

Hausarbeit

gemäß § 18 der Verordnung über die Ausbildung und Prüfung der Beamten für die Laufbahn des höheren Veterinärdienstes im Land Sachsen-Anhalt (APVOhöVetD) vom 01.12.1993, zuletzt geändert durch die Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Ausbildung und Prüfung der Beamten für die Laufbahn des höheren Veterinärdienstes im Lande Sachsen-Anhalt vom 23.07.2001

Ergebnisse des Fischmonitorings in Sachsen-Anhalt von 1994 bis 2005 als Entscheidungsgrundlage für das weitere behördliche Vorgehen auf dem Gebiet der gewerblichen Fischerei in belasteten Flussabschnitten

eingereicht von

Veterinärreferendarin Dr. Silke Rätzel

Halle, 2007

INHALTSVERZEICHNIS

1	THEMA	1
2	FISCHMONITORING	2
2.1	Rechtliche Grundlagen	2
2.2	Lebensmittelrechtliche Bewertung von Süßwasserfischen.....	2
2.3	Analysierte Rückstände und Schadstoffe	4
2.3.1	Hexachlorbenzol (HCB)	5
2.3.2	Hexachlorcyclohexan (HCH)	5
2.3.3	Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT).....	6
2.3.4	Quecksilber (Hg)	6
2.4	Grundlagen der Erfassung des Datenmaterials	7
2.4.1	Probenahme	7
2.4.2	Bestimmung der organischen Rückstände.....	7
2.4.3	Bestimmung von Quecksilber.....	8
2.5	Untersuchte Gewässer	8
2.6	Graphische Darstellung der Untersuchungsergebnisse.....	10
2.7	Auswertung des Datenmaterials	11
2.7.1	Zusammenhang zwischen Fischarten/Fischgrößen und Rückständen	11
2.7.1.1	Hexachlorbenzol	11
2.7.1.2	β-Hexachlorcyclohexan	14
2.7.1.3	DDT	16
2.7.1.4	Quecksilber	18
2.7.2	Zusammenhang zwischen Gewässerabschnitten und Rückständen.....	24
2.7.2.1	Hexachlorbenzol	24
2.7.2.1.1	Elbe	24
2.7.2.1.2	Mulde	26
2.7.2.1.3	Saale	27
2.7.2.2	β-Hexachlorcyclohexan	28
2.7.2.2.1	Elbe	28
2.7.2.2.2	Mulde	29
2.7.2.2.3	Saale	31
2.7.2.3	DDT	32
2.7.2.3.1	Elbe	32
2.7.2.3.2	Mulde	33
2.7.2.3.3	Saale	35
2.7.2.4	Quecksilber	36
2.7.2.4.1	Elbe	36
2.7.2.4.2	Mulde	38
2.7.2.4.3	Saale	40
2.7.3	Zusammenhang zwischen Fischarten/Fischgrößen und der festgestellten Rückstände in Bezug auf das Gewässer	42
2.7.3.1	Elbe	42
2.7.3.1.1	Hexachlorbenzol, β-Hexachlorcyclohexan und DDT-gesamt.....	42
2.7.3.1.2	Quecksilber	47
2.7.3.2	Mulde.....	51
2.7.3.2.1	Hexachlorbenzol, β-Hexachlorcyclohexan und DDT-gesamt.....	51

2.7.3.2.2 Quecksilber	53
2.7.3.3 Saale.....	54
2.7.3.3.1 Hexachlorbenzol, β -Hexachlorcyclohexan und DDT-gesamt.....	54
2.7.3.3.2 Quecksilber	54
2.8 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	58
2.8.1 Elbe.....	58
2.8.2 Mulde.....	58
2.8.3 Saale.....	59
2.9 Vorschläge für behördliche Maßnahmen	60
2.9.1 Freigabe von Flussabschnitten für die gewerbliche Fischerei.....	60
2.9.1.1 Elbe.....	60
2.9.1.2 Mulde.....	62
2.9.1.2.1 Mulde "oberhalb Stausee".....	62
2.9.1.2.2 Mulde "unterhalb Stausee".....	62
2.9.1.2.3 Mulde „Dessau“	62
2.9.1.3 Saale.....	62
2.9.1.3.1 Saale "Bad Kösen"	62
2.9.1.3.2 Saale "Groß Rosenberg" und "Wettiner Wehr"	62
2.9.2 Vorschläge zur Weiterführung des Fischmonitorings in Sachsen-Anhalt.....	63
2.9.3 Überarbeitung des Merkblattes für Angler in Sachsen-Anhalt.....	65
3 SCHLUßWORT	66
4 LITERATURVERZEICHNIS	
5 ANHANG	

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Übersicht zu den Probenahmestellen und Probenzahlen im Rahmen des Fischmonitorings
- Abb. 2: Absoluter und prozentualer Anteil der Fischarten an der Gesamtprobenzahl (Elbe, Saale und Mulde) von 1994-2006
- Abb. 3: Absoluter und prozentualer Anteil der Fischarten an Überschreitungen der Höchstmenge für Hexachlorbenzol in der Muskulatur ($> 0,05\text{mg/kg}$) in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006
- Abb. 4: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Hexachlorbenzol in der Muskulatur ($> 0,05\text{ mg/kg}$) der einzelnen Fischarten in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006
- Abb. 5: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Hexachlorbenzol in der Muskulatur ($> 0,05\text{ mg/kg}$) von Aalen in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 6: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Hexachlorbenzol in der Muskulatur ($> 0,05\text{ mg/kg}$) von Aalen in Abhängigkeit von ihrem Gewicht
- Abb. 7: Absoluter und prozentualer Anteil der Fischarten an Überschreitungen der Höchstmenge für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur ($> 0,01\text{mg/kg}$) in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006
- Abb. 8: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur ($> 0,01\text{mg/kg}$) der einzelnen Fischarten in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006
- Abb. 9: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur ($> 0,01\text{ mg/kg}$) von Aalen in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 10: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur ($> 0,01\text{ mg/kg}$) von Aalen in Abhängigkeit von ihrem Gewicht
- Abb. 11: Absoluter und prozentualer Anteil der Fischarten an Überschreitungen der Höchstmenge für DDT-gesamt in der Muskulatur ($> 0,5\text{ mg/kg}$) in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006
- Abb. 12: Prozentualer Anteil Überschreitungen der Höchstmenge für DDT-gesamt in der Muskulatur ($> 0,01\text{mg/kg}$) der einzelnen Fischarten von 1994-2006 in der Elbe, Saale und Mulde
- Abb. 13: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für DDT-gesamt in der Muskulatur ($> 0,05\text{ mg/kg}$) von Aalen in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 14: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für DDT-gesamt in der Muskulatur ($> 0,05\text{ mg/kg}$) von Aalen in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 15: Absoluter und prozentualer Anteil der Fischarten an Überschreitungen der Quecksilbergehalte in der Muskulatur von $> 0,5\text{ mg/kg FS}$ in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006
- Abb. 16: Absoluter und prozentualer Anteil der Fischarten an Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0\text{ mg/kg}$ für Aal / Hecht und $> 0,5\text{ mg/kg}$ für sonstige Fische) in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006

- Abb. 17: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0$ mg/kg für Aal / Hecht und $> 0,5$ mg/kg für sonstige Fische) der einzelnen Fischarten in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006
- Abb. 18: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur ($>0,5$ mg/kg) von Zandern in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 19: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur ($> 0,5$ mg/kg) von Zandern in Abhängigkeit von ihrem Gewicht
- Abb. 20: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur ($> 0,5$ mg/kg) von Bleien in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 21: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur ($> 0,5$ mg/kg) von Bleien in Abhängigkeit von ihrem Gewicht
- Abb. 22: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur ($> 0,5$ mg/kg) von Barschen in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 23: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur ($> 0,5$ mg/kg) von Barschen in Abhängigkeit von ihrem Gewicht
- Abb. 24: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0$ mg/kg) von Aalen in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 25: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0$ mg/kg) von Aalen in Abhängigkeit von ihrem Gewicht
- Abb. 26: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur ($>1,0$ mg/kg) von Hechten in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 27: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0$ mg/kg) von Hechten in Abhängigkeit von ihrem Gewicht
- Abb. 28: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur ($> 0,5$ mg/kg) von Rapfen in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 29: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur ($> 0,5$ mg/kg) von Rapfen in Abhängigkeit von ihrem Gewicht
- Abb. 30: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Hexachlorbenzol in der Muskulatur ($> 0,05$ mg/kg) von 1994-2005 bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten
- Abb. 31: Mittelwerte der Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Abb. 32: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Hexachlorbenzol in der Muskulatur ($> 0,05$ mg/kg) von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1996-2006
- Abb. 33: Mittelwerte der Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006
- Abb. 34: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur ($> 0,01$ mg/kg) bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Abb. 35: Mittelwerte der β -Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Abb. 36: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur ($> 0,05$ mg/kg) von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006

- Abb. 37: Mittelwerte der β -Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006
- Abb. 38: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für DDT-gesamt in der Muskulatur ($> 0,5$ mg/kg) von 1994-2005 bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten
- Abb. 39: Mittelwerte der DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Abb. 40: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für DDT-gesamt in der Muskulatur ($> 0,5$ mg/kg) von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006
- Abb. 41: Mittelwerte der DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006
- Abb. 42: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0$ mg/kg für Aal / Hecht und $> 0,5$ mg/kg für sonstige Fische) bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Abb. 43: Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Fischen (ohne Hecht und Aal) aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Abb. 44: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0$ mg/kg für Aal / Hecht und $> 0,5$ mg/kg für sonstige Fische) von Fischen aus verschiedenen Muldeabschnitten von 1995-2006
- Abb. 45: Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Fischen (ohne Hecht und Aal) aus verschiedenen Muldeabschnitten von 1995-2006
- Abb. 46: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0$ mg/kg für Aal / Hecht und $> 0,5$ mg/kg für sonstige Fische) von Fischen aus verschiedenen Saaleabschnitten von 1995-2006
- Abb. 47: Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Fischen (ohne Hecht und Aal) aus verschiedenen Saaleabschnitten von 1995-2006
- Abb. 48: Zusammenhang zwischen dem prozentualen Anteil an Aalen an den Proben und dem prozentualen Anteil an Überschreitungen der Höchstmengen von Hexachlorbenzol, β -Hexachlorcyclohexan und DDT-gesamt in der Muskulatur bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten
- Abb. 49: Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Fischen (außer Aal) aus der Elbe von 2000-2005
- Abb. 50: Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 51: β -Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 52: DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 53: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Zandern aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 54: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Rapfen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 55: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Barschen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge

- Abb. 56: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Hechten aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 57: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Bleien aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 58: Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Mulde „Dessau“ von 2000-2006 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 59: β -Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Mulde „Dessau“ von 2000-2006 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 60: DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Mulde „Dessau“ von 2000-2006 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 61: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Zandern aus der Saale „Groß Rosenberg“ und „Wettiner Wehr“ von 2000-2006 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 62: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Saale „Groß Rosenberg“ und „Wettiner Wehr“ von 2000-2006 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. 63: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Bleien aus der Saale „Groß Rosenberg“ und „Wettiner Wehr“ von 2000-2006 in Abhängigkeit von ihrer Länge
- Abb. A1: Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrem Fettanteil
- Abb. A2: β -Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrem Fettanteil
- Abb. A3: DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrem Fettanteil

Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Höchstmengen für HCB, HCH-Isomere und DDT in der Muskulatur von Fischen gemäß § 1 Abs. 1 Nr. 1 i.V.m. Anlage 1, Liste B der RHmV
*1: bei Fischen: mit einem Fettgehalt < 10 %
*2: bei Fischen: mit einem Fettgehalt > 10 %
- Tab. 2: Übersicht zu den untersuchten Gewässern im Rahmen des Fischmonitorings
- Tab. 3: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Hexachlorbenzol in der Muskulatur (> 0,05 mg/kg) in Prozent (%) bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Tab. 4: Mittelwerte der Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur in mg/kg von Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Tab. 5: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Hexachlorbenzol in der Muskulatur (> 0,05 mg/kg) in Prozent (%) bei Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006
- Tab. 6: Mittelwerte der Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006
- Tab. 7: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur (> 0,01 mg/kg) in Prozent (%) bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Tab. 8: Mittelwerte der β -Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Tab. 9: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur (> 0,01 mg/kg) von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006
- Tab. 10: Mittelwerte der β -Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006
- Tab. 11: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für DDT-gesamt in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von 1994-2005 bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten
- Tab. 12: Mittelwerte der DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Tab. 13: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für DDT-gesamt in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von Fischen aus verschiedenen Muldeabschnitten von 1995-2006 (k. Pr. – keine Proben)
- Tab. 14: Mittelwerte der DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Fischen aus verschiedenen Muldeabschnitten von 1995-2006 (k. Pr. – keine Proben)
- Tab. 15: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur (> 1,0 mg/kg für Aal / Hecht und > 0,5 mg/kg für sonstige Fische) bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Tab. 16: Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur in mg/kg FS von Fischen (ohne Hecht und Aal) aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005
- Tab. 17: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur (> 1,0 mg/kg für Aal / Hecht und > 0,5 mg/kg für sonstige Fische) in Prozent (%) bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005 (k. Pr. – keine Proben)

- Tab. 18: Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur in mg/kg von Fischen (ohne Hecht und Aal) aus verschiedenen Muldeabschnitten von 1995-2006 (k. Pr. – keine Proben)
- Tab. 19: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0$ mg/kg für Aal / Hecht und $> 0,5$ mg/kg für sonstige Fische) in Prozent (%) bei Fischen aus verschiedenen Saaleabschnitten von 1995-2006
- Tab. 20: Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur in mg/kg von Fischen (ohne Hecht und Aal) aus verschiedenen Saaleabschnitten von 1995-2006
- Tab. 21: Prozentualer Anteil von Höchstmengenüberschreitungen von Hexachlorbenzol, β -Hexachlorcyclohexan und DDT-gesamt in der Muskulatur der Fische aus verschiedenen Elbabschnitten in den Zeiträumen 1994-1999 und 2000-2005 (k. Pr. – keine Proben)
- Tab. 22: Prozentualer Anteil von Höchstmengenüberschreitungen von Quecksilber in der Muskulatur der Fische aus verschiedenen Elbabschnitten in den Zeiträumen 1994-1999 und 2000-2005 (k. Pr. – keine Proben)
- Tab. 23: Prozentualer Anteil der Höchstmengenüberschreitungen von Hexachlorbenzol, β -Hexachlorcyclohexan und DDT-gesamt in der Muskulatur der Fische aus der Mulde „Dessau“ in den Zeiträumen 1995-1999 und 2000-2006 (k. Pr. – keine Proben)
- Tab. 24: Prozentualer Anteil von Höchstmengenüberschreitungen von Quecksilber in der Muskulatur der Fische aus der Mulde „Dessau“ in den Zeiträumen 1995-1999 und 2000-2006 (k. Pr. – keine Proben)
- Tab. 25: Prozentualer Anteil der Höchstmengenüberschreitungen von Quecksilber in der Muskulatur der Fische aus der Saale in den Zeiträumen 1995-1999 und 2000-2006 (k. Pr. – keine Proben)

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Anon.	Anonym
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
°C	Grad Celsius
cm	Zentimeter
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan
DFG	Deutschen Forschungsgemeinschaft
FS	Frischsubstanz
HCB	Hexachlorbenzol
HCH	Hexachlorcyclohexan
Hg	Quecksilber
i.d.R.	in der Regel
I _Q	Interquartilsabstand
i.V.m.	in Verbindung mit
Kap.	Kapitel
kg	Kilogramm
k. Pr.	keine Proben
mg	Milligramm
3-MCPD	3-Monochlorpropandiol
MSD	Massenspektrometrie
oberh.	oberhalb
OC	Organochloride
PCB	polychlorierte Biphenyle
PCDD	Dibenzo-p-dioxine
PCDF	polychlorierte Dibenzo-p-furane
POI	phosphororganische Insektizide
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
Tab.	Tabelle
u.	und
UBA	Umweltbundesamt
unterh.	unterhalb
VO	Verordnung

1 THEMA

Für die Bewertung der Wasserqualität der Flüsse in Sachsen-Anhalt gelten neben diversen Untersuchungen zur Wasserqualität auch die untersuchten Fische als ein wesentlicher Indikator. Zur Erfassung von Rückständen in Fischen ist in Sachsen-Anhalt seit 1994 ein Fischüberwachungssystem eingerichtet worden.

Stellen Sie das Untersuchungsmaterial (Fischarten, Fischgröße, Gewicht der Fische, Flussabschnitte) im Zusammenhang mit den Ergebnissen der Rückstandsuntersuchungen tabellarisch und graphisch dar.

Bewerten Sie in tabellarischer und graphischer Darstellungsweise die Zusammenhänge zwischen den Fischarten/Fischgrößen und der festgestellten Rückstände bezogen auf die untersuchten Gewässer.

Werten Sie die Ergebnisse des Fischmonitorings im Land Sachsen-Anhalt von 1994 bis 2005 zusammenfassend aus. Leiten Sie daraus einen Entscheidungsvorschlag für das weitere behördliche Vorgehen auf dem Gebiet der gewerblichen Fischerei in belasteten Flussabschnitten ab. Ab wann, könnte mit einer Freigabe welcher Flussabschnitte für die gewerbliche Fischerei zu rechnen sein?

Unterbreiten Sie auf der Basis der Bewertung einen Vorschlag für behördliche Maßnahmen in der Zukunft.

2. FISCHMONITORING

2.1 Rechtliche Grundlagen

Das Fischmonitoring in Sachsen-Anhalt wird seit 1994 durchgeführt. Die Ziele, die rechtlichen Grundlagen, die Verfahrensweisen der Probenahme und die Untersuchungsparameter sind Inhalt der folgenden Erlasse:

- Runderlass des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 24.10.1994 zur Durchführung eines Fischüberwachungssystems in Sachsen-Anhalt (Anhang, Anlage 1)
- Runderlass des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 06.09.1995 - 02-42805/3.3 zur Durchführung eines Fischüberwachungssystems in Sachsen-Anhalt (Anhang, Anlage 2)
- Runderlass des Ministeriums für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt vom 23.01.1998 - 806-42805/3.3 zur Weiterführung des Fischüberwachungssystems in Sachsen-Anhalt ab 1998 und Folgejahre (Anhang, Anlage 3)
- Runderlass des Ministeriums für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt vom 01.12.2000 – 67-42805/3.3 zur Weiterführung des Fischüberwachungssystems in Sachsen-Anhalt ab 2001 und Folgejahre (Anhang, Anlage 4)
- Gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Gesundheit und Soziales und des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt vom 16.06.2006 – 26a-42805/4.3 zur Weiterführung des Fischüberwachungssystems in Sachsen-Anhalt ab 2006 und Folgejahre (Anhang, Anlage 5)

Mit dem Runderlass vom 24.10.1994 wurde die Durchführung der Untersuchung von Fischen aus der Elbe veranlasst. Als Ziele wurden definiert:

- Nutzung der Ergebnisse der amtlichen Lebensmittelüberwachung für den Vollzug
- Handlungshilfe zur Kategorisierung der Fischgewässer hinsichtlich der Verzehrbarkeit der gewonnenen Fische
- Nutzung der Daten als aussagefähiges Material über die Fischqualität bei der Vergabe von Fischereiausübungsrechten und als fischbestandskundliches Datenmaterial über Artenvielfalt, allgemeinen Gesundheitszustand und Altersstruktur
- Nutzung der Daten bei Bedarf durch die Behörden des Umwelt- und Naturschutzes.

Folgende Untersuchungsparameter wurden vorgeschrieben:

- Rückstände und Kontaminanten
- Radioaktive Isotope (Cs 134 und Cs 137) (stichprobenweise),
- Polychlorierte Dibenzodioxine und –furane, (stichprobenweise)

- Parasiten
- Fischkrankheiten, pathologisch, anatomische Veränderungen.

Der Runderlass vom 06.09.1995 (MBI. LSA Nr. 55/1995 S. 2165) ordnete die Fortsetzung dieser Untersuchungen mit gleicher Zielstellung, jedoch unter Erweiterung auf die wichtigen Nebengewässer der Elbe für die Jahre 1995 bis 1997 an. Als zusätzlicher Untersuchungsparameter wurde Toxaphen (stichprobenweise) aufgeführt.

Mit dem Runderlass vom 23.01.1998 - 806-42805/3.3 (MBI. LSA Nr. 14/1998 S. 521) wurde wiederum eine Weiterführung der Untersuchungen von Fischen aus den Fließ- und Nebengewässern sowie eine zusätzliche Beprobung von Fischen aus Aquakulturen vorgeschrieben.

Der Runderlass vom 01.12.2000 (MBI. LSA Nr. 2/2001 S. 13) setzte das Ergebnis der Beratung der Elbanrainerländer am 24.05.2000 in Magdeburg um, wo festgestellt wurde, dass infolge der geringen Dynamik in der Rückstandssituation bei den Wildfischen eine Kontrolle im zweijährigen Turnus ausreichend ist. Der Runderlass schrieb vor, dass in ungeraden Jahren die Elbe und in geraden Jahren die Nebengewässer zu beproben sind. Weiterhin wurde die jährliche Beprobung von Aquakulturen sowie variable Probenahmen angeordnet.

Mit dem Runderlass vom 16.06.2006 – 26a-42805/4.3 (MBI. LSA Nr. 28/2006, S. 506) wurde gleichfalls eine Untersuchung der Fische aus der Elbe sowie der Binnen- und Nebengewässer im zweijährigen Turnus festgeschrieben. Im Unterschied zum vorangegangenen Erlass wurde das Untersuchungsspektrum bei den anorganischen Schadstoffen reduziert und eine höhere Probenzahl je Fangplatz angeordnet.

Die Anzahl der im Fischüberwachungssystem zu entnehmenden Proben auf Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen wird seit dem Jahr 2005 durch den Runderlass des Ministeriums für Gesundheit und Soziales zur Untersuchung von Lebensmitteln und Futtermitteln auf polychlorierte Dibenz-p-dioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenz-p-furane (PCDF) sowie auf dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (PCB) im Land Sachsen-Anhalt vom 18.4.2005 (nicht veröffentlicht) geregelt.

2.2 Lebensmittelrechtliche Bewertung von Süßwasserfischen

Nach Art. 14 Abs. 1 der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28.1.2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit (ABl. EG Nr. L 31, S. 1-24 vom 1.2.2002) dürfen Lebensmittel, die nicht sicher sind, nicht in Verkehr gebracht werden. Dabei gelten Lebensmittel gemäß Art. 14 Abs. 2 a der VO (EG) Nr. 178/2002 als nicht sicher, wenn davon auszugehen ist, dass sie gesundheitsschädlich sind. Bei der Entscheidung der Frage, ob ein Lebensmittel gesundheitsschädlich ist, sind nach Art 14 Abs. 4 a der VO (EG) Nr. 178/2002 die wahrscheinlichen sofortigen und/oder kurzfristigen und/oder langfristigen Auswirkungen des Lebensmittels nicht nur auf die Gesundheit des Verbrauchers, sondern auch auf nachfolgende

Generationen, die wahrscheinlichen kumulativen toxischen Auswirkungen und die besondere gesundheitliche Empfindlichkeit bestimmter Verbrauchergruppen zu berücksichtigen. Der § 58 Abs. 2 des Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.4.2005 (BGBl. I S. 945) stellt den Verstoß gegen Art 14 Abs. 1 in Verbindung mit Abs. 2 a der VO (EG) 178/2002 unter Strafe.

Weiterhin ist es gemäß § 9 Abs. 1 des LFGB verboten, Lebensmittel gewerbsmäßig in den Verkehr zu bringen, wenn in oder auf ihnen Schädlingsbekämpfungsmittel oder deren Umwandlungs- oder Reaktionsprodukte vorhanden sind und die festgesetzten Höchstmengen überschritten werden. Im § 9 Abs. 2 wird das Bundesministerium ermächtigt, durch Rechtsverordnungen Höchstmengen für Pflanzenschutz- oder sonstige Mittel oder deren Umwandlungs- und Reaktionsprodukte festzusetzen. In der Verordnung über Höchstmengen an Rückständen von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln, Düngemitteln und sonstigen Mitteln in oder auf Lebensmitteln und Tabakerzeugnissen (RHmV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21.10.1999 (BGBl. S. 2082; 2002 I S. 1004), zuletzt geändert durch die Verordnung vom 21. September 2006 (BGBl. I S. 2154), sind diese Höchstmengen fixiert (Tab. 1).

Stoff	Wirkstoffbezeichnung	Höchstgehalt* ¹ in mg/kg Frischgewicht	Höchstgehalt* ² in mg/kg Fett
HCB	Hexachlorbenzol	0,05	0,5
Lindan	Gamma-1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan	0,05	0,5
α-HCH-	Alfa-1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan	0,02	0,2
β-HCH	Beta-1,2,3,4,5,6- Hexachlorcyclohexan	0,01	0,1
DDT	1,1,1-Trichlor-2,2-bis (4-chlorphenyl)-ethan	0,5	5

Tab. 1: Höchstmengen für HCB, HCH-Isomere und DDT in der Muskulatur von Fischen gemäß § 1 Abs. 1 Nr. 1 i.V.m. Anlage 1, Liste B der RHmV

*1: bei Fischen: mit einem Fettgehalt < 10 %

*2: bei Fischen: mit einem Fettgehalt > 10 %

Die Höchstmengen von Quecksilber sind in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19.12.2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln (ABl. EG Nr. L 364 vom 20.12.2006) geregelt. Im Muskelfleisch von Fischen dürfen gemäß Art. 1 Abs. 1 i.V.m. Anhang, Abschnitt 3, Nr. 3.3.1 und 3.3.2 der VO (EG) 1881/2006 folgende Höchstgehalte nicht überschritten werden:

- Aal und Hecht: 1,0 mg/kg Frischgewicht
- sonstige Fische: 0,5 mg/kg Frischgewicht.

2.3. Analysierte Rückstände und Schadstoffe

Von den 50 beim Fischmonitoring analysierten organischen Rückständen und Kontaminanten sind derzeit nur Hexachlorbenzol, Hexachlorcyclohexan-Isomere und DDT-Verbindungen hinsichtlich von Höchstmengenüberschreitungen in der Muskulatur der Fische bedeutungsvoll. Bei den Schwermetallen kommt es seit Jahren nur noch zu Beanstandungen beim Quecksilber. Die Blei- und Cadmiumgehalte

in der Muskulatur der Fische wiesen keine Überschreitungen der zulässigen Höchstwerte auf. Hinsichtlich der Untersuchung der Fische auf Dioxine und dioxinähnlichen PCB liegen derzeit nur Einzelwerte vor. Des Weiteren ergab die Untersuchung auf die radioaktiven Isotope Cäsium-134 und Cäsium-137 nur eine sehr geringe Belastung der Fische.

Daher wird in der vorliegenden Arbeit nur auf folgende relevanten Rückstände und Kontaminanten eingegangen:

- Hexachlorbenzol
- β -Hexachlorcyclohexan
- Dichlordiphenyltrichlorethan
- Quecksilber.

2.3.1 Hexachlorbenzol (HCB)

Hexachlorbenzol ist ein peripheres Benzolderivat. Es wurde als Zwischenprodukt für die Herstellung von Fungiziden (Saatgutbehandlung), als Weichmacher (PVC-Produktion, Gummiherstellung) und für organische Synthesen verwendet. In der BRD sind Fungizide auf HCB-Basis seit 1981 nicht mehr im Handel (Gaumert 1996). In der ehemaligen DDR wurde Hexachlorbenzol noch bis 1984 verwendet (Heinisch et al. 1994, Streit 1994).

Hexachlorbenzol ist im Wasser schwer löslich und größtenteils an Schwebstoffe gebunden (Hofer u. Lackner 1995). Es ist biologisch nicht abbaubar und besitzt eine hohe Persistenz in der Umwelt (Hofer u. Lackner 1995, Gaumert 1996). Eine Aufnahme und Akkumulierung findet über die Nahrungskette statt. Eine Anreicherung erfolgt insbesondere im Fettgewebe. Hexachlorbenzol hat eine geringe akute Toxizität. Durch hohe Belastungen werden Membranschäden und Stoffwechselstörungen verursacht, in deren Folge wiederum Leber- und Nierenschädigungen entstehen (Hofer u. Lackner 1995, Gaumert 1996).

2.3.2 Hexachlorcyclohexan (HCH)

Unter Hexachlorcyclohexan werden 8 Stereoisomere der zyklischen Chlorkohlenwasserstoffe zusammengefasst. Vor allem die Isomere α -HCH, β -HCH, γ -HCH und δ -HCH sind umwelttoxikologisch relevant. Die Verbindungen reichern sich über die Nahrungskette an und werden hauptsächlich im Fettgewebe akkumuliert.

γ -HCH ist unter dem Gebrauchsnamen Lindan bekannt und ein hoch effektives Insektizid, welches in großem Umfang, insbesondere auch in der Landwirtschaft eingesetzt wurde. Es wurde in Sachsen-Anhalt in der Industrieregion Bitterfeld / Wolfen und bei Fahlberg-List in Magdeburg in großen Mengen produziert (Krüger et al. 2005). HCH wird aus Benzol hergestellt, das unter UV-Strahlung chloriert wird. Dabei entstehen 5 HCH-Isomere, wobei das technische HCH nur zu 9-18 % γ -HCH enthält. Die anderen Isomere wurden fast ausschließlich deponiert (Krüger et al. 2005). Lindan ist gekennzeichnet durch eine hohe akute und geringere chronische Toxizität gegenüber Warmblütern und Fischen.

α -HCH und β -HCH haben im Vergleich zum Lindan eine geringere akute, aber eine hohe chronische Toxizität gegenüber Warmblütern. Während α -HCH relativ schnell biologisch abbaubar ist, weist β -

HCH die höchste Persistenz (Halbwertszeit: durchschnittlich 8 Jahre) von den toxikologisch relevanten HCH-Isomeren auf (DFG 1982).

δ -HCH entsteht ebenfalls als Nebenprodukt der Lindan-Herstellung. Es reichert sich allerdings am wenigsten in den Organismen im Vergleich zu den anderen Verbindungen an (Gaumert 1996).

2.3.3 Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT)

DDT wurde als Breitbandinsektizid in riesigen Mengen weltweit eingesetzt. In der Bundesrepublik Deutschland ist die Herstellung, Einfuhr, der Erwerb und die Ausfuhr seit 1972 durch das DDT-Gesetz verboten. In der DDR gab es noch bis 1989 Ausnahmeregelungen in der Forstwirtschaft und beim Holzschutz (BgVV 1998). DDT wurde am Industriestandort Bitterfeld / Wolfen bis 1973 mit ca. 2500 Tonnen/Jahr produziert (Heinisch 1992) und ist dort heute noch im Grundwasser nachweisbar (Thieken 2001).

DDT ist nur schwer abbaubar und besitzt eine hohe Persistenz. Die Halbwertszeit ist temperaturabhängig und beträgt 10 bis 20 Jahre (Krüger et al. 2005). Es ist aufgrund seines massiven langjährigen weltweiten Einsatzes heute noch ubiquitär vorhanden und u.a. auch in der Muttermilch nachweisbar (Cameron und Smolka 2005). Aufgrund seines lipophilen Charakters wird es bevorzugt im Fettgewebe von Organismen akkumuliert.

