

Long-term load development in the Czech and German sections of the Elbe river using a sediment quality index

Jiří Medek - Povodí Labe, state enterprise

*Oliver Wiemann - Ministry of Rural Development, Environment
and Agriculture of the State of Brandenburg*

- ❖ Classification system for Elbe-relevant pollutants (threshold value concept)
- ❖ Derivation of a sediment quality index (SQI)
- ❖ Load development in the Czech Elbe section on the basis of the SQI
- ❖ Load development in the German Elbe section on the basis of the SQI
- ❖ Conclusions and further steps

Threshold value concept (1)

- Classification system was developed for 29 pollutants relevant to the international Elbe catchment area
- Valuation is based on the lower threshold values (LTV) and upper threshold values (UTV) and includes all usage claims, e.g. fishing, agricultural use and shipping
- LTV: formally strictest requirement among a series of relevant quality requirements, below which all management targets dependent on good sediment status can be achieved
- UTV: is determined by national environmental quality standards or ecotoxicologically derived values or other national regulations → Action is required if these are exceeded
- Discussion on the thresholds has not yet been concluded in the ICPER



Threshold value concept (2)

Pollutant	Measurement unit	Lower threshold value (LTV)	Source	Upper threshold value (UTV)	Source
Mercury	mg/kg	0,15	OSPAR	0,47	23/2011 Sb.
Cadmium	mg/kg	0,22	EU standard fish	2,3	23/2011 Sb.
Plumb	mg/kg	25	de Deckere et al .2011	53	23/2011 Sb.
Zinc	mg/kg	200	BBodSchV	800	OGewV 2011
Copper	mg/kg	14	de Deckere et al .2011	160	OGewV 2011
Nickel	mg/kg	3	23/2011 Sb.	53*	HGW nach Prange et al. 1997
Arsenic	mg/kg	7,9	de Deckere et al .2011	40	OGewV 2011
Chrome	mg/kg	26	de Deckere et al .2011	640	OGewV 2011
α-HCH	µg/kg	0,5	GÜBAK	1,5	GÜBAK 2009
β-HCH	µg/kg	5	RHmV	5	RHmV 2009
γ-HCH	µg/kg	0,5	GÜBAK	1,5	GÜBAK 2009
p,p´ DDT	µg/kg	1	GÜBAK	3	GÜBAK 2009
p,p´ DDE	µg/kg	0,31	de Deckere et al .2011	6,8	de Deckere et al .2011
p,p´ DDD	µg/kg	0,06	de Deckere et al .2011	3,2	de Deckere et al .2011
PCB-28	µg/kg	0,04	de Deckere et al .2011	20	OGewV 2011
PCB-52	µg/kg	0,1	de Deckere et al .2011	20	OGewV 2011
PCB-101	µg/kg	0,54	de Deckere et al .2011	20	OGewV 2011
PCB-118	µg/kg	0,43	de Deckere et al .2011	20	OGewV 2011
PCB-138	µg/kg	1	de Deckere et al .2011	20	OGewV 2011
PCB-153	µg/kg	1,5	de Deckere et al .2011	20	OGewV 2011
PCB-180	µg/kg	0,44	de Deckere et al .2011	20	OGewV 2011
PeCB	µg/kg	1	GÜBAK	400	23/2011 Sb.
HCB	µg/kg	0,0004	de Deckere et al .2011	17	23/2011 Sb.
Benzo(a)pyrene	mg/kg	0,01	EU standard fish	0,6	de Deckere et al .2011
Anthracene	mg/kg	0,03	de Deckere et al .2011	0,31	23/2011 Sb.
Fluoranthene	mg/kg	0,18	23/2011 Sb.	0,25*	de Deckere et al. 2011
Σ 5 PAK	mg/kg	0,6	GÜBAK	2,5	23/2011 Sb.
TBT	µg/kg	0,02	23/2011 Sb.	20*	GÜBAK 2009
Dioxins/Furans	ng TEQ/kg	5	2. Bericht der BLAG Dioxine 1993	20	Evers et al. 1996

Derivation of a sediment quality index (SQI)

Identification of an SQI by means of an exceedance factor
(*EF = Annual mean value of the monthly composite samples : UTV*)

$EF > 8$	more than eight times above the UTV
$EF \leq 8$	up to eight times higher than the UTV
$EF \leq 4$	up to four times higher than the UTV
$EF \leq 2$	up to twice higher than the UTV
$EF \leq 1$	no exceeding of the UTV



Presentation and documentation of the

- *intensity of pollutant load in suspended matter and sediments*
- *temporal and spatial changes (trends)*

Reference measuring points of the sediment management concept



- 3 (4) MP along the Czech Elbe river course
- 1 MP in the estuaries of the direct Elbe tributaries
- 58 MP for sediments in operational monitoring Povodí Labe, state enterprise

