

2016

EQS - Vorschlag des Oekotoxentrums für: *Dicamba*

Ersterstellung: 25.09.2013
1. Aktualisierung: 28.02.2016 (Stand der Datensuche)
17.02.2017 (Einarbeitung des Gutachtens)

1 Qualitätskriterien-Vorschläge

CQK (AA-EQS): 2.2 µg/L (vor Aktualisierung 11 µg/L)

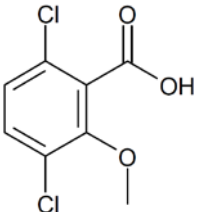
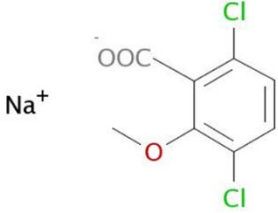
AQK (MAC-EQS): 52 µg/L (vor Aktualisierung 230 µg/L)

Das chronische Qualitätskriterium (CQK \cong AA-EQS) und das akute Qualitätskriterium (AQK \cong MAC-EQS) 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 Dicamba und seine relevanten Salze 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 Dicamba nach dem TGD for EQS (EC, 2011) zusätzliche Angaben in kursiv.

Eigenschaften	Name/Wert	Referenz	
IUPAC Name	3,6-dichloro-2-methoxy-benzoic acid	EC DAR, 2007	
Chemische Gruppe	Benzoessäure	EC DAR, 2007	
Strukturformel	Dicamba (Säure)		EC DAR, 2007
	Dicamba (Natriumsalz)		ESIS, 2013
Summenformel	C ₈ H ₆ Cl ₂ O ₃ C ₈ H ₆ Cl ₂ O ₃ ·Na (Natriumsalz)	EC DAR, 2007 ESIS, 2013	
CAS-Nummer	1918-00-9 1982-69-0 (Natriumsalz)	EC DAR, 2007 ESIS 2013	
EINECS-Nummer	217-635-6 217-846-3 (Natriumsalz)	EC DAR, 2007 ESIS 2013	
SMILES-code	COc1c(Cl)ccc(Cl)c1C(=O)O	EPI, 2011	
Molekulargewicht (g·mol ⁻¹)	221.0 243.0 (Natriumsalz)	EC DAR, 2007 FAO, 2001	
Schmelzpunkt (°C)	114 – 116 (exp)	EC DAR, 2007	

	112 (est) 115 (exp)	EPI, 2011
Siedepunkt (°C)	Zersetzung beginnt vor Siedepunkt bei ca. 230°C (exp) 329 (est)	EC DAR, 2007 EPI, 2011
Dampfdruck (Pa)	1.67 * 10 ⁻³ (extrapoliert; 25°C; Reinheit: 99.2%) 7.05 * 10 ⁻³ (est) 4.51 * 10 ⁻³ (exp; 25°C)	EC DAR, 2007 EPI, 2011
Henry-Konstante (Pa·m ³ ·mol ⁻¹)	10 ⁻⁴ (25°C) 2.21 * 10 ⁻⁴ (25°C, exp) 3.57 * 10 ⁻⁴ (25°C; Bond-Methode) 2.72 * 10 ⁻³ (25°C; Group-Methode)	EC DAR, 2007 EPI, 2011
Wasserlöslichkeit (g·L ⁻¹)	pH 1.8: 6.6 (exp, 25°C, Reinheit; 99.6%) pH 4.1: > 250 pH 6.8 > 250 pH 8.2 > 250 0.441 (est; 25°C) 8.3 (exp; 25°C) 152 (est, Natriumsalz)	EC DAR, 2007, Vol. 1, Appendix 3, S. 63 EPI, 2011
Dissoziationskonstante (pK _a)	1.87 (exp; 25°C; Reinheit: 99.2%)	EC DAR, 2007
<i>n</i> -Octanol/Wasser Verteilungskoeffizient (log K _{ow})	exp, 25°C, Reinheit: 99.6%: pH 5: -0.55 pH 6.8: -1.8 pH 8.9: -1.9 2.21 (exp)	EC DAR, 2007 EPI, 2011
Sediment/Wasser Verteilungs-koeffizient (log K _{oc})	1.46 (est; MCI-Methode) 1.43 (est; K _{ow} -Methode)	EPI, 2011
Verteilungskoeffizient zwischen suspendierter Materie und Wasser (log K _{susp-water})	2.7 und 2.9 (berechnet nach TGD for EQS; K _{susp-water} = K _{oc} x F _{oc,susp} , TGD)	TGF for EQS, EC 2011, S. 131, A1.2.3.3. K _p , susp-water
Hydrolysestabilität	stabil über 30 Tage (exp; 25°C; pH 5 - 9)	EC DAR, 2007
Photostabilität (Halbwertszeit)	38.1 Tage (exp; 25°C)	EC DAR, 2007

3 Allgemeines

Anwendung: Dicamba ist ein selektives systemisches Herbizid, das durch die Blätter und Wurzeln der Pflanzen absorbiert wird. Von dort wird es direkt via symplastischem und apoplastischem System transloziert. Zur Bekämpfung von jährlichen und mehrjährigen breitblättrigen Unkräutern und Strauchsarten in Getreide, Mais, Sorghum, Zuckerrübe, Spargeln, mehrjährigen Saatgutgräsern auf Torf und Weiden (Tomlin, 2006)

Wirkungsweise: In höheren Pflanzen werden Metabolismus, Wachstum, Morphogenese und die Reaktion auf biotische und abiotische Faktoren durch Signalmoleküle gesteuert. Diese Signalmoleküle heissen Phytohormone. Auxine sind dabei wichtige Vertreter der Phytohormone, wovon Indolylessigsäure (IAA) das Häufigste ist (Woodward & Bartel, 2005; Vanneste & Friml, 2009). IAA ist an fast jedem Aspekt des Pflanzenwachstums beteiligt und wird deshalb auch als Masterhormon in einem komplexen Netzwerk von Phytohormonen bezeichnet (Ross *et al.*, 2001). Bei Dicamba handelt es sich um ein synthetisches Auxin. Es imitiert dabei die IAA. Die toxische Wirkung dieses synthetischen Auxins beruht darauf, dass IAA bei erhöhter Konzentration das Wachstum stört und die Pflanze so stark schädigt, dass sie abstirbt (Dayan *et al.*, 2010). Synthetische Auxine zeigen eine selektive Wirkung auf terrestrische, zweikeimblättrige (dikotyle) Pflanzen, während einkeimblättrige (monokotyle) weniger empfindlich sind (McSteen 2010). Die Fähigkeit die Substanz metabolisch zu untoxischen Produkten abzubauen, sowie die Sensitivität am Wirkort sind für die unterschiedliche Empfindlichkeit monokotylter und dikotylter Pflanzen verantwortlich, aber auch für Unterschiede innerhalb der dikotylen Pflanzen (Grossmann 2003 und Referenzen darin).

Analytik: Im EC DAR, 2007 wird eine Bestimmungsgrenze von Dicamba im Trinkwasser von 0.05 µg/L und von 0.1 µg/L in Oberflächengewässer angegeben. Mittels mixed-mode anion exchange SPE und LC tandem MS konnte ein LOD von 6 ng/L erreicht werden (Zhang *et al.* 2014).

Stabilität: Dicamba ist über 30 Tage stabil in Wasser, dies von pH 5-9 und bei 25°C (siehe Tabelle 1). Unter Lichteinstrahlung und einer Temperatur von 25°C wird Dicamba innerhalb von 38 Tagen um die Hälfte abgebaut. Der Biologische Abbau geschieht zum Grossteil durch Mikroorganismen, wobei die Zwischenprodukte 3,6-Dichlorosalicylat (3,6-DCSA) und 2,5-Dihydroxy-3,6-

Dichlorobenzoat (2,5-diOH) entstehen, welche weniger Phytotoxisch sind als Dicamba (Krueger *et al.* 1991).