Die akute Toxizität ist im Vergleich zu anderen Organochlorpestiziden gering. Nach kurzzeitiger, hoher Aufnahme kommt es insbesondere zu zentralnervösen Störungen, wie Paraesthesien, Koordinations- und Gleichgewichtsstörungen sowie Krämpfen (BGIA 2003). Im Tierversuch führte DDT zu Leberschädigungen, wirkte kanzerogen und führte zu Störungen der Immunabwehr, der Blutbildung und Fortpflanzung (chronische Toxizität) (BGIA 2003).

2.3.4 Quecksilber (Hg)

Quecksilber gelangt bei verschiedenen chemischen Produktionsprozessen sowie über Industrieabfälle (chemische, holz- und metallverarbeitende Industrie) in die Umwelt (Hofer u. Lackner 1995). Es wird bei vulkanischen Aktivitäten, bei der Kohle- und Heizölverbrennung, bei der Verhüttung und auch bei der Müllverbrennung freigesetzt. Die ehemaligen Bergbauregionen und die Standorte der Chloralkalielektrolyse an der Mulde und Saale stellen die bedeutendsten Quellen der Belastung im Elbe-Einzugsgebiet dar (Krüger 2005).

Neben dem elementaren Quecksilber sind die anorganischen Quecksilbersalze und die Organo-Quecksilber-Verbindungen von Bedeutung. Anorganisches Quecksilber wird durch Mikroorganismen (vor allem im Sediment) in Methylquecksilber umgewandelt (Hofer u. Lackner 1995). Während anorganisches Quecksilber am stärksten über die Kiemen der Fische aufgenommen wird, werden Organo-Quecksilber-Verbindungen hauptsächlich über die Nahrung zugeführt (Gaumert 1996). Organische Quecksilberverbindungen werden besonders leicht resorbiert, da sie direkt die lipophilen Zellmembranen passieren können (Hofer u. Lackner 1995, Anon. 2007). Sie sind um ein vielfaches toxischer als anorganisches Quecksilber (BfR 2004, Anon. 2007). Die Anreicherung erfolgt insbesondere in fettreichen Organen, in der Muskulatur, im Nervensystem, in der Niere und der Leber

(Hofer u. Lackner 1995). Durch Quecksilber werden Schädigungen des Zentralnervensystems, Hemmungen von Enzymaktivitäten, Membran- und Nierenschäden, Stoffwechselstörungen, Entzündungen des Magen-Darm-Traktes, Veränderungen des Blutbildes und geringere Reproduktionsraten hervorgerufen; Methylquecksilber wirkt mutagen (Hofer u. Lackner 1995). Organische Quecksilberverbindungen können problemlos die Blut-Hirn- und Plazentaschranken durchdringen (Krüger et al. 2005, Anon. 2007). Die Schwangerschaft gilt als der kritischste Zeitraum für die Methylquecksilber-Toxizität. Das wissenschaftliche Gremium für Kontaminanten in der Lebensmittelkette (CONTAM) der EFSA, das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) sowie auch schon bereits das Vorgängerinstitut des BfR (BgVV) wiesen auf diese Problematik hin und empfehlen den Verzehr bestimmter Raubfischarten während der Schwangerschaft einzuschränken (EFSA 2004, BfR 2004, BgVV 1999).

2.4 Grundlagen der Erfassung des Datenmaterials

2.4.1 Probenahme

Die Probenahmen an den Fangplätzen (Fischarten, Stückzahlen) richteten sich nach den jeweils gültigen Erlassen in den entsprechenden Jahren (Anhang, Anlagen 1-5). Die entnommenen Proben wurden mit einheitlichen Primärdaten zur vergleichbaren Auswertung versehen (Probenahmeprotokoll der amtlichen Lebensmittelüberwachung, Probenahmeformular) und unmittelbar nach dem Abfischen in frischem Zustand bzw. nach Tiefkühlung bei -18 °C an das Landesamt für Verbraucherschutz (Fachbereich 4, Stendal) geschickt.

Die frisch überbrachten Fische wurden i.d.R. am selben, spätestens am nächsten Tag nach kühler Zwischenlagerung sezirt und die erforderlichen Probenmaterialien entnommen. Bei tiefgefrorenen Fischproben schlossen sich Sektion und Probenahme nach dem Auftauen an.

Für rückstandstoxikologische Untersuchungen wurden Muskulatur- und Leberproben entnommen und bis zur weiteren Bearbeitung tiefgefroren aufbewahrt. Bestand eine Probe aus mehreren Fischen, wurden Sammelpuben gebildet.

2.4.2 Bestimmung der organischen Rückstände

Die Analyse der organischen Rückstände und Kontaminanten erfolgte mittels gaschromatographischer Bestimmung an zwei polaren Säulen nach Reinigung durch Gelchromatographie und durch eine Mini-Kieselgelsäule nach der Prüfmethode Nr. 4.3-0025-03 (Anhang, Anlage 6). Diese Prüfmethode basiert auf der standardisierten DFG-Methode S 19 (Prüfmethode Organochlor- und Organophosphorverbindungen sowie stickstoffhaltige und andere Pflanzenschutzmittel S 19), welche als Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG bzw. § 64 LFGB aufgenommen wurde. Rückstände mit Höchstmengenüberschreitung wurden zusätzlich mittels Massenspektrometrie (MSD) charakterisiert. Die Aufarbeitung der Proben erfolgte nach der Verfahrensanweisung zum Nachweis von Organochloriden (OC) und phosphororganischen Insektiziden (POI) in tierischem Material (Anhang, Anlage 7).

2.4.3 Bestimmung von Quecksilber

Die Quecksilberbestimmung erfolgte entsprechend der Prüfmethode 13.0001.00 und 32.0030.01 (Anhang, Anlagen 8 u. 9), die auf der Grundlage der Vorschriften des § 35 Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes (LMGB) bzw. § 64 LFGB sowie den Bedienungsvorschriften der Geräte erarbeitet wurden. Dazu wurden die Muskulatur- und Leberproben mit einem Gemisch aus Salpetersäure und Wasserstoffperoxid in einer Mikrowellenaufschlussapparatur entsprechend der Prüfmethode-Nr. 13.0001.00 mineralisiert. Anschließend erfolgte die Quecksilberbestimmung mittels Kaltdampf-Atomabsorptionsspektrophotometrie nach Bildung des Quecksilber-Dampfes in einer Fließinjektion entsprechend der Prüfmethode 32.0030.01.

2.5 Untersuchte Gewässer

In den Runderlassen (siehe Kap. 2.1 und Anhang, Anlagen 1-5) wurde die Beprobung der Elbe, der Nebengewässer der Elbe sowie der Aquakulturen angeordnet. Die Tab. 2 stellt die Gewässerabschnitte der Elbe und Nebenflüsse dar, die in die Auswertung des Datenmaterials einbezogen wurden.

Nr.	Flusskilometer (km)	Gewässerbezeichnung
Elbe		
1	180/181	Höhe Elbe bei Priesitz
2	203/205	Höhe Wartenburger Streng
3	221	Höhe Elbe bei Piesteritz, unterhalb der Abwasserfahne
4	259,5	Höhe Muldemündung
5	291	Höhe Saalemündung
24 a	320	Höhe Mönchsgraben
6	333,6	Höhe Abstiegskanal/Schleuse
7	385	Höhe Bölsdorfer Haken
8	424	Höhe Altwasser Mühlenholz
9	455/456	Höhe Hafenausfahrt Wittenberge
Saale		
12		bei Bad Kösen
13		Wettiner Wehr (hinter Halle)
14		bei Groß Rosenberg
Mulde		
15		oberhalb des Muldestausees
16		unterhalb des Muldestausees
17		vor Einmündung Elbe (hinter Dessau)

Tab. 2: Übersicht zu den untersuchten Gewässern im Rahmen des Fischmonitorings

In der Abb. 1 ist die Verteilung der Probenahmestellen mit den Gesamtzahlen der entnommenen Proben aus den einzelnen Gewässerabschnitten in den Jahren 1994-2006 dargestellt.

Fischüberwachungssystem LSA Proben 1994 - 2006

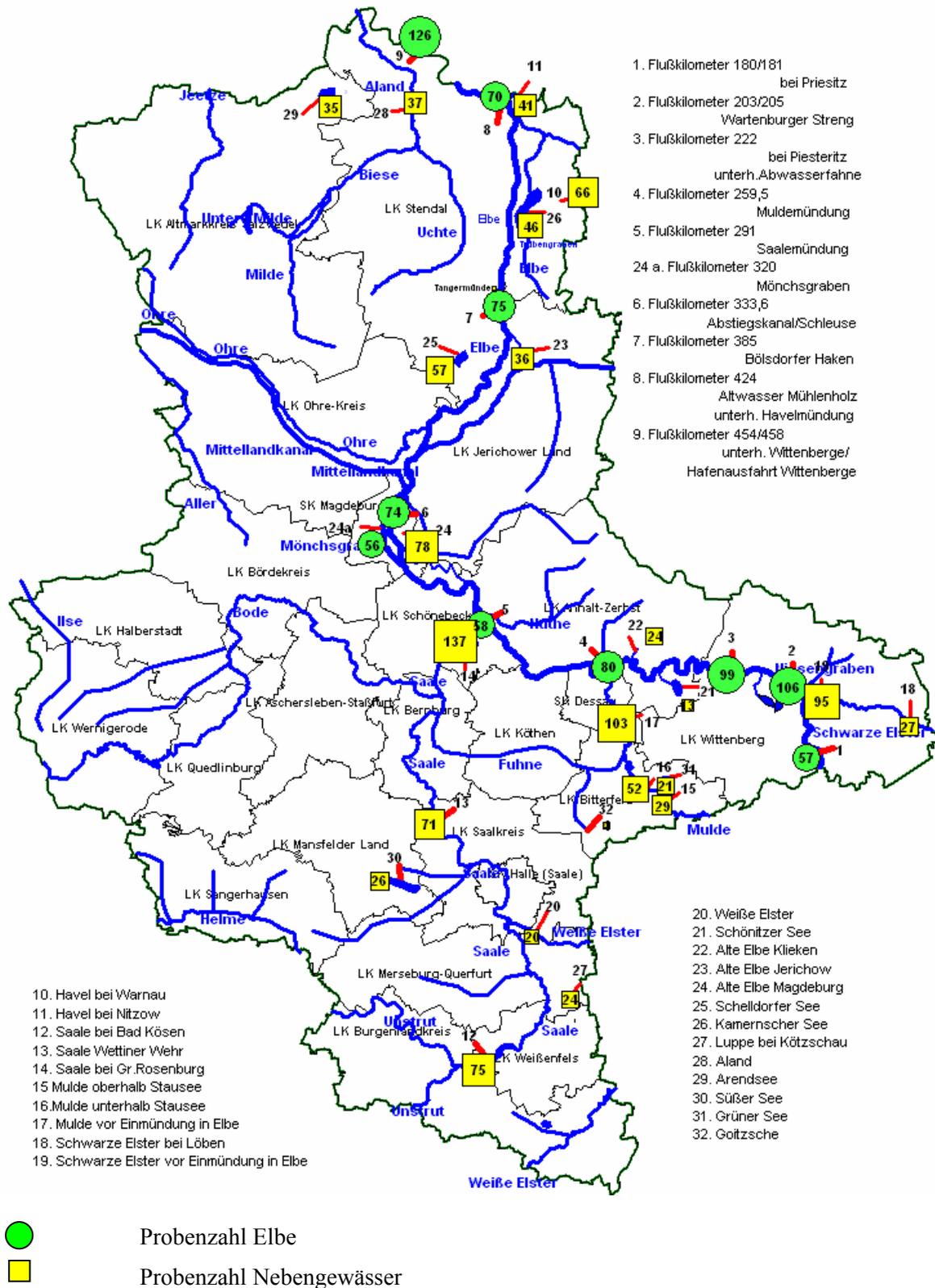
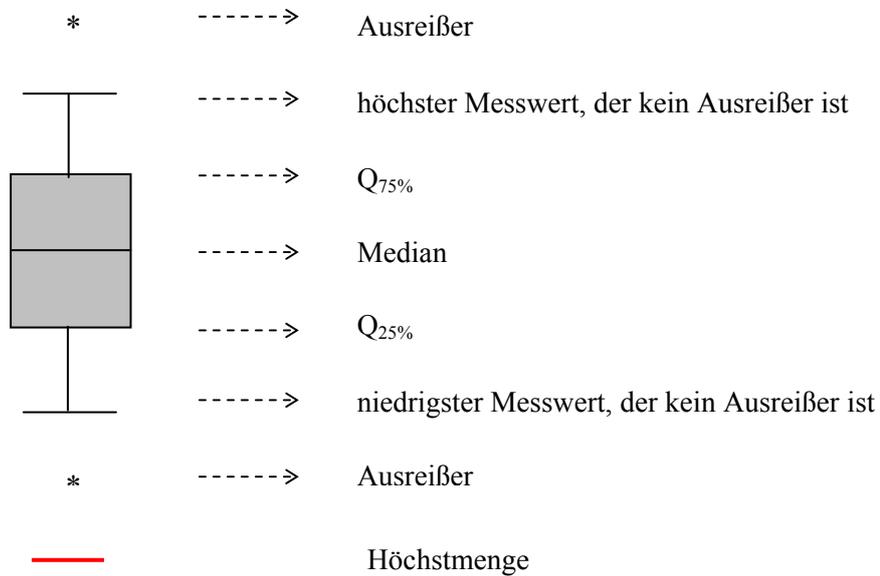


Abb. 1: Übersicht zu den Probenahmestellen und Probenzahlen im Rahmen des Fischmonitorings (Voigt u. Martin 2007)

2.6 Graphische Darstellung der Untersuchungsergebnisse

Für die Auswertung der Daten kam u.a. das Programm „Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 10.0 for Windows“ zur Anwendung, welches die folgende graphische Darstellung der Werte als Boxplots ermöglicht:



Die Boxplots bestehen aus umrahmten Flächen (Boxen), die 50 % der Messwerte enthalten und sich somit zwischen dem 25 und 75 %igen Quartil ($Q_{25\%}$ und $Q_{75\%}$) befinden. Von diesen Boxen gehen Linien ab, die sich zum höchsten und zum niedrigsten Messwert erstrecken. Der Abstand zwischen den beiden Quartilen entspricht dem Interquartilsabstand (I_Q). Der Medianwert wird durch die waagerechte Linie in der Box dargestellt. Ausreißer sind mit einem * gekennzeichnet und liegen in folgenden Bereichen:

- $Q_{25\%} - 3 I_Q$ und $Q_{25\%} - 1,5 I_Q$
- $Q_{75\%} + 3 I_Q$ und $Q_{75\%} + 1,5 I_Q$.

Bei der Bearbeitung der Ergebnisse der einzelnen Parameter wurden Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit der halben Bestimmungsgrenze berücksichtigt.

2.7 Auswertung des Datenmaterials

2.7.1 Zusammenhang zwischen Fischarten, Fischgrößen, Fischgewichten und Rückständen

Für die folgende Auswertung wurden die Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006 zusammengefasst.

Die Erlasse zum Fischmonitoring (Anhang, Anlagen 1-5) sahen die bevorzugte Einsendung der Fischarten Blei, Aal, Zander, Hecht, Barsch und Plötze vor. Diese Fischarten waren auch bei den Probeneinsendungen prozentual am stärksten vertreten. Daneben wurden noch 16 % andere Fischarten zur Untersuchung eingeschickt. Die Abb. 2 stellt die absoluten und prozentualen Anteile der Fischarten an der Gesamtprobenzahl von 1994-2006 graphisch dar.

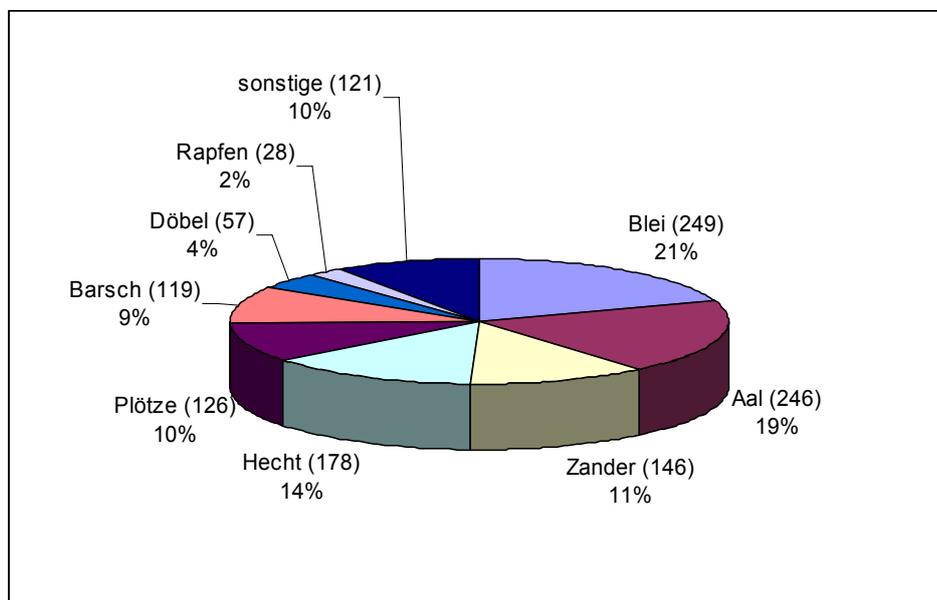


Abb. 2: Absoluter und prozentualer Anteil der Fischarten an der Gesamtprobenzahl (Elbe, Saale und Mulde) von 1994-2006

2.7.1.1 Hexachlorbenzol

Die Beanstandungen hinsichtlich der Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur der Fische betrafen vorwiegend Aale (84 %). Zudem wurden 10 % Bleie und 6 % sonstige Fische beanstandet. In der Abb. 3 sind die absoluten und prozentualen Anteile der Fischarten mit Höchstmengenüberschreitungen graphisch dargestellt.

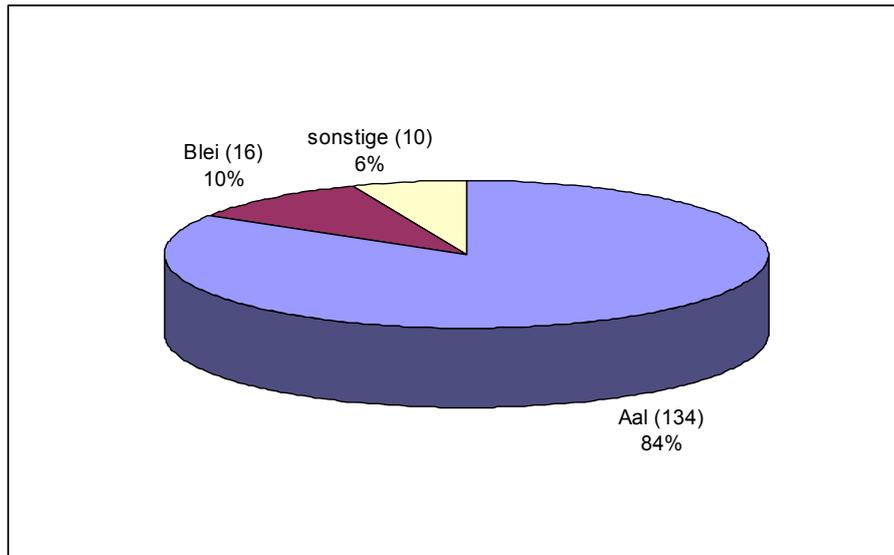


Abb. 3: Absoluter und prozentualer Anteil der Fischarten an Überschreitungen der Höchstmenge für Hexachlorbenzol in der Muskulatur (> 0,05mg/kg) in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006

Die Abb. 4 stellt vergleichend die prozentualen Anteile der Beanstandungen hinsichtlich der Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur in Bezug auf die Gesamtprobenzahlen der einzelnen Fischarten dar. Dabei fällt wiederum der hohe Prozentsatz (54 %) der beanstandeten Aale auf. Alande, Karpfen und Bleie waren mit 15 % bzw. mit 6 % wesentlich geringer mit Hexachlorbenzol belastet. Der prozentuale Anteil der beanstandeten Tiere lag bei den Barschen, Döbeln, Plötzen, Rapfen und Zandern unter 5 %. Güstern, Hechte und Schleie wiesen keine Höchstmengenüberschreitungen auf.

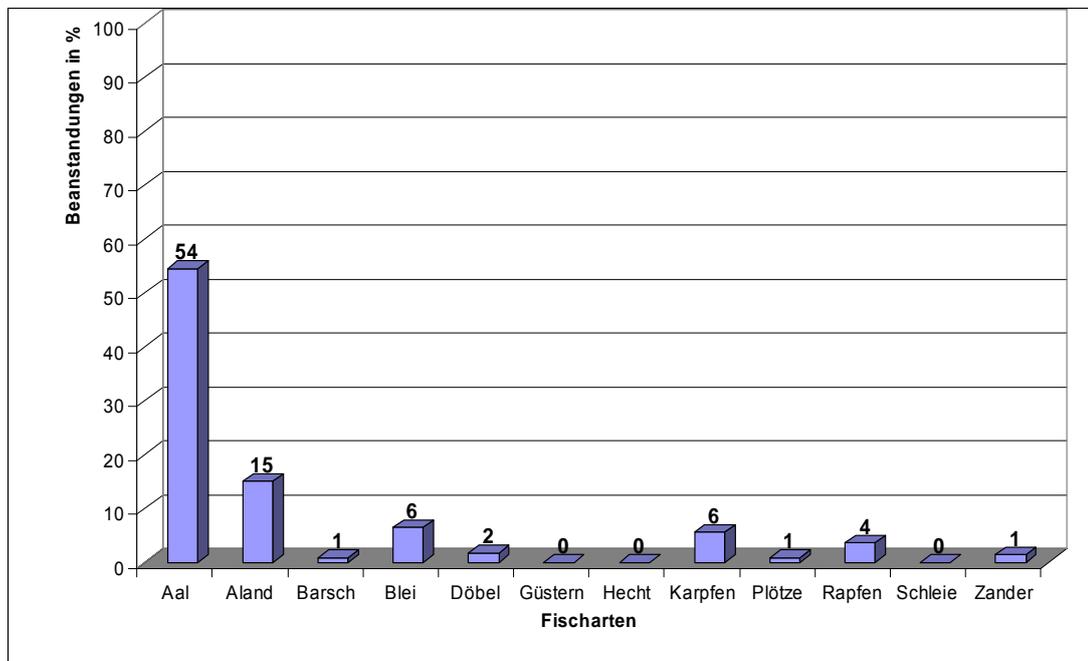


Abb. 4: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Hexachlorbenzol in der Muskulatur (> 0,05 mg/kg) der einzelnen Fischarten in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006

Die Abb. 5 und 6 stellen den prozentualen Anteil der Beanstandungen hinsichtlich Hexachlorbenzol in der Muskulatur von Aalen in Abhängigkeit von deren Länge und Gewicht graphisch dar. Dabei fällt auf, dass sowohl kleinere als auch größere Exemplare zu über 50 % Höchstmengeüberschreitungen aufwiesen. Tendenziell wurden mit zunehmender Länge der Aale geringfügig niedrigere Beanstandungsraten verzeichnet. Bei Aalen im mittleren Gewichtsbereich (201-500 g) lagen zu einem geringeren Anteil Höchstmengeüberschreitungen vor im Vergleich zu den 50-200 g bzw. 501-1100 g schweren Tieren.

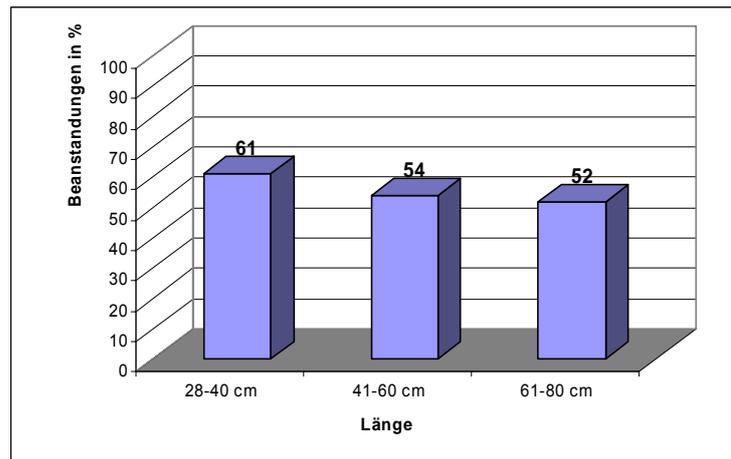


Abb. 5: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Hexachlorbenzol in der Muskulatur ($> 0,05$ mg/kg) von Aalen in Abhängigkeit von ihrer Länge

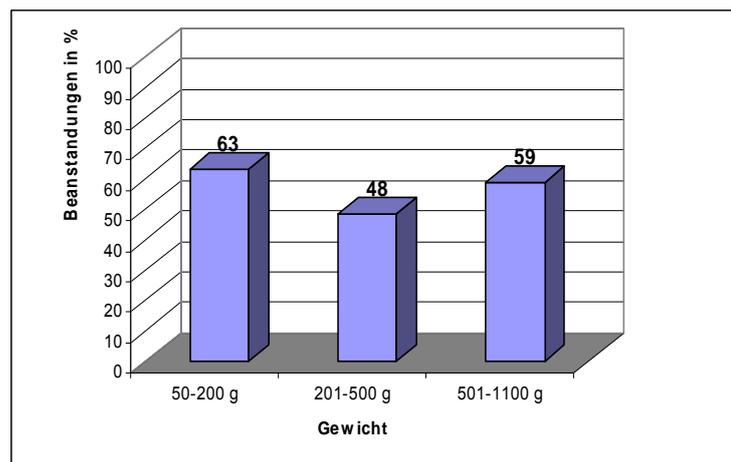


Abb. 6: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Hexachlorbenzol in der Muskulatur ($> 0,05$ mg/kg) von Aalen in Abhängigkeit von ihrem Gewicht

2.7.1.2 β -Hexachlorcyclohexan

Von Beanstandungen hinsichtlich der β -HCH-Gehalte in der Muskulatur waren wieder vorrangig Aale (95 %) betroffen (Abb. 7). Nur 5 % der sonstigen Fische wiesen im gesamten Untersuchungszeitraum Höchstmengensüberschreitungen auf.

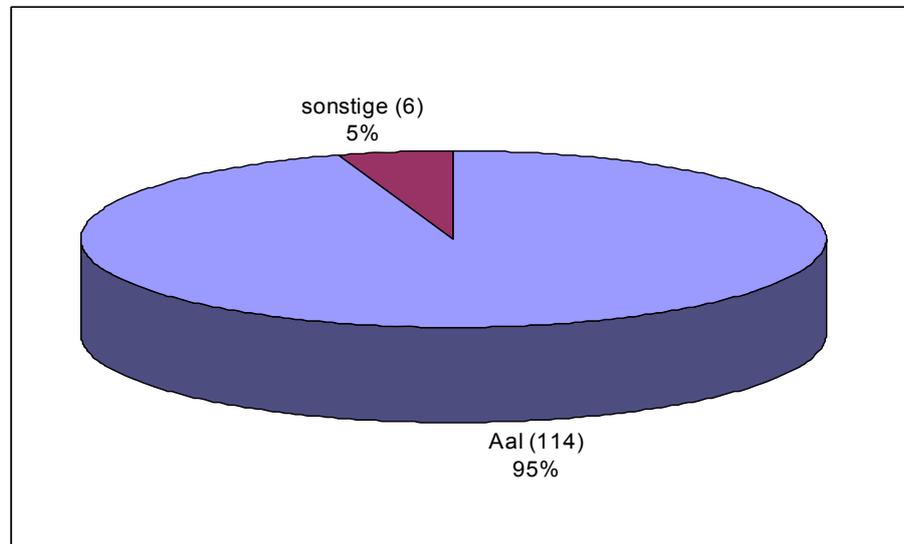


Abb. 7: Prozentualer Anteil der Fischarten an Überschreitungen der Höchstmenge für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur ($> 0,01\text{mg/kg}$) in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006

Die Abb. 8 stellt vergleichend die prozentualen Anteile der Beanstandungen hinsichtlich der β -HCH-Gehalte in der Muskulatur in Bezug auf die Gesamtprobenzahlen der einzelnen Fischarten dar. Dabei fällt wiederum der hohe Prozentsatz (46 %) der nicht vermarktungsfähigen Aale auf. Bei Güstern, Bleien und Plötzen wurden zu einem wesentlich geringeren Prozentsatz ($< 5\%$) Höchstmengensüberschreitungen festgestellt. Weitere Fischarten waren nicht von Beanstandungen betroffen.

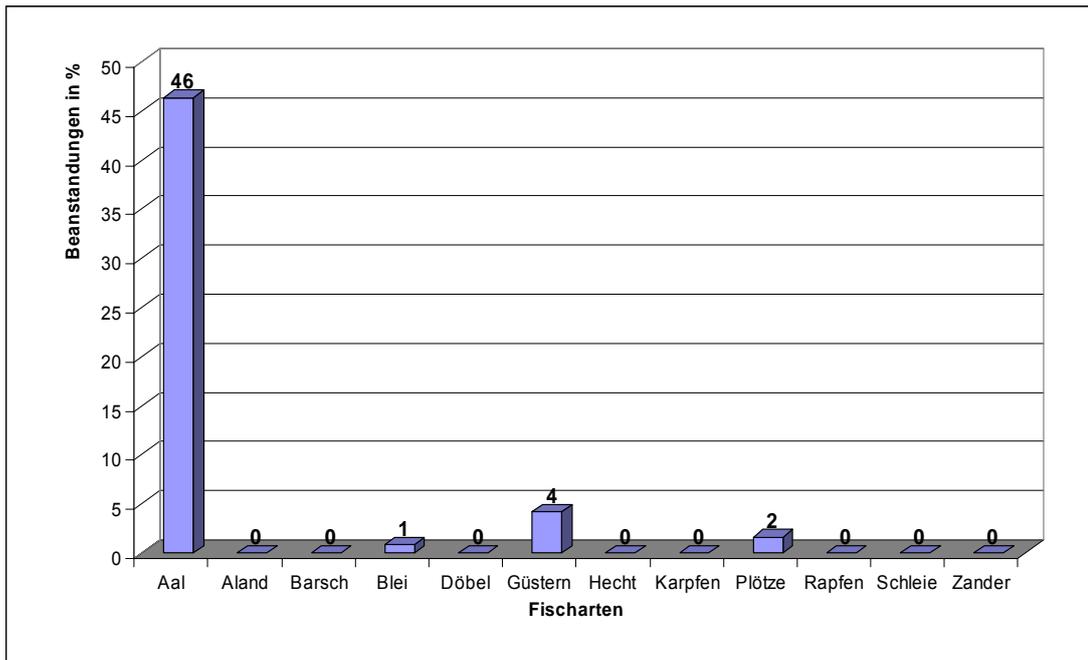


Abb. 8: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur ($> 0,01\text{mg/kg}$) der einzelnen Fischarten in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006

Die Abb. 9 und 10 stellen die Beanstandungsraten für β -HCH in Abhängigkeit von der Länge bzw. dem Gewicht der Aale dar. Die mittellangen (41-60 cm) bzw. mittelschweren (201-500 g) Tiere waren im Vergleich zu den anderen Untersuchungsgruppen zu einem etwas geringeren Prozentsatz (44 % bzw. 37 %) von Höchstmengenüberschreitungen betroffen. Von den kürzeren (28-40 cm) bzw. leichteren (50-200 g) Tieren wären 56 % bzw. 55 % nicht vermarktungsfähig gewesen.

