

2017

**EQS - Vorschlag des Oekotoxentrums für:**  
*Chlorpyrifos*

Stand: 08.06.2017

Gutachten ECT: 22.06.2017

Einarbeitung des Gutachtens: 23.06.2017

## 1 Qualitätskriterien-Vorschläge

**CQK (AA-EQS):** 0.00046 µg/l (unverändert)

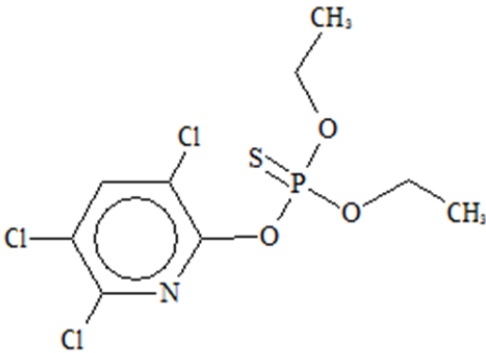
**AQK (MAC-EQS):** 0.0044 µg/l (vorher 0.016 µg/l)

Das chronische Qualitätskriterium (CQK) und das akute Qualitätskriterium (AQK) wurden nach dem TGD for EQS der Europäischen Kommission (EC 2011) hergeleitet. Damit die Dossiers international vergleichbar sind, wird im Weiteren die Terminologie des TGD verwendet. Dies soll aber keine Empfehlung für eine bestimmte Überwachungsstrategie der QK beinhalten.

## 2 Physikochemische Parameter

In Tabelle 1 werden Identität, chemische und physikalische Parameter für Chlorpyrifos 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 Chlorpyrifos nach dem TGD for EQS (European Commission, 2011) zusätzliche Angaben in kursiv.

Eigenschaften	Name/Wert	Referenz
IUPAC Name	O,O-diethyl-O-3,5,6-trichloro-2-pyridyl phosphorothioate	Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 1
<i>Synonyme</i>		
<i>Chemische Gruppe</i>	Organophosphate	Tomlin 2009
Strukturformel		EPI 2011
Summenformel	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> Cl <sub>3</sub> NO <sub>3</sub> PS	Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 1
CAS-Nummer	2921-88-2	Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 1
EINECS-Nummer	2208644	Europäische

		Kommission 2005a, Appendix I Seite 1
SMILES-code	<chem>CCOP(=S)(OCC)Oc1nc(Cl)c(Cl)cc1Cl</chem>	EPI 2011
Molekulargewicht (g·mol <sup>-1</sup> )	350.6	Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 1
Schmelzpunkt (°C)	41-42 (exp; Reinheit 97-99 %)	Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 2
Siedepunkt (°C)	Thermische Zersetzung bei 170-180°C vor dem Siedepunkt (exp)	Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 2
Dampfdruck (Pa)	(1) 3.35·10 <sup>-3</sup> (exp; bei 25° C, Reinheit 99.8 %) (1) 1.43·10 <sup>-3</sup> (exp; bei 20°C, Reinheit 99.8%) (2) 1.0·10 <sup>-3</sup> (exp; bei 25°C)	(1) Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 2 (2) Europäische Kommission 2005b Seite 2
Henry-Konstante (Pa·m <sup>3</sup> ·mol <sup>-1</sup> )	(1) 0.478 (keine Angabe ob exp oder est) (2) 0.91 (keine Angabe ob exp oder est; es wird geschlossen, dass Chlorpyrifos nicht volatil sei, wenn es in Oberflächengewässern ist)	(1) Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 2 (2) Europäische Kommission 2005b Seite 2
Wasserlöslichkeit (mg·L <sup>-1</sup> )	(1) 1.05 (exp; bei 20°C in ungepufferter Lösung – pH Abhängigkeit wurde nicht berichtet) (2) 0.39 (exp; bei 19.5°C und pH 6.28) (2) 0.7623 (exp; bei 20°C und pH 7.0-7.6) (2) 1.04 (exp; bei 25°C und pH 4) (2) 1.07 (exp bei 25°C und pH 7)	(1) Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 2 (2) Europäische Kommission 2005b Seite 2
Dissoziationskonstante (pK <sub>a</sub> )	Chlorpyrifos enthält keine ionisierbaren Protonen	Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 2
<i>n</i> -Octanol/Wasser Verteilungskoeffizient (log K <sub>ow</sub> )	(1) 4.7 (exp; bei 20°C und neutralem pH) (2) 4.69 – 5.3 (keine Angabe ob exp oder est)	(1) Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 2 (2) Europäische Kommission 2005b Seite 2
Sediment/Wasser Verteilungskoeffizient (log K <sub>oc</sub> oder log K <sub>p</sub> )	Log K <sub>oc</sub> : (1) 3.44 – 4.49, Mittelwert: 3.91 (2) 3.65 – 4.19 (keine Angabe ob exp oder est)	(1) Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 9 (2) Europäische Kommission 2005b Seite 2
Hydrolysestabilität	(1) pH ≤ 7: 72 d (exp; 25°C)	(1) Europäische

<i>(Halbwertszeit)</i>	(1) pH 9: 16 d (exp; 25°C) (2) pH 5: 63-73 d (exp; 25°C) (2) pH 7: 16-35 d (exp; 25°C) (2) pH 8: 23 d (exp; 25°C)	Kommission 2005a, Appendix I Seite 2 (2) Europäische Kommission 2005b Seite 2
<i>Photostabilität (Halbwertszeit)</i>	(1) 39.9 Tage (exp; natürliches Flusswasser unter natürlichem Sonnenlicht) (1) 29.6 Tage (keine Angabe ob exp oder est; bei pH 7 unter natürlichem Sonnenlicht) (2) 15 d (Hochsommer 20°N) (2) 30 d (Hochsommer 40°N) (2) 29200 d (tiefer Winter 60°N)	(1) Europäische Kommission 2005a, Appendix I Seite 2 (2) Europäische Kommission 2005b Seite 2
<i>Biologischer Abbau in wässriger Umgebung (Halbwertszeit)</i>	(1) Nicht leicht biologisch abbaubar; (1 & 2) Wasser-Sediment Studie: Wasser: 3-6 Tage Ganzes System: 22-51 Tage (2) Nicht leicht biologisch abbaubar (exp; 22% nach 28 Tagen OECD 301 (keine weitere Angabe darüber welcher der 301 Tests verwendet wurde))	(1) Europäische Kommission 2005a, Appendix II Seite 10 (2) Europäische Kommission 2005b Seite 2

### 3 Allgemeines

Anwendung: Chlorpyrifos wird als Insektizid in Form von Spray, Emulsion, Suspension oder Granulat im Gewächshaus gegen Blattläuse, Napschildläuse, Thripse, weisse Fliegen und Wolläuse eingesetzt sowie im Acker- und Obstbau gegen Erdraupen, Maulwurfsgrillen, Erdschnaken, Drahtwürmer, grosse und kleine Kohlweisslinge, Erdbeer- oder Himbeerblütenstecher, Himbeerkäfer, Apfelblütenstecher, Apfelwickler, kleine Fruchtwickler, Schalenwickler, Austernschildläuse, Frostspanner, Sägewespen, grüne Rebwanzen, Springwürmer, grüne Rebwikaden, Erdflöhe, Kohlrübenblattwespen, Rapsglanzkäfer und im Forstbau gegen Borken- und Werftkäfer (Bundesamt für Landwirtschaft 2014).

Wirkungsweise: Wie andere Insektizide aus der Gruppe der Organophosphate hemmt Chlorpyrifos durch seinen aktiven Metaboliten Chlorpyrifos Oxon das Enzym Acetylcholinesterase (AChE) (Giddings et al. 2014). Der Wirkort sind die Synapsen des Nervensystems.

Analytik: Die in der Literatur gefundene Bestimmungsgrenze von Chlorpyrifos liegt zwischen 0.025 und 0.1 µg/l (Table 2). In einem kürzlich erschienenen Artikel wurde jedoch mit 0.1 ng/L eine deutlich geringere Nachweisgrenze gefunden (Moschet et al.

2017). Die Autoren haben eine GCQTOF-MS-Methode nach einer SPE-Anreicherung verwendet.

**Tabelle 2** Nachweis- und Bestimmungsgrenzen von Chlorpyrifos in Oberflächengewässern.

Nachweisgrenze (µg/L)	Bestimmungsgrenze (µg/L)	Methode	Referenz
0.0001	-	GCQTOF-MS (mit SPE)	Moschet et al. 2017
-	0.01	GC-MS/MS	Papadakis, Tsaboula et al. 2015
-	0.025	UPLC-MS/MS	De Gerónimo, Aparicio et al. 2014
-	0.04	LC-ESI-MS/MS (mit SPE)	Lissalde, Mazzella et al. 2011

Stabilität:

Da für Chlorpyrifos in der Wasserphase eine Halbwertszeit von 3-6 Tagen angegeben wird (siehe Tabelle 1), wird die analytische Überprüfung der Testkonzentrationen als wichtig erachtet. Die Studie wurde in einem Wasser-Sediment-System durchgeführt. Da die Halbwertszeit für das ganze System länger ist, kann angenommen werden, dass ein Teil des Verlustes durch Adsorption an das Sediment erfolgte.

Existierende EQS:

**Tabelle 3:** Bereits existierende EQS.

Land	AA-EQS [µg/L]	MAC-EQS [µg/L]	Referenz
EU (Prioritäre Substanz der Wasserrahmenrichtlinie)	0.03	0.1	Europäische Kommission 2005b

Datenrecherche:

Chlorpyrifos ist eine prioritäre Substanz unter der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Daher gibt es bereits ein EU-EQS Dossier zu Chlorpyrifos. Wie für andere prioritäre Substanzen WRRL (z.B. Terbutryn oder Cypermethrin) sollte zunächst überprüft werden, ob die EU-EQS übernommen werden können. Diese Überprüfung umfasste sowohl die Datenaktualität als auch die Methoden zur Herleitung der EQS. Im Gegensatz zu den anderen WRRL-EQS-Dossiers zeigte das Dossier für

Chlorpyrifos erhebliche Abweichungen von dem im TGD for EQS (2011) beschriebenen Vorgehen. Darüberhinaus war die Datengrundlage des WRRL-Dossiers sehr limitiert. Sie basierte im Wesentlichen auf dem Pflanzenschutzmittel-Zulassungsdossier aus dem Jahr 1999. Ein Review der verfügbaren wissenschaftlichen Studien fehlte. Es wurde daher sehr schnell klar, dass für Chlorpyrifos eine Überprüfung der EQS nicht ausreicht, sondern ein komplett neues Dossier erstellt werden muss.

Im Jahr 2014 wurde ein Review über die aquatische Toxizität von Chlorpyrifos veröffentlicht (Giddings et al. 2014). Dieser Review umfasste regulatorische und wissenschaftliche Studien und hat einen übersichtlichen Anhang in dem die Studienevaluation beschrieben wurde.

Studien die nach geltenden Versuchsrichtlinien (z.B. nach OECD-Richtlinien) unter dem GLP System („Gute Laborpraxis) durchgeführt wurden, wurde von vorneherein als valide eingestuft, wenn mindestens 5 verschiedene Konzentrationen getestet wurden. Für Daten aus der öffentlichen Literatur erfolgte die Validitätsbeurteilung durch Giddings mittels eines sogenannten „Scoring“ (Noten-) Systems. Dabei wurde für 4 Kriterien je ein Wert zwischen 1 und 5 vergeben, wobei 5 die beste Note darstellte und 1 die schlechteste. Die 4 Kriterien waren Beschreibung der Methoden, QA/QC, Transparenz der Daten und Anzahl der getesteten Konzentrationen. Studien mit einer durchschnittlichen Note <3 wurden nicht als valide eingestuft.

Anstatt alle von Giddings et al. (2014) überprüften Studien noch einmal komplett neu zu bewerten, wurden die Studien anhand der Angaben zur Studienevaluation als geeignet oder ungeeignet zur EQS-Herleitung eingestuft. Die geeigneten Studien wurden in Tabelle 4 übertragen. Als geeignet wurden Studien angesehen, deren Testkonzentrationen analytisch überprüft wurden und die mit dem reinen Wirkstoff durchgeführt wurden. Daher wurden zusätzlich zu den Studien mit einer Durchschnittsnote <3 auch jene Studien ausgeschlossen, bei denen keine chemische Analytik zur Bestimmung der Testkonzentrationen durchgeführt wurde (QA/QC score 1). Valide Studien, die mit Formulierungen durchgeführt wurden, wurden als zusätzliche Information separat aufgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass mit diesen Anpassungen die Studienvolidität gemäss TGD for EQS (Europäische Kommission 2011) sichergestellt ist.

## 4 Effektdatensammlung

Für Chlorpyrifos sind Effektdaten für zahlreiche taxonomische Gruppen vorhanden (Tabelle 4). Da es sehr viele Daten zur akuten Toxizität von Chlorpyrifos auf Wasserorganismen gibt und diese bereits in einem Review-Artikel von Giddings aus dem Jahr 2014 (Giddings et al. 2014) ausgewertet wurden (siehe Tabelle im Appendix II), wurden nur die von Giddings et al. (2014) als valide erachteten Toxizitätswerte in Tabelle 4 übertragen und keine weitere Literaturrecherche zur akuten Ökotoxizität für den Zeitraum vor 2013 gemacht. Für den Zeitraum 2014 bis 2016 wurde die relevante Literatur recherchiert und zur Tabelle 4 hinzugefügt, wenn es sich um eine Studie mit dem reinen Wirkstoff handelte. Da Giddings (2014) ein sogenanntes „Scoring System“ verwendet hat, kann es sein, dass auch Daten als valide erachtet wurden, bei denen die Testkonzentration nicht analytisch überprüft wurde. Daher wurden nachträglich alle Daten invalidiert (Klimisch Kategorie 3) für die keine chemische Analytik gemacht wurde (QA/QC-Kategorie 1). Wenn für dieselbe Art valide Daten sowohl für (semi)-statischer Exposition als auch für Durchfluss-Exposition vorhanden sind, wurden letztere bevorzugt, es sei denn, semi-statische Tests zeigten eine höhere Toxizität. Daten zur Ökotoxizität von Chlorpyrifos Formulierungen werden zwar aufgelistet jedoch nicht zur EQS-Herleitung verwendet. Es ist nicht auszuschliessen, dass die Formulierungshilfsstoffe einen Einfluss auf die Toxizität haben.

**Tabelle 4:** Effektdatensammlung für Chlorpyrifos. Der Effektwert ist in µg/L angegeben. Eine Bewertung der Validität wurde nach den Klimisch-Kriterien (Klimisch et al. 1997) durchgeführt, bzw. nach den CRED-Kriterien für Studien, die im Zuge der Aktualisierung herangezogen wurden (Moermond et al. 2016)<sup>a</sup>. Daten, die in grau dargestellt wurden, wurden mit „kleiner oder grösser als“ Operatoren angegeben, stammen aus einem Test mit einer Formulierung (Effektkonzentrationen beziehen sich auf die Aktivsubstanz) oder erfüllen nicht die Datenanforderungen nach dem TGD for EQS in Bezug auf Relevanz und/oder Validität, sollen aber als zusätzliche Information genannt werden. Daten zu den Formulierungen befinden sich am Ende der Tabelle. Werte aus akzeptierten Studien aus dem Review Report (Europäische Kommission 2005a) wurden gemäss TGD for EQS als “Face Value“ übernommen und mit Klimisch 1 bewertet (es sei denn, die Lösemittelkonzentration war >0.01%). Nicht akzeptierte oder als nicht valide heruntergestufte Studien werden mit Klimisch 3 bewertet und dementsprechend grau gesetzt. Es handelt sich um limnische Daten, wenn es nicht anders vermerkt wurde. Daten aus der Datensammlung der US EPA wurden nicht als “Face Value“ übernommen, da zu wenig Angaben enthalten waren (z.B. über die Verwendung von Lösungsvermittlern), um die Validität zu überprüfen. Unterstrichene Werte wurden für die EQS-Ableitung verwendet.

EFFEKTDATENSAMMLUNG											
Sammelbezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
<b>akute Daten limnisch</b>											
Algen	k.A.	k.A.	72	h	EC50	=	<u>1200</u>	k.A.	Face value	K1	Walsh 1983 (IIA, 8.2.7/01) zitiert in Europäische Kommission 2005b
Isopoda	<i>Asellus aquaticus</i>	Mortalität adulter Tiere	96	h	LC50	=	<u>8.58</u>	k.A.	Face value	K1	Rubach et al. 2011 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	0.053	k.A.	Face value	K1	Bailey et al. 1997 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	0.055	k.A.	Face value	K1	Bailey et al. 1997 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mortalität geometrischer MW	96	h	LC50	=	<u>0.054</u>		48h LC50 in similar range		

<sup>a</sup> Für Validität wird nach der CRED-Methode Verlässlichkeit (R; Engl. Reliability) und Relevanz (C; Engl. Relevance) bewertet. Beide werden in Übereinstimmung mit der Klimisch Methode in folgende Kategorien eingeteilt: R1/C1= Zuverlässig/Relevant ohne Einschränkung; R2/C2 = Zuverlässig/Relevant mit Einschränkung; R3/C3 = nicht Zuverlässig/Relevant; R4/C4 = nicht bewertbar. Eine Bewertung der Verlässlichkeit wurde nicht durchgeführt, wenn eine Studie als nicht relevant bewertet wurde



**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
Branchiopoda	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	1.7	k.A.	Face value	K1	McCarty ES-164, 10/24/77 (IIA, 8.2.4/01) zitiert in Europäische Kommission 2005b
Branchiopoda	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	0.1	k.A.	Face value	K1	Burgess 37190, 9/28/88 (IIA, 8.2.4/02) zitiert in Europäische Kommission 2005b
Branchiopoda	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	0.82	k.A.	Face value; 48h LC50 in similar range	K1	Rubach et al. 2011 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität geometrischer MW	48	h	LC50	=	0.41				
Branchiopoda	<i>Daphnia ambigua</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	0.035	k.A.	Face value	K1 (R2, C1)	Harmon et al. 2003 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Daphnia carinata</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	0.09	k.A.	Face value	K1	Pablo et al. 2008 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Daphnia carinata</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	0.24	k.A.	Face value	K1	Caceres et al. 2007 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Daphnia carinata</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	0.3	k.A.	Face value	K1	Caceres et al. 2007 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Daphnia carinata</i>	Mortalität geometrischer MW	48	h	LC50	=	0.155				
Branchiopoda	<i>Daphnia longispina</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	0.3	k.A.	Face value ; 48h value 0.8 ; >24h Dahnid used	K1	van Wijngaarden et al. 1993 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Daphnia pulex</i>	Mortalität	72	h	LC50	=	0.12	k.A.	Face value	K1	van der Hoeven and Gerritsen 1997 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Daphnia pulicaria</i>	Immobilisierung	48	h	EC50	=	0.13	99.5	mit Sediment	R3 C3	Simpson et al. 2015
Amphipoda	<i>Gammarus fossarum</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	2.9	k.A.	Face value	K1	Xuereb et al. 2009 zitiert in Giddings et al. 2014

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
Amphipoda	<i>Gammarus pulex</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	<u>0.07</u>	k.A.	Face value	K1	van Wijngaarden et al. 1993 zitiert in Giddings et al. 2014
Amphipoda	<i>Hyalella azteca</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	<u>0.1</u>	k.A.	Face value	K1	Moore et al. 1998 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Moina australiensis</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	<u>0.1</u>	k.A.	Face value	K1	Pablo et al. 2008 zitiert in Giddings et al. 2014
Decapoda	<i>Neocaridina denticulata</i>	Mortalität adulte	96	h	LC50	=	<u>457</u>	k.A.	Face value	K1	Rubach et al. 2011 zitiert in Giddings et al. 2014
Decapoda	<i>Orconectes immunis</i>	Mortalität adulte	96	h	LC50	=	<u>6</u>	k.A.	Face value	K1	Phipps and Holcombe 1985 zitiert in Giddings et al. 2014
Decapoda	<i>Paratya australiensis</i>	Mortalität juvenile	96	h	LC50	=	<u>0.33</u>	k.A.	Face value	K1	Pablo et al. 2008 zitiert in Giddings et al. 2014
Decapoda	<i>Procambarus sp</i>	Mortalität adulte	96	h	LC50	=	<u>1.55</u>	k.A.	Face value	K1	Rubach et al. 2011 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Simocephalus vetulus</i>	Mortalität <24h	48	h	LC50	=	<u>0.09</u>	k.A.	Face value	K1	Pablo et al. 2008 zitiert in Giddings et al. 2014
Odonata	<i>Anax imperator</i>	Larvenmortalität	96	h	LC50	=	<u>2.0</u>	k.A.	Face value	K1	Rubach et al. 2011 zitiert in Giddings et al. 2014
Ephemoptera	<i>Atalophlebia australis</i>	Mortalität Nymphen	96	h	LC50	=	<u>0.24</u>	k.A.	Face value	K1	Pablo et al. 2008 zitiert in Giddings et al. 2014
Chaoboridae	<i>Chaoborus obscuripes</i>	Mortalität Larven	96	h	LC50	=	<u>6.6</u>	k.A.	Face value	K1	van Wijngaarden et al. 1993 zitiert in Giddings et al. 2014
Chironomidae	<i>Chironomus dilutus</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	0.46	k.A.	Face value	K1	Harwood et al. 2009 zitiert in Giddings et al. 2014
Chironomidae	<i>Chironomus dilutus</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	0.83	k.A.	Face value	K1	(Harwood et al. 2009) zitiert in Giddings et al. 2014
Chironomidae	<i>Chironomus dilutus</i>	Mortalität geom MW	96	h	LC50	=	<u>0.62</u>				

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
Ephemoptera	<i>Cloeon dipterum</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	<u>0.3</u>	k.A.	Face value	K1	van Wijngaarden et al. 1993 zitiert in Giddings et al. 2014
Heteroptera	<i>Corixa punctata</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	<u>2</u>	k.A.	Face value	K1	van Wijngaarden et al. 1993 zitiert in Giddings et al. 2014
Trichoptera	<i>Molanna angustata</i>	Mortalität Larven	48	h	LC50	>	34.2	k.A.	Face value	K1	Rubach et al. 2011 zitiert in Giddings et al. 2014
Heteroptera	<i>Notonecta maculata</i>	Mortalität adulte	96	h	LC50	=	<u>7.97</u>	k.A.	Face value	K1	Rubach et al. 2011 zitiert in Giddings et al. 2014
Lepidoptera	<i>Paraponyx stratiotata</i>	Mortalität adulte	96	h	LC50	=	<u>27</u>	k.A.	Face value	K1	Rubach et al. 2011 zitiert in Giddings et al. 2014
Heteroptera	<i>Plea minutissima</i>	Mortalität adulte	96	h	LC50	=	<u>1.98</u>	k.A.	Face value	K1	Rubach et al. 2011 zitiert in Giddings et al. 2014
Heteroptera	<i>Ranatra linearis</i>	Mortalität adulte	96	h	LC50	=	<u>4.5</u>	k.A.	Face value	K1	Rubach et al. 2011 zitiert in Giddings et al. 2014
Megaloptera	<i>Sialis lutaria</i>	Mortalität Larven	96	h	LC50	>	300	k.A.	Face value	K1	Rubach et al. 2011 zitiert in Giddings et al. 2014
Simuliidae	<i>Simulium vittatum</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	<u>0.28</u>	k.A.	Face value	K1	Overmyer et al. 2003 zitiert in Giddings et al. 2014
Mollusca	<i>Aplexa hypnorum</i>	Mortalität adulte	96	h	LC50	>	806	k.A.	Face value	K1	Phipps and Holcombe 1985 zitiert in Giddings et al. 2014
Mollusca	<i>Lampsilis siliquoidea</i>	Mortalität juvenile	96	h	LC50	=	<u>250</u>	k.A.	Face value	K1	Bringolf et al. 2007 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	25	k.A.	Face value	K1	Bowman zitiert in Europäische Kommission 2005b
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität juvenile	96	h	LC50	=	<u>8</u>	k.A.	Face value	K1	Holcombe et al. 1982 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität juvenile	96	h	LC50	=	<u>9</u>	k.A.	Face value	K1	Phipps and Holcombe 1985

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
											zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität juvenile geom MW	96	h	LC50	=	8.5				
Fische	<i>Oryzias latipes</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	250	k.A.	Face value	K1	Rice et al. 1997 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Rutilus rutilus</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	250	k.A.	Face value	K1	Douglas und Bell zitiert in Europäische Kommission 2005b
Fische	<i>Rutilus rutilus</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	250	k.A.	Face value	K1	Douglas and Bell 1985a zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Leuciscus idus</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	10	k.A.	Face value	K1	Douglas und Bell zitiert in Europäische Kommission 2005b
Fische	<i>Leuciscus idus</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	10	k.A.	Face value	K1	Douglas and Pell 1985b zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Opsanus beta</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	520	k.A.	Face value	K1	Clark et al. 1985 zitiert in Europäische Kommission 2005b
Fische	<i>Opsanus beta</i>	Mortalität juvenile	96	h	LC50	=	520	k.A.	Face value	K1	Hansen et al. 1986 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	140	k.A.	Face value	K1	Jarvinen und Tanner zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Mortalität <24h	96	h	LC50	=	140	k.A.	Face value	K1	Jarvinen et al. 1988 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Mortalität <24h	96	h	LC50	=	120	k.A.	Face value	K1	Jarvinen and Tanner 1982 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Mortalität <24h geom MW	96	h	LC50	=	130				
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Mortalität 31-32d	96	h	LC50	=	203	k.A.	Face value	K1	Holcombe et al. 1982 zitiert in

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
											Giddings et al. 2014
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	542	k.A.	Face value	K1	Phipps and Holcombe 1985 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Poecilia reticulata</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	<u>7.2</u>	k.A.	Keine Analytik ; QA/QC = 1	K3	De Silva and Samayawardhena 2002 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Pungitius pungitius</i>	Mortalität adulte	96	h	LC50	=	<u>4.7</u>	k.A.	Face value	K1	van Wijngaarden et al. 1993 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Carassius auratus</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	806	k.A.	Face value	K1	Phipps and Holcombe 1985 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Gambusia affinis</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	<u>298</u>	k.A.	Face value	K3	Rao et al. 2005 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	<u>8.5</u>	k.A.	Face value	K1	van Wijngaarden et al. 1993 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Ictalurus punctatus</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	<u>806</u>	k.A.	Face value	K1	Phipps and Holcombe 1985 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Lepomis macrochirus</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	<u>1.78</u>	k.A.	Face value (Renewal) – bevorzugt, da deutlich tiefer bei analytischer Überprüfung der Testkonzentration	K1	Wacksman et al. 2006
Fische	<i>Lepomis macrochirus</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	10	k.A.	Face value (Durchfluss)	K1	Phipps and Holcombe 1985 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Sander vitreus</i>	Mortalität Post larv II	48	h	LC50	=	12	k.A.	Face value	K1	Phillips et al. 2002 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Sander vitreus</i>	Mortalität Post larv II	48	h	LC50	=	13	k.A.	Face value	K1	Phillips et al. 2002 zitiert in Giddings et al. 2014

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
Fische	<i>Sander vitreus</i>	Mortalität Post larv II geom MW	48	h	LC50	=	12.5				
Fische	<i>Sander vitreus</i>	Mortalität Post larv I	48	h	LC50	=	24	k.A.	Face value	K1	Phillips et al. 2002 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Sander vitreus</i>	Mortalität Post larv I	48	h	LC50	=	29	k.A.	Face value	K1	Phillips et al. 2002 zitiert in Giddings et al. 2014
Amphibien	<i>Lithobates clamitans</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	236	k.A.	Face value	K1	Wacksman et al. 2006 zitiert in Giddings et al. 2014
Amphibien	<i>Rana dalmatina</i>	Mortalität (G25)	96	h	LC50	=	5174	k.A.	Face value	K1	Bernabò et al. 2011 zitiert in Giddings et al. 2014
Amphibien	<i>Rhinella arenarum</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	1.46	99%	0.3% Aceton	R3 C1	Liendro et al. 2015
Amphibien	<i>Xenopus laevis</i>	Mortalität (G35)	96	h	LC50	=	115	k.A.	Face value	K1	Wacksman et al. 2006 zitiert in Giddings et al. 2014
Amphibien	<i>Xenopus laevis</i>	Mortalität (G45)	96	h	LC50	=	156	k.A.	Face value	K1	Wacksman et al. 2006 zitiert in Giddings et al. 2014
<b>akute Daten marin</b>											
Amphipoda	<i>Gammarus palustris</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	0.19	k.A.	Face value ; semi-statischer Test ; LC50 statischer Test 0.3	K1	Leight and Dolah 1999 zitiert in Giddings et al. 2014
Copepoda	<i>Amphiascus tenuiremis</i>	Mortalität adulte Männchen	96	h	LC50	=	0.61	k.A.	Face value	K1	Bejarano et al. 2005 zitiert in Giddings et al. 2014
Copepoda	<i>Amphiascus tenuiremis</i>	Mortalität adulte Weibchen	96	h	LC50	=	3.56	k.A.	Face value	K1	Bejarano et al. 2005 zitiert in Giddings et al. 2014
Decapoda	<i>Palaemonetes pugio</i>	Mortalität <24h	96	h	LC50	=	0.15	k.A.	Keine Analytik ; QA/QC code 1	K3	Key and Fulton 2006 zitiert in Giddings et al. 2014
Decapoda	<i>Palaemonetes pugio</i>	Mortalität adulte	96	h	LC50	=	0.15	k.A.	Keine Analytik, QA/QC code 1	K3	Key and Fulton 2006 zitiert in Giddings et al. 2014
Mysidae	<i>Siriella armata</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	0.128	k.A.		C3	Perez et al. 2015

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
Cnidaria	<i>Aurelia aurita</i>	Immobilisierung	48	h	EC50	=	0.17	k.A. / 32	Statisch, keine Angabe über Analytik	R4, C1	Costa et al. 2015
Fische	<i>Cyprinodon variegatus</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	>	76	k.A.	Face value	K1	Surprenant zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Cyprinodon variegatus</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	<u>136</u>	k.A.	Face value	K1	Clark et al. 1985 zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Leuresthes tenuis</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	<u>1.3</u>	k.A.	Face value	K1	Clark et al. 1985 zitiert in Europäische Kommission 2005b
Fische	<i>Menidia beryllina</i>	Mortalität juvenile	96	h	LC50	=	<u>4.2</u>	k.A.	Face value	K1	Clark et al. 1985 zitiert in Europäische Kommission 2005 b & Giddings et al. 2014
Fische	<i>Menidia menidia</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	<u>1.7</u>	k.A.	Face value	K1	Clark et al. 1985 zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Menidia menidia</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	1.7	k.A.	Face value	K1	Schimmel et al. 1983 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Menidia peninsulæ</i>	Mortalität juvenile	96	h	LC50	=	<u>1.3</u>	k.A.	Face value	K1	Clark et al. 1985 zitiert in Europäische Kommission 2005b und Giddings et al. 2014
<b>chronische und subchronische Daten limnisch</b>											
Algen	k.A.	k.A.	48	h	NOEC	=	100	k.A.	Face value	K1	Walsh 1983 (IIA, 8.2.7/01) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Algen	k.A.	k.A.	72	h	NOEC	≥	100	k.A.	Face value	K1	keine Autorenangabe zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Algen	Algengemeinschaft	Änderung der Zusammensetzu	17	d	NOEC	<	<u>1.2</u>	k.A.	Face value	K4	Brown et al. 1976. Bull.

