



Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
Commission Internationale pour la Protection du Rhin
Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

MIKRO-stofgegevensblad
Industriële chemicaliën
Vlamvertragers

Vlamvertragers

1. Algemene stofgegevens

Tabel 1: Algemene stofgegevens

Naam van de stof	CAS-nr.	Handelsnaam (voorbeelden)	Gebruik	Bron
tris(2-chloorethyl)fosfaat (TCEP)	115-96-8		Vlamvertrager, weekmaker; voornamelijk in PU-schuimstof, kleefstoffen, lakken, verven, coatings. (wordt vanwege zijn kankerverwekkend effect niet meer gebruikt)	(1), (6)
tris(1-chloor-2-propyl)fosfaat (TCPP)	13674-84-5	Fyrol PCF (AKZO NOBEL, 1995) Antiblaze TMCP (ALBRIGHT & WILSON, 1998) Levargard (BAYER, 1999) TCPP (CLARIANT, 1999)	Vergelijkbaar met TCEP, als gevolg van het gebruik in PU-schuimstof bijv. ook in matrassen en gestoffeerde meubels (<i>eveneens mogelijk kankerverwekkend</i>)	(2), (6), (8)
tris(2-chloor-1-(chloormethyl)ethyl)fosfaat (TDCP)	13674-87-8		Overwegend als weekmaker met vlamvertragende eigenschappen in polyurethanen (textielindustrie, bouw, meubelindustrie, auto-industrie); wordt alleen in speciale toepassingen gebruikt (<i>wordt beschouwd als kankerverwekkend</i>)	(6)
tri-n-butylfosfaat (TnBP)	126-73-8		Wordt gebruikt als bestanddeel in lakken en als weekmaker; volgens (1) in hydraulische vloeistof; als antischuimmiddel bij de productie van beton; in de textiel- en papierindustrie	(3), (6)

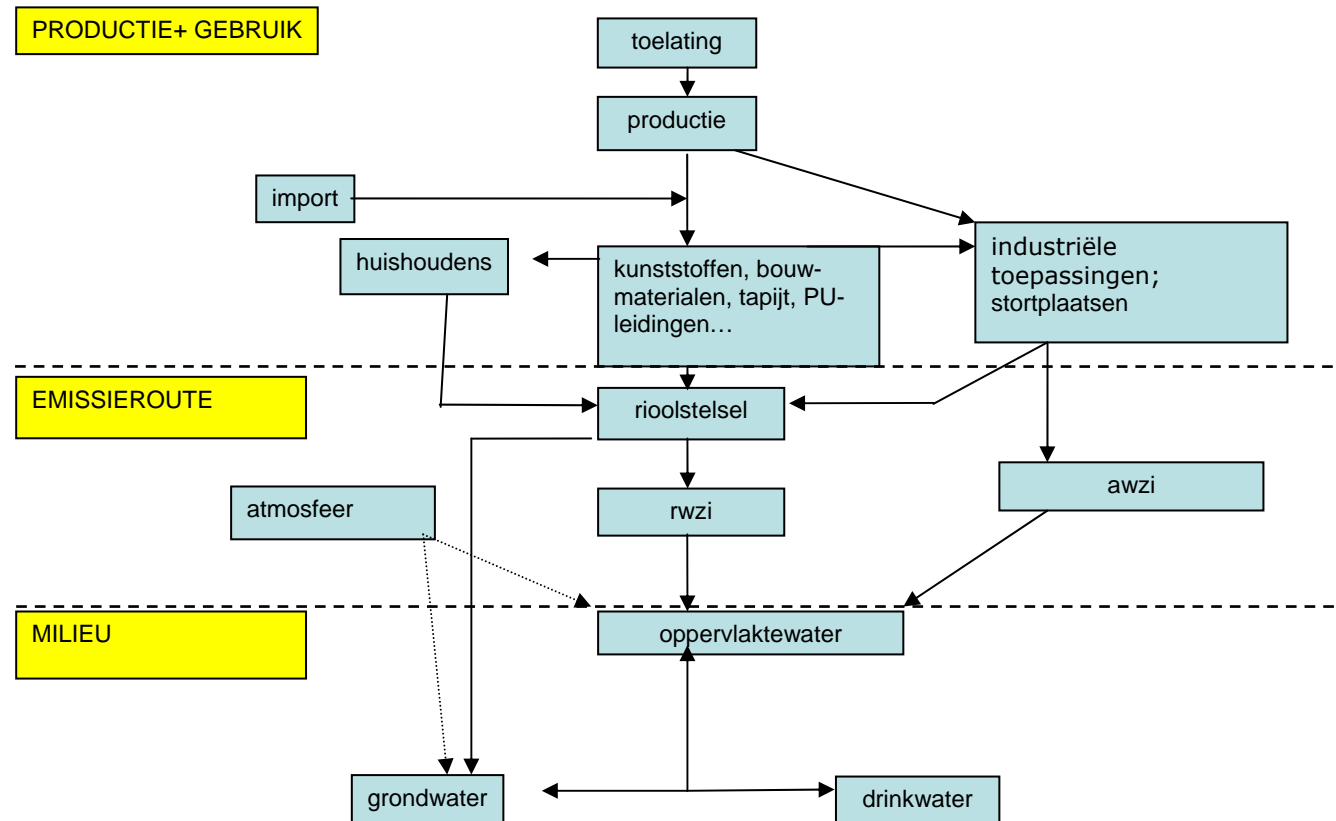
Naam van de stof	CAS-nr.	Handelsnaam (voorbeelden)	Gebruik	Bron
			<i>(wordt beschouwd als neurotoxisch)</i>	
tri-isobutylfosfaat (TiBP)	126-71-6		Wordt gebruikt als hulpgrondstof in de papier- en textielindustrie; smeermiddel, weekmaker; toepassing voor de regulering van de poriewijdte	(5), (6)
trifenyfosfaat (TPP)	115-86-6		Als weekmaker in kneedbare massa en als bestanddeel in lakken; toepassing in (de kast van) elektronische apparatuur	(3)
tris(2-butoxyethyl)fosfaat (TBEP)	78-51-3		Als weekmaker in vloerreinigers, kunststoffen en rubber; als additief in schuimstoffen	(4)
trifenyfosfineoxide (TPPO)	791-28-6		Ontstaat als bijproduct in reacties met trifenyfosfine of derivaten (bijv. Wittig-reactie / verbinding van C-C-bindingen)	
ethylhexyldifenyfosfaat (EHDPP)	1241-94-7			
tris(2-ethylhexyl)fosfaat (TEHP)	78-42-2	99% (SIGMA-ALDRICH, 1999, ALBRIGHT & WILSON, 1989, BAYER AG, 1999)		(8)
triclesylfosfaat (TCP)	1330-78-5 (mengsel van isomeren); 78-30-8 (o-o-TCP); 563-04-2 m-m-m-TCP); 78-32-0 (p-p-p-TCP)	Tritolyl phosphate (SIGMA-ALDRICH, 1999) Lindol (AKZO NOBEL, 1996) Disflamoll TKP (BAYER AG, 1999)		(8)

