



## Advies 14772A00 Indicatieve waterkwaliteitsnormen voor wolfram

A. van Leeuwenhoeklaan 9  
3721 MA Bilthoven  
Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
www.rivm.nl

T 030 274 91 11  
F 030 274 29 71  
info@rivm.nl

Projectnummer RIVM	M/270103/19/AS
Nummer advies	14772A00
Datum rapportage	19 augustus 2019
Auteur(s)	P.L.A. van Vlaardingen
Toetsers(s)	C.E. Smit
Datum toetsing	26 maart 2019
Status	DEFINITIEF

### Inhoud

1	Inleiding.....	2
2	Informatie over de stof .....	2
3	Indicatieve normen voor oppervlaktewaterkwaliteit .....	2
3.1	Relevantie van voedselketenroute .....	2
3.2	Ecotoxiciteit.....	3
3.3	Opgeloste en totaalconcentraties .....	3
4	Conclusie .....	3
5	Status van dit advies .....	3
	Referenties .....	4
	Bijlage 1. Relevantie voedselketenroute.....	5
	Bijlage 2. Rapportageformulier wolfram .....	6
	Bijlage 3. Afkortingen .....	11

## 1 Inleiding

In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft het RIVM een indicatieve norm voor oppervlaktewater voor wolfram afgeleid. Op de website Risico's van Stoffen wordt voor wolfram verwezen naar de oude norm van de Helpdesk water: een indicatieve Maximaal Toelaatbare Toevoeging (MTT) van 2,9 µg/L. De waarde is in het verleden door het toenmalige RIZA afgeleid, maar nooit vastgesteld en daarom opgenomen in een apart pdf-document. Met het ministerie is afgesproken dat deze pdf in de loop der tijd wordt opgeschoond, zodat er alleen vastgestelde normen op de website staan.

In 2009 heeft het RIVM in het kader van een opdracht van het toenmalige ministerie van VROM over bodembelasting als gevolg van munitie, een indicatief MTR en indicatieve interventiewaarde voor wolfram in (grond)water afgeleid van respectievelijk 29,8 en 19610 µg/L [1]. Ook deze waarden zijn niet officieel vastgesteld. In de het RIVM-rapport uit 2009 is de precieze afleiding niet opgenomen, maar op basis van nog aanwezige informatie lijkt het MTR te zijn afgeleid met een veiligheidsfactor van 3000 op een acute LC<sub>50</sub>.

Mede naar aanleiding van een eerdere vraag van Rijkswaterstaat Oost-Nederland over de herkomst en hoogte van het indicatieve MTR op de RIVM-website, worden nu nieuwe indicatieve normen afgeleid volgens de meest recente methodiek. De in dit advies afgeleide normen zijn een indicatieve jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm en een maximaal aanvaardbare concentratie voor zoet oppervlaktewater (i-JG-MKN<sub>zoet</sub> en i-MAC-MKN<sub>zoet, eco</sub>).

De afleiding van de indicatieve risicogrenzen voor oppervlaktewater is beschreven in RIVM Rapport 2015-0057 [2]. Voor uitleg van de methode en verdere details wordt verwezen naar dit rapport.

## 2 Informatie over de stof

Wolfram (tungsten in het Engels) wordt gewonnen uit twee ertsen, wolframiet en scheeliet. De grootste productie vindt plaats in China. Wolfram wordt toegepast in staallegeringen om het materiaal harder en hittebestendiger te maken. Wolfram heeft het hoogste smeltpunt van alle metalen en wolframlegeringen worden toegepast in allerlei producten. Bekende toepassingen zijn in gereedschap zoals zaagbladen, beitels en frezen, in las-electrodes en elektrische en optische apparatuur, pantserstaal en munitie, maar wolfram zit ook in balpointpunten en dartpijlen. Volgens de informatie in het REACH dossier kan de stof ook vrijkomen uit wasmiddelen, verf en coatings, lijmen en geurstoffen [3].

De PNEC voor zoetwater in het REACH dossier is 0,338 mg W/L, gebaseerd op een NOEC voor algen van 3,38 mg/L met een veiligheidsfactor van 10 [3].