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
		ng									Environ. Contam. Toxicol. 15 (4):437-441 (IIA 8.2.7/01) zitiert in (Europäische Kommission 2005 b)
Brachiopoda	<i>Daphnia magna</i>	Life Cycle	21	d	NOEC	=	0.04	97.1		K4	US EPA 2015 Studiendatum 1979
Amphipoda	<i>Hyalella azteca</i>	Mortalität	10	d	NOEC	=	0.0313	>99.5	Semi-statisch; mit künstlichem Substrat; Test Konzentration analytisch überprüft (0.01% MeOH)	R2 C1	Hasenbein et al. 2015 b
Amphipoda	<i>Hyalella azteca</i>	Wachstum (Gewicht)	10	d	NOEC	=	<u>0.0122</u>	>99.5	Semi-statisch; mit künstlichem Substrat; Test Konzentration analytisch überprüft (0.01% MeOH)	R2 C1	Hasenbein et al. 2015 b
Insekten	<i>Chironomus dilutus</i>	Mortalität	10	d	NOEC	=	0.362	>98	Semi-statisch; mit Sediment, aber Konzentration nur in der Wasserphase und nicht im Sediment gemessen; sonst R2 (0.05% MeOH)	R3 C1	Hasenbein et al. 2015 a
Insekten	<i>Chironomus dilutus</i>	Mortalität	10	d	NOEC	=	0.204	>99.5	Semi-statisch; mit Sediment, aber Konzentration nur in der Wasserphase und nicht im Sediment gemessen; sonst R1 (0.01% MeOH)	R3 C1	Hasenbein et al. 2015 b
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Life Cycle	238	d	NOEC	=	0.568	99.7		K4	US EPA 2015 Studiendatum 1993
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Early Life Stage	32	d	NOEC	=	1.6	Tech		K4	US EPA 2015 Studiendatum 1982
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Mortalität	k.A.	k.A.	NOEC	=	1.6	k.A.	Face value	K1	Jarvinen und Tanner zitiert in Europäische Kommission 2005 b



**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Mortalität	k.A.	k.A.	NOEC	=	0.568	k.A.	Face value	K1	Mayes zitiert in Europäische Kommission 2005b
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Mortalität (geometrischer Mittelwert)	k.A.	k.A.	NOEC	=	0.95				
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Wachstum	k.A.	k.A.	NOEC	=	3.02	k.A.	Face value	K1	Norberg-King 1989 zitiert in Europäische Kommission 2005b
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Wachstum	k.A.	k.A.	NOEC	=	7.08	k.A.	Face value	K1	Jarvinen et al. Ecotox. And Environ. Safety 15, 78-95, 1988 (IIA, 8.2.2.1/02) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Deformationen	k.A.	k.A.	NOEC	=	1.29	k.A.	Face value	K1	Jarvinen et al. Ecotox. And Environ. Safety 15, 78-95, 1988 (IIA, 8.2.2.1/02) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Reproduktion	k.A.	k.A.	NOEC	=	0.27	k.A.	Face value	K1	Jarvinen et al. Ecotox. And Environ. Safety 7, 423-434, 1983 (IIA, 8.2.2.2/01) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Wachstum der 2. Generation	k.A.	k.A.	NOEC	<	0.12	k.A.	Face value	K1	Jarvinen et al. Ecotox. And Environ. Safety 7, 423-434, 1983 (IIA, 8.2.2.2/01) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Menidia beryllina</i>	Mortalität	k.A.	k.A.	NOEC	=	0.75	k.A.	Face value	K1	Goodman zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Menidia menidia</i>	Mortalität	k.A.	k.A.	NOEC	=	0.28	k.A.	Face value	K1	Goodman zitiert in Europäische Kommission 2005 b

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
Fische	<i>Menidia peninsulae</i>	Mortalität	k.A.	k.A.	NOEC	=	<u>0.38</u>	k.A.	Face value	K1	Goodman zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität, Wachstum, Verhalten, Farbe, Ernährung, Verlust des Gleichgewichtes	k.A.	k.A.	NOEC	=	<u>0.51</u>	k.A.	Face value	K1	Adema zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Tilapia mossambica</i>	Nahrungsaufnahme (Rate) und Biomasse Fischlarven	k.A.	k.A.	NOEC	=	5	k.A.	Face value	K1	Mani and Konar 1988 zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Amphibien	<i>Rhinella arenarum</i>	Misbildungen	24	h	NOEC	=	11	99%	0.3% Aceton	C3	Sotomayor et al. 2015
<b>chronische und subchronische Daten marin</b>											
Malacostraca	<i>Americamysis bahia</i> (vormals <i>Mysidopsis bahia</i> )	k.A.	35	d	NOEC	=	4.6	k.A.	vermutlich Übertragungsfehler (akute LC50 Werte für Krebstiere und Insekten reichen von 0.035 bis 8 µg/L)	K3	Anonymus zitiert in (Europäische Kommission 2005b) und (Europäische Kommission 2005a)
Malacostraca	<i>Americamysis bahia</i> (vormals <i>Mysidopsis bahia</i> )	Überleben der ersten Generation	k.A.	k.A.	NOEC	=	<u>0.0046</u>	k.A.	Face value	K1	Sved et al, 103 <sup>o</sup> -103C, 1/29/93 (IIA, 8.2.5/01) zitiert in (Europäische Kommission 2005b) und (EFSA 1999)
Malacostraca	<i>Americamysis bahia</i> (vormals <i>Mysidopsis bahia</i> )	Life Cycle	35	d	NOEC	<	0.0046	99.7		K4	US EPA 2015 Studiendatum 1993
Fische	<i>Leuresthes tenuis</i>	Embryo Mortalität	35	d	NOEC	=	<u>0.14</u>	k.A.	Face value	K1	Goodman zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Leuresthes tenuis</i>	Mortalität	k.A.	k.A.	NOEC	=	0.28	k.A.	Face value	K1	Goodman zitiert in Europäische Kommission 2005 b
<b>Tests mit Formulierungen</b>											
<b>diverse</b>											
<b>akute Daten</b>											
Algen	k.A.	k.A.	96	h	EC50	=	480	k.A.	Face value	K1	Douglas et al, DWC 538/891942,

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
											3/2/90 (IIA, 8.2.6/01) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Algen	k.A.	k.A.	72	h	EC50	=	3400	k.A.	Face value	K1	Bell DWC 693/941028, 7/29/94 (IIIA, 10.2.3) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Algen	k.A.	k.A.	72	h	EC50	=	46	k.A.	Face value	K1	Bellet al., DWC 721(a)950719, 11/10/95 (IIIA, 10.2.1.3) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Algen	k.A.	k.A.	72	h	EC50	=	1360	k.A.	Face value	K1	van der Kolk, J., 96-119-1020, 2/19/96 (IIIA, 10.2.5/01) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Algen	<i>Bellerochea polymorpha</i>	Wachstum	48	h	EC50	=	240	k.A.	Keine Analytik	K3	Walsh et al. 1988 zitiert in Giddings et al. 2014
Algen	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	Wachstumsrate	96	h	EC50	=	769	k.A.	Keine Analytik	K3	DeLorenzo and Serrano 2003 zitiert in Giddings et al. 2014
Algen	<i>Isochrysis galbana</i>	Wachstum	96	h	EC50	=	138	k.A.	Keine Analytik	K3	Borthwick and Walsh 1981 zitiert in Giddings et al. 2014
Algen	<i>Scenedesmus bijugatus</i>	Mortalität	10	d	LC50	=	<u>2000</u>	k.A.	Keine Analytik	K3	Pal et al. 1999 zitiert in Giddings et al. 2014
Algen	<i>Skeletonema costatum</i>	Wachstum	96	h	EC50	=	255	k.A.	Keine Analytik	K3	Borthwick and Walsh 1981 zitiert in Giddings et al. 2014
Algen	<i>Skeletonema costatum</i>	Wachstum	96	h	EC50	=	289	k.A.	Keine Analytik	K3	Borthwick and Walsh 1981 zitiert in Giddings et al. 2014
Algen	<i>Skeletonema costatum</i>	Wachstum	96	h	EC50	=	297	k.A.	Face value Keine Analytik	K3	Borthwick and Walsh 1981

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
											zitiert in Giddings et al. 2014
Algen	<i>Skeletonema costatum</i>	Wachstum	96	h	EC50	=	326	k.A.	Keine Analytik	K3	Borthwick and Walsh 1981 zitiert in Giddings et al. 2014
Algen	<i>Skeletonema costatum</i>	Wachstum	96	h	EC50	=	328	k.A.	Keine Analytik	K3	Borthwick and Walsh 1981 zitiert in Giddings et al. 2014
Algen	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	Wachstum	96	h	EC50	=	148	k.A.	Keine Analytik	K3	Borthwick and Walsh 1981 zitiert in Giddings et al. 2014
Branchiopoda	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	0.032	k.A.	Face value	K1	Douglas DWC 653(a)/931708, 6/29/93 (IIIA, 10.2.2/02) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Branchiopoda	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	0.26	k.A.	Face value	K1	Bell et al., DWC 721(b)/950720, 8/24/95 (IIIA, 10.2.1.2) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Branchiopoda	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	0.314	k.A.	Face value	K1	Van der Kolk 96- 118-1020, 2/14/96 (IIIA, 10.2.2/01) zitiert in Europäische Kommission b 2005
Chaoboridae	<i>Chaoborus obscuripes</i>	Mortalität Larven	96	h	LC50	=	6.6	k.A.	Face value	K1	van Wijngaarden et al. 1993 zitiert in Giddings et al. 2014
Decapoda	<i>Eriocheir sinensis</i>	Mortalität Juvenile	96	h	LC50	=	23	k.A.	Face value	K1	Li et al. 2006 zitiert in Giddings et al. 2014
Decapoda	<i>Eriocheir sinensis</i>	Mortalität Juvenile	96	h	LC50	=	24	k.A.	Face value	K1	Li et al. 2006 zitiert in Giddings et al. 2014
Decapoda	<i>Eriocheir sinensis</i>	Mortalität Juvenile geom MW	96	h	LC50	=	23				
Decapoda	<i>Eriocheir sinensis</i>	Mortalität Embryo	96	h	LC50	=	28	k.A.	Face value	K1	Li et al. 2006 zitiert in

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
											Giddings et al. 2014
Decapoda	<i>Eriocheir sinensis</i>	Mortalität Embryo	96	h	LC50	=	55	k.A.	Face value	K1	Li et al. 2006 zitiert in Giddings et al. 2014
Amphipoda	<i>Gammarus lacustris</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	0.11	k.A.	Face value	K1	Mayer and Ellersieck 1986 zitiert in Giddings et al. 2014
Decapoda	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Mortalität 9-10 mm	48	h	LC50	=	0.3	k.A.	Face value	K1	Satapornvanit et al. 2009 zitiert in Giddings et al. 2014
Mysida	<i>Neomysis integer</i>	Mortalität adulte	96	h	LC50	=	0.13	k.A.	Face value	K1	Roast et al. 1999 zitiert in Giddings et al. 2014
Mysida	<i>Neomysis integer</i>	Mortalität <24h	96	h	LC50	=	0.19	k.A.	Face value	K1	Roast et al. 1999 zitiert in Giddings et al. 2014
Chironomidae	<i>Chironomus riparius</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	0.09	k.A.	Face value	K1	Hoofman et al. 1993 zitiert in Giddings et al. 2014
Chironomidae	<i>Chironomus riparius</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	0.34	k.A.	Face value	K1	Hoofman et al. 1993 zitiert in Giddings et al. 2014
Chironomidae	<i>Chironomus riparius</i>	Mortalität geom MW	96	h	LC50	=	0.18				
Ephemoptera	<i>Deleatidium sp.</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	0.05	k.A.	Face value	K1	Boonthai et al. 2000 zitiert in Giddings et al. 2014
Heteroptera	<i>Sigara arguta</i>	Mortalität Nymphen	48	h	LC50	=	2.16	k.A.	Face value	K1	Boonthai et al. 2000 zitiert in Giddings et al. 2014
Odonata	<i>Xanthocnemis zealandica</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	8.4	k.A.	Face value	K1	Boonthai et al. 2000 zitiert in Giddings et al. 2014
Rotatoria	<i>Brachionus calyciflorus</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	12000	k.A.	Face value	K1	Snell and Moffat 1992 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Aphanius iberus</i>	Mortalität adulte	72	h	LC50	=	18	k.A.	Face value	K1	Varo et al. 2000 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Atherinops affinis</i>	Mortalität 7d	96	h	LC50	=	4.5	k.A.	Face value	K1	Hemmer et al. 1992 zitiert in

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
											Giddings et al. 2014
Fische	<i>Atherinops affinis</i>	Mortalität 28d	96	h	LC50	=	5.5	k.A.	Face value	K1	Hemmer et al. 1992 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Cyprinus carpio</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	8	k.A.	Face value	K1	De Mel and Pathiratne 2005 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Fundulus heteroclitus</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	4.65	k.A.	Face value	K1	Thirugnanam and Forgash 1977 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	3	k.A.	Face value	K1	Alexander und Batchelder zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Lepomis macrochirus</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	3.3	k.A.	Face value	K1	Alexander und Batchelder zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Ictalurus punctatus</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	13.4	k.A.	Face value	K1	Alexander und Batchelder zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	18	k.A.	Face value	K1	Bell et al. zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	43.5	k.A.	Face value	K1	Van der Kolk zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	8	k.A.	Face value	K1	Holcombe et al. zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	203	k.A.	Face value	K1	Holcombe et al. zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Anguilla anguilla</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	0.54	k.A.	Face value	K1	Ferrando et al. zitiert in Europäische Kommission 2005 b

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

Sammelbezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Keine Angabe	k.A.	k.A.	EC50	=	120	k.A.	Face value	K1	Jarvinen und Tanner zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Leuresthes tenuis</i>	Mortalität (14d)	96	h	LC50	=	0.9	k.A.	Face value	K1	Borthwick et al. 1985 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Melanotaenia fluviatilis</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	122	k.A.	Face value	K1	Kumar et al. 2010 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Menidia menidia</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	0.5	k.A.	Face value	K1	Borthwick et al. 1985 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Oncorhynchus clarki</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	5.4	k.A.	Face value	K1	Mayer and Ellersieck 1986 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Oncorhynchus clarki</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	13.4	k.A.	Face value	K1	Mayer and Ellersieck 1986 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Oncorhynchus clarki</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	18.4	k.A.	Face value	K1	Mayer and Ellersieck 1986 zitiert in Giddings et al. 2014
Fische	<i>Oncorhynchus clarki</i>	Mortalität geom MW	96	h	LC50	=	11.0				
Fische	<i>Salvelinus namaycush</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	244	k.A.	Face value	K1	Mayer and Ellersieck 1986 zitiert in Giddings et al. 2014
Amphibien	<i>Hoplobatrachus tigerinus</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	19	k.A.	Face value	K1	Abbasi and Soni 1991 zitiert in Giddings et al. 2014
Amphibien	<i>Pseudacris regilla</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	122	k.A.	Face value	K1	Kerby 2006 zitiert in Giddings et al. 2014
Amphibien	<i>Rana boylei</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	205	k.A.	Face value	K1	Kerby 2006 zitiert in Giddings et al. 2014
Amphibien	<i>Rana limnocharis</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	2401	k.A.	Face value	K1	Pan and Liang 1993 zitiert in Giddings et al. 2014

chronische und subchronische Daten

**EFFEKTDATENSAMMLUNG**

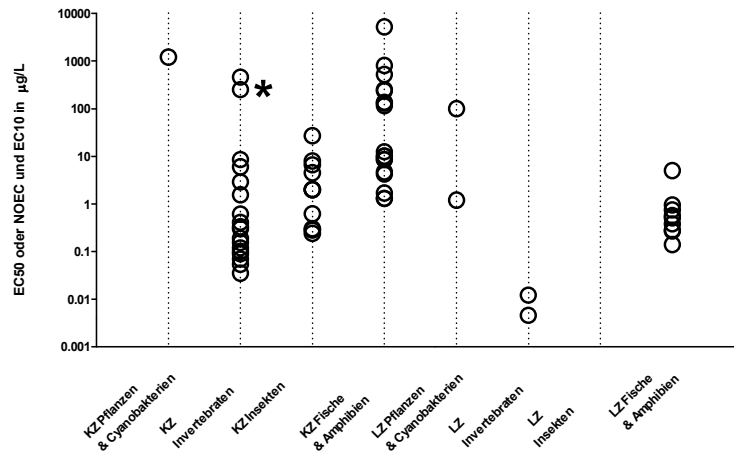
Sammelbezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
Algen	k.A.	k.A.	96	h	NOEC	=	43	k.A.	Face value	K1	Douglas et al, DWC 538/891942, 3/2/90 (IIA, 8.2.6/01) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Algen	k.A.	k.A.	72	h	NOEC	=	2200	k.A.	Face value	K1	Bell DWC 693/941028, 7/29/94 (IIIA, 10.2.3) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Algen	k.A.	k.A.	72	h	NOEC	=	27	k.A.	Face value	K1	Bell et al., DWC 721(a)950719, 11/10/95 (IIIA, 10.2.1.3) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Algen	k.A.	k.A.	72	h	NOEC	=	63	k.A.	Face value	K1	van der Kolk 96-119-1020, 2/19/96 (IIIA, 10.2.5/01) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Krebstiere	Daphnia magna	Mortalität oder Reproduktion	k.A.	k.A.	NOEC	=	0.056	k.A.	Face value	K1	Adema and De Ruiter R89/231, 1/30/90 (IIA, 8.2.5/02) zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Missbildungen	k.A.	k.A.	NOEC	=	1.29	k.A.	Face value	K1	Jarvinen et al. 1983 zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Verminderung des Wachstums	k.A.	k.A.	NOEC	=	7.08	k.A.	Face value	K1	Jarvinen et al. 1983 zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Reproduktion	k.A.	k.A.	NOEC	=	0.27	k.A.	Face value	K1	Jarvinen et al. 1983 zitiert in Europäische Kommission 2005 b
Fische	<i>Pimephales promelas</i>	Wachstum der F2 Generation	k.A.	k.A.	NOEC	<	0.12	k.A.	Face value	K1	Jarvinen et al. 1983 zitiert in Europäische Kommission 2005 b



EFFEKTDATENSAMMLUNG											
Sammel- bezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Wert (µg/l)	Reinheit (%) / Salinität (‰)	Notiz	Validität	Referenz
Mikro- und Mesokosmen											
Siehe Anhang											

- A gemessene Testkonzentrationen für Effektbestimmung verwendet
- B nominale Testkonzentrationen für Effektbestimmung verwendet, gemessene Wiederfindung  $\pm 20\%$  der Nominalen
- C nominale Testkonzentrationen für Effektbestimmung verwendet
- D keine Angabe darüber ob nominale oder gemessene Konzentration verwendet wurde
- E selbst berechneter Wert (estimated) (Grund? Wie?)
- F Durchfluss
- G wurde im DAR als nicht zuverlässig eingestuft
- R semi-statisch
- S statisch

## 5 Graphische Darstellung der Effektdaten

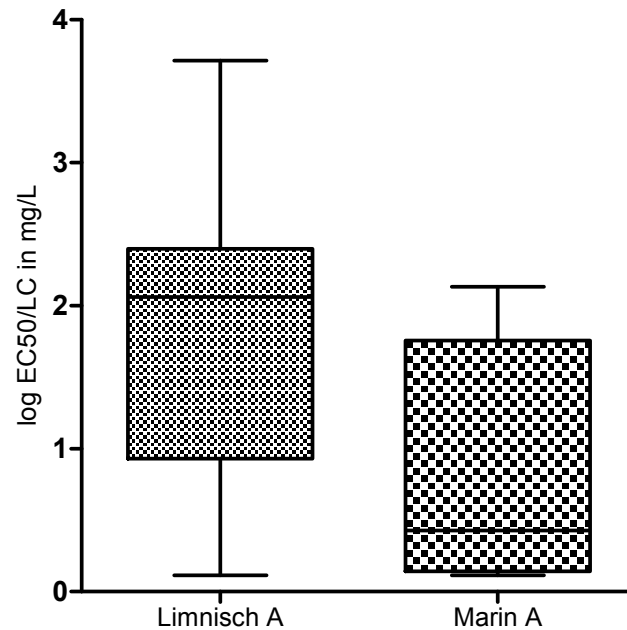


**Abbildung 1:** Grafische Darstellung aller validen Kurzzeit (KZ)- und Langzeit (LZ)-Effektdaten aus Tabelle 4 für Chlorpyrifos. Die Standardabweichung der logarithmierten LC/EC50-Werte beträgt 1.32. Bis auf den mit einem „\*“ gekennzeichneten Wert (für eine Molluskenart) handelt es sich bei den Invertebraten ausnahmslos um Krebstiere.

Aus Abbildung 1 kann man sehen, dass besonders Invertebraten und Fische empfindlich für Chlorpyrifos sind. Dies stimmt mit dem Wirkmechanismus überein. Leider gibt es für Invertebraten nur sehr wenig chronische Daten, obwohl sie die empfindlichste Gruppe zu sein scheinen.

### 5.1 Vergleich marine/limnische Organismen

Es sind zu wenig marine Daten vorhanden um beurteilen zu können, ob sich die marinen Daten statistisch signifikant von den limnischen Daten unterscheiden. Einzig für die akute Toxizität von Chlorpyrifos auf Fische ist ein Vergleich möglich. Dieser zeigt keine statistisch signifikanten Unterschiede auf (Abb. 2).



**Abbildung 2:** Vergleich akute marine und limnische Daten für Fische. Gemäss Mann-Whitney-Test sind die Daten nicht signifikant unterschiedlich ( $P=0.0714$ ).

Für den Mann-Whitney Test benötigt man mindestens 3 Datenpunkte pro Gruppe. Für Krebstiere sind jedoch nur valide und relevante Daten für zwei (akut) bzw. eine (chronisch) marine Arte(n) vorhanden. Daher wurden die marinen und limnischen Effektdaten für die folgende EQS-Ableitung zusammengeführt.

## 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, Krebstiere (Malacostraca und Brachiopoda) und Fische vor (Tabelle 5).

**Tabelle 5:** Übersicht zu den kritischen Toxizitätswerten für Wasserorganismen aus längerfristigen Untersuchungen für Chlorpyrifos.

Gruppe	Art	Wert	Konz. In µg/L	Referenz
Algen	<i>keine Angabe</i>	NOEC	100	Walsh 1983 zitiert in Europäische Kommission 2005b
Kleinkrebse (Malacostraca)	<i>Americamysis bahia</i> (vormals <i>Mysidopsis bahia</i> )	NOEC	0.0046	Sved, D. et al. zitiert in (Europäische Kommission 2005b) und (EFSA 1999)
Fische	<i>Leuresthes tenuis</i>	NOEC	0.14	Goodman zitiert in Europäische Kommission (2005b)
Kleinkrebse (Amphipoda)	<i>Hyalella azteca</i>	NOEC	0.012	Hasenbein et al. (2015b)

Wie man aus Tabelle 4 sieht, sind Kleinkrebse besonders empfindlich für Chlorpyrifos. Der tiefste belastbare Endpunkt ist der NOEC von 0.0046 µg/l für die estuarine Art *Americamysis bahia* (vormals *Mysidopsis bahia*). Da diese Art ein Vertreter der empfindlichsten Organismengruppe ist, kann ein Sicherheitsfaktor von 10 gewählt werden. Damit ergibt sich folgender AA-EQS

$$\text{AA-EQS (AF)} = 0.0046 \mu\text{g/L} / 10 = \mathbf{0.00046 \mu\text{g/L}} = \mathbf{0.46 \text{ ng/L}}$$

### 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 geeigneten Mikro- oder Mesokosmosstudien vorhanden um ein AA-EQS basierend auf Mikro-/Mesokosmosstudien abzuleiten. Die meisten Mesokosmosstudien in Giddings et al. (2014) wurden mit Formulierungen durchgeführt. Einzig die Studie von Ward et al. (1995) (21 d „Chemspray“ mit den beiden Testkonzentrationen 0.1 und 0.5 µg/l) wurde vermutlich mit technischem Chlorpyrifos durchgeführt. Zusammen mit van den Brink et al. (1995) (7 Wochen mit der Formulierung Dursban 4E bei nur einer Konzentration von 0.1 µg/l), und Zafar et al. (2011) (21 Tage, 480 g AI pro Liter EC bei nur einer Konzentration von 0.1 µg/l) war dies auch die einzige Studie, in der Chlorpyrifos kontinuierlich dosiert wurde.

In allen drei Studien wurden bei 0.1 µg/l Effekte beobachtet und Giddings et al. (2014) geben für van den Brink et al. (1995) und Zafar et al. (2011) „NOAEC“ von 0.1 µg/l an.

Die Studie von Zafar et al. (2011) ist die jüngste Studie, in der Chlorpyrifos kontinuierlich bei 0.1 µg/l dosiert wurde. Sie erschien erst nach der letzten WFD EQS-Herleitung für Chlorpyrifos (2003-2005). Es wurden drei Szenarien getestet, die alle eine „time-weighted average concentration“ (TWA) von 0.1 µg/l Chlorpyrifos darstellten: 0.9 µg/l als Einzelapplikation (21 d TWA = 0.126 µg/l), drei Applikationen à 0.3 µg/l (21 d TWA = 0.116 µg/l) und eine kontinuierliche Exposition bei 0.1 µg/l (21 d TWA = 0.098 µg/l). In allen drei Szenarien wurden signifikante Effekte auf die Abundanz des Amphipoden *Gammarus pulex* und des Ephemopteren *Cloeon dipterum* (hier mit Ausnahme der kontinuierlichen Exposition) beobachtet.

Im TGD for EQS steht zur Bestimmung der relevanten Expositionskonzentration bei der Auswertung von Mikro- und Mesokosmen-Experimenten:

*“The following points are particularly important:*

- 1. For QSfw, eco derivation, exposure in the test system must be properly characterised. Therefore a prerequisite for using a field or mesocosm study is that the concentration of the substance is measured over the course of the experiment so that time-weighted average concentrations (TWA) within a well-defined time window can be calculated for persistent active ingredients.*
- 2. All effects observed (and all NOECs derived), must be related to the respective TWA concentration. It is not acceptable to use the initial concentration as the basis for assessment unless there is evidence that this level of exposure has been maintained.*
- 3. This means that, for QSfw, eco derivation, mesocosm studies with rapidly dissipating compounds (with half-lives of hours) cannot be used unless steps have been taken to replenish the test substance at intervals consistent with the substance's half-life in the environment. For experiments with a repeated pulse application it should be evaluated on a case-by-case basis whether long-term exposure can be considered to be maintained.*
- 4. In risk assessment of plant protection products, the potential for recovery following removal of the chemical stressor is normally taken into account. This principle does not apply in QS derivation i.e. a temporary impact is not normally tolerated, especially when deriving a QSfw, eco which is intended to protect against long-term exposure when recovery conditions might never actually occur.”*

Nach dieser Definition sollte man aus der Zafar-Studie den NOEC für die kontinuierliche Exposition verwenden. **Der NOEC für Chlorpyrifos ist damit klar <0.1 µg/l.**

In der Studie von Lopez-Mancisidor et al. (2008a) wurde die Formulierung Chas 48 EC (48% w/v chlorpyrifos, Agrodan, Madrid Spain) in 4 Pulsen im Abstand von 1 Woche appliziert. Die Autoren bestimmten den NOEC als 0.012 µg/L (tiefste „time-weighted-average“ Konzentration über 7 Tage). Aus Abbildung 1 dieser Studie geht aber hervor, dass ein Verlust über 7 Tage im Bereich von 80% und mehr auftrat. Die NOEC bestimmende Art war *Daphnia galeata*, die während der 4 wöchigen Exposition NOECs von 0.012 und 0.074

µg/L zeigte. Wie in Kapitel 8.2 gezeigt, gehören neben den Branchiopoda (*Daphnia galeata*) auch Amphipoda zu den besonders empfindlichen Arten. Während Branchiopoda eine recht kurze Reproduktionszeit haben, ist diese bei Amphipoda ungleich länger. Es kann somit nicht ausgeschlossen werden, dass die chronische Toxizität für Amphipoda höher gewesen wäre, da sie während dieses Expositionsregimes keine Möglichkeit zur „Erholung“ der Population gehabt hätten. Die schwankenden NOEC für *D. galeata* deuten darauf hin, dass sich die Daphnien-Population zumindest zum Teil zwischen den Pulsen durch Reproduktion erholen konnte. Daher wurde diese Studie als nicht relevant für die Bestimmung des AA-EQS eingeschätzt. Es liegt somit kein NOEC aus Mikro- und Mesokosmen-Studien vor, anhand dessen man einen AA-EQS herleiten könnte.

## 8 Akute Toxizität

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

Es liegen valide EC50-Werte für die Organismengruppen Algen, Krebstiere, Fische, Insekten und Mollusken vor (Tabelle 6).

Tabelle 6: Übersicht der kritischen akuten Toxizitätswerte für Wasserorganismen für Chlorpyrifos.

Gruppe	Spezies	Wert	Konz (µg/L)	Referenz
Algen und Wasserpflanzen	<i>Keine Angabe</i>	EC50	1200	Walsh (1983) zitiert in Europäische Kommission (2005b)
Kleinkrebse (Branchiopoda)	<i>Daphnia ambigua</i>	LC50	0.035	Harmon et al. (2003) zitiert in Giddings et al. (2014)
Fische	<i>Menidia peninsulae &amp; Leuresthes tenuis</i>	LC50	1.3	Clark et al. (1985) zitiert in Giddings et al. 2014
Insekten	<i>Simulium vittatum</i>	LC50	0.28	Overmyer et al. (2003) zitiert in Giddings et al. 2014
Mollusken	<i>Lampsilis siliquoidea</i>	LC50	250	Bringolf et al. (2007) zitiert in Giddings et al. (2014)

**Tabelle 7:** Risikoklassierung der akuten aquatischen Toxizität anhand der niedrigsten gemessenen EC50-Werte (UN 2015).

