

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	
1.1	<b>Arten und Ursachen von Umweltbelastungen</b> (R. GUDERIAN) .....	1
1.1.1	Definitionen .....	1
1.1.2	Ursachen und Indikatoren der Umweltbelastungen .....	9
1.1.3	Literatur .....	20
1.2	<b>Zur Geschichte der Luftverunreinigungen</b> (R. GUDERIAN UND H. BRAUN) .....	22
1.2.1	Frühe urbane Luftverschmutzung .....	24
1.2.2	Belastungen durch Bergbau, Verhüttung und Metallverarbeitung .....	27
1.2.3	Belastungssituationen im Industriezeitalter .....	31
1.2.4	Literatur .....	56
<b>2</b>	<b>Emissionen von Spurenstoffen</b> .....	61
	(R. FRIEDRICH, A. OBERMEIER)	
2.1	<b>Emissionsursachen und emittiertes Stoffspektrum</b> ....	62
2.1.1	Verbrennungsprozesse .....	62
2.1.2	Industrielle Fertigungsprozesse .....	64
2.1.3	Lagerung, Umschlag und Transport von Gütern .....	64
2.1.4	Anwendung lösemittelhaltiger Erzeugnisse .....	66
2.1.5	Nutzung und Handhabung radioaktiver Materialien ....	67
2.1.6	Biologische/natürliche Prozesse .....	67
2.2	<b>Schwefeldioxid</b> .....	68
2.3	<b>Biogene reduzierte flüchtige Schwefelverbindungen</b> (J. KESSELMEIER) .....	75
2.3.1	Einleitung .....	75
2.3.2	Schwefelzyklus Biosphäre–Atmosphäre .....	76
2.3.3	Schwefelwasserstoff .....	77

---

2.3.4	Dimethylsulfid .....	78
2.3.5	Carbonylsulfid .....	80
2.3.5.1	Physiologie der COS-Aufnahme .....	82
<b>2.4</b>	<b>Stickstoffoxide .....</b>	<b>83</b>
2.4.1	Anthropogene Emissionen .....	83
2.4.2	Biogenes Stickstoffmonoxid (NO) und Distickstoffoxid (N <sub>2</sub> O) (F. X. MEIXNER und A. NEFTEL) .....	93
2.4.2.1	Prozesse der Produktion und Aufnahme von NO und N <sub>2</sub> O im Boden .....	93
2.4.2.2	Bestimmende Größen der NO- und N <sub>2</sub> O-Austauschflüsse	95
2.4.2.3	Experimentelle Flußbestimmungen .....	101
2.4.2.4	Modelle und Daten der biogenen N <sub>2</sub> O- und NO-Emission .....	103
<b>2.5</b>	<b>Kohlenmonoxid .....</b>	<b>107</b>
<b>2.6</b>	<b>Kohlendioxid und andere Treibhausgase .....</b>	<b>113</b>
2.6.1	Wasserdampf .....	115
2.6.2	Kohlendioxid .....	115
2.6.3	Distickstoffoxid .....	116
2.6.4	Halogenkohlenwasserstoffe .....	116
2.6.5	Emissionsdaten für klimarelevante Spurenstoffe .....	118
<b>2.7</b>	<b>Staub .....</b>	<b>124</b>
<b>2.8</b>	<b>Flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (VOC) .....</b>	<b>129</b>
2.8.1	Anthropogene Emissionen .....	129
2.8.1.1	Emittentenbereich Verbrennungsprozesse .....	130
2.8.1.2	Emittentenbereich Lösemittelanwendung .....	130
2.8.1.3	Emittentenbereich industrielle Prozesse .....	132
2.8.1.4	Emittentenbereich Lagerung, Umschlag und Transport flüssiger und gasförmiger Güter .....	132
2.8.1.5	Emittentenbereich biologische Prozesse .....	134
2.8.1.6	Emissionsdaten für Methan und NMVOC .....	135
2.8.1.7	Zusammensetzung der NMVOC-Emissionen .....	139
2.8.1.8	Zeitliche und räumliche Variabilität von NMVOC-Emissionen .....	140
2.8.2	Biogene flüchtige Kohlenwasserstoffe (J. KESSELMEIER und M. STAUDT) .....	143
2.8.2.1	Allgemeine Bemerkungen .....	143
2.8.2.2	Monoterpene und Isopren .....	144
2.8.2.3	Andere flüchtige Kohlenwasserstoffe .....	153