SQL results for the measuring station „Obříství“

Elbe - km 842,066	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Mercury					4,2	2,8	5,0	3,5	2,7	2,5	2,8	2,0	1,8	1,6	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,5	1,3	1,3	2,3	1,8
Cadmium					1,0	1,1	1,2	1,3	1,1	1,1	0,7	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	0,9	0,7	0,7	0,7	0,5	0,4	0,7	0,8
Plumb					1,4	1,4	1,2	1,4	1,3	1,1	0,9	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0
Zinc					0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
Copper					0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Nickel					0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
Arsenic					0,6	0,8	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	0,3	0,6	0,5	0,7	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,6	0,4	0,6	0,6
Chrome					0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
α-HCH							<3,3	<3,3	<3,3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
β-HCH							3,5	1,5	54,1	1,9	2,1	<0,6	1,4	2,8	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	0,3	0,7	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
γ-HCH							4,8	<3,3	<3,3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
p,p'-DDT							9,7	8,0	8,8	7,9	9,8	9,1	7,8	6,5	7,5	6,8	4,6	6,0	9,4	6,0	8,5	5,2	7,5	6,4
p,p'-DDE							2,2	2,4	3,1	2,0	3,0	1,6	2,0	2,1	2,0	2,4	1,8	1,0	2,0	1,5	1,2	1,3	1,3	1,2
p,p'-DDD							7,9	7,9	4,6	2,9	5,6	3,9	2,9	4,0	3,5	3,9	2,0	<0,9	3,8	2,3	2,2	<0,9	<0,9	<0,9
PCB No. 28							1,0	1,2	1,1	0,6	0,9	0,5	0,4	0,7	0,7	0,6	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
PCB No. 52							2,9	1,7	1,1	0,8	2,5	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
PCB No. 101							0,9	0,9	0,7	0,7	13,3	0,9	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4
PCB No. 118																	<0,15	<0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
PCB No. 138							2,3	1,2	1,1	1,0	28,8	2,3	0,6	1,0	1,0	1,1	0,9	0,8	0,8	0,9	0,5	0,9	0,8	0,8
PCB No. 153							1,4	1,4	1,1	1,4	32,0	2,5	0,7	1,2	1,2	1,3	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	1,3	1,1	1,2
PCB No. 180							1,2	1,3	1,0	1,0	31,1	1,9	0,5	1,1	1,1	1,2	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	1,1	1,0	1,1
Σ 7 PCB																	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,7	0,6	0,6
PeCB																			<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
HCB							1,1	2,4	1,5	0,7	1,4	0,8	0,4	1,6	1,9	0,5	0,3	0,2	0,5	0,7	0,3	1,7	1,4	0,8
Benzo(a)pyrene							1,1	1,1	1,2	0,9	1,6	0,9	0,7	0,6	0,8	0,7	0,5	0,8	0,6	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8
Anthracene							0,6	1,2	0,9	0,7	0,9	0,5	0,4	0,4	0,7	0,6	0,5	0,7	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6
Fluoranthene							5,0	5,2	5,4	6,0	7,8	4,9	4,0	3,5	4,7	4,3	3,5	5,0	4,0	4,3	4,2	3,9	4,4	4,1
Σ 5 PAH							0,9	0,9	0,9	0,9	1,3	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,5	0,8	0,5	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7
TBT Cation																			0,4	0,1	0,2	0,4	0,4	0,4
Dioxins/Furans																								

