

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

Verzeichnis der verwendeten Symbole

Vorwort	1
1 Einleitung	3
2 Grundlegende Begriffe	6
2.1 Systemabgrenzung	6
2.2 Erhaltungssätze	6
2.3 Stoffbilanzen	7
3 Biologische Prozesse	8
3.1 Grundlagen	8
3.2 Generelle Umwandlungsprozesse	10
3.2.1 Biologisches Wachstum	10
3.2.2 Hydrolyse	10
3.2.3 Zerfall/Absterben	11
3.3 Biologischer Abbau der C-, N- und P-Verbindungen in Kläranlagen	12
3.3.1 Biologischer Abbau der Kohlenstoffverbindungen	12
3.3.2 Biologischer Abbau der Stickstoffverbindungen	13
3.3.2.1 Nitrifikation	14
3.3.2.2 Denitrifikation	15
3.3.3 Elimination der Phosphorverbindungen	44
3.3.3.1 Chemische Phosphorelimination	45
3.3.3.2 Biologische Phosphorelimination	46
3.4 Anaerober biologischer Abbau	48

	Seite
4 Modellierung der biologischen Prozesse	50
4.1 Michaelis-Menten-Kinetik und Monod-Kinetik	50
4.2 Modellansätze auf Basis der Monod-Kinetik (ASM 1 und 3)	54
4.3 Vorhandene Modellansätze zur Beschreibung der chemischen und biologischen Phosphorelimination	65
4.3.1 Modellansätze für die chemische Phosphorelimination	65
4.3.2 Modellansätze für die biologische Phosphorelimination	65
4.4 Kinetische Beschreibung biologischer Prozesse	75
4.4.1 Modellansatz für die Nitrifikation	76
4.4.2 Modellansatz FUKA	85
4.4.3 Neuer kinetischer Ansatz zur mathematischen Beschreibung der biologischen Phosphorelimination (Ender Modell)	93
4.5 Modellansatz ADM1 für anaerobe Prozesse	105
4.6 Einflussfaktoren für biologische Prozesse und deren Abbildung in der Modellierung	112
4.6.1 Hemmstoffe	112
4.6.2 Temperatur	113
4.6.2.1 Theoretische Grundlagen	115
4.6.2.2 Einführung neuer Temperaturterme	117
5 Modellierung von Anlagen und Verfahren	122
5.1 Belebungsanlagen mit dem neuen Modellansatz FUKA	123
5.2 Biofilmanlagen	124
5.2.1 Technische Anwendung der Biofilmverfahren	124
5.2.2 Modellansätze für die Beschreibung der Prozesse im Biofilm	127
5.2.3 Biofilmblock in SIMBA®	128
5.2.4 Nachbildung der Biofilmverfahren in der Simulation	130
5.2.4.1 Tropfkörper	130
5.2.4.2 Getauchtes Festbett	135

	Seite
5.2.4.3 Scheibentauchkörper	140
5.3 Biogasanlagen	143
5.3.1 „Praxisorientiertes“ Konzept	143
5.3.1.1 Einführung verschiedener Klassen des Substrates und einer Desintegrationsphase	144
5.3.1.2 Berechnung der CSB-Werte von Substraten	147
5.3.1.3 Anpassung der kinetischen Parameter	149
5.3.1.4 Anpassung der aktiven Biomasse	149
5.3.1.5 Experimentelle Untersuchungen	153
5.3.1.6 Nachbildung im Simulationsprogramm SIMBA®	157
5.3.2 Grundlegende Betrachtungen zum praxisorientierten Konzept	169
6 Simulation und Simulationssysteme	172
6.1 Programme/Software für die Simulation	172
6.2 Nachbildung von Anlagen im Simulationssystem	178
6.3 Modellkalibrierung/Parameteranpassung	180
6.4 Modellverifikation	182
6.5 Online-Simulation	182
7 Anwendung der dynamischen Simulation in der Praxis	184
7.1 Fallbeispiel 1 – Kommunale Kläranlage (HKW Emden/Larrelt)	184
7.2 Fallbeispiel 2 – Industriekläranlage	193
8 Zusammenfassung/Fazit	201
9 Literatur	205
Lebenslauf	