Vet gedrukt: geselecteerde indicatorstoffen

- (1) BUA (1988): Beratergremium für umweltrelevante Altstoffe: Tris(2-chlorethyl)-phosphat, BUA-Stoffbericht 20, VCH Weinheim
- (2) UBA (2001): Teksten van de Duitse milieudienst 25-27/2001
- (3) MUNLV (2004): Einträge und Quellen von phosphororganischen Flammschutzmitteln in Oberflächen- und Abwässern, ministerie van Milieu en Natuurbescherming, Landbouw en Consumentenbescherming van de Duitse deelstaat Noordrijn-Westfalen, Düsseldorf.
- (4) WHO (2000): IPCS Environmental Health Criteria 218: Flame Retardants
- (5) BG Chemie: Toxikologische Bewertung Nr. 112 – Triisobutylphosphat – Ausgabe 11/00 (2000) (http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/907/907-triisobutylphosphat.pdf?_blob=publicationFile)
- (6) Püttmann W. (2011): Trinkwasserrelevanz von chlorierten Organophosphaten (Flammschutzmittel). Vakgesprek in het UBA, Dessau, 19 januari 2011. ppt-presentatie.
- (7) Plan voor milieuonderzoek van het Duits ministerie van Milieu, Natuurbescherming en Nucleaire Veiligheid
- (8) Onderzoeksrapport 204 08 542 (oud) / 297 44 542 (nieuw): Erarbeitung von Bewertungsgrundlagen zur Substitution umweltrelevanter Flammschutzmittel. Opdrachtnemer: Öko-Recherche Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH, Frankfurt/M. Volume I: Resultaten en samenvattend overzicht in opdracht van de Duitse milieudienst. UBA-onderzoeksrapport, december 2000.

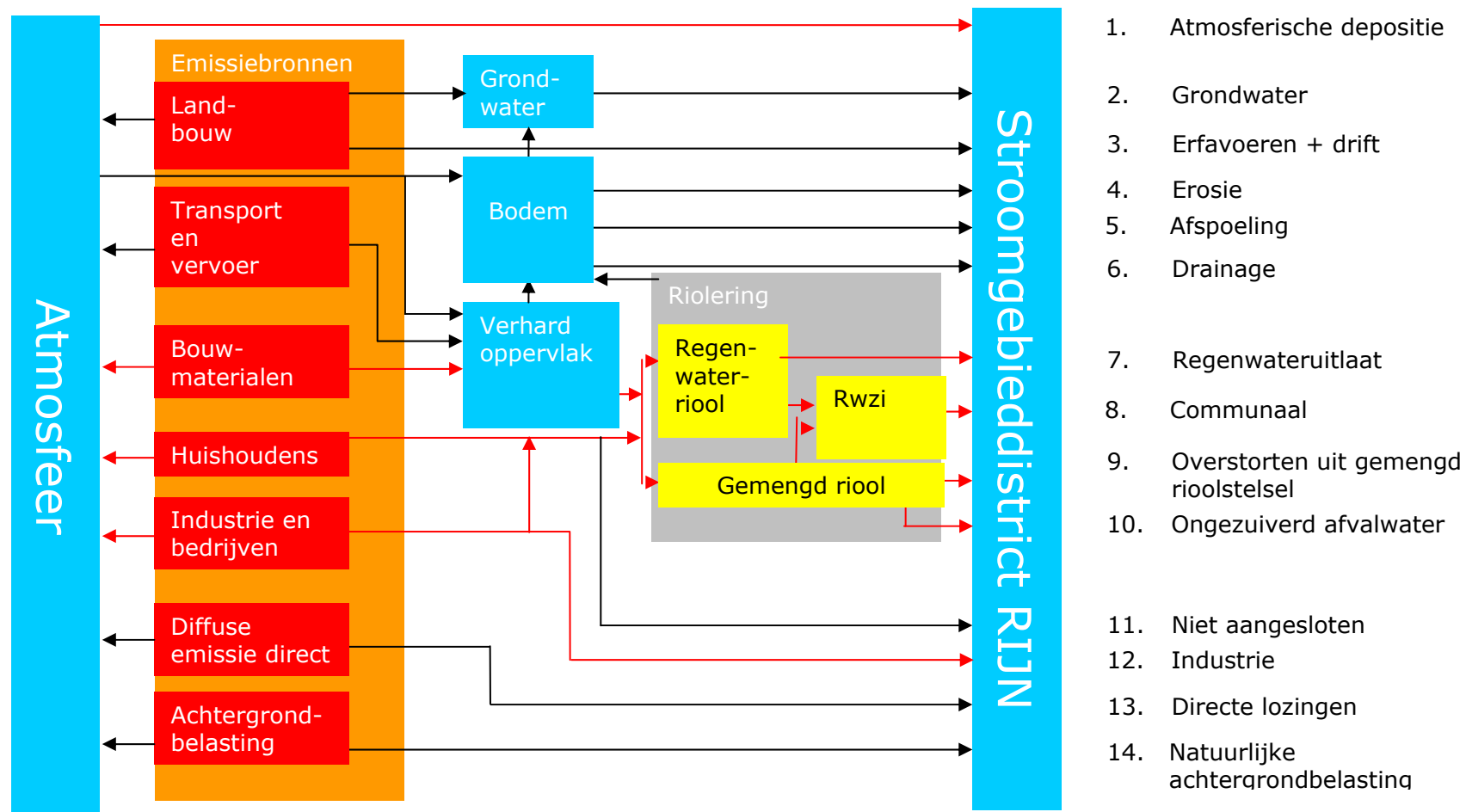
2. Basisschema voor de stofstroomanalyse

Figuur 2.1: Stofstroomanalyse (het basisschema kan per stofgroep of stof variëren)



3. Emissie (productie en gebruik)

Figuur 3.1: Emissieroutes (de belangrijkste emissieroutes zijn rood gemarkeerd)



Tabel 3.1: In het Rijnstroomgebied geproduceerde hoeveelheden

Naam van de stof	AT	CH	DE	FR	LU	NL	Totaal	EU	EU, waarvan in het stroomgebied van de Rijn	Bron
Geproduceerde hoeveelheden (in t/jaar)										
T CPP								36.038 t in 2000	?	[2]
TDCP								<10.000 t in 2000	0	[3]
Aantal producerende bedrijven of bedrijven die deze stoffen hebben geïmporteerd										
TCEP			3			1		5	4	[1]
T CPP			2			1		6	3	[1]
TDCP								2	0	[1]
TnBP			2			1		6	3	[1]
TiBP								2	2	[1]
TPP			2					4	2	[1]
TBEP			2			1		7	3	[1]
TPPO			2					2	2	[1]
EHDPP			1					2	1	[1]
TEHP			2					2	2	[1]
TCP								g.g.		[1]

[1] ESIS: European chemical Substances Information System. <http://esis.jrc.ec.europa.eu> (stand: februari 2000)

[2] European Union Risk Assessment Report (2009). TRIS(2-CHLORO-1-METHYLETHYL) PHOSPHATE (T CPP) CAS No: 13674-84-5 EINECS No: 237-158-7 RISK ASSESSMENT. May 2008. Ireland (lead) and United Kingdom. (stand van de gegevens: 2007) http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/tcppreport425.pdf (recentere gegevens eventueel in: <http://www.echa.europa.eu>)

