



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

**Anlage zum
IKSR-Bericht Nr. 183**

Stoffgruppe Biozide

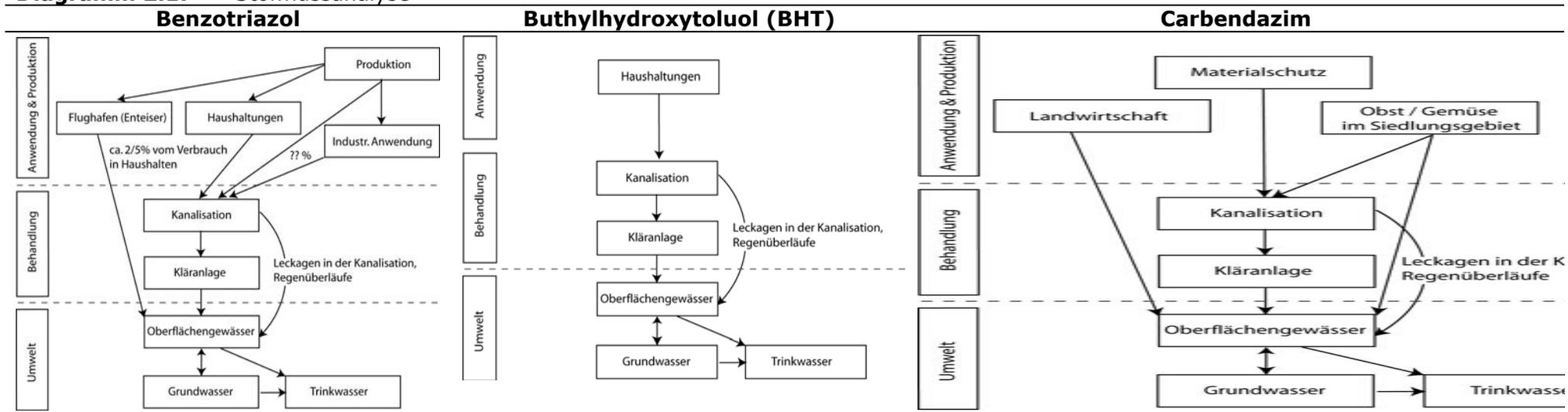
1. Allgemeine Stoffdaten

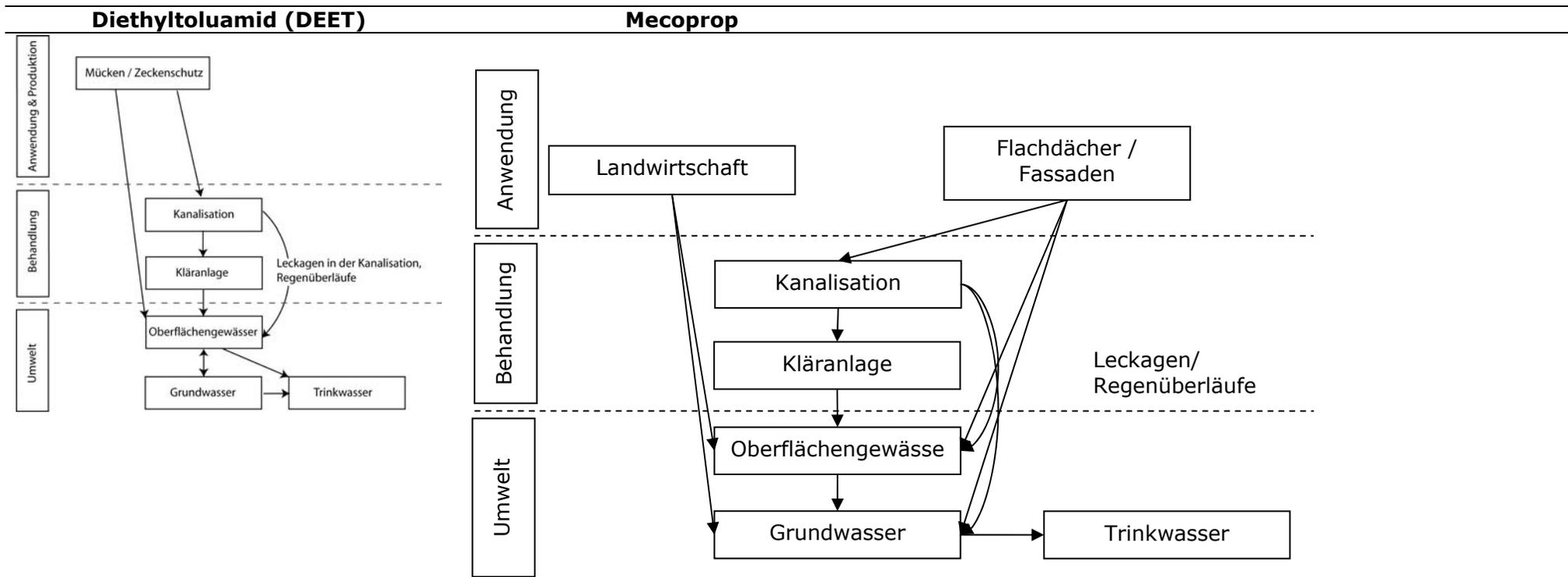
Tabelle 1: Allgemeine Stoffdaten

Stoffname	CAS Nr.	Handelsname (Beispiele)	Verwendung	Quellennachweis
Benzotriazol	95-14-7		Silberschutz in Geschirrspülmitteln; Korrosionsschutzmittel in Kühlflüssigkeiten, Frostschutzmitteln und Enteisungsmitteln	
Butylhydroxytoluol (BHT)	128-37-0		Korrosionsschutzmittel (Antioxidans)	
Carbendazim	10605-21-7		Fungizid (landwirtschaftliche Anwendungen und Gebäudeschutz)	
Diethyltoluamid (DEET)	134-62-3	Autan Family Care Softspray®, Autan Tropical®, OFF® und Nobite® Haut, Anti Brumm® Zecken Stopp	Insektenabwehrmittel	
Mecoprop	93-65-2		Fassadenschutz, Flachdachschutz (Bitumen), landwirtschaftliche Anwendungen (Pflanzenschutzmittel)	