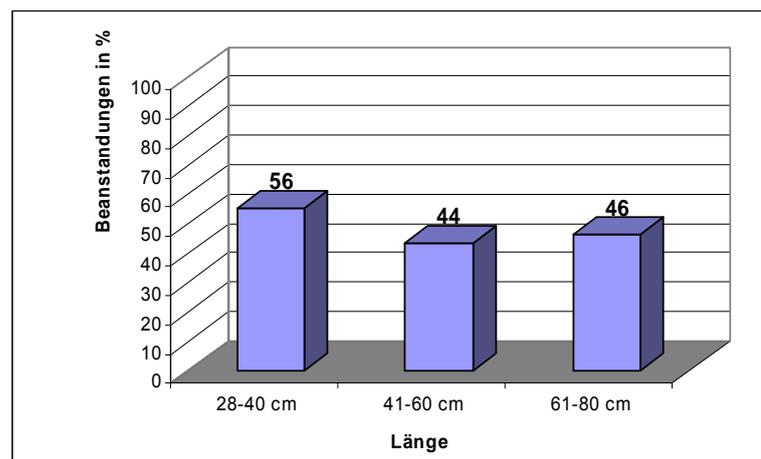


Abb. 9: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur ($> 0,01\text{ mg/kg}$) von Aalen in Abhängigkeit von ihrer Länge

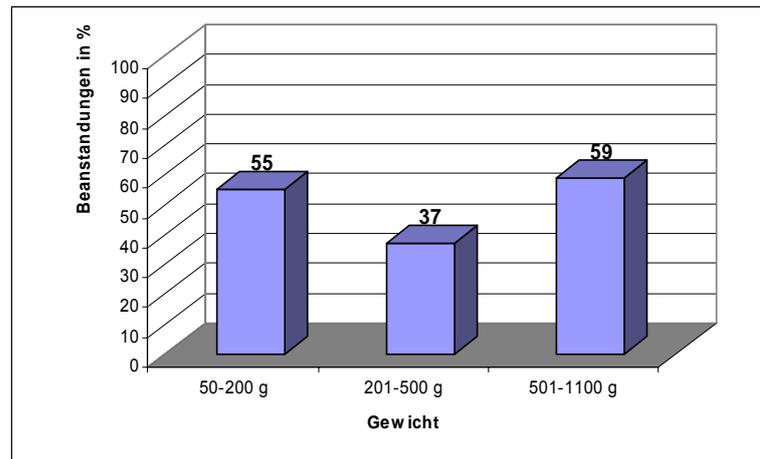


Abb. 10: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur ($> 0,01$ mg/kg) von Aalen in Abhängigkeit von ihrem Gewicht

2.7.1.3 DDT

Beanstandungen hinsichtlich der DDT-Gehalte in der Muskulatur wurden wieder vorrangig bei Aalen (89 %) festgestellt (Abb. 11). Nur ein geringer prozentualer Anteil der Höchstmengenüberschreitungen fiel auf Bleie (4 %), Hechte (4 %) und sonstige Fische (3 %).

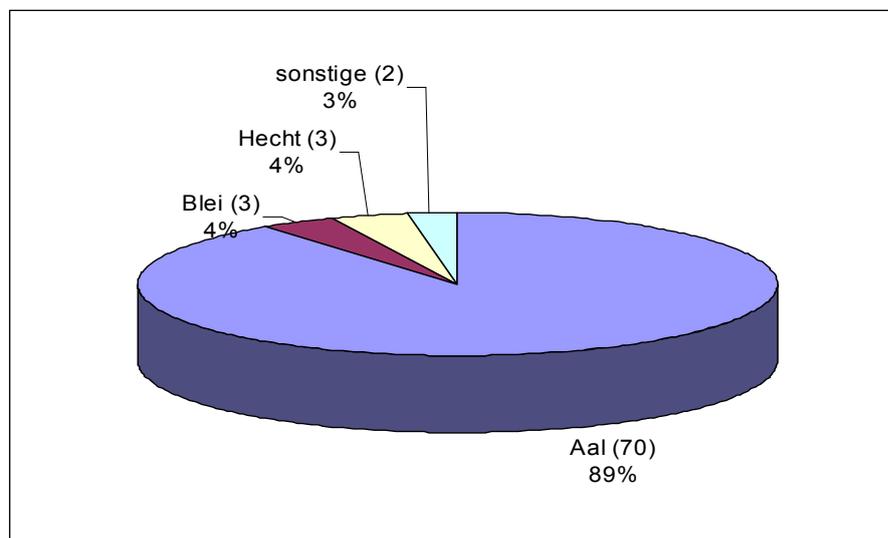


Abb. 11: Absoluter und prozentualer Anteil der Fischarten an Überschreitungen der Höchstmenge für DDT-gesamt in der Muskulatur ($> 0,5$ mg/kg) in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006

Die Abb. 12 stellt vergleichend die prozentualen Anteile der Beanstandungen hinsichtlich der DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur in Bezug auf die Gesamtprobenzahlen der einzelnen Fischarten dar. Den höchsten Prozentsatz mit 28 % Höchstmengenüberschreitungen wiesen abermals die Aale auf. Die Beanstandungsraten lagen bei den Rapfen, den Hechten, den Bleien und den Plötzen unter 5 %. Sonstige Fischarten wären hinsichtlich der DDT-Gehalte in der Muskulatur vermarktungsfähig gewesen.

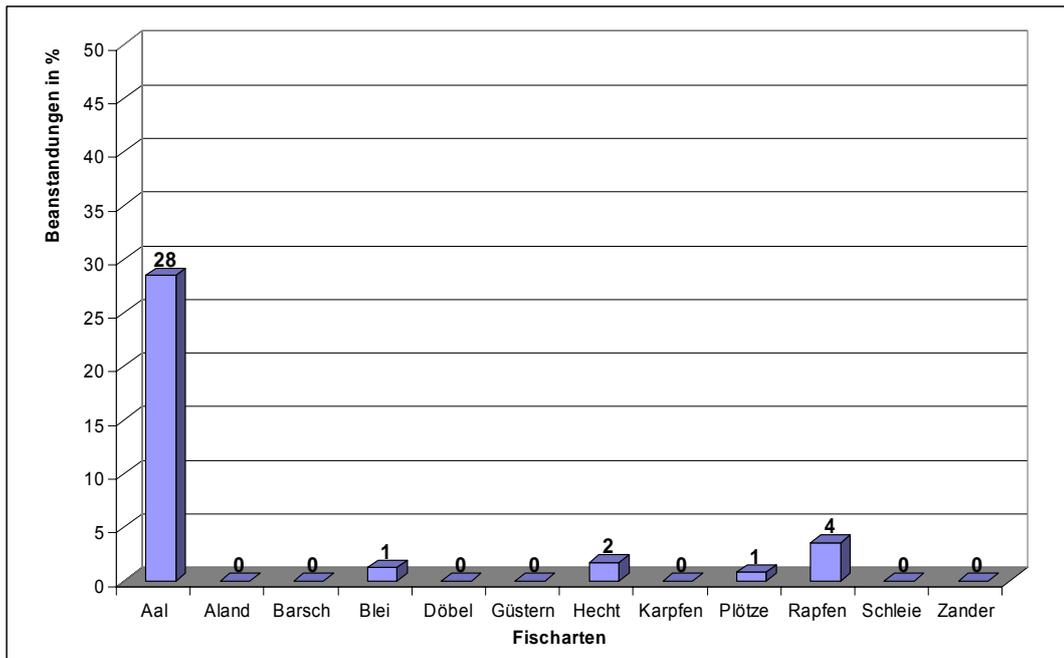


Abb. 12: Prozentualer Anteil Überschreitungen der Höchstmenge für DDT-gesamt in der Muskulatur ($> 0,01\text{mg/kg}$) der einzelnen Fischarten von 1994-2006 in der Elbe, Saale und Mulde

Im Gegensatz zu den anderen bisher beschriebenen organischen Rückständen konnte beim DDT eine Zunahme des prozentualen Anteils der Beanstandungen mit der Länge bzw. mit dem Gewicht der untersuchten Aale festgestellt werden (Abb. 13 und 14). Während die 28-40 cm langen Aale nur zu 11 % beanstandet wurden, waren es bei den 41-60 cm langen Tieren bereits 27 % bzw. 43 % bei den 61-80 cm langen Aalen. Tiere mit einem Gewicht von 50-200 g wiesen zu einen wesentlich geringeren Anteil (12 %) Höchstmengenüberschreitungen im Vergleich zu den 201-500 g (28 %) bzw. 501-1100 g schweren Tieren (51 %) auf.

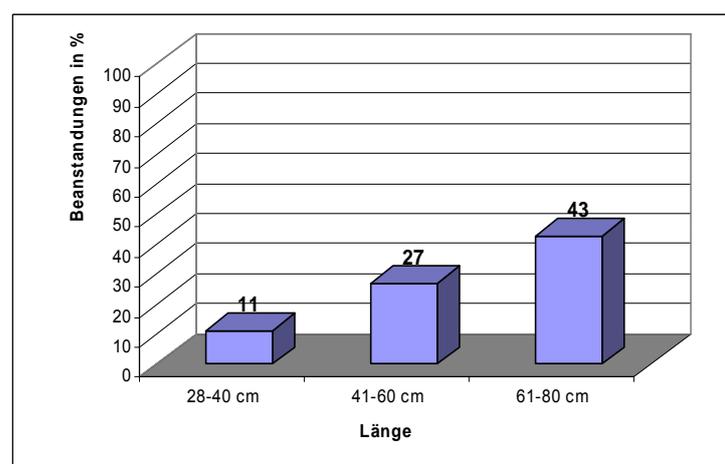


Abb. 13: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für DDT-gesamt in der Muskulatur ($> 0,05\text{ mg/kg}$) von Aalen in Abhängigkeit von ihrer Länge

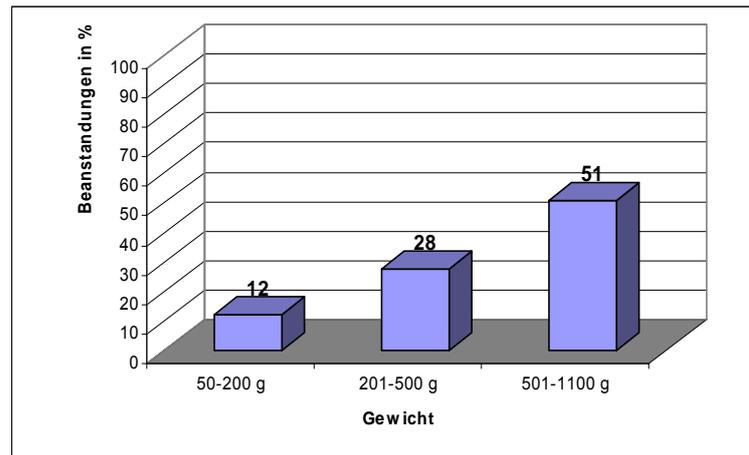


Abb. 14: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für DDT-gesamt in der Muskulatur (> 0,05 mg/kg) von Aalen in Abhängigkeit von ihrem Gewicht

2.7.1.4 Quecksilber

Bei nahezu allen untersuchten Fischarten wurden Höchstmengensüberschreitungen registriert. Die Abb. 15 stellt vergleichend die prozentualen Anteile der einzelnen Fischarten dar, bei denen Quecksilbergehalte in der Muskulatur von > 0,5 mg/kg Frischsubstanz (FS) nachgewiesen wurden. Prozentual am stärksten vertreten waren dabei die Aale (23 %), die Zander (20 %), die Hechte (16 %) und die Bleie (13 %).

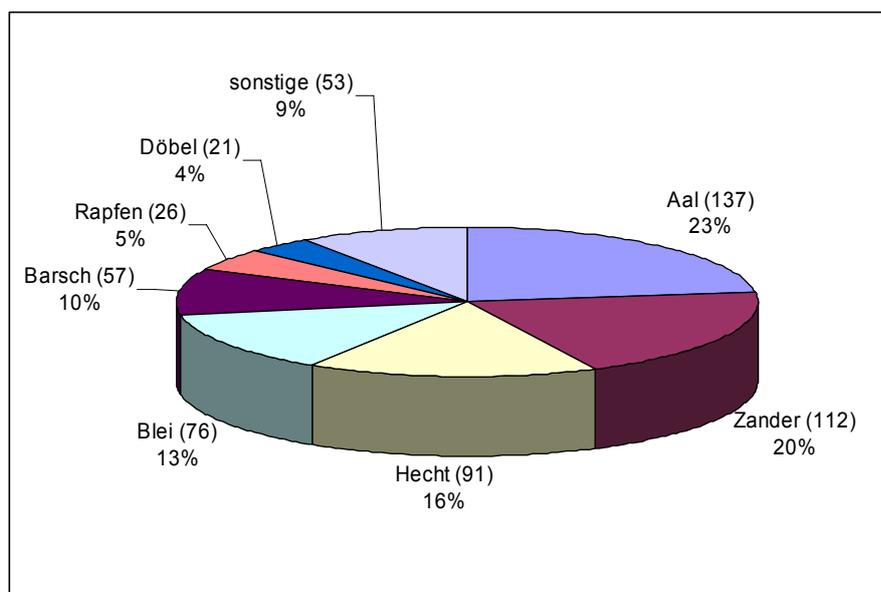


Abb. 15: Absoluter und prozentualer Anteil der Fischarten an Überschreitungen der Quecksilbergehalte in der Muskulatur von > 0,5 mg/kg FS in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006

Die Abb.16 zeigt die Beanstandungsraten der einzelnen Fischarten unter Beachtung der unterschiedlichen Quecksilberhöchstmengen in der Muskulatur von Aalen und Hechten (>1,0 mg/kg FS) sowie den sonstigen Fischen (>0,5 mg/kg FS). Es ergibt sich eine deutlich geänderte Beanstandungsrangfolge. Aufgrund der höheren zulässigen Höchstmenge der Quecksilbergehalte in der Muskulatur wären Aale und Hechte jetzt nur noch zu je 8 % nicht verkehrsfähig gewesen. Die prozentual am stärksten vertretende Fischart stellt nun der Zander mit 27 % dar. Des Weiteren waren aber auch Bleie (19 %) und Barsche (14 %) zu einem größeren Prozentsatz von Höchstmengenüberschreitungen betroffen.

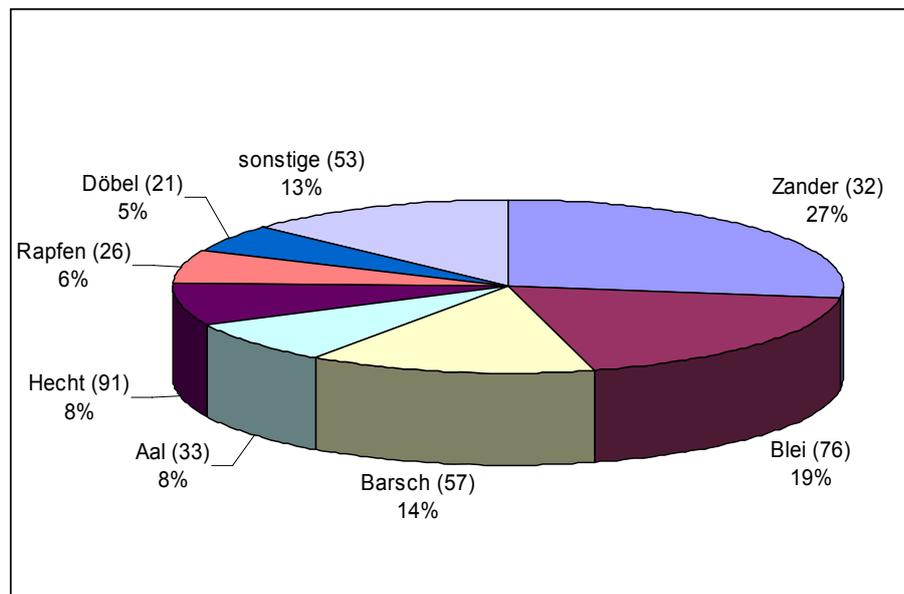


Abb. 16: Absoluter und prozentualer Anteil der Fischarten an Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur (> 1,0 mg/kg für Aal / Hecht und > 0,5 mg/kg für sonstige Fische) in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006

Die Abb. 17 stellt vergleichend die prozentualen Anteile der Beanstandungen in Bezug auf die Gesamtprobenzahlen der einzelnen Fischarten dar. Dabei fällt insbesondere der hohe Anteil der beanstandeten Rapfen auf. Von den 28 untersuchten Tieren wiesen 26 Höchstmengenüberschreitungen auf (93 %). Des Weiteren wären 77% der untersuchten Zander und 48 % der Barsche hinsichtlich ihrer Quecksilberbelastung nicht verkehrsfähig gewesen. Von Höchstmengenüberschreitungen waren aber auch über 30 % aller untersuchten Güstern, Döbel und Bleie betroffen.

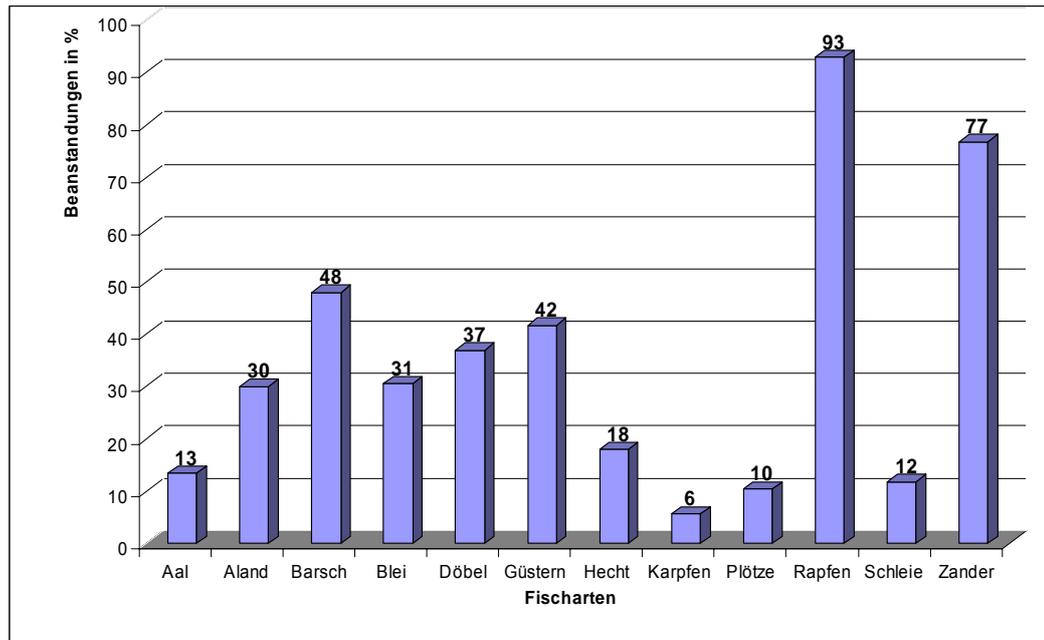


Abb. 17: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0 \text{ mg/kg}$ für Aal / Hecht und $> 0,5 \text{ mg/kg}$ für sonstige Fische) der einzelnen Fischarten in der Elbe, Saale und Mulde von 1994-2006

Die Quecksilberbelastung in der Muskulatur steht in enger Korrelation zur Länge und zum Gewicht der Fische. Die Abb. 18 bis 29 stellen diese Abhängigkeiten graphisch dar. Bei fast allen Fischarten steigt der prozentuale Anteil der Beanstandungen mit zunehmender Länge bzw. mit zunehmendem Gewicht der Tiere.

Besonders deutlich wird diese Korrelation bei der Fischart Zander. Während die Zander mit einer Länge unter 50 cm zu 54 % Höchstmengenüberschreitungen aufwiesen, wären größere Tiere (51-65 cm) bereits zu 83 % und Exemplare mit einer Länge von 66-90 cm zu 100 % nicht verkehrsfähig gewesen (Abb. 18). Der Anstieg der Quecksilber-Belastungsraten ist gleichfalls mit zunehmendem Gewicht der Tiere festzustellen (Abb. 19). So wurden die Zander mit einem Gewicht von unter 1 kg zu 58 % beanstandet, während die 1-3 kg schweren Fische bereits zu 80 % und die Exemplare über 3 kg zu 100 % Höchstmengenüberschreitungen aufwiesen.

Ebenso steigen die Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Barschen (Abb. 22 und 23), Aalen (Abb. 24 und 25) und Hechten (Abb. 26 und 27) mit dem Gewicht bzw. der Länge der untersuchten Tiere an.

Die Größen- bzw. Längenabhängigkeit der Quecksilbergehalte in der Muskulatur wurde bei der Fischart Blei nicht so eindeutig festgestellt (Abb. 20 und 21). Alle untersuchten Größen und Längen der Bleie wiesen Beanstandungsraten auf ähnlichem Niveau von ca. 30 % auf.

Während der prozentuale Anteil der Höchstmengenüberschreitungen der Rapfen gleichfalls mit zunehmendem Gewicht der Tiere von 88 % bis auf 100 % anstieg (Abb. 29), wurde bei den mittellangen Tieren eine geringere Beanstandungsrate von 88 % im Vergleich zu den kleineren (100 %) und größeren Exemplaren (100 %) verzeichnet (Abb. 28). Allerdings wurden nur 28 Rapfen beprobt, so dass ein wesentlich geringerer Stichprobenumfang für die Auswertung im Vergleich zu den anderen Fischarten vorlag.

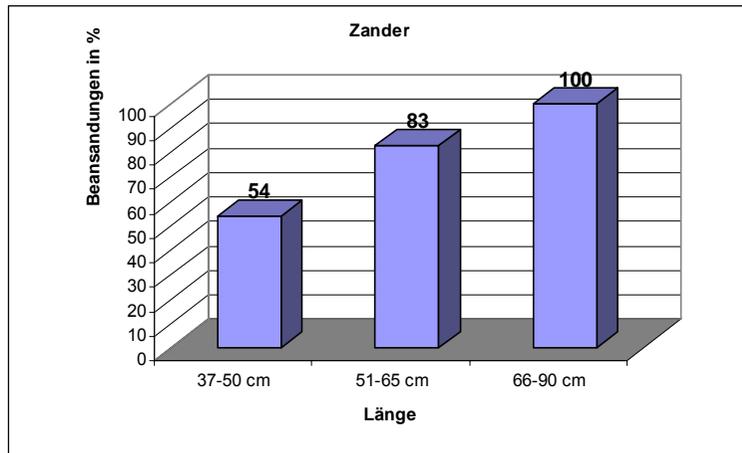


Abb. 18: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur (>0,5 mg/kg) von Zandern in Abhängigkeit von ihrer Länge

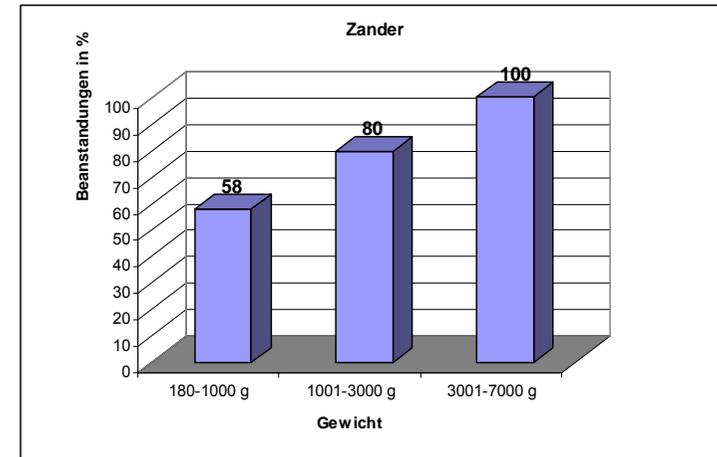


Abb. 19: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von Zandern in Abhängigkeit von ihrem Gewicht

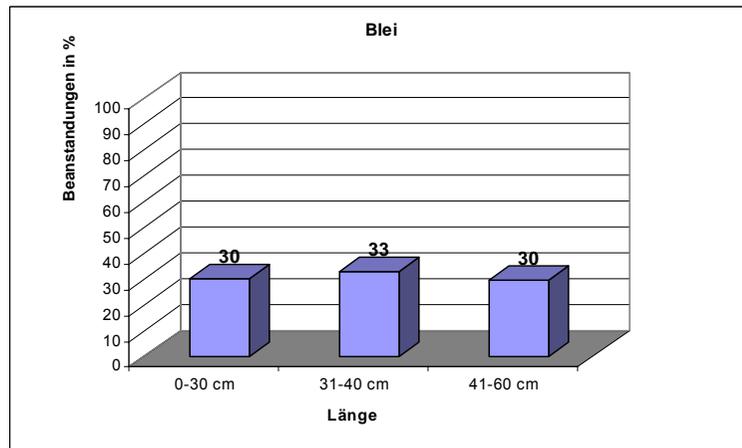


Abb. 20: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von Bleien in Abhängigkeit von ihrer Länge

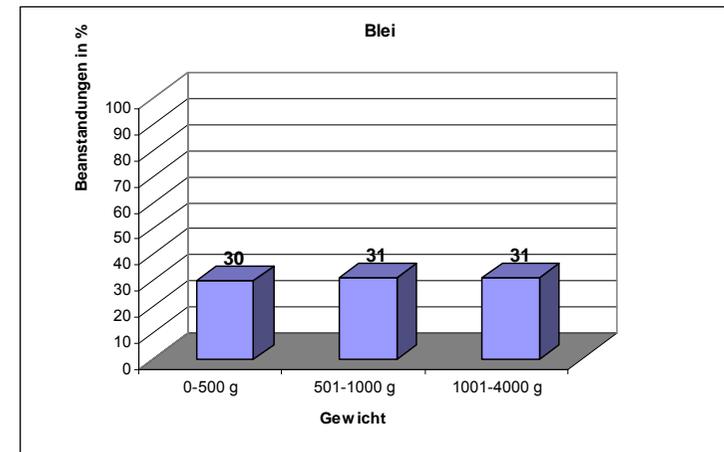


Abb. 21: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von Bleien in Abhängigkeit von ihrem Gewicht

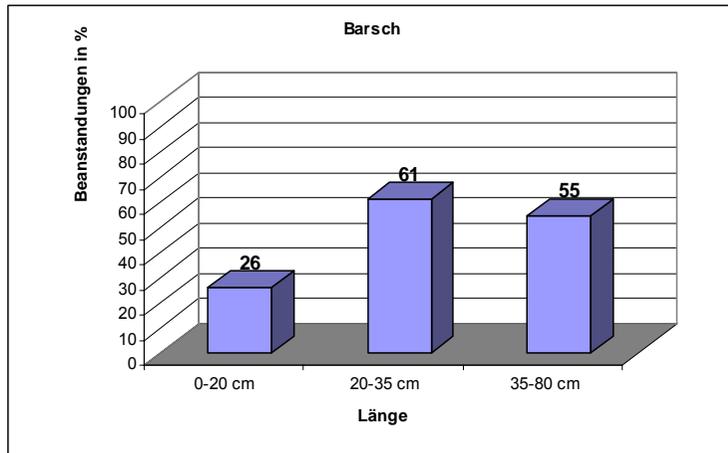


Abb. 22: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von Barschen in Abhängigkeit von ihrer Länge

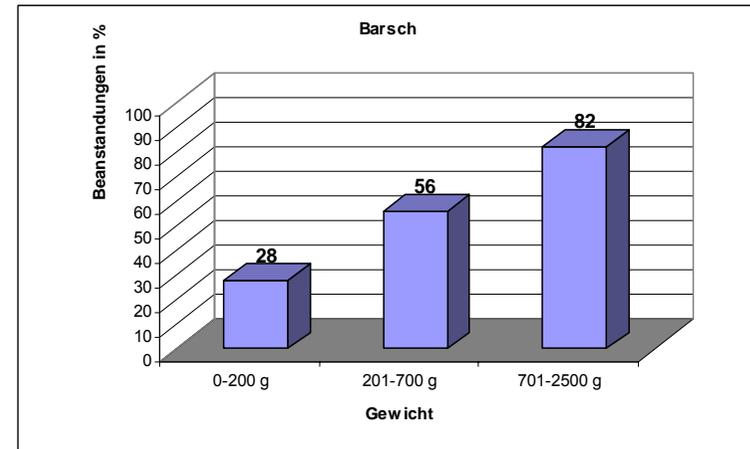


Abb. 23: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von Barschen in Abhängigkeit von ihrem Gewicht

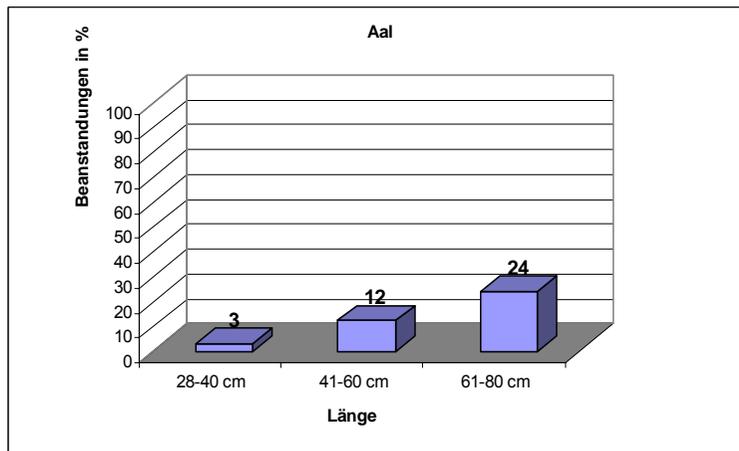


Abb. 24: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur (> 1,0 mg/kg) von Aalen in Abhängigkeit von ihrer Länge

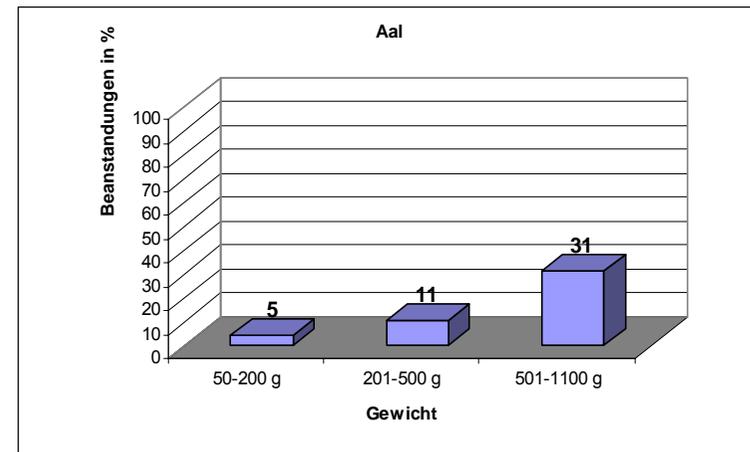


Abb. 25: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur (> 1,0 mg/kg) von Aalen in Abhängigkeit von ihrem Gewicht

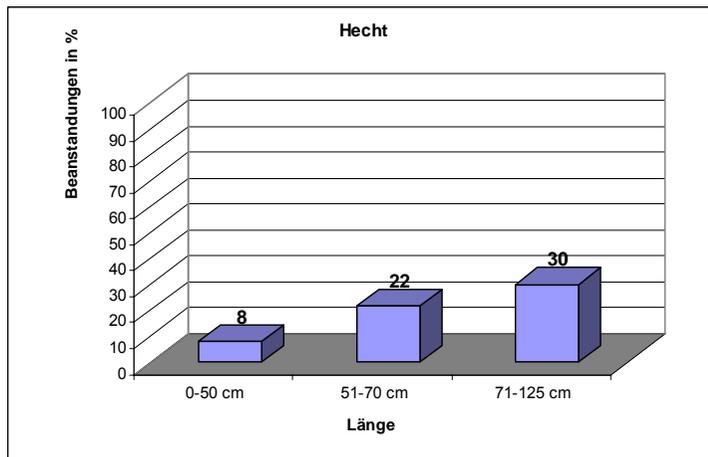


Abb. 26: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur (>1,0 mg/kg) von Hechten in Abhängigkeit von ihrer Länge

