



Abteilung Lebensmittelsicherheit

Bern, 18.6.07

## **Gesundheitliche Risikobewertung der Kontaminanten im Trinkwasser aus vier Trinkwasserbrunnen, MuttENZ, Messkampagne 2006**

### **1. Ausgangslage und Fragestellung**

Die Gemeinde MuttENZ hat uns anfangs Mai 2007 Analysedaten mit Rückständen von Kontaminanten im Trinkwasser ihrer Wasserversorgung zugeschickt. Die Proben wurden aus den Trinkwasserbrunnen Auweg, Birsland, Obere Hard und Schanz im März, Juni und Juli 2006 entnommen und mittels Einzelstoffanalytik respektive Screenings durch die RWB Laboratoire SA, Pruntrut analysiert. Parallel dazu wurden entsprechende Feldblindproben aufbereitet und mittels Einzelstoffanalytik analysiert. Die Resultate der Messkampagne liegen in Form von zwei Berichten der RWB Laboratoire SA (2007a und 2007b) vor. Wir wurden von der Gemeinde MuttENZ gebeten, die gesundheitlichen Risiken der in den vier Brunnen gefundenen Substanzen in den gemessenen Konzentrationen für die Trinkwasser-Verbraucher zu bewerten.

### **2. Vorgehensweise**

In einem ersten Schritt wurden von den gemessenen Substanzen die chemischen Strukturen (soweit möglich) eruiert und diese den Substanzklassen "Organochlor-Verbindungen", "polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe", "aromatische Sulfone", "Pestizide und Abbauprodukte", "pharmakologisch aktive Stoffe" und "nicht-identifizierte Verbindungen" zugeteilt.

Im Weiteren wurden die vorhandenen toxikologischen Referenzwerte von internationalen (z.B. Weltgesundheitsorganisation WHO, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives JECFA) und nationalen Organisationen (z.B. U.S. Environmental Protection Agency EPA) sowie die Trinkwasser-Höchstkonzentrationen zusammengestellt. WHO und JECFA bezeichnen diese toxikologischen Referenzwerte als tägliche tolerierbare Aufnahmemengen (TDI), während die U.S. EPA von oralen Referenzdosen (RfDo) spricht <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Die EPA gibt für die Risikobewertung von kanzerogenen Substanzen so genannte „orale Slope Factors“ (Sfo) an. Dabei wird bei lebenslänglicher Exposition ein zusätzliches Krebsrisiko von 1:100'000 als akzeptierbar eingestuft. Bei einem kanzerogenen

Falls für die aufgelisteten Substanzen keine solchen Referenzwerte gefunden werden konnten, kam das Konzept des "Threshold of Toxicological Concern" (TTC)<sup>2</sup> zur Anwendung, das sich in der Lebensmitteltoxikologie seit einigen Jahren bewährt hat (Kroes et al. 2004, ILSI Europe 2005). Mit Hilfe der Computersoftware ToxTree-v1.00 (Ideaconult 2005) wurden die Substanzen anhand ihrer chemischen Strukturen in Cramer-Strukturklassen eingeteilt. Zusätzlich wurden sie auch auf funktionelle Gruppen bzw. Substrukturen untersucht, welche auf ein mögliches genotoxisches Potential hinweisen (Müller et al. 2006; Computersoftware DEREK Version 9.0.0, Lhasa Limited 2005). Substanzen mit strukturellen Hinweisen für ein genotoxisches Potential (ohne aflatoxin-ähnliche, Azoxy- oder N-Nitroso-Verbindungen) wird ein TTC von 0.15 µg/Person/Tag zugeordnet, solchen mit Cramer-Strukturklasse III 90 µg/Person/Tag, solchen mit Cramer-Strukturklasse II 540 µg/Person/Tag und solchen mit Cramer-Strukturklasse I 1800 µg/Person/Tag (Kroes et al. 2004, ILSI Europe 2005).

Als nächstes wurde die Exposition des Menschen mit diesen Substanzen abgeschätzt. Es wurde jeweils der Maximalwert der gemessenen Konzentrationen der Substanz in den vier Trinkwasserbrunnen (Auweg, Birsland, Obere Hard und Schanz) ausgewählt, was dem schlechtesten Fall ("worst-case Szenario") entspricht und somit wohl die chronische Exposition überschätzt. Im Weiteren wurde ein täglicher Trinkwasserkonsum von 2 Liter pro Person angenommen.

