

2013

**oekotoxzentrum**  
**centre ecotox**



Schweizerisches Zentrum für angewandte Ökotoxikologie  
Centre Suisse d'écotoxicologie appliquée  
Eawag-EPFL

**EQS - Vorschlag des Oekotoxentrums für:**  
*Aminomethylphosphonsäure (AMPA)*

15.04.2013

# 1 EQS-Vorschläge

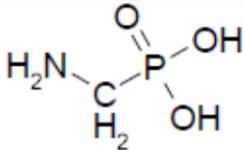
**AA-EQS:** 1500 µg/l

**MAC-EQS:** 1500 µg/l

## 2 Physikochemische Parameter

In Tabelle 1 werden Identität, chemische und physikalische Parameter für Aminomethylphosphonsäure (AMPA) angegeben. Wo bekannt, wird mit (exp) spezifiziert, dass es sich um experimentell erhobene Daten handelt, während es sich bei mit (est) gekennzeichneten Daten um abgeschätzte Werte handelt. Wenn keine dieser beiden Angaben hinter den Werten steht, fand sich in der zitierten Literatur keine Angabe.

**Tabelle 1:** Geforderte Angaben zu AMPA nach dem TGD for EQS (European Commission, 2011) zusätzliche Angaben in kursiv.

Eigenschaften	Name/Wert	Referenz
IUPAC Name	Aminomethylphosphonsäure	Traas und Smit, 2003
<i>Synonyme</i>	AMPA	
<i>Chemische Gruppe</i>	Metabolit des Herbizids Glyphosat, sowie von Phosphonaten (aus Kühlfüssigkeiten, Haushaltsreinigern, industriellen Reinigungsmitteln)	Traas und Smit, 2003
Strukturformel		Traas und Smit 2003
Summenformel	CH <sub>6</sub> NO <sub>3</sub> P	Traas und Smit 2003, EPI 2012
CAS-Nummer	1066-51-9	Traas und Smit 2003, EPI 2012
EINECS-Nummer	Keine Angabe	Traas und Smit 2003
SMILES-code	O=P(CN)(O)O	EPI, 2012
Molekulargewicht (g·mol <sup>-1</sup> )	111.04	Traas und Smit, 2003
Schmelzpunkt (°C)	61.58 (est)	EPI, 2012
Siedepunkt (°C)	291.85 (est)	EPI, 2012
Dampfdruck (Pa)	0.00768 (est) bei 25°C	EPI, 2012

Henry-Konstante ( $\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ )	$1.27 \cdot 10^{-10}$ (est –Bond Method)	EPI, 2012
Wasserlöslichkeit ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ )	$1 \cdot 10^6$ (est basierend auf einem $\log K_{OW}$ von -2.47 bei 25°C)	EPI, 2012
Dissoziationskonstante ( $\text{pK}_a$ )	$\text{pK}_{a1}$ : 0.9 $\text{pK}_{a2}$ : 5.6 $\text{pK}_{a3}$ : 10.2	Smit <i>et al.</i> 2001, zitiert in Traas und Smit, 2003
<i>n</i> -Octanol/Wasser Verteilungskoeffizient ( $\log K_{ow}$ )	-2.47 (est)	EPI, 2012
Sediment/Wasser Verteilungskoeffizient ( $\log K_{oc}$ oder $\log K_p$ )	0.228 (est mit MCI Methode) -0.360 (est mit $K_{OW}$ Methode); 3.56 (exp für „clay loam“), 3.52 (exp für „clay loam“); 3.92 (exp für Sand); 3.06 (exp für Sand); 4.39 (exp für Sand) keine pH Abhängigkeit des $\log K_{oc}$	EPI, 2011; Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2002