In Biotests scheint Dicamba allerdings überaus stabil zu sein. Dies zeigten Biotests im EC DAR 2007 mit begleitender chemische Analyse. Bei Batscher 2005b (EC DAR, Vol. 3, B9, S. 53) lag die Konzentration nach 48 h in einem statischen Daphnien-Test bei 99% der initialen nominalen Konzentration. In einem 26-tägigen statischen Testansatz mit *Myriophyllum spicatum* lag die mittlere gemessene Konzentration bei 89-101% der nominalen Konzentration (Volz 2003, (EC DAR, Vol. 3, B9, S. 72). Eine Verifizierung der Testkonzentrationen für alle Kurzzeit- und Langzeitexpositionen (bis 28 Tage) ist deshalb für die Validität einer Studie nicht zwingend notwendig. Bei längerer Exposition unter statischen Bedingungen ist eine begleitende chemische Analytik allerdings für ein verlässliches Testergebnis erforderlich.

Andere Einflussfaktoren auf die tatsächliche Konzentration sind die Löslichkeit der Testsubstanz im Testmedium und das korrekte Einwiegen der Testsubstanz. Während sich die Löslichkeit anhand der Wasserlöslichkeit und den eingesetzten Testkonzentrationen plausibilisieren lässt, kann es beim Einwiegen zu nicht systematischen Unterschieden kommen, die anhand der Angaben im jeweiligen Testbericht nicht ersichtlich sind. Daher sollen bei deutlichen Unterschieden (Unterschied grösser als Faktor 10) zwischen Toxizitätswerten, die auf nominalen, nicht mittels chemischer Analytik überprüften Konzentrationen beruhen, und analytisch validierten Werten die Letzteren bevorzugt werden.

Existierende EQS für

Oberflächengewässer:

RIVM (2013) schlägt einen *ad hoc*-EQS (ohne intensive Datenrecherche und -validierung) von 0.13 µg/L für die Niederlande vor. INERIS (2011) schlägt einen AA-EQS von 0.5 µg/L und ein MAC-EQS von 6.1 µg/L für Frankreich vor.

4 Effektdatensammlung

Für das Herbizid Dicamba, seine Salze und Formulierungen liegen Effektdaten zu Cyanobakterien, Algen/Wasserpflanzen, Krebstieren und Fischen vor (Tabelle 2).

Tabelle 2: Effektdatensammlung für Dicamba. Effektwerte aus Studien mit Salzen wurden auf die Säure umgerechnet (über das Verhältnis der Molgewichte). Effektwerte aus Tests mit Formulierungen basieren auf dem Anteil der aktiven Substanz. Eine Bewertung der Validität^a 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). Daten, die in grau dargestellt wurden, geben entweder Effektwertbereiche an, stammen aus einem Test mit einer Formulierung oder erfüllen nicht die Datenanforderungen nach dem TGD for EQS in Bezug auf Relevanz und/oder Validität, sollen aber als zusätzliche Information genannt werden. Werte aus akzeptierten Studien aus dem EC-DAR (2007) wurden gemäss TGD for EQS als "Face Value" übernommen und mit Klimisch 1 bewertet, nicht akzeptierte oder als nicht valide heruntergestufte Studien werden mit Klimisch 3 bewertet und dementsprechend grau gesetzt. Der Endpunkt Wachstumsrate wurde gemäss TGD for EQS bei Algen/Cyanobakterien dem Endpunkt Biomasse vorgezogen und Letztere grau dargestellt, falls für einen Test valide Werte für beide Endpunkte vorhanden sind. Der niedrigste relevante Effektwert pro Spezies und Studie wurde unterstrichen und ist in Abbildung 1 dargestellt. Der derzeit anerkannte Speziesname wurde angegeben und der in der Studie verwendete Name wurde in Klammern angegeben. Wenn mehrere Werte für die gleiche Art, Endpunkt und Dauer vorhanden waren, wurde das geometrische Mittel aus diesen Werten (fett eingeraimt) berechnet.

Testsubstanz, Reinheit	Sammelbezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Konz. in mg a.s./L	Notiz	Validität ^e	Referenz	Beurteilung im EC DAR
akute Daten limnisch												
Dicamba 89.5%	Cyanobakterien	<i>Anabaena flos-aquae</i>	Wachstum	120	h	EC50	=	0.061	D	4	US EPA 2013	-
Dicamba 89.9%	Cyanobakterien	<i>Anabaena flos-aquae</i>	Wachstum (Biomasse)	72	h	EC50	=	43.1	B	3	Smyth <i>et al.</i> 1998, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 64)	Effektwert nicht akzeptiert
Dicamba 89.9%	Cyanobakterien	<i>Anabaena flos-aquae</i>	Wachstum (Biomasse)	72	h	EC50	>	32	B	1	Smyth <i>et al.</i> 1998, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 64)	Effektwert akzeptiert
Dicamba 89.9%	Cyanobakterien	<i>Anabaena flos-aquae</i>	Wachstumsrate	72	h	EC50	=	44.8	B	3	Smyth <i>et al.</i> 1998, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 64)	Effektwert nicht akzeptiert
Dicamba 89.9%	Cyanobakterien	<i>Anabaena flos-aquae</i>	Wachstumsrate	72	h	EC50	>	32	B	1	Smyth <i>et al.</i> 1998, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 64)	Effektwert akzeptiert
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Navicula pelliculosa</i>	Wachstum (Zellzahl)	120	h	EC50	=	<u>2.3</u>	A	1	Hoberg 1993b, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 61)	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Navicula pelliculosa</i>	Wachstumsrate	72	h	EC50	>	3.8	A	1	Hoberg 1993b, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 61)	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Navicula pelliculosa</i>	Wachstum (Biomasse)	72	h	EC50	>	3.8	A	1	Hoberg 1993b, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 61)	Akzeptierte Studie

^a Nach Moermond *et al.* (2016) wird Validität unterteilt in Verlässlichkeit (R) und Relevanz (C), wobei die zu vergebenen Klassen (1-4) mit den Klimisch Klassen übereinstimmen. Eine Evaluierung der Verlässlichkeit wurde nicht vorgenommen, wenn eine Studie als nicht relevant (C3) bewertet wurde.

