

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	i
1. Vorbemerkung	I
1.1 Zusammenfassung	II
1.2 Summary	XI
2. Stoffliche Eigenschaften	1
3. Analytik, Bioanalytik	11
4. Entstehungsbedingungen	15
4.1 Bildung durch Kondensationsreaktionen	15
4.2 Bildung durch Substitutionsreaktionen	16
4.3 Bildung durch Zyklisierungsreaktionen	16
4.4 Bildung durch Radikalreaktionen	17
4.5 Bildung durch photochemische Prozesse	17
5. Eintrag von PCDD und PCDF in die Umwelt	19
5.1 Herstellung chemischer Produkte und deren Anwendung.	19
5.1.1 Potentielle Dioxinbildung	19
5.1.2 Chlorphenole	25
5.1.3 Chlorphenoxyessigsäuren	42
5.1.4 Hexachlorbenzol	48
5.1.5 Chlornaphthaline	48
5.1.6 Hexachlorophen	49
5.1.7 Diphenylether	52
5.1.8 Polychlorierte Biphenyle	53
5.2 Abfallverbrennungsanlagen	55
5.2.1 Abgasemissionen	57
5.2.2 Rückstände aus der Abgasreinigung	62
5.2.3 Schlacke (Rostabwurf, Rostdurchfall, Flugasche aus den Kesselabzügen)	63
5.2.4 Auswirkungen der bisherigen Erkenntnisse auf den Betrieb von Hausmüllverbrennungsanlagen	64
5.2.5 Emissionen aus Sondermüllverbrennungsanlagen	65

	<u>Seite</u>
5.3	Weitere Verbrennungsprozesse 67
5.4	Pyrolytische Zersetzung halogenierter Aromaten ... 70
5.4.1	Brandverhalten einiger Chlorphenoxyverbindungen .. 70
5.4.2	Brandverhalten polychlorierter Biphenyle 71
5.4.2.1	Pyrolytische Zersetzung polychlorierter Biphenyle in Laborversuchen 72
5.4.2.2	Entstehung von PCDD und PCDF bei Transformator- und Kondensatorbränden 74
5.4.3	Bildung polychlorierter Dibenzofurane und Dibenzodioxine durch pyrolytische Zersetzung von Chlorbenzolen 77
5.4.4	Bildung polychlorierter Dibenzodioxine (PCDD) bei der Pyrolyse von Pentachlorphenol und Pentachlorphenol-Natrium 78
5.5	Ablagerungen PCDD- und PCDF-haltiger Rückstände auf Deponien 81
6.	Verhalten in der Umwelt 85
6.1	Mobilität 85
6.2	Akkumulation 89
6.3	Abbaubarkeit 91
6.3.1	Bioabbau 92
6.3.2	Photochemische Dechlorierung polychlorierter Dibenzodioxine 94
7.	Rückstände von PCDD und PCDF in der Umwelt 99
7.1	Luft, Boden, Wasser 100
7.2	Biologische Proben (Pflanzen, Tiere, Nahrungsmittel) 119
7.3	Mensch 130
8.	Behandlung PCDD- und PCDF-haltiger Rückstände 135
8.1	Vorbehandlung 135
8.2	Behandlung PCDD- und PCDF-haltiger Rückstände durch Verbrennung in Sonderabfallverbrennungsanlagen 136