Das gesundheitliche Risiko wurde beurteilt, indem die abgeschätzte Aufnahmemengen mit der tolerierbaren Aufnahmemenge bzw. dem zutreffenden TTC verglichen wurde (Annahme: 60 kg Körpergewicht). Liegt die tatsächliche Exposition des Menschen unterhalb der tolerierbaren Aufnahmemenge bzw. unterhalb des TTCs, kann die Belastung des Trinkwassers mit dieser Substanz als gesundheitlich unbedenklich bzw. als nicht prioritär eingestuft werden.

### 3. Beurteilung

Im Trinkwasser aus den vier Brunnen wurden 21 Substanzen über der Nachweisgrenze gemessen und identifiziert. Es handelt sich um 10 Organochlor-Verbindungen, drei polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, drei aromatische Sulfone, zwei Herbizide und einem Herbizid-Abbauprodukt sowie zwei pharmakologisch aktive Stoffe (Tabelle 1). Die höchsten maximalen Konzentrationen wurden beim Hypnotikum/Sedativum Aprobarbital (2600 ng/L) und dem Lösungsmittel Tetrachlorethen (1100 ng/L) gemessen.

Die drei polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe Naphthalin, 1-Methylnaphthalin und 2-Methylnaphthalin wurden in den Feldblindproben in vergleichbaren Konzentrationen wie in den Trinkwasserproben der zur Diskussion stehenden Brunnen nachgewiesen. Kontaminationen in diesen niedrigen Konzentrationen sind durch das ubiquitäre Auftreten dieser Verbindungen kaum zu vermeiden (siehe auch RWB Laboratoire, 2007a) und werden in dieser Zusammenstellung nicht auf ihre gesundheitliche Bedeutung bewertet.

Bei 7 identifizierten Substanzen konnte ein toxikologischer Referenzwert einer internationalen bzw.

---

Stoff (Beispiel Hexachlorethan), welcher sowohl eine orale Referenzdosis (RfDo) als auch einen SFo aufweist, wird der Wert verwendet, welcher zur tieferen tolerierbaren Aufnahmemenge führt.

<sup>2</sup> Das TTC-Konzept ist ein konservativer Ansatz, in welchem jeweils das 5. Perzentil von vielen NOAELs für definierte toxische Effekte durch einen Unsicherheitsfaktor von 100 geteilt wird (Kroes et al. 2004, ILSI Europe 2005).

nationalen Organisation gefunden werden (Tabelle 2). Gab es zu einer Substanz zwei verschiedene Referenzwerte, wurde derjenige Wert verwendet, welcher zur tieferen tolerierbaren Aufnahmemenge führte (siehe Hexachlorethan, 1,1,2,3,4,4-Hexachlor-1,3-butadien und Hexachlorbenzol). Im Falle von Desethylatrazin, einem Abbauprodukt von Atrazin, gibt es keinen toxikologischen Referenzwert. Aufgrund von Analogieüberlegungen wurde für diese Verbindung der TDI von Atrazin (0.5 µg/kg KG/Tag) angewendet und die Aufnahme als Summe beider Substanzen bewertet. Bei keiner der Substanzen mit einem toxikologischen Referenzwert übersteigt die abgeschätzte Aufnahmemenge übers Trinkwasser (Annahme: Trinkwasserverbrauch von 2 L/Person/Tag) den toxikologischen Referenzwert. Der höchste Ausschöpfungsgrad der tolerierbaren Aufnahmemenge wurde für Trichlorethen und Hexachlorbenzol erreicht (jeweils 0.5%). Somit ist kein gesundheitliches Risiko für diese Substanzen bei den gefundenen Trinkwasserkonzentrationen erkennbar.

Bei den übrigen 10 identifizierten Substanzen wurde das TTC-Konzept angewendet (Tabelle 2). Bei allen Substanzen lag die abgeschätzte Aufnahmemenge unter dem jeweiligen TTC. Dies bedeutet, dass kein gesundheitliches Risiko für diese Substanzen erkennbar ist. Bei den drei detektierten Tetrachlorbutadien-Verbindungen gab es strukturelle Hinweise auf ein genotoxisches Potential. Die abgeschätzten Aufnahmemengen dieser drei Substanzen schöpfen den TTC am höchsten aus: 1,1,4,4-Tetrachlor-1,3-butadien zu 45.3%; 1,2,3,4-Tetrachlor-1,3-butadien zu 10.7% und 1,1,2,4-Tetrachlor-1,3-butadien zu 9.3%. Naphthalin-1,5-disulfonat wurde von der Computersoftware ToxTree in die Cramer-Strukturklasse III klassiert. Im Gegensatz dazu klassieren wir diese Verbindung unter Anwendung von Regel 33 von Cramer und Ford (1978) und unter Einbezug der vorhandenen Literatur zur Toxizität der aromatischen Sulfonate (Greim et al. 1994) in die Cramer-Strukturklasse I.