Risikoklasse	Niedrigster EC50-Wert	Erreichter Wert
nicht eingestuft	>100 mg/L	
3 (schädlich)	>10 mg/L; <100mg/L	
2 (giftig)	<10 mg/L; >1mg/L	
1 (sehr giftig)	< 1mg/L	x

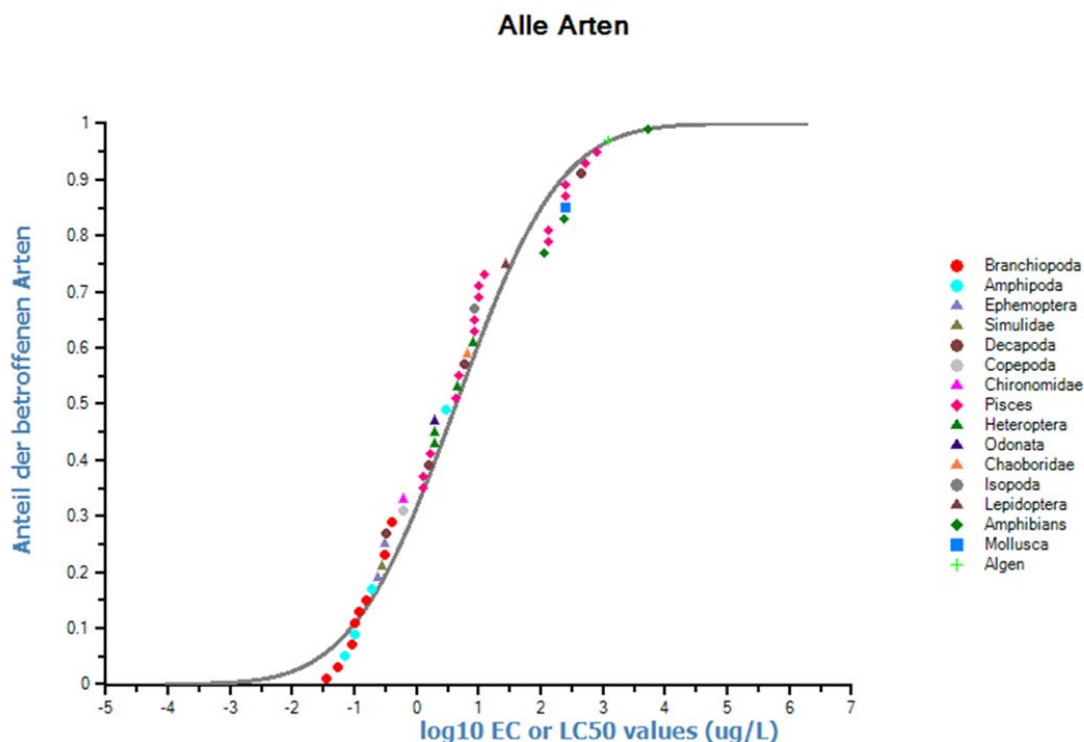
Der empfindlichste belastbare Endpunkt liegt mit 0.035 µg/l für den den Wasserfloh *Daphnia ambigua* vor. Der Standardsicherheitsfaktor von 100 kann gemäss TGD for EQS (Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2011) auf 10 erniedrigt werden, wenn entweder die Standardabweichung der logarithmierten EC50-Werte <0.5 ist (hier 1.32 bezogen auf den kritischen Wert pro Art), oder der Wirkmechanismus bekannt ist und ein repräsentativer Vertreter der empfindlichsten Art im Effektdatensatz mit dem tiefsten Wert vertreten ist. Letzteres ist mit *Daphnia ambigua* gegeben. Es ergibt sich folgender MAC-EQS:

$$\text{MAC-EQS (AF)} = 0.035 \mu\text{g/L} / 10 = \mathbf{0.0035 \mu\text{g/L} = 3.5 \text{ ng/L}}$$

Chlorpyrifos wird nach (UN 2015) als sehr giftig eingestuft (Tabelle 7).

## 8.2 MAC-EQS mit SSD Methode

Es sind genügend verlässliche akute Daten vorhanden um den MAC-EQS mithilfe der SSD-Methode bestimmen zu können. Es sind 7 der geforderten 8 taxonomischen Gruppen im Datensatz enthalten. Es ist kein Vertreter der höheren Pflanzen vorhanden – dies wird aber aufgrund des Wirkmechanismus von Chlorpyrifos als nicht entscheidend angesehen. In Abbildung 3 ist die SSD für die akuten EC50 Werte aller Arten dargestellt. Die zugrundeliegenden Daten sind in Tabelle 8 zusammengefasst.



**Abbildung 3:** SSD basierend auf allen akuten Daten (Krebstier-Arten sind als Punkte dargestellt, Insekten-Arten als Dreiecke, Wirbeltiere als Rauten, Weichtiere (Mollusken) als Quadrate und Algen als Kreuze).

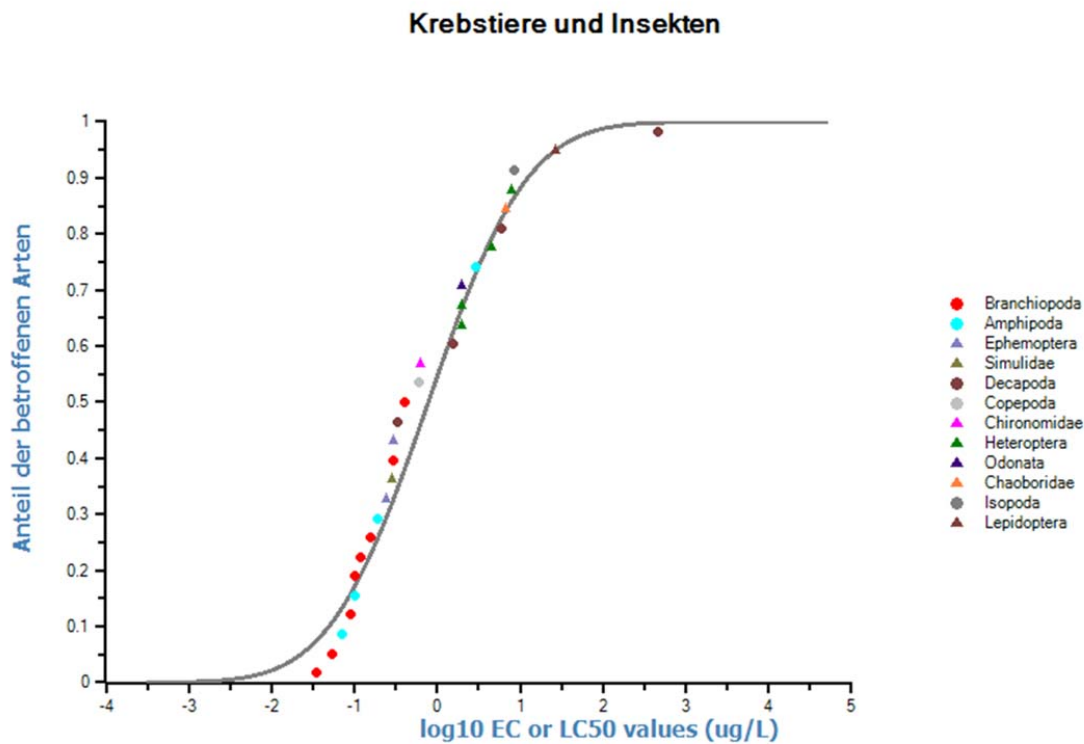
Zwei der drei in ETX 2.0 implementierten Tests auf Normalverteilung zeigen an, dass die Daten nicht normalverteilt sind (Anderson-Darling und Cramer von Mises). Die Krebstiergruppen Branchiopoda, Amphipoda und Copepoda sind die empfindlichsten Taxa. Die Empfindlichkeit der Dekapoda variiert stark und von den Isopoda ist nur ein Vertreter vorhanden. Daher wurde eine SSD für Krebstiere und Insekten gemacht (Abbildung 4).

**Tabelle 8:** Valide akute EC50-Werte für Chlorpyrifos, welche für die SSDs verwendet wurden.

Daten Nummer	Akute EC50-Werte (µg/l)	Spezies	Taxon	Grössere taxonomische Gruppe
1	0.035	<i>Daphnia ambigua</i>	Branchiopoda	Krebstiere
2	0.054	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Branchiopoda	Krebstiere
3	0.07	<i>Gammarus pulex</i>	Amphipoda	Krebstiere
4	0.09	<i>Simocephalus vetulus</i>	Branchiopoda	Krebstiere
5	0.1	<i>Hyalella azteca</i>	Amphipoda	Krebstiere
6	0.1	<i>Moina australiensis</i>	Branchiopoda	Krebstiere
7	0.12	<i>Daphnia pulex</i>	Branchiopoda	Krebstiere
8	0.155	<i>Daphnia carinata</i>	Branchiopoda	Krebstiere
9	0.19	<i>Gammarus palustris</i>	Amphipoda	Krebstiere
10	0.24	<i>Atalophlebia australis</i>	Ephemoptera	Insekten
11	0.28	<i>Simulium vittatum</i>	Simuliidae	Insekten
12	0.3	<i>Daphnia longispina</i>	Branchiopoda	Krebstiere
13	0.3	<i>Cloeon dipterum</i>	Ephemoptera	Insekten
14	0.33	<i>Paratya australiensis</i>	Decapoda	Krebstiere
15	0.41	<i>Daphnia magna</i>	Branchiopoda	Krebstiere
16	0.61	<i>Amphiascus tenuiremis</i>	Copepoda	Krebstiere
17	0.62	<i>Chironomus dilutus</i>	Chironomidae	Insekten
18	1.3	<i>Leuresthes tenuis</i>	Pisces	Wirbeltiere
19	1.3	<i>Menidia peninsulae</i>	Pisces	Wirbeltiere
20	1.55	<i>Procambarus sp</i>	Decapoda	Krebstiere
21	1.7	<i>Menidia menidia</i>	Pisces	Wirbeltiere
22	1.78	<i>Lepomis macrochirus</i>	Pisces	Wirbeltiere
23	1.98	<i>Plea minutissima</i>	Heteroptera	Insekten
24	2	<i>Anax imperator</i>	Odonata	Insekten
25	2	<i>Corixa punctata</i>	Heteroptera	Insekten
26	2.9	<i>Gammarus fossarum</i>	Amphipoda	Wirbeltiere
27	4.2	<i>Menidia beryllina</i>	Pisces	Wirbeltiere
28	4.5	<i>Ranatra linearis</i>	Heteroptera	Insekten
29	4.7	<i>Pungitius pungitius</i>	Pisces	Wirbeltiere
30	6	<i>Orconectes immunis</i>	Decapoda	Krebstiere



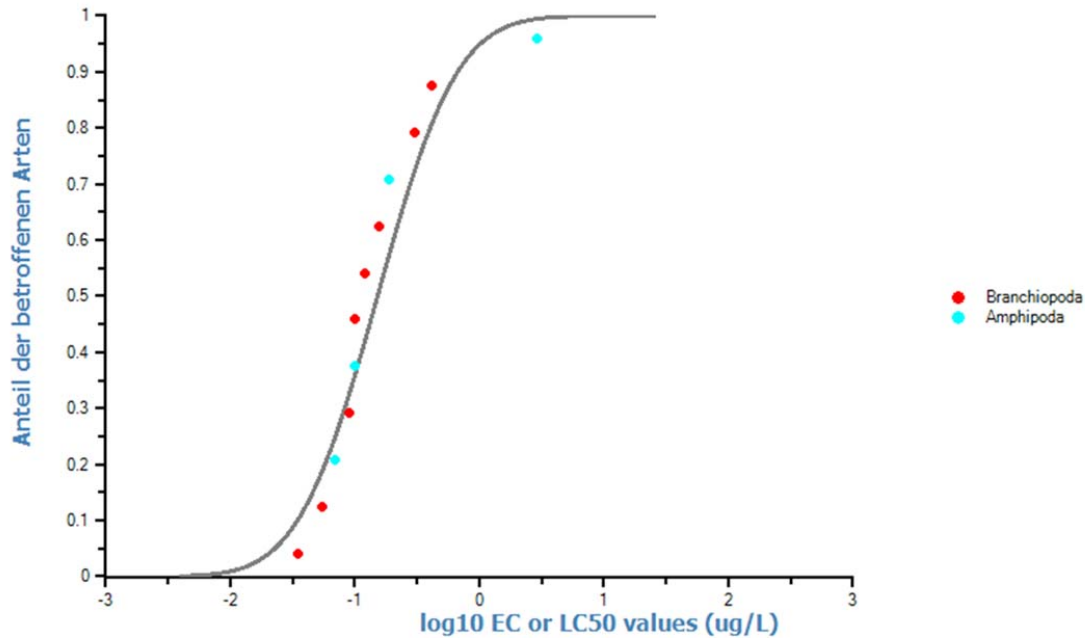
Daten Nummer	Akute EC50-Werte (µg/l)	Spezies	Taxon	Grössere taxonomische Gruppe
31	6.6	<i>Chaoborus obscuripes</i>	Chaoboridae	Insekten
32	7.97	<i>Notonecta maculata</i>	Heteroptera	Insekten
33	8.5	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Pisces	Wirbeltiere
34	8.5	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Pisces	Wirbeltiere
35	8.58	<i>Asellus aquaticus</i>	Isopoda	Krebstiere
36	10	<i>Leuciscus idus</i>	Pisces	Wirbeltiere
37	12.5	<i>Sander vitreus</i>	Pisces	Wirbeltiere
38	27	<i>Paraponyx stratiotata</i>	Amphibia	Wirbeltiere
39	115	<i>Xenopus laevis</i>	Amphibia	Wirbeltiere
40	130	<i>Pimephales promelas</i>	Pisces	Wirbeltiere
41	136	<i>Cyprinodon variegatus</i>	Pisces	Wirbeltiere
42	236	<i>Lithobates clamitans</i>	Amphibia	Wirbeltiere
43	250	<i>Lampsilis siliquoidea</i>	Mollusca	Weichtiere
44	250	<i>Oryzias latipes</i>	Pisces	Wirbeltiere
45	250	<i>Rutilus rutilus</i>	Pisces	Wirbeltiere
46	457	<i>Neocaridina denticulata</i>	Decapoda	Krebstiere
47	520	<i>Opsanus beta</i>	Pisces	Wirbeltiere
48	806	<i>Ictalurus punctatus</i>	Pisces	Wirbeltiere
49	1200	(keine Art genannt)	(kein Taxon genannt)	Algen
50	5174	<i>Rana dalmatina</i>	Amphibia	Wirbeltiere



**Abbildung 4:** SSD basierend auf allen akuten Daten für Krebstiere und Insekten. Die SSD ist normalverteilt und der HC05 liegt bei 0.0216 (LL – UL HC05: 0.0063 – 0.053) µg/l (Appendix III).

Diese ist normalverteilt und ergibt mit 0.022 den gleichen HC5 wie eine SSD nur für die empfindlichsten Taxa Branchiopoda und Amphipoda (Abbildung 5), welche auch normalverteilt ist. Letztere besteht aus 12 Datenpunkten und erfüllt somit ebenfalls die Minimalanforderungen an eine SSD für die EQS-Herleitung.

### Krebstiere nur Branchiopoda und Amphipoda



**Abbildung 5:** SSD basierend auf allen akuten Daten für die Krebstier-Taxa Branchiopoda und Amphipoda. Die SSD ist normalverteilt und der HC05 liegt bei 0.0215 (LL – UL HC05: 0.0064 – 0.044) µg/l (Appendix III).

Da die SSD für Krebstiere und Insekten aber aus mehr Datenpunkten besteht, wurde diese für die Herleitung des MAC-EQS<sub>SSD</sub> verwendet. Tabelle 9 gibt einen Überblick über die SSD Ergebnisse.

**Tabelle 9:** Überblick über die SSDs für akute Toxizität von Chlorpyrifos

	Normalverteilung	Anzahl Datenpunkte	HC05 (µg/l) (LL – UL HC05)	Verwendet für MAC-EQS
Alle Arten	nein	50	0.027 (0.008 – 0.073)	
Krebstiere und Insekten	ja	29	0.022 (0.006 – 0.053)	x
Branchiopoda und Amphipoda	ja	12	0.022 (0.006 – 0.044)	

Für die Wahl des AF gibt das TGD for EQS einen Standard AF von 10 an. Dieser kann auf minimal 5 reduziert werden. Dabei sollen folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Die Vielfalt und Repräsentativität der taxonomischen Gruppen im Datensatz, sowie das Ausmaß der repräsentierten Unterschiede in den Lebensformen, Fütterungsstrategien und trophischen Ebenen
- Kenntnisse über die Wirkungsweise der Chemikalie
- Statistische Unsicherheit der HC5-Schätzung, z. B. die Güte der Regression oder die Größe des Konfidenzintervalls um das 5. Perzentil
- Vergleiche zwischen Feld- und Mesokosmostudien, soweit vorhanden, sowie zwischen HC5- und Mesokosmos- / Feldstudien zur Bewertung der Übereinstimmung zwischen Labor- und Feld

Im Datensatz sind 50 Arten aus 7 der 8 geforderten taxonomischen Gruppen enthalten (29 Arten in der SSD für Krebstiere und Insekten, von der der MAC-EQS<sub>SSD</sub> abgeleitet wurde). Es fehlen höhere Pflanzen, aber da es sich bei Chlorpyrifos um ein Insektizid handelt ist davon auszugehen, dass höhere Pflanzen vergleichsweise unempfindlich für Chlorpyrifos sind. Dies wird noch dadurch unterstützt, dass Algen den zweithöchsten EC50 von allen Arten haben. Die untere Grenze des HC05 liegt nur um den Faktor 3.4 tiefer als der HC05 und die Standardabweichung der Daten beträgt 0.94. Im Bereich des HC05 zeigt die Regressionslinie eher eine Überschätzung der Toxizität. Die akuten Dosis-Wirkungskurven scheinen eher steil zu sein, wie die Studie von Harmon et al. 2003 für *Daphnia galeata* gezeigt hat. Bei 0.02 µg/L wurde noch keine Mortalität beobachtet während bei 0.04 µg/L bereits 89% der Daphnien starben. Die Mesokosmen NOECs liegen leicht oberhalb des HC05 (siehe nächstes Kapitel). Alle diese Überlegungen sprechen für einen HC05 mit einer sehr geringen Unsicherheit. Daher wird der niedrigste anwendbare Sicherheitsfaktor (AF) von 5 verwendet. Damit ergibt sich folgender MAC-EQS

$$\text{MAC-EQS (SSD)} = 0.022 \mu\text{g/L} / 5 = \mathbf{0.0044 \mu\text{g/L} = 4.4 \text{ ng/L}}$$

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

Es wurden verhältnismässig viele Mesokosmenstudien mit Chlorpyrifos durchgeführt. In Tabelle 10 werden die Mesokosmenstudien aus Giddings et al. (2014) zusammengefasst, bei der Chlorpyrifos nicht kontinuierlich appliziert wurde.

**Tabelle 10:** Zusammenfassung der akuten Mesokosmenstudien aus Giddings et al. (2014). Nicht für die MAC-EQS Herleitung für Chlorpyrifos verwendbare Studien sind in grau dargestellt. Die NOECs wurden noch einmal daraufhin überprüft, ob es NOECs im Sinne des TGD for EQS sind (also ohne Berücksichtigung von Erholung). Alle Konzentrationen beziehen sich auf die Aktivsubstanz.

Art des Mikro-/Mesokosmos	Formulierung	Getestete nominal Konzentrationen	NOEC ( $\mu\text{g/l}$ )	Amphipoda im Mesokosmos enthalten?	Verwendbar?	Zitate
Freiland 11 m <sup>3</sup> , Kansas	Lorsban ® 4E	0.03, 0.1, 0.3, 1, 3 $\mu\text{g L}^{-1}$ einmal appliziert	<0.1 („NOAEC“ = 0.1) vermutl. nach Erholung	Nicht bekannt, da nur (Giddings et al. (1997) verfügbar ist (Fische). Biever et al. (1994) wurde nicht gefunden. Giddings (1993a&b) sowie Giddings (2011) sind unveröffentlichte Studienberichte.	Nein, wichtige Berichte liegen nicht vor, so dass nicht geklärt werden kann, ob ein echter NOEC abgeleitet werden kann	Biever et al. (1994), Giddings (1993a&b), Giddings et al. (1997), Giddings (2011)
Freiland („enclosures“), 55 m <sup>3</sup> , Minnesota,	Dursban ® (22.4% active ingredient)	0.5, 5.0, and 20.0 $\mu\text{g L}^{-1}$ einmal appliziert (Konzentrationsverlauf wurde analytisch bestimmt, Konzentrationen waren höher: 0.51, 6.29, 31.95 $\mu\text{g L}^{-1}$ )	<0.5	Nein, nur Fische	Nein, kein NOEC	Brazner and Kline (1990)
Innenraum (847 L) dominiert durch <i>Elodea nuttallii</i>	Dursban ® 4E 48%	5 and 35 $\mu\text{g L}^{-1}$ einmal appliziert	<5, (Effekte auf Insekten und Amphipoda)	Ja	Nein, kein NOEC	Brock, et al. (1992, Abbildung 5), Brock et al. (1993), Brock et al. (1995)

Art des Mikro-/Mesokosmos	Formulierung	Getestete nominal Konzentrationen	NOEC (µg/l)	Amphipoda im Mesokosmos enthalten?	Verwendbar?	Zitate
Innenraum (847 L) Frei von Macrophyten	Dursban ® 4E 48%	35 µg L <sup>-1</sup> einmal appliziert	<35 (Effekte auf Insekten und Amphipoda)	Ja	Nein, kein NOEC	Brock et al. (1992), Brock (1993)
Innenraum (847 L) – dominiert durch <i>Elodea nuttallii</i> , nährstoff angereichertes System	Dursban ® 4E 48%	5 and 35 µg L <sup>-1</sup> einmal appliziert	<5	Ja	Nein, kein NOEC	Brock et al. (1995), Cuppen, et al. (1995), Van Donk et al. (1995)
Freiland Mikrokosmos (1 m <sup>3</sup> , lentisch) Thailand	Dursban ® 40 EC	0.1, 1, 10, 100 µg L <sup>-1</sup> einmal appliziert	0.1 (keine TWA, aber nach 7 Tagen 25% der Ausgangskonze ntration)	Amphipoda: Nein Branchiopoda: Ja ( <i>Conchostraca</i> & <i>Moina micrura</i> )	Bedingt, Amphi-poden fehlen, NOEC für Branchiopoden <i>Moina micrura</i> 2 Wochen nach Applikation <0.1 µg/L, davor und danach aber bei 0.1 µg/L	Daam et al. (2008a)
Freiland 250 L, Thailand	Dursban ® 40% AI	1 µg L <sup>-1</sup> einmal und 2x im Abstand von 2 Wochen appliziert	<1	Amphipoda: Nein Branchiopoda: Ja	Nein, kein NOEC	Daam et al. (2008b)
Freiland Mesokosmos (11 m <sup>3</sup> , lentisch) Spanien, Plankton-dominiert,	Chas ® 48 EC	0.033, 0.1, 0.33 und 1 µg L <sup>-1</sup> viermal im Abstand von je 1 Woche appliziert	0.042 (höchste Peakkonzentration in der 0.033 µg L <sup>-1</sup> Behandlung) DT <sub>50</sub> = 3.06 d)	Amphipoda: Nein Branchiopoda: Ja	Bedingt, Amphi-poden fehlen	López-Mancisidor et al. (2008a)

Art des Mikro-/Mesokosmos	Formulierung	Getestete nominal Konzentrationen	NOEC (µg/l)	Amphipoda im Mesokosmos enthalten?	Verwendbar?	Zitate
Freiland 11 m <sup>3</sup> Spanien, Plankton-dominiert,	Chas ® 48 EC	0.1, 1 µg L <sup>-1</sup> , einmal appliziert	<0.1 (keine TWA Konzentration angegeben, aber DT <sub>50</sub> = 2.1 d)	Amphipoda: Nein Branchiopoda: Ja	Nein, kein NOEC	López-Mancisidor et al. (2008b)
Freiland Fließgewässer (45 m x 0.4 m), durchfluss, Australien	Chemspray	0.1 and 5 µg L <sup>-1</sup> . Expositionsda uer betrug 6 h, danach wurde Erholungs- phase beobachtet	0.1 (NOEC basierend auf gemessener Konzentration zu t0 = 0.07)	Amphipoda: Nein Branchiopoda: Nein	Nein, Branchipoda und Amphipoda fehlen; nur 2 Konzentrationen gemessen, nur 2 Replikate und Expositionszeit recht kurz	Pusey et al. (1994)
Innenraum Mikrokosmen (14 L, lentisch) temperiert und mediterrane Bedingungen	Dursban ® 480	0.01-10 µg Al L <sup>-1</sup> einmal appliziert	0.1 (keine TWA Konzentration angegeben, aber DT <sub>50</sub> = 1.9 d)	Amphipoda: Nein Branchiopoda: Ja	Bedingt, Amphi-poden fehlen, Effekt Klasse 1-2 bei 0.1 µg/L („isolated deviations, causality with treatments unclear“)	Van Wijngaarden et al. (2005)
Freiland 1.3 m <sup>3</sup> (Niederlande)	480 g Al L <sup>-1</sup> EC	0.9 µg L <sup>-1</sup>	<0.9 µg/l (TWA <sub>21d</sub> = 0.126)	Ja	Nein, kein NOEC	Zafar et al. (2011)

Leider gibt es nur drei Studien, die sich bedingt zur MAC-EQS Herleitung für Chlorpyrifos eignen (Daam et al. (2008a), Van Wijngaarden et al. (2005), López-Mancisidor et al. (2008a)). Zwei wurden mit der Formulierung Dursban, eine mit der Formulierung Chas durchgeführt. In der Regel werden vom Oekotoxzentrum keine Formulierungsdaten für die EQS Herleitung berücksichtigt, da der Einfluss der Formulierungshilfsstoffe auf die Toxizität unklar ist. Aus zwei Gründen wurde hier aber eine Ausnahme gemacht: 1) der derzeit gültige EU-MAC-EQS basiert nur auf Meskosmenstudien mit Formulierungen und 2) dieses Dossier wurde im Hinblick auf eine Aktualisierung des EU-EQSs auf EU Ebene erstellt, auch wenn es nun aus verschiedenen, nicht auf Chlorpyrifos bezogenen, Gründen keinen aktualisierten EU-EQS für Chlorpyrifos gibt.

In allen drei Studien waren keine Amphipoden enthalten. Somit ist unklar, ob der NOEC von 0.1 µg/l (Daam et al. (2008a) und van Wijngaarden et al. (2005)) bzw. von 0.033 µg/l (López-Mancisidor et al. (2008a)) bezogen auf die nominale Anfangskonzentration auch Amphipoden schützt.

Darüber hinaus nimmt die Konzentration von Chlorpyrifos in den Mesokosmen recht stark ab. Gemäss Van Wijngaarden et al. (2005) und López-Mancisidor et al. (2008) hat Chlorpyrifos eine Halbwertszeit von ca. 2 Tagen. Dies bestätigt auch die Studie von Daam et al. (2008a), in der nach 7 Tagen noch 25% der Ausgangskonzentration gemessen wurde. Im TGD for EQS (Europäische Kommission 2011) werden TWA-Konzentrationen als relevante Testkonzentrationen aus Mesokosmen, in denen die Substanz nicht stabil bleibt, verwendet. Gemäss eines RIVM Entwurfs für die Beurteilung von Mikro- und Mesokosmenstudien im Rahmen der EQS Herleitung sollte der NOEC als TWA-Konzentration aus dem Zeitraum angegeben werden, der mit der Testdauer der Tests für die empfindlichsten Testorganismen aus den Einzelartentests übereinstimmt. Diese Empfehlung findet sich auch im Aquatic Guidance Document (EFSA 2013) für die Pflanzenschutzmittelzulassung wieder. Dort wird vorgeschlagen, die RACs (regulatory Acceptable Concentrations) aus Mikro- und Mesokosmenstudien mit einem TWA von 0-48h, 0-72h oder 0-96h zu berechnen, wenn die akute Toxizität die Mesokosmenstudie getriggert hat. Es heisst dort im Kapitel 9.3.5.2:

*“The duration of 48–96 hours is selected since in the first-tier acute effect assessment this time frame corresponds with the duration of most standard acute tests. In addition, a similar procedure is proposed to derive a MAC-EQS from a micro-/mesocosm test within the context of the Water Framework Directive.”*

Da diese im Fall von Chlorpyrifos Branchiopoden (48h), Copepoden (96h) und Amphipoden (96h) sind, sollte man die TWA für nicht unter 3 Tage berechnen. Es ergeben sich folgende 3 Tage TWA (Tabelle 11).

**Tabelle 11:** Berechnung der 3d TWA Konzentrationen für die validen und relevanten Mesokosmenstudien.

Art	NOEC (µg/L) Startkonzentration	DT50 (d)	NOEC (µg/L) TWA <sub>3 Tage</sub>	Studie
Lentischer Mikrokosmos	0.1 (nominal)	2.1	0.065	Daam et al. (2008a)



Lentischer Mesokosmos	0.042 (gemessen, da nicht innerhalb von 20% der nominalen Startkonzentration)	3.63	<u>0.032</u>	López-Mancisidor et al. (2008)
Lentischer Mikrokosmos	0.1 (nominal)	1.9 (temperate climate)	0.063	Van Wijngaarden et al. 2005

Da Sowohl bei Daam et al. (2008a), als auch bei Van Wijngaarden et al. (2005) vereinzelt Klasse 1-2 Effekte bei Branchiopoden in der tiefsten getesteten Konzentration auftraten und Lopez-Mancisidor et al. (2008a) die einzige Mesokosmenstudie ist, wird der  $MAC-EQS_{Mesokosmen}$  auf der Studie von Lopez-Mancisidor et al. (2008a) abgeleitet.

In Tabelle 12 sind die Kriterien für die Wahl des Sicherheitsfaktors angegeben. Aufgrund der in der rechten Spalte angegebenen Gründe wurde ein Sicherheitsfaktor von 3 als angemessen erachtet.

**Tabelle 12:** Zu berücksichtigende Kriterien bei der Wahl des Sicherheitsfaktors gemäss TGD for EQS (Europäische Kommission 2011)

Kriterien	Wie erfüllen die vorhandenen Mesokosmenstudien die Kriterien?
“What is the overall quality of the micro- or mesocosm study/studies from which the NOEC has been derived?”	Die allgemeine Qualität ist gut, allerdings basiert der MAC-EQS nur auf einer Studie.
“What is the relationship between the mode of action of the investigated substance and the species represented in the available micro- or mesocosm studies? Are sensitive species represented?”	Empfindliche Arten sind mit den Branchiopoden und Copepoden enthalten, allerdings fehlen Vertreter der Amphipoden.
“Do the available micro- or mesocosm studies include vulnerable species or representatives of taxonomic groups (e.g. families, orders) of vulnerable species that are part of the aquatic ecosystems to be protected?”	Von den 3 Krebstierarten, die die akute SSD für Krebstiere und Insekten bestimmen (Branchiopoden, Copepoden und Amphipoden) sind die Amphipoden nicht enthalten.
“Do the available micro- or mesocosm studies represent the range of flow regimes that should be protected by the EQS? Consider specific populations of species inhabiting the lotic and lentic water types to be protected.”	Nein, es handelt sich ausschliesslich um lentische Mesokosmen. Zwei Mesokosmen bestanden nur als Plankton. Der dritte enthielt zwar benthische Organismen wurde aber in Thailand durchgeführt und es ist daher nicht sehr

	repräsentativ für mitteleuropäische benthische Arten.
“How representative are the mesocosm studies: do they represent the range of trophic statuses of waterbodies that should be protected by the EQS?”	Bedingt, da mit den Amphipoden die Detrivoren fehlen.