### 3 Allgemeines

Anwendung: AMPA ist das Hauptabbauprodukt, das beim biologischen Abbau von Glyphosat entsteht (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2002; Traas und Smit 2003). Glyphosat ist jedoch nur eine der wichtigen Muttersubstanzen von AMPA. AMPA entsteht auch aus einigen synthetischen Phosphonaten, welche in Kühl- und Reinigungsmitteln eingesetzt werden (Traas und Smit 2003). Zu den Muttersubstanzen, die als Kühlmittel eingesetzt werden gehören gemäss des Berichtes von RIVM (Traas und Smit 2003) Nitrilotrismethylentriphosphorsäure (ATMP), Phosphonobutantricarbonsäure (PBTC) und Hydroxyethandiphosphonat (HEDP). Die drei wichtigsten Muttersubstanzen, die in Haushaltsreinigern eingesetzt werden, sind HEDP, di-Ethentrisaminopentamethanphosphorsäure (DTPMP) sowie Ethendiaminotetramethanphosphorsäure (EDTMP)

Wirkungsweise: AMPA ist ein Abbauprodukt. Es liegen uns daher keine Informationen zur Wirkweise vor. Kürzlich wurde jedoch im Zusammenhang mit AMPA von Gentoxizität berichtet. Mañas *et al.* (2009) haben im Comet Assay für AMPA einen NOEC von 278 mg/l (2.5 mM) bestimmt. Bei 500 mg/l (4.5 mM) traten signifikante gentoxische Effekte auf.

Analytik: Hao *et al.* (2011) haben für Leitungswasser eine Quantifizierungsgrenze von 11.6 µg/l bestimmt. Hanke *et al.* (2010) konnten für Oberflächengewässer nach einer Derivatisierung mit 9-Fluorenmethyl-chloroformate (FMOC-Cl) und anschliessender

Festphasenextraktion (SPE) sogar eine Quantifizierungsgrenze von 20 ng/l erreichen.

#### Stabilität und

#### Metaboliten:

Im RIVM Bericht (Traas und Smit 2003) wurden zu den EC50-Werten für AMPA auch Angaben zur chemischen Analytik der Testkonzentrationen gemacht. Im Algentest (72h) wurde die Konzentration als stabil angegeben, im Daphnientest (48h) wurden 96-102% der nominalen Konzentration bestimmt und im akuten Fischttest (96h) waren es 100-105 % der nominalen Konzentration. In allen drei Tests wurden die EC50-Werte, aufgrund der guten Übereinstimmung zwischen der nominalen und der analytisch bestimmten Konzentration, auf die nominalen Konzentrationen bezogen.

Für alle Kurzzeitexpositionen sowie für alle Tests in denen die Testlösungen regelmässig erneuert wurden, kann daher davon ausgegangen werden, dass die Testkonzentrationen stabil waren. Die analytische Validierung der Testkonzentrationen ist somit nicht als zwingendes Kriterium für die Validität einer akuten Studie anzusehen. Die Stabilität der Testsubstanz ist nur ein Einflussfaktor auf die tatsächliche Testkonzentration, wenn auch eine sehr wichtiger. Andere Einflussfaktoren sind die Löslichkeit der Testsubstanz im Testmedium und das korrekte Einwiegen der Testsubstanz. Während sich die Löslichkeit anhand der Wasserlöslichkeit und den eingesetzten Testkonzentrationen plausibilisieren lässt, kann es beim Einwiegen zu nicht systematischen Unterschieden kommen, die anhand der Angaben im jeweiligen Testbericht nicht ersichtlich sind. Daher werden alle Werte, die auf nominalen Konzentrationen beruhen, gekennzeichnet. Bei deutlichen Unterschieden zwischen Toxizitätswerten, die auf nominalen Konzentrationen beruhen, und analytisch validierten Werten, sollen daher die analytisch validierten bevorzugt werden.

#### Existierende EQS:

Tabelle 2: Bereits existierende EQS.

<b>Land</b>	<b>AA-EQS [µg/L]</b>	<b>MAC-EQS [µg/L]</b>	<b>Referenz</b>
Niederlande	79.7 (MPC)	-	Traas und Smit 2003

## 4 Effektdatensammlung

Für AMPA sind Effektdaten zu 5 taxonomischen Gruppen vorhanden (Tabelle 2Tabelle 3).

**Tabelle 3:** Effektdatensammlung für *NAME*. Der Effektwert bezieht sich immer auf den aktiven Stoff und ist in µg/L angegeben. Eine Bewertung der Validität wurde nach den Klimisch- Kriterien (Klimisch *et al.*, 1997) durchgeführt. Literaturdaten, die in grau dargestellt wurden, erfüllen nicht die Datenanforderungen nach dem TGD for EQS, sollen aber als zusätzliche Information genannt werden. Werte von durch NAME VON RAPPORTEUR akzeptierten Studien wurden gemäss TGD for EQS als „face value“ übernommen und mit Klimisch 1 bewertet.

