleitung an der Deponiebasis gefasst werden. Daneben werden die meisten Inertstoffdeponien stark durch Fremdwasser beeinflusst, sei dies via Drainagenleitungen, die unter dem Deponiekörper geführt sind oder auch oberflächennah seitlich zum Deponiekörper führen. In dieser Untersuchung wurden die Auswirkungen durch gefasste und abgeleitete Sickerwässer auf die nachgelagerten Oberflächengewässer untersucht. Der Einfluss von Deponiesickerwasser auf die Grundwasserströme ist nicht Bestandteil dieser Arbeit.

Insgesamt wurden 7 im Betrieb stehende und 3 abgeschlossene Inertstoffdeponien untersucht. Dabei wurden 11 Sickerwasserproben sowie zum Vergleich 6 Fliessgewässerproben aus nächster Nachbarschaft der Deponien erhoben. Es handelt sich bei dieser einmaligen Beprobung um Momentanproben mit gewissen Unsicherheiten bezüglich der Repräsentativität. Aus diesem Grunde wurden in den jeweils nachgelagerten Vorflutern zusätzlich 13 Bachsedimente erhoben und auf Schwermetalle und Polychlorierte Biphenyle untersucht. Sedimente können, im Sinne eines Archivs, langfristige Einträge von Schadstoffen aufzeigen.

Auf Inertstoffdeponien dürfen gemäss "Technischen Verordnung über Abfälle" (TVA) Inertstoffe und Bauabfälle, welche die Verordnungswerte bezüglich Inhaltsstoffe erfüllen, abgelagert werden. Entsprechend wurde die Parameterwahl auf die potentiellen Schadstoffe aus den Bereichen Bauschutt und weiteren Inertstoffmaterialien (Aushubmaterial, nicht verwertbare Bauabfälle usw.) gelegt. Die Proben wurden auf einige physikalische und geochemische Parameter sowie zusätzlich auf die Gehalte bei den Schwermetallen, Aniline, Kohlenwasserstoffe, Pestizide, halogenierte und fluorierte Kohlenwasserstoffe untersucht. Im weiteren wurde mittels GC/MS-Screening nach weiteren organischen Stoffen gesucht.

### Ergebnisse

Inertstoffdeponien verhalten sich weitgehend so, wie aufgrund der zugelassenen eingelagerten Abfälle zu erwarten ist. Es treten keine relevanten unerwarteten Emissionen in den Sickerwässern auf.

- Die Einleitbedingungen gemäss den gesetzlichen Vorgaben (GSchV) für Sickerwässer in einen Vorfluter wurden von den Sickerwässern der Inertstoffdeponien eingehalten. Bei einem Pestizid zeigte sich ein auffälliger Gehalt. Wir gehen davon aus, dass dieses Pestizid (Metolachlor) via Drainagewasser aus Landwirtschaftsflächen in das Deponiesickerwasser gelangte.
- Altlastenrechtlich betrachtet fanden sich keine Gehalte, die einen Überwachungs- oder Sanierungsbedarf auslösen.
- Alle untersuchten Sickerwässer wie auch Fliessgewässer hielten die "Umweltsqualitätsnormen für Fliessgewässer" der Wasserrahmenrichtlinie der EU ein.

- Die untersuchten Sedimente hielten die Zielvorgaben (ZV) der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR) ein. Ausnahme waren sehr wenige Metallwerte, welche geringe Überschreitungen aufzeigten. Diese Überschreitungen haben mit grosser Wahrscheinlichkeit nichts mit den Deponieemissionen zu tun.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass die Sickerwässer der untersuchten Inertstoffdeponien weitgehend keinen negativen Einfluss auf die Lebensgemeinschaft der entsprechenden Vorfluter haben. Dies werten wir als Hinweis, dass die Eingangskontrollen auf den Deponien in der Regel gut funktionieren und nur TVA-konforme Inertstoffe abgelagert werden. Einen positiven Einfluss hat sicherlich auch das seit Jahren etablierte kantonale Zulassungsverfahren für die Deponierung der Abfälle.

Die untersuchten Fliessgewässer zeigten bei keinem Parameter Auffälligkeiten.

Es fanden sich in den gefassten Sickerwässern der Inertstoffdeponien Spuren von Schadstoffen, welche gesetzlich nicht geregelt sind. Dies betraf insbesondere die organischen Schadstoffe chlorierte und fluorierte Kohlenwasserstoffe sowie Pestizide. Die Konzentrationen wie auch die Frachten lagen bei diesen Schadstoffen in einem sehr tiefen Bereich. Erhöht gegenüber den üblichen Konzentrationen in Fliessgewässern waren erwartungsgemäss verschiedene Salze wie Chloride, Sulfate und Borate. Diese werden leicht aus dem eingelagerten Deponiegut ausgewaschen.

Werden "Wirkungsbasierte Qualitätskriterien" (nach Chèvre u.a.) zur Beurteilung der Untersuchungsergebnisse beigezogen, so wurden bei einigen wenigen organischen Schadstoffen sowie beim Bor in den Sickerwässern die akuten und chronischen Qualitätskriterien für Fliessgewässer nicht eingehalten. Die Fliessgewässerproben erfüllten mit einer Ausnahme (Metolachlor) hingegen diese Qualitätskriterien. Dazu ist anzumerken, dass Sickerwässer keine Fliessgewässer sind. Der Vergleich kann aber dazu dienen, die Qualität der Sickerwässer bezüglich organischer Schadstoffe besser einzuordnen.

Bei der Überwachung von Sickerwässern von Inertstoffdeponien sollte in Zukunft diesen "Mikroverunreinigungen" genügend Beachtung geschenkt werden, auch ohne explizite gesetzliche Regelung.

Grundsätzlich gilt zu beachten, dass Inertstoffdeponien in der Regel nicht abgedichtet sind. Ein Teil des anfallenden Sickerwassers kann unkontrolliert im Untergrund versickern. Daneben wird das Deponiesickerwasser durch Fremdwasser aus Drainagen und seitlichen Oberflächenzuflüssen zum Teil stark verdünnt. Die Aussagen dieser Untersuchung beschränken sich somit auf den stofflichen Einfluss der gefassten Sickerwässer auf die vorgelagerten Fliessgewässer. Aussagen über mögliche Beeinflussungen der örtlichen Grundwasserströme sind nur bedingt möglich.

Die Sickerwässer der einzelnen Inertstoffdeponien werden in unterschiedlicher Masse durch Fremdwasser beeinflusst. Entsprechend lassen sich kaum eindeutige deponiespezifische Aussagen machen. Ebenso ist keine "Risikorangierung" möglich.

Einen Gesamtüberblick zur Untersuchung gibt nachfolgende Tabelle. Aufgeführt sind die Parameter, welche erhöhte Gehalte aufwiesen oder bei den organischen Schadstoffen Gehalte über den jeweiligen Bestimmungsgrenzen aufzeigten. Die Perfluorierten Kohlenwasserstoffe (PFC) wurde nur in 4 Sickerwässern bestimmt.

## Übersichtstabelle Sickerwasserbeprobung Inertstoffdeponien September 2012

Deponie- und Probenummer	Fremdwasseranteil	Auffällige Stoffe	Erläuterungen
1/14	Sehr gross	Cl <sup>-</sup>	Beprobte wurde aus Mangel an anderen Möglichkeiten ein Quellaufstoss am Fusse der Deponie; der untersuchte Vorfluter zeigte keine Auffälligkeiten
2/16	Sehr gross	keine	Beprobte wurde aus Mangel an anderen Möglichkeiten eine kleine Wasserrinne ca. 200 m unterhalb Deponie
3/5	Unbekannt	el. Leitfähigkeit, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , Pestizide	Kein fliessendes Sickerwasser, Probe aus Auffangbecken mit stehendem Wasser genommen; da die Deponie auf Karst liegt, fällt nur bei starken Niederschlägen Sickerwasser an
4/3	Sehr gering	el. Leitfähigkeit, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , B, Mn, PFC, CKW, Pestizide; im Sediment Vorfluter B und Mn	Grossteil reines Sickerwasser, im Sediment zeigt sich Beeinflussung bei Bor und Mangan
5/12	Gering bis Gross	el. Leitfähigkeit, SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , B, Mn, Sr, CKW, Pestizide; im Sediment Vorfluter Zn und Cr	Fremdwasseranteil wegen Drainageanschlüssen im Gebiet schwierig einzuschätzen
6/6	Sehr gross	Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , B; im Sediment Vorfluter Pb	Eingedolter Bach führt unter Deponiekörper durch; mangels anderer Probenahmemöglichkeit Bach nach Ausdolung beprobt
7/10	Sehr gering	el. Leitfähigkeit, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , Cu, Zn, Sr, B, PFC, CKW, Pestizide	Mischprobe aus Schacht mit den verschiedenen Entwässerungssträngen der Deponie
8/	gering	im Sediment des Vorfluters PCB im Bereich der ZV IKSR	Kein fliessendes Sickerwasser (weder in Samlerschacht noch im Ableitungsrohr); keine Beurteilung möglich
9/1 + 9/2	Gering	el. Leitfähigkeit, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , B, Mn, Zn, Cu, Ba, CKW, Pestizide, PFC; im Sediment des Vorfluters PCB im Bereich der ZV IKSR	Das vereinte Gesamtsickerwasser (9/) bildet die Hauptquelle eines Kleingewässers. Die Probe wurde aus diesem genommen. Die Probe 9/2 wurde aus einem Teilstrang genommen. Dieser weist im Vergleich zum Gesamtsickerwasser bei einigen Parametern um den Faktor 5 bis 10mal höhere Werte auf. Ob dies auf eine Inhomogenität der Deponie oder auf Fremdwassereinfluss zurück zu führen ist, kann nicht ausgesagt werden.
10/8	Gross	el. Leitfähigkeit, Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , B, Cr, Cu, Zn, CKW, Pestizide	Die Probe wurde aus dem Sammelschacht Deponie genommen. In diesen Schacht dringt von den Seiten der Deponie viel Fremdwasser aus Drainagen ein. Das nachgewiesene Pestizid Metolachlor stammt mit grosser Wahrscheinlichkeit aus diesen Drainagenzuführungen und nicht aus dem Deponiekörper.

## 1. Einführung und Zielsetzung

Gemäss den rechtlichen Grundlagen liegt die Aufsichtskontrolle und Überwachung von Deponien bei den Kantonen. Zur Vermeidung von umweltschädigenden Emissionen aus Deponien macht der Kanton als Bewilligungsbehörde Vorgaben zur Überwachung und allfälliger Vorbehandlung der Sickerwässer und anderer Emissionen. Massgebende Gesetzeswerke dafür sind die Technische Verordnung über Abfälle (TVA), die Altlastenverordnung (AltIV) sowie spezifisch für den Umgang mit den Sickerwässern die Gewässerschutzverordnung (GSchV).

2011 wurde durch das AUE BL eine Auswertung der durch die Deponiebetreiber erarbeiteten Messdaten über die Jahre 2004 - 2010 von sechs Inertstoffdeponien gemacht und dabei auch die zukünftige Überwachung der Sickerwasser (zeitlich und Umfang) festgelegt. Abgestützt wurden diese Überwachungsprogramme auf dem Entwurf der Vollzugshilfe des BAFU "Anforderungen an die Einleitung von Deponiesickerwasser", Stand 2010.

Die klassischen Überwachungsparameter für Inertstoffdeponien umfassen geochemische Kenngrössen, Nährstoffe sowie Schwermetalle und einige Salze. Ein denkbarer Austrag von organischen Schadstoffen wie zum Beispiel Biozide und chlorierten Kohlenwasserstoffe aus den Deponien werden in der Regel nicht untersucht und es ist auch nichts darüber bekannt. Es wurde bisher davon ausgegangen, dass aufgrund der Ablagerungsvorschriften diesbezüglich keine Probleme zu erwarten sind.

### 1.1 Ziel der vorliegenden Untersuchung

Mit dieser Übersichtsuntersuchung (einmalig, also mit Momentanproben) wurden erstmalig neben den üblichen Sickerwasserparametern auch organische Schadstoffe analysiert. Die Analytik erfolgte zum Teil halbquantitativ mittels GC/MS- Screening. Das Hauptgewicht der Untersuchung wurde dabei auf Stoffgruppen und Substanzen gelegt, welche in Bauschutt- und anderen Inertstoffmaterialien allenfalls vorhanden sein könnten. Dies sind Biozide (z.B. aus Aussenputz und Aussenfarben), Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW, z.B. aus gemäss der TVA für die Deponierung auf Inertstoffdeponien zulässigen leicht verunreinigtem Aushubmaterial von Betriebsstandorten), Kohlenwasserstoffe (KW, z.B. ebenfalls aus leicht verunreinigten Aushubmaterialien) sowie Aniline (z.B. ebenfalls aus verunreinigtem Aushubmaterial). Vier Sickerwasser wurden auch auf Perfluorierte Chemikalien (z.B. aus mit Löschschaum verunreinigtem Aushubmaterial) untersucht. Daneben wurden die üblichen geochemischen und anorganischen Parameter grösstenteils mit untersucht. Ergänzend zu den Sickerwasserproben wurden auch Bachsedimente im Bereich der Einleitung der Deponiesickerwässer in den jeweiligen Vorfluter auf Schwermetalle und polychlorierte Biphenyle (PCB, aus alten Fugen- und Anstrichmaterialien) untersucht.

Folgende Fragen stellten wir uns:

- Werden organische Schadstoffe in messbaren Konzentrationen aus den Deponiekörpern via Sickerwasser freigesetzt und beeinflussen diese merklich mit "Deponiefrachten" den jeweiligen Vorfluter?
- Müssen die Sickerwässer im Rahmen der regelmässigen Deponieüberwachung allenfalls auf weitere Schadstoffe untersucht werden und welche Stoffe zeigen eine Relevanz?
- Treten bei den Inertstoffdeponien deponiespezifische organische Schadstoffe auf?



Abgestützt auf die Untersuchungsbefunde wurde eine erste Einschätzung betreffend den Risiken für die Umwelt, bezogen auf den Wasserpfad, gemacht.

## 2. Inertstoffdeponien

Das Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) hält fest, dass die Erzeugung von Abfällen vermieden werden soll und Abfälle soweit möglich verwertet werden müssen. Nicht verwertbare und nicht brennbare Abfälle dürfen ausschliesslich auf bewilligten Deponien abgelagert werden. Bei Deponien handelt es sich um Abfallanlagen, in denen Abfälle endgültig und kontrolliert abgelagert werden. Basierend auf den Regelungen der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA) kennt die Schweiz heute für die Ablagerung von Abfällen drei Deponietypen:

- Inertstoffdeponien: Für wenig schadstoffhaltige, gesteinsähnliche Abfälle
- Reststoffdeponien: Für gesteinsähnliche Abfälle mit erhöhtem Schadstoffgehalt
- Reaktordeponien: Für Abfälle, die sich chemisch und/oder biologisch verändern können.

Der Deponietyp ergibt sich demzufolge aus den zur Ablagerung vorgesehenen Abfällen. Auf einer Inertstoffdeponie („Inert“ bedeutet träge, unbeweglich) dürfen nur gesteinsähnliche Abfälle abgelagert werden, welche ohne Vorbehandlung chemisch und biologisch stabil sind, keine organischen Bestandteile (wie Kunststoffe, Papier, Gummi, Holz, Laub etc.) enthalten und einen geringen Gehalt an nicht oder nur geringfügig auswaschbaren Schadstoffen aufweisen.

### 2.1 Zugelassene Abfälle

Die TVA umfasst konkrete Angaben und Grenzwerte für auf Inertstoffdeponien zugelassene Abfälle. Zugelassen sind Inertstoffe (Anh. 1 Ziff. 11 TVA), Bauabfälle (Anh. 1 Ziff. 12 TVA) und verglaste Rückstände (Anh. 1 Ziff. 13 TVA):

Bei Inertstoffen handelt es sich um Geschiebe aus Gewässern, Strassensplit, Bettaschen von naturbelassenem Holz aus Sägereien (maximaler Anteil von 5 Gewichtsprozenten an der jährlich abgelagerten Abfallmenge), Flachglas und Verpackungsglas, Abfälle aus der Herstellung von Keramikerzeugnissen, Ziegeln, Fliesen und Steingut (nach dem Brennen) soweit keine Hinweise auf deren Verschmutzung durch andere Abfälle vorliegen.