[3] European Union Risk Assessment Report. TRIS[2-CHLORO-1-(CHLOROMETHYL)ETHYL] PHOSPHATE (TDCP), CAS No: 13674-87-8 EINECS No: 237-159-2 SUMMARY RISK ASSESSMENT REPORT. May 2008. Ireland (lead) and United Kingdom. http://esis.jrc.ec.europa.eu/doc/existing-chemicals/risk_assessment/SUMMARY/tdcpsum426.pdf

Tabel 3.2: In het Rijnstroomgebied gebruikte hoeveelheden

Naam van de stof	AT	CH	DE	FR	LU	NL	Totaal	Bron
Totaal nationaal verbruik (in t/jaar)								
Totaal van de vlamvertragers			87.000-101.000 (1997)				360.000 * (1998)	(1), (2), (3)
Gebromeerde verbindingen			10.500 - 13.500 (1997)				50.400 * (1998)	(2), (3)
Gechloreerde verbindingen			4.000 - 5.000 (1997)				25.200 * (1998)	(2), (3)
Organische, fosforhoudende vlamvertragers			13.500 - 16.000 (1997)				72.000 * (1998)	(1), (2), (3)
Gehalogeneerde, organische fosforverbindingen			5.500 - 7.000 (1997)					(3)
T CPP			5.000 - 6.000 (1997)					(3)
T CEP			500 - 1.000 (1997)					(3)
T DCP							10.000 (EU)	(4)
Halogeenvrije, organische fosforverbindingen (o.a. DMMP, DEEP, TEP, TPP, TCP, DPK, RDP)			8.000 - 9.000 (1997)					(3)
Anorganische fosforverbindingen en overige			59.500-66.500 (1997)					(3)

Naam van de stof	AT	CH	DE	FR	LU	NL	Totaal	Bron
vlamvertragers								
Gebruikte hoeveelheid per capita in het Rijnstroomgebied (in kg/jaar)								

*Totaal voor West-Europa

- (1) Davenport R.E., Fink, U., Ishikawa, Y. (1999): Flame Retardants, SRI International
- (2) Metzger, J.W., Möhle, E. (2001): Flammenschutzmittel in Oberflächengewässern, Grundwässern und Abwässern – Eintragspfade und Gehalte, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart – Lehrstuhl für Hydrochemie und Hydrobiologie, Förderkennzeichen: BWB 99012, Stuttgart
- (3) Plan voor milieuonderzoek van het Duits ministerie van Milieu, Natuurbescherming en Nucleaire Veiligheid (2000): "Erarbeitung von Bewertungsgrundlagen zur Substitution umweltrelevanter Flammenschutzmittel". Onderzoeksrapport 204 08 542 (oud) / 297 44 542 (nieuw). Opdrachtnemer: Öko-Recherche, Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH, Frankfurt/M.
- (4) RIVM (2005): Environmental Risk Limits for several phosphate esters, with possible application as flame retardant. RIVM report 601501024/2005.

Tabel 3.3: Per stof en toepassingsgebied gebruikte hoeveelheid (in t/jaar of % van de in 3.2 genoemde hoeveelheid)

Fosfororganische vlamvertragers							
Rijnoeverstaat	Kunststofindustrie	Meubels en textiel	Interieur van voertuigen	Bouwmaterialen (isolatiemateriaal, waterleidingen, gevels, folies, harsen)	Kast van elektronische apparatuur	Totaal	Bron
AT							
CH							
DE	30%						(3)
FR							
LU							
NL							

(3) Brüggemann Chemical (2004): Technische Informationen Flammenschutzmittel Brüggolen®

Tabel 3.4.1: TCPP-meetgegevens [in µg/l] voor de emissieroutes (of procentueel aandeel van de afzonderlijke emissieroutes, zie tabel 3.5)

TCPP							
Emissieroute	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron
Atmosferische depositie (1) / hemelwater	90	0	0,032	0,403		3,562	(2)
Grondwater (2)	10	7	< BG	< BG		0,006	(3)
Erfafvoeren en drift (3)							
Erosie (4)							
Afspoeling (5)							
Drainage (6)							
Regenwateruitlaat (7)	42	0	0,016	0,880		5,791	(2)
Emissies vanuit rwzi's (8)	97	0	0,55		3,09	110	LANUV (2007-2010)
Overstorten uit gemengd rioolstelsel (9)							
Ongezuiverd afvalwater uit gemengd rioolstelsel (10)							
Niet aangesloten (11)							
Directe lozingen vanuit de industrie (12) en percolatiewater van stortplaatsen	9	6	< BG		0,31	2,9	LANUV (2007-2010)
Percolatiewater van stortplaatsen	4 ; 11	g.g. ; 1		g.g.; 0,191		> 1000 ; 0,343	(1) ; (3)
Directe lozingen (13)							
Natuurlijke achtergrondbelasting (14)							

Legenda: BG = bepalingsgrens

- (1) LUBW (1999): Flammschutzmittel in Oberflächenwässern, Grundwässern und Abwässern - Eintragspfade und Gehalte. Forschungsberichtsblatt Forschungsvorhaben Nr. BWB 99012 (BWBÖ 99007). Dienst voor milieu, metingen en natuurbescherming van de Duitse deelstaat Baden-Württemberg
- (2) Regnery et al., Chemosphere (2010), 78, 958-964. (Auswahl: Untersuchungen Niederschlagsstation u. Regenwasserauffangbecken in Frankfurt am Main). in: Püttmann W. (2011): Trinkwasserrelevanz von chlorierten Organophosphaten (Flammschutzmittel). Vakgesprek in het UBA, Dessau, 19 januari 2011. ppt-presentatie.
- (3) Püttmann W. (2011): Trinkwasserrelevanz von chlorierten Organophosphaten (Flammschutzmittel). Vakgesprek in het UBA, Dessau, 19 januari 2011. ppt-presentatie. Grundwasser-/Sickerwasseruntersuchungen im hessischen Ried. Deponiesickerwasser am Monte Scherbelino (HE)

Tabel 3.4.2: TiBP-meetgegevens [in µg/l] voor de emissieroutes (of procentueel aandeel van de afzonderlijke emissieroutes, zie tabel 3.5)

Tri-isobutylfosfaat (TiBP)							
Emissieroute	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron
Atmosferische depositie (1) / hemelwater	90	g.g.	< BG	0,106		1,410	(2)
Grondwater (2)	10	8	< BG	< BG		0,007	(3)
Erfafvoeren en drift (3)							
Erosie (4)							
Afspoeling (5)							
Drainage (6)							
Regenwateruitlaat (7)	42	0	0,002	0,117		1,478	(2)
Emissies vanuit rwzi's (8)	31	13	< BG		1,17	7,5	LANUV (2007-2010)
Overstorten uit gemengd rioolstelsel (9)							
Ongezuiverd afvalwater uit gemengd rioolstelsel (10)							
Niet aangesloten (11)							
Directe lozingen vanuit de industrie (12) en percolatiewater van stortplaatsen	6	5	< BG		0,15	0,74	LANUV (2007-2010)
Percolatiewater van stortplaatsen	11	0	g.g.	0,092		0,697	(3)
Directe lozingen (13)							
Natuurlijke achtergrondbelasting (14)							

