



# KURZBERICHT

---

Untersuchung ausgewählter  
Spurenstoffe gemäß  
Rhein-Messprogramm Chemie  
2015–2020

## **IMPRESSUM**

Herausgeber: Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz  
Kaiser-Friedrich-Straße 7  
55116 Mainz

Zur Veröffentlichung im Internet

Bearbeiter: Dr. Michael Engel

© 2018, Mainz

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

## **Fortschreibung der Evaluation von Untersuchungsergebnissen ausgewählter organischer Spurenstoffe (14-tägige Mischproben) der Stationen Mainz/Rhein, Palzem/Mosel und Kanzem/Saar im Jahr 2017 (Labor: TZW) in Bezug auf die Vorjahreswerte**

Die Gruppe der untersuchten Parameter setzt sich aus Arzneimittelwirkstoffen (AZM) und wenigen Metaboliten dieser Stoffe, Industriechemikalien, Pflanzenschutz- und Behandlungsmittel (PSBM) und wenigen Metaboliten dieser Untergruppe sowie sonstigen organischen Verbindungen wie z.B. ein Süßstoff (Acesulfam K), ein Repellent (Diethyltoluamid = DEET) zusammen. Untersucht wurden alle in diesem Bericht aufgeführten organischen Spurenstoffe in 14-tägigen Mischproben, die in den Stationen Mainz, Palzem und Kanzem mit automatischen Probenehmern gewonnen wurden. Die Analytik erledigte ein Auftragslabor. Die Analysenkosten lagen im Bereich um 92.000 €. Hinzu kamen die Kosten des LfU für die Infrastruktur, die Probengewinnung und Probenverwaltung sowie die Personalkosten.

Zur Wertung der Konzentrationen wurden als Vergleichswerte herangezogen:

- 1) Umweltqualitätsnormen (UQN) aus der OGeV sowie UQN-Vorschläge des UBA,
- 2) Normen aus dem Donau-, Maas- und Rheinmemorandum (DMR-M).

Die Intension des DMR-Memorandum war, die Belastung von Oberflächengewässern zu minimieren. Wasser, das diese Zielwerte unterschreitet, ermöglicht die Trinkwassergewinnung mit einfachen Verfahren. Es wird gefordert, dass „anthropogene naturfremde Stoffe mit Wirkung auf biologische Systeme“ einen Wert von 0,1 µg/L nicht überschreiten sollen. Zu diesen Stoffen gehören:

- a) Pestizide und deren Metabolite
- b) Endokrin wirksame Substanzen Pestizide
- c) Pharmaka (inkl. Antibiotika)
- d) Biozide
- e) übrige org. Halogenverbindungen

Hinzu kommen

- f) mikrobiell schwer abbaubare Stoffe mit einem Zielwert von 1,0 µg/L und
- g) synthetische Komplexbildner mit einem Zielwert von 5,0 µg/L.

Für Arzneimittelabbauprodukte existieren keine Vorgabewerte.

- 3) der „Gesundheitliche Orientierungswert“ = GOW, der für Trinkwasser gilt. Er wird bei Ermangelung anderer Vorgabewerte auf Oberflächenwasser angewendet. Der GOW ist aus dem für Trinkwasser verbindlichen Vorsorgewert von 0,1 µg/L (pro Einzelstoff) abgeleitet worden (Quelle UBA).

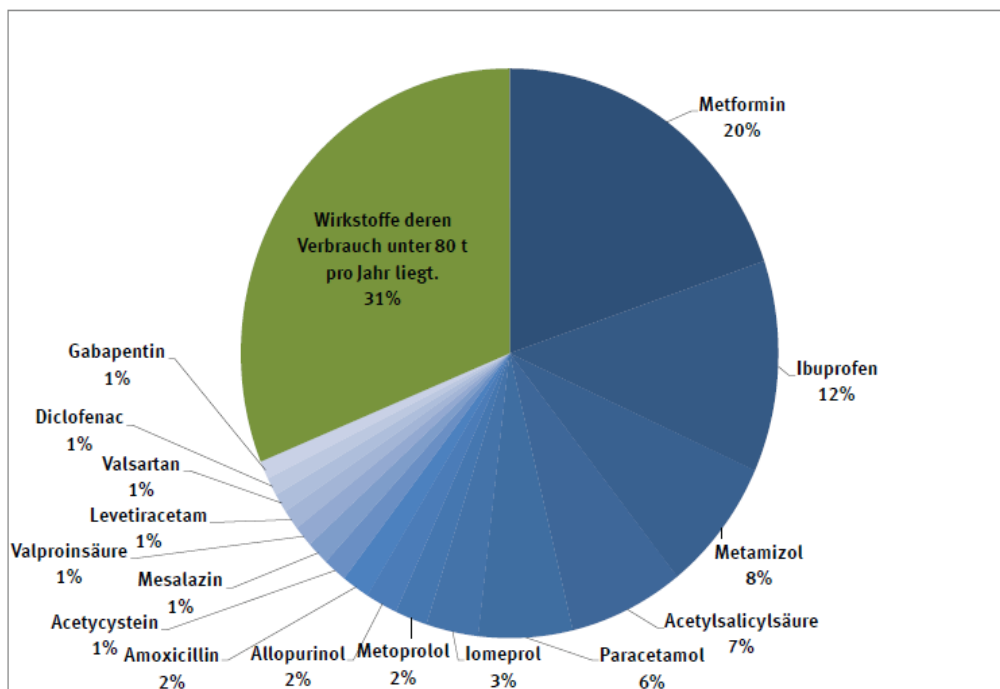
Die Jahresmittelwerte der Jahre 2016 und 2017 werden für jede Messstelle in den Tabellen **„Auswertung der Untersuchung ausgewählter organischer Spurenstoffe im Rhein, in der Mosel und in der Saar in den Jahren 2016 und 2017 (LfU 2018)“** (s. Anhang) vorgestellt. In den ersten beiden Spalten sind die Jahresmittelwerte aufgeführt. In der dritten Spalte ist die Bestimmungsgrenze der Analysenmethode, in Spalte 4 der Name des Stoffes genannt. Ist der Name gelb-orange unterlegt, existiert eine UQN oder ein UQN-Vorschlag.

