



KURZBERICHT

Auswertungen des Messprogramms 2016
PSM, PSM-Metabolite und Arzneimittel-
rückstände in rheinland-pfälzischen Fließ-
gewässern

IMPRESSUM

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

Auflage: 30 Exemplare

LfU-Bericht © Mainz, Juni 2019

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

AUSWERTUNGEN DES MESSPROGRAMMS 2016 PSM, PSM-METABOLITE UND ARZNEIMITTELRÜCKSTÄNDE IN RHEINLAND-PFÄLZISCHEN FLIESSGEWÄSSERN



Bearbeitung:

Julia Sälzer

Dr. Michael Engel

Mainz, Juni 2019

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	5
2	Beschreibung des Messprogramms	5
2.1	Liste der Probenahmestellen	6
2.2	Lage der Messstellen	7
2.3	Liste der Wirkstoffe	8
3	Auswertung der Ergebnisse PSM 2016	9
3.1	PSM mit Mittelwerten größer 0,10 µg/L	9
3.2	Maximalwerte der PSM	11
3.3	Auffällige Wirkstoffe	16
3.4	Glyphosat	17
3.5	Neonicotinoide	20
3.6	Überschreitungen von Umweltqualitätsnormen	23
3.7	Inlandsabsatz 2016	25
4	Frachtberechnung am Beispiel einiger Gewässer	26
5	Auswertung der Ergebnisse PSM-Metabolite	34
5.1	Metazachlor Metabolite	37
5.2	Chloridazon Metabolite	41
5.3	Schwerpunkte der Metazachlor und Chloridazon Metabolite	42
5.4	Grafische Darstellung der PSM-Wirkstoffe und der Metabolite	44
6	Auswertung der Ergebnisse Arzneimittel und -Metabolite	47
6.1	Arzneimittel Maximalwerte	48
7	Besprechung von Konzentrationsrelationen einzelner Gewässer	53
	Fazit	71
	Anhang I Grafiken Anteile der PSM und-Metabolite im Gewässer als Konzentrations- und Prozentangabe	74
	Anhang II Grafiken Anteile einzelner Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen	87

1 EINLEITUNG

Das Landesamt für Umwelt (LfU) dokumentiert mit diesem Bericht die Untersuchungsergebnisse 2016 der Pflanzenschutzmittel (PSM), einiger PSM-Metabolite, einiger ausgewählter Arzneimittel sowie der drei Einzelstoffe Acesulfam-K, Perchlorat und DEET. Bei dem jährlich durchgeführten Messprogramm wurden sowohl Wirkstoffe, die schon seit Jahrzehnten nicht mehr in Deutschland zugelassen sind, als auch solche mit aktueller Relevanz in die Analytik mit aufgenommen.

Die Aufarbeitung und Darstellung der Ergebnisse spiegeln die Beanspruchung der Gewässer wider und zeigen die Grenzen der Belastbarkeit. Deutlich erkennbar werden Unterschiede zwischen großen und kleinen Fließgewässern, intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen, Einflüsse von Kläranlagen auf die Zusammensetzung der Spurenstoffe, das Auftreten von schnell abbaubaren und langlebigeren Wirkstoffen. All diese Phänomene werden anschaulich in Tabellen und Grafiken präsentiert. So unterschiedlich die Nutzungen in einem Wasserkörper, so vielfältig sind die Nachweise im Gewässer und so zielgenau muss die Maßnahme an die jeweilige Situation angepasst werden, um Erfolge bei der Verbesserung der Beschaffenheit unserer Gewässer zu erzielen.

2 BESCHREIBUNG DES MESSPROGRAMMS

In Rheinland-Pfalz werden jährlich Fließgewässer auf organische Spurenstoffe wie Pflanzenschutzmittel, deren Metabolite, Arzneimittel und Einzelstoffe untersucht. Die Auswahl der Gewässer gliedert sich auf in fünf Gewässer, die die jährliche Trendüberwachung sicherstellen (Selz, Erlenbach, Pfrimm, Seebach und Elzbach) sowie die sieben Überblicksmessstellen, die an größeren Gewässern liegen und an denen wir Mischproben gewinnen können. Alternierend werden Gewässer zur Bewertung der Wasserkörper im Rhythmus von drei bis sechs Jahren ausgewählt. Generell soll das Messprogramm die Belastungen in den unterschiedlichen Regionen in Rheinland-Pfalz aufzeigen.

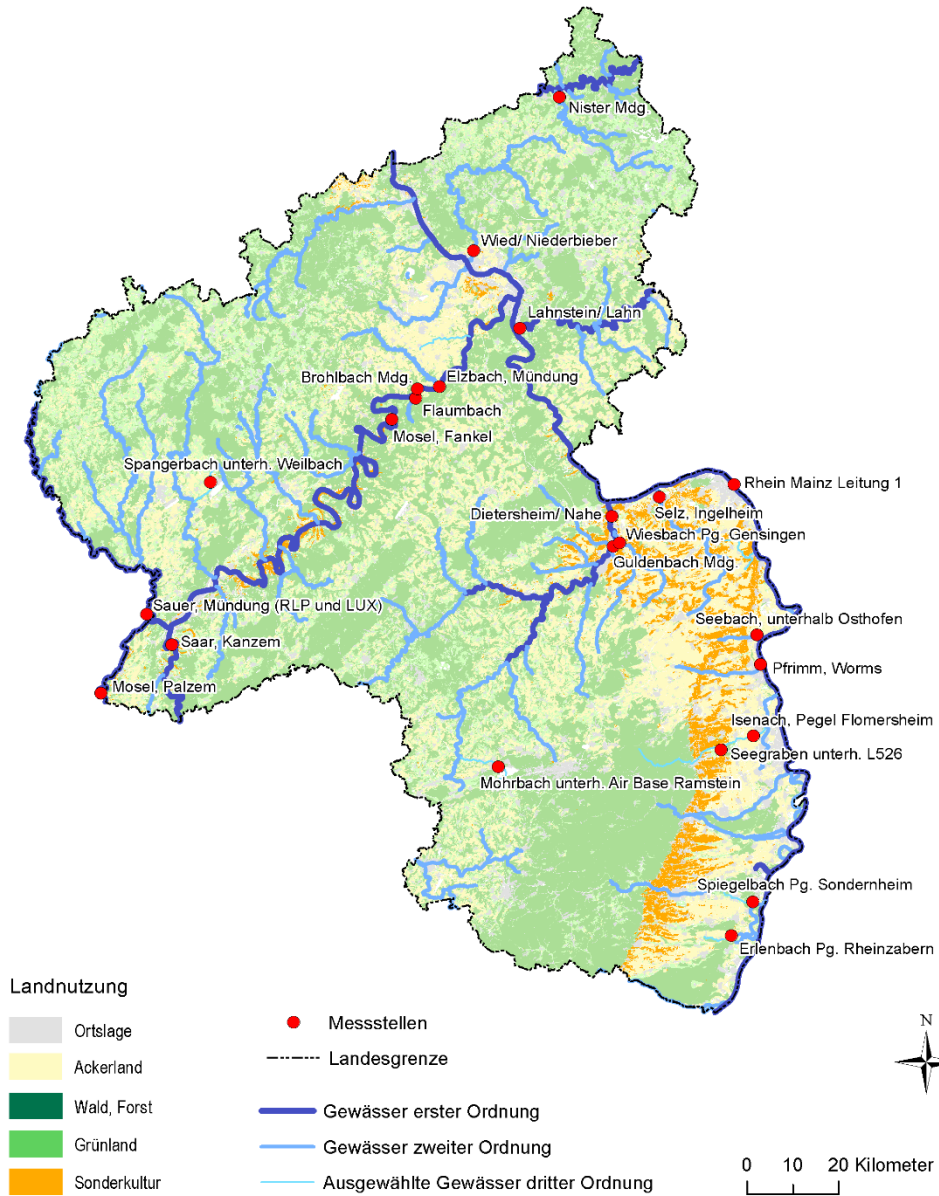
2016 wurden 23 Gewässer auf PSM, PSM-Metabolite und Arzneimittel von der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) in Speyer untersucht. Der Wirkstoff Glyphosat wird im Zentrallabor in Mainz analysiert. Dieser Stoff wird gesondert im Kapitel 3.4 Glyphosat beschrieben. Insgesamt hat die LUFA 227 PSM-Wirkstoffe, 18 PSM-Metabolite und 36 Pharmaka mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS) analysiert. Diese genaue Analytik ermöglicht Angaben im Nanogrammbereich; d.h. es werden auch kleinste Spuren im Gewässer erfasst.

Von 23 Gewässern wurden in sieben Flüssen (Rhein bei Mainz; Mosel bei Palzem und Fankel; Saar bei Kanzem; Lahn bei Lahnstein; Nahe bei Bingen-Dietersheim und Selz bei Ingelheim) jeweils 14-Tages-Mischproben untersucht, an den übrigen Messstellen wurden 28-tägliche Stichproben gewonnen. Statistisch ausgewertet wurden nur die Wirkstoffe, die mindestens einmal über der Bestimmungsgrenze (BG) lagen. Die Werte $< BG$ sind mit der halben BG in die Auswertung eingeflossen. Die Wirkstoffe, die durchgängig kleiner Bestimmungsgrenze waren, sind bei dieser Auswertung nicht berücksichtigt worden.

2.1 Liste der Probenahmestellen

- 1 Brohlbach, Mündung Mosel
- 2 Nahe, Bingen-Dietersheim
- 3 Elzbach, Mündung
- 4 Erlenbach, Pegel Rheinzabern
- 5 Mosel, Fankel
- 6 Flaumbach, vor Mündung Dünnbach
- 7 Guldenbach, Mündung
- 8 Selz, Ingelheim
- 9 Isenach, Pegel Flomersheim
- 10 Saar, Kanzem
- 11 Lahn, Lahnstein
- 12 Mohrbach, unterhalb Air Base Ramstein
- 13 Nister, Mündung
- 14 Mosel, Palzem
- 15 Pfrimm, Worms
- 16 Rhein, RUSSt Mainz-Wiesbaden, Leitung 1
- 17 Sauer, Mündung
- 18 Seebach, unterhalb Osthofen
- 19 Seegraben, unterhalb L526 Erpolzheim und Birken
- 20 Spangerbach, unterhalb Weilbach
- 21 Spiegelbach, Sondernheim
- 22 Wied, Niederbieber
- 23 Wiesbach, unterhalb Gensingen

2.2 Lage der Messstellen



GIS & Layout: UDATA - Umwelt und Bildung

Stand 14.12.2017

Abbildung 1: Lage der Messstellen 2016

2.3 Liste der Wirkstoffe

Tabelle 1: Liste der Wirkstoffe 2016

LUFA 2016		Arzneimittel		PSM	
Id. Nr.	Metabolite	Id. Nr.	Arzneimittel	Id. Nr.	PSM
1	Azoxystrobin-carbonsäure	1	4-Acetamidocaptipyrin	77	Fenpropoximat
2	Chloridazon-desphenyl	2	2,4-D	78	Fipronil
3	Chloridazon-desphenyl-methyl	3	Acetamidiprid	79	Fiamprop
4	Dimethachlor-carbonsäure	4	Amidortizosäure	80	Fiazasulfuron
5	Dimethachlor-sulfonsäure	5	Acetochlor	81	Floasulfam
6	Dimethenamid-carbonsäure	6	Acifluorfen	82	Fluazifop
7	Dimethenamid-sulfonsäure	7	Alachlor	83	Fluazifop
8	Metilaxyl-carbonsäure	8	Carbamazepin-dihydroxy	84	Fluoxonil
9	Metilaxyl-dicarbononsäure	9	Carbamazepin-epoxid	85	Fludioxonil
10	Metamitron-desamino	10	Carbamazepin-hydroxy	86	Flufenacet
11	Metazachlor-carbonsäure	11	Carbamazepin-hydroxy	87	Flufenoxuron
12	Metazachlor-dicarbononsäure	12	Cetirizin	88	Fluopyram
13	Metazachlor-sulfonsäure	13	Clarithromycin	89	Fluopyrim
14	Metolachlor-carbonsäure	14	Clenbuterol	90	Fluopyrim
15	Metolachlor-sulfonsäure	15	Clofibrinsäure	91	Fluopyrim
16	Metolachlor-sulfonsäure	16	Diclofenac	92	Fluopyrim
17	Thiacloprid-sulfonsäure	17	Erythromycin	93	Fluopyrim
18	Tirifloxystrobin-dicarbononsäure	18	Flubendazol	94	Fluopyrim
		19	Hexachlorophen	95	Fluopyrim
		20	Hydrochlorothiazid	96	Fluopyrim
		21	Iomeprol	97	Fluopyrim
		22	Ketoprofen	98	Fluopyrim
		23	Licabazepin	99	Fluopyrim
		24	Loratadin	100	Fluopyrim
		25	Metoprolol	101	Fluopyrim
		26	Norethisteron	102	Fluopyrim
		27	Phenazon	103	Fluopyrim
		28	Primidon	104	Fluopyrim
		29	Propylphenazon	105	Fluopyrim
		30	Roxithromycin	106	Fluopyrim
		31	Sildenafil	107	Fluopyrim
		32	Sotalol	108	Fluopyrim
		33	Sulfacimetoxin	109	Fluopyrim
		34	Sulfadimidin	110	Fluopyrim
		35	Sulfamethoxazol	111	Fluopyrim
		36	Sulfapyridin	112	Fluopyrim
		37	Tylosin	113	Fluopyrim
		38	Valsartan	114	Fluopyrim
				115	Improvidin
				116	Improvidin
				117	Improvidin
				118	Improvidin
				119	Improvidin
				120	Improvidin
				121	Improvidin
				122	Improvidin
				123	Improvidin
				124	Improvidin
				125	Improvidin
				126	Improvidin
				127	Improvidin
				128	Improvidin
				129	Improvidin
				130	Improvidin
				131	Improvidin
				132	Improvidin
				133	Improvidin
				134	Improvidin
				135	Improvidin
				136	Improvidin
				137	Improvidin
				138	Improvidin
				139	Improvidin
				140	Improvidin
				141	Improvidin
				142	Improvidin
				143	Improvidin
				144	Improvidin
				145	Improvidin
				146	Improvidin
				147	Improvidin
				148	Improvidin
				149	Improvidin
				150	Improvidin
				151	Improvidin
				152	Improvidin
				153	Improvidin
				154	Improvidin
				155	Improvidin
				156	Improvidin
				157	Improvidin
				158	Improvidin
				159	Improvidin
				160	Improvidin
				161	Improvidin
				162	Improvidin
				163	Improvidin
				164	Improvidin
				165	Improvidin
				166	Improvidin
				167	Improvidin
				168	Improvidin
				169	Improvidin
				170	Improvidin
				171	Improvidin
				172	Improvidin
				173	Improvidin
				174	Improvidin
				175	Improvidin
				176	Improvidin
				177	Improvidin
				178	Improvidin
				179	Improvidin
				180	Improvidin
				181	Improvidin
				182	Improvidin
				183	Improvidin
				184	Improvidin
				185	Improvidin
				186	Improvidin
				187	Improvidin
				188	Improvidin
				189	Improvidin
				190	Improvidin
				191	Improvidin
				192	Improvidin
				193	Improvidin
				194	Improvidin
				195	Improvidin
				196	Improvidin
				197	Improvidin
				198	Improvidin
				199	Improvidin
				200	Improvidin
				201	Improvidin
				202	Improvidin
				203	Improvidin
				204	Improvidin
				205	Improvidin
				206	Improvidin
				207	Improvidin
				208	Improvidin
				209	Improvidin
				210	Improvidin
				211	Improvidin
				212	Improvidin
				213	Improvidin
				214	Improvidin
				215	Improvidin
				216	Improvidin
				217	Improvidin
				218	Improvidin
				219	Improvidin
				220	Improvidin
				221	Improvidin
				222	Improvidin
				223	Improvidin
				224	Improvidin
				225	Improvidin
				226	Improvidin
				227	Improvidin

3 AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE PSM 2016

Von 227 PSM-Wirkstoffen waren 100 (44%) im Messprogramm 2016 mindestens einmal an einer Messstelle größer Bestimmungsgrenze. Diese 100 Wirkstoffe werden in der Ausarbeitung berücksichtigt. Neben der Berücksichtigung der Umwelt Qualitätsnorm (UQN) zur Bewertung des chemischen Zustands und des ökologischen Zustands nach WRRL wird das Jahresmittel von 0,1 µg/L in Anlehnung an die TrinkwasserVO (Vorsorgewert) als Abgrenzungskriterium gewählt.

Die folgenden Kapitel beschreiben Wirkstoffe, deren Mittelwerte 0,10 µg/L überschreiten (besprochen in Kapitel 3.1) und die Verteilung von Maximalwerten (besprochen in Kapitel 3.2). In Kapitel 3.3 werden auffällige Wirkstoffe (durchgängig nachweisbare und häufig auftretende Wirkstoffe) detaillierter beschrieben. Anschließend werden die Ergebnisse der Glyphosatanalyse (Kapitel 3.4) und die Gruppe der Neonicotinoide (Kapitel 3.5) vorgestellt. Überschreitungen von UQN (Kapitel 3.6), Inlandsabsätze häufig nachgewiesener Wirkstoffe (Kapitel 3.7) und abschließend in Kapitel 3.8 werden Frachtberechnungen einzelner Gewässer dokumentiert.

3.1 PSM mit Mittelwerten größer 0,10 µg/L

Insgesamt 16 PSM-Wirkstoffe liegen im Jahresmittel über 0,1 µg/L. Die Wirkstoffe und die Anzahl der Wirkstoffe je Messstelle sind in Tabelle 2 und in Tabelle 3 zusammengefasst. Auffallend bei der Darstellung der Jahresmittel ist die Dominanz der Messstellen an der Isenach (Pegel Flomersheim), im Seegraben (unterhalb L526) und am Wiesbach (unterhalb Gensingen).

Bemerkenswert sind die hohen Mittelwerte von Acetochlor (2,1 µg/L) in der Isenach und Carbendazim (1,1 µg/L) im Seegraben.

In neun Gewässern liegt mindestens ein Wert im Jahresmittel über 0,1 µg/L; in den übrigen 14 Gewässern liegen die Mittelwerte unter 0,1 µg/L. Die neun Wirkstoffe in der Isenach teilen sich in fünf Fungizide, drei Herbizide und ein Insektizid auf. Von den acht Wirkstoffen im Seegraben gehören fünf zu den Fungiziden und drei zu den Herbiziden. Von vier Wirkstoffen im Wiesbach sind drei Fungizide und ein Herbizid. In der Selz und in der Pfrimm sind jeweils ein Herbizid und ein Fungizid; Glyphosat wird im Mohrbach und im Spiegelbach im Jahresmittel > 0,1 µg/L gefunden. Im Brohlbach überschreitet Flufenacet, ein Voraufherbizid im Ackerbau im Jahresmittel 0,1 µg/L, im Erlenbach das Fungizid Boscalid.

Tabelle 2: Wirkstoffe im Jahresmittel $\geq 0,1\mu\text{g/L}$

Wirkstoff	Mittelwert	Gewässer
Glyphosat	0,22	<u>Isenach Pegel Flomersheim</u>
Propyzamid	0,19	<u>Isenach Pegel Flomersheim</u>
Dimethoat	0,10	<u>Isenach Pegel Flomersheim</u>
Dimethomorph	0,36	<u>Isenach Pegel Flomersheim</u>
Cyprodinil	0,13	<u>Isenach Pegel Flomersheim</u>
Boscalid	0,24	<u>Isenach Pegel Flomersheim</u>
Carbendazim	0,51	<u>Isenach Pegel Flomersheim</u>
Acetochlor	2,1	<u>Isenach Pegel Flomersheim</u>
Azoxystrobin	0,29	<u>Isenach Pegel Flomersheim</u>
Boscalid	0,10	<u>Wiesbach unterhalb Gensingen</u>
Carbendazim	0,15	<u>Wiesbach unterhalb Gensingen</u>
Dimethomorph	0,11	<u>Wiesbach unterhalb Gensingen</u>
Glyphosat	0,12	<u>Wiesbach unterhalb Gensingen</u>
Flufenacet	0,39	<u>Brohlbach Mündung Mosel</u>
Glyphosat	0,14	<u>Selz Ingelheim</u>
Boscalid	0,11	<u>Selz Ingelheim</u>
Glyphosat	0,67	<u>Mohrbach unterhalb Air Base Ramstein</u>
Metamitron	0,11	<u>Pfrimm Worms</u>
Amisulbrom	0,10	<u>Pfrimm Worms</u>
Glyphosat	0,68	<u>Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken</u>
Boscalid	0,27	<u>Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken</u>
Carbendazim	1,1	<u>Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken</u>
Chloridazon, gesamt	0,11	<u>Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken</u>
Dimethomorph	0,39	<u>Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken</u>
Fenhexamid	0,28	<u>Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken</u>
Mecoprop	0,11	<u>Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken</u>
Metrafenon	0,11	<u>Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken</u>
Glyphosat	0,15	<u>Spiegelbach Pegel Sondernheim</u>
Boscalid	0,12	<u>Erlenbach Pegel Rheinzabern</u>

Herbizid

Fungizid

Insektizid

Tabelle 3: Gewässer und Anzahl der Wirkstoffe mit Jahresmittel $\geq 0,1\mu\text{g/L}$

Gewässer	Anzahl
<u>Isenach Pegel Flomersheim</u>	9
<u>Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken</u>	8
<u>Wiesbach unterhalb Gensingen</u>	4
<u>Selz Ingelheim</u>	2
<u>Pfrimm Worms</u>	2
<u>Brohlbach Mündung Mosel</u>	1
<u>Mohrbach unterhalb Air Base Ramstein</u>	1
<u>Spiegelbach Pegel Sondernheim</u>	1
<u>Erlenbach Pegel Rheinzabern</u>	1
<u>Elzbach Mündung</u>	0
<u>Guldenbach Mündung</u>	0
<u>Flaumbach vor Mündung Dünnbach</u>	0
<u>Lahn Lahnstein</u>	0
<u>Mosel Fankel</u>	0
<u>Nahe Bingen-Dietersheim</u>	0
<u>Nister Mündung</u>	0
<u>Mosel Palzem</u>	0
<u>Rhein Mainz, Leitung 1</u>	0
<u>Saar Kanzem</u>	0
<u>Sauer Mündung (RLP und LUX)</u>	0
<u>Seebach unterhalb Osthofen</u>	0
<u>Spanger Bach unterhalb Weilbach</u>	0
<u>Wied Niederbieber</u>	0

3.2 Maximalwerte der PSM

Die Proben von 23 Gewässern wurden auf 227 unterschiedliche PSM-Wirkstoffe untersucht.

Sortiert man die Konzentrationen der 100 Wirkstoffe, die mindestens einmal oberhalb der BG gefunden wurden, in absteigender Reihenfolge, wird von 28 PSM-Wirkstoffen jeweils der höchste Wert (Maximalwert) eines PSM in der Isenach gefunden.

Das heißt, in keinem der übrigen 22 Gewässer liegt der Stoff in einer höheren Konzentration vor. Im Seegraben sind es 12 Wirkstoffe, im Wiesbach zehn. Die Verteilung der Maximalwerte aller 100 Wirkstoffe auf die Gewässer zeigt Tabelle 4.

Tabelle 4: Anzahl Maximalwerte und Zuordnung zur Messstelle

Maximalwerte	Messstelle
28	Isenach Pegel Flomersheim
12	Seegraben unterh. L526
10	Wiesbach unterhalb Gensingen
8	Selz Ingelheim
7	Erlenbach Pegel Rheinzabern
7	Brohlbach Mündung Mosel
6	Pfrimm Worms
5	Mosel Fankel
2	Mohrbach unterh. Air Base
2	Elzbach Mdq.
2	Flaumbach vor Mündung Dünnbach
2	Wied Niederbieber
2	Seebach unterhalb Osthofen
2	Saar Kanzem
1	Mosel Palzem
1	Spiegelbach Pegel Sondernheim
1	Nahe Bingen-Dietersheim
1	Guldenbach Mündung
1	Sauer Mündung

Die Namen und Konzentrationen der 28 Wirkstoffe aus der ersten Zeile in Tabelle 4 sind der Größe nach absteigend mit ihren Bezeichnungen in Tabelle 5 gelistet.

Tabelle 5: 28 Wirkstoffe mit den höchsten Konzentrationswerten in der Isenach, Pegel Flomersheim

Isenach Pegel Flomersheim	
	µg/L
Acetochlor	20,2
Cyprodinil	1,22
Azoxystrobin	0,97
Fludioxonil	0,67
Dichlorprop	0,66
Propyzamid	0,52
Metobromuron	0,51
Dimethoat	0,38
Spirotetramat-enol	0,27
Iprodion	0,23
Clothianidin	0,21
Thiacloprid	0,17
Pencycuron	0,13
Pirimicarb	0,11
Mepanipyrim	0,11
Imidachloprid	0,10
Flzasulfuron	0,09
Metalaxyl	0,09
Fluazifop	0,09
Diuron	0,06
Spinosyn D	0,05
Pendimethalin	0,05
Cyflufenamid	0,05
Propamocarb	0,04
Spinosyn A	0,04
Terbutryn	0,03
Cycloxidim	0,03
Linuron	0,03

Der sehr hohe Eintrag von Acetochlor ist auf eine Gewässerverunreinigung durch einen Gewerbebetrieb zurückzuführen. Die Verschmutzung ist im Rahmen der Gewässerüberwachung aufgefallen und konnte abgestellt werden.

In Tabelle 6 sind Maximalwerte der 100 gefundenen Wirkstoffe sortiert nach Konzentration den entsprechenden Gewässern zugeordnet. Maximalwerte < 0,10µg/L sind am Ende der Tabelle dargestellt.

Tabelle 6: Maximalwerte sortiert nach Konzentration und Angabe aller betreffenden Messstellen

sortiert nach Konzentration in µg/L		
Wirkstoff	Maximalwert	Messstelle
Acetochlor	20,2	Isenach Pegel Flomersheim
Carbendazim	6,7	Seegraben unterhalb L526
Flufenacet	4,9	Brohlbach Mündung Mosel
Fenhexamid	2,6	Seegraben unterhalb L526
Dimethomorph	1,6	Seegraben unterhalb L527
Boscalid	1,2	Seegraben unterhalb L528
Cyprodinil	1,2	Isenach Pegel Flomersheim
Metamitron	1,1	Pfrimm Worms
Amisulbrom	1,1	Pfrimm Worms
Azoxystrobin	0,97	Isenach Pegel Flomersheim
Fluopyram	0,76	Wiesbach unterhalb Gensingen
Quinmerac	0,76	Pfrimm Worms
Metosulam	0,76	Brohlbach Mündung Mosel
Fludioxonil	0,67	Isenach Pegel Flomersheim
Dichlorprop	0,66	Isenach Pegel Flomersheim
Propyzamid	0,52	Isenach Pegel Flomersheim
Metobromuron	0,51	Isenach Pegel Flomersheim
Myclobutanil	0,45	Seegraben unterhalb L528
Tebuconazol	0,44	Wiesbach unterhalb Gensingen
Isoproturon	0,43	Brohlbach Mündung Mosel
Iprovalicarb	0,42	Seegraben unterhalb L528
MCPA	0,40	Elzbach Mündung
Metrafenon	0,39	Erlenbach Pegel Rheinzabern
Mecoprop	0,38	Seegraben unterhalb L528
Dimethoat	0,38	Isenach Pegel Flomersheim
Metazachlor	0,38	Guldenbach Mündung
Metolachlor	0,34	Erlenbach Pegel Rheinzabern
Chlortoluron	0,29	Brohlbach Mündung Mosel
Spirotetramat-enol	0,27	Isenach Pegel Flomersheim
2,4-D	0,26	Seegraben unterhalb L528
Dimethenamid	0,24	Mohrbach unterh. Air Base Ramstein
Chloridazon	0,24	Seegraben unterhalb L528
Terbutylazin	0,23	Erlenbach Pegel Rheinzabern
Ethofumesat	0,23	Mosel Fankel
Iprodion	0,23	Isenach Pegel Flomersheim
Mandipropamid	0,22	Erlenbach Pegel Rheinzabern
Clothianidin	0,21	Isenach Pegel Flomersheim
Thiacloprid	0,17	Isenach Pegel Flomersheim
Simazin	0,16	Wiesbach unterhalb Gensingen
Atrazin	0,15	Spiegelbach Pegel Sondernheim
Bentazon	0,14	Brohlbach Mündung Mosel
Benthiavalicarb-	0,14	Wiesbach unterhalb Gensingen
Pencycuron	0,13	Isenach Pegel Flomersheim
Pirimicarb	0,11	Isenach Pegel Flomersheim
Mepanipyrim	0,11	Isenach Pegel Flomersheim
Penconazol	0,11	Wiesbach unterhalb Gensingen
Pyrimethanil	0,11	Erlenbach Pegel Rheinzabern
Imidachloprid	0,10	Isenach Pegel Flomersheim

Maximalwerte <0,10µg/L		
Flazasulfuron	0,09	Isenach Pegel Flomersheim
Metalaxyl	0,09	Isenach Pegel Flomersheim
Fluazifop	0,09	Isenach Pegel Flomersheim
Methoxyfenozid	0,08	Wiesbach unterhalb Gensingen
Fenpyrazamin	0,07	Pfrimm Worms
Difenoconazol	0,07	Wiesbach unterhalb Gensingen
Isoxaben	0,07	Erlenbach Pegel Rheinzabern
Spiroxamin	0,07	Seebach unterhalb Osthofen
Diuron	0,06	Isenach Pegel Flomersheim
Nicosulfuron	0,06	Wied Niederbieber
Prosulfocarb	0,05	Mosel Fankel
Spinosyn D	0,05	Isenach Pegel Flomersheim
Pethoxamid	0,05	Wied Niederbieber
Diazinon	0,05	Mosel Palzem
Pendimethalin	0,05	Isenach Pegel Flomersheim
Flusilazol	0,05	Seebach unterh. Osthofen
Cyflufenamid	0,05	Isenach Pegel Flomersheim
Flurtamone	0,05	Brohlbach Mündung Mosel
Cyproconazol	0,05	Saar Kanzem
Quinoclammin	0,05	Saar Kanzem
Tebufenozid	0,05	Selz Ingelheim
Triadimenol	0,05	Selz Ingelheim
Fluxapyroxat	0,05	Wiesbach unterhalb Gensingen
Ioxynil	0,05	Elzbach Mündung
Propamocarb	0,04	Isenach Pegel Flomersheim
Tribenuron-methyl	0,04	Selz Ingelheim
Epoxiconazol	0,04	Wiesbach unterhalb Gensingen
Metribuzin	0,04	Flaumbach vor Mündung Dünnbach
Lenacil	0,04	Selz Ingelheim
Spinosyn A	0,04	Isenach Pegel Flomersheim
Triclopyr	0,04	Sauer Mündung
Ethofenprox	0,03	Fankel/ Mosel
Terbutryn	0,03	Isenach Pegel Flomersheim
Cycloxydim	0,03	Isenach Pegel Flomersheim
Propoxur	0,03	Seegraben unterhalb L526
Mesosulfuron	0,03	Mosel Fankel
Terbutylazin-DE	0,03	Selz Ingelheim
Triticonazol	0,03	Dietersheim/ Nahe
Fenpropimorph	0,03	Wiesbach unterhalb Gensingen
Linuron	0,03	Isenach Pegel Flomersheim
Prothioconazol-desthio	0,03	Pfrimm Worms
Diflufenican	0,03	Brohlbach Mündung Mosel
Pyroxsulam	0,03	Selz Ingelheim
Amidosulfuron	0,03	Mohrbach unterh. Air Base Ramstein
Metsulfuron-methyl	0,03	Flaumbach vor Mündung Dünnbach
Kresoxim-Methyl	0,03	Erlenbach Pegel Rheinzabern
Thiabendazol	0,02	Seegraben unterhalb L526
Flutriafol	0,02	Mosel Fankel
Propiconazol	0,02	Seegraben unterhalb L526
Propazin	0,02	Selz Ingelheim
Imazosulfuron	0,02	Selz Ingelheim
Irgarol	0,02	Pfrimm Worms

3.3 Auffällige Wirkstoffe

In den 23 Gewässern ist die Verteilung einzelner Wirkstoff sehr unterschiedlich.

In vier Gewässern (Selz, Isenach, Seegraben und Spiegelbach) sind ein bis vier Wirkstoffe durchgehend in jeder Probe oberhalb der BG zu finden. In neun Gewässern ist mindestens die Hälfte der Ergebnisse oberhalb der BG (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7: Verteilung der Wirkstoffe > BG

	Wirkstoffe durchgängig größer BG	50% größer BG
Brohlbach Mündung Mosel	0	
Eizbach Mündung	0	
Erlenbach Pegel Rheinzabern	0	Boscalid
Flaumbach vor Mündung Dünnbach	0	
Guldenbach Mündung	0	
Selz Ingelheim	Boscalid	Fluopyram, Myclobutanil, Tebuconazol, Bentazon, MCPA
Isenach Pegel Flomersheim	Bentazon, Azoxystrobin, Boscalid, Dimetomorph	Mecoprop, Propyzamid, Metazachlor, Carbendazim, Cyprodinil, Difenconazol, Dimethoat, Fenhexamid, Fluopyram
Lahn Lahnstein	0	
Mohrbach unterhalb Air Base Ramstein	0	
Mosel Fankel	0	
Nahe Bingen-Dietersheim	0	
Nister Mündung	0	
Mosel Palzem	0	
Pfrimm Worms	0	Boscalid
Rhein Mainz Leitung 1	0	Carbendazim
Saar Kanzem	0	
Sauer Mündung (RLP und LUX)	0	
Seebach unterhalb Osthofen	0	Simazin
Seegraben unterhalb L526	Fluopyram, Mecoprop, Boscalid	Dimetomorph, Carbendazim, Chloridazon, Imidachlopid, Metrafenon, Myclobutanil, Tebuconazol
Spanger Bach unterhalb Weilbach	0	
Spiegelbach Pegel Sondernheim	Carbendazim, Fluopyram	Boscalid, Fluopyram
Wied Niederbieber	0	
Wiesbach unterhalb Gensingen		Boscalid, Carbendazim, Dimethomorph, Fluopyram, Myclobutanil, Tebuconazol, MCPA

Die Wirkstoffe, deren Konzentration permanent größer BG sind, werden im Folgenden kurz beschrieben.

Boscalid, ein häufig im Weinbau eingesetztes Fungizid kommt in drei Gewässern: der Selz, der Isenach und im Seegraben in jeder Probe in Konzentrationen > BG vor.

Fluopyram ist im Seegraben und im Spiegelbach in jeder Probe bestimmt worden. Fluopyram ist ein Fungizid und wird im Ackerbau (Getreide, Raps), im Obst- und Gemüsebau (Spargel), im Weinbau und in Tabakkulturen eingesetzt. Aktuell wird der Wirkstoff in fünf Mitteln angeboten¹.

¹ Quelle: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit Abfrage 20.03.2018
<https://apps2.bvl.bund.de/psm/jsp/index.jsp>

Carbendazim ist als PSM nicht mehr zugelassen, kann aber als aktuell zugelassenes Biozid (u.a. als Fassadenanstrich und in Silikondichtstoffen als Pilzhemmer) in die Umwelt gelangen.

Azoxystrobin ist ein Fungizid, das überwiegend im Ackerbau, im Rüben- und Rapsanbau eingesetzt wird. Aktuell wird der Wirkstoff in 44 Mitteln angeboten¹.

Dimethomorph ist ein Fungizid und wird häufig in Sonderkulturen wie Gemüse- und Weinanbau eingesetzt. Aktuell wird der Wirkstoff in 12 Mitteln angeboten¹.

Bentazon ist ein Herbizid und wurde u.a. im Maisanbau verwendet. Aktuell ist der Wirkstoff nicht zugelassen¹.

Mecoprop ist ein Herbizid und aktuell in 17 Mitteln angeboten¹. Einsatzgebiet ist der Zierpflanzenbau, aber auch Getreideanbau. Mecoprop wird auch als Biozid eingesetzt.

Tabelle 8: Zuordnung Wirkstoffe > BG zu Anzahl an Messstellen

Diese 7 Wirkstoffe sind an ---X Messstellen durchgängig >BG	Diese 19 Wirkstoffe sind an ---X Messstellen in 50% der Analysen >BG
Boscalid ---3	Boscalid ---4
Bentazon ---1	Bentazon ---1
Fluopyram ---2	Fluopyram ---4
Carbendazim ---1	Carbendazim ---4
Azoxystrobin ---1	Simazin ---1
Dimethomorph ---1	Dimethomorph ---1
Mecoprop ---1	Mecoprop ---1
	Metrafenon ---1
	Myclobutanil ---3
	Fenhexamid ---1
	Tebuconazol ---3
	Cyprodinil ---1
	Difenoconazol ---1
	MCPA ---2
	Chloridazon ---1
Biozid	Metazachlor ---1
Herbizid	Propyzamid ---1
Fungizid	Imidachloprid ---1
Insektizid	Dimethoat ---1

3.4 Glyphosat

In diesem Kapitel werden zwei zusätzliche Messstellen, deren Analytik nicht vom LUFA-Labor durchgeführt wurde, ausgewertet. Es handelt sich um die Messstellen am Glan: Nanzdietschweiler und Matzenbach.