Testsubstanz, Reinheit	Sammelbezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Konz. in mg a.s./L	Notiz	Validität ^a	Referenz	Beurteilung im EC DAR
Dicamba Natriumsalz (technical grade)	Algen	<i>Raphidocelis subcapitata</i> (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>)	Wachstum (Biomasse)	96	h	EC50	=	33.1	C, S	2	Fairchild <i>et al.</i> 1997	-
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Raphidocelis subcapitata</i> (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>)	Wachstum (Zellzahl)	72	h	EC50	>	3.7	A	1	Hoberg 1993c, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 63)	Effektwert akzeptiert
Formulierung 484 g a.s./L	Algen	<i>Raphidocelis subcapitata</i> (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>)	Wachstum (Biomasse)	72	h	EC50	>	42.4	B	1	Peither 2001, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 66)	Akzeptierte Studie
Formulierung 484 g a.s./L	Algen	<i>Raphidocelis subcapitata</i> (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>)	Wachstumsrate	72	h	EC50	>	42.4	B	1	Peither 2001, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 66)	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.5%	Wasserpflanzen	<i>Lemna gibba</i>	Wachstumsrate	14	d	EC50	>	3.25	A, S	1	Hoberg 1993d, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 70)	Effektwert akzeptiert
Natriumsalz (technical grade)	Wasserpflanzen	<i>Lemna minor</i>	Wachstum (Frondzahl)	96	h	EC50	>	91	C, S	2	Fairchild <i>et al.</i> 1997	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Lemna minor</i>	Wachstum- Frondzahl	7	d	EC50	>	10	B, R	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Lemna minor</i>	Wachstum - Frischgewicht	7	d	EC50	>	10	B, R	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Lemna minor</i>	Wachstum - Frondfläche	7	d	EC50	>	10	B, R	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Lemna minor</i>	Wachstumsrate - Frondzahl	7	d	EC50	>	10	B, R	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Lemna minor</i>	Wachstumsrate - Frischgewicht	7	d	EC50	>	10	B, R	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Lemna minor</i>	Wachstumsrate - Frondfläche	7	d	EC50	>	10	B, R	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Wachstum – Sprosslänge	7	d	EC50	=	1.29	B, H1, S	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Wachstumsrate – Sprosslänge	7	d	EC50	=	2.24	B, H1, S	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Wachstum - Frischgewicht	7	d	EC50	=	2.29	B, H1, S	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Wachstumsrate – Frischgewicht	7	d	EC50	=	3.14	B, H1, S	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Wachstum– Trockengewicht	7	d	EC50	=	1.99	B, H1, S	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Wachstumsrate – Trockengewicht	7	d	EC50	=	2.37	B, H1, S	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 98%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Wurzelgewicht	7	d	EC50	=	0.52	B, H1, S	R2, C1	Tunić <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba 89.9%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Sprosslänge	26	d	EC50	>	0.45	B, H1, S	1	Volz 2003, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 72).	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.9%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Wachstumsrate	26	d	EC50	>	0.45	B, H1, S	1	Volz 2003, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 72)	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.9%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Wachstum (Biomasse)	26	d	EC50	>	0.45	B, H1, S	1	Volz 2003, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 72)	Akzeptierte Studie
Formulierung 490g a.s./L	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	Wachstumsrate (Sprosslänge)	14	d	EC50	=	3.9	B, H1, S	1	Volz 2004, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 75)	Akzeptierte Studie
Formulierung 490g a.s./L	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	Wachstumsrate (Biomasse)	14	d	EC50	=	3.7	B, H1, S	1	Volz 2004, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 75)	Akzeptierte Studie
Formulierung 48 % a.s.	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Chlorophyll a-Gehalt	14	d	EC50	=	0.098	C, H2, S	3	Turgut & Fomin 2002	-

Testsubstanz, Reinheit	Sammelbezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Konz. in mg a.s./L	Notiz	Validität ^a	Referenz	Beurteilung im EC DAR
Formulierung 48 % a.s.	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Chlorophyll b-Gehalt	14	d	EC50	=	0.099	C, H2, S	3	Turgut & Fomin 2002	-
Formulierung 48 % a.s.	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Carotenoid-Gehalt	14	d	EC50	=	0.099	C, H2, S	3	Turgut & Fomin 2002	-
Formulierung 48 % a.s.	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Gesamt Wurzellänge	14	d	EC50	=	0.1	C, H2, S	3	Turgut & Fomin 2002	-
Dicamba 88%	Krebstiere	<i>Asellus brevicaudus</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	100	D	4	Mayer & Ellersieck 1986	-
Formulierung 484 g a.s./L	Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität	48	h	LC50	>	41	B	1	Batscher 2005b, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 53)	Akzeptierte Studie
Dicamba 86.82%	Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	110.7	C	3	Hutchinson 1977d, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 47)	Nicht akzeptierte Studie
Formulierung Banvel Herbizid	Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	1600	C	3	Johnson 1979, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 48)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba 86.82%	Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität	48	h	NOEC	=	56	C	3	Hutchinson 1977d, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 47)	Nicht akzeptierte Studie
Formulierung Banvel Herbizid	Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	Mortalität	48	h	NOEC	=	560	C	3	Johnson 1979, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 48)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba 88%	Krebstiere	<i>Gammarus fasciatus</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	100	D	4	Mayer & Ellersieck 1986	-
Dicamba 88%	Krebstiere	<i>Palaemonetes kadiakensis</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	56	D	4	Mayer & Ellersieck 1986	-
Formulierung Banvel®; 57.71% dicamba	Fisch	<i>Cnesterodon decemmaculatus</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	1639	B	R4	Ruiz de Arcaute <i>et al.</i> 2014	-
Dicamba (technical grade)	Fisch	<i>Cyprinus carpio</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	<u>100</u>	B	1	Volz 2004a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 40)	Akzeptierte Studie
Dicamba 86.8%	Fisch	<i>Lepomis macrochirus</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	100	C	3	Hutchinson 1977a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 34)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba 88%	Fisch	<i>Lepomis macrochirus</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	50	D	4	Mayer & Ellersieck 1986	-
Dicamba 86.8%	Fisch	<i>Lepomis macrochirus</i>	Mortalität	96	h	NOEC	=	100	C	3	Hutchinson 1977a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 34)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba 88%	Fisch	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität	96	h	LC50	=	35	D	4	Mayer & Ellersieck 1986	-
Dicamba 86.8%	Fisch	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	100	B	3	Hutchinson 1977b, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 35)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba 86.8%	Fisch	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität	96	h	NOEC	=	100	B	3	Hutchinson 1977b, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 35)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba (technical grade)	Fisch	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	1000	C	3	Johnson 1991, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 39)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba (technical grade)	Fisch	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität	96	h	NOEC	≥	1000	C	3	Johnson 1991, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 39)	Nicht akzeptierte Studie

Testsubstanz, Reinheit	Sammelbezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Konz. in mg a.s./L	Notiz	Validität ^a	Referenz	Beurteilung im EC DAR
Formulierung Banvel SL 480 Herbizid 484 g a.s./L	Fisch	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	41.2	B	1	Batscher 2005a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 41)	Akzeptierte Studie
Formulierung Banvel SL 480 Herbizid 484 g a.s./L	Fisch	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität	96	h	NOEC	≥	41.2	B	1	Batscher 2005a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 41)	Akzeptierte Studie
akute Daten marin												
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Skeletonema costatum</i>	Wachstum (Zellzahl)	120	h	EC50	=	0.58	A, F, I, K, S	3	Hoberg 1993a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 58); neu bewertet - siehe Annex	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Skeletonema costatum</i>	Wachstumsrate	48	h	EC50	>	4.1	A, E, K, S	1	Hoberg 1993a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 58) Neuberechnet	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Skeletonema costatum</i>	Wachstum (Biomasse)	72	h	EC50	=	1.8	A, E, K, S	3	Hoberg 1993a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 58); neu bewertet - siehe Annex	Akzeptierte Studie
Dicamba	Krebstiere	<i>Mysidopsis bahia</i>	Mortalität	48	h	LC50	=	6.8		4	PPDP 2016	
Dicamba 86.82%	Krebstiere	<i>Palaemonetes pugio</i>	Mortalität	48	h	LC50	>	100	C	3	Hutchinson 1977e, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 50)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba 86.82%	Krebstiere	<i>Palaemonetes pugio</i>	Mortalität	48	h	NOEC	≥	100	C	3	Hutchinson 1977e, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 50)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba 87%	Krebstiere	<i>Penaeus aztecus</i>	Mortalität	48	h	LC50	>	1	D	4	US EPA 2013	-
Dicamba 86.8%	Krebstiere	<i>Uca pugilator</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	180	C	3	Hutchinson 1977f, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 52)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba 86.8%	Krebstiere	<i>Uca pugilator</i>	Mortalität	96	h	NOEC	≥	180	C	3	Hutchinson 1977f, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 52)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba 87%	Mollusken	<i>Crassostrea virginica</i>	-	96	h	EC50	>	1	D	4	US EPA 2013	-
Dicamba 86.8%	Fisch	<i>Cyprinodon variegatus</i>	Mortalität	96	h	LC50	>	180	C	3	Hutchinson 1977c, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 37)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba 86.8%	Fisch	<i>Cyprinodon variegatus</i>	Mortalität	96	h	NOEC	≥	180	C	3	Hutchinson 1977c, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 37)	Nicht akzeptierte Studie
Dicamba 87%	Fisch	<i>Leiostomus xanthurus</i>	Mortalität	48	h	LC50	>	1	D	4	US EPA 2013	-
chronische Effektdaten limnisch												
Dicamba 89.9%	Cyanobakterien	<i>Anabaena flos-aquae</i>	Wachstum (Biomasse)	72	h	NOEC	≥	32	B	1	Smyth <i>et al.</i> 1998, zitiert im EC DAR 2007 ((Vol. 3, Annex B.9, Seite 64)	Effektwert akzeptiert
Dicamba 89.9%	Cyanobakterien	<i>Anabaena flos-aquae</i>	Wachstumsrate	72	h	NOEC	≥	32	B	1	Smyth <i>et al.</i> 1998, zitiert im EC DAR 2007 ((Vol. 3, Annex B.9, Seite 64)	Effektwert akzeptiert
Dicamba 89.5%	Cyanobakterien	<i>Anabaena flos-aquae</i>	Wachstum	120	h	NOEC	=	0.005	D, I	4	US EPA 2013	-

