

|  |    |
|--|----|
| <b>Kapitel 1 Klassische Verfahren der Lebens- und Genußmittelindustrie</b> .....                   | 1  |
| 1. <u>Brot und Hefegebäck: Backverfahren mit Sauerteigen und Backhefen</u> .....                   | 1  |
| 1.1 Brot .....   | 1  |
| 1.2 Hefegebäck .....   | 3  |
| 1.3 Verschiedene Brotarten .....   | 5  |
| 2. <u>Alkoholische Getränke</u> .....  | 7  |
| 2.1 Alkoholische Gärung durch Mikroorganismen .....  | 7  |
| 2.2 Herstellung von Wein .....   | 10 |
| 2.2.1 Beteiligte Mikroorganismen .....   | 10 |
| 2.2.2 Biochemie .....  | 11 |
| 2.2.3 Technischer Ablauf der Bereitung von Wein und Sekt .....                                     | 12 |
| 2.3. Herstellung von Bier .....  | 17 |
| 2.3.1 Gewinnung des Malzes .....   | 17 |
| 2.3.2 Gewinnung der Würze .....  | 20 |
| 2.3.3 Bierhefen und Gärungsverlauf .....   | 21 |
| 3. <u>Herstellung von Essig</u> .....  | 25 |
| 3.1 Vorkommen, Physiologie und Systematik der Essigsäurebakterien .....                            | 25 |
| 3.2 Verfahrenstechnik der Essiggewinnung .....   | 28 |
| 4. <u>Aufschluß und Konservierung von Nahrungsmitteln durch bakterielle Milchsäuregärung</u> ..... | 33 |
| 4.1 Milchsäurebakterien und ihre Umsetzungen .....   | 33 |
| 4.2 Herstellung von Sauer Milchprodukten durch Milchsäurebakterien .....                           | 36 |
| 4.3 Mikrobielle Umsetzungen bei der Herstellung von Käse .....                                     | 41 |
| 4.4 Milchsäuregärungen zur Gewinnung von Nahrungs- und Futtermitteln .....                         | 46 |
| 4.4.1 Herstellung von Sauerkraut und anderen gesäuerten pflanzlichen Lebensmitteln .....           | 46 |
| 4.4.2 Silierung von Futtermitteln durch Milchsäurebakterien .....                                  | 48 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Kapitel 2 Mikrobenzellen als Nahrungs- und Futtermittel</b> ..... | 51 |
| 1. Eignung für die menschliche und tierische Ernährung ..            | 51 |
| 2. Anzucht von Hefezellen .....                                      | 53 |
| 2.1 Verhefung von n-Paraffinen .....                                 | 56 |
| 3. Anzucht von Bakterienzellen .....                                 | 57 |
| 3.1 Züchtung von Bakterienbiomasse auf Methanol .....                | 58 |
| 4. Gewinnung und Nutzung mikrobieller Fette .....                    | 61 |
| 5. Züchtung der Fruchtkörper höherer Pilze .....                     | 63 |
| 5.1 Züchtung des Kulturchampignons .....                             | 63 |
| 5.2 Kultivierung anderer Speisepilze .....                           | 67 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Kapitel 3 Mikrobielle Stoffwechselprodukte für chemische Synthesen und als Energieträger</b> .....