

Ergebnisbericht - So schlecht geht es der Oder wirklich

Laboranalysen von Wasser-, Sediment- und Fischproben aus der Oder nach dem Fischsterben vom 26.07.-13.08.2022

Überblick - Anlass der Untersuchung

Zwischen dem 26. Juli und dem 13. August kam es an mehreren Stellen in der Oder auf polnischer und deutscher Seite zu einem massiven Fischsterben. Insgesamt wurden mehr als 200 Tonnen tote Fische geborgen. Als Ursache dieser Umweltkatastrophe galten zunächst Schadstoffe, die vermutlich verstärkt im Fluss freigesetzt wurden. Um welche Stoffe es sich aber genau handle, konnte zunächst nicht eindeutig geklärt werden.

Bei ersten Probenahmen durch die polnische Behörde für Umweltschutz in Wrocław (Breslau) wurde die Industriechemikalie Mesitylen als Verursacher vermutet. Diese Annahme konnte allerdings durch weitere Analysen nicht abschließend bestätigt werden. Quecksilber galt als weiterer Verdachtsstoff, da es von deutschen Forscher:innen in einigen Proben in hoher Konzentration gemessen wurde. Des Weiteren wurden giftige Algen entdeckt. Dieser Fund wurde auch durch Satellitenbilder gestützt, die eine Algenblüte in der Oder zeigten. Trotz all dieser Hypothesen konnte keine abschließende Aussage zur direkten Ursache des Fischsterbens getroffen werden.

Aufgrund der starken industriellen Nutzung des Flusses (Abwassereinleitungen), gerade auch auf polnischer Seite, wird der Eintrag einer großen Menge von Schadstoffen als eine von mehreren Ursachen für die ökologische Katastrophe an der Oder beschrieben. Um einen unabhängigen Beitrag zur Ursachensuche für das Fischsterben zu leisten, hat Greenpeace Wasser-, Sediment- und Fischproben an verschiedenen Stellen des Flusses genommen, die mit Hilfe von zertifizierten Laboren analysiert wurden.

Am 15. August und vom 24. bis 26. August 2022 hat ein Team von Greenpeace Polen und Greenpeace Deutschland an verschiedenen Stellen des Flusses Wasser-, Sediment- und Fischproben entnommen, die auf Parameter untersucht wurden, die das Fischsterben erklären könnten. Dazu zählen das Lösungsmittel Mesitylen, das Algtoxins Prymnesin, der Salzgehalt sowie verschiedene Schwermetalle.

Methodik

Wasser- und Sedimentproben wurden mit Hilfe einer Teleskopstange und eines Edelstahlbeckers entnommen. Die Proben wurden jeweils in eine 1-L-Braunglasflasche gefüllt. Während der Probenahme wurden Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeit des Wassers bestimmt (WTW pH 3210 und Cond 3110) und aufgezeichnet. Proben mit hoher Leitfähigkeit wurden mit einem Refraktometer (PCE-5890) auf ihren Salzgehalt überprüft. Die Proben wurden bis zur Analyse bei ca. 4°C gekühlt aufbewahrt und in ein zertifiziertes Labor transportiert. Die Quantifizierung der Metalle in Wasser und Sediment erfolgte mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) gemäß DIN EN ISO 17294-2 (E29): 2017-01. Für die Sedimentproben erfolgte die Metallbestimmung ebenfalls mit ICP-MS nach Mikrowellenaufschluss (Probenvorbereitung) gemäß DIN EN 13657: 2003-01. Die Bestimmung von Quecksilber in Wasser und Sediment erfolgte mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) nach DIN EN ISO 12846 (E 12): 2012-08. Die Bestimmung von Mesitylen wurde mit Gaschromatographie mit gekoppelter Massenspektrometrie (GC-MS) durchgeführt. Das Algentoxin wurde nach der Probenvorbereitung mit Flüssigkeitschromatographie gekoppelt mit hochauflösender Massenspektrometrie (LC-HRMS), untersucht.