Testsubstanz, Reinheit	Sammelbezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Konz. in mg a.s./L	Notiz	Validität ^a	Referenz	Beurteilung im EC DAR
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Navicula pelliculosa</i>	Wachstum (Zellzahl)	120	h	NOEC	=	<u>0.26</u>	A, I	1	Hoberg 1993b, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 61)	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Navicula pelliculosa</i>	Wachstum (Biomasse)	72	h	NOEC	≥	3.8	A	1	Hoberg 1993b, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 61)	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Navicula pelliculosa</i>	Wachstumsrate	72	h	NOEC	≥	3.8	A	1	Hoberg 1993b, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 61)	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Raphidocelis subcapitata</i> (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>)	Wachstum(Zellzahl)	72	h	NOEC	=	<u>3.7</u>	A	1	Hoberg 1993c, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 63)	Effektwert akzeptiert
Formulierung 484 g a.s./L	Algen	<i>Raphidocelis subcapitata</i> (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>)	Wachstumsrate	72	h	NOEC	≥	42.4	B	1	Peither 2001, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 66)	Akzeptierte Studie
Formulierung 484 g a.s./L	Algen	<i>Raphidocelis subcapitata</i> (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>)	Wachstum (Biomasse)	72	h	NOEC	≥	42.4	B	1	Peither 2001, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 66)	Akzeptierte Studie
Dicamba Natriumsalz (technical grade)	Algen	<i>Raphidocelis subcapitata</i> (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>)	Wachstum (Biomasse)	96	h	NOEC	=	<u>11.4</u>	C, S	2	Fairchild <i>et al.</i> 1997	-
Dicamba 89.5%	Wasserpflanzen	<i>Lemna gibba</i>	Wachstumsrate	14	d	NOEC	=	<u>0.25</u>	A	1	Hoberg 1993d, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 70)	Effektwert akzeptiert
Dicamba 89.9%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Sprosslänge	26	d	NOEC	≥	0.45	B, H1, S	1	Volz 2003, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 72)	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.9%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Wachstumsrate	26	d	NOEC	≥	0.45	B, H1, S	1	Volz 2003, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 72)	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.9%	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Wachstum (Biomasse)	26	d	NOEC	≥	0.45	B, H1, S	1	Volz 2003, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 72)	Akzeptierte Studie
Formulierung 490g a.s./L	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	Sprosslänge	14	d	NOEC	=	0.41	B, H1, S	1	Volz 2004, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 75)	Akzeptierte Studie
Formulierung 490g a.s./L	Wasserpflanzen	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	Wachstum (Biomasse)	14	d	NOEC	=	0.41	B, H1, S	1	Volz 2004, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 75)	Akzeptierte Studie
Dicamba 88.6%	Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	Reproduktion	21	d	NOEC	≥	97	A	1	Douglas 1993, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 56)	Akzeptierte Studie
Dicamba 86.8%	Fisch	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Mortalität	21	d	NOEC	≥	1000	B, G	1	Scheerbaum 1990, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 44)	Akzeptierte Studie
Dicamba 86.8%	Fisch	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Verhalten („calm behaviour“)	21	d	NOEC	=	180	B, G	1	Scheerbaum 1990, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 44)	Akzeptierte Studie
Dicamba	Fisch	<i>Gobiocypris rarus</i>	Wachstum der Männchen (m)	40	d	LOEC	>	0.05	C, J1, T	R2, C3	Zhu <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba	Fisch	<i>Gobiocypris rarus</i>	Wachstum der Weibchen (f)	40	d	LOEC	>	0.05	C, J1, T	R2, C3	Zhu <i>et al.</i> 2015	-

Testsubstanz, Reinheit	Sammelbezeichnung	Organismus	Endpunkt	Dauer	Dimension	Parameter	Operator	Konz. in mg a.s./L	Notiz	Validität ^a	Referenz	Beurteilung im EC DAR
Dicamba	Fisch	<i>Gobiocypris rarus</i>	Mortalität, Fehlbildung (m/f)	40	d	LOEC	>	0.05	C, T	R2, C2	Zhu <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba	Fisch	<i>Gobiocypris rarus</i>	Gonadosomatischer Index (GSI) und Hepatosomatischer Index (HSI) (m/f)	40	d	LOEC	>	0.05	C, T	R2, C2	Zhu <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba	Fisch	<i>Gobiocypris rarus</i>	Histopathologische Befunde (m): cytoplasmische Degeneration & Stagnation der Gallenflüssigkeit	40	d	NOEC	<	0.05	C, J2, T	R2, C2	Zhu <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba	Fisch	<i>Gobiocypris rarus</i>	Histopathologische Befunde (f): vergrösserte Zellkerne & Stagnation der Gallenflüssigkeit	40	D	NOEC	<	0.05	C, J2, T	R2, C2	Zhu <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba	Fisch	<i>Gobiocypris rarus</i>	Histopathologische Befunde (m): reduzierte Spermato-genese	40	d	NOEC	<	0.05	C, J2, T	R2, C2	Zhu <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba	Fisch	<i>Gobiocypris rarus</i>	Histopathologische Befunde (f): reduzierte weniger primäre und sekundäre Follikel. Ovarien degeneration	40	d	NOEC	<	0.05	C, J2, T	R2, C2	Zhu <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba	Fisch	<i>Gobiocypris rarus</i>	Biomarker (m): Vitellogenin und estradiol-17b (E2) Level im Plasma	40	d	NOEC	<	0.00005	C, T	R2, C3	Zhu <i>et al.</i> 2015	-
Dicamba	Fisch	<i>Gobiocypris rarus</i>	Biomarker (f): Vitellogenin und estradiol-17b (E2) Level im Plasma	40	d	LOEC	>	0.05	C, T	R2, C3	Zhu <i>et al.</i> 2015	-
chronische Effektdaten marin												
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Skeletonema costatum</i>	Wachstum (Zellzahl)	120	d	NOEC	=	0.011	A, E, I, K	3	Hoberg 1993a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 58), neu bewertet	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Skeletonema costatum</i>	Wachstumsrate	72	h	NOEC	<	0.011	A, E, K	3	Hoberg 1993a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 58), neu bewertet	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Skeletonema costatum</i>	Wachstum (Biomasse)	72	h	NOEC	=	0.011	A, E, K	3	Hoberg 1993a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 58), neu bewertet	Akzeptierte Studie
Dicamba 89.5%	Algen	<i>Skeletonema costatum</i>	Wachstum (Zellzahl)	48	h	NOEC	=	0.11	A, E	1	Hoberg 1993a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 58); neu ausgewertet siehe Annex	Akzeptierte Studie

Notizen

- A gemessene, gemittelte Testkonzentrationen für Effektbestimmung verwendet
- B nominale Testkonzentrationen für Effektbestimmung verwendet, gemessene Wiederfindung $\pm 20\%$ der Nominalen
- C nominale Testkonzentrationen für Effektbestimmung verwendet. Keine chemische Analyse
- D Keine Angabe darüber ob nominale oder gemessene Konzentration verwendet wurde
- E. Dosis-Wirkungskurven mit Plateau bei knapp über 50% Hemmung für die oberen Konzentrationen
- F Test mit 120 h zu lang für MAC-EQS
- G Testdauer nur 21 Tage anstatt der üblichen 28 Tage im Standardtest

Für Tests mit *Myriophyllum* sp.