Andere Abfälle gelten als Inertstoffe, wenn nachgewiesen wird, dass sie zu mehr als 95 Gewichtsprozent aus gesteinsähnlichen Bestandteilen wie Silikaten, Carbonaten oder Aluminaten bestehen und die Inertstoffgrenzwerte bei den folgenden Gesamtgehalten und Eluaten nicht überschritten werden und der Anteil löslicher Salze im unbehandelten Abfall kleiner als 0.5 Gewichtsprozent ist.

Grenzwerte Inertstoffe (Gesamtgehalt)

Stoff	Grenzwert (mg/kg TS)
Arsen	30
Antimon	30
Blei	500

Cadmium	10
Chrom gesamt	500
Chrom VI	0.1
Kupfer	500
Nickel	500
Quecksilber	2
Zink	1'000
Leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (LCKW)	1
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	1
Aliphatische Kohlenwasserstoffe C5–C10	10
Aliphatische Kohlenwasserstoffe C10–C40	500
Monocyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)	10
Benzol	1
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	25
Benzo(a)pyren	3
Totaler organischer Kohlenstoff (TOC)	20'000

#### Grenzwerte Inertstoffe (Eluat)

Stoff	Grenzwert
Ammoniak/Ammonium	0.5 mg N/l
Fluoride	2.0 mg/l
Nitrite	1.0 mg/l
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	20.0 mg C/l
Cyanid (frei)	0.02 mg CN <sup>-</sup> /l

Bauabfälle dürfen auf Inertstoffdeponien abgelagert werden, wenn sie nicht mit Sonderabfällen vermischt sind und zu mindestens 95 Gewichtsprozenten aus Steinen oder gesteinsähnlichen Bestandteilen wie Beton, Ziegel, Asbestzement, Glas, Mauerabbruch, Strassenaufbruch bestehen, keinen Ausbausphal mit einem Gehalt von mehr als 250 mg polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) pro kg enthalten und Wertstoffe wie Metalle, Kunststoffe, Papier, Holz und Textilien vorgängig nach dem Stand der Technik entfernt worden sind.

Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial mit Inertstoffqualität (siehe Grenzwerte für Inertstoffe) darf nur abgelagert werden, soweit es nicht verwertet werden kann.

Auf Inertstoffdeponien dürfen verglaste Rückstände abgelagert werden, wenn sie aus einem Prozess stammen, bei dem eine homogene Schmelze resultiert (i.d.R. bei mindestens 1'200 Grad Celsius), der Siliziumoxidgehalt mindestens 25 Gewichtsprozent und das Gewichtsverhältnis von Siliziumoxid zu Calciumoxid mindestens 0.54 betragen. Die in den Abfällen enthaltenen partikulären Metalle sind vor, während oder nach dem thermischen Prozess nach dem Stand der Technik zurückzugewinnen und die verglasten Rückstände dürfen vor der Ablagerung nicht gemahlen werden. Die Löslichkeit der verglasten Rückstände muss so gering sein, dass nach einer Auslaugung von drei Tagen bei 90 Grad Celsius im Eluat die Konzentrationen von Silizium unter 12 mg/l und von Calcium unter 15 mg/l liegen.

Im Weiteren sind die verglasten Rückstände so abzulagern, dass kein Stoffaustausch mit anderen Abfällen erfolgen kann und untenstehende Schwermetallgehalte dürfen nicht überschritten werden.

#### Schwermetall-Grenzwerte verglaste Rückstände (Gesamtgehalt)

Stoff	Grenzwert (mg/kg TS)
Blei	1'000
Cadmium	10
Chrom	4'000
Kupfer	3'000
Nickel	500
Zink	6'000

## 2.2 Standortanforderungen und notwendige Infrastruktur

Inertstoffdeponien dürfen nicht in Grundwasserschutz-zonen und Grundwasserschutzarealen errichtet werden. In Randgebieten von nutzbaren unterirdischen Gewässern dürfen Inertstoffdeponien nur dann errichtet werden, wenn eine mindestens 2 m mächtige, weitgehend homogene, natürliche geologische Barriere (mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert  $k$  in jede Richtung höchstens  $1,0 \times 10^{-7}$  m/s) vorhanden ist oder der Untergrund nach den Regeln des Erdbaus durch mindestens 3 lagenweise geschüttete, homogene, mineralische Einbauschichten (mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert  $k$  höchstens  $1,0 \times 10^{-8}$  m/s), welche zusammen mindestens 60 cm mächtig sind, aufgebessert wird. Zudem müssen der Untergrund und die Umgebung so beschaffen sein, dass die Deponie langfristig stabil bleibt (Setzungen) und der Standort darf nicht in einem überschwemmungs-, steinschlag-, rutschungs-, lawinen- oder besonders erosionsgefährdeten Gebiet liegen.

Eine Basis- und Flankenabdichtung ist für Inertstoffdeponien nicht gefordert. Das Abwasser der Deponie muss aber jederzeit frei mit einem Gefälle von mindestens 2 Prozent abfliessen können. Durch geeignete Einrichtungen müssen Probenahmen, Mengenmessungen und die Behandlung oder Ableitung des Abwassers in eine Reinigungsanlage möglich sein. Eine Entgasung ist für Inertstoffdeponien nicht erforderlich.

Nach Abschluss einer Inertstoffdeponie muss die Deponieoberfläche abgedeckt werden und nach dem Abklingen der Setzungen ist sie mit einer rekultivierbaren Deckschicht zu versehen und naturnah zu gestalten. Die vorgeschriebenen Anlagen, das Grundwasser und das Abwasser müssen nach Abschluss der Inertstoffdeponie noch mindestens während 5 Jahren kontrolliert werden. Die Deckung der Kosten für Abschluss und Nachsorge hat der Betreiber durch Rückstellungen sicherzustellen.

### 3. Umfang der Untersuchung

Insgesamt wurden 10 aktive oder schon aufgefüllte und abgeschlossene Inertstoffdeponien im Kanton Basel-Landschaft in der Untersuchung berücksichtigt.

<b>Deponienamen</b>	<b>Standortgemeinde</b>	<b>Betrieb</b>
Buchhalde	Seltisberg	aktiv
Bruggtal	Bennwil	aktiv
Chueftel	Lausen	abgeschlossen
Eichenkeller	Reigoldswil	aktiv
Helfenberg	Langenbruck	aktiv
Hinterhürst	Arisdorf	abgeschlossen
Höli	Liestal	aktiv
Müsch	Wahlen	aktiv
Strickrain	Sissach	aktiv
Weihergässli	Oberwil	abgeschlossen

Beprobt wurden die jeweiligen Sickerwässer der Deponien, die jeweiligen Vorfluter (zum Teil vor und nach der Einleitung des Sickerwassers als Referenzvergleich) sowie auch zum Teil Bachsedimente nach den Einleitungen der Sickerwässer.

#### 3.1 Sickerwasser/ Bachwasser

Inertstoffdeponien weisen keine Basisabdichtungen auf. Das anfallende Sickerwasser aus den Depo-niekörpern wird mittels Sickerwassersammelleitungen oder auch häufig via bestehende Drainagesys-teme und eingedolten Bächen abgeführt, zum Teil versickert dieses vor Ort in den Untergrund. Demzufolge liegt in den allermeisten Fällen bei der Probestelle für Sickerwasser kein "reines" Depo-niesickerwasser vor. Der Anteil an "reinem" Deponiesickerwasser kann jeweils kaum abgeschätzt werden. Insgesamt wurden 11 Sickerwasser (davon 7 nur "bedingte", stark fremdwasserbeeinflusste Sickerwässer) und 6 Bachwasser beprobt.

#### 3.2 Bachsedimente

Im Wasser gelöste Schwermetalle und organische Schadstoffe können sich an den Sedimentanteilen anlagern. Dabei tendieren Schadstoffe, sich an feinen Sedimenten zu sorbieren. Neben den Bestim-mungen der Schadstoffgehalte des fliessenden Wassers geben Sedimente dadurch ebenfalls einen Einblick in die Schadstoffbelastung des fliessenden Gewässers. Dabei zeichnen sich die Sedimente durch ein "Langzeitgedächtnis" aus, die Proben sind keine Momentanproben, sondern können Auskunft über einen langfristigen Eintrag von Schadstoffen geben. Es gilt allerdings die Dynamik des Sediments-transportes und -verlagerung zu beachten.

Insgesamt wurden 13 Bachsedimente beprobt und auf die Schwermetall- und PCB-Gehalte unter-sucht. Bei drei dieser Proben handelt es sich um Sedimente aus nicht deponiebeeinflussten Bächen.

Die Probenahmeprotokolle und Planunterlagen finden sich in der separaten Kurzdokumentation "Sickerwasser und Sedimentbeprobung Inertstoffdeponien, Probenstellen und Probennahmen" (AUE BL, September 2012).

## 3.3 Parameterliste

Parameter	Einheit	Sicker-/Bachwasser	Sedimente	Methode, Nachweisgrenze
<b>Geochemie, allgemeine</b>				
Schüttung	l/sec	x		Volumetrisch <sup>1)</sup>
Sauerstoff	mg O <sub>2</sub> /l	x		Lumineszenz-photometrisch <sup>1)</sup>
Temperatur	°C	x		Potentiometrisch <sup>1)</sup>
pH-Wert		x		Potentiometrisch <sup>1)</sup>
El. Leitfähigkeit	µS/cm	x		Widerstandsmessung <sup>1)</sup>
DOC	mg/l	x		Thermische Oxidation <sup>1)</sup>
Glührückstand	%		x	Gravimetrisch <sup>1)</sup>
Hydrogencarbonat	mg/l	x		Titrimetrisch <sup>1)</sup>
Chlorid	mg/l	x		Ionenchromatographie <sup>1)</sup>
Sulfat	mg/l	x		Ionenchromatographie <sup>1)</sup>
Nitrat	mg/l	x		Ionenchromatographie <sup>1)</sup>
<b>Schwermetalle, Halbmetalle, Erdalkali- und Alkalielemente</b>				
	µg/l / mg/kg TS	x	x	HCl/HNO <sub>3</sub> , ICP-MS <sup>1)</sup>
PCB	mg/kg TS		x	GC-ECD, 7 Kongeneren, Methode BAFU 2010, BG 0.002 mg/kg TS <sup>2)</sup>
KW (C10-C40)	mg/l	x		GC-FID, Methode UAN, BG 2.0 mg/l <sup>1)</sup>
KW Einzelstoffe	µg/l			GC-MS, Methode Purg-Trap, UAN, BG < 0.05 µg/l <sup>1)</sup>
CKW	µg/l	x		GC-MS, Methode UAN Purg-Trap, BG < 0.05 µg/l <sup>1)</sup>
Aniline	µg/l	x		GC-MS, Methode UAN, BG 0.04 µg/l <sup>1)</sup>
Perfluorierte Chemikalien	µg/l	<b>4 Proben</b>		LC-MS-MS, Methode Bachema, BG 0.02 µg/l <sup>2)</sup>
<b>Biozide/ Pestizide</b> Alachlor, Ametryn, Atrazin, Bromacil, Carben-dazim, Chlortoluron, Cyanazin, DEET, Desethylatrazin, Desethyl-Terbutylazin, Deisopropyl-Atrazin, Diazinon, Dichlorbenzamid-2,6, Diuron, Irgarol, Isoproturon, Metalaxyl, Metamitron, Metazachlor, Metolachlor, Metribuzin, Penconazol, Prometryn, Propazin, Propiconazol, Simazin, Terbutryn, Terbutylazin	µg/l	x		LC-MS-MS, Methode Bachema BG 0.02 µg/l <sup>2)</sup>
GC/MS-Screening	µg/l	x		GC-MS, Methode UAN, BG 0.3 µg/l <sup>1)</sup>

BG = Bestimmungsgrenze Messmethode, <sup>1)</sup> Messungen durch Labor für Umweltanalytik (UAN); <sup>2)</sup> Messungen durch Labor Bachema AG

## 4. Rechtliche Grundlagen

Die Technische Verordnung über Abfälle (TVA) regelt die Bedingungen für das Errichten und Betreiben von Abfallanlagen. Deponien sind Abfallanlagen, in denen Abfälle endgültig und kontrolliert abgelagert werden. Die Kantonsbehörde legt in der Betriebsbewilligung den Deponietyp, die zulässigen Abfallarten, die Kontrollen, Unterhaltsarbeiten und Dokumentation fest. Sie regelt auch die Nachkontrolle nach Abschluss einer Deponie.

Die Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlastenverordnung AltIV) regelt u.a. die Überwachung und bei Bedarf die Sanierung von stillgelegten oder noch in Betrieb stehenden

Deponien. Dabei steht der Schutz des Grundwassers im Vordergrund. Bei einer Gefährdung des Grundwassers müssen Altlasten regelmässig überwacht oder auch saniert werden. Die Rahmenbedingungen dafür sind in der Verordnung aufgeführt. Zuständig für das Führen des Altlastenkatasters und den Massnahmenvollzug ist die Kantonsbehörde.

Die Gewässerschutzverordnung (GSchV) regelt, gestützt auf das Gewässerschutzgesetz, den Schutz von ober- und unterirdischen Gewässern. Sie enthält die klare Abgrenzung für verschmutztes und unverschmutztes Abwasser und nennt die Bedingungen für die Einleitungen in Fliessgewässer und die Kanalisation. Daneben sind der planerische Schutz der Gewässer (unter- und oberirdische) darin geregelt. Der Vollzug dieser Verordnung liegt bei der Kantonsbehörde.

#### 4.1 Sicker-/ Bachwasser

Gefasstes Sickerwasser aus Deponien gilt gemäss GSchV gegenüber kommunalem Ab- oder Industrieabwasser als "anderes verschmutztes Abwasser". Anhang 3.3 Ziffer 1 GSchV verlangt für die Beseitigung von anderem verschmutztem Abwasser, dass die Anforderungen an die Einleitung von der Behörde im Einzelfall unter anderem auf Grund des Standes der Technik festgelegt werden. Für gefasstes Sickerwasser aus Deponien erhält Anhang 3.3 Ziffer 25 GSchV Minimalanforderungen zur Einhaltung des Standes der Technik (BAFU 2010).

Aufgrund der doch recht vagen gesetzlichen Vorgaben für Sickerwässer finden sich nachfolgend die Umweltqualitätsnormen, welche an **Fliessgewässer** gestellt werden. Aufgeführt sind die Anforderungen gemäss der Gewässerschutzverordnung (GSchV) sowie der EU-Wasserrahmenrichtlinie für Fliessgewässer (Stand 2011). Die Letztere stellt für 33 prioritäre Stoffe Umweltqualitätsnormen auf. Für die Beurteilung der in dieser Arbeit erhobenen Messwerte werden diese als Vergleichswerte beigezogen.

#### Qualitätsziele Fliessgewässer (GSchV und UQN EU)

Stoffnamen	GSchV (CH)	UQN EU <sup>1)</sup>	Einheit
Org. Pestizide je Einzelstoff	0.1		µg/l
diverse Organika		0.0002- 10	µg/l
DOC	1- 4		mg/l
Nitrat-N	5.6	11	mg/l
Blei gelöst	1	7.2	µg/l
Cadmium gelöst	0.05	0.08	µg/l
Chrom gelöst	2		µg/l
Kupfer gelöst	2		µg/l
Nickel gelöst	5		µg/l
Quecksilber gelöst	0.01	0.05	µg/l
Zink gelöst	5		µg/l

<sup>1)</sup> Umweltqualitätsnormen EU, Wasserrahmenrichtlinie, Stand 2011

#### Einleitung von Abwasser in Fliessgewässer (GSchV, Anhang 3.3, Ziffer 25)

Stoffnamen	GSchV (CH)	Einheit
pH-Wert	6.5 - 9	
Temperatur	< 30	°C
Org. Pestizide je Einzelstoff	0.1	µg/l
DOC	10	mg/l
Nitrat-N	5.6	mg/l
Arsen gesamt	0.1	mg/l
Blei gesamt	0.5	mg/l

Cadmium gesamt	0.1	mg/l
Chrom gesamt	2	mg/l
Kupfer gelöst	0.5	mg/l
Nickel gelöst	2	mg/l
Quecksilber gelöst	0.01	µg/l
Zink gelöst	2	mg/l

#### 4.2 Sedimente

In der Schweiz bestehen keine Grenzwerte für Schadstoffe in Sedimenten. Aus diesem Grunde werden zur Vergleichbarkeit Literaturwerte verschiedener Untersuchungen von Sedimenten beigezogen. Die Internationale Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR) nennt Zielvorgaben. Diese Zielvorgaben wurden mit Hilfe ökotoxikologischer Untersuchungen erarbeitet. Bei Gehalten darüber sind toxiologische Beeinflussungen der aquatischen Lebensgemeinschaft wahrscheinlich. Weiter werden die Zielvorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie für die Interpretation genutzt.

