

Dipl.-Ing. Roland Stützle, Vaihingen-Enz

**Niedertemperaturbehandlung
von Filterstäuben zur Verringe-
rung des Austrags von poly-
chlorierten Dibenzodioxinen
und Dibenzofuranen aus
Abfallverbrennungsanlagen**

Reihe **15**: Umwelttechnik

Nr. **162**

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	1
2	Einleitung	2
2.1.	PCDD/PCDF-Quellen	2
2.2	PCDD/PCDF-Eintrag in die Umwelt	4
2.3	Rechtliche Rahmenbedingungen	6
2.4	Zielsetzung der Arbeit	9
3	Eigenschaften der PCDD/PCDF	10
3.1	Stoffliche Beschreibung	10
3.2	Physikalisch-chemische Eigenschaften	11
3.3	Mechanismen der PCDD/PCDF-Bildung bei der Abfallverbrennung	13
3.3.1	PCDD/PCDF-Freisetzung aus dem Abfall	13
3.3.2	Bildung von PCDD/PCDF aus chlorierten Vorläuferverbindungen	13
3.3.3	Bildung von PCDD/PCDF durch De-novo-Synthese	14
3.3.4	Bildung von PCDD/PCDF initiiert durch elektrische Einflüsse der Staubabscheider	15
3.4	Toxizitätsäquivalente	16
4	PCDD/PCDF-Austragspfade von Abfallverbrennungsanlagen	17
4.1	Abgase	18
4.2	Schlacken	19
4.3	Elektrofilterstaub	20
4.4	Reaktionsprodukte aus der Rauchgasreinigung	22
4.5	Sonstige Stoffströme	22
4.6	Austragsbilanz ohne PCDD/PCDF-Minderungsmaßnahmen	23
5	Bewertung der Belastung durch die PCDD/PCDF-Emissionen aus der Abfallverbrennungsanlage Stuttgart	23
5.1	Bewertung der Umweltbelastung durch die PCDD/PCDF-Emissionen aus der Abfallverbrennungsanlage Stuttgart	23
5.1.1	Ausbreitungsrechnung	24
5.1.2	Immissionsmessungen	26
5.1.3	Bestimmung der Bodenbelastung	28
5.1.4	Immissionswirkungsuntersuchungen	30
5.2	PCDD/PCDF-Belastung in den Arbeitsbereichen der Abfallverbrennungsanlage Stuttgart	32
5.2.1	PCDD/PCDF-Belastung der Arbeitsbereiche	33
5.2.2	Aufnahmepfade	36
5.2.3	Blutuntersuchungen	36

6	Maßnahmen zur Minimierung der PCDD/PCDF-Emissionen der Abfallverbrennungsanlage Stuttgart	40
6.1	Primärmaßnahmen zur Minimierung der PCDD/PCDF-Emissionen	40
6.2	Sekundärmaßnahmen zur Minimierung der PCDD/PCDF-Emissionen	44
6.3	Emissionsbilanz für die Abfallverbrennungsanlage Stuttgart	44
6.4	Demonstrationsanlage zum Abbau von PCDD/PCDF in Filterstäuben	45
6.4.1	Anlagenaufbau	47
6.4.2	Verfahrensbeschreibung	49
7	Verfahrenstechnische und analytische Untersuchungen	50
7.1	Verfahrenstechnische Untersuchungen	50
7.1.1	Energieverbrauch der Anlage	50
7.1.2	Radiale und axiale Temperaturverteilung im Schüttgut	51
7.1.3	Theoretische wärmetechnische Betrachtung der Anlage	57
7.1.3.1	Wärmeströme	58
7.1.3.2	Temperaturverteilung in der Heizfläche des Reaktors	59
7.1.3.3	Wärmeübergang von der Heizfläche auf die Reaktorschüttung	60
7.1.4	Verweilzeiten der Filterstäube im Reaktor	62
7.1.5	Schüttgewicht der Filterstäube	62
7.1.6	Leckratenbestimmung	63
7.1.7	Druckaufbau im Reaktor	65
7.2	Chemisch-analytische Untersuchungen	67
7.2.1	Randbedingungen der einzelnen Versuchsreihen	67
7.2.2	Bestimmung der PCDD/PCDF-Gehalte in den Filterstäuben	69
7.2.2.1	Probenentnahme	69
7.2.2.2	Probenaufbereitung und Analysenverfahren	70
7.2.2.3	Analysenergebnisse	72
7.2.2.4	Vergleichsanalysen	74
7.2.3	Bestimmung der PCDD/PCDF-Gehalte in der Gasatmosphäre des Reaktors	75
7.2.3.1	Probenentnahme	75
7.2.3.2	Analysenergebnisse	77
7.2.4	Bestimmung der Gehalte an polychlorierten Biphenylen, Chlorbenzolen und Chlorphenolen in den Filterstäuben	78
7.2.5	Bestimmung der Gehalte an polychlorierten Biphenylen, Chlorbenzolen und Chlorphenolen in der Gasatmosphäre des Reaktors	79
7.2.6	Bestimmung der Quecksilbergehalte in den Filterstäuben	80
7.2.6.1	Probenentnahme	81
7.2.6.2	Probenaufbereitung und Analysenverfahren	81
7.2.6.3	Analysenergebnisse	82
7.2.7	Bestimmung der Quecksilberkonzentrationen in der Gasphase	83
7.2.7.1	Probenentnahme, -aufbereitung und Analysenverfahren	84
7.2.7.2	Randbedingungen	85
7.2.7.3	Analysenergebnisse	86
7.2.7.4	Quecksilberspecies	87
7.2.7.5	Weitere Meßreihe	88

VII

7.2.8	CO-, CO ₂ - und KW-Konzentrationen in der Gasphase des Reaktors	91
7.2.9	O ₂ -Gehalte in der Gasphase des Behandlungssystem	93
7.2.10	Restbrennbares in den Filterstäuben	94
7.2.11	Feuchtegehalt der Filterstäube	96
7.2.12	Auswirkungen der thermischen Behandlung auf die Zusammensetzung der Filterstäube	97
7.2.13	Diskussion der Versuchsergebnisse	97
8	Weiterentwicklung des Konzepts der thermischen Filterstaubbehandlungsanlage und andere Anwendungsbereiche	102
8.1	Anlagenmängel und Verbesserungsvorschläge	102
8.1.1	Wärmetechnische Auslegung der Anlage	102
8.1.2	Standort der Anlage	102
8.1.3	Schwankungen des Filterstaubmassenstromes	103
8.1.4	Fließeigenschaften der Filterstäube	103
8.2	Konzeption für eine Neuanlage	104
8.2.1	Aufbau und Verfahrensablauf	105
8.2.2	Investitionsaufwand und Betriebskosten für eine Neuanlage	106
8.3	Weitere Anwendungsbereiche für die Niedertemperaturbehandlung	107
8.3.1	Behandlung von PCDD/PCDF-haltigem Adsorbens aus der Rauchgasreinigung	108
8.3.2	Behandlung von PCDD/PCDF-haltiger Kupferschlacke	108
9	Ausblick	109
	Anhang	112
	Literaturverzeichnis	146