- H1 Wasser-Sediment Testsystem – Sukrose-freies Medium (bei Angabe 'Smart & Barko Medium' wird angenommen, dass keine Sukrose enthalten war).
- H2 Wasser-Sediment Testsystem – Sukrose-haltiges Medium (bei Angabe 'Andrews'-Medium' wird angenommen, dass Sukrose enthalten war).
- H3 Testsystem ohne Sediment (für höhere Pflanzen) – Sukrose-freies Medium
- H4 Testsystem ohne Sediment (für höhere Pflanzen) – Sukrose-freies Medium

- I Für langsam wachsende Algen (e.g. Diatomeen und Cyanobakterien) kann die Testdauer über 72 h hinausgehen, solange die Validitätskriterien nach OECD Test Guideline 201 (OECD 2011) erfüllt werden.
- J1 Da adulte (und nicht juvenile) Fische getestet wurden, ist Wachstum kein sensitiver Endpunkt (daher C3 bewertet).
- J2 Es scheint, als sei für die Histopathologischen Untersuchungen nur die höchste Konzentration berücksichtigt und mit der Kontrolle verglichen worden. Eine Dosisabhängigkeit liess sich somit nicht überprüfen. Zudem basieren die Angaben auf einer qualitativen (nicht quantitativen) Analyse, die nicht statistisch überprüfbar ist. Insgesamt ist die Verlässlichkeit der Befunde eingeschränkt.
- K Im EC DAR sind für 72 h und 120 h EC50/NOECs angegeben (e.g. NOEC (72 h und 120 h) = 0.011 mg/L). Allerdings zeigte sich in den Versuchen eine klare Abnahme des Kontrollwachstums zwischen 48 h 120 h. Die EC50/NOECs für die Testdauern von 72 h und 120 h wurden daher invalidiert. Da sich in den Versuchen die Biomasse schon nach 24 h um den Faktor 24 erhöht hatte (nach OECD 201 muss sich die Biomasse >16-fach vergrössern haben bis zu Testende), kann der Test auch nach 48h bereits ausgewertet werden. Eine Neuauswertung ergab einen EC50 (48 h) von >4.1 mg/L und ein NOEC (48 h) von 0.110 mg/L (siehe Annex).

5 Graphische Darstellung der Effektdaten

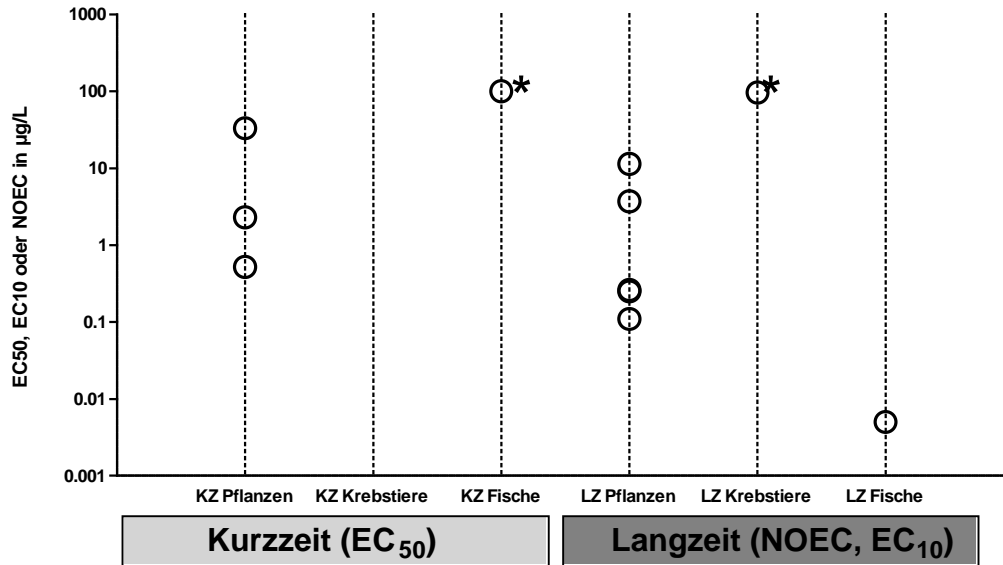


Abbildung 1: Grafische Darstellung der niedrigsten relevanten und validen (geschwärtzten) Kurzzeit (KZ)- und Langzeit (LZ)-Effektdaten pro Studie aus Tabelle 2 für Dicamba. Falls keine belastbaren Effektdaten für eine Gruppe vorhanden war, wurde der tiefste „> oder ≥“-Wert angegeben (markiert mit *).

Da nicht für alle trophischen Ebenen Effektwerte vorhanden sind oder keine belastbaren (spezifischen) Werte vorliegen, können keine eindeutigen Aussagen über die relativen Empfindlichkeiten der Vertreter verschiedener trophischer Ebenen gemacht werden. Aufgrund des spezifischen Wirkmechanismus von Dicamba auf terrestrische zweikeimblättrige Pflanzen kann vermutet werden, dass aquatische Vertreter dikotyle Pflanzen am empfindlichsten sind, jedoch zeigten histopathologische Befunde in Fischen in einer Langzeituntersuchung eine noch höhere Empfindlichkeit an.

5.1 Vergleich marine/limnische Organismen

Es liegen zu wenig marine Daten vor, um zu ermitteln, ob ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen marinen und limnischen Daten vorliegt. Da auch sonst kein Verdacht vorliegt, dass marine Organismen empfindlicher reagieren sollten, werden sie mit den limnischen Daten gemeinsam bewertet.

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

Tabelle 3: Übersicht zu den kritischen Toxizitätswerten für Wasserorganismen aus längerfristigen Untersuchungen für Dicamba.

Gruppe	Art	Parameter	Konz. (mg/L)	Referenz
Primärproduzenten	<i>Skeletonema costatum</i>	NOEC	0.110	Hoberg 1993a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 58)
Krebstiere	<i>Daphnia magna</i>	NOEC	≥ 97	Douglas 1993, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 56)
Fische	-	-	-	

Es liegen chronische Effektdaten für Vertreter der Primärproduzenten (Algen/Wasserpflanzen) und Krebstiere vor, wobei es sich bei dem NOEC-Wert für *Daphnia magna* um einen \geq Wert, d.h. keinen definitiven Wert, handelt (Tabelle 3). Das niedrigste belastbare Effektdatum stammt aus der Studie von Hoberg 1993a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 58) und liegt für die marine Kieselalge *Skeletonema costatum* vor. Im EC DAR ist für 72 h und 120 h ein NOEC von 0.011 mg/L angegeben. Allerdings zeigte sich in den Versuchen eine klare Abnahme des Kontrollwachstums zwischen 48 h 120 h. Die NOECs für die Testdauern von 72 h und 120 h wurden daher invalidiert. Da sich in den Versuchen die Biomasse schon nach 24 h um den Faktor 24 erhöht hatte (nach OECD 201 muss sich die Biomasse >16-fach vergrößern haben bis zu Testende), kann der Test auch nach 48h bereits ausgewertet werden. Eine Neuauswertung ergab einen NOEC (48 h) von 0.110 mg/L. Dieser Wert liegt auch näher an dem NOEC (14 d) für die dikotyle Wasserpflanze *Myriophyllum verticillatum* von 0.41 mg/L (Volz 2004, zitiert im EC DAR 2007, Vol. 3, Annex B.9, Seite 75). Dieser wurde allerdings für eine Formulierung bestimmt, und kann daher nicht direkt zur EQS Herleitung verwendet werden. Es sei aber darauf hingewiesen, dass die

Wirkmechanismus Dicambas auf dikotyle Pflanzen ausgerichtet ist, während monokotyle Pflanzen und Algen als weniger empfindlich gegenüber Auxin-Herbiziden gelten.