EFFEKTDATEN											
Sammel-bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert	Einheit	Chemische Analyse	Validität	Autor
<b>akute Effektdaten<sup>a</sup></b>											
Algen	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	Biomasse	72	h	EC50	=	79.7	mg/l	n/d	4	Smit et al, 2001, zitiert in Traas und Smit, 2003
Algen	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	Wachstum (Biomasse)	72	h	EC50	=	89.8	mg/l	n/d	1	Dengler und Mende 1994, auch zitiert in Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1999 und in Giesy et al, 2000
Algen	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	Wachstumsrate	72	h	EC50	=	452 <sup>d</sup>	mg/l	n/d	3	Dengler und Mende 1994, zitiert in Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1999 und in Giesy et al, 2000
Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	keine Angabe	48	h	EC50	=	691	mg/l	Y	4	Smit et al, 2001, zitiert in Traas und Smit, 2003
Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	Immobilisierung	48	h	EC50	=	690	mg/l	Y	1	Burgess, 1991, zitiert in Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1999, und ABC Inc. 1991a zitiert in Giesy et al.. 2000
Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	683	mg/l	Y	1	Burgess, D and S.L. Hicks. 1994 gemäss US EPA (2007b)
Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	Alle drei Einträge beziehen sich vermutlich auf dieselbe Studie. Der USEPA Bericht war der ausführlichste. Daher wird der LC50 von 683 mg/l für die EQS Ableitung genommen.									
Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	Schwimmverhalten, Morphologie	48	h	NOEC	=	320	mg/l	Y	1	Burgess, 1991, zitiert in Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1999, und ABC Inc. 1991a zitiert in Giesy et al.. 2000 sowie Burgess, D and S.L. Hicks. 1994 gemäss US EPA (2007b)
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	keine Angabe	96	h	LC50	=	520	mg/l	Y	4	Smit et al, 2001, zitiert in Traas und Smit, 2003
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	520	mg/l	Y	1	Bowman, 1991, zitiert in Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1999 und ABC Inc. 1991b zitiert in Giesy et al.. 2000
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	491	mg/l	Y	1	Bowman 1991 gemäss US EPA 2007a
Fische	<i>Oncorhynchus</i>	Alle drei Einträge beziehen sich vermutlich auf dieselbe Studie. Der USEPA Bericht war der ausführlichste. Daher wird der LC50 von 491 mg/l für die EQS Ableitung genommen.									

<sup>a</sup> Für die EQS Ableitung wurden limnische als auch marine Daten vereinigt, da es nur einen marinen Datenpunkt (*Aliivibrio fischeri*) gab uns so mögliche statistische Unterschiede zwischen marinen und limnischen Daten nicht signifikant aufgezeigt werden können

mykiss											
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Verhalten, Verlust des Gleichgewichts	96	h	NOEC <sup>b</sup>	=	32	mg/l	Y	1	Bowman, 1991, zitiert in Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1999
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Verhalten, Verlust des Gleichgewichts	96	h	NOEC	=	30.2	mg/l	Y	1	Bowman 1991 gemäss US EPA 2007a
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	keine Angabe	96	h	NOEC	=	33	mg/l	Y	4	Giesy <i>et al.</i> , 2000
Bakterien	<i>Aliivibrio fischeri</i> <sup>c</sup>	Biolumineszenz	30	min	EC50	=	50.5	mg/l	n/d	2	Bonnet, <i>et al.</i> 2007
Ciliaten	<i>Tetrahymena pyriformis</i>	Wachstum (optische Dichte)	9	h	EC50	>	5000	mg/l	n/d	2	Bonnet, <i>et al.</i> 2007
<b>chronische Effektdaten</b>											
Algen	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	Wachstum (Biomasse)	72	h	NOEC (EC0)	=	7.9	mg/l	n/d	3	Dengler und Mende, 1994, zitiert in Giesy <i>et al.</i> , 2000
Algen	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	Wachstum (Biomasse)	72	h	NOEC	=	24	mg/l	n/d	1	Dengler und Mende, 1994, auch zitiert in Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1999
Algen	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	Wachstumsrate	72	h	NOEC	=	0.96 <sup>d</sup>	mg/l	n/d	3	Dengler und Mende, 1994, zitiert in Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 1999
Kleinkrebse	<i>Daphnia magna</i>	Reproduktion	21	d	NOEC	=	15	mg/l	Y	1	Minderhout <i>et al.</i> 2011a
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Schlupferfolg, Überleben und Wachstum	33	d	NOEC	≥	12	mg/l	Y	1	Minderhout <i>et al.</i> 2011b