Tabel 3.4.3: TnBP-meetgegevens [in µg/l] voor de emissieroutes (of procentueel aandeel van de afzonderlijke emissieroutes, zie tabel 3.5)

Emissieroute	TnBP						Bron
	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	
Atmosferische depositie (1) / hemelwater	90	g.g.	< BG	0,108		1,679	(2)
Grondwater (2)							
Erfafvoeren en drift (3)							
Erosie (4)							
Afspoeling (5)							
Drainage (6)							
Regenwateruitlaat (7)	42	0	0,004	0,057		0,417	(2)
Emissies vanuit rwzi's (8)	28	26	< BG		0,01	0,24	LANUV (2007-2010)
Overstorten uit gemengd rioolstelsel (9)							
Ongezuiverd afvalwater uit gemengd rioolstelsel (10)							
Niet aangesloten (11)							
Directe lozingen vanuit de industrie (12) en percolatiewater van stortplaatsen	476	461	< BG		0,09	6,54	LANUV (2007-2010)
Percolatiewater van stortplaatsen	11	0	g.g.	0,09		0,213	(3)
Directe lozingen (13)							
Natuurlijke achtergrondbelasting (14)							

Tabel 3.4.4: TPP-meetgegevens [in µg/l] voor de emissieroutes (of procentueel aandeel van de afzonderlijke emissieroutes, zie tabel 3.5)

Emissieroute	TPP						Bron
	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	
Atmosferische depositie (1) / hemelwater							
Grondwater (2)							
Erfafvoeren en drift (3)							
Erosie (4)							
Afspoeling (5)							
Drainage (6)							
Regenwateruitlaat (7)							
Emissies vanuit rwzi's (8)	17	17	< BG		< BG	< BG	LANUV (2007-2009)
Overstorten uit gemengd rioolstelsel (9)							
Ongezuiverd afvalwater uit gemengd rioolstelsel (10)							
Niet aangesloten (11)							
Directe lozingen vanuit de industrie (12) en percolatiewater van stortplaatsen	5	5	< BG		< BG	< BG	LANUV (2009)
Percolatiewater van stortplaatsen							
Directe lozingen (13)							
Natuurlijke achtergrondbelasting (14)							

Tabel 3.4.5: TCEP-meetgegevens [in µg/l] voor de emissieroutes (of procentueel aandeel van de afzonderlijke emissieroutes, zie tabel 3.5)

Emissieroute	TCEP						
	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron
Atmosferische depositie (1) / hemelwater	90	0	0,01	0,071		0,485	(2)
Grondwater (2)	10	6	< BG	< BG		0,024	(3)
Erfafvoeren en drift (3)							
Erosie (4)							
Afspoeling (5)							
Drainage (6)							
Regenwateruitlaat (7)	42	0	0,033	0,077		0,275	(2)
Emissies vanuit rwzi's (8)	51	5	< BG		0,33	2,5	LANUV (2007-2009)
Overstorten uit gemengd rioolstelsel (9)							
Ongezuiverd afvalwater uit gemengd rioolstelsel (10)							
Niet aangesloten (11)							
Directe lozingen vanuit de industrie (12) en percolatiewater van stortplaatsen	474	474	< BG		< BG	< BG	LANUV (2007-2010)
Percolatiewater van stortplaatsen	11	1	< BG	0,141		0,318	(3)
Directe lozingen (13)							
Natuurlijke achtergrondbelasting (14)							

Tabel 3.4.6: TBEP-meetgegevens [in µg/l] voor de emissieroutes (of procentueel aandeel van de afzonderlijke emissieroutes, zie tabel 3.5)

Emissieroute	TBEP						
	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron
Atmosferische depositie (1) / hemelwater	90	g.g.	< BG	0,021		0,505	(2)
Grondwater (2)	10	8	< BG	< BG		< BG	(3)
Erfafvoeren en drift (3)							
Erosie (4)							
Afspoeling (5)							
Drainage (6)							
Regenwateruitlaat (7)	42	g.g.	< BG	0,077		1,616	(2)
Emissies vanuit rwzi's (8)	28	16	< BG		0,5	1,8	LANUV (2007-2010)
Overstorten uit gemengd rioolstelsel (9)							
Ongezuiverd afvalwater uit gemengd rioolstelsel (10)							
Niet aangesloten (11)							
Directe lozingen vanuit de industrie (12) en percolatiewater van stortplaatsen	5	5	< BG		< BG	< BG	LANUV (2009)
Percolatiewater van stortplaatsen	11	10	< BG	< BG		0,199	(3)
Directe lozingen (13)							
Natuurlijke achtergrondbelasting (14)							

Tabel 3.4.7: TDCP-meetgegevens [in µg/l] voor de emissieroutes (of procentueel aandeel van de afzonderlijke emissieroutes, zie tabel 3.5)

TDCP							
Emissieroute	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron
Atmosferische depositie (1) / hemelwater	90	g.g.	< BG	0,021		0,505	(2)
Grondwater (2)							
Erfafvoeren en drift (3)							
Erosie (4)							
Afspoeling (5)							
Drainage (6)							
Regenwateruitlaat (7)	42	g.g.	< BG	0,077		1,616	(2)
Emissies vanuit rwzi's (8)	88	7	< BG		0,16	0,61	LANUV (2007-2010)
Overstorten uit gemengd rioolstelsel (9)							
Ongezuiverd afvalwater uit gemengd rioolstelsel (10)							
Niet aangesloten (11)							
Directe lozingen vanuit de industrie (12) en percolatiewater	8	8	< BG		< BG	< BG	LANUV (2009-2010)
Percolatiewater van stortplaatsen	11	5	< BG	< BG		0,045	(3)
Directe lozingen (13)							
Natuurlijke achtergrondbelasting (14)							

Tabel 3.5: Procentueel aandeel van de afzonderlijke emissieroutes

Emissieroute	TCPP	TiBP	TnBP	TPP	TCEP	TBEP	TDCP	Bron
Atmosferische depositie (1) / hemelwater	??	??	??	??	??	??	??	
Grondwater (2)								
Erfafvoeren en drift (3)								
Erosie (4)								
Afspoeling (5)								
Drainage (6)								
Regenwateruitlaat (7)	??	??	??	??	??	??	??	
Emissies vanuit rwzi's (8)	97%	55%	27%	< BG	100%	100%	100%	LANUV (2007-2010)
Overstorten uit gemengd rioolstelsel (9)								
Ongezuiverd afvalwater uit gemengd rioolstelsel (10)								
Niet aangesloten (11)								
Directe lozingen vanuit industriële awzi's (12) en pwzi's van stortplaatsen	3%	45%	73%	< BG	< BG	< BG	< BG	LANUV (2007-2010)
Directe lozingen (13)	?	?	?	?	?	?	?	
Natuurlijke achtergrondbelasting (14)								

4. Immissie (gemeten concentraties en vrachten, berekende vrachten)

4.1 Gemeten concentraties

Tabel 4.1.1: TiBP-concentraties in de Rijn en zijn belangrijkste zijrivieren ($\mu\text{g/l}$)