Für Fische liegt keine klar belastbare Studie vor. Im EC DAR (2007, Vol. 3, Annex B.9, Seite 44) ist eine akzeptierte Fischstudie (*Oncorhynchus mykiss*) für von Scheerbaum 1990 zitiert. Diese ist aber mit 21 Tagen eigentlich zu kurz für ein valides chronisches Testergebnis. Die aufgeführten Endpunkte (Mortalität und Verhalten) sind allerdings nicht belastbar. Mortalität ist für die chronische Toxizität von geringer Relevanz. Verhalten ist nach TGD for EQS (siehe S. 144 f. im TGD for EQS) ebenfalls nicht relevant. Eine weitere Fischstudie liegt für *Gobiocypris rarus* vor (Zhu et al. 2015). In dieser Studie wurden adulte Fische (5 Monate alt) über 40 Tage in einem Durchflusssystem exponiert. Die Expositionskonzentrationen wurden nicht analytisch verifiziert. Bis zur höchsten getesteten Konzentration von 50 µg/L traten keine Effekte auf das Wachstum der Fische auf. Für die chronische Toxizität ist dies eigentlich ein relevanter Endpunkt. Allerdings ist der Endpunkt bei der Testung adulter Tiere nicht so sensitiv wie bei der Testung juveniler Tiere. Er sollte daher auch nicht belastet werden. Histopathologische Befunde (Testis, Ovarien und Leber) aus dieser Studie sind ebenfalls nicht direkt belastbar. Zum einen ist die Relevanz histopathologischer Befunde nach TGD for EQS (EC 2011, S. 145) nur dann gegeben, wenn ein kausaler Zusammenhang zum Populationserhalt hergestellt werden kann – Effekte auf die Reproduktion wurden aber nicht gemessen. Des Weiteren ist aus den Angaben in der Publikation von Zhu et al. (2015) nicht eindeutig ersichtlich, ob die Histologie auch für Proben aus Versuchen mit Expositionskonzentrationen unterhalb der höchsten getesteten Konzentration von 50 µg/L gemacht wurde. Selbst wenn die Effekte als relevant eingestuft würden, gäbe es keinen exakten NOEC. Aufgrund der fehlenden belastbaren chronischen Effektdaten für Fische, aber den Hinweisen auf eine mögliche Reproduktionstoxizität, wird vorsorglich ein erhöhter Sicherheitsfaktor von 50 gewählt. Damit ergibt sich folgender AA-EQS Vorschlag:

$$\text{AA-EQS (AF)} = 0.11 \text{ mg/L} / 50 = 2.2 \text{ µg/L}$$

7.2 AA-EQS mit SSD-Methode

Die Ableitung eines AA-EQS mittels SSD ist aufgrund einer unzureichenden Anzahl chronischer Daten nicht möglich.

7.3 AA-EQS aus Mikro-/Mesokosmosstudien

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

8 Akute Toxizität

8.1 MAC-EQS Herleitung mit AF-Methode

Valide und belastbare akute Effektdaten liegen nur für Vertreter der Primärproduzenten (Cyanobakterien, Algen, Wasserpflanzen) vor (Tabelle 4). Für Vertebraten liegt lediglich ein valider > Wert, d.h. kein definitiver Wert, vor. Valide Effektdaten für Invertebraten fehlen gänzlich.

Tabelle 4: Übersicht der kritischen akuten Toxizitätswerte für Wasserorganismen für Dicamba.

Gruppe	Spezies	Wert	Konz (mg/L)	Referenz
Primärproduzenten	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	EC50	0.52	Tunić <i>et al.</i> 2015
Krebstiere	keine validen Effektdaten vorhanden			
Fische	<i>Cyprinus carpio</i>	LC50	> 100	Volz 2004a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 40)

Tabelle 5: Risikoklassierung der akuten aquatischen Toxizität anhand der niedrigsten gemessenen EC50-Werte (UN 2015)

Kategorie (akut)	Niedrigster EC50-Wert	Erreichter Wert
nicht eingestuft	> 100 mg/L	
3	< 100 mg/L; > 10 mg/L	
2	< 10 mg/L; > 1mg/L	x
1	< 1 mg/L	

Der Basisdatensatz (mindestens ein Effektwert für Primärproduzenten, Krebstiere und Fische) ist nicht komplett, da Effektdaten für Krebstiere fehlen. Auch wenn gemäss TGD for EQS daher eigentlich kein MAC-EQS abgeleitet werden kann, sollte dies aber doch möglich sein, da der chronische NOEC (*D. magna*) bei >97 mg/L liegt und damit auch der akute EC50 >97 mg/L sein muss. Ausserdem ist in der *Pesticide Properties Data Base* (PPDB) ein 96h-LC50 von 6.8 mg/L für die Schwebegarnele *Mysidopsis bahia* (heute: *Americamysis bahia*) hinterlegt, welcher allerdings nicht überprüft werden konnte und somit Klimisch 4 (nicht bewertbar) gesetzt wurde. Des Weiteren ist mit *Myriophyllum aquaticum* vermutlich ein Vertreter einer der empfindlichsten taxonomischen Gruppen, der dikotylen Wasserpflanzen, im Effektdatensatz vorhanden. Somit kann der AF von 100 auf 10 reduziert werden, woraus folgender MAC-EQS Vorschlag ergibt:

$$\text{MAC-EQS (AF)} = 0.52 \text{ mg/L} / 10 = 0.052 \text{ mg/L} = \mathbf{52 \mu\text{g/L}}$$

8.2 MAC-EQS mit SSD Methode

Die Ableitung eines AA-EQS mittels SSD ist aufgrund einer nicht ausreichenden Anzahl akuter Daten nicht möglich.

8.3 MAC-EQS aus Mikro-/Mesokosmosstudien

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

9 Bewertung des Bioakkumulationspotentials und der sekundären Intoxikation

Nach dem TGD for EQS (EC, 2011) soll zur Abschätzung des Risikos einer sekundären Intoxikation zunächst das Bioakkumulationspotential einer Substanz bestimmt werden. Dabei liefert ein gemessener Biomagnifikationsfaktor (BMF) von >1 oder ein Biokonzentrationsfaktor (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.

Im EC DAR (2007) wird ein $\log K_{ow}$ Wert von < 0 angegeben und deshalb wurde dort auch kein BCF berechnet. Es gibt auch sonst keine Indizien die für eine hohe Akkumulation sprechen. Die Gefahr einer Bioakkumulation von Dicamba in der Nahrungskette und der sekundären Intoxikation wird daher als gering eingeschätzt.

10 Schutz der aquatischen Organismen

Es liegen valide akute und chronische Effektdaten für insgesamt drei trophische Ebenen vor. Aufgrund des Wirkmechanismus kann vermutet werden, dass Dicamba, ein Auxin Herbizid, vor allem für dikotyle Wasserpflanzen toxisch ist. Dies wird für die akute Toxizität bestätigt, durch den niedrigsten EC50 im akuten Datensatz für *Myriophyllum aquaticum* (Tunić *et al.* 2015). Im chronischen Datensatz fehlt ein direkt belastbarer Effektwert für einen Vertreter der dikotylen Wasserpflanzen, aber ein 7d-NOEC aus der Tunić *et al.* (2015) Studie würde immer noch leicht über dem NOEC für die marine Diatomee *Skeletonema costatum* liegen. Andere Studien mit der dikotylen Gattung *Myriophyllum* deuten ebenfalls darauf hin, dass die dikotylen Wasserpflanzen nicht wesentlich empfindlicher für Dicamba sind als Algen und Wasserlinsen (Volz 2003 und 2004). Verlässliche und relevante Effektdaten aus Langzeituntersuchungen mit Fischen

fehlen. Es liegen aber Hinweise für eine mögliche chronische Reproduktionstoxizität bei Fischen vor, für die evtl. endokrine Disruption verantwortlich zu sein könnte. Ein chronischer Fischtest (e.g. erweiterter *early-life-stage* (ELS)-Test) zu Abklärung einer möglichen Reproduktionstoxizität, wäre daher wünschenswert.