Vier weitere Substanzen wurden im Screening über der Nachweisgrenze detektiert, konnten jedoch nicht identifiziert werden. Es handelt sich um "Unknown PW Auweg BP 86" sowie "Unknown PW Auweg & Hard BP 172" in Konzentrationen von je  $\leq 150$  ng/L, "Unknown BP 83" in einer Konzentration von 45 ng/L und "Unknown BP 161" in einer Konzentrationen von 60 ng/L (Tabelle 1). Über ein mögliches genotoxisches Potential dieser Verbindungen kann keine Aussage gemacht werden. Bei einer geschätzten Exposition von  $\leq 300$  ng/Person/Tag für "Unknown PW Auweg BP 86" sowie "Unknown PW Auweg & Hard BP 172" würde der TTC von 150 ng/Person/Tag für Substanzen mit strukturellen Hinweisen auf ein genotoxisches Potential (ohne aflatoxin-ähnliche, Azoxy- oder N-Nitroso-Verbindungen) überschritten, nicht aber die TTCs der Cramer-Strukturklassen. Somit ist eine Bewertung erst nach der Identifizierung dieser beiden Substanzen möglich.

#### **4. Kombinationswirkungen**

Die Substanzen wurden in Kapitel 3 als Einzelstoffe bewertet. Es stellt sich die Frage, ob mit Kombinationswirkungen dieser Substanzen in Trinkwasser (additive, synergistische oder antagonistische Wechselwirkungen) zu rechnen ist.

Es gibt einige wenige Publikationen zu Kombinationswirkungen von Substanzen, die in Dosen nahe oder knapp über den Einzelstoff-NOAELs verabreicht wurden. Meist wurden die Studien zu Interaktionen von Substanzen mit Dosierungen durchgeführt, welche weit im Effektbereich der Einzelsubstanzen lagen. Generell wurde kaum je eine Abweichung von erwarteter oder vermuteter Additivität gefunden. Klare Synergismen wurden mit Ausnahme des Tabakrauchens praktisch nur bei Arzneimittel-Interaktionen im pharmakologischen (hohen) Dosis-Bereich nachgewiesen. Noch weniger wissenschaftliche Literatur gibt es zu Kombinationswirkungen im tiefen Dosisbereich. Als tiefen Do-

sisbereich werden Einzelstoffgehalte im Gemisch deutlich unterhalb des jeweiligen NOAEL verstanden. Exemplarisch seien hier Tierstudien erwähnt mit Kombinationen von 20 oder 40 Pestiziden in Dosen, die für jeden Stoff im Bereiche des ADI oder dessen Mehrfachen lagen. Es zeigte sich, dass im Bereiche des ADI keine Kombinationswirkungen zu beobachten waren, erwartungsgemäss aber beim 100-fachen des ADI: Wirken die Substanzen auf verschiedenen Wegen und wird jede für sich unterhalb ihrer biologischen Schwellendosis verabreicht, ist kein synergistischer Effekt zu erwarten. Wirken die Substanzen über den gleichen Mechanismus, dann ist einfache Dosisadditivität zu erwarten. So sieht auch das ADI/TDI-Konzept der WHO die Festlegung von Gruppen-ADIs/TDIs für Stoffe mit gleichem Wirkmechanismus vor, wenn begründeter Verdacht auf eine mögliche additive Wirkung besteht (ILSI Europe 2000).

Bei den drei in Trinkwasser gefundenen Tetrachlorbutadienen (1,1,2,4-Tetrachlor-1,3-butadien, 1,1,4,4-Tetrachlor-1,3-butadien und 1,2,3,4-Tetrachlor-1,3-butadien) handelt es sich um strukturverwandte Verbindungen, sodass eine Bewertung nicht nur als Einzelstoffe sondern auch in Kombination angezeigt ist. Weil der TTC von 150 ng/Person/Tag von den abgeschätzten Aufnahmemengen zusammen zu 65.3% ausgeschöpft wird, kann das gesundheitliche Risiko des Gemisches dieser drei Tetrachlorbutadiene als gering eingestuft wird.

Die zwei analysierten Barbiturate Aprobarbital und Butalbital sind ebenfalls strukturverwandt und weisen einen TTC von 90 µg/Person/Tag auf. Zusammen schöpfen die abgeschätzten Aufnahmemengen dieser beiden Substanzen den TTC zu 7.2% aus, weshalb das gesundheitliche Risiko des Gemisches als gering eingestuft wird.

