

Referenzmeßprogramm für allergene und kanzerogene Luftschadstoffe

Messung von Dioxinen und Furanen (PCDD/F)

Unter dem Begriff Dioxine werden insgesamt 210 Einzelverbindungen (Dioxine und Furane) zusammengefasst. Besondere Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit erlangten sie nach dem großen Chemieunfall 1976 im italienischen Seveso, bei dem große Mengen 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin (kurz: TCDD) in die Umwelt gelangten. Den Wissenschaftlern sind Dioxine seit mehr als 30 Jahren als Umweltchemikalie bekannt. Das TCDD wurde 1957 erstmals beschrieben. Es ist die Verbindung mit der vergleichsweise höchsten Toxizität in der Verbindungsklasse. Die Wirkung der Dioxine auf den Menschen ist abhängig von der Anzahl und der Lage der Chloratome im Molekül (2,3,7,8-Position). Nur 17 Verbindungen besitzen diese Chlorverteilung.

Der Chemieunfall in Seveso führte zu einer intensiven wissenschaftlichen und auch gesellschaftlichen Auseinandersetzung mit dieser Verbindungsklasse. Neuere Erkenntnisse zu Wirkungen der Dioxine und Furane führten zu einer Neubewertung der PCDD/F durch die WHO. 1990 empfahl die 34. Umweltministerkonferenz den Ländern die Durchführung von Dioxinmessprogrammen mit folgenden Zielstellungen:

- Feststellung der allgemeinen Dioxinbelastungen,
- Lokalisierung wichtiger Emissionsquellen und
- Einleitung gezielter Maßnahmen zur Reduzierung des Dioxineintrages in die Umwelt.

In Abstimmung mit dem Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt koordiniert die Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie seit 1993 ein Chloraromaten-Dioxin-Messprogramm. Gemessen wurde und wird in folgenden für die Umwelt bedeutenden Bereichen:

- mögliche Dioxinquellen (ausgewählte industrielle Anlagen),
- Luft (Immission) in städtischen Siedlungsräumen,
- Boden (verschiedene Nutzungsarten),
- Aufwuchs (Pflanzen) auf den untersuchten Bodenstandorten,
- Flusssedimente sowie
- Klärschlämme.

Neben den Dioxinen wurden auch weitere krebserregende und allergene Umweltschadstoffe wie polychlorierte Biphenyle, polychlorierte Benzole und polychlorierte Phenole, PAK sowie Schwermetalle in das Programm einbezogen. Im Folgenden werden einige Ergebnisse vorgestellt.

Luft

Deposition (Staubniederschlag)

Bei der Deposition zeigt sich seit Messbeginn an der für Thüringen ausgewählten Langzeit-Messstelle Erfurt, Krämpferstraße eine Abnahme der Dioxinbelastung. 1997 wurde erstmals der Zielwert des LAI (Empfehlung) von 15 pg I-TEQ/(m²d) unterschritten. Seit nunmehr 5 Jahren liegen die Jahresmittelwerte deutlich unter 5 pg I-TEQ/(m²d) (1 pg = 10⁻¹² g = 0,000.000.000.001 g).