## 3 Indicatieve normen voor oppervlaktewaterkwaliteit

### 3.1 Relevantie van voedselketenroute

Als een stof carcinogeen, mutageen of reprotoxisch is of daarvan wordt verdacht, moet rekening worden gehouden met de risico's van mensen die vis eten (voedselketenroute). Dit geldt ook als de stof bioaccumulerend is. De hoogste experimentele BCF van wolfram is 1,2 L/kg (studie met natrium wolframaat). De classificatie van verschillende wolfram is bekeken en alleen voor wolframoxide (CAS nr. 39318-18-8) is een relevante genotificeerde classificatie gevonden (carcinogeen categorie 2 ; H351). Bij geen van de overige verbindingen was geen C, M, of R

classificatie aanwezig en er is geen wetenschappelijke literatuur gevonden waarmee de mogelijke carcinogeniteit van wolframoxide wordt ondersteund. Daarom is de voedselketenroute niet meegenomen. Voor details zie Bijlage 1.

### 3.2 Ecotoxiciteit

De ecotoxiciteitsgegevens uit het REACH-dossier [3] zijn verzameld, daarnaast is de US EPA Ecotox Knowledgebase geraadpleegd [4].

De geselecteerde laagste toxiciteitswaarden per soort staan in het rapportageformulier, zie Bijlage 2. Er zijn ecotoxiciteitsgegevens voor de volledige acute en chronische basisset: alg, *Daphnia* en vis en gegevens voor twee extra taxonomische groepen: protozoën en amfibieën.

De laagste acute toxiciteitswaarde is 7-daagse LC<sub>50</sub> van 2,9 mg W/L voor de amfibie *Gastrophryne carolinensis*. Deze waarde is afkomstig uit de US EPA Ecotox knowledgebase. Uit de onderliggende studies [5,6] blijkt dat het gaat om een 7-daagse studie met eieren. Gezien het levensstadium kan deze studie ook als chronisch worden beschouwd. De publicaties vermelden ook een LC<sub>1</sub> van 10 µg/L en uit beide eindpunten kan een LC<sub>10</sub> van 199 µg W/L worden berekend met een logistisch concentratie-respons model. Deze werkwijze staat niet beschreven in de indicatieve methodiek, maar is toegepast om te voorkomen dat er onnodige hoge veiligheidsfactoren worden toegepast vanwege het ontbreken van een chronische waarde.

Met de uiteindelijke dataset wordt een i-JG-MKN<sub>zoet</sub> van 20 µg/L berekend door een veiligheidsfactor van 10 op de laagste LC<sub>10</sub> toe te passen. De i-MAC-MKN<sub>zoet, eco</sub> wordt afgeleid met een veiligheidsfactor van 100 op de laagste EC<sub>50</sub> en is 29 µg/L.

### 3.3 Opgeloste en totaalconcentraties

De i-JG-MKN<sub>zoet</sub> en i-MAC-MKN<sub>zoet, eco</sub> zijn uitgedrukt als opgeloste concentratie. De binding van wolfram aan grond is sterk afhankelijk van de pH, bij hogere pH wordt er minder gebonden dan bij lage pH. Dit geldt waarschijnlijk ook voor de binding aan zwevend stof. Verder lijkt het kleigehalte van belang. In het REACH-dossier worden relatief hoge bindingsconstanten genoemd die zijn berekend op basis van gemeten concentraties in water en sediment op locaties in heel Europa. Het is niet duidelijk of die constanten representatief zijn voor het Nederlandse zoete oppervlaktewater met lage concentraties zwevend stof. Voor het afleiden van een representatieve bindingsconstante is een verdere evaluatie van de literatuur nodig en dit valt buiten de reikwijdte van de indicatieve normafleiding.