Kombinationswirkungen sind auch bei den Triazin-Pestiziden (z.B. Atrazin, Simazin) in Betracht zu ziehen. Die EPA hat kürzlich für bestimmte Triazin-Pestizide eine kumulative Risikobewertung durchgeführt, in welcher Atrazin und dessen Abbauprodukt Desethylatrazin sowie Simazin berücksichtigt wurden (EPA 2006a, 2006b). Der gemeinsame toxikologische Mechanismus dieser Verbindungen ist eine Beeinträchtigung der Hypothalamus-Hypophyse-Gonaden (HPG)-Achse, welches zu Änderungen von Hormonspiegeln und Entwicklungsstörungen führen kann. Die Summe der Ausschöpfungsgrade der tolerierbaren Aufnahmemenge durch die Einzelverbindungen Atrazin (0.19%), Desethylatrazin (0.2%) sowie Simazin (0.1%) beträgt 0.49%, weshalb das gesundheitliche Risiko dieses Triazin-Gemisches als unbedenklich eingestuft wird.

Bei den anderen identifizierten Substanzen ist kein gemeinsamer Wirkmechanismus offensichtlich und in Anbetracht der meist geringen Expositionen somit nicht mit Kombinationswirkungen zu rechnen.

## **5. Zusammenfassung**

Für die Expositionsabschätzung wurde für jede gefundene Substanz jeweils der Maximalwert der in den vier Trinkwasserbrunnen gemessenen Konzentrationen ausgewählt und ein Trinkwasserkonsum von täglich 2 Liter angenommen. Dies entspricht dem jeweils schlechtesten Fall ("worst-case Szenario"), womit die chronische Exposition überschätzt wird.

Bei keiner der identifizierten Substanzen, für welche ein toxikologischer Referenzwert existiert, übersteigt die abgeschätzte Aufnahmemenge über das Trinkwasser die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge. Die Belastung des Trinkwassers mit diesen Substanzen kann daher als gesundheit-

lich unbedenklich eingestuft werden.

Bei den Substanzen ohne verfügbare toxikologische Referenzwerte wurde das Konzept des "Threshold of Toxicological Concern" (TTC) für eine erste gesundheitliche Risikobewertung angewendet. Das TTC-Konzept ist ein konservativer Ansatz, in welchem jeweils das 5. Perzentil von vielen NO-AELs für definierte toxische Effekte durch einen Unsicherheitsfaktor von 100 geteilt wird. Bei allen Substanzen lag die abgeschätzte Aufnahmemenge unter dem jeweiligen TTC. Dies bedeutet, dass kein gesundheitliches Risiko für diese Substanzen erkennbar ist.

Im Screening wurden je vier weitere Substanzen gemessen, welche jedoch noch nicht identifiziert werden konnten. Eine Aussage zur gesundheitlichen Bedeutung dieser Trinkwasser-Kontaminanten, insbesondere bei den zwei Substanzen mit Konzentrationen von je  $\leq 150$  ng/L, ist erst nach deren Identifizierung möglich.

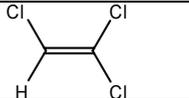
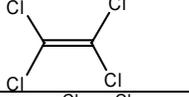
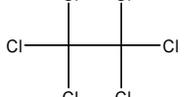
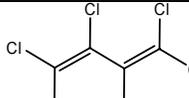
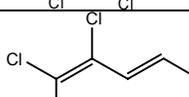
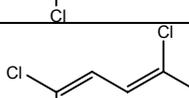
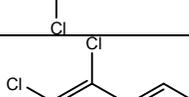
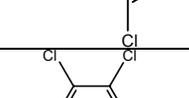
Zur Prüfung möglicher Kombinationswirkungen wurde die Liste der identifizierten Trinkwasser-Rückstände daraufhin untersucht, ob gewisse Substanzen einen gemeinsamen Wirkmechanismus aufweisen könnten und somit eine Bewertung als Substanzgruppe angezeigt wäre. Dies traf jeweils auf die Tetrachlorbutadiene (1,1,2,4-Tetrachlor-1,3-butadien, 1,1,4,4-Tetrachlor-1,3-butadien und 1,2,3,4-Tetrachlor-1,3-butadien), die Barbiturate (Aprobarbital und Butalbital) und die Triazin-Pestizide (Atrazin, Desethylatrazin und Simazin) zu. Die Summe der Ausschöpfungsgrade der TTCs bzw. TDIs lag jeweils unterhalb von 100%, weshalb für diese drei Stoffgruppen bei den im Muttenzer Trinkwasser nachgewiesenen Konzentrationen nicht mit Kombinationswirkungen zu rechnen ist.