2.8.2.4	Physiologie und Ökologie der Kohlenwasserstoffemission höherer Pflanzen .....	163
<b>2.9</b>	<b>Fluorwasserstoff und Chlorwasserstoff .....</b>	<b>166</b>
<b>2.10</b>	<b>NH<sub>3</sub> .....</b>	<b>168</b>
<b>2.11</b>	<b>Radioaktive Stoffe .....</b>	<b>174</b>
<b>2.12</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>176</b>
<b>3</b>	<b>Umwandlung von Spurenstoffen und ihre Auswirkungen auf die Atmosphäre .....</b>	<b>195</b>
<b>3.1</b>	<b>Aufbau und Funktion der Atmosphäre (A. EBEL) .....</b>	<b>195</b>
3.1.1	Zusammensetzung der Atmosphäre .....	196
3.1.2	Allgemeines Verhalten von Temperatur und Zirkulation	197
3.1.3	Wolken .....	199
3.1.4	Austausch von Spurenstoffen .....	202
3.1.5	Literatur .....	206
<b>3.2</b>	<b>Photochemie der Troposphäre (J. STAEHELIN, A. S. H. PRÉVÔT und I. BARNES) .....</b>	<b>207</b>
3.2.1	Einführung .....	207
3.2.2	Konzentrationsangaben und reaktionskinetische Grundlagen .....	214
3.2.2.1	Konzentrationsangaben .....	214
3.2.2.2	Thermische Reaktionen .....	215
3.2.2.3	Photochemische Reaktionen .....	219
3.2.3	Übersicht über die Troposphärenchemie der Gasphase .	223
3.2.3.1	Reaktionen bei Sonnenlicht .....	223
3.2.3.2	Oxidationsprozesse in der Nacht .....	230
3.2.3.3	Typische Konzentrationsbereiche von troposphärischen Oxidationsmitteln und troposphärische Abbauzeiten von Spurengasen .....	232
3.2.4	NO <sub>y</sub> -Spezies der Photooxidantienchemie .....	235
3.2.4.1	HNO <sub>x</sub> .....	235
3.2.4.2	Organische Oxi- und Peroxinitrate .....	238
3.2.5	Photochemie von organischen Spurenstoffen und von Kohlenmonoxid .....	240
3.2.5.1	Abbau von Methan und Kohlenmonoxid .....	240
3.2.5.2	Abbau von Nichtmethan-Alkanen .....	243
3.2.5.3	Abbau von Alkenen .....	245
3.2.5.4	Abbau von aromatischen Kohlenwasserstoffen .....	250
3.2.5.5	Sauerstoffhaltige organische Verbindungen .....	254

---

3.2.5.6	Das Ozonbildungspotential organischer Spurenstoffe ...	258
3.2.5.7	Abbau von Isopren und Terpenen .....	260
3.2.6	Meteorologische Einflußfaktoren .....	266
3.2.6.1	Jahreszeitlicher Konzentrationsverlauf gasförmiger Spurenstoffe .....	266
3.2.6.2	Tagesgänge und vertikale Durchmischung .....	271
3.2.6.3	Transport über hügeligem und gebirgigem Gelände ....	274
3.2.7	Stadien der Photooxidantienchemie und Limitierung der Photooxidantienbildung .....	280
3.2.7.1	Das „Altern“ der Luftmassen und Ozonbildung .....	280
3.2.7.2	Indikatorvariablen und Reduktion der Ozonkonzentrationen .....	286
3.2.8	Städtische Abluftfahnen .....	290
3.2.8.1	Übersicht .....	290
3.2.8.2	Untersuchung im Großraum Los Angeles .....	291
3.2.8.3	Die Abluftfahne von Mailand .....	293
3.2.8.4	Messungen am Schauinsland .....	297
3.2.8.5	Regionale Spurenstoffbilanzen von O <sub>3</sub> und NO <sub>2</sub> .....	300
3.2.9	Abbau von Dimethylsulfid .....	303
3.2.10	Gasphasenchemie der schwach belasteten und der freien Troposphäre .....	309
3.2.11	Langzeittrends von gasförmigen Luftspurenstoffen ....	313
3.2.11.1	Einleitung .....	313
3.2.11.2	Langzeittrends von Spurenstoffen des reduzierenden Smogs .....	314
3.2.11.3	Langzeittrends von Spurenstoffen des oxidierenden Smogs seit den 50er Jahren .....	316
3.2.11.4	Trends von Spurenstoffen des oxidierenden Smogs seit Mitte der 60er Jahre .....	320
3.2.12	Zusammenfassende Schlußbemerkungen .....	322
3.2.13	Literatur .....	324
<b>3.3</b>	<b>Chemie der Stratosphäre und der Ozonabbau</b> (R. ZELLNER) .....	342
3.3.1	Einleitung .....	342
3.3.2	Struktur, Zusammensetzung und Transport in der Stratosphäre .....	343
3.3.3	Globale Verteilung und Variabilität des Ozons .....	347
3.3.4	Homogene Gasphasenreaktionen und photochemische Prozesse .....	349
3.3.4.1	Chemie der reinen Sauerstoffatmosphäre .....	351
3.3.4.2	Chemie der katalytischen Zyklen .....	352

---

3.3.4.2.1	HO <sub>x</sub> -Zyklus .....	355
3.3.4.2.2	NO <sub>x</sub> -Zyklus .....	357
3.3.4.2.3	ClO <sub>x</sub> - und BrO <sub>x</sub> -Zyklus .....	359
3.3.4.3	Quellgase der Ozonabbaukatalysatoren .....	363
3.3.5	Heterogene chemische Prozesse .....	365
3.3.5.1	Sulfataerosole und polare stratosphärische Wolken (PSCs) .....	365
3.3.5.2	Aktivierung von Reservoirdgasen .....	366
3.3.5.3	Chemie des Ozonabbaus in der polaren Stratosphäre ...	368
3.3.6	Trends des stratosphärischen Ozons .....	371
3.3.6.1	Globale Trends .....	372
3.3.6.2	Veränderungen in den Polarregionen .....	373
3.3.7	Zusammenfassung und Ausblick .....	377
3.3.8	Literatur .....	378
<b>4</b>	<b>Glossar</b> .....	<b>383</b>
<b>5</b>	<b>Index</b> .....	<b>411</b>