## 4 Conclusie

De voorgestelde indicatieve waterkwaliteitsnormen voor wolfram in zoet oppervlaktewater zijn:

i-JG-MKN <sub>zoet</sub>	20 µg/L
i-MAC-MKN <sub>zoet, eco</sub>	29 µg/L

Voor beide waarden geldt dat er gecorrigeerd zou mogen worden voor de achtergrondconcentratie. Omdat er geen achtergrondconcentratie voor wolfram is vastgesteld, kunnen de waarden als zodanig voor toetsing worden gebruikt.

## 5 Status van dit advies

Dit advies is opgesteld omdat er verschillende indicatieve normen voor wolfram bestaan. Het advies is getoetst volgens de interne RIVM-kwaliteitsprocedures en

getoetst door de Wetenschappelijke Klankbordgroep normstelling water en lucht (*WK normstelling water en lucht*). De voorgestelde indicatieve normen gelden als wetenschappelijke advieswaarden totdat ze zijn vastgesteld door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.

## Referenties

1. Lijzen JPA, Claessens JW, Mesman M. 2009. Advies 'Beoordeling bodemverontreiniging als gevolg van verbrandingsproducten van munitie'. Bilthoven, Nederland: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Report nr. 607635002/2009.
2. De Poorter LRM, Van Herwijnen R, Janssen P.J.C.M., C.E. S. 2015. Handleiding voor de afleiding van indicatieve milieurisicogrenzen. Bilthoven, Nederland: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Report nr. 2015-0057. 93 p.
3. ECHA. 2018. REACH registration dossier. Tungsten. Webpage. <https://echa.europa.eu/nl/registration-dossier/-/registered-dossier/15495>: <https://echa.europa.eu/nl/registration-dossier/-/registered-dossier/15495>. Accessed: 14-08-2018.
4. US EPA. 2018. ECOTOX (ECOTOXicology knowledgebase), version 4. Webpage. <https://cfpub.epa.gov/ecotox/index.html>: <https://cfpub.epa.gov/ecotox/index.html>. Accessed: 14-08-2018.
5. Birge WJ, Black JA, Westerman AG. 1979. Evaluation of Aquatic Pollutants Using Fish and Amphibian Eggs as Bioassay Organisms. In: Nielsen SW, Migaki G, D.G. S (Eds.) Symp. Animals Monitors Environ. Pollut. 1977. Storrs, CT, USA, 12. p. 108-118.
6. Birge WJ, Black JA, Westerman AG, Hudson JE. 1980. Aquatic Toxicity Tests on Inorganic Elements Occurring in Oil Shale. In: Gale C (Ed.) Oil Shale Symposium: Sampling, Analysis and Quality Assurance, March 1979. EPA-600/9-80-022. Cincinnati, OH, USA, US EPA. p. 519-534.
7. ECHA. C&L Inventory. Webpage. <https://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/cl-inventory-database>: <https://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/cl-inventory-database>. Accessed: August 28, 2018.
8. Witten ML, Sheppard PR, Witten BL. 2012. Tungsten toxicity. Chem-Biol Interact 196: 87-88.
9. Lemus R, Venezia CF. 2015. An update to the toxicological profile for water-soluble and sparingly soluble tungsten substances. Critical Reviews in Toxicology 45: 388-411.
10. NTP. Testing Status of Sodium Tungstate Dihydrate M030038. Webpage. <https://ntp.niehs.nih.gov/testing/status/agents/ts-m030038.html>: <https://ntp.niehs.nih.gov/testing/status/agents/ts-m030038.html>. Accessed: August 28, 2018.
11. Bednar AJ, Jones WT, Boyd RE, Ringelberg DB, Larson SL. 2008. Geochemical parameters influencing tungsten mobility in soils. J Environ Qual 37: 229-233.
12. Griggs C, Larson S, Johnson J, Felt D, Nestler C. 2009. Partitioning between aqueous and soil system components for soluble tungsten and lead species. Land Contam Recl 17.
13. Meijer A, Wroblecky G, Thuring S, Marcell MW. 1998. Environmental effects of Tungsten and tantalum alloys. Albuquerque, NM, USA: GCX, Inc.,. Report nr. AFRL-MN-EG-TR-2000-7017. 288 p.
14. Birge WJ. 1978. Aquatic Toxicology of Trace Elements of Coal and Fly Ash. In: Thorp H, Gibbons JW (Eds.) Dep Energy Symp Ser. Energy and Environmental Stress in Aquatic Systems. Augusta, GA, USA, 48. p. 219-240.