In den Spalten 5 bis 8 sind Normen und deren Vorgabewerte genannt. Sind sie grün unterlegt, werden sie in beiden Jahre eingehalten. Magenta zeigt mindestens eine Überschreitung in einem der beiden Jahre.

Die Verbindung, die eine der DMR-M-Vorgabe (0,1 µg/L) mit dem höchsten Faktor bei allen drei Messstellen überschreitet, ist das orale Antidiabetikum Metformin. Im Rhein beträgt der Überschreitungsfaktor in beiden Jahren 3,5, in Palzem zwischen 7,5 und 9,5 und in der Saar 9,5 bzw. 11. Die Beobachtung, dass Metformin hohe Verbreitung mit hohen Mittelwerten hat, deckt sich in etwa dem Jahresverbrauch von Arzneimitteln, den das UBA 2014 in einer Veröffentlichung bekannt gab. Metformin ist das in Deutschland mengenmäßig meist genutzte Medikament. Die tägliche Anwendungsdosis liegt im Bereich zwischen 0,5 Gramm und 1 Gramm.

In dem Kuchendiagramm des UBA, das den Verbrauch von Arzneimitteln darstellt, tauchen auch Gabapentin und lomeprol auf, die in dieser Auswertung gleichfalls oberhalb der Norm (0,1 mg/L) liegen. Bezüglich der Vorgaben schneiden in der vorliegenden Untersuchung Valsartan, Levetiracetam und Metoprolol besser ab.

## Übersicht über die im Jahr 2012 in Deutschland meistverbrauchten Humanarzneimittelwirkstoffe mit Umweltrelevanz\*



Quelle: IMS Health, 2013; Zusammenstellung: UBA

\* ohne Substanzen wie traditionelle pflanzliche Arzneimittel, Elektrolyte, Vitamine, Peptide, Aminosäuren sowie bestimmte natürliche Stoffe

Quelle UBA:

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/01.08.2014\\_hintergrundpapier\\_arzneimittel\\_final\\_.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/01.08.2014_hintergrundpapier_arzneimittel_final_.pdf)

Der Untersuchungskatalog 2017 ist aus finanziellen Gründen eingeschränkt.

### Gesamtfazit

Keiner der neun Stoffe, für die eine UQN oder ein UQN-Vorschlag definiert wurde, überschreitet an einer der drei Probenahmestellen die jeweilige Norm.

### Zusammenfassung für Mainz:

An der Grundsituation im Rhein bei Mainz hat sich im Vergleich zwischen 2016 und 2017 kaum etwas geändert. Dieselben fünf Verbindungen wie 2016 liegen im Jahr 2017 oberhalb der Normschwellen, dabei haben sich die Mittelwerte nur geringfügig geändert. Die DMR-M-Norm wurde von den Pharmaka: Gabapentin, Iomeprol, Iopamidol, Iopromid und Metformin gerissen. Die übrigen 47 Verbindungen zeigen im Jahr 2017 im Mittelwert kaum Veränderungen gegenüber 2016 und halten die jeweilige Norm ein.

### Zusammenfassung für Palzem:

Gleiches wie in Mainz gilt auch für Palzem: fünf Substanzen überschreiten die Normen. Statt fünf Arzneimittelwirkstoffe überschreiten nur drei Pharmaka: Gabapentin, lomeprol und Metformin die Grenzen. Im Vergleich zu Mainz sind die Überschreitungen höher, was wohl auch der geringeren Wasserführung der Mosel im Vergleich zum Rhein geschuldet ist. Zwei nrM (nicht relevante Metabolite) des PSM Metazachlor (Metazachlor C-Metabolit und Metazachlor S-Metabolit) ergänzen die drei Medikamente.

### Zusammenfassung für Kanzem:

In Kanzem wird 2017 die größte Abweichung im Vergleich zum Jahr 2016 beobachtet. Metazachlor C-Metabolit, Condesartan und Telmisartan überschreiten erstmals im Jahr 2017 die DMR-M-Norm. Im vorvergangenen Jahr befanden sich die Jahresmittelwerte knapp unterhalb, im Jahr 2017 mit ähnlichen Differenzbeträgen knapp oberhalb der Norm.