TiBP								
Naam van de meetlocatie	km	Rijnoeverstaat	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Gemiddelde	Maximum	Bron
Rijn								
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE	16	4	<0,03	0,042	0,11	LANUV (2008-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	DE	11	0	0,02	0,094	0,21	LANUV (2008-2009)
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE	26	1	<0,03	0,077	0,18	LANUV (2008-2009)
Zijrivier								
Menden (Sieg)	8,7	DE	11	5	<0,03	0,039	0,09	LANUV (2008-2009)
Opladen (Wupper)	5,4	DE	12	5	<0,03	0,046	0,18	LANUV (2008-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	DE	10	9	<0,03	0,015	0,08	LANUV (2008-2009)
Monding van de Emscher (Emscher)	0,05	DE	11	2	<0,03	0,382	0,78	LANUV (2008-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	DE	11	1	<0,03	0,060	0,12	LANUV (2008-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	DE	11	1	<0,03	0,106	0,26	LANUV (2008-2009)

Tabel 4.1.2: TnBP-concentraties in de Rijn en zijn belangrijkste zijrivieren ($\mu\text{g/l}$)

TnBP								
Naam van de meetlocatie	km	Rijnoeverstaat	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Gemiddelde	Maximum	Bron
Rijn								
Karlsruhe	359	DE	26	26	<0,1	<0,1	<0,1	LUBW (2008-2009)
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE	33	20	<0,02	0,039	0,19	LANUV (2007-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	DE	29	14	<0,02	0,044	0,19	LANUV (2007-2009)
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE	69	32	<0,02	0,050	0,20	LANUV (2007-2009)
Lobith	862	NL	89	87	< 0,100	0,0515	0,1200	RIWA (2001-2009)
Zijrivier								
Mannheim (Neckar)	3	DE	26	25	<0,1	<0,1		LUBW (2008-2009)
Menden (Sieg)	8,7	DE	28	20	<0,02	0,037	0,38	LANUV (2007-2009)
Opladen (Wupper)	5,4	DE	29	18	<0,02	0,037	0,2	LANUV (2007-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	DE	27	20	<0,02	0,037	0,19	LANUV (2007-2009)
Monding van de Emscher (Emscher)	0,05	DE	29	2	<0,02	1,51	9,5	LANUV (2007-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	DE	29	15	<0,02	0,037	0,19	LANUV (2007-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	DE	28	18	<0,02	0,037	0,19	LANUV (2007-2009)
Nieuwegein (Lekkanaal)		NL	78	72	< 0,050	0,0395	0,200	RIWA (2001-2009)
Nieuwersluis (Amsterdam-Rijnkanaal)		NL	57	56	< 0,050	0,0372	0,070	RIWA (2001-2009)
Andijk (IJsselmeer)		NL	51	51	< 0,100	< 0,100	< 0,100	RIWA (2001-2009)

Legenda: BG = bepalingsgrens

Tabel 4.1.3: TPP-concentraties in de Rijn en zijn belangrijkste zijrivieren ($\mu\text{g/l}$)

TPP								
Naam van de meetlocatie	km	Rijnoeverstaat	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Gemiddelde	Maximum	Bron
Rijn								
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE	19	19	<0,05	<0,05	<0,05	LANUV (2007-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	DE	15	15	<0,05	<0,05	<0,05	LANUV (2007-2009)
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE	34	33	<0,05	<0,05	0,05	LANUV (2007-2009)
Lobith	862	NL	90	90	< 0,050	< 0,050	< 0,050	RIWA (2001-2009)
Zijrivier								
Menden (Sieg)	8,7	DE	15	15	<0,05	<0,05	<,05	LANUV (2007-2009)
Opladen (Wupper)	5,4	DE	16	15	<0,05	<0,05	0,05	LANUV (2007-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	DE	15	15	<0,05	<0,05	<0,05	LANUV (2007-2009)
Monding van de Emscher (Emscher)	0,05	DE	15	11	<0,05	0,067	0,14	LANUV (2007-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	DE	15	15	<0,05	<0,05	<0,05	LANUV (2007-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	DE	14	13	<0,05	<0,05	0,07	LANUV (2007-2009)
Nieuwegein (Lekkanaal)		NL	74	74	< 0,0500	< 0,0500	< 0,0500	RIWA (2001-2009)
Nieuwersluis (Amsterdam-Rijnkanaal)		NL	39	39	< 0,050	< 0,050	< 0,050	RIWA (2001-2009)
Andijk (IJsselmeer)		NL	51	51	< 0,050	< 0,050	< 0,050	RIWA (2001-2009)

Tabel 4.1.4: TPPO-concentraties in de Rijn en zijn belangrijkste zijrivieren ($\mu\text{g/l}$)

TPPO								
Naam van de meetlocatie	km	Rijnoeverstaat	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Gemiddelde	Maximum	Bron
Rijn								
Karlsruhe	359	DE	26	23	<0,05	<0,05		LUBW (2008-2009)
Lobith	862	NL	16	1	< 0,05	0,2478	0,39	RIWA (2001-2009)
Zijrivier								
Mannheim (Neckar)	3	DE	26	26	<0,05	<0,05		LUBW (2008-2009)
Nieuwegein (Lekkanaal)		NL	831	300	< 0,10	0,1459	0,510	RIWA (2001-2009)
Nieuwersluis (Amsterdam-Rijnkanaal)		NL	64	29	< 0,10	0,0785	0,200	RIWA (2001-2009)
Andijk (IJsselmeer)		NL	31	12	< 0,10	0,1079	0,200	RIWA (2001-2009)

Tabel 4.1.5: TCPP-concentraties in de Rijn en zijn belangrijkste zijrivieren ($\mu\text{g/l}$)

TCPP								
Naam van de meetlocatie	km	Rijnoeverstaat	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Gemiddelde	Maximum	Bron
Rijn								
Meetstation Mainz, leiding 1	~498	DE	39	5	<0,05	0,082	0,17	RLP (2007-2009)
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE	33	13	<0,10	0,094	0,24	LANUV (2007-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	DE	29	3	<0,10	0,142	0,29	LANUV (2007-2009)
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE	65	4	<0,10	0,144	0,49	LANUV (2007-2009)
Lobith	862	NL	10	10	< 5,00	< 5,00	< 5,00	RIWA (2001-2009)
Zijrivier								
Grolsheim (Nahe)		DE	39	4	<0,05	0,272	0,870	RLP (2007-2009)
Lahnstein (Lahn)		DE	39	1	<0,05	0,190	0,560	RLP (2007-2009)
Palzem (Moezel)		DE	39	17	<0,05	0,083	0,310	RLP (2007-2009)
Monding van de Sauer (Sauer)		DE	39	11	<0,05	0,134	0,530	RLP (2007-2009)
Kanzem (Saar)		DE	39	6	<0,05	0,177	0,480	RLP (2007-2009)
Fankel (Moezel)		DE	39	15	<0,05	0,105	0,290	RLP (2007-2009)
Menden (Sieg)	8,7	DE	29	2	<0,10	0,192	0,50	LANUV (2007-2009)
Opladen (Wupper)	5,39	DE	30	1	<0,10	0,359	2,4	LANUV (2007-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	DE	28	0	0,10	0,188	0,37	LANUV (2007-2009)
Monding van de Emscher (Emscher)	0,05	DE	29	0	0,75	1,814	4,6	LANUV (2007-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	DE	29	1	<0,10	0,427	1,5	LANUV (2007-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	DE	29	1	<0,10	0,203	0,56	LANUV (2007-2009)