Daraus ergibt sich folgender MAC-EQS

$$\text{MAC-EQS (Mesokosmen)} = 0.032 \mu\text{g/L} / 5 = \mathbf{0.0064 \mu\text{g/L}} = \mathbf{6.4 \text{ ng/L}}$$

**Tabelle 13:** Übersicht über die mit den drei Methoden hergeleiteten MAC-EQS

Methode	Verwendeter Sicherheitsfaktor	Wert (ng/l)
MAC-EQS (AF)	10	3.5
MAC-EQS (SSD)	5	4.4
MAC-EQS (Mesokosmen)	5	6.4
<b>Finaler MAC-EQS</b>	<b>53</b>	<b>4.4</b>

Amphipoda fehlen in der Mesokosmenstudie. Da Amphipoda im Gegensatz zu Branchiopoden eher auf dem Sediment leben und Chlorpyrifos an das Sediement sorbiert, ist unklar, ob Amphipoden nicht einer höheren Konzentration an Chlorpyrifos ausgesetzt sind als Branchiopoden. Daher wurde der MAC-EQS<sub>SSD</sub> als finaler MAC-EQS ausgewählt. Der Unterschied zwischen den beiden MAC-EQS ist mit einem Faktor <1.5 jedoch gering.

## 9 Bewertung des Bioakkumulationspotentials und der sekundären Intoxikation

Nach dem TGD for EQS (EC, 2011) soll zur Abschätzung des Risikos einer sekundären Intoxikation zunächst das Bioakkumulationspotentials einer Substanz bestimmt werden. Dabei liefert ein gemessener Biomagnifikationsfaktors (BMF) von >1 oder ein Biokonzentrationsfaktors (BCF) >100 einen Hinweis auf ein Bioakkumulationspotential. Liegen keine verlässlichen BMF oder BCF Daten vor, kann stattdessen der  $\log K_{OW}$  zur Abschätzung verwendet werden, welcher ab einem Wert von >3 auf ein Bioakkumulationspotential hinweist. Der BCF von Chlorpyrifos beträgt gemäss Europäische Kommission (2005) 1374 L/kg (nicht weiter spezifizierte Fischart) und die Herleitung eines EQS für sekundäre Intoxikation ist notwendig.

Im EU-Dossier (Europäische Kommission 2005b) wurde ein NOEL<sub>Ratte</sub> von 0.1 mg/ kg Körpergewicht \* Tag verwendet. Im Review Report aus der Zulassung (Europäische Kommission 2005a) wurde jedoch ein NOEL von 1 mg/kg/Körpergewicht und Tag verwendet. In beiden Fällen dauerte der Test länger als 6 Wochen. Aus dem NOEL<sub>Ratte</sub> von 0.1 mg/ kg Körpergewicht \* Tag kann nach dem TGD for EQS mit dem

Konvergenzfaktor von 20 für Rattenstudien, die länger als 6 Wochen dauern, der folgende  $NOEC_{oral}$  abgeleitet werden.

$$NOEC_{oral} = NOAEL_{oral} * 20 = 2 \text{ mg/kg Nahrung}$$

Daraus ergibt sich ein EQS für sekundäre Intoxikation von

$$QS_{biota,secpois} = \frac{TOX_{oral}}{AF_{oral}} = \frac{2 \text{ mg/kg Nahrung}}{30} = 0.067 \text{ mg/kg Nahrung}$$

Umgerechnet auf die Konzentration von Chlorpyrifos in Wasser ergibt sich ein EQS für sekundäre Intoxikation von

$$QS_{water} = \frac{QS_{biota,secpois}}{BKF} = \frac{67 \text{ } \mu\text{g/kg Nahrung}}{1374} = 0.048 \text{ } \mu\text{g/l}$$

Da der AA-EQS tiefer ist als der EQS für sekundäre Intoxikation, hat der Qualitätsstandard für das sekundäre Intoxikationsrisiko keinen Einfluss auf den AA-EQS. Dies gilt ebenso, wenn der NOEL aus dem Review Report (Europäische Kommission 2005) verwendet wird.

## 10 Schutz der aquatischen Organismen

Der Effektdatensatz umfasst sowohl akut als auch chronisch alle 3 trophischen Ebenen. Gemäss TGD für EQS wurde ein Sicherheitsfaktor von 10 auf den NOEC des empfindlichsten Organismus im chronischen Datensatz (*Americamysis bahia* (vormals *Mysidopsis bahia*)) angewendet und der resultierende AA-EQS beträgt 0.46 ng/L. Die Herleitung eines EQS mittels der SSD oder Meskosmen-Methode war nicht möglich.

Für den MAC-EQS konnten mit allen drei Methoden Werte hergeleitet werden (Tabelle 11). Als finaler MAC-EQS wird der auf der SSD basierende ausgewählt. Dieser sollte ausreichend Schutz für Primärproduzenten, Krebstiere und Fische bieten.

**Für Chlorpyrifos wird ein AA-EQS von 0.46 ng/L vorgeschlagen.**

**Für Chlorpyrifos wird ein MAC-EQS von 4.4 ng/L vorgeschlagen.**

Diese Werte sind deutlich tiefer als die gegenwärtig für Chlorpyrifos unter der EU-Wasserrahmenrichtlinie gültigen von 100 ng/l (MAC-EQS) und 30 ng/l (AA-EQS) (Europäische Kommission 2005b). Für den MAC-EQS (Faktor 23) liegt dies daran, dass die SSD Methode ausgewählt wurde, die im EU Dossier nicht angewendet wurde.

Der grosse Unterschied beim AA-EQS (Faktor 65) ist damit zu erklären, dass in Europäische Kommission (2005) der AA-EQS mit dem Sicherheitsfaktor von 3 aus dem MAC-EQS hergeleitet wurde. Dies ist aber

keine Methode, die in Einklang mit dem später erschienenen TGD for EQS (Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2011) steht.

## 11 Änderungen gegenüber dem EU Dossier (Europäische Kommission 2005b)

Sowohl die Ableitung des MAC-EQS, besonders aber die des AA-EQS aus dem EU Dossier (Europäische Kommission 2005b), entspricht nicht dem im Jahr 2011 veröffentlichten TGD for EQS (Europäische Kommission 2011). Der MAC-EQS berücksichtigt Erholung und der AA-EQS basiert nicht auf chronischen Daten, sondern auf dem MAC-EQS, wie aus diesem Direktzitat hervorgeht:

*“Quality standard accounting for transient concentration peaks (MAC-QS)*

*The Rapporteur in the context of the risk assessment according to Council Directive 91/414/EEC (Spain) proposes that, for the particular case of chlorpyrifos, the most relevant parameter considered should be the MAC-QS, due to the rapid dissipation in the aquatic environment. The proposed quality standard is based on the results of the mesocosm studies. The tested conditions cover a wide range and similar results have been obtained indicating that the value of 0.1 µg/l can be regarded as the ecotoxicological threshold. Therefore, the Rapporteur proposes a MAC-QS of 0.1 µg/l.*

*MAC-QS = 0.1 µg chlorpyrifos /l*

*Annual average quality standard, freshwater*

*Some of the microcosm/mesocosm studies listed in table 6.1 report the occurrence of transient effects at initial peak levels as low as 0.1 µg/l. **Hence the ecosystem NOECs in these cases take recovery into account.** It is therefore necessary to provide protection against a too frequent occurrence of the MAC-QS [5] suggested by the Rapporteur. Further, the representativeness of the microcosm/mesocosm test systems for the water bodies to be covered by the QS needs to be taken into account. The QS must be protective for all types of surface waters and communities that are addressed by the standard. Higher-Tier studies in the context of the plant protection product risk assessment are usually focused to eutrophic water bodies occurring in the immediate vicinity of agriculturally used areas. A QS under the WFD, however, must assure protection also for water bodies that significantly differ from this paradigm [5].*

***Taking the above considerations into account, an additional assessment factor of 3 on the MAC-QS seems appropriate to derive the required annual average quality standard for the protection of the pelagic community.***

$$QS_{\text{freshwater}} = \text{MAC-QS} (0.1 \mu\text{g/l}) / \text{AF} (3) = 0.033 \mu\text{g/l}''$$

Aus diesem Grund konnte weder der MAC-EQS noch der AA-EQS der EU übernommen werden. Es wurde daher eine komplette Neuableitung auf der Grundlage des TGD for EQS gemacht (Europäische Kommission 2011).

Es gibt nur wenige valide und relevante Daten zur chronischen Toxizität von Chlorpyrifos, so dass der AA-EQS nur anhand der Sicherheitsfaktormethode abgeleitet wurde. Der kritische Wert lag bereits für die Ableitung des EU-EQSs vor und stammt aus dem Zulassungsverfahren von Pflanzenschutzmitteln. Es wurde der minimal mögliche Sicherheitsfaktor von 10 verwendet.

Für den MAC-EQS lagen deutlich mehr relevante und valide Daten vor, so dass der MAC-EQS nach allen drei Methoden abgeleitet werden konnte. Anders als im EU Dossier wurde die SSD-Methode bevorzugt. Allerdings liegt der MAC-EQS der Mesokosmenmethode nur wenig höher. Im Unterschied zum EU-Dossier wurde bei der Evaluation der Mesokosmenstudien berücksichtigt, dass die Expositionskonzentration in den Mesokosmen innerhalb kurzer Zeit sehr stark abgenommen hat. Daher wurden, in Anlehnung an Empfehlungen des Aquatic Guidance Documents der EFSA (EFSA 2013), 3 Tage „time-weighted-average“-Konzentrationen berechnet.

Die Bewertung der sekundären Intoxikation ist identisch mit der im EQS-Dossier der EU.

## **12 Änderungen gegenüber der Version von Januar 2017**

Der MAC-EQS basiert neu auf der SSD Methode.

## 13 Referenzen (Datum der Literaturrecherche)

- Biever, R. C., J. M. Giddings, M. Kiamos, M. F. Annunziato, R. Meyerhoff and K. Racke, Eds. (1994). Effects of chlorpyrifos on aquatic microcosms over a range of off-target spray drift exposure levels. . Proceedings, Brighton Crop Protections Conference on Pests and Diseases. London, UK, BCPC.
- Brazner, J. C. and E. R. Kline (1990). "Effects of chlorpyrifos on the diet and growth of larval fathead minnows, *Pimephales promelas*, in littoral enclosures." Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 47(6): 1157-1165.
- Brock, T. C., R. M. Roijackers, R. Rollon, F. Bransen and L. Van Der Heyden (1995). "Effects of nutrient loading and insecticide application on the ecology of Elodea-dominated freshwater microcosms. II. Responses of macrophytes, periphyton and macroinvertebrate grazers." Archiv fur Hydrobiologie 134(1): 53-74.
- Brock, T. C. M., M. van den Bogaert, A. R. Bos, S. W. F. van Breukelen, R. Reiche, J. Terwoert, R. E. M. Suykerbuyk and R. M. M. Roijackers (1992). "Fate and effects of the insecticide Dursban® 4E in indoor Elodea-dominated and macrophyte-free freshwater model ecosystems: II. Secondary effects on community structure." Archives of Environmental Contamination and Toxicology 23(4): 391-409.
- Brock, T. C. M., J. J. R. M. Vet, M. J. J. Kerkhofs, J. Lijzen, W. J. van Zuilekom and R. Gijlstra (1993). "Fate and effects of the insecticide Dursban® 4E in indoor Elodea-dominated and macrophyte-free freshwater model ecosystems: III. Aspects of ecosystem functioning." Archives of Environmental Contamination and Toxicology 25(2): 160-169.
- Bundesamt für Landwirtschaft (2014). "Pflanzenschutzmittelverzeichnis (Stand: 08.10.2014). <http://www.blw.admin.ch/psm/produkte/index.html?lang=de&item=1779> (letzter Zugriff 30.10.2014)."
- Clark, J. R., J. M. Patrick Jr, D. P. Middaugh and J. C. Moore (1985). "Relative sensitivity of six estuarine fishes to carbophenothion, chlorpyrifos, and fenvalerate." Ecotoxicology and Environmental Safety 10(3): 382-390.
- Costa, E., et al. (2015). "Effect of neurotoxic compounds on ephyrae of *Aurelia aurita* jellyfish." Hydrobiologia 759(1): 75-84.
- Cuppen, J. G., R. Gylstra, S. Van Beusekom, B. J. Budde and T. C. Brock (1995). "Effects of nutrient loading and insecticide application on the ecology of Elodea-dominated freshwater microcosms. III. Responses of macroinvertebrate detritivores, breakdown of plant litter, and final conclusions." Archiv fur Hydrobiologie 134(2): 157-177.
- Daam, M. A., S. J. H. Crum, P. J. Van Den Brink and A. J. A. Nogueira (2008a). "Fate and effects of the insecticide chlorpyrifos in outdoor plankton-dominated microcosms in Thailand." Environmental Toxicology and Chemistry 27(12): 2530-2538.
- Daam, M. A., P. J. Van Den Brink and A. J. A. Nogueira (2008b). "Impact of single and repeated applications of the insecticide chlorpyrifos on tropical freshwater plankton communities." Ecotoxicology 17(8): 756-771.
- De Gerónimo, E., V. C. Aparicio, S. Bárbaro, R. Portocarrero, S. Jaime and J. L. Costa (2014). "Presence of pesticides in surface water from four sub-basins in Argentina." Chemosphere 107: 423-431.
- DeLorenzo, M. E. and L. Serrano (2003). "Individual and mixture toxicity of Three pesticides; atrazine, chlorpyrifos, and chlorothalonil to the marine phytoplankton species *Dunaliella tertiolecta*." Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes 38(5): 529-538.
- EFSA (1999). Monograph according Council Directive 91/414/EEC: Chlorpyrifos, Volume 1, Levels 1-4, Annexes A & B1-B9; February 1999
- EPI (2011). "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)."
- EFSA (2013) Guidance on tiered risk assessment for plant protection products for aquatic organisms in edge-of-field surface waters. EFSA Journal 2013;11(7):3290.
- Europäische Kommission (2005a). "EU RESTRICTED COMMISSION WORKING DOCUMENT - does not necessarily represent the views of the Commission services. Final. Review report for the active substance chlorpyrifos. Finalised in the Standing Committee on the Food Chain and Animal Health at urs meeting on 3 June 2005 in view of the inclusion of chlorpyrifos in Annex I of Directive 91/414/EEC. ." SANCO/3059/299 - rev. 1.5; 3 June 2005.
- Europäische Kommission (2005b). "Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive, Environmental Quality Standards (EQS) Substance Data Sheet, Priority Substance No. 9 Chlorpyrifos CAS-No. 2921-88-2. Final version Brussels, 15 January 2005."

- Europäische Kommission (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. , European Communities.
- Giddings, J. M. (1993). Chlorpyrifos (Lorsban 4E): outdoor aquatic microcosm test for environmental fate and ecological
- Giddings, J. M. (2011). Invertebrate communities in outdoor microcosms treated with chlorpyrifos: reanalysis of data reported in Giddings 1992. D. AgroSciences. Indianapolis, IN (unpublished report).
- Giddings, J. M., R. C. Biever and K. D. Racke (1997). "Fate of chlorpyrifos in outdoor pond microcosms and effects on growth and survival of bluegill sunfish." *Environmental Toxicology and Chemistry* 16(11): 2353-2362.
- Giddings, J. M., Williams W. M., Solomon K. R., J. P. Giesy (2014). "Risks to Aquatic Organisms from Use of Chlorpyrifos in the United States" in Giesy J.P. and Solomon K. R. (Eds) "Ecological risk assessment of the uses of the organophosphorus insecticide chlorpyrifos, in the United States." *Reviews of environmental contamination and toxicology* 231: 119-162. **Eine Liste der zitierten Originalliteratur befindet sich im Anhang dieses Dokuments**
- Harmon, S. M., W. L. Specht and G. T. Chandler (2003). "A comparison of the daphnids *Ceriodaphnia dubia* and *Daphnia ambigua* for their utilization in routine toxicity testing in the southeastern United States." *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 45(1): 79-85.
- Hasenbein S., Lawler S. P., Geist J., Connon R. E. (2015a). "The use of growth and behavioral endpoints to assess the effects of pesticide mixtures upon aquatic organisms. *Ecotoxicology* 24, 746-759"
- Hasenbein S., Connon R. E., Lawler S. P., Geist J. (2015b). "A comparison of the sublethal and lethal toxicity of four pesticides in *Hyalella azteca* and *Chironomus dilutus*. *Environ Sci. Pollut Res* 22, 11327-11339"
- Jarvinen, A. W., B. R. Nordling and M. E. Henry (1983). "Chronic toxicity of Dursban (chlorpyrifos) to the fathead minnow (*pimephales promelas*) and the resultant acetylcholinesterase inhibition." *Ecotoxicology and Environmental Safety* 7(4): 423-434.
- Liendro N., Ferrari A., Mardirosian M., Lascano C. I., Venturino A. (2015). "Toxicity of the insecticide chlorpyrifos to the South American toad *Rhinella arenarum* at larval developmental stage. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 39, 525-535"
- Lissalde, S., N. Mazzella, V. Fauvelle, F. Delmas, P. Mazellier and B. Legube (2011). "Liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry method for thirty-three pesticides in natural water and comparison of performance between classical solid phase extraction and passive sampling approaches." *Journal of Chromatography A* 1218(11): 1492-1502.
- López-Mancisidor, P., G. Carbonell, C. Fernández and J. V. Tarazona (2008). "Ecological impact of repeated applications of chlorpyrifos on zooplankton community in mesocosms under Mediterranean conditions." *Ecotoxicology* 17(8): 811-825.
- López-Mancisidor P., G. Carbonell, A. Marina, C. Fernández, J. V. Tarazona (2008). Zooplankton community responses to chlorpyrifos in mesocosms under Mediterranean conditions. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 71, 16-25.
- Mani, V. G. T. and S. K. Konar (1988). "Pollutional hazards of the pesticide chlorpyrifos on aquatic ecosystem." *Environment & Ecology* 6(2): 460-462.
- Moermond C T A, Kase R, Korkaric M, Ågerstrand M (2016): CRED: Criteria for reporting and evaluating ecotoxicity data. *Environmental Toxicology and Chemistry* 35, 1297-1309.
- Moschet C., Lew B.M., Hasenbein S., anumol T., Young T.M. (2017): LC- and GC-QTOF-MS as Complementary Tools for a Comprehensive Micropollutant Analysis in Aquatic Systems. *Environ. Sci. Technol.* 2017, 51, 1553-1561
- Norberg-King, T. J. (1989). "An evaluation of the fathead minnow seven-day subchronic test for estimating chronic toxicity." *Environmental Toxicology and Chemistry* 8(11): 1075-1089.
- Papadakis, E. N., A. Tسابoula, A. Kotopoulou, K. Kintzikoglou, Z. Vryzas and E. Papadopoulou-Mourkidou (2015). "Pesticides in the surface waters of Lake Vistonis Basin, Greece: Occurrence and environmental risk assessment." *Science of the Total Environment* 536: 793-802.
- Pérez S., Rial D., Beiras R. (2015) Acute toxicity of selected organic pollutants to saltwater (mysid *Siriella armata*) and freshwater (cladoceran *Daphnia magna*) ecotoxicological models. *Ecotoxicology* 24, 1229-1238.
- Pusey B. J. Arthington A. H., McLean J. (1994): The effects of a pulsed application of chlorpyrifos on macroinvertebrate communities in an outdoor artificial stream system. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 27, 221-250
- Schimmel, S. C., R. L. Garnas, J. M. Patrick Jr and J. C. Moore (1983). "Acute toxicity, bioconcentration, and persistence of AC 222,705, benthocarb, chlorpyrifos, fenvalerate, methyl parathion, and permethrin in the estuarine environment." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 31(1): 104-113.
- A. M. Simpson, P. D. Jeyasingh, J. B. Belden, Variation in toxicity of a current-use insecticide among resurrected *Daphnia pulicaria* genotypes. *Ecotoxicology* 24, 488-496 (2015).

- Sotomayor V., Chiriotto T. S., Pechen A. M., Venturino A. (2015). "Biochemical biomarkers of sublethal effects in *Rhinella arenarum* late gastrula exposed to the organophosphate chlorpyrifos. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 119, 48-53."
- Tomlin, C. D. S. (2009). *The Pesticide Manual*. British Crop Production Council (BCPC), Alton, UK. 15th Edition. ISBN: 978 1 901396 18 8.
- UN (2015): *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)*, 6th revised edition ed. United Nations, New York.
- US EPA (2015). "OPP Pesticide Ecotoxicity Database."
- van den Brink, P. J., E. van Donk, R. Gylstra, S. J. H. Crum and T. C. M. Brock (1995). "Effects of chronic low concentrations of the pesticides chlorpyrifos and atrazine in indoor freshwater microcosms." *Chemosphere* 31(5): 3181-3200.
- van Donk, E., H. Prins, H. M. Voogd, S. J. Crum and T. C. Brock (1995). "Effects of nutrient loading and insecticide application on the ecology of Elodea-dominated freshwater microcosms. I. Responses of plankton and zooplanktivorous insects." *Archiv fur Hydrobiologie* 133(4): 417-439.
- van Vlaardingen P, Traas T, Aldenberg T, Wintersen A (2004): *ETX Version 2.0*. Bilthoven, Niederlande: RIVM - National Institute of Public Health and the Environment.
- van Wijngaarden, R. P. A., T. C. M. Brock and M. T. Douglas (2005). "Effects of chlorpyrifos in freshwater model ecosystems: The influence of experimental conditions on ecotoxicological thresholds." *Pest Management Science* 61(10): 923-935.
- Ward, S., A. H. Arthington and B. J. Pusey (1995). "The effects of a chronic application of chlorpyrifos on the macroinvertebrate fauna in an outdoor artificial stream system: species responses." *Ecotoxicology & Environmental Safety* 30(1): 2-23.
- Zafar, M. I., R. P. Van Wijngaarden, I. Roessink and P. J. Van den Brink (2011). "Effects of time-variable exposure regimes of the insecticide chlorpyrifos on freshwater invertebrate communities in microcosms." *Environmental Toxicology and Chemistry* 30(6): 1383-1394.



## Appendix

### Appendix I: Daten aus dem EU EQS Dossier (Europäische Kommission 2005b mit Referenz auf Annex B.8 of EFSA 1999)

Table 8.2.1.1 : Summary of acute toxicity on fish.

Species	Substance	Value observed: µg a.i./l (95%CL)	Reference
<i>Onchorhynchus mykiss</i>	Active substance	25 (20-32)	Bowman, H.J., 37188, 9/28/88 (IIA, 8.2.1/02)
<i>Rutilus rutilus</i>	Active substance	250 (170-360)	Douglas, M.T. and Bell, I.B., GHE-T-204, 7/11/85 (IIA, 8.2.1/03)
<i>Leuciscus idus</i>	Active substance	10 (7.4-14)	Douglas, M.T. and Bell, I.B., GHE-T-203, 7/10/85 (IIA, 8.2.1/04)
<i>Cyprinodon variegatus</i>	Active substance	>76	Surprenant, D.C., 89-1-2909, 9/29/89 (IIA, 8.2.1/07)
<i>Opsanus beta</i> <i>Cyprinodon variegatus</i> <i>Menidia mendina</i> <i>M.peninsulae</i> <i>M.beryllina</i> <i>Leuresthes tenuis</i>	Active substance	520 (-) 136 (-) 1.7 (-) 1.3 (-) 4.2 (-) 1.3 (-)	Clark, J.R., <i>et al.</i> Ecotox. and Environ. Safety 10, 382-390 (1985), (IIA, 8.2.1/06)
<i>Onchorhynchus mykiss</i> <i>Lepomis macrochirus</i> <i>Ictalurus punctatus</i>	Formulated	3.0 (-) 3.3 (-) 13.4 (-)	Alexander, H.C. and Batchelder, T.L., Presentation, 4/14/66 (IIA, 8.2.1/01)
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Formulated	18 (12-25)	Bell, G. <i>et al.</i> , DWC 721(c)/950721, 8/2/95 (IIIA, 10.2.1.1)
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Formulated	43.5 (25.8 - )	van der Kolk, J., 96-117-1020, 2/19/96 (IIIA, 10.2.1/01)
<i>Oncorhynchus mykiss</i> <i>Pimephales promelas</i>	Formulated	8 (6.8-9.4) 203 (191-217)	Holcombe, G.W. <i>et al.</i> , 82101.WP, 1982 (IIA, 8.2.1/01)
<i>Anguilla anguilla</i>	Formulated	0.54 (0.42-0.65)	Ferrando, M.D. <i>et al.</i> , 1991 (IIA, 8.3.4/01)
<i>Pimephales promelas</i>	Act. subst. Formulated	140 (120-160) 120 (110-130)	Jarvinen, A.W. & Tanner, D.K., CPFL 30, 1982 (IIA, 8.2.2/01)

Table 8.2.2-1: Summary of chronic toxicity data for fish.

Species	Response Variable	Toxicity Measure	Value Observed (ppb)	References
<i>Pimephales promelas</i>	Mortality	NOEC	0.568	Mayes, M.A., <i>et al.</i> , DECO-ES-2557b, 6/16/93 (IIA, 8.2.2.1/01)
<i>Pimephales promelas</i>	Mortality	NOEC	1.6	Jarvinen, A.W. and Tanner, D.K., 82201, 1982 (IIA, 8.2.2/01)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Embryo mortality Mortality	NOEC NOEC	0.14 0.28	Goodman L.R. <i>et al.</i> , 82202.WP, 1985 (IIA, 8.2.2/02)
<i>M. beryllina</i> <i>M. menidia</i> <i>M. peninsulae</i>	Mortality	NOEC	0.75 0.28 0.38	Goodman L.R. <i>et al.</i> , CPFL 33, 1985 (IIA, 8.2.3/02)

Onchorhynchus mykiss	Mortality, growth, behaviour, colour, feeding and loss of equilibrium	NOEC	0.51	Adema, D.M.M., R 89/415, 2/8/90 (IIA, 8.2.2.2/02)
----------------------	---	------	------	---

Species	Response Variable	Toxicity Measure	Value Observed (ppb)	References
<i>Pimephales promelas</i>	Growth	NOEC	3.02	Norberg-King, T.J. Environ. Toxicol. and Chem. 8, 1075-1089. 1989 (IIA 8.2.1/01).
<i>Pimephales promelas</i>	Deformities Reduction growth	NOEC NOEC	1.29 7.08	Jarvinen, A.W., <i>et al.</i> Ecotox. and Environ. Safety 15, 78-95, 1988 (IIA, 8.2.2.1/02)
<i>Pimephales promelas</i>	Reproduction Growth (2 <sup>nd</sup> generation)	NOEC	0.27 <0.12	Jarvinen, A.W., <i>et al.</i> Ecotox. and Environ. Safety 7, 423-434, 1983 (IIA, 8.2.2.2/01)
<i>Tilapia mossambica</i>	feeding rate and yield of hatchlings	NOEC	5	Mani, V.G.T. and Konar, S.K. Environ. And Ecology, vol. 4, n <sup>o</sup> 4, 517-520. 1986, (IIA 8.2.2.1/02).