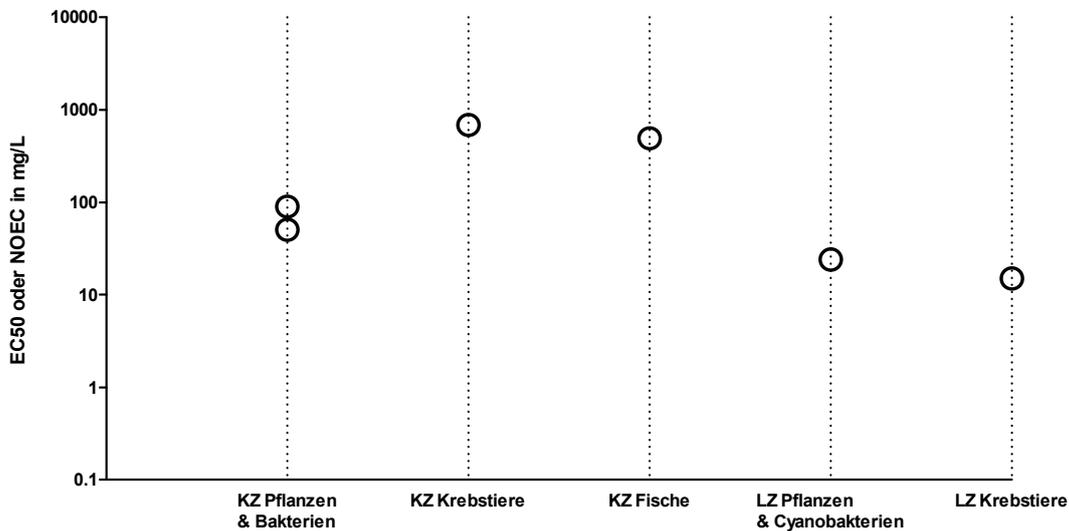
<sup>a</sup> pH variierte von 4.2 – 7.6

<sup>b</sup> Effektwert wie angegeben in Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1999).

<sup>c</sup> Marine Art

<sup>d</sup> nicht als valide angesehen, da für die Wachstumsrate für die Konzentrationen 24, 4.8, 0.96 und 0.196 mg/l ein Plateau zwischen 15 und 20% Effekt beobachtet wurde. Dies ist aber vermutlich auf ein Artefakt bei der Messung der OD bei t0 zurückzuführen und nicht auf die Wirkung von AMPA.

## 5 Graphische Darstellung der Effektdaten



**Abbildung 1:** Grafische Darstellung aller validen Kurzzeit (KZ)- und Langzeit (LZ)-Effektdaten aus Tabelle 2 für AMPA. Die Standardabweichung der logarithmierten EC50-Werte beträgt 0.55.

### 5.1 Vergleich marin/limnische Organismen

Die marinen und limnischen Effektdaten wurden für die folgende EQS-Ableitung zusammengeführt. Mit *Aliivibrio fischeri* lag nur 1 Wert für marine Organismen vor.

## 6 Herleitung der EQS

Um chronische und akute Qualitätsziele herzuleiten, kann die Assessmentfaktor (AF) - Methode auf der Basis von akuten und chronischen Toxizitätsdaten verwendet werden. Dabei wird mit dem tiefsten chronischen Datenpunkt ein AA-EQS (Annual-Average-Environmental-Quality-Standard) und mit dem tiefsten akuten Datenpunkt ein MAC-EQS (Maximum-Acceptable-Concentration-Environmental-Quality-Standard) abgeleitet. Wenn der Datensatz umfassend genug ist, können diese EQS zusätzlich mittels einer Speziessensitivitätsverteilung (SSD) bestimmt werden. Valide Mikro-/Mesokosmosstudien dienen einerseits zur Verfeinerung des AF, der durch eine SSD hergeleitet wurde. Andererseits können sie auch direkt zur Bestimmung eines EQS verwendet werden.