Bewertung der Sedimentbelastung (Relevante Sedimentbelastung: > 4-fache Zielvorgabe)

Schadstoff	Einheit	Kategorien für Vergleich mit IKSR-Zielvorgaben				
		ZV IKSR	< 2 x ZV	< 4x ZV	relevante Belastung	belastet
Cd	mg/kg TS	< 1	> 1 - 2	> 2 - 4	> 4 - 8	> 8
Cu	mg/kg TS	< 50	> 50 - 100	> 100 - 200	> 200 - 400	> 400
Hg	mg/kg TS	< 0.5	> 0.5 - 1	> 1 - 2	> 2 - 4	> 4
Ni	mg/kg TS	< 50	> 50 - 100	> 100 - 200	> 200 - 400	> 400
Pb	mg/kg TS	< 100	> 100 - 200	> 200 - 400	> 400 - 800	> 800
Zn	mg/kg TS	< 200	> 200 - 400	> 400 - 800	> 800 - 1600	> 1600
PCB 153	µg/kg TS	< 4	> 4 - 8	> 8 - 16	> 16 - 32	> 32
PCB (Summe 7)	µg/kg TS	< 28	> 28 - 56	> 56 - 112	> 112 - 224	> 224

Quelle: Sedimentmanagementplan Rhein, IKSR 2009

#### Umweltqualitätsnormen (UQN) der EG-Wasserrahmenrichtlinie (Stand 2011)

Schadstoff	UQN	Einheit
PCB-28	20 <sup>1</sup>	µg/kg
PCB-52	20 <sup>1</sup>	µg/kg
PCB-101	20 <sup>1</sup>	µg/kg
PCB-118	20 <sup>1</sup>	µg/kg
PCB-138	20 <sup>1</sup>	µg/kg
PCB-153	20 <sup>1</sup>	µg/kg
PCB-180	20 <sup>1</sup>	µg/kg
Arsen	40	mg/kg
Chrom	640	mg/kg
Kupfer	160	mg/kg
Zink	800	mg/kg

<sup>1)</sup> UQN für Sedimente beziehen sich auf Fraktion < 63 µm

Ebenfalls werden für die Interpretation der Befunde die Messwerte der Probenstellen Birs der "Sedimentuntersuchung 2008" (AUE BL, PCB und Dioxine) sowie die Befunde der Untersuchung "Organochlorpestizide und Polychlorierte Biphenyle in Bachsedimenten und Bachwasser" (AUE BL 2012) herangezogen (siehe unter Ergebnisse).

## 5. Probestandorte, Probenahme, Aufbereitung und Analytik

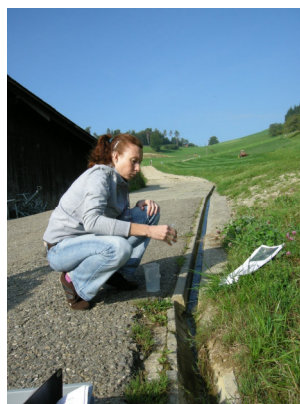
Vor den Probenahmen wurden alle Betreiber der Inertstoffdeponien telefonisch oder schriftlich über das Projekt informiert. Zum Teil waren Deponiewarte oder Mitarbeiter der Betreiber bei den Probenahmen vor Ort dabei.

Die detaillierten Probenahmeprotokolle und Planunterlagen finden sich in der separaten Kurzdokumentation "Sickerwasser und Sedimentbeprobung Inertstoffdeponien, Probenstellen und Probenahmen" (AUE BL, September 2012). Die Auswahl der Probenahmestellen richtete sich nach der vorgefundenen Situation. Nur 4 der erhobenen Sickerwasserproben können als eindeutiges, kaum verfälschtes Deponiesickerwasser betrachtet werden. Bei 4 weiteren Deponien sind die genommenen Proben durch Bach- oder Drainagewasser stark verdünnte Sickerwässer. Die Probestellen von 2 Deponien liegen im direkten Einzugsgebiet der jeweiligen Deponien und sind durch sehr grossen Fremdwasseranteil gekennzeichnet.

Die Probenahmen fanden im Zeitraum vom 4. bis 7. September 2012 bei schönem und trockenem Wetter statt. Die Woche vorher war durch starke Niederschläge geprägt, dementsprechend zeigten die Bäche eine mittlere Wasserführung.

### 5.1 Probenahme Sicker- und Bachwasser

Die Wasserproben wurden in die von den Labors "konditionierten" Glas- und Plastikgefässe abgefüllt. Die Abflussmengen wurden wenn möglich ausgemessen oder bei den Bächen geschätzt. Vor Ort wurden direkt der Sauerstoffgehalt und die Temperatur bestimmt. Die Proben wurden jeweils am Abend des Probenahmetages dem Labor für Umweltanalytik des AUE BL übergeben.







Fotos: Probenahmestellen von Sickerwasser bei verschiedenen Inertstoffdeponien

## 5.2 Probenahmen Sedimente

Die Sedimente wurden mittels Aluminium- oder Plastikschaufel an Standorten mit möglichst feinen Sedimentablagerungen, welche auch bei Niedrigwasser unter dem Wasserspiegel liegen, genommen. Für die Schwermetallbestimmungen wurde ausschliesslich Hilfsmittel und Behälter aus Kunststoff verwendet. In einem Kessel wurden die Proben aufgeschlemmt und die überstehende Suspension über ein Nylonsieb mit Maschenweite 0.063 mm in Kunststoffbüchsen abgefüllt. Alle Sedimentanteile  $> 0.063$  mm wurden vor Ort verworfen. Für die Bestimmungen der PCB wurden Hilfsmittel aus Metall oder Glas verwendet. Einzig der Trichter bestand aus Kunststoff (PE). An jeder Probestelle wurden 2 Einmachgläser respektive Kunststoffbüchsen à 5 l gefüllt. Zwischen den einzelnen Probenahmen wurden alle Hilfsmittel mit Bachwasser gut gespült.



Fotos: Probenahmen Bachsedimente

## 5.3 Aufbereitung

Im Labor wurden die Einmachgläser oder Kunststoffbüchsen rund 20 h bei Raumtemperatur (RT) stehen gelassen. Anschliessend wurde die klare Wasserphase abdekantiert. Der Rückstand wurde mit entionisiertem Wasser in Aluschalen überführt und bei RT getrocknet. Anschliessend wurde das getrocknete Sediment im Porzellanmörser fein gerieben und in Glasgefässe abgefüllt.

## 5.4 Messmethoden und Beschrieb

Die beiden Labors "Labor für Umweltanalytik" des AUE BL sowie "Bachema AG" sind für die Umweltanalytik akkreditierte Labors (beide nach EN 45001 und ISO 17025). Die verwendeten Messmethoden finden sich unter Kapitel 2, Parameterliste.

## 6. Ergebnisse und Interpretation

Nachfolgend werden die Ergebnisse nach Stoffgruppen aufgeführt. Im Anhang 1 finden sich Hintergrundinformationen zu den möglichen Anwendungen und zur Herkunft der Stoffe. Auch auf die Um-

weltrelevanz wird dort kurz eingegangen. Alle Analysenberichte, zum Teil mit Frachtberechnungen, finden sich ebenfalls im Anhang.

## 6.1 Wasserproben

### 6.1.1 Schwermetalle (SM), Halbmetalle, Alkali- und Erdalkalielemente

Sämtliche untersuchten Bachwasserproben (6 Proben von nicht oder sehr gering durch Sickerwasser beeinflussten Fließgewässern) erfüllen die Qualitätsanforderungen für Fließgewässer bei den Schwermetallkonzentrationen gemäss GSchV. Keine der untersuchten Wasserproben (Bach- wie Sickerwasser) weist bei den Metallen Gehalten über dem Grenzwert der Fremd- und Inhaltsstoffe Lebensmittel (FIV) auf.

Hingegen zeigten 4 von insgesamt 11 Sickerwässern oder stark durch Sickerwasser beeinflusste Proben bei den Metallen Zink, Kupfer und Chrom Gehalte über den Qualitätsanforderungen für Fließgewässer. Allerdings liegen alle diese Werte im tiefen Mikrogrammbereich mit gleichzeitig kleinen Frachten. Massnahmen drängen sich bezüglich der Schwermetalle nicht auf.

Bei der Deponie Nr. 9 wurde neben dem Gesamtsickerwasser auch ein Teilstrom untersucht. Dabei zeigten sich erhebliche Konzentrationsunterschiede im Bereich von bis zu Faktor 5. Dies zeigte sich auch bei den weiteren untersuchten Parametern. Bei den CKW zeigte sich beim Vergleich Gesamtsickerwasser zu Teilsickerwasserstrom bei einer Substanz ein Unterschied in der Grössenordnung von Faktor 10. Ob diese Gehaltsunterschiede auf eine Inhomogenität im Deponiekörperaufbau oder auf den Einfluss von Fremdwasserzufuhr zurückzuführen ist, kann nicht ausgesagt werden.

Auffallend sind die erhöhten Strontiumgehalte in den Sickerwässern gegenüber den Bachwasserproben. Dieses Erdalkalimetall zeigt ein ähnliches Verhalten wie Calcium. Auch dieses tritt in den Sickerwässern in erhöhten Konzentrationen gegenüber den Bachwässern auf. Toxische Wirkungen auf Mensch und Tier sind nicht bekannt. Aus welchem Einlagerungsgut das Strontium her stammt ist nicht bekannt.

Ebenfalls auffällige Gehalte zeigt erwartungsgemäss das Halbmetall Bor in den Sickerwässern. Bor gilt als guter Indikator für den Deponieeinfluss, da die natürliche Hintergrundbelastung recht tief liegt. Borsalze werden häufig als Schutzmittel (Insektizid und Fungizid) in Baumaterialien verwendet. Bei den höchsten 4 aufgefundenen Konzentrationen (bei Sickerwässern) ist eine mögliche toxische Wirkung auf die aquatische Lebenswelt nicht auszuschliessen (Borsäure, CAS 1330-43-4, LC50 Fische bei 50- 100 mg/l, Daphnien 130 mg/l). Die Verdünnungen der Sickerwässer in den Vorflutern ergeben aber bei allen Standorten niedrige Konzentrationen, welche ökotoxikologisch unbedenklich sind.

### 6.1.2 Geochemische Resultate, Salze

Bei den Leitparametern pH, Sauerstoffgehalt und Temperatur finden sich weder in den Sickerwässern noch in den Bachwässern Auffälligkeiten. Der einzige pH-Wert über 8.5 stammt von der Probe aus einem Betonbecken, in welchem schon länger kein Wasser mehr zufließt und die pH-Erhöhung auf die Auslaugung aus den Betonbauten schliessen lässt.

Mit einem Maximalwert von 2.4 mS/cm bei den Sickerwässern zeigen diese bei der elektrischen Leitfähigkeit erhöhte Gehalte an leitfähigen Ionen gegenüber den Bachwässern (max. 0.94 mS/cm). Offensichtlich werden, wie zu erwarten, aus den Deponien wasserlösliche Ionen heraus gelöst.

Die Sickerwässer weisen beim DOC (Dissolved Organic Carbon) mit einem Maximalgehalt von 7.9 mg/l gegenüber den Bachwässern alle erhöhte Werte auf, liegen aber alle unter dem Grenzwert der GSchV von 10 mg/l.

Keine oder kaum Auffälligkeiten zeigen die Ionen Nitrat und Hydrogencarbonat.

Deutliche Freisetzen sind bei den Ionen Chlorid, Sulfat, Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium in den Sickerwässern feststellbar. Aufgrund der niedrigen Toxizität für den aquatischen Lebensraum sind keine Massnahmen erforderlich. Bekannt ist, dass Sulfat ab Konzentrationen von 200 mg/l Betonbauwerke angreifen. Beim Chlorid gilt das Gleiche für Stahlkonstruktionen.

### 6.1.3 Kohlenwasserstoffe (KW)

Nachweisbare Kohlenwasserstoffe (KW) im Sickerwasser würden auf "mineralölverunreinigte Abfallchargen" (aus Betriebs- und Unfallstandorten) hinweisen.

Es fanden sich weder in Sickerwässern noch Bachwässer Gehalte über der Bestimmungsgrenze (BG, 0.05 µg/l) der verwendeten Messmethode. Die BG liegt deutlich unter den Grenzwerten der FIV (Fremd- und Inhaltsstoffe Lebensmittel).

### 6.1.4 Chlorierte und fluorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)

In keinem der untersuchten Bachwasser fanden sich bei den Einzelstoffen der CKW Gehalte über der Bestimmungsgrenze der verwendeten Messmethode (BG 0.01 - 0.05 µg/l).

Keines der untersuchten Sicker- oder Bachwasser weist bei den CKWs Gehalte über dem Grenzwert der FIV (Fremd- und Inhaltsstoffe Lebensmittel) auf.

Misst man Sickerwässer am Qualitätsziel der GSchV für Fließgewässer (0.1 µg/l für Pestizide, hier als Vergleichswert ohne gesetzliche Auswirkung aufgezeigt) zeigt sich Folgendes: In 6 Sickerwässer wurden bei 11 Einzelstoffen dieses Qualitätsziel überschritten. Trichlorfluormethan wies mit 2.2 µg/l den höchsten Gehalt auf.

Alle gemessenen Gehalte liegen nach aktuellem Wissensstand unter dem NOEC-Wert (no observed effect level concentration, so genannt maximal nicht wirksame Konzentration) für die aquatische Lebensgemeinschaft. Auch die Umweltsqualitätsnormen für Fließgewässer der Wasserrahmenrichtlinie werden bei allen mituntersuchten Substanzen eingehalten.

In 3 der 10 untersuchten Inertstoffdeponien fanden sich Spuren von Dichlordifluormethan (Höchstwert 0.78 µg/l) und Trichlorfluormethan (Höchstwert 2.2 µg/l) in den Sickerwässern. Die beiden Stoffe gehören zu den FCKW (ozonschädigend) und sind gemäss Montrealer Abkommen (1987) verbotene Substanzen. Weltweit gilt seit 2010 ein Herstellungsverbot für diese beiden Stoffe. Verwendet wurden sie als Kältemittel sowie auch zum Schäumen von Hartschaum (Isolationsmaterial). In welcher Form diese Stoffe auf die Inertstoffdeponien gelangten, kann nicht ausgesagt werden.

Weiter fanden sich in den Sickerwässern von 5 Inertstoffdeponien Spuren von 1,2-Dichlorethan, 1,2-Dichlorethen, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff und Tetrachlorethen. Diese Stoffe werden als Lösungsmittel verwendet und kamen und kommen immer noch zum Teil in der Metallindustrie (zum Entfetten) sowie in der Textilreinigung zum Einsatz. Diese Stoffe stammen möglicherweise von leicht belastetem Aushub ehemaliger Betriebsstandorte.

## 6.1.5 Perfluorierte Chemikalien

Es wurden 4 Sickerwässer auf PFC untersucht. Zwei davon sind durch Fremdwasser beeinflusste Sickerwasser, die anderen zwei Proben sind durch Fremdwasser kaum beeinflusste Proben (4/3 + 7/10).