Tabelle 9 zeigt, in welcher Anzahl Proben die Bestimmungsgrenze für Glyphosat über- bzw. unterschritten wurde. Die Addition der beiden Zahlen ergibt die Gesamtzahl der untersuchten Proben an dem Gewässer.

Die Konzentrationen liegen an den Messstellen Lahn, Lahnstein; Mohrbach, unterhalb Air Base Ramstein und Selz, Ingelheim überwiegend über der BG. An sechs Probenahmestellen ist Glyphosat in keiner Probe nachweisbar.

Die BG liegt bei 0,05 µg/L. Sobald ein Wert die BG unterschreitet wird bei der weiteren statistischen Auswertung mit der halben BG gerechnet. Bei den Überblicksmessstellen an Mosel und Saar wurden die Zeiträume Ende Dezember 2015 bis Ende Dezember 2016 berücksichtigt. Es werden 27 Proben ausgewertet. Die Probenahme an der Lahn begann erst im Januar (26 Proben).

Tabelle 9: Sortierung der Glyphosat-Befunde

	> BG	< BG
Lahn, Lahnstein	15	11
Mohrbach, unterhalb Air Base Ramstein	10	2
Nahe Bingen-Dietersheim	8	9
Selz, Ingelheim	8	9
Isenach, Pegel Flomersheim	5	7
Wiesbach, unterhalb Gensingen	5	7
Spiegelbach, Pegel Sondernheim	5	6
Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	5	6
Brohlbach, Mosel Mündung	4	9
Glan, Matzenbach	4	8
Sauer, Mündung (RLP und LUX)	3	23
Erlenbach, Pegel Rheinzabern	3	9
Glan in Nanzdietschweiler	3	9
Guldenbach, Mündung	2	10
Pfrimm, Worms	2	10
Saar, Kanzem	2	25
Rhein Mainz, Leitung 1	2	24
Mosel, Palzem	1	26
Nister Mündung		13
Elzbach, Mündung		13
Flaumbach vor Mündung Dünnbach		13
Wied, Niederbieber		13
Seebach, unterhalb Osthofen		12
Mosel, Fankel		27

Der Jahresmittelwert liegt bei acht Gewässern größer 0,1 µg/L. Der höchste Mittelwert wurde im Seegraben gemessen und beträgt 0,68 µg/L.

Tabelle 10: Jahresmittelwerte Glyphosat

	µg/L
Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	0,68
Mohrbach, unterhalb Air Base Ramstein	0,67
Isenach, Pegel Flomersheim	0,22
Glan, Matzenbach	0,16
Spiegelbach, Pegel Sondernheim	0,15
Selz, Ingelheim	0,14
Wiesbach, unterhalb Gensingen	0,12
Glan in Nanzdietsweiler	0,11
Nahe Bingen-Dietersheim	0,09
Lahn, Lahnstein	0,09
Brohlbach, Mosel Mündung	0,07
Guldenbach, Mündung	0,06
Erlenbach, Pegel Rheinzabern	0,06
Pfrimm, Worms	0,04
Sauer, Mündung (RLP und LUX)	0,04
Mosel, Palzem	0,03
Saar, Kanzem	0,03
Rhein Mainz, Leitung 1	0,03

In Abbildung 2 ist Tabelle 10 graphisch umgesetzt. Auffallend sind die hohen Konzentrationen des Seegrabens in der Vorderpfalz und des Mohrbachs im Einzugsgebiet des Glans unweit von Kaiserslautern. Für die Isenach wird ein Jahresmittelwert von 0,22 µg/L berechnet. Es folgen fünf Gewässer mit mittleren Jahreskonzentrationen oberhalb 0,10 µg/L bis 0,16 µg/L.

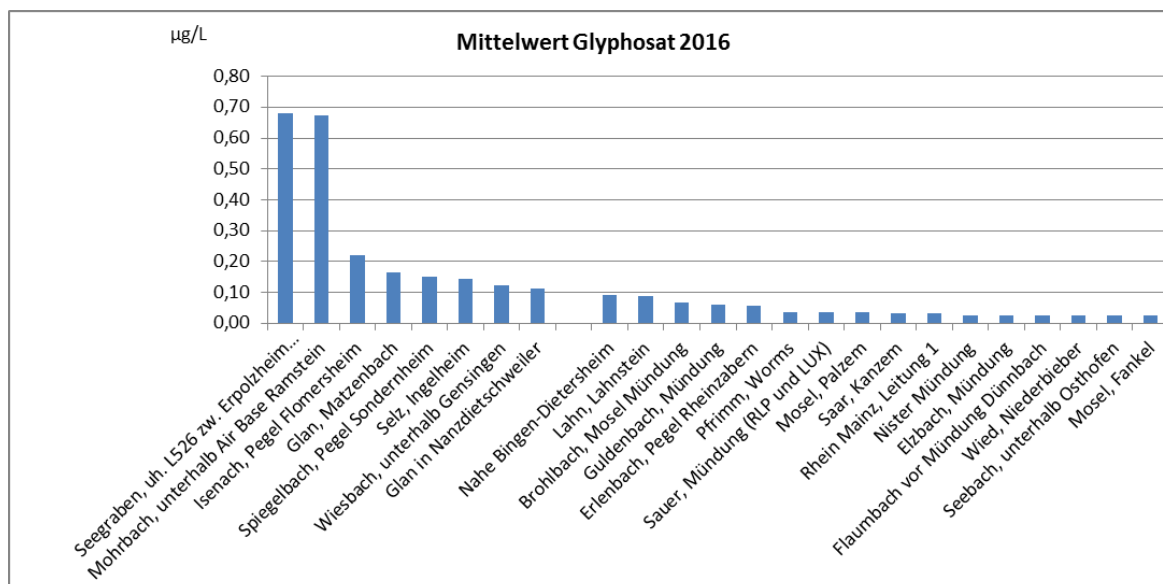


Abbildung 2: Darstellung der Jahresmittelwerte Glyphosat

Die höchsten **Einzel**konzentrationen von Glyphosat in Stichproben erreichen 5,6 µg/L im Seegraben und 1,9 µg/L im Mohrbach.

Tabelle 11: Höchste Einzelkonzentrationen Glyphosat ($\mu\text{g/L}$) in unterschiedlichen Gewässern

Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	5,6
Mohrbach, unterhalb Air Base Ramstein	1,9
Isenach, Pegel Flomersheim	0,74
Wiesbach, unterhalb Gensingen	0,68
Glan in Nanzdietschweiler	0,67
Glan, Matzenbach	0,65
Selz, Ingelheim	0,53
Spiegelbach, Pegel Sonderheim	0,52
Nahe Bingen-Dietersheim	0,29
Guldenbach, Mündung	0,29
Mosel, Palzem	0,28
Brohbach, Mosel/Mündung	0,27
Lahn, Lahnstein	0,22
Erlenbach, Pegel Rheinzabern	0,21
Sauer, Mündung (RLP und LUX)	0,19
Rhein Mainz, Leitung 1	0,18
Saar, Kanzem	0,16
Pfrimm, Worms	0,11

3.5 Neonicotinoide

Diese Gruppe der Insektizide wird gesondert betrachtet, da sie im Verdacht stehen, negative Auswirkungen auf Bienen zu haben und möglicherweise die Orientierung von Zugvögeln beeinflussen können¹. Von den drei untersuchten Neonicotinoiden Imidachlopid, Clothianidin und Thiamethoxam wurde in insgesamt 1134 Proben 33mal die Bestimmungsgrenze von 0,02 $\mu\text{g/L}$ überschritten. Thiamethoxam lag immer unter der BG, Clothianidin hat einmal die BG mit einem beachtlich hohen Einzelwert (0,21 $\mu\text{g/L}$) in der Isenach überschritten, die übrigen Überschreitungen gab es durch den Wirkstoff Imidachlopid. Der Wertebereich dieser Befunde reicht von 0,02 $\mu\text{g/L}$ bis zu 0,08 $\mu\text{g/L}$. Die Messstellen Isenach, Pegel Flomersheim und Seegraben, unterhalb L526 spielen auch bei diesen beiden Stoffen eine besondere Rolle, da in diesen Gewässern häufig hohe Konzentrationen gefunden wurden. (vgl. Tabelle 12).

¹ Im vergangenen Jahr hatte die [EFSA bestätigt](#), dass Clothianidin, Thiamethoxam und Imidachlopid ein Risiko für Bienen darstellen, wenn sie als Spritzmittel zur Blattbehandlung eingesetzt werden

Tabelle 12: Überschreitung der BG von Imidachloprid und Clothianidin

LUFA, Landw. Untersuchungs- u. Forschungsanstalt Speyer		Wirkstoff	µg/L
07.09.16	Isenach, Pegel Flomersheim	Clothianidin	0,212
Stichproben bzw. 14M			
11.05.16	Spiegelbach, Pegel Sondernheim	Imidachloprid	0,024
19.10.16	Spiegelbach, Pegel Sondernheim	Imidachloprid	0,024
14.01.16	Isenach, Pegel Flomersheim	Imidachloprid	0,102
14.04.16	Isenach, Pegel Flomersheim	Imidachloprid	0,038
19.05.16	Isenach, Pegel Flomersheim	Imidachloprid	0,029
13.07.16	Isenach, Pegel Flomersheim	Imidachloprid	0,023
11.08.16	Isenach, Pegel Flomersheim	Imidachloprid	0,021
07.09.16	Isenach, Pegel Flomersheim	Imidachloprid	0,025
04.10.16	Isenach, Pegel Flomersheim	Imidachloprid	0,022
14.01.16	Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	Imidachloprid	0,038
17.03.16	Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	Imidachloprid	0,021
14.04.16	Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	Imidachloprid	0,026
17.06.16	Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	Imidachloprid	0,049
13.07.16	Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	Imidachloprid	0,080
11.08.16	Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	Imidachloprid	0,024
07.09.16	Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	Imidachloprid	0,051
04.10.16	Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	Imidachloprid	0,047
29.11.16	Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	Imidachloprid	0,022
08.12.16	Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	Imidachloprid	0,026
07.09.16	Pfrimm, Worms	Imidachloprid	0,045
11.07.16	Selz, Ingelheim 14M	Imidachloprid	0,022
25.07.16	Selz, Ingelheim 14M	Imidachloprid	0,025
08.08.16	Nahewasser-Untersuchungsstation Bingen-Dietersheim	Imidachloprid	0,023
08.06.16	Mohrbach, unterhalb Air Base Ramstein	Imidachloprid	0,035
03.08.16	Mohrbach, unterhalb Air Base Ramstein	Imidachloprid	0,032
12.09.16	Wiesbach, unterhalb Gensingen	Imidachloprid	0,023
28.12.15	Mosel, Palzem 14M	Imidachloprid	0,025
30.05.16	Mosel, Palzem 14M	Imidachloprid	0,021
14.11.16	Mosel, Palzem 14M	Imidachloprid	0,020
28.11.16	Mosel, Palzem 14M	Imidachloprid	0,026
30.05.16	Mosel, Fankel 14M	Imidachloprid	0,021
31.08.16	Nister Mündung	Imidachloprid	0,040

Bei Abbildung 3 und bei Abbildung 4 sind nur Werte größer BG dargestellt. In der Isenach sind es acht, im Seegraben zehn Werte. Bis auf einen Wert von Clothianidin handelt es sich ausschließlich um die Konzentrationen von Imidachloprid.

Imidachloprid ist bei pH Werten von 4 bis 9 hydrolytisch stabil. Intensive Lichteinstrahlung beschleunigt deutlich den fotochemischen Abbau. Der Wirkstoff ist als biologisch stabil anzusehen.¹

¹ BVL:

https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/01_zulassungsberichte/024787-00-00.pdf?__blob=publicationFile&v=2

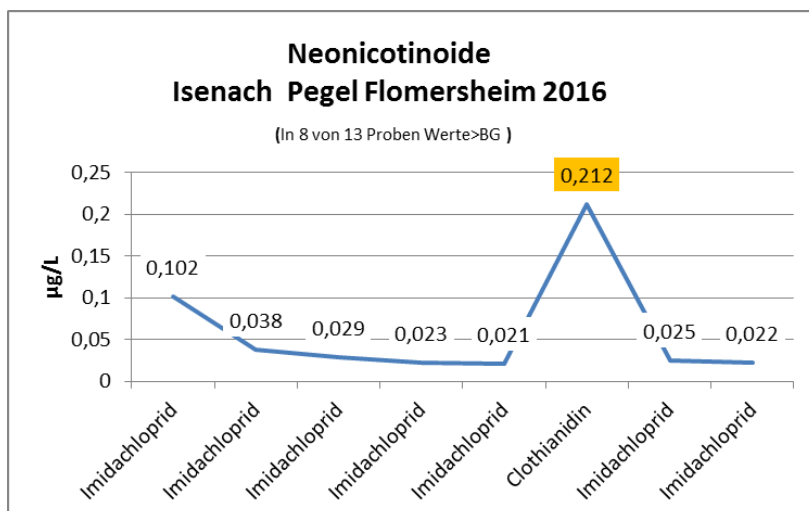


Abbildung 3: Neonicotinoide in der Isenach, Pegel Flomersheim, 2016

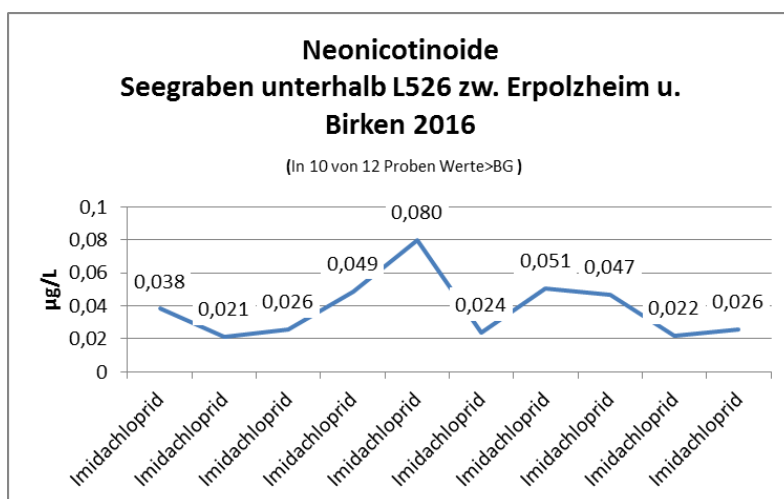


Abbildung 4: Neonicotinoide im Seegraben, 2016

Sortiert nach Höhe der Konzentrationen aus Tabelle 12 werden die Schwerpunkte in Abbildung 5 hervorgehoben. Bis auf die Ausnahme Clothianidin handelt es sich ausschließlich um Imidachloprid. Die beiden Wirkstoffe wurden im Jahr 2016 im Inland in einer Größenordnung von 25-100 t eingesetzt.¹

¹ BVL: Mengen der 2016 im Inland abgegebenen Pflanzenschutzmittel
https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/meld_par_64_2016.html

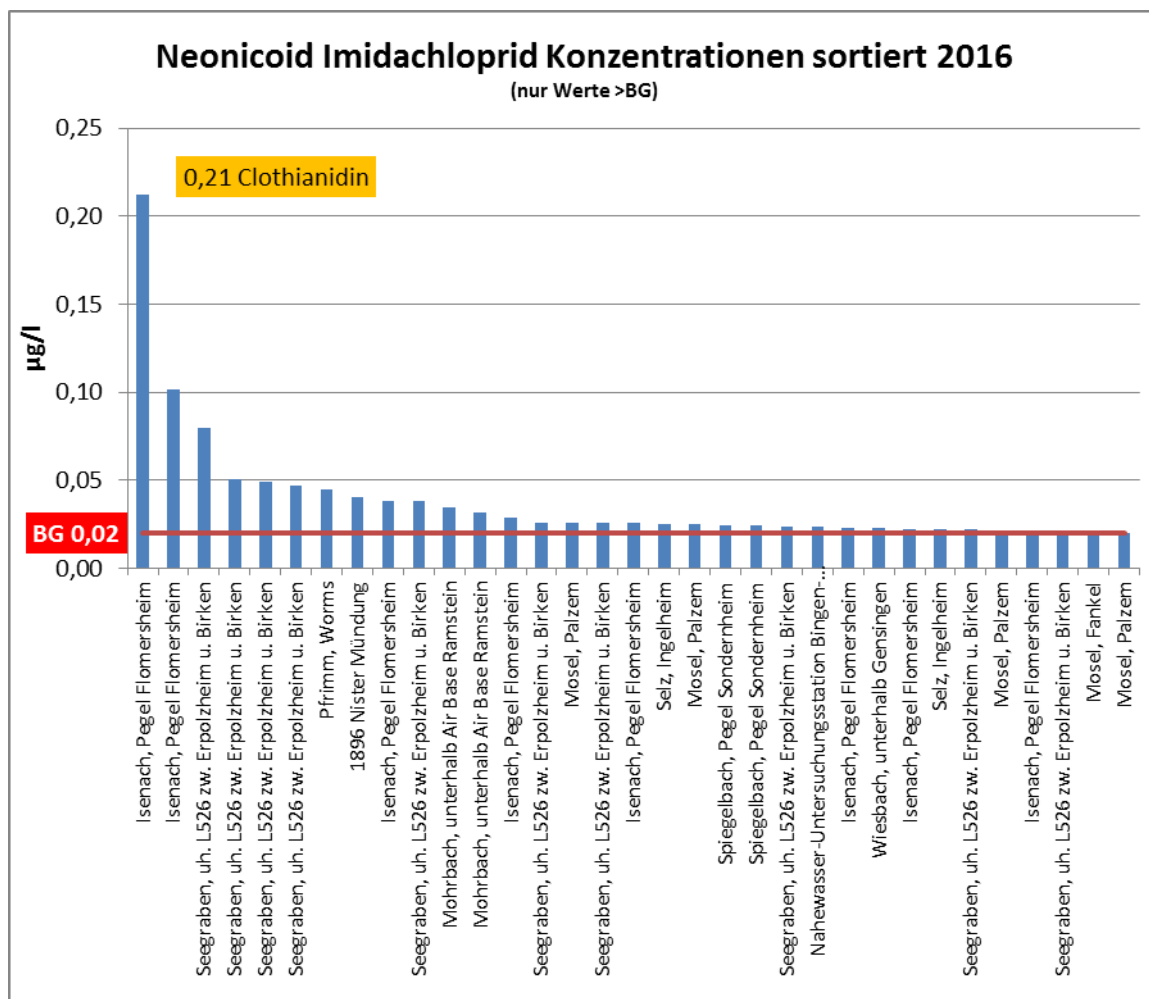


Abbildung 5: Konzentrationen der Neonicotinoide sortiert nach Höhe der Befunde, 2016

Der Einsatz der Stoffe Clothianidin, Imidacloprid und Thiamethoxam wurde von der EU ab Ende 2013 für den Anbau von Mais, Sonnenblumen, Raps und Baumwolle verboten, Ende April 2018 stimmten die EU-Staaten für ein vollständiges Freilandverbot.

3.6 Überschreitungen von Umweltqualitätsnormen

Die Klassifizierung der Fließgewässer für die Chemische Güte wird anhand der WRRL geregelt. Die Einstufung des chemischen Zustands richtet sich nach Umweltqualitätsnormen (UQN) für prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe, die EU-weit geregelt sind. Die Einhaltung dieser UQN entscheiden darüber, ob ein Gewässer als „gut“ oder „nicht gut“ bezeichnet wird.

Die Einstufung des ökologischen Zustands richtet sich im Bereich der chemisch-physikalischen Qualitätskomponenten nach Umweltqualitätsnormen, die national (in der OGewV) geregelt sind.

Die folgenden Tabellen zeigen die Parameter, die für eine Beurteilung entscheidend sind mit den jeweiligen Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnormen (JD-UQN) und den zulässigen Höchstkonzentrationen (ZHK-UQN). Bei Überschreitung einer UQN eines Parameters wird der Wert und das Gewässer in Tabelle 13 angegeben.

Bei den prioritären Stoffe ist für Irgarol (= Cybutryn) an drei Messstellen die Überschreitung des Jahresmittelwertes nachgewiesen worden (vgl. Tabelle 13).

Der Wirkstoff ist ein Biozid, eingesetzt als Antifoulingmittel bei Bootsanstrichen. Seit 31. Januar 2017 ist der Wirkstoff in der EU nicht mehr verkehrsfähig¹. Ob ein Rückgang der Konzentrationen zu beobachten ist, müssen Messungen in den kommenden Jahren zeigen.

Tabelle 13: UQN prioritärer Stoffe und deren Überschreitungen

Prioritäre Stoffe Chemischer Zustand	JD-UQN	ZHK-UQN	Überschreitung		Gewässer
	µg/L	µg/L	JD-UQN	ZHK-UQN	
Alachlor	0,3	0,7			
Atrazin	0,6	2			
Bifenox	0,012	0,04			
Chlorfenvinphos	0,1	0,3			
Chlorpyrifos	0,03	0,1			
Cypermethrin	0,00008	0,0006			
Dichlorvos	0,00006	0,0007			
Diuron	0,2	1,8			
Irgarol	0,0025	0,016	0,011		Seegraben unterh. L526
			0,011		Pfrimm Worms
			0,011		Saar Kanzem
Isoproturon	0,3	1			
Quinoxifen	0,15	2,7			
Simazin	1	4			
Terbutryn	0,065	0,34			

Sieben flussspezifische Stoffe überschreiten das Jahresmittel oder den zugelassenen Höchstwert im Gewässer. Auffallend ist die hohe Konzentration von Flufenacet, ein Bodenherbizid im Acker- und Gemüsebau. Der Höchstwert liegt über dem zehnfachen Wert der erlaubten ZHK.

¹ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/biozide/biozidprodukte/antifouling-mittel>

Tabelle 14: UQN zur Beschreibung des ökologischen Zustands und deren Überschreitungen

Flussgebietsspezifische Schadstoffe Ökologischer Zustand	JD-UQN	ZHK-UQN	Überschreitung		Gewässer
	µg/L	µg/L	JD-UQN	ZHK-UQN	
2,4-D	0,2	1			
Bentazon	0,1				
Bromacil	0,6				
Bromoxynil	0,5				
Carbendazim	0,2	0,7	0,51	2,2 / 3,4	Isenach Pegel Flomersheim
				5,4 / 6,7	Seegraben unterh. L526
				1,3	Wiesbach Pegel Gensingen
Chloridazon (Pyrazon)	0,1		0,11		Seegraben unterh. L526
Chlortoluron	0,4				
Diazinon	0,01		0,011		Mosel Palzem
Dichlorprop	0,1				
Diflufenican	0,009		0,011		Brohlbach Mosel/Mündung
Dimethoat	0,07	1	0,10		Isenach Pegel Flomersheim
Dimoxystrobin	0,03	2			
Epoxiconazol	0,2				
Fenpropimorph	0,02	20			
Flufenacet	0,04	0,2	0,39	4,87	Brohlbach Mosel/Mündung
				0,22	Elzbach Mündung
Flurtamone	0,2	1			
Hexazinon	0,07				
Imidachloprid	0,002	0,1			
Linuron	0,1				
MCPA	2				
Mecoprop	0,1		0,11		Seegraben unterh. L526
Metazachlor	0,4				
Metabenzthiazuron	2				
Metolachlor	0,2				
Metribuzin	0,2				
Nicosulfuron	0,009	0,09			
Omethoat	0,004	2			
Picolinafen	0,007				
Pirimicarb	0,09				
Prometryn	0,5				
Propiconazol	1				
Terbuthylazin	0,5				

3.7 Inlandsabsatz 2016

Das BVL¹ veröffentlicht jährlich die Absatzmenge an PSM im In- und Ausland. Ein Auszug aus der Rangliste der Wirkstoffe mit dem höchsten Inlandabsatz im Jahr 2016, reduziert auf die Wirkstoffe, die im Messprogramm 2016 analysiert wurden, ist in Tabelle 15 komprimiert zusammengefasst. Es werden die Anzahl der positiven Befunde und die Gewässer, in denen der Wirkstoff > 0,1 µg/L analysiert wird tabellarisch und grafisch dargestellt. Die hohe Absatzmenge bei zwei der fünf Wirkstoffe (Prosulfocarb und Pendimethalin) in Deutschland widerspiegelt sich nicht in Häufigkeit der Befunde und in der Höhe der Konzentrationen. Bei Glyphosat sind sowohl die Anzahl der positiven Nachweise als auch die Höhe der Konzentrationen herausragend. Durchgängig nachweisbar ist keiner dieser Wirkstoffe.

¹ BVL, 13. November 2017 „Absatz an Pflanzenschutzmitteln in der Bundesrepublik Deutschland 2016“

Tabelle 15: Absatzmenge 2016 an PSM im Inland in Kombination der Wiederfindungsrate im Gewässer

2016	Absatzmenge in (t)	Anzahl der untersuchten Proben	Anzahl der Proben >BG	Anzahl der Proben >0,1µg/l	Gewässer der Proben >0,1µg/l
Glyphosat	2500-10000	386	84	74	alle außer Wied, Nister, Elzbach, Flaumbach, Seebach, Mosel Fankel
Prosulfocarb	1000-2500	371	14	0	
Pendimethalin	250-1000	371	4	0	
Terbuthylazin	250-1000	371	23	3	Erlenbach, Pegel Rheinzabern Spanger Bach, unterhalb Weilbach Brohlbach, Mosel/Mündung
Tebuconazol	250-1000	371	54	8	Wiesbach, unterhalb Gensingen Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken (2) Isenach, Pegel Flomersheim (2) Erlenbach, Pegel Rheinzabern Selz, Ingelheim (2)

4 FRACHTBERECHNUNG AM BEISPIEL EINIGER GEWÄSSER

Beispielhaft an drei Gewässern werden die Frachten, die am Tag der Probenahme gemessen werden tabellarisch und grafisch dargestellt (Tabelle 16 und Abbildung 6 abc, Abbildung 7abc, Abbildung 8abc). Eine detaillierte tabellarische Auswertung, gegliedert in Werte > BG und Anzahl der Werte > 0,1 µg/L erfolgt in den Tabellen 17-19.

Der Wiesbach als Vertreter der Nahe-Nebengewässer, die Isenach als stark belastetes Grenzgewässer zwischen Rheinhessen im Norden und der Pfalz im Süden und die Selz, die durch die 14 Tages- Mischproben eine höhere Ergebnisdichte ermöglicht. Pro Messstelle werden drei Darstellungen abgebildet. Einmal mit allen Wirkstoffgruppen und Einzelwirkstoffen; eine Abbildung nur mit Arzneimittel und PSM samt Metabolite und abschließend die PSM-Wirkstoffe und deren Metabolite.

Die Gruppe der Arzneimittel beeinflusst die Gewässer in besonderem Maße, da über hohe Konzentrationen an Arzneimittelrückständen hohe Frachten eingetragen werden. Die Abbildungen 9-11 zeigen den jahreszeitlichen Verlauf der Frachten in Abhängigkeit des Abflusses.

Mit höheren Abflüssen steigen parallel die Frachten. Im Juni steigen diese im Wiesbach und in der Isenach um mehr als das Doppelte; in der Selz tritt dieser Effekt etwas früher, Ende Mai, auf. Beeinflusst wird eine hohe Fracht neben erhöhtem Abfluss von der Anzahl der Wirkstoffe > BG und hohen Einzelwerten (Tabelle 17).

Die höchste Fracht erfolgt im **Wiesbach** durch PSM-Wirkstoffe mit 641 g/d im Juni (Tabelle 16). Acht PSM-Wirkstoffe waren in der Juniprobe > 0,1 µg/L und jeweils elf Arzneimittel-

Wirkstoffe in Mai und September (Tabelle 17). Für die hohen Frachten sämtlicher Wirkstoffgruppen und Einzelwirkstoffe ist der Abfluss ausschlaggebend. Am Tag der Probenahme im Juni lag er mit $2,33 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Gensingen ca. fünfmal so hoch ist wie der MQ ($0,44 \text{ m}^3/\text{s}$).

Die höchste Fracht mit 1430 g/d im Februar in der **Isenach** wird dominiert vom PSM-Wirkstoff Acetochlor mit einem sehr hohen Einzelwert. Die Ursache des hohen Eintrages war eine Gewässerverunreinigung, die inzwischen gefunden und abgestellt wurde. Acetochlor ist in Deutschland nicht mehr zugelassen. Die Fracht 2016 lag bei den PSM-Wirkstoffen an zwei Tagen über 1 kg/d ; bei den Arzneimittel-Wirkstoffen an drei Tagen über 1 kg/d (Tabelle 16). Zwölf PSM-Wirkstoffe wurden im Juni und September und 13 Arzneimittel-Wirkstoffe im August in Konzentrationen $> 0,1 \text{ } \mu\text{g/L}$ gemessen. Die Anzahl der PSM-Wirkstoffe war in der Isenach mit bis zu 33 Wirkstoffen im April sehr hoch (Tabelle 18). Im Juni 2016 war der Abfluss am Tag der Probenahme mit $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$ am Pegel Flomersheim ca. dreimal so hoch ist wie der MQ ($0,97 \text{ m}^3/\text{s}$).

An der **Selz** wurden bis Ende August 14 Tages- Mischproben mittels eines automatischen Probenehmer gewonnen. Danach musste die Station aufgrund fehlenden Personals stillgelegt werden. Die höchste Fracht mit 306 g/d erfolgt durch Arzneimiteleinträge. Die höchste PSM-Fracht mit 148 g/d wird Ende Mai, einhergehend mit einem erhöhten Abfluss ($1,4 \text{ m}^3/\text{s}$; MQ: $0,68 \text{ m}^3/\text{s}$) berechnet. Die Hauptbelastung Ende Mai ist bei den PSM-Wirkstoffen durch die hohe Anzahl an Werten $> \text{BG}$ (17) erklärbar; zwei Wirkstoffe (Glyphosat und Ethofumesat) sind $> 0,1 \text{ } \mu\text{g/L}$ (Tabelle 19). In der Selz sind die Frachten von Perchlorat vergleichsweise hoch. In der Probe vom 04.04.2016 ist die Fracht von Perchlorat, einem einzelnen Wirkstoff, um das 1,5fache höher als die Fracht von 13 PSM-Wirkstoffen und vier Metaboliten.

Tabelle 16: Frachtschätzungen an drei ausgewählten Messstellen in g/d

	Datum	PSM	Metabolite	Arzneimittel	Acesulfam-K	Perchlorat	DEET
Wiesbach, unterhalb Gensingen	05.01.16	26	22	85		104	0,69
	02.02.16	19	39	132	35	12	0,00
	01.03.16	29	98	195	185	23	0,00
	04.04.16	40	121	229	188	28	4,1
	02.05.16	88	110	346	267	32	0,00
	24.05.16	71	37	133	98	21	5,7
	21.06.16	641	269	591	320	109	12,6
	19.07.16	48	30	118	37	24	5,0
	15.08.16	44	15	117	52	22	3,6
	12.09.16	32	17	142	30	19	0,92
	11.10.16	26	15	98	37	16	0,52
	14.11.16	33	93	113	105	26	0,00
Isenach, Pegel Flomersheim	14.01.16	99	250	333		45	3
	16.02.16	1430	189	392	315	17	2
	17.03.16	197	101	514	208	9	2
	14.04.16	278	138	780	489	22	3
	19.05.16	433	232	667	459	22	20
	17.06.16	477	741	1015	419	87	21
	13.07.16	1199	242	1254	500	39	26
	11.08.16	434	243	1069	239	29	14
	07.09.16	207	94	429	68	12	3
	04.10.16	209	82	437	141	18	4
	29.11.16	235	217	513	223	31	4
	08.12.16	305	133	731	223	19	2
Selz, Ingelheim 14-Tage-Mischprobe	28.12.15	31	61	102		331	2,1
	11.01.16	31	70	109		115	1,6
	25.01.16	37	37	265	94	34	1,2
	08.02.16	41	96	306	137	63	0,0
	22.02.16	39	90	279	74	41	0,0
	07.03.16	26	64	227	58	47	1,3
	21.03.16	81	66	321	66	138	1,8
	04.04.16	80	79	233	132	139	0,0
	18.04.16	68	41	123	73	105	13,3
	02.05.16	52	68	133	24	57	10,6
	16.05.16	53	75	202	32	67	3,2
	30.05.16	148	228	286	70	112	7,9
	13.06.16	138	102	257	89	121	5,1
	27.06.16	77	41	155	30	85	4,1
11.07.16	78	113	171	41	49	7,9	
25.07.16	83	78	180	72	49	6,8	
08.08.16	43	26	109	53	50	1,8	
22.08.16	41	19	86	45	40	1,3	

Tabelle 17: Wiesbach, Anzahl der Werte > BG und > 0,1 µg/L

Datum	PSM Werte > BG	PSM Werte > 0,1 µg/L	Metabolite Werte > BG	Metabolite Werte > 0,1 µg/L	Arzneimittel Werte > BG	Arzneimittel Werte > 0,1 µg/L	Acesulfam-K Werte > BG	Acesulfam-K Werte > 0,1 µg/L	Perchlorat Werte > BG	Perchlorat Werte > 0,1 µg/L	DEET Werte > BG	DEET Werte > 0,1 µg/L
05.01.16	9	1	3	1	10	6	nicht gemessen	nicht gemessen	1	1	1	0
02.02.16	4	1	5	3	12	8	1	1	1	1	0	0
01.03.16	3	1	6	4	14	9	1	1	1	1	0	0
04.04.16	2	0	5	4	9	8	1	1	1	1	1	0
02.05.16	12	3	5	3	14	11	1	1	1	1	0	0
24.05.16	16	4	4	2	12	9	1	1	1	1	1	1
21.06.16	14	8	4	3	11	6	1	1	1	1	1	0
19.07.16	9	4	4	3	11	7	1	1	1	1	1	1
15.08.16	15	6	3	1	15	9	1	1	1	1	1	1
12.09.16	14	2	2	2	13	11	1	1	1	1	1	0
11.10.16	10	2	2	2	12	10	1	1	1	1	1	0
14.11.16	10	1	7	3	11	8	1	1	1	1	0	0

Tabelle 18: Isenach, Anzahl der Werte > BG und > 0,1 µg/L

Datum	PSM Werte > BG	PSM Werte > 0,1 µg/L	Metabolite Werte > BG	Metabolite Werte > 0,1 µg/L	Arzneimittel Werte > BG	Arzneimittel Werte > 0,1 µg/L	Acesulfam-K Werte > BG	Acesulfam-K Werte > 0,1 µg/L	Perchlorat Werte > BG	Perchlorat Werte > 0,1 µg/L	DEET Werte > BG	DEET Werte > 0,1 µg/L
14.01.16	16	2	8	6	12	8	nicht gemessen	nicht gemessen	1	1	1	0
16.02.16	12	2	8	5	15	10	1	1	1	1	1	0
17.03.16	18	4	7	5	18	12	1	1	1	1	1	0
14.04.16	33	8	6	4	17	11	1	1	1	1	1	0
19.05.16	24	11	7	6	16	11	1	1	1	1	1	1
17.06.16	21	3	7	5	10	8	1	1	1	1	1	0
13.07.16	30	12	7	5	14	11	1	1	1	1	1	1
11.08.16	28	9	8	5	17	13	1	1	1	1	1	1
07.09.16	30	12	6	4	16	12	1	1	1	1	1	0
04.10.16	30	6	6	3	15	11	1	1	1	1	1	0
29.11.16	9	2	9	5	15	9	1	1	1	1	1	0
08.12.16	11	2	8	5	16	11	1	1	1	1	1	0

Tabelle 19: Selz, Anzahl der Werte > BG und > 0,1 µg/L

Datum	PSM Werte > BG	PSM Werte > 0,1 µg/L	Metabolite Werte > BG	Metabolite Werte > 0,1 µg/L	Arzneimittel Werte > BG	Arzneimittel Werte > 0,1 µg/L	Acesulfam-K Werte > BG	Acesulfam-K Werte > 0,1 µg/L	Perchlorat Werte > BG	Perchlorat Werte > 0,1 µg/L	DEET Werte > BG	DEET Werte > 0,1 µg/L
28.12.15	7	0	2	2	9	7	nicht gemessen	nicht gemessen	1	1	1	0
11.01.16	6	0	2	2	9	6	nicht gemessen	nicht gemessen	1	1	1	0
25.01.16	5	1	2	1	14	11	1	1	1	1	1	0
08.02.16	3	0	3	2	14	10	1	1	1	1	0	0
22.02.16	3	0	3	2	13	10	1	1	1	1	0	0
07.03.16	2	0	3	2	14	11	1	1	1	1	1	0
21.03.16	8	1	5	2	15	12	1	1	1	1	1	0
04.04.16	13	1	4	2	13	10	1	1	1	1	0	0
18.04.16	12	1	3	1	9	7	1	1	1	1	1	1
02.05.16	10	2	3	3	12	8	1	1	1	1	1	1
16.05.16	15	1	4	3	13	9	1	1	1	1	1	0
30.05.16	17	2	2	2	11	9	1	1	1	1	1	0
13.06.16	15	4	2	2	12	9	1	1	1	1	1	0
27.06.16	14	4	2	2	12	9	1	1	1	1	1	0
11.07.16	15	3	2	2	13	9	1	1	1	1	1	1
25.07.16	17	4	3	2	12	9	1	1	1	1	1	1
08.08.16	12	3	2	1	12	9	1	1	1	1	1	0
22.08.16	13	3	2	1	11	7	1	1	1	1	1	0