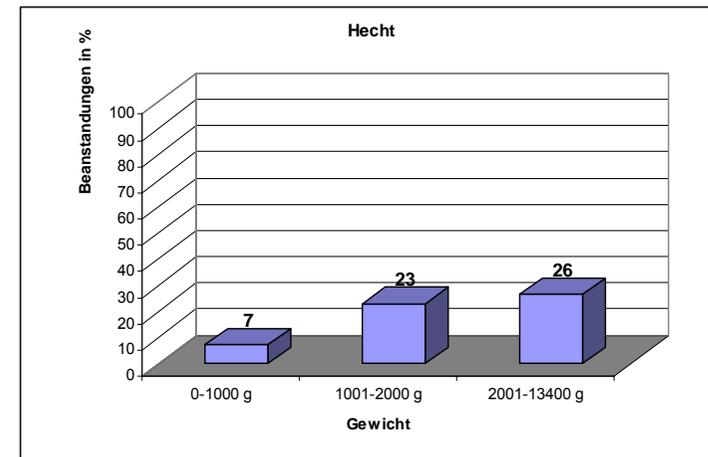


Abb. 27: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur (> 1,0 mg/kg) von Hechten in Abhängigkeit von ihrem Gewicht

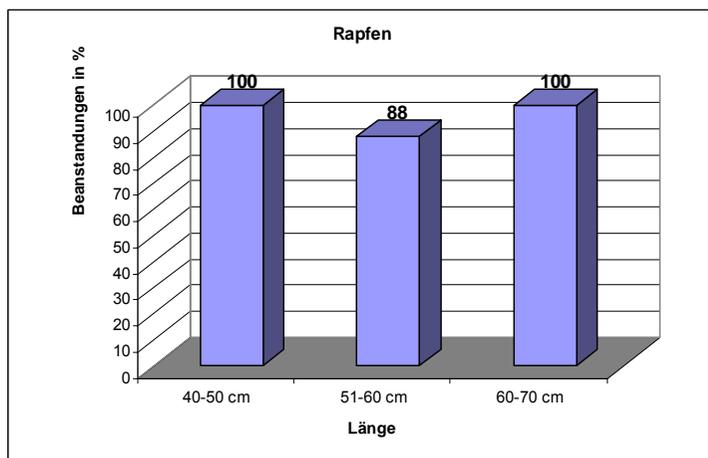


Abb. 28: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von Rapfen in Abhängigkeit von ihrer Länge

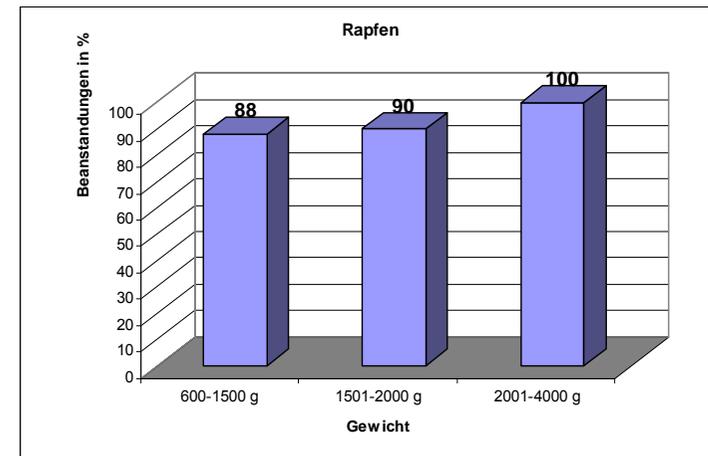


Abb. 29: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Quecksilber in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von Rapfen in Abhängigkeit von ihrem Gewicht

2.7.2 Zusammenhang zwischen Gewässerabschnitten und Rückständen

2.7.2.1 Hexachlorbenzol

2.7.2.1.1 Elbe

In allen Jahren des Monitorings wurden Fische aus der Elbe hinsichtlich ihrer HCB-Gehalte in der Muskulatur beanstandet (Abb. 30, Tab. 3). Der höchste prozentuale Anteil nicht vermarktungsfähiger Fische (bis zu 65 %) wurde in den Jahren 1994, 1999 und 2003 registriert und betraf insbesondere Tiere aus den Entnahmestellen „180-221 km“ der Elbe. Der Aal-Anteil an den Proben war hier in den Jahren 1994 und 2003 mit ca. 50 % bzw. 65 % relativ hoch (siehe auch Kap. 2.7.3.1.1). Seit dem Jahr 2000 treten Höchstmengenüberschreitungen von Hexachlorbenzol in der Muskulatur von Fischen aus den anderen Entnahmestellen zu 0-28 % auf. Die geringsten Beanstandungsraten (5-11 %) wurden seit 2000 bei Fischen aus den Elbabschnitten „385-455 km“ festgestellt. Der Verlauf der Beanstandungsraten über die Jahre ist allerdings sehr uneinheitlich.

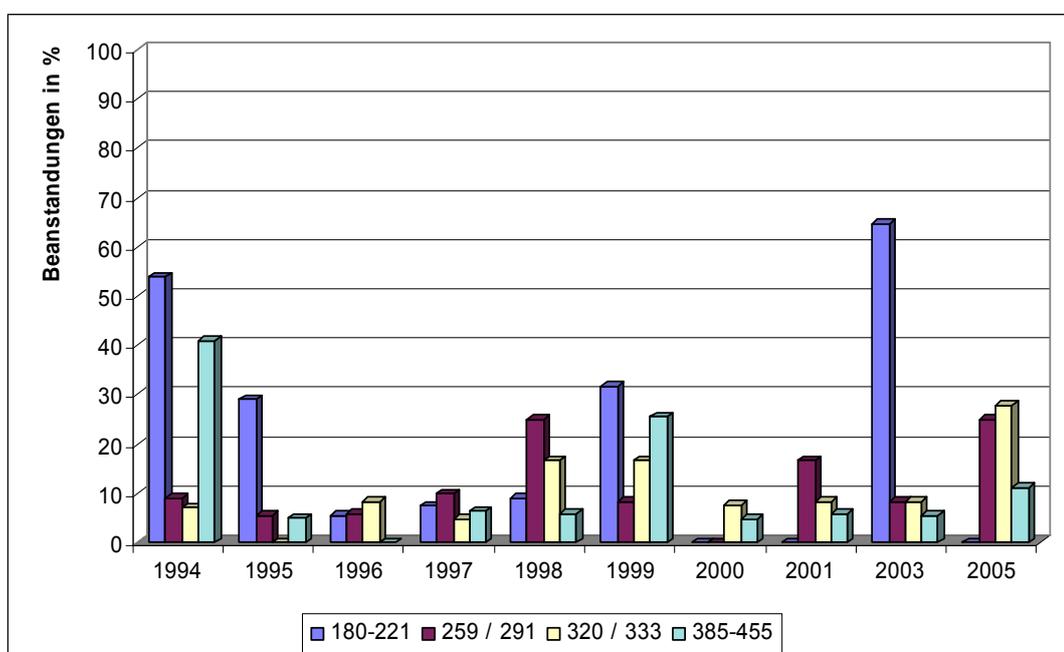


Abb. 30: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Hexachlorbenzol in der Muskulatur (> 0,05 mg/kg) von 1994-2005 bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten

Jahr / Elbabschnitt	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2005	Gesamt
180-221	54	29	6	8	9	32	0	0	65	0	27
259 / 291	9	6	6	10	25	8	0	17	8	25	11
320 / 333	7	0	8	5	17	17	8	8	8	28	12
385-455	41	5	0	6	6	25	5	6	6	11	17

Tab. 3: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Hexachlorbenzol in der Muskulatur (> 0,05 mg/kg) in Prozent (%) bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005

Der Vergleich der Mittelwerte der HCB-Gehalte in der Muskulatur von Fischen aus den verschiedenen Gewässerabschnitten der Elbe von 1994-2005 zeigt ein ähnliches Bild (Abb. 31, Tab. 4). Die höchsten Mittelwerte wurden 1994, 1999 und 2003 in der Muskulatur von Fischen aus der Entnahmestelle „180-221 km“ festgestellt und lagen deutlich über der zulässigen Höchstmenge von 0,05 mg/kg FS (siehe auch Kap. 2.7.3.1.1). Bis auf eine Ausnahme im Jahr 1994 bewegten sich die Mittelwerte der HCB-Gehalte in der Muskulatur von Fischen aus den anderen Elbabschnitten unterhalb der zulässigen Höchstmenge.

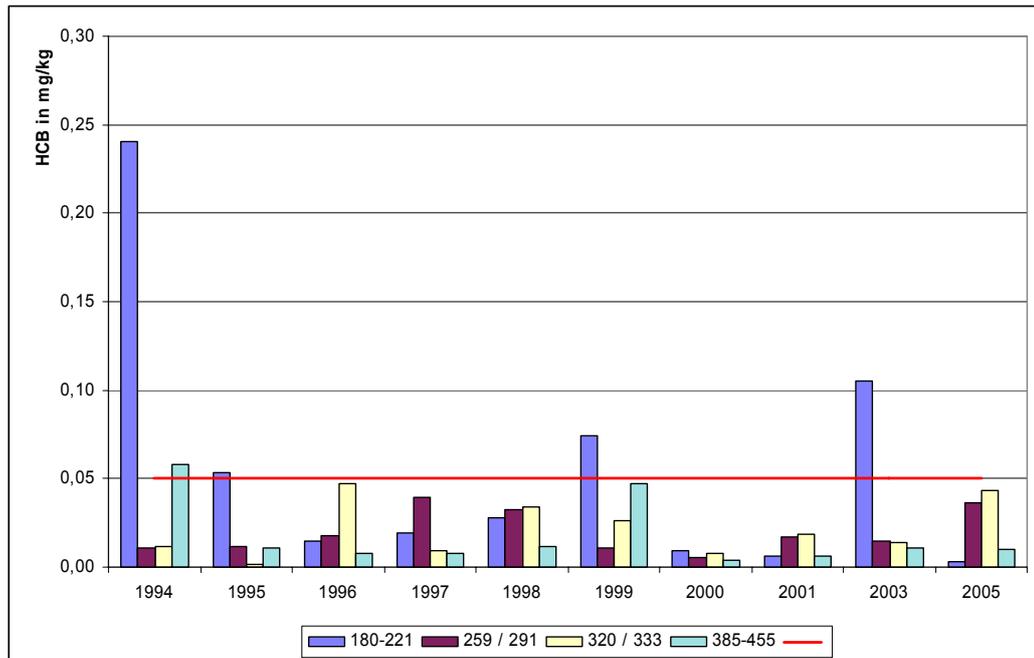


Abb. 31: Mittelwerte der Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005

Jahr / Elbabschnitt	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2005
180-221	0,241	0,054	0,015	0,019	0,028	0,074	0,009	0,006	0,105	0,003
259 / 291	0,011	0,012	0,018	0,040	0,033	0,011	0,005	0,017	0,015	0,036
320 / 333	0,011	0,001	0,047	0,009	0,034	0,026	0,008	0,019	0,014	0,044
385-455	0,058	0,011	0,007	0,008	0,012	0,047	0,004	0,006	0,011	0,010

Tab. 4: Mittelwerte der Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur in mg/kg von Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005

2.7.2.1.2 Mulde

Beanstandungen hinsichtlich der HCB-Gehalte in der Muskulatur betrafen in dem Zeitraum 1995-2006 nur Fische aus dem Muldeabschnitt „Dessau“. Die Fische aus den anderen Muldeabschnitten wären hinsichtlich ihrer HCB-Gehalte in der Muskulatur vermarktungsfähig gewesen. Die Abb. 32 bzw. die Tab. 5 stellen die Beanstandungsraten von Fischen aus dem Gewässerabschnitt Mulde „Dessau“ von 1995-2006 dar. Der höchste Prozentsatz von Fischen mit Höchstmengenüberschreitungen (21 %) wurde 2002 registriert.

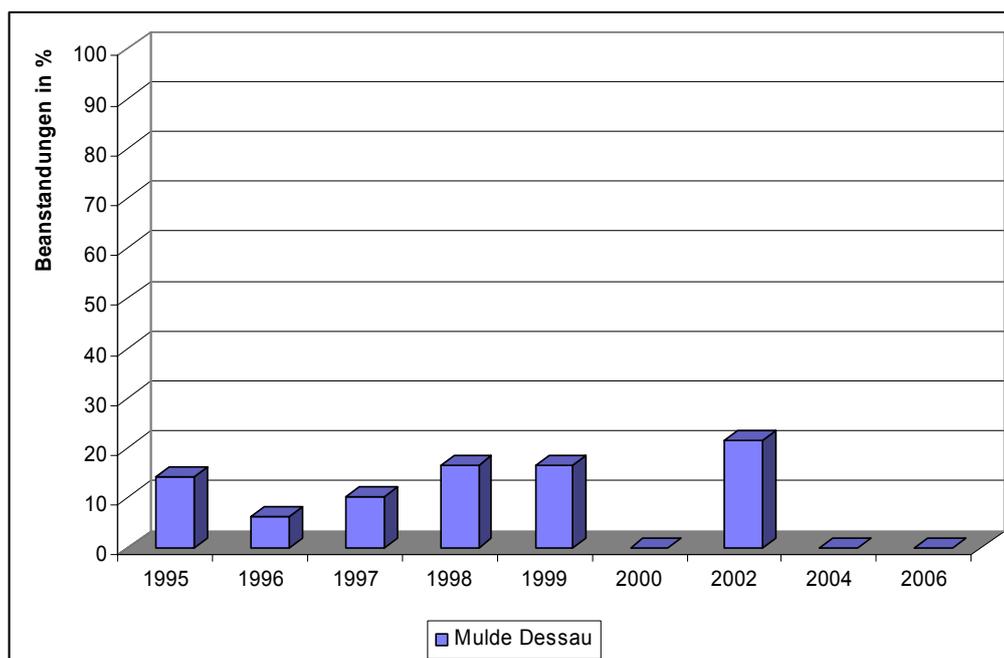


Abb. 32: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Hexachlorbenzol in der Muskulatur (> 0,05 mg/kg) von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006

Jahr / Muldeabschnitt	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2004	2006	Gesamt
Mulde „Dessau“	14	6	10	17	17	0	21	0	0	11

Tab.5: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für Hexachlorbenzol in der Muskulatur (> 0,05 mg/kg) in Prozent (%) bei Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006

Die Mittelwerte der HCB-Gehalte in der Muskulatur sind in der Abb. 33 bzw. in der Tab. 6 dargestellt. Sie überschreiten in keinem Jahr die zulässige Höchstmenge von 0,05 mg/kg FS. Bis auf einen Peak 2002 wurden 2000-2006 wesentlich geringere Mittelwerte im Vergleich zu den Jahren 1995-1999 verzeichnet.

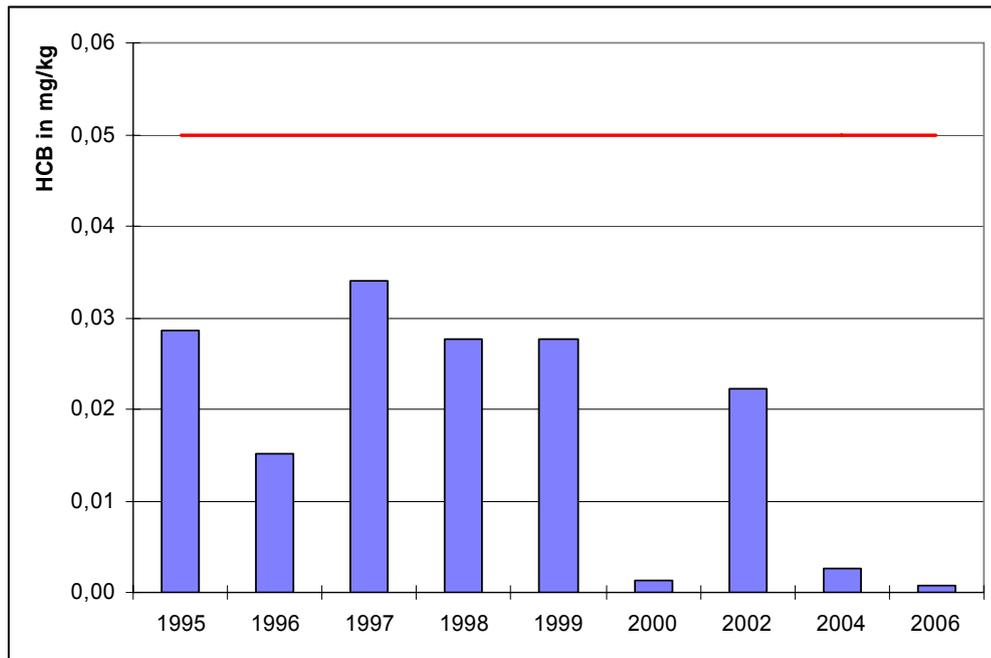


Abb. 33: Mittelwerte der Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006

Jahr / Muldeabschnitt	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2004	2006
Mulde „Dessau“	0,029	0,015	0,034	0,028	0,028	0,001	0,022	0,003	0,001

Tab. 6: Mittelwerte der Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006

2.7.2.1.3 Saale

Die Saale ist hinsichtlich der HCB-Gehalte in der Muskulatur der Fische als unproblematisch einzustufen. Im gesamten Untersuchungszeitraum wurde nur ein Fisch aus der Entnahmestelle „Groß Rosenberg“ im Jahr 1997 beanstandet.

2.7.2.2 β -Hexachlorcyclohexan

2.7.2.2.1 Elbe

Höchstmengensüberschreitungen hinsichtlich der β -HCH-Gehalte wurden in der Muskulatur von Fischen aus allen Elbabschnitten im Zeitraum 1994-2005 festgestellt. (Abb. 34, Tab. 7). Der Verlauf der Beanstandungsraten über die Jahre ist uneinheitlich. Beanstandungspeaks traten 1994, 1999 und 2005 auf und betrafen Fische aus unterschiedlichen Gewässerabschnitten (siehe auch Kap. 2.7.3.1.1). Bei einer Ausklammerung der Jahre 1994 und 2003 wären alle Fische aus den Entnahmestellen „180-221 km“ der Elbe hinsichtlich ihrer β -HCB-Belastung vermarktungsfähig gewesen.

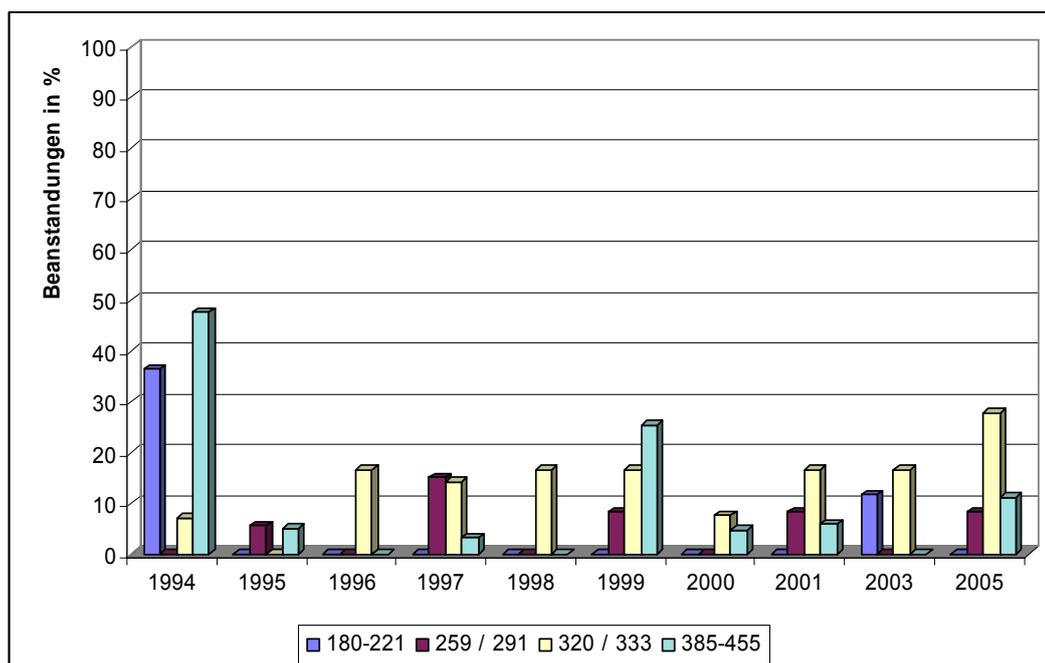


Abb. 34: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur (> 0,01 mg/kg) bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005

Jahr / Elbabschnitt	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2005	Gesamt
180-221	37	0	0	0	0	0	0	0	12	0	10
259 / 291	0	6	0	15	0	8	0	8	0	8	5
320 / 333	7	0	17	14	17	17	8	17	17	28	15
385-455	48	5	0	3	0	25	5	6	0	11	18

Tab.7: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur (> 0,01 mg/kg) in Prozent (%) bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005

Die Mittelwerte der β -HCH-Gehalte in der Muskulatur der Fische sind in der Abb. 35 bzw. der Tab. 8 dargestellt. Überschreitungen der zulässigen Höchstmenge von 0,01 mg/kg FS wurden in den Jahren

1994, 2003 und 2005 registriert. Der Verlauf der Mittelwerte über die Jahre ist uneinheitlich und schwankt insbesondere in den letzten Untersuchungs Jahren stark. Der höchste Mittelwert wurde 2003 bei Fischen aus den Entnahmestellen „180-221 km“ festgestellt (siehe auch Kap. 2.7.3.1.1).

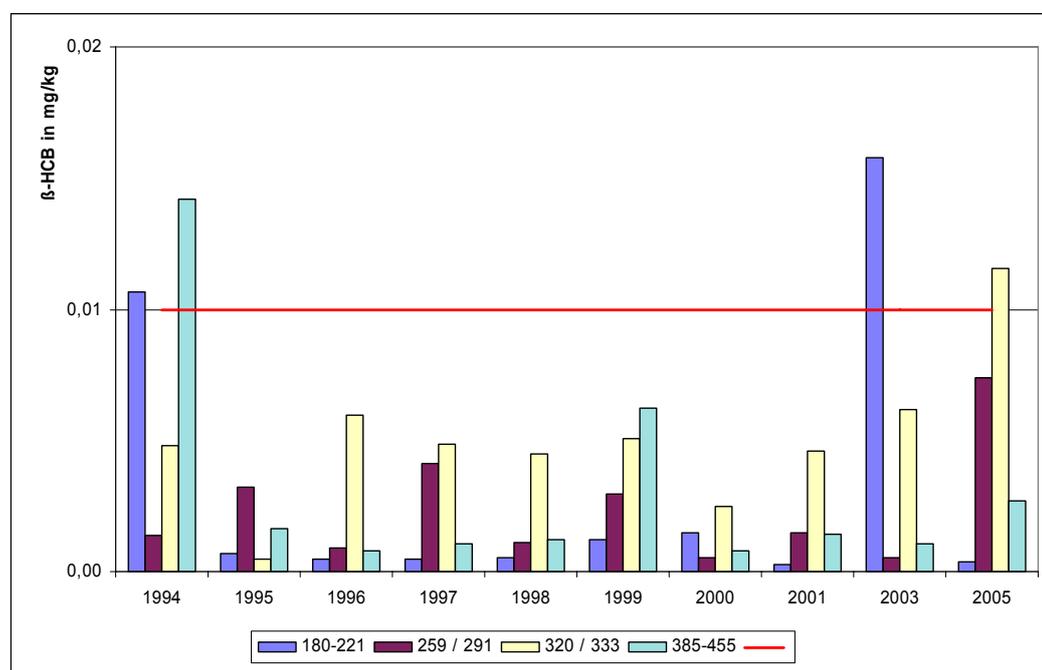


Abb. 35: Mittelwerte der β -Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005

Jahr / Elbabschnitt	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2005
180-221	0,011	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,016	0,000
259 / 291	0,001	0,003	0,001	0,004	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001	0,007
320 / 333	0,005	0,001	0,006	0,005	0,005	0,005	0,002	0,005	0,006	0,012
385-455	0,014	0,002	0,001	0,001	0,001	0,006	0,001	0,001	0,001	0,003

Tab. 8: Mittelwerte der β -Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005

2.7.2.2.2 Mulde

Hinsichtlich der β -HCH-Belastung der Fische ist nur der Gewässerabschnitt Mulde „Dessau“ relevant. In der Muskulatur der Fische aus den anderen Entnahmestellen wurden von 1995-2006 keine Höchstmengenüberschreitungen festgestellt. Die Abb. 36 bzw die Tab. 9 stellen die Beanstandungs-raten von Fischen aus der Mulde „Dessau“ in den einzelnen Jahren dar. Nach einem Anstieg von 1995 bis 1997 und einem folgenden Abfall der Beanstandungen bis 2000, wurde 2002 die höchste Beanstandungsrate von 57 % registriert. Dabei ist zu beachten, dass hier 8 der 14 untersuchten Fische Aale waren. Es ist kein eindeutiger Trend hinsichtlich des Verlaufs der Beanstandungsraten über die Jahre festzustellen.

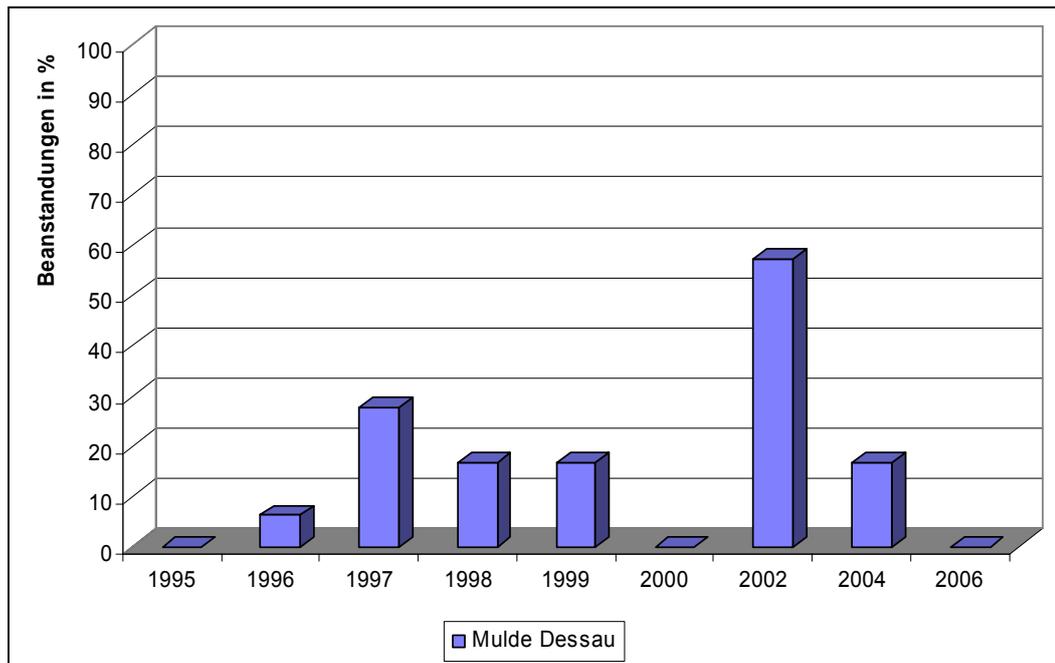


Abb. 36: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur (> 0,05 mg/kg) von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006

Jahr / Muldeabschnitt	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2004	2006
Mulde „Dessau“	0	6	28	17	17	0	57	17	0

Tab. 9: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für β -Hexachlorcyclohexan in der Muskulatur (> 0,01 mg/kg) von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006

Bei der Betrachtung der Mittelwerte in den einzelnen Jahren ergibt sich ein ähnliches Bild (Abb. 37, Tab. 10). Dabei ist insbesondere der hohe Mittelwert 2002 auffällig, der über das 4-fache der zulässigen Höchstmenge von β -HCH in der Muskulatur betrug. In allen anderen Jahren lagen die Mittelwerte unterhalb der zulässigen Höchstmenge.

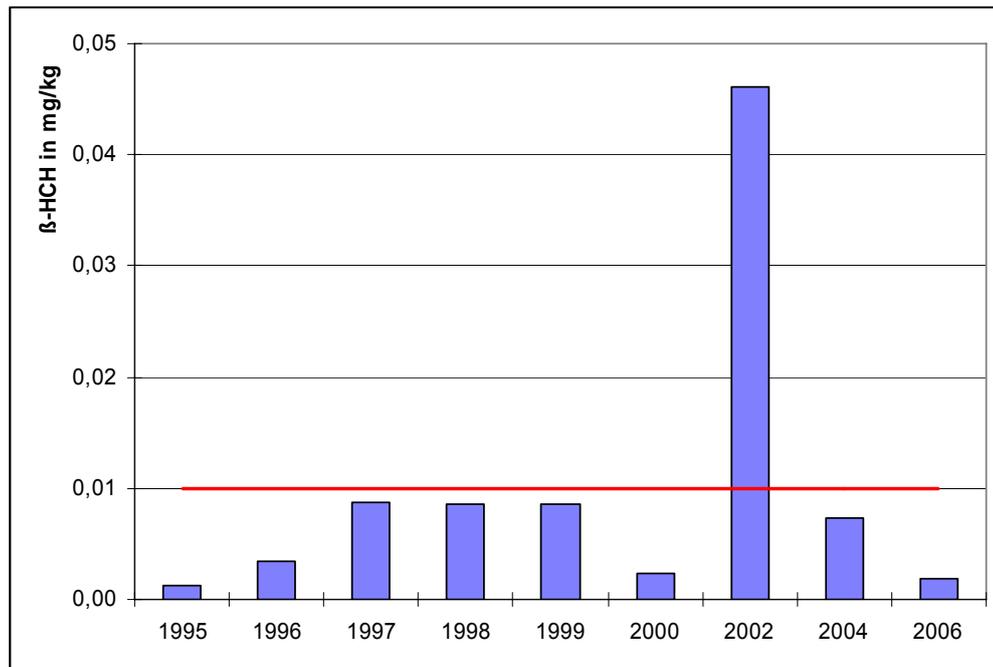


Abb. 37: Mittelwerte der β -Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006

Jahr / Muldeabschnitt	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2004	2006
Mulde „Dessau“	0,001	0,003	0,009	0,009	0,009	0,002	0,046	0,007	0,002

Tab. 10: Mittelwerte der β -Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006

2.7.2.2.3 Saale

Die Saale ist hinsichtlich der β -HCH-Belastung der Fische als unproblematisch einzustufen. Von 1995-2006 wurde bei keinem untersuchten Fisch eine Höchstmengenüberschreitung festgestellt.

2.7.2.3 DDT

2.7.2.3.1 Elbe

Im Zeitraum 1994-2005 wurden wechselnde Beanstandungsraten bezüglich DDT registriert (Abb. 38, Tab. 11). Die höchste Beanstandungsrate von 47 % war 2003 bei Fischen aus der Entnahmestelle „180-221 km“ zu verzeichnen. Des Weiteren wären aber auch die Fische aus den Gewässerabschnitten „259/291 km“ im Jahr 2005 zu 33 % nicht vermarktungsfähig gewesen.