Standort-Nr.	int. Pr.Nr. Pr.N.-Datum Pr.Nummer	65093 04.09.2012 4/3	68095 04.09.2012 9/1	65101 05.09.2012 6/6	65110 05.09.2012 7/10
Parameter	Einheit				
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	µg/l	<b>0.02</b>	<0.02	<0.02	<b>0.07</b>
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	µg/l	<b>0.03</b>	<b>0.08</b>	<0.02	<b>0.26</b>
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	µg/l	<0.02	<b>0.13</b>	<0.02	<b>0.31</b>
Perfluorpentansäure (PFPA)	µg/l	<b>0.39</b>	<b>0.06</b>	<0.02	<b>0.2</b>
Perfluorhexansäure (PFHxA)	µg/l	<b>0.24</b>	<b>0.06</b>	<0.02	<b>0.2</b>
Perfluorheptansäure (PFHpA)	µg/l	<b>0.05</b>	<b>0.02</b>	<0.02	<b>0.08</b>
Perfluoroktansäure (PFOA)	µg/l	<b>0.03</b>	<b>0.05</b>	<0.02	<b>0.13</b>
Perfluorononansäure (PFNA)	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Perfluordekansäure (PFDA)	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02

Eines der untersuchten Deponiesickerwässer zeigte bei den PFC Gehalte unter der Bestimmungsgrenze der Messmethode (0.02 µg/l). Die Gehalte in den anderen untersuchten Sickerwässern lagen zwischen < 0.02 bis max. 0.39 µg/l. Die gefundenen Gehalte entsprechen etwa den Gehalten in den ARA-Ausläufen und liegen deutlich über den üblichen Konzentrationen in Oberflächengewässern (AUE BL 2011, Mikroverunreinigungen in Baselbieter Oberflächengewässern).

Das Bundesministerium für Gesundheit (D) empfiehlt als Mindestqualitätszielwert bzw. Vorsorgewert (Gesundheitlicher Orientierungswert) für Trinkwasser < 0.1 µg/l der Summe PFOA und PFOS, als Leitwert (Lebenslang gesundheitlich duldbar < 0.3 µg/l (BMG 2006). Die vorgefundenen Konzentrationen weisen in der Summe Gehalte über den Qualitätszielen für Trinkwasser auf.

Die Halbwertszeiten von PFC liegen bei über 40 Jahren (abiotischer Abbau bei 25°C), sie sind also in der Umwelt kaum abbaubar. Es findet eine kontinuierliche Anreicherung in der Umwelt (Bioakkumulation) statt. Auch die neue, weniger umwelttoxische Generation der PFC (PFHxA) findet sich in zwei Sickerwässern. Die Perfluorhexansäure (PFHxA) gelten ebenfalls als sehr persistent (altlastenspektrum 6/2012).

Inertstoffdeponien sind somit Punktquellen für PFC, wenn auch in geringen Konzentrationen mit kleinen Frachten. Als Hauptquelle werden Abfallchargen aus Brandfällen (oder auch Erdreich aus Löschübungsstandorten) vermutet, bei welchen Löschsäume verwendet wurden. Denkbar ist auch belastetes Aushub- und Abbruchmaterial aus Standorten von ehemaligen Galvanischen Betrieben. PFC wurden und werden noch zum Teil zum "Entfetten" und auch als Netzmittel bei galvanischen Prozessen verwendet.

### 6.1.6 Pestizide

Insgesamt wurden die Sickerwässer- und Bachwasserproben auf 28 Wirkstoffe und deren Metaboliten untersucht. Die durch Deponiesickerwasser nicht beeinflussten Bachwasser zeigten alle keine Stoffkonzentrationen über der Bestimmungsgrenze der verwendeten Messmethode (0.02 µg/l). Ein Grund für diesen Befund war sicher der Zeitpunkt der Probenahme. Dieser lag ausserhalb der Zeit der üblichen Applikation von Pestiziden in der Landwirtschaft (Probenahme Monat September).

In den Sickerwässern und sickerwasserbeeinflussten Proben wurden insgesamt 15 Wirkstoffe mit Gehalten über der Bestimmungsgrenze gefunden. Bei den beiden Wirkstoffen Metolachlor und Terbutryn fanden sich dreimal Konzentrationen über den Zielvorgaben der GSchV für Fließgewässer (0.1 µg/l).

Eine Ausnahme beim Bachwasser zeigte sich im Weiherbach. Die Probe wies Metolachlor (Herbizid) mit einer Konzentration von 0.34 µg/l auf. Das diesem Vorfluter zugeführte, stark durch Drainagewasser beeinflusste, Deponiesickerwasser wies nur rund ein Drittel dieser Konzentration auf. Dieser Wirkstoff stammt mit grösster Wahrscheinlichkeit aus der Landwirtschaft rund um die Deponie. Schon im Gewässermonitoring 2005/2006 (AUE BL 2009) fanden sich im Gebiet Oberwil (Chuegrabenbach) Konzentration bis zu 1 µg/l Metolachlor.

Terbutryn zeigte in zwei Sickerwässern Konzentrationen von 0.11 µg/l. Dieser Wirkstoff wird als Algizid in Farbenstrichen verwendet und gilt als klassisches Biozid (Hauptanwendung im Siedlungsgebiet). Dieser Stoff stammt vermutlich aus eingelagerten Abbruchmaterialien.

Werden die gefundenen Konzentrationen in den Sickerwässern mit den Vorschlägen der "Wirkungsbasierten Qualitätskriterien" für Fließgewässer beurteilt, werden bei einigen Substanzen die akuten und chronischen Qualitätskriterien für den aquatischen Lebensraum überschritten (Chèvre N. 2006). Hingegen werden mit Ausnahme des oben schon erwähnten hohen Einzelbefundes beim Metolachlor die Umweltqualitätsnormen der Wasserrahmenrichtlinie eingehalten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich einige Pestizide in tiefen Konzentrationen mit möglichen Auswirkungen auf den aquatischen Lebensraum in den Sickerwässern der Inertstoffdeponien finden (Aussage aber abgestützt auf "Wirkungsbasierte Qualitätskriterien für Fließgewässer"). Werden die erhobenen Gehalte mit der Untersuchung Pflanzenschutzmittel in Fließgewässern (AUE BL 2009) verglichen, so zeigen die Deponieemissionen bei den Pestiziden vergleichsweise sehr geringe Schadstoffmengen. Der Haupteintrag von Pestiziden in die Fließgewässer findet durch die Landwirtschaft und aus dem Siedlungsraum statt.

### 6.1.7 Aniline

Insgesamt wurden 8 Wasserproben (Sickerwasser und durch Sickerwasser stark beeinflusste Wasserproben) auf 28 Einzelstoffe aus der "Anilinfamilie" untersucht. Dabei zeigte sich in keiner Probe und keinem Einzelstoff eine Konzentration über der Bestimmungsgrenze der Messmethode (BG 0.04 µg/l). Die Umweltqualitätsnorm der Wasserrahmenrichtlinie wird bei allen Einzelstoffen eingehalten. Hingegen liegt die verwendete Bestimmungsgrenze zum Teil über den Werten des NOEC (No Observed Effect Level) für chronische Toxizität, bezogen auf Daphnien (Ministry of Environment Japan 2012).

### 6.1.8 Organische Spurenverunreinigungen

Ein GC/MS-Screening liefert Informationen über organische Spurenverunreinigungen in einer Probe und deren Konzentrationsbereiche. Aus methodischen Gründen nicht erfasst werden Substanzen mit Siedepunkten  $< 100-200\text{ °C}$  oder  $> 500\text{ °C}$ , thermolabile respektive hochreaktive Substanzen sowie polare Substanzen, die sich in Dichlorethan schlecht lösen. Zur Identifizierung der gefundenen Substanzen werden zwei kommerzielle Spektrenbibliotheken (NIST und Wiley) hinzugezogen. Die Spektrenvorschläge werden optisch überprüft und müssen plausibel sein. Die definitiven Identitäten der Peaks müssen aber noch mit Referenzverbindungen verifiziert werden, bevor sie in zukünftige Einzelstoff-Analysenprogramme aufgenommen werden können. Im Gegensatz zu der Einzelstoffanalytik lässt die Screening-Methode nur eine semiquantitative Abschätzung der gefundenen Substanzen zu, da stoffspezifische Responsefaktoren nicht berechnet werden können. Die Bestimmungsgrenze liegt in der Regel bei  $50\text{ ng/l}$ , bei sehr saubereren Matrices bei  $20\text{ ng/l}$  (UAN 2012).

Insgesamt wurden in sieben Sickerwässern von Inertstoffdeponien (direkte oder durch Deponiesickerwasser stark beeinflusste Wasserproben) Substanzen mittels GC/MS-Screening bestimmt. Es zeigten sich sehr wenige Einzelsubstanzen mit Gehalten über der Bestimmungsgrenze der verwendeten Messmethode ( $BG\ 0.3\text{ }\mu\text{g/l}$ ).

In einem Sickerwasser wurde Bisphenol A nachgewiesen ( $0.67\text{ }\mu\text{g/l}$ ). Diese hormonaktive (schwach östrogenwirksame) Substanz findet bei der Kunststoffherstellung Verwendung und wird auch als Weichmacher in Kunststoffen eingesetzt. Die gemessenen niedrigen Gehalte liegen rund 600 mal unterhalb der gesetzlichen Vorgaben für Lebensmittel (BAG 2011). Eine negative Beeinflussung im aquatischen Lebensraum ist unwahrscheinlich (Ministry of Environment Japan 2012).

Das schon unter "Pestizid" angesprochene Metolachlor in einem Sickerwasser wurde mit dieser Messmethode bestätigt.

Es fanden sich in einigen Proben Hexadecan-, Hexadecen- und Dodecansäure in sehr tiefen Konzentrationen (Bereich bis zu  $1\text{ }\mu\text{g/l}$ ). Diese Fettsäuren werden als pflanzliche und tierische Fette bei der Seifen- und Kosmetikherstellung verwendet. Dabei handelt es sich bei den gefundenen Konzentrationen um unbedenkliche Stoffe für die aquatische Umwelt.

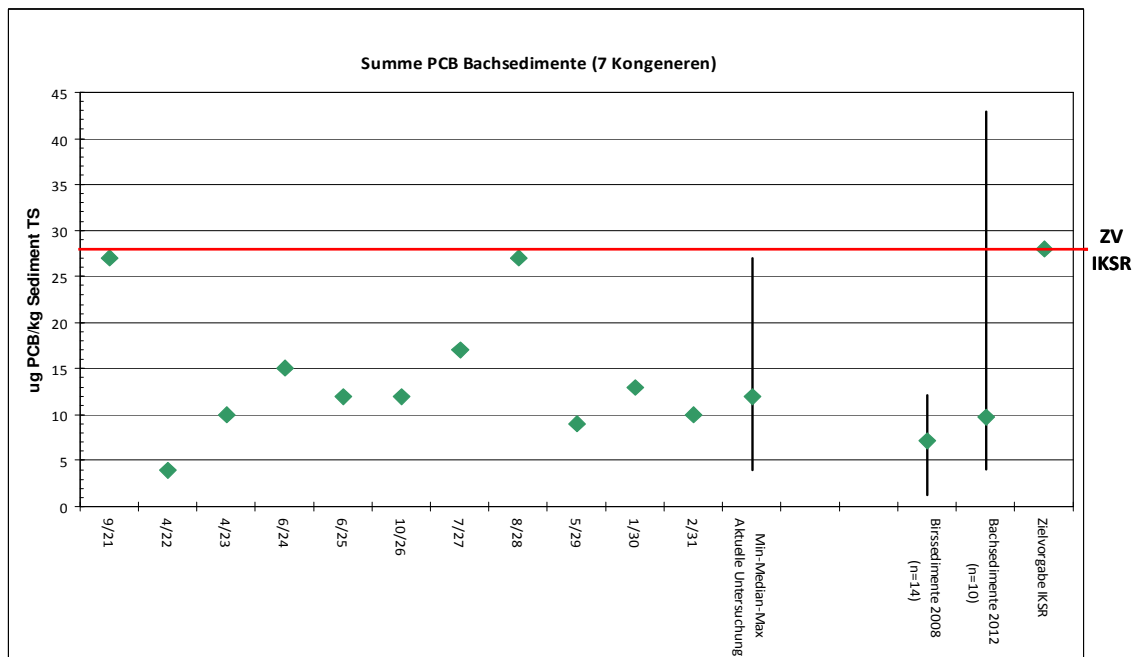
In einem Deponiesickerwasser wurde Tetramethyldecindiol in tiefer Konzentration nachgewiesen. Dieses Tensid wird als Netzmittel bei der Ölabscheidung, in der Metallverarbeitung sowie in der Papierindustrie verwendet. Es gilt als eher unbedenklich, gehört aber zu den Substanzen, die immer häufiger in Fließgewässern nachgewiesen werden.

In zwei Deponiesickerwässern fanden sich Spuren von 4-(N,N-Dimethylsulphonamido)-2,6-dichloranilin (Probe 9/10 mit  $0.6$  und Probe 7/10 mit  $1.5\text{ }\mu\text{g/l}$ ). Zu dieser Substanz finden sich keine Literaturnachweise. In der Wasserrahmenrichtlinie finden sich bei den 10 aufgeführten Anilinverbindungen für die Erfüllung der Umweltqualitätsnorm (UQN) in Fließgewässern die Konzentrationen zwischen  $1$  bis  $3\text{ }\mu\text{g/l}$ . Die oben genannte Substanz zeigt im halbquantitativen Messverfahren eine Konzentration von  $1.5\text{ }\mu\text{g/l}$ , liegt also im Bereich der UQN. Eine geringe toxische Beeinflussung auf den aquatischen Lebensraum ist denkbar, solange das Deponiesickerwasser nicht durch den Vorfluter verdünnt ist.

## 6.2 Bachsedimente

### 6.2.1 Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Sedimenten

Keines der 11 untersuchten Sedimente weist Gehalte über den Zielvorgaben der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR) von 28  $\mu\text{g}/\text{kg}$  auf. Der Medianwert liegt bei 12  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Dieser liegt leicht über den Medianwerten der beiden vorhergehenden Sedimentuntersuchungen im Kanton Basel-Landschaft (AUE BL 2008 und 2012).



Mit je 27  $\mu\text{g}/\text{kg}$  weisen die beiden Sedimente 9/21 und 8/28 Gehalte beim PCB im Bereich der Zielvorgaben IKSR auf. Beides sind durch Deponiesickerwasser deutlich beeinflusste Bachläufe. Einen geringfügigen Einfluss durch Ausspülung aus den Deponien erscheint als wahrscheinlich.

### 6.2.2 Schwermetalle in Sedimenten

In den 11 Sedimenten wurden die Gehalte an Schwer- und Halbmetallen Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Cr, Mo, Hg, Co, Fe, Mn, V, Tl, As, Sb und Uran bestimmt. Gemessen wurden auch die Nichtmetalle, Alkali- und Erdalkali P, S, B, Ca, K, Mg und Na.

In den Vorjahren fanden einige Untersuchungen von Fließgewässersedimenten im Kanton Basel-Landschaft statt. Auch aus mehreren weiteren Kantonen in der Schweiz liegen Untersuchungswerte vor. Nachfolgend werden die Kenndaten der Baselbieter Untersuchungen "Birsuntersuchung 2006", "Schwermetalle in Fließgewässersedimenten 2007" sowie "Schwermetalluntersuchung Dorenbach 2008" im Vergleich zur aktuellen Untersuchung gestellt.