2. Grundschemata zur Stoffflussanalyse

Diagramm 2.1: Stoffflussanalyse





3. Emission (Produktion und Anwendung)

Diagramm 3.1: Diagramm der Eintragspfade

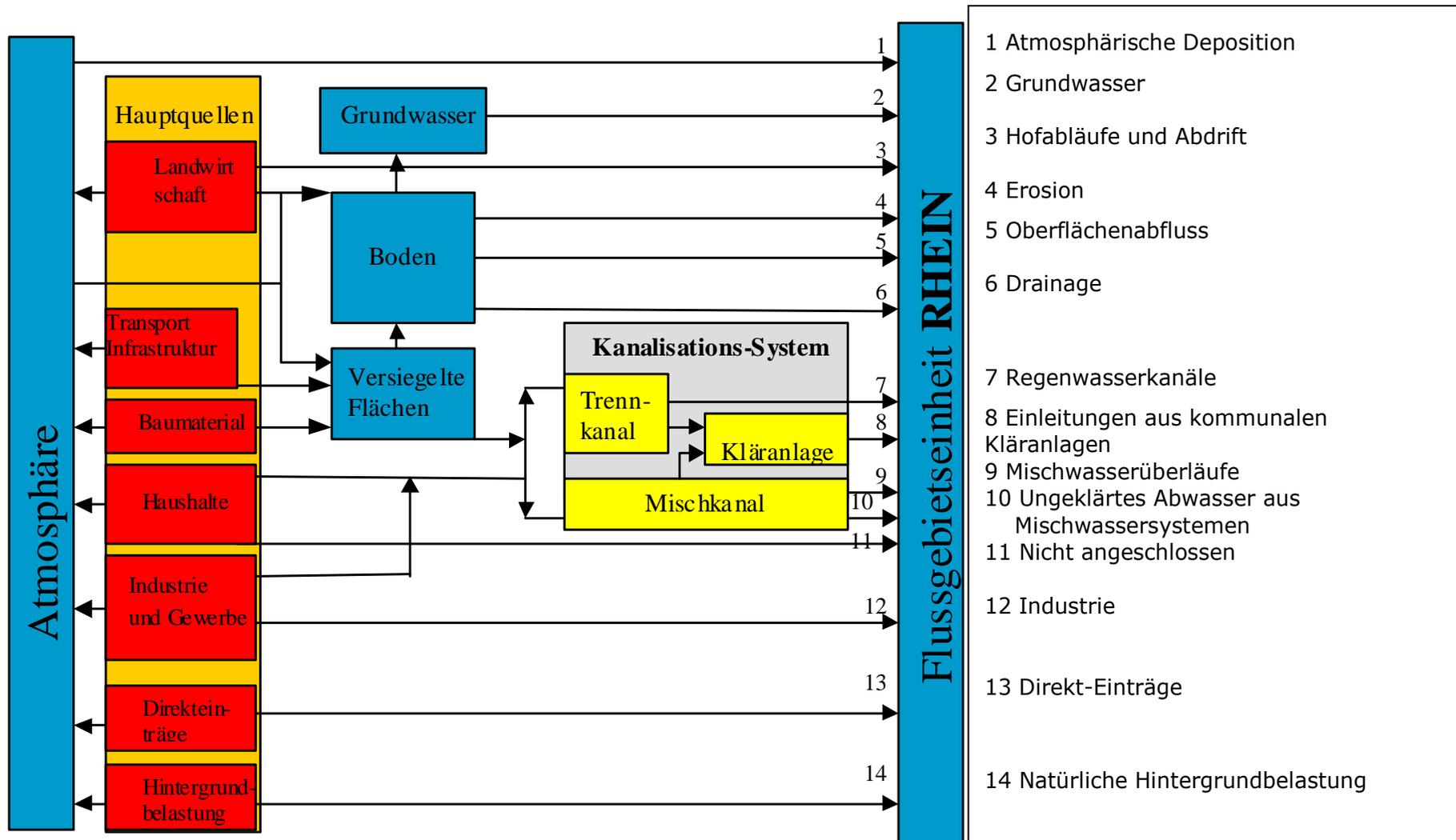


Tabelle 3.1: Im Rheineinzugsgebiet produzierte Mengen

Stoffname	A	CH	D	F	L	NL	Summe	Quellennachweis
Produzierte Mengen (in kg/Jahr)								
Benzotriazol								
Butylhydroxytoluol (BHT)								
Carbendazim								
Diethyltoluamid (DEET)								
Mecoprop								
Anzahl der produzierenden Betriebe								
Benzotriazol								
Butylhydroxytoluol (BHT)								
Carbendazim								
Diethyltoluamid (DEET)								
Mecoprop								

Tabelle 3.2: Im Rheineinzugsgebiet verwendete Mengen

Stoffname	A	CH	D	F	L	NL	Summe	Quellennachweis
Gesamte national verwendete Mengen (in kg/Jahr)								
Benzotriazol		16.000						(Hollender et al. 2007)
Butylhydroxytoluol (BHT)								
Carbendazim		26.000						(FriedliPartner 2007)
Diethyltoluamid (DEET)		540						(FriedliPartner 2007)
Mecoprop								
Verwendete Mengen pro Kopf der Bevölkerung im Rheineinzugsgebiet (in mg/E/Jahr)								
Benzotriazol		2.130*						
Butylhydroxytoluol (BHT)								
Carbendazim		3.470*						
Diethyltoluamid (DEET)		67*						
Mecoprop								

*Annahme: 80% der Schweiz wird über den Rhein entwässert

Tabelle 3.4: Messdaten für die Eintragspfade (oder prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade siehe Tabelle 3.5)

Benzotriazol ($\mu\text{g/l}$)							
Eintragspfad	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	36	36	0,135	6,767	10,820	91,000	Micropoll DB Bafu (FOEN 2008)

Legende: BG = Bestimmungsgrenze

Butylhydroxytoluol (BHT) ($\mu\text{g/l}$)							
Eintragspfad	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	0	0					Micropoll DB Bafu (FOEN 2008)

Carbendazim ($\mu\text{g/l}$)							
Eintragspfad	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	66	64	0,011	0,365	0,470	1,600	Micropoll DB Bafu (FOEN 2008) RWS-WD/STOWA (2009)
	92	78	0,02	0,07	0,31	7,2	
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)	46	46	0,02	0,11	0,38	2,4	RWS-WD/STOWA (2009)