Probenzusammensetzung und Untersuchung

Tabelle 1: Informationen zur Probe und den untersuchten Parametern

Datum der Probenahme	Proben-ID	Probenart	Probenort	Untersuchten Parametern
15.08.2022	O6A	Wasser	Chyrzyno	Metalle/ Mesitylen
	2W2	Wasser	Chyrzyno	Metalle/ Mesitylen
	3B1	Wasser	Gorzyca	Metalle/ Mesitylen
	S101	Wasser	Chyrzyno	Metalle/ Mesitylen
	F1F	Fisch	Gorzyca	Algentoxin Prymnesin
	F2R	Fisch	Chyrzyno	Algentoxin Prymnesin
	F3R	Fisch	Chyrzyno	Algentoxin Prymnesin
	S11	Sediment	Chyrzyno	Metals/ Mesitylene
	S10	Sediment	Chyrzyno	Metals/ Mesitylene
24.08.2022	PO1A	Wasser	Bytom Odrzański	Leitfähigkeit/Metalle/Prymnesin
	PO2A	Wasser (KGHM Rohr)	Gmina Polkowice	Leitfähigkeit/Metalle/Prymnesin
25.08.2022	PO3A	Wasser	Olawa	Leitfähigkeit/Metalle/Prymnesin
	PO4A	Wasser	Gliwice	Leitfähigkeit/Metalle/Prymnesin
	PO4C	Sediment	Gliwice	Metalle
	PO5A	Wasser	Krzyżanowice	Leitfähigkeit/Metalle/Prymnesin
	PO5C	Sediment	Krzyżanowice	Metalle
26.08.2022	PO6A	Wasser	Olza	Leitfähigkeit/Metalle/Prymnesin
	PO6C	Sediment	Olza	Metalle

	PO7A	Wasser	Olza	Leitfähigkeit/Metalle/Prymnesin
	PO7C	Sediment	Olza	Metalle

1. Die elektrische Leitfähigkeit wurde zur Bestimmung des Salzgehalts der Probe verwendet.
2. Der Probeentnahmeort PO7 befindet sich nahe der tschechischen Grenze und gilt als Referenzwert. So lassen sich die polnischen Einleitungen flussabwärts klar von den bereits im Fluss vorhandenen Belastungen aus Tschechien unterscheiden.

Ergebnisse

Wasserproben

Wasserproben vom 15. August 2022

Tabelle 2: Ergebnisse von Metalle und Mesitylen in µg/L

Metalle	O6A	2W2	3B1	S101
Aluminium (Al)	0,2	< BG	0,1	< BG
Antimon (Sb)	< BG	< BG	< BG	< BG
Arsen (As)	< BG	< BG	< BG	< BG
Barium (Ba)	0,06	0,05	0,06	0,05
Beryllium (Be)	< BG	< BG	< BG	< BG
Blei (Pb)	< BG	< BG	< BG	< BG
Cadmium (Cd)	< BG	< BG	< BG	< BG
Chrom (Cr)	< BG	< BG	< BG	< BG
Cobalt (Co)	< BG	< BG	< BG	< BG
Eisen (Fe)	0,56	0,07	0,35	0,22
Kupfer (Cu)	0,005	< BG	0,006	0,006
Mangan (Mn)	0,20	0,05	0,23	0,12
Molybdän (Mo)	< BG	< BG	< BG	< BG
Nickel (Ni)	< BG	< BG	< BG	< BG
Strontium (Sr)	0,751	0,754	0,750	0,716
Vanadium (V)	< BG	< BG	< BG	< BG
Zink (Zn)	0,02	0,02	0,01	0,01
Titan (Ti)	< BG	< BG	< BG	< BG
Zinn (Sn)	< BG	< BG	< BG	< BG
Quecksilber (Hg)	< BG	0,0005	< BG	< BG
Mesitylen	< BG	< BG	< BG	< BG

BG = Bestimmungsgrenze

Wasserproben vom 24. - 26. August 2022

Für die Probe vom 24. bis zum 26. August 2022 wurden folgende Parameter untersucht: Die Leitfähigkeit zur Bestimmung des Salzgehaltes, die Menge an Salz-Ionen, das Vorkommen des Algentoxins Prymnesin sowie das Vorkommen verschiedener Metalle.