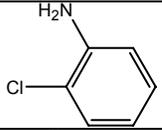
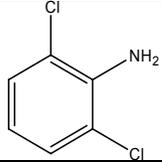
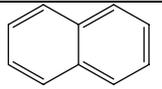
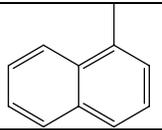
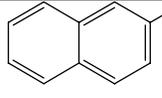
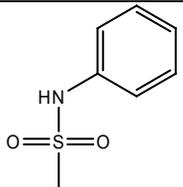
## Referenzen

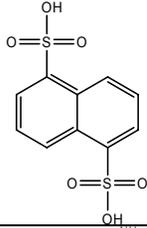
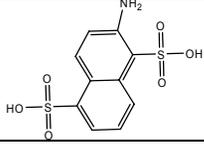
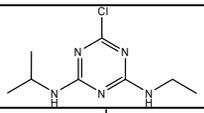
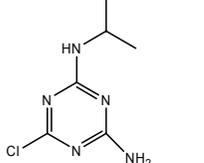
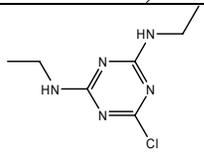
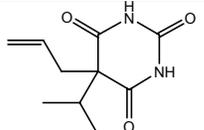
- ATSDR (2005). Toxicological profile for naphthalene, 1-methylnaphthalene, and 2-methylnaphthalene. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp67.html>
- CH (2005). Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, FIV). Änderung vom 23. November 2005. SR 817.021.23  
<http://www.admin.ch/ch/d/as/2005/5749.pdf>
- Cramer G.M. and Ford R.A. (1978). Estimation of toxic hazard - a decision tree approach. *Fd Cosmet Toxicol.* 16:255-276.
- EC (1998). Council directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption. European Commission. Official Journal L 330. 05/12/1998. pp. 32-54.
- EPA (2004). Preliminary remediation goals. Region 9: Superfund.  
<http://www.epa.gov/Region9/waste/sfund/prg/files/04prgtable.pdf>
- EPA (2006a). Triazine cumulative risk assessment. March 28 2006.  
[http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/triazine\\_cumulative\\_risk.pdf](http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/triazine_cumulative_risk.pdf)
- EPA (2006b). Triazine cumulative risk assessment and atrazine, simazine, and propazine decisions. June 22, 2006. [http://www.epa.gov/oppsrrd1/cumulative/triazine\\_fs.htm](http://www.epa.gov/oppsrrd1/cumulative/triazine_fs.htm)

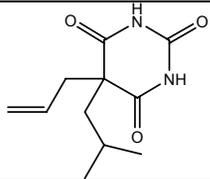
- Greim H, Ahlers J, Bias R, Broecker B, Hollander H, Gelbke H-P, Klimisch H-J, Mangelsdorf I, Paetzig A, Schön N, Stropp G, Vogel R, Weber C, Ziegler-Skylakakis K, and Bayer E (1994). Toxicity and ecotoxicity of sulfonic acids: structure-activity relationships. *Chemosphere* 28:2203-2236.
- ILSI Europe (2000). The acceptable daily intake. A tool for ensuring food safety.  
[http://europe.ilsa.org/publications/Monographs/ADI\\_FoodSafety.htm](http://europe.ilsa.org/publications/Monographs/ADI_FoodSafety.htm)
- ILSI Europe (2005). Threshold of toxicological concern (TTC). A tool for assessing substances of unknown toxicity present at low levels in the diet.  
<http://europe.ilsa.org/publications/Monographs/ThresholdToxicologicalConcern.htm>
- Kroes R, Renwick AG, Cheeseman M, Kleiner J, Mangelsdorf I, Piersma A, Schilter B, Schlatter J, van Schothorst F, Vos JG, Wurtzen G (2004). Structure-based thresholds of toxicological concern (TTC): guidance for application to substances present at low levels in the diet. *Food Chem Toxicol.* 42:65-83.
- Müller L, Mauthe RJ, Riley CM, Andino MM, Antonis DD, Beels C, DeGeorge J, De Knaep AG, Ellison D, Fagerland JA, Frank R, Fritschel B, Galloway S, Harpur E, Humfrey CD, Jacks AS, Jagota N, Mackinnon J, Mohan G, Ness DK, O'Donovan MR, Smith MD, Vudathala G, Yotti L (2006). A rationale for determining, testing, and controlling specific impurities in pharmaceuticals that possess potential for genotoxicity. *Regul Toxicol Pharmacol.* 44:198-211.
- RWB Laboratoire SA (April 2007a). Grundwasseruntersuchung Deponie Wanne Muttentz. Untersuchungsetappe II: Trinkwasser Einzelstoffanalytik. Messkampagnen März, Juni und Juli 2006. Prüfbericht. Pruntrut.
- RWB Laboratoire SA (April 2007b). Grundwasseruntersuchung Deponie Wanne Muttentz. Untersuchungsetappe II: Trinkwasser Screenings. Messkampagnen März, Juni und Juli 2006. Resultate. Pruntrut.
- WHO (2003a). Atrazine in drinking-water. Background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality.  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/atrazine/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/atrazine/en/)
- WHO (2003b). Simazine in drinking-water. Background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality.  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/simazine/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/simazine/en/)
- WHO (2003c). Tetrachloroethene in drinking-water. Background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality.  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/tetrachloroethene/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/tetrachloroethene/en/)
- WHO (2004). Hexachlorobenzene in drinking-water. Background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality.  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/hexachlorobenzene.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/hexachlorobenzene.pdf)
- WHO (2005). Trichloroethene in drinking-water. Background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality.  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/trichloroethene/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/trichloroethene/en/)