Das gegenteilige Phänomen tritt bei Iopamidol auf: 2016 lag der Mittelwert erkennbar (0,16 µg/L) oberhalb der Norm (0,10 µg/L), 2017 knapp (0,08 µg/L) darunter. Ähnliches ist bei Valsartansäure zu beobachten: der Mittelwert 2016 (0,34 µg/L) übertraf 2016 den GOW (0,30 µg/L) geringfügig, Im Jahr 2017 wurde der gesundheitliche Orientierungswert sehr knapp eingehalten (0,29 µg/L). Insgesamt zwölf Verbindungen rissen 2017 in Kanzem die jeweilige Norm, 2016 waren es elf.

### Betrachtung der Frachten

In der Tabelle „Geschätzte Frachten aus den Untersuchungsergebnissen organischer Spurenstoffen im Rhein (Mainz), in der Mosel (Palzem) und in der Saar (Kanzem) nach Vorgabe des Rheinmessprogramms Chemie in den Jahren 2016 und 2017“ (s. Anhang) sind die einzelnen Stofffrachten in absteigender Reihenfolge gelistet.

Die Schätzung der Frachten basiert auf 14-Tages-Mittelwerten des Fließgewässerabflusses. Das Jahr 2017 war für die drei Flüsse Rhein, Mosel und Saar relativ abflussarm. Die Relation am Rhein bei Mainz betrug zwischen den Jahren 2016 (1740 m³/s) und 2017 (1400 m³/s) 80 Prozent, an der Mosel 60 Prozent (2016: 155 m³/s, 2017: 94 m³/s) und der Saar 68 Prozent (2016: 79 m³/s, 2017: 54 m³/s).

Daher ist zu erwarten, dass die Frachtraten im Jahr 2017 unterhalb denen des Vorjahres liegen werden. Dies ist auch der Fall, aber nicht im dem Maße wie erwartet. Die prozentualen Spurenstoffmengen sind höher als die prozentualen Abflussmengen:

*Prozentualer Unterschied im Mittel zwischen 2016 und 2017*

	Rhein/Mainz	Mosel/Palzem	Saar/Kanzem
Abfluss	80 %	60 %	68 %
Frachten	94 %	89 %	79 %

Zum Beispiel liegen die Gesamtstofffrachten der Mosel 2017 auf dem Niveau von 89 Prozent derjenigen des Jahres 2016, während die Abflussmenge sich bedeutend niedriger bei 60 Prozent befindet. D.h.: die Mosel hat 2017 deutlich weniger Wasser geführt, die Stoffmenge hat sich nicht proportional verringert, sondern liegt im Mittel höher als 2016.

Der Stoff mit der höchsten Fracht im Rhein bei Mainz ist das Lösungsmittel 1,4-Dioxan mit dem Wert von knapp 24 Jahrestonnen. Die Verbindung ist eine typische Industrie- bzw. Gewerbechemikalie. Die Bestimmungsgrenze (BG) des externen Labors liegt bei 0,025 µg/L.

An zweiter Stelle im Ranking der Frachten im Rhein bei Mainz folgt Benzotriazol (~ 17,5 t/a). Die Verbindung wird in unterschiedlichen Nutzungen z.B. als Beimengung in Korrosionsschutz- und Schmiermitteln, Kühlflüssigkeiten, Frostschutzmitteln, Enteisungsmitteln sowie in Entkalkungs- oder Reinigungstabletten (z.B. in Geschirrspülern) eingesetzt (Quelle: Wikipedia, UBA). Der Stoff wird in Industrie, Gewerbe und im Privatbereich nahezu überall genutzt. Laut UBA wird die Verbindung im Maßstab über 1000 Tonnen im Jahr in Europa verwendet. In der Mosel steht Benzotriazol an achter Stelle, in der Saar an zweiter Stelle der Frachtraten.

Das verwandte 5-Methylbenzotriazol mit ähnlichen Eigenschaften rangiert im Rhein auf Platz elf (3,7 Tonnen), in der Mosel auf Platz sechs (649 Kilo) und in der Saar auf dem 16. Platz (195 Kilo).

Acesulfam K ist ein Süßungsmittel, das Zucker in Getränken und Speisen ersetzt. Mit mehr als 14,5 Jahrestonnen im Rhein, 752 Jahreskilo in der Mosel und knapp über einer Jahrestonne in der Saar gehört die typische Zivilisationschemikalie zu den frachtstärksten Verbindungen dieser Untersuchung.

Die Wirkstoffe von Medikamenten und deren Abbauprodukte sind in der Frachttabelle hellblau unterlegt. In den Gewässern Mosel und Saar ist Metformin (Antidiabetikum) der Stoff mit der höchsten Frachtrate für ein Einzelmedikament. Der Stoff liegt mit 2.340 kg/a in der Mosel und 1.740 kg/a in der Saar vor allen übrigen detektierten Verbindungen des Untersuchungskatalogs. Im Rhein rangiert der Stoff mit 15,3 Tonnen pro Jahr an dritter Stelle.

Einen erheblichen Beitrag zu den Frachten aller Xenobiotika leisten die vier jodhaltigen Kontrastmittel Amidotrizoesäure, Iomeprol, Iopamidol und Iopromid. Im Rhein wird deren Beitrag auf 32 Jahrestonnen geschätzt, in der Mosel auf 1,65 Jahrestonnen und in der Saar auf 1,89 Tonnen pro Jahr.