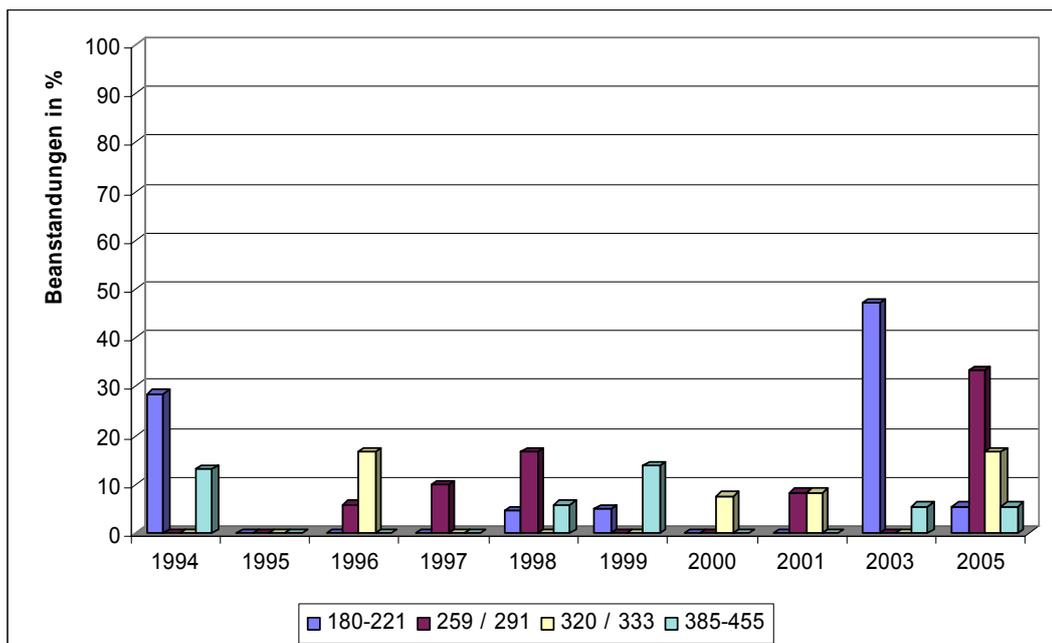


Abb. 38: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für DDT-gesamt in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von 1994-2005 bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten

Jahr / Elbabschnitt	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2005	Gesamt
180-221	29	0	0	0	5	5	0	0	47	6	11
259 / 291	0	0	6	10	17	0	0	8	0	33	7
320 / 333	0	0	17	0	0	0	8	8	0	17	5
385-455	13	0	0	0	6	14	0	0	6	6	7

Tab. 11: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für DDT-gesamt in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von 1994-2005 bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten

Die Mittelwerte der DDT-Gehalte in der Muskulatur der Fische sind in der Abb. 39 bzw. der Tab. 12 dargestellt. Beim Vergleich der Mittelwerte fällt wiederum ein Peak im Jahr 2003 auf, der bei Fischen aus den Entnahmestellen „180-221 km“ festgestellt wurde und die zulässige Höchstmenge von DDT-gesamt in der Muskulatur überschreitet. Wie bereits im Kap. 2.7.2.1.1 erwähnt, war hier der Aal-

Anteil an den Proben relativ hoch. Die anderen Mittelwerte liegen in allen Jahren unterhalb der Höchstmenge von 0,5 mg/kg FS.

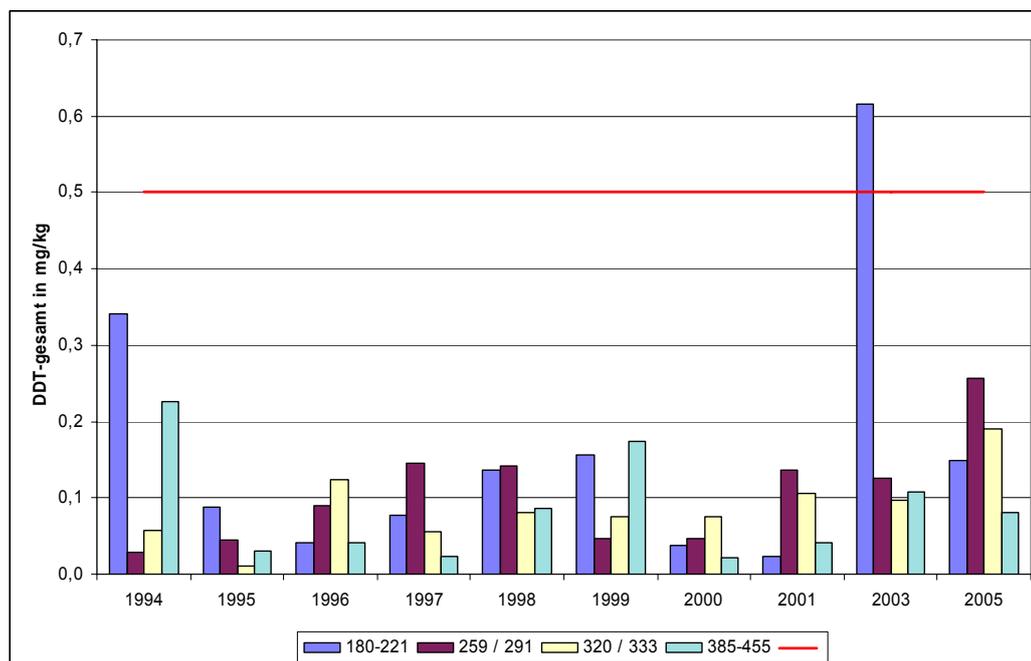


Abb. 39: Mittelwerte der DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005

Jahr / Elbabschnitt	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2005
180-221	0,34	0,09	0,04	0,08	0,14	0,16	0,04	0,02	0,62	0,15
259 / 291	0,03	0,04	0,09	0,15	0,14	0,05	0,05	0,14	0,13	0,26
320 / 333	0,06	0,01	0,12	0,06	0,08	0,07	0,08	0,11	0,10	0,19
385-455	0,23	0,03	0,04	0,02	0,09	0,17	0,02	0,04	0,11	0,08

Tab. 12: Mittelwerte der DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005

2.7.2.3.2 Mulde

Beanstandungen hinsichtlich einer DDT-gesamt-Belastung in der Muskulatur von Fischen waren in der Mulde „oberhalb“ und „unterhalb des Stausees“ nur im Jahr 1999 zu verzeichnen. Die Fische aus der Mulde „Dessau“ wurden hingegen auch in den Jahren 1995-1998 und 2002 beanstandet. Die Abb. 40 und die Tab. 13 stellen die Belastungsraten von 1995-2006 dar.

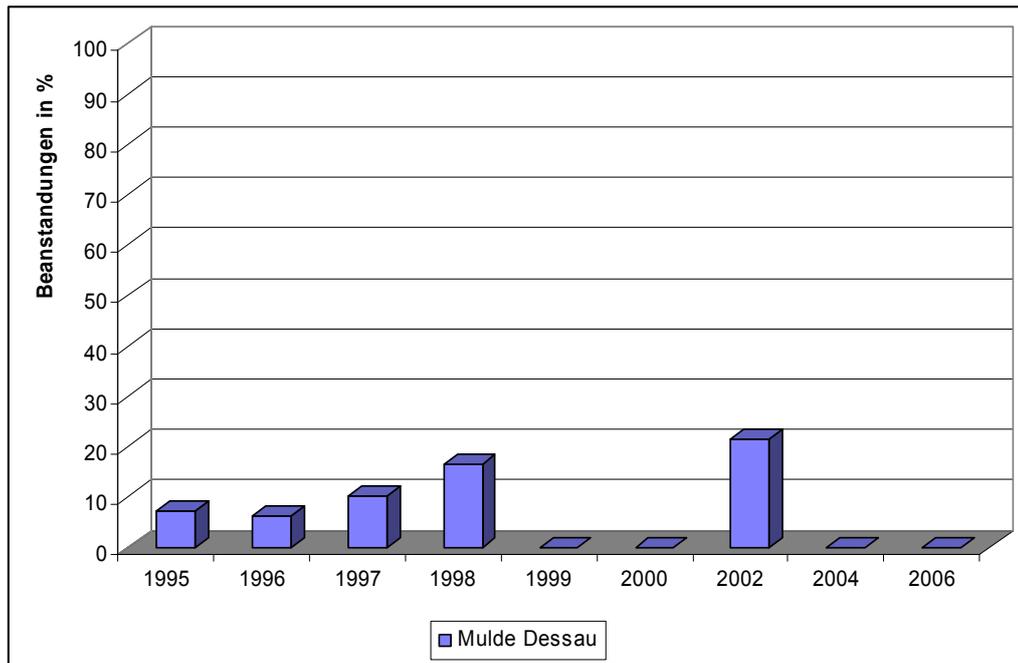


Abb. 40: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für DDT-gesamt in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006

Jahr / Muldeabschnitt	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2004	2006	Gesamt
Mulde „oberh. Stausee“	0	k. Pr.	0	k. Pr.	25	0	0	0	0	3
Mulde „unterh. Stausee“	0	0	0	0	17	0	0	0	k. Pr.	2
Mulde „Dessau“	7	6	10	17	0	0	21	0	0	9

Tab. 13: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmenge für DDT-gesamt in der Muskulatur (> 0,5 mg/kg) von Fischen aus verschiedenen Muldeabschnitten von 1995-2006 (k. Pr. – keine Proben)

Die Mittelwerte der DDT-gesamt-Belastung lagen bei den Fischen aus der Mulde „Dessau“ in allen Jahren immer deutlich unterhalb der zulässigen Höchstmenge von 0,5 mg/kg FS (Abb. 41, Tab. 14).

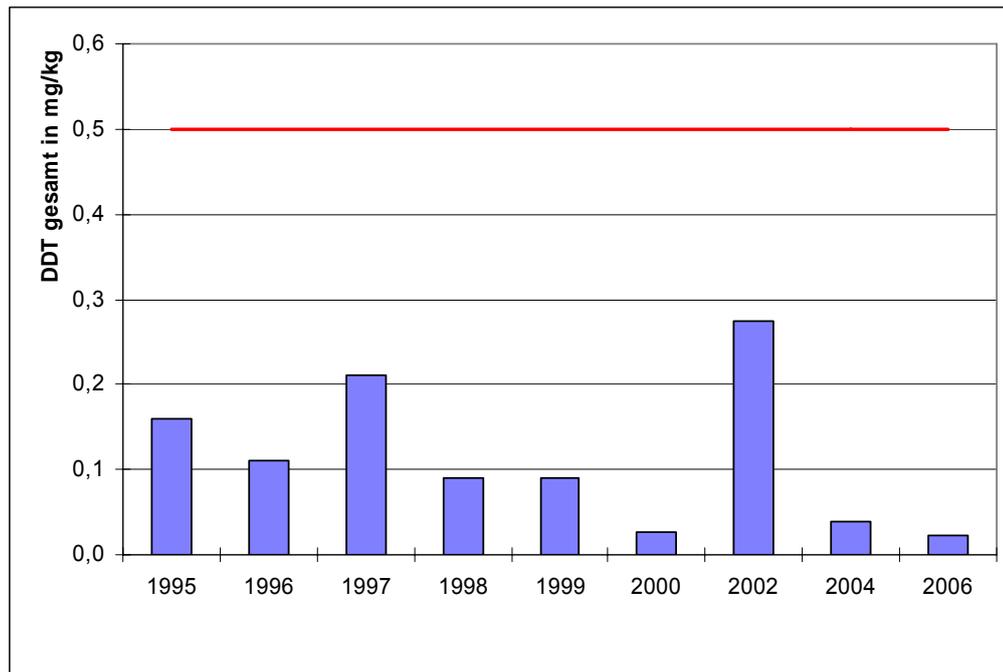


Abb. 41: Mittelwerte der DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Fischen aus der Mulde „Dessau“ von 1995-2006

Jahr / Muldeabschnitt	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2004	2006
Mulde „oberhalb Stausee“	0,022	k. Pr.	0,054	k. Pr.	0,472	0,005	0,065	0,066	0,000
Mulde „unterhalb Stausee“	0,036	0,134	0,078	0,024	0,171	0,042	0,054	0,015	k. Pr.
Mulde „Dessau“	0,159	0,111	0,211	0,091	0,091	0,026	0,274	0,039	0,022

Tab. 14: Mittelwerte der DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Fischen aus verschiedenen Muldeabschnitten von 1995-2006 (k. Pr. – keine Proben)

2.7.2.3.3 Saale

Während die Fische aus der Entnahmestelle „Bad Kösen“ in keinem Fall beanstandet wurden, wiesen die Fische (2 Aale) aus den Saaleabschnitten „Groß Rosenberg“ und „Wettiner Wehr“ im Jahr 2002 Höchstmengensüberschreitungen bezüglich der DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur auf. In allen anderen Jahren wären alle Fische hinsichtlich ihrer DDT-Belastung vermarktungsfähig gewesen.

2.7.2.3 Quecksilber

2.7.2.4.1 Elbe

Im gesamten Untersuchungszeitraum (1994-2005) und an allen Elbabschnitten waren Überschreitungen der zulässigen Quecksilberhöchstgehalte der Muskulatur der Fische zu verzeichnen (Abb. 42, Tab. 15). Insbesondere Fische, die in den Jahren 1994-1998 an den Gewässerabschnitten „259/291 km“ entnommen wurden, wiesen zu 59-78 % Quecksilbergehalte oberhalb der zulässigen Höchstmengen auf. Seit 1999 konnte allerdings eine sinkende Quecksilberbelastung der Fische an diesen Entnahmestellen verzeichnet werden. Grundsätzlich gab es in den Jahren 1994-1999 höhere Beanstandungsraten im Vergleich zu den Jahren 2000-2005.

In den Jahren 2000-2005 wurden wechselnde Beanstandungsraten verzeichnet. Die geringsten prozentualen Beanstandungsraten von 0-20 % wies tendenziell das Jahr 2000 auf, 2005 war hingegen an den Entnahmestellen „180-221 km“, „259/291 km“ und „320/333 km“ wieder ein Anstieg der Beanstandungen festzustellen.

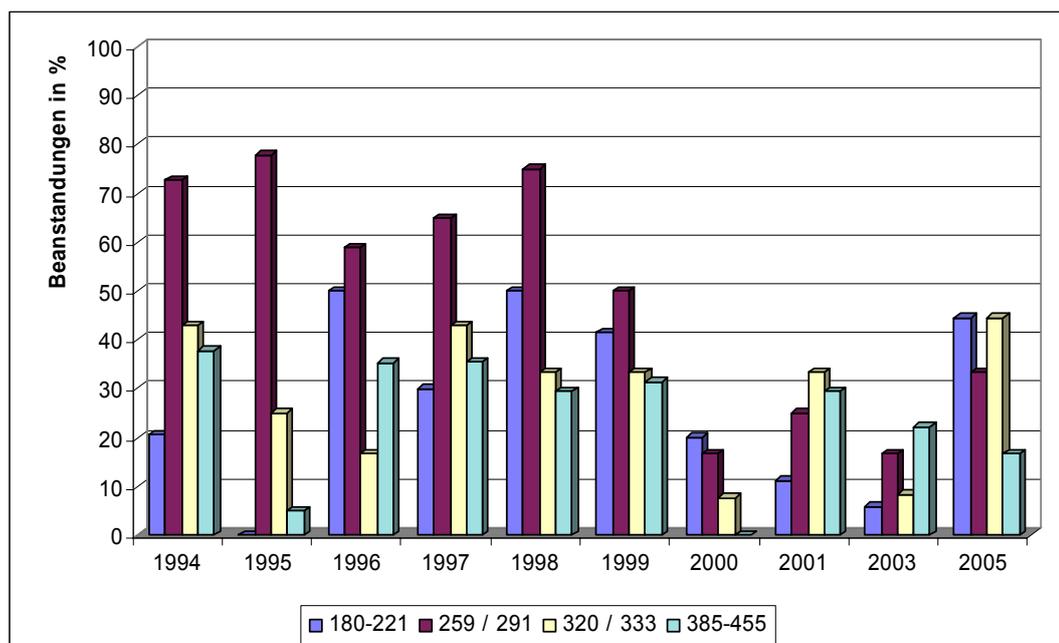


Abb. 42: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0$ mg/kg für Aal / Hecht und $> 0,5$ mg/kg für sonstige Fische) von 1994-2005 bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten

Jahr / Elbabschnitt	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2005	Gesamt
180-221	21	0	50	30	50	41	20	11	6	44	28
259 / 291	73	78	59	65	75	50	17	25	17	33	51
320/333	43	25	17	43	33	33	8	33	8	44	31
385-455	38	5	35	35	29	31	0	29	22	17	27

Tab.15: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0 \text{ mg/kg}$ für Aal / Hecht und $> 0,5 \text{ mg/kg}$ für sonstige Fische) bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005

Die Abb. 43 und die Tab. 16 stellen die Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Fischen aus den einzelnen Entnahmestellen der Elbe von 1994-2005 dar. Die Fische der Entnahmestellen „259/291 km“ der Elbe wiesen 1994-1998 die höchsten Quecksilbergehalte im Vergleich zu den Fischen aus den anderen Elbabschnitten auf. Grundsätzlich ist hier ein rückläufiger Trend hinsichtlich der Quecksilberbelastung der Fische festzustellen. Nur 2001 und 2005 wurde dieser Verlauf leicht unterbrochen. Die Quecksilberbelastung der Fische aus den Gewässerabschnitten „259/291 km“, „320/333 km“ und „385-455 km“ ist im Verlauf der Jahre 1994-2005 uneinheitlich. Es ist kein eindeutiger Trend festzustellen. Seit dem Jahr 2000 treten Höchstmengenüberschreitungen der Mittelwerte allerdings wesentlich seltener als in den Vorjahren auf. Die Mittelwerte der Quecksilbergehalte der Muskulatur von Fischen aus den Entnahmestellen „385-455 km“ überschreiten seit 2000 nicht mehr die zulässige Höchstmenge.

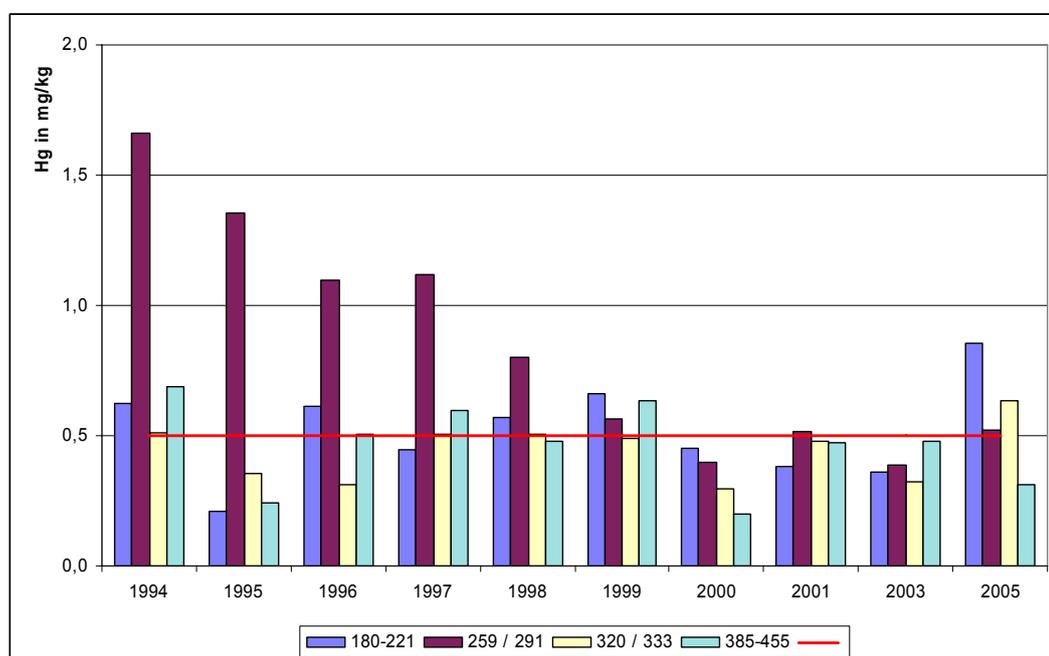


Abb. 43: Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Fischen (ohne Hecht und Aal) aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005

Jahr / Elbabschnitt	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2003	2005
180-221	0,62	0,21	0,61	0,45	0,57	0,66	0,45	0,38	0,36	0,85
259 / 291	1,66	1,36	1,10	1,12	0,80	0,56	0,40	0,51	0,39	0,52
320 / 333	0,51	0,36	0,31	0,51	0,50	0,49	0,30	0,48	0,33	0,64
385-455	0,69	0,24	0,51	0,60	0,48	0,64	0,20	0,47	0,48	0,31

Tab. 16: Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur in mg/kg FS von Fischen (ohne Hecht und Aal) aus verschiedenen Elbabschnitten von 1994-2005

2.7.2.4.2 Mulde

In den Jahren des Fischmonitorings waren an allen Entnahmestellen der Mulde Höchstmengenüberschreitungen hinsichtlich der Quecksilbergehalte in der Muskulatur zu verzeichnen (Abb. 44, Tab. 17). Besonders auffällig sind die hohen Beanstandungsraten der Fische aus der Mulde „Dessau“ von 1995-1999. In den Jahren 2000-2006 wurden hier bei einer wesentlich geringeren Zahl von Fischen Höchstmengenüberschreitungen festgestellt. Der Abwärtstrend gestaltet sich jedoch nicht einheitlich. Im Jahr 2004 wurde wieder ein leichter Anstieg der Beanstandungsrate bei Fischen aus dieser Entnahmestelle registriert.

Fische aus der Mulde „oberhalb des Stausees“ wiesen nur in den Jahren 1995 und 2004 Höchstmengenüberschreitungen auf. Allerdings wären im Jahr 2004 50 % der Fische aus diesem Gewässerabschnitt hinsichtlich ihrer Quecksilberbelastung nicht vermarktungsfähig gewesen. Höchstmengenüberschreitungen in der Muskulatur von Fischen aus der Mulde „unterhalb des Stausees“ gab es nur im Jahr 1999.

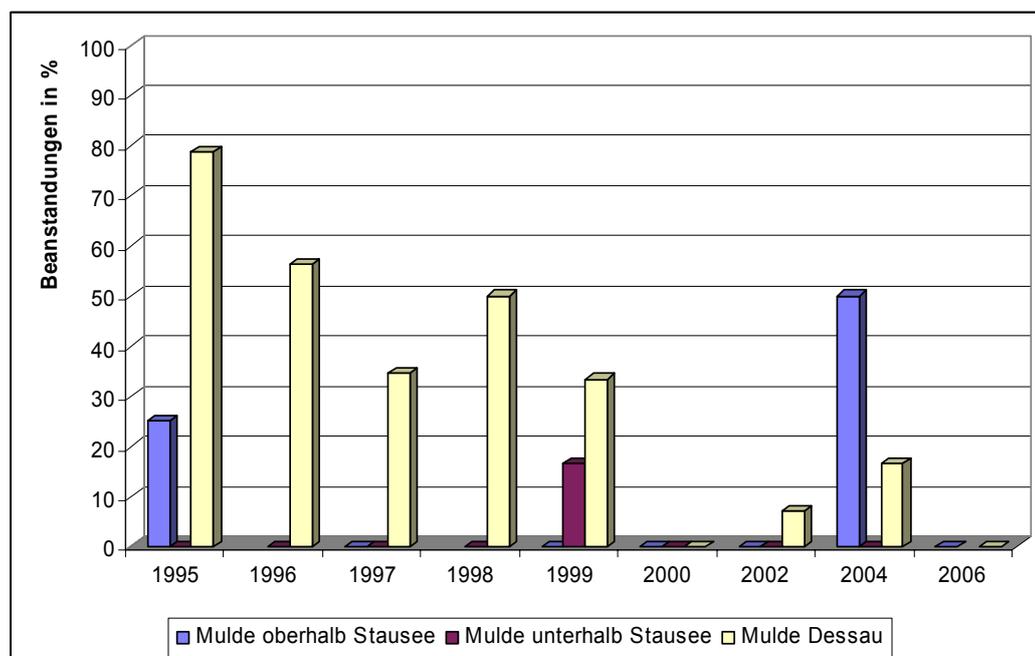


Abb. 44: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur ($> 1,0$ mg/kg für Aal / Hecht und $> 0,5$ mg/kg für sonstige Fische) von Fischen aus verschiedenen Muldeabschnitten von 1995-2006

Jahr / Muldeabschnitt	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2004	2006	Gesamt
Mulde „oberh. Stausee“	25	k. Pr.	0	k. Pr.	0	0	0	50	0	13
Mulde „unterh. Stausee“	0	0	0	0	17	0	0	0	k. Pr.	2
Mulde „Dessau“	79	56	34	50	33	0	7	17	0	36

Tab.17: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur (> 1,0 mg/kg für Aal / Hecht und > 0,5 mg/kg für sonstige Fische) in Prozent (%) bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten von 1995-2006 (k. Pr. – keine Proben)

Die Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur der Fische aus der Mulde sind in der Abb. 45 und der Tab. 18 dargestellt. Die höchsten Mittelwerte wurden wiederum in der Muskulatur von Fischen aus der Mulde „Dessau“ verzeichnet. Seit 2000 liegen alle Mittelwerte bis auf einen Ausreißer 2004 (Mulde „oberhalb Stausee“) unterhalb von 0,5 mg/kg FS.

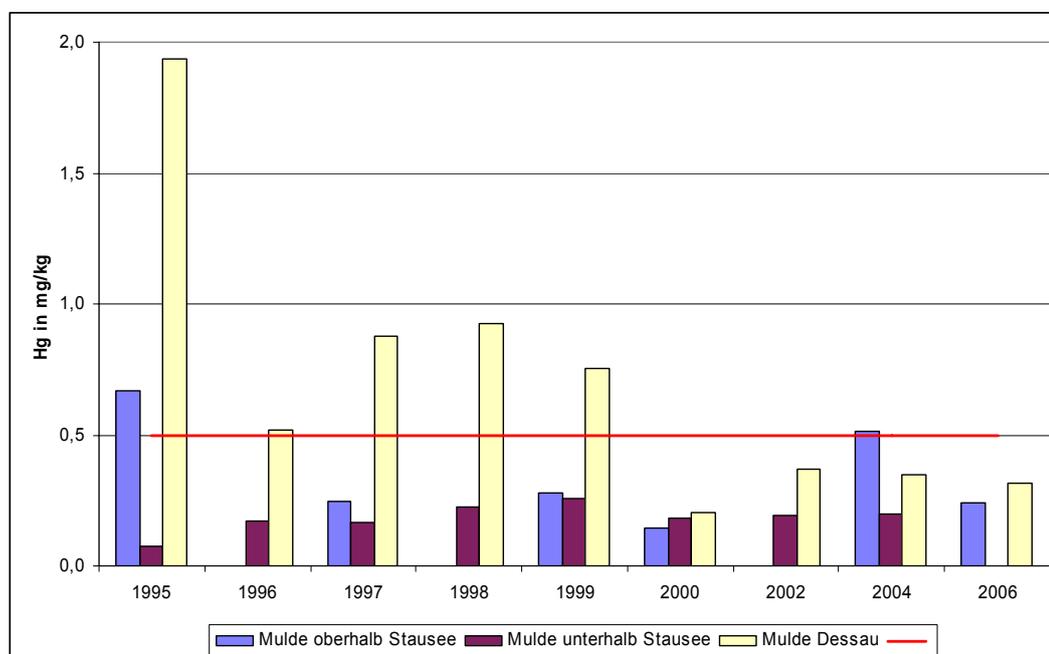


Abb. 45: Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Fischen (ohne Hecht und Aal) aus verschiedenen Muldeabschnitten von 1995-2006

Jahr / Muldeabschnitt	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2004	2006
Mulde „oberh. Stausee“	0,67	k. Pr.	0,25	k. Pr.	0,28	0,15	k. Pr.	0,51	0,24
Mulde „unterh. Stausee“	0,08	0,17	0,16	0,23	0,25	0,18	0,19	0,20	k. Pr.
Mulde „Dessau“	1,94	0,52	0,88	0,92	0,75	0,20	0,37	0,35	0,32

Tab. 18: Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur in mg/kg von Fischen (ohne Hecht und Aal) aus verschiedenen Muldeabschnitten von 1995-2006 (k. Pr. – keine Proben)

2.7.2.4.3 Saale

Im Zeitraum von 1995-2006 wurden in der Muskulatur von Fischen aus allen Gewässerabschnitten Quecksilber-Höchstmengeüberschreitungen festgestellt (Abb. 46, Tab. 19). Dabei wiesen die Fische aus der Saale „Bad Kösen“ die geringste Beanstandungsrate im Vergleich zu den Fischen aus anderen Flussabschnitten auf. Während von 1995-1998 in der Muskulatur von Fischen aus dieser Entnahmestelle keine Höchstmengeüberschreitungen zu verzeichnen waren, treten seit 1999 kontinuierlich Beanstandungsrate von 8-22 % auf. Die Fische aus der Saale „Wettiner Wehr“ und „Groß Rosenberg“ wären insbesondere auch in den Jahren 2002-2006 zu einem hohen Prozentsatz (bis zu 88 %) nicht vermarktungsfähig gewesen.

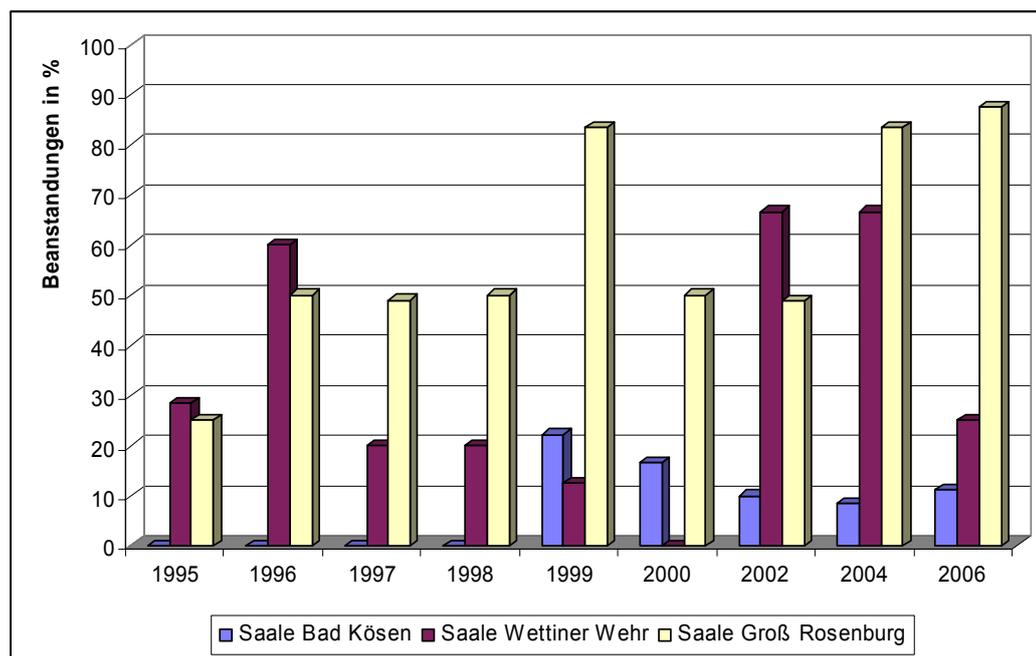


Abb. 46: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur (> 1,0 mg/kg für Aal / Hecht und > 0,5 mg/kg für sonstige Fische) von Fischen aus verschiedenen Saaleabschnitten von 1995-2006

Jahr / Saaleabschnitt	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2004	2006	Gesamt
Saale „Bad Kösen“	0	0	0	0	22	17	10	8	11	8
Saale „Wettiner Wehr“	29	60	20	20	13	0	67	67	25	32
Saale „Groß Rosenberg“	25	50	49	50	83	50	49	83	88	53

Tab.19: Prozentualer Anteil der Überschreitungen der Höchstmengen für Quecksilber in der Muskulatur (> 1,0 mg/kg für Aal / Hecht und > 0,5 mg/kg für sonstige Fische) in Prozent (%) bei Fischen aus verschiedenen Saaleabschnitten von 1995-2006

Die Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur der Fische sind in der Abb. 47 und der Tab. 20 dargestellt. Die Quecksilberbelastung der Fische aus der Saale weist deutliche Unterschiede in

Abhängigkeit vom Ort der Entnahme auf. So sind die Fische aus der Saale „Bad Kösen“ wesentlich geringer mit Quecksilber belastet im Vergleich zu den Fischen aus den anderen Flussabschnitten. Die Mittelwerte der Quecksilbergehalte im Bereich „Bad Kösen“ liegen deutlich unter 0,5 mg/kg FS. Die höchsten Quecksilbergehalte wurden bei Fischen aus dem Saaleabschnitt „Groß Rosenberg“ festgestellt. So lagen die Quecksilber-Mittelwerte in der Muskulatur von Fischen aus den Entnahmestellen „Groß Rosenberg“ und „Wettiner Wehr“ in den Jahren 2002-2006 deutlich über 0,5 mg/kg.