## Bijlage 1. Relevantie voedselketenroute

De voedselketenroute wordt meegenomen als de stof (verdacht) carcinogeen, mutageen of reprotoxisch is of kan bioaccumuleren. Dit wordt onderzocht door na te gaan of de stof in een (geharmoniseerde) classificatie een of meer van de H zinnen H 340, 341, 350, 351, 360 of 361 bevat.

Hiertoe zijn classificaties voor wolframzouten die zijn opgenomen in ECHAs C&L Inventory [7] gecontroleerd op de aanwezigheid van genoemde H zinnen. Verbindingen die een combinatie zijn van wolfram met een of meer andere metalen (bijv. nikkel, molybdeen, strontium, seleen, boor, etc.) zijn niet in de zoekactie meegenomen.

Tungsten verbindingen waarvoor classificaties zijn gecontroleerd op aanwezigheid van C, M en R zinnen H 340, 341, 350, 351, 360 en 361:

<b>Verbinding</b>	<b>CAS nummer</b>
hexasodium tungstate hydrate	12141-67-2
tungsten hydroxide oxide phosphate	12067-99-1, 12501-23-4
tungsten trioxide	1314-35-8, 7440-33-7
ditungsten pentaoxide	12036-84-9
tungsten dioxide	12036-22-5
sodium tungsten hydroxide oxide phosphate	51312-42-6
disodium wolframate	10213-10-2, 13472-45-2
tungsten hexachloride	13283-01-7
tungsten	7440-33-7
diammonium tetratungsten tridecaoxide	12398-61-7
tetratungsten undecaoxide	12608-26-3
dihydrogen wolframate	7783-03-1
dipotassium wolframate	7790-60-5
tungsten hexafluoride	7783-82-6

Voor één verbinding was een geharmoniseerde classificatie aanwezig: hexasodium tungstate hydrate. Voor de overige verbindingen was ofwel geen classificatie of een kennisgegeven classificatie in de database aanwezig. Alleen voor wolframoxide (CAS 9318-18-8) werd een genotificeerde classificatie Carcinogeen categorie 2 (H351). Bij alle overige van bovengenoemde verbindingen was geen C, M, of R classificatie aanwezig. Er is niet voldaan aan de voorwaarden voor het afleiden van een inductief humaan toxicologische grenswaarde.

Er is geen wetenschappelijke literatuur gevonden waarmee de mogelijke carcinogeniteit van wolframoxide wordt ondersteund. In twee recente reviews wordt carcinogeniteit wel behandeld, maar zeer summier in Witten et al. [8] en Lemus et al. [9] geven aan dat er een dataleemte op dit gebied is. Zij verwijzen naar een geplande twee-jaars studie met ratten van het National Toxicology Program<sup>1</sup> [10]. Volgens de NTP website is de studie inmiddels afgerond. De resultaten van de studie zijn echter nog niet beschikbaar.

Er wordt geconcludeerd dat er geen aanleiding is om een indicatieve humaan-toxicologische grenswaarde voor wolfram af te leiden.

<sup>1</sup> U.S. Department of Health and Human Services.

## Bijlage 2. Rapportageformulier wolfraam

### 1. IDENTITEIT EN CLASSIFICATIE

Stofnaam	wolfraam
IUPAC-naam	tungsten
Synoniemen	tungsten, wolfram
CAS-nummer	7440-33-7
Stofgroep volgens EPIWin	metaal
Cramer-klasse	n.v.t.
Bekend gebruik	Metaal met hoogst bekende smeltpunt; goede elektrische geleider. Wolfraam en legeringen o.a. gebruikt in gloeidraden, bij lassen, elektrische contactpunten, in ruimtevaart-toepassingen, bij olieboringen en hoge temperatuur-toepassingen.
Toxiciteitsmechanisme	-
Relevante zaken m.b.t. geharmoniseerde classificatie	Er is geen geharmoniseerde classificatie voor wolfraam; genotificeerde classificatie geeft geen aanleiding voor afleiden van i-JG-MKN <sub>water</sub> , voedselketen (zie Bijlage 1).
Molecuulformule	W
Atoomnummer	74
SMILES	n.v.t.

n.v.t. = niet van toepassing.