EF <1,0

EF <2,0

EF <4,0

EF ≤8,0

EF ≥8,0

Data: Povodí Labe, státní podnik

SQI results for the measuring station „Děčín“

Elbe - km 748,173	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Mercury					9,8	7,9	7,5	6,6	4,3	2,8	4,1	3,4	4,8	2,6	2,7	2,9	4,2	2,4	2,1	1,9	2,0	2,4	3,3	3,0
Cadmium					1,1	1,3	1,6	1,6	1,3	1,3	1,2	1,4	1,3	1,3	1,1	1,2	0,8	0,8	0,7	0,8	0,6	0,4	0,7	1,0
Plumb					1,6	1,8	2,0	2,0	1,6	1,5	1,4	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3	1,3
Zinc					0,7	1,0	1,0	1,5	1,0	0,9	1,2	1,0	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
Copper					0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Nickel					0,9	1,0	1,0	1,2	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
Arsenic					0,7	0,9	0,8	0,9	0,9	0,6	0,7	0,5	0,8	0,6	0,9	0,5	0,7	0,4	0,6	0,5	0,7	0,6	1,0	0,6
Chrome					0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
α-HCH							15	<3,3	<3,3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
β-HCH							5,1	0,7	2,7	1,0	0,8	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	
γ-HCH							<3,3	<3,3	<3,3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
p,p'-DDT							282	246	1109	346	522	271	81	90	456	125	166	36	171	19	323	78	220	170
p,p'-DDE							5,8	8,5	6,3	2,8	6,4	3,8	3,2	3,3	12,3	5,9	6,9	2,3	3,1	2,2	7,0	4,6	6,6	5,1
p,p'-DDD							81,5	81	33	17	126	58	49	15	104	23	44	10	32	10	20	19	78	39
PCB No. 28							0,9	1,9	1,5	0,7	0,5	0,5	0,4	0,5	0,8	0,4	0,3	0,2	0,5	0,2	0,3	0,3	0,8	0,4
PCB No. 52							3,5	1,9	0,9	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,7	0,4
PCB No. 101							1,3	1,4	1,1	1,0	0,6	1,1	0,8	0,8	1,9	0,8	0,7	0,5	0,6	0,4	0,6	0,9	5,9	1,2
PCB No. 118																	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	1,4	0,2
PCB No. 138							4,9	2,6	2,1	2,2	1,2	3,0	2,5	2,0	5,5	1,9	1,5	1,0	1,6	1,2	1,3	2,1	17	3,4
PCB No. 153							4,2	3,1	2,4	2,8	1,7	3,6	2,9	2,3	5,8	2,4	2,0	1,4	1,7	1,3	1,7	2,8	25	4,4
PCB No. 180							3,2	2,6	2,1	2,1	1,3	3,0	2,6	2,0	5,4	2,1	1,6	1,1	1,3	1,1	1,6	2,6	27	4,3
Σ 7 PCB																	1,0	0,7	0,9	0,7	0,8	1,3	11	2,1
PeCB																			0,05	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01
HCB							78	70	51	56	23	28	34	17	30	16	14	9,7	41	11	15	17	19	21
Benzo(a)pyrene							1,3	1,2	1,4	1,5	1,0	0,9	1,0	0,9	1,1	1,1	0,9	1,0	1,1	1,0	1,3	0,7	0,9	1,0
Anthracene							0,6	1,0	1,3	0,9	0,8	0,6	0,7	0,7	0,9	0,8	0,7	0,7	1,2	0,6	2,0	0,6	0,9	0,9
Fluoranthene							4,9	6,4	6,1	5,3	4,5	5,4	5,7	4,9	5,9	5,4	4,9	5,6	7,4	4,8	7,1	3,7	4,4	5,4
Σ 5 PAH							1,0	0,9	1,0	1,2	0,9	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0	0,6	0,8	0,7
TBT Cation																				<0,4	<0,1	0,1	0,2	0,1
Dioxins/Furans																								