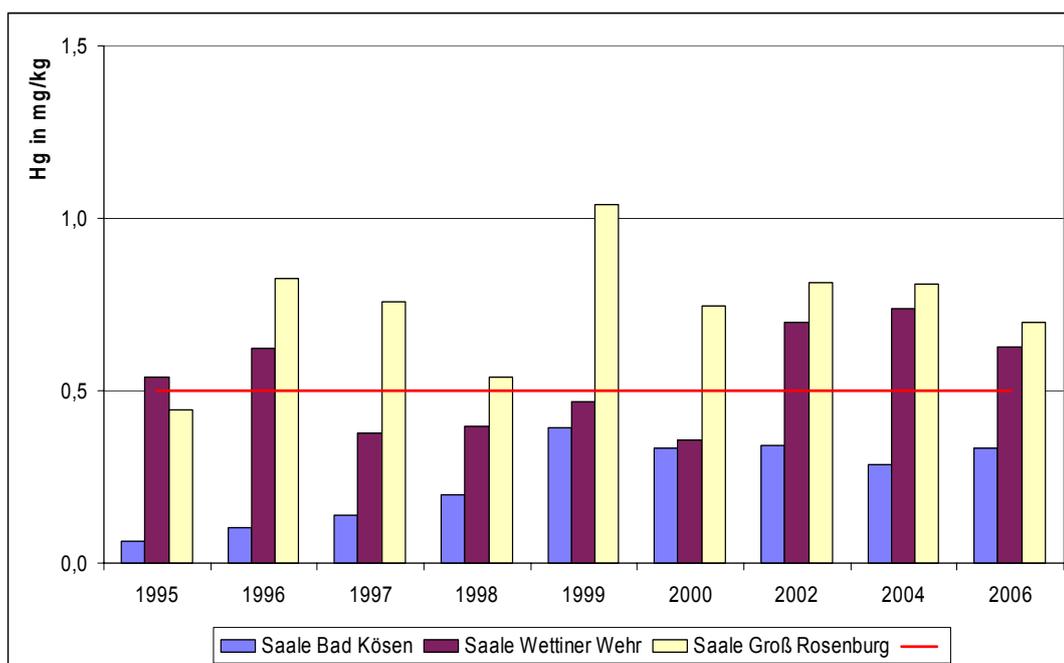


Abb. 47: Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Fischen (ohne Hecht und Aal) aus verschiedenen Saaleabschnitten von 1995-2006

Jahr / Saaleabschnitt	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2002	2004	2006
Saale Bad Kösen	0,06	0,10	0,14	0,20	0,39	0,33	0,34	0,29	0,33
Saale Wettiner Wehr	0,54	0,63	0,38	0,40	0,47	0,36	0,70	0,74	0,63
Saale Groß Rosenberg	0,44	0,82	0,76	0,54	1,04	0,74	0,81	0,81	0,70

Tab. 20: Mittelwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur in mg/kg von Fischen (ohne Hecht und Aal) aus verschiedenen Saaleabschnitten von 1995-2006

2.7.3 Zusammenhang zwischen Fischarten/Fischgrößen und der festgestellten Rückstände in Bezug auf das Gewässer

2.7.3.1 Elbe

2.7.3.1.1 Hexachlorbenzol, β -Hexachlorcyclohexan und DDT-gesamt

An allen Elbabschnitten wurden von 1994-2005 Höchstmengenüberschreitungen der HCB-, β -HCH- und DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur der Fische festgestellt (siehe auch Kap. 2.7.2.1.1, 2.7.2.2.1, 2.7.2.3.1 und Abb. 31, 35, 39). Beanstandungspeaks gab es insbesondere in den Jahren 1994, 1999 und 2003. Wie bereits im Kapitel 2.7.1.1, 2.7.1.2 und 2.7.1.3 beschrieben, traten 84 % der gesamten HCB-, 95 % der β -HCH- und 89 % der DDT-gesamt-Beanstandungen bei der Fischart Aal auf.

Aus der Abb. 48 geht hervor, dass der Anteil der Höchstmengenüberschreitungen in enger Korrelation zu dem Aal-Anteil an den Fischproben in den einzelnen Jahren steht. Je höher der Aal-Anteil, desto größer ist auch die Zahl der Beanstandungen in den jeweiligen Jahren.

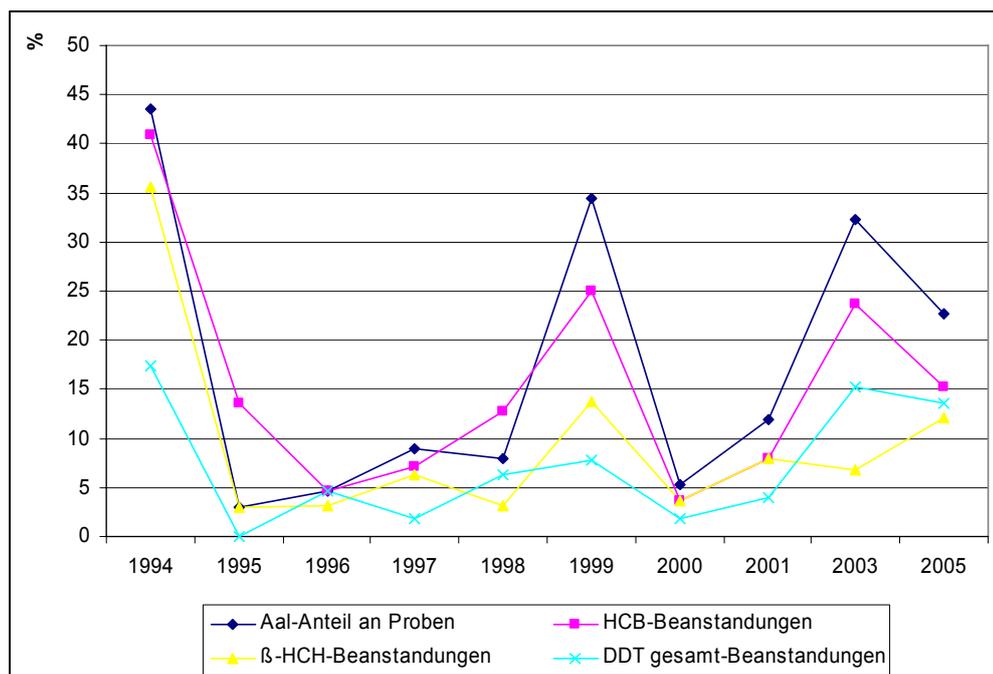


Abb. 48: Zusammenhang zwischen dem prozentualen Anteil an Aalen an den Proben und dem prozentualen Anteil an Überschreitungen der Höchstmengen von Hexachlorbenzol, β -Hexachloreyclohexan und DDT-gesamt in der Muskulatur bei Fischen aus verschiedenen Elbabschnitten

Gleichfalls besteht eine enge Korrelation zwischen dem Aal-Anteil der Proben aus den einzelnen Gewässerabschnitten und der Anzahl der festgestellten Höchstmengenüberschreitungen organischer Rückstände. Dieser Sachverhalt ist beim Vergleich der Beanstandungsraten von Fischen aus verschiedenen Gewässerabschnitten zu beachten.

In der Tab. 21 sind die Beanstandungsraten je Fischart und je Gewässerabschnitt in den Zeiträumen 1994-1999 und 2000-2005 vergleichend aufgelistet. Dabei fällt wiederum der hohe Prozentsatz der von Höchstmengenüberschreitungen betroffenen Aale aus allen Gewässerabschnitten auf. Diese wären auch in den Jahren 2000-2005 zu einem hohen Prozentsatz (bis zu 100 % an den Entnahmestellen „320/333 km“) nicht vermarktungsfähig gewesen. Während im Zeitraum 1994-1999 zum Teil auch andere Fischarten, wie bspw. Bleie, beanstandet wurden, wiesen in den Jahren 2000-2005 nur noch Aale Höchstmengenüberschreitungen von HCB und β -HCH in der Muskulatur auf. Hinsichtlich der DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur wurde 2005 noch eine Höchstmengenüberschreitung bei einem Hecht an der Entnahmestelle „291 km“ registriert.

	Beanstandungen in %					
	HCB		β -HCH		DDT	
	1994-99	2000-05	1994-99	2000-05	1994-99	2000-05
Elbabschnitt 180-221 km						
Blei	22	0	0	0	2	0
Aal	93	47	55	13	44	60
Hecht	0	0	0	0	0	0
Zander	7	0	0	0	0	0
Barsch	0	k. Pr.	0	k. Pr.	0	k. Pr.
Plötze	5	k. Pr.	0	k. Pr.	0	k. Pr.
sonstige	20	0	0	0	0	0
Elbabschnitt 259/291 km						
Blei	7	0	0	0	7	0
Aal	70	86	30	29	30	57
Hecht	0	0	0	0	6	11
Zander	0	0	0	0	0	0
Barsch	0	0	0	0	0	0
Plötze	0	0	13	0	0	0
sonstige	7	0	7	0	0	0
Elbabschnitt 320/333 km						
Blei	0	0	7	0	0	0
Aal	78	80	89	100	22	50
Hecht	0	0	0	0	0	0
Zander	0	0	0	0	0	0
Barsch	0	0	0	0	0	0
Plötze	0	0	0	0	0	0
sonstige	0	k. Pr.	20	k. Pr.	0	k. Pr.
Elbabschnitt 385-455 km						
Blei	0	0	3	0	0	0
Aal	64	45	64	36	20	18
Hecht	0	0	0	0	0	0
Zander	0	0	0	0	0	0
Barsch	6	0	0	0	0	0
Plötze	0	0	0	0	0	0
sonstige	4	0	0	0	0	0

Tab. 21: Prozentualer Anteil von Höchstmengenüberschreitungen von Hexachlorbenzol, β -Hexachlorcyclohexan und DDT-gesamt in der Muskulatur der Fische aus verschiedenen Elbabschnitten in den Zeiträumen 1994-1999 und 2000-2005 (k. Pr. – keine Proben)

Die Abb. 49 stellt die HCB-Gehalte in der Muskulatur von allen Fischen, außer den Aalen, von 1994 bis 2005 graphisch dar. Dabei ist erkennbar, dass die Medianwerte in allen Jahren deutlich unterhalb der zulässigen Höchstmenge lagen. Seit dem Jahr 2000 wurde keine Höchstmengenüberschreitung mehr bei diesen Fischarten verzeichnet.

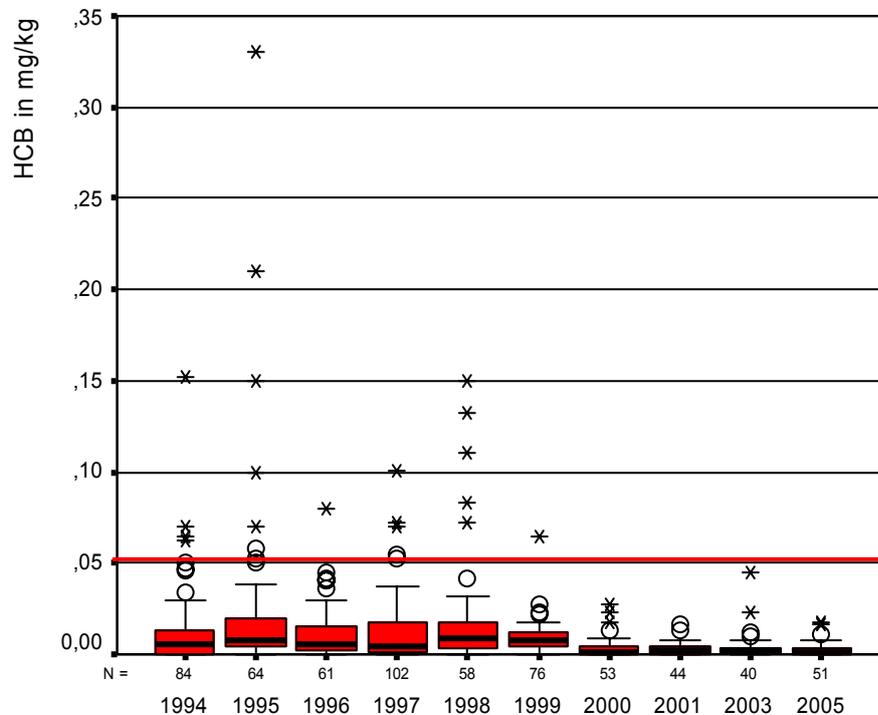


Abb. 49: Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Fischen (außer Aal) aus der Elbe von 2000-2005

Die Abb. 50 bis 52 stellen die HCB-, β -HCH- und DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge graphisch dar. In diesem Zeitraum wurden Aale ab einer Länge von 40 cm beprobt. Aus den Abbildungen ist ersichtlich, dass Höchstmengenüberschreitungen sowohl kürzere, als auch längere Tiere betreffen. Die maximalen Höchstmengenüberschreitungen wurden allerdings bei den längsten Tieren festgestellt.

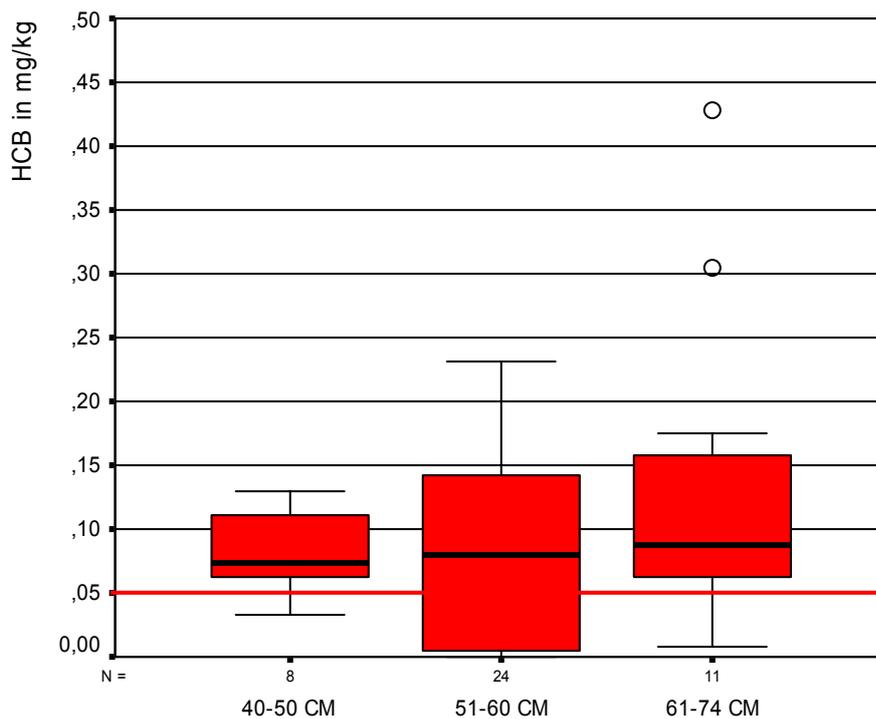


Abb. 50: Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge

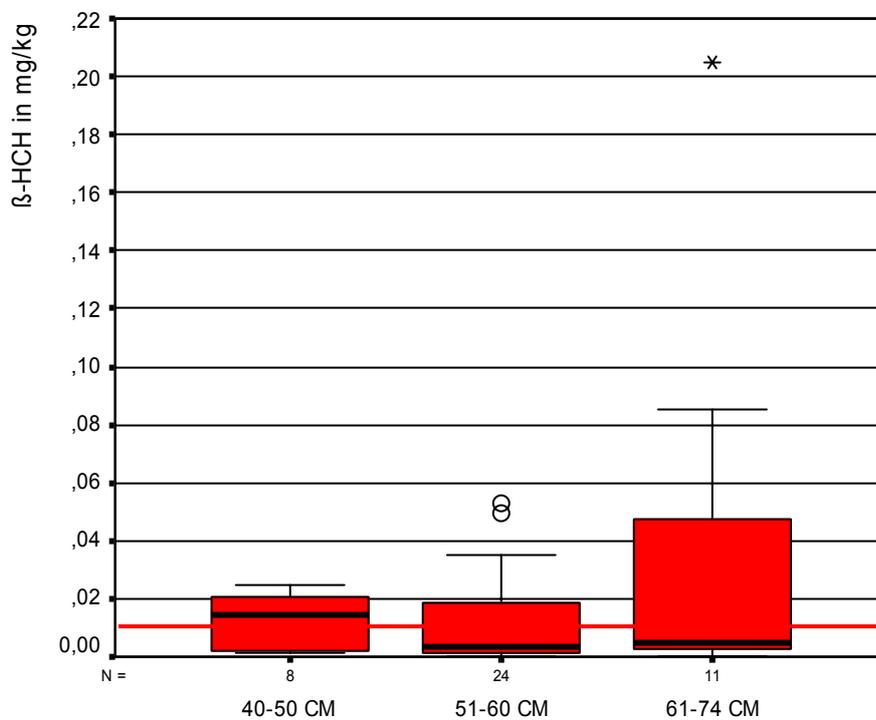


Abb. 51: beta-Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge

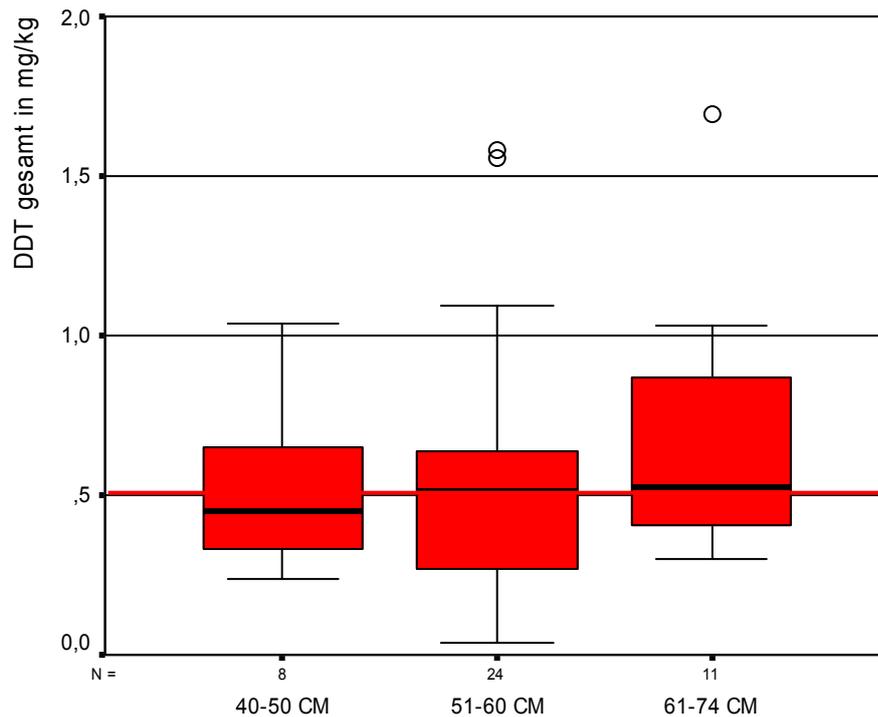


Abb. 52: DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge

In den Abb. A1-3 im Anhang (Anlage 10) sind die organischen Rückstandsgehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe in Abhängigkeit von ihrem Fettanteil dargestellt. Es besteht eine deutliche Korrelation zwischen dem Fettanteil der Aale und den nachgewiesenen organischen Stoffen. Fettreiche Aale speichern wesentlich mehr HCB-, β -HCH- und DDT-gesamt im Vergleich zu den Aalen mit geringeren Fettanteilen. Höchstmengenüberschreitungen traten allerdings auch schon bei den fettärmeren Tieren (0-10 %) auf.

2.7.3.1.2 Quecksilber

Wie bereits im Kap. 2.7.2.4.1 dargestellt, wurden im gesamten Untersuchungszeitraum und bei Fischen aus allen Elbabschnitten Höchstmengenüberschreitungen der Quecksilbergehalte in der Muskulatur registriert. Die Abb. 22 stellt die Beanstandungsraten je Fischart und je Gewässerabschnitt in den Zeiträumen 1994-1999 und 2000-2005 vergleichend dar. Dabei wird ersichtlich, dass in den Jahren 2000-2005, insbesondere bei den Fischen aus den Entnahmestellen „180-221 km“ und „259/291 km“, wesentlich geringere Beanstandungsraten im Vergleich zu den Vorjahren auftraten.

Die Beanstandungen betrafen insbesondere die Raubfischarten Zander, Rapfen und Barsch. In einem geringeren Prozentsatz wurden auch Bleie und sonstige Fische beanstandet. Seit dem Jahr 2000 wären alle untersuchten Güstern, Plötzen und Karpfen vermarktungsfähig gewesen.

	Beanstandungen in %							
	180-221 km		259/291 km		320/333 km		385-455 km	
	1994-99	2000-05	1994-99	2000-05	1994-99	2000-05	1994-99	2000-05
Blei	43	8	64	11	33	10	34	6
Aal	7	0	80	0	0	0	11	9
Hecht	7	0	25	11	0	22	15	23
Zander	81	0	100	56	73	57	64	100
Barsch	29	k. Pr.	86	0	46	70	50	40
Plötze	5	k. Pr.	63	0	25	0	7	0
Rapfen	100	100	100	100	k. Pr.	k. Pr.	71	50
sonstige	10	25	50	20	60	k. Pr.	26	15

Tab.22: Prozentualer Anteil von Höchstmengenüberschreitungen von Quecksilber in der Muskulatur der Fische aus verschiedenen Elbabschnitten in den Zeiträumen 1994-1999 und 2000-2005 (k. Pr. – keine Proben)

Die Abb. 53 bis 57 stellen die Quecksilbergehalte in der Muskulatur in Abhängigkeit von der Länge der Fische dar.

Von 2000-2005 wurden Zander mit einer Länge von 46-66 cm aus der Elbe untersucht. Diese verursachten 68 % der Quecksilber-Beanstandungen. Obwohl die kleineren Zander (45-55 cm) geringere Quecksilbergehalte in der Muskulatur als größere Exemplare aufwiesen, traten bereits bei diesen Tieren Höchstmengenüberschreitungen auf (Abb. 53). Der Medianwert der Quecksilbergehalte in der Muskulatur lag nur geringfügig unterhalb der zulässigen Höchstmenge ($> 0,5$ mg/kg). Nahezu alle größeren Zander (56-66 cm) wären nicht vermarktungsfähig gewesen.

Von den 13 in der Elbe entnommenen Rapfen wiesen 12 Tiere Höchstmengenüberschreitungen auf. Dabei handelte es sich um größere Exemplare mit Längen von 45-66 cm. Die Quecksilbergehalte in der Muskulatur steigen auch bei den Rapfen mit der Größe der Tiere an. Die Abb. 54 stellt die Quecksilbergehalte in Abhängigkeit von der Länge der Rapfen graphisch dar.

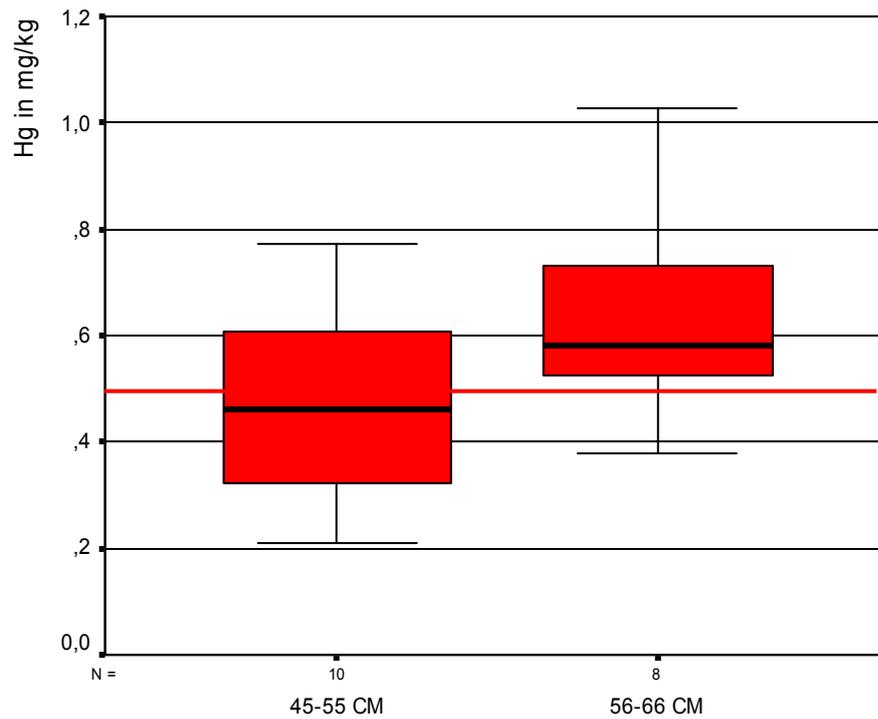


Abb. 53: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Zandern aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge

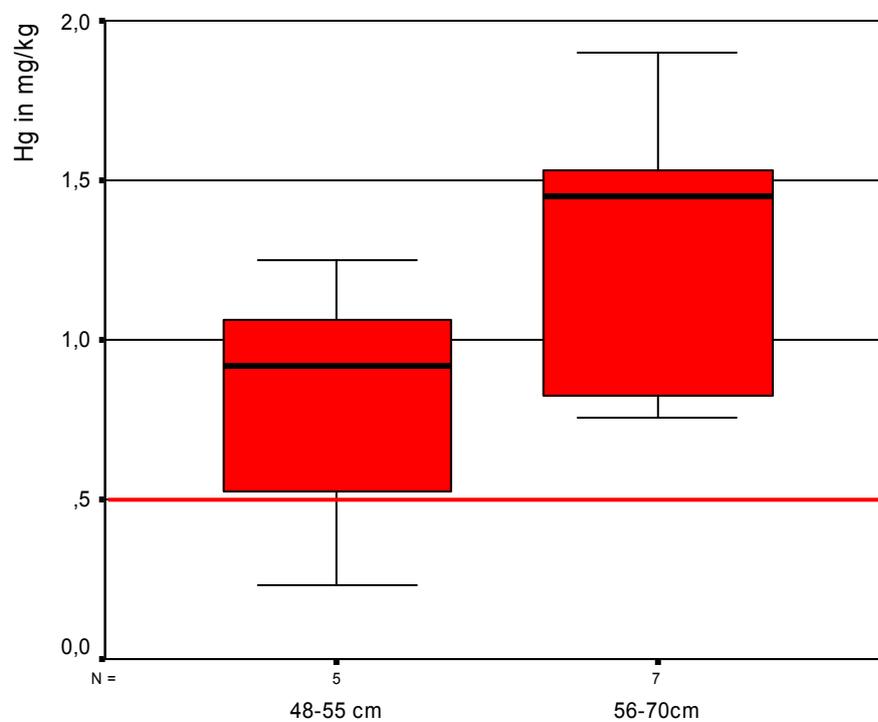


Abb. 54: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Rapfen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge

Die Fischart Barsch war zu 18 % an den Quecksilberbeanstandungen von Fischen aus der Elbe beteiligt. Die Abb. 55 macht deutlich, dass auch bei dieser Fischart ein Anstieg der Quecksilbergehalte in der Muskulatur mit zunehmender Größe erfolgt. Kleinere Tiere (20-30 cm) wiesen geringere Gehalte auf, die allerdings zum Teil schon die Höchstmenge überschritten.

Hechte waren aufgrund der höheren Quecksilber-Höchstmenge (1 mg/kg) für Quecksilber in der Muskulatur nur zu einem geringeren Prozentsatz an den Beanstandungen beteiligt. Es wurden Tiere von 30-100 cm beprobt. Höchstmengenüberschreitungen traten erst bei Tieren ab 54 cm auf. Wiederum ist eine Zunahme der Quecksilbergehalte mit der Größe der Tiere zu verzeichnen (Abb. 56).

Bleie wurden nur vereinzelt beanstandet. Im Gegensatz zu den o.g. Fischarten wiesen die mittelgroßen Tiere höhere Medianwerte im Vergleich zu den kleineren / größeren Exemplaren auf (Abb. 57). Allerdings waren die kleineren / größeren Bleie auch nur in einem geringen Stichprobenumfang vertreten.