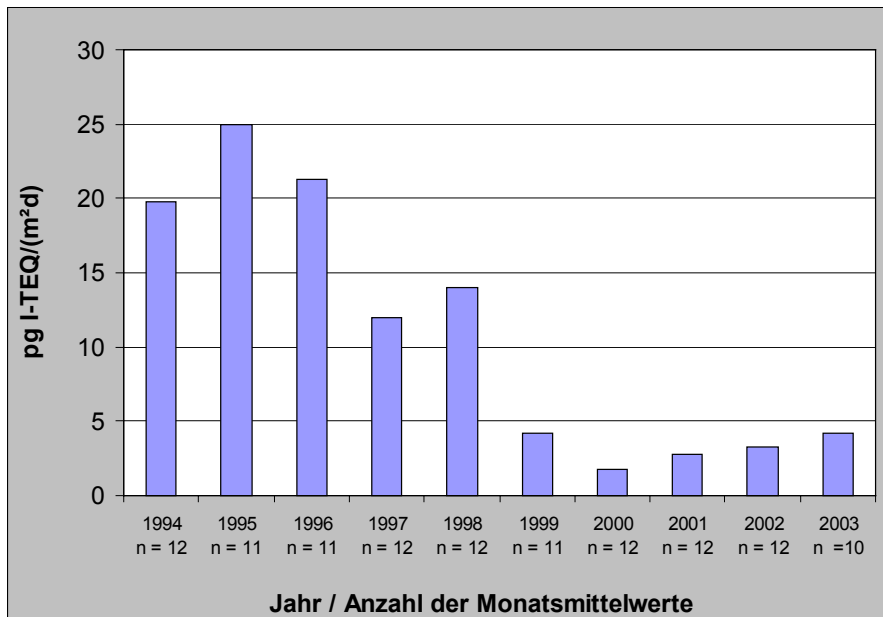


Abbildung 1: Verlauf der PCDD/F-Gehalte (Jahresmittelwerte) in der Deposition für den Zeitraum 1993 bis 2003 an der Messstelle Erfurt, Krämpferstraße

Schwebstaub

Der vom LAI empfohlene Zielwert der Immissionsbelastung von 150 fg I-TEQ/m³ (1 fg = 10⁻¹⁵ g = 0,000.000.000.000.001 g) wurde von Beginn der Messung an unterschritten. Die Immissionskonzentrationen verliefen bis 1997 relativ konstant, nahmen dann zum Jahr 2000 ab und stagnierten seitdem auf diesem niedrigen Niveau.

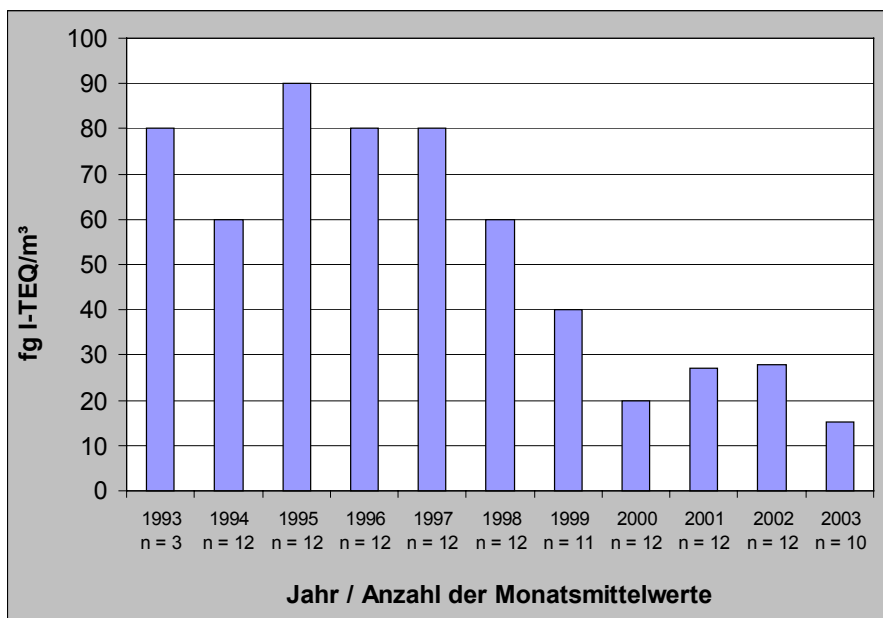


Abbildung 2: Verlauf der PCDD/F-Gehalte (Jahresmittelwerte) im Schwebstaub für den Zeitraum 1993 bis 2003 an der Messstelle Erfurt, Krämpferstraße

Die Dioxin-Jahresmessreihen von Deposition und Schwebstaub weisen typische Jahresgänge aus. Im Winter ist die Belastung höher als im Sommerhalbjahr. Dies ist auf den Einfluss des Hausbrandes und die schlechteren Luftaustauschbedingungen zurückzuführen.

Die ermittelten Dioxinwerte sind repräsentativ für städtische Gebiete. Einjahresmessreihen in den Städten Gera, Greiz und Weimar lagen in der Größenordnung der Erfurter Werte und bestätigen damit die Eignung der Luftmessstation Erfurt, Krämpferstraße als Thüringer Referenzmessstelle.

Die höheren Jahresmittelwerte Anfang bis Mitte der 90er Jahre sowohl in der Deposition als auch im Schwebstaub sind auf den damals noch hohen Anteil fester Brennstoffe für Heizzwecke und die damit verbundenen erhöhten energiespezifischen Dioxinemissionen zurückzuführen.