### 2. FYSISCH-CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN EN VERSPREIDING

Eigenschap	Waarde	Opmerking	Ref.
Molecuulgewicht (g/mol)	183,84		
Smeltpunt (°C)	3390-3423 3410	data uit handboek	[3] [4]
Kookpunt (°C)	5555-5700 5900	data uit handboek	[3] [4]
Dampspanning (Pa)	0 0,4 0,002 - 0,1	1700 °C - 2000 °C 2300 °C 3000 °C	[3]
Oplosbaarheid in water (mg/L)	zie onder		
	$7,32 \times 10^5$	Na <sub>2</sub> WO <sub>4</sub> ; 21°C	[9]
	$>1 \times 10^6$	Na <sub>6</sub> O <sub>39</sub> W <sub>12</sub> ; 20°C	[9]
	$1,635 \times 10^6$	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> (H <sub>2</sub> W <sub>12</sub> O <sub>40</sub> )·3H <sub>2</sub> O; 22°C	[9]
	$2,7 \times 10^5$	(NH <sub>4</sub> ) <sub>10</sub> (H <sub>2</sub> W <sub>12</sub> O <sub>40</sub> )·4H <sub>2</sub> O	[9]
Log K <sub>ow</sub>	n.v.t.		
Henry-coëfficiënt (Pa m <sup>3</sup> /mol)	n.v.t.		
pK <sub>a</sub>	n.v.t.		

n.v.t. = niet van toepassing.

#### Oplosbaarheid

Het REACH-dossier [3] bevat een studie volgens de "UN Guidance on transformation/dissolution (T/D) of metals and metal compounds (UN GHS Annex 10)." Hierbij worden afgestemde hoeveelheden metaal in poedervorm toegevoegd aan waterige oplossingen. Het opgeloste metaal wordt op verschillende tijdstippen gemeten. Wolfraam was beter oplosbaar bij pH 8,5 dan bij pH 6. Opgeloste concentraties bij 1, 10, en 100 mg/L bij pH 8,5 waren 0,052, 0,988, 16,51 mg/L na 7 dagen. Na 28 dagen was de opgeloste concentratie 0,19 mg/L bij 1 mg/L en pH 8,5. Het opgeloste metaal was voornamelijk aanwezig als WO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

### 3. GEDRAG EN LOTGEVALLEN IN HET MILIEU

#### Adsorptiecoëfficiënt

##### *RIVM-rapport 2009*

In het RIVM-rapport uit 2009 [1] staat het volgende: "Wolfraam komt in de bodem voor als oxyanion ( $WO_4^{2-}$ ). Wolfraam kan binden aan mangaanoxiden en kleimineralen. Wolframiet ( $(Fe,Mn)WO_4$ ) en scheeliet  $CaWO_4$  zijn de meest voorkomende primaire mineralen die wolfraam bevatten. Deze mineralen zijn oplosbaar onder alkaliene omstandigheden (Salminen et al., 2005). Als wolfraam op de bodem terecht komt in een alkaliene omgeving (mariene invloed) is wolfraam mobiel."

##### *REACH-dossier*

In het REACH-dossier [3] wordt verwezen naar verdelingscoëfficiënten die zijn berekend op basis van gepaarde metingen van wolfraam in water en sediment op locaties door heel Europa. De gegevens zijn afkomstig uit de FOREGS Geochemical Baseline Database. In totaal waren er 800 gepaarde metingen, waarvan 106 met concentraties onder de detectielimiet (0,002  $\mu\text{g/L}$ ). Deze metingen zijn meegenomen als de helft van de detectielimiet (0,001  $\mu\text{g/L}$ ). De verdeling van de distributiecoëfficiënten kon niet worden gefit volgens een gebruikelijke verdeling (normaal, log-normaal), maar vanwege het grote aantal waarnemingen gebruikt het REACH-dossier de mediaan, 10e en 90e percentiel van respectievelijk 140000, 28935 en 700000 L/kg [3].