EF <1,0

EF <2,0

EF <4,0

EF ≤8,0

EF ≥8,0

Data: Povodí Labe, státní podnik

SQL results for PCB No. 180

longitudinal profile the Elbe river

Elberelevante Schadstoffe ELSA/IKSE - Sediment-Qualitäts-Index SQI

PCB Nr. 180

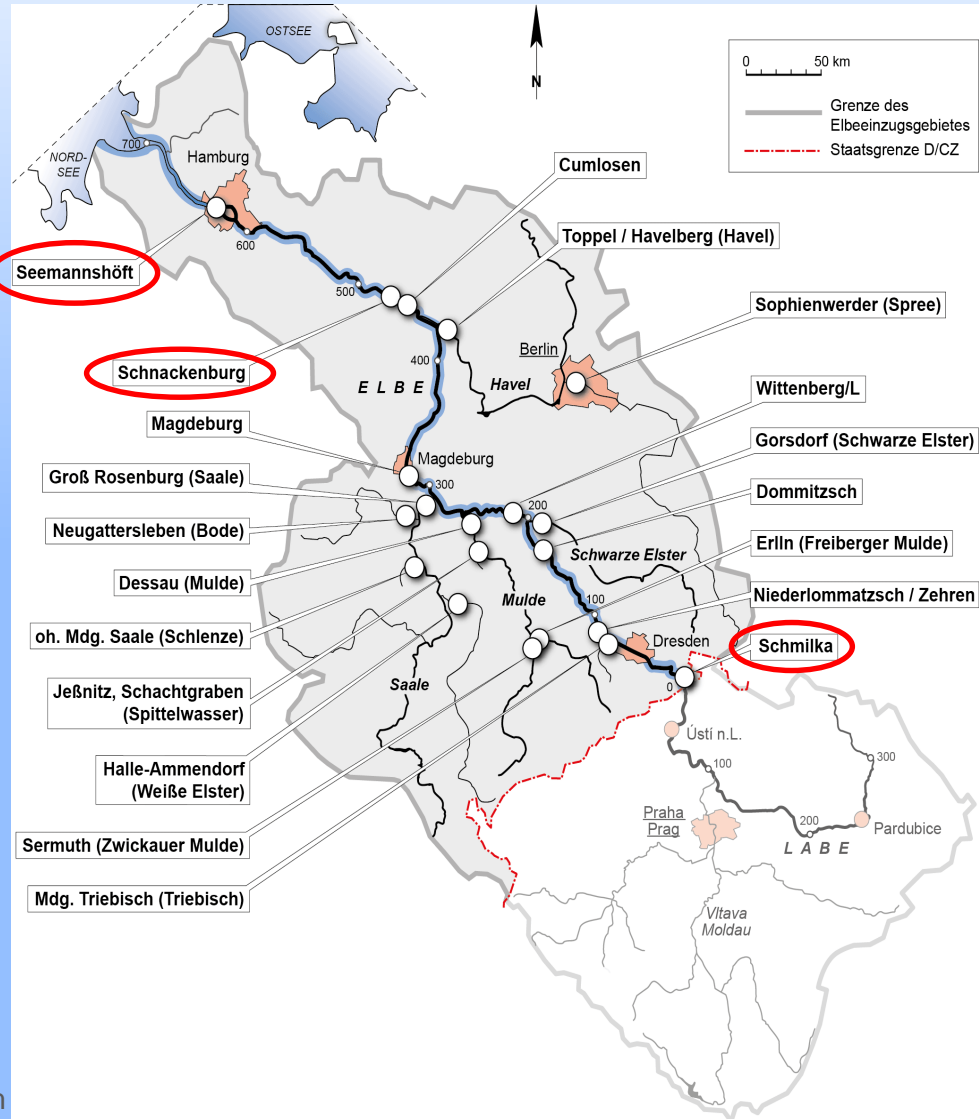
Labe/Elbe	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Valy	0,8	1,0	0,9	1,2	0,6	0,7	0,4	0,6	0,3	0,3	0,3	0,5	0,6	0,5	0,3	0,3	0,5	0,4
Lysá	1,0	1,1	1,0	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	1,4	2,1	0,7	0,5	0,5	-	-	-	-	-
Obříství	1,2	1,3	1,0	1,0	31	1,9	0,5	1,1	1,1	1,2	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	1,1	1,0	1,1
<i>Vltava, Zelčín</i>	-	-	3,6	2,8	-	-	1,6	1,2	1,5	1,0	2,3	0,9	1,1	0,7	0,4	0,6	0,9	1,0
Děčín	3,2	2,6	2,1	2,1	1,3	3,0	2,6	2,0	5,4	2,1	1,6	1,1	1,3	1,1	1,6	2,6	27	4,3
Schmilka	1,7	1,8	1,6	1,6	1,3	3,1	1,5	1,8	2,3	1,9	1,5	0,8	1,0	0,7	1,0	2,1	20	3,2
Zehren	1,1	1,3	1,3	1,0	0,8	1,8	1,0	0,7	1,5	0,9	0,9	0,5	0,6	0,3	0,4	0,8	9,9	-
Dommitzsch	1,4	1,4	1,2	1,0	0,9	2,0	0,9	0,9	1,2	1,2	0,9	0,8	0,5	0,3	0,4	0,6	5,9	-
<i>Schwarze Elster, Gorsdorf</i>	0,3	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1	0,03	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,05	0,03	0,04	0,05
Wittenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,6	1,0	5,7	3,1
<i>Mulde, Dessau</i>	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1	0,04	0,03	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Saale, Rosenberg</i>	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Magdeburg	0,5	0,8	1,0	0,7	0,6	1,2	0,8	2,0	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,9	0,6
Cumlosen	0,4	0,7	0,7	0,5	0,3	0,5	0,5	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	1,1	1,3
Schnackenburg	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	1,2	-
Bunthaus	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,3	0,7
Seemannshöft	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,1	0,1



SQI results for the Czech Elbe sections

- SQI - a suitable tool for sediment quality assessment
- Main advantage: illustrative evaluation in time and space
 - diffuse contamination, vs. point contamination, old deposits, influence of floods, ...
 - atypical situation incl. source of pollution – when, where (PCB's – Ústí n.L. – 2015)
- 1997 – 2016: decrease of contamination or steady state
- Monitoring station „Valy“: Fluoranthene, Anthracene, PCB's (No.28, No.52), DDX, Hg
- Monitoring station „Lysá“: shut down since 2012 (Fluoranthene)
- Monitoring station „Obříství“: Fluoranthene, DDX (p,p'-DDT), Hg
- Monitoring station „Zelčín – Vltava“: Fluoranthene, DDX
- Monitoring station „Děčín“: Fluoranthene, HCB, DDX, Hg, PCB's (increase since 2015)
- Further steps – evaluation of sediment quality in operational monitoring – they are not Czech environmental quality standards and evaluation methods for sediments

Reference measuring points of the sediment management concept



- 8 MP along the German Elbe river course
- 5 MP in the estuaries of the direct Elbe tributaries
- 7 MP in relevant inflows

SQL results for the border profile in "Schmilka"