Der deutliche Rückgang läuft konform mit der verstärkten Umstellung der Energieträger im Haushalt und Gewerbe auf Erdgas bzw. Erdöl, einer Verbesserung der Abgasreinigungstechnik, auch dem Einsatz der Katalysatoren in den Kraftfahrzeugen, dem Verbot von chlorhaltigen Zusatzstoffen in Kraftstoffen sowie dem Wegfall vieler Emittenten durch die Schließung von Betrieben.

Abbildung 3: Luftmessstation Erfurt, Krämpferstraße

Boden

Die Thüringer Böden weisen in Abhängigkeit von der Bodennutzung unterschiedliche Dioxingehalte auf.

Tabelle 1: Dioxingehalte in Böden nach Bodennutzung

Nutzung	Anzahl der Messwerte	Median	X _{min}	X _{max}
		ng I-TEQ/kg TS		
Ackerland	31	1,2	0,1	2,8
Grünland	25	2,2	0,6	4,1
Wald				
- Auflage mit Mineralboden	6	15,0	3,9	21,0
- Auflage	10	28,0	14,0	63,0
- Oberboden	10	3,6	0,6	32,0
Überschwemmungsgebiete, davon	50	6,2	0,8	60,0
- Saale	3	3,3	1,3	3,9
- Weiße Elster	8	13,0	8,7	26,0
- Werra	4	6,2	2,4	8,3
- Unstrut	5	9,6	5,9	16,0
- Ilm	5	6,2	5,5	11,0
- Pleiße	11	18,8	10,0	60,0
- Gera	3	6,2	3,6	10,0
- Nesse/Hörsel	5	2,9	0,8	3,9
- Orla	6	6,2	3,1	51,0
Städtische Gebiete	19	5,4	0,6	33,0
Verdachtsflächen	48	2,8	0,1	1.350,0

Die untersuchten landwirtschaftlichen Nutzflächen sind nur gering belastet. Die PCDD/F-Werte der meisten Überschwemmungsgebiete unterscheiden sich deutlich von den Hintergrundwerten der landwirtschaftlich genutzten Böden.

Bei einer landwirtschaftlichen Nutzung der Überschwemmungsgebiete sollten die Hinweise der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Dioxine beachtet werden, insbesondere bei Werten oberhalb von 40 ng I-TEQ/kg TS. Die Werte von Wald-, Industrie- und Stadtböden liegen bei bzw. unterhalb der Durchschnittswerte westdeutscher Vergleichsgebiete. Der Median der Industrieböden liegt bei 2,8 ng I-TEQ/kg TS. Nur auf einem Kabelab-brennplatz mit einer Fläche von ca. 100 m² wurde ein relativ hoher Wert von 1.350 ng I-TEQ/kg TS gefunden. Dieser Wert übersteigt aber noch nicht den Sanierungswert aus der Bodenschutzverordnung für industriell genutzte Böden von 10.000 ng I-TEQ/kg TS. Die Beständigkeit der Dioxine im Boden zeigen Wiederholungsanalysen auf sieben Dauerbeobachtungsflächen. Die PCDD/F-Gehalte auf diesen Standorten haben sich nach sechs Jahren nicht signifikant geändert.

Pflanzen

Die Dioxingehalte der Pflanzen (Gras, Kräuter) bewegte sich im Bereich von 0,003 bis 8,2 ng I-TEQ/kg TS. In landwirtschaftlich genutzten Gebieten wurden Konzentrationen niedriger als 1 ng I-TEQ/kg TS ermittelt. Mit Ausnahme einer Probe (Gras unmittelbar neben einer Deponie) überstiegen die anderen Werte den für Gemüse tolerierbaren PCDD/F-Gehalt von 3 ng I-TEQ/kg TS nicht.

Sedimente

Die Sedimente des Thüringer Saaleunterlaufes, sowie von Gera, Nesse und Unstrut sind nur gering belastet und entsprechen in etwa der Hintergrundbelastung. Die Sedimente von Pleiße, Weißer Elster, Ilm, Orla, Hörsel, des Thüringer Saaleoberlaufes und der Hohenwartetalsperre weisen mit Werten von maximal 25 ng I-TEQ/kg TS auf einen industriellen Eintrag hin.

