



PFC-Belastung von Fischen und Muscheln

Untersuchungszeitraum 2005 - 2007

Stand: 2007

Um einen Überblick über die PFC-Belastung von Fischen in bayerischen Gewässern zu erhalten wurden in den Jahren 2006 und 2007 im Zuge von Elektrofischungen insgesamt 73 Fische aus der Alz oberhalb und unterhalb der Einleitung des Industrieparks Gendorf sowie aus Inn, Donau, Isar, Loisach, Main und Regnitz entnommen. Dabei wurden Proben für chemische Untersuchungen aus Muskel- und Lebergewebe gewonnen. In Fischen aus Main und Regnitz wurde zusätzlich Gonadengewebe sowie Blut untersucht, um Erkenntnisse zur Verteilung der PFC-Belastung im Fischorganismus zu erhalten. In den meisten Fällen wurden auch Gewebeproben für die histologische Untersuchung entnommen, um mögliche krankhafte Veränderungen erkennen zu können. Rückstellproben von Muskel- und Lebergewebe von Fischen aus dem im Rahmen der technischen Gewässeraufsicht durchgeführten Fischschadstoffmonitoring der Jahre 2005/2006 wurden ebenfalls in die Rückstandsuntersuchungen miteinbezogen.

Belastung von Fischen aus bayerischen Fließgewässern mit PFC (Untersuchungszeitraum 2005 – 2007)

Die pathologisch-anatomische Untersuchung der Fische ergab keine krankhaften Befunde. Alle Tiere befanden sich in einem guten Ernährungs- und Allgemeinzustand. Die histopathologischen Untersuchungen ließen kein einheitliches Schadbild innerhalb der Fischgruppen der Untersuchungsstellen erkennen. Es fanden sich Veränderungen an Leber, Niere und Kiemen die häufig auch bei PFC-unbelasteten Tieren aus dem Freiland diagnostiziert werden können. Aufgrund der Befunde lässt sich kein kausaler Zusammenhang zwischen dem Auftreten bestimmter Organveränderungen und einer PFC-Belastung herstellen. So wiesen Fische mit vergleichbaren histopathologischen Befunden im Bereich der Leber z.T. relativ hohe Werte der Perfluorooctansulfonsäure (PFOS), z.T. aber auch niedrige PFOS-Gehalte in diesem Organ auf. Andererseits fanden sich auch Tiere mit relativ hohen PFOS-Werten in der Leber, die völlig frei von histopathologischen Veränderungen waren.

Die aktuellen Rückstandsuntersuchungen aus Muskulatur und Lebergewebe von Fischen aus insgesamt 13 Fließgewässermessstellen in Bayern ergaben eine Grundbelastung der Fische mit PFOS. In der Muskulatur lagen die Werte in der Regel zwischen $< 0,3$ und $80 \mu\text{g/kg}$ PFOS. Nur in 2 Fällen wurden höhere Werte gemessen. Dabei handelte es sich um einen Aal aus der Alz bei Emmerting, der $140 \mu\text{g/kg}$ PFOS in der Muskulatur aufwies und einen weiteren Aal aus der Donau bei Jochenstein, bei dem $110 \mu\text{g/kg}$ PFOS bestimmt wurden. Deutlich höhere PFOS-Werte wurden in den Lebern der Fische festgestellt. Die höchsten gemessenen PFOS-Konzentrationen wiesen dabei ein Aal aus dem Main bei Hallstadt (ca. $4.300 \mu\text{g/kg}$), sowie ein Flussbarsch aus der Isar bei Altheim ($1.700 \mu\text{g/kg}$) auf. Exemplarisch wurde an Fischen aus Main und Regnitz neben Muskulatur und Leber auch Blut und Keimdrüsengewebe auf PFC-Rückstände untersucht. Es zeigte sich, dass im Vergleich zur Muskulatur auch im Blut und Keimdrüsengewebe eine höhere Anreicherung von PFOS zu verzeichnen war.