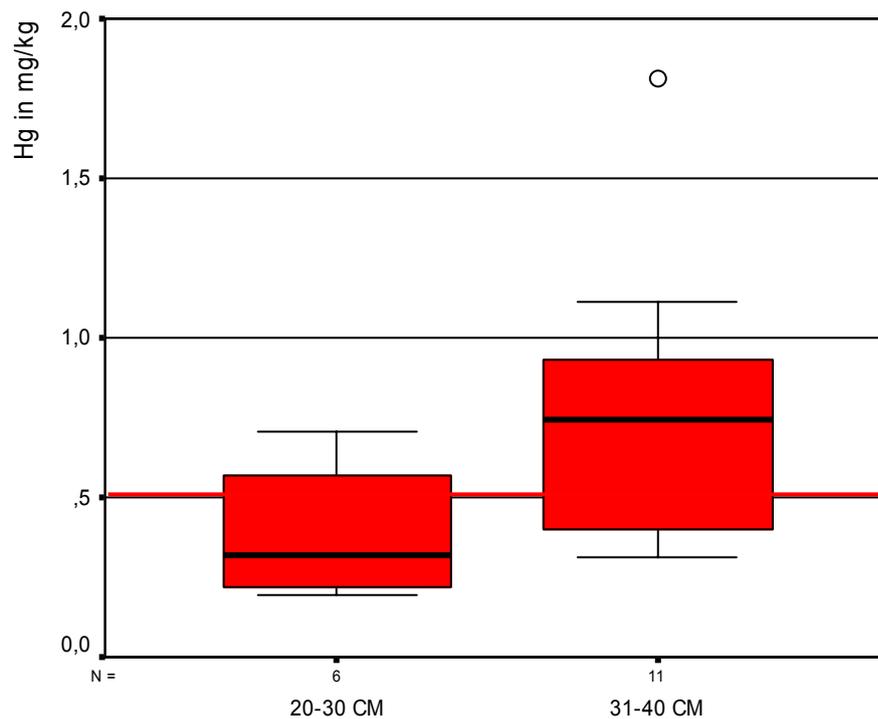


Abb. 55: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Barschen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge

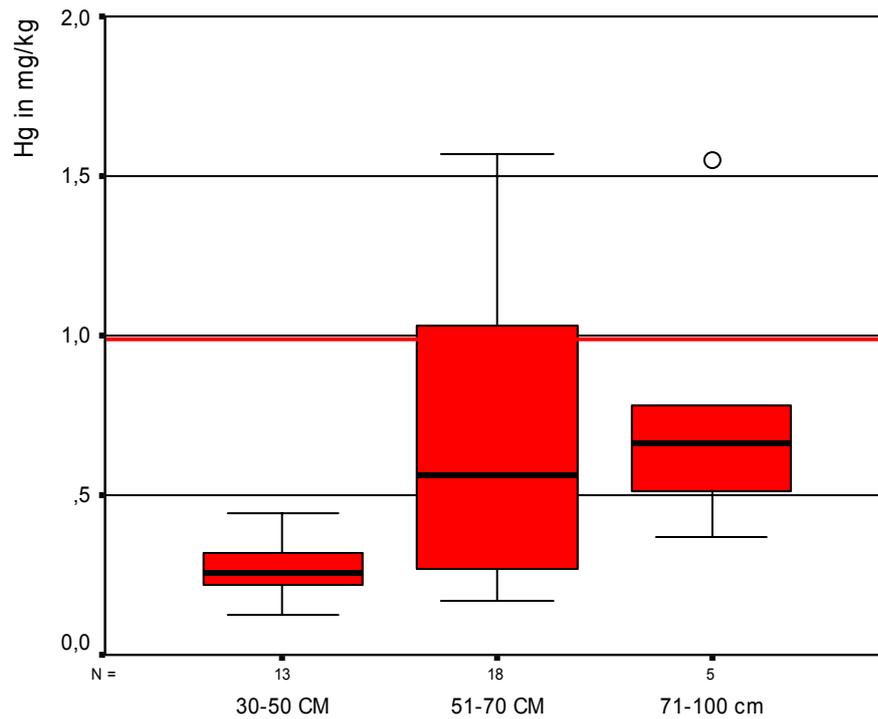


Abb. 56: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Hechten aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge

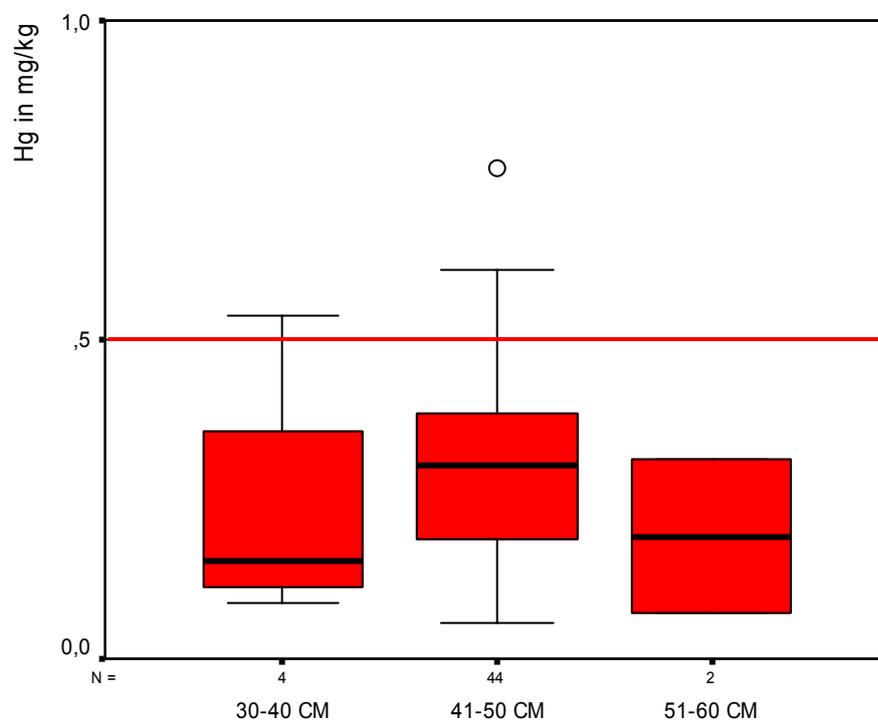


Abb. 57: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Bleien aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrer Länge

2.7.3.2 Mulde

2.7.3.2.1 Hexachlorbenzol, β -Hexachlorcyclohexan und DDT-gesamt

Die Muldeabschnitte „oberhalb“ und „unterhalb des Stausees“ sind hinsichtlich der organischen Rückstandsbelastung der Fische als unproblematisch einzustufen. Von den 82 untersuchten Fischen aus diesen Gewässern wären im Zeitraum 1995-2006 nur ein Blei und eine Plötze hinsichtlich ihrer DDT-gesamt-Konzentrationen in der Muskulatur im Jahr 1999 nicht vermarktungsfähig gewesen. Allerdings fällt auf, dass im gesamten Untersuchungszeitraum keine Aale untersucht wurden.

Im Gegensatz dazu führt die Rückstandsbelastung der Fische aus der Mulde „Dessau“ zu hohen Beanstandungsraten (Tab. 23). Höchstmengenüberschreitung gab es in den Jahren 2000-2005 vorwiegend bei den Aalen, die zu 70 % β -HCH-Gehalte in der Muskulatur oberhalb der zulässigen Höchstmenge aufwiesen. Bleie und Plötzen wären hinsichtlich der β -HCH-Gehalte in der Muskulatur zu 20 % bzw. 25 % nicht vermarktungsfähig gewesen.

	Beanstandungen in %					
	HCB		β -HCH		DDT	
	1995-99	2000-06	1995-99	2000-06	1995-99	2000-06
Blei	0	0	0	20	0	0
Aal	50	30	92	70	42	30
Hecht	0	0	0	0	0	0
Zander	0	0	0	0	0	0
Barsch	0	0	0	0	0	0
Plötze	0	0	0	25	0	0
Rapfen	50	k. Pr.	0	k. Pr.	50	k. Pr.
sonstige	17	k. Pr.	0	k. Pr.	0	k. Pr.

Tab.23: Prozentualer Anteil der Höchstmengenüberschreitungen von Hexachlorbenzol, β -Hexachlorcyclohexan und DDT-gesamt in der Muskulatur der Fische aus der Mulde „Dessau“ in den Zeiträumen 1995-1999 und 2000-2006 (k. Pr. – keine Proben)

Die Abb. 58-60 stellen die HCB-, β -HCH- und DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Mulde „Dessau“ im Zeitraum 2000-2006 in Abhängigkeit von deren Längen dar. Während die Medianwerte der HCB- und DDT-Gesamt-Gehalte in der Muskulatur von kürzeren und längeren Aalen deutlich unterhalb der zulässigen Höchstmengen dieser Stoffe lagen, bewegten sich die HCH-Gehalte in der Muskulatur der kürzeren Aale (40-50 cm) schon im Bereich der Höchstmenge. Der Medianwert der HCH-Gehalte in der Muskulatur der 51-70 cm langen Aale betrug bereits über das 7-fache der Höchstmenge.

Die Medianwerte der HCB-, β -HCH- und DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur der anderen Fischarten lagen im Zeitraum 2000-2006 deutlich unterhalb der Höchstmengen. Auf eine graphische Darstellung wird aufgrund der geringen Stichprobenzahl (22 Fische verschiedener Arten) verzichtet.

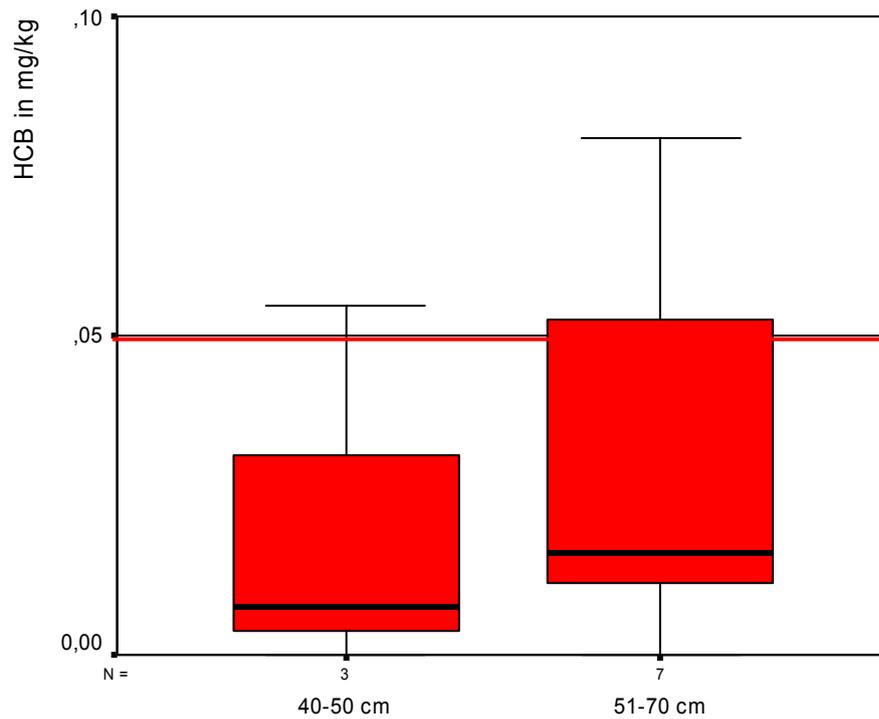


Abb. 58: Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Mulde „Dessau“ von 2000-2006 in Abhängigkeit von ihrer Länge

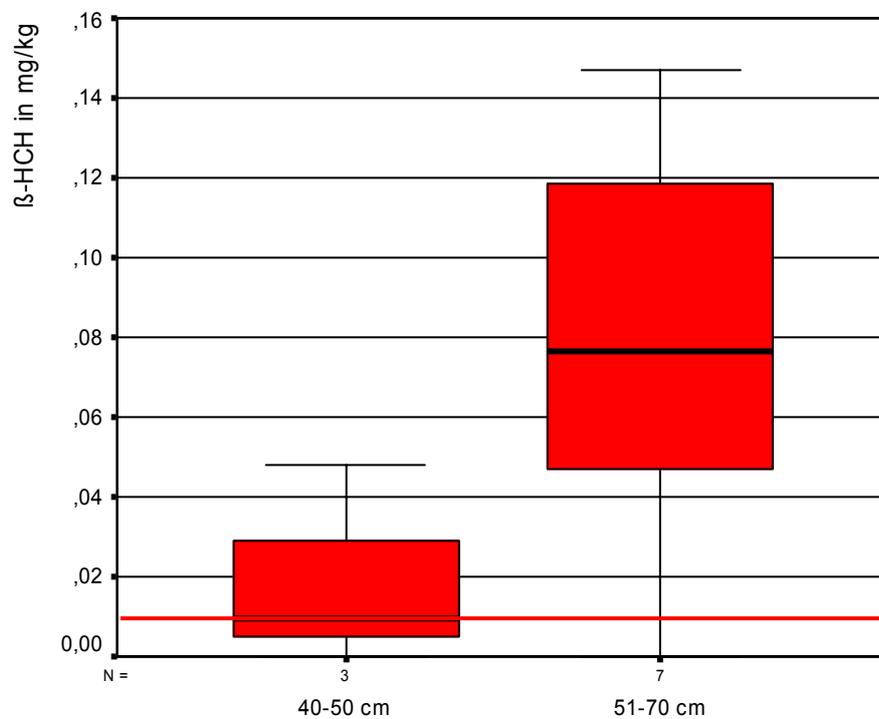


Abb. 59: beta-Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Mulde „Dessau“ von 2000-2006 in Abhängigkeit von ihrer Länge

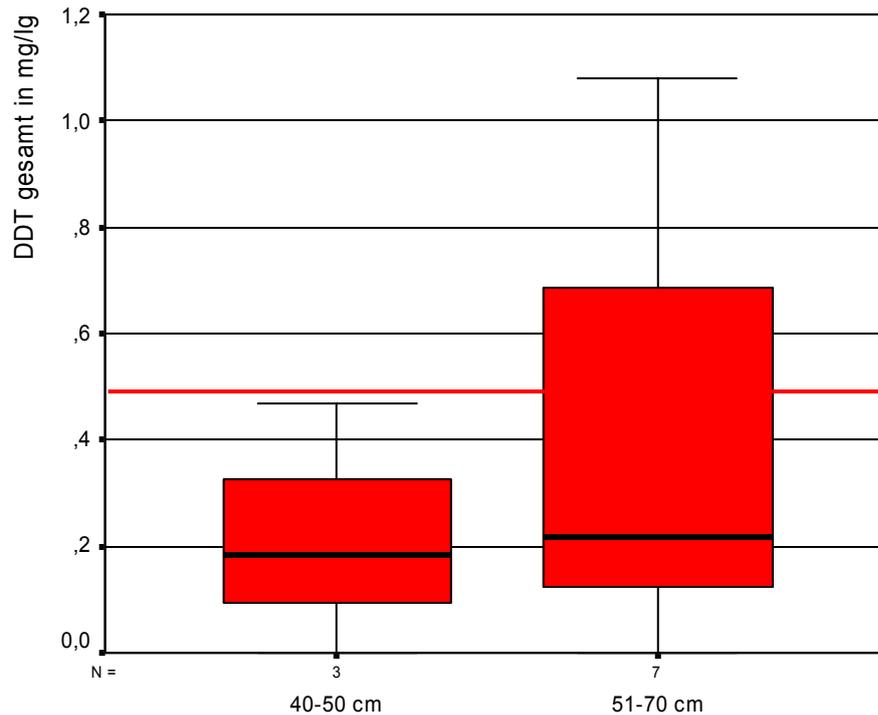


Abb. 60: DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Mulde „Dessau“ von 2000-2006 in Abhängigkeit von ihrer Länge

2.7.3.2.2 Quecksilber

Die einzelnen Muldeabschnitte sind hinsichtlich ihrer Quecksilberbelastung differenziert einzustufen (siehe Kap. 2.7.2.4.2). Die Tab. 24 stellt die Beanstandungsraten der Fische aus der Mulde „Dessau“ und der Mulde „oberhalb des Stausees“ dar. Die untersuchten Fische aus der Mulde „unterhalb des Stausees“ wären bis auf eine Ausnahme im Jahr 1999 (Barsch) vermarktungsfähig gewesen. Höchstmengenüberschreitungen gab es bei Fischen aus der Mulde „oberhalb des Stausees“ nur in den Jahren 1995 und 2004. Im Jahr 2004 wären zwei Alande (49/50 cm, 1740/1810 g) und ein Hecht (90 cm, 5500 g) nicht vermarktungsfähig gewesen. Während in den Jahren 2000-2006 nur Zander (>55 cm, >1400 g) aus der Mulde „Dessau“ beanstandet wurden, wiesen in den Jahren 1995-1999 nahezu alle untersuchten Fischarten Quecksilber-Höchstmengenüberschreitungen in der Muskulatur auf.

	Beanstandungen in %			
	Mulde "oberhalb Stausee"		Mulde "Dessau"	
	1995-99	2000-05	1995-99	2000-05
Blei	0	0	24	0
Aal	k. Pr.	k. Pr.	42	0
Hecht	0	10	80	0
Zander	0	k. Pr.	100	50
Barsch	0	0	71	0
Plötze	50	k. Pr.	25	0
Rapfen	k. Pr.	k. Pr.	100	k. Pr.
sonstige	k. Pr.	50	50	k. Pr.

Tab. 24: Prozentualer Anteil von Höchstmengenüberschreitungen von Quecksilber in der Muskulatur der Fische aus der Mulde „Dessau“ in den Zeiträumen 1995-1999 und 2000-2006 (k. Pr. – keine Proben)

2.7.3.3 Saale

2.7.3.3.1 Hexachlorbenzol, β -Hexachlorcyclohexan und DDT-gesamt

Wie bereits in den Kap. 2.7.2.1.3, 2.7.2.2.3 und 2.7.2.3.3 beschrieben, ist die organische Rückstandsbelastung der Fische aus der Saale als gering einzustufen. In den Jahren 1995-2006 wiesen nur 1 % der Fische geringfügige Höchstmengenüberschreitungen von DDT-gesamt (2 Aale) bzw. Hexachlorbenzol (1 Blei) in der Muskulatur auf.

2.7.3.3.2 Quecksilber

Die Quecksilber-Beanstandungsraten der Fische aus den einzelnen Saaleabschnitten sind in der Tab. 25 dargestellt. Die Fische im Bereich „Bad Kösen“ wiesen die geringsten Beanstandungsraten im Vergleich zu den Fischen aus den anderen Gewässerabschnitten auf. Während von 1995-1998 keine Höchstmengenüberschreitungen in der Muskulatur der Fische aus diesem Gewässerbereich zu verzeichnen waren, treten seit 1999 kontinuierlich Beanstandungsraten von 8-22 % auf. In den Jahren 2000-2006 waren zwei Bleie (40-45 cm, 1400 g-2090 g), ein Zander (60 cm, 2200 g) und eine Forelle (48 cm, 850 g) betroffen.

Bei Betrachtung der Beanstandungsraten der Fische aus der Saale „Wettiner Wehr“ und „Groß Rosenburg“ wird deutlich, dass sowohl im Zeitraum von 1995-1999 als auch in den Jahren 2000-2006 die Mehrzahl der Bleie, der Zander und der Rapfen nicht vermarktungsfähig gewesen wären.

	Beanstandungen in %					
	Saale Bad Kösen		Saale Wettiner Wehr		Saale Groß Rosenberg	
	1995-1999	2000-2005	1995-1999	2000-2005	1995-1999	2000-2005
Blei	0	50	0	50	40	83
Aal	0	0	33	17	0	10
Hecht	0	0	0	75	33	0
Zander	k. Pr.	33	33	50	100	85
Barsch	50	0	67	k. Pr.	50	k. Pr.
Plötze	0	0	0	0	0	0
Rapfen	k. Pr.	k. Pr.	k. Pr.	k. Pr.	100	100
sonstige	9	13	33	33	63	0

Tab.25: Prozentualer Anteil der Höchstmengenüberschreitungen von Quecksilber in der Muskulatur der Fische aus der Saale in den Zeiträumen 1995-1999 und 2000-2006 (k. Pr. – keine Proben)

Die Abb. 61-63 stellen die Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Zandern, Aalen und Bleien aus der Saale „Groß Rosenberg“ und „Wettiner Wehr“ in Abhängigkeit von der Länge der Fische dar.

Die Quecksilberkonzentrationen in der Muskulatur der Zander steigen wiederum mit der Größe der Tiere an (Abb. 61). Während sich der Medianwert der Quecksilbergehalte in der Muskulatur der 40-55 cm großen Tiere um die Höchstmenge bewegt, liegen die Quecksilber-Medianwerte der 56-80 cm großen Tiere deutlich oberhalb der zulässigen Höchstmenge.

Die Medianwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur der untersuchten Aale (Abb. 62) aller Größenklassen lagen unterhalb der Höchstmenge. Nur die längsten Tiere (61-72 cm) wiesen Höchstmengenüberschreitungen auf.

Es wurden Bleie ab einer Größe von 39 cm untersucht. Die Medianwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur lagen bereits ab dieser Größe deutlich über der zulässigen Höchstmenge (Abb. 63).

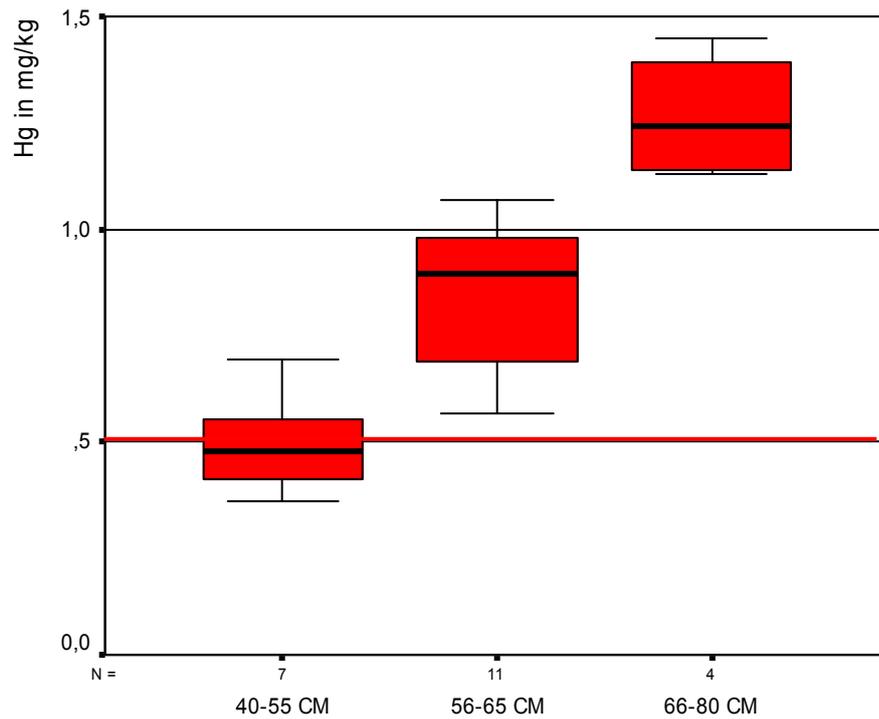


Abb. 61: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Zandern aus der Saale „Groß Rosenberg“ und „Wettiner Wehr“ von 2000-2006 in Abhängigkeit von ihrer Länge

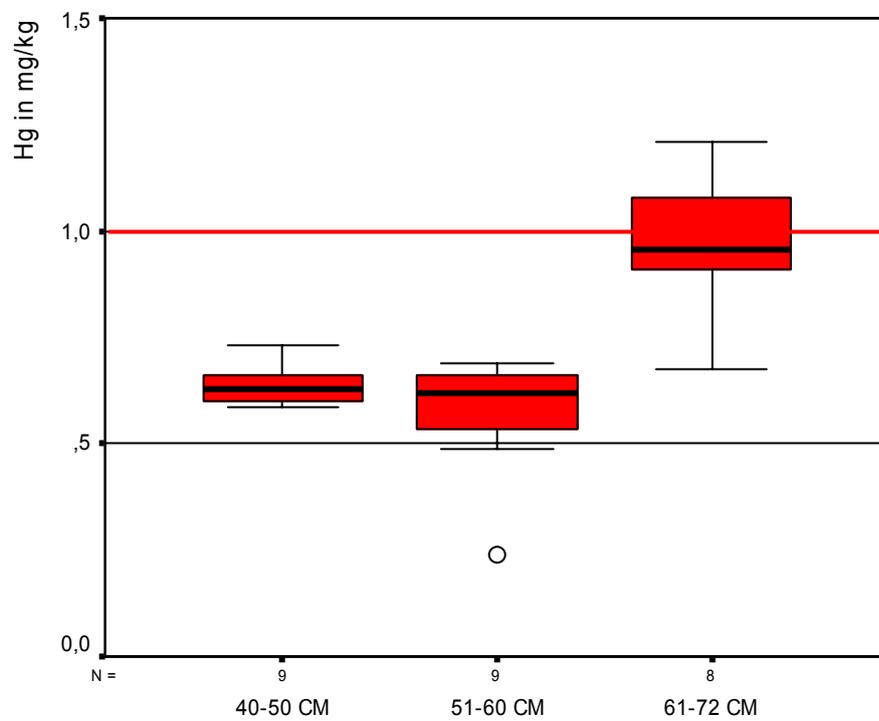


Abb. 62: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Saale „Groß Rosenberg“ und „Wettiner Wehr“ von 2000-2006 in Abhängigkeit von ihrer Länge

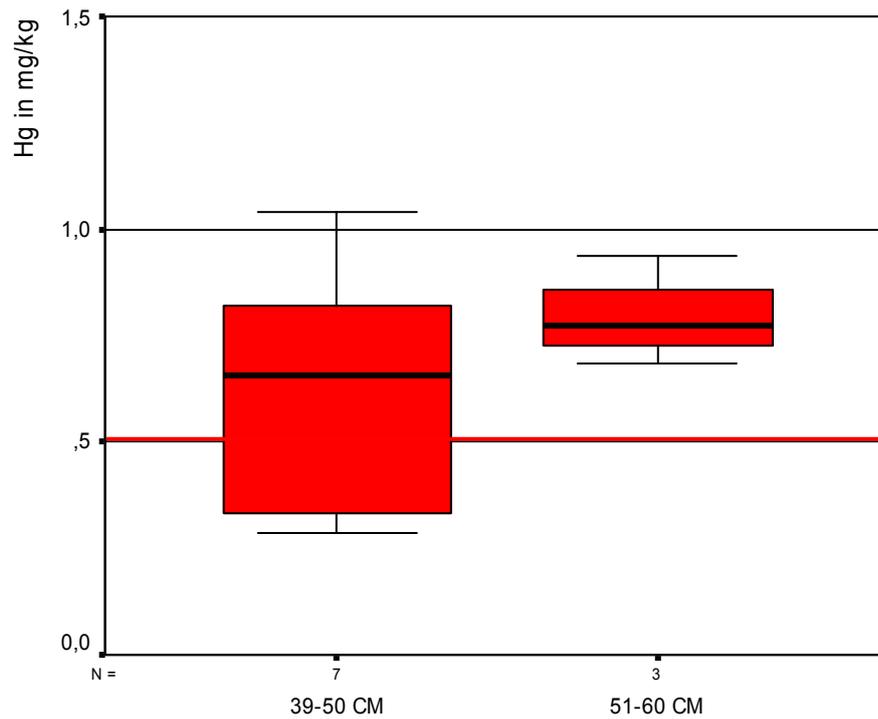


Abb. 63: Quecksilbergehalte in der Muskulatur von Bleien aus der Saale „Groß Rosenberg“ und „Wettiner Wehr“ von 2000-2006 in Abhängigkeit von ihrer Länge

2.8 Zusammenfassung der Ergebnisse

2.8.1 Elbe

- hohe organische Rückstandsbelastung der Aale
 - alle Tiergrößen betroffen
 - Rückstandsgehalte steigen mit dem Fettanteil der Aale
 - seit 2000 keine Höchstmengenüberschreitungen mehr bei anderen Fischarten
- mittlere Quecksilberbelastung
 - alle Elbabschnitte betroffen (seit 2000: ø 20 % Höchstmengenüberschreitungen)
 - Mittelwerte überschreiten zum Teil noch die Höchstmengen
 - deutliche Besserung im Bereich der Abschnitte „180-221 km“ und „259/291 km“
 - vorwiegend Raubfische mit Höchstmengenüberschreitungen
 - o insbesondere Zander und Rapfen betroffen (bis zu 100 %)
 - o in geringerem Prozentsatz Aal und Hecht beanstandet (aufgrund der doppelten zulässigen Höchstmenge)
 - o Anstieg der Quecksilbergehalte mit zunehmender Größe/Länge der Fische
 - seit 2000: keine Höchstmengenüberschreitungen mehr bei Güstern, Plötzen und Karpfen (geringer Stichprobenumfang)
 - seit 2000: 8 % Beanstandungen bei Bleien, Medianwerte liegen deutlich unterhalb der Höchstmenge

2.8.2 Mulde

Mulde „Dessau“:

- hohe organische Rückstandsbelastung
 - 70% der Aale mit β -HCH-Gehalten oberhalb der Höchstmenge
 - alle Tiergrößen betroffen
 - auch andere Fischarten (Bleie, Plötzen) mit Beanstandungen (β -HCH)
- mittlere Quecksilberbelastung
 - deutliche Besserung der Quecksilberbelastung
 - Mittelwerte liegen unterhalb der Höchstmenge
 - seit 2000: nur noch Zander mit Höchstmengenüberschreitungen

Mulde „unterhalb Stausee“:

- geringe organische Rückstandsbelastung
 - seit 2000: keine Höchstmengenüberschreitungen mehr (keine Untersuchung von Aalen)
- geringe Quecksilberbelastung
 - seit 2000: keine Höchstmengenüberschreitungen mehr

Mulde „oberhalb Stausee“:

- geringe organische Rückstandsbelastung
 - seit 2000: keine Höchstmengenüberschreitungen mehr (keine Untersuchung von Aalen)
- geringe Quecksilberbelastung
 - nur 1995 und 2004 Höchstmengenüberschreitungen (größere Friedfische)

2.8.3 Saale

Saale „Bad Kösen“:

- geringe organische Rückstandsbelastung
 - keine Höchstmengenüberschreitungen
- geringe Quecksilberbelastung
 - seit 2000: 8-17 % Beanstandungen (größere Raub- und Friedfische)

Saale „Groß Rosenberg“ und „Wettiner Wehr“:

- geringe organische Rückstandsbelastung
- hohe Quecksilberbelastung
 - Fried- und Raubfische unterschiedlicher Größen betroffen

2.9 Vorschläge für behördliche Maßnahmen

2.9.1 Freigabe von Flussabschnitten für die gewerbliche Fischerei

Eine unbeschränkte Freigabe der Gewässerabschnitte ist aufgrund der stark schwankenden Rückstandsgehalte der Fische als problematisch anzusehen. Zwar ist an einzelnen Gewässerabschnitten im Verlauf der Jahre eine deutliche Besserung der Schadstoff- und Rückstandssituation eingetreten, jedoch sind zum Teil noch erhebliche Belastungsspitzen zu verzeichnen. Diese Beanstandungspeaks sind auf verschiedene Ursachen zurückzuführen.

Bei den organischen Rückständen scheinen die Peaks mit vorangegangenen Hochwassern zu korrelieren, welche in den Jahren 1999, 2002 und 2005 auftraten. Ursache hierfür kann die Einspülung von belasteten Oberflächenmaterialien sein. Aber auch die Zunahme der Durchflussmenge im Fließgewässer mobilisiert bereits abgelagerte Sedimente und durch Zerstörung der Uferregionen können weitere Schadstoffquellen aktiviert werden. Der letztgenannte Punkt gilt übrigens ebenso für Baumaßnahmen.

Des Weiteren ist aber auch zu beachten, dass die Ergebnisse der Untersuchungen in erheblichem Maße durch die Probenahme beeinflusst werden. Die Fischart, die Fischgröße bzw. das Fischgewicht stehen in enger Korrelation zu den nachgewiesenen Schadstoff- und Rückstandsgehalten in der Muskulatur.

2.9.1.1 Elbe

Während in den Nebengewässern vorrangig die Quecksilberbelastung der Fische relevant ist (Ausnahme Mulde „Dessau“), werden bei den Fische aus der Elbe und der Mulde „Dessau“ sowohl Quecksilber- als auch organische Rückstandsgehalte oberhalb der zulässigen Höchstmengen verzeichnet. Dabei sind alle Elbabschnitte zu verschiedenen Zeiten mal mehr oder weniger stark betroffen. Auffällig ist, dass hinsichtlich einer organischen Belastung vorrangig bei Aalen Höchstmengenüberschreitungen nachgewiesen werden. Bei anderen Fischarten aus der Elbe wurden seit dem Jahr 2000 bis auf eine Ausnahme keine Höchstmengenüberschreitungen festgestellt. Somit wäre eine Freigabe der mit organischen Rückständen belasteten Flussabschnitte unter Ausklammerung der Aale vorstellbar.

Problematischer stellt sich hingegen die Quecksilberbelastung der Fische dar, da praktisch alle Fischarten betroffen sind. Dabei sind Raubfische i. d. R. stärker belastet als Friedfische. Innerhalb der Raubfischgruppe bestehen wiederum Unterschiede in den Beanstandungsraten, da verschiedene Höchstmengen für den Gehalt von Quecksilber in der Muskulatur existieren.