Tabelle 3: Leitfähigkeit, Salz-Ionen, Prymnesin und Metallgehalt

Parameter	PO1A	PO2A	PO3S	PO4A	PO5A	PO6A	PO7A
pH	7,8	7,1	8,4	8,0	8,6	7,4	8,0
Leitfähigkeit (µS/cm)	2001	60700	1590	4920	913	915	753
Ionen (mg/L)							
Nitrat	12	<BG	15	12	19	8,6	16
Sulfat	85	3700	99	420	60	60	81
Chlorid	480	17000	350	1000	160	51	77
Kalium	16	16	2,4	5,3	2,2	1,8	<BG
Magnesium	23	21	3,6	14	27	1,6	1,3
Calcium	84	96	9,9	15	12	6,7	4,6
Natrium	42	1000	22	80	4	5,3	6,8
Prymnesin	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN
Metalle (µg/L)							
Aluminium (Al)	20	30	50	< BG	350	20	330
Antimon (Sb)	< BG	< BG	< BG	1	< BG	< BG	< BG
Arsen (As)	4	4	2	2	1	2	2
Barium (Ba)	73,8	97,5	87	52,9	78,6	88,1	76,3
Blei (Pb)	< BG	33	< BG				
Cadmium (Cd)	< BG	2,5	< BG				
Cobalt (Co)	0,4	56,6	0,3	0,5	< BG	< BG	0,3
Eisen (Fe)	72	314	89	27	284	46	497
Kupfer (Cu)	4	207	2	1	3	2	3
Mangan (Mn)	45	1760	29	4	6	40	79
Molybdän (Mo)	3	24	1	2	1	< BG	1
Nickel (Ni)	5	34	3	3	3	1	3
Palladium (Pd)	< BG	0,6	< BG				
Rubidium (Rb)	18	278	14	30	9	3	14
Selen (Se)	< BG	5	< BG				
Silber (Ag)	< BG	24	< BG				
Strontium (Sr)	817	28600	698	1700	563	307	409
Thallium (Tl)	1,4	7	< BG				
Uran (U)	0,7	6,5	0,4	0,8	0,3	< BG	0,4
Zink (Zn)	5	84	6	4	6	< BG	8

1. NN = Nicht nachgewiesen

2. Die elektrische Leitfähigkeit wurde zur Bestimmung des Salzgehalts der Probe verwendet

3. Die Metalle, die nicht in der Tabelle stehen, lagen entweder in allen Proben unter der Bestimmungsgrenze in allen Probeentnahmeorten (z.B. Beryllium (Be), Chrom (Cr), Gold (Au), Platin (Pt), Quecksilber (Hg), Titan (Ti), Vanadium (V) und Zinn (Sn)) oder wurden nicht untersucht.

Wasserparameter: Die Messungen des pH-Werts lagen in allen Proben im normalen Bereich (6,5 - 8,5) für Süßwasser. Die Leitfähigkeitswerte für PO1, PO2 und PO4 lagen mit Werten von 2001, 60700 bzw. 4920 $\mu\text{S}/\text{cm}$ über dem normalen Bereich (200 - 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) für Süßwasser. Die anderen Proben wiesen Leitfähigkeitswerte zwischen 753 und 1590 $\mu\text{S}/\text{cm}$ auf, was im normalen Bereich für Süßwasser liegt. Die Probe mit der extrem hohen Leitfähigkeit von 60700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ stammt von einem Leck in einem Rohr des Bergbau-Unternehmens KGHM, das seine Abwässer über ein Pipelinesystem in die Oder einleitet. Die Ionenanalyse zur Identifizierung der Ionenarten, die für den Salzgehalt verantwortlich sind, zeigt, dass Chlorid und auch Sulfat die dominierenden Anionen sind, und Natriumion das dominante Kation ist.