Ausschließlich bei Fischen aus der Alz unterhalb der Einleitstelle des Industrieparks Gendorf bei Emmerting wurde neben PFOS auch eine Belastung der Fische mit Perfluorooctansäure (PFOA) beobachtet. Den höchsten PFOA-Wert in der Muskulatur zeigte dabei ein Aal mit 48 µg/kg. Auch für PFOA gilt, dass in den meisten Fällen höhere Werte im Lebergewebe nachgewiesen wurden. Die höchste Konzentration von 840 µg/kg wies ebenfalls der genannte Aal auf. In den Folgegewässern Inn und Donau wurden aufgrund der Verdünnungsverhältnisse keine nennenswerten PFOA-Anreicherungen mehr festgestellt. Sowohl für PFOS als auch für PFOA gilt, dass die in der Muskulatur gemessenen Konzentrationen nach den toxikologischen Bewertungen des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) in keinem Fall zu einer gesundheitlichen Gefährdung führen. Dies gilt auch für die genannten Maximalwerte für PFOS an den beiden Aalen aus Alz und Donau.

Tab. 1: Fischuntersuchungen aus Fließgewässern auf PFC. Untersuchungsergebnisse aus den Jahren 2005 – 2007.

Entnahmeort	Gewässer	Jahr	Fischart	Gewicht in Gramm	Länge in cm	PFOA Muskulatur in µg/kg	PFOS Muskulatur in µg/kg	PFOA Leber in µg/kg	PFOS Leber in µg/kg
Alz/Burgkirchen	Alz	2007	Bachforelle	682	38	<1	2,7	0,6	22
Alz/Burgkirchen	Alz	2007	Barbe	904	44	1,9	6,8	1	130
Alz/Burgkirchen	Alz	2007	Aitel	1568	51	1,1	4,7	<0,2	15
Alz/Burgkirchen	Alz	2007	Hecht	1104	57	3,3	7,6	0,9	94
Alz/Burgkirchen	Alz	2007	Aal	739	71	6	49	3,9	410
Alz/Emmerting	Alz	2006	Aal	1790	90	24	4,5	450	280
Alz/Emmerting	Alz	2006	Barbe	1575	51	6,4	1,3	120	15
Alz/Emmerting	Alz	2006	Aal	2100	95	48	9,6	840	500
Alz/Emmerting	Alz	2006	Aal	1150	75	12	15	2,8	120
Alz/Emmerting	Alz	2006	Barbe	1740	54	27	<1	110	19
Alz/Emmerting	Alz	2006	Barbe	2275	58	3	<1	65	<1
Alz/Emmerting	Alz	2006	Waller	608	44			80	410
Alz/Emmerting	Alz	2007	Bachforelle	240	28	24	7,2	14	25
Alz/Emmerting	Alz	2007	Äsche	542	37	2,9	n.a.	200	86
Alz/Emmerting	Alz	2007	Aitel	948	43	7,8	0	20	28
Alz/Emmerting	Alz	2007	Barbe	1142	51	1,4	n.a.	32	66
Alz/Emmerting	Alz	2007	Aal	1340	95	38	140	240	230
Inn/Simbach	Inn	2005/2006	Güster	605	32	<1	6,1		
Inn/Simbach	Inn	2007	Bachforelle	626	39	<0,2	0,8	2,4	22
Inn/Simbach	Inn	2007	Nerfling	653	35	<0,2	1,4	0,5	26
Inn/Simbach	Inn	2007	Barsch	168	23	1,6	10	1,1	180
Inn/Simbach	Inn	2007	Aitel	839	40	1,1	1,1	1,1	20
Inn/Simbach	Inn	2007	Schied	634	43	1,5	6,5	1,7	120
Inn/Simbach	Inn	2007	Aal	485	59	6,1	4,8	49	140
Inn/Simbach	Inn	2007	Brachse	1254	44	1,2	0,4	3,7	41
Inn/Ingling	Inn	2007	Barsch	92	18	0,5	13	0,7	180
Inn/Ingling	Inn	2007	Hecht	473	45	1,6	0,4	<0,2	24
Inn/Ingling	Inn	2007	Brachse	1258	46	0,8	4,6	6,4	120
Inn/Ingling	Inn	2007	Nerfling	378	32	0,7	7,7	0,8	61