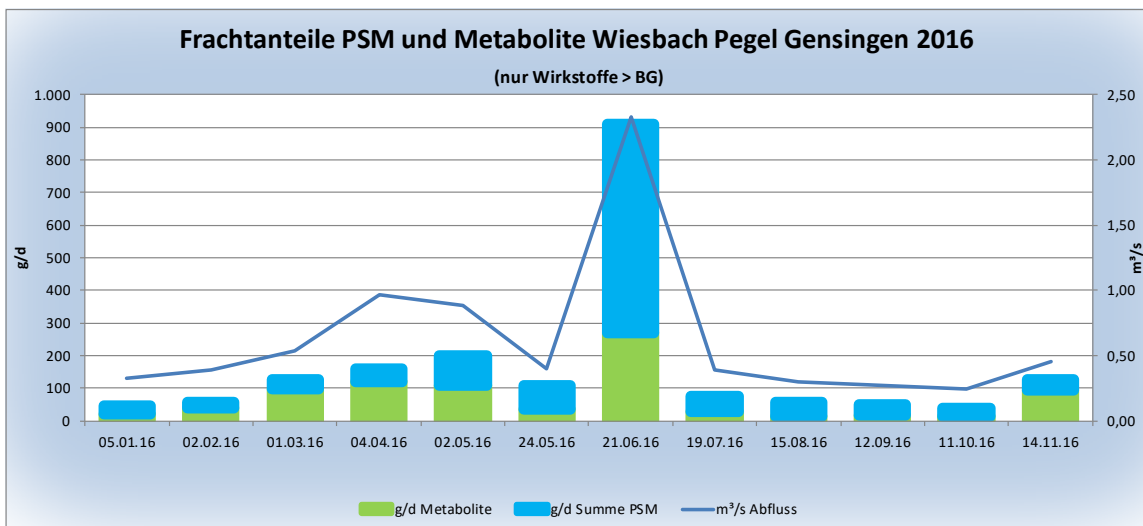
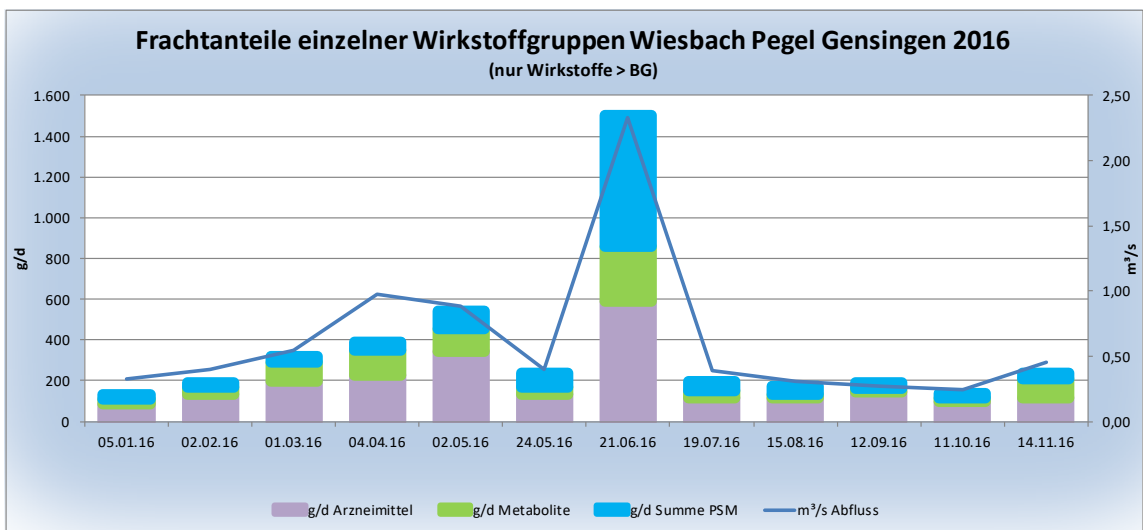
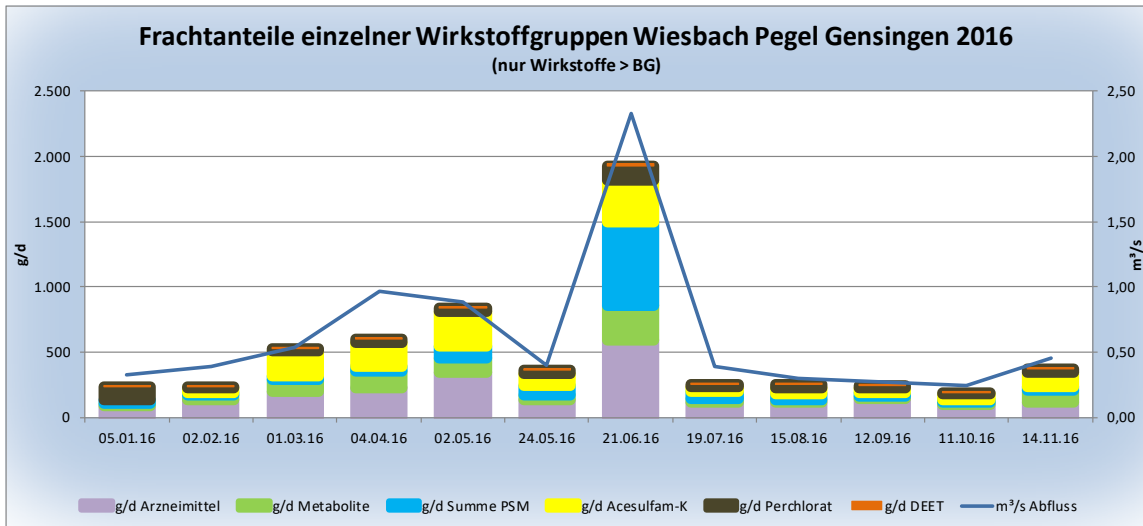


Abbildung 6abc: Wiesbach Frachtanteile zum Zeitpunkt der Probenahme

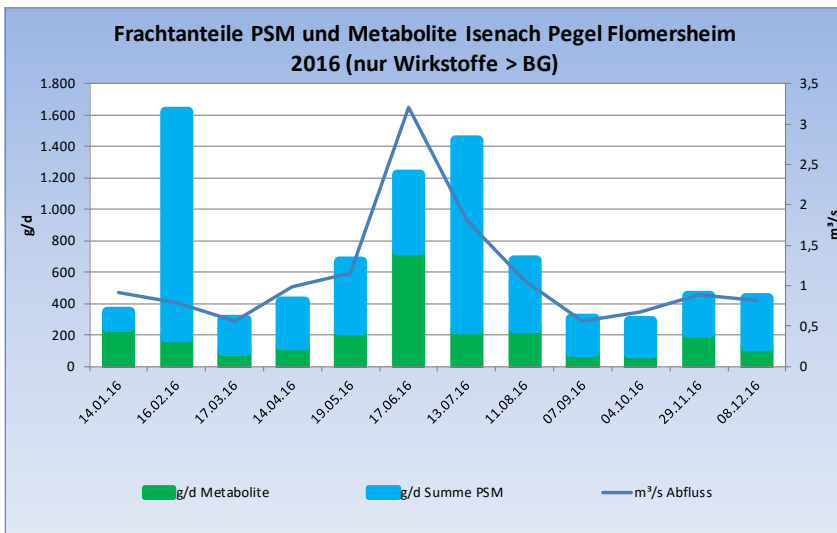
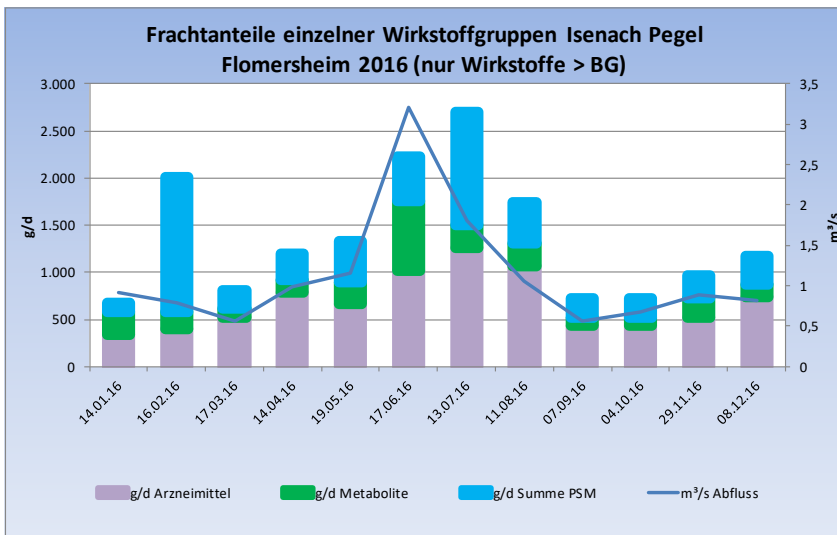
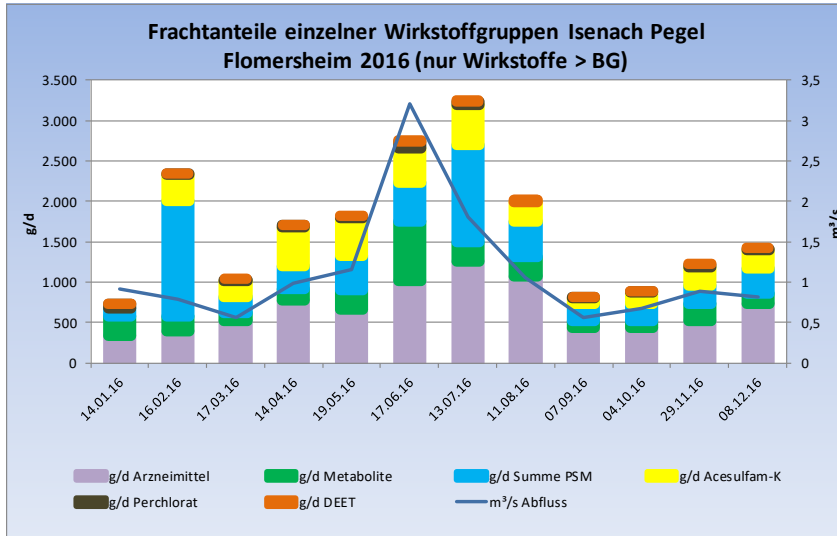


Abbildung 7abc: Isenach Frachtanteile zum Zeitpunkt der Probenahme

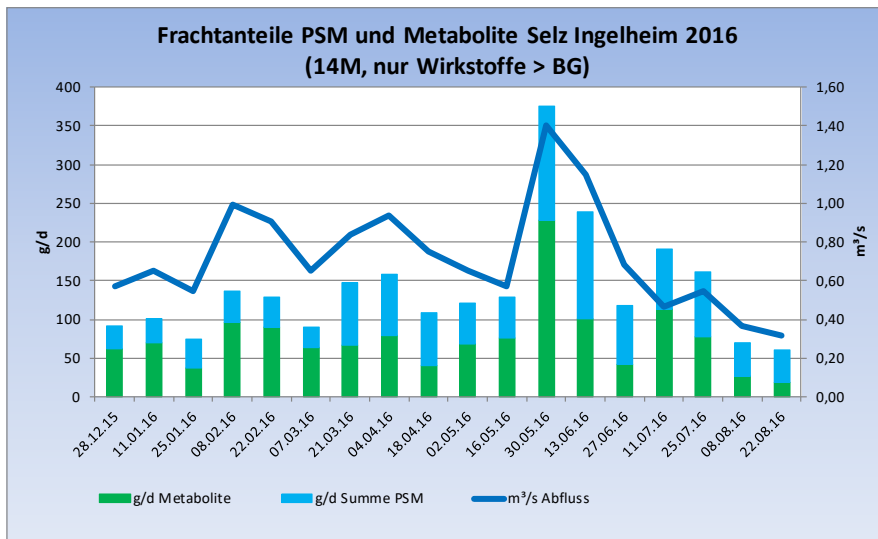
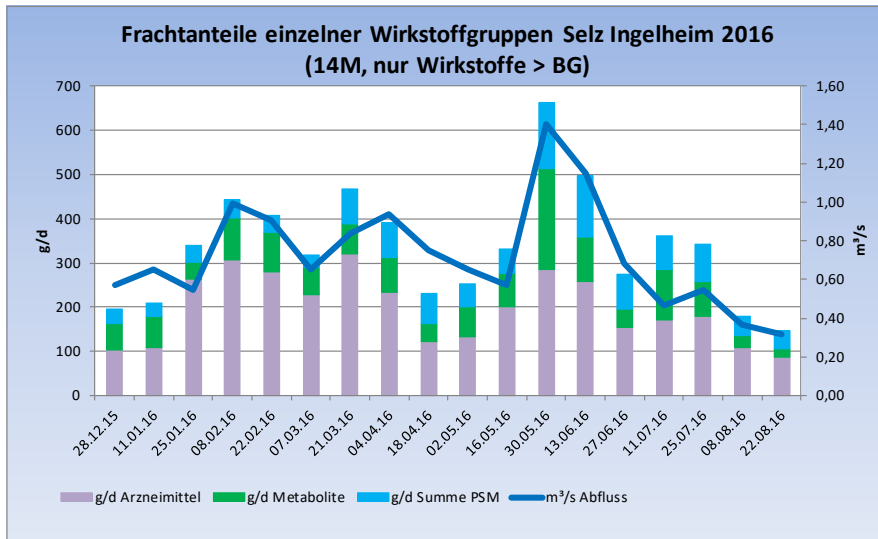
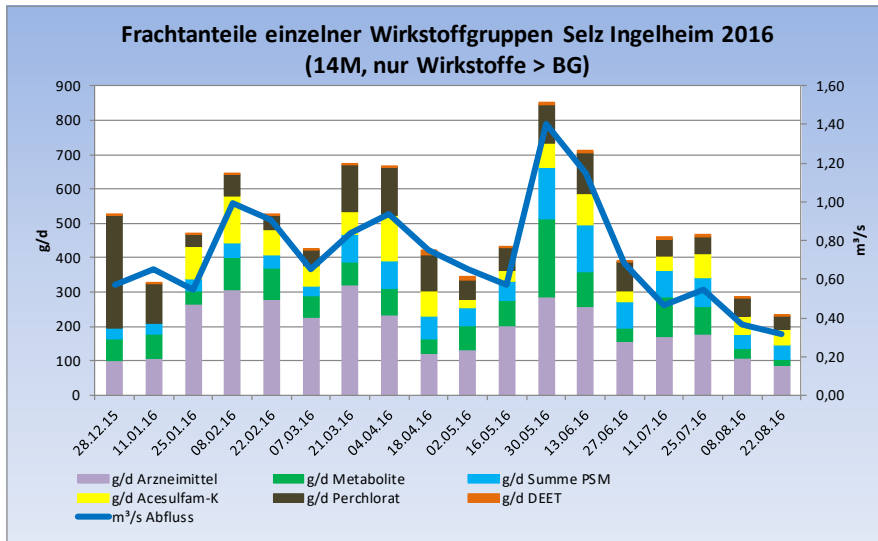


Abbildung 8abc: Selz Frachtanteile zum Zeitpunkt der Probenahme

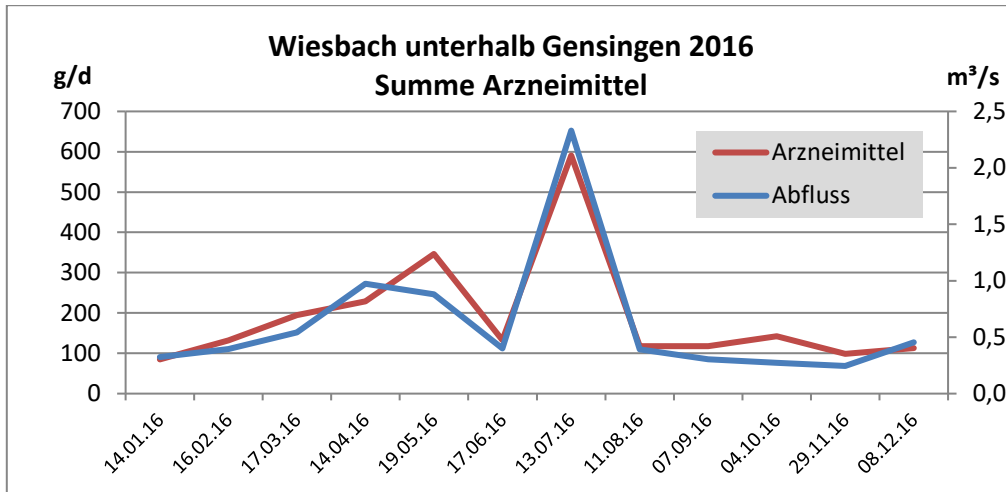


Abbildung 9: Arzneimittelfracht und Abfluss im Wiesbach

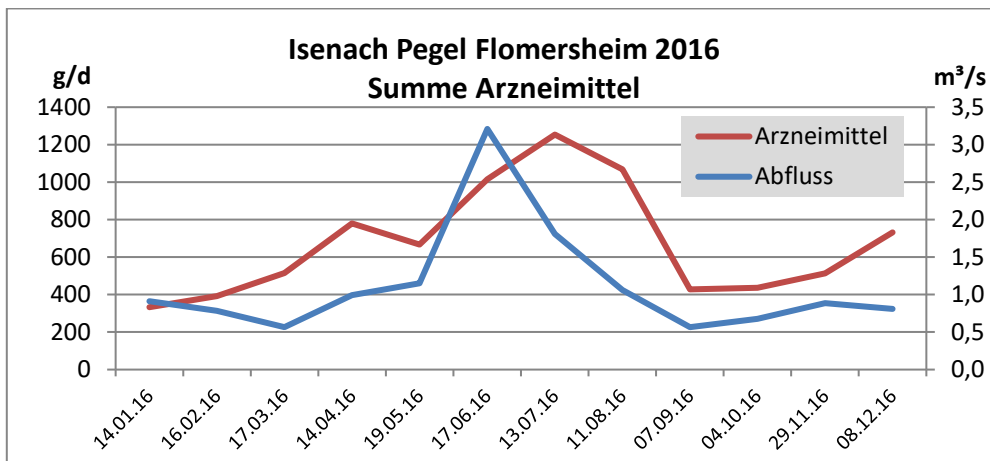


Abbildung 10: Arzneimittelfracht und Abfluss in der Isenach

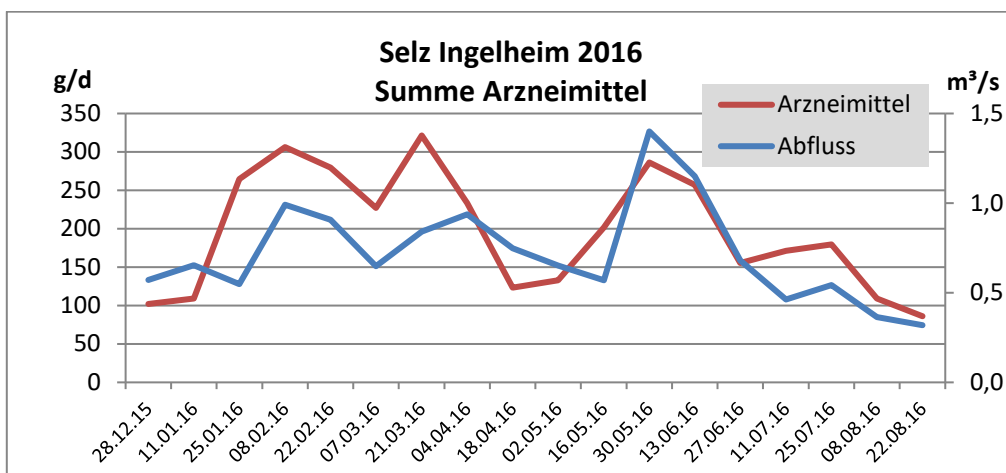


Abbildung 11: Arzneimittelfracht und Abfluss in der Selz

5 AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE PSM-METABOLITE

Es wurden 2016 insgesamt 18 Metabolite untersucht, von denen nur Metribuzin-desamino in allen untersuchten Gewässern immer unter der Bestimmungsgrenze lag. Die übrigen 17 Metabolite lagen in mindestens einer Probe über der BG; einige Maximalwerte in Konzentrationen bis zu dem 60-fachen der BG (Tabelle 21). Es gibt Metabolite, die nur in einer bestimmten Region oder in einem bestimmten Gewässer auftreten, andere sind fast in jedem Gewässer nachweisbar. In Tabelle 20 werden Metabolite (außer Metazachlor- und Chloridazon-Metabolite), deren Konzentrationen > BG liegen den entsprechenden Gewässern zugeordnet. Tabelle 22 zeigt Vorkommen der Metazachlor- und Chloridazon-Metaboliten. Grau unterlegt sind die Gewässer, in denen der höchste Wert (Maximalwert) gemessen wurde.

Eine ausführlichere Betrachtung mit den bedeutendsten Metaboliten, den Metazachlor- und Chloridazon-Metaboliten (sog. nicht relevante Metabolite), erfolgt gesondert im Anschluss in Kapitel **5.1 Metazachlor Metabolite** und **5.2 Chloridazon Metabolite**.

Die Einsatzgebiete einiger PSM-Wirkstoffe, deren Metabolite in Tabelle 20 den Gewässern zugeordnet werden, sind im Folgenden kurz beschrieben:

- Der Wirkstoff Dimethachlor wird überwiegend als Voraufbauherbizid im Rapsanbau eingesetzt. Die Gewässer, in denen die Metabolite dieses Wirkstoffes nachgewiesen wurden liegen im nördlichen Rheinland-Pfalz und spiegeln dieses Einsatzgebiet wieder (Mosel, Saar, Elzbach, Brohlbach, Lahn).
- Metalaxyl wird als Fungizid überwiegend im Anbau von Raps, Wein, Gemüse und Wein eingesetzt. In Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze sind die Metabolite dieses Wirkstoffes in zwei Gewässern, dem Rhein und der Isenach nachweisbar.
- Metamitron ist ein Rübenherbizid und wird im Vor- und Nachaufbau eingesetzt. Werte > BG finden sich wieder in den Gewässern Rheinhessens (Selz, Isenach, Pfrimm und Wiesbach).

Tabelle 20: sonstige PSM-Metabolite > BG und zugehörige Gewässer

Metabolit	nur in diesen Gewässern mindestens 1 Wert >BG	Metabolit	nur in diesen Gewässern mindestens 1 Wert >BG
Azoxystrobin-carbonsäure	Isenach Pg. Flomersheim [0,49]*	Metalaxyl-carbonsäure	Isenach Pg. Flomersheim [0,12]*
Dimethachlor-sulfonsäure	Elzbach Mündung [0,2]*		Rhein Mainz Leitung 1
	Mosel/ Palzem	Metalaxyl-dicarbonsäure	Isenach Pg. Flomersheim [0,09]*
	Brohlbach Mündung	Metolachlor-sulfonsäure	Spangerbach unterh. Weilbach [0,5]*
	Lahn/ Lahnstein		Brohlbach Mündung
	Mosel/ Fankel		Elzbach Mdg.
	Saar/ Kanzern		Erlenbach Pg. Rheinzabern
Dimethachlor-carbonsäure	Mosel/ Fankel [0,12]*		Flaumbach
	Mosel/ Palzem		Lahn/ Lahnstein
	Saar/ Kanzern		Mosel/ Fankel
Dimethenamid-sulfonsäure	Brohlbach Mündung [0,44]*		Mosel/Palzem
	Wiesbach Pg. Gensingen		Nahe/ Dietersheim
	Elzbach Mdg.		Rhein Mainz Leitung 1
	Flaumbach		Saar/ Kanzern
	Isenach Pg. Flomersheim		Sauer Mündung
	Lahn/ Lahnstein		Wiesbach Pg. Gensingen
	Mosel/ Fankel	Metolachlor-carbonsäure	Erlenbach Pg. Rheinzabern [0,24]*
	Mosel/ Palzem		Brohlbach Mündung
	Nahe/ Dietersheim		Elzbach Mdg.
	Pfrimm/ Worms		Mosel/ Fankel
	Saar/ Kanzern		Mosel/Palzem
	Spangerbach unterh. Weilbach		Saar/ Kanzern
Dimethenamid-carbonsäure	Pfrimm/ Worms [0,16]*		Selz Ingelheim
	Brohlbach Mündung	Thiacloprid-sulfonsäure	Isenach Pg. Flomersheim [0,06]*
	Elzbach Mdg.	Trifloxystrobin-dicarbonsäure	Isenach Pg. Flomersheim [0,06]*
	Flaumbach	Metamitron- desamino	Selz Ingelheim [0,2]*
	Isenach Pg. Flomersheim		Isenach Pg. Flomersheim
	Lahn/ Lahnstein		Pfrimm/ Worms
	Mosel/ Fankel		Wiesbach Pg. Gensingen
	Mosel/ Palzem		
	Nahe/ Dietersheim		
	Saar/ Kanzern		
	Spangerbach unterh. Weilbach		
	Wiesbach Pg. Gensingen		
		*Maximalwert [µg/l]	

Die Maximalwerte sind in Tabelle 21 den Messstellen zugeordnet. Erwartungsgemäß dominieren die Metazachlor- und Chloridazonkonzentrationen.

Tabelle 21: Maximalwerte der PSM-Metabolite

Wirkstoff	Maximalwert µg/L	Messstelle
Metazachlor-sulfonsäure	3,8	Brohlbach Mündung Mosel
Metazachlor-carbonsäure	3,2	Pfrimm Worms
Chloridazon-desphenyl	2,7	Pfrimm Worms
Azoxystrobin-carbonsäure	0,49	Isenach PegelFlomersheim
Metolachlor-sulfonsäure	0,48	Spangerbach unterh. Weilbach
Dimethenamid-sulfonsäure	0,44	Brohlbach Mündung Mosel
Metazachlor-dicarbonsäure	0,41	Pfrimm Worms
Chloridazon-desphenyl-methyl	0,34	Pfrimm Worms
Metolachlor-carbonsäure	0,24	Erlenbach Pegel Rheinzabern
Dimethachlor-sulfonsäure	0,20	Elzbach Mündung
Metamitron- desamino	0,19	Selz Ingelheim
Dimethenamid-carbonsäure	0,15	Pfrimm Worms
Metaxyl-carbonsäure	0,12	Isenach PegelFlomersheim
Dimethachlor-carbonsäure	0,12	Mosel Fankel
Metaxyl-dicarbonsäure	0,09	Isenach PegelFlomersheim
Thiacloprid-sulfonsäure	0,06	Isenach PegelFlomersheim
Trifloxystrobin-dicarbonsäure	0,06	Isenach PegelFlomersheim

Die Metabolite, deren Konzentrationen am häufigsten die BG überschreiten und in den meisten Gewässern dominieren, sind Metazachlor- und Chloridazon Metabolite. Eine ausführliche Bewertung folgt in den anschließenden Kapitel 5.1 und 5.2.

Tabelle 22: Metazachlor- und Chloridazon-Metabolite >BG

Metabolit	nur in diesen Gewässern mindestens 1 Wert >BG	Metabolit	nur in diesen Gewässern mindestens 1 Wert >BG
Chloridazon-desphenyl	Pfrimm/ Worms [2,7]* Brohlbach Mündung Elzbach Mdg. Erlenbach Pg. Rheinzabern Flaumbach Guldenbach Mündung Isenach Pg. Flomersheim Lahn/ Lahnstein Mohrbach unterh. Air Base Ramstein Mosel/ Fankel Mosel/Palzem Nahe/ Dietersheim Nister Mdg. Rhein Mainz Leitung 1 Saar/ Kanzem Sauer Mdg. Seebach unterh. Osthofen Seegraben unterh. L526 Selz Ingelheim Spangerbach unterh. Weilbach Spiegelbach Pg. Sondernheim Wied/ Niederbieber Wiesbach Pg. Gensingen	Metazachlor-carbonsäure	Pfrimm/ Worms [0,41]* Brohlbach Mündung Elzbach Mdg. Erlenbach Pg. Rheinzabern Flaumbach Guldenbach Mündung Isenach Pg. Flomersheim Lahn/ Lahnstein Mosel/ Fankel Mosel/Palzem Nahe/ Dietersheim Saar/ Kanzem Sauer Mdg. Selz Ingelheim Spangerbach unterh. Weilbach Spiegelbach Pg. Sondernheim Wied/ Niederbieber Wiesbach Pg. Gensingen
Chloridazon-desphenyl-methyl	Pfrimm/ Worms [0,34]* Wied/ Niederbieber Brohlbach Mdg. Elzbach Mdg. Erlenbach Pg. Rheinzabern Isenach Pg. Flomersheim Sauer Mdg. Seebach unterh. Osthofen Selz Ingelheim Wiesbach Pg. Gensingen	Metazachlor-dicarbonensäure	Pfrimm/ Worms [4,1]* Brohlbach Mündung Elzbach Mdg. Flaumbach Guldenbach Mündung Isenach Pg. Flomersheim Lahn/ Lahnstein Mosel/ Fankel Mosel/Palzem Nahe/ Dietersheim Saar/ Kanzem Wiesbach Pg. Gensingen
		Metazachlor-sulfonsäure	Brohlbach Mündung [3,8]* Elzbach Mdg. Erlenbach Pg. Rheinzabern Flaumbach Guldenbach Mündung Isenach Pg. Flomersheim Lahn/ Lahnstein Mosel/ Fankel Mosel/Palzem Nahe/ Dietersheim Pfrimm/ Worms Saar/ Kanzem Sauer Mdg. Seegraben unterh. L526 Selz Ingelheim Spiegelbach Pg. Sondernheim Wied/ Niederbieber Wiesbach Pg. Gensingen

*Maximalwert [µg/l]

5.1 Metazachlor Metabolite

Die Tabellen im folgenden Kapitel zeigen, dass in der Gruppe der Metazachlor-Metabolite der Metabolit Metazachlor-sulfonsäure am häufigsten auftritt. Haupteinsatzgebiet von Me-

tazachlor ist der Rapsanbau. Die Maximalwerte treten in den Gewässern Pfrimm und Brohlbach auf. Die Anzahl der Gewässer, in denen ein Metabolit nie > BG war ist bei Metazachlor-dicarbonensäure besonders hoch.

Tabelle 23: Vorkommen von Metazachlor-Metaboliten

Metazachlor-sulfonsäure	
durchgängig nachweisbar	immer < BG
Brohlbach Mdg.	Mohrbach unterh. Air Base Ramstein
Nahe/ Dietersheim	Nister Mdg.
Guldenbach Mdg.	Rhein Mainz Leitung 1
Isenach Pg. Flomersheim	Seebach unterh. Osthofen
Lahn/ Lahnstein	Spiegelbach Pg. Sondernheim
Pfrimm/ Worms	
Sauer Mdg.	
Wied/ Niederbieber	
Wiesbach Pg. Gensingen	
Elzbach Mdg.	

Metazachlor-dicarbonensäure	
durchgängig nachweisbar	immer < BG
	Erlenbach Pg. Rheinzabern
	Selz/ Ingelheim
	Mohrbach unterh. Air Base Ramstein
	Nister Mdg.
	Rhein Mainz Leitung 1
	Sauer Mdg.
	Seebach unterh. Osthofen
	Seegraben unterh. L526
	Spangerbach unterh. Weilbach
	Spiegelbach Pg. Sondernheim
	Wied/ Niederbieber

Metazachlor-carbonsäure	
durchgängig nachweisbar	immer < BG
Isenach Pg. Flomersheim	Mohrbach unterh. Air Base Ramstein
	Nister Mdg.
	Seebach unterh. Osthofen
	Seegraben unterh. L526

Beispielhaft wird der Verlauf der Konzentrationen in drei Gewässern dargestellt (Maßstab).

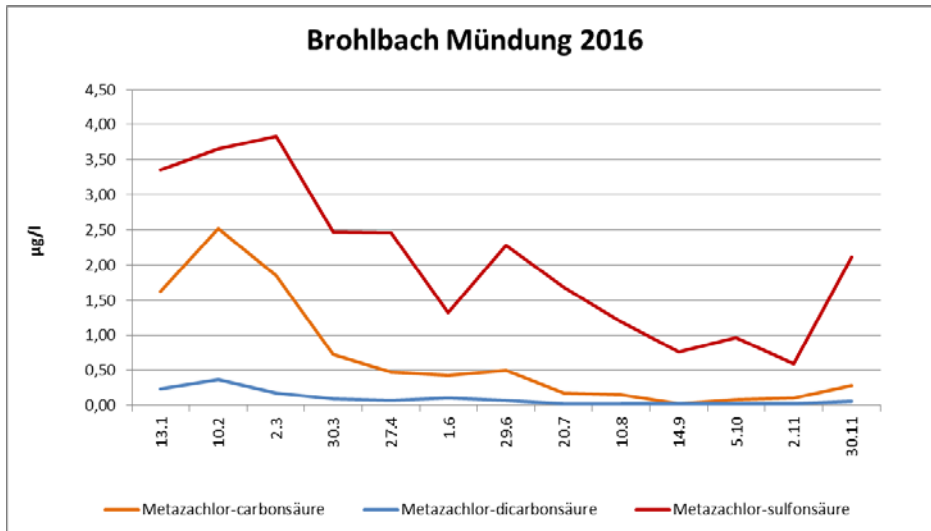


Abbildung 12: Metazachlor-Metabolite Brohlbach

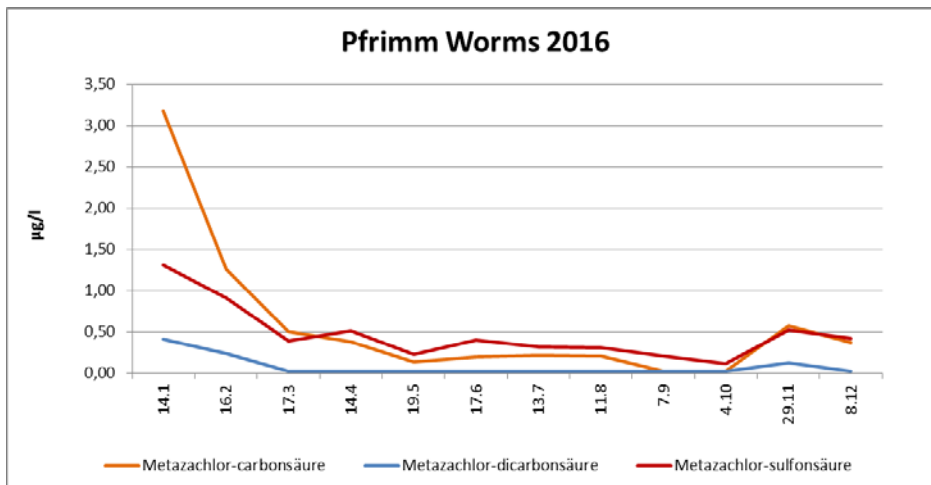


Abbildung 13: Metazachlor-Metabolite Pfrimm

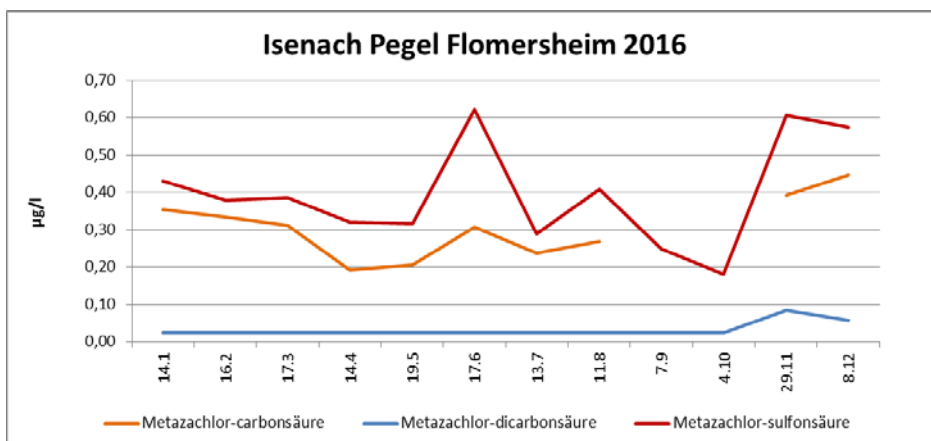


Abbildung 14: Metazachlor-Metabolite Isenach

Es gibt eindeutige Konzentrationsspitzen bei den PSM-Metaboliten. In den niederschlagsreichen Monaten November bis März steigen auch die Konzentrationen der Metabolite an. Der Hersteller empfiehlt für den Wirkstoff Metazachlor in den Monaten Oktober bis März keine Anwendung.¹

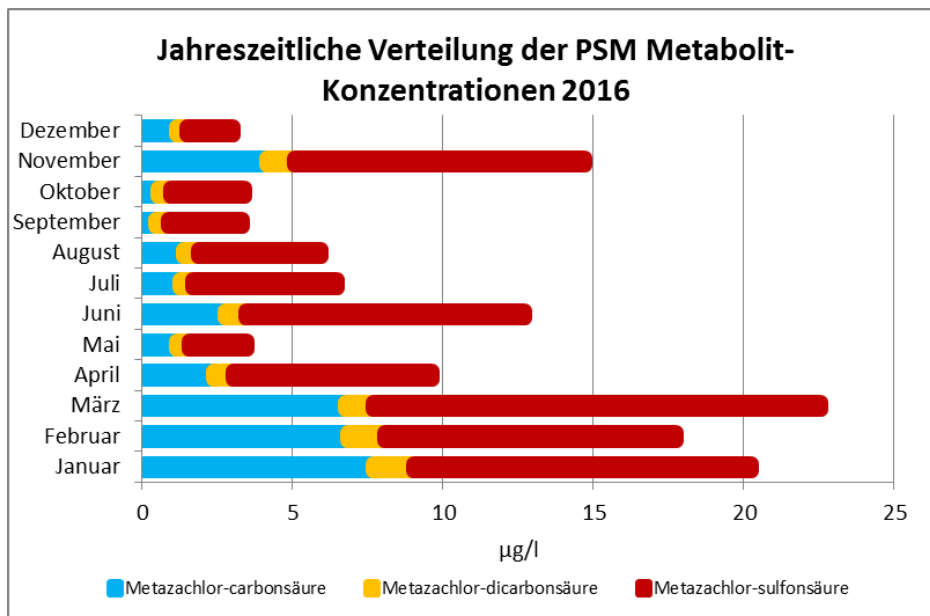


Abbildung 15: Jahreszeitliche Verteilung der Metazachlor-Metabolite

2016	Metazachlor-carbonsäure [µg/L]	Metazachlor-dicarbonensäure	Metazachlor-sulfonsäure [µg/L]
Januar	7,7	1,4	11
Februar	6,8	1,2	9,7
März	6,7	0,95	15
April	2,4	0,65	6,6
Mai	1,1	0,43	1,9
Juni	2,8	0,69	9,2
Juli	1,3	0,40	4,8
August	1,4	0,50	4,1
September	0,43	0,45	2,5
Oktober	0,51	0,43	2,5
November	4,1	0,95	9,6
Dezember	1,1	0,33	1,5

Abbildung 16: Jahreszeitliche Verteilung Tabellarisch

Eine detaillierte Kartendarstellung der Metazachlor Metabolite befindet sich auf der Internetseite des Landesamtes für Umwelt² als Download unter „Darstellung der Analyseergebnisse von nicht relevanten Metaboliten in den Jahren 2015 und 2016 an ausgewählten

¹

https://www.agrar.basf.de/agroportal/de/media/migrated/de/infotek_neu/infomaterial/2014_7/Gewaesserschutzbrochure_BASF_ADAMA.pdf

² <https://lfu.rlp.de/de/unser-amt-service/downloads/wasserwirtschaft/ueberwachung-der-flie遝gewaesser/>

rheinland-pfälzischen Oberflächengewässern“. Die Verteilung der einzelnen Metabolite Metazachlor-Carbonsäure, Metazachlor-Dicarbonsäure und Metazachlor-Sulfonsäure mit den jeweiligen Jahresmittelwerten ist dargestellt, Schwerpunkte sind hervorgehoben.