Het REACH-dossier vermeldt ook twee experimentele studies waarin grond is geschud met oplossingen van verschillende wolfraam-verbindingen in water, waarna de partiticoëfficiënt is berekend [11,12]. Deze zijn samengevat in onderstaande tabel. In een aanvullende studie is grond geschud met fosfaatbuffers met verschillende pH. Hieruit bleek dat de mobiliteit van wolframaat toeneemt met toenemende pH. De studie leverde ook aanwijzingen dat als wolfraam aan de bodem wordt toegevoegd, er na verloop van tijd polymeren ontstaan die minder mobiel zijn [11].

Stof	Grond-soort	Zand %	Klei %	Silt %	pH	OC %	Kd L/kg	Schud tijd	Ref.
$Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$	silty sand <sup>a</sup>	90,4			4,85	0,89	167,9	100 d	[12]
$Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$	silt sand <sup>b</sup>	81,9			5,74	0,57	325,8	100 d	[12]
$Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$	silty sand <sup>c</sup>	77,2			6,5	0,83	181,8	100 d	[12]
$Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$	silty loam	3	26	72	6,7	0,7	845	4 m	[11]
$2Na_2O \cdot P_2O_5 \cdot 12WO_3 \cdot 18H_2O$	silty loam	3	26	72	6,7	0,7	500	4 m	[11]
$Na_6O_{29}W_{12} \cdot H_2O$	silty loam	3	26	72	6,7	0,7	135	4 m	[11]
Tungstosilicic acid hydrate	silty loam	3	26	72	6,7	0,7	97	4 m	[11]
$Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$	silty loam	3	26	72	6,7	0,7	673	14 d <sup>d</sup>	[11]

a: 18,1% 'fines' = <75  $\mu\text{m}$

b: 9,6% <75  $\mu\text{m}$

c: 22,3% < 75  $\mu\text{m}$

d: extractie met water

In een Amerikaans onderzoek [13] zijn ook sorptie-experimenten uitgevoerd, waarbij zand en klei zijn geschud met kunstmatig zeewater, grondwater en oppervlaktewater met twee concentraties wolfraam bij verschillende pH. Het is niet bekend in welke vorm wolfraam is toegevoegd. De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel. De resultaten geven aan dat wolfraam beter aan kleigrond bindt dan aan zandgrond en dat de mobiliteit toeneemt bij toenemende pH.

Grondsoort	Water	pH	Kd <sup>a</sup> [L/kg]	n	Schud tijd	Ref.
zandgrond	zeewater	4,5	159	2	3 w	[13]
	grondwater		570	2		
	oppervlaktewater		515	6		
kleigrond	zeewater	4,5	231	2	3 w	[13]
	grondwater		1239	2		
	oppervlaktewater		3867	5		
zandgrond	zeewater	6,5	30	2	3 w	[13]
	grondwater		60	6		
	oppervlaktewater		32	2		
kleigrond	zeewater	6,5	146	2	3 w	[13]
	grondwater		487	6		
	oppervlaktewater		1727	2		
zandgrond	zeewater	8,5	10	6	3 w	[13]
	grondwater		11	2		
	oppervlaktewater		45	1		
kleigrond	zeewater	8,5	25	5	3 w	[13]
	grondwater		52	2		
	oppervlaktewater		5	2		

a: De waarden zijn het geometrisch gemiddelde van de adsorptieconstantes die met behulp van een software programma uit een grafiek zijn afgelezen.

### Bioaccumulatie

Het REACH dossier bevat een experimentele BCF-studie met natrium wolframaat (Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) en guppen (*Poecilia reticulata*). De BCF is 0,29 L/kg natgewicht (range 0-1,23).

## 4. TOXICITEIT

### 4.1 Humane toxiciteit: afleiding van i-HL<sub>oraal</sub>

Niet van toepassing, zie bijlage 1.