Zu beachten ist, dass diese vier Verbindungen in der Regel nicht im Hausgebrauch verabreicht werden, sondern die Hauptanwendung in Kliniken oder Praxen (bei Radiologen, Kardiologen und Nephrologen) geschieht.

Nach Informationen aus dem Medizinsektor verweilen die Patienten nur kurz nach der Untersuchung (ca. 15 bis 30 Minuten) in der Praxis, sodass die Hauptausscheidung im Normalfall zuhause geschieht. Die Ausscheidung passiert nach Fachliteratur – im Bereich größer 90 % – renal (über die Niere) und in sehr geringem Masse über den Darm. Die biologische Abbaurate der Mittel ist äußerst gering, was für ihre Anwendung die Voraussetzung ist. Aufgrund ihrer Stabilität werden die Verbindungen auch in Kläranlagen in nur gering verändert und gelangen so in die Vorfluter.

Die Weiterleitung des ausgeschiedenen Kontrastmittels über die Kanalisation in die nächste kommunale Kläranlage ist die Folge. Die Ausscheidungen der mit jodhaltigen Kontrastmitteln in Kliniken behandelten Menschen werden ebenfalls den kommunalen Kläranlagen zugeführt. Innerhalb von zehn Stunden verlässt die Hauptmenge der Wirkstoffe den Körper. Im Fall von Iomeprol wurde am Tiermodell nachgewiesen, dass ca. 80% der applizierten Dosis während der ersten acht Stunden unverändert im Urin nachgewiesen wurde.

Auf die detaillierte Besprechung anderer Einzelsubstanzen wird verzichtet. Die folgende Tabelle fasst den Anteil von Medikamentenwirkstoffen oder deren Abbauprodukte zusammen:

Jahrestonnagen	Rhein/Mainz		Mosel/Palzem		Saar/Kanzem	
	2017	2016	2017	2016	2017	2016
Gesamtfracht aller Stoffe (kg/a)	151.771	172.503	10.405	11.861	10.816	14.007
Arzneimittel oder -metabolite (kg/a)	84.597	97.910	6.664	7.055	7.331	9.258
prozentualer Anteil der AZM	56	57	64	59	68	66

Die Tatsache, dass die Gesamtfracht aller Spurenstoffe im Jahr 2017 gegenüber denen des Vorjahrs gesunken ist, wurde bereits weiter oben im Text erwähnt. Dies gilt auch für Untergruppen wie zum Beispiel die AZM. Der prozentuale Anteil der Arzneimittel und deren Transformationsprodukte an der Gesamtmasse 2017 ist in Mainz (56 %) und Kanzem (68 %) fast konstant geblieben, in Palzem ist er von 59 % auf 64 % angestiegen.

Es sollte nicht vergessen werden, dass der hohe AZM-Anteil auch eine Folge der Auswahl der zu untersuchenden Substanzen ist. Wird der Parameterkatalog in anderer Zusammensetzung gewählt, ist die Wichtung der Stoffgruppen zueinander mit Sicherheit eine Andere. Die Stoffauswahl wurde auf Basis der Empfehlung der IKSR (Internationale Kommission zum Schutze des Rheins) und deren langjährigem Messprogramm „Rheinmessprogramm Chemie 2015 -2020) getroffen.



Auswertung der Untersuchung ausgewählter organischer Spurenstoffe im Rhein, in der Mosel und  
in der Saar in den Jahren 2016 und 2017 (LfU 2018)