5.2 Chloridazon Metabolite

Von den beiden untersuchten Chloridazon-Metaboliten ist das Chloridazon-desphenyl in allen Gewässern nachweisbar, häufig durchgängig. Chloridazon-desphenyl-methyl ist in 13 von insgesamt 23 Gewässern immer kleiner BG. Chloridazon wird überwiegend im Rübenanbau eingesetzt.

Tabelle 24: Vorkommen von Chloridazon-Metaboliten

Chloridazon-desphenyl	
durchgängig nachweisbar	immer < BG
Pfrimm/ Worms [2,7]*	
Brohlbach Mündung	
Erlenbach Pg. Rheinzabern	
Selz Ingelheim	
Isenach Pg. Flomersheim	
Seebach unterh. Osthofen	
Seegraben unterh. L526	
Wiesbach Pg. Gensingen	

Chloridazon-desphenyl-methyl	
durchgängig nachweisbar	immer < BG
Pfrimm/ Worms [0,34]*	Flaumbach
Brohlbach Mdg.	Guldenbach Mündung
Erlenbach Pg. Rheinzabern	Lahn/ Lahnstein
Selz Ingelheim	Mohrbach unterh. Air Base Ramstein
Isenach Pg. Flomersheim	Mosel/ Fankel
Seebach unterh. Osthofen	Mosel/Palzern
	Nahe/ Dietersheim
*Maximalwert [$\mu\text{g/l}$]	Nister Mdg.
	Rhein Mainz Leitung 1
	Saar/ Kanzern
	Seegraben unterh. L526
	Spangerbach unterh. Weilbach
	Spiegelbach Pg. Sonderenheim

Die Maximalwerte bei beiden Metaboliten treten in der Pfrimm auf.

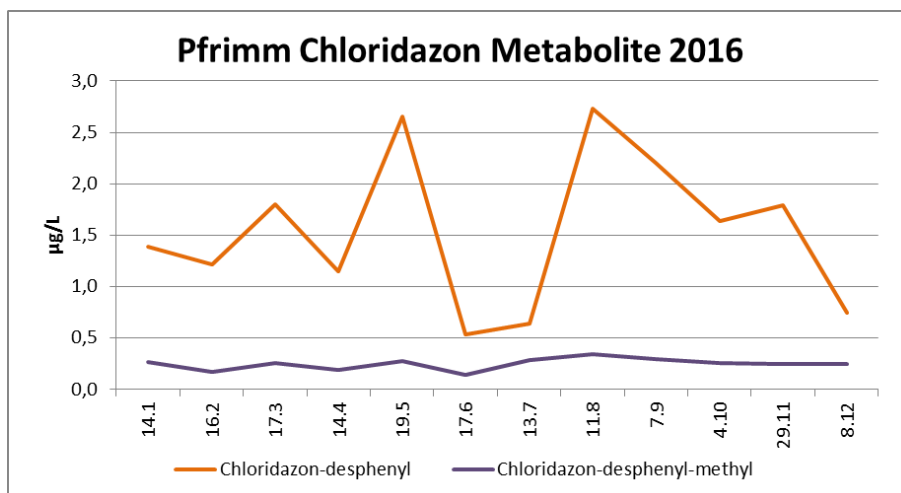


Abbildung 17: Chloridazon-Metabolite Pfrimm

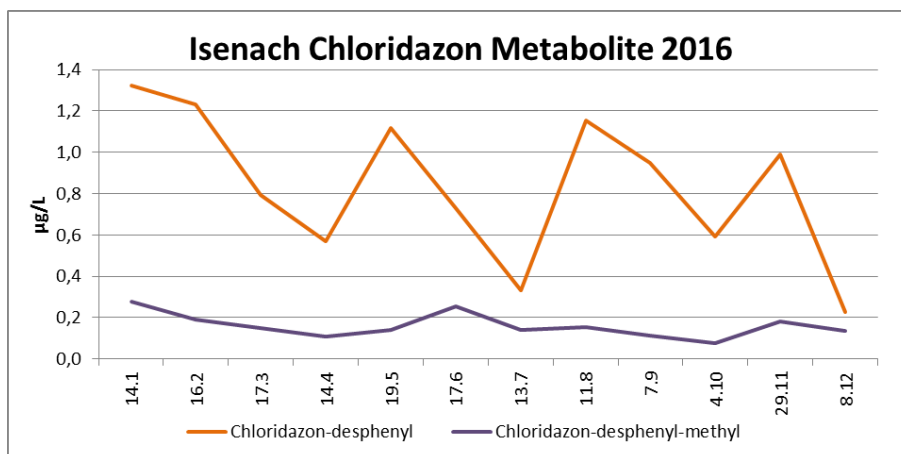


Abbildung 18: Chloridazon-Metabolite Isenach

Eine detaillierte Kartendarstellung der Chloridazon-Metabolite befindet sich auf der Internetseite des Landesamtes für Umwelt¹ als Download unter „Darstellung der Analysenergebnisse von nicht relevanten Metaboliten in den Jahren 2015 und 2016 an ausgewählten rheinland-pfälzischen Oberflächengewässern“. Die Verteilung der einzelnen Metabolite Chloridazon- desphenyl und Chloridazon- desphenyl – methyl mit den jeweiligen Jahresmittelwerten ist dargestellt, Schwerpunkte sind hervorgehoben.

5.3 Schwerpunkte der Metazachlor und Chloridazon Metabolite

Beispielhaft werden an den drei Gewässern Brohlbach, Guldenbach und Isenach die Anteile einzelner Metabolitengruppen aufgezeigt und Schwerpunkte deutlich gemacht. Im Brohlbach sind die Metabolite von Chloridazon und Metazachlor nahezu durchgängig nachweisbar. Die Metabolite sind z.T. als Summe zusammengefasst dargestellt. Unter sonstige Me-

¹ <https://fu.rlp.de/de/unser-amt-service/downloads/wasserwirtschaft/ueberwachung-der-fließgewässer/>

tabolite werden die zusammengefasst, die immer < BG lagen. Je nach Anzahl (wird in der Klammer angegeben) variiert die Summe dieser Metabolite. Im Brohlbach ist die Konzentration aufsummiert von den drei Gewässern am höchsten.

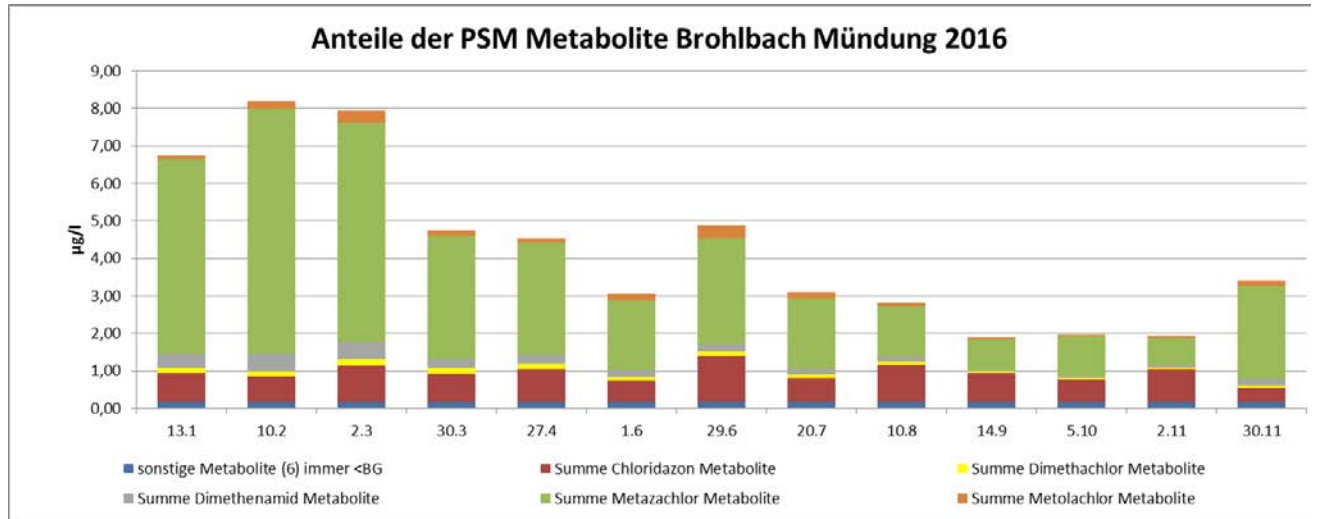


Abbildung 19: Anteile einzelner Metabolitengruppen im Brohlbach

Im Guldenbach ist der PSM Wirkstoff Metazachlor im Herbst auffallend hoch; es überwiegen ansonsten die Metazachlor-Metabolite.

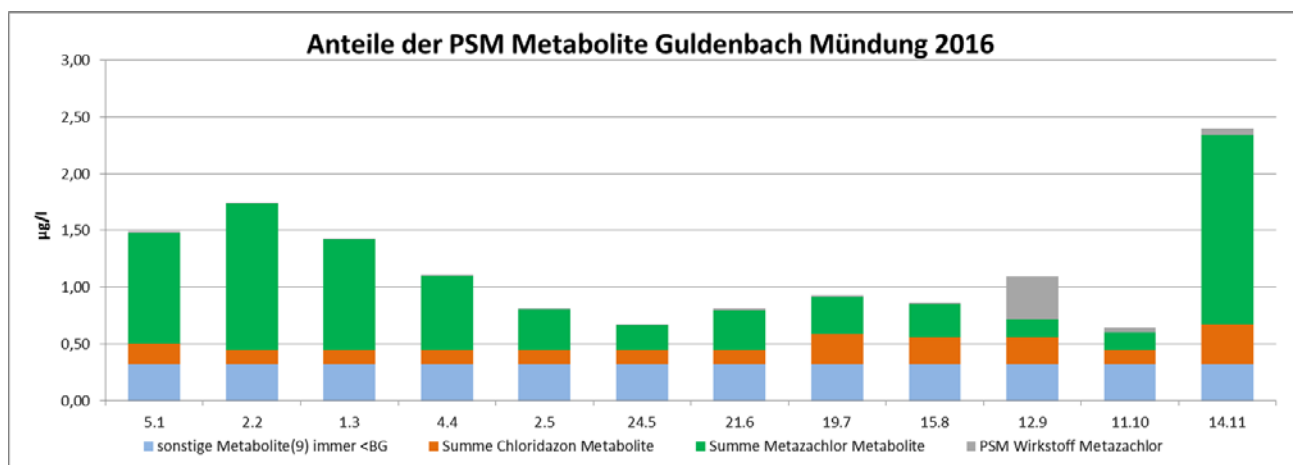


Abbildung 20: Anteile einzelner Metabolitengruppen im Guldenbach

Eine weitere Darstellung zeigt die Isenach und ihre Besonderheit. Nur in diesem Gewässer wird der Wirkstoff Azoxystrobin und dessen Metabolit nachgewiesen. Auch dominiert im Unterschied zum Brohlbach und zum Guldenbach die Summe der Chloridazon-Metabolite vor den Metazachlor-Metaboliten. In der Darstellung werden nur die häufigsten Metabolite und einzelne PSM-Wirkstoffe dargestellt. Die entsprechenden PSM-Wirkstoffe sind farblich passend zu den Metaboliten dargestellt.

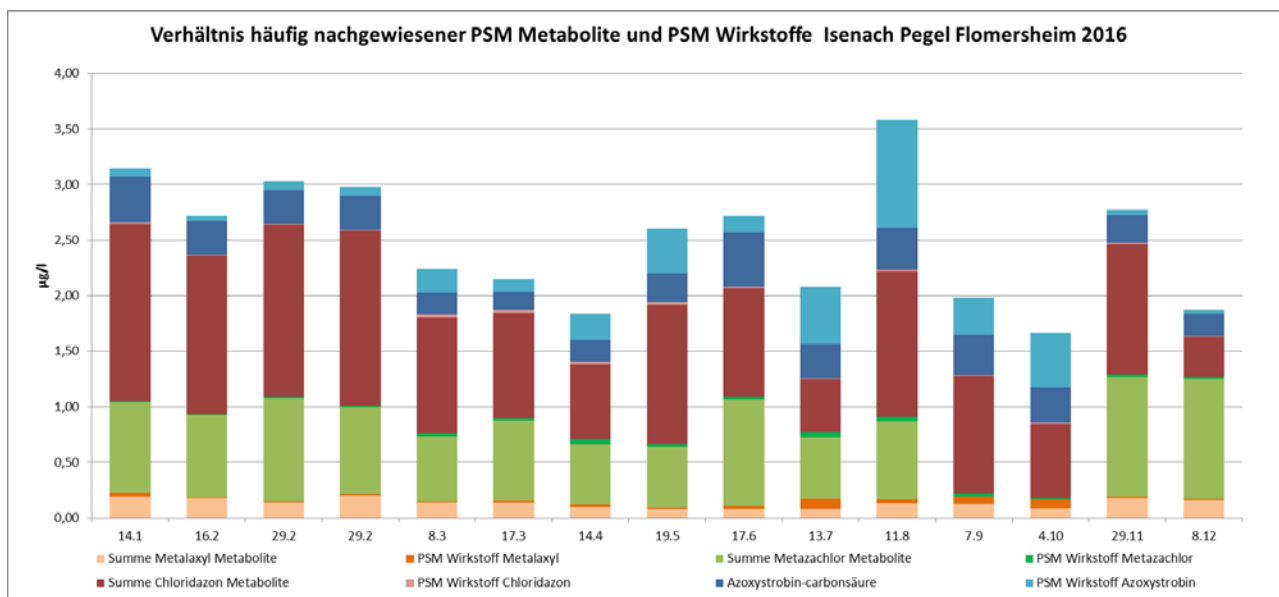


Abbildung 21: Anteile einzelner Metabolitengruppen und PSM-Wirkstoffe in der Isenach

5.4 Grafische Darstellung der PSM-Wirkstoffe und der Metabolite

Die folgenden Grafiken zeigen das prozentuale Verhältnis von PSM-Wirkstoffen und Metaboliten im jeweiligen Gewässer. Es werden nur Wirkstoffe berücksichtigt, die mindestens 1mal > BG waren. In blau sind die PSM dargestellt, grün die Metabolite. In der Legende wird die Anzahl der Wirkstoffe angegeben und wie viele Wirkstoffe durchgängig nachweisbar waren. Die Messstellen werden sortiert nach Region zugeordnet. Beispielhaft werden fünf Gewässer vorgestellt mit unterschiedlichen, teils ausgeprägten Schwerpunkten. Die Abbildungen der übrigen Messstellen stehen im **Anhang I** (Seite 74).

Als Beispielgewässer mit überwiegend Metabolitenbelastungen werden die **Pfrimm** (Rheinhessen) und der **Brohlbach** (Eifel) gewählt.

Im südlichen Rheinland-Pfalz dominieren im **Spiegelbach** die PSM mit 22 Wirkstoffen gegenüber einem Metabolit, im **Erlenbach** sind die Wirkstoffgruppen PSM und PSM-Metabolite relativ ausgewogen und variieren in Abhängigkeit der Jahreszeit. Es dominieren sechs Metabolite gegenüber 35 PSM-Wirkstoffen.

Die **Nister** ist ausschließlich von PSM-Wirkstoffen geprägt; es fehlen die Belastungen über Metabolite.

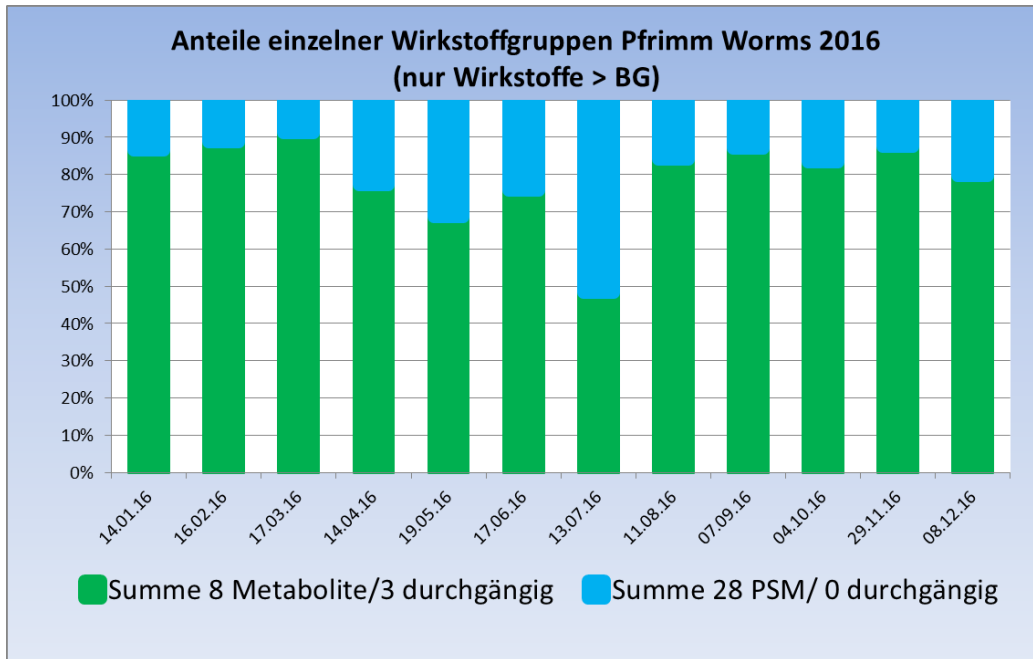


Abbildung 22: Prozentuale Anteile PSM/ Metabolite in der Pfrimm

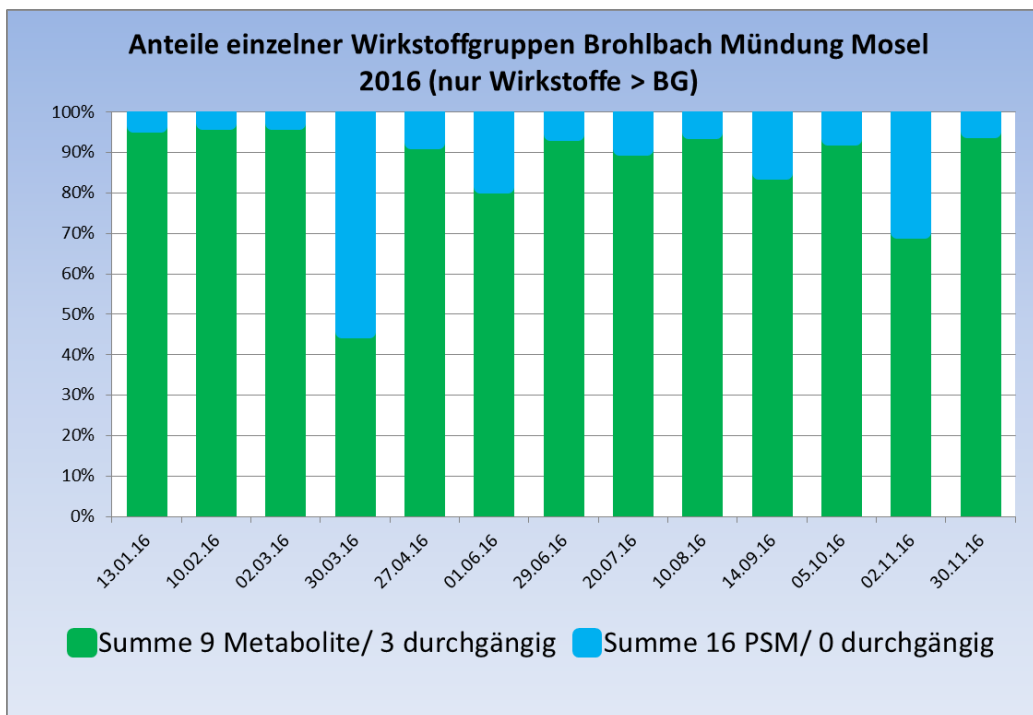


Abbildung 23: Prozentuale Anteile PSM/ Metabolite im Brohlbach

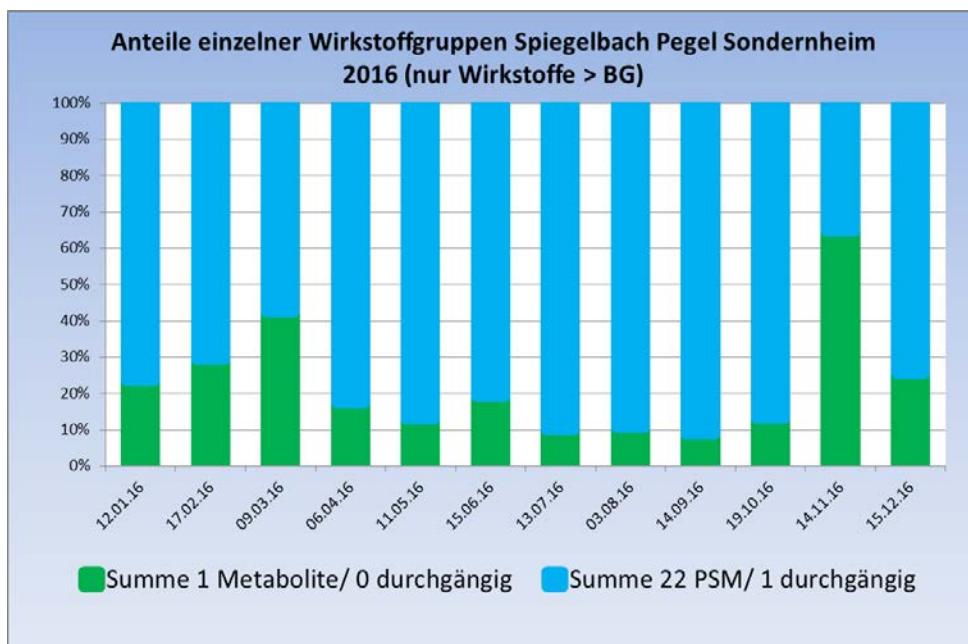


Abbildung 24: Prozentuale Anteile PSM/ Metabolite im Spiegelbach

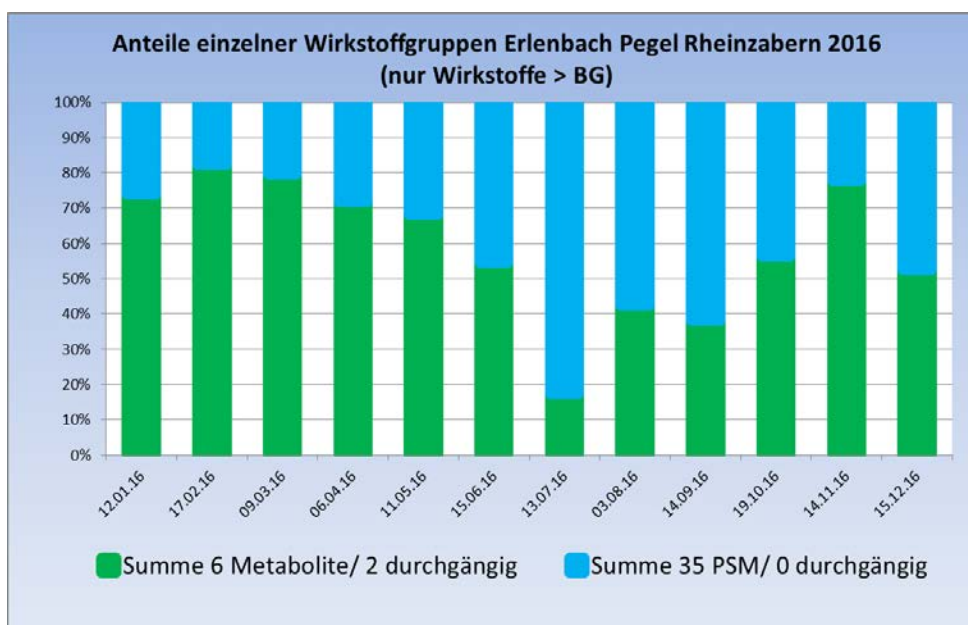


Abbildung 25: Prozentuale Anteile PSM/ Metabolite im Erlenbach

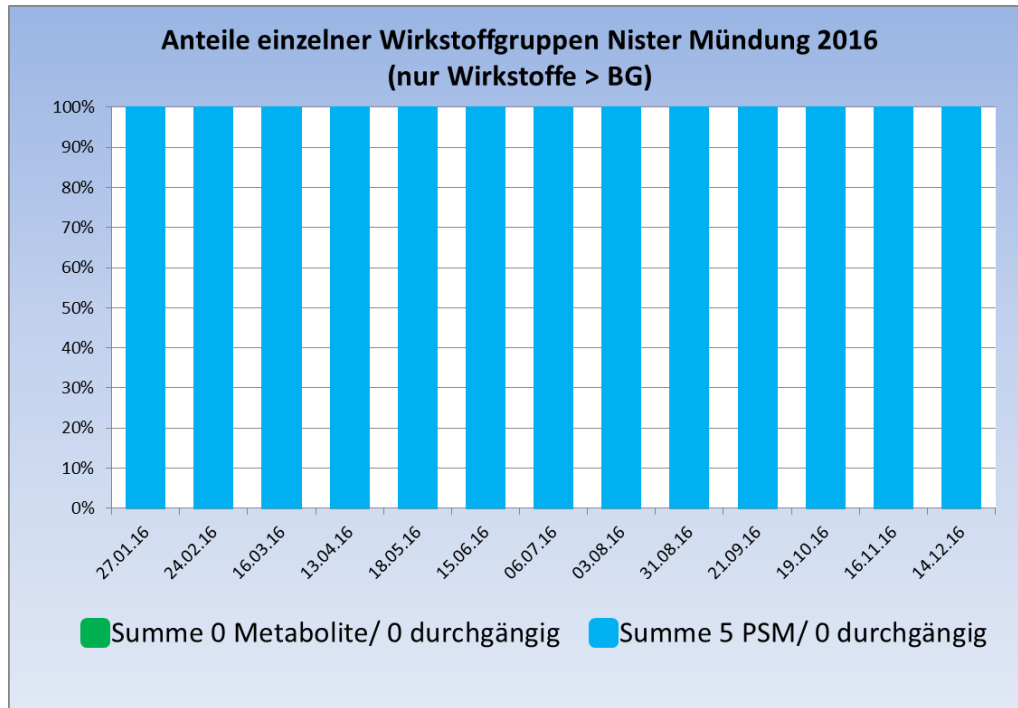


Abbildung 26: Prozentuale Anteile PSM/ Metabolite in der Nister

6 AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE ARZNEIMITTEL UND -METABOLITE

Von 36 Arzneimittel, die 2016 in 23 Flüssen untersucht wurden sind elf (entspricht 31%) immer < BG (Flubendazol, Ketoprofen, Loratadin, Norethisteron, Propyphenazon, Sulfadimethoxin, Sulfadimidin, Tylosin, Azithromycin, Clenbuterol, Sildenafil). Im Spangerbach unterhalb Weilbach sind wie erwartet nur vereinzelt Werte > BG, da bei dieser Messstelle der Kläranlageneinfluss fehlt. In Tabelle 25 wird die Anzahl der Maximalwerte mit der jeweiligen Messstelle aufgelistet. Die Auswertung zeigt, dass im Seegraben die meisten Maximalwerte auftreten. Diese Wirkstoffe werden in Tabelle 29 nach Höhe der Konzentration sortiert. Wirkstoffe, die durchgängig oder mindestens in 50 % der Proben in einem Gewässer nachweisbar sind zeigt Tabelle 26. In Tabelle 27 werden Gewässer mit durchgängig und häufig nachweisbaren Wirkstoffen namentlich aufgeführt und der Häufigkeit entsprechend dokumentiert. Neben den Metaboliten sind Wirkstoffe aus der Humanmedizin gegen Bluthochdruck, Schmerzmittel und Röntgenkontrastmittel am häufigsten im Gewässer nachweisbar.

6.1 Arzneimittel Maximalwerte

Tabelle 25: Anzahl Maximalwerte der Arzneimittel

Anzahl Maximalwerte	Messstelle
17	Seegraben unterh. L526
2	Brohlbach Mündung
2	Isenach Flomersheim
1	Erlenbach Rheinzabern
1	Selz Ingelheim
1	Saar Kanzem

Tabelle 26: Durchgängig nachweisbare Wirkstoffe und deren Einsatzgebiet

Wirkstoff	Anzahl der Gewässer, in denen der Wirkstoff durchgängig nachweisbar ist	Einsatzgebiet/Beschreibung
4-Acetamidoantipyrin	15	Metabolit
Carbamazepin-dihydroxy	13	Metabolit
4-Formylaminoantipyrin	11	Metabolit
Metoprolol	11	Humanmedizin (gegen Bluthochdruck)
Diclofenac	10	Humanmedizin (Schmerzmittel)
Amidotrizoesäure	7	Röntgenkontrastmittel
Carbamazepin	5	Humanmedizin (Antiepileptikum)
Iomeprol	5	Röntgenkontrastmittel
Sotalol	3	Humanmedizin (Betablocker)
Carbamazepin-epoxid	1	Metabolit
Carbamazepin-hydroxy	1	Metabolit
Cetirizin	1	Humanmedizin (Antihistaminika)
Licarbazepin	1	Humanmedizin (Antiepileptikum)
Primidon	1	Humanmedizin (Krampflösend)
Sulfamethoxazol	1	Antibiotika (Human-und Tiermedizin)
Valsartan	1	Humanmedizin (gegen Bluthochdruck)

Tabelle 27: Wirkstoffe, die durchgehend oder häufig nachweisbar sind

Wirkstoff	Gewässer mit Wirkstoffen durchgängig >BG	Gewässer mit mind. 50%>BG
4-Acetamidoantipyrin	Wiesbach Gensingen-- Wied Niederbieber-- Spiegelbach Sondernheim-- Seegraben unterhalb L526 -- Rhein Mainz Leitung 1-- Pfrimm Worms-- Nister Mündung--Mohrbach unterhalb Air Base Ramstein-- Lahn Lahnstein--Saar Kanzem--Isenach Flomersheim--Selz Ingelheim-- Guldenbach Mündung--Erlenbach Rheinzabern--Nahe Bingen- Dietersheim	Sauer Mündung--Mosel Fankel--Elzbach Mündung--Brohlbach Mündung
4-Formylaminoantipyrin	Wiesbach Gensingen--Spiegelbach Sondernheim-- Seegraben unterhalb L526 --Pfrimm Worms--Mohrbach unterhalb Air Base Ramstein--Saar Kanzem--Isenach Flomersheim--Selz Ingelheim--Guldenbach Mündung-- Erlenbach Rheinzabern--Nahe Bingen-Dietersheim	Wied Niederbieber--Sauer Mündung-- Rhein Mainz Leitung 1--Nister Mündung--Lahn Lahnstein--Mosel Fankel--Elzbach Mündung--Brohlbach Mündung
Carbamazepin	Wiesbach Gensingen--Spiegelbach Sondernheim-- Seegraben unterhalb L526 --Isenach Flomersheim--Selz Ingelheim	Wied Niederbieber--Sauer Mündung--Pfrimm Worms--Nister Mündung--Mohrbach unterh. Air Base Ramstein--Lahn Lahnstein--Saar Kanzem--Guldenbach Mündung--Erlenbach Rheinzabern--Nahe Dietersheim--Brohlbach Mündung
Carbamazepin-dihydroxy	Wiesbach Gensingen--Spiegelbach Sondernheim-- Seegraben unterhalb L526 --Pfrimm Worms--, Nister Mündung--Mohrbach unterhalb Air Base Ramstein--Lahn Lahnstein--Saar Kanzem--Isenach Flomersheim--Selz Ingelheim--Guldenbach Mündung--Erlenbach--Rheinzabern--Nahe Bingen-Dietersheim	Wied Niederbieber--Rhein Mainz Leitung 1--Mosel Palzem--Flaumbach Mündung--Mosel Fankel--Elzbach Mündung--Brohlbach Mündung
Carbamazepin-epoxid	Seegraben unterh. L526 Erpolzheim u. Birken	
Carbamazepin-hydroxy	Seegraben unterh. L526 Erpolzheim u. Birken,	
Cetirizin	Seegraben unterh. L526 Erpolzheim u. Birken	
Diclofenac	Wiesbach Gensingen--Spiegelbach Sondernheim-- Seegraben unterhalb L526 --Pfrimm--Worms--Mohrbach unterhalb Air Base Ramstein--Saar Kanzem--Isenach Flomersheim --Selz Ingelheim--Guldenbach Mündung-- Erlenbach Rheinzabern	Wied Niederbieber--Lahn Lahnstein--Nahe Bingen-Dietersheim--Brohlbach Mündung
Licarbazepin	Seegraben unterh. L526 Erpolzheim u. Birken	Spiegelbach Sondernheim--Pfrimm Worms--Lahn Lahnstein--Isenach Flomersheim--Brohlbach Mündung
Metoprolol	Wiesbach Gensingen--Spiegelbach Sondernheim-- Seegraben unterhalb L526 --Pfrimm--Worms--Mohrbach unterhalb Air Base Ramstein--Lahn Lahnstein--Isenach Flomersheim--Selz Ingelheim--Guldenbach Mündung-- Erlenbach Rheinzabern--Brohlbach Mündung	Wied Niederbieber--Saar Kanzem--Elzbach Mündung--Nahe Bingen-Dietersheim

Wirkstoff	Gewässer mit Wirkstoffen durchgängig >BG	Gewässer mit mind. 50%>BG
Primidon	Seegraben unterh. L526 Erpolzheim u. Birken	Spiegelbach--Sondernheim--Lahn Lahnstein--Isenach Flomersheim--Selz Ingelheim
Sotalol	Wiesbach Gensingen--Spiegelbach Sondernheim--Seegraben unterh. L526 Erpolzheim u. Birken	Sauer Mündung--Saar Kanzem--Isenach Flomersheim--Sel Ingelheim--Erlenbach Rheinzabern--Brohlbach Mündung
Sulfamethoxazol	Seegraben unterh. L526 Erpolzheim u. Birken--Isenach Flomersheim--Selz Ingelheim	Wiesbach Gensingen--Spiegelbach Sondernheim--Pfrimm Worms--Lahn Lahnstein--Erlenbach Rheinzabern
Sulfapyridin		Wiesbach Gensingen--Spiegelbach Sondernheim--Isenach Flomersheim--Selz Ingelheim--Brohlbach Mündung
Valsartan	Guldenbach Mündung	Wiesbach Gensingen--Wied Niederbieber--Spiegelbach Sondernheim--Pfrimm Worms--Nister Mündung--Lahn Lahnstein-- Erlenbach Rheinzabern--Elzbach Mündung--Brohlbach Mündung
Clarithromycin		Seegraben unterh. L526 Erpolzheim u. Birken
Erythromycin		Seegraben unterh. L526 Erpolzheim u. Birken
Amidotrizesäure	Spiegelbach Sondernheim--Mohrbach unterh. Air Base Ramstein--Lahn Lahnstein--Saar Kanzem-- Isenach Flomersheim--Selz Ingelheim--Nahe Bingen-Dietersheim	Wiesbach Gensingen--Wied Niederbieber--Rhein Mainz Leitung 1--Pfrimm Worms--Nister Mündung--Guldenbach Mündung--Mosel Fankel--Erlenbach Rheinzabern--Elzbach Mündung--Brohlbach Mündung
lomeprol	Spiegelbach Sondernheim--Mohrbach unterh. Air Base Ramstein--Lahn Lahnstein--Saar Kanzem-- Isenach Flomersheim	Wiesbach Gensingen--Wied Niederbieber--Sauer Mündung--Rhein Mainz Leitung 1--Pfrimm Worms--Mosel Palzem--Selz Ingelheim--Guldenbach Mündung--Mosel Fankel--Erlenbach Rheinzabern--Nahe Bingen-Dietersheim
Hydrochlorothiazid		Wiesbach Gensingen--Wied Niederbieber--Spiegelbach Sondernheim--Pfrimm Worms--Nister Mündung--Mohrbach unterhalb Air Base Ramstein--Lahn Lahnstein--Saar Kanzem--Isenach Flomersheim--Selz Ingelheim--Guldenbach Mündung--Flaumbach Mündung--Erlenbach Rheinzabern--Elzbach Mündung--Nahe Bingen-Dietersheim--Brohlbach Mündung

Der Vollständigkeit halber werden die Wirkstoffe, die nie oder selten nachgewiesen werden in Tabelle 28 zusammengefasst.

