

# INHOUD

---

VOORWOORD	13
INLEIDING	15
Indeling van milieuproblemen	19
Indeling van dit boek	19
Inleiding tot de Vlaamse milieuwetgeving voor bedrijven	19
<b>Deel 1. LUCHTVERONTREINIGING EN -ZUIVERING</b>	<b>23</b>
<b>1. INLEIDING</b>	<b>25</b>
1.1 Historische achtergrond	25
1.2 De atmosfeer	26
1.2.1 Laagstructuur	26
1.2.2 Dispersie van luchtverontreinigende componenten	29
1.2.3 Samenstelling van de atmosfeer	33
1.3 Luchtverontreinigende stoffen	34
1.3.1 Verblijftijd van componenten in de atmosfeer	34
1.3.2 Definitie en indeling	36
1.3.2.1 <i>Primaire componenten</i>	36
1.3.2.2 <i>Secundaire componenten</i>	37
1.4 De veranderende samenstelling van de atmosfeer	37
<b>2. BRONNEN VAN LUCHTVERONTREINIGING</b>	<b>41</b>
2.1 Natuurlijke bronnen	41
2.2 Antropogene bronnen	41
2.2.1 Energieproductie en gebouwenverwarming	42
2.2.2 Gemotoriseerd verkeer	42
2.2.3 Industrie	43
2.2.4 Verbranding van vaste afvalstoffen	43

3.	EENHEDEN EN WETGEVING IN VERBAND MET LUCHTVERONTREINIGING	45
3.1	Eenheden	45
3.2	Emissie en immissie	45
3.3	EU-richtlijnen in verband met luchtkwaliteit	46
3.4	VLAREM II in verband met beheersing van luchtverontreiniging	46
4.	GASVORMIGE LUCHTVERONTREINIGENDE STOFFEN	49
4.1	Indeling	49
4.2	Zwavelbevattende gassen (hoofdzakelijk SO <sub>2</sub> )	49
4.2.1	Natuurlijke bronnen	50
4.2.2	Antropogene bronnen	50
4.2.3	Situatie in Vlaanderen	52
4.2.4	Effecten van SO <sub>2</sub> (SO <sub>3</sub> )	54
4.2.4.1	<i>Op de gezondheid van de mens</i>	54
4.2.4.2	<i>Op ecosystemen, bodem, vegetatie, flora en fauna</i>	55
4.2.4.3	<i>Op materialen en cultuurgoederen</i>	55
4.2.4.4	<i>Op de zichtbaarheid</i>	57
4.2.5	Emissienormen	57
4.2.6	Typische concentraties en immissienormen	59
4.2.6.1	<i>Immissienormen</i>	59
4.2.6.2	<i>Concentraties in omgevingslucht</i>	59
4.2.7	Beheersing (reductie) van de emissie van SO <sub>2</sub> tengevolge van verbranding van fossiele brandstoffen	60
	<i>Thema 1: Verzuring</i>	63
4.3	Koolstofbevattende gassen	67
4.3.1	CO, koolstofmonoxide	67
4.3.1.1	<i>Bronnen en vorming; situatie in Vlaanderen en emissienormen</i>	67
4.3.1.2	<i>Immissienormen en typische concentraties</i>	68
4.3.1.3	<i>Effecten van CO</i>	68
4.3.2	CO <sub>2</sub> , koolstofdioxide	68
4.3.2.1	<i>Bronnen van CO<sub>2</sub></i>	69
4.3.2.2	<i>Toename van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de atmosfeer; sinks</i>	69
4.3.2.3	<i>Reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie en trends</i>	71
	<i>Thema 2: Mondiale klimaatverandering; broeikaseffect</i>	75
4.4	Stikstofbevattende gassen	83
4.4.1	Stikstofoxiden	83
4.4.1.1	<i>N<sub>2</sub>O</i>	83
4.4.1.2	<i>NO<sub>x</sub></i>	83
4.4.2	NH <sub>3</sub> , ammoniak	87