Abbildung 4: Blick auf die Weiße Elster bei Gera

Die ermittelten Werte der Bleilochtalsperre sind mit einem Durchschnitt von 97 ng I-TEQ/kg TS für Thüringer Verhältnisse relativ hoch. Sie stellen jedoch aufgrund der sehr geringen Mobilität der Dioxine in diesen tiefliegenden Sedimenten keinen Anlass zur Besorgnis dar.

Abbildung 5: Blick auf die Bleilochtalsperre

Zum Vergleich liegen die PCDD/F-Belastungen der Sedimente des Rheins zwischen Basel und Rotterdam im Bereich von 21 bis 310 ng I-TEQ/kg TS und der Elbe zwischen Dresden und Hamburg bei 36 bis 127 ng I-TEQ/kg TS.

Klärschlamm

Die Belastung der Klärschlämme hat in den letzten Jahren deutlich abgenommen. 1991 lagen noch 50 % der untersuchten Klärschlämme oberhalb des Grenzwertes für die landwirtschaftliche Nutzung von 100 ng I-TEQ/kg TS. 1994 überstieg bei einem Durchschnittswert von 14 ng I-TEQ/kg TS nur noch eine der untersuchten Proben, im Zeitraum 1998 bis 2000 keine mehr diesen Grenzwert. Der PCDD/F-Gehalt der Klärschlämme liegt in Deutschland in der Regel unter 50 ng I-TEQ/kg TS, häufig sogar unter 20 ng I-TEQ/kg TS.

Messung von Platingruppenelementen

Kraftfahrzeugemissionen enthalten als wesentliche Schadstoffe Produkte unvollständiger Verbrennung wie Kohlenmonoxid, Aldehyde und unverbrannte Kohlenwasserstoffe sowie Stickoxide. Durch Platingruppenmetalle als 3-Wegekatalysatoren bei Ottomotoren und als Oxydationskatalysatoren bei Dieselmotoren werden die Verbrennung verbessert und die Stickoxide reduziert. So kann der Ausstoß dieser Schadstoffe um ca. 90 % verringert werden.

Obwohl sich das Katalysatormaterial bei diesen Prozessen chemisch nicht verändert, können kleine Mengen in feinstverteilter Form durch mechanischen Abrieb in die Umwelt gelangen und finden sich hauptsächlich in Luft- und Straßenstaub wieder.

Nach aktuellen Untersuchungen am Motorenprüfstand kann man von Platin-Emissionen zwischen 10 ng/m³ bis 100 ng/m³ ausgehen. Bei Palladium liegt diese Konzentration etwa um den Faktor 10 höher.

1996 durchgeführte orientierende verkehrsnaher Luftschadstoffmessungen in Frankfurt a. M. ergaben Konzentrationen für Platin von 300 pg/m³, für Rhodium, Ruthenium und Palladium von je 20 pg/m³ und für Iridium von 30 pg/m³. Da Platin wesentlich teurer ist als die anderen Platinmetalle, wird sich das Verhältnis von Platin zu den anderen Platinmetallen auch in den nächsten Jahren weiter verändern. Wasserlösliche Platinverbindungen werden von Pflanzen aufgenommen und gelangen so in die menschliche Nahrungskette. Diese Platinverbindungen besitzen eine sensibilisierende (Schleimhautreizungen, Bronchialasthma usw.), chlorierte Platinverbindungen auch kanzerogene Wirkung auf den Menschen. Die gefundenen Korngrößenverteilungen reichen bis in den Nanometerbereich. Dies dürfte sich auf die Löslichkeit und Bioverfügbarkeit auswirken. Derzeit ist jedoch noch nicht klar, ob unter diesen Umständen Effekte im menschlichem Organismus hervorgerufen werden.

Palladiumverbindungen zeigen eine höhere Bioverfügbarkeit und ein höheres allergenes Potenzial als die des Platins. Im Gegensatz zu Platin wirkt Palladium auch in metallischer Form allergieauslösend. Über Rhodium liegen diesbezüglich keine Daten vor.