Diethyltoluamid (DEET) (µg/l)							
Eintragspfad	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	0	0					Micropoll DB Bafu (FOEN 2008) RWS-WD/STOWA (2009)
	181	181	0,02	0,11	0,19	2,6	
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)	68	68	0,14	1,19	1,49	6,2	RWS-WD/STOWA (2009)

Mecoprop (µg/l)							
Eintragspfad	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	20	13	0,028	0,253	0,407	1,573	Micropoll DB Bafu (FOEN 2008) RWS-WD/STOWA (2009)
	77	48	0,02	0,1	0,27	6,1	
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)	15	15	0,13	0,58	0,79	3,8	RWS-WD/STOWA (2009)

Tabelle 3.5: Prozentuale Anteile der einzelnen Eintragspfade

Eintragspfad	Benzotriazol	Butylhydroxytoluol (BHT)	Carbendazim	Diethyltoluamid (DEET)	Mecoprop	Quellennachweis
Atmosphärische Deposition (1)						
Grundwasser (2)						
Hofabläufe und Abdrift (3)					~50%	
Erosion (4)						
Oberflächenabfluss (5)						
Drainage (6)						
Regenwasserkanäle (7)			? % (Materialschutz: Abfluss von versiegelten Flächen)		? % (Materialschutz: Abfluss von versiegelten Flächen)	
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	~95%	~97%	~80%	~95%	~50%	
Mischwasserüberläufe (9)	1-2%	1-2%	1-2%	1-2%	1-2%	
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)	1-2%	1-2%	? % (Materialschutz: Abfluss von versiegelten Flächen)	1-2 %	? % (Materialschutz: Abfluss von versiegelten Flächen)	
Nicht angeschlossen (11)						
Direkteinleitungen aus Industrie (12)	~3% (Flughäfen)					(Giger et al. 2006)
Direkteinträge (13)				? (Direkteinträge bei Freizeitaktivitäten)		
Natürliche Hintergrundbelastung (14)						

4. Immission (gemessene Konzentrationen und Frachten, berechnete Frachten)

4.1 Konzentrationsmessdaten

Tabelle 4.1.1: Konzentrationsdaten aus dem Rhein und seinen wichtigsten Nebenflüssen (µg/l)

Benzotriazol (µg/l)									
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Max	Quellen-nachweis
Rhein									
Weil am Rhein BL		Schweiz	9	9	0,08	0,1	0,11	0,19	(Singer et al.2008)□
Koblenz	590,3	Schweiz	26	26	0,11	0,48	0,53	1,15	(Singer et al.2008)□
Lobith		NL	25	25	0,04		0,31	1,10	RIWA (2001-2008)

Butylhydroxytoluol (BHT) (µg/l)									
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Max	Quellen-nachweis
Rhein									
Weil am Rhein BL		Schweiz	0						

Carbendazim ($\mu\text{g/l}$)									
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Max	Quellen-nachweis
Rhein									
Weil am Rhein BL		Schweiz	12	12	0,003	0,005	0,005	0,006	(Singer et al. 2008)
Lobith		NL	13	13	0,01		0,027	0,052	RIWA (2001-2008)
Nebenfluss									
Andijk (IJsselmeer)		NL	32	26	0,015		0,027	0,08	RIWA (2001-2008)
Nieuwegein (Lekkanaal)		NL	209	87	0,01		0,025	0,09	RIWA (2001-2008)
Nieuwersluis (Amsterdam-Rijnkanaal)		NL	58	44	0,01		0,032	0,1	RIWA (2001-2008)

Diethyltoluamid (DEET) ($\mu\text{g/l}$)									
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Max	Quellen-nachweis
Rhein									
Weil am Rhein BL		Schweiz	12	12	0,009	0,014	0,025	0,110	(Singer et al. 2008)
Nebenfluss 1									
Andijk (IJsselmeer)		NL	3	2	0,01		0,01	0,01	RIWA (2001-2008)

Nebenfluss 2									
Nieuwegein (Lekkanaal)		NL	16	4	0,01		0,013	0,03	RIWA (2001- 2008)