4.5	Vluchtige organische stoffen (VOS)	88
4.5.1	Inleiding	88
4.5.2	Bronnen, emissies	88
4.5.3	Reactiviteit; Ozon Creation Potential (OCP)	89
4.5.4	Beleid	90
4.5.5	Maatregelen	90
4.5.6	Immissies	91
	<i>Thema 3: Verkeer en vervoer</i>	91
4.6	Ozon en oxidantia	103
4.6.1	Effecten en normen	103
4.6.2	Bestrijding	104
	<i>Thema 4: Aantasting van de ozonlaag in de stratosfeer</i>	104
	<i>Thema 5: Fotochemische mist</i>	110
5.	ZWEVEND STOF	115
5.1	Bronnen	115
5.1.1	Antropogene bronnen	115
5.1.2	Natuurlijke bronnen	116
5.2	Samenstelling	116
5.3	Afmetingen en eigenschappen	116
5.4	Effecten	118
5.4.1	Op de menselijke gezondheid	118
5.4.2	Materialen en cultuurpatrimonium	120
5.4.3	Klimaat	120
6.	BEHEERSING VAN LUCHTVERONTREINIGING	121
6.1	Natuurlijke zuiveringsprocessen van de atmosfeer	121
6.2	Benaderingen voor de beheersing van luchtverontreiniging	122
6.2.1	Schoorstenen	122
6.2.2	Beheersing bij de bron, preventie	122
6.3	Apparaten en technieken voor beheersing van emissies naar de lucht	123
6.3.1	Stof- en nevelafscheiders	123
6.3.1.1	Bezinkingskamer	124
6.3.1.2	Mechanische afscheider	126
6.3.1.3	Cycloon	127
6.3.1.4	Filters	131
6.3.1.5	Elektrofilters	133
6.3.1.6	Stofverwijdering langs natte weg	136

6.3.2	Afscheiding van gasvormige verontreinigingen	138
6.3.2.1	<i>Absorptie</i>	138
6.3.2.2	<i>Adsorptie</i>	141
6.3.2.3	<i>Verbranding</i>	143
6.3.2.4	<i>Condensatie</i>	146
6.3.3	Geurhinder	148
<b>Deel 2. WATERVERONTREINIGING EN -ZUIVERING</b>		<b>151</b>
1.	DEFINITIE	153
2.	KWALITEITSPARAMETERS	155
2.1	Zuurstofverbruikende stoffen	155
2.2	Nutriënten	155
2.3	Zouten	156
2.4	Zuren en basen	156
2.5	Weinig oplosbare stoffen	156
2.6	Zware metalen	156
2.7	Oppervlakte actieve stoffen	157
2.8	Organische micropolluenten	157
2.9	Pathogenen	158
2.10	Thermische verontreiniging	158
2.11	Samenvatting	159
3.	VERVUILINGSPARAMETERS	161
3.1	Droogrest	161
3.2	Zuurtegraad, pH	162
3.3	Opgeloste zuurstof	162
3.4	Stikstof	162
3.5	Zuurstofverbruikende stoffen	163
	3.5.1 Biochemisch zuurstofverbruik (BZV of BOD)	163
	3.5.2 Chemisch zuurstofverbruik (CZV of COD)	167
3.6	TOC	168
3.7	Hygiënische aspecten	168
4.	BRONNEN VAN WATERVERONTREINIGING	169
4.1	Sanitair afvalwater (huizen en bedrijven); regenwater	169

4.2	Industrieel afvalwater	170
4.3	Verontreiniging door de landbouw	171
4.4	Onrechtstreekse bronnen	172
5.	INWONEREQUIVALENT; VUILVRACTH; HEFFING OP DE WATERVERONTREINIGING	173
6.	SITUATIE IN VERBAND MET OPPERVLAKTEWATER EN AFVALWATER IN VLAANDEREN	175
6.1	Biologische en fysisch-chemische kwaliteit van oppervlaktewater	175
6.2	Aandeel van de verschillende sectoren in de geloosde vuilvrachten naar het oppervlaktewater. Evolutie van de vuilvrachten in Vlaanderen	177
6.3	Kwaliteitsnormen voor oppervlaktewater, lozingsnormen	179
6.4	Verwerking van bedrijfsafvalwater via de openbare zuiveringsinfrastructuur	192
6.5	Situatie in verband met zuivering van afvalwater	192
7.	AFVALWATER IN HET MILIEU	195
7.1	Inleiding	195
7.2	Zelfreinigend vermogen	195
	<i>Thema 6: Eutrofiëring</i>	198
8.	ZUIVEREN VAN HUISHOUDELIJK AFVALWATER IN EEN RIOOLWATERZUIVERINGSINSTALLATIE	201
8.1	Grootschalige waterzuivering	201
8.1.1	Mogelijke technieken	202
8.1.2	Mechanische zuivering	203
8.1.3	Biologische zuivering	206
	8.1.3.1 <i>Aërobe biologische zuivering</i>	206
	8.1.3.2 <i>Anaërobe biologische zuivering</i>	211
8.1.4	Nutriëntverwijdering (N en P)	213
	8.1.4.1 <i>Stikstofverwijdering</i>	213
	8.1.4.2 <i>Fosfaatverwijdering</i>	216
8.1.5	Tertiaire zuivering	218
8.1.6	Slibverwerking	218
	8.1.6.1 <i>Anaërobe slibgisting</i>	219
	8.1.6.2 <i>Aërobe slibstabilisatie</i>	220
	8.1.6.3 <i>Slibontwatering</i>	221