Entnahmeort	Gewässer	Jahr	Fischart	Gewicht in Gramm	Länge in cm	PFOA Muskulatur in µg/kg	PFOS Muskulatur in µg/kg	PFOA Leber in µg/kg	PFOS Leber in µg/kg
Inn/Ingling	Inn	2007	Aitel	528	36	0,3	1,2	1,5	22
Donau/Dillingen	Donau	2005/2006	Aal	910	75	<1	9,9		
Donau/Bad Abbach	Donau	2005/2006	Aal	640	71	0,2	4,9		
Donau/Jochenstein	Donau	2007	Aal	294	52	2,8	110	3,7	510
Donau/Jochenstein	Donau	2007	Hecht	1048	54	1,9	19	3,1	210
Donau/Jochenstein	Donau	2007	Rotauge	261	26	4,4	6,4	1,2	110
Donau/Jochenstein	Donau	2007	Barsch	83	20	1	50	8,9	390
Donau/Jochenstein	Donau	2007	Nerfling	528	36	1,2	23	1,7	240
Regnitz/Hausen	Regnitz	2005/2006	Aal	529	67	< 1	16	12	990
Regnitz/Hausen	Regnitz	2006	Hecht	705	48	<1	8,3	<1,4	44
Regnitz/Hausen	Regnitz	2006	Aal	1300	90	<0,5	9,7	1,1	150
Regnitz/Hausen	Regnitz	2006	Aal	413	55	1,8	11	3,4	39
Regnitz/Hausen	Regnitz	2006	Hecht	425	40				
Main/Hallstadt	Main	2005/2006	Aal	395	61	<1	7,8	65	ca. 4300
Main/Hallstadt	Main	2006	Aal	285	48	2,4	5,8	5	29
Main/Hallstadt	Main	2006	Aitel	642	37	<0,5	4,3	4,2	85
Main/Hallstadt	Main	2006	Aitel	1180	43	<1	6,1	<1,4	62
Main/Hallstadt	Main	2006	Hecht	185	37	<1	5,1	1,4	170
Main/Hallstadt	Main	2006	Barsch	178	24	<0,5	11	<0,5	210
Main/Hallstadt	Main	2006	Barsch	148	24	<0,5	11	<0,5	210
Main/Schweinfurt	Main	2005/2006	Aal	340	58	<0,5	12		
Main bei Kahl	Main	2005/2006	Aal	345	57	<0,5	3,9		
Main/Schweinfurt	Main	2006	Hecht	730	48	<1	18	1,6	750
Main/Schweinfurt	Main	2006	Aal	680	78	<1,4	6,1	3,4	16
Main/Schweinfurt	Main	2006	Rotauge	375	28	<1	3,4	<0,5	64
Main/Schweinfurt	Main	2006	Rotauge	375	29	<1	57	<1,4	900
Main/Kleinostheim	Main	2006	Aitel	1313	46	<1	4,9	<1,4	66
Main/Kleinostheim	Main	2006	Barsch	310	28	<0,	15	<0,5	65
Main/Kleinostheim	Main	2006	Hecht	1605	68	<1	5,5	<1,4	210
Main/Kleinostheim	Main	2006	Aal	353	68	3,7	16	9	120
Main/Kleinostheim	Main	2006	Nerfling	603	38	<0,5	20	0,8	370
Main/Kleinostheim	Main	2006	Rotauge	641	36	<0,5	3,5	<0,5	140
Loisach/Wolfratshausen	Loisach	2007	Barbe	249	31	1	2,1	1,4	67
Loisach/Wolfratshausen	Loisach	2007	Barbe	242	30	0,6	24	3,9	250
Loisach/Wolfratshausen	Loisach	2007	Aitel	331	30	1,5	11	0,8	130
Loisach/Wolfratshausen	Loisach	2007	Aitel	323	32	0,8	8,4	6,7	79
Loisach/Wolfratshausen	Loisach	2007	Aitel	232	28	0,7	6,6	0,9	120
Loisach/Wolfratshausen oberhalb Isarmündung	Loisach	2007	Barbe	2355	62	1	1,8	<0,2	34