Um die Datenlage europaweit zu verbessern läuft seit 1997 ein EU-Projekt, das die Beurteilung der Risiken für Mensch und Umwelt ermöglichen soll. Auch der Länderausschuss für Immissionsschutz beschäftigt sich seit längerem mit dieser Problematik. Die vorliegenden Messungen wurden im Rahmen des Messprogramms allergene und kanzerogene Luftschadstoffe an der Messstation Erfurt, Krämpferstraße erhoben. Sie verbessern die Datenlage zur Exposition und verfolgen die Entwicklung der Luftbelastung durch die Platinmetalle.

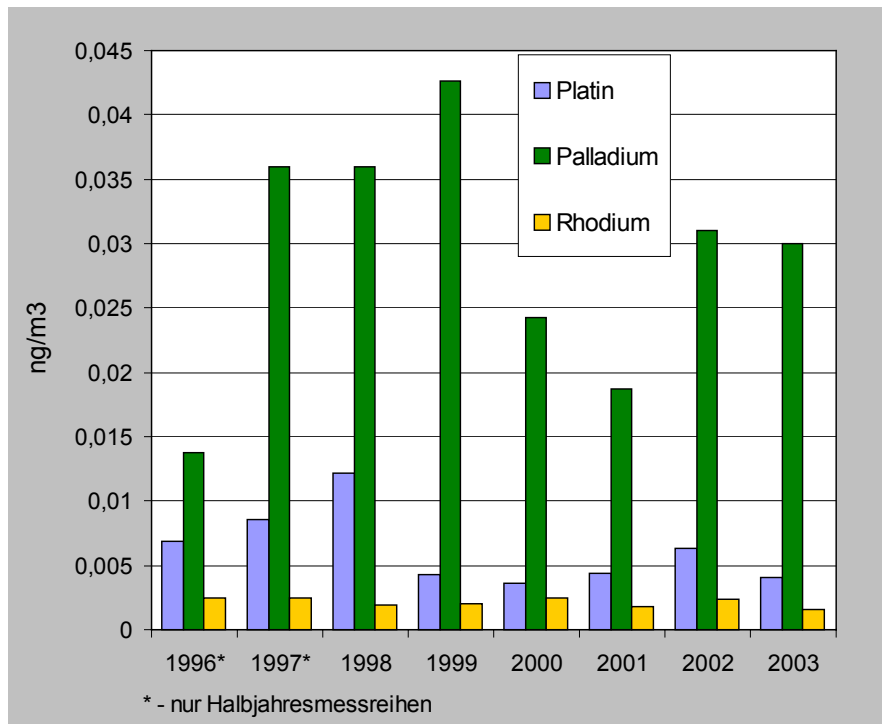


Abbildung 6: Entwicklung der Konzentration der Platinmetalle in der Luft am Standort Erfurt, Krämpferstraße

Die Konzentrationen der Platinmetalle zeigt bis einschließlich 1999 den erwarteten Anstieg, der auf die Zunahme der mit Katalysatoren ausgerüsteten Fahrzeuge und den Anstieg des Palladiumanteils im Katalysatormaterial zurückzuführen ist. Seit 1999 änderte sich die Zusammensetzung der untersuchten Platinmetalle erwartungsgemäß zugunsten des Palladiums. Der seit dem Jahr 2000 zu verzeichnende Rückgang der Konzentration der Platinmetalle ist wahrscheinlich auf mechanisch stabilere Konstruktionen der Katalysatoren zurückzuführen.

Messung von polychlorierten Biphenylen in der Thüringer Umwelt

Polychlorierte Biphenyle (PCB) entstehen durch Einwirkung von Chlor auf Biphenyle. Insgesamt sind 209 Einzelverbindungen (Kongeneren) möglich, von denen sich ca. 100 in der Umwelt nachweisen lassen.

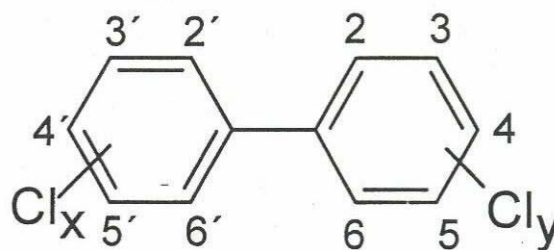


Abbildung 7: Allgemeine Strukturformel der PCB

Wasser- und Fettlöslichkeit, Reaktivität, Toxizität sowie Verteilung, Metabolisierung und Eliminationsverhalten im Organismus werden wesentlich vom Chlorierungsgrad beeinflusst. Aufgrund ihrer lipophilen Eigenschaften und ihrer Persistenz werden die PCB über fettreiche Nahrung, Milch und Milchprodukten (> 90 %) vom menschlichen Organismus aufgenommen und akkumulieren vorwiegend in Geweben mit hohen Fettanteilen. Die