2016	2017		Mainz, Rhein	DMR-M = Donau- Maas-Rhein- Memorandum 2008		GOW = Gesundheitlicher Orientierungswert	
MW	MW	BG	Stoffbezeichnung	Normen, Normvorschläge oder Zielwerte			
[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	(* = Pharmaceutikum)		[µg/L]		[µg/L]
0,57	0,62	0,025	1,4-Dioxan				
0,34	0,35	0,01	Acesulfam K	DMR-M	1,0		
0,35	0,42	0,01	Benzotriazol	DMR-M	5,0		
0,08	0,09	0,01	5-Methylbenzotriazol				
0,005	0,008	0,005	Bisphenol A	DMR-M	1,0		
<0,2	0,24	0,2	Di-(2-ethylhexyl)phthalat	UQN	1,3		
0,08	0,11	0,025	Tris-(2-chlorpropyl)-phosphat	DMR-M	1,0		
< 0,1	<0,1	0,1	Diglyme				
<0,1	<0,1	0,1	Tetraglyme			GOW	1,0
0,02	0,02	0,01	Carbendazim	UQN	0,2		
0,01	0,01	0,01	DEET	DMR-M	0,1		
<0,01	<0,01	0,01	2-Hydroxyatrazin	DMR-M	0,1		
<0,01	<0,01	0,01	Metazachlor	UQN	0,4		
<0,01	<0,01	0,01	S-Metazachlor C-Metabolit	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,01	<0,01	0,01	S-Metazachlor S-Metabolit	DMR-M	0,1	GOW	3,0
0,02	<0,01	0,01	Metolachlor	UQN	0,2		
0,02	<0,01	0,01	S-Metolachlor C-Metabolit	DMR-M	0,1	GOW	3,0
0,03	0,01	0,01	S-Metolachlor S-Metabolit	DMR-M	0,1	GOW	3,0
< 0,2	<0,2	0,2	4-Methylbenzolsulfonat				
0,03	0,04	0,02	Naphthalin-2-sulfonat				
0,04	0,04	0,01	10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin				
0,09	0,10	0,01	Amidotrizoesäure *	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,01	0,01	0,01	Amisulprid *	DMR-M	0,1		
0,04	0,05	0,01	Atenololsäure				
0,03	0,04	0,01	Candesartan *	DMR-M	0,1	GOW	0,3
0,03	0,03	0,01	Carbamazepin *	UQN-Vorschlag UBA	0,5		
<0,01	<0,01	0,01	Clarithromycin *	UQN-Vorschlag UBA	0,1		
< 0,01	<0,01	0,01	Clopidogrelsäure				
0,04	0,03	0,01	Diclofenac *	UQN-Vorschlag UBA	0,1		
0,11	0,12	0,01	Gabapentin *	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,04	0,05	0,01	Hydrochlorothiazid *	DMR-M	0,1		
0,26	0,32	0,01	Iomeprol *	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,25	0,22	0,01	Iopamidol *	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,13	0,14	0,01	Iopromid *	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,03	0,03	0,01	Lamotrigin *	DMR-M	0,1		
<0,01	<0,01	0,01	Levetiracetam *	DMR-M	0,1		
<0,01	<0,01	0,01	Lidocain *	DMR-M	0,1		
0,35	0,35	0,01	Metformin *	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,03	0,03	0,01	Metoprolol *	UQN-Vorschlag UBA	43		
0,10	0,08	0,01	N-Acetyl-4-aminoantipyrin				
0,09	0,08	0,01	N-Formyl-4-aminoantipyrin				
<0,01	<0,01	0,01	Oxazepam *	DMR-M	0,1		
<0,01	<0,01	0,01	Phenazon *	DMR-M	0,1		
0,06	0,07	0,01	Sitagliptin *	DMR-M	0,1		
0,02	0,03	0,01	Sulfamethoxazol *	UQN-Vorschlag UBA	0,6		
0,01	0,02	0,01	Telmisartan *	DMR-M	0,1		
0,02	0,02	0,01	Tramadol *	DMR-M	0,1		
0,05	0,04	0,01	Valsartan *	DMR-M	0,1	GOW	0,3
0,09	0,07	0,01	Valsartansäure			GOW	0,3
0,01	0,01	0,01	Venlafaxin *	DMR-M	0,1		