Tabelle 28: Wirkstoffe, die nie oder selten vorkommen (<50% der Proben unter der BG) und deren Einsatzgebiet

Diese Wirkstoffe werden nicht durchgängig oder sind weniger als 50% im Gewässer nachweisbar	
Bezafibrat	Derivat von Clofibrinsäure
Flubendazol	Tierarzneimittel gegen Parasiten
Ketoprofen	Analgetika (Schmerzmittel)
Loratadin	Antihistaminika (Allergien)
Norethisteron	Verhütung
Phenazon	Human- und Veterinärmedizin Analgetika (Schmerzmittel)
Propyphenazon	Analgetika (Schmerzmittel)
Sulfadimethoxin	Tierarzneimittel
Sulfadimidin	Tierarzneimittel gegen Parasiten
Tylosin	Tierarzneimittel Antibiotikum
Azithromycin	Antibiotikum (Infektion der Atemwege)
Clenbuterol	Humanmedizin (Asthma) und Veterinärmedizin, Missbräuchlich in Anwendung der Sportmedizin (Doping)
Roxithromycin	Antibiotikum (Infektion der Atemwege)
Clofibrinsäure	Senkung des Cholesterinspiegels

Tabelle 29: Maximalwerte im Seegraben sortiert nach Höhe der Konzentration**Seegraben unterh. L526 Erpolzheim u. Birken**

Wirkstoff	Maximalwert µg/l
lomeprol	22,4
Amidotrizoesäure	17,6
Carbamazepin-dihydroxy	5,95
4-Acetamidoantipyrin	4,20
Diclofenac	3,26
4-Formylaminoantipyrin	2,36
Hydrochlorothiazid	2,16
Metoprolol	1,51
Carbamazepin	1,51
Sulfamethoxazol	0,65
Primidon	0,51
Licarbazepin	0,46
Clarithromycin	0,31
Carbamazepin-epoxid	0,25
Carbamazepin-hydroxy	0,24
Cetirizin	0,20
Phenazon	0,10

Für den Wirkstoff Diclofenac wurde eine UQN von 0,1µg/L als Vorschlag für die Richtlinie 2000/60/EG und 2008/105/EG genannt. 13 der 23 Gewässer würden diese UQN nicht erfüllen können.

Tabelle 30: Mittelwert Diclofenac

Mittelwert Diclofenac	µg/L
Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	1,60
Isenach Pegel Flomersheim	0,73
Spiegelbach Pegel Sondernheim	0,50
Pfrimm Worms	0,45
Wiesbach unterhalb Gensingen	0,45
Saar Kanzem	0,33
Erlenbach Pegel Rheinzabern	0,33
Mohrbach unterhalb Air Base Ramstein	0,28
Selz Ingelheim	0,26
Brohlbach Mosel/Mündung	0,22
Lahn Lahnstein	0,19
Guldenbach Mündung	0,18
Wied Niederbieber	0,12
Nahewasser-Untersuchungsstation Bingen-Dietersheim	0,09
Nister Mündung	0,07
Elzbach Mündung	0,06
Sauer Mündung (RLP und LUX)	0,06
Mosel Fankel	0,06
Rhein Mainz Leitung 1	0,04
Mosel Palzem	0,03
Flaumbach vor Mündung Dünnbach	0,03
Seebach unterhalb Osthofen	0,03
Spanger Bach unterhalb Weilbach	0,03

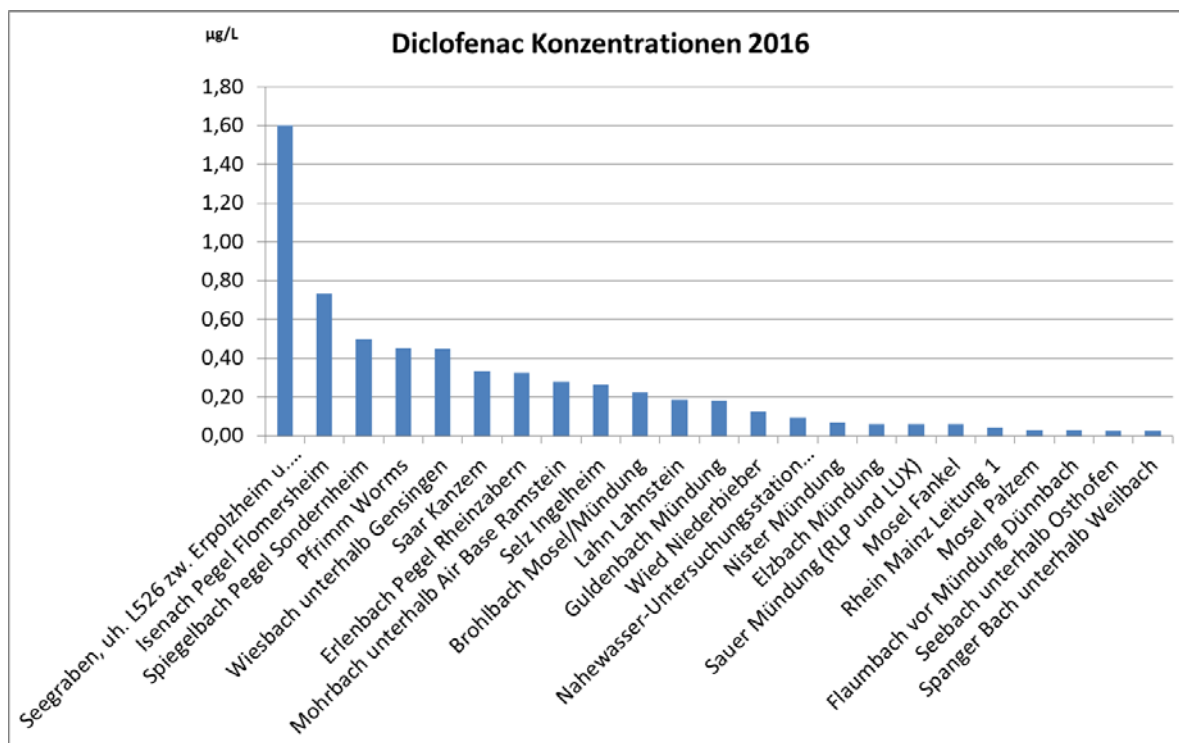


Abbildung 27: Konzentrationsverlauf Diclofenac 2016

7 BESPRECHUNG VON KONZENTRATIONS-RELATIONEN EINZELNER GEWÄSSER

Werden die Konzentrationen einzelner Wirkstoffe, die in einem Gewässer an einem Probenahmetag analysiert sind, additiv in eine Graphik eingetragen, erhält man ein Bild, das die Wichtung der Spurenstoffe zueinander deutlich macht. Am Beispiel der Pfrimm bei Worms sei dies in Abbildung 28 demonstriert.

Die Spurenstoffe sind in drei Gruppen:

- Arzneimittelwirkstoffe (36 Einzelverbindungen),
- PSM (227 Einzelverbindungen),
- PSM-Metabolite (18 Einzelverbindungen),

zusammengefasst und werden zusätzlich durch drei Einzelstoffe

- Perchlorat
- DEET
- Acesulfam-K

ergänzt.

Acesulfam-K ist ein Süßstoff und wird vom Körper zum größten Teil unverändert ausgeschieden. In Kläranlagen wird der Stoff nur zum Teil abgebaut und dient bei der Bewertung eines Gewässers daher als Zeigerparameter für anthropogene Einträge und Maß von Kläranlagenemissionen. Acesulfam-K tritt in fast jedem Gewässer (Ausnahme Spanger Bach) auf. Die beiden ersten Proben im Januar 2016 wurden an allen Messstellen aufgrund von analytischen Gründen auf diesen Wirkstoff nicht untersucht.

Perchlorat ist hauptsächlich anthropogen verursacht und ist in der EU weder als Pflanzenschutzmittel noch als Biozid genehmigt. In einigen europäischen Ländern kann es natürlicherweise im Boden vorkommen und als Dünger ausgebracht werden. Haupteintragspfad ist vermutlich der Kontakt von Lebensmitteln mit Wasser, dem bei der Desinfektion von Produkten chlorhaltige Biozidprodukte beigemischt wurde.

DEET (Diethyltoluamid) ist ein Insektenabwehrmittel, das beispielsweise u.a. unter dem Handelsnamen „Autan“ vertrieben wird.

Als zusätzliche Information werden in der Legende die Summe der beteiligten Stoffe und die Tatsache mitgeteilt, wie viele Stoffe durchgehend nachgewiesen werden. Die Gewässer sind weitestgehend in größere Regionen/ Einzugsgebiete zusammengefasst und Besonderheiten benachbarter Gewässer werden kurz beschrieben.

Bei der Darstellung der Metabolite, Arzneimittel und PSM werden nur die Wirkstoffe, deren Konzentration mindestens einmal größer als die Bestimmungsgrenze ist, berücksichtigt. Diese Darstellung erlaubt es zu erkennen, wie sich der Konzentrationsverlauf der Stoffe bzw. Stoffgruppen zeitabhängig im Laufe des Jahres entwickelt.

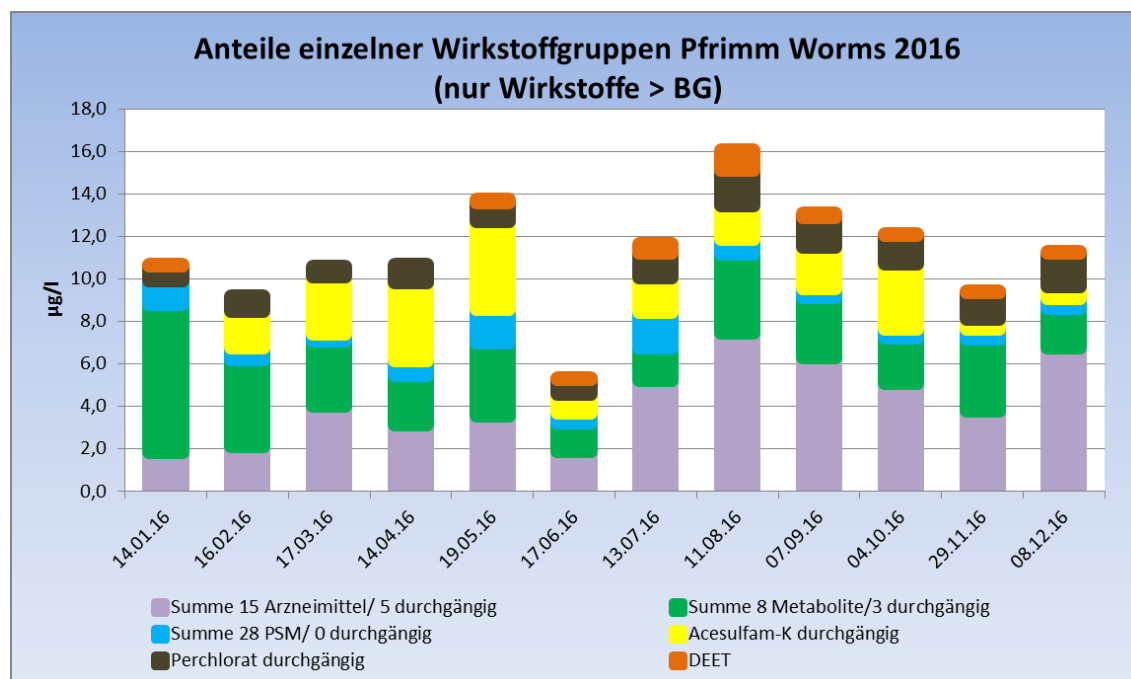


Abbildung 28: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Pfrimm

Am ersten Probenahmetag (14. Jan. 2016) ist der Anteil der PSM-Metabolite (7,5 µg/L) an der Gesamtkonzentration vom ca. 11 µg/L der höchste. Die Addition der Arzneimittelwirkstoffe und der Pflanzenschutzmittelwirkstoffe liegt jeweils bei ca. 1,5 µg/L, Perchlorat trägt ca. 0,7 µg/L zur Gesamtkonzentration bei, DEET ergänzt den restlichen Beitrag. An diesem Probenahmetag wurde Acesulfam-K nicht bestimmt.

Der 17. Juni 2016 ist für die Pfrimm der Tag mit der niedrigsten Gesamtkonzentration aller Stoffe, während am 11. August die Gesamtkonzentration den höchsten Werte (~ 16 µg/L) aufweist. Die PSM erreichen ~ 7,5 µg/L, die PSM-Metabolite sind mit 3 µg/L vertreten, die Summe der PSM beträgt etwa 1 µg/L, während die Konzentrationen von Acesulfam-K, Perchlorat und DEET jeweils ca. 1,5 µg/L betragen.

Nicht vergessen werden darf, dass es sich immer um zeitgesteuerte Stichproben handelt. Die Probennahmen wurden, unabhängig vom Abfluss des Gewässers und unabhängig von sonstigen Einflüssen, nach einer im Vorjahr festgelegten Zeittafel gewonnen.

In **Anhang II** (Seite 87) sind die ausgewerteten Gewässer aufgeführt, die in diesem Kapitel nicht dargestellt werden. Im folgenden Textabschnitt werden einige Gewässer beispielhaft besprochen.

Der niedrigste Konzentrationsgesamtwert eines Gewässers für alle berücksichtigten Stoffe wird mit 1,3 µg/L im Spanger Bach, der höchste mit 56 µg/L im Seegraben beobachtet. So unterschiedlich wie die Einzelkonzentrationen sind, so unterschiedlich ist auch die Relation zwischen den Wirkstoffen bzw. Wirkstoffgruppen.

Grafiken der Mosel und deren Nebengewässer

Das Mosel-Nebengewässer **Brohlbach** (Abb.29) hat hohe Konzentrationen an PSM-Metaboliten (ganzjährig), Arzneimitteln (ab März) und PSM-Wirkstoffen nur im März. Acesulfam-K wird immer (im Januar keine Analyse) mit kleinen bis mittleren Konzentrationen, Perchlorat auf niedrigem Konzentrationsniveau durchgehend, DEET häufiger gefunden. Die höchste Tagessumme liegt im März bei ~ 16,0 µg/L.

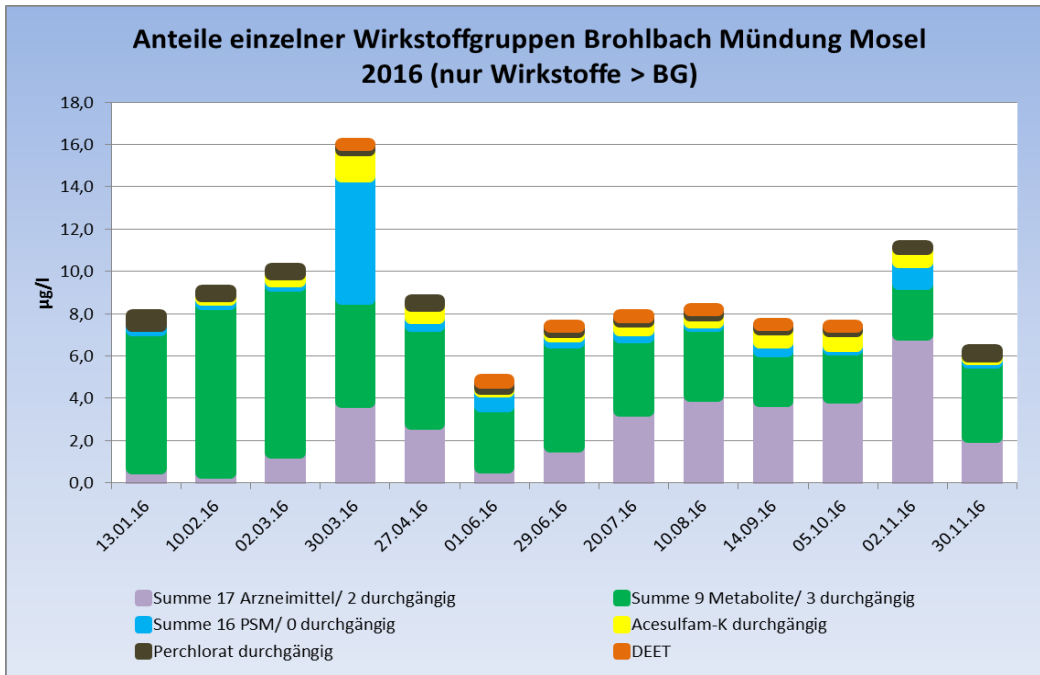


Abbildung 29: Detaildarstellung Spurenstoffe und Stoffgruppen Brohlbach

Beim Elzbach (Abb.30) fallen ebenfalls die permanent hohen Werte der Metabolite ins Auge. Die AZM haben eine hohe Schwankungsbreite, von sehr geringen Konzentrationen im Januar bis zur halben Gesamtkonzentration im Oktober. Weiter auffällig ist die hohe Acesulfam-K-Konzentration über das komplette Jahr. Die PSM-Konzentrationen der Einzeltage bewegen sich auf niedrigem (< 1,0 µg/L) bis mittlerem Niveau (~ 1 mg/L) Konzentrationsniveau. Der maximale Tageswert, gemessen am 5. Oktober beträgt 7,1 µg/L.

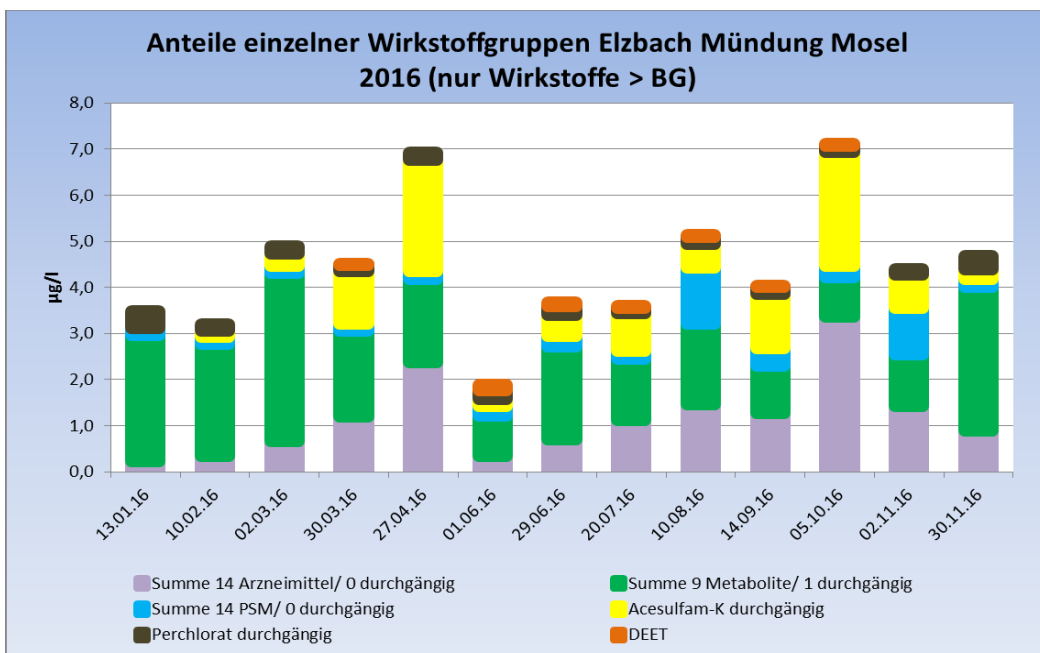


Abbildung 30: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Elzbach

Der **Flaumbach** (vgl. Anhang II) fällt durch die durchgehend hohen Konzentrationen der PSM-Metabolite auf.

In den drei folgenden Darstellungen (zweimal Mosel, einmal Saar) werden die Ergebnisse von 14-Tages-Mischproben (= Messperiodenmischproben) beschrieben. Auf der Abszisse wird der Beginn des Probenahmezeitraums genannt. Im Unterschied zu den bisher beschriebenen Proben, die Stichproben waren, sind die Proben der Stationen Palzem, Fankel (jeweils an der Mosel) und Kanzem an der Saar Mischproben. In Mischproben werden i.a. extreme Konzentrationen durch Mittelungen ausgeglichen.

Die beiden Messstellen **Palzem** und **Fankel** am Hauptgewässer **Mosel** ähneln sich im Verlauf sehr. Die Darstellungen gleichen einem Halbkreis, der nach oben offen ist: zu Beginn des Jahres ist die Gesamtsumme der Konzentrationen relativ hoch, zur Mitte des Jahres fällt sie ab und steigt anschließend zu ihrem Maximum an.

In Palzem (Abb.:31) beträgt die höchste Periodenkonzentration (im Nov. 2016) 4,3 µg/L, in Fankel im Dezember 5,1 µg/L. Der höhere Wert in Fankel (vgl. Anhang II) ist plausibel, da flussabwärts von Palzem, die Saar, die Sauer und weitere kleinere Nebengewässer ihre organischen Mikroverunreinigungen in die Mosel einbringen. Die Anteile der drei Wirkstoffgruppen und der drei Einzelstoffe sind an beiden Untersuchungsstationen der Mosel, vereinfacht gesehen, ähnlich verteilt.

Zu Beginn und gegen Ende des Jahres überwiegt in Mosel bei Palzem der Konzentrationsanteil der PSM-Metabolite gegenüber den übrigen Wirkstoff(gruppe)n. Nur im Zeitraum von September bis Mitte November 2016 ist die Summe der Arzneimittelwirkstoffe dominierend. Perchlorat wird permanent, DEET nur von April bis Oktober gefunden. Die hohen Acesulfam-K-Konzentrationen, überwiegend vom Sommer bis in den Spätherbst, sind bemerkenswert.

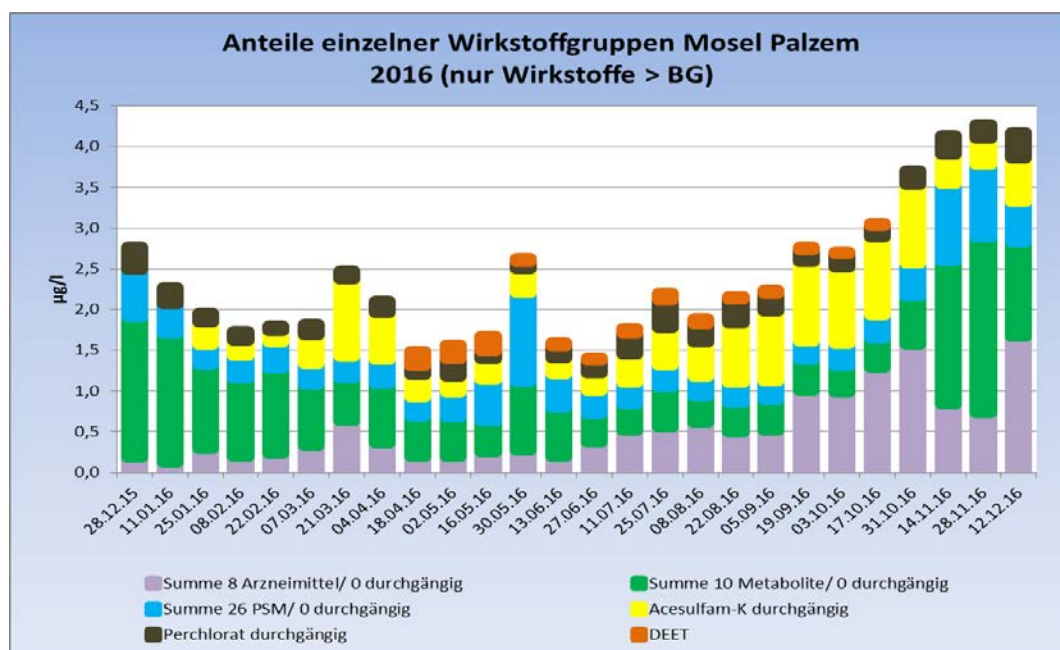


Abbildung 31: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Mosel Palzem

In der **Saar bei Kanzem** (Abb.32) bilden durchgehend die Arzneimittel die Mehrheit bei den Konzentrationen. Fünf dieser Verbindungen sind permanent nachweisbar. Die Tatsache, dass die Konzentrationen der AZM und deren Metabolite einen derart großen Einfluss innerhalb des organischen Spurenstoffspektrums der Saar haben - sie bilden fast immer die „Mehrheit“ - wird auch durch Paralleluntersuchungen mit einem differenzierten Untersuchungsziel bestätigt. Nachzulesen ist dieses Phänomen in dem LfU-Kurzbericht „Untersuchung ausgewählter Spurenstoffe gemäß Rhein-Messprogramm Chemie 2015–2020“ auf der Homepage des Landesamtes für Umwelt. In dem Parallelbericht wird die Gesamtmasse eines anderen Parameterkatalogs von organischen Mikroverunreinigungen für das Jahr 2016 in der Mosel bei Palzem auf etwa 11.900 kg/a, in der Saar bei Kanzem auf 14.000 kg/a geschätzt.

Im vorliegenden Bericht sind die Spurenstoffkonzentrationen der Saar in jeder Periode höher als die zeitgleichen der Mosel, was mit dem Verdünnungseffekt der wasserreicheren Mosel zusammenhängen wird.

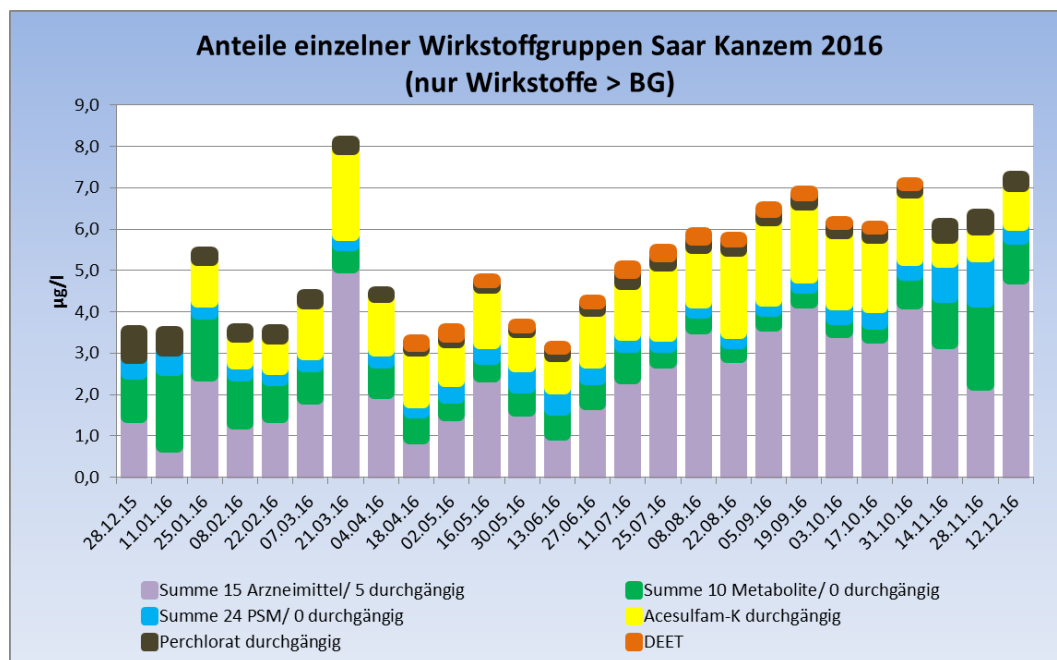


Abbildung 32: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Saar Kanzem

Die Saar, die in Frankreich entspringt, hat eine Gesamtlänge von ca. 235 km, wovon 68 km im Saarland verlaufen. Der Anteil von Rheinland-Pfalz an dem Fluss beträgt 31 km, die letzten Kilometer vor der Mündung in die Mosel. Daher ist es mit Sicherheit keine Übertreibung, wenn geschlossen wird, dass die überwiegende Masse der organischen Mikroverunreinigungen der Saar aus dem Saarland und aus Frankreich stammt. Die Bevölkerungsdichte in Rheinland-Pfalz und die Abflussmengen aus den rheinland-pfälzischen Nebengewässern sind zudem äußerst klein.

Die Maximalsumme aller Stoffe in Kanzem kommt bei der 14-Tagesperiode vor, die am 21. März 2018 beginnt. Der Wert liegt bei 8,2 µg/L.

Die Acesulfam-K-Konzentrationen in allen Proben der Mosel und der Saar sind für einen Einzelstoff erstaunlich hoch.

Die Sauer (Abb.33) ist der größte linke Nebenfluss der Mosel. Sie entspringt in Belgien, fließt durch Luxemburg und bildet auf einer Länge von ca. 50 km die Grenze zwischen Deutschland und Luxemburg.

An der Sauer werden 26 Stichproben im Jahr gewonnen. Die Sauermündung ist als Überblicksmessstelle im Messprogramm des LfU genannt. In diesem Fluss verschiebt sich das Verhältnis der sechs Wirkstoffgruppen bzw. Wirkstoffe eindeutig in Richtung der Einzelwirkstoffe Acesulfam-K und Perchlorat. Perchlorat wird in der Sauer mit relativ großen Konzentrationen gefunden. Die Süßstoffkonzentration (Acesulfam-K) bewegt sich im gleichen Wertebereich wie bei den beiden großen Gewässern Saar und Mosel (Tabelle 33)

In der Saar sind die Arzneimittel die dominante Gruppe, in der Sauer spielen sie eine untergeordnete Rolle. In diesem Fluss ist das Verhältnis PSM und deren Metabolite im Vergleich zu Mosel oder Saar relativ ausgeglichen. Die Konzentrationen der Arzneimittelwirkstoffe bewegen sich auf einem tiefen Niveau, was auch mit dem kleineren Einzugsgebiet und der geringeren Bevölkerungsdichte zusammenhängen mag.

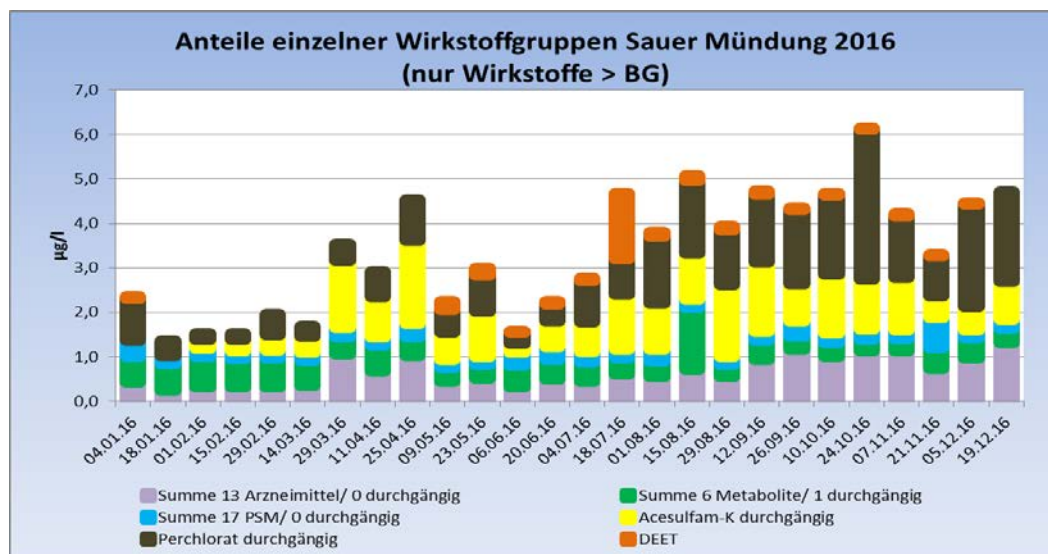


Abbildung 33: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Sauer Mündung

Grafiken der Nahe und dreier Nebengewässer

Die **Nahe** bei Bingen-Dietersheim (Abb. 34) und ihr Nebengewässer **Guldenbach** (vgl. Anhang II) liegen in ihren Konzentrationsspitzen auf ähnlichem Niveau (maximale Konzentrationen über alle Wirkstoffe bzw. Wirkstoffgruppen) unter 9 µg/L. Den größten Einzelposten steuern jeweils die Arzneimittelwirkstoffe bei. Zum Jahresbeginn (Januar/Februar) sind ausnahmsweise die Metabolite in der Konzentration führend. In Dietersheim fallen die ho-

hen Acesulfam-K-Werte auf. Die Spurenstoffkonzentrationen der Nahe werden aus Mischproben bestimmt, am Guldenbach werden Stichproben gewonnen.

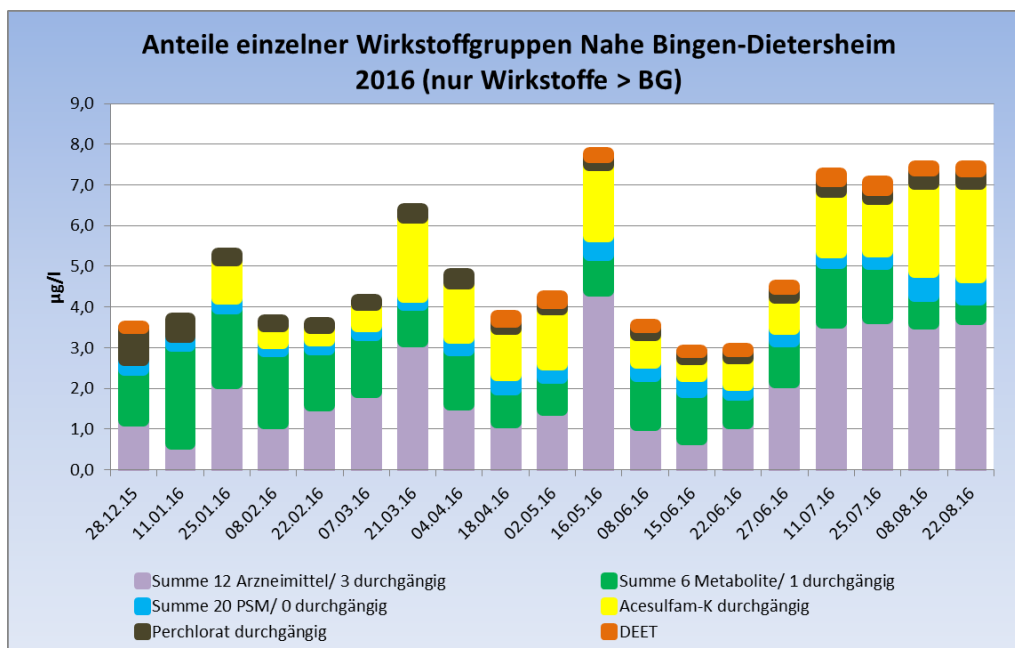


Abbildung 34: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Nahe Bingen-Dietersheim

An der Nahe betreibt das LfU die Nahewasser-Untersuchungsstation Bingen-Dietersheim, die eine kontinuierliche Überwachung erlaubt. Hier stehen wie an Saar und Mosel 14-Tages-Mischproben zur Verfügung. Im September 2016 musste die Station wegen Personalmangels stillgelegt werden, sodass schlussendlich nur 19 Proben analysiert werden konnten.