Table 8.2.4.1 : Summary of Acute Toxicity of chlorpyrifos to aquatic invertebrates

Species	Substance	Toxicity Measure	Value observed: a.i./l (95%CL)	Reference
<i>Daphnia magna</i>	Active substance	48h LC <sub>50</sub>	1.7 (1.0-2.0)	McCarty, W.M., ES-164, 10/24/77 (IIA, 8.2.4/01)
<i>Daphnia magna</i>	Active substance	48h LC <sub>50</sub>	0.1 (0.09-0.12)	Burgess, D., 37190, 9/28/88 (IIA, 8.2.4/02)
<i>Daphnia magna</i>	Formulated	48h LC <sub>50</sub>	0.032 (0.025-0.041)	Douglas, M.T., DWC 653(a)/931708, 6/29/93 (IIIA, 10.2.2/02)
<i>Daphnia magna</i>	Formulated	48h LC <sub>50</sub>	0.26 (0.23-0.30)	Bell, G. <i>et al.</i> , DWC 721(b)/950720, 8/24/95 (IIIA, 10.2.1.2)
<i>Daphnia magna</i>	Formulated	48h LC <sub>50</sub>	0.314 (0.213-0.462)	Van der Kolk, J., 96-118-1020, 2/14/96 (IIIA, 10.2.2/01)

Table 8.2.5-1: Chronic toxicity of chlorpyrifos to the aquatic invertebrates

Species	Response Variable	Toxicity Measure	Value Observed (µg/l)	Reference
<i>Mysidopsis bahia</i>	Survival of First Generation	NOEC	0.0046	Sved, D. <i>et al.</i> , 103 <sup>a</sup> -103C, 1/29/93 (IIA, 8.2.5/01)
<i>Daphnia magna</i>	Mortality or Reproduction	NOEC	0.056	Adema D.M.M. and De Ruiter A., R89/231, 1/30/90 (IIA, 8.2.5/02)

Table 8.2.6.1: Acute Toxicity of Chlorpyrifos to Alga

Substance	Toxicity Measure	Value observed: µg/l (95%CL)	Reference
Active substance	NOEC 48 h EC <sub>50</sub>	100 1200	Walsh, G.E., 1983 (IIA, 8.2.7/01)
Active substance	NOEC	1.2	Brown, J.R., <i>et al.</i> (1976). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 15 (4):437-441 (IIA 8.2.7/01)
Formulate	NOEC 96 h EC <sub>50</sub>	43 480	Douglas, M.T., <i>et al.</i> , DWC 538/891942, 3/2/90 (IIA, 8.2.6/01)
Formulate	NOEC 72 h EC <sub>50</sub>	2200 3400	Bell, G., DWC 693/941028, 7/29/94 (IIIA, 10.2.3)
Formulate	NOEC 72 h EC <sub>50</sub>	27 46	Bell, G. <i>et al.</i> , DWC 721(a)950719, 11/10/95 (IIIA, 10.2.1.3)
Formulate	NOEC 72 h EC <sub>50</sub>	63 1360	van der Kolk, J., 96-119-1020, 2/19/96 (IIIA, 10.2.5/01)

## Appendix II: SI aus Giddings et al. 2014 Reviews of Environmental Contamination and Toxicology 231 (direkte Übernahme)

SI Table 1 Toxicity data for chlorpyrifos in aquatic organisms

Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure $\mu\text{g L}^{-1}$	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<b>Algae</b>																	
										<b>Assessment of methods</b>							
<i>Bellerrochea polymorpha</i>	Pop G		2	EC50	240	NA	F	NR	U	2	2	5	2	2.75	N	SW	(Walsh et al. 1988)
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	Pop GR		4	EC50	769	727-814	A	S	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(DeLorenzo and Serrano 2003)
<i>Isochrysis galbana</i>	Pop G		4	EC50	138		F	S	U						Q*	SW	(Borthwick and Walsh 1981)
<i>Scenedesmus bijugatus</i>	Mort		10	LC50	2000		F	S	U						N	FW	(Pal et al. 1999)
<i>Skeletonema costatum</i>	Pop G		4	EC50	255		F	S	U						Q*	SW	(Borthwick and Walsh 1981)
<i>Skeletonema costatum</i>	Pop G		4	EC50	289		F	S	U						Q*	SW	(Borthwick and Walsh 1981)
<i>Skeletonema costatum</i>	Pop G		4	EC50	297		F	S	U						Q*	SW	(Borthwick and Walsh 1981)
<i>Skeletonema costatum</i>	Pop G		4	EC50	326		F	S	U						Q*	SW	(Borthwick and Walsh 1981)
<i>Skeletonema costatum</i>	Pop G		4	EC50	328		F	S	U						Q*	SW	(Borthwick and Walsh 1981)
<i>Skeletonema costatum</i>	Pop G		3	EC50	640	NA	F	NR	U	2	2	5	2	2.75	N	SW	(Walsh et al. 1988)
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	Pop G		4	EC50	148		F	S	U						Q*	SW	(Borthwick and Walsh 1981)
<b>Amphibia</b>																	
<i>Hoplobatrachus tigerinus</i>	Mort		4	LC50	19		F	NR	U						N	FW	(Abbasi and Soni 1991)
<i>Lithobates clamitans clamitans</i>	Mort	8-d	4	EC50	236	211.6–263.1	A 99%	R	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Wacksman et al. 2006)
<i>Pseudacris regilla</i>	Mort		4	LC50	122		F	S	U	3	1	3	3	2.5	N	FW	(Kerby 2006)
<i>Rana boylei</i>	Mort		1	LC50	3005	993-157000	A	S	U	3	1	3	3	2.5	N	FW	(Sparling and Fellers 2007)
<i>Rana boylei</i>	Mort		4	LC50	205		F	S	U	3	1	3	3	2.5	N	FW	(Kerby 2006)
<i>Rana dalmatina</i>	Mort	G25	4	LC50	5174	4537-5919	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bernabò et al. 2011)
<i>Rana limnocharis</i>	Mort		2	LC50	2401		F	NR	U						N	FW	(Pan and Liang 1993)
<i>Xenopus laevis</i>	Mort	G35	4	EC50	115	94.26–140.5	A	R	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Wacksman et al. 2006)
<i>Xenopus laevis</i>	Mort	G45	4	EC50	156	130.6–185.5	A	R	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Wacksman et al. 2006)
<i>Xenopus laevis</i>	Mort	NF 46	4	LC50	560	200-1620	F	S	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Richards and Kendall 2002)
<i>Xenopus laevis</i>	Mort	NF 46	4	LC50	564	196-1620	F	S	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Richards 2000)
<i>Xenopus laevis</i> (LSS)	Mort	Embryo	4	LC50	2410	2135-2722	A	R	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(El-Merhibi et al. 2004)
<i>Xenopus laevis</i> (LSS)	Mort	NF 14	4	LC50	14600	10800-19700	F	S	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Richards and Kendall 2002)
<i>Xenopus laevis</i> (LSS)	Mort	NF 10-14	4	LC50	14600	10800-19700	F	S	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Richards 2000)
<b>Crustacea</b>																	
<i>Americamysis bahia</i>	Mort	<24 h	4	LC50	0.035	0.029-0.043	A	F	M	2	1	5	3	2.75	N	SW	(Schimmel et al. 1983)
<i>Amphiascus tenuiremis</i>	Mort	Adu male	4	LC50	0.61	0.12-1.27	A	S	M	4	3	5	3	3.75	Q	SW	(Bejarano et al. 2005)
<i>Amphiascus tenuiremis</i>	Mort	Adu female	4	LC50	3.56	2.23-5.16	A	S	M	4	3	5	3	3.75	Q	SW	(Bejarano et al. 2005)
<i>Amphiascus tenuiremis</i>	Mort	Adu male	4	LC50	3.6	2.7-4.64	A	S	M	4	3	5	3	3.75	Q	SW + DOM <sup>b</sup>	(Bejarano et al. 2005)
<i>Amphiascus tenuiremis</i>	Mort	Adu female	4	LC50	8.37	6.58-10.79	A	S	M	4	3	5	3	3.75	Q	SW + DOM <sup>b</sup>	(Bejarano et al. 2005)
<i>Artemia franciscana</i>	Mort	Naup	1	LC50	>18000		F	S	U	2	2	5	2	2.75	N	SW	(Varo et al. 1998)

Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure $\mu\text{g L}^{-1}$	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<i>Artemia franciscana</i>	Mort	Naup	1	LC50	>18000		F	S	U	2	2	5	2	2.75	N	SW	(Varo et al. 1998)
<i>Artemia franciscana</i>	Mort	Naup	1	LC50	>18000		F	S	U	2	2	5	2	2.75	N	SW	(Varo et al. 1998)
<i>Artemia parthenogenetica</i>	Mort	Adu	1	LC50	80	+0.01	F	S	M	3	3	6	3	3.75	Q	SW	(Varo et al. 2000)
<i>Artemia parthenogenetica</i>	Mort	Juv	1	LC50	3900	+0.9	F	S	M	3	3	6	3	3.75	Q	SW	(Varo et al. 2000)
<i>Artemia parthenogenetica</i>	Mort	Naup	1	LC50	>18000		F	S	M	3	3	6	3	3.75	Q	SW	(Varo et al. 2000)
<i>Artemia salina</i>	Mort	Naup	1	LC50	30	10-40	F	NR	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Sanchez-Fortun et al. 1996)
<i>Artemia salina</i>	Mort	Naup	1	LC50	160	110-230	F	NR	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Sanchez-Fortun et al. 1996)
<i>Artemia salina</i>	Mort	Naup	1	LC50	385	225-545	A	S	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Rao et al. 2007)
<i>Artemia salina</i>	Mort	Naup	1	LC50	1080	780-1510	F	NR	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Sanchez-Fortun et al. 1996)
<i>Artemia salina</i>	Mort	Naup	1	LC50	3190	1350-6340	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	SW	(Varo et al. 2002)
<i>Artemia sp.</i>	Mort	Naup	1	EC50	1900	NA	A	S	M	2	1	5	2	2.5	N	SW	(Guzzella et al. 1997)
<i>Artemia sp.</i>	Mort	Naup	1	EC50	2000	NA	A	S	M	2	1	5	2	2.5	N	SW	(Guzzella et al. 1997)
<i>Artemia sp.</i>	Mort	Naup	1	EC50	2000	NA	A	S	M	2	1	5	2	2.5	N	SW	(Guzzella et al. 1997)
<i>Asellus aquaticus</i>	Mort	Adult	1	LC50	>7	NC	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Asellus aquaticus</i>	Mort	Adult	3	LC50	7.64	6.53-8.93)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Asellus aquaticus</i>	Mort	Adult	4	LC50	8.58	4.63-15.9)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	1	LC50	0.063	0.056 - 0.072	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	1	LC50	0.086	0.074-0.101	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	1	LC50	0.095	0.083-0.109	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	1	LC50	0.101	0.079-0.130	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	1	LC50	>0.133	NA	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	1	EC50	0.17	0.14-0.19	A	S	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	1	LC50	>0.174	NA	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.05	0.048-0.053	A	S	M	2	1	5	3	2.75	N	FW	(El-Merhibi et al. 2004)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.056	0.054-0.059	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Harmon et al. 2003)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.058	0.027-0.124	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.064	0.055-0.073	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.066	0.055-0.078	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.079	0.073-0.086	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.094	0.066-0.133	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.117	0.107-0.127	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	3	LC50	0.058	0.027-0.124	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	3	LC50	0.068	0.056-0.080	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	3	LC50	0.078	0.043-0.143	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	3	LC50	0.107	0.091-0.123	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	4	LC50	0.053	0.040-0.071	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Mort	<24 h	4	LC50	0.055	0.049-0.061	A	S	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Bailey et al. 1997)
<i>Daphnia ambigua</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.035	0.032-0.037	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Harmon et al. 2003)
<i>Daphnia carinata</i>	Mort	<24 h	1	EC50	0.13	0.12-0.13	A	S	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Daphnia carinata</i>	Mort	<24 h	2	EC50	0.09	0.08-0.09	A	S	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Daphnia carinata</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.235	0.203-0.267	F	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Zalizniak and Nugegoda 2006)

Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure $\mu\text{g L}^{-1}$	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<i>Daphnia carinata</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.24	0.24-0.24	A	S	U	4	2	5	2	3.25	Q	FW	(Caceres et al. 2007)
<i>Daphnia carinata</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.28	0.234-0.326	F	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Zalizniak and Nugegoda 2006)
<i>Daphnia carinata</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.3	0.14-0.0.46	A	S	U	4	2	5	2	3.25	Q	FW	(Caceres et al. 2007)
<i>Daphnia carinata</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.512	0.450-0.574	F	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Zalizniak and Nugegoda 2006)
<i>Daphnia longispina</i>	Mort	(sub)Adult	2	LC50	0.8	0.6-1.0	A	S	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Daphnia longispina</i>	Mort	(sub)Adult	4	LC50	0.3	NA	A	R	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Daphnia magna</i>	Mort	Adult	1	LC50	889	0.005–1.7E8)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Daphnia magna</i>	Mort	<24 h	1	LC50	3.7	2.5-5.9	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Kersting and Wijngaarden 1992)
<i>Daphnia magna</i>	Mort	Adult	2	LC50	27.43	0.66–1145)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Daphnia magna</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.6	0.52 - 0.68	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Moore et al. 1998)
<i>Daphnia magna</i>	Mort	<24 h	2	LC50	0.74	0.69-0.79	A	S	M	3	1	5	3	3	Q	FW	(Palma et al. 2008)
<i>Daphnia magna</i>	Mort	<24 h	2	LC50	1	1.0-1.1	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Kersting and Wijngaarden 1992)
<i>Daphnia magna</i>	Mort	<24 h	2	LC50	344	343-345	A	NR	M	2	2	5	3	3	Q	FW	(Guilhermino et al. 2000)
<i>Daphnia magna</i>	Mort	Adult	3	LC50	4.37	0.87–21.96)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Daphnia magna</i>	Mort	Adult	4	LC50	0.82	0.44–1.51)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Daphnia pulex</i>	ABND	<24 h	2	EC50	0.3		A	R	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(van der Hoeven and Gerritsen 1997)
<i>Daphnia pulex</i>	Mort	<24 h	3	LC50	0.12		A	R	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(van der Hoeven and Gerritsen 1997)
<i>Daphnia pulex</i>	Mort	8 d	3	LC50	0.35		A	R	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(van der Hoeven and Gerritsen 1997)
<i>Daphnia pulex</i>	Mort	8 d	3	LC50	>0.8		A	R	M	3	2	5	3	3.25	Q	SW	(van der Hoeven and Gerritsen 1997)
<i>Eriocheir sinensis</i>	Mort	Juv 1	1	LC50	100	NA	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Li et al. 2006)
<i>Eriocheir sinensis</i>	Mort	Adu	1	LC50	461	316-100544	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Li et al. 2006)
<i>Eriocheir sinensis</i>	Mort	Juv 2	3	LC50	100	NA	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Li et al. 2006)
<i>Eriocheir sinensis</i>	Mort	Adu	3	LC50	200	NA	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Li et al. 2006)
<i>Eriocheir sinensis</i>	Mort	Juv 1	4	LC50	23	17.4-27.5	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Li et al. 2006)
<i>Eriocheir sinensis</i>	Mort	Juv 1	4	LC50	24	16-7-30.2	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Li et al. 2006)
<i>Eriocheir sinensis</i>	Mort	Emb	4	LC50	28	6.2-61.4	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Li et al. 2006)
<i>Eriocheir sinensis</i>	Mort	Emb	4	LC50	55	7.4-109.0	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Li et al. 2006)
<i>Eriocheir sinensis</i>	Mort	Juv 2	4	LC50	76	60.3-94.2	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Li et al. 2006)
<i>Eriocheir sinensis</i>	Mort	Juv2	4	LC50	79	64.1-95.7	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Li et al. 2006)
<i>Eriocheir sinensis</i>	Mort	Adu	4	LC50	142	122.0-162.6	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Li et al. 2006)
<i>Eriocheir sinensis</i>	Mort	Adu	4	LC50	144	130.2-162.6	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Li et al. 2006)
<i>Gammarus fossarum</i>	Mort	15-20 mg	4	LC50	2.9	2.70-3.15	A	R	M	4	3	4	3	3.5	Q	FW	(Xuereb et al. 2009)
<i>Gammarus lacustris</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.11	NR	F	S	NR						Q	FW	(Mayer and Ellersieck 1986)
<i>Gammarus palustris</i>	Mort	Unknown	2	LC50	5.2	3.3-8.23	A	S	U	3	2	5	3	3.25	Q	SW	(Leight and Dolah 1999)
<i>Gammarus palustris</i>	Mort	Unknown	2	LC50	6.5	4.33-8.78	A	R	U	3	2	5	3	3.25	Q	SW	(Leight and Dolah 1999)
<i>Gammarus palustris</i>	Mort	Unknown	3	LC50	0.6	0.41-0.89	A	R	U	3	2	5	3	3.25	Q	SW	(Leight and Dolah 1999)
<i>Gammarus palustris</i>	Mort	Unknown	3	LC50	1.0	0.57-1.84	A	S	U	3	2	5	3	3.25	Q	SW	(Leight and Dolah 1999)

Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<i>Gammarus palustris</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.19	0.15-0.24	A	R	U	3	2	5	3	3.25	Q	SW	(Leight and Dolah 1999)
<i>Gammarus palustris</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.3	0.12-0.79	A	S	U	3	2	5	3	3.25	Q	SW	(Leight and Dolah 1999)
<i>Gammarus pulex</i>	Mort	Adult	1	LC50	3.1	0.06-158)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Gammarus pulex</i>	Mort	Adult	2	LC50	0.43	0.21-0.87)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Gammarus pulex</i>	Mort	6.5-17 mm	2	LC50	0.08	0.05-0.14	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Gammarus pulex</i>	Mort	Adult	3	LC50	0.23	0.18-0.29)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Gammarus pulex</i>	Mort	Adult	4	LC50	0.23	0.2-0.25)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Gammarus pulex</i>	Mort	6.5-17 mm	4	LC50	0.07	0.04-0.11	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Hyalella azteca</i>	Mort	2-3 wk	2	LC50	0.1	0.06-0.14	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Moore et al. 1998)
<i>Hyalella azteca</i>	Mort	7-14 d	4	LC50	0.04	0.03-0.05	A	F	M	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Ankley and Collyard 1995)
<i>Litopenaeus stylirostris</i>	Mort	Larva	2	LC50	2266	NA	F	NR	U	2	1	5	2	2.5	N	SW	(Reyes et al. 2002)
<i>Litopenaeus vannamei</i>	Mort	Juv	2	LC50	4.8	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	SW	(Galindo et al. 1996.)
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Mort	9-10mm	1	LC50	0.7	0.6-0.8	F	S	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Satapornvanit et al. 2009)
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	Mort	9-10mm	2	LC50	0.3	0.1-0.6	F	S	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Satapornvanit et al. 2009)
<i>Maja squinado</i>	SURV	Zoea 1	1	LC50	0.84	0.56-1.25	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	SW	(Bellas et al. 2005)
<i>Maja squinado</i>	SURV	Zoea 1	2	LC50	0.79	0.52=1.19	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	SW	(Bellas et al. 2005)
<i>Moina australiensis</i>	Mort	<24 h	1	EC50	0.16	0.13-0.20	A	S	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Moina australiensis</i>	Mort	<24 h	2	EC50	0.1	0.08-0.12	A	S	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Neocaridina denticulata</i>	Mort	Adult	1	LC50	1103	540-2256)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Neocaridina denticulata</i>	Mort	Adult	2	LC50	660	453-960)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Neocaridina denticulata</i>	Mort	Adult	3	LC50	477	342-667)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Neocaridina denticulata</i>	Mort	Adult	4	LC50	457	317-658)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Neomysis integer</i>	Mort	Adu	4	LC50	0.13	0.11-0.16	F	F	NR	2	2	5	3	3	Q	SW	(Roast et al. 1999)
<i>Neomysis integer</i>	Mort	Adu	4	LC50	0.15	0.08-0.31	F	R	NR	2	2	5	3	3	Q	SW	(Roast et al. 1999)
<i>Neomysis integer</i>	Mort	<24 h	4	LC50	0.19	0.16-0.23	F	F	NR	2	2	5	3	3	Q	SW	(Roast et al. 1999)
<i>Orconectes immunis</i>	Mort	Adu	4	LC50	6	4-9	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Phipps and Holcombe 1985)
<i>Palaemon serratus</i>	SURV	Zoea 1	1	LC50	0.35	0.27-0.46	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	SW	(Bellas et al. 2005)
<i>Palaemon serratus</i>	SURV	Zoea 1	2	LC50	0.22	0.16-0.29	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	SW	(Bellas et al. 2005)
<i>Palaemonetes argentinus</i>	Mort	Juv	4	LC50	0.49	0.235-0.745	F	NR	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Montagna and Collins 2007)
<i>Palaemonetes pugio</i>	Mort	<24 h	4	LC50	0.15	0.13-0.18	A	R	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Key and Fulton 2006)
<i>Palaemonetes pugio</i>	Mort	Post larv	4	LC50	0.15	0.11-0.18	A	R	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Key and Fulton 2006)
<i>Paramelita nigroculus</i>	Mort	Unknown	1	LC50	0.9	0.3-1.6	F	S	U	2	2	5	2	2.75	N	FW	(Schulz 2001)
<i>Parathelphusidae</i>	Mort	Adult	1	LC50	194	163-230	F	NR	U	1	1	5	3	2.5	N	FW	(SenthilKumaar et al. 2007b)
<i>Parathelphusidae</i>	Mort	Adult	2	LC50	169	142-200	F	NR	U	1	1	5	3	2.5	N	FW	(SenthilKumaar et al. 2007b)
<i>Parathelphusidae</i>	Mort	Adult	3	LC50	154	127-246	F	NR	U	1	1	5	3	2.5	N	FW	(SenthilKumaar et al. 2007b)
<i>Parathelphusidae</i>	Mort	Adult	4	LC50	120	81-249	F	NR	U	1	1	5	3	2.5	N	FW	(SenthilKumaar et al. 2007b)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Juv	1	EC50	1.92	1.32-2.78	A	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Juv	2	EC50	0.72	0.59-0.86	A	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	3	LC50	0.1		F	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Olima et al. 1997)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	3	LC50	0.35		F	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Olima et al. 1997)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	3	LC50	0.2		F	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Olima et al. 1997)

Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure $\mu\text{g L}^{-1}$	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Juv	3	EC50	0.41	0.35-0.48	A	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.063	0.052-0.072	F	R	U	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Kumar et al. 2010)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.08	0.07-0.09	F	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Olima et al. 1997)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.08	0.07-0.09	F	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Olima et al. 1997)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.1	0.08-0.13	F	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Olima et al. 1997)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.15	0.13-0.16	F	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Olima et al. 1997)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.15	0.12-0.18	F	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Olima et al. 1997)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.25	0.2-0.29	F	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Olima et al. 1997)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.28	0.26-0.31	F	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Olima et al. 1997)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.28	0.25-0.32	F	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Olima et al. 1997)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Unknown	4	LC50	0.14	0.13-0.16	F	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Olima et al. 1997)
<i>Paratya australiensis</i>	Mort	Juv	4	EC50	0.33	0.29-0.39	A	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Procambarus clarkii</i>	Mort	15-30 g	1	LC50	37	33-46	F	F	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Cebrian et al. 1992)
<i>Procambarus clarkii</i>	Mort	15-30 g	2	LC50	23	22-24	F	F	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Cebrian et al. 1992)
<i>Procambarus clarkii</i>	Mort	15-30 g	3	LC50	22	21-23	F	F	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Cebrian et al. 1992)
<i>Procambarus clarkii</i>	Mort	15-30 g	4	LC50	21	20-22	F	F	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Cebrian et al. 1992)
<i>Procambarus sp(LSS)</i>	Mort	Juv	1	LC50	45	27.33–73.12)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Procambarus sp</i>	Mort	Adult	1	LC50	4	2.44–6.74)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Procambarus sp(LSS)</i>	Mort	Juv	2	LC50	35	24.48–49.5)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Procambarus sp</i>	Mort	Adult	2	LC50	3	1.78–4.25)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Procambarus sp(LSS)</i>	Mort	Juv	3	LC50	14	9.61–19.9)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Procambarus sp</i>	Mort	Adult	3	LC50	2	??	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Procambarus sp(LSS)</i>	Mort	Juv	4	LC50	13	9.13–18.2)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Procambarus sp</i>	Mort	Adult	4	LC50	1.55	0.78–3.06)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Simocephalus vetulus</i>	Mort	<24 h	1	EC50	0.15	0.13-0.17	A	S	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Simocephalus vetulus</i>	Mort	<24 h	2	EC50	0.09	0.08-0.10	A	S	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Simocephalus vetulus</i>	Mort	Juv-Adult	2	LC50	0.8	0.7-0.9	A	S	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Simocephalus vetulus</i>	Mort	Juv-Adult	4	LC50	0.5	0.4-0.6	A	R	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Spiralothelphusa hydrodroma</i>	Mort	Adult	1	LC50	194	163-230	F	R	U	1	1	5	3	2.5	N	FW	(SenthilKumaar et al. 2007a)
<i>Spiralothelphusa hydrodroma</i>	Mort	Adult	2	LC50	154	127-246	F	R	U	1	1	5	3	2.5	N	FW	(SenthilKumaar et al. 2007a)
<i>Spiralothelphusa hydrodroma</i>	Mort	Adult	2	LC50	169	142-200	F	R	U	1	1	5	3	2.5	N	FW	(SenthilKumaar et al. 2007a)
<i>Spiralothelphusa hydrodroma</i>	Mort	Adult	4	LC50	120	81-249	F	R	U	1	1	5	3	2.5	N	FW	(SenthilKumaar et al. 2007a)
<i>Streptocephalus sudanicus</i>	Mort	Unknown	1	EC50	8.25	NA	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Lahr et al. 2001)
<i>Streptocephalus sudanicus</i>	Mort	Unknown	2	EC50	3.48	NA	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Lahr et al. 2001)
<i>Thamnocephalus platyurus</i>	Mort	<24 h	1	LC50	0.53	0.26-0.79	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Palma et al. 2008)
<i>Trichodactylus borellianus</i>	Mort	Intermolt	1	LC50	242	177.35-307.29	F	S	U	3	1	3	3	2.5	N	FW	(Montagna and Collins 2008)
<i>Triops longicaudatus</i>	Mort	4-5 d	1	LC50	4	1.7-4.9	F	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Walton et al. 1990)



Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure $\mu\text{g L}^{-1}$	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<b>Fish</b>																	
<i>Aphanius iberus</i>	Mort	Adult	2	LC50	39	+7.2	F	R	NR	3	3	6	3	3.75	Q	SW	(Varo et al. 2000)
<i>Aphanius iberus</i>	Mort	Adult	3	LC50	18	+0.02	F	R	M	3	3	6	3	3.75	Q	SW	(Varo et al. 2000)
<i>Atherinops affinis</i>	Mort	7 d	4	LC50	4.5	3.4-5.9	F	S	U	3	2	5	3	3.25	Q	SW	(Hemmer et al. 1992)
<i>Atherinops affinis</i>	Mort	28 d	4	LC50	5.5	5-6	F	S	U	3	2	5	3	3.25	Q	SW	(Hemmer et al. 1992)
<i>Bidyanus bidyanus</i> NB: LC50 not from the reviewed study; from Patra, 1999 (Thesis)	Mort	Unknown	4	LC50	17	5.0-29.0	A	R	U	3	2	1	3	2.25	N	FW	(Patra et al. 2007)
<i>Carassius auratus</i>	Mort	Unknown	4	LC50	>806	NA	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Phipps and Holcombe 1985)
<i>Channa punctata</i>	Mort	26-30 g	4	LC50	365	NA	F	R	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Jaroli and Sharma 2005)
<i>Chanos chanos</i>	Mort	Fry	3	LC50	10	NA	F	S	U	3	1	5	2	2.75	N	SW	(Tsai 1978)
<i>Chanos chanos</i>	Mort	Fingerling	3	LC50	150	NA	F	S	U	3	1	5	2	2.75	N	SW	(Tsai 1978)
<i>Cirrhinus mrigala</i>	Mort	Juv	4	LC50	550	NA	A	F	U	2	2	5	2	2.75	N	FW	(Tilak et al. 2004)
<i>Cirrhinus mrigala</i>	Mort	Juv	4	LC50	650	NA	A	S	U	2	2	5	2	2.75	N	FW	(Tilak et al. 2004)
<i>Cyprinodon variegatus</i>	Mort	Unknown	4	LC50	136	113-153	A	F	M	2	1	5	3	2.75	N	SW	(Schimmel et al. 1983)
<i>Cyprinus carpio</i>	Mort	Fry	4	LC50	8	2.0-16.0	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(De Mel and Pathiratne 2005)
<i>Fundulus heteroclitus</i>	Mort	5.5cm, 1.7g	4	LC50*	4.65	3.45-6.28	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Thirugnanam and Forgash 1977)
<i>Fundulus similis</i>	Mort	Unknown	4	LC50	4.1	2.8-6.9	A	F	M	2	1	5	3	2.75	N	SW	(Schimmel et al. 1983)
<i>Gambusia affinis</i>	Mort	Unknown	1	LC50	110	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Milam et al. 2000)
<i>Gambusia affinis</i>	Mort	20-45 mm	1	LC50	4000	NA	F	S	U	3	1	4	4	3	Q	FW	(Hansen et al. 1972)
<i>Gambusia affinis</i>	Mort	Adult F	2	LC50	150	NA	F	F	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Boone and Chambers 1996)
<i>Gambusia affinis</i>	Mort	Unknown	2	LC50	450	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Milam et al. 2000)
<i>Gambusia affinis</i>	Mort	Adult	2	LC50	520	+60	F	R	NR	3	3	6	3	3.75	Q	SW	(Varo et al. 2000)
<i>Gambusia affinis</i>	Mort	>25 mm	2	LC50	1018	NA	A	NR	U	2	1	4	2	2.25	N	FW	(Culley and Ferguson 1969)
<i>Gambusia affinis</i>	Mort	>25 mm	2	LC50	1291	NA	A	NR	U	2	1	4	2	2.25	N	FW	(Culley and Ferguson 1969)
<i>Gambusia affinis</i>	Mort	Adult	3	LC50	540	+50	F	R	M	3	3	6	3	3.75	Q	SW	(Varo et al. 2000)
<i>Gambusia affinis</i>	Mort	125 mg	4	LC50	298	255.06-340.21	A	R	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Rao et al. 2005)
<i>Gambusia affinis</i>	Mort	Adult	4	LC50	520	+50	F	R	M	3	3	5	3	3.5	Q	SW	(Varo et al. 2000)
<i>Gambusia yucatana</i>	Mort	Unknown	4	LC10	6	2-9	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rendon-von Osten et al. 2005)
<i>Gambusia yucatana</i>	Mort	Unknown	4	LC50	11	8-17	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rendon-von Osten et al. 2005)
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Mort	1-2 years	2	LC50	13.4	9.0-19.9	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Mort	1-2 years	4	LC50	8.5	6.2-11.9	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Gibelion catla</i>	Mort	Juv	4	LC50	300	NA	A	F	U	2	2	5	2	2.75	N	FW	(Tilak et al. 2004)
<i>Gibelion catla</i>	Mort	Juv	4	LC50	350	NA	A	S	U	2	2	5	2	2.75	N	FW	(Tilak et al. 2004)
<i>Heteropneustes fossilis</i>	Mort	Unknown	4	LC50	2500	NA	A	NR	U	1	1	4	2	2	N	FW	(Singh et al. 2008)
<i>Ictalurus punctatus</i>	Mort	7.9 g	3	LC50	806	434-1088	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Phipps and Holcombe 1985)
<i>Ictalurus punctatus</i>	Mort	Unknown	4	LC50	806	434-1088	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Phipps and Holcombe 1985)
<i>Ictalurus punctatus</i>	Mort	Juv	4	LC50	2077	452 SEM)	F	NR	U	1	1	4	3	2.25	N	FW	(Dalvi and Davis 1998)
<i>Labeo rohita</i>	Mort	Juv	4	LC50	300	NA	A	F	U	2	2	5	2	2.75	N	FW	(Tilak et al. 2004)
<i>Labeo rohita</i>	Mort	Juv	4	LC50	470	NA	A	S	U	2	2	5	2	2.75	N	FW	(Tilak et al. 2004)
<i>Lepomis cyanellus</i>	Mort		2	LC50	50		F	S	U						N	FW	(Davey et al. 1976)

Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure $\mu\text{g L}^{-1}$	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<i>Lepomis cyanellus</i>	Mort		3	LC50	40		F	S	U						N	FW	(Davey et al. 1976)
<i>Lepomis macrochirus</i>	Mort		4	EC50	1.78	1.46-2.17	A	R	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Wacksman et al. 2006)
<i>Lepomis macrochirus</i>	Mort	Unknown	4	LC50	10	6-14	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Phipps and Holcombe 1985)
<i>Leuciscus idus</i>	Mort	NA	4	LC50	10	7.4-14	A	R	U	4	2	5	5	4	Y	FW	(Douglas and Pell 1985b)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	14 d	4	LC50	0.9	0.5-2.5	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	7 d	4	LC50	1	0.8-1.3	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	7 d	4	LC50	1	0.8-1.3	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	7 d	4	LC50	1	0-1.9	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	14 d	4	LC50	1	0.8-1.4	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	0 d	4	LC50	1	0.8-1.3	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	0 d	4	LC50	1	0.8-1.3	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	0 d	4	LC50	1.2	0.5-2.2	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	28 d	4	LC50	1.3	1.0-1.7	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	28 d	4	LC50	1.3	1.0-1.7	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	28 d	4	LC50	1.6	1.7 - oo	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	14 d	4	LC50	1.7	0-6.0	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	14 d	4	LC50	1.8	1.2-2.5	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	14 d	4	LC50	1.8	0.9-2.8	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	28 d	4	LC50	2.4	1.00- oo	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	28 d	4	LC50	2.6	2.0-3.7	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i>	Mort	28 d	4	LC50	2.6	2.0-3.7	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i> (LSS)	Mort	7 d	4	LC50	2.7	2.0-3.5	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i> (LSS)	Mort	7 d	4	LC50	2.7	1.9-3.6	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i> (LSS)	Mort	7 d	4	LC50	2.8	1.2-5.5	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i> (LSS)	Mort	0 d	4	LC50	5.5	1.5-11.5	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i> (LSS)	Mort	0 d	4	LC50	6	2.7-11.1	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Leuresthes tenuis</i> (LSS)	Mort	0 d	4	LC50	6.7	0-18.3	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Melanotaenia fluviatilis</i>	Mort	Fry	1	LC50	407	334-496	F	R	U	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Kumar et al. 2010)
<i>Melanotaenia fluviatilis</i>	Mort	Fry	2	LC50	244	184-325	F	R	U	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Kumar et al. 2010)
<i>Melanotaenia fluviatilis</i>	Mort	Fry	3	LC50	169	121-237	F	R	U	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Kumar et al. 2010)
<i>Melanotaenia fluviatilis</i>	Mort	Fry	4	LC50	122	86-174	F	R	U	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Kumar et al. 2010)
<i>Menidia beryllina</i>	Mort	Juv	4	LC50	4.2	3.4-5.4	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	SW	(Clark et al. 1985)
<i>Menidia beryllina</i>	Mort	Juv	4	LC50	10.2	9.0-11.6	F	S	U	3	2	5	3	3.25	Q	SW	(Hemmer et al. 1992)
<i>Menidia menidia</i>	Mort	0 d	4	LC50	0.5	0.4-0.7	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i>	Mort	0 d	4	LC50	0.5	0.4-0.6	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i>	Mort	0 d	4	LC50	0.6	0.2-1.1	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	7 d	4	LC50	1	0.9-1.2	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	7 d	4	LC50	1	0.9-1.2	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	7 d	4	LC50	1	0.7-1.4	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	14 d	4	LC50	1.1	0 - oo	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	14 d	4	LC50	1.1	1.0-1.3	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	Juv	4	LC50	1.7	1.4-2.0	A	F	M	2	1	5	3	2.75	N	SW	(Schimmel et al. 1983)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	14 d	4	LC50	2.3	1.8-2.9	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	14 d	4	LC50	2.4	1.9-2.9	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	14 d	4	LC50	2.6	2.1-3.5	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	7 d	4	LC50	2.8	2.3-3.5	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)

Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure $\mu\text{g L}^{-1}$	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	7 d	4	LC50	2.8	2.3-3.5	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	7 d	4	LC50	2.8	2.0-5.5	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	28 d	4	LC50	3	2.6-4.0	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	28 d	4	LC50	3.1	2.7-3.7	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	28 d	4	LC50	3.1	2.0-4.2	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	28 d	4	LC50	4	3.2-5.1	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	28 d	4	LC50	4.1	3.3-5.2	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	0 d	4	LC50	4.4	3.7-5.4	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	0 d	4	LC50	4.5	3.6-5.7	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	28 d	4	LC50	4.5	2.4-6.7	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia menidia</i> (LSS)	Mort	0 d	4	LC50	5.6	1.7-10.0	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	14 d	4	LC50	0.4	0.3-0.6	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	14 d	4	LC50	0.4	0.3-0.5	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	14 d	4	LC50	0.4	0.2-0.9	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	7 d	4	LC50	0.5	0.5-0.6	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	7 d	4	LC50	0.5	0.5-0.6	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	7 d	4	LC50	0.5	0.4-0.7	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	28 d	4	LC50	0.9	0.7-1.1	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	28 d	4	LC50	0.9	0.7-1.1	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	28 d	4	LC50	1	0.7-1.6	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	0 d	4	LC50	1	0 - oo	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	0 d	4	LC50	1	0.8-1.3	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	0 d	4	LC50	1.1	0.3-2.5	F	F	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	Juv	4	LC50	1.3	1.0-1.7	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	SW	(Clark et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	14 d	4	LC50	1.8	1.5-2.2	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	14 d	4	LC50	1.8	1.4-2.3	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	14 d	4	LC50	1.8	1.3-3.5	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	7 d	4	LC50	1.8	0.8-oo	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	7 d	4	LC50	2	1.5-2.8	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	7 d	4	LC50	2	1.5-2.7	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	28 d	4	LC50	3.9	3.1-5.8	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	0 d	4	LC50	3.9	1.9-9.0	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	28 d	4	LC50	4	3.4-5.1	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	28 d	4	LC50	4	3.0 - oo	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	0 d	4	LC50	4.2	3.3-5.5	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Menidia peninsulae</i>	Mort	0 d	4	LC50	4.2	3.2-5.1	F	S	NR	4	2	5	3	3.5	Q	SW	(Borthwick et al. 1985)
<i>Mugil cephalus</i>	Mort	Unknown	4	LC50	5.4	4.0-6.9	A	F	M	2	1	5	3	2.75	N	SW	(Schimmel et al. 1983)
<i>Oncorhynchus clarki</i>	Mort	NR	4	LC50	5.4		F	S	NR						Q	FW	(Mayer and Ellersieck 1986)
<i>Oncorhynchus clarki</i>	Mort	NR	4	LC50	13.4		F	S	NR						Q	FW	(Mayer and Ellersieck 1986)
<i>Oncorhynchus clarki</i>	Mort	NR	4	LC50	18.4		F	S	NR						Q	FW	(Mayer and Ellersieck 1986)
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mort	Juv	4	LC50	8	6.8-9.4	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Holcombe et al. 1982)
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mort	Juv	4	LC50	9	7-11	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Phipps and Holcombe 1985)
<i>Opsanus beta</i>	Mort	Juv	4	LC50	520	450-600	A	R	M	3	3	5	2	3.25	Q	SW	(Hansen et al. 1986)
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Mort	3 g	4	LC50	26	19.7-32.0	F	R	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rao et al. 2003)
<i>Oryzias latipes</i>	Mort	30 d	1	LC50	300	280-330	A	S	M	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Rice et al. 1997)

Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure $\mu\text{g L}^{-1}$	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<i>Oryzias latipes</i>	Mort	Unknown	1	LC50	310	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Shim and Self 1973)
<i>Oryzias latipes</i>	Mort	30 d	2	LC50	250	230-270	A	R	M	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Rice et al. 1997)
<i>Oryzias latipes</i>	Mort	24 d	2	LC50	300	NA	A	S	M	2	2	5	2	2.75	N	FW	(Carlson et al. 1998)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	31-32 d	1	LC50	320	285-360	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Holcombe et al. 1982)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	<24 h	2	EC50	149	134.4-164.4	A	R	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Wacksman et al. 2006)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	<24 h	2	LC50	163	149.0-175.4	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Moore et al. 1998)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	31-32 d	2	LC50	248	225-273	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Holcombe et al. 1982)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	31-32 d	3	LC50	220	204-236	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Holcombe et al. 1982)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	<24 h	4	LC50	120	110-130	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Jarvinen and Tanner 1982)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	<24 h	4	LC50	122	77.0-167.4	A	S	M	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Jarvinen et al. 1988)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	<24 h	4	LC50	130	0-oo	A	S	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Jarvinen and Tanner 1982)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	<24 h	4	EC50	131	117.6-146.4	A	R	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Wacksman et al. 2006)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	~80 d	4	EC50	134	115.4-155.4	A	R	M	3	2	5	3	3.25	Q	FW	(Wacksman et al. 2006)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	<24 h	4	LC50	140	120-160	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Jarvinen et al. 1988)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	<24 h	4	LC50	170	0-oo	A	S	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Jarvinen and Tanner 1982)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	31-32 d	4	LC50	203	191-217	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Holcombe et al. 1982)
<i>Pimephales promelas</i>	Mort	Unknown	4	LC50	542	225-1310	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Phipps and Holcombe 1985)
<i>Poecilia reticulata</i>	GFDB	3-3.8 cm	1	EC50	30	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Rongsriyam et al. 1968)
<i>Poecilia reticulata</i>	Mort	3-3.8 cm	1	LC50	220	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Rongsriyam et al. 1968)
<i>Poecilia reticulata</i>	Mort	48 h	4	LC50	7.2	NA	A	NR	U	2	1	5	4	3	Q	FW	(De Silva and Samayawardhena 2002)
<i>Poecilia reticulata</i>	Mort	48 h	4	LC50	7.2	NA	F	R	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(De Silva and Samayawardhena 2002)
<i>Pungitius pungitius</i>	Mort	Adult	2	LC50	5.7	4.4-7.5	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Pungitius pungitius</i>	Mort	Adult	4	LC50	4.7	3.6-6.0	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Rutilus rutilus</i>	Mort	NA	4	LC50	250	170-360	A	R	U	4	2	5	5	4	Y	FW	(Douglas and Pell 1985a)
<i>Salvelinus namaycush</i>	Mort		4	LC50	73		F	S	NR						Q*	FW	(Mayer and Ellersieck 1986)
<i>Salvelinus namaycush</i>	Mort		4	LC50	98		F	S	NR						Q*	FW	(Mayer and Ellersieck 1986)
<i>Salvelinus namaycush</i>	Mort		4	LC50	140		F	S	NR						Q*	FW	(Mayer and Ellersieck 1986)
<i>Salvelinus namaycush</i>	Mort		4	LC50	205		F	S	NR						Q*	FW	(Mayer and Ellersieck 1986)
<i>Salvelinus namaycush</i>	Mort		4	LC50	227		F	S	NR						Q*	FW	(Mayer and Ellersieck 1986)
<i>Salvelinus namaycush</i>	Mort		4	LC50	244		F	F	NR						Q*	FW	(Mayer and Ellersieck 1986)
<i>Sander vitreus</i>	Mort	Post larv II	2	LC50	12	9-14	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Phillips et al. 2002)
<i>Sander vitreus</i>	Mort	Post larv II	2	LC50	13	10-16	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Phillips et al. 2002)
<i>Sander vitreus</i>	Mort	Post larv I	2	LC50	24	18-29	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Phillips et al. 2002)
<i>Sander vitreus</i> (LSS)	Mort	30 d	2	LC50	26	24-28	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Phillips et al. 2002)
<i>Sander vitreus</i>	Mort	Post larv I	2	LC50	29	22-35	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Phillips et al. 2002)
<i>Sander vitreus</i> (LSS)	Mort	30 d	2	LC50	37	28-45	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Phillips et al. 2002)
<i>Sander vitreus</i> (LSS)	Mort	60 d	2	LC50	41	32-50	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Phillips et al. 2002)
<i>Sander vitreus</i> (LSS)	Mort	90 d	2	LC50	43	36-50	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Phillips et al. 2002)
<i>Sander vitreus</i> (LSS)	Mort	90 d	2	LC50	45	35-55	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Phillips et al. 2002)
<i>Sander vitreus</i> (LSS)	Mort	Pro larv	2	LC50	225	187-263	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Phillips et al. 2002)
<i>Sander vitreus</i> (LSS)	Mort	Pro larv	2	LC50	316	283-348	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Phillips et al. 2002)
<i>Tilapia guineensis</i>	Mort	Juv	4	LC50	2	NA	F	S	U	2	1	4	3	2.5	N	SW	(Chindah et al. 2004)

Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<i>Zacco platypus</i>	Mort	Unknown	1	LC50	1700	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Shim and Self 1973)
<b>Insects</b>																	
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	4	3-4	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2007)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	6.9	6.19-7.50	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2007)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	7	6-7	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2007)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	3rd/4th instar	1	LC50	3.6	NA	F	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Canyon and Hii 1999)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	10	10-20	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2007)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	Adult	1	LC50	10.3	8.8-11.9	F	NR	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Tikar et al. 2009)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	3rd/4th instar	1	LC50	12	NA	F	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Canyon and Hii 1999)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	Adult	1	LC50	18.1	13.3-24.0	F	NR	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Tikar et al. 2009)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	20	10-20	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2007)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	21	18.4-23.9	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2001)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	30	20-50	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2007)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	39	32.1-46.8	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2001)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	50	40-60	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2007)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	Adult	1	LC50	52	40-52	F	NR	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Tikar et al. 2009)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	Adult	1	LC50	70	60.1-80.0	F	NR	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Tikar et al. 2009)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	70	60-80	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2007)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	Adult	1	LC50	84	74.3-95.6	F	NR	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Tikar et al. 2009)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	Adult	1	LC50	94	78.8-113.0	F	NR	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Tikar et al. 2009)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	100	90-100	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2007)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	100	100-200	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2007)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	114	103-140	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2001)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	150	121-201	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Rodriguez et al. 2001)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	Adult	1	LC50	165	152.1-178.8	F	NR	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Tikar et al. 2009)
<i>Aedes aegypti</i>	Mort	4th instar	1	LC50	1100	NA	F	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Cheng et al. 2009)
<i>Aedes albopictus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	3.3	1.4-5.2	A	S	NR	3	1	5	3	3	Q	FW	(Ali et al. 1995)
<i>Aedes albopictus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	40	40-50	F	S	U	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Liu et al. 2004)
<i>Aedes albopictus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	400	300-500	F	S	U	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Liu et al. 2004)
<i>Aedes albopictus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	400	300-500	F	S	U	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Liu et al. 2004)
<i>Aedes albopictus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	700	500-1000	F	S	U	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Liu et al. 2004)
<i>Aedes albopictus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	1300	700-2100	F	S	U	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Liu et al. 2004)
<i>Aedes albopictus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	1400	NA	F	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Cheng et al. 2009)
<i>Anax imperator</i>	Mort	Larva	1	LC50	6.9	(6.34-7.56)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Anax imperator</i>	Mort	Larva	2	LC50	3.3	(2.97-3.66)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Anax imperator</i>	Mort	Larva	3	LC50	2.4	(1.77-3.13)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Anax imperator</i>	Mort	Larva	4	LC50	2.0	(1.5-2.63)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Anisops sardeus</i>	Mort	Unknown	1	LC50	1.6	NA	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Lahr et al. 2001)
<i>Anisops sardeus</i>	Mort	Unknown	2	LC50	0.9	NA	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Lahr et al. 2001)
<i>Anopheles albimanus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	8	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Hemingway and Georghiou 1983)
<i>Anopheles quadrimaculatus</i>	Mort	2nd-3rd instar	2	LC50	1	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Milam et al. 2000)
<i>Anopheles stephensi</i>	Mort	4th instar	1	LC50	0.2	0.2-0.3	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Chitra and Pillai 1984)

Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure $\mu\text{g L}^{-1}$	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<i>Anopheles stephensi</i>	Mort	4th instar	1	LC50	0.9	0.7-2.0	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Chitra and Pillai 1984)
<i>Atalophlebia australis</i>	Mort	Nymph	1	EC50	0.37	0.30-0.44	A	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Atalophlebia australis</i>	Mort	Nymph	2	EC50	0.28	0.25-0.32	A	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Atalophlebia australis</i>	Mort	Nymph	3	EC50	0.24	0.20-0.29	A	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Atalophlebia australis</i>	Mort	Nymph	4	EC50	0.24	0.20-0.29	A	R	U	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Pablo et al. 2008)
<i>Chaoborus obscuripes</i>	Mort	Larva	1	LC50	2.5	(1.38-4.42)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Chaoborus obscuripes</i>	Mort	Larva	2	LC50	1.13	(0.76-1.68)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Chaoborus obscuripes</i>	Mort	Larva	3	LC50	0.61	(0.35-1.08)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Chaoborus obscuripes</i>	Mort	Larva	4	LC50	0.3	(0.13-0.7)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Chaoborus obscuripes</i>	Mort	Larva	4	LC50	6.6	3.0-14.6	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Chironomus crassicaudatus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	52	NA	A	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Ali 1981)
<i>Chironomus decorus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	45	NA	A	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Ali 1981)
<i>Chironomus dilutus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	2120	1103-5125	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Ha and Choi 2008a)
<i>Chironomus dilutus</i>	Mort	10-13 d	2	LC50	0.3	0.16-0.44	A	S	M	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Moore et al. 1998)
<i>Chironomus dilutus</i>	Mort	4th instar	2	LC50	0.72	0.63-0.85	A	R	M	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Tyler Mehler et al. 2008)
<i>Chironomus dilutus</i>	Mort	4th instar	4	LC50	0.46	0.350-0.537	A	S	M	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Harwood et al. 2009)
<i>Chironomus dilutus</i>	Mort	4th instar	4	LC50	0.83	0.657-1.12	A	S	M	4	3	5	3	3.75	Q	FW	(Harwood et al. 2009)
<i>Chironomus dilutus</i>	Mort	3rd instar	4	LC50	0.47	0.39-0.56	F	S	U	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Ankley and Collyard 1995)
<i>Chironomus riparius</i>	Mort	4th instar	1	LC10	668	17-1566	F	S	U	4	1	4	3	3	Q	FW	(Ha and Choi 2008b)
<i>Chironomus riparius</i>	Mort	4th instar	1	LC50	2774	861-5188	F	S	U	4	1	4	3	3	Q	FW	(Ha and Choi 2008b)
<i>Chironomus riparius</i>	Mort	2nd instar	4	LC50	0.09	0.05-0.16	F	NR	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Hooftman et al. 1993)
<i>Chironomus riparius</i>	Mort	2nd instar	4	LC50	0.34	0.24-0.48	F	NR	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Hooftman et al. 1993)
<i>Chironomus salinarius</i>	Mort	3rd/4th instar	1	LC50	0.99	0.83-1.20	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Ali et al. 1985)
<i>Chironomus sp.</i>	Mort	Larva	3	LC50	2.6	NA	F	S	U	3	1	5	2	2.75	N	SW	(Tsai 1978)
<i>Chironomus tepperi</i>	Mort	4th instar	1	LC50	1.3	1.2-1.3	F	NR	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Stevens 1992)
<i>Chironomus utahensis</i>	Mort	4th instar	1	LC50	1.2	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Ali and Mulla 1977)
<i>Claassenia sabulosa</i>	Mort	Naiad	1	LC50	8.2	4.9-14	F	S	NR	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Sanders and Cope 1968)
<i>Claassenia sabulosa</i>	Mort	Naiad	2	LC50	1.8	1.2-2.2	A	S	U	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Sanders and Cope 1968)
<i>Claassenia sabulosa</i>	Mort	Naiad	4	LC50	0.57	0.39-0.83	F	S	NR	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Sanders and Cope 1968)
<i>Cloeon dipterum</i>	Mort	Larva	1	LC50	1.11	NC	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Cloeon dipterum</i>	Mort	Larva	2	LC50	0.81	(NC)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Cloeon dipterum</i>	Mort	Naiad	2	LC50	1	0.8-1.4	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Cloeon dipterum</i>	Mort	Larva	3	LC50	0.58	(0.450.74)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Cloeon dipterum</i>	Mort	Larva	4	LC50	0.36	(0.29-0.45)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Cloeon dipterum</i>	Mort	Naiad	4	LC50	0.3	0.2-0.3	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Corixa punctata</i>	Mort	Adult	2	LC50	6	4.2-8.5	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Corixa punctata</i>	Mort	Adult	4	LC50	2	1.5-2.6	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(van Wijngaarden et al. 1993)
<i>Cricotopus sp.</i>	Mort	4th instar	1	LC50	6.5	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Ali and Mulla 1977)
<i>Culex pipiens ssp. fatigans</i>	Mort	Final instar	1	LC50	0.8	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Rongsriyam et al. 1968)
<i>Culex quinquefasciatus</i>	Mort	larva	1	LC50	0.009	0.007-0.010	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Aguilera et al. 1995)
<i>Culex quinquefasciatus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	5	4-7	F	S	U	2	1	4	3	2.5	N	FW	(Liu et al. 2005)
<i>Culex quinquefasciatus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	6	5-7	F	S	U	2	1	4	3	2.5	N	FW	(Liu et al. 2005)
<i>Culex quinquefasciatus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	200	30-700	F	S	U	2	1	4	3	2.5	N	FW	(Liu et al. 2004)

Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure $\mu\text{g L}^{-1}$	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<i>Culex quinquefasciatus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	200	100-200	F	S	U	2	1	4	3	2.5	N	FW	(Liu et al. 2005)
<i>Culex quinquefasciatus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	900	600-1200	F	S	U	2	1	4	3	2.5	N	FW	(Liu et al. 2004)
<i>Culex quinquefasciatus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	2400	1700-3400	F	S	U	2	1	4	3	2.5	N	FW	(Liu et al. 2005)
<i>Culex quinquefasciatus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	4300	3100-6000	F	S	U	2	1	4	3	2.5	N	FW	(Liu et al. 2004)
<i>Culex quinquefasciatus</i>	Mort	4th instar	2	LC50	0.3	NA	A	S	U	2	1	4	2	2.25	N	FW	(Amin and Peiris 1990)
<i>Culex tarsalis</i>	Mort	4th instar	1	LC50	0.38	0.28-0.50	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Whyard et al. 1994)
<i>Culex tarsalis</i>	Mort	4th instar	1	LC50	0.38	0.29-0.50	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Whyard et al. 1994)
<i>Culex tritaeniorhynchus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	0.32	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Shim and Self 1973)
<i>Deleatidium sp.</i>	Mort	Nymph	2	LC50	0.05	0.04-0.11	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Boonthai et al. 2000)
<i>Glyptotendipes paripes</i>	Mort	4th instar	1	LC50	12	NA	A	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Ali 1981)
<i>Goeldichironomus holoprasinus</i>	Mort	4th instar	1	LC50	380	NA	A	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Ali 1981)
<i>Heptageniidae</i>	Mort	Nymph	1	LC50	29	20-37	F	S	U	2	1	3	3	2.25	N	FW	(Siegfried 1993)
<i>Hydrophilus sp.</i>	Mort	Adult	1	LC50	100	44-267	F	S	U	2	1	3	3	2.25	N	FW	(Siegfried 1993)
<i>Hydropsychidae</i>	Mort	larva	1	LC50	30.6	19-46	F	S	U	2	1	3	3	2.25	N	FW	(Siegfried 1993)
<i>Molanna angustata</i>	Mort	Larva	1	LC50	>34.2	NC	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Molanna angustata</i>	Mort	Larva	2	LC50	>34.2		A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Notonecta maculata</i>	Mort	Adult	1	LC50	>16	NC	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Notonecta maculata</i>	Mort	Adult	2	LC50	24	(15-38.2)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Notonecta maculata</i>	Mort	Adult	3	LC50	12	(7.83-17.1)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Notonecta maculata</i>	Mort	Adult	4	LC50	7.97	(5.34-11.9)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Odonata</i>	Mort	Nymph	1	LC50	11	8.6-14.3	F	S	U	2	1	3	3	2.25	N	FW	(Siegfried 1993)
<i>Paraponyx stratiotata</i>	Mort	Larva	1	LC50	55	6.13-496.3)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Paraponyx stratiotata</i>	Mort	Larva	2	LC50	29	(NC)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Paraponyx stratiotata</i>	Mort	Larva	3	LC50	32	(5.57-179)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Paraponyx stratiotata</i>	Mort	Larva	4	LC50	27	(2.9-252)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Peltodytes sp.</i>	Mort	Adult	3	LC50	0.9	NA	F	S	U	3	1	4	2	2.5	N	FW	(Federle and Collins 1976)
<i>Peltodytes sp.</i>	Mort	Adult	4	LC50	0.8	NA	F	S	U	3	1	4	2	2.5	N	FW	(Federle and Collins 1976)
<i>Plea minutissima</i>	Mort	Adult	1	LC50	11.2	(8.95-13.93)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Plea minutissima</i>	Mort	Adult	2	LC50	5.94	(4.026-8.765)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Plea minutissima</i>	Mort	Adult	3	LC50	2.9	(1.92-4.39)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Plea minutissima</i>	Mort	Adult	4	LC50	1.98	(1.32-2.99)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Procladius sp.</i>	Mort	4th instar	1	LC50	0.5	NA	F	S	U	2	1	5	2	2.5	N	FW	(Ali and Mulla 1977)
<i>Procloeon sp.</i>	Mort	Larva	2	LC50	0.081	NA	A	R	M	3	2	4	2	2.75	N	FW	(Anderson et al. 2006)
<i>Pteronarcella badia</i>	Mort	Naiad	1	LC50	4.2	3-6	A	S	U	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Sanders and Cope 1968)
<i>Pteronarcella badia</i>	Mort	Naiad	2	LC50	1.8	1.2-2.6	A	S	U	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Sanders and Cope 1968)
<i>Pteronarcella badia</i>	Mort	Naiad	4	LC50	0.57	0.39-0.83	A	S	U	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Sanders and Cope 1968)
<i>Pteronarcys californica</i>	Mort	Naiad	1	LC50	50	38-65	F	S	NR	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Sanders and Cope 1968)
<i>Pteronarcys californica</i>	Mort	Naiad	2	LC50	18	12-26	A	S	U	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Sanders and Cope 1968)
<i>Pteronarcys californica</i>	Mort	Naiad	4	LC50	10	7-13	F	S	NR	3	1	4	3	2.75	N	FW	(Sanders and Cope 1968)
<i>Ranatra linearis</i>	Mort	Adult	1	LC50	23	(15.3-33.2)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Ranatra linearis</i>	Mort	Adult	2	LC50	12	(NC)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Ranatra linearis</i>	Mort	Adult	3	LC50	5.0	(3.29-7.68)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Ranatra linearis</i>	Mort	Adult	4	LC50	4.5	(2.39-8.41)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Sialis lutaria</i>	Mort	Larva	1	LC50	>327	NC	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)

Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
<i>Sialis lutariah</i>	Mort	Larva	2	LC50	>327		A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Sialis lutariah</i>	Mort	Larva	4	LC50	>300	(0.26–1.7E9)	A	S	M	4	4	5	4	4.25	Y	FW	(Rubach et al. 2011)
<i>Sigara arguta</i>	Mort	Nymph	2	LC50	2.16	1.38-3.28	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Boonthai et al. 2000)
<i>Simulium vittatum</i>	Mort	2nd/3rd instar	1	LC50	0.06	0.04-0.08	F	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Hyder et al. 2004)
<i>Simulium vittatum</i>	Mort	4th/5th instar	1	LC50	0.11	0.0-0.24	F	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Hyder et al. 2004)
<i>Simulium vittatum</i>	Mort	4th/5th instar	1	LC50	0.13	0.12-0.14	F	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Hyder et al. 2004)
<i>Simulium vittatum</i>	Mort	6th/7th instar	1	LC50	0.68	0.49-0.87	F	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Hyder et al. 2004)
<i>Simulium vittatum</i>	Mort	6th/7th instar	1	LC50	0.91	0.75-1.07	F	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Hyder et al. 2004)
<i>Simulium vittatum</i>	Mort	larva	1	LC50	27	19-34	F	S	U	2	1	3	3	2.25	N	FW	(Siegfried 1993)
<i>Simulium vittatum</i>	Mort	6th/7th instar	2	LC50	0.28	0.25-0.33	A	S	M	4	3	5	4	4	Q	FW	(Overmyer et al. 2003)
<i>Tanytarsus sp.</i>	Mort	4th instar	1	LC50	600	NA	A	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Ali 1981)
<i>Xanthocnemis zealandica</i>	Mort		2	LC50	8.4	4.02-17.64	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Boonthai et al. 2000)
<b>Other Invertebrates</b>																	
<i>Acropora millepora</i>	MetaM	Larva	0.75	EC50	1	0-3	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Markey et al. 2007)
<i>Acropora millepora</i>	Fert	Embryo	0.125	EC50	30	NA	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Markey et al. 2007)
<i>Brachionus calyciflorus</i>	Grow Rep	Neonate	2	EC50	360	NA	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Snell and Moffat 1992)
<i>Brachionus calyciflorus</i>	Mort	Neonate	1	LC50	12000	10000-14000	F	S	U	2	1	5	3	2.75	N	FW	(Snell and Moffat 1992)
<i>Brachionus calyciflorus</i>	Mort	Neonate	2	LC50	12000	NA	F	S	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Snell and Moffat 1992)
<i>Brachionus plicatilis</i>	Mort	Nauplii	1	EC50	1400	NA	A	S	M	2	1	5	2	2.5	N	SW	(Guzzella et al. 1997)
<i>Brachionus plicatilis</i>	Mort	Nauplii	1	EC50	1700	NA	A	S	M	2	1	5	2	2.5	N	SW	(Guzzella et al. 1997)
<i>Brachionus plicatilis</i>	Mort	Nauplii	1	EC50	1900	NA	A	S	M	2	1	5	2	2.5	N	SW	(Guzzella et al. 1997)
<i>Brachionus plicatilis</i>	Mort	Neonate	1	LC50	10670	9310-12030	F	S	U	4	1	5	3	3.25	Q	SW	(Ferrando and Andreu-Moliner 1991)
<i>Paracentrotus lividus</i>	Deve	Egg	2	EC50	300	250-400	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	SW	(Bellas et al. 2005)
<i>Ciona intestinalis</i>	Deve	2-cell	0.833	EC50	5666	5087-6349	A	S	U	2	1	5	3	2.75	N	SW	(Bellas et al. 2005)
<b>Mollusca</b>																	
<i>Aplexa hypnorum</i>	Mort	Adult	4	LC50	>806	NA	A	F	M	3	3	5	3	3.5	Q	FW	(Phipps and Holcombe 1985)
<i>Lampsilis siliquoidea</i>	Mort	Juvenile	21	EC50	50	30-80	F	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Bringolf et al. 2007)
<i>Lampsilis siliquoidea</i>	Mort	Juvenile	21	EC50	60	30-140	A	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Bringolf et al. 2007)
<i>Lampsilis siliquoidea</i>	Mort	Juvenile	4	EC50	250	170-370	A	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Bringolf et al. 2007)
<i>Lampsilis siliquoidea</i>	Mort	Juvenile	4	EC50	330	260-420	F	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Bringolf et al. 2007)
<i>Lampsilis siliquoidea</i>	Mort	Glochidia	2	EC50	430	290-630	A	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Bringolf et al. 2007)
<i>Lampsilis siliquoidea</i>	Mort	Glochidia	2	EC50	600	400-900	F	S	U	4	2	5	3	3.5	Q	FW	(Bringolf et al. 2007)
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Deve	Embryo	2	EC50	153.5	137.0-172.7	A	S	U	3	1	5	3	3	Q	SW	(Beiras and Bellas 2008)
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Mort	Adult	4	LC50	22500	NA	F	NR	NR	3	3	5	2	3.25	Q	SW	(Serrano et al. 1995)
<b>Worms</b>																	
<i>Agamermis unka</i>	Mort	Pre-	1	LC50	1210	650-2020	A	S	U	3	1	5	3	3	Q	FW	(Choo et al. 1998)



Species	Resp.	Test Sub.	Expo (d)	End-point	Measure $\mu\text{g L}^{-1}$	95% CI	Test item	Expo type	Chem anal	Proced	QA/QC	# conc	Transp.	Stren	Inc.	Media	Ref.
		parasite															
<i>Dugesia dorocephala</i>	Mort	20-25 mg	7	LC50	2000	NA	F	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Villar et al. 1993)
<i>Dugesia dorocephala</i>	Mort	20-25 mg	7	LC50	2200	NA	F	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Villar et al. 1993)
<i>Dugesia dorocephala</i>	Mort	20-25 mg	7	LC50	2500	NA	F	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Villar et al. 1993)
<i>Dugesia dorocephala</i>	Mort	20-25 mg	7	LC50	4300	NA	F	S	U	3	1	5	2	2.75	N	FW	(Villar et al. 1993)

Q\* Original report not available but work conducted at US EPA Laboratory – qualified.

Key for exclusions from SSDa

- Excluded – Duration  $\leq$  48 hr or  $\leq$  96 hr
- Excluded – Less sensitive stage
- Excluded – Test of AI available
- Excluded – Renew. or flow-t. test available
- Excluded – See footnote on right

a Key to headers: GM  $\mu\text{g/L}$  = Geometric mean of multiple values; n = Number of data points use for calculating species geomean unless only one data point was available (n=1); Test item = Test substance (Active or Formulation); Expos. Type = Type of test (Flow through, static Renewal, or Static); Included. = Inclusion criterion (Y = acceptable, Q = qualified); Media = Exposure medium (Fresh Water or Salt Water); NR = Not recorded  
 Other reasons for exclusion: <sup>o</sup> DOM added. <sup>c</sup> Response not mortality.