8.2	Kleinschalige waterzuivering	223
8.2.1	Wortelzonerietveld	223
8.2.2	Biorotor	224
9.	ZUIVERING VAN INDUSTRIEEL AFVALWATER	227
9.1	Biologische behandeling	228
9.2	Fysische behandeling	230
9.2.1	Sedimentatie en opdrijven; flotatie	230
9.2.2	Coagulatie-flocculatie	231
9.2.3	Zandfiltratie	234
9.2.4	Adsorptie	236
9.2.5	Vervluchtiging; stripping	237
9.2.6	Membraanprocessen	238
	9.2.6.1 <i>Drukgedreven membraanprocessen</i>	239
	9.2.6.2 <i>Elektrodialyse</i>	242
9.3	Chemische behandeling	243
9.3.1	Neutralisatie	243
9.3.2	Neerslagvorming of precipitatie	244
9.3.3	Reductie en oxidatie	247
9.3.4	Ionenuitwisseling	249
9.3.5	Desinfectie	252
	<i>Thema 7: Waterhergebruik, gebruik van oppervlakte- en hemelwater</i>	253

### **Deel 3. BODEMVERONTREINIGING EN -SANERING** 257

---

1.	BODEM	259
1.1	Samenstelling	259
1.1.1	Vaste fase	259
	1.1.1.1 <i>Minerale bestanddelen</i>	259
	1.1.1.2 <i>Organische bestanddelen</i>	261
1.1.2	Vloeistoffase	261
1.1.3	Gasfase	262
1.2	Transport in de bodem	263
1.3	Processen in de bodem	264
2.	BODEMVERONTREINIGING	267
2.1	Verontreinigende componenten	267

2.1.1	Zware metalen	267
2.1.2	Anorganische verbindingen	268
2.1.3	Solventen	268
2.1.4	Polyaromatische koolwaterstoffen	269
2.1.5	Bestrijdingsmiddelen	270
2.1.6	Overige verontreinigingen	270
2.2	Wettelijk kader en normering	270
3.	BODEMONDERZOEK	277
4.	BODEMSANERINGSTECHNIEKEN	279
4.1	Indeling	279
4.2	Isolatie- en immobilisatietechnieken	279
4.2.1	Isolatie	279
4.2.2	Immobilisatie	281
4.3	Thermische grondreinigingstechnieken	282
4.4	Deeltjesscheidingstechnieken	284
4.5	Fysico-chemische grondreinigingstechnieken	285
4.5.1	Vloeistofextractie	285
4.5.2	Bodempluchextractie	286
4.5.3	Andere methoden	288
4.5.3.1	<i>Wassen onder hoge druk</i>	288
4.5.3.2	<i>Elektroreclamatie</i>	288
4.6	Microbiologische grondreiniging	288
5.	PREVENTIE VAN BODEMVERONTREINIGING; GECONTROLEERD STORTEN	293
<b>Deel 4. RELATIE TUSSEN MILIEU, INDUSTRIE EN TECHNOLOGIE</b>		<b>299</b>
1.	INDUSTRIE EN MILIEU	301
2.	HOE KAN DE DRUK OP HET MILIEU WORDEN AANGEPAKT?	303
3.	MODERNE TRENDS IN TECHNOLOGIE	305
4.	MILIEUVRIENDELIJKE PROCESSEN EN PRODUCTEN	307
4.1	Hoe kan een bedrijf reageren op milieuproblemen?	307

4.2	Milieuvriendelijke productieprocessen	307
	Maatregelen om een proces te verbeteren	310
4.3	Milieuvriendelijke producten	324
4.3.1	Eco-design	324
4.3.2	Implementatieniveaus	325
	<i>Thema 8: levenscyclusanalyse (LCA)</i>	326
4.3.3	Enkele voorbeelden van milieuvriendelijke producten	329
4.4	Milieuzorgsystemen	330
4.4.1	Invoeren van een milieuzorgsysteem	330
4.4.2	ISO 14001	331
	LITERATUURLIJST	333
	DE AUTEURS	339