		Sedimente 2012, Inertstoffdep.			Sedimente 2008, Dorenbach			Sedimente 2007, 11 Fließgew.			Sedimente 2006, Birs		
		n=11 diverse Fließgewässer			n=4 Dorenbach			n=15, div. Hauptgewässer BL ohne Birs, Lützel und Lüssel			n=8 Birs, Lützel, Lüssel		
		min	max	Median	min	max	Median	min	max	Median	min	max	Median
<b>Blei</b>	mg/kg TS	16	130	<b>26</b>	10	160	<b>68</b>	18.4	63	<b>28.1</b>	10.7	45	<b>32.8</b>
<b>Cadmium</b>	mg/kg TS	0.2	0.5	<b>0.3</b>	<0.5	<0.5	<b>&lt;0.5</b>	0.17	0.41	<b>0.28</b>	0.34	0.47	<b>0.4</b>
<b>Kupfer</b>	mg/kg TS	8.9	40	<b>25</b>	17	47	<b>32.5</b>	21.8	57.9	<b>39.2</b>	29	72	<b>45.5</b>
<b>Nickel</b>	mg/kg TS	18	78	<b>32</b>	21	31	<b>30.5</b>	17.4	48.4	<b>25.4</b>	21	40	<b>34</b>
<b>Zink</b>	mg/kg TS	71	170	<b>120</b>	47	160	<b>103</b>	85	170	<b>120</b>	84	365	<b>235</b>
<b>Chrom</b>	mg/kg TS	50	150	<b>84</b>	35	50	<b>49</b>	35.2	75.3	<b>47.2</b>	40	67	<b>59</b>
<b>Molybdän</b>	mg/kg TS	< 1.0	< 1.0	<b>&lt;0.1</b>									
<b>Quecksilber</b>	mg/kg TS	0.1	0.2	<b>0.2</b>	<0.15	0.16	<b>&lt;0.15</b>	0.08	1.16	<b>0.14</b>	<0.1	0.32	<b>0.17</b>
<b>Kobalt</b>	mg/kg TS	5.3	14	<b>8.5</b>	8	8.9	<b>8.7</b>	5.5	11.7	<b>7.7</b>	4.5	7.5	<b>7.1</b>
<b>Eisen</b>	mg/kg TS	16000	35000	<b>25000</b>	14000	18000	<b>17500</b>	13.5	21000	<b>17500</b>	15000	20000	<b>18000</b>
<b>Mangan</b>	mg/kg TS	280	1900	<b>430</b>	490	740	<b>685</b>	265	800	<b>420</b>	285	450	<b>403</b>
<b>Arsen</b>	mg/kg TS	8.6	29	<b>17</b>	8.9	11	<b>10</b>	10.3	21.1	<b>13.1</b>			
<b>Antimon</b>	mg/kg TS	< 0.1	< 0.1	<b>&lt; 0.1</b>	0.58	2.2	<b>1.4</b>	<5.0	<5.0	<b>&lt;5.0</b>			

Von den aufgeführten früheren Untersuchungen zeigte der Dorenbach einen deutlichen Einfluss beim Blei aus dem Schiessbetrieb der Anlagen Allschwil (Schiessanlage und Jagdschiessanlage). Bei der Birsuntersuchung sowie zum Teil auch bei der Untersuchung 2007 zeigten sich beim Zink und Kupfer die Siedlungseinflüsse (Metallabschwemmung aus Dachrinnen, -rohren, Metalldächern usw.). Im Vergleich der Kenndaten weisen die aktuell erhobenen Werte kaum Auffälligkeiten auf.

Die Zielvorgaben (ZV) der IKSR werden einzig bei den beiden Probestellen Chueftelbächli und Wahlenbach überschritten. Beim Chueftelbächli zeigt das Blei einen stark erhöhten Wert. Dies führen wir auf die Depositionen der in direkter Nachbarschaft liegenden Schiessanlagen zurück (Kugelfang 300 m, div. Kugelfänge Jagdschiessanlage sowie Tontaubenschiessanlage) und weniger auf einen Deponeeinfluss. Die Kugelfänge der 300 m Anlage sowie der Jagdschiessanlagen sind in der Zwischenzeit mit künstlichen Kugelfängen ausgerüstet, die Tontaubenschiessanlage wurde aufgehoben. Noch ausstehend ist die Sanierung des alten Kugelfanges.

Beim Wahlenbach liegen Überschreitungen der ZV IKSR beim Chrom und Nickel vor. Wir erachten es als unwahrscheinlich, dass diese "Depositionen" aus dem Deponiebetrieb stammen. Abschliessend liesse sich dies jedoch nur mit einer zusätzlichen erweiterten Standortbeprobungen aufzeigen. Die allgemein erhöhten Chromgehalte in dieser Untersuchung führen wir auf die verbesserte Aufschlussmethode (Druckaufschluss mit höheren Temperatur und Druck) zurück.

Bei den weiteren, in der obigen Tabelle nicht aufgeführten Elementen wie Uran, Vanadium usw. zeigten sich keine Auffälligkeiten.

Insgesamt zeigten sich bei den Schwermetallen kaum Auffälligkeiten. Schwermetalldepositionen aus den Inertstoffdeponien erachten wir als unwahrscheinlich.

### 6.3 Altlastenrelevanz

Die gefassten Sickerwasser der Inertstoffdeponien entsprechen gemäss der Altlastenverordnung (AltV) einem Eluat. Darauf abgestützt wird nach Art. 9 und 10 die Überwachungsbedürftigkeit beurteilt.

Die bei dieser Untersuchung erhobenen Parameter zeigten bei keinem Sickerwasser Gehalte, welche einen Überwachungs- oder Sanierungsbedarf ergeben. Berücksichtigt werden muss, dass einige Parameter aus der AltV nicht mit bestimmt wurden (z.B. Ammonium und Nitrit; diese werden jedoch im



Rahmen der üblichen Überwachung gemessen) und nahezu alle in der Untersuchung erhobenen organischen Schadstoffe in der AltV nicht geregelt sind.

## 7. Schlussfolgerungen

Inertstoffdeponien verhalten sich weitgehend so, wie aufgrund der zugelassenen eingelagerten Abfällen zu erwarten ist. Es treten keine relevanten unerwarteten Emissionen auf.

- Die Einleitbedingungen gemäss den gesetzlichen Vorgaben (GSchV) für Sickerwässer in einen Vorfluter werden von den Sickerwässern der Inertstoffdeponien eingehalten. Bei einem Pestizid zeigte sich ein auffälliger Gehalt. Wir gehen davon aus, dass dieses Pestizid (Metolachlor) via Drainagewasser aus Landwirtschaftsflächen in das Deponiesickerwasser gelangte.
- Altlastenrechtlich betrachtet finden sich keine Gehalte, die eine Überwachungs- oder Sanierungsbedarf auslösen.
- Alle untersuchten Sickerwässer wie auch Fliessgewässer halten die "Umweltsqualitätsnormen für Fliessgewässer" der Wasserrahmenrichtlinie der EU ein.
- Die untersuchten Sedimente halten die Zielvorgaben (ZV) der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR) ein. Ausnahme sind sehr wenige Metallwerte, welche geringe Überschreitungen aufzeigen. Diese Überschreitungen haben mit grosser Wahrscheinlichkeit nichts mit den Deponieemissionen zu tun.

In Spuren finden sich in den gefassten Sickerwässern der Inertstoffdeponien Schadstoffe, welche gesetzlich nicht geregelt sind.

- Es finden sich Spuren von organischen Schadstoffen. Dies betrifft insbesondere die chlorierten und fluorierten Kohlenwasserstoffe sowie Pestizide.
- Die Konzentrationen wie auch die Frachten liegen bei diesen Schadstoffen in einem sehr tiefen Bereich.
- Erhöht gegenüber den üblichen Konzentrationen in Fliessgewässern sind erwartungsgemäss verschiedene Salze wie Chloride, Sulfate und Borate. Diese werden leicht aus dem eingelagerten Deponiegut ausgewaschen.

Die untersuchten Fliessgewässer zeigten bei keinem Parameter Auffälligkeiten.

Werden "Wirkungsbasierte Qualitätskriterien" (nach Chèvre u.a.) zur Beurteilung der Untersuchungsergebnisse beigezogen, so werden bei einigen wenigen organischen Schadstoffen sowie beim Bor in den Sickerwässern die akuten und chronischen Qualitätskriterien für Fliessgewässer nicht eingehalten. Die Fliessgewässerproben erfüllen mit einer Ausnahme (Metolachlor) hingegen diese Qualitätskriterien. Dazu ist anzumerken, dass Sickerwässer keine Fliessgewässer sind. Der Vergleich kann aber dazu dienen, die Qualität der Sickerwässer bezüglich organischer Schadstoffe besser einzuordnen.

Bei der Überwachung von Sickerwässern von Inertstoffdeponien sollte in Zukunft diesen "Mikroverunreinigungen" genügend Beachtung geschenkt werden, auch ohne explizite Regelungen.

Grundsätzlich gilt zu beachten:

Inertstoffdeponien sind in der Regel keine Basis- oder Flankenabdichtung auf. Ein Teil des anfallenden Sickerwassers kann unkontrolliert im Untergrund versickern. Daneben wird das Deponiesickerwasser durch Fremdwasser aus Drainagen und seitlichen Oberflächenzuflüssen zum Teil stark ver-

dünnt. Die Aussagen dieser Untersuchung beschränken sich somit auf den stofflichen Einfluss der gefassten Sickerwässer auf die vorgelagerten Fliessgewässer. Aussagen über mögliche Beeinflussungen der örtlichen Grundwasserströme sind nur bedingt möglich.

Bei der Deponie Nr. 9 wurde das Gesamtsickerwasser wie auch ein Teilstrom untersucht. Dabei zeigten sich erhebliche Gehaltsunterschiede im Bereich von bis zu Faktor 10. Unterschiedliche Gehalte zeigten sich bei diesen beiden Proben bei allen Parametern. Ob diese Gehaltsunterschiede auf eine Inhomogenität im Deponiekörperaufbau oder auf den Einfluss von Fremdwasserzufuhr zurückzuführen ist, kann nicht ausgesagt werden.

## Literatur

**Altlastenspektrum 6/2012**, Informationsquellen zur Ermittlung von PFT-Belastungen durch den Einsatz von Löschsäumen (S. 262- 267)

**AUE BL 2002**, Statusbericht zur Belastung der Baselbieter Böden mit PAK und PCB

**AUE BL 2006**, Birsuntersuchung 2005/ 2006, Schwermetalle in den Sedimenten

**AUE BL 2007**, Untersuchung von Bachwasser und Bachsediment auf Blei und Antimon, Bereich Schiessanlage Edleten, Lausen (unveröffentlicht)

**AUE BL 2007**, Pestizide in Landwirtschaftsböden im Kanton Basel-Landschaft, Lopez L., Praktikaarbeit (unveröffentlicht)

**AUE BL 2008**, Schwermetalle in Fliessgewässersedimenten, Untersuchung 2007

**AUE BL 2008**, PCB und Dioxine in Sedimenten der Birs (unveröffentlicht)

**AUE BL 2009**, Schadstoffbelastungen in den Böden von Familiengärten (unveröffentlicht)

**AUE BL 2009**, Pflanzenschutzmittelbelastung von Baselbieter Oberflächengewässer, Untersuchungszeitraum 2005/2006 (unveröffentlicht)

**AUE BL 2009**, Untersuchung der Deponiesickerwasser Elbisgraben, Liestal und Hintern Chestel, Liesberg sowie der abgeschlossenen Deponie Lindenstock auf Mikroverunreinigungen mittels GC-MS-Screening (unveröffentlicht)

**AUE BL 2011**, Mikroverunreinigungen in Baselbieter Oberflächengewässer 2008/2009

**AUE BL 2011**, Sickerwasserüberwachung bei Inertstoffdeponien in BL, Auswertung der bisherigen Messungen (unveröffentlicht)

**AUE BL 2012**, Organochlorpestizide und Polychlorierte Biphenyle in Bachsedimenten und Bachwasser (unveröffentlicht)

**AUE BL 2012**, Übersicht über die Ergebnisse der Sickerwasserüberwachung bei Inertstoffdeponien in BL (unveröffentlicht)

**AUE BL 2012**, Analysenberichte Grundwassermonitoring Lindenstock (unveröffentlicht)

**AUE BS 2010**, Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein 2008, Jahresbericht 2010

**AUE BS 2000**, Qualität der Oberflächengewässer im Kanton Basel-Stadt

**BAFU 2007**, Sicherung von Deponie-Altlasten 20/07

**BAFU 2009**, Mikroverunreinigungen in den Gewässern, 17/09

**BAFU 2010**, Polychlorierte Biphenyle in Gewässern der Schweiz

**BAFU 2010**, Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe

**BAFU 2010**, Anforderungen an die Einleitung von Deponiesickerwasser, Entwurf Stand 25.8.2010

**BAG 2011**, Faktenblatt Bisphenol A

**BMG 2007**, Sedimente am Hochrhein

**Bayerisches Landesamt für Umwelt 2010**, Bestimmung persistenter bioakkumulierender Perfluoralkylverbindungen in verschiedenen Umweltmatrices

**Bundesministerium für Gesundheit 2006**, Vorläufige Bewertung von Perfluorierten Tensiden im Trinkwasser am Beispiel ihrer Leitsubstanzen Perfluorooctansäure (PFOA) und Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2011**, Richtlinie 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik

**Chèvre N. 2006**, Pestizide in Schweizer Oberflächengewässer, gwa 4/2006

**EAWAG 2012**, Alder A. u.a., Messung von PFOS und anderen perfluorierten organischen Verbindungen in der Nähe von Punktquellen

**Internationale Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR) 2004**, Vergleich Ist- Zustand des Rheins 1990 und 2004, Bericht Nr. 159d

**Internationale Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR) 2009**, Sedimentmanagementplan Rhein, Zusammenfassung, Bericht Nr. 175d

**Ministry of Environment Japan 2012**, Resultats of Eco-toxicity tests of chemicals

**NLWKN 2004**, Landesweite Sedimentuntersuchung auf organische Stoffe

**Oekotoxcenter EAWAG/EPFL 2011**, Mikroverunreinigungen in Oberflächengewässern mit Schwerpunkt hormonaktive Substanzen, Oekotoxkurs 11/2012

**Oekotoxcenter EAWAG/EPFL 2012**, Vorschläge für akute und chronische Qualitätskriterien für ausgewählte, schweizrelevante Substanzen

**Umweltbundesamt II 2.4-Klett/Irmer, 2006**, Übersicht über chemische Qualitätsanforderungen an Oberflächengewässer

**Umweltbundesamt A 2001**, Einsatz von Pflanzenschutzmittel und Biozod-Produkten im Nicht-Land- und Forstwirtschaftlichen Bereich

**Reinhardt M. 2010**, Perfluorierte Chemikalien im Grundwasser, gwa 11/2010

#### Gesetze/ Verordnungen / Wegleitungen

**Gewässerschutzverordnung (GSchV)**, 814.201, vom 28. Oktober 1998

**Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlastenverordnung, AltIV)**, 814.680, vom 26.8.1998

**Technische Verordnung über Abfälle (TVA)**, 814.600, vom 10. Dezember 1990

**Verordnung über Belastung des Bodens (VBBo)**, 814.12, vom 1. Juli 1998

**Umweltschutzgesetz (USG)**, 814.01, vom 7. Oktober 1983

**Bundesministerium D, Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV) 2008**, Stand 2011, abgestützt auf Richtlinie 2008/105/EG

**BUWAL 2001**, Wegleitung Bodenaushub

**BAG 2002**, Studer P., Höchstkonzentrationen für Stoffe im Trinkwasser, zusammengestellt aus FIV (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung) und HyV (Hygieneverordnung)

## Anhang

### Anhang 1: Kenndaten der Stoffgruppen, Kurzbeschriebe

#### Schwermetalle/Halbmatalle

Zu den „Schwermetallen“ werden üblicherweise unter anderem Eisen, Kupfer, Blei, Zink, Zinn, Nickel, Cadmium, Chrom, Uran und andere gezählt. Ein Hauptkriterium für die Zuteilung zur Gruppe der Schwermetalle ist die spezifische Dichte ( $> 5\text{kg/l}$ ). Viele Schwermetalle sind für den menschlichen und tierischen Organismus gesundheitsschädlich oder giftig, da sie nicht abgebaut werden können. Sie gelangen meist über die Nahrungskette in den menschlichen Körper. Einige sind auch essentielle Spurenelemente für Organismen. Durch Anreicherung in den Böden können sie die Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigen und wirken sich in Gewässern ökotoxisch aus. Schwermetalle werden in vielen Bereichen, zumeist aber für die Metallveredelung verwendet. Dadurch erhalten die ausgewählten Materialien spezielle Eigenschaften. (nach Wikipedia 2011).

#### Geochemische Ergebnisse, Salze

Klassischerweise wird Wasser nach Chlorid, Sulfat, Nitrat, Nitrit, Ammonium, dem pH-Wert, dem Sauerstoffgehalt, der elektrischen Leitfähigkeit, dem Phosphatgehalt und der Wasserhärte untersucht. Häufig untersuchte Parameter sind auch die organische Belastung, also der TOC (total organic carbon), der chemische Sauerstoffbedarf oder die Oxidierbarkeit durch Kaliumpermanganat sowie der Biologische Sauerstoffbedarf.