SI Table 2 Toxicity values for chlorpyrifos oxon, CAS 5598152 to aquatic organisms

Species	Group	Resp.	Test sub.	Expos. (d)	End-point	Meas. ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	95% CI	Test item	Expos. type	Assessment of methods							Reference
										Proc.	QA/QC	# conc.	Transp.	Streng.	Inc.	Media	
<i>Acropora millepora</i>	Coral	FERZ	Embryo	0.125	EC50	>30		A	S	3	1	5	3	3	Q	SW	(Markey et al. 2007)
<i>Acropora millepora</i>	Coral	MMPH	Larva	0.75	EC50	0.39		A	S	3	1	5	3	3	Q	SW	(Markey et al. 2007)
<i>Daphnia magna</i>	Crust	Mort	< 24 h old	1	LC50	> 15		A 87%	F	5	5	5	5	5	Y	FW	(Fournier 2010a)
<i>Daphnia magna</i>	Crust	Mort	< 24 h old	2	LC50	1.9	0.6-6.7	A 87%	F	5	5	5	5	5	Y	FW	(Fournier 2010a)
<i>Lepomis macrochirus</i>	Fish	Mort	46 mm	1	LC50	2.2	1.4-3.6	A 87%	F	5	5	5	5	5	Y	FW	(Fournier 2010b)
<i>Lepomis macrochirus</i>	Fish	Mort	46 mm	2	LC50	1.4	0.57-3.6	A 87%	F	5	5	5	5	5	Y	FW	(Fournier 2010b)
<i>Lepomis macrochirus</i>	Fish	Mort	46 mm	3	LC50	1.2	0.57-3.6	A 87%	F	5	5	5	5	5	Y	FW	(Fournier 2010b)
<i>Lepomis macrochirus</i>	Fish	Mort	46 mm	4	LC50	1.1	0.57-1.4	A 87%	F	5	5	5	5	5	Y	FW	(Fournier 2010b)
<i>Rana boylei</i>	Amphib	Mort	G32-44	4	LC50	> 5	NA	A 99%	S	3	1	3	3	2.5	N	FW	(Sparling and Fellers 2007)

a Key to headers: GM  $\mu\text{g/L}$  = Geometric mean of multiple values; n = Number of data points use for calculating species geomean unless only one data point was available (n=1); Test item = Test substance (Active or Formulation); Expos. Type = Type of test (Flow through, static Renewal, or Static); Included. = Inclusion criterion (Y = acceptable, Q = qualified); Media = Exposure medium (Fresh Water or Salt Water); NR = Not recorded

SI Table 3 Toxicity values for chlorpyrifos, CAS 5598152 to sediment organisms

Species	Group	Resp.	Subject	Expos (d)	Endpoint	Meas. ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	95% CI	Meas. $\text{Ng g}^{-1}$ OC	Test item	Expo. Type	Chem. Anal.	Assessment of methods							Reference
												Proc.	QA/QC	# conc	Transp.	Streng.	Inc.	Media	
<i>Hyalella azteca</i>	Crust.	Mort	7-14 d	10	LC50	399	355-448	2122	A	F	M	5	5	5	5	5	Y	FW	(Brown et al. 1997)
<i>Chironomus dilutus</i>	Insect	Mort	Larv 3rd	10	LC50	383	358-409	2037	A	F	M	5	5	5	5	5	Y	FW	(Brown et al. 1997)
<i>Chironomus dilutus</i>	Insect	Mort	Larv	10	LC50	468	307-714	5506	A	F	M	5	5	5	5	5	Y	FW	(Ankley et al. 1994)
<i>Chironomus dilutus</i>	Insect	Mort	Larv	10	LC50	299	142-628	9956	A	F	M	5	5	5	5	5	Y	FW	(Ankley et al. 1994)

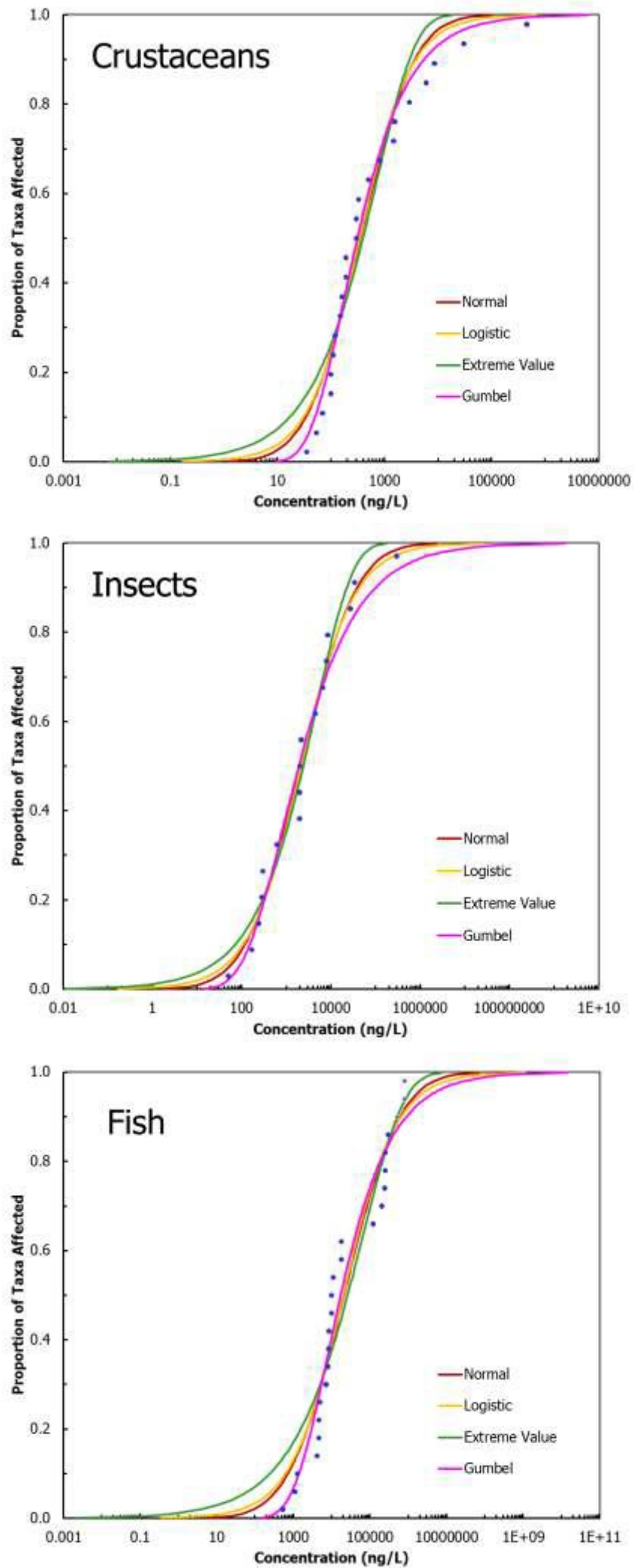
a Key to headers: GM  $\mu\text{g/L}$  = Geometric mean of multiple values; n = Number of data points use for calculating species geomean unless only one data point was available (n=1); Test item = Test substance (Active or Formulation); Expos. Type = Type of test (Flow through, static Renewal, or Static); Included. = Inclusion criterion (Y = acceptable, Q = qualified); Media = Exposure medium (Fresh Water or Salt Water); NR = Not recorded

**SI Table 4 Summary Statistics from SSD Master v. 3.0**

<b>Crustacea</b>	<b>Normal</b>	<b>Logistic</b>	<b>Extreme Value</b>	<b>Gumbel</b>	
$\sum e_i^2$	0.0914	0.0884	0.1533	0.0423	
MSE	0.0044	0.0042	0.0073	0.0020	
Data from specified distribution? Anderson-Darling (n>5)		Yes	Yes	No	Yes
A <sup>2</sup>	1.120		0.847	2.434	0.364
HC5 ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	0.017		0.014	0.005	0.034
Lower confidence limit on the mean (expected HC5)		0.01	0.006	0.001	0.022
Upper confidence limit on the mean (expected HC5)	0.022		0.031	0.025	0.051

<b>Insects</b>	<b>Normal</b>	<b>Logistic</b>	<b>Extreme Value</b>	<b>Gumbel</b>	
$\sum e_i^2$	0.0307	0.0315	0.0362	0.0378	
MSE	0.0024	0.0024	0.0028	0.0029	
Data from specified distribution? Anderson-Darling (n>5)		Yes	Yes	Yes	Yes
A <sup>2</sup>	0.695		0.714	0.656	0.813
HC5 ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	0.052		0.039	0.019	0.087
Lower confidence limit on the mean (expected HC5)	0.033		0.022	0.006	0.057
Upper confidence limit on the mean (expected HC5)	0.082		0.069	0.055	0.133

<b>Fish</b>	<b>Normal</b>	<b>Logistic</b>	<b>Extreme Value</b>	<b>Gumbel</b>	
$\sum e_i^2$	0.1460	0.1492	0.1941	0.1087	
MSE	0.0066	0.0068	0.0088	0.0049	
Data from specified distribution? Anderson-Darling (n>5)		Yes	Yes	Yes	Yes
A <sup>2</sup>	0.949		0.982	1.242	0.733
HC5 ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	0.278		0.193	0.041	0.812
Lower confidence limit on the mean (expected HC5)	0.201		0.075	0.006	0.507
Upper confidence limit on the mean (expected HC5)	0.385		0.493	0.297	1.298



**SI Fig. 1** Cumulative distribution function (CDF) models fitted to the Species Sensitivity Distributions (SSDs) for CPY in crustaceans, insects, and fish using SSD Master v. 3.0.

**Table 5** Summary of microcosm and mesocosm studies performed with chlorpyrifos

Ref	Cosm	Exposure	Zooplankton			Macroinvertebrates			NOAEC <sub>eco</sub>
			Taxa	Community	Recovery	Taxa	Community	Recovery	
Biever et al. (1994), Giddings (1993a, b); Giddings et al. (1997); Giddings (2011)	Outdoor 11 m <sup>3</sup> , Kansas	Lorsban® 4E; 0.03, 0.1, 0.3, 1, 3 µg L <sup>-1</sup> ; single spray or 3× slurry @ 2-wk intervals	Copepods and cladocerans NOAEC=0.1 µg L <sup>-1</sup> ; rotifers increased	PRC NOAEC=3 µg L <sup>-1</sup> (single spray), 0.1 µg L <sup>-1</sup> (3× slurry)	All parameters recovered by end of study (single app), up to 0.3 µg L <sup>-1</sup> (3× slurry)	Most benthic taxa NOAEC=0.1 µg L <sup>-1</sup> (single spray), 0.3 µg L <sup>-1</sup> (3× slurry)	PRC NOAEC=0.3 µg L <sup>-1</sup>	All taxa recovered at all treatment spray levels except Chironomidae at 1 µg L <sup>-1</sup> ; many taxa and PRC did not recover at 3 µg L <sup>-1</sup> slurry treatment	0.1 µg L <sup>-1</sup> (single spray or 3× slurry)
Brazner and Kline (1990)	Outdoor littoral enclosures, 55 m <sup>3</sup> , Minnesota	Dursban®: 0.5, 5.0, and 20.0 µg L <sup>-1</sup> applied once	Cladocerans and ostracods decreased; rotifers decreased at low conc. but unaffected or increased at higher conc.	Not reported	Cladocerans, copepods, and rotifers recovered at 0.5 µg L <sup>-1</sup> but not at higher concentrations	Chironomids decreased	Not reported	Chironomids recovered at 0.5 µg L <sup>-1</sup> within 16 d	<0.5 µg L <sup>-1</sup>
Brock et al. (1992, 1993, 1995)	Indoor 847 L, Netherlands, <i>Elodea nuttallii</i> -dominated (western waterweed)	Dursban® 4E 48%: 5 and 35 µg L <sup>-1</sup> applied once	Cladocerans, copepods, amphipods, isopods, and insects decreased; no effect on rotifers	Secondary effects observed: increase in periphyton, gastropods, oligochaetes	Some recovery by amphipods, complete or nearly complete recovery by isopods, cladocerans, and copepods	Insects reduced at 5 µg L <sup>-1</sup> , eliminated at 35 µg L <sup>-1</sup>	Not reported	At 5 µg L <sup>-1</sup> , slight recovery, then disappearance again at end of study; no recovery at 35 µg L <sup>-1</sup>	<5 µg L <sup>-1</sup>
Brock et al. (1992, 1993)	Indoor 847 L, Netherlands, devoid of macrophytes	Dursban® 4E 48%; 35 µg L <sup>-1</sup> applied once	Cladocerans, copepods, isopods, insects decreased; amphipods eliminated; no effect on rotifers	Secondary effects observed: increase in phytoplankton, rotifers, bivalves, oligochaetes	Some recovery by cladocerans and copepods; full recovery by isopods; no recovery by amphipods	Insects eliminated, species not identified	Diversity associated with POM higher in open-water systems	Insects absent until final wk	<35 µg L <sup>-1</sup>

**Table 5** (continued)

Ref	Cosm	Exposure	Zooplankton			Macroinvertebrates			NOAEC <sub>cco</sub>
			Taxa	Community	Recovery	Taxa	Community	Recovery	
Hurlburt et al. (1970)	Outdoor, 2.9–3.8 m <sup>3</sup> , water level maintained twice weekly, California	Dursban® 40 EC, 0.01, 0.05, 0.10, 1.0 lb/A (2 µg L <sup>-1</sup> to 200 µg L <sup>-1</sup> ) applied four times	Dominant zooplankton ( <i>Cyclops vernalis</i> and <i>Moina micrura</i> ) increased while <i>Diatomus pallidus</i> and rotifers decreased	Not reported	<i>M. micrura</i> and <i>C. vernalis</i> did not recover after first treatment of high doses. Lower doses: no recovery after second treatment. <i>D. pallidus</i> showed no consistent evidence of effect at low doses, did not develop populations at high doses	<i>Corisella decolor</i> was the only major insect Significant reduction at 10 µg L <sup>-1</sup> after first treatment. Low populations for all doses after third treatment	Not included in study	Gradual recovery for all but the highest dose. At 200 µg L <sup>-1</sup> recovery was not observed	<2 µg L <sup>-1</sup>
Hurlburt et al. (1972)	Outdoor, 33 m <sup>3</sup> , water level maintained twice weekly, California	Dursban® 40 EC, 7.2, 72 µg L <sup>-1</sup> applied three times	Dominant zooplankton ( <i>Cyclops vernalis</i> and <i>Moina micrura</i> ) reduced while <i>Diatomus pallidus</i> (copepod) and rotifers increased	Strong negative correlation between cladoceran and rotifer populations	<i>C. vernalis</i> and <i>M. micrura</i> recovered in 1–3 wk at 7.2 µg L <sup>-1</sup> and in 3–6 wk at 72 µg L <sup>-1</sup>	Notonectidae highly reduced as of 5 wk post-final treatment, except nymphs at 7.2 µg L <sup>-1</sup> . Corixids declined in controls and adults were more numerous at 72 µg L <sup>-1</sup> . Mayflies decimated at both doses, first treatment. <i>Tropisternus</i> and <i>Helophorus</i> also significantly more numerous at higher doses	Predaceous insects were 45% and 9% of control levels 5 wk after low and high dose treatments, respectively	Predaceous insects were affected and recovered slowly, while herbivorous insects were less affected and recovered more quickly	<7.2 µg L <sup>-1</sup>

López-Mancisidor et al. (2008b)	Outdoor 11 m <sup>3</sup> Spain, plankton-dominated	Chas <sup>®</sup> 48 EC, 0.033, 0.1, 0.33 and 1 µg L <sup>-1</sup> , sprayed 4× @ weekly intervals	Cyclopoid copepod and cladoceran density decreased at 1 µg L <sup>-1</sup> ; calanoid copepods increased; some rotifers increased; NOAEC=0.33 µg L <sup>-1</sup>	PRC affected at 0.33 µg L <sup>-1</sup> ; NOAEC=0.1 µg L <sup>-1</sup>	Number of arthropod taxa recovered by d-39; PRC recovered by d-81; total copepods and nauplii still less than controls on d-130; all taxa recovered within 12 wk below 1 µg L <sup>-1</sup>	Not included in study	Not included in study	Not included in study	0.1 µg L <sup>-1</sup> (nominal)=0.169 µg L <sup>-1</sup> (measured max)=0.158 µg L <sup>-1</sup> (max 7-d TWA)
López-Mancisidor et al. (2008a)	Outdoor 11 m <sup>3</sup> Spain, plankton-dominated	Chas <sup>®</sup> 48 EC, 0.1 and 1 µg L <sup>-1</sup> , sprayed once	Cladocerans, copepods, some rotifers ( <i>Keratella</i> ) decreased at 1 µg L <sup>-1</sup> ; some rotifers ( <i>Brachionus</i> ) increased	PRC NOAEC=0.1 µg L <sup>-1</sup>	<i>Daphnia galeata</i> decreased to near zero, recovered quickly; <i>Keratella</i> still reduced on d-99	Not included in study	Not included in study	Not included in study	0.1 µg L <sup>-1</sup>
Pusey et al. (1994)	Outdoor stream (45 m × 0.4 m), flow through conditions, Australia	Chemspray, 0.1 and 5.0 µg L <sup>-1</sup> applied in 6 h pulses	Not included in study	Not included in study	Not included in study	Chironomids: NOAEC=0.1 µg L <sup>-1</sup> , decreased at 5 µg L <sup>-1</sup>	NOAEC=0.1 µg L <sup>-1</sup>	Chironomid recovered by end of study (d-80)	0.1 µg L <sup>-1</sup>
Van den Brink et al. (1995)	Indoor 847 L, Netherlands, freshwater	Dursban <sup>®</sup> 4E: 0.1 µg L <sup>-1</sup> , continuous dosing, 7 wk	Cladocerans ( <i>Daphnia galeata</i> ), copepods, and ostracods generally decreased; rotifers ( <i>Keratella quadrata</i> ) increased	Not reported	No recovery; rotifer populations decreased after their initial increase	Isopods decreased. <i>Gammarus pulex</i> eliminated	Not reported	Very slight (not significant) recovery by <i>Proasellus meridianus</i> . No community recovery	<0.1 ng L <sup>-1</sup> , continuous for 7 wk
Van Wijngaarden et al. (2005b)	Indoor 18 L; temperate and Mediterranean conditions	Dursban <sup>®</sup> 480, 0.01-10 µg AI L <sup>-1</sup>	Cladocerans, copepod nauplii most sensitive; rotifers increased	PRC NOAEC=0.1 µg AI L <sup>-1</sup>	21 d under temperate conditions, >28 d under Mediterranean conditions	Not included in study	Not included in study	Not included in study	0.1 µg L <sup>-1</sup>

(continued)

**Table 5** (continued)

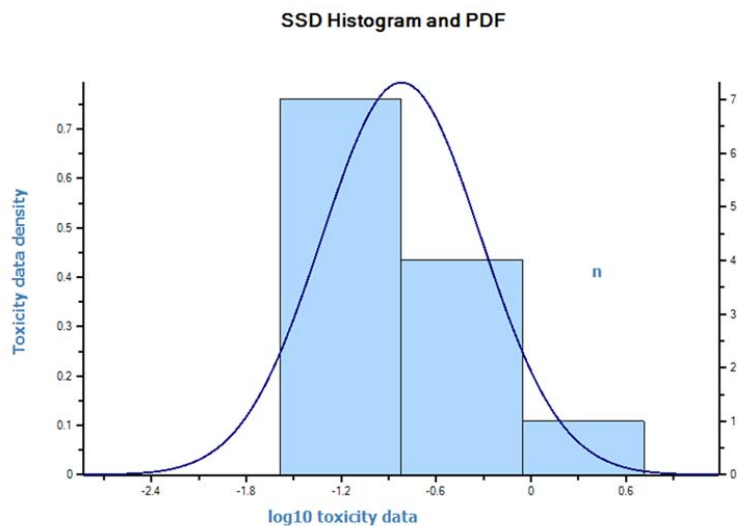
Ref	Cosm	Exposure	Zooplankton			Macroinvertebrates			NOAEC <sub>eco</sub>
			Taxa	Community	Recovery	Taxa	Community	Recovery	
Ward et al. (1995)	Outdoor stream (45 m × 0.4 m), flow through conditions, Australia	Chemspray, 0.1 and 5.0 µg L <sup>-1</sup> applied continuously over 21 d	Cladocerans, copepods, and ostracods decreased at both doses, more severely at 5 µg L <sup>-1</sup>	Total invertebrate abundance and diversity reduced at both doses	Ostracods recovered at 0.1 µg L <sup>-1</sup> ; cladocerans and copepods did not recover, but low abundances pre-trial render this uncertain	13/19 chironomids and 8/36 nonchironomids were significantly reduced and many showed no recovery by 70 d	Notable sensitivity observed for all insects, even predators	Abundance and diversity slightly reduced at 0.1 µg L <sup>-1</sup> and more severely reduced at 5 µg L <sup>-1</sup> . Abundances of invertebrates at 5 µg L <sup>-1</sup> recovered between 42 and 70 d after the first treatment	NA
Zafar et al. (2011)	Outdoor 1.3 m <sup>3</sup> (Netherlands)	480 g AI L <sup>-1</sup> EC; three exposure regimes with similar TWA: 0.9 µg L <sup>-1</sup> (single app), 0.3 µg L <sup>-1</sup> (three apps @ 7 d), 0.1 µg L <sup>-1</sup> (continuous 21-d)	Cladocerans most sensitive; also copepod nauplii; rotifers increased	Immediate PRC effect after single app; progressive effects in other treatment	PRC still significant in single-app treatment at end of study	<i>Cloeon dipterum</i> and <i>Chaoborus</i> most sensitive in 0.9 µg L <sup>-1</sup> but not affected in 0.1 µg L <sup>-1</sup> continuous; also <i>Gammarus pulex</i> , Trichoptera	Immediate effect after single app; progressive effects in other treatments	PRC still significant at end of study; <i>Chaoborus</i> recovered after single app; <i>G. pulex</i> still reduced in 0.1 µg L <sup>-1</sup> continuous at end of study	<0.9 µg L <sup>-1</sup> (single app) <0.3 µg L <sup>-1</sup> (three apps) <0.1 µg L <sup>-1</sup> (continuous 21 d)



## Appendix III

**Tab. A1:** „Goodness of fit“ für die SSD der akuten EC50 Werte für Amphipoda und Branchipoda- berechnet mit dem Programm ETX 2.0 (van Vlaardingen *et al.* 2004).

Anderson-Darling test for normality				
Sign. level	Critical	Normal?		
0.1	0.631	Accepted		
0.05	0.752	Accepted	AD Statistic:	0.595206
0.025	0.873	Accepted	n:	12
0.01	1.035	Accepted		
Kolmogorov-Smirnov test for normality				
Sign. level	Critical	Normal?		
0.1	0.819	Accepted		
0.05	0.895	Accepted	KS Statistic:	0.64037
0.025	0.995	Accepted	n:	12
0.01	1.035	Accepted		
Cramer von Mises test for normality				
Sign. level	Critical	Normal?		
0.1	0.104	Accepted		
0.05	0.126	Accepted	CM Statistic:	0.080906
0.025	0.148	Accepted	n:	12
0.01	0.179	Accepted		



**Abb. A1:** Histogramm für die SSD der akuten EC50 Werte für Amphipoda und Branchipoda - berechnet mit dem Programm ETX 2.0 (van Vlaardingen *et al.* 2004).

**Tab. A2:** HC5 der SSD der akuten EC50 Werte für Amphipoda und Branchipoda - berechnet mit dem Programm ETX 2.0 (van Vlaardingen *et al.* 2004).

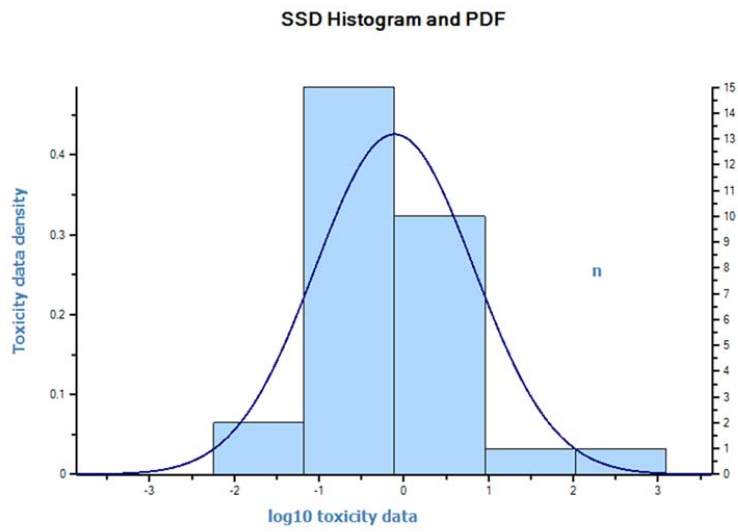
Parameters of the normal distribution			
Name	Value	Description	
mean	-0.81864	mean of the log toxicity values	
s.d.	0.50207	sample standard deviation	
n	12	sample size	
HC5 results			
Name	Value	log10(Value)	Description
LL HC5	0.00642	-2.192470736	lower estimate of the HC5
HC5	<b>0.021497</b>	-1.667615216	median estimate of the HC5
UL HC5	0.044456	-1.352068707	upper estimate of the HC5
sprHC5	6.924717	0.840402029	spread of the HC5 estimate
FA At HC5 results			
Name	Value	Description	
FA lower	0.774	5% confidence limit of the FA at standardised median logHC5	
FA median	5	50% confidence limit of the FA at standardised median logHC5	
FA upper	18.064	95% confidence limit of the FA at standardised median logHC5	
HC50 results			
Name	Value	log10(Value)	Description
LL HC50	0.083383	-1.078922366	lower estimate of the HC50
HC50	0.151832	-0.818635666	median estimate of the HC50
UL HC50	0.276472	-0.558348966	upper estimate of the HC50
sprHC50	3.315686	0.520573399	spread of the HC50 estimate
FA At HC50 results			
Name	Value	Description	
FA lower	31.74547	5% confidence limit of the FA at standardised median logHC50	
FA median	50	50% confidence limit of the FA at standardised median logHC50	
FA upper	68.25453	95% confidence limit of the FA at standardised median logHC50	

**Tab. A3:** Daten, aus denen die SSD der akuten EC50 Werte für Amphipoda und Branchiopoda besteht - in der Reihenfolge steigender EC50 Werte.

EC/LC50 [ $\mu\text{g/l}$ ]	Spezies	Taxonomische Gruppe
0.035	<i>Daphnia ambigua</i>	Branchiopoda
0.054	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Branchiopoda
0.07	<i>Gammarus pulex</i>	Amphipoda
0.09	<i>Simocephalus vetulus</i>	Branchiopoda
0.1	<i>Hyalella azteca</i>	Amphipoda
0.1	<i>Moina australiensis</i>	Branchiopoda
0.12	<i>Daphnia pulex</i>	Branchiopoda
0.155	<i>Daphnia carinata</i>	Branchiopoda
0.19	<i>Gammarus palustris</i>	Amphipoda
0.3	<i>Daphnia longispina</i>	Branchiopoda
0.41	<i>Daphnia magna</i>	Branchiopoda
2.9	<i>Gammarus fossarum</i>	Amphipoda

**Tab. A4:** „Goodness of fit“ für die SSD der akuten EC50 Werte für Insekten und Krebstiere- berechnet mit dem Programm ETX 2.0 (van Vlaardingen *et al.* 2004).

Anderson-Darling test for normality				
Sign. level	Critical	Normal?		
0.1	0.631	Accepted		
0.05	0.752	Accepted	AD Statist	0.576791
0.025	0.873	Accepted	n:	29
0.01	1.035	Accepted		
Kolmogorov-Smirnov test for normality				
Sign. level	Critical	Normal?		
0.1	0.819	Accepted		
0.05	0.895	Accepted	KS Statisti	0.760012
0.025	0.995	Accepted	n:	29
0.01	1.035	Accepted		
Cramer von Mises test for normality				
Sign. level	Critical	Normal?		
0.1	0.104	Accepted		
0.05	0.126	Accepted	CM Statist	0.086557
0.025	0.148	Accepted	n:	29
0.01	0.179	Accepted		



**Abb. A1:** Histogramm für die SSD der akuten EC50 Werte für Insekten und Krebstiere - berechnet mit dem Programm ETX 2.0 (van Vlaardingen *et al.* 2004).

**Tab. A5:** HC5 der SSD der akuten EC50 Werte für Insekten und Krebstiere - berechnet mit dem Programm ETX 2.0 (van Vlaardingen *et al.* 2004).

Parameters of the normal distribution			
Name	Value	Description	
mean	-0.10885	mean of the log toxicity values	
s.d.	0.936801	sample standard deviation	
n	29	sample size	
HC5 results			
Name	Value	log10(Value)	Description
LL HC5	0.006307	-2.200171536	lower estimate of the HC5
HC5	<b>0.021559</b>	-1.666371135	median estimate of the HC5
UL HC5	0.053188	-1.274183077	upper estimate of the HC5
sprHC5	8.433123	0.925988458	spread of the HC5 estimate
FA At HC5 results			
Name	Value	Description	
FA lower	1.661	5% confidence limit of the FA at standardised median logHC5	
FA median	5	50% confidence limit of the FA at standardised median logHC5	
FA upper	12.004	95% confidence limit of the FA at standardised median logHC5	
HC50 results			
Name	Value	log10(Value)	Description
LL HC50	0.393749	-0.404780057	lower estimate of the HC50
HC50	0.778301	-0.108852133	median estimate of the HC50
UL HC50	1.538423	0.187075792	upper estimate of the HC50
sprHC50	3.907112	0.591855849	spread of the HC50 estimate
FA At HC50 results			
Name	Value	Description	
FA lower	37.979	5% confidence limit of the FA at standardised median logHC50	
FA median	50	50% confidence limit of the FA at standardised median logHC50	
FA upper	62.021	95% confidence limit of the FA at standardised median logHC50	

**Tab. A3:** Daten, aus denen die SSD der akuten EC50 Werte für Insekten und Krebstiere besteht - in der Reihenfolge steigender EC50 Werte.