## 7 Chronische Toxizität

### 7.1 AA-EQS Herleitung mit AF-Methode

Es liegen belastbare chronische Effektdaten für die Gruppen Algen und Kleinkrebse vor (Tabelle 4).

**Tabelle 4:** Übersicht zu den kritischen Toxizitätswerten für Wasserorganismen aus längerfristigen Untersuchungen für NAME.

Gruppe	Art	Wert	Konz. in mg/L	Referenz
Algen/ Wasserpflanzen	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	NOEC	24	Dengler und Mende, 1994
Kleinkrebse	<i>Daphnia magna</i>	NOEC	15	Minderhout <i>et al.</i> , 2011a
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	NOEC	≥12	Minderhout <i>et al.</i> , 2011b

Für Fische liegt nur ein ≥ Wert vor. Da dieser mit ≥12 mg/l sehr dicht an dem tiefsten NOEC von 15 mg/l (Daphnien) liegt, kann davon ausgegangen werden, dass der NOEC für Daphnien auch für Fische protektiv ist. Es wird daher ein Assessment Faktor von 10 gewählt.

$$\text{AA-EQS (AF)} = 15 \text{ mg/L} / 10 = 1.5 \text{ mg/L}$$

### 7.2 AA-EQS mit SSD-Methode

Die Ableitung eines AA-EQS mittels SSD ist aufgrund mangelnder chronischer Daten nicht möglich.

### 7.3 AA-EQS aus Mikro-/Mesokosmosstudien

Es sind keine validen Mikro- oder Mesokosmosstudien vorhanden, so dass ein AA-EQS basierend auf Mikro-/Mesokosmosstudien nicht abgeleitet werden kann.

## 8 Akute Toxizität

### 8.1 MAC-EQS Herleitung mit AF-Methode

Es liegen valide EC50-Werte für die Organismengruppen Algen, Kleinkrebse Fische und Bakterien vor (Tabelle 5).

Tabelle 5: Übersicht der kritischen akuten Toxizitätswerte für Wasserorganismen für AMPA.

Gruppe	Spezies	Wert	Konz (mg/L)	Referenz
Algen und Wasserpflanzen	<i>Desmodesmus subspicatus</i>	EC50	89.8	Dengler und Mende 1994
Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	EC50	683	Burgess, D and S.L. Hicks. 1994 gemäss US EPA (2007b)
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	LC50	491	Bowman, 1991 gemäss US EPA 2007a
Bakterien	<i>Aliivibrio fischeri</i>	EC50	50.5	Bonnet <i>et al.</i> , 2007

**Tabelle 6:** Risikoklassierung der akuten aquatischen Toxizität anhand der niedrigsten gemessenen EC50-Werte nach der Europäischen Kommission (EC 2001).

Risikoklasse	Niedrigster EC50-Wert	Erreichter Wert
Nicht eingestuft	>100mg/l	
schädlich	<100mg/l; >10 mg/l	x
Giftig	<10mg;>1mg/l	
Sehr giftig	<1mg/l	

Es liegen valide EC50-Werte für die Organismengruppen der Algen, Kleinkrebse, Fische und Bakterien vor. Um Kurzzeit-Qualitätskriterien (MAC-EQS) herzuleiten, kann die AF-Methode auf der Datenbasis von akuten Toxizitätsdaten verwendet werden. Wenn 3 valide EC50-Kurzzeittestergebnisse von Vertretern der 3 trophischen Ebenen (Fische, Krebstiere, Algen) vorhanden sind, kann ein Assessmentfaktor von 100 mit dem EC50-Wert der sensitivsten Art verrechnet werden. Der AF kann gemäss TGD for EQS (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2011) auf 10 erniedrigt werden, wenn entweder die Standardabweichung der logarithmierten EC50-Werte <0.5 ist (hier 0.55), oder der Wirkmechanismus bekannt ist und ein Vertreter der empfindlichsten taxonomischen Gruppe im Effektdatensatz enthalten ist. Da beides nicht zutrifft wird ein Assessmentfaktor von 100 verwendet. Bezogen auf den tiefsten EC50 (*Aliivibrio fischeri*, 50.5 mg/l) ergibt sich damit:

$$\text{MAC-EQS (AF)} = 50.5 \text{ mg/L} / 100 = 0.505 \text{ mg/L}$$

Da der MAC-EQS tiefer als der AA-EQS ist, wird er nach dem TGD for EQS (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2011) dem AA-EQS angeglichen:

$$\text{MAC-EQS} = \text{AA-EQS} = 1.5 \text{ mg/L}$$

## **8.2 MAC-EQS mit SSD Methode**

Die Ableitung eines AA-EQS mittels SSD ist aufgrund mangelnder akuter Daten nicht möglich.

## **8.3 MAC-EQS aus Mikro-/Mesokosmosstudien**

Es sind keine validen Mikro- oder Mesokosmosstudien vorhanden, so dass ein MAC-EQS basierend auf Mikro-/Mesokosmosstudien nicht abgeleitet werden kann.

## **9 Bioakkumulationsabschätzung**

Das Bioakkumulationspotential soll gemäss TGD for EQS (Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2011) weiter untersucht werden, wenn der  $\log K_{ow} \geq 3$  ist und/oder der Biokonzentrationsfaktor (BCF)  $> 100$  beträgt. Mit  $-2.47$  liegt der  $\log K_{ow}$  von AMPA deutlich unter 3. Somit ist eine Bioakkumulationsabschätzung nicht relevant.

## **10 Schutz der aquatischen Organismen**

Der Effektdatensatz für AMPA umfasst alle 3 trophischen Ebenen bei der Kurz- und Langzeittoxizität. Der AA-EQS und der MAC-EQS von je  $1.5 \text{ mg/l}$  sollten einen ausreichenden Schutz für aquatische Organismen unterschiedlicher trophischer Ebenen vor lang- und kurzzeitiger Exposition bieten. Dies schliesst die von Mañas et al. (2009) beobachtete Genotoxizität mit ein.

## 11 Referenzen (Datum der Literaturrecherche)

**ABC Inc. (1991a):** Acute toxicity of AMPA to *Daphnia magna*. Monsanto unpublished study AB-90-401. Analytical Biochemistry Laboratories, Inc, Columbia, MO. Studie zitiert in Giesy *et al.* 2000.

**ABC Inc. (1991b):** Acute toxicity of AMPA to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Monsanto unpublished study AB-90-402. Analytical Biochemistry Laboratories, Inc, Columbia, MO. Studie zitiert in Giesy *et al.* 2000.

**Bonnet J L, Bonnemoy F, Dusser M, Bohatier J (2007):** Assessment of the potential toxicity of herbicides and their degradation products to nontarget cells using two microorganisms, the bacteria *Vibrio fischeri* and the ciliate *Tetrahymena pyriformis*. *Environmental Toxicology* 22(1): 78-91

**Bowman (1991):** WAT94-01162 zitiert in EU Monograph Glyphosat Annex B B-8: Ecotoxicology.(Europäischen Gemeinschaften 1999).

**Bowman, J.H. (1991):** Acute Toxicity of AMPA to Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Unpublished study performed by ABC Laboratories, Inc., Columbia, Missouri. Laboratory project ID 38987. Study sponsored by Monsanto Agricultural Company, St. Louis, Missouri. Study completed on June 18, 1991. Gemäss US EPA 2007(a).

**Burgess D (1991):** Acute toxicity of AMPA to *Daphnia magna*. AB-90-401. WAT94-01163. zitiert in EU Monograph Glyphosat Annex B B-8: Ecotoxicology.(Europäischen Gemeinschaften 1999)

**Burgess, D and S.L. Hicks (1994):** Acute Toxicity of AMPA to *Daphnia magna*. Unpublished study performed by ABC Laboratories, Inc., Columbia, Missouri. Laboratory report number 38988. Study sponsored by Monsanto Agricultural Company, St. Louis, Missouri. Study submitted on May 10, 1991 (sic!). Gemäss US EPA 2007(b).