In der Wasserprobe lagen die Konzentrationen für viele Metalle unter der Bestimmungsgrenze mit Ausnahme für PO2A, der Probe aus den KGHM-Rohren mit sehr hohem Metallgehalt. Für die Metalle in den Proben aus dem Fluss, wie Eisen, Kupfer, Barium, Mangan, Strontium und Zink, wurden Werte gemessen, die den Umweltqualitätsnormen oder früheren Messungen ähnlich waren.¹²³⁴

¹ [WFD_priority_substances_in_water.pdf](#)

² [Boszke et al., 2004 Distribution of Mercury and Other Heavy Metals in Botom sediment of the Oder.pdf](#),

³ [DATA SHEETS FOR SURFACE WATER QUALITY .pdf](#)

⁴ [EQS of metals in the Netherlands.pdf](#), [Graphical statistics to explore the natural and anthropogenic processes influencing the inorganic quality of drinking water, ground water and surface water - inc metals in surface .pdf](#)

Sedimentproben

Metallgehalt

Der Metallgehalt im Sediment wurde anhand der *Consensus-based Sediment Quality Guideline* (CBSQG, ⁵) bewertet und je nach toxischem Gehalt eingestuft.

Tabelle 4: Metallgehalt in Sedimentproben (Zahl in mg/kg) und toxische Besorgnisstufen (Farbe)

Metalle	S10	S11	PO4C	PO5C	PO6C	PO7C
Aluminium (Al)	19800	19200	4370	22900	4090	4570
Antimon (Sb)	< BG	2	2	< BG	< BG	< BG
Arsen (As)	28,7	24,7	74,1	19,8	2,7	3,2
Barium (Ba)	430	419	208	648	32	289
Beryllium (Be)	1,5	1,4	0,3	1,3	< BG	0,3
Blei (Pb)	97	106	223	70	5	10
Cadmium (Cd)	2,9	3,6	3,6	1,3	< BG	0,2
Chrom (Cr)	70	57	28	51	6	12
Cobalt (Co)	111	110	33	77	24	7
Eisen (Fe)	40900	34800	20100	34500	8450	12000
Kupfer (Cu)	142	144	53	52	8	9
Mangan (Mn)	3540	3250	3840	1820	83	361
Nickel (Ni)	68	61	25	45	12	15
Quecksilber (Hg)	< BG	5	0,18	0,25	<BG	<BG
Strontium (Sr)	0,53	0,57	315	189	5	37
Titan (Ti)	44	41	86	291	50	103
Vanadium (V)	134	117	14	46	7	11
Zink (Zn)	458	228	629	397	31	94
Zinn (Sn)	600	668	<BG	<BG	<BG	<BG
Stufe 1	No concern					
Stufe 2	Concern					
Stufe 3	High concern					
Stufe 4	Highest concern					

NB: Für Metall ohne Farbe gibt es keine Vergleichswerte

BG = Bestimmungsgrenze

*Die Metalle, die nicht in der Tabelle stehen, lagen in allen Proben unter der Bestimmungsgrenze z. B. Beryllium (Be), Chrom (Cr), Gold (Au), Platin (Pt), Quecksilber (Hg), Titan (Ti), Vanadium (V) und Zinn (Sn))

⁵ <https://dnr.wi.gov/DocLink/RR/RR088.pdf>

Mesitylen: Mesitylen wurde in der untersuchten Sedimentprobe (S10 und S11) nicht nachgewiesen.