### 4.2 Ecotoxiciteit

In de tabellen staan de laagste waarden per soort, behalve wanneer toxiciteitsgegevens zijn bepaald met verschillende wolfram-zouten, dan zijn meerdere gegevens voor dezelfde soort opgenomen. Er is aangenomen dat de resultaten zijn uitgedrukt als wolfram, dit is niet bij alle studies duidelijk.

ACUUT					
Soort	Duur	Para- meter	Waarde [mg/L]	Opmerking	Ref.
<b>Algen</b>					
<i>Pseudokirchneriella subcapita</i>	72 h	ErC <sub>50</sub>	31	natrium wolframaat	[3]
<b>Protozoa</b>					
<i>Spirostomum ambiguum</i>	48 h	EC <sub>50</sub>	1300	natrium wolfraamoxide	[4]
<b>Kreeftachtigen</b>					
<i>Daphnia magna</i>	48 h	EC <sub>50</sub>	>96	natrium wolframaat	[3]
<i>Daphnia magna</i>	48 h	EC <sub>50</sub>	89.39	natrium wolfraamoxide	[4]
<i>Hyalella azteca</i>	7 d	LC <sub>50</sub>	>1	wolfram	[4]
<i>Hyalella azteca</i>	7 d	LC <sub>50</sub>	>1	natrium wolfraamoxide	[4]
<i>Cypris subglobosa</i>	48 h	EC <sub>50</sub>	144.6	natrium wolfraamoxide	[4]
<b>Vissen</b>					
<i>Carassius auratus</i>	7 d	LC <sub>50</sub>	120	natrium wolfraamoxide	[4]



<b>ACUUT</b>					
<b>Soort</b>	<b>Duur</b>	<b>Para-meter</b>	<b>Waarde [mg/L]</b>	<b>Opmerking</b>	<b>Ref.</b>
<i>Danio rerio</i>	96 h	LC <sub>50</sub>	>106	natrium wolframaat	[3]
<b>Amfibieën</b>					
<i>Gastrophryne carolinensis</i>	7 d	LC <sub>50</sub>	2.9	natrium wolfraamoxide	[4]

<b>CHRONISCH</b>					
<b>Soort</b>	<b>Duur</b>	<b>Para-meter</b>	<b>Waarde [mg/L]</b>	<b>Opmerking</b>	<b>Ref.</b>
<b>Algen</b>					
<i>Pseudokirchneriella subcapita</i>	72 h	NOE.C	0.476	natrium wolframaat	[3]
<b>Kreeftachtigen</b>					
<i>Daphnia magna</i>	21 d	NOEC	26	natrium wolframaat	[3]
<b>Vissen</b>					
<i>Danio rerio</i>	38 d	NOEC	≥5.74	natrium wolframaat	[3]
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	28 d	LC <sub>50</sub>	15.61	natrium wolfraamoxide	[4]
<b>Amfibieën</b>					
<i>Gastrophryne carolinensis</i>	7 d	LC <sub>10</sub>	0,199	natrium wolfraamoxide LC <sub>10</sub> berekend uit LC <sub>50</sub> en LC <sub>1</sub>	[14]

## 5. Afleiding i-risicogrenzen (via stappenschema's)

### i-JG-MKN<sub>zoet</sub>

i-JG-MKN<sub>water, voedselketen</sub>

<b>Stap</b>	<b>Resultaat</b>	<b>Opmerking</b>
1	Afleiding van de i-JG-MKN <sub>water, voedselketen</sub> wordt niet getriggerd	zie paragraaf 4.1