<i>Elbe-km 4,1</i>	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*	
Mercury	26	16	10	18	7,1	5,7	5,7	4,6	4,1	3,5	3,4	2,8	3,6	1,7	2,1	3,1	3,4	1,6	1,4	1,2	1,1	1,9	2,1	2,4	
Cadmium	1,8	1,7	1,4	1,2	2,4	1,4	1,1	1,1	1,4	1,0	1,5	1,2	0,9	1,1	1,0	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	
Plumb	2,7	2,8	2,1	1,9	2,3	1,6	1,7	2,0	1,8	1,6	1,8	1,9	1,7	1,8	1,6	1,6	1,6	1,4	1,2	1,1	1,1	1,0	1,3	1,1	
Zinc	1,3	1,1	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	1,3	1,1	0,8	1,6	1,1	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6	
Copper	0,9	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
Nickel	1,2	1,3	1,1	0,9	1,0	0,9	0,8	1,0	1,1	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	1,0	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	
Arsenic	1,1	0,9	0,8	0,7	0,8	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	0,6	
Chrome	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
α-HCH	0,5	0,9	1,8	<3,3	2,3	2,4	<2,0	<2,0	2,3	3,1	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	
β-HCH	2,1	0,8	0,3	<1,0	1,1	<0,6	<0,6	1,1	3,7	1,0	<0,6	0,8	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	
γ-HCH	1,0	1,3	2,6	<3,3	1,4	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	4,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	
p,p'-DDT	25	56	62	24	82	19	28	22	73	21	43	62	48	30	73	87	132	29	26	18	63	67	172	156	
p,p'-DDE	3,5	2,6	2,6	4,1	2,8	3,5	4,7	3,4	4,9	4,2	3,3	5,1	5,0	3,4	9,9	5,6	7,3	2,8	3,1	2,5	5,3	4,4	8,1	9,9	
p,p'-DDD	16	22	14	32	39	28	55	53	38	23	53	22	16	11	28	16	24	7,9	9,4	5,0	13	15	52	38	
PCB No. 28	0,5	0,6	0,8	0,9	0,4	0,5	0,5	1,3	0,9	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,6	0,3	
PCB No. 52	0,7	0,7	1,9	2,1	1,0	2,1	0,7	0,9	0,6	0,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,6	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,9	0,2	
PCB No. 101	0,8	0,8	0,6	2,0	0,6	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,6	1,0	0,5	0,7	0,9	0,6	0,6	0,3	0,4	0,3	0,4	0,6	5,7	0,9	
PCB No. 118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	1,6	0,3	
PCB No. 138	1,9	1,9	1,7	3,8	1,4	1,7	2,0	2,2	1,9	2,0	1,5	2,9	1,6	1,8	2,6	2,4	2,0	1,0	1,2	1,0	1,3	2,1	18	3,3	
PCB No. 153	1,9	1,7	2,0	3,9	1,3	1,7	2,0	2,2	2,0	2,0	1,5	3,1	1,6	2,0	3,1	2,3	2,0	1,2	1,2	1,0	1,4	2,4	19	3,6	
PCB No. 180	1,5	1,4	1,6	3,4	0,9	1,4	1,7	1,8	1,6	1,6	1,3	3,1	1,5	1,8	2,3	1,9	1,5	0,8	1,0	0,7	1,0	2,1	20	3,2	
PeCB	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
HCB	46	24	32	60	36	47	56	44	27	74	16	20	14	6,6	10	9,8	9,0	4,6	8,9	3,3	11	9,6	13	9,0	
Benzo(a)pyrene	-	1,7	0,8	1,2	0,8	1,1	1,1	1,0	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,2	0,9	1,5	1,1	1,2	1,0	
Anthracene	-	1,0	0,6	1,0	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	1,1	0,8	0,8	0,7	0,6	0,7	0,9	0,9	0,5	0,8	0,5	0,6	0,5	
Fluoranthene	-	9,9	4,0	4,4	4,5	6,9	6,6	6,3	7,2	7,7	5,4	5,6	5,3	6,0	6,0	4,9	6,3	5,7	4,5	4,7	7,7	4,5	4,8	4,3	
Σ 5 PAH	-	1,8	0,9	1,3	1,0	1,4	1,3	1,2	1,4	1,5	1,3	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,0	0,9	1,4	1,1	1,2	0,9	
TBT Cation	6,1	2,0	1,5	3,1	1,4	1,6	1,5	1,3	1,1	0,9	1,1	1,1	0,7	0,5	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	<0,1	
Dioxins/Furans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	23	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,7

EF ≤ 1 EF ≤ 2 EF ≤ 4 EF ≤ 8 EF > 8

* results for 2016 under reserve

SQL results for the measuring station "Schnackenburg"