0,02	0,03	0,01	O-Desmethylvenlafaxin				
< 0,01	<0,01	0,01	Didesmethylvenlafaxin				

2016	2017		Palzem, Mosel	DMR-M = Donau- Maas-Rhein- Memorandum 2008		GOW = Gesundheitlicher Orientierungswert		
MW	MW	BG	Stoffbezeichnung	Normen, Normvorschläge oder Zielwerte				
[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	(* = Pharmaceutikum)		[µg/L]		[µg/L]	
0,07	0,04	0,025	1,4-Dioxan					
0,25	0,33	0,01	Acesulfam K	DMR-M	1,0			
0,22	0,24	0,01	Benzotriazol	DMR-M	5,0			
0,28	0,30	0,01	5-Methylbenzotriazol					
0,007	0,005	0,005	Bisphenol A	DMR-M	1,0			
<0,2	<0,2	0,2	Di-(2-ethylhexyl)phthalat	UQN	1,3			
0,090	0,114	0,025	Tris-(2-chlorpropyl)-phosphat	DMR-M	1,0			
<0,1	<0,1	0,1	Diglyme					
<0,1	<0,1	0,1	Tetraglyme			GOW	1,0	
<0,01	<0,01	0,01	Carbendazim	UQN	0,2			
<0,01	<0,01	0,01	DEET	DMR-M	0,1			
<0,01	<0,01	0,01	2-Hydroxyatrazin	DMR-M	0,1			
<0,01	0,01	0,01	Metazachlor	UQN	0,4			
0,13	0,14	0,01	Metazachlor C-Metabolit	DMR-M	0,1	GOW	1,0	
0,19	0,14	0,01	Metazachlor S-Metabolit	DMR-M	0,1	GOW	3,0	
0,02	<0,01	0,01	Metolachlor	UQN	0,2			
0,03	0,02	0,01	S-Metolachlor C-Metabolit	DMR-M	0,1	GOW	3,0	
0,05	0,04	0,01	S-Metolachlor S-Metabolit	DMR-M	0,1	GOW	3,0	
<0,2	<0,2	0,2	4-Methylbenzolsulfonat					
0,01	0,03	0,02	Naphthalin-2-sulfonat					
0,05	0,06	0,01	10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin					
0,04	0,06	0,01	Amidotrizoesäure *	DMR-M	0,1	GOW	1,0	
0,05	0,02	0,01	Amisulprid *	DMR-M	0,1			
0,04	0,05	0,01	Atenololsäure					
0,02	0,03	0,01	Candesartan *	DMR-M	0,1	GOW	0,3	
0,02	0,03	0,01	Carbamazepin *	UQN-Vorschlag UBA	0,5			
<0,01	<0,01	0,01	Clarithromycin *	UQN-Vorschlag UBA	0,1			
0,01	0,02	0,01	Clopidogrelsäure					
0,02	0,02	0,01	Diclofenac *	UQN-Vorschlag UBA	0,1			
0,18	0,25	0,01	Gabapentin *	DMR-M	0,1	GOW	1,0	
0,03	0,03	0,01	Hydrochlorothiazid *	DMR-M	0,1			
0,32	0,64	0,01	Iomeprol *	DMR-M	0,1	GOW	1,0	
0,02	<0,01	0,01	Iopamidol *	DMR-M	0,1	GOW	1,0	
0,04	0,05	0,01	Iopromid *	DMR-M	0,1	GOW	1,0	
0,02	0,03	0,01	Lamotrigin *	DMR-M	0,1			
0,02	<0,01	0,01	Levetiracetam *	DMR-M	0,1			
<0,01	<0,01	0,01	Lidocain *	DMR-M	0,1			
0,75	0,94	0,01	Metformin *	DMR-M	0,1	GOW	1,0	
<0,01	<0,01	0,01	Metoprolol *	UQN-Vorschlag UBA	43			
<0,01	<0,01	0,01	N-Acetyl-4-aminoantipyrin					
<0,01	<0,01	0,01	N-Formyl-4-aminoantipyrin					
0,04	0,05	0,01	Oxazepam *	DMR-M	0,1			
<0,01	<0,01	0,01	Phenazon *	DMR-M	0,1			
0,07	0,09	0,01	Sitagliptin *	DMR-M	0,1			
0,01	0,02	0,01	Sulfamethoxazol *	UQN-Vorschlag UBA	0,6			
0,03	0,06	0,01	Telmisartan *	DMR-M	0,1			
0,07	0,09	0,01	Tramadol *	DMR-M	0,1			
0,06	0,07	0,01	Valsartan *	DMR-M	0,1	GOW	0,3	
0,14	0,13	0,01	Valsartansäure			GOW	0,3	
<0,01	0,01	0,01	Venlafaxin *	DMR-M	0,1			
0,02	0,02	0,01	O-Desmethylvenlafaxin					
<0,01	<0,01	0,01	Didesmethylvenlafaxin					

