

6	Inhalt	Inhalt	7	
3.3.1.	Langsam abbaubare Naturstoffe: Cellulose und Lignin . . . .	50	5.1.5. Nitrifizierung . . . . .	106
3.2.2.	Abbau aromatischer Kohlenwasserstoffe. . . . .	54	5.1.6. Denitrifizierung . . . . .	107
3.3.	Anaerobe Abbauprozesse . . . . .	56	5.2. Der Schwefel-Kreislauf . . . . .	107
3.3.1.	Gärungen . . . . .	58	5.2.1. Der mikrobielle Schwefel-Kreislauf . . . . .	109
3.3.2.	Anaerobe Atmungen: Nitrat- und Sulfatatmung . . . . .	59	5.3. Der Phosphat-Kreislauf . . . . .	111
3.4.	Methanogenese und der Methan-Kohlendioxidzyklus . . . .	62	6. Mikrobielle Umsetzungen von toxischen Metallen . . . . .	114
4.	Mikrobieller Abbau von organischen Fremdstoffen. . . . .	67	6.1. Mikrobielle Toxifikation und Detoxifikation . . . . .	114
4.1.	Zur Fremdstoff-Problematik . . . . .	67	6.2. Mikrobielle Umsetzungen des Quecksilbers . . . . .	115
4.2.	Prinzipien des mikrobiellen Fremdstoffmetabolismus . . . .	70	6.2.1. Quecksilber in der Umwelt . . . . .	115
4.2.1.	Strukturelle Ähnlichkeit mit Naturstoffen . . . . .	71	6.2.2. Methylierung . . . . .	116
4.2.2.	Fremdstoffkonzentration . . . . .	73	6.2.3. Reduktionsprozesse . . . . .	117
4.2.3.	Cometabolismus . . . . .	73	6.2.4. Der Quecksilberzyklus . . . . .	118
4.2.4.	Kooperative Leistungen in Mischkulturen . . . . .	75	6.3. Umsetzungen von Arsen, Selen und Blei . . . . .	119
4.2.5.	Selektion neuer Leistungen . . . . .	75	Anwendungen	
4.2.6.	Ökosystem-Bedingungen . . . . .	78	7. Mikrobielle Abwasserreinigung, Gewässerschutz und Abluft- reinigung . . . . .	120
4.3.	Aliphatische Kohlenwasserstoffe . . . . .	80	7.1. Zum Abwasserproblem . . . . .	120
4.4.	Cycloalkane . . . . .	82	7.2. Prinzipien der Abwasserreinigung . . . . .	121
4.5.	Aromatische Kohlenwasserstoffe . . . . .	84	7.3. Aerobe Abbauprozesse . . . . .	123
4.6.	Polychlorierte Biphenyle (PCB) . . . . .	88	7.4. Spezielle Verfahren für schwer abbaubare Verbindungen . .	127
4.7.	Alkylbenzensulfonat-Detergenzien . . . . .	89	7.5. Schadstoffdetoxifikation durch fixierte Enzyme und Zellen .	130
4.8.	Plaste und andere synthetische Polymere . . . . .	89	7.6. Anaerobe Abbauprozesse . . . . .	131
4.9.	Herbizide . . . . .	90	7.7. Mikrobielle Stickstoff- und Phosphoreliminierung. . . . .	133
4.9.1.	Phenoxyalkansäuren . . . . .	91	7.8. Gewässerschutz und Gewässersanierung . . . . .	137
4.9.2.	Phenylamide . . . . .	91	7.9. Anthropogene Belastung der Meere . . . . .	140
4.9.3.	Triazine . . . . .	94	7.10. Mikrobielle Abluftreinigung . . . . .	142
4.9.4.	Chlorierte Alkansäuren . . . . .	95	7.11. Kohle- und Erdölentschwefelung . . . . .	143
4.10.	Insektizide . . . . .	95	8. Mikrobielle Abproduktnutzung . . . . .	145
4.10.1.	Chlorkohlenwasserstoffe . . . . .	95	8.1. Eiweiß- und Äthanolproduktion aus Abwässern der Zellulose- und Lebensmittelindustrie. . . . .	146
4.10.2.	Organophosphor-Insektizide . . . . .	97	8.2. Biogas aus landwirtschaftlichen und kommunalen Abwässern	147
4.11.	Enzymatische Mechanismen . . . . .	98	8.3. Kompost aus Klärschlamm und Siedlungsabfällen — Humin- stoffsynthese . . . . .	151
5.	Mikrobielle Umsetzungen in den Stickstoff-, Schwefel- und Phosphor-Kreisläufen. . . . .	99		
5.1.	Der Stickstoff-Kreislauf. . . . .	99		
5.1.1.	Der globale Stickstoff-Kreislauf . . . . .	99		
5.1.2.	Umweltprobleme und der Stickstoff-Kreislauf . . . . .	101		
5.1.3.	Biologische Stickstoffbindung . . . . .	103		
5.1.4.	Ammonifizierung. . . . .	105		