8.3	Alternative Beseitigungsverfahren	138
8.4	Sanierung von Deponien mit Ablagerungen dioxin- haltiger Rückstände	141
9.	Toxikologie	143
9.1	Aufnahmewege von TCDD in den Organismus	144
9.1.1	Inhalation	144
9.1.2	Hautabsorption	145
9.1.3	Orale und intraperitoneale Absorption	146
9.2	Gewebeverteilung von TCDD	147
9.3	Stoffwechsel und Ausscheidung von TCDD	152
9.4	Biochemische Wirkungen	156
9.4.1	Wirkungen auf Enzyme	156
9.4.2	Membraneffekte	162
9.5	Akute und subakute Toxizität von TCDD	164
9.5.1	Klinisch-pathologische Veränderungen	164
9.5.2	Klinisch-chemische Veränderungen	172
9.6	Immunotoxizität von TCDD	175
9.7	Reproduktionstoxizität von TCDD	180
9.8	Wirkungen von TCDD in Zellkulturen	184
9.9	Subchronische und chronische Toxizität von TCDD ..	185
9.9.1	Subchronisch-toxische Effekte	185
9.9.2	Chronisch-toxische Effekte	188
9.9.3	Klinische Beobachtungen am Menschen	191
9.10	Kanzerogenitäts-Studien	195
9.10.1	Modellversuche zur Ermittlung der Primärwirkungen von TCDD bei der Kanzerogenese	199
9.10.2	Epidemiologische Befunde zur möglichen krebsaus- lösenden Wirkung PCDD/PCDF-enthaltender Produkte ..	202
9.11	Mutagenität von Dioxinen	205
9.12	Zusammenfassende Betrachtung der Wirkungen der PCDD und PCDF	215
10.	Abschätzung einer vertretbaren Belastung des Men- schen mit 2,3,7,8-TCDD	219
11.	Ökotoxikologie	221

	<u>Seite</u>
11.1	Bioverfügbarkeit 221
11.2	Wirkungen 223
12.	Abschätzung des Risikos für die Bevölkerung durch 2,3,7,8-TCDD 229
12.1	Dioxinemissionen aus Müllverbrennungsanlagen 229
12.2	Belastung durch 2,3,7,8-TCDD aus Lebensmitteln .. 234
13.	Ansatz einer gesundheitlichen Bewertung von Dioxinen und Furanen 237
13.1	Akute und subchronische Effekte 237
13.1.1	Wasting-Syndrom 237
13.1.2	Immuntoxizität 238
13.1.4	Chlorakne und epidermale Veränderungen 238
13.2	Toxikokinetik 240
13.3	Mutagenität 242
13.4	Carcinogenität 243
13.4.1	Untersuchungen an der Mäusehaut 244
13.4.2	Untersuchungen an der Rattenleber 244
13.5	Reproduktionstoxizität 246
13.6	Befunde am Menschen 249
13.6.1	Akute und subakute Wirkungen 249
13.6.2	Epidemiologische Befunde 251
13.6.3	Mißbildungen 252
13.7	Biochemie 253
13.7.1	Porphyrie 253
13.7.2	Enzyminduktion 253
13.8	Festlegung eines tolerierbaren Grenzwertes für TCDD 257
13.9	Vorschlag zu einem Abschätzverfahren von Dioxinen und Furanen 262
14.	Rechtliche Regelungen 267
14.1	Immissionsschutzrecht 267
14.1.1	Vorschriften über genehmigungsbedürftige Anlagen (§§ 4 ff. BImSchG) 268
14.1.1.1	Regelung 268
14.1.1.2	Defizit 268

14.1.2	Die Störfall-Verordnung (12. BImSchV)	269
14.1.3	Die Verordnungsermächtigung des § 35 BImSchG	269
14.1.4	Die Verordnung über die Beschränkung von PCB, PCT und VC (10. BImSchV)	270
14.1.4.1	Regelung	270
14.1.4.2	Defizit	271
14.2	Wasserrecht	271
14.3	Abfall- und Transportrecht	272
14.3.1	Abfallbeseitigungsgesetz	272
14.3.1.1	Allgemeine Regelungen	272
14.3.1.2	Sonderabfallbestimmungen	273
14.3.1.2.1	Anwendungsbereich	273
14.3.1.2.2	Instrumentarien	274
14.3.1.2.3	Erweiterungsbedürftigkeit	274
14.3.1.3	Sonderproblem Transport	275
14.4	Gefahrgut-Transportrecht	276
14.4.1	Inländische Transporte	276
14.4.2	Grenzüberschreitender Transport	277
14.4.3	Kritik	278
14.4.4	Altölgesetz	278
14.5	Chemikaliengesetz	279
	Literaturverzeichnis	283