Elbe-km 474,5	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*	
Mercury	22	16	12	10	11	8,7	7,7	6,9	7,5	7,2	5,2	6,0	7,4	7,4	4,6	5,5	6,7	3,9	3,8	3,2	4,0	3,2	4,0	4,1	
Cadmium	6,1	6,0	5,0	4,0	4,2	4,0	3,7	3,5	3,8	3,8	2,9	3,1	3,1	2,7	2,7	3,1	3,4	2,4	2,6	2,2	1,8	1,7	2,0	2,0	
Plumb	3,0	3,7	2,8	3,2	2,9	3,2	2,7	2,7	3,0	2,9	1,7	2,0	2,3	2,3	2,4	2,5	2,8	2,2	2,1	1,7	1,7	1,4	1,8	2,3	
Zinc	2,6	2,4	1,9	1,8	1,8	1,9	1,6	1,5	1,5	1,5	1,2	1,5	1,5	1,3	1,4	1,6	1,7	1,2	1,3	1,1	1,0	0,9	1,1	1,3	
Copper	1,2	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	
Nickel	1,5	1,5	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,7	1,3	0,8	1,0	1,1	1,2	1,0	1,2	1,2	1,0	0,9	0,7	0,8	0,6	0,8	1,1	
Arsenic	1,3	1,9	1,2	1,1	0,9	1,0	0,9	0,8	0,9	1,0	0,7	0,9	1,0	0,8	1,0	0,9	1,3	0,9	0,8	0,7	0,8	0,6	0,7	0,9	
Chrome	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
α-HCH	3,1	7,3	6,2	7,9	8,1	8,2	4,5	2,7	3,6	1,6	3,3	4,6	5,1	4,7	4,1	3,3	<1,7	2,3	<1,7	1,9	2,2	1,8	3,0	3,3	
β-HCH	5,7	4,0	5,9	5,3	3,2	3,4	2,3	1,3	0,7	1,9	1,7	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	1,4	<0,5	1,4	0,6	0,5	1,0	1,2	1,8	
γ-HCH	1,7	3,6	2,8	<3,3	1,8	1,9	2,1	1,1	0,5	0,3	0,5	0,5	0,7	1,7	0,7	0,5	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	<1,7	0,9	
p,p'-DDT	25	38	46	<6,7	36	4,9	6,7	5,3	7,8	1,0	1,6	0,9	0,3	0,1	1,6	2,8	25	18	28	11	13	25	23	63	
p,p'-DDE	3,4	3,0	2,8	4,2	2,3	2,7	1,9	1,3	0,9	1,6	1,3	1,0	1,6	1,0	0,8	1,4	1,6	2,8	1,5	1,1	1,8	1,4	1,4	4,4	
p,p'-DDD	26	31	20	42	23	22	13	5,8	6,5	9,7	12	19	48	28	28	51	19	15	8,1	3,1	4,7	7,6	10	23	
PCB No. 28	0,3	0,2	0,4	0,4	0,2	0,8	0,2	<0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	<0,3	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,2	
PCB No. 52	0,4	0,3	0,8	1,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	<0,1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1	
PCB No. 101	0,4	0,2	0,3	0,8	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,7	0,6	0,6	0,8	0,3	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	
PCB No. 118	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,2	
PCB No. 138	0,8	0,8	0,7	1,5	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,6	0,3	0,2	0,3	0,3	0,8	1,3	
PCB No. 153	0,8	0,7	0,8	1,3	0,7	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,3	0,3	0,4	0,4	1,1	1,6	
PCB No. 180	0,6	0,5	0,6	1,0	0,5	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	0,2	0,3	0,3	1,2	1,7	
PeCB	<0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
HCB	13	6,8	10	18	8,3	15	8,4	5,2	5,9	5,5	2,4	3,1	4,6	2,7	2,3	3,8	2,5	2,5	1,6	1,3	2,1	2,3	2,2	3,8	
Benzo(a)pyrene	-	1,3	0,8	0,7	1,0	0,7	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,5	0,6	
Anthracene	-	1,1	0,6	0,7	0,8	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,4	
Fluoranthene	-	9,8	3,8	3,0	4,9	4,0	3,4	3,8	4,4	3,1	2,6	3,6	4,3	3,5	4,1	4,2	3,8	4,1	2,9	2,4	2,6	3,8	3,2	3,9	
Σ 5 PAH	-	1,4	0,9	0,9	1,1	0,7	0,6	0,7	0,8	0,6	0,6	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5	0,6	
TBT Cation	30	6,8	4,4	4,5	2,9	2,9	2,6	2,3	1,9	1,7	0,9	2,5	1,4	1,8	1,9	1,1	1,0	1,1	0,9	1,1	0,9	0,5	0,3	0,2	
Dioxins/Furans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

EF ≤ 1 EF ≤ 2 EF ≤ 4 EF ≤ 8 EF > 8

* results for 2016 under reserve

Sediment loadings in the tidal Elbe near "Seemannshöft"