Verweilzeit der PCB im menschlichen Körper beträgt mehrere Jahre. Symptome einer chronischen PCB-Vergiftung (insbesondere Chlorakne) traten auf, nachdem hochgradig kontaminierte Lebensmittel verzehrt worden waren (Reisölkrankheit). Bei Kontamination am Arbeitsplatz zeigten sich Akne, Komedone sowie Reizerscheinungen an der Haut und Erytheme. PCB können reproduktionstoxisch, mutagen, kanzerogen und immuntoxisch wirken.

Die Toxizität gegenüber aquatischen Organismen ist sehr unterschiedlich. Die akute Toxizität für Fische liegt in der Größenordnung von 0,8 µg/l. Um den Grad der PCB-Kontamination der Umwelt zu erfassen, werden sechs ausgesuchte Einzelsubstanzen (Indikator-PCB) analysiert. Um annähernd den gesamten PCB-Gehalt abzuschätzen wird mit einem Faktor von 5 multipliziert. In den letzten Jahren sind die coplanaren PCB verstärkt in Umweltstudien aufgenommen worden. Dabei handelt es sich um PCB, die in ortho-Stellung keinen oder nur einen Chlorsubstituenten aufweisen. Dies sind 12 Verbindungen, die dioxinähnliche Eigenschaften aufweisen und gemeinsam mit den Dioxinen analysiert und bewertet werden. Durch diese neue Bewertung der coplanaren PCB wird auch eine Neubewertung der Gesamt-PCB erforderlich. In den alten Bundesländern wurde die Verwendung von PCB in offenen Systemen bereits 1978 untersagt, 1983 die PCB-Produktion verboten und seit 1998 dürfen auch keine Produkte und Geräte, die mehr als 50 mg PCB/kg enthalten, hergestellt, verwendet, importiert oder exportiert werden.

In Thüringen wurden im Rahmen des „Chloraromaten-Dioxin-Messprogramms“ die Belastung der Umwelt durch PCB in den verschiedenen Umweltmatrices und auch im Programm „Ableitung von nutzungsabhängigen Normwerten für organische Schadstoffe in den Böden des Freistaates Thüringen“ zusätzliche Bodenwerte erhoben. Dabei wurden die Indikator-PCB und die drei wichtigsten coplanaren PCB mit den Ballschmider-Nummern 77, 128 und 169 analysiert.

Luft

Schwebstaub

Tabelle 2: PCB-Gehalt im Schwebstaub Messstelle Erfurt, Krämpferstraße

	n	Median	arithmetisches Mittel PCB (ng/m ³)	Min	Max
Erfurt, Krämpferstraße, 1994	12	1,5	1,4	0,33	2,8
Erfurt, Krämpferstraße, 1995	11	0,54	0,57	0,17	1,1
Erfurt, Krämpferstraße, 1996	12	0,24	0,42	0,06	1,2
Erfurt, Krämpferstraße, 1997	12	0,38	0,45	0,09	1,2
Erfurt, Krämpferstraße, 1998	12	0,17	0,23	0,11	0,47
Erfurt, Krämpferstraße, 1999	11	0,09	0,13	0,07	0,41
Erfurt, Krämpferstraße, 2000	12	0,15	0,36	0,027	1,1
Erfurt, Krämpferstraße, 2001	12	0,05	0,05	0,031	0,08
Erfurt, Krämpferstraße, 2002	12	0,059	0,044	0,008	0,205
Erfurt, Krämpferstraße, 2003	10	0,034	0,015	0,003	0,127

Die gemessenen Werte der mittleren PCB-Gehalte (6 PCB) des Schwebstaubes zeigen eine deutliche Abnahme der PCB-Belastung an der Messstelle in Erfurt, Krämpferstraße von 1,4 ng/m³ im Jahr 1994 auf 0,015 ng/m³ im Jahr 2003. Bemerkenswert sind die im Jahr 2000 erhöhten PCB-Werte. Sie liegen in der Größenordnung der Werte von 1997. Auffällig sind dabei die Belastungen im ersten Halbjahr 2000 mit 0,66 ng/m³, insbesondere in den Monaten Januar, Februar, Mai und Juni. Er liegt in der Größenordnung der Werte des Jahres 1995. Im 2. Halbjahr betrug der Mittelwert 0,057 ng/m³ und passt zu

den Werten der nachfolgenden Jahre. Die Ursache für diese hohen PCB-Werte, konnte nicht ermittelt werden.