Aufgrund der vorliegenden Daten, lässt sich zur Zeit nicht mit Sicherheit sagen, ob der vorgeschlagene AA-EQS von 2.2 µg/L einen ausreichenden Schutz für alle im aquatischen Lebensraum lebenden Organismen bietet. Der MAC-EQS von 52 µg/L scheint hingegen ausreichend protektiv.

Der EQS-Vorschläge vom niederländischen Institut RIVM (0.13 µg/L) und jene vom französischen Institut INERIS (AA-EQS von 0.5 µg/L und ein MAC-EQS von 6.1 µg/L) liegen etwas tiefer als die hier vorgeschlagenen Umweltqualitätskriterien. Die Werte von INERIS basieren vermutlich auf einer Studie mit der Blaualge *Anabaena flos-aquae* (US-EPA 2013), die aber nicht zugänglich war und von uns daher nicht bezüglich ihrer Validität überprüft werden konnte. Die Grundlage für die Ableitung des RIVM *ad hoc* EQS lag uns nicht vor.

11 Änderungen gegenüber der Version vom 25.09.2013

Dem akuten Datensatz wurde lediglich eine belastbare und valide Studie hinzugefügt (Tunić *et al.* 2015). Da diese den niedrigsten EC50 aufweist, reduziert sich der MAC-EQS-Vorschlag von 230 auf 52 µg/L. Dem chronischen Datensatz wurde die Studie von Zhu *et al.* (2014) hinzugefügt. Endpunkte aus dieser Studie waren nicht direkt belastbar, wurden aber zur vorsorglichen Erhöhung des Sicherheitsfaktors von 10 auf 50 herangezogen. Dadurch verringerte sich der AA-EQS-Vorschlag zuvor 11 µg/L auf nunmehr 2.2 µg/L

12 Referenzen

- Batscher (2005a) SAN837 SL 480 (A-7254 B). Acute toxicity to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in a 96-hour static test. Unpublished report No A26032. Experimental phase September 26 to October 14, 2005. GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Batscher (2005b) SAN837 SL 480 (A-7254 B) Acute toxicity to *Daphnia magna* in a 48-hour immobilisation test. RCC Ltd. Environmental Chemistry & Phamanalytics, CH-4452 Itingen, Switzerland, Unpublished report no. A26054. Experimental phase September 19 to October 14, 2005. GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Cobb A.H. and Reade J.P. (1992) Auxin-type herbicides. Herbicides and Plant Physiology, Second Edition, Second Edition: 133-156
- Dayan F.E., Duke S.O. and Grossmann K. (2010) Herbicides as probes in plant biology. Weed science 58(3): 340-350
- Douglas M.T. (1993) Dicamba technical: Prolonged toxicity (21-day exposure) to *Daphnia magna* under semi-static conditions. Huntingdon Research Centre Ltd., PO Box 2, Huntingdon, UK. Project no. SAZ 439/931396. Experimental period 16th April to 7th May 1993. GLP. . [Zitiert im EC DAR, 2007]
- ESIS (2013) European chemical Substances Information System (ESIS). European Commission. <http://esis.jrc.ec.europa.eu> (zuletzt abgerufen am 24.07.2013)
- EC (2011): Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Guidance Document No. 27. Europäische Kommission (EC).
- EC DAR (2007) Draft Assessment Report (DAR), (public version). Initial risk assessment provided by the rapporteur Member State Ireland for existing active substance: Dicamba of the third stage (part B) of review program referred to in Article 8(2) of Council Directive 91/414/EEC.
- 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).
- Fairchild J., Ruessler D., Haverland P. and Carlson A. (1997) Comparative sensitivity of *Selenastrum capricornutum* and *Lemna minor* to sixteen herbicides. Archives of environmental contamination and toxicology 32(4): 353-357
- FAO (2001) FAO Specifications and Evaluations for Plant Protection Product. Dicamba. Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Grossmann K. (2003) Mediation of herbicide effects by hormone interactions. Journal of plant growth regulation 22(1): 109-122
- Hoberg J. (1993a) Dicamba Technical: Toxicity to the marine diatom, *Skeletonema costatum*. Springborn Laboratories Inc., Environmental Sciences Division, Wareham, Massachusetts 02571 US. Project no. 93-3-4699. Experimental period 7th to 12th January 1993. (Syngenta file No. SAN837/5224).GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Hoberg J. (1993b) Dicamba Technical: Toxicity to the freshwater diatom, *Navicula pelliculosa*. Springborn Laboratories Inc., Environmental Services Division, Wareham, Massachusetts 02571, US. Projects no. 92-11-4512. Experimental period 28th October to 2nd November 1992. (Syngenta file No. SAN837/5229). GLP [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Hoberg J. (1993c) Dicamba Technical: Toxicity to the freshwater green alga, *Selenastrum capricornutum*. Springborn Laboratories Inc., Environmental Services Division, Wareham, Massachusetts 02571, US. Project no, 92-11-4498. Experimental period 23rd to 28th September 1992. (Syngenta file no, SAN837/5230). GLP [Zitiert im EC DAR 2007]
- Hoberg J. (1993d) Dicamba Technical: Toxicity to the duckweed, *Lemna gibba*. Springborn Laboratories Inc., Wareham, US. Project no. 93-3-4665. Study dates 1st to 15th December 1992. (Syngenta No, SAN837/5223). GLP. [Zitiert in EC DAR, 2007]

- Hutchinson C. (1977a) The acute toxicity of Banvel technical to the bluegill sunfish *Lepomis macrochirus*. Unpublished Report No: 11506-03-15. Study dates: 21st to 25th November 1997 (Syngenta file No. SAN837/5027). No GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Hutchinson C. (1977b) The acute toxicity of Banvel technical to rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson. Unpublished report No: 11506-1314. Study dates: 15th to 20th November 1977 (Syngenta file No SAN 837/5026). no GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Hutchinson C. (1977c) The acute toxicity of Banvel technical to the sheepshead minnow *Cyprinodon variegatus*. Unpublished Report, No. 11506-03-19. Study dates 14th to 18th December 1977 (Syngenta No, SAN837/5020). No GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Hutchinson C. (1977d) The acute toxicity of Banvel technical to the water flea *Daphnia magna* Straus. Union Carbide Corp., Environmental Services, Tarrytown, New York 10591, US Unpublished Report No: 11506-03-16. Experimental period: 14th to 16th November 1977 (Syngenta file No. SAN837/5032) No GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Hutchinson C. (1977e) The acute toxicity of Banvel technical to the grass shrimp *Palaemonetes pugio*. Union Carbide Corp., Environmental Services, Tarrytown, New York 10591US. Unpublished Report No. 11506-03-17. Experimental period 8th to 12th November 1977 (Syngenta file No. SAN 837/5033). No GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Hutchinson C. (1977f) The acute toxicity of Banvel technical to the fiddler crab *Uca pugilator*. Union Carbide Corp., Environmental Services, Tarrytown, New York 10591, US. Unpublished Report No: 11506-03-18. Experimental period: 7th to 11th December 1977 (Syngenta file No. SAN837/5034). no GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- INERIS (2011) L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), Frankreich. URL: <http://www.ineris.fr/substances/fr/>. Dicamba Dossier PDF: <http://www.ineris.fr/substances/fr/substance/pdf/777> letzte Abfrage 16.05.2013.
- Johnson D. (1979) Acute toxicity of Banvel Herbicide to *Daphnia magna*, ABS Analytical Bio-Chemistry Lab Inc., Columbia, US. Unpublished Report No. 23613. Study dates 23rd to 25th May 1979. (Syngenta file No. SAN 837/5677) GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Johnson L.D. (1981) Acute toxicity of Banvel herbicide to Rainbow trout (*Salmon gairdneri*). Unpublished Report No. 27283. Study dates: 6th to 10th April 1981. Syngenta file No SAN 837/5676). GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Klimisch H J, Andreae M, Tillmann U (1997): A Systematic Approach for Evaluating the Quality of Experimental Toxicological and Ecotoxicological Data. Regulatory Toxicology and Pharmacology 25:1-5.
- Krueger J P, Butz R G, Cork D J (1991): Aerobic and anaerobic soil metabolism of dicamba. Journal of agricultural and food chemistry 39, 995-999.
- Mayer F.L. and Ellersieck M.R. (1986) Manual of acute toxicity: interpretation and data base for 410 chemicals and 66 species of freshwater animals. Resource Publication - US Fish & Wildlife Service 160
- McSteen P. (2010) Auxin and monocot development. Cold Spring Harbor perspectives in biology 2(3)
- 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.
- Peither A. (2001) Toxicity of SAN 837 SL 480 (A7254B) to *Pseudokirchneriella subcapitata* (formerly *Selenastrum capricornutum*) in a 72-h algal growth inhibition test, RCC AG, Itingen, Switzerland. Project no. 811056. Study dates 4th to 29th May 2001. (Syngenta file No. SAN 837/5976). GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- RIVM (2013) Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Nederlande. URL: www.rivm.nl/rvs (PDF: <http://www.rivm.nl/rvs/dsresource?type=pdf&objectid=rivmp:190489&type=org&disposition=inline> letzte Abfrage 16.05.2013).
- Ross J.J., O'Neill D.P., Wolbang C.M., Symons G.M. and Reid J.B. (2001) Auxin-gibberellin interactions and their role in plant growth. Journal of plant growth regulation 20(4): 336-353