In den Proben der Orte S10, S11, PO4C und PO5C mit Verdacht auf giftigen Einleitungen wurde der Gehalt an Metall-Schadstoffen wie Arsen, Nickel, Quecksilber, Eisen, Mangan, Cadmium, Kupfer und Zink in der höheren oder höchsten toxischen Stufe für Wasserorganismen gemessen.

Fischproben

Fischprobe vom 15. August 2022

In den Kiemen einer Fischprobe konnte das bereits bei früheren Untersuchung von Wasserproben aus der Oder gefundene Toxin der Alge *Premnesium parvum* nachgewiesen werden. Rückstände einer dem Algentoxin ähnlichen Substanz waren außerdem im Fleisch des Fisches zu finden. Ob es sich dabei um ein mögliches Abbauprodukt des Toxins handelt, muss noch abschließend geklärt werden.

Anmerkungen

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass an einigen Messorten unterhalb von vermuteten industriellen Einleitungen das Sediment sehr stark belastet ist. Die Werte für Schwermetalle liegen hier im höheren bzw. höchst toxischen Bereich. Für am Boden lebende Organismen wie Muscheln und Würmer können diese hohen Werte direkt tödlich sein. Fische können gesundheitlich geschädigt werden. Proben von Messorten, die oberhalb der vermuteten Einleitungen liegen, wiesen hingegen die geringste Belastung im Sediment auf, die Werte für Schwermetalle lagen hier im nicht-toxischen Bereich.

Auch die elektrische Leitfähigkeit als Maß für den Salzgehalt lag an einigen Orten in der Oder (z.B. in Bytom Odrzański und Gliwice) 1,3 bis 2,5 mal über dem empfohlenen Wert für Süßwasser.

Die Einleitung von Industrieabwässern in das Süßwasser kann die Qualität des Gewässers massiv beeinträchtigen. Im Sediment von Oberflächengewässern werden Schadstoffe gebunden, deren Freisetzung ein hohes Risikopotenzial für Organismen im Gewässer birgt. Toxische Schwermetalle, wie Arsen, Blei oder Nickel, können bei Wasserorganismen zu physiologischen Veränderungen führen und auch tödlich wirken.

Darüber hinaus wirkt der hohe Salzgehalt stark negativ auf Organismen, z.B. kann es zu Dehydrierung oder Beschädigung von Zellstrukturen kommen. Außerdem begünstigt salziges Wasser das Wachstum einer giftigen Algenart wie *Prymnesium*

parvum, was wiederum temporär zu Sauerstoffmangel im Gewässer führen kann. Steigt der Salzgehalt noch weiter an, werden die Zellen der Alge geschädigt, dadurch kann ihr Gift auch ins Wasser gelangen. Jeder Kontakt (via Alge oder Wasser) mit diesem Toxin hat fatale Folgen für Fische, Muscheln und andere Organismen. Dass erstmals auch der Nachweis des Toxins in der Fischprobe gelungen ist, beweist nicht nur erneut das Vorhandensein der giftigen Alge in der Oder, sondern unterstreicht auch deutlich dessen prominente Rolle beim Fischsterben.

Fazit

Die Stichproben an den Orten der Probenahmen weisen z. T. hohe Salzgehalte und/oder erhöhte Schwermetallkonzentrationen auf. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Umweltkatastrophe zu einem großen Teil menschengemacht ist und auf die starke Verschmutzung des Flusses zurückgeht. Hier sind vor allem die Einleitungen der Bergbauindustrie zu nennen. Der hohe Salzgehalt kann u.a. zu einer massiven Algenblüte führen. Die von den Algen produzierten Toxine können in Kombination mit der industriellen Verschmutzung sowie den Auswirkungen der Klimakrise (niedriger Wasserstand, erhöhte Wassertemperatur) das Massensterben verursachen. Die Oder ist durch die starke und teils kaum kontrollierte industrielle Nutzung extrem belastet, weitere Verschmutzung und Störung können darin lebenden Organismen stark gefährden.