<i>Elbe-km 628,8</i>	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016*
Mercury	6,8	11	9,9	6,5	4,3	3,9	3,8	3,5	2,6	4,2	3,7	3,0	2,5	2,3	2,5	2,9	2,4	3,7	3,1	1,6	1,8	1,3	1,2	1,5
Cadmium	1,5	2,8	2,9	4,1	2,3	1,8	1,4	1,4	1,2	1,7	1,2	1,0	1,0	0,9	1,2	1,1	1,1	1,9	1,5	0,6	0,7	0,4	0,4	0,5
Plumb	1,4	2,6	2,0	2,1	1,7	1,4	1,3	1,3	1,3	1,5	1,1	0,9	0,9	0,9	1,1	1,1	1,0	1,5	1,2	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
Zinc	0,9	1,4	1,3	1,3	1,1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,8	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3
Copper	0,5	1,0	0,9	0,9	0,7	0,5	0,5	0,5	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Nickel	0,9	1,1	0,9	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
Arsenic	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Chrome	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
α-HCH	0,5	2,1	2,5	<3,3	0,7	0,9	1,2	0,7	0,4	0,9	0,9	0,8	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	2,3	1,3	0,8	<0,7	<1,7	<1,7	<1,7
β-HCH	1,6	1,6	2,1	<1,0	0,6	0,6	0,5	0,5	0,3	0,9	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,8	0,8	0,5	0,4	<0,5	<0,5	<0,5
γ-HCH	0,3	1,2	1,4	<3,3	0,8	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,2	<1,3	<0,7	<0,7	<0,7	<1,7	<1,7	<1,7
p,p'-DDT	5,9	4,7	31	9,5	3,8	9,1	2,1	3,1	1,2	5,0	2,2	0,9	1,1	1,3	1,6	3,0	2,4	4,2	5,3	2,0	2,6	<1,7	1,8	<1,7
p,p'-DDE	0,9	1,0	1,2	2,2	0,6	1,1	0,8	0,6	0,4	0,9	0,7	0,5	0,5	0,8	0,4	0,7	0,7	0,9	0,8	0,5	0,4	<0,7	<0,7	<0,7
p,p'-DDD	6,1	7,1	8,3	15	3,0	4,9	4,0	3,9	2,6	5,1	3,9	2,9	3,0	3,7	3,0	3,4	3,1	4,8	5,4	3,2	2,7	2,0	2,9	1,9
PCB No. 28	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB No. 52	0,1	0,1	0,4	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB No. 101	0,2	0,1	0,2	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,1	<0,1	<0,1
PCB No. 118	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	<0,1	0,1	<0,1	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
PCB No. 138	0,4	0,4	0,4	0,7	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
PCB No. 153	0,4	0,3	0,5	0,7	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
PCB No. 180	0,2	0,2	0,3	<0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
PeCB	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
HCB	2,6	2,7	2,9	9,1	2,2	2,5	1,8	1,1	0,8	1,6	1,1	0,6	0,6	0,6	0,6	1,1	0,5	0,9	0,8	0,4	0,5	0,3	0,3	0,2
Benzo(a)pyrene	-	0,9	0,3	0,7	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Anthracene	-	0,7	0,3	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Fluoranthene	-	6,4	1,8	2,4	1,4	1,7	1,9	1,8	1,3	2,0	1,8	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,2	1,0	0,8	1,2	0,8
Σ 5 PAH	-	1,0	0,4	0,7	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
TBT Cation	12	15	11	33	26	29	20	12	14	12	12	8,9	9,9	8,3	6,6	7,2	6,5	4,5	3,3	3,6	2,5	1,2	1,2	1,2
Dioxins/Furans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