Mecoprop (µg/l)									
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Max	Quellen-nachweis
Rhein									
Weil am Rhein BL		Schweiz	51	21	0,010	0,014	0,015	0,026	(Singer et al. 2008)
Wkst Süd/Bad Honnef	640	D	93	81	0.010	0.013	0.016	0.061	LANUV (2009)
Bad Godesberg	648	D	34	31	0.013	0.013	0.015	0.051	LANUV (2009)
Stürzelberg	726	D	7	7	0.013	0.013	0.013	0.013	LANUV (2009)
Düsseldorf-Flehe	732	D	46	41	0.013	0.013	0.015	0.062	LANUV (2009)
Wkst Rhein-Nord Kleve-Bimmen	865	D	141	121	0.0100	0.013	0.019	0.089	LANUV (2009)
Lobith	863	NL	98	4	0,01		0,023	0,04	RIWA (2001-2008)
Nebenfluss 1									
Andijk (IJsselmeer)		NL	92	25	0,01		0,014	0,05	RIWA (2001-2008)
Nebenfluss 2									

Nieuwegein (Lekkanaal)		NL	88	30	0,01		0,016	0,19	RIWA (2001- 2008)
Nieuwersluis (Amsterdam- Rijnkanaal)		NL	120	91	0,01		0,031	0,14	RIWA (2001- 2008)

Legende: BG = Bestimmungsgrenze

Tabelle 4.1.2: Übersicht über Konzentrationsdaten aus sonstigen Oberflächengewässern (µg/l)

Benzotriazol							
Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Schweiz	331	319	0,010	1,030	1,350	5,440	(FOEN 2008)
Butylhydroxytoluol (BHT)							
Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Schweiz	0						
Carbendazim							
Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Schweiz	36	35	0,002	0,002	0,012	0,100	(FOEN 2008)
Diethyltoluamid (DEET)							
Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Schweiz	236	236	0,010	0,040	0,135	7,310	(FOEN 2008)
Mecoprop							
Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen (n)	n > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Schweiz	90	82	0,001	0,016	0,053	0,778	(FOEN 2008)

Legende: BG = Bestimmungsgrenze

Tabelle 4.1.3 Konzentrationsdaten für Grund- und Trinkwasser

Benzotriazol (µg/l)							
Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen	Werte > BG	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum	Quellennachweis
Grundwasser							
Trinkwasser (Uferfiltrat)							
CH	9	9	0.05	0.1	0.11	0.2	AWEL, 2005
Trinkwasser (Wasserhahn)							

Legende: BG = Bestimmungsgrenze

4.2 Frachten

Tabelle 4.2.1. Im Rhein gemessene Frachten (kg/Jahr)

Gemessene Frachten								
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Anzahl Messungen	Werte > BG	Abfluss	Referenzjahr	Fracht	Quellennachweis
Stoffname1								

Stoffname2								
Stoffname3								
Stoffname4								

Legende: BG = Bestimmungsgrenze

Tabelle 4.2.2: Mit Modellen berechnete Frachten

Berechnete Frachten						
Name der Messstelle	Km	Rheinanliegerstaat	Größe des Teileinzugsgebiets (km²)	Referenzjahr	Fracht kg/Jahr	Quellennachweis
Benzotriazol						
Deutschland unterhalb Bodensee		D			33	
Deutschland oberhalb Bodensee		D			61	
Österreich und FL (oberhalb Bodensee)		A			16	
Schweiz oberhalb Bodensee		CH			58	
Schweiz unterhalb Bodensee		CH			5'140	
TOTAL		A, CH, D			5'310	

5. Bewertungskriterien (Qualitätskriterien)

Tabelle 5.1: Existierende nationale und internationale Qualitätskriterien

Stoffname	Qualitätskriterien										Quellennachweis	
	UQN	UQN-Rhein	IKSR-Zielvorgabe	Nationale Werte						Sonstige IAWR-Werte		Sonstige GOW (UBA, 2003)
				A	CH	D	F	L	NL			
Benzotriazol											1 µg/L	0,1 µg/L
Butylhydroxytoluol (BHT)											1 µg/L	0,1 µg/L
Carbendazim											0,1 µg/L	0,1 µg/L
Diethyltoluamid (DEET)											0,1 µg/L	0,1 µg/L
Mecoprop		18 µg/L									0,1 µg/L	0,1 µg/L

Legende: UQN = **U**mwelt**q**ualitäts**n**ormen
IAWR = **I**nternationale **A**rbeitsgemeinschaft der **W**asserwerke im **R**heineinzugsgebiet.