2016	2017		Kanzem, Saar	DMR-M = Donau- Maas-Rhein- Memorandum 2008		GOW = Gesundheitlicher Orientierungswert	
MW	MW	BG	Stoffbezeichnung	Normen, Normvorschläge oder Zielwerte			
[µg/L]	[µg/L]	[µg/L]	(* = Pharmaceutikum)		[µg/L]		[µg/L]
0,12	0,10	0,025	1,4-Dioxan				
0,69	0,80	0,01	Acesulfam K	DMR-M	1,0		
0,76	1,03	0,01	Benzotriazol	DMR-M	5,0		
0,25	0,19	0,01	5-Methylbenzotriazol				
0,013	0,014	0,005	Bisphenol A	DMR-M	1,0		
<0,2	<0,2	0,2	Di-(2-ethylhexyl)phthalat	UQN	1,3		
0,13	0,15	0,025	Tris-(2-chlorpropyl)-phosphat	DMR-M	1,0		
<0,1	<0,1	0,1	Diglyme				
<0,1	<0,1	0,1	Tetraglyme			GOW	1,0
<0,01	<0,01	0,01	Carbendazim	UQN	0,2		
0,01	0,02	0,01	DEET	DMR-M	0,1		
<0,1	<0,01	0,01	2-Hydroxyatrazin	DMR-M	0,1		
<0,1	0,01	0,01	Metazachlor	UQN	0,4		
0,10	0,12	0,01	Metazachlor C-Metabolit	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,18	0,14	0,01	Metazachlor S-Metabolit	DMR-M	0,1	GOW	3,0
0,02	<0,01	0,01	Metolachlor	UQN	0,2		
0,03	0,02	0,01	S-Metolachlor C-Metabolit	DMR-M	0,1	GOW	3,0
0,04	0,03	0,01	S-Metolachlor S-Metabolit	DMR-M	0,1	GOW	3,0
<0,2	<0,2	0,2	4-Methylbenzolsulfonat				
0,07	0,03	0,02	Naphthalin-2-sulfonat				
0,12	0,13	0,01	10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin				
0,50	0,54	0,01	Amidotrizoesäure *	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,02	0,03	0,01	Amisulprid *	DMR-M	0,1		
0,13	0,16	0,01	Atenololsäure				
0,08	0,13	0,01	Candesartan *	DMR-M	0,1	GOW	0,3
0,08	0,09	0,01	Carbamazepin *	UQN-Vorschlag UBA	0,5		
0,03	0,04	0,01	Clarithromycin *	UQN-Vorschlag UBA	0,1		
0,02	0,03	0,01	Clopidogrelsäure				
0,16	0,12	0,01	Diclofenac *	UQN-Vorschlag UBA	0,1		
0,41	0,58	0,01	Gabapentin *	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,12	0,13	0,01	Hydrochlorothiazid *	DMR-M	0,1		
0,57	0,87	0,01	lomeprol *	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,16	0,09	0,01	Iopamidol *	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,14	0,21	0,01	Iopromid *	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,06	0,08	0,01	Lamotrigin *	DMR-M	0,1		
0,03	0,02	0,01	Levetiracetam *	DMR-M	0,1		
0,01	0,02	0,01	Lidocain *	DMR-M	0,1		
0,95	1,10	0,01	Metformin *	DMR-M	0,1	GOW	1,0
0,12	0,13	0,01	Metoprolol *	UQN-Vorschlag UBA	43		
0,20	0,20	0,01	N-Acetyl-4-aminoantipyrin				
0,20	0,21	0,01	N-Formyl-4-aminoantipyrin				
0,02	0,03	0,01	Oxazepam *	DMR-M	0,1		
<0,01	0,01	0,01	Phenazon *	DMR-M	0,1		
0,18	0,27	0,01	Sitagliptin *	DMR-M	0,1		
0,04	0,05	0,01	Sulfamethoxazol *	UQN-Vorschlag UBA	0,6		
0,08	0,11	0,01	Telmisartan *	DMR-M	0,1		
0,06	0,07	0,01	Tramadol *	DMR-M	0,1		
0,07	0,09	0,01	Valsartan *	DMR-M	0,1	GOW	0,3
0,34	0,29	0,01	Valsartansäure			GOW	0,3
0,02	0,03	0,01	Venlafaxin *	DMR-M	0,1		
0,05	0,07	0,01	O-Desmethylvenlafaxin		0,1		
0,01	0,01	0,01	Didesmethylvenlafaxin				