Das dritte Naheseitengewässer, der Wiesbach (Abb.35), unterscheidet sich hinsichtlich der Konzentrationen im Jahresverlauf von den beiden anderen Fließgewässern. Der Wiesbach ist stärker belastet (z.T. bis 12 µg/L) als die beiden übrigen Gewässer dieses Gebiets. In allen drei Gewässern sind PSM-Wirkstoffe nie durchgängig nachweisbar, die PSM-Metabolite und Arzneimittel dagegen schon. Die Abbildungen zeigen eindeutig einen Schwerpunkt der Konzentrationen von PSM-Metaboliten in der Nahe und im Guldenbach, im Wiesbach sind die PSM-Wirkstoffe dominant.

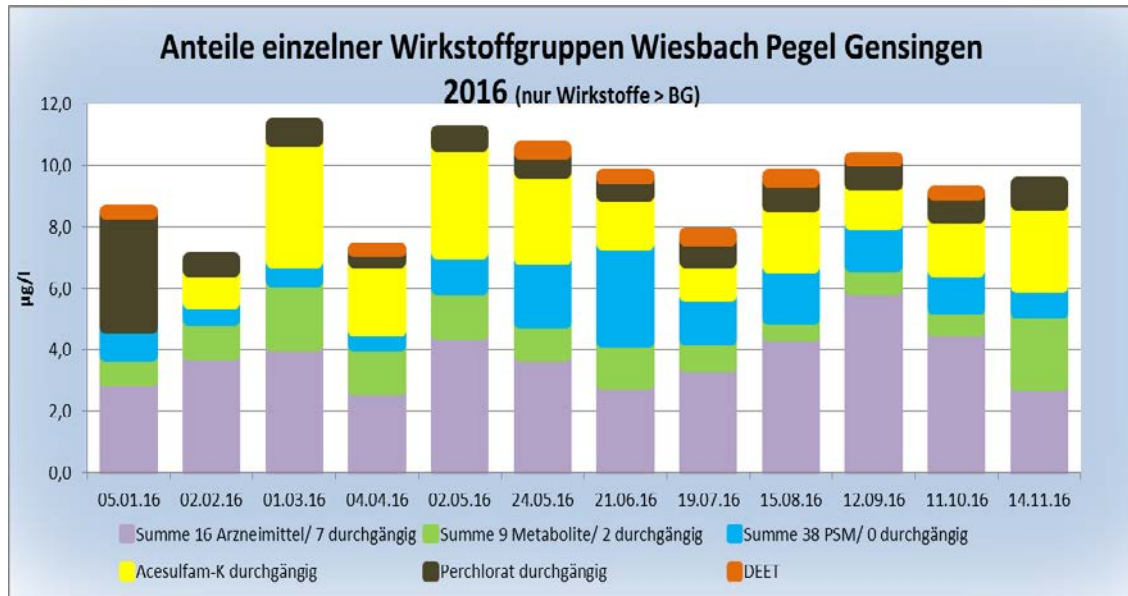


Abbildung 35: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Wiesbach

Grafiken der Gewässer in Rheinhessen

In der Region **Rheinhessen** wurden fünf Gewässer untersucht. Die Qualitätsunterschiede sind hier enorm, was auch an der unterschiedlichen Lage und Beanspruchung der Gewässer liegt. Mit Abstand am stärksten belastet ist der **Seegraben** (Abb. 36). Es wird am 17. März eine Gesamtkonzentration der org. Spurenstoffe von **57 µg/L** nachgewiesen. Den mit Abstand größten Beitrag liefern in allen seinen Proben die AZM. In die Darstellung fließen die Ergebnisse von 23 Arzneimittel, 32 PSM-Wirkstoffe und zwei PSM-Metabolite ein. Konstant nachweisbar sind 14 Arzneimittel, drei PSM-Wirkstoffe und ein PSM-Metabolit. DEET wird in jeder Probe durchgängig im gesamten Jahr, auch im Januar und Februar, nachgewiesen.

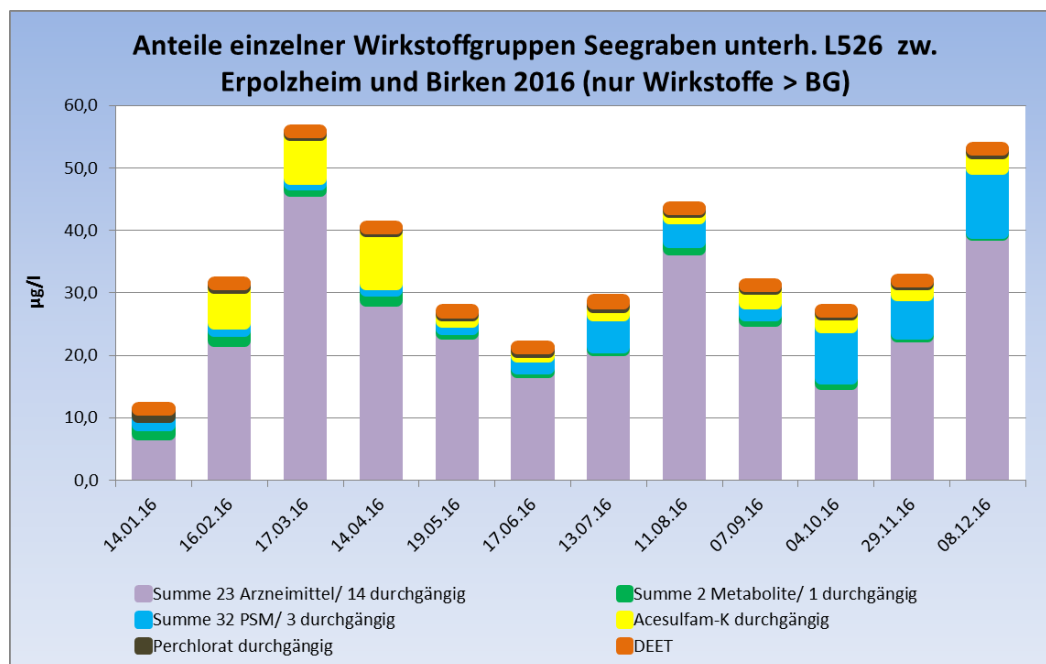


Abbildung 36: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Seegraben

Die **Isenach** bei Flomersheim (vgl. Anhang II) hat in der Februarstichprobe eine sehr hohe Anzahl an PSM-Wirkstoffen (54 unterschiedliche Pestizide), die mindestens einmal oberhalb der BG liegen. Die Gesamtbelastung beträgt in der Spitze rund 35 µg/L. Die Summe der PSM-Konzentrationen erreicht einen Spitzenwert von mehr als 20 µg/L. Der Wert rührt mutmaßlich aus einer Einleitung eines Transportunternehmens, der Reinigungswasser über den Hofablauf direkt in das Gewässer leitete. In den übrigen Proben bei Flomersheim hält die AZM-Belastung den Spitzenplatz innerhalb der Einzelstoffe bzw. der Stoffgruppen.

In der **Pfrimm** (vgl. Anhang II) ist es differenzierter. Hier liegen die Konzentrationen der Metabolite zumindest phasenweise gleichauf mit den AZM-Wirkstoffen, teils dritteln sich die Konzentrationen in AZM, PSM-Metabolite und Acesulfam-K wie am 19. Mai 2016. Die maximale Summe bei liegt bei ca. 16 µg/L im August 2016. Einen geringen Anteil haben PSM, Perchlorat und DEET.

Ein völlig anderes Bild zeigt der **Seebach** (Anhang II) unterhalb Osthofen, der Messstelle ohne Kläranlageneinfluss. Hier liegen die Einträge der PSM und deren Metabolite nahezu immer unterhalb 1 µg/L, wobei die Metabolite den größeren Anteil ausmachen. Der dominierende Wirkstoff im Gewässer ist eindeutig das Perchlorat. Betrachtet man nur die PSM-Wirkstoffe und die Metabolite so sind die Messstellen am Seebach und an der Pfrimm eindeutig dominiert von den Metaboliten während die Messstellen am Seegraben und in der Isenach von PSM Einträgen geprägt sind.

In der **Selz** bei Ingelheim (Abb. 37) wurden 2016, vergleichbar mit der Nahwasser-Untersuchungsstation Bingen-Dietersheim, Mischproben, mittels eines automatischen Probenehmers gewonnen. Analog zu der Nahe wurde aufgrund Personalmangels Anfang Sep-

tember 2016 das Gerät außer Betrieb genommen. Die Probenanzahl beschränkt sich demzufolge auf 19.

Das Verhältnis zwischen PSM-Wirkstoffen und deren Metabolite ist in der Selz nahezu ausgewogen. 39 PSM-Wirkstoffe überschreiten die BG, die maximale Gesamtkonzentration der untersuchten Spurenstoffe einer Probe liegt bei über 11 µg/L.

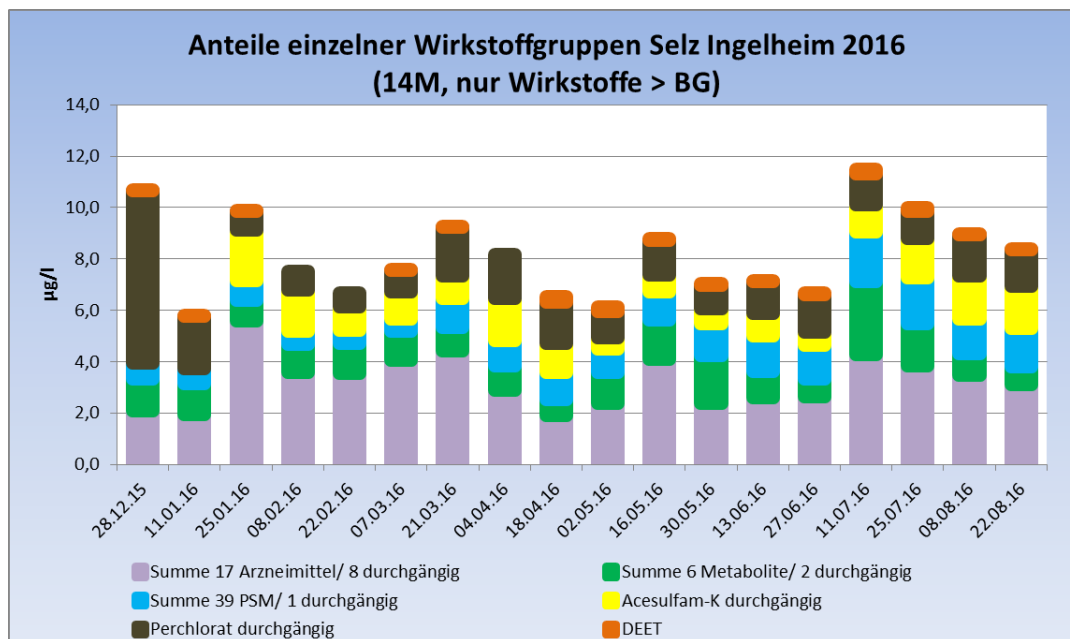


Abbildung 37: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Selz Ingelheim

Auffällig ist die hohe Perchlorat-Konzentration zu Beginn des Jahres. Perchlorat ist in der Selz durchgehend zu finden. Über das Jahr gesehen beträgt der Perchlorat-Anteil 19 Prozent an der Gesamtkonzentration.

Grafiken der „südlichen“ Nebengewässer

Vertreter der südlichen Nebengewässer sind z.B. der Spiegelbach (Abb. 38) bei Sondernheim und der Erlenbach (vgl. Anhang II) bei Rheinzabern.

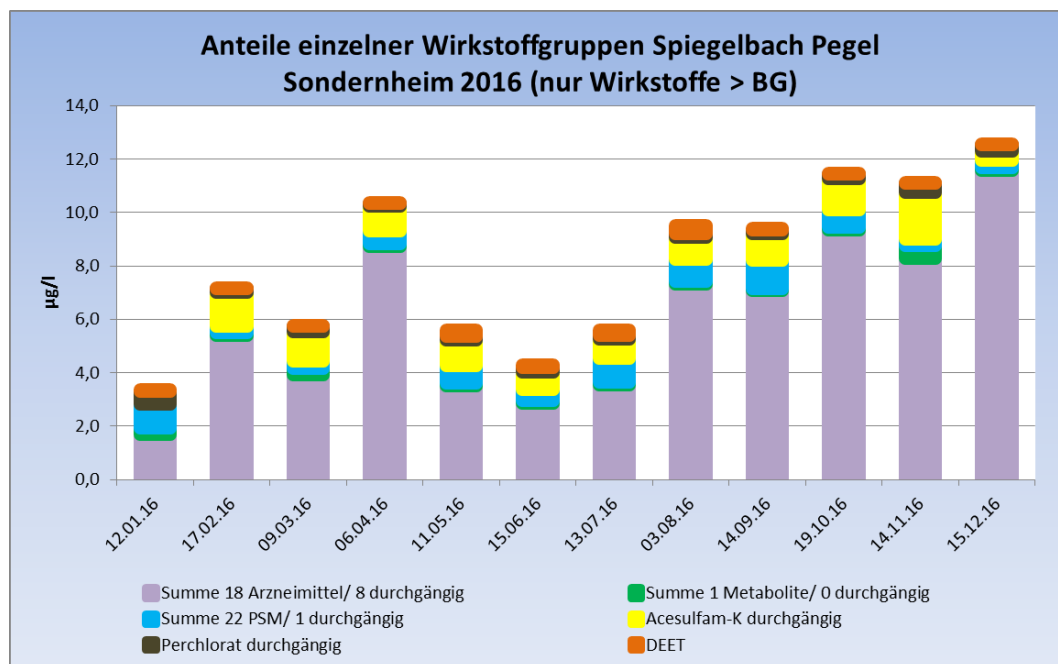


Abbildung 38: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Spiegelbach

Die Summe der gesuchten Schadstoffkonzentrationen ist in beiden Flüssen ähnlich hoch. In beiden Flüssen dominieren die Arzneimittel, im Spiegelbach mehr als im Erlenbach. Der Spiegelbach ist eines der fünf in diesem Bericht beschriebenen Gewässer, dessen Gesamtkonzentration der PSM und deren Metabolite überwiegend unter 1,0 µg/L liegt.

Im Erlenbach liegen neben Arzneimittel (AZM) auch die PSM und deren Metabolite an einigen Probenahmetagen in AZM-vergleichbaren Größenordnungen vor. Es dominieren - bis auf vier Ausnahmen - die Metabolite vor den PSM-Wirkstoffen.

Grafiken der nordöstlichen Nebengewässer

Beispielhafte Vertreter für Fließgewässer in der Region im **Nordosten** von Rheinland-Pfalz (Westerwald) sind die Gewässer **Nister** (Abb. 39) und **Wied** (Anhang II).

Die Hauptbelastungen der Nister liegen eindeutig bei den Konzentrationen von Acesulfam-K und Arzneimittelwirkstoffen; DEET und Perchlorat werden in sehr geringen Mengen nachgewiesen. In keinem anderen im Jahr 2016 untersuchten rheinland-pfälzischen Gewässer werden weniger PSM-Wirkstoffe und PSM-Metabolite gefunden.

Nur fünf PSM-Wirkstoffe überschreiten die Bestimmungsgrenze, kein Einzelwert erreicht den Wert 0,1 µg/L. Ein Metabolit wird nur einmal oberhalb der BG nachgewiesen. Diese Gruppe ist daher in der Grafik nicht abbildbar.

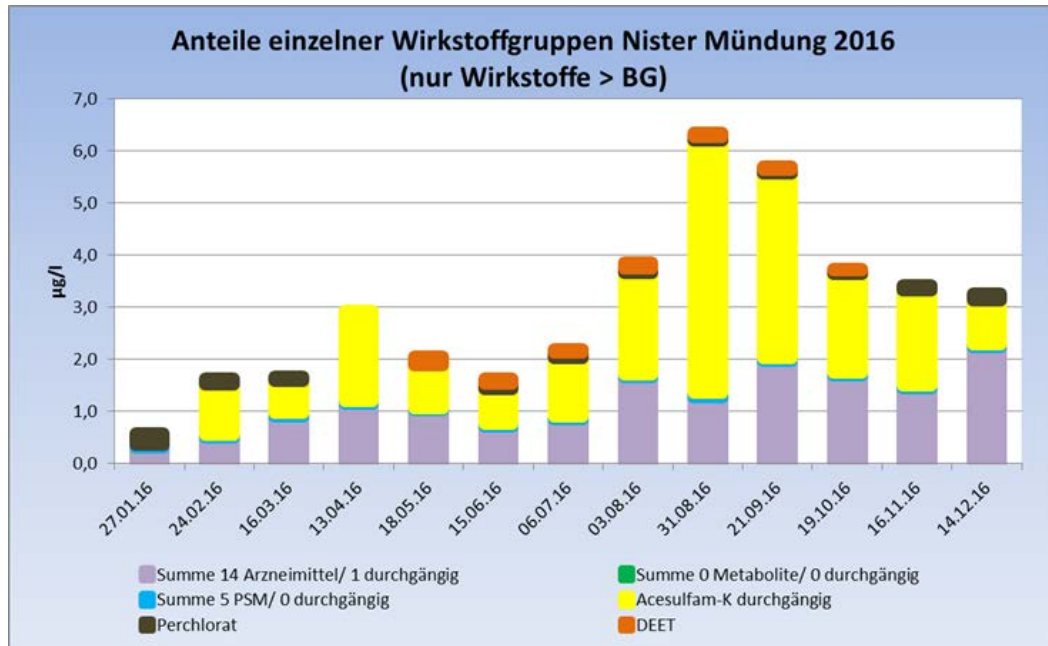


Abbildung 39: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Nister Mündung

Acesulfam-K und Arzneimittelwirkstoffe dominieren ebenfalls in der Wied bei Niederbieber. PSM-Wirkstoffe und deren Metabolite tragen zu einer höheren Belastung im Vergleich zur Nister, bei. Ein Metabolit ist durchgängig nachweisbar, zehn PSM-Wirkstoffe überschreiten die Bestimmungsgrenze. Nister und Wied gehören zu den fünf Gewässern (Spiegelbach, Spangerbach, Rhein), deren Konzentrationssumme von PSM-Wirkstoffen und Metabolite überwiegend unter 1,0 µg/L liegen.

Grafiken der Gewässer in der Pfalz und um Trier

In der **Region Kaiserslautern** wurden im **Mohrbach, unterhalb Air Base Ramstein**, (Abb.: 40) überwiegend Arzneimiteleinträge und Acesulfam-K gefunden. Nur geringe Mengen PSM-Wirkstoffe, keine Metabolite konnten nachgewiesen werden.

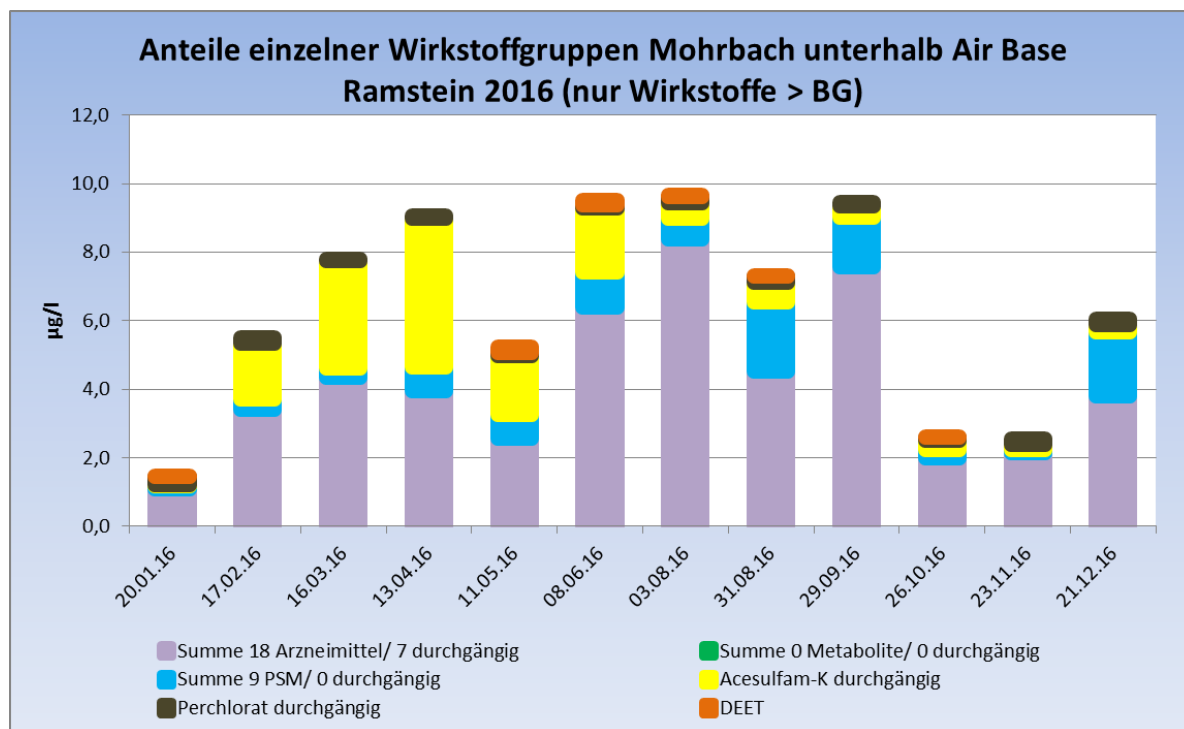


Abbildung 40: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Mohrbach

In der **Region Trier** sind aus dem **Spangerbach unterhalb Weilbach** (vgl. Anhang II) Proben gewonnen und analysiert worden. Das Belastungsspektrum und die Konzentrationen unterscheiden sich vollkommen von denen des Mohrbachs bei Kaiserslautern. Im Spangerbach, dessen Konzentrationssummen etwa um den Faktor 10 niedriger liegen als die in der Pfalz, überwiegen die Metabolite und Perchlorat. Vergleicht man die Summe aus PSM mit der der Metabolite, ist der Spangerbach stärker durch Metabolite belastet. In diesem Bach ist kein PSM-Wirkstoff durchgehend nachweisbar. Es sind zwei Arzneimittel, sechs PSM-Metabolite und acht PSM-Wirkstoffe mindestens einmal größer BG. Der Spangerbach gehört zu den fünf Gewässern, deren Summe die 1,0 µg/L selten überschreiten. Nicht unerwähnt soll an dieser Stelle der Hinweis auf hohe PFC-Werte im Spangerbach und im Mohrbach bleiben.

Grafiken des Rheins und der Lahn (Überblicksmessstellen)

An den **Überblicksmessstellen am Rhein bei Mainz** (Abbildung 41) und der **Lahn bei Lahnstein** (vgl. Anhang II) werden wie in allen Messstationen 14-Tages-Mischproben gewonnen.

Die Hauptimmissionen beider Gewässer sind Arzneimittelwirkstoffe und Acesulfam-K. Nicht unerwähnt bleiben sollte, dass die übrigen Wirkstoffgruppen bzw. Wirkstoffe in nahezu jeder Probe auf niedrigem Niveau nachweisbar sind. Die höchste Konzentrationssumme liegt

erwartungsgemäß in dem kleineren Gewässer Lahn mit 10 µg/L. Die maximale Mischprobensumme im Rhein beträgt im März für alle hier besprochenen Parameter 3,3 µg/L.

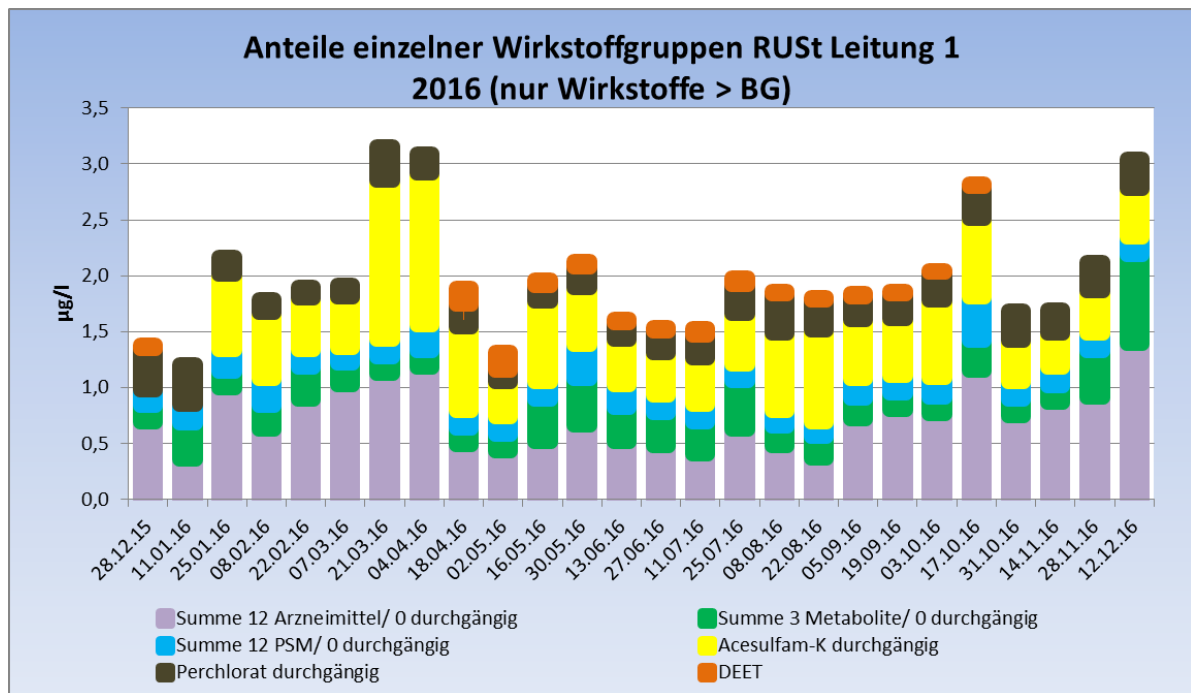


Abbildung 41: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Mainz RUST Mainz

Betrachtet man nur PSM-Wirkstoffe und deren Metabolite dominieren in der Lahn die Metabolite, im Rhein ist das Verhältnis nahezu ausgewogen. Der Rhein ist eines von zwei Gewässern, dessen Konzentrationsspitze unter 4,0 µg/L liegt. Aufgrund der großen Verdünnung, die der hohe Rheinabfluss mit sich bringt, erstaunt diese Aussage nicht. Der Rhein führt einen mittleren Abfluss von ~ 1600 m³/s bei Mainz. In der Lahn (Pegel Kalkofen neu) steht dem ein mittlerer Abfluss von ca. 40 m³/s gegenüber.

Um die bis hierher besprochene, halbquantitative Beschreibung auf etwas übersichtlicheren Boden zu stellen, wurden die Grafiken nach definierten Kriterien ausgewertet. Die Tages- oder Periodenkonzentrationen wurden addiert und deren prozentualer Anteil an der Gesamtsumme berechnet.

Tabelle 31 fasst die Belastungen der Gewässer, bezogen auf die untersuchten Stoffe bzw. Stoffgruppen zusammen. In ihr ist die prozentuale Verteilung an der Probenahmestelle zusammengestellt.

Tabelle 31: Verteilung der Wirkstoffe, sortiert nach maximaler Einzelkonzentration

	Anteile einzelner Wirkstoffe bzw -gruppen in Prozent						max. Summe
	AZM	PSM-Met	PSM	Acesulfam-K	Perchlorat	DEET	
Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	76	2,7	11	8,3	1,7	0,5	56 µg/L
Isenach, Pegel Flomersheim	41	12	28	16	1,6	0,4	35 µg/L
Pfrimm, Worms	38	28	6,5	17	9,5	1,5	16,1 µg/L
Brohlbach Mündung Mosel	32	51	9,0	4,9	2,9	0,4	16,0 µg/L
Spiegelbach, Pegel Sondernheim	76	1,9	7,2	11	2,5	1,1	12,6 µg/L
Selz, Ingelheim	40	15	13	12	19,1	0,8	11,5 µg/L
Wiesbach, unterhalb Gensingen	42	13	14	21	9,2	0,6	11,3 µg/L
Lahn, Lahnstein	52	13	5,6	27	1,3	1,5	9,9 µg/L
Erlenbach, Pegel Rheinzabern	56	17	14	8,2	3,9	0,7	9,8 µg/L
Mohrbach, unterhalb Air Base Ramstein	66	0,0	12	19	2,3	0,6	9,7 µg/L
Guldenbach, Mündung	43	20	7,8	25	3,3	1,0	8,4 µg/L
Saar, Kanzem	50	15	7,4	23	4,2	0,8	8,1 µg/L
Nahe, Bingen-Dietersheim	43	24	6,3	21	4,9	1,2	7,8 µg/L
Wied, Niederbieber	45	11	3,8	36	3,1	1,0	7,8 µg/L
Elzbach, Mündung	27	43	7,6	18	3,9	0,5	7,1 µg/L
Nister Mündung	40	0,0	1,9	54	2,8	1,4	6,3 µg/L
Sauer, Mündung (RLP und LUX)	20	14	7,2	24	31	2,9	6,1 µg/L
Flaumbach vor Mündung Dünnbach	20	58	4,1	12	5,3	0,7	5,7 µg/L
Seebach, unterhalb Osthofen	0,0	15	4,3	2,7	77	0,4	5,4 µg/L
Mosel, Fankel	31	22	14	22	8,7	1,9	5,1 µg/L
Mosel, Palzem	24	32	16	19	7,3	1,5	4,3 µg/L
Rhein, RUSSt Mainz, Leitung 1	37	13	9,0	28	11	1,6	3,2 µg/L
Spanger Bach, unterhalb Weilbach	7,9	56	13	4,9	17	1,3	1,3 µg/L

In der letzten Spalte der Tabelle 31 ist der höchste Wert gelistet, der bei einer der mindestens zwölf Datumsangaben in einem Gewässer auftritt. Als Beispiel sei die Gesamtkonzentration im Seegraben am 13. März 2016 genannt. An diesem Tag ergeben die Konzentrationen aller sechs Stoffe bzw. Stoffgruppen addiert einen Maximalwert von 56 µg/L. Dies ist der höchste Einzelwert, der im Berichtsjahr bei allen Gewässern gemessen wurde. Am unteren Ende der Skala befindet sich der Höchstwert des Spanger Bachs mit gerade 1,3 µg/L am 10. Februar 2016.

Die Zeilen geben den prozentualen Anteil des Stoffes bzw. der Stoffgruppe an der Summation aller beteiligten Verbindungen wieder. Dies sei auch am Beispiel Seegraben verdeutlicht: die Konzentrationswerte der Arzneimittelwirkstoffe aufaddiert und zu der Gesamtsumme der sechs Stoffe bzw. Stoffgruppen in Relation gesetzt, zeigen, dass die AZM im Seegraben für 76 % des Gesamtwertes der untersuchten organischen Befunde verantwortlich sind. Die PSM für elf Prozent, Acesulfam-K für etwas mehr als acht Prozent, die PSM-Metabolite für knapp unter drei Prozent und die restlichen beiden Verbindungen für etwas mehr als zwei Prozent.

Die Arzneimittelwirkstoffe sind für den größten Teil der Belastung der untersuchten Gewässer verantwortlich. Im Mittel über alle im Jahr 2016 betrachteten Gewässer werden 40 % der Konzentrationswerte von dieser Gruppe gestellt. Spitzenreiter sind der Seegraben und der Spiegelbach mit jeweils 76 % Anteil. Keine AZM werden im Seebach unterhalb Osthofen gefunden (Tabelle 32).

Tabelle 32: Verteilung der Wirkstoffe, sortiert nach fallendem Arzneimittelanteil

	Anteile einzelner Wirkstoffe bzw -gruppen in Prozent							max. Summe
	AZM	PSM-Met	PSM	Acesulfam-K	Perchlorat	DEET		
Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	76	2,7	11	8,3	1,7	0,5	56 µg/L	
Spiegelbach, Pegel Sondernheim	76	1,9	7,2	11	2,5	1,1	12,6 µg/L	
Mohrbach, unterhalb Air Base Ramstein	66	0,0	12	19	2,3	0,6	9,7 µg/L	
Erlenbach, Pegel Rheinzabern	56	17	14	8,2	3,9	0,7	9,8 µg/L	
Lahn, Lahnstein	52	13	5,6	27	1,3	1,5	9,9 µg/L	
Saar, Kanzem	50	15	7,4	23	4,2	0,8	8,1 µg/L	
Wied, Niederbieber	45	11	3,8	36	3,1	1,0	7,8 µg/L	
Nahe, Bingen-Dietersheim	43	24	6,3	21	4,9	1,2	7,8 µg/L	
Guldenbach, Mündung	43	20	7,8	25	3,3	1,0	8,4 µg/L	
Wiesbach, unterhalb Gensingen	42	13	14	21	9,2	0,6	11,3 µg/L	
Isenach, Pegel Flomersheim	41	12	28	16	1,6	0,4	35 µg/L	
Nister Mündung	40	0,0	1,9	54	2,8	1,4	6,3 µg/L	
Selz, Ingelheim	40	15	13	12	19,1	0,8	11,5 µg/L	
Pfrimm, Worms	38	28	6,5	17	9,5	1,5	16,1 µg/L	
Rhein, RUS Mainz, Leitung 1	37	13	9,0	28	11	1,6	3,2 µg/L	
Brohlbach Mündung Mosel	32	51	9,0	4,9	2,9	0,4	16,0 µg/L	
Mosel, Fankel	31	22	14	22	8,7	1,9	5,1 µg/L	
Elzbach, Mündung	27	43	7,6	18	3,9	0,5	7,1 µg/L	
Mosel, Palzem	24	32	16	19	7,3	1,5	4,3 µg/L	
Sauer, Mündung (RLP und LUX)	20	14	7,2	24	31	2,9	6,1 µg/L	
Flaumbach vor Mündung Dünnbach	20	58	4,1	12	5,3	0,7	5,7 µg/L	
Spanger Bach, unterhalb Weilbach	7,9	56	13	4,9	17	1,3	1,3 µg/L	
Seebach, unterhalb Osthofen	0,0	15	4,3	2,7	77	0,4	5,4 µg/L	
Mittelwerte:	40	21	10	19	10	1,1		

Acesulfam-K hat, obwohl nur ein Einzelstoff, in einigen Gewässern einen erheblichen Anteil an den untersuchten organischen Spurenstoffen (Tab. 33). Mit im Mittel 19 Prozent liegt der Stoff an dritter Stelle hinter den AZM und den PSM-Metaboliten noch vor den PSM, die mit zehn Prozent zusammen mit Perchlorat an nächster Stelle folgen. Der Parameter ist, wie bereits weiter oben erwähnt, ein klassischer Anzeiger für Kläranlagen beeinflusste Gewässer. Finden sich dazu noch im gleichen Fließgewässer hohe AZM-Werte, spricht dies für ein Gewässer, dessen Hauptprobleme in vom Menschen direkt aufgenommenen und wieder ausgeschiedenen Stoffen begründet sind. Diesen Gewässern ist durch verbesserte Leistungen der angeschlossenen Kläranlagen zu helfen.

Tabelle 33: Verteilung der Wirkstoffe, sortiert nach Anteil der Acesulfam-K-Konzentration

	Anteile einzelner Wirkstoffe bzw -gruppen in Prozent							max. Summe
	AZM	PSM-Met	PSM	Acesulfam-K	Perchlorat	DEET		
Nister Mündung	40	0,0	1,9	54	2,8	1,4	6,3 µg/L	
Wied, Niederbieber	45	11	3,8	36	3,1	1,0	7,8 µg/L	
Rhein, RUST Mainz, Leitung 1	37	13	9,0	28	11	1,6	3,2 µg/L	
Lahn, Lahnstein	52	13	5,6	27	1,3	1,5	9,9 µg/L	
Guldenbach, Mündung	43	20	7,8	25	3,3	1,0	8,4 µg/L	
Sauer, Mündung (RLP und LUX)	20	14	7,2	24	31	2,9	6,1 µg/L	
Saar, Kanzem	50	15	7,4	23	4,2	0,8	8,1 µg/L	
Mosel, Fankel	31	22	14	22	8,7	1,9	5,1 µg/L	
Wiesbach, unterhalb Gensingen	42	13	14	21	9,2	0,6	11,3 µg/L	
Nahe, Bingen-Dietersheim	43	24	6,3	21	4,9	1,2	7,8 µg/L	
Mohrbach, unterhalb Air Base Ramstein	66	0,0	12	19	2,3	0,6	9,7 µg/L	
Mosel, Palzem	24	32	16	19	7,3	1,5	4,3 µg/L	
Elzbach, Mündung	27	43	7,6	18	3,9	0,5	7,1 µg/L	
Pfrimm, Worms	38	28	6,5	17	9,5	1,5	16,1 µg/L	
Isenach, Pegel Flomersheim	41	12	28	16	1,6	0,4	35 µg/L	
Selz, Ingelheim	40	15	13	12	19,1	0,8	11,5 µg/L	
Flaumbach vor Mündung Dünnbach	20	58	4,1	12	5,3	0,7	5,7 µg/L	
Spiegelbach, Pegel Sondernheim	76	1,9	7,2	11	2,5	1,1	12,6 µg/L	
Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birken	76	2,7	11	8,3	1,7	0,5	56 µg/L	
Erlenbach, Pegel Rheinzabern	56	17	14	8,2	3,9	0,7	9,8 µg/L	
Spanger Bach, unterhalb Weilbach	7,9	56	13	4,9	17	1,3	1,3 µg/L	
Brohlbach Mündung Mosel	32	51	9,0	4,9	2,9	0,4	16,0 µg/L	
Seebach, unterhalb Osthofen	0,0	15	4,3	2,7	77	0,4	5,4 µg/L	

Fasst man die ermittelten PSM- und PSM-Metaboliten-Konzentrationen als Summenwert zusammen (Tab. 34) ergibt sich ein uneinheitliches Bild. Es werden Gewässer identifiziert, die durch PSM und PSM-Metabolite sehr stark beeinflusst werden - wie beispielsweise der Brohlbach (Messstelle: Mündung Mosel) oder der Elzbach, während andere wie der Spiegelbach oder der Seegraben nur geringfügig durch diese Stoffgruppen geprägt werden.

