

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Spurenelemente in Kohle	4
2.1. Chemische Zusammensetzung von Kohle	4
2.1.1. Definition der Spurenelemente	7
2.1.2. Herkunft der Spurenelemente	8
2.1.3. Konzentrationsbereiche von Spurenelementen	12
2.2. Spurenelemente bei der Rohkohleaufbereitung	13
3. Technik der Kohleverbrennung	14
3.1. Trockenfeuerung	15
3.2. Schmelzfeuerung	15
3.3. Kohleaufbereitung im Kraftwerk	16
4. Verhalten von Spurenelementen bei Kohlestaubfeuerung	18
4.1. Partikelentstehung	18
4.2. Verflüchtigung von Spurenelementen	23
4.2.1. Organische Affinität	24
4.2.2. Siedepunkte von Elementverbindungen	24
4.3. Anreicherung von Spurenelementen	28
4.3.1. Kondensation	28
4.3.2. Anreicherung auf Flugstaub	30
4.3.3. Anreicherungsmodelle	32
4.3.4. Anreicherungs-faktoren	35
4.3.5. Einteilung der Spurenelemente aufgrund ihres Anreicherungsverhaltens	36
5. Gesetzliche Bestimmungen	38
6. Auswahl der Elemente	40

7. Elementspezifisches Verhalten	42
7.1. Quecksilber	42
7.2. Selen	45
7.3. Arsen	46
8. Spurenelementbilanzierung	49
8.1. Berechnung	49
8.2. Vergleich von Literaturdaten	52
8.3. Fehlerbetrachtung	57
9. Toxikologische Bewertung	59
9.1. Wirkungswege von Metallen	59
9.1.1. Aufnahme durch Pflanzen	60
9.1.2. Aufnahme durch Tiere und Menschen	61
9.2. Toxische Wirkungen	63
9.2.1. Akute und chronische Toxizität	64
9.2.2. Mutagenität und Kanzerogenität	64
9.2.3. Vorkommen und spezifische Wirkung von Arsen, Nickel, Quecksilber und Selen	65
9.2.3.1. Arsen	65
9.2.3.2. Nickel	65
9.2.3.3. Quecksilber	66
9.2.3.4. Selen	68
9.3. Gesundheitsschädigungen durch Spurenelementemissionen aus Kohlefeuerungen	69
9.3.1. Mobilisierbarkeit von Flugstaubbestandteilen	70
9.3.2. Tierversuche	70
9.3.3. Epidemiologische Untersuchungen	71
10. Bilanzierungen in der Grosskraftwerk Mannheim AG	72
10.1. Beschreibung der Anlage mit Trockenfeuerung	72
10.2. Beschreibung der Anlage mit Schmelzfeuerung	78
10.3. Versuchsdurchführung und Anlagenfahrweise	81
10.4. Probenahme	84

10.4.1. Feststoffe und Flüssigkeiten	85
10.4.2. Reingas	88
10.4.2.1. Gasphase	88
10.4.2.2. Partikel	90
11. Bilanzierungsergebnisse	94
11.1. Bilanzierung der Anlage mit Trockenfeuerung	94
11.1.1. Bilanzierung im Kesselbereich	95
11.1.2. Bilanzierung der Gesamtanlage	97
11.1.3. Selenspeicherung	102
11.2. Bilanzierung der Anlage mit Schmelzfeuerung	109
11.2.1. Bilanzierung im Kesselbereich	109
11.2.2. Bilanzierung der Gesamtanlage	111
11.3. Vergleich und Beurteilung der Ergebnisse	116
12. Fehlerbetrachtung	118
12.1. Fehler bei der Bestimmung der Massenströme	118
12.2. Analysenfehler	119
12.3. Auswirkungen auf die Bilanzierung	120
13. Rückführung von Reststoffen	123
13.1. Anreicherungsmodell	123
13.2. Rückführung von RAA-Filterkuchen	128
13.2.1. Trockenfeuerung	129
13.2.2. Schmelzfeuerung	130
14. Thermodynamische Berechnungen	133
14.1. Berechnungsgrundlagen	134
14.2. Berechnungen bei Kohleverbrennung	135
14.3. Vergleich zwischen Meßwerten und Berechnungen	139
15. Beurteilung der Ergebnisse	142

16. Anhang	146
A1 Anlagenbeschreibungen	146
A2 Chemische Aufschluß- und Analyseverfahren	149
A3 Elementkonzentrationen	151
A4 Ermittlung der Massen- und Volumenströme	154
A5 Elementfrachten	159
A6 Meßwerte zur Bestimmung der Reingasstaubgehalte	162
17. Literaturverzeichnis	165