Oberflächengewässer und Grundwasser enthalten  $10 - 30\text{ mg Cl}^-/\text{l}$ . Ein Chloridgehalt größer als  $250\text{ mg Cl}^-/\text{l}$  verleiht dem Wasser einen salzartigen Geschmack. Die Grenze für die Geniessbarkeit liegt bei etwa  $400\text{ mg Cl}^-/\text{l}$ , wobei dieser Gehalt jedoch physiologisch unbedenklich ist. Ein hoher Chloridgehalt fördert außerdem die Korrosion von eisernen Rohren und Armaturen. In der Regel ist der Chloridgehalt auf Natriumchlorid zurückzuführen.  $400\text{ mg Cl}^-/\text{l}$  entsprechen dabei etwa  $660\text{ mg/l}$  gelöstem Natriumchlorid.

Übliche Wässer weisen einen Sulfatgehalt von bis zu  $50\text{ mg SO}_4^{2-}/\text{l}$  auf. In bestimmten Gebieten (z.B. Braunkohlengebieten) kann der Sulfatgehalt wesentlich höher sein. Der Sulfatgehalt hat im Wesentlichen seine Ursache in gelöstem Gips. Sulfatreiches Wasser ist für Betonbauten schädlich. Wasser mit einem hohen Sulfatgehalt (größer  $250\text{ mg/l}$ ), insbesondere bedingt durch Natriumsulfat, wirkt abführend.

Der pH-Wert ist definiert als der negative dekadische Logarithmus der Aktivität (in mol/l) von  $\text{H}^+$ -Ionen und ist ein Mass für den sauren oder alkalischen Charakter von Lösungen. Der pH-Wert sollte in natürlichen Gewässern um 7- 8 liegen. Tiefere Werte (unter 6) deuten auf eine Belastung mit Säuren, grössere Werte (über 8) auf eine Belastung mit Basen hin.

Oberflächengewässer enthalten Sauerstoff oft bis zur Sättigung ( $9,2\text{ mg/l}$  bei  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $14,5\text{ mg/l}$  bei  $0\text{ }^\circ\text{C}$ ). Es kann gelegentlich aber auch durch Planktontätigkeit zur Übersättigung kommen. Andererseits kann der Sauerstoff durch anaerobe Vorgänge abnehmen. Für Fische sollte mindestens ein Sauerstoffgehalt von  $5\text{ mg/l}$  vorliegen. Reines Grundwasser ist in der Regel sauerstofffrei (nach Wikipedia 2012).

Die elektrische oder spezifische Leitfähigkeit gibt an, wie viel Strom in einer Lösung durch Anionen und Kationen transportiert wird, ist also ein Mass für die im Wasser gelösten Ionen. Die Messung erfolgt mittels einer normierten Leitfähigkeitsmesszelle und einem Leitfähigkeitsmessgerät und wird

in der Einheit  $\mu\text{S}/\text{cm}$  angegeben. Oberflächengewässer weisen häufig einen Wert zwischen 500 und 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  auf. Höhere Werte deuten auf eine übermäßige Belastung (z.B. von Natriumchlorid) hin.

### Kohlenwasserstoffe (KW)

Die Kohlenwasserstoffe ( $\text{C}_m\text{H}_n$ ) sind eine Stoffgruppe von Verbindungen, die nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen und Ketten, Ringe oder eine Kombination beider bilden. Die Stoffgruppe ist vielfältig. Es gibt mehrere Untergruppen wie Alkane, Cycloalkane, Alkene, Alkine und Aromaten sowie sehr viele Verbindungen dieser Klasse. Dennoch ist es die einfachste Stoffgruppe der organischen Chemie. Die Kohlenwasserstoffe haben vor allem durch ihre riesigen Vorkommen als fossile Brennstoffe und in der organischen Synthese eine große technische Bedeutung erlangt.

Kohlenwasserstoffe teilt man in gesättigte und ungesättigte Kohlenwasserstoffe ein. Darüber hinaus kann man auch eine Unterscheidung in kettenförmige und ringförmige Kohlenwasserstoffe vornehmen. Gesättigte Kohlenwasserstoffe werden systematisch als Alkane bezeichnet. Bei diesen handelt es sich um chemische Verbindungen, die ausschließlich C-C- Einfachbindungen enthalten. Die einfachsten und bekanntesten Alkane sind Methan ( $\text{CH}_4$ ), Ethan ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), und Propan ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ). Allgemein lautet die Summenformel für die homologe Reihe der kettenförmigen Alkane  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ . Sie werden auch als Aliphate bezeichnet.

Eine wichtige Gruppe von reinen Kohlenwasserstoffen sind die Aromaten. Dabei handelt es sich um ungesättigte ringförmige Kohlenwasserstoffe, die meist 6 C-Atome besitzen. Der bekannteste Vertreter ist das Benzol  $\text{C}_6\text{H}_6$ . Eine Untergruppe der Aromaten sind die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe. Bei ihnen handelt es sich um Verbindungen, die aus mehreren aneinander hängenden Benzolringen bestehen. Ein bekannter Vertreter ist das Naphthalin  $\text{C}_{10}\text{H}_8$ .

Die bedeutendsten Alkane sind die niedermolekularen Alkane Methan, Ethan und Propan; die ersten finden sich auch im Weltraum. Höhere Alkane wie n-Butan, Isopentan verschiedene Hexane und das Cycloalkan Cyclohexan sind Bestandteile in Motorenbenzin. Von technischer Bedeutung sind auch ungesättigte Kohlenwasserstoffe wie das einfachste Alken Ethen, Cyclohexen, das einfachste Alkin Ethin sowie Polyene wie 1,3-Butadien, Isopren und Cyclopentadien. Viele Arene besitzen technische Bedeutung, darunter Benzol, Toluol, Xylol und Styrol. Die einfachsten polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) sind Biphenyl, Naphthalin und Anthracen. Fast alle niederen und auch einige komplexere Kohlenwasserstoffe finden sich in Erdgas und Erdöl. Alkane werden häufig als fossiler Energieträger in Gemischen wie Biogas, Flüssiggas, Benzin, Dieselmotorkraftstoff, Heizöl, Kerosin, Petroleum und weiterem verwendet.

Die Kohlenwasserstoffe dienen weiter als Ausgangsstoffe für eine Vielzahl von industriell bedeutenden chemischen Syntheseprozessen. Darüber hinaus dienen Kohlenwasserstoffe als lipophile Lösungsmittel (Tetrachlorkohlenstoff  $\rightarrow$  „Fleckenwasser“). Wichtig sind auch die Polymerisationsprodukte der Kohlenwasserstoffe, wie zum Beispiel Polystyrol, Polyethylen, Polypropylen, Polyethin, viele Copolymere so wie die halogenierten

Kohlenwasserstoffpolymere wie Polyvinylchlorid und Polytetrafluorethylen. Weiterhin sind die Halogenalkane wichtig in der Medizin als Vereisungs (Chlorethan)- und Narkosemittel (Halothan).

Kohlenwasserstoffe machen – nach Definition der Weltgesundheitsorganisation WHO – den Hauptteil der flüchtigen organischen Verbindungen (abgekürzt auch VOC) aus; diese gelten bei Emission als umweltschädigend. Zwecks Emissions-Reduktion wird z. B. in der Schweiz auf diese Emissionen eine Lenkungsabgabe erhoben. Weiter besitzt Methangas einen erheblichen Treibhauseffekt (nach Wikipedia 2012).

### Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)

Chlororganische Verbindungen (auch Chlorkohlenwasserstoffe oder Chlororganika) bilden eine Stoffgruppe organischer Verbindungen und eine Untergruppe der Halogenkohlenwasserstoffe. Diese chemischen Stoffe besitzen ein Kohlenwasserstoff-Grundgerüst, bei dem eines oder mehrere Wasserstoff-Atome durch Chlor ersetzt sind. Ihre chemischen Eigenschaften machen sie einerseits für die Industrie unverzichtbar, andererseits besitzen sie zumeist ein grosses umweltschädigendes Potential.

Die vielen bekannten Chlorkohlenwasserstoffe können in die Aliphaten, Chloralkane und Chloralkene sowie aromatische Chlorkohlenwasserstoffe eingeteilt werden. Mit zunehmendem Chlorierungsgrad wächst die Stabilität und die Lipophilie (Fettlöslichkeit) der Substanzen. Dadurch wird für abbauende Mikroorganismen die Aufnahme erschwert und die zum Abbau der Substanzen notwendige Aktivierungsenergie erhöht sich. Die erhöhte Hydrophobizität (Wasserunlöslichkeit) der Substanzen bewirkt außerdem eine Anreicherung in menschlichem und tierischem Fettgewebe (nach Wikipedia 2012).

### Perfluorierte Chemikalien (PFC)

Perfluorierte Chemikalien (PFC) sind organische oberflächenaktive Verbindungen, bei denen die Wasserstoffatome am Kohlenstoffgerüst vollständig durch Fluoratome ersetzt worden sind. PFC haben keine natürliche Quelle. Wegen ihrer besonderen physikalisch-chemischen Eigenschaften werden sie industriell hergestellt und in einer Vielzahl von Produkten verwendet. Die Verbindungen werden hauptsächlich in der Textilindustrie zur Herstellung atmungsaktiver Jacken und in der Papierindustrie zur Herstellung von schmutz-, fett- und wasserabweisenden Papieren verwendet. Weitere Einsatzgebiete sind die Fotoindustrie, die Herstellung von Feuerlöschmitteln, die Luftfahrt und die galvanische Industrie. Sie können auch Bestandteil von Schmier- und Imprägniermitteln sein. Bei der Herstellung der Fluorpolymere PTFE (Polytetrafluorethylen, „Teflon“) und PVDF (Polyvinylidenfluorid) wird PFOA als Emulgator eingesetzt. Bei dieser Anwendung tritt PFOA als Prozessemission und als Verunreinigung in Endprodukten auf. Sie reichern sich in der Umwelt (gelten als nicht abbaubar) sowie im menschlichen und tierischen Gewebe an. PFT stehen im Verdacht krebserregend zu sein. Sie werden daher als langlebige organische Schadstoffe eingestuft. Mittlerweile sind die Chemikalien dieser Gruppe weltweit verbreitet; sie wurden etwa schon in Leberproben von Eisbären nachgewiesen (nach Wikipedia 2012).

Sieben verschiedene PFC wurden bei den NAQUA-Untersuchungen (Nationale Grundwasserbeobachtung) im Grundwasser identifiziert. Am häufigsten und gleichzeitig in den höchsten Konzentrationen wurde Perfluorooctansulfonat (PFOS) nachgewiesen, das als persistent, bioakkumulierbar und toxisch gilt und im Mai 2009 in die Stockholm-Konvention zu persistenten organischen Schadstoffen aufgenommen wurde (BAFU 2011).

Nach gegenwärtigem Kenntnisstand wird Trinkwassernutzung mit Gehalten  $< 100$  ng PFC/l im Grundwasser nicht in Frage gestellt. In einer NADUF-Untersuchung (Nationale Daueruntersuchung der Fliessgewässer) fanden sich PFOS-Konzentrationen in den Flüssen Glatt, Birs, Thur, Reuss, Limmat und Aare von 10 - 50 ng/l (Reinhardt 2010).

Das Bundesministerium für Gesundheit(D) empfiehlt als Mindestqualitätszielwert bzw. Vorsorgewert (gesundheitlicher Orientierungswert) für Trinkwasser  $< 0.1$  µg/l der Summe PFOA und PFOS, als Leitwert (Lebenslang gesundheitlich duldbar  $< 0.3$  µg/l (BMG 2006).

In 48 Abwasserproben verschiedenster Firmen in Bayern fanden sich bei PFOA keine Konzentrationen  $> 3$  µg/l. Hingegen lagen die Konzentrationen Bei PFOS zwischen 0.08 - 2'600 µg/l (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2010).

In der Untersuchungskampagne "Mikroverunreinigungen in Baselbieter Oberflächengewässer" fanden sich in den ARA-Zuläufen Konzentrationen von Einzelstoffen PFC von mehrheitlich  $> 0.1 \mu\text{g/l}$  bis  $1,3 \mu\text{g/l}$  (AUE BL 2011).

### Pestizide

Pestizid ist der Überbegriff für anorganische und organische Substanzen, welche primär in der Landwirtschaft und im Gartenbau gegen verschiedene Organismen zum Schutz der Kulturpflanzen eingesetzt werden. Fungizide werden gegen Pilze, Akarizide gegen Milben, Insektizide gegen Insekten, Molluskizide gegen Schnecken, Nematizide gegen Fadenwürmer, Rodentizide gegen Nagetiere und Herbizide gegen Pflanzen eingesetzt.

Der breite Pestizideinsatz führt zu einer Nachweisbarkeit der Wirkstoffe im Oberflächen- und Grundwasser. Dies mit möglichen toxischen Auswirkungen auf die Nutzer dieses Lebensraumes sowie auf Beeinflussung der Trinkwasserqualität.

**Fungizide** werden vor allem in der Landwirtschaft als Pflanzenschutzmittel angewendet. Daneben dienen sie auch zur Bekämpfung von Schadpilzen (z. B. Schimmelpilzen) auf Holz, Farbe, Textilien, an Wänden (Hausschwamm) und bei Lebensmitteln. Sie bewirken im allgemeinen das Abtöten der biologisch aktiven Myzelzellen und Sporen bildenden Zellen. Bei Fungiziden kann es sich um anorganische, metallorganische oder organische Chemikalien oder um Organismen handeln. Anorganische Fungizide sind zum Beispiel die Bordeauxbrühe ( $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CaSO}_4$ ) oder das Basische Kupferchlorid ( $3 \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCl}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ ). Von diesen Fungiziden werden Kupfer(II)-Ionen freigesetzt, die in den Pilzsporen als Enzymgifte wirken und damit eine Keimung verhindern können. Kolloidaler, reiner Schwefel (Netzschwefel) ist ebenfalls ein anorganisches Fungizid. Er oxidiert auf der Pflanzenoberfläche zu Schwefeldioxid, das die Sporenkeimung hemmt. Anorganische Fungizide machen immer noch etwa die Hälfte der verkauften Fungizide aus. Sie dürfen teilweise auch im Rahmen der Ökologischen Landwirtschaft verwendet werden. Metallorganische Fungizidwirkstoffe wie die sehr giftigen und umweltschädlichen Quecksilber- und Zinnorganika sind heute verboten. Die Gruppe der organischen Fungizidwirkstoffe ist sehr heterogen zusammengesetzt und schwer überschaubar. Bei den mengenmäßig wichtigen Getreide-Fungiziden werden heute vor allem Wirkstoffe aus den Klassen der Azole, Morpholine und Strobilurine eingesetzt.

Ein **Insektizid** ist ein Pestizid, das zur Abtötung, Vertreibung oder Hemmung von Insekten und deren Entwicklungsstadien verwendet wird. Die Begriffe Insektenvertilgungsmittel oder Insektenvernichtungsmittel sind gleichbedeutend. Insektizide werden in der Land- und Forstwirtschaft, zum Vorrats- und Materialschutz sowie im Hygienebereich angewendet. Einige Insektizide wie Lindan (seit 2007 in der EU verboten) werden zusätzlich zur lokalen Behandlung von Parasitosen verwendet.

**Herbizide** (lat. herba = Kraut, Gras und lat. caedere = töten) oder Unkrautbekämpfungsmittel sind Substanzen, die störende Pflanzen abtöten sollen (nach Wikipedia 2012).

### Aniline

**Anilin** (nach spanisch oder auch arabisch: an-nil = blau = Indigo-Farbe) ist eine farblose, leicht ölige Flüssigkeit mit süßlichem Geruch, die an der Luft leicht bräunlich wird. Es handelt sich um einen Benzolring mit einer Aminogruppe ( $-\text{NH}_2$ ) und damit um eine aromatische Verbindung. Mit Säuren versetzt bildet es Anilinsalze. Die basische Wirkung von Anilin wird durch den mesomeren Effekt verringert, da dieser die Elektronendichte der Aminogruppe verringert. Es dient in der chemischen Industrie in erster Linie als Ausgangsstoff für die Synthese von Farben und Kunstfasern, aber auch zur



Herstellung von Kautschuk und Medikamenten und als Komponente hypergolter Treibstoffe in der Raumfahrt.