Deposition (Staubniederschlag)

Tabelle 3: PCB-Gehalte in der Depositionen an der Messstelle Erfurt, Krämpferstraße

	n	Median	arithmetisches Mittel PCB in ng/(m ² d)	Min	Max
Erfurt, Krämpferstraße, 1994	12	372	987	67	4520
Erfurt, Krämpferstraße, 1995	11	377	500	121	1850
Erfurt, Krämpferstraße, 1996	12	169	339	70	896
Erfurt, Krämpferstraße, 1997	12	257	355	96	915
Erfurt, Krämpferstraße, 1998	12	71	80	53	137
Erfurt, Krämpferstraße, 1999	11	73	70	19	131
Erfurt, Krämpferstraße, 2000	12	47	128	2,6	596
Erfurt, Krämpferstraße, 2001	12	7	7,3	1,2	17,1
Erfurt, Krämpferstraße, 2002	12	7,0	6,2	0,6	12,2
Erfurt, Krämpferstraße, 2003	10	1,2	2,7	0,5	11,0

Die mittlere PCB-Belastung sank von 987 ng/(m²d) im Jahr 1994 auf deutlich weniger als 10 ng/(m²d) in den letzten Jahren. Wie schon beim Schwebstaub zeigt auch der PCB-Gehalt bei der Deposition im Jahr 2000 mit 128 ng/(m²d) einen mit dem Jahr 1996 vergleichbaren hohen Wert. Mit einem Mittelwert von 324 ng/(m²d) konzentriert sich die Belastung wieder auf das erste Halbjahr. Im Gegensatz zum Schwebstaub liegt die höchste Belastung mit rund 500 bzw. 600 ng/(m²d) in den Monaten März und April.

Boden

In der nachfolgenden Tabelle sind Untersuchungsergebnisse für die Summe der 6 Kongenere (PCB₆) in Abhängigkeit von Standort und Nutzung zusammengefasst.

Tabelle 4: PCB₆-Gehalt auf Thüringer Böden. Der PCB₆-Gehalt der einzelnen untersuchten Böden liegt zwischen < 0,5 und 49.000 µg/kg TS.

	Anzahl	PCB ₆ (µg/kg TS)				
		Median	arithmetisches Mittel	90er Perzentil	Min	Max
Ackerland	29	4	9,2	11	1,2	120
Grünland	28	3	4	6,8	1,3	15
Wald, Auflage + Oberboden	6	11	30	73	7	114
Wald, Oberboden	10	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6
Wald, Auflage	10	< 6	< 6	9	< 6	10
Siedlungsflächen	14	21	25	43	< 6	93
Kleingartenanlagen	10	8,4	18	24	1,3	107
Überschwemmungsgebiete	42	7,6	17	46	< 3	79
Industriestandorte	51	19	1.721	239	< 0,5	49.039

Niedrige mediane PCB₆-Gehalte < 6 µg/kg TS weisen die land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden auf. Im Vergleich zur land- und forstwirtschaftlichen Nutzung erhöht ist der mediane PCB-Gehalt von Siedlungsflächen, Kleingartenanlagen und Überschwemmungsgebieten. Der Vorsorgewert aus der BBodSchV (1999) von 50 µg PCB₆/kg TS für

Böden mit einem Humusgehalt < 8 % wird jedoch nur durch Maximalwerte überschritten. Prüfwerte für die verschiedenen Schutzgüter werden nicht erreicht.

Die höchsten PCB-Konzentrationen wurden im Rahmen des Chloraromaten-Dioxin-Messprogramms auf dem Betriebsgelände einer Elektronik Firma und eines Kondensatorenwerkes gefunden. Drei dieser Proben überschreiten auch den Prüfwert der BBodSchV (1999) für Park- und Freizeitanlagen bei direkter und inhalativer Aufnahme von 2.000 µg PCB₆/kg TS. Die PCB-Belastung beschränkt sich jedoch auf das Betriebsgelände und ist als „punktuell“ anzusehen.