Am stärksten belastet und somit nicht vermarktungsfähig sind Zander und Rapfen, bei denen bereits die Medianwerte der Quecksilbergehalte in der Muskulatur oberhalb der zulässigen Höchstmengen liegen. Während der Zander ein beliebter Speisefisch ist, wird der Rapfen auf Grund seines Grätenreichtums nicht geschätzt. Eine Differenzierung nach der Größe ist irrelevant, da sowohl kleinere als größere Exemplare Quecksilber-Höchstmengenüberschreitungen in der Muskulatur aufweisen. Zudem dürfen Zander gemäß § 4 Fischereiordnung des Landes Sachsen-Anhalt (FischO

LSA) vom 11. Januar 1994, zuletzt geändert durch Verordnung vom 21.6.2006 (GVBl. LSA 2006, S. 368, 370), erst ab einer Größe von 50 cm gefangen werden.

Barsche wurden auch in den letzten Jahren zu ca. 50 % beanstandet. Kleinere Tiere speichern wesentlich geringere Quecksilbermengen als größere Tiere und dürften auch gefangen werden (keine Einschränkung durch FischO LSA). Während die Medianwerte dieser Tiere deutlich unterhalb der Höchstmenge liegen, wiesen Einzeltiere bereits in diesem Größenbereich Höchstmengenüberschreitungen auf. Allerdings war der Stichprobenumfang dieser Fischart relativ klein (im Zeitraum 2000-2006: 17 Tiere).

Die Fischart Hecht wies ebenso höhere Quecksilbergehalte in der Muskulatur auf, wurde jedoch aufgrund der doppelten zulässigen Höchstmenge zu einem wesentlich geringeren Anteil beanstandet.

Bei der Betrachtung der Medianwerte wären alle Tiere vermarktungsfähig. Allerdings wurden Einzelfische auch in den Jahren 2000-2006 bis zu 23% an einzelnen Gewässerabschnitten („385-455 km“) beanstandet. Hinzu kommt, dass Hechte gemäß § 4 FischO LSA erst ab einer Größe von 50 cm gefangen werden dürfen und vereinzelt Höchstmengenüberschreitungen bereits ab dieser Größe auftreten. Für eine Freigabe dieser Fischart zur gewerblichen Vermarktung sollten die Untersuchungsergebnisse in den nächsten Jahren abgewartet werden.

Weißfische, wie Bleie, Plötzen und Güstern, wurden bezüglich der Quecksilberbelastung wesentlich seltener beanstandet. Die Medianwerte lagen deutlich unterhalb der zulässigen Höchstmenge. Einzelne Messwerte überschritten nur geringfügig die Höchstmenge. Unter Einbeziehung der analytischen Streuung wären seit dem Jahr 2000 fast alle Tiere vermarktungsfähig gewesen. Für den Fall, dass umfangreiche Fischmengen hinsichtlich ihres Quecksilbergehaltes überprüft werden sollen, sieht zudem die Richtlinie 2001/22/EG der Kommission vom 8.3.2001 zur Festlegung von Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Kontrolle auf Einhaltung der Höchstgehalte für Blei, Cadmium, Quecksilber und 3-MCPD (3-Monochlorpropandiol) in Lebensmitteln (ABl. EG Nr. L 77, S. 14) die Entnahme von Einzelproben und eine anschließende Mittelwertbildung vor. Somit ist mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass die o.g. Weißfische den lebensmittelrechtlichen Anforderungen genügen. Allerdings werden diese Fischarten von den Verbrauchern in unserer Region wenig geschätzt, so dass sie für die Vermarktung nur eine geringe Bedeutung haben.

Zusammenfassend kann geschlussfolgert werden, dass die wirtschaftlich relevanten (bei den Verbrauchern beliebten) Fischarten aus der Elbe hinsichtlich der Quecksilbergehalte in der Muskulatur nicht oder nur mit Einschränkungen vermarktungsfähig wären und eine Freigabe der Elbe nur unter starken Beschränkungen erfolgen sollte. Bei weiterer positiver Entwicklung der Quecksilberbelastung in den nächsten Jahren ist die Freigabe bestimmter Fischarten für die gewerbliche Fischerei denkbar.

2.9.1.2 Mulde

2.9.1.2.1 Mulde „oberhalb Stausee“

Die Rückstandsbelastung der Fische aus der Mulde „oberhalb des Stausees“ kann als gering eingestuft werden. Die im Jahr 2004 festgestellten Quecksilber-Höchstmengensüberschreitungen betrafen nur sehr große Fischexemplare. Eine Freigabe dieses Gewässerabschnitts könnte (unter Hinweis auf die Problematik der Fischart/Fischgrößen-abhängigen Quecksilberspeicherung) in den nächsten Jahren erfolgen. Zu beachten ist jedoch, dass im gesamten Untersuchungszeitraum keine Aale untersucht wurden.

2.9.1.2.2 Mulde „unterhalb Stausee“

Da seit dem Jahr 2000 alle untersuchten Fische vermarktungsfähig gewesen wären, könnte eine Freigabe dieses Gewässerabschnitts erfolgen. Wiederum ist zu beachten, dass im gesamten Untersuchungszeitraum keine Aale untersucht wurden.

2.9.1.2.3 Mulde „Dessau“

Während sich die Quecksilberbelastung der Mulde „Dessau“ deutlich gebessert hat, ist nach wie vor die β -HCH-Belastung der Fische als problematisch anzusehen. Da diese nicht nur die Aale, sondern auch andere Fischarten, wie Bleie und Plötzen, betrifft, sollte dieser Gewässerabschnitt grundsätzlich nicht freigegeben werden. Aufgrund der langen Halbwertszeit von β -Hexachloryclohexan (durchschnittlich 8 Jahre) und dem nicht zu vermeidenden Neueintrag durch Hochwasser wird die Rückstandsproblematik auch in Zukunft bestehen bleiben.

2.9.1.3 Saale

2.9.1.3.1 Saale „Bad Kösen“

Die organische Rückstandsbelastung der Fische ist hier unauffällig. Quecksilber-Höchstmengensüberschreitungen treten seit dem Jahr 2000 zu 8-17 % auf, wobei größere Raub- und Friedfische betroffen sind. Bei Betrachtung der Einzelwerte fällt auf, dass diese nur geringfügig oberhalb der zulässigen Höchstmenge liegen. Unter Einbeziehung der analytischen Streuung wären bis auf einen größeren Zander alle Fische vermarktungsfähig gewesen. Daraus schlussfolgernd könnte dieser Gewässerabschnitt in den nächsten Jahren freigegeben werden.

2.9.1.3.2 Saale „Groß Rosenberg“ und „Wettiner Wehr“

Die Fische aus den Saaleabschnitten „Groß Rosenberg“ und „Wettiner Wehr“ weisen nur eine geringe organische Belastung auf. Allerdings wären in den letzten Jahren Fried- und Raubfische in

unterschiedlichen Größen aufgrund ihrer hohen Quecksilberbelastung nicht vermarktungsfähig gewesen. Aus diesem Grund sollte keine Freigabe dieses Gewässerabschnitts erfolgen.

2.9.2 Vorschläge zur Weiterführung des Fischmonitorings in Sachsen-Anhalt

Auf der Grundlage des Datenmaterials können folgende Vorschläge zur Weiterführung des Fischmonitorings in Sachsen-Anhalt unterbreitet werden:

1. Einsparung finanzieller Mittel durch ein geringeres Untersuchungsspektrum

Beim Monitoring wurden verschiedene Fischarten auf ein breites Rückstands- und Schadstoffspektrum untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass von den 50 untersuchten Stoffen nur einzelne Organochlorverbindungen (HCB, HCH-Isomere, DDT) und das Schwermetall Quecksilber relevant sind. Es ist zu begrüßen, dass seit dem Erlass von 2006 bezüglich der anorganischen Kontaminanten nur noch eine Untersuchung auf Quecksilber erfolgt. Die Prüfung dieser Möglichkeit bei den organischen Rückständen ergab hingegen, dass der Aufwand für die Analyse einzelner Stoffe im Vergleich zur Bestimmung des gesamten Spektrums aufgrund der gleichen Probenahme, Aufbereitung und Messung nahezu identisch ist. Eine Kostenersparnis ist daher nicht zu erwarten.

2. Standardisiertere Probenahmen für statistisch abgesicherte Ergebnisse

Bei der Auswertung der Daten wurde deutlich, dass die Beanstandungsraten stark von der Probenahme abhängig sind. Die Fischart, die Fischgröße und das Fischgewicht beeinflussen entscheidend die Rückstands- und Schadstoffgehalte in der Muskulatur. Um verlässliche Aussagen zur Entwicklung der Gewässerbelastung über die Jahre treffen zu können, müsste die Probenahme daher standardisierter erfolgen. Als Vorbild dafür könnte eine Richtlinie zur Probenahme und Probenbearbeitung des Umweltbundesamtes (Klein et al. 2003) dienen, die folgende Beprobung vorsieht:

- Fischart Brassen (Bleie) als Bioindikator
- 8-12 jährige Tiere (Schätzung anhand Länge und Gewicht, im Labor genaue Altersbestimmung anhand der Schuppen und Kiemendeckel)
- mindestens 20 Tiere pro Probenahme (aus statistischen Gründen)
- Probenahme nach der Laichperiode im August und September

Die Proben (Muskulatur u.a.) werden entnommen, eingefroren, homogenisiert und routinemäßig auf anorganische Elemente und organische Substanzen (Chlorkohlenwasserstoffe, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) untersucht.

3. Reduzierung des zu untersuchenden Fischartenspektrums

Die Probenahme sollte sich auf maximal drei Zielfischarten beschränken, um eine höhere Probenzahl je Fischart und damit statistisch repräsentativere Ergebnisse zu erreichen.

An erster Stelle ist die Fischart Blei (Brasse) zu empfehlen, die aus folgenden Gründen schon seit langem erfolgreich als Monitoringfisch eingesetzt wird (Gaumert 1996, Gaumert et al. 2000, Klein et al. 2003, Rüdell, H. u. M. Wimmer 2007):

- Blei:
- mittlere Belastung mit Schwermetallen und organischen Kontaminanten
 - weitgehend standorttreu (Hartmann u. Löffler 1977, 1978)
 - weit verbreitet, steht für langfristig wiederholbare Probenahmen zur Verfügung
 - spiegelt die „Belastungssituation“ der Gewässersohle (inklusive Sediment) und des Freiwasserkörpers wider (Klein et al. 2003)

Ein weiterer Vorteil der Nutzung dieser Fischart für das Monitoring wäre die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit den Daten des Umweltbundesamtes.

Zusätzlich zur Untersuchung der Bleie kämen auch die Fischarten Zander und Aal in Frage, die bereits von der Arge Elbe als Zielfischarten für Rückstands- und Schadstoffuntersuchungen genutzt wurden (Gaumert 1996, Gaumert et al. 2000, Gaumert et al. 2003) und sich durch folgende Eigenschaften auszeichnen:

- Zander:
- sehr geringer Fettgehalt in der Muskulatur
 - sehr geringe Belastung mit organischen Kontaminanten in der Muskulatur
 - Extremwert-Fisch (Maximum) für Quecksilber
 - weitgehend standorttreu (Gaumert et al. 2000)
 - beliebter Speisefisch

- Aal:
- hoher Fettgehalt in der Muskulatur
 - hohe Belastung mit organischen Kontaminanten in der Muskulatur
 - Extremwert-Fisch (Maximum) für organische Rückstände
 - nicht standorttreu
 - beliebter Speisefisch

4. Einsparung finanzieller Mittel durch Vermeidung doppelter Beprobungen, gegenseitige Abstimmung der Behörden und Austausch von Daten

Das Umweltbundesamt untersucht seit Jahren im Rahmen der Umweltprobenbank Indikatororganismen an repräsentativen Süßwasser-Standorten in Deutschland (Elbe, Saar, Rhein, Saale, Mulde, Belauer See) auf ein umfassendes Spektrum von Rückständen und Kontaminanten (Rüdell, H. u. Schröter-Kermani 2006, UBA 2007). Beim Vergleich der Probenahmestellen des Umweltbundesamtes und des Fischmonitorings in Sachsen-Anhalt fällt auf, dass die Probenahmestellen an der Mulde, der Saale und der Elbe nahezu identisch sind:

- Mulde „Dessau“,
- Saale „Wettiner Wehr“ und
- Elbe (Elbkilometer 296).

Um Doppelbeprobungen in Zukunft zu vermeiden, sollte entschieden werden, welche Behörde in Zukunft die Beprobungen an diesen Gewässerabschnitten durchführt. Es ist eine Abstimmung zwischen den Behörden und ein gegenseitiger Datenaustausch zu empfehlen.

5. Freigabe gering belasteter Gewässerabschnitte

Es kann die Freigabe von Gewässerabschnitten, die sich bei der Auswertung der Daten als gering belastet erwiesen haben, empfohlen werden. Dies würde folgende Flussabschnitte betreffen:

- Mulde „oberhalb Stausee“,
- Mulde „unterhalb Stausee“ und
- Saale „Bad Kösen“.

Im Falle der Nutzung dieser Gewässerabschnitte durch die gewerbliche Fischerei ist darauf zu verweisen, dass gemäß Art. 17 der VO (EG) 178/2002 prinzipiell die Fischer als Lebensmittelunternehmer im Rahmen der Eigenkontrolle dafür zu sorgen haben, dass die Fische den Anforderungen des Lebensmittelrechts genügen. Daneben sollten risikoorientiert weitere Beprobungen im Rahmen des Fischmonitorings bzw. anderer Überwachungsprogramme erfolgen, um den Status „gering belasteter Gewässerabschnitt“ zu überprüfen. Zusätzlich könnte dadurch die finanzielle Belastung der Fischer etwas reduziert werden.

2.9.3 Überarbeitung des Merkblattes für Angler in Sachsen-Anhalt

Das Merkblatt für Angler in Sachsen-Anhalt, welches 1998 vom Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Sachsen-Anhalt herausgegeben wurde, sollte überarbeitet werden.

Die Auswertung der Daten des Fischmonitorings ergab, dass nach wie vor die Mehrzahl der Aale aus der Elbe und der Mulde „Dessau“ Höchstmengenüberschreitungen organischer Rückstände in der Muskulatur aufweisen. Daher sollte im Sinne des vorbeugenden Verbraucherschutzes vom Verzehr von Aalen aus der Mulde „Dessau“ (ab Raguhn) und der Elbe gänzlich abgeraten werden. Hinzu kommt, dass aufgrund neuer Höchstmengen für Dioxine und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (seit November 2006) in Zukunft vermehrt mit Höchstmengenüberschreitungen bei dieser Fischart gerechnet werden muss. Das BfR wies in zwei Stellungnahmen auf diese Probleme hin (BfR 2005, BfR 2006). In verschiedenen Bundesländern, wie bspw. Rheinland-Pfalz oder Mecklenburg-Vorpommern wurden bereits Merkblätter erstellt (Merkblatt für Angler in Rheinland-Pfalz 2006) oder Pressemitteilungen veröffentlicht (Mitteilung des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Mecklenburg-Vorpommern 2004), die vom Verzehr von Aalen aus belasteten Gewässern (Elbe, Rhein, Nahe, Lahn, Ahr) abraten.

3. SCHLUSSWORT

Die ermittelten Beanstandungsraten zeigen, dass nach wie vor eine Rückstands- und Schadstoffbelastung der Fische aus der Elbe, Saale und Mulde existiert. Während sich die Quecksilberbelastung in einigen Flussabschnitten schon wesentlich gebessert hat, sind nach wie vor hohe organische Rückstandsgehalte in der Muskulatur fettreicher Fische (Aale) zu verzeichnen, die auf Grund der langen Halbwertzeiten dieser Stoffe auch in Zukunft bestehen bleiben werden. Hinsichtlich der gesundheitlichen Bewertung ist zu berücksichtigen, dass Überschreitungen der Höchstmengen nicht zugleich eine Gesundheitsgefahr für den Verbraucher bedeuten, da erhebliche Sicherheitsspannen bei der Festlegung von Höchstmengen eingerechnet werden (BfR 2005).

Im Rahmen des Fischmonitorings in Sachsen-Anhalt wurden umfangreiche Daten zur Schadstoff- und Rückstandsbelastung der Fische gesammelt. Hier ist zu empfehlen, diese Untersuchungen weiterzuführen, jedoch effizienter, repräsentativer und kostengünstiger zu gestalten.

Im Interesse des Verbrauchers sollte die gewerbliche Vermarktung der Fische aus belasteten Flussabschnitten weiterhin reglementiert werden. Für den Fall einer gewerblichen Vermarktung von Fischen aus freigegebenen Flussabschnitten sind die Fischer auf ihre Verantwortung als Lebensmittelunternehmer hinzuweisen.

4 LITERATURVERZEICHNIS

Anon. (2007):

Methylquecksilber. Kontaminant in der Nahrungskette.

www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/umweltanalytik/schadstoff/methylhg/

BfR (2004):

Quecksilber und Methylquecksilber in Fischen und Fischprodukten.

Stellungnahme des BfR vom 29. März 2004

www.bfr.bund.de

BfR (2005):

BfR sieht keine Gesundheitsgefahr durch überhöhte HCH-Gehalte in Fischen aus Mulde und Elbe.

Stellungnahme Nr. 031/2005 des BfR vom 18. August 2005

www.bfr.bund.de

BfR (2006):

EU-Höchstgehalte für Dioxine und dioxinähnliche PCB in Fisch schützen Vielverzehrer von fetthaltigem Fisch nicht immer ausreichend.

Gesundheitliche Bewertung Nr. 041/2006

http://www.bfr.bund.de/cm/208/eu_hoechstgehalte_fuer_dioxine_und_dioxinaehnliche_pcb_in_fisch.pdf

BGIA (2003):

DDT. Arbeitsmedizin und erste Hilfe.

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz, BGIA GESTIS Stoffdatenbank

www.hvbg.de/d/bia/gestis/stoffdb/index.html

BgVV (1998):

Holzschutzmittel gehören nicht in den Wohnbereich!

Pressemitteilung 3/1998 des Bundesinstituts für gesundheitlichen Verbraucherschutz und

Veterinärmedizin (BgVV) vom 26.02.1998

Cameron P. u. Smolka, S. (2005):

Über 300 Schadstoffe in der Muttermilch - Zeit für eine neue Chemikalienpolitik.

Studie des Bundes für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)

BgVV (1999):

Pressemitteilung: BgVV empfiehlt während der Schwangerschaft und Stillzeit den Verzehr bestimmter Fischarten einzuschränken.

www.bfr.bund.de/cms5w/sixcms/detail.php/866

Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) (1982):

Hexachlorcyclohexan-Kontamination -Ursachen, Situation und Bewertung. Kommission zur Prüfung von Rückständen in Lebensmitteln.

Mitteilung IX, H. Boldt Verlag, Boppard

EFSA (2004):

Methyl mercury in fish and fishery products.

http://ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants/information_note_mercury-fish_12-05-04.pdf

Gaumert, Th. (1996):

Schadstoffe in Elbefischen. Belastung und Vermarktungsfähigkeit.

Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe

Gaumert, Th., Löffler, J. u. M. Bergemann (2000):
Schadstoffe in Elbefischen. Belastung und Vermarktungsfähigkeit.
Wassergütestelle Elbe, Hamburg

Gaumert, Th., Bergemann, M. u. J. Löffler (2003):
Schwarze Elster, Mulde und Saale. Fischereibiologische Untersuchungen sowie Schadstoffbelastung
von Brassen, Aal und Zander in den Unterläufen der Elbenebenflüsse.
Wassergütestelle Elbe, Hamburg

Hartmann, J. u. H. Löffler (1977):
Tag/Nacht-Verteilung von Fischen im Bodensee.
Fischwirt 27, 27-28

Hartmann, J. u. H. Löffler (1978):
Saisonale bodennahe Verteilung von Fischen im eutrophischen Bodensee.
Arch. Hydrobiol. 83 (1), 69-79

Heinisch, E. (1992):
Umweltbelastung in Ostdeutschland. Fallbeispiele: Chlorierte Kohlenwasserstoffe.
Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt

Heinisch, E., Kettrup, A., Stechert, J., Hartmann, P., S. Wenzel-Klein, Schaffer, P., Lörinci, G. u. E.
Hörnicke (1994):
Produktions- und anwendungsverursachte Hexachlorbenzolkontaminationen in biotischen und
abiotischen Matrices.
in: Heinisch, E., Kettrup, A. u. S. Wenzel-Klein (Hrsg): Schadstoffatlas Osteuropa.
Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg, 25-30

Hofer, G. u. R. Lackner (1995):
Fischtoxikologie. Theorie und Praxis.
Gustav Fischer Verlag, Jena, 133-142

Klein, R., Bartel, M., Neitzke, M., Nentwich, K., Paulus, M., Quack, M. u. G. Wagner (2003):
Richtlinie zur Probenahme und Probenbearbeitung. Brassen (*Abramis brama*).
Umweltprobenbank des Bundes
Universität Trier, Biogeographie

Krüger, F. (2005):
Schadstoffe in der Hochwasserwelle.
in: M. Böhme, M., Krüger, F., Ockenfeld, K u. W. Geller: Schadstoffbelastung nach dem Elbe-
Hochwasser 2002, 28-36

Krüger, F., Klemm W., Thieken. A., Weiss, H. u. P. Wycisk (2005):
Schadstoff – Definition, Herkunft?
in: M. Böhme, Krüger, F., Ockenfeld, K u. W. Geller: Schadstoffbelastung nach dem Elbe-
Hochwasser 2002, 10-27

Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Mecklenburg-Vorpommern
(2004):
Landwirtschaftsministerium rät zur Vorsicht beim Verzehr von selbstgefangenen Elbfischen.
Pressemitteilung vom 29.04.2004
www.openPR.de

Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz, Rheinland-Pfalz (2006):
Merkblatt für Angler in Rheinland-Pfalz.
www.wasser.rlp.de/servlet/is/483/Merkblatt_Angler.pdf?command=downloadContent&filename=Merkblatt_Angler.pdf

Rüdel, H. u. Ch. Schröter-Kermani (2006):
Die Umweltprobenbank des Bundes als Instrument zur Untersuchung der Relevanz „Neuer Schadstoffe“ in Gewässern.
Mitt. Umweltchem. Ökotox. 12/2006/Nr. 1

Rüdel, H. u. M. Wimmer (2007):
Strategie für ein stoffangepasstes Gewässermonitoring.
Fraunhofer Institut, Institut für Molekularbiologie und angewandte Ökologie
Hrsg: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien

Streit, B. (1994):
Lexikon Ökotoxikologie.
VCH-Verlag, Weinheim, 2. Aufl.

Thielen, A. H. (2001):
Schadstoffmuster in der regionalen Grundwasserkontamination der mitteldeutschen Industrie und Bergbauregion Bitterfeld-Wolfen.
Dissertation. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

UBA (Umweltbundesamt) (2007):
www.umweltprobenbank.de

Voigt, F. u. P. Martin (2007):
Rückstandssituation bei Wildfischen in Sachsen-Anhalt.
Landesamt für Verbraucherschutz Sachsen-Anhalt, Fachbereich Veterinärmedizin

5 ANHANG

- Anlage 1: Runderlass des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 24.10.1994 zur Durchführung eines Fischüberwachungssystems in Sachsen-Anhalt
- Anlage 2: Runderlass des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vom 06.09.1995 - 02-42805/3.3 zur Durchführung eines Fischüberwachungssystems in Sachsen-Anhalt
- Anlage 3: Runderlass des Ministeriums für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt vom 23.01.1998 - 806-42805/3.3 zur Weiterführung des Fischüberwachungssystems in Sachsen-Anhalt ab 1998 und Folgejahre
- Anlage 4: Runderlass des Ministeriums für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt vom 01.12.2000 - 67-42805/3.3 zur Weiterführung des Fischüberwachungssystems in Sachsen-Anhalt ab 2001 und Folgejahre
- Anlage 5: Gemeinsamer Runderlass des Ministeriums für Gesundheit und Soziales und des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt vom 16.06.2006 – 26a-42805/4.3 zur Weiterführung des Fischüberwachungssystems in Sachsen-Anhalt ab 2006 und Folgejahre
- Anlage 6: Prüfmethode 4.3-0025-03 - Bestimmung von persistenten Pestiziden und Schadstoffen
- Anlage 7: Verfahrensanweisung zum Nachweis von Organochloriden (OC) und phosphororganischen Insektiziden (POI) in tierischem Material
- Anlage 8: Prüfmethode 13.0001.00 - Mikrowellenbeheizter Druckaufschluss von Proben zur Bestimmung von Metallen
- Anlage 9: Prüfmethode 13.0001.01 - Bestimmung von Quecksilber in Lebensmitteln mit Hilfe der Kaltdampf - AAS und der Fliessinjektionstechnik
- Anlage 10: Abb. A1: Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrem Fettanteil
- Abb. A2: β -Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrem Fettanteil
- Abb. A3: DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrem Fettanteil

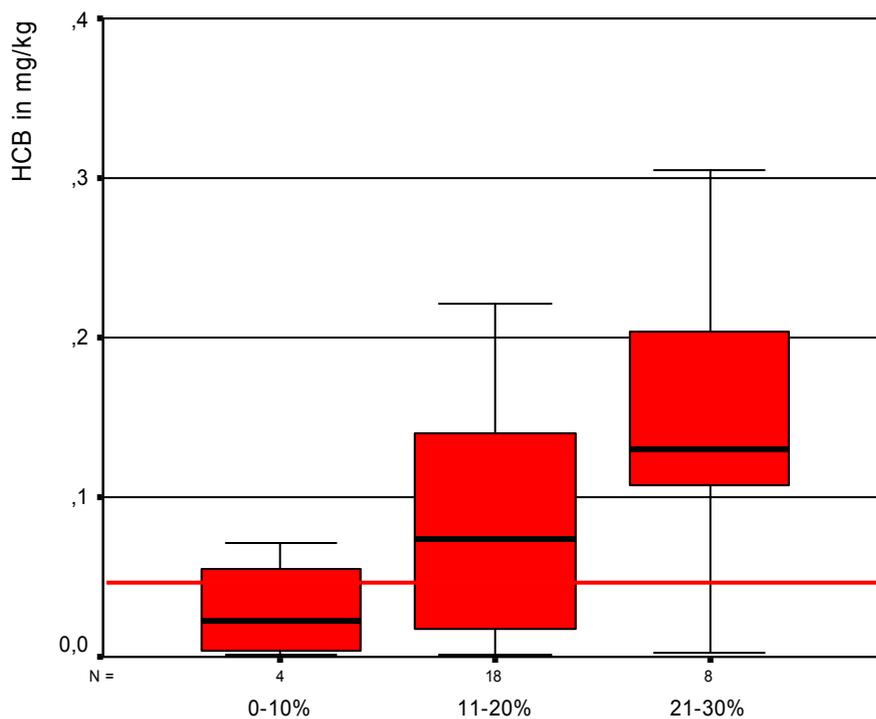


Abb. A1: Hexachlorbenzolgehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrem Fettanteil

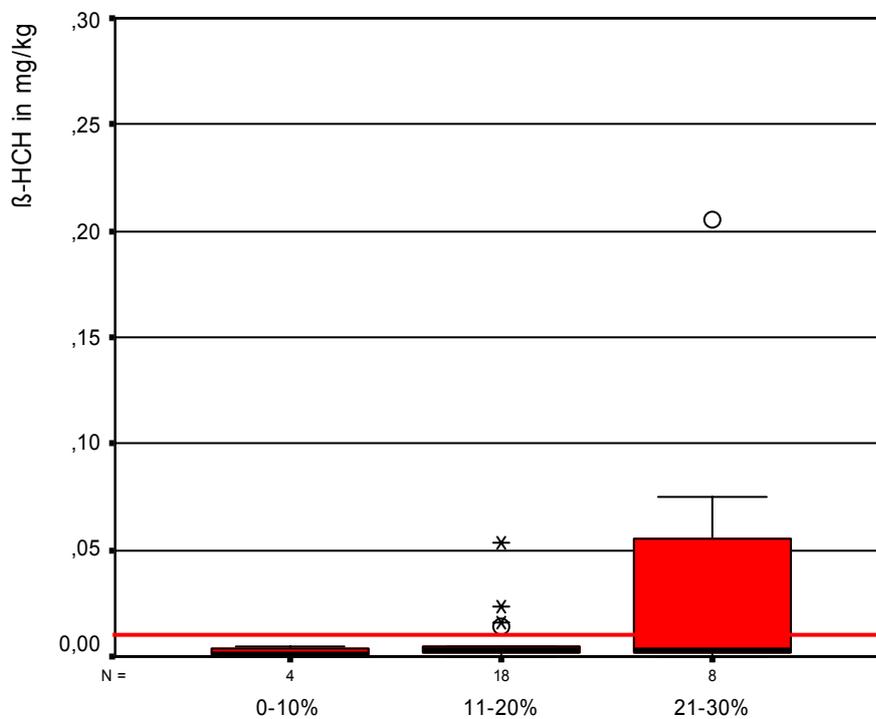


Abb. A2: β-Hexachlorcyclohexangehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrem Fettanteil

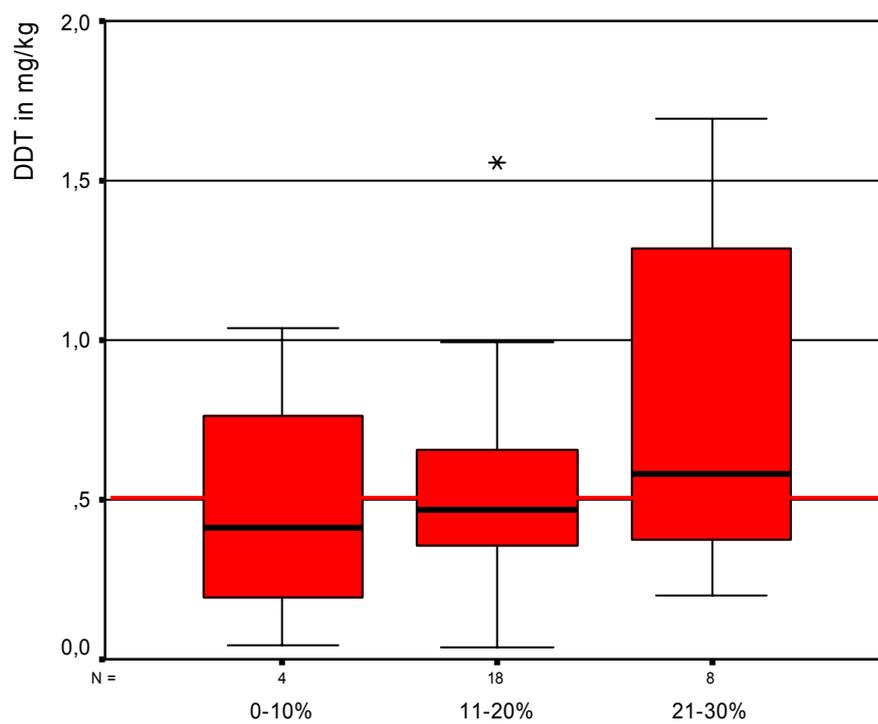


Abb. A3: DDT-gesamt-Gehalte in der Muskulatur von Aalen aus der Elbe von 2000-2005 in Abhängigkeit von ihrem Fettanteil

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Hausarbeit ohne unzulässige Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt zu haben. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche in der Arbeit kenntlich gemacht.

Halle, den 09.04.2007

Silke Rätzel