Der Focus ist auf das Einzugsgebiet dieser Fließgewässer zu lenken. Im Einzugsgebiet des Brohlbachs ist die landwirtschaftliche Nutzung intensiv, während der Seegraben und der Spiegelbach unterhalb einer Kläranlage von urbanen Strukturen beeinflusst werden. Bei der Isenach mit ihrem nahezu gleichen Anteil von intensiver Landwirtschaft (PSM-, PSM-Metabolite: ~ 40 %) und stadtnaher Entwässerung (AZM: ~ 40 %) gelingt die Zuordnung zum urbanen Raum aufgrund des erwähnenswerten Anteils an Acesulfam-K (16 %) zur Seite der Kläranlagenemissionen. Gleiches gilt auch für die Pfrimm mit den etwa paritätischen Anteilen unter 40 %, wobei Acesulfam-K (17 %) die Waage in Richtung Kläranlagenemission lenkt. Perchlorat (9,5 %) aus der erweiterten Landwirtschaftsnutzung hat geringeren Einfluss.

Tabelle 34: Verteilung der Wirkstoffe, sortiert nach Anteil der Summe aus PSM und PSM-Metaboliten-Konzentration

	Anteile einzelner Wirkstoffe bzw -gruppen In Prozent					
	AZM	PSM-Met plus PSM	Acesulfam-K	Perchlorat	DEET	max. Summe
Spanger Bach, unterhalb Weilbach	7,9	69	4,9	17	1,3	1,3 µg/L
Flaumbach vor Mündung Dünnbach	20	62	12	5,3	0,7	5,7 µg/L
Brohlbach Mündung Mosel	32	60	4,9	2,9	0,4	16,0 µg/L
Elzbach, Mündung	27	50	18	3,9	0,5	7,1 µg/L
Mosel, Palzem	24	49	19	7,3	1,5	4,3 µg/L
Isenach, Pegel Flomersheim	41	40	16	1,6	0,4	35 µg/L
Mosel, Fankel	31	36	22	8,7	1,9	5,1 µg/L
Pfimm, Worms	38	34	17	9,5	1,5	16,1 µg/L
Erlenbach, Pegel Rheinzabern	56	31	8,2	3,9	0,7	9,8 µg/L
Nahe, Bingen-Dietersheim	43	30	21	4,9	1,2	7,8 µg/L
Guldenbach, Mündung	43	28	25	3,3	1,0	8,4 µg/L
Selz, Ingelheim	40	28	12	19,1	0,8	11,5 µg/L
Wiesbach, unterhalb Gensingen	42	27	21	9,2	0,6	11,3 µg/L
Saar, Kanzem	50	22	23	4,2	0,8	8,1 µg/L
Rhein, RUSSt Mainz, Leitung 1	37	22	28	11	1,6	3,2 µg/L
Sauer, Mündung (RLP und LUX)	20	21	24	31	2,9	6,1 µg/L
Seebach, unterhalb Osthofen	0,0	20	2,7	77	0,4	5,4 µg/L
Lahn, Lahnstein	52	18	27	1,3	1,5	9,9 µg/L
Wied, Niederbieber	45	15	36	3,1	1,0	7,8 µg/L
Seegraben, uh. L526 zw. Erpolzheim u. Birk	76	13	8,3	1,7	0,5	56 µg/L
Mohrbach, unterhalb Air Base Ramstein	66	12	19	2,3	0,6	9,7 µg/L
Spiegelbach, Pegel Sondernheim	76	9,1	11	2,5	1,1	12,6 µg/L
Nister Mündung	40	1,9	54	2,8	1,4	6,3 µg/L
	40	32	17	10	1	

Fazit

Der Bericht 2016 ist die schriftlich fixierte Fortsetzung der Untersuchungsergebnisse, die das LfU seit Jahren erhebt. Die Vorgängerwerte sind in den Datenbanken des Amtes gesichert. Das LfU ist dem beauftragten Labor, dem Wasserlabor der LUFA (Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt) für das breitgefächerte Angebot an unterschiedlichen organischen Spurenstoffen und die moderaten Analysenkosten zu Dank verpflichtet. Auch die Bereitschaft, die Palette der zu analysierenden Parameter in gegenseitiger Abstimmung permanent zu erweitern, ist großartig.

Die in diesem Bericht betrachteten Fließgewässer sind mit einer Anzahl von 23 eine Minderheit in Rheinland-Pfalz. Es wurden keine Bevorzugungen bezüglich Größe, geographischer Verteilung, Einzugsgebietszusammensetzung oder anderer Kriterien bei deren Auswahl vorgegeben. Die Auswahl folgt einem System, dass sich seit ca. acht Jahren bewährt hat. Eine Repräsentanz für Rheinland-Pfalz ist u.E. gewährleistet.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Messstellen 2016.....	7
Abbildung 2: Darstellung der Jahresmittelwerte Glyphosat.....	19
Abbildung 3: Neonicotinoide in der Isenach, Pegel Flomersheim, 2016.....	22
Abbildung 4: Neonicotinoide im Seegraben, 2016	22
Abbildung 5: Konzentrationen der Neonicotinoide sortiert nach Höhe der Befunde, 2016	23
Abbildung 6abc: Wiesbach Frachtanteile zum Zeitpunkt der Probenahme	30
Abbildung 7abc: Isenach Frachtanteile zum Zeitpunkt der Probenahme	31
Abbildung 8abc: Selz Frachtanteile zum Zeitpunkt der Probenahme	32
Abbildung 9: Arzneimittelfracht und Abfluss im Wiesbach	33
Abbildung 10: Arzneimittelfracht und Abfluss in der Isenach	33
Abbildung 11: Arzneimittelfracht und Abfluss in der Selz	33
Abbildung 12: Metazachlor-Metabolite Brohlbach.....	39
Abbildung 13: Metazachlor-Metabolite Pfrimm	39
Abbildung 14: Metazachlor-Metabolite Isenach	39
Abbildung 15: Jahreszeitliche Verteilung der Metazachlor-Metabolite	40
Abbildung 16: Jahreszeitliche Verteilung Tabellarisch	40
Abbildung 17: Chloridazon-Metabolite Pfrimm	42
Abbildung 18: Chloridazon-Metabolite Isenach.....	42
Abbildung 19: Anteile einzelner Metabolitengruppen im Brohlbach	43
Abbildung 20: Anteile einzelner Metabolitengruppen im Guldenbach	43
Abbildung 21: Anteile einzelner Metabolitengruppen und PSM-Wirkstoffe in der Isenach..	44
Abbildung 22: Prozentuale Anteile PSM/ Metabolite in der Pfrimm.....	45
Abbildung 23: Prozentuale Anteile PSM/ Metabolite im Brohlbach	45
Abbildung 24: Prozentuale Anteile PSM/ Metabolite im Spiegelbach.....	46
Abbildung 25: Prozentuale Anteile PSM/ Metabolite im Erlenbach	46
Abbildung 26: Prozentuale Anteile PSM/ Metabolite in der Nister.....	47
Abbildung 27: Konzentrationsverlauf Diclofenac 2016.....	53
Abbildung 28: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Pfrimm	54
Abbildung 29: Detaildarstellung Spurenstoffe und Stoffgruppen Brohlbach	56
Abbildung 30: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Elzbach.....	56
Abbildung 31: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Mosel Palzem	57
Abbildung 32: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Saar Kanzem.....	58
Abbildung 33: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Sauer Mündung ...	59
Abbildung 34: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Nahe Bingen- Dietersheim	60
Abbildung 35: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Wiesbach.....	61
Abbildung 36: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Seegraben	62
Abbildung 37: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Selz Ingelheim	63
Abbildung 38: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Spiegelbach.....	64
Abbildung 39: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Nister Mündung ...	65
Abbildung 40: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Mohrbach.....	66
Abbildung 41: Detaildarstellung Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen Mainz RUS Mainz	67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Liste der Wirkstoffe 2016.....	8
Tabelle 2: Wirkstoffe im Jahresmittel $\geq 0,1 \mu\text{g/L}$	10
Tabelle 3: Gewässer und Anzahl der Wirkstoffe mit Jahresmittel $\geq 0,1 \mu\text{g/L}$	11
Tabelle 4: Anzahl Maximalwerte und Zuordnung zur Messstelle.....	12
Tabelle 5: 28 Wirkstoffe mit den höchsten Konzentrationswerten in der Isenach, Pegel Flomersheim.....	13
Tabelle 6: Maximalwerte sortiert nach Konzentration und Angabe aller betreffenden Messstellen	14
Tabelle 7: Verteilung der Wirkstoffe > BG.....	16
Tabelle 8: Zuordnung Wirkstoffe > BG zu Anzahl an Messstellen.....	17
Tabelle 9: Sortierung der Glyphosat-Befunde	18
Tabelle 10: Jahresmittelwerte Glyphosat	19
Tabelle 11: Höchste Einzelkonzentrationen Glyphosat ($\mu\text{g/L}$) in unterschiedlichen Gewässern	20
Tabelle 12: Überschreitung der BG von Imidachloprid und Clothianidin.....	21
Tabelle 13: UQN prioritärer Stoffe und deren Überschreitungen.....	24
Tabelle 14: UQN zur Beschreibung des ökologischen Zustands und deren Überschreitungen	25
Tabelle 15: Absatzmenge 2016 an PSM im Inland in Kombination der Wiederfindungsrate im Gewässer	26
Tabelle 16: Frachtschätzungen an drei ausgewählten Messstellen in g/d.....	28
Tabelle 17: Wiesbach, Anzahl der Werte > BG und > $0,1 \mu\text{g/L}$	29
Tabelle 18: Isenach, Anzahl der Werte > BG und > $0,1 \mu\text{g/L}$	29
Tabelle 19: Selz, Anzahl der Werte > BG und > $0,1 \mu\text{g/L}$	29
Tabelle 20: sonstige PSM-Metabolite > BG und zugehörige Gewässer	35
Tabelle 21: Maximalwerte der PSM-Metabolite.....	36
Tabelle 22: Metazachlor- und Chloridazon-Metabolite >BG	37
Tabelle 23: Vorkommen von Metazachlor-Metaboliten	38
Tabelle 24: Vorkommen von Chloridazon-Metaboliten.....	41
Tabelle 25: Anzahl Maximalwerte der Arzneimittel.....	48
Tabelle 26: Durchgängig nachweisbare Wirkstoffe und deren Einsatzgebiet	48
Tabelle 27: Wirkstoffe, die durchgehend oder häufig nachweisbar sind.....	49
Tabelle 28: Wirkstoffe, die nie oder selten vorkommen (<50% der Proben unter der BG) und deren Einsatzgebiet.....	51
Tabelle 29: Maximalwerte im Seegraben sortiert nach Höhe der Konzentration	51
Tabelle 30: Mittelwert Diclofenac	52
Tabelle 31: Verteilung der Wirkstoffe, sortiert nach maximaler Einzelkonzentration.....	68
Tabelle 32: Verteilung der Wirkstoffe, sortiert nach fallendem Arzneimittelanteil.....	69
Tabelle 33: Verteilung der Wirkstoffe, sortiert nach Anteil der Acesulfam-K-Konzentration.....	70
Tabelle 34: Verteilung der Wirkstoffe, sortiert nach Anteil der Summe aus PSM und PSM- Metaboliten-Konzentration.....	71

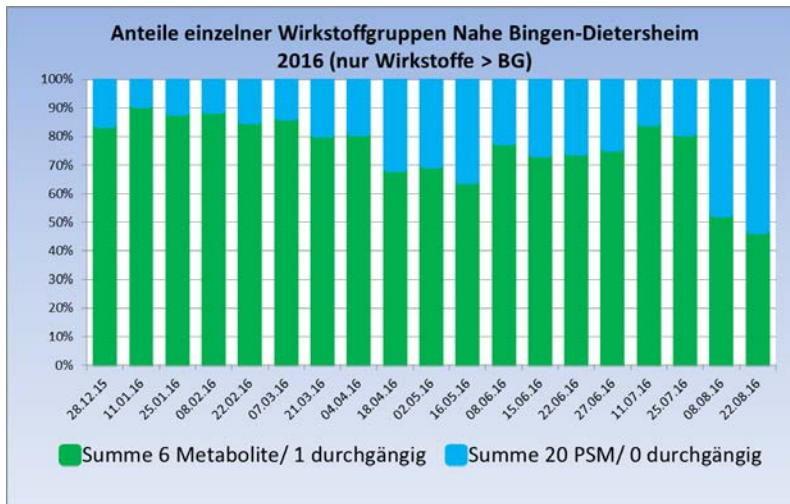
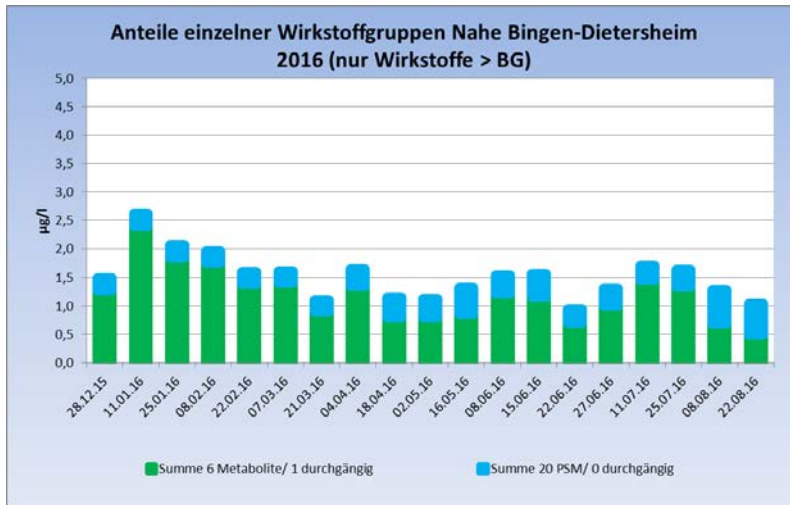
Anhang I Grafiken Anteile der PSM und-Metabolite im Gewässer als Konzentrations- und Prozentangabe

Die Nummerierung der folgenden Abbildungen erfolgt analog zur Nummerierung im Kapitel 2.1 Liste der Probenahmestellen.

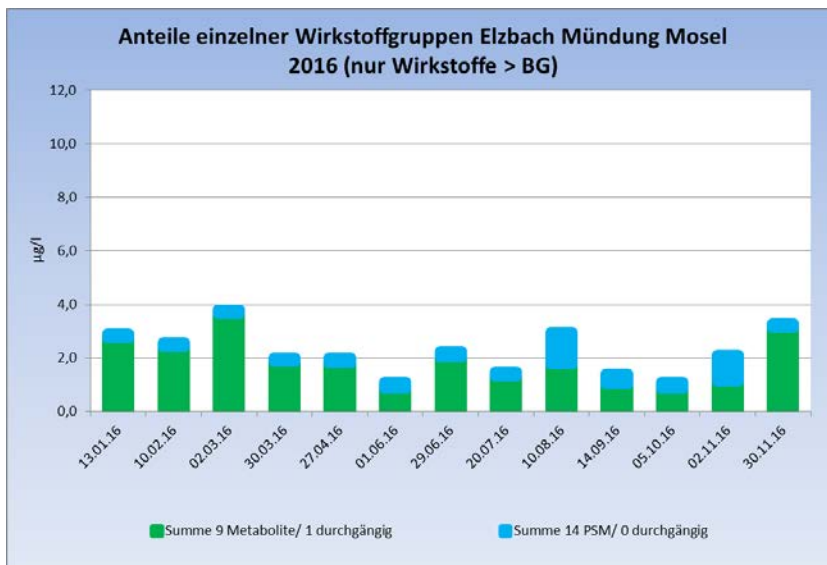
Im Anschluss werden nur die Abbildungen, die noch nicht im Text berücksichtigt wurden, eingefügt.

- 2 Nahe Bingen-Dietersheim
- 3 Elzbach Mündung
- 5 Mosel Fankel
- 6 Flaumbach vor Mündung Dünnbach
- 7 Guldenbach Mündung
- 8 Selz Ingelheim
- 9 Isenach Pegel Flomersheim
- 10 Saar Kanzem
- 11 Lahn Lahnstein
- 12 Mohrbach unterhalb Air Base Ramstein
- 14 Mosel Palzem
- 16 Rhein Mainz Leitung 1
- 17 Sauer Mündung
- 18 Seebach unterhalb Osthofen
- 19 Seegraben unterhalb L526
- 20 Spangerbach unterhalb Weilbach

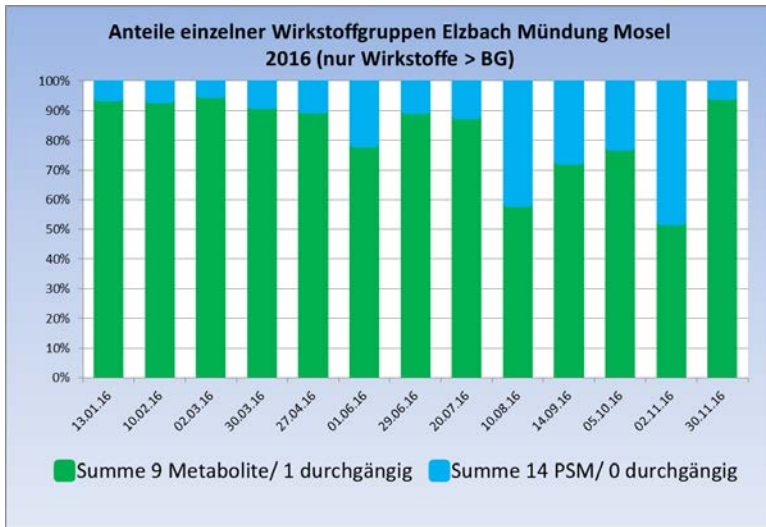
2 Nahe Bingen-Dietersheim



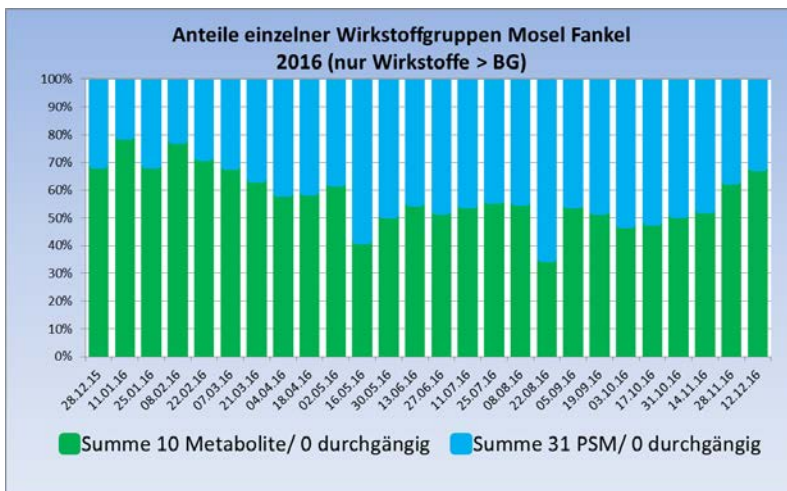
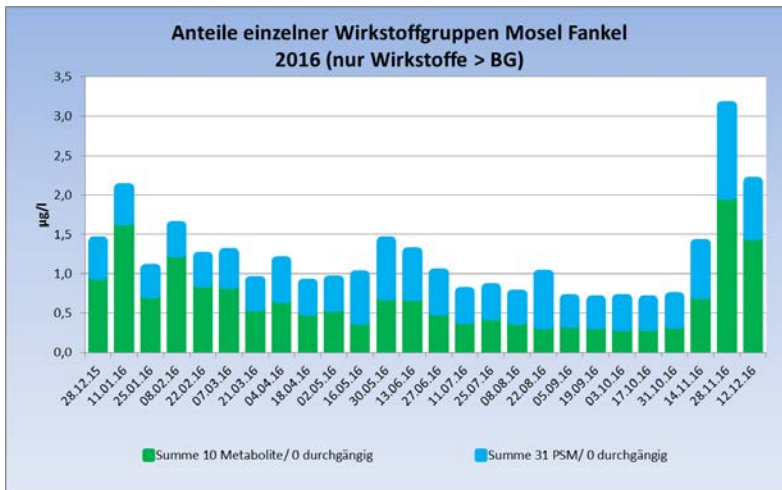
3 Elzbach Mündung



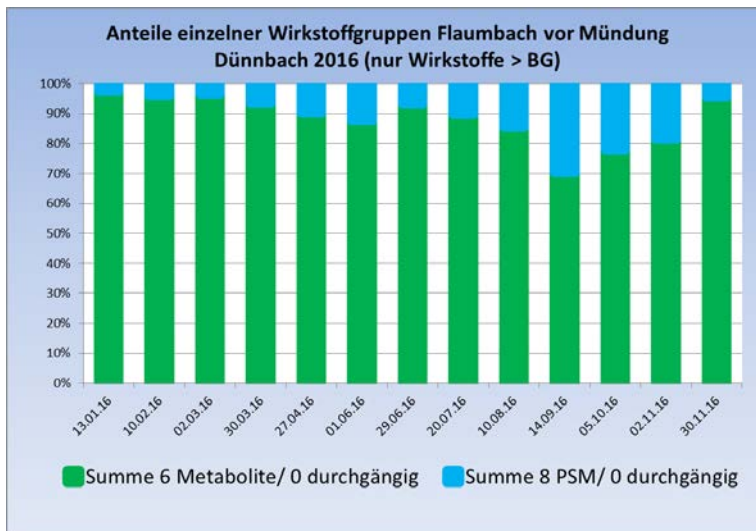
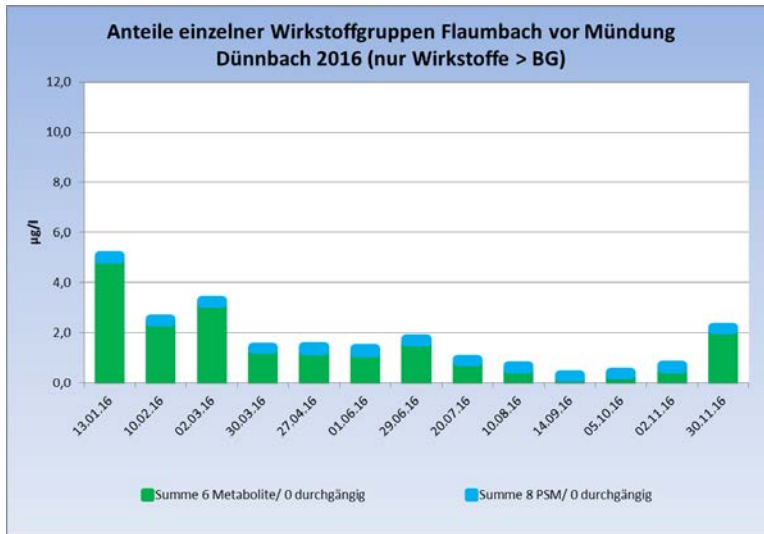
3 Elzbach Mündung



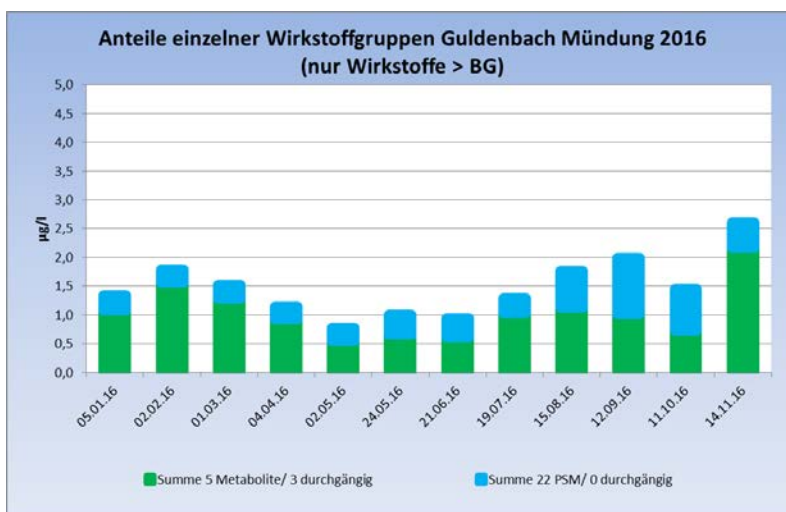
5 Mosel Fankel



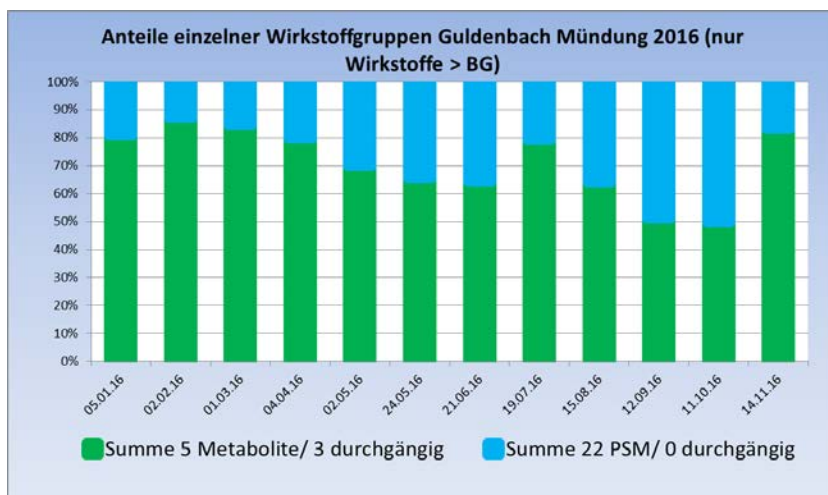
6 Flaumbach vor Mündung Dünnbach



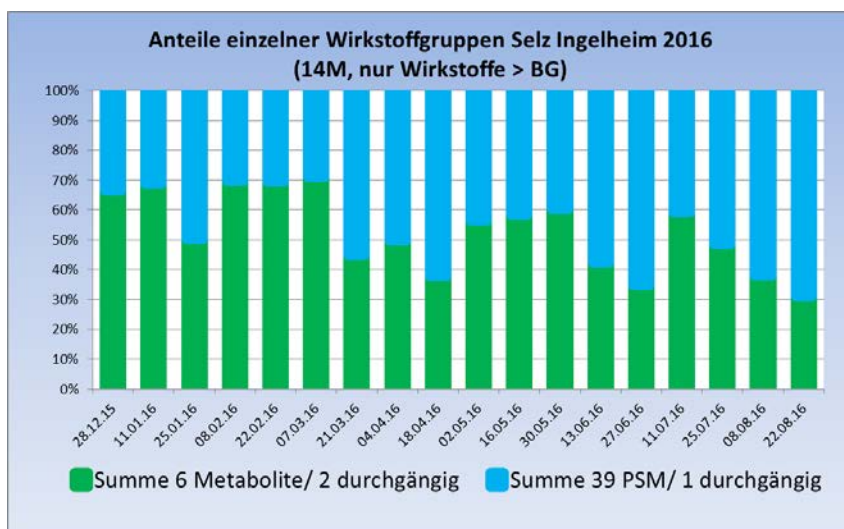
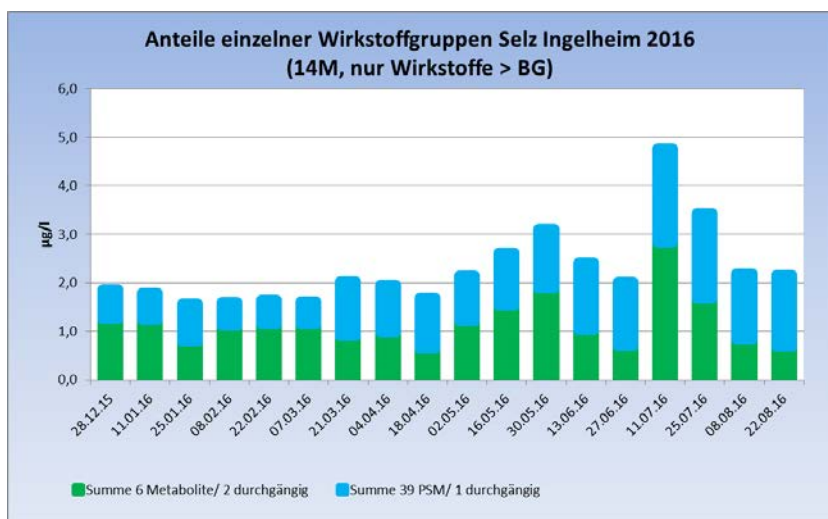
7 Guldenbach Mündung



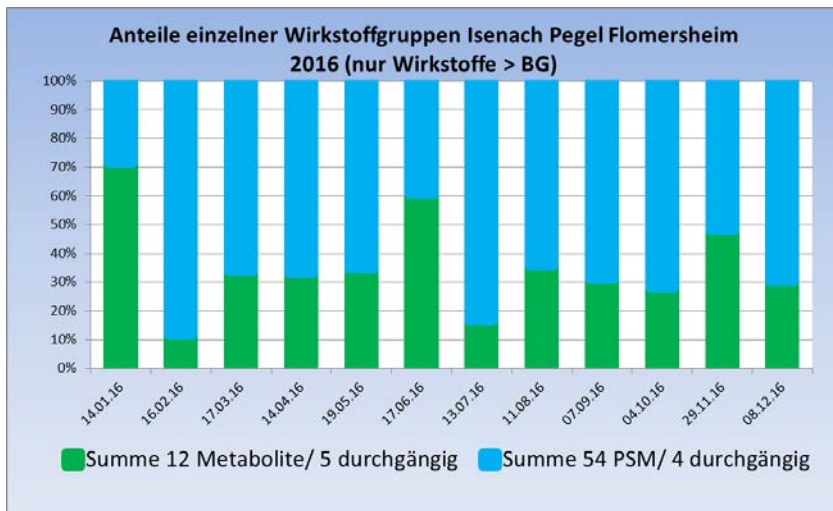
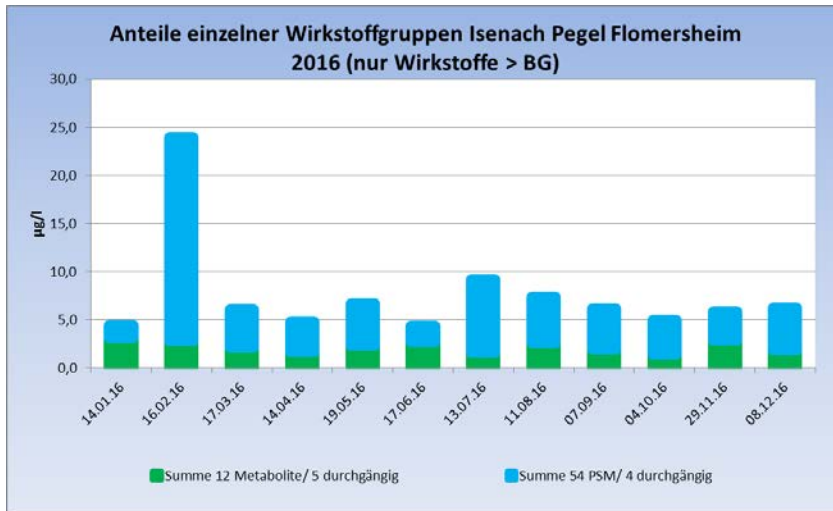
7 Guldenbach Mündung



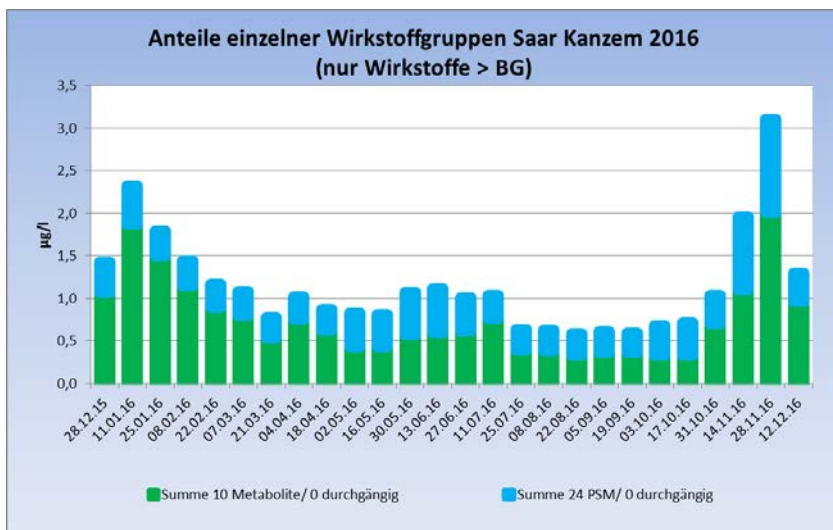
8 Selz Ingelheim



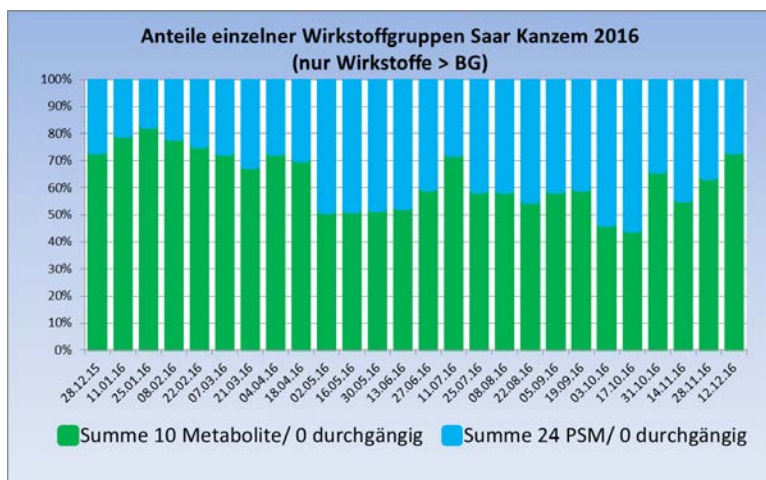
9 Isenach Pegel Flomersheim



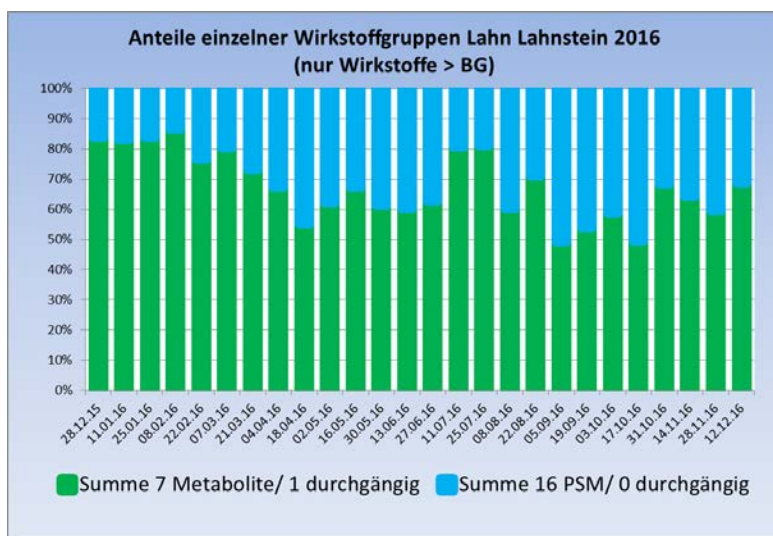
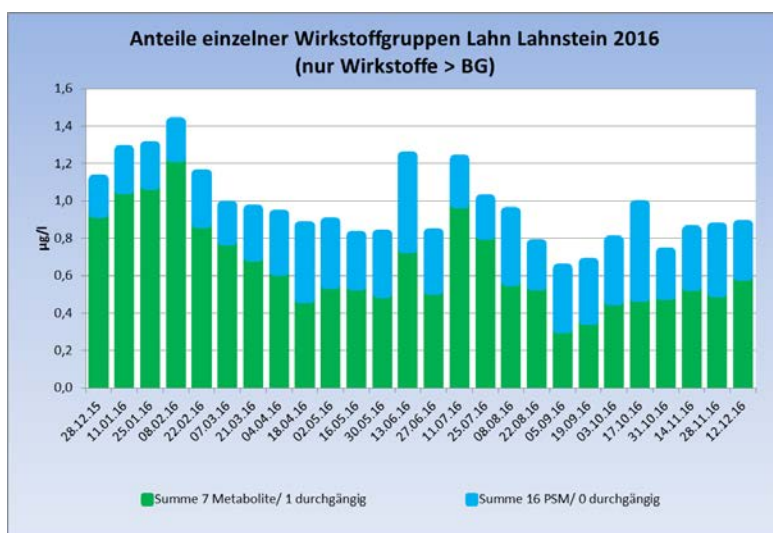
10 Saar Kanzem