Die Chloraniline bilden in der Chemie eine Stoffgruppe, die sich sowohl vom Anilin als auch vom Chlorbenzol ableitet. Die Struktur besteht aus einem Benzolring mit angefügter Aminogruppe ( $-\text{NH}_2$ ) und Chlor ( $-\text{Cl}$ ) als Substituenten. Durch deren unterschiedliche Anordnung (ortho, meta oder para) ergeben sich drei Konstitutionsisomere mit der Summenformel  $\text{C}_6\text{H}_6\text{ClN}$ . Je nach Anzahl der Chloratome (einem, zwei, drei, vier oder fünf) unterscheidet man zudem zwischen Mono-, Di-, Tri-, Tetra- und Pentachloranilinen. Chloraniline werden meist als Zwischenprodukte zur Synthese anderer chemischer Verbindungen wie Pflanzenschutzmittel, Farbstoffe und Arzneistoffe eingesetzt. 4-Chloranilin darf nach reduktiver Spaltung von Azogruppen nicht von Textilien oder Ledererzeugnissen, die längere Zeit mit der menschlichen Haut direkt in Berührung kommen, freigesetzt werden. Die Tolidine (auch als Aminotoluole (Aminotoluene) bzw. Methylaniline bekannt) bilden eine Stoffgruppe in der Chemie und sind aromatische Verbindungen mit einer Methylgruppe ( $-\text{CH}_3$ ) und einer Aminogruppe ( $-\text{NH}_2$ ) als Substituenten am Benzolring.

Alle Verbindungen dieser Gruppen werden als giftig und umweltgefährlich eingestuft. Da beim natürlichen Abbau einiger dieser Stoffe die bei der Synthese eingesetzten Chloraniline freiwerden (bzw. auch bei unsachgemässer Produktion), sind Spuren der Verbindungen (in den letzten Jahrzehnten in immer geringer werdendem Masse) in Grundwasser und Flüssen zu finden (nach Wikipedia 2012).

#### Polychlorierte Biphenyle (PCB) in Sedimenten

Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind giftige und krebserregende chemische Chlorverbindungen, die bis in die 1980er Jahre vor allem in Transformatoren, elektrischen Kondensatoren, in Hydraulikanlagen als Hydraulikflüssigkeit, in Isolierrmitteln, als Weichmacher in Dichtungsmassen sowie als Additive in Anstrichen (z.B. Korrosionsschutzbeschichtungen) verwendet wurden. PCB zählen zu den in der Stockholmer- POP- Konvention vom 22. Mai 2001 international geächteten und als "The dirty Dozen" bezeichneten 12 organischen Giftstoffen, die seither weltweit verboten sind. PCB sind persistent, bioakkumulierbar und haben sich über atmosphärische Prozesse über die ganze Erde verteilt. Sie sind praktisch überall in der Umwelt nachweisbar und reichern sich im Fettgewebe der Säugetiere und Menschen an (nach Wikipedia 2011).

In der Untersuchungskampagne "Sedimente am Hochrhein 2007" wurden beim PCB in den Sedimentproben an keiner Stelle die damaligen IKSZ-Zielvorgaben ( $100 \mu\text{g}/\text{kg}$  TS, aktuell  $28 \mu\text{g}/\text{kg}$ ) überschritten. Die Maximalwerte fanden sich in der Limmat mit  $34.6$  und im Rhein bei Augst mit  $78 \mu\text{g}/\text{kg}$  TS. Im Rheinabschnitt in Baden-Württemberg wurden Maximalwerte von  $19 \mu\text{g}/\text{kg}$  TS im Rheinsediment gefunden (BMG 2007).

Bei der Rheinüberwachungsstation Weil wurde in den Schwebstoffen im Jahre 2010 bei den Kongeneren PCB-52, PCB 101, PCB-138 und PCB-153 Medianwerte  $0.5$  bis  $1.5$  mit einem Maximalwert von  $6.4 \mu\text{g}/\text{kg}$  TS beim PCB-138 gemessen (AUE BS 2010).

Gemäss Zusammenstellung "Polychlorierte Biphenyle in Gewässern der Schweiz" finden sich in Schweizerischen Fließgewässern Medianwerte beim PCB (6 Kongeneren) zwischen  $0.6$  bis  $30 \mu\text{g}/\text{kg}$  TS. Die Maximalwerte liegen bei  $167$  und  $273 \mu\text{g}/\text{kg}$  TS (Saane und Birs, Kt. JU) (BAFU 2010).

Aufgrund erhöhter PCB-Gehalte in Speisefischen aus der Birs wurden durch das AUE BL im Jahre 2008 12 Birssedimentproben sowie je eine Sedimentprobe aus der Lützel und der Lüssel auf PCB's und Dioxine untersucht. Dabei wurden die Probenanteile mit Korngrösse  $< 0.63 \mu\text{m}$  untersucht. In der Summe der 7 Kongeneren PCB-28, -52, -101, -118, -138, -153 und -180 fanden sich Gehalte zwischen  $1.9$  bis  $12.1 \mu\text{g}/\text{kg}$  TS (AUE BL 2008).

Bei einer analogen Untersuchung im Jahre 2012 "Organochlorpestizide und Polychlorierte Biphenyle in Bachsedimenten und Bachwasser" wurden weitere 7 Fliessgewässer untersucht. Die Resultate dieser beiden Untersuchungen sind in der Grafik unter PCB mitaufgeführt (AUE BL 2012).

In verschiedenen Bodenuntersuchungen fanden sich im Kt. Basel-Landschaft Gehalte zwischen 5 bis rund 4000 µg/kg TS PCB-Summe (7 Kongeneren). Dabei weist der Grossteil Gehalte < 50 µg/kg TS auf (AUE BL 2002, 2008, 2009).

## Anhang 2: Analyseberichte

## Sedimente PCB


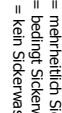
Parameter	Einheit	30650 65097 04.09.2012	30651 65098 04.09.2012	30652 65099 04.09.2012	30653 65103 05.09.2012	30654 65104 05.09.2012	30655 65112 05.09.2012	30656 65113 05.09.2012	30657 65118 06.09.2012	30658 65119 06.09.2012	30659 65120 06.09.2012	30660 65123 07.09.2012
PCB 28	mg/kg TS	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB 52	mg/kg TS	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.006	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.003	<0.002
PCB 101	mg/kg TS	0.003	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
PCB 118	mg/kg TS	0.008	<0.002	<0.002	0.002	<0.002	<0.002	0.003	0.008	0.002	0.003	0.003
PCB 138	mg/kg TS	0.007	<0.002	0.002	0.004	<0.002	0.003	0.003	0.004	0.002	0.003	0.002
PCB 153	mg/kg TS	0.004	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.005	<0.002	<0.002	<0.002
PCB 180	mg/kg TS											
<b>PCB Summe 7 Kongeneren</b>	<b>mg/kg TS</b>	<b>0.027</b>	<b>&lt; 0.007</b>	<b>0.01</b>	<b>0.015</b>	<b>0.012</b>	<b>0.012</b>	<b>0.017</b>	<b>0.027</b>	<b>0.009</b>	<b>0.013</b>	<b>0.01</b>
<-Werte 1/2 Wert aufsummiert												
PCB Summe n. AHR ; AHV	mg/kg TS	0.09	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.1	<0.05	<0.05	<0.05



= mehrheitlich Sickerwasser  
= bedingt Sickerwasseranteil  
= kein Sickerwasseranteil

Sedimente Schwermetalle/ Halbmetalle/ Alkali und Erdalkali

Probenehmedatum Interne Probennummer Probenbezeichnung	04. Sep 12 65097 9/21	04. Sep 12 65098 4/22	04. Sep 12 65099 4/23	05. Sep 12 65103 6/24	05. Sep 12 65104 6/25	05. Sep 12 65112 10/26	05. Sep 12 65113 7/27	06. Sep 12 65118 8/28	06. Sep 12 65119 5/29	06. Sep 12 65120 1/30	07. Sep 12 65123 2/31	VBBo Richtwerte	UQN (D) Fluss- gewässer ( < 6µm)	IKSR Zielvorgaben
Gluehverlust	%	9.3	7.3	12	9.6	13	6.5	10	13	6.9	9.5	12		
Calcium	mg/kg TS	83000	84000	200000	140000	150000	25000	45000	100000	81000	140000	110000		
Kalium	mg/kg TS	8900	10000	5200	8000	6000	7400	13000	8600	10000	7000	8300		
Magnesium	mg/kg TS	8100	7100	3400	4900	3700	6200	15000	6900	9800	4300	7600		
Natrium	mg/kg TS	530	490	240	300	200	420	640	340	430	350	360		
Phosphor	mg/kg TS	1100	960	590	640	970	1100	1500	1300	990	1100	1300		
Schwefel	mg/kg TS	1300	1200	1200	1000	1300	<1000	1900	<1000	1400	1200	1400		
Bor	mg/kg TS	40	58	26	39	27	18	60	36	38	33	38		
Blei	mg/kg TS	40	16	16	130	16	26	37	36	39	26	24	50	100
Cadmium	mg/kg TS	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.8	0.8	1
Kupfer	mg/kg TS	26	19	9.7	12	8.9	28	40	25	39	28	15	40	50
Nickel	mg/kg TS	36	32	18	24	23	34	37	37	78	26	28	50	50
Zink	mg/kg TS	140	91	71	99	73	110	170	120	130	120	120	150	200
Chrom	mg/kg TS	84	84	50	74	83	90	88	99	150	76	76	50	800
Molybdän	mg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	88	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	5	640
Quecksilber	mg/kg TS	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	5	5
Kobalt	mg/kg TS	11	11	5.3	7.4	7.4	8.1	14	11	14	7.9	8.5		
Eisen	mg/kg TS	29000	35000	16000	22000	24000	22000	35000	33000	31000	24000	25000		
Mangan	mg/kg TS	850	1900	280	310	340	410	750	590	730	420	430		
Vanadium	mg/kg TS	76	72	53	78	79	49	86	81	81	75	75		
Thallium	mg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0		40
Arsen	mg/kg TS	19	23	12	16	19	8.6	17	29	16	21	14		
Antimon	mg/kg TS	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0		
Uran	mg/kg TS	1	1	0.7	0.8	0.8	1.3	1.2	0.9	1	0.9	0.9		

 = mehrheitlich Sickerwasser  
 = bedingt Sickerwasseranteil  
 = kein Sickerwasseranteil

## Sicker- und Bachwasser

## Perfluorierte Chemikalien

Standort-Nr. Parameter	Einheit	04.09.2012 4/3	04.09.2012 9/1	05.09.2012 6/6	05.09.2012 7/10	Mikroverun- reinigung 2008, Bäche + ARAS in BL min./max.
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	µg/l	0.02	<0.02	<0.02	0.07	n.n./0.12
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	µg/l	0.03	0.08	<0.02	0.26	n.n./0.075
Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)	µg/l	<0.02	0.13	<0.02	0.31	n.n./1.3
Perfluorpentansäure (PFPA)	µg/l	0.39	0.06	<0.02	0.2	n.n./0.044
Perfluorhexansäure (PFHxA)	µg/l	0.24	0.06	<0.02	0.2	n.n./0.37
Perfluorheptansäure (PFHpA)	µg/l	0.05	0.02	<0.02	0.08	n.n./0.037
Perfluoroktansäure (PFOA)	µg/l	0.03	0.05	<0.02	0.13	n.n./0.11
Perfluornonansäure (PFNA)	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	n.n./0.07
Perfluordekansäure (PFDA)	µg/l	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	n.n./0.066


Legende:



= mehrheitlich Sickerwasser  
 = bedingt Sickerwasseranteile  
 => RW GSchV




Schwermetalle

Probenbezeichnung	Probendatum	4/3	4/4	9/1	9/2	3/5	6/6	6/7	10/8	10/9	7/10	7/11	5/12	5/13	1/14	1/15	2/16	2/17	GSNW allg. Fließ- geässer- qualität	GSNW allg. Einleitung Gewässer gesamt
Abflussmenge	l/s	1	7	4,8	0,65	-	3	3	-20	-	0,72	-20	2,5	-	0,3	-	0,05	-		
<b>Schwermetalle gelöst</b>																				
Lithium	µg/l	14	3,7	19	45	14	4,9	2,8	20	3,7	65	13	19	6,5	0,93	1,8	3,7	2,6		
Beryllium	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Bor	µg/l	170	20	150	490	51	37	17	140	37	720	71	870	29	25	18	58	13		
<b>Fracht B / Tag in g</b>	µg/l	30000	3900	36000	110000	24000	14000	1500	25000	11000	54000	11000	10000	5500	20000	4300	7200	5700		
Aluminium	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	4400	1100	<10	3200	42000	2700	8700	2500	2100	1600	2800	1600		
Kalium	µg/l	10000	1400	16000	31000	13000	4000	1100	14000	1,2	10	1,2	1,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	2	200
Vanadium	µg/l	<1,0	<1,0	1,6	3,3	1,3	<1,0	<1,0	5,5	<1,0	3,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Chrom	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	2,1	<1,0	10	<1,0	3,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Mangan	µg/l	540	<5,0	140	500	1,7	3,4	3,4	8,1	7	54	3,7	370	3,1	<1,0	<1,0	<1,0	2,5	11	
Eisen	µg/l	15	<5,0	8	26	<5,0	13	16	10	6,5	10	<5,0	320	5,2	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	19	
Kobalt	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Nickel	µg/l	1,6	1,5	1,5	4,5	1,9	<1,0	<1,0	1,2	<1,0	2,9	<1,0	2,3	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	5	500
Kupfer	µg/l	<1,0	2,4	5,4	8,4	2,7	<1,0	<1,0	2,3	<1,0	5,1	1,3	<1,0	1,1	<1,0	<1,0	<1,0	2,6	2	200
Zink	µg/l	1,3	13	13	3,5	2,7	<1,0	<1,0	1,3	1,1	32	<1,0	11	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	5	2000
<b>Fracht Zn / Tag in g</b>	µg/l	10	3,3	16	7,3	4,7	1,8	1,3	4,9	3,9	7,3	6,9	8,5	8,8	1,9	1,9	5,5	2,3		
Gallium	µg/l	0,57	0,33	1,2	1,7	1,3	0,47	0,31	2,1	0,93	3,1	0,64	0,67	0,75	0,42	0,56	0,83	0,48		100
Arsen	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,2	<1,0	<1,0	<1,0	1,1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Selen	µg/l	4,2	0,62	7,7	19	9,4	5,9	0,58	9,9	1,3	32	1,4	5,7	1,4	1	0,78	0,81	0,77		
Rubidium	µg/l	570	180	700	1500	640	320	210	880	340	2500	1400	1200	390	190	120	590	440		
<b>Fracht Sr / Tag in g</b>	µg/l	<1,0	<1,0	2,5	5,8	2,3	<1,0	<1,0	3	<1,0	6,6	<1,0	1,6	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1		
Molybdän	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
Silber	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	0,067	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,05	100
<b>Anthrom</b>	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	2,2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Barium	µg/l	<1,0	<1,0	130	60	39	14	11	38	30	61	54	67	60	15	14	40	16		0,01
Quecksilber	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
Thallium	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Blei	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1
Wismut	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
Uran	µg/l	0,47	0,26	1,1	2,2	0,34	0,62	0,27	1	0,92	4,2	0,7	2,9	0,56	0,31	0,36	0,78	0,27		

 = mehrheitlich Sickerwasser  
 = bedingt Sickerwasseranteile  
 = kein Sickerwasseranteil