**Dengler D, Mende P (1994):** Testing of toxic effects of aminomethylphosphonic acid (AMPA) on the single cell green alga *Scenedesmus subspicatus*. XX-93-271. WAT95-00716.

**EPI (2012):** Version 4.10 .The EPI (Estimation Programs Interface) Suite™ . A Windows®-based suite of physical/chemical property and environmental fate estimation programs developed by the EPA's Office of Pollution Prevention Toxics and Syracuse Research Corporation (SRC).

**Giesy J P, Dobson S, Solomon K R (2000):** Ecotoxicological risk assessment for Roundup® herbicide. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 167: 35-120

**Hanke I, Wittmer I, Bischofberger S, Stamm C, Singer H (2010):** Relevance of urban glyphosate use for surface water quality. *Chemosphere* 81(3): 422-429

**Hao C, Morse D, Morra F, Zhao X, Yang P, Nunn B (2011):** Direct aqueous determination of glyphosate and related compounds by liquid chromatography/tandem mass spectrometry using reversed-phase and weak anion-exchange mixed-mode column. *Journal of Chromatography A* 1218(33): 5638-5643

**Klimisch H J, Andreae M, Tillmann U (1997):** A systematic approach for evaluating the quality of experimental toxicological and ecotoxicological data. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 25(1): 1-5

**Kommission der Europäischen Gemeinschaften (1999):** Draft Assessment Report (formerly named Monograph) for Glyphosate Annex B B-8: Ecotoxicology.

**Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2001):** Richtlinie 2001/59/EG der Kommission vom 6. August 2001 zur 28. Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und

Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den technischen Fortschritt. Annex 6. Amtsblatt der europäischen Gemeinschaften L225/263.

**Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2002):** Review report for the active substance Glyphosate. Finalised in the Standing Committee on Plant Health at its meeting on 29 June 2001 in view of inclusion of glyphosate in Annex I of Directive 91/414/EEC.  
[http://ec.europa.eu/food/plant/protection/evaluation/existactive/list1\\_glyphosate\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/plant/protection/evaluation/existactive/list1_glyphosate_en.pdf). Letzter Zugriff 13.02.2012

**Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2011):** Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC): Guidance Document No. 27 - Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards. Technical Report - 2011 – 055.

**Mañas F, Peralta L, Raviolo J, García Ovando H, Weyers A, Ugnia L, Gonzalez Cid M, Larripa I, Gorla N (2009):** Genotoxicity of AMPA, the environmental metabolite of glyphosate, assessed by the Comet assay and cytogenetic tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72(3): 834-837

**Minderhout T, Kendall TH, Krueger HO (2011a):** AMPA (Aminomethylphosphonic acid): A semi-static life-cycle toxicity test with the cladoceran (*Daphnia magna*). OECD guideline 211. Wildlife International, Ltd. Project number: 139A-393 Sponsor study number: WL-2010-327

**Minderhout T, Kendall TH, Krueger HO (2011b):** AMPA (Aminomethylphosphonic acid): An early life-stage toxicity test with the fathead minnow (*Pimephales promelas*) OECD Guideline 210 U.S. EPA OPPTS number 850.1400 Wildlife International, Ltd. Project number: 139A-394 Monsanto study number: WL-2010-328.

**Smit E, van der Linde A, Scheepmaker J (2001):** Glyfosaat - Risikobeoordeling voor het milieu voor de middelen Roundup Dry en Roundup Ready To Use. CSR Adviesrapport 08461a00 (confidential). Zitiert in Traas und Smit 2003.

**Traas T P, Smit C E (2003):** Environmental Risk Limits for aminomethylphosphonic acid (AMPA). RIVM report 601501018/2003. <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/601501018.pdf> Bilthoven, The Netherlands: National Institute of Public Health and the Environment. Letzter Zugriff 13.02.2012

**US-EPA (2007a):** Data Evaluation Report on the Acute Toxicity of AMPA to Fish, *Oncorhynchus mykiss*. EPA MRID Number 43334713.

**US-EPA (2007b):** Data Evaluation Report on the Acute Toxicity of AMPA to Freshwater Invertebrates – *Daphnia magna*. EPA MRID Number 43334715.