Tabel 4.1.6: TCEP-concentraties in de Rijn en zijn belangrijkste zijrivieren ($\mu\text{g/l}$)

TCEP								
Naam van de meetlocatie	km	Rijnoeverstaat	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Gemiddelde	Maximum	Bron
Rijn								
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE	19	17	<0,10	0,067	0,1	LANUV (2007-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	DE	15	14	<0,10	0,05	0,1	LANUV (2007-2009)
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE	34	31	<0,10	0,067	0,11	LANUV (2007-2009)
Zijrivier								
Menden (Sieg)	8,7	DE	15	8	<0,10	0,083	0,15	LANUV (2007-2009)
Opladen (Wupper)	5,39	DE	16	8	<0,10	0,113	0,2	LANUV (2007-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	DE	15	10	<0,10	0,067	0,16	LANUV (2007-2009)
Monding van de Emscher (Emscher)	0,05	DE	16	0	0,21	0,406	0,95	LANUV (2007-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	DE	15	11	<0,10	0,086	0,5	LANUV (2007-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	DE	14	10	<0,10	0,05	0,29	LANUV (2007-2009)

Tabel 4.1.7: TBEP-concentraties in de Rijn en zijn belangrijkste zijrivieren ($\mu\text{g/l}$)

TBEP								
Naam van de meetlocatie	km	Rijnoeverstaat	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Gemiddelde	Maximum	Bron
Rijn								
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE	15	12	<0,08	<0,08	0,18	LANUV (2008-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	DE	11	10	<0,08	<0,08	0,21	LANUV (2008-2009)
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE	27	19	<0,08	<0,08	0,2	LANUV (2008-2009)
Zijrivier								
Menden (Sieg)	8,7	DE	11	8	<0,08	<0,08	0,14	LANUV (2008-2009)
Opladen (Wupper)	5,39	DE	12	9	<0,08	<0,08	0,16	LANUV (2008-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	DE	11	9	<0,08	0,070	0,38	LANUV (2008-2009)
Monding van de Emscher (Emscher)	0,05	DE	11	0	0,23	0,781	1,6	LANUV (2008-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	DE	11	8	<0,08	<0,08	0,19	LANUV (2008-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	DE	11	5	<0,08	<0,08	0,15	LANUV (2008-2009)

Tabel 4.1.8: TDCP-concentraties in de Rijn en zijn belangrijkste zijrivieren ($\mu\text{g/l}$)

TDCP								
Naam van de meetlocatie	km	Rijnoeverstaat	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Gemiddelde	Maximum	Bron
Rijn								
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE	16	0	0,01	0,020	0,04	LANUV (2008-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	DE	11	0	0,02	0,023	0,03	LANUV (2008-2009)
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE	27	0	0,01	0,024	0,04	LANUV (2008-2009)
Zijrivier								
Menden (Sieg)	8,7	DE	11	0	0,02	0,035	0,05	LANUV (2008-2009)
Opladen (Wupper)	5,39	DE	12	0	0,05	0,064	0,09	LANUV (2008-2009)
Eppinghoven (Erft)	5,4	DE	11	0	0,02	0,035	0,05	LANUV (2008-2009)
Monding van de Emscher (Emscher)	0,05	DE	11	0	0,11	0,178	0,24	LANUV (2008-2009)
Wesel (Lippe)	3,7	DE	11	0	0,03	0,052	0,07	LANUV (2008-2009)
Mülheim-Kahlenberg (Ruhr)	14,3	D	11	0	0,03	0,060	0,3	LANUV (2008-2009)

Tabel 4.1.9: Overzicht van de concentraties in overige oppervlaktewateren in het Rijnstroomgebied ($\mu\text{g/l}$)

<i>Naam van de stof</i>							
Rijnoeverstaat	Aantal metingen (n)	n < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron

Legenda: BG = bepalingsgrens

Tabel 4.1.10: TCEP-concentratie in grondwater en drinkwater (µg/l)

TCEP							
Rijnoeverstaat	Aantal metingen	Aantal < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron
Grondwater							
DE	10	6	< BG	< BG		0,024	(3)
Oeverfiltraat							
DE	15	5	< BG	0,007		0,148	(3)
Drinkwater (waterleidingbedrijf)							
DE	98	82	<0,001	< BG	< BG	0,023	(4)

- (3) Püttmann W. (2011): Trinkwasserrelevanz von chlorierten Organophosphaten (Flammschutzmittel). Vakgesprek in het UBA, Dessau, 19 januari 2011. ppt-presentatie. Grundwasser-/Sickerwasser- Uferfiltratuntersuchungen im hessischen Ried.
- (4) AWWR (2006): Drinkwateronderzoek van het samenwerkingsverband van waterleidingbedrijven langs de Ruhr, 2003-2006.

Tabel 4.1.11: TCPP-concentratie in grondwater en drinkwater ($\mu\text{g/l}$)

TCPP							
Rijnoeverstaat	Aantal metingen	Aantal < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron
Grondwater							
DE	10	7	< BG	< BG		0,006	(3)
Oeverfiltraat							
DE	15	4	< BG	0,038		1,795	(3)
Drinkwater (waterleidingbedrijf)							
DE	98	21	<0,001	< BG	< BG	0,100	(4)

Tabel 4.1.12: TDCP-concentratie in grondwater en drinkwater (µg/l)

TDCP							
Rijnoeverstaat	Aantal metingen	Aantal < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron
Grondwater							
DE							(3)
Oeverfiltraat							
DE	15	12	< BG	< BG		< BG	(3)
Drinkwater (kraan)							

Tabel 4.1.13: TBEP-concentratie in grondwater en drinkwater ($\mu\text{g/l}$)

TBEP							
Rijnoeverstaat	Aantal metingen	Aantal < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron
Grondwater							
DE	10	8	< BG	< BG		< BG	(3)
Oeverfiltraat							
DE	15	9	< BG	< BG		1,813	(3)
Drinkwater (kraan)							

Tabel 4.1.14: TiBP-concentratie in grondwater en drinkwater ($\mu\text{g/l}$)

TiBP							
Rijnoeverstaat	Aantal metingen	Aantal < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron
Grondwater							
DE	10	8	< BG	< BG		0,007	(3)
Oeverfiltraat							
DE	15	5	< BG	0,005		0,105	(3)
Drinkwater (kraan)							

Tabel 4.1.15: TnBP-concentratie in grondwater en drinkwater ($\mu\text{g/l}$)

TnBP							
Rijnoeverstaat	Aantal metingen	Aantal < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron
Grondwater							
Oeverfiltraat							
DE	15	5	< BG	0,005		0,051	(3)
Drinkwater (kraan)							

Tabel 4.1.16: TCBP-concentratie in grondwater en drinkwater ($\mu\text{g/l}$)