Geschätzte Frachten aus den Untersuchungsergebnissen organischer Spurenstoffen im Rhein (Mainz), in der Mosel (Palzem) und in der Saar (Kanzem)  
nach Vorgabe des Rheinmessprogramms Chemie in den Jahren 2016 und 2017

		BG [µg/L]	Mainz 2017	Mainz 2016		Mainz 2017	Mainz 2016		Palzem 2017	Palzem 2016		Palzem 2017	Palzem 2016		Kanzem 2017	Kanzem 2016		Kanzem 2017	Kanzem 2016
			Fracht	Fracht		kg/a	n > BG (2017)		n > BG (2016)	Fracht		Fracht	kg/a		n > BG (2017)	n > BG (2016)		Fracht	Fracht
1,4-Dioxan	Lösungsmittel	0,025	23.899	27.466	kg/a	26	26		90	303	kg/a	22	21		119	178	kg/a	24	17
Benzotriazol	Korrosionsschutz, Frostschutz, Enteisungsmittel	0,01	17.432	17.091	kg/a	26	26		480	712	kg/a	26	26		1.138	1.224	kg/a	26	26
Metformin	Antidiabetikum	0,01	15.267	18.806	kg/a	26	26		2.341	2.913	kg/a	26	26		1.740	2.354	kg/a	26	26
Acesulfam K	Süßstoff	0,01	14.671	18.637	kg/a	26	26		752	847	kg/a	26	26		1.034	1.479	kg/a	26	26
Iomeprol	Röntgenkontrastmittel	0,01	13.363	12.631	kg/a	26	26		1.429	793	kg/a	26	26		1.017	1.041	kg/a	26	26
Iopamidol	Röntgenkontrastmittel	0,01	9.084	12.061	kg/a	26	26			64	kg/a	11	17		92	258	kg/a	26	26
Iopromid	Röntgenkontrastmittel	0,01	5.763	6.321	kg/a	26	26		105	127	kg/a	26	25		237	294	kg/a	26	26
Gabapentin	Antikonvulsivum, Analgetikum, Antiepileptikum	0,01	5.166	5.661	kg/a	26	26		557	617	kg/a	26	26		624	703	kg/a	26	26
Tris-(2-chlorpropyl)-phosphat	Flammschutzmittel	0,025	4.785	4.249	kg/a	26	26		271	317	kg/a	26	26		188	238	kg/a	26	26
Amidotrizoessäure	Röntgenkontrastmittel	0,01	3.840	4.123	kg/a	26	26		111	97	kg/a	24	22		543	686	kg/a	26	26
5-Methylbenzotriazol	vgl. Benzotriazol	0,01	3.674	3.697	kg/a	26	26		649	778	kg/a	26	26		195	408	kg/a	26	26
N-Acetyl-4-aminoantipyrin	Abbauprodukt Metamizol (AZM)	0,01	3.290	5.070	kg/a	26	26				kg/a	1	0		209	362	kg/a	26	26
N-Formyl-4-aminoantipyrin	Abbauprodukt Metamizol (AZM)	0,01	3.084	4.126	kg/a	26	26				kg/a	0	2		203	312	kg/a	26	26
Valsartansäure	Abbauprodukt von Valsartan	0,01	2.881	3.573	kg/a	26	22		237	242	kg/a	26	21		275	337	kg/a	26	23
Sitagliptin	Antidiabetikum	0,01	2.793	2.783	kg/a	26	26		189	202	kg/a	26	26		299	300	kg/a	26	26
Atenololsäure	Abbauprodukt Betablocker (Atenolol)	0,01	2.134	2.215	kg/a	26	24		125	127	kg/a	26	23		204	237	kg/a	26	26
Valsartan	Blutdrucksenker	0,01	2.022	2.422	kg/a	24	26		165	171	kg/a	25	24		157	177	kg/a	25	23
Hydrochlorothiazid	Diuretikum	0,01	1.903	1.846	kg/a	24	19		99	100	kg/a	23	21		205	264	kg/a	26	25
Naphthalin-2-sulfonat	Lösungsvermittler	0,02	1.895	1.472	kg/a	18	16				kg/a	12	10		32	300	kg/a	15	20
Candesartan	Blutdrucksenker	0,01	1.747	1.209	kg/a	26	20		67	53	kg/a	24	17		141	108	kg/a	26	24
10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin	Abbauprodukt Carbamazepin	0,01	1.580	1.921	kg/a	26	26		124	139	kg/a	26	26		134	177	kg/a	26	26
Diclofenac	Analgetikum	0,01	1.406	1.829	kg/a	20	22		72	92	kg/a	19	19		179	330	kg/a	26	26
Lamotrigin	Antiepileptikum	0,01	1.347	1.711	kg/a	26	26		48	57	kg/a	22	20		80	95	kg/a	26	26
Metoprolol	Betablocker	0,01	1.294	1.210	kg/a	26	24				kg/a	2	0		163	174	kg/a	26	26
O-Desmethylvenlafaxin	Abbauprodukt eines Antidepressivums	0,01	1.085	1.064	kg/a	25	22		58	48	kg/a	24	17		75	74	kg/a	26	26
Sulfamethoxazol	Antibiotikum	0,01	1.073	1.080	kg/a	26	24		40	39	kg/a	22	15		53	68	kg/a	25	26
Carbamazepin	Antiepileptikum	0,01	1.021	1.321	kg/a	24	26		59	57	kg/a	24	18		89	113	kg/a	26	26
Telmisartan	Blutdrucksenker	0,01	819	692	kg/a	26	19		110	88	kg/a	26	23		118	123	kg/a	26	26
Tramadol	Analgetikum	0,01	765	946	kg/a	23	26		185	227	kg/a	26	26		76	100	kg/a	26	26
Carbendazim	PSM (Fungizid)	0,01	758	923	kg/a	25	25				kg/a	3	0				kg/a	3	0
Venlafaxin	SNRI-Hemmer	0,01	566		kg/a	18	10		29		kg/a	16	5		31	29	kg/a	24	21
Amisulprid	Psychopharmakon	0,01	546	492	kg/a	21	15		39	45	kg/a	23	20		35	37	kg/a	25	23
DEET	Repellent	0,01	474	585	kg/a	17	17				kg/a	10	6		18	18	kg/a	15	10
Bisphenol A	Grundchemikalie	0,005	344	301	kg/a	19	16			40	kg/a	12	17		19	31	kg/a	25	26
S-Metolachlor S-Metabolit	Abbauprodukt PSM	0,01		1.874	kg/a	12	19		192	345	kg/a	23	24		97	156	kg/a	15	20
Di-(2-ethylhexyl)phthalat	Weichmacher	0,2			kg/a	8	9				kg/a	0	2				kg/a	5	2
Diglyme	Lösungsmittel	0,1			kg/a	0	1				kg/a	0	0				kg/a	0	0
Tetraglyme	Lösungsmittel	0,1			kg/a	0	0				kg/a	0	0				kg/a	0	0
2-Hydroxyatrazin	Abbauprodukt PSM	0,01			kg/a	0	0				kg/a	6	11				kg/a	3	1
Metazachlor	PSM	0,01			kg/a	0	0				kg/a	8	6				kg/a	9	3
Metazachlor C-Metabolit	Abbauprodukt PSM	0,01			kg/a	5	8		769	726	kg/a	24	26		371	334	kg/a	22	23
Metazachlor S-Metabolit	Abbauprodukt PSM	0,01			kg/a	6	13		728	1.076	kg/a	26	26		388	562	kg/a	26	26
Metolachlor	PSM	0,01			kg/a	5	6		18		kg/a	5	6		11		kg/a	22	5
S-Metolachlor C-Metabolit	Abbauprodukt PSM	0,01		1.095	kg/a	6	16		107	213	kg/a	15	20		64	106	kg/a	13	18
4-Methylbenzolsulfonat	Reaktionschemikalie	0,2			kg/a	0	0				kg/a	0	4				kg/a	0	1
Clarithromycin	Antibiotikum	0,01			kg/a	7	9				kg/a	9	5		49	59	kg/a	24	26
Clopidogrelsäure	Abbauprodukt Gerinnungshemmer Clopidogrel	0,01			kg/a	5	5		35		kg/a	22	12		29	30	kg/a	24	20
Levitiracetam	Antiepileptikum	0,01			kg/a	3	12			62	kg/a	12	12		37	72	kg/a	25	25
Lidocain	Antiarrhythmikum, Localanästhetikum	0,01			kg/a	3	3		21		kg/a	15	4		19	23	kg/a	21	17
Oxazepam	Tranquilizer	0,01			kg/a	9	4		102	120	kg/a	25	25		33	33	kg/a	25	19
Phenazon	Analgetikum	0,01			kg/a	1	0			25	kg/a	0	0				kg/a	11	8
Didesmethylvenlafaxin	Abbauprodukt Venlafaxin	0,01			kg/a	0	0				kg/a	0	0				kg/a	12	10