Tabelle 5.2: Bestandsaufnahme der Toxizitätsdaten

Stoff	NOEC chronisch (µg/L)	NOEC akut (µg/L)	Spezies	Endpunkt	AF akut	AF chronisch	PNEC chronisch (µg/L)	PNEC akut (µg/L)	Quellennachweis
Benzotriazol	3000		<i>Daphnia magna</i> (Wasserfl oh)	Reproduktion		100	30		Hem et al. 2003
Butylhydroxy toluol (BHT)	140		<i>Daphnia magna</i> (Wasserfl oh)	Nicht erwähnt		100	1,4		www.inchem.org/d ocuments/sids/sid s/128370.pdf
Carbendazim	1.5		<i>Daphnia magna</i> (Wasserfl oh)	Biomasse		10	0,15		EC 2007
Diethyltolua mid (DEET)	71250		Regenbo gen- forelle	LC50 (4d)		1000	71,3		U.S.EPA 2008
Mecoprop									

Legende: NOEC = **N**o **o**bserved **e**ffect **c**oncentration
 AF = **A**ssessment **f**actor
 PNEC = **P**redicted **n**o **e**ffect **c**oncentration

6. Strategieansatz (potenzielle Verminderungsmaßnahmen)

Tabelle 6.1: Potenzielle Maßnahmen an der Quelle

Maßnahme	Wirkung/Be- wertung der Maßnahme	Betroffene Indikatorsubstanzen	Zeitbedarf			Quellennachweis
			<5 Jahre	>5 bis <10 Jahre	>10 Jahre	
Stoffregulierungen (Ersatzstoffe)				x		
Anwendung optimieren (Überflüssige Anwendungen und unnötig erhöhte Anwendungen vermeiden)				x		
Green Chemistry (Start- Projekt)				x		
Alternative Systeme der Siedlungswasserwirtschaft (Stoffstromtrennung)				x		

Tabelle 6.2: Potenzielle Möglichkeiten zur Reduzierung des Eintrages für die verschiedenen Eintragspfade

Eintragspfad	Relevanz	Maßnahme	Wirkung/Be- wertung der Maßnahme	Eliminierte Indikatorsub- stanzen	Zeitbedarf			Quellen- nachweis
					< 5 Jahr e	>5 bis <10 Jahre	> 10 Jahre	
Atmosphärische Deposition (1)								
Grundwasser (2)								
Hofabläufe und Abdrift (3)	2			Mecoprop				
Erosion (4)								
Oberflächenabfluss (5)	2	GLWP	Einträge können nicht mehr groß reduziert werden, da im Allgemeinen der Pestizideinsatz gemäß GLWP erfolgt	Mecoprop				
Drainage (6)	2			Mecoprop				
Regenwasserkanäle (7)	1							
Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen (8)	3	Stand der Technik	Reduktion des Eintrags leicht abbaubarer Substanzen	Benzotriazol, Carbendazim, DEET, BHT	X	X		
		- Biologie, Schlammalter...	Hohe Eliminationsleis- tung für viele Wirkstoffe					
		Weitergehende Verfahren mit Breitbandwirkung	Kann für einzelne Substanzen sinnvoll sein, für die Mehrheit jedoch von geringer Bedeutung					

Mischwasserüberläufe (9)	1	Dimensionierung für Regensituationen optimieren		Benzotriazol, Carbendazim, DEET, BHT			X	
Ungeklärtes Abwasser aus Mischwassersystemen (10)	1	Möglichst alle Haushalte/Gemeinden an Kanalisations- / Kläranlagennetz anschließen		Benzotriazol, Carbendazim, DEET, BHT			X	
Nicht angeschlossen (11)	1							
Direkteinleitungen aus Industrie (12)	1	Chemische Prozesse optimieren Industrielle / Betriebliche Kläranlagen Anwendung optimieren		Benzotriazol (Flughäfen)	X			
Direkteinträge (13)	2							
Natürliche Hintergrundbelastung (14)	0							

Legende:

Anteil des Eintragspfades am Gesamteintrag in den Rhein

0 = nicht von Bedeutung

1 = von geringer Bedeutung (Eintrag < 10 %)

2 = von mittlerer Bedeutung (Eintrag 10 - 50 %)

3 = von großer Bedeutung (Eintrag > 50 %)

GLwP = **G**ute **L**andwirtschaftliche **P**raxis