EF ≤ 1

EF ≤ 2

EF ≤ 4

EF ≤ 8

EF > 8

* results for 2016 under reserve

SQL results for cadmium at the German measuring points

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016**	
Schmilka	1,8	1,7	1,4	1,2	2,4	1,4	1,1	1,1	1,4	1,0	1,5	1,2	0,9	1,1	1,0	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	
Triebisch, Meißen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	-	8,8	20	18	11
Zehren	4,0	3,0	2,4	1,6	1,9	2,2	1,8	2,0	2,2	1,5	2,2	1,6	1,5	1,4	1,8	2,2	1,9	1,5	1,4	1,1	1,1	1,0	1,4	1,4	
Domnitzsch	-	-	-	-	-	2,2	1,6	1,8	2,0	1,3	1,6	1,4	1,4	1,3	1,3	1,7	1,4	1,4	1,1	1,0	1,1	0,9	1,1	1,1	
Schwarze Elster, Gorsdorf*	2,7	2,0	2,0	2,6	2,5	2,2	2,0	2,0	1,9	1,9	1,7	1,3	1,5	-	-	-	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8	0,7	1,4	0,7	
Wittenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,0	0,9	1,2	1,3
Zwickauer Mulde, Erlin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	7,4	6,7	6,5	8,0	9,3
Freiberger Mulde, Sermuth	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0	6,4	4,7	3,1	3,7	4,7	3,9	3,8
Spittelwasser, Bitterfeld	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,8	1,3	1,1	1,1	1,4	1,7	1,8
Mulde, Dessau	9,8	14	12	11	9,6	9,3	9,6	9,9	12	11	9,1	9,5	8,3	8,3	7,8	9,7	8,2	7,3	8,5	6,9	6,3	8,6	6,3	6,0	
Weißer Elster, Halle-Ammendorf*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,7	2,7	2,5	2,2	2,4	2,4	1,5	2,1
Schlenze, Friedeburg*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,1	0,7	-	0,7	-	-	1,1
Bode, Neugattersleben*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,9	0,8	0,7	0,5	0,6	0,6	0,7
Saale, Rosenberg*	1,7	3,6	2,8	2,2	2,9	2,2	2,3	2,2	2,6	1,5	3,0	2,5	1,9	2,0	1,5	2,2	2,8	2,1	2,3	3,2	3,1	3,3	3,6	2,4	
Magdeburg*	4,0	3,5	3,5	2,7	3,2	2,6	2,7	2,9	2,6	2,0	2,3	2,6	2,1	1,9	1,9	2,7	2,5	2,2	2,8	2,4	1,7	1,9	2,8	2,6	
Spree, Sophienwerder*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	-	1,2	1,0	1,1	0,9	0,9	1,0	1,1	-
Havel, Toppel*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	0,8	0,6	0,7
Cumlosen	-	3,6	-	3,7	-	2,5	2,2	2,6	2,7	2,7	2,0	2,1	2,2	1,8	1,6	1,7	1,8	1,6	1,7	1,8	2,0	1,4	1,3	1,4	
Schnackenburg	6,1	6,0	5,0	4,0	4,2	4,0	3,7	3,5	3,8	3,8	2,9	3,1	3,1	2,7	2,7	3,1	3,4	2,4	2,6	2,2	1,8	1,7	2,0	2,0	
Seemannshöft	1,5	2,8	2,9	4,1	2,3	1,8	1,4	1,4	1,2	1,7	1,2	1,0	1,0	0,9	1,2	1,1	1,1	1,9	1,5	0,6	0,7	0,4	0,4	0,5	

EF ≤ 1

EF ≤ 2

EF ≤ 4

EF ≤ 8

EF > 8

* centrifuge samples

** results for 2016 under reserve

SQL results for the German Elbe sections (1)

General:

- Depending on the parameters, the load situation has improved considerably from the mid-1990s to the beginning of the 2000s.
- Afterwards, the further improvement has slowed down significantly or has come to a standstill.
- From 2010 onwards, a deterioration can even be observed in individual parameters.

Conspicuous features on the German-Czech border profile in "Schmilka":

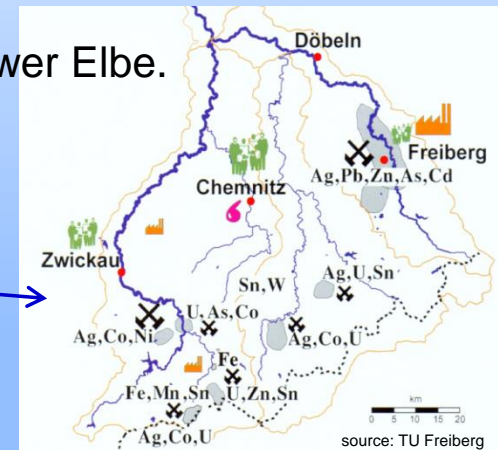
- In relation to the main river, most and highest exceedances of the UTV (especially with regard to organic pollutants) can be observed.
- Significant exceedances for DDx, PCB, HCB, some PAH as well as Hg and Pb are detected.
- The respective SQL increases prove current damage events, such as the PCB entry in Ústí nad Labem in 2015, and releases of organic pollutants from highly polluted old deposits in the lower free-flowing Czech Elbe.



SQL results for the German Elbe sections (2)

Balance measuring point "Schnackenburg":

- Using the SQL, an exposure with "DDx" as well as (limited) HCB is detectable, which originates mainly from the Czech Republic.
- The PCB damage case from 2015 can be proven down to the lower Elbe.
- At this location, the SQL is characterized by heavy metal inputs from the rivers Mulde and Saale, which are related to the history of the montane.
- For TBT, there will be a significant decline from 2012.



Monitoring station "Seemannshöft":

- Compared to the upper and central Elbe, the material load of sediments in the tidal Elbe is significantly lower.
- The stress point TBT becomes apparent. However, the trend is decreasing because measures (international antifouling convention and removal of sediment in the shipyard environment) are taking effect.



Conclusions and further steps

- ✓ The sediment quality index (SQI) is suitable for recording and evaluating the content development of Elbe-solids/sediments. relevant pollutants in suspended
- ✓ The application of the weight the temporal SQI makes it possible to visualize and its spatial differentiation along quality development at a location as well as the course of the river.
- ✓ The SQI evaluation makes it easier for the committees of the IKSE to identify supraregional focal points for action and progress with regard to the implementation of the sediment management concept.
- ✓ In order to document the further development and to identify negative trends of conspicuous parameters at an early stage, the time series are updated on the Czech and German sides after the data has been made available.
- ✓ The list of pollutants on which it is based and the associated thresholds must be regularly reviewed and adjusted if necessary - a task of the IKSE expert group on surface water.





Thank you for your attention!