Klärschlamm

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse zweier Messkampagnen 1993 bis 1995 und 1998 bis 2000.

Tabelle 5: PCB-Gehalt Thüringer Klärschlämme

1993 - 1995	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 138	PCB 153	PCB 180
n	51	51	51	51	51	51
n > Grenzwert	0	1	1	4	3	2
	mg/kg TS					
Median	0,012	0,017	0,01	0,023	0,025	0,016
arithmetisches Mittel	0,017	0,040	0,044	0,064	0,059	0,033
Min	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Max	0,1	0,532	1,025	0,84	0,653	0,27
1998 - 2000						
n	56	56	56	56	56	56
	mg/kg TS					
Median	0,001	0,002	0,004	0,010	0,009	0,005
arithmetisches Mittel	0,003	0,004	0,008	0,014	0,016	0,008
Min	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Max	< 0,022	< 0,042	< 0,13	< 0,073	< 0,095	< 0,038

Die mittlere PCB-Konzentration der untersuchten Klärschlämme im Zeitraum 1998 - 2000 liegt zwischen 0,003 und 0,016 mg/kg TS je Kongener. Im Untersuchungsabschnitt 1993 - 1995 wurden mit mittleren Gehalten von 0,017 - 0,064 mg/kg TS je Einzelverbindung signifikant höhere PCB-Konzentrationen im Klärschlamm und auch deutlich höhere Spitzenkonzentrationen festgestellt.

Der Grenzwert der AbfKlärV von 0,2 mg/kg TS je Kongener wird im Zeitraum 1993 - 1995 durch einen hohen Prozentsatz der Proben und im Zeitraum 1998 - 2000 durch alle Proben unterschritten. Im letzten Beprobungsabschnitt wird dieser Grenzwert im Mittel zu weniger als 10 % ausgeschöpft und auch durch Maximalwerte deutlich unterschritten. Im Entwurf zur EU-Klärschlammrichtlinie ist eine Verringerung des Grenzwertes für PCB im Klärschlamm auf 0,8 mg/kg TS für die Summe von 7 PCB-Kongeneren vorgesehen. Der genannte Grenzwert wird selbst durch den Maximalwert nur zu 50 % ausgeschöpft.

Sedimente

PCB₆-Gehalte von Sedimente wurden von allen Flüssen, die Thüringen verlassen und deren wichtigsten Nebenflüssen bestimmt. Der Gehalt beträgt im Mittel 5,6 - 84 µg/kg TS, die Einzelwerte bewegen sich im Bereich von < 3 bis 202 µg PCB₆/kg TS.

Die Sedimente von Gera, Nesse/Hörsel, Orla und Unstrut sind im Mittel gering mit PCB belastet ($\leq 10 \mu\text{g}/\text{kg TS}$). Demgegenüber geringfügig erhöht ist der PCB-Gehalt der Sedimente aus Ilm, Pleiße, Saale-Unterlauf, Weißer Elster und Werra. Sie weisen jedoch im Mittel Gehalte unter dem in der BBodSchV (BMNUR 1999) verankerten Vorsorgewert für PCB₆ in Böden ($\leq 8\%$ Humus) von $50 \mu\text{g}/\text{kg TS}$ auf, so dass sie in jeder Hinsicht als unbedenklich einzustufen sind.

Die Sedimente von Saale-Oberlauf und den Saale-Stauseen weisen eine höhere PCB-Belastung als alle übrigen untersuchten Sedimente auf. Sie beträgt im Mittel $171 \mu\text{g PCB}_6/\text{kg TS}$ (Bleilochtalsperre) bzw. $52 \mu\text{g PCB}_6/\text{kg TS}$ (Hohenwartetalsperre). Dieser Befund ist - insbesondere im Fall der Bleilochtalsperre - im Zusammenhang mit Abwasserreinleitungen der Papierindustrie zu sehen. Die Spannweite der Einzelbefunde beträgt 81 bis $202 \mu\text{g PCB}_6/\text{kg TS}$. Eine relevante toxische oder ökotoxische Wirkung ist aus den nachgewiesenen Konzentrationen jedoch nicht abzuleiten.