- Ruiz de Arcaute C, Soloneski S, Larramendy M L (2014): Evaluation of the genotoxicity of a herbicide formulation containing 3,6-dichloro-2-methoxybenzoic acid (dicamba) in circulating blood cells of the tropical fish *Cnesterodon decemmaculatus*. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 773, 1-8.
- Scheerbaum D. (1990) Study of prolonged toxicity (21 d) to fish (Rainbow trout) of dicamba (3,6-dichloro-2-methoxybenzoic acid). Unpublished Report No: 1544. Experimental period: 27th August to 17th September 1990. (Syngenta file No. SAN837/5331). GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Smyth D., Sanley R. and Johnson P. (1998) Dicamba Technical: Toxicity to the blue-green alga *Anabaena flos-aquae*. Brixham Environmental Laboratory Ltd., Project no. BL6453/B. Experimental period 7th to 12th September 1998. (Syngenta file No. SAN837/0411). GLP [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Tomlin C.D.S. (ed) (2006) *The Pesticide Manual: British Crop Production Council (BCPC)*
- Tunić T, Knežević V, Kerkez D, Tubić A, Šunjka D, Lazić S, Brkić D, Teodorović I (2015): Some arguments in favor of a *Myriophyllum aquaticum* growth inhibition test in a water-sediment system as an additional test in risk assessment of herbicides. *Environ. Toxicol. Chem.*
- Turgut C. and Fomin A. (2002) Sensitivity of the rooted macrophyte *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdcourt to seventeen pesticides determined on the basis of EC50. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 69(4): 601-608
- UN (2015): *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)*, 6th revised edition ed. United Nations, New York.
- US EPA (2013) *OPP Pesticide Ecotoxicity Database*. Office of Pesticides Programs (OPP), United States Environmental Protection Agency (US EPA), USA. <http://www.ipmcenters.org/ECotox/> (zuletzt abgerufen am 31.07.2013)
- Vanneste S. and Friml J. (2009) Auxin: a trigger for change in plant development. *Cell* 136(6): 1005-1016
- Volz (2004a) Acute toxicity of dicamba tech. (SAN 837) to common carp (*Cyprinus carpio*) in a 96-hour static test. Unpublished report No. 848757. Experimental phase October 24 to November 19, 2003. GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Volz E. (2003) Toxicity test of SAN 837 tech. (Dicamba) to an aquatic macrophyte, the Eurasian watermilfoil *Myriophyllum spicatum* in a static system. RCC LTD, Environmental Chemistry and Pharamalytics, CH 4452, Switzerland. Unpublished report number 848730 (Syngenta file No. SAN 837/6133). Experimental period June 24th August 11th 2003. No GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Volz E. (2004) Toxicity test of SAN 837 SL 480 (A7254B) to an aquatic macrophyte, the whorl-leaf Watermilfoil *Myriophyllum verticillatum* in a static test system, RCC AG, Itingen Switzerland. Project no. 850004. Study dates 4th November to 9th December 2003. (Syngenta file No. SAN837/6145). GLP. [Zitiert im EC DAR, 2007]
- Woodward A.W. and Bartel B. (2005) Auxin: regulation, action, and interaction. *Annals of botany* 95(5): 707-735
- Zhang P, Bui A, Rose G, Allinson G (2014): Mixed-mode solid-phase extraction coupled with liquid chromatography tandem mass spectrometry to determine phenoxy acid, sulfonylurea, triazine and other selected herbicides at nanogram per litre levels in environmental waters. *J. Chromatogr. A* 1325, 56-64.
- Zhu L, Li W, Zha J, Wang Z (2015): Dicamba affects sex steroid hormone level and mRNA expression of related genes in adult rare minnow (*Gobiocypris rarus*) at environmentally relevant concentrations. *Environ. Toxicol.* 30, 693-703.

Appendix

In der Studie von Hoberg (1993a, zitiert im EC DAR 2007 (Vol. 3, Annex B.9, Seite 58)), mit der marinen Alge *Skeletonema costatum*, zeigte sich eine klare Abnahme des Kontrollwachstums zwischen 48 h 120 h. (Tabelle A1). Da sich die Biomasse aber schon nach 24 h um den Faktor 24 erhöht hatte (nach OECD 201 muss die Biomasse >16-fach vergrößern haben bis zu Testende), kann der Test auch nach 48h bereits ausgewertet werden.

Tabelle A1: Kontrollwachstum im Test mit *Skeletonema costatum*

time (h)	section by section specific growth rate of the control		
24	1.39	1.45	1.01
48	2.01	1.89	1.77
72	0.70	0.72	0.64
96	0.68	0.45	0.41
120	0.38	0.28	0.27

Tabelle A2: Dunnett's Test zur Bestimmung des 48h NOECs für *Skeletonema costatum*.

Table Analyzed	NOECgrowth rate 48h				
Repeated Measures ANOVA					
P value	< 0.0001				
P value summary	****				
Are means signif. different? (P < 0.05)	Yes				
Number of groups	7				
F	37.07				
R square	0.9488				
Was the pairing significantly effective?					
R square	0.03045				
F	3.681				
P value	0.0567				
P value summary	ns				
Is there significant matching? (P < 0.05)	No				
ANOVA Table	SS	df	MS		
Treatment (between columns)	2820	6	470.0		
Individual (between rows)	93.33	2	46.66		
Residual (random)	152.1	12	12.68		
Total	3065	20			
Dunnett's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	Significant? P < 0.05?	Summary	95% CI of diff
control vs 0.011	-2.374	0.8167	No	ns	-11.03 to 6.280
control vs 0.033	-4.502	1.548	No	ns	-13.16 to 4.153
control vs 0.11	-2.486	0.8551	No	ns	-11.14 to 6.169
control vs 0.35	-9.092	3.127	Yes	*	-17.75 to -0.4371
control vs 1.2	-30.00	10.32	Yes	***	-38.65 to -21.34
control vs 4.1	-27.30	9.389	Yes	***	-35.95 to -18.64