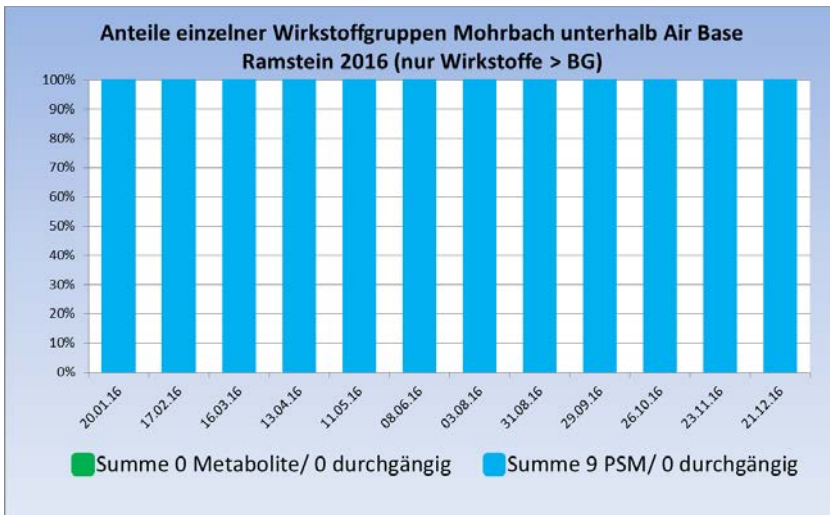
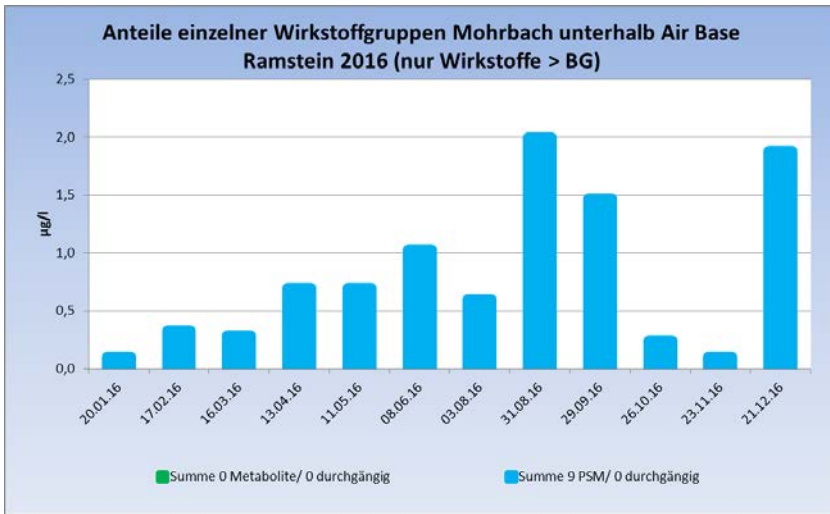
10 Saar Kanzem



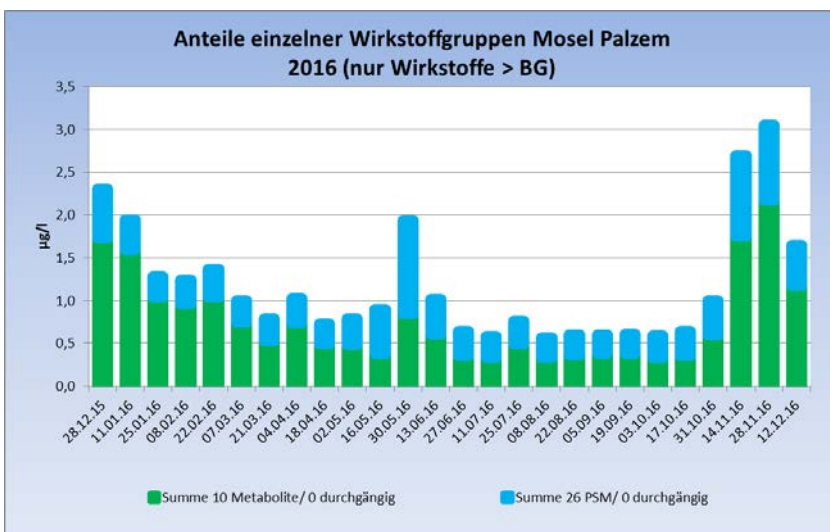
11 Lahn Lahnstein



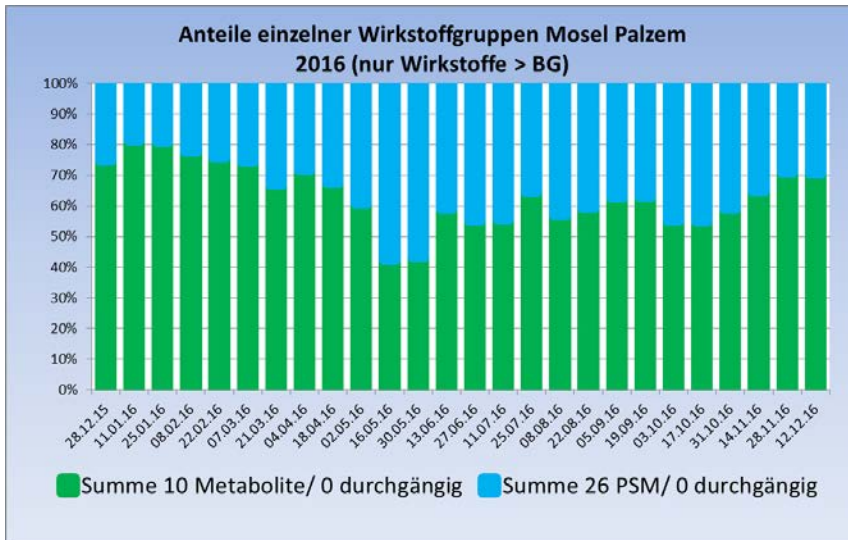
12 Mohrbach unterhalb Air Base Ramstein



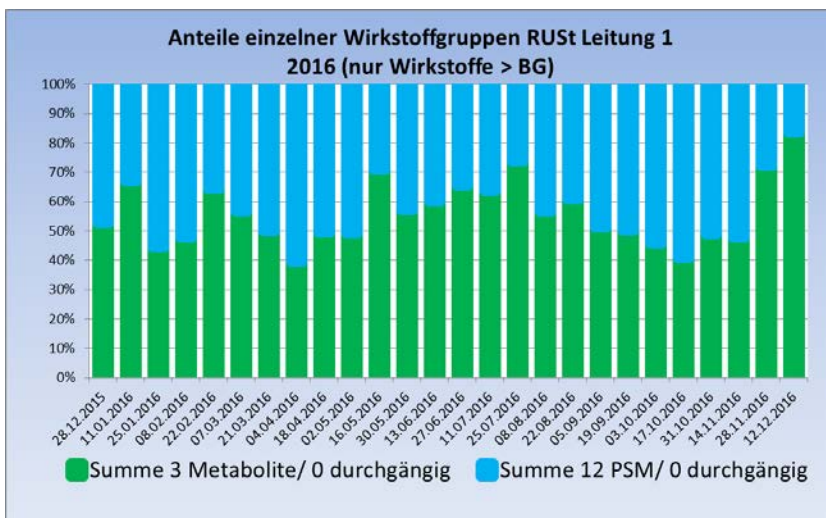
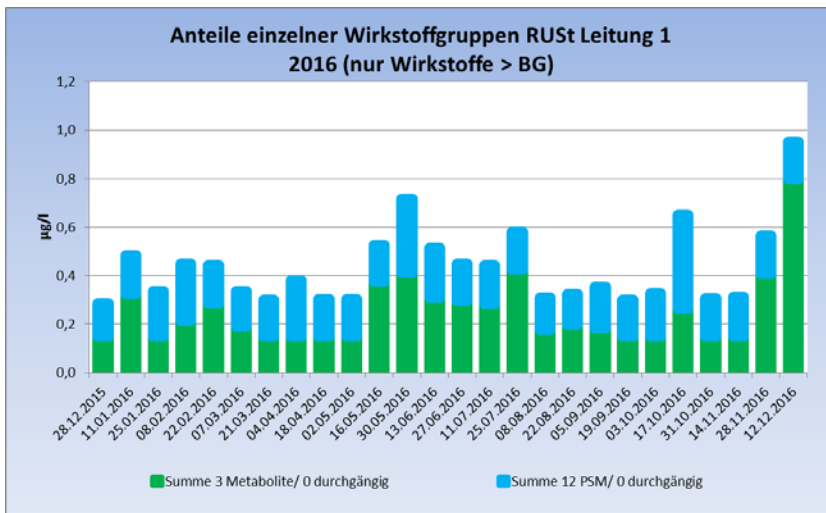
14 Mosel Palzem



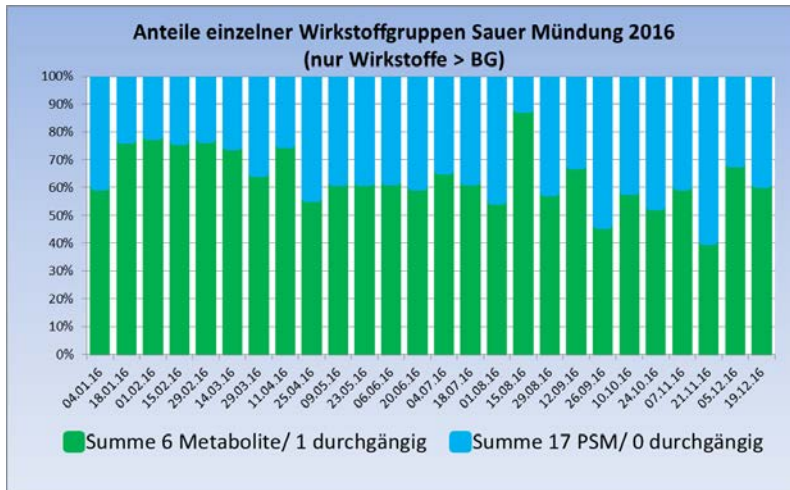
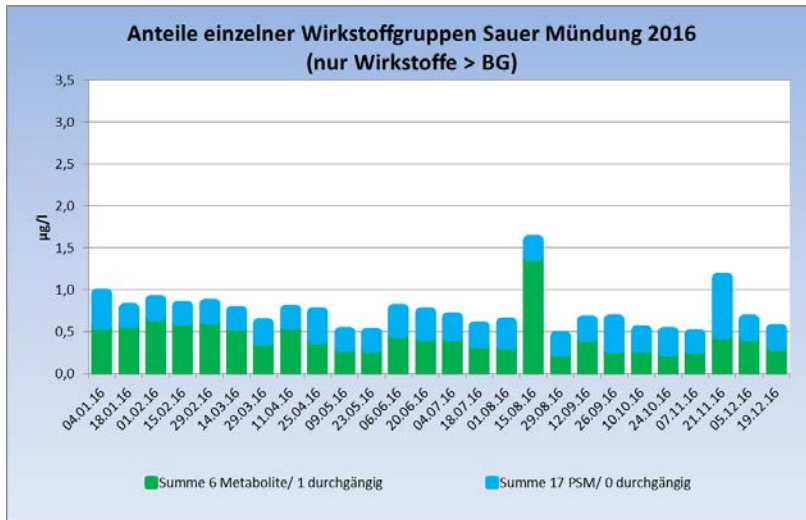
14 Mosel Palzem



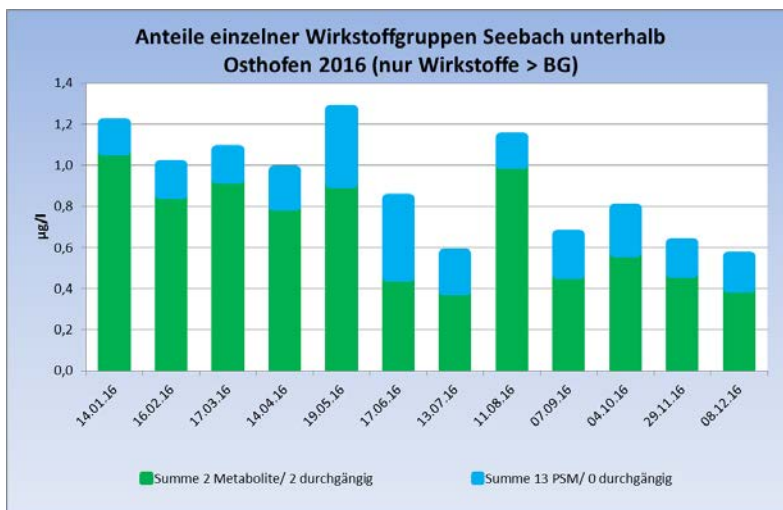
16 Rhein Mainz Leitung 1



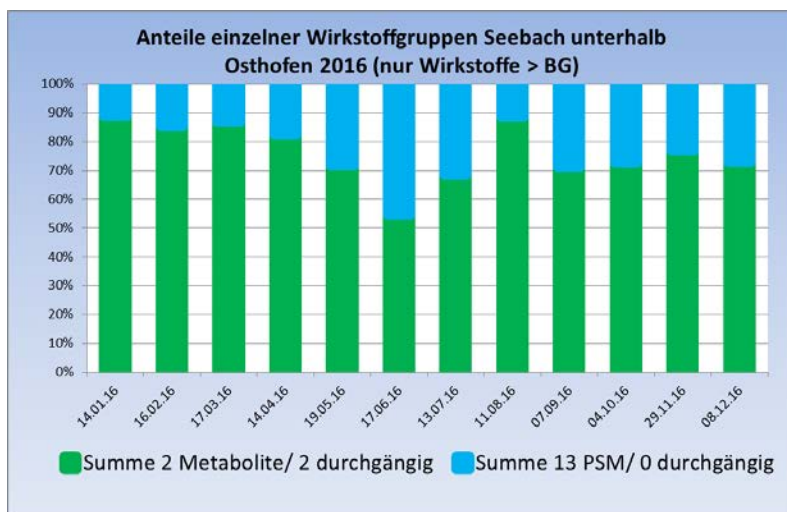
17 Sauer Mündung



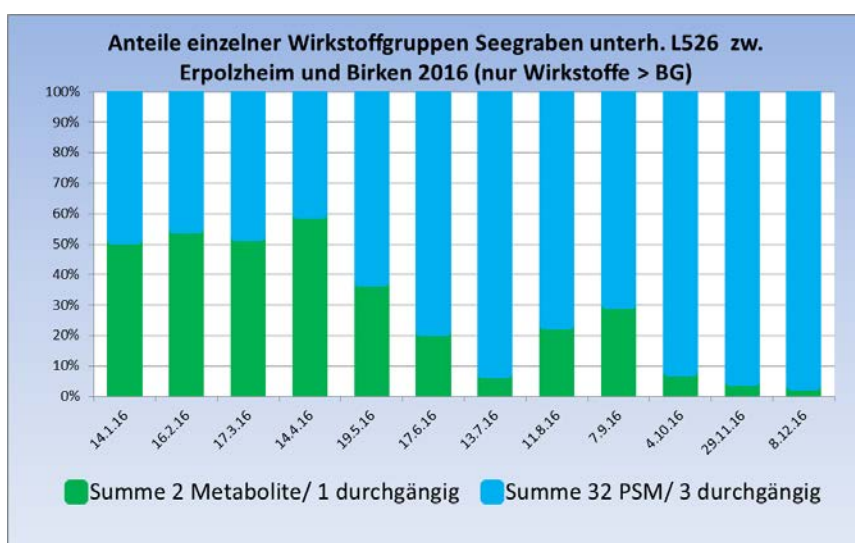
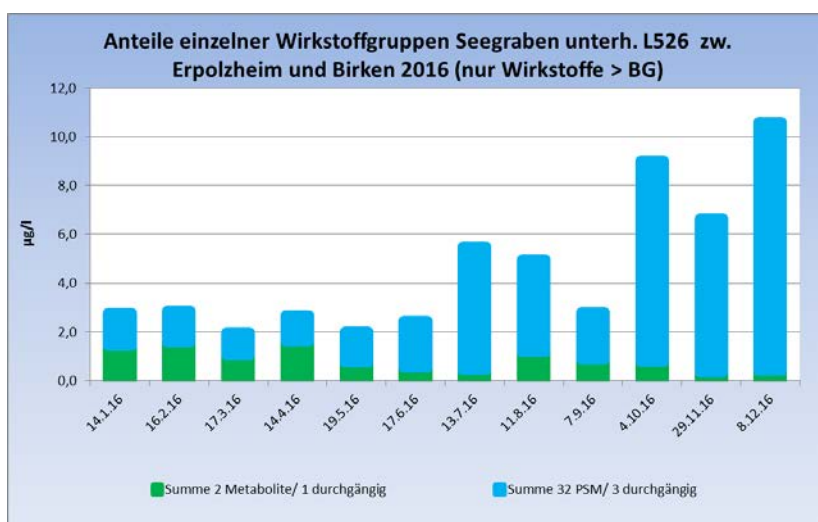
18 Seebach unterhalb Osthofen



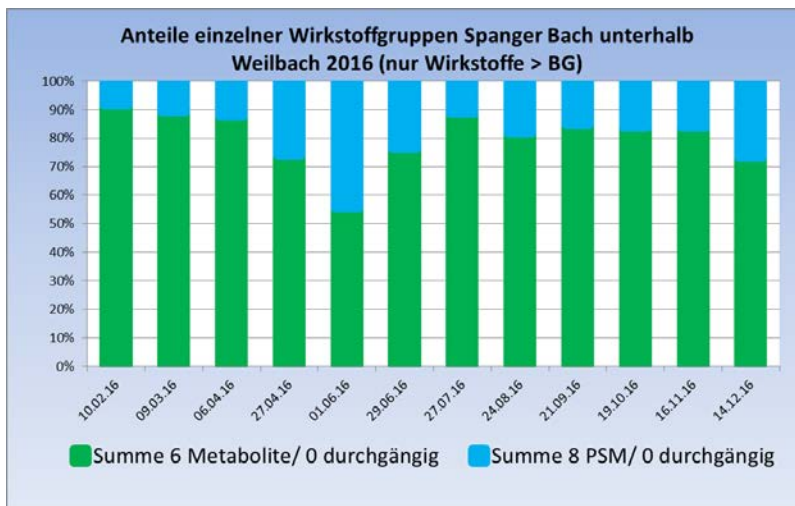
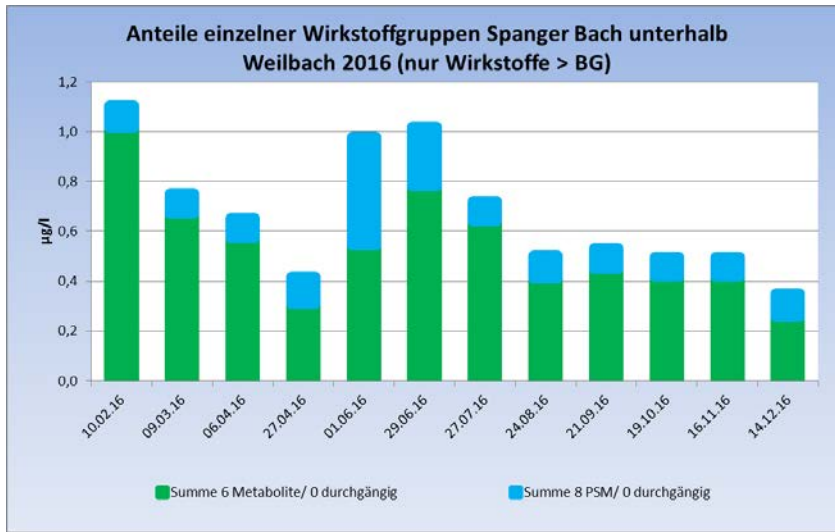
18 Seebach unterhalb Osthofen



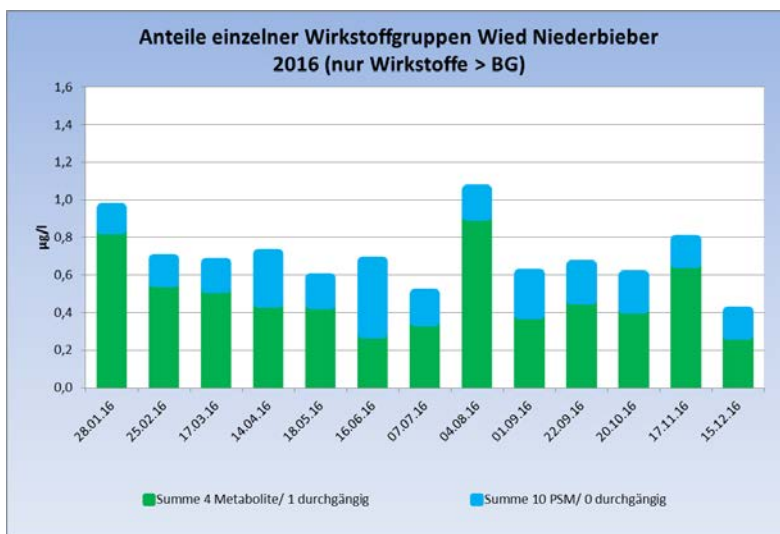
19 Seegraben unterhalb L526



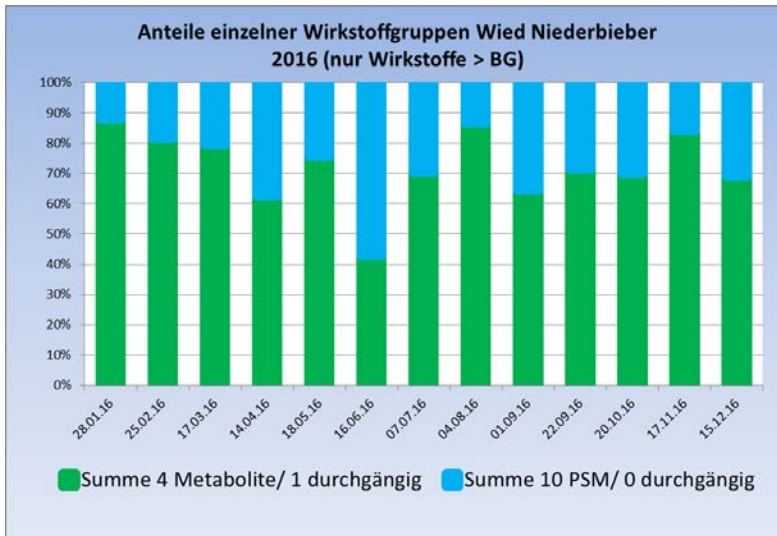
20 Spangerbach unterhalb Weilbach



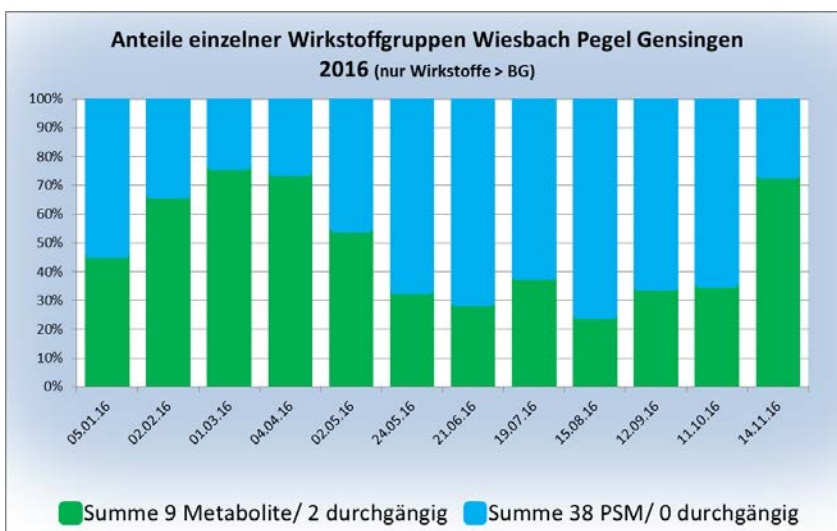
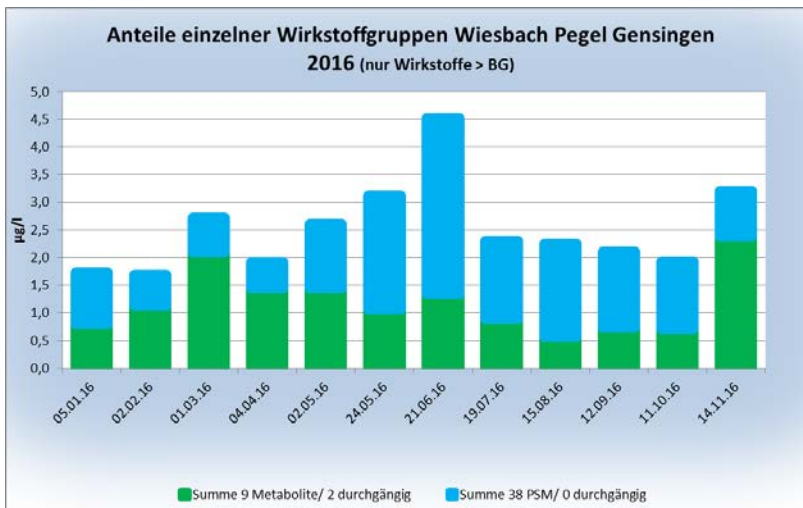
22 Wied Niederbieber



22 Wied Niederbieber



23 Wiesbach unterhalb Gensingen



Anhang II Grafiken Anteile einzelner Spurenstoffe und Spurenstoffgruppen

Die Nummerierung der folgenden Abbildungen erfolgt analog zur Nummerierung im Kapitel 2.1 Liste der Probenahmestellen.

Im Anschluss werden nur die Abbildungen, die noch nicht im Kapitel 7 Besprechung von Konzentrationsrelationen einzelner Gewässerberücksichtigt wurden, eingefügt.

4 Erlenbach Pegel Rheinzabern

5 Mosel Fankel

6 Flaumbach vor Mündung Dünnbach

7 Guldenbach Mündung

9 Isenach Pegel Flomersheim

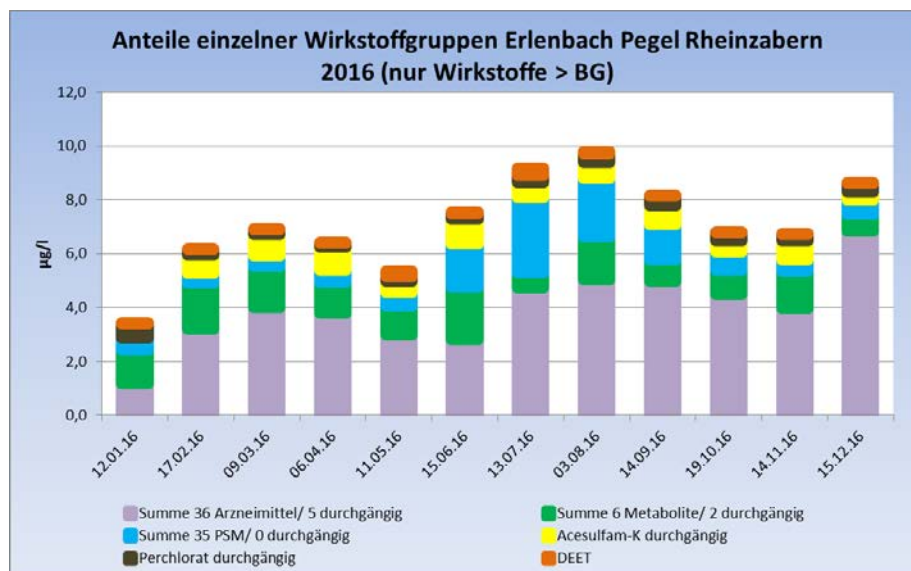
11 Lahn Lahnstein

18 Seebach unterhalb Osthofen

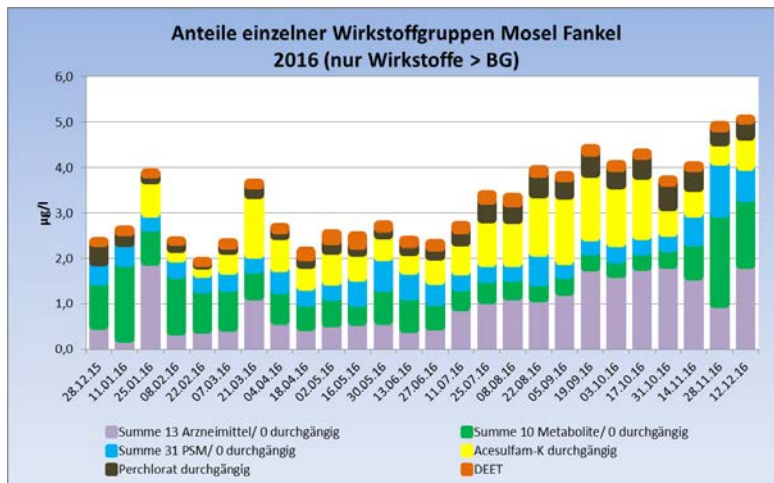
20 Spangerbach unterhalb Weilbach

22 Wied Niederbieber

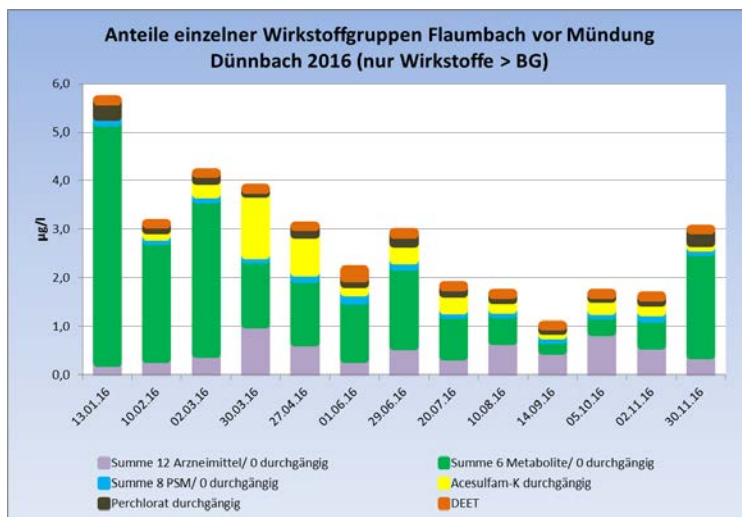
4 Erlenbach Pegel Rheinzabern



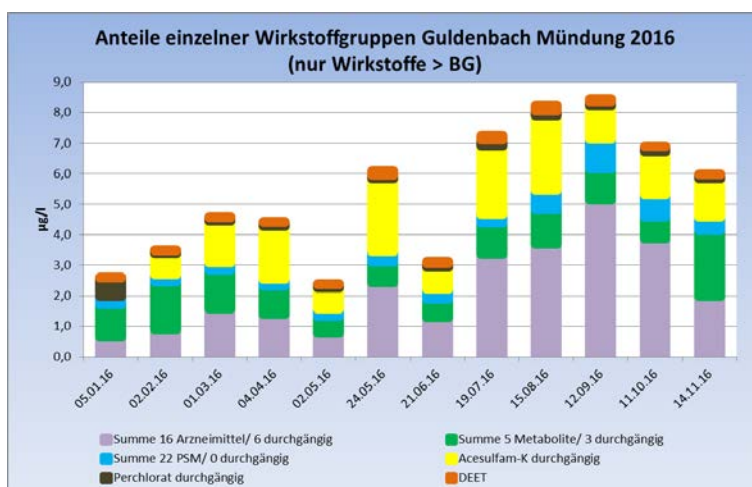
5 Mosel Fankel



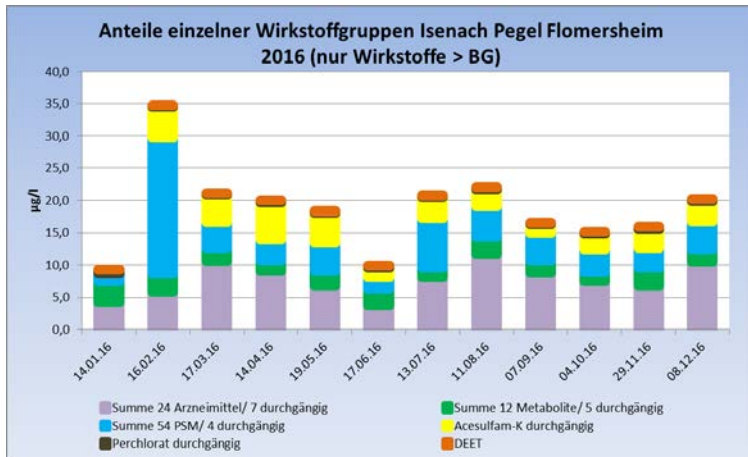
6 Flaumbach vor Mündung Dünnbach



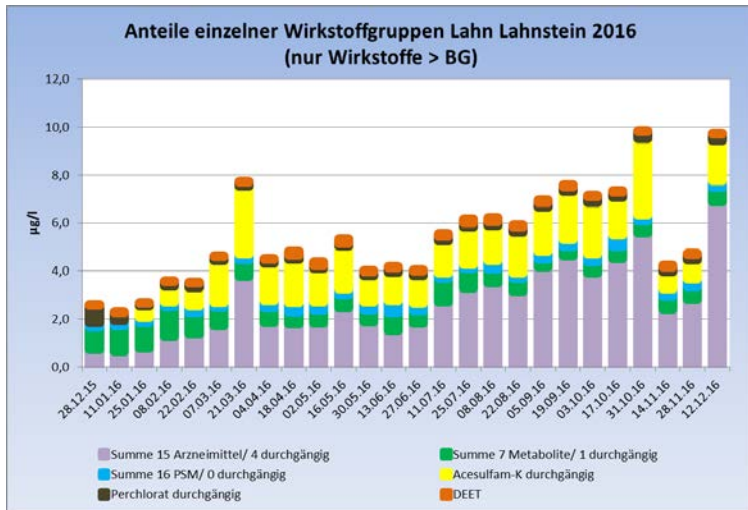
7 Guldenbach Mündung



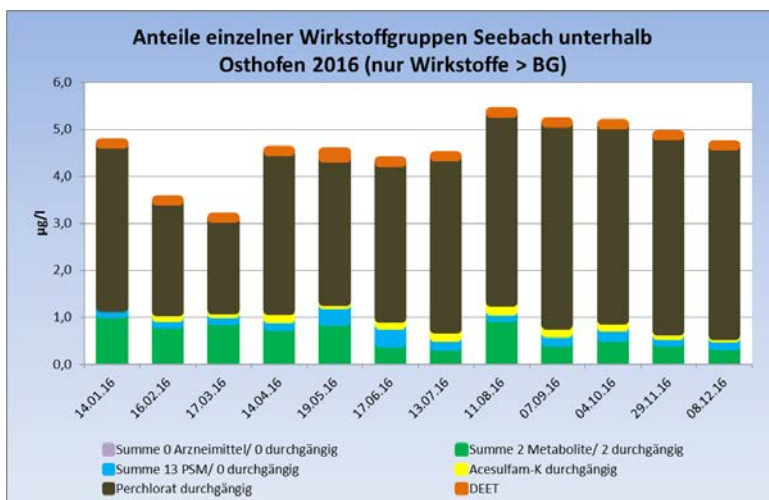
9 Isenach Pegel Flomersheim



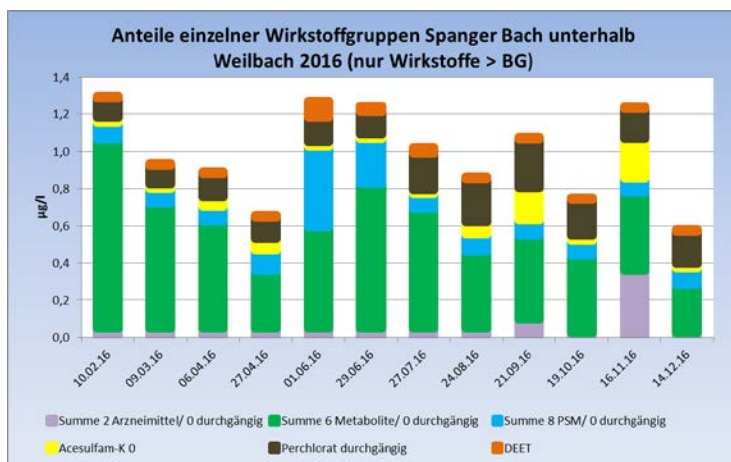
11 Lahn Lahnstein



18 Seebach unterhalb Osthofen



20 Spangerbach unterhalb Weilbach



22 Wied Niederbieber