**Tabelle 1: Zusammenstellung der über der Nachweisgrenze gemessenen Substanzen in den vier Trinkwasserbrunnen, Muttenz, Messkampagne 2006**

Substanz	CAS-Nr	Chemische Struktur	Anwendung	max. gemessene Konzentration	Trinkwasserbrunnen	Identifizierungsart	Nachweisgrenze	Bemerkung
<b>Organochlor-Verbindungen:</b>				in ng/L			in ng/L	
Trichlorethen = Trichlorethylen	79-01-6		Lösungsmittel	200	Schanz	Einzelstoffanalytik	100	
Tetrachlorethen = Perchlorethylen	127-18-4		Lösungsmittel	1100	Birsland, Schanz	Einzelstoffanalytik	100	
Hexachlorethan	67-72-1		Lösungsmittel	<50	Auweg	Screening, quantifiziert mit Standard	10	
1,1,2,3,4,4-Hexachlor-1,3-butadien	87-68-3		Lösungsmittel, Hydraulikflüssigkeit, Zwischenprodukt	7	Auweg	Screening, quantifiziert mit Standard	5	
1,1,2,4-Tetrachlor-1,3-butadien	•		Abbauprodukt	7	Auweg	Screening, quantifiziert mit Standard	10	
1,1,4,4-Tetrachlor-1,3-butadien	36038-53-6		Abbauprodukt	34	Auweg	Einzelstoffanalytik	20	
1,2,3,4-Tetrachlor-1,3-butadien	•		Abbauprodukt	8	Auweg	Screening, quantifiziert mit Standard	5	
Hexachlorbenzol	118-74-1		früher als Fungizid und Saatgutbeizmittel verwendet	1	Auweg	Screening, quantifiziert mit Standard	1	

2-Chloranilin	95-51-2		Zwischenprodukt	≤10	Schanz	Einzelstoffanalytik	10	
2,6-Dichloranilin = 2,6-Dichlorbenzenamin	608-31-1		Zwischenprodukt	3	Auweg	Screening, quantifiziert mit Standard	2	
<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe:</b>								
Naphthalin	91-20-3		Ausgangsstoff für verschiedenste chemische Produkte	52 (entsprechender Feldblindwert = 57); 36 (entsprechender Feldblindwert = 39); 26 (entsprechender Feldblindwert = 35)	Auweg Schanz Birsland	Einzelstoffanalytik	20	Da die Feldblindwerte jeweils über den Werten in den entsprechenden Trinkwasserproben liegen, wird die Substanz nicht gesundheitlich bewertet.
1-Methylnaphthalin	90-12-0		Ausgangsstoff	jeweils ≤10 (entsprechende Feldblindwerte ≤10)	Schanz, Auweg	Einzelstoffanalytik	10	Da die Feldblindwerte jeweils im Bereich der Werte der entsprechenden Trinkwasserproben liegen, wird die Substanz nicht gesundheitlich bewertet.
2-Methylnaphthalin	91-57-6		Ausgangsstoff	33 (entsprechender Feldblindwert = 37); 27 (entsprechender Feldblindwert = 32); 15 (entsprechender Feldblindwert = 16); 10 (entsprechender Feldblindwert = 22)	Auweg Schanz Birsland Obere Hard	Einzelstoffanalytik	10	Da die Feldblindwerte jeweils über den Werten in den entsprechenden Trinkwasserproben liegen, wird die Substanz nicht gesundheitlich bewertet.
<b>Aromatische Sulfone:</b>								
Methansulfonanilid	1197-22-4		Zwischenprodukt	189	Auweg	Screening, quantifiziert mit Standard	30	