### i-JG-MKN<sub>zoet, eco</sub>

<b>Stap</b>	<b>Vraag/statement</b>	<b>Resultaat</b>
1	gedegen norm aanwezig?	Nee → 2
2	experimentele data voor water?	Ja → 4
3	niet van toepassing	
4	acute en chronische data	$\text{i-JG-MKN}_{\text{zoet, eco-acute}} = \text{L(E)C}_{50,\text{min}} / \text{AF} = 2,9 \text{ mg/L} / 1000 = 2,9 \text{ } \mu\text{g/L}$ $\text{i-JG-MKN}_{\text{zoet, eco-chronisch}} = \text{NOEC}_{\text{min}} / \text{AF} = 0,199 \text{ mg/L} / 100 = 1,99 \text{ } \mu\text{g/L}$
5	data voor gehele acute en/of chronische basisset?	Ja → 6
6	NOEC voor tenminste kreeftachtige of vis en NOEC beschikbaar voor soort met L(E)C <sub>50,min</sub>	$\text{Ja} \rightarrow \text{i-JG-MKN}_{\text{zoet, eco}} = \text{i-JG-MKN}_{\text{zoet, eco-chronisch}} \times 10 = 1,99 \times 10 = 19,9 \text{ } \mu\text{g/L}$ → 8
7	niet van toepassing	
8	i-JG-MKN <sub>zoet, eco</sub> = 20 $\mu\text{g/L}$	

selectie i-JG-MKN<sub>zoet</sub>

	<b>Opmerking</b>
i-JG-MKN <sub>voedselketen, water</sub>	niet van toepassing
i-JG-MKN <sub>zoet, eco</sub> = 20 µg/L	
De laagste waarde bepaalt de i-JG-MKN <sub>zoet</sub> :	
<b>i-JG-MKN<sub>zoet</sub> = 20 µg/L</b>	

**i-MAC-MKN<sub>zoet, eco</sub>**

<b>Stap</b>	<b>Vraag/statement</b>	<b>Resultaat</b>
1	gedegen norm aanwezig?	Nee → 2
2	experimentele data voor water?	Ja → 4
3	niet van toepassing	
4	<b>i-MAC-MKN<sub>zoet, eco</sub> = 29 µg/L</b>	i-MAC-MKN <sub>zoet, eco</sub> = L(E)C <sub>50,min</sub> / AF = 2,9 mg/L / 100 = 29 µg/L

## Bijlage 3. Afkortingen

### Normtypen

i-JG-MKN <sub>water, voedselketen</sub>	indicatieve jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm voor water op basis van effecten in de voedselketen
i-JG-MKN <sub>zoet</sub>	indicatieve jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm voor zoet oppervlaktewater
i-JG-MKN <sub>zoet, eco</sub>	indicatieve jaargemiddelde aanvaardbare milieukwaliteitsnorm voor zoet oppervlaktewater op basis van ecotoxiciteit
i-JG-MKN <sub>zoet, eco-acute</sub>	indicatieve jaargemiddelde aanvaardbare milieukwaliteitsnorm voor zoet oppervlaktewater op basis van acute ecotoxiciteitsgegevens
i-JG-MKN <sub>zoet, eco-chronisch</sub>	indicatieve jaargemiddelde aanvaardbare milieukwaliteitsnorm voor zoet oppervlaktewater op basis van chronische ecotoxiciteitsgegevens
i-MAC-MKN <sub>zoet, eco</sub>	indicatieve maximaal aanvaardbare concentratie voor zoet oppervlaktewater (altijd gebaseerd op ecotoxiciteit)

### overige afkortingen

BCF	bioconcentratie factor
BMF	biomagnificatie factor
EC <sub>50</sub>	concentratie die 50% effect veroorzaakt
E <sub>r</sub> C <sub>50</sub>	concentratie die 50% effect veroorzaakt op biomassa (b) of groeisnelheid (r)
LC <sub>50</sub>	concentratie die 50% sterfte veroorzaakt
LOEC	Lowest Observed Effect Concentration
log K <sub>oc</sub>	log van de verdelingscoëfficiënt tussen water en organisch koolstof
log K <sub>ow</sub>	log van de verdelingscoëfficiënt tussen water en octanol
MW	molecuulgewicht
NOEC	No Observed Effect Concentration
NOE <sub>b/r</sub> C	No Observed Effect Concentration voor biomassa (b) of groeisnelheid (r)
pK <sub>a</sub>	dissociatieconstante
PNEC	Predicted No Effect Concentration