TCBP							
Rijnoeverstaat	Aantal metingen	Aantal < BG	Minimum	Mediaan	Gemiddelde	Maximum	Bron
Grondwater							
Oeverfiltraat							
Drinkwater (waterleidingbedrijf)							
DE	98	91	<0,003	< BG	< BG	0,038	(4)

Legenda: BG = bepalingsgrens

4.2 Vrachten

Tabel 4.2.1: In de Rijn gemeten en met modellen berekende vrachten

Gemeten vrachten								
Naam van de meetlocatie	km	Rijnoeverstaat	Gemiddelde uit tabel 4.1.1	Gemiddelde afvoer MQ (m ³ /s)	Berekende Vrachten (t/a)	Gemeten Vrachten (t/a)	Referentiejaar	Bron
TCPP								
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE		1832	4,69		2007-2009	LANUV (2007-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	DE		1847	7,8		2007-2009	LANUV (2007-2009)
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE		2163	10,0		2007-2009	LANUV (2007-2009)
Tri-isobutylfosfaat								
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE		1622	1,95		2008-2009	LANUV (2008-2009)
Düsseldorf-Flehe	732	DE		1559	4,33		2008-2009	LANUV (2008-2009)
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE		1972,5	4,44		2008-2009	LANUV (2008-2009)
TBP								
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE		1969	2,74		2007-2009	LANUV (2007-

								2009)
Düsseldorf-Flehe	732	DE		1940	3,48		2007-2009	LANUV (2007- 2009)
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE		2241	4,06		2007-2009	LANUV (2007- 2009)
TPP								
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE		1887	0,41		2008	LANUV (2008)
TCEP								
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE		1887	0,72		2007-2009	LANUV (2007- 2009)
TBEP								
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE		1658	1,39		2009	LANUV (2007- 2009)
Düsseldorf-Flehe	732	DE		1615	1,68		2009	LANUV (2007- 2009)
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE		2050	2,94		2009	LANUV (2007- 2009)

TDCP								
Watercontrolestation Süd/Bad Honnef	640	DE		1622	0,95		2008-2009	LANUV (2007- 2009)
Düsseldorf-Flehe	732	DE		1559	1,13		2008-2009	LANUV (2007- 2009)
Watercontrolestation Rhein-Nord Kleef-Bimmen	865	DE		1968,5	1,47		2008-2009	LANUV (2007- 2009)

Legenda: BG = bepalingsgrens

5. Beoordelingscriteria (kwaliteitscriteria)

Tabel 5.1: Bestaande nationale en internationale kwaliteitscriteria (in µg/l)

Naam van de stof	Kwaliteitscriteria [µg/l]											Bron	
	MKN (V-MKN)	Rijn-MKN	ICBR-doelstelling	Nationale waarden							Overige waarden: IAWR-waarden		Overige waarden: (preventieve drinkwaterwaarden)
				AT	CH	DE*	FR	LU	NL				
TCEP						4,0					1,0	GOW: 1,0; LW _{TW} : 22,0; preventieve waarde: <0,1 tot maximaal <1,0	(1), (2)
TCPP											1,0	GOW: 1,0; LW _{TW} : 22,0; preventieve waarde: <0,1 tot maximaal <1,0	(1)
TPPO											1,0		
TiBP						11							(2)
TBEP													
TPP													
TCP													

Legenda:

- MKN = Milieukwaliteitsnorm
- IAWR = Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet (Internationaal Samenwerkingsverband van Waterleidingbedrijven in het Rijnstroomgebied)
- V-MKN = Voorstel voor een milieukwaliteitsnorm
- GOW = Gesundheitlicher Orientierungswert (oriënteringswaarde voor de gezondheid)
- * = Voorstel van de Duitse milieudienst voor een kwaliteitsdoelstelling

- (1) In verband met GOW: Brief van de Duitse milieudienst aan het ministerie van Milieu van de Duitse deelstaat Noordrijn-Westfalen (14 maart 2008); niet gepubliceerd.
De GOW (oriënteringswaarde voor de gezondheid) wordt gebruikt voor de beoordeling van de aanwezigheid van stoffen in het drinkwater die niet of slechts gedeeltelijk kunnen worden beoordeeld en geldt daarbij vanuit het oogpunt van de volksgezondheid als preventieve waarde (UBA, 2003). Over de stoffen TCEP en TCPP wordt in de brief d.d. 14 maart 2008 het volgende gezegd: *“Een streefwaarde voor drinkwaterhygiëne [hier: preventieve waarde] moet, gelet op het mogelijke ontstaan van toxicologisch relevante omzettingsproducten bij de oxidatieve drinkwaterproductie en onder toepassing van § 6(3) van de Duitse drinkwaterverordening uit 2001, nu eens hoger en dan weer lager kunnen zijn en onder de GOW liggen (preventieve waarde < 0,1 tot maximaal 1,0 µg/l). Sommige stoffen met een gelijktijdig, vergelijkbaar effect (similar joint action) kunnen worden beoordeeld met behulp van de standaard additie methode van TRGS 403. De referentiewaarden die worden gebruikt, zijn – indien beschikbaar – de stofspecifieke richtwaarden voor drinkwater (LWTW, toxicologisch afgeleide richtwaarden voor drinkwater conform WHO) voor componenten van mengsels met een vergelijkbaar effect.”*
- (2) Duitse milieudienst: Stofgegevensbladen (TiBP, TCEP): ETOX-gegevensbank:
<http://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/stoff/ziel.do;jsessionid=215C64DDF7F2EC51880FA6DB750269B9?stoff=6330>
<http://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/stoff/ziel.do?stoff=6327>

Tabel 5.2: Inventaris van toxiciteitsgegevens

Stof	NOEC chronisch (µg/l)	NOEC (µg/l)	Soort	Toetscriterium	AF	AF chronisch	PNEC chronisch (µg/l)	PNEC (µg/l)	Bron
TiBP			Kleine kreeftachtigen (<i>Daphnia magna</i>)	EC50: 11.000 µg/l	1000			11 µg/l	(1) UBA stofgegevensblad TiBP en ETOX-gegevensbank
TCEP			Algen (<i>Scenedesmus subspicatus</i>)	EC10: 200 µg/l ; (biomassa conform DIN 38412)	50			4 µg/l	(1) UBA stofgegevensblad TCEP en ETOX-gegevensbank
TnBP			<i>Scenedesmus subspicatus</i>	72u EC10 (biomassa): 370 µg/l	10			37 µg/l	(2)
TCP		13.000	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	NOEC (groei)	50			260 µg/l	(3)
TDCP	500 µg/l		Algen (<i>Daphnia magna</i>)	Voortplanting (chronisch)		50	10 µg/l		(4)
TCP		0,32	Vis (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	NOEC (groei)	10			MTC _{opgelost} : 0,032 µg/l	(5)
TPP			<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Biomassa (groei) EC10: 16 µg/l, EC50: 570 µg/l	100 (zoet water), 1.000 (zout water)			MTC _{opgelost} : 0,16 µg/l	(5)