Entnahmeort	Gewässer	Jahr	Fischart	Gewicht in Gramm	Länge in cm	PFOA Muskulatur in µg/kg	PFOS Muskulatur in µg/kg	PFOA Leber in µg/kg	PFOS Leber in µg/kg
Loisach/Wolfratshausen oberhalb Isarmündung	Loisach	2007	Barbe	2853	88	0,4	1,3	<0,2	32
Loisach/Wolfratshausen oberhalb Isarmündung	Loisach	2007	Barbe	1324	53	0,6	2,8	1,4	48
Loisach/Wolfratshausen oberhalb Isarmündung	Loisach	2007	Aitel	105	21	0,9	1,5	0,2	48
Loisach/Wolfratshausen oberhalb Isarmündung	Loisach	2007	Aitel	136	25	0,3	3,8	9,9	54
Isar bei Plattling	Isar	2005/2006	Aal	325	58	<1	11		
Isar/Altheim	Isar	2007	Karpfen	4169	57	<2	55	0,7	260
Isar/Altheim	Isar	2007	Rotaugen	137	22	<2	27	3,1	210
Isar/Altheim	Isar	2007	Barsch	138	24	1,6	53	12	1700
Isar/Altheim	Isar	2007	Nerfling	676	37	<2	25	2,5	250
Isar/Altheim	Isar	2007	Barsch	78	18	1,3	78	3,1	610
Isar/Altheim	Isar	2007	Brachse	728	39	0,7	18	6,2	220
Isar/Dirnau	Isar	2007	Rotaugen	92	20	1,4	36	0,9	310
Isar/Dirnau	Isar	2007	Rotaugen	220	24	1,1	29	3,6	320
Isar/Dirnau	Isar	2007	Rotaugen	268	27	1,6	17	2,8	190

Belastung von Muscheln mit PFC (Untersuchungszeitraum 2006-2007)

Muscheln stellen geeignete Monitororganismen dar, um eine Anreicherung von Schadstoffen zu erfassen. So wiesen Dreikantmuscheln (*Dreissena polymorpha*), die im Jahr 2006 im Rahmen eines Routinemessprogramms der technischen Gewässeraufsicht an der Alz bei Emmerting für den Zeitraum von 6 Monaten in einem speziellen Muschelkäfig ausgesetzt wurden, eine Belastung mit PFOA in Höhe von 65,1 µg/kg auf. Um Hinweise auf mögliche PFC-Belastungsschwerpunkte in Bayern zu erhalten wurden im Jahr 2007 im Rahmen eines aktiven Monitorings unbelastete Dreikantmuscheln (*Dreissena polymorpha*), z.T. aber auch große Teichmuscheln (*Anodonta*) an insgesamt 12 Gewässerstandorten in Bayern für 6 Monate exponiert. Die Rückstandsanalysen ergaben keine nennenswerte Belastung der Muschelproben aller Standorte mit PFOS oder PFOA. Der im Vorjahr gemessene relativ hohe PFOA-Wert bei Muscheln aus der Alz bei Emmerting konnte 2007 nicht mehr bestätigt werden.

Entnahmeort	Gewässer	Untersuchungs-jahr	Tierart	PFOA-Gehalt Muschelfleisch in µg/kg	PFOS-Gehalt Muschelfleisch in µg/kg
Alz/Burgkirchen	Alz	2007	Dreissena	0,5	0,4
Alz/Emmerting	Alz	2006	Dreissena	65,1	<1
Alz/Emmerting	Alz	2007	Dreissena	3,2	0,4
Donau/Jochenstein	Donau	2007	Dreissena	0,2	1,5
Isar 1	Isar	2007	Dreissena	<0,2	1,1
Isar 2	Isar	2007	Dreissena	<0,2	2
Isar 3	Isar	2007	Dreissena	<0,2	6,3
Pegnitz 1	Pegnitz	2007	Dreissena	<0,2	4,3
Pegnitz 2	Pegnitz	2007	Dreissena	0,3	6,3
Main 1	Main	2007	Dreissena	0,5	1,5
Main 2	Main	2007	Dreissena	<0,2	4
Main 1	Main	2007	Anodonta	<0,2	0,5
Main 2	Main	2007	Anodonta	<0,2	1
Loisach 1	Loisach	2007	Anodonta	0,8	0,7
Loisach 2	Loisach	2007	Anodonta	3,7	2,4

Tab. 2:
Muscheluntersuchungen auf PFC