Naphthalin-1,5-disulfonat			Betonzusatzmittel; Farbstoff?	80	Birsland	Einzelstoffanalytik	20		
2-Aminonaphthalin-1,5-disulfonat			Betonzusatzmittel; Farbstoff?	20	Schanz	Einzelstoffanalytik	20		
<b>Pestizide und Abbauprodukte:</b>									
Atrazin	1912-24-9		Herbizid	28	Birsland	Einzelstoffanalytik	10		
Desethylatrazin	6190-65-4		Herbizid- Abbauprodukt	31	Birsland	Einzelstoffanalytik	20		
Simazin	122-34-9		Herbizid	17	Birsland	Einzelstoffanalytik	10		
<b>Pharmakologisch aktive Stoffe:</b>									
Aprobarbital	77-02-1		Hypnotikum, Sedativum	2600	Auweg	Einzelstoffanalytik	100		

Butalbital	77-26-9		Hypnotikum, Sedativum	640	Auweg	Einzelstoffanalytik	100	
<b>Nicht-identifizierte Verbindungen:</b>								
Unknown PW Auweg BP 86	--	--	--	≤150	Auweg	Screening, halbquantitativ	10	
Unknown PW Auweg & Hard, BP 172	--	--	--	≤150	Auweg	Screening, halbquantitativ	10	
Unknown BP 83	--	--	--	45	Obere Hard	Screening, halbquantitativ	10	
Unknown BP 161	--	--	--	60	Birsland	Screening, halbquantitativ	10	

• keine CAS-Nr. gefunden

Tabelle 2: Risikobewertung der identifizierten Substanzen in den vier Trinkwasserbrunnen, Muttentz, Messkampagne 2006

Substanz	TDI (falls nicht anders vermerkt)	Referenz zum TDI	Cramer- Strukturklasse	genotoxisches Potential	tolerierbare tägliche Aufnahmemenge bzw. TTC (60 kg schwere Person)	max. gemessene Konzentration	abgeschätzte tägliche Aufnahmemenge übers Trinkwasser (2 L)	Ausschöpfung der tolerierbaren Auf- nahmemenge bzw. des TTC	Trinkwasser- Höchstkonz.	Referenz zur Trink- wasser-Höchstkonz.
<b>Organochlor-Verbindungen:</b>					[µg/Person/Tag]	[ng/L]	[ng/Person/ Tag]		[µg/L]	
Trichlorethen = Trichlorethylen	1.46 µg/kg KG/Tag	WHO 2005	--	--	88	200	400	0.5%	70 µg/L (FIV-GW); 20 µg/L (WHO, proviso- risch); Summe von Tetrachlo- rethen und Trichlorethen: 10 µg/L (EU)	CH 2005 WHO 2005  EC 1998
Tetrachlorethen = Perchlorethylen	14 µg/kg KG/Tag	WHO 2003c	--	--	840	1100	2200	0.3%	40 µg/L (FIV-GW); 40 µg/L (WHO); Summe von Tetrachlo- rethen und Trichlorethen: 10 µg/L (EU)	CH 2005 WHO 2003c EC 1998
Hexachlorethan	1 µg/kg KG/Tag (RfDo)  1.4E-02 1/(mg/kg KG/Tag) (Sfo)	EPA 2004	--	--	60 (basierend auf der RfDo)  43 (basierend auf dem Sfo und einem akzeptier- baren lebenslänglichen Krebsrisiko von 1:100'000)	<50	<100	<0.2% #	--	
1,1,2,3,4,4-Hexachlor-1,3-butadien	0.3 µg/kg KG/Tag (RfDo)  7.8E-02 1/(mg/kg KG/Tag) (Sfo)	EPA 2004	--	--	18 (basierend auf der RfDo)  7.7 (basierend auf dem Sfo und einem akzeptier- baren lebenslänglichen Krebsrisiko von 1:100'000)	7	14	0.2% †	--	
1,1,2,4-Tetrachlor-1,3-butadien	keine Angaben	--	III	ja	0.15	7	14	9.3%		
1,1,4,4-Tetrachlor-1,3-butadien	keine Angaben	--	III	ja	0.15	34	68	45.3%		
1,2,3,4-Tetrachlor-1,3-butadien	keine Angaben	--	III	ja	0.15	8	16	10.7%		