Stof	NOEC chronisch (µg/l)	NOEC (µg/l)	Soort	Toetscriterium	AF	AF chronisch	PNEC chronisch (µg/l)	PNEC (µg/l)	Bron
TCPP									(5)
TDCP									
TnBP									
TiBP									
TBEP									
TPP, TCP									
<p>Voor meer toxiciteitsgegevens over TiBP, TCEP en andere vlamvertragers: zie RIVM report (2005) [(5); hierin bijlage A2].</p> <p>Overschrijding van MTC's (maximaal toelaatbare concentraties) wordt op basis van de onder [5] aangegeven meetgegevens en ERL's (ecological risk limits) vermoed bij de stoffen TPP (MTC 0,16 µg/l) en TCP (MTC 0,032 µg/l); de negligible concentration (NC-waarde) van deze stoffen bedraagt 0,0016 µg/l voor TPP en 0,00032 µg/l voor TCP. Voor de overige stoffen ligt de onder [5] vermelde MTC tussen 11 en 1.600 µg/l en de NC-waarde tussen 0,11 en 16,0 µg/l. Overschrijding van NC-waarden wordt op basis van de informatie onder [5] bovendien vermoed bij TiBP (NC = 0,11 µg/l) en TBEP (NC = 0,13 µg/l).</p>									

Legenda: NOEC = **No observed effect concentration**
 AF = **Assessment factor**
 PNEC = **Predicted no effect concentration**

(1) UBA stofgegevensbladen en voorstellen voor MKN's, ETOX-gegevensbank:

<http://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/stoff/ziel.do;jsessionid=215C64DDF7F2EC51880FA6DB750269B9?stoff=6330>

<http://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/stoff/ziel.do?stoff=6327>

(2) OECD SIDS (2002): TRIBUTYL PHOSPHATE CAS N°: 126-73-8. <http://www.inchem.org/documents/sids/sids/126-73-8.pdf>

(3) European Union Risk Assessment Report. TRIS(2-CHLORO-1-METHYLETHYL) PHOSPHATE (TCPP) CAS No: 13674-84-5 EINECS No: 237-158-7 RISK ASSESSMENT. May 2008. Ireland (lead) and United Kingdom. http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/tcppreport425.pdf

(4) European Union Risk Assessment Report. TRIS[2-CHLORO-1-(CHLOROMETHYL)ETHYL]PHOSPHATE (TDCP) CAS No: 13674-87-8 EINECS No: 237-159-2. RISK ASSESSMENT. May 2008. Ireland (lead) and United Kingdom. http://ecb.jrc.ec.europa.eu/DOCUMENTS/Existing-Chemicals/RISK_ASSESSMENT/REPORT/tdcpreport426.pdf

(5) RIVM report 601501024/2005: Environmental Risk Limits for several phosphate esters, with possible applications as flame retardant. <http://rivm.openrepository.com/rivm/bitstream/10029/7383/1/601501024.pdf>

6. Strategie-aanpak (mogelijke reductiemaatregelen)

Tabel 6.1: Potentiële maatregelen aan de bron

Maatregel	Effect/beoordeling van de maatregel	Betrokken indicatorstoffen	Benodigde tijd (in jaren)			Bron
			<5	>5 tot <10	>10	
Maatregelen aan de bron (product- en productie-interne maatregelen) / vermijding, substituten	Vermindering van de atmosferische emissies; vermindering van de emissies naar het water/afvalwater	allemaal		x		(1)
Afvalwaterzuivering rwzi's (actief-slibproces)	Zuiveringsrendement rwzi	TCCP: 35%, TCEP: 40%, TDCP: 40%, TiBP: 70%, TnBP: 80%	x			(2)
Extra zuiveringsstap oxidatie (bijv. ozon-oxidatie)	Extra verwijdering in de rwzi (met betrekking tot het rwzi-effluent na het actief-slibproces)	TCCP: 38%, TCEP: 9%, TDCP: 15%, TiBP: 91%, TnBP: >91%		x		(2)
Extra zuiveringsstap adsorptie (bijv. actieve kool in poeder- of korrelvorm)	Extra verwijdering in de rwzi (met betrekking tot het rwzi-effluent na het actief-slibproces)	TCCP: 93%, TCEP: 76%, TDCP: 97%, TiBP: g.g., TnBP: 72%; TCEP: 66-80%, TCCP: 80-93%		x		(2) (3)
Verhoging van het aansluitingspercentage op rwzi's				x		
Behandeling van hemelwater en gemengd afvalwater						

- (1) Onderzoeksrapport 204 08 542 (oud) / 297 44 542 (nieuw): Erarbeitung von Bewertungsgrundlagen zur Substitution umweltrelevanter Flammschutzmittel. Opdrachtnemer: Öko-Recherche Büro für Umweltforschung und -beratung GmbH, Frankfurt/M. Volume I: Resultaten en samenvattend overzicht in opdracht van de Duitse milieudienst. UBA-onderzoeksrapport, december 2000.
- (2) Eindrapport van de TU Dortmund voor het ministerie van Milieu van de Duitse deelstaat Noordrijn-Westfalen (2008) projectnummer: IV-9-0421720030. Untersuchungen zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen - Phase 3.
- (3) Ministerie van Milieu van de Duitse deelstaat Baden-Württemberg

Tabel 6.2: Potentiële mogelijkheden voor de reductie van de emissie langs verschillende emissieroutes

Emissieroute	Aandeel aan de totale emissie	Maatregel	Effect/beoordeling van de maatregel	Geëlimineerde indicatorstoffen	Benodigde tijd (in jaren)			Bron
					<5	>5 tot <10	> 10	
Atmosferische depositie (1)	2	Maatregelen aan de bron (product-, productie- en bedrijfsinterne maatregelen)	groot	allemaal			x	
Grondwater (2)								
Erfafvoeren en drift (3)								
Erosie (4)								
Afspoeling (5)								
Drainage (6)								
Regenwateruitlaat (7)	2	Zuivering van hemelwater	matig	allemaal		x		
Emissies vanuit rwzi's (8)	3	Extra zuiveringsstap	groot	allemaal (behalve TnBP)		x		
Overstorten uit gemengd rioolstelsel (9)	1-2	Vermindering van de hoeveelheid ongezuiverde overstorten uit gemengde rioolstelsels	matig	allemaal		x		
Ongezuiverd afvalwater uit gemengd rioolstelsel (10)	1-2	zie hierboven	matig	allemaal		x		
Niet aangesloten (11)								
Directe lozingen vanuit de industrie (12)	1 (bij TnBP en TiBP hoger)		meestal klein (bij TnBP en TiBP groter)	allemaal		x		

Directe lozingen (13)	1	Zie atmosferische emissies	groot	allemaal			x	
Natuurlijke achtergrondbelasting (14)								

Legenda:

Aandeel van de emissieroute aan de totale emissie in de Rijn

0 = niet van belang

1 = van weinig belang (emissie < 10%)

2 = van gemiddeld belang (emissie > 10 %)

3 = van groot belang (emissie > 50%)

Tabel 6.3: Voor de algemene strategie van de ICBR te gebruiken elementen

Maatregel	Benodigde tijd (in jaren)		
	< 5	>5 tot <10	> 10
Maatregelen aan de bron (product- en productie-interne maatregelen) / vermijding, substituten			x
Extra zuiveringsstap (adsorptie, bijv. actieve kool in poeder- of korrelvorm)		x	
Behandeling van hemelwater en gemengd afvalwater		x	

7. Bibliografie