EC/LC50 [ $\mu\text{g/l}$ ]	Spezies	Taxonomische Gruppe
0.035	<i>Daphnia ambigua</i>	Branchiopoda
0.054	<i>Ceriodaphnia dubia</i>	Branchiopoda
0.07	<i>Gammarus pulex</i>	Amphipoda
0.09	<i>Simocephalus vetulus</i>	Branchiopoda
0.1	<i>Hyalella azteca</i>	Amphipoda
0.1	<i>Moina australiensis</i>	Branchiopoda
0.12	<i>Daphnia pulex</i>	Branchiopoda
0.155	<i>Daphnia carinata</i>	Branchiopoda
0.19	<i>Gammarus palustris</i>	Amphipoda
0.24	<i>Atalophlebia australis</i>	Ephemoptera
0.28	<i>Simulium vittatum</i>	Simuliidae
0.3	<i>Daphnia longispina</i>	Branchiopoda
0.3	<i>Cloeon dipterum</i>	Ephemoptera
0.33	<i>Paratya australiensis</i>	Decapoda
0.41	<i>Daphnia magna</i>	Branchiopoda
0.61	<i>Amphiascus tenuiremis</i>	Copepoda
0.62	<i>Chironomus dilutus</i>	Chironomidae
1.55	<i>Procambarus sp</i>	Decapoda
1.98	<i>Plea minutissima</i>	Heteroptera
2	<i>Anax imperator</i>	Heteroptera
2	<i>Corixa punctata</i>	Odonata
2.9	<i>Gammarus fossarum</i>	Amphipoda
4.5	<i>Ranatra linearis</i>	Heteroptera
6	<i>Orconectes immunis</i>	Decapoda
6.6	<i>Chaoborus obscuripes</i>	Chaoboridae
7.97	<i>Notonecta maculata</i>	Heteroptera
8.58	<i>Asellus aquaticus</i>	Isopoda
27	<i>Paraponyx stratiotata</i>	Lepidoptera
457	<i>Neocaridina denticulata</i>	Decapoda

## Referenzen aus Giddings et al. 2014

- Abbasi SA, Soni R (1991) Evaluation of water quality criteria for four common pesticides on the basis of computer-aided studies. *Indian J Environ Health* 33:22-24.
- Aguilera L, Marquetti MDC, Navarro A, Bisset J (1995) Effects of three organophosphorus insecticides in the reproductive potential of *Culex quinquefasciatus*. *Memoires of the Instute Oswaldo Cruz* 90:411-413.
- Ali A, Mulla MS (1977) The IGR diflubenzuron and organophosphorus insecticides against nuisance midges in man-made residential-recreational lakes. *J Econ Entomol* 70:571-577.
- Ali A (1981) Laboratory evaluation of organophosphate and new synthetic pyrethroid insecticides against pestiferous chironomid midges of Central Florida. *Mosq News* 41:157-161.
- Ali A, Majori G, Ceretti G, D'Andrea F, Scattolin M, Ferrarese U (1985) A chironomid (Diptera: Chironomidae) midge population study and laboratory evaluation of larvicides against midges inhabiting the lagoon of Venice, Italy. *J Am Mosq Control Assoc* 1:63-68.
- Ali A, Nayar JK, Xue RD (1995) Comparative toxicity of selected larvicides and insect growth regulators to a florida laboratory population of *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc* 11:72-76.
- Amin AM, Peiris HTR (1990) Detection and selection of organophosphate and carbamate resistance in *Culex quinquefasciatus* from Saudi Arabia. *Med Vet Entomol* 4:269-273.
- Anderson BS, Phillips BM, Hunt JW, Connor V, Richard N, Tjeerdema RS (2006) Identifying primary stressors impacting macroinvertebrates in the Salinas River (California, USA): relative effects of pesticides and suspended particles. *Environ Pollut* 141:402-408.
- Ankley GT, Call DJ, Cox JS, Kahl MD, Hoke RA, Kosian PA (1994) Organic carbon partitioning as a basis for predicting the toxicity of chlorpyrifos in sediments. *Environ Toxicol Chem* 13:621-626.
- Ankley GT, Collyard SA (1995) Influence of piperonyl butoxide on the toxicity of organophosphate insecticides to three species of freshwater benthic invertebrates. *Comp Biochem Physiol C* 110:149-155.
- Bailey HC, Miller JL, Miller MJ, Wiborg LC, Deanovic L, Shed T (1997) Joint acute toxicity of diazinon and chlorpyrifos to *Ceriodaphnia dubia*. *Environ Toxicol Chem* 16:2304-2308
- Beiras R, Bellas J (2008) Inhibition of embryo development of the *Mytilus galloprovincialis* marine mussel by organic pollutants; assessment of risk for its extensive culture in the Galician Rias. *Aquaculture* 277:208-212.
- Bejarano AC, Chandler GT, Decho AW (2005) Influence of natural dissolved organic matter (DOM) on acute and chronic toxicity of the pesticides chlorothalonil, chlorpyrifos and fipronil on the meiobenthic estuarine copepod *Amphiascus tenuiremis*. *J Exp Mar Biol Ecol* 321:43-57.
- Bellas J, Beiras R, Marino-Balsa JC, Fernandez N (2005) Toxicity of organic compounds to marine invertebrate embryos and larvae: a comparison between the sea urchin embryogenesis bioassay and alternative test species. *Ecotoxicol* 14:337-353.
- Bernabò I, Sperone E, Tripepi S, Brunelli E (2011) Toxicity of chlorpyrifos to larval *Rana dalmatina*: Acute and chronic effects on survival, development, growth and gill apparatus. *Arch Environ Contam Toxicol* 61:704-718.
- Boone JS, Chambers JE (1996) Time course of inhibition of cholinesterase and aliesterase activities, and nonprotein sulfhydryl levels following exposure to organophosphorus insecticides in mosquitofish (*Gambusia affinis*). *Fundam Appl Toxicol* 29:202-207.
- Boonthai C, Scott RR, Chapman RB (2000) Acetylcholinesterase as a biomarker to assess the effect of chlorpyrifos and atrazine on some New Zealand aquatic invertebrates. *Australasian J Ecotoxicol* 6:59-64.
- Borthwick PW, Walsh GE (1981) Initial Toxicological Assessment of Ambush, Bolero, Bux, Dursban, Fentrifanil, Larvin, and Pydrin: Static Acute Toxicity Tests with Selected Estuarine Species. US Environmental Protection Agency, Gulf Breeze, FL, USA. EPA 600/4-81-076



- Borthwick PW, Patrick JM, Jr, Middaugh D (1985) Comparative acute sensitivities of early life stages of Atherinid fishes to chlorpyrifos and thiobencarb. *Arch Environ Chem Toxicol* 14:465-473.
- Bringolf RB, Cope WG, Barnhart MC, Mosher S, Lazaro PR, Shea D (2007) Acute and chronic toxicity of pesticide formulations (atrazine, chlorpyrifos, and permethrin) to glochidia and juveniles of *Lampsilis siliquoidea*. *Environ Toxicol Chem* 26:2101-2107.
- Brown RP, Landre AM, Miller JA, Kirk HD, Hugo JM (1997) Toxicity of sediment-associated chlorpyrifos with the freshwater invertebrates *Hyalella azteca* (amphipod) and *Chironomus tentans* (midge). Dow Chemical, Health and Environmental Research Laboratories (Unpublished Report), Midland, MI, USA.
- Caceres T, He W, Naidu R, Megharaj M (2007) Toxicity of chlorpyrifos and TCP alone and in combination to *Daphnia carinata*: the influence of microbial degradation in natural water. *Water Res* 41:4497-4503.
- Canyon DV, Hii JLK (1999) Insecticide susceptibility status of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Townsville. *Aust J Entomol* 38:40-43.
- Carlson RW, Bradbury SP, Drummond RA, Hammermeister DE (1998) Neurological effects on startle response and escape from predation by medaka exposed to organic chemicals. *Aquat Toxicol* 43:51-68.
- Cebrian C, Andreu-Moliner ES, Fernandez-Casalderrey A, Ferrando MD (1992) Acute toxicity and oxygen consumption in the gills of *Procambarus clarkii* in relation to chlorpyrifos exposure. *Bull Environ Contam Toxicol* 49:145-149.
- Cheng SS, Chang HT, Lin CY, Chen PS, Huang CG, Chen WJ, Chang ST (2009) Insecticidal activities of leaf and twig essential oils from *Clausena excavata* against *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae. *Pest Manag Sci* 65:339-343.
- Chindah AC, Sikoki FD, Vincent-Akpu I (2004) Toxicity of an organophosphate pesticide (chloropyrifos) on a common niger delta wetland fish-*Tilapia guineensis* (Blecker 1862). *J Appl Sci Environ* 8:11-17.
- Chitra S, Pillai MKK (1984) Development of organophosphorus and carbamate- resistance in indian strains of *Anopheles stephensi* Liston. *Proc Indian Acad Sci Anim Sci* 93:159-170.
- Choo HY, Kim HH, Kaya HK (1998) Effects of selected chemical pesticides on *Agamermis unka* (Nematoda: Mermithidae), a parasite of the brown plant hopper, *Nilaparvata lugens*. *Biocontrol Sci Tech* 8:413-427.
- Clark JR, Patrick JM, Jr, Middaugh DP, Moore JC (1985) Relative sensitivity of six estuarine fishes to carbophenothion, chlorpyrifos, and fenvalerate. *Ecotoxicol Environ Safety* 10:382-390.
- Culley DD, Jr., Ferguson DE (1969) Patterns of insecticide resistance in the mosquitofish, *Gambusia affinis*. *J Fish Res Board Can* 26:2395-2401.
- Dalvi RR, Davis SW (1998) Role of beta-naphthoflavone in the acute toxicity of chlorpyrifos in channel catfish. *Bull Environ Contam Toxicol* 60:335-339.
- Davey RB, Meisch MV, Carter FL (1976) Toxicity of five ricefield pesticides to the mosquitofish, *Gambusia affinis*, and green sunfish, *Lepomis cyanellus*, under laboratory and field conditions. *Environ Entomol* 5:1053-1056.
- De Mel GWJLMVTM, Pathiratne A (2005) Toxicity assessment of insecticides commonly used in rice pest management to the fry of common carp, *Cyprinus carpio*, a food fish culturable in rice fields. *J Appl Ichthyol* 21:146-150.
- De Silva PM, Samayawardhena LA (2002) Low concentrations of lorsban in water result in far reaching behavioral and histological effects in early life stages in guppy. *Ecotoxicol Environ Safety* 53:248-254.
- DeLorenzo ME, Serrano L (2003) Individual and mixture toxicity of three pesticides; atrazine, chlorpyrifos, and chlorothalonil to the marine phytoplankton species *Dunaliella tertiolecta*. *J Environ Sci Hlth B* 38:529-538.
- Douglas MT, Pell IB (1985a) The Acute Toxicity of Chlorpyrifos to Roach (*Rutilus rutilus*). Dow Chemical Co. (Unpublished Report), Kings Lynn, UK.
- Douglas MT, Pell IB (1985b) The Acute Toxicity of Chlorpyrifos to Ide (*Leuciscus idus*). Dow Chemical Co. (Unpublished Report), Kings Lynn, UK.

- El-Merhibi A, Kumar A, Smeaton T (2004) Role of piperonyl butoxide in the toxicity of chlorpyrifos to *Ceriodaphnia dubia* and *Xenopus laevis*. *Ecotoxicol Environ Safety* 57:202-212.
- Federle PF, Collins WJ (1976) Insecticide toxicity to three insects from Ohio ponds. *Ohio J Sci* 76:19-24.
- Ferrando MD, Andreu-Moliner E (1991) Acute lethal toxicity of some pesticides to *Brachionus calyciflorus* and *Brachionus plicatilis*. *Bull Environ Contam Toxicol* 47:479-484.
- Fournier A (2010a) Chlorpyrifos-Oxon: Acute Toxicity to Water Fleas, (*Daphnia magna*) Under Flow-Through Conditions, Following OPPTS Draft Guideline 850.1010. Dow AgroScience (Unpublished Report), Indianaopolis, IN, USA.
- Fournier A (2010b) Chlorpyrifos-Oxon: Acute Toxicity to Bluegill Sunfish (*Lepomis macrochirus*) Under Flow-Through Conditions, Following OPPTS Draft Guideline 850.1075. Dow AgroScience (Unpublished Report), Indianaopolis, IN, USA.
- Galindo JGR, Jasso AM, Lizarraga CV (1996.) Toxic effects of organochlorine pesticides on *Penaeus vannamei* shrimps in Sinaloa, Mexico. *Chemosphere* 3:567-575.
- Guilhermino L, Diamantino T, Carolina Silva M, Soares AMVM (2000) Acute Toxicity Test with *Daphnia magna*: An Alternative to Mammals in the Prescreening of Chemical Toxicity? *Ecotoxicol Environ Safety* 46:357-362.
- Guzzella L, Gronda A, Colombo L (1997) Acute toxicity of organophosphorus insecticides to marine invertebrates. *Bull Environ Contam Toxicol* 59:313-320.
- Ha MH, Choi J (2008a) Chemical-induced alteration of hemoglobin expression in the 4th instar larvae of *Chironomus tentans* Mg. (Diptera: Chironomidae). *Environ Toxicol Pharmacol* 25:393-398.
- Ha MH, Choi J (2008b) Effects of environmental contaminants on hemoglobin of larvae of aquatic midge, *Chironomus riparius* (Diptera: Chironomidae): a potential biomarker for ecotoxicity monitoring. *Chemosphere* 71:1928-1936.
- Hansen DJ, Matthews E, Nall SL, Dumas DP (1972) Avoidance of pesticides by untrained mosquitofish, *Gambusia affinis*. *Bull Environ Contam Toxicol* 8:46-51.
- Hansen DJ, Goodman LR, Cripe GM, MaCauley SF (1986) Early Life-stage toxicity test methods for gulf toadfish (*Opsanus beta*) and results using chlorpyrifos. *Ecotoxicol Environ Safety* 11:15-22.
- Harmon SM, Specht WL, Chandler GT (2003) A comparison of the daphnids *Ceriodaphnia dubia* and *Daphnia ambigua* for their utilization in routine toxicity testing in the Southeastern United States. *Arch Environ Contam Toxicol* 45:79- 85.
- Harwood AD, You J, Lydy MJ (2009) Temperature as a toxicity identification evaluation tool for pyrethroid insecticides: toxicokinetic confirmation. *Environ Toxicol Chem* 28:1051-1058.
- Hemingway J, Georgiou GP (1983) Studies on the acetylcholinesterase of *Anopheles albimanus* resistant and susceptible to organophosphate and carbamate insecticides. *Pestic Biochem Physiol* 19:167-171.
- Hemmer MJ, Middaugh DP, Comparetta V (1992) Comparative acute sensitivity of larval topsmelt, *Atherinops affinis*, and inland silverside, *Menidia beryllina*, to 11 chemicals. *Environ Toxicol Chem* 11:401-408.
- Holcombe GW, Phipps GL, Tanner DK (1982) The acute toxicity of kelthane, dursban, disulfoton, pydrin, and permethrin to fathead minnows *Pimephales promelas* and rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Environ Pollut A* 29:167-178.
- Hooftman RN, Guchte KVd, Roghair CJ (1993) Development of Ecotoxicological Test Systems to Assess Contaminated Sediments. RIVM, Bilthoven, NL. Proj.B6/8995
- Hyder AH, Overmyer JP, Noblet R (2004) Influence of developmental stage on susceptibilities and sensitivities of *Simulium vittatum* IS-7 and *Simulium vittatum* IIL-1 (Diptera: Simuliidae) to chlorpyrifos. *Environ Toxicol Chem* 23:2856-2862.
- Jaroli DP, Sharma BL (2005) Effect of organophosphate insecticide on the organic constituents in liver of *Channa punctatus*. *Asian J Exp Sci* 19:121-129.
- Jarvinen AW, Tanner DK (1982) Toxicity of selected controlled release and corresponding unformulated technical grade pesticides to the fathead minnow *Pimephales promelas*. *Environ Pollut A* 27:179-195.
- Jarvinen AW, Tanner DK, Kline ER (1988) Toxicity of chlorpyrifos, endrin, or fenvalerate to fathead minnows following episodic or continuous exposure. *Ecotoxicol Environ Safety* 15:78-95.

- Kerby JL (2006) Pesticide Effects on Amphibians: A Community Ecology Approach, Ecol, Ph.D. Thesis, University of California at Davis, Davis, CA, 146 pp.
- Kersting K, Wijngaarden RV (1992) Effects of chlorpyrifos on a microecosystem. *Environ Toxicol Chem* 11:365-372.
- Key PB, Fulton MH (2006) Correlation between 96-h mortality and 24-h acetylcholinesterase inhibition in three grass shrimp larval life stages. *Ecotoxicol Environ Safety* 63:389-392.
- Kumar A, Correll R, Grocke S, Bajet C (2010) Toxicity of selected pesticides to freshwater shrimp, *Paratya australiensis* (Decapoda: Atyidae): use of time series acute toxicity data to predict chronic lethality. *Ecotoxicol Environ Safety* 73:360- 369.
- Lahr J, Badji A, Marquenie S, Schuiling E, Ndour KB, Diallo AO, Everts JW (2001) Acute toxicity of locust insecticides to two indigenous invertebrates from Sahelian temporary ponds. *Ecotoxicol Environ Safety* 48:66-75.
- Leight AK, Dolah RFV (1999) Acute toxicity of the insecticides endosulfan, chlorpyrifos, and malathion to the epibenthic estuarine amphipod *Gammarus palustris* (Bousfield). *Environ Toxicol Chem* 18:958-964.
- Li K, Chen LQ, Li EC, Zhou ZK (2006) Acute toxicity of the pesticides chlorpyrifos and atrazine to the Chinese mitten-handed crab, *Eriocheir sinensis*. *Bull Environ Contam Toxicol* 77:918-924.
- Liu H, Cupp EW, Guo A, Liu N (2004) Insecticide resistance in Alabama and Florida mosquito strains of *Aedes albopictus*. *J Med Entomol* 41:946-952.
- Liu H, Q. Xu, Zhang L, Liu N (2005) Chlorpyrifos resistance in mosquito *Culex quinquefasciatus*. *J Med Entomol* 42:815-820.
- López-Mancisidor P., Carbonell G., Fernández C., Tarazona J. V. (2008a) Ecological impact of repeated applications of chlorpyrifos on zooplankton community in mesocosms under Mediterranean conditions. *Ecotoxicology* 17: 811-825.
- López-Mancisidor P., Carbonell G., Marina A., C. Fernández C., Tarazona J. V. (2008b) Zooplankton community responses to chlorpyrifos in mesocosms under Mediterranean conditions. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 71: 16-25
- Markey KL, Baird AH, Humphrey C, Negri AP (2007) Insecticides and a fungicide affect multiple coral life stages. *Mar Ecol Prog Ser* 330:127-137.
- Mayer FL, Jr., Ethersieck MR (1986) Manual of Acute Toxicity: Interpretation and Data Base for 410 Chemicals and 66 Species of Freshwater Animals. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service Washington, DC. Resour. Publ. No.160,
- Milam CD, Farris JL, Wilhide JD (2000) Evaluating mosquito control pesticides for effect on target and nontarget organisms. *Arch Environ Contam Toxicol* 39:324-328.
- Montagna MC, Collins PA (2007) Survival and growth of *Palaemonetes argentinus* (Decapoda; Caridea) exposed to insecticides with chlorpyrifos and endosulfan as active element. *Arch Environ Contam Toxicol* 53:371-378.
- Montagna MC, Collins PA (2008) Oxygen consumption and ammonia excretion of the freshwater crab *Trichodactylus borellianus* exposed to chlorpyrifos and endosulfan insecticides. *Pestic Biochem Physiol* 92:150-155.
- Moore MT, Huggett DB, Gillespie WB, Jr, Rodgers JH, Jr, Cooper CM (1998) Comparative toxicity of chlordane, chlorpyrifos, and aldicarb to four aquatic testing organisms. *Arch Environ Chem Toxicol* 34:152-157.
- Olima C, Pablo F, Lim RP (1997) Comparative tolerance of three populations of the freshwater shrimp (*Paratya australiensis*) to the organophosphate pesticide, chlorpyrifos. *Bull Environ Contam Toxicol* 59:321-328.
- Overmyer JP, Armbrust KL, Noblet R (2003) Susceptibility of black fly larvae (Diptera: Simuliidae) to lawn-care insecticides individually and as mixtures. *Environ Toxicol Chem* 22:1582-1588.
- Pablo F, Krassoi FR, Jones PR, Colville AE, Hose GC, Lim RP (2008) Comparison of the fate and toxicity of chlorpyrifos--laboratory versus a coastal mesocosm system. *Ecotoxicol Environ Safety* 71:219-229.
- Pal B, Mohapatra DK, Das R, Mohanty RC (1999) Effect of chlorpyrifos on *Scenedesmus bijugatus*. *Pollut Res* 18:479-482.

- Palma P, Palma VL, Fernandes RM, Soares AM, Barbosa IR (2008) Acute toxicity of atrazine, endosulfan sulphate and chlorpyrifos to *Vibrio fischeri*, *Thamnocephalus platyurus* and *Daphnia magna*, relative to their concentrations in surface waters from the Alentejo region of Portugal. *Bull Environ Contam Toxicol* 81:485-489.
- Pan DY, Liang XM (1993) Safety study of pesticides on bog frog, a predatory natural enemy of pest in paddy field. *J Hunan Agricult Coll* 19:47-54.
- Patra RW, Chapman JC, Lim RP, Gehrke PC (2007) The effects of three organic chemicals on the upper thermal tolerances of four freshwater fishes. *Environ Toxicol Chem* 26:1454-1459.
- Phillips TA, Wu J, Summerfelt RC, Atchison GJ (2002) Acute toxicity and cholinesterase inhibition in larval and early juvenile walleye exposed to chlorpyrifos. *Environ Toxicol Chem* 21:1469-1474.
- Phipps GL, Holcombe GW (1985) A method for aquatic multiple species toxicant testing: acute toxicity of 10 chemicals to 5 vertebrates and 2 invertebrates. *Environ Pollut A* 38:141-157.
- Rao JV, Rani CH, Kavitha P, Rao RN, Madhavendra SS (2003) Toxicity of chlorpyrifos to the fish *Oreochromis mossambicus*. *Bull Environ Contam Toxicol* 70:985-992.
- Rao JV, Begum G, Pallela R, Usman PK, Rao RN (2005) Changes in behavior and brain acetylcholinesterase activity in mosquito fish, *Gambusia affinis* in response to the sub-lethal exposure to chlorpyrifos. *Int J Environ Res Pub Hlth* 2:478-483.
- Rao VJ, Kavitha P, Jakka NM, Sridhar V, Usman PK (2007) Toxicity of organophosphates on morphology and locomotor behavior in brine shrimp, *Artemia salina*. *Arch Environ Contam Toxicol* 53:227-232.
- Rendon-von Osten J, Ortiz-Arana A, Guilhermino L, Soares AM (2005) In vivo evaluation of three biomarkers in the mosquitofish (*Gambusia yucatana*) exposed to pesticides. *Chemosphere* 58:627-636.
- Reyes JGG, Leyva NR, Millan OA, Lazcano GA (2002) Effects of pesticides on DNA and protein of shrimp larvae *Litopenaeus stylirostris* of the California Gulf. *Ecotoxicol Environ Safety* 191-195.
- Rice PJ, Drewes CD, Klubertanz TM, Bradbury SP, Coats JR (1997) Acute toxicity and behavioral effects of chlorpyrifos, permethrin, phenol, strychnine, and 2,4- dinitrophenol to 30-day-old Japanese medaka (*Oryzias latipes*). *Environ Toxicol Chem* 16:696-704.
- Richards SM (2000) Chlorpyrifos: Exposure and Effects in Passerines and Anurans, TTIEHS, Ph.D. Thesis, Texas Tech University, Lubbock, TX, 147 pp.
- Richards SM, Kendall RJ (2002) Biochemical effects of chlorpyrifos on two developmental stages of *Xenopus laevis*. *Environ Toxicol Chem* 21:1826-1835.
- Roast SD, Thompson RS, Donkin P, Widdows J, Jones MB (1999) Toxicity of the organophosphate pesticides chlorpyrifos and dimethoate to *Neomysis integer* (Crustacea: Mysidacea). *Water Res* 33:319-326.
- Rodriguez MM, Bisset JA, Fernandez D (2007) Levels of insecticide resistance and resistance mechanisms in *Aedes aegypti* from some Latin American countries. *J Am Mosq Control Assoc* 23:420-429.
- Rodríguez MM, Bisset J, de Fernandez DM, Lauzán L, Soca A (2001) Detection of insecticide resistance in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Cuba and Venezuela. *J Med Entomol* 38:623-628.
- Rongsriyam Y, Prownobon S, Hirakoso S (1968) Effects of insecticides on the feeding activity of the guppy, a mosquito-eating fish, in Thailand. *Bull WHO* 39:977-980.
- Rubach MN, Crum SJ, Van den Brink PJ (2011) Variability in the dynamics of mortality and immobility responses of freshwater arthropods exposed to chlorpyrifos. *Arch Environ Contam Toxicol* 60:708-721.
- Sanchez-Fortun S, Sanz F, Barahona MV (1996) Acute toxicity of several organophosphorous insecticides and protection by cholinergic antagonists and 2- PAM on *Artemia salina* larvae. *Arch Environ Chem Toxicol* 31:391-398.
- Sanders HO, Cope OB (1968) The relative toxicities of several pesticides to naiads of three species of stoneflies. *Limnol Oceanogr* 13:112-117.
- Satapornvanit K, Baird DJ, Little DC (2009) Laboratory toxicity test and post-exposure feeding inhibition using the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Chemosphere* 74:1209-1215.

- Schimmel SC, Garnas RL, Patrick JM, Moore JC (1983) Acute toxicity, bioconcentration, and persistence of AC 222,705, benthocarb, chlorpyrifos, fenvalerate, methyl parathion, and permethrin in the estuarine environment. *J Agric Food Chem* 31:104-113.
- Schulz R (2001) Rainfall-induced sediment and pesticide input from orchards into the Lourens River, Western Cape, South Africa: importance of a single event. *Water Res* 35:1869-1876.
- SenthilKumaar P, Samyappan K, Jayakumar S, Deecaraman M (2007a) Effect of chlorpyrifos on the nutritive value in a freshwater field crab, *Spiralothelphusa hydrodroma*. *Res J Agric Biol Sci* 3:760-766.
- SenthilKumaar P, Samyappan K, Jayakumar S, Deecaraman M (2007b) Impact of chlorpyrifos on the neurosecretory cells in a freshwater field crab, *Spiralothelphusa hydrodroma*. *Res J Agric Biol Sci* 3:625-630.
- Serrano R, Hernandez F, Pena JB, V. Dosda, Canales J (1995) Toxicity of bioconcentration of selected organophosphorus pesticides in *Mytilus galloprovincialis* and *Venus gallina*. *Arch Environ Chem Toxicol* 29:284-290.
- Shim JC, Self LS (1973) Toxicity of agricultural chemicals to larvivorous fish in Korean rice fields. *Trop Med* 15:123-130.
- Siegfried BD (1993) Comparative toxicity of pyrethroid insecticides to terrestrial and aquatic insects. *Environ Toxicol Chem* 12:1683-1689.
- Singh PB, Sahu V, Singh V, Nigam SK, Singh HK (2008) Sperm motility in the fishes of pesticide exposed and from polluted rivers of Gomti and Ganga of north India. *Food Chem Toxicol* 46:3764-3769.
- Snell TW, Moffat BD (1992) A 2-d life cycle test with the rotifer *Brachionus calyciflorus*. *Environ Toxicol Chem* 11:1249-1257.
- Sparling DW, Fellers G (2007) Comparative toxicity of chlorpyrifos, diazinon, malathion and their oxon derivatives to larval *Rana boylei*. *Environ Pollut* 147:535-539.
- Stevens MM (1992) Toxicity of organophosphorus insecticides to fourth-instar larvae of *Chironomus tepperi* Skuse (Diptera: Chironomidae). *J Aust Entomol Soc* 31:335-337.
- Thirugnanam M, Forgash AJ (1977) Environmental impact of mosquito pesticides: toxicity and anticholinesterase activity of chlorpyrifos to fish in a salt marsh habitat. *Arch Environ Chem Toxicol* 5:415-425.
- Tikar SN, Kumar A, Prasad GB, Prakash S (2009) Temephos-induced resistance in *Aedes aegypti* and its cross-resistance studies to certain insecticides from India. *Parasitol Res* 105:57-63.
- Tilak KS, Veeraiiah K, Rao DK (2004) Toxicity and bioaccumulation of chlorpyrifos in Indian carp *Catla catla* (Hamilton), *Labeo rohita* (Hamilton), and *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *Bull Environ Contam Toxicol* 73:933-941.
- Tsai SC (1978) Control of chironomids in milkfish (*Chanos chanos*) ponds with abate (temephos) insecticide. *Trans Am Fish Soc* 107:493-499.
- Tyler Mehler W, Schuler LJ, Lydy MJ (2008) Examining the joint toxicity of chlorpyrifos and atrazine in the aquatic species: *Lepomis macrochirus*, *Pimephales promelas* and *Chironomus tentans*. *Environ Pollut* 152:217-224.
- van der Hoeven N, Gerritsen AAM (1997) Effects of chlorpyrifos on individuals and populations of *Daphnia pulex* in the laboratory and field. *Environ Toxicol Chem* 16:2438-2447
- van Wijngaarden R, Leeuwangh P, Lucassen WGH, Romijn K, Runday R, Velde RVd (1993) Acute toxicity of chlorpyrifos to fish, a newt, and aquatic invertebrates. *Bull Environ Contam Toxicol* 51:716-723.
- Varo I, Serrano R, Navarro JC, Lopez FJ, Amat F (1998) Acute lethal toxicity of the organophosphorus pesticide chlorpyrifos to different species and strains of *Artemia*. *Bull Environ Contam Toxicol* 61:778-785.
- Varo I, Serrano R, Pitarch E, Amat F, Lopez FJ, Navarro JC (2000) Toxicity and bioconcentration of chlorpyrifos in aquatic organisms: *Artemia parthenogenetica* (Crustacea), *Gambusia affinis*, and *Aphanius iberus* (Pisces). *Bull Environ Contam Toxicol* 65:623-630.
- Varo I, Navarro JC, Amat F, Guilhermino L (2002) Characterisation of cholinesterases and evaluation of the inhibitory potential of chlorpyrifos and dichlorvos to *Artemia salina* and *Artemia parthenogenetica*. *Chemosphere* 48:563-569.
- Villar D, Li MH, Schaeffer DJ (1993) Toxicity of organophosphorus pesticides to *Dugesia dorotocephala*. *Bull Environ Contam Toxicol* 51:80-87.

- Wacksman MN, Maul JD, Lydy MJ (2006) Impact of atrazine on chlorpyrifos toxicity in four aquatic vertebrates. Arch Environ Contam Toxicol 51:681-689.
- Walsh GE, McLaughlin LL, Yoder MJ, Moody PH, Lores EM, Forester J, Wessinger- Duvall PB (1988) *Minutocellus polymorphus*: A new marine diatom for use in algal toxicity tests. Environ Toxicol Chem 7:925-929.
- Walton WE, Darwazeh HA, Mulla MS, Schreiber ET (1990) Impact of selected synthetic pyrethroids and organophosphorous pesticides on the tadpole shrimp, *Triops longicaudatus* (Le Conte) (Notostraca: Triopsidae). Bull Environ Contam Toxicol 45:62-68.
- Whyard S, Downe AER, Walker VK (1994) Isolation of an esterase conferring insecticide resistance in the mosquito *Culex tarsalis*. Insect Biochem Molec Biol 24:819-827.
- Xuereb B, Lefevre E, Garric J, Geffard O (2009) Acetylcholinesterase activity in *Gammarus fossarum* (Crustacea Amphipoda): linking AChE inhibition and behavioural alteration. Aquat Toxicol 94:114-122.
- Zalizniak L, Nugegoda D (2006) Effect of sublethal concentrations of chlorpyrifos on three successive generations of *Daphnia carinata*. Ecotoxicol Environ Safety 64:207-214.