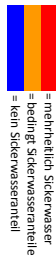
## Geochemie und Salze

Probenbezeichnung	4/3	4/4	9/1	9/2	3/5	6/6	6/7	10/8	10/9	7/10	7/11	5/12	5/13	1/14	1/15	2/16	2/17
Probenahmedatum	04. Sep 12	04. Sep 12	04. Sep 12	04. Sep 12	05. Sep 12	05. Sep 12	05. Sep 12	05. Sep 12	05. Sep 12	05. Sep 12	05. Sep 12	06. Sep 12	06. Sep 12	06. Sep 12	06. Sep 12	07. Sep 12	07. Sep 12
Interne Probennummer	65093	65094	65095	65096	65100	65101	65102	65108	65109	65110	65111	65114	65115	65116	65117	65121	65122
Temperatur	14.3	14.5	15.6	15.2	17.4	15.8	15.3	18.4	19.3	16.7	19.3	13.3	16.9	13.8	15.8	16.7	12.5
Sauerstoff	7.4	9.5	7.7	8.2	12	9.4	9.2	7.8	8.2	7.5	8.2	3.3	9.2	9.9	9.5	11	9.1
el. Leitfähigkeit (25°C)	<b>1300</b>	520	<b>1400</b>	<b>2300</b>	<b>1000</b>	620	450	<b>1300</b>	860	<b>2400</b>	940	<b>1400</b>	560	620	530	740	550
pH-Wert	7.3	7.6	7.6	7.4	<b>9.3</b>	8.1	8.2	7.8	7.6	7.4	7.7	7	7.5	7.6	8.2	8.3	7.8
DOC	4.8	2.1	4.4	<b>7.9</b>	<b>5.5</b>	2.4	3	3.7	1.8	<b>7.9</b>	1.5	3.1	1.6	1.3	1.1	4.8	1.7
Abflussmenge	1	7	4.8	0.65	-	3	3	~20	-	0.72	~20	2.5	-	0.3	-	0.05	-
Hydrogenkarbonat	485	272	427	506	234	257	266	373	398	534	364	518	304	270	306	476	287
Chlorid	<b>31.5</b>	3.5	<b>42.1</b>	<b>92.4</b>	<b>23.8</b>	<b>19.1</b>	2.3	<b>41</b>	<b>27.2</b>	<b>35.6</b>	19.9	11.4	7.4	<b>34.2</b>	7.1	2.4	9.6
<b>Fracht Cl / Tag in kg</b>	<b>2.7</b>	<b>2.12</b>	<b>264</b>	<b>559</b>	<b>376</b>	72.8	16.4	<b>249</b>	63.8	<b>832</b>	139	<b>320</b>	29.3	36	14.9	27.5	33.6
<b>Fracht SO4/ Tag in kg</b>	<b>191</b>	36.7	<b>264</b>	<b>559</b>	<b>376</b>	72.8	16.4	<b>249</b>	63.8	<b>832</b>	139	<b>320</b>	29.3	36	14.9	27.5	33.6
Nitrat - N	1.6	1.2	6.6	2.4	<0.1	2.4	1.5	5.2	7.2	6.4	4.2	4.1	1.6	2	2.6	0.2	1.6
Natrium	30.4	3.9	36.4	<b>110</b>	23.7	14.4	1.5	24.9	11.2	53.7	11	10.2	5.5	20.3	4.3	7.2	5.7
Kalium	10.4	1.4	15.7	30.9	13.1	4.4	1.1	13.8	3.2	<b>42.3</b>	2.7	8.7	2.5	2.1	1.6	2.8	1.6
Magnesium	17.7	2.2	10.5	23.7	7.1	4.4	2.5	17.4	16.6	<b>38</b>	24.1	14.9	8.4	4.4	1.3	10.6	4.3
Calcium	101	102	256	382	175	108	91.4	219	145	484	155	295	99.4	100	108	146	104

 = mehrheitlich Sickerwasser  
 = bedingt Sickerwasseranteile  
 = Kein Sickerwasseranteil

Kohlenwasserstoffe (KW)

Probenbezeichnung Probenidentifikationsnummer Interne Probennummer	04. Sep 12 65093	04. Sep 12 65094	04. Sep 12 65095	04. Sep 12 65096	05. Sep 12 65100	05. Sep 12 65101	05. Sep 12 65102	05. Sep 12 65108	05. Sep 12 65109	05. Sep 12 65110	05. Sep 12 65111	06. Sep 12 65114	06. Sep 12 65115	06. Sep 12 65116	06. Sep 12 65117	07. Sep 12 65121	07. Sep 12 65122
<b>Abflussmenge</b>	1	7	4,8	0,65	-	3	3	-20	-	0,72	-20	2,5	-	0,3	-	0,05	-
<b>KW (C10-C40)</b>	mg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
<b>Aliphatische KW</b>																	
n-Pentan	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
n-Hexan	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
n-Heptan	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
n-Octan	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
n-Nonan	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
n-Decan	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
<b>Aromatische KW</b>																	
Benzol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Toluol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Ethylbenzol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
m/p-Xylol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
o-Xylol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Isopropylbenzol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
n-Propylbenzol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
1,2,4-Trimethylbenzol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
1,3,5-Trimethylbenzol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
tert-Butylbenzol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
sec-Butylbenzol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
p-Isopropyltoluol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
n-Butylbenzol	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Naphthalin	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
<b>O-haltige Verbindungen</b>																	
Diethyläther	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Methyl-tert-Butyläther (MTBE)	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Ethyl-tert-Butyläther	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
<b>Schwefelkohlenstoff</b>	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050









## Aniline

Probenbezeichnung Probenahmedatum interne Probennummer	4/3 04. Sep 12 65093	4/4 04. Sep 12 65094	9/1 04. Sep 12 65095	3/5 05. Sep 12 65100	6/6 05. Sep 12 65101	10/8 05. Sep 12 65108	7/10 05. Sep 12 65110	5/12 06. Sep 12 65114
Anilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
2/4-Methylanilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
3-Methylanilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
2,4-Dimethylanilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
2,6-Dimethylanilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
2,4,6-Trimethylanilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
N,N-Dimethylanilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
2-Chloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
3-Chloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
4-Chloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
2,3-Dichloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
2,4-Dichloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
2,5-Dichloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
2,6-Dichloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
3,4-Dichloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
3,5-Dichloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
2,3,4-Trichloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
2,4,5-Trichloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
2,4,6-Trichloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
3,4,5-Trichloranilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
3-Chlor-4-methylanilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040
5-Chlor-2-methylanilin	µg/l	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040	<0.040

GC-MS-Screening

Beilage zu Analysenbericht 017787  
**Resultate GC/MS-Screening**

**Anwendungsbereich**  
 Ein GC/MS-Screening liefert Informationen über organische Spurenverunreinigungen in einer Probe und deren Konzentrationsebene. Aus methodischen Gründen nicht erfasst werden Substanzen mit Siedepunkten <100-200°C oder >500°C, thermolabile resp. hochreaktive Substanzen sowie polare Substanzen, die sich in Dichlormethan schlecht lösen!

**Aufbereitung**  
 Die Flüssigextraktion der Proben erfolgt nach dem Ölphase-Konzentrat. 900 ml Masseprobe werden bei pH 2 mit 25 ml Dichlormethan und bei pH 8-9 zweifach mit 10 ml Dichlormethan ausgeschüttelt. Die vereinten organischen Extrakte werden auf 0,5 ml eingedampft und über Natriumsulfat getrocknet. 4 µl des aufkonzentrierten Extrakts werden on-column auf den Gaschromatographen aufgegeben und mittels Massenspektrometrie ausgewertet.

**Identifizierung**  
 Zur Identifizierung der gefundenen Substanzen werden zwei kommerzielle Spektrenbibliotheken (NIST und Wiley) herangezogen. Die Spektrenvorschläge werden optisch überprüft und müssen plausibel sein. Die definitiven Identitäten der Peaks müssen aber noch mit Referenzverbindungen verifiziert werden, bevor sie in zukünftige Einzelstoff-Analysenprogramme aufgenommen werden können.

**Konzentrationsabschätzung**  
 Im Gegensatz zu der Einzelstoffanalyse lässt die Screening-Methode nur eine semiquantitative Abschätzung der gefundenen Substanzen zu, da stoffspezifische Responsefaktoren nicht berechnet werden können. Zur Abschätzung der Quantifizierung werden den Proben vor der Extraktion sechs Extraktionsstandards und den Extrakten ein Wiederherstellungsstandard (Phthalanthren-d10) zugegeben. Letzterer dient dazu, Instabilitäten des Messsystems zu kompensieren, während die Wiederherstellungsstandard Extraktionsstandards Auskunft über die Effizienz der Aufbereitung gibt.

Die angegebenen Konzentrationen wurden über den Responsefaktor des Extraktionsstandards 1-Chlordodecan abgeschätzt. Aufgrund der unterschiedlichen Extraktionsverhalten, Flüchtigkeit und Fragmentierung im MS muss mit einem Unsicherheitsfaktor von etwa 0,5 bis 10 gerechnet werden.  
 Die Bestimmungsgrenze liegt in der Regel bei 50 ng/l, bei sehr sauberen Matrices bei 20 ng/l!

**Blindwerte**  
 Zu jeder Probe wird bei der Entnahme jeweils ein Pumpenblindwert oder Ungesättigter Blindwert (Reinstwasser) erhoben. Dieser Feldblindwert wird analog zu den Proben analysiert. Substanzen, die im Blindwert auftauchen, sind Kontaminationen aus der Probenahme, Lagerung, Aufarbeitung oder Messung und werden im Screening-Bericht nicht aufgeführt, wenn ihr Signal in der Probe nicht mindestens Faktor 10 über demjenigen des Blindwerts liegt.

**Erläuterungen zur Tabelle**

- Spalte 1: Retentionsindex nach Kovats.
- Spalte 2: Aggregierte Konzentration (siehe oben). (Semi)quantitative Werte sind kursiv gedruckt.
- Spalte 3: Prozentuale Übereinstimmung des gemessenen Spektrums mit dem Referenzspektrum der vorgeschlagenen Substanz. Bei Koelutionen (Überlappung zweier Substanzen im Chromatogramm) können die Werte tiefer ausfallen, der optische Spektrenvergleich bestätigt jedoch den Vorschlag.
- Spalte 4: Name der vorgeschlagenen Substanz. Stellungssomere lassen sich per GC/MS meistens nicht unterscheiden, Komponenten, deren Identifikation mit Referenzmaterialien bestätigt wurde, sind kursiv gedruckt.
- Spalte 5: CAS-Nummer der vorgeschlagenen Substanz (eindeutige Nummer im Chemical Abstract Service).
- Spalte 6: Summenformel der vorgeschlagenen Substanz.
- Spalte 7: Mittlere molare Masse der vorgeschlagenen Substanz.
- Spalte 8: Bemerkungen zur Identifikation. Bei nicht identifizierten Substanzen werden mit "Ion x/y" die Hauptfragmente im MS-Spektrum benannt.

Liestal, 21. 11. 2012

Amt für Umweltschutz und Energie  
 Umwelanalytik

Analysier:   
 Analytikleitung: 

**Probenbezeichnung:** 413  
**Interne Nr.:** 650902  
**Probennahmedatum:** 04.09.2012  
**Aufbereitungsdatum:** 05.09.2012  
**Messdatum:** 14.09.2012  
**Bemerkungen:** BG ca. 300ng/l Probe 4 Ex verändert, starker Untergrund im Chromatogramm

**Ungesättigter Blindwert**

Methodenrang	Strukturformel	Ret. (min)	Identifizierung	Identifizierung	Identifizierung	Identifizierung	Identifizierung
1		12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen
2		12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen

**Probenbezeichnung:** 91  
**Interne Nr.:** 650905  
**Probennahmedatum:** 04.09.2012  
**Aufbereitungsdatum:** 05.09.2012  
**Messdatum:** 14.09.2012  
**Bemerkungen:** BG ca. 300ng/l Probe 4 Ex verändert, starker Untergrund im Chromatogramm

**Ungesättigter Blindwert**

Methodenrang	Strukturformel	Ret. (min)	Identifizierung	Identifizierung	Identifizierung	Identifizierung	Identifizierung
1		12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen
2		12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen

**Probenbezeichnung:** 35  
**Interne Nr.:** 651001  
**Probennahmedatum:** 05.09.2012  
**Aufbereitungsdatum:** 12.09.2012  
**Messdatum:** 13.09.2012  
**Bemerkungen:** BG ca. 300ng/l Probe 4 Ex verändert, starker Untergrund im Chromatogramm

**Ungesättigter Blindwert**

Methodenrang	Strukturformel	Ret. (min)	Identifizierung	Identifizierung	Identifizierung	Identifizierung	Identifizierung
1		12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen
2		12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen

**Probenbezeichnung:** 6K  
**Interne Nr.:** 651001  
**Probennahmedatum:** 05.09.2012  
**Aufbereitungsdatum:** 13.09.2012  
**Messdatum:** 14.09.2012  
**Bemerkungen:** BG ca. 300ng/l Probe 4 Ex verändert, starker Untergrund im Chromatogramm

**Ungesättigter Blindwert**

Methodenrang	Strukturformel	Ret. (min)	Identifizierung	Identifizierung	Identifizierung	Identifizierung	Identifizierung
1		12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen
2		12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen	12.09	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalen

Probenbezeichnung: 10/8  
 Interne Nr.: 65108  
 Probenahmedatum: 05.09.2012  
 Aufarbeitungsdatum: 12.09.2012  
 Messdatum: 13.09.2012  
 Bemerkungen: BG ca. 300ng/l, Probe 4.5x verdünnt, starker Untergrund im Chromatogramm

Wiederfindung	Asilin-05	Nitrobenzol-05	3,5-Xylenol-05	Naphthalin-05	1-Chloro-dekan	1-Chloro-dodekan	1,2-Mo. cooris
	1%	61%	34%	59%	61%	61%	15.3 Mo. cooris

Erfüllungen zu den vorgeschlagenen Verbindungen und deren abgeschätzten Konzentrationen auf Seite 7 dieses Berichts.

Probenbezeichnung: 7/10  
 Interne Nr.: 65110

Probenahmedatum: 03.09.2012  
 Aufarbeitungsdatum: 12.09.2012  
 Messdatum: 13.09.2012  
 Bemerkungen: BG ca. 300ng/l, Probe 4.5x verdünnt, starker Untergrund im Chromatogramm

Wiederfindung	Asilin-05	Nitrobenzol-05	3,5-Xylenol-05	Naphthalin-05	1-Chloro-dekan	1-Chloro-dodekan	1,2-Mo. cooris
	1%	70%	30%	65%	65%	61%	14.8 Mo. cooris

Erfüllungen zu den vorgeschlagenen Verbindungen und deren abgeschätzten Konzentrationen auf Seite 7 dieses Berichts.

Probenbezeichnung: 5/12  
 Interne Nr.: 65114  
 Probenahmedatum: 06.09.2012  
 Aufarbeitungsdatum: 12.09.2012  
 Messdatum: 14.09.2012  
 Bemerkungen: BG ca. 300ng/l, Probe 4.5x verdünnt, starker Untergrund im Chromatogramm

Wiederfindung	Asilin-05	Nitrobenzol-05	3,5-Xylenol-05	Naphthalin-05	1-Chloro-dekan	1-Chloro-dodekan	1,2-Mo. cooris
	2%	67%	51%	63%	65%	70%	14.2 Mo. cooris

Erfüllungen zu den vorgeschlagenen Verbindungen und deren abgeschätzten Konzentrationen auf Seite 7 dieses Berichts.

Amt für Umweltschutz und Energie BL - Labor für Umweltanalytik

Verbindung	CAS-Nr.	Alternative Namen	mögliche Herkunft
1-(2-Methoxypropoxy)-2-propanol	13429-07-7	PPG-2 Methylether	Lösungsmittel in Kosmetika
2,4,7,9-Tetramethyl-5-decin-4,7-diol	126-86-3	Surfynol 104, TMDD	nichtionisches Tensid (Schaumhemmer, Netzmittel)
4-(N,N-Dimethylsulphonamido)-2,6-dichloranilin	?		
Bisphenol-A	80-05-7	4,4'-Isopropylidendiphenol	Herstellung von Polycarbonat-Kunststoffen und Epoxidharzlacken
Dodecensäure	143-07-7	Laurinsäure	pflanzliche und tierische Fette, Herstellung von Seifen
Hexadecensäure	57-10-3	Palmitinsäure	tierische und pflanzliche Fette, Kosmetika
Metolachlor	51218-45-2	2-Ethyl-6-methyl-N-(1'-methyl-2'-methoxyethyl) chloracetanilid	Herbizid
Z-11-Hexadecensäure	2416-20-8		pflanzliche und tierische Fette und Öle