Hexachlorbenzol	0.16 µg/kg KG/Tag 0.8 µg/kg KG/Tag (RfDo) 1.6 1/(mg/kg KG/Tag) (SFo)	IPCS 1997 EPA 2004 EPA 2004	--	--	9.6 48 (basierend auf der RfDo) 0.38 (basierend auf dem SFo und einem akzeptierbaren lebenslänglichen Krebsrisiko von 1:100'000)	1	2	0.5% <sup>A</sup>	1 µg/L (health-based value) 0.05 µg/L (health-based guidance value)	IARC 2001 (zitiert in WHO 2004) IPCS 1997 (zitiert in WHO 2004)
2-Chloranilin	keine Angaben		III	nein	90	≤10	≤20	≤0.02%	--	
2,6-Dichloranilin = 2,6-Dichlorbenzenamin	keine Angaben		III	nein	90	3	6	0.007%	--	
<b>Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe:</b>										
Naphthalin <sup>o</sup>										
1-Methylnaphthalin <sup>o</sup>										
2-Methylnaphthalin <sup>o</sup>										
<b>Aromatische Sulfone:</b>										
Methansulfonamid	keine Angaben		III	nein	90	189	378	0.4%	--	
Naphthalin-1,5-disulfonat	keine Angaben		I <sup>S</sup>	nein	1800	80	160	0.009%	--	
2-Aminonaphthalin-1,5-disulfonat	keine Angaben		I	nein	1800	20	40	0.002%	--	
<b>Pestizide und Abbauprodukte:</b>										
Atrazin	0.5 µg/kg KG/Tag	WHO 2003a	--	--	30	28	56	0.19%	2 µg/L (WHO) 0.1 µg/L (FIV-TW) *	WHO 2003a CH 2005
Desethylatrazin	0.5 µg/kg KG/Tag in Analogie zu Atrazin	--	--	--	30	31	62	0.2%	0.1 µg/L (FIV-TW) *	CH 2005
<i>Summe Atrazin und Desethylatrazin</i>	<i>0.5 µg/kg KG/Tag</i>	<i>--</i>	<i>--</i>	<i>--</i>	<i>30</i>	<i>59</i>	<i>118</i>	<i>0.39%</i>	<i>0.1 µg/L (FIV-TW) *</i>	<i>CH 2005</i>
Simazin	0.52 µg/kg KG/Tag	WHO 2003b	--	--	31	17	34	0.1%	0.2 µg/L (WHO) 0.1 µg/L (FIV-TW) *	WHO 2003b CH 2005

<b>Pharmakologisch aktive Stoffe:</b>										
Aprobarbital	keine Angaben		III	nein	90	2600	5200	5.8%	--	
Butalbital	keine Angaben		III	nein	90	640	1280	1.4%	--	
<b>Nicht-identifizierte Verbindungen:</b>										
Unknown PW Auweg BP 86						≤150	≤300			
Unknown PW Auweg & Hard, BP 172						≤150	≤300			
Unknown BP 83						45	90			
Unknown BP 161						60	120			

EPA: U.S. Environmental Protection Agency

FIV: Fremd- und Inhaltsstoffverordnung

GW: Grenzwert

IARC: International Agency for Research on Cancer

IPCS: International Programme on Chemical Safety der WHO

KG: Körpergewicht

RfDo: orale Referenzdosis

SFo: oraler Slope Factor

TDI: tolerierbare tägliche Aufnahmemenge

TTC: Threshold of Toxicological Concern

TW: Toleranzwert

WHO: World Health Organization

#: in Bezug auf die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge von 43 µg/Person/Tag, welcher anhand des SFo und einem akzeptierbaren lebenslänglichen Krebsrisiko von 1:100'000 hergeleitet wurde

‡: in Bezug auf die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge von 7.7 µg/Person/Tag, welcher anhand des SFo und einem akzeptierbaren lebenslänglichen Krebsrisiko von 1:100'000 hergeleitet wurde

Δ: in Bezug auf die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge von 0.38 µg/Person/Tag, welcher anhand des SFo und einem akzeptierbaren lebenslänglichen Krebsrisiko von 1:100'000 hergeleitet wurde

Ø: Da die Feldblindwerte jeweils über den Werten in den entsprechenden Trinkwasserproben liegen, wird die Substanz nicht gesundheitlich bewertet (siehe Tabelle 1).

§: wird von der Computersoftware ToxTree-v1.00 (Ideaconsult 2005) in der Cramer-Strukturklasse III eingestuft; aufgrund der Regel 33 in Cramer and Ford (1978) hier in Cramer-Strukturklasse I klassiert

\*: gilt je Substanz für organische Pestizide, deren relevanten Metaboliten, Abbau- und Reaktionsprodukte