

Interdisziplinäres Fernstudium Umweltwissenschaften - **infernum**

## **Grundlagen der Umweltbiotechnologie**



Interdisziplinäres Fernstudium Umweltwissenschaften - **infernum**

# Grundlagen der Umweltbiotechnologie

von

Uta Bergstedt und  
Ute Merrettig-Bruns

Hagen/Oberhausen, 2003



**Fraunhofer** Institut  
Umwelt-, Sicherheits-,  
Energietechnik UMSICHT



## **Impressum**

Grundlagen der Umweltbiotechnologie

Autorinnen: Uta Bergstedt und Ute Merrettig-Bruns

© 2003 FernUniversität – Gesamthochschule – in Hagen, 58084 Hagen  
& Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen  
Alle Rechte vorbehalten.

Kursnummer: 71317

Studienangebot: Interdisziplinäres Fernstudium  
Umweltwissenschaften (infernium)

Das Studienangebot infernum wird vom Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung  
des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung und des Nachdrucks, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der FernUniversität reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	3
<b>1 Einführung .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Biologische Grundlagen .....</b>	<b>9</b>
2.1 Die Zelle und ihre Bestandteile.....	9
2.2 Überblick über die Systematik der Mikroorganismen.....	15
2.3 Das Wachstum von Mikroorganismen .....	16
2.3.1 Bedingungen des Wachstums .....	16
2.3.2 Physiologie des Wachstums.....	18
2.4 Grundmechanismen des Stoffwechsels und der Energieumwandlung.....	23
2.4.1 Allgemeine Mechanismen des Substratabbaus .....	25
2.4.2 Aerobes Abbau organischer Verbindungen.....	27
2.4.3 Aerobe Energiegewinnung mit anorganischen Substraten.....	31
2.4.4 Anaerobes Abbau organischer Verbindungen.....	33
2.5 Abbau von Natur- und Fremdstoffen .....	39
2.5.1 Abbau von Naturstoffen.....	39
2.5.2 Abbau von Fremdstoffen.....	40
2.5.3 Reinkultur oder Mischkultur? .....	42
<b>3 Einsatz der Biologie in der Umwelttechnik .....</b>	<b>44</b>
<b>4 Bioreaktorsysteme.....</b>	<b>45</b>
4.1 Einführung .....	45
4.2 Technische Grundlagen.....	46
4.3 Betriebsweisen von Bioreaktoren .....	46
4.3.1 Batch-Verfahren .....	47
4.3.2 Fed-batch-Verfahren .....	47
4.3.3 Kontinuierliche Verfahren.....	47
4.4 Zellverteilung im Reaktor .....	48
4.5 Bauarten von Bioreaktoren.....	50
4.6 Einsatz von Bioreaktoren in der Umwelttechnik.....	51
<b>5 Biologische Abwasserreinigung.....</b>	<b>53</b>
5.1 Einführung .....	53
5.2 Aerobe Abwasserreinigung.....	55
5.2.1 Belebungsverfahren .....	55
5.2.2 Festbettreaktor .....	57
5.2.3 Stickstoffelimination .....	60

5.2.4	Anaerobe Abwasserreinigung .....	62
5.3	Aufbau einer kommunalen Kläranlage .....	63
5.4	Pflanzenkläranlagen.....	65
6	Biologische Abluftreinigung .....	67
6.1	Einführung.....	67
6.2	Technik der Abluftreinigung.....	68
6.2.1	Biofilter .....	70
6.2.2	Biowäscher .....	71
6.2.3	Rieselbettreaktor .....	72
7	Biologische Behandlung fester Abfallstoffe und Schlämme .....	74
7.1	Einführung.....	74
7.2	Kompostierungsverfahren .....	74
7.2.1	Verlauf der Kompostierung.....	74
7.2.2	Technik der Kompostierung.....	76
7.3	Vergärung .....	77
7.3.1	Ausgangsmaterialien für die Vergärung.....	78
7.3.2	Zusammensetzung des Biogases .....	80
7.3.3	Einfluss physikalisch-chemischer Parameter auf die Vergärung .....	81
7.4	Technik der Vergärung.....	82
7.5	Vergleich von Kompostierung und Vergärung .....	84
7.6	Behandlung von Schlämmen .....	84
7.6.1	Aerobe Behandlung von Schlämmen.....	85
7.6.2	Anaerobe Schlammstabilisierung .....	85
8	Biologische Bodenreinigung .....	86
8.1	Einführung.....	86
8.2	Mikrobiologische Charakterisierung kontaminierter Böden.....	87
8.3	Verfahren der biologischen Bodensanierung.....	88
8.3.1	Ex-situ-Sanierung .....	90
8.3.2	In-situ-Sanierung.....	91
9	Potenziale der Gentechnik in der Umwelttechnik.....	93
9.1	Gentechnik in der Umweltbiotechnologie .....	93
9.2	Umweltschutz in der Produktionstechnik mit Hilfe der Gentechnik.....	94
10	Die Rolle der Biotechnologie im Rahmen des Produktions-integrierten Umweltschutzes .....	97

---

<b>11</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>100</b>
<b>12</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>102</b>
<b>13</b>	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>103</b>
<b>14</b>	<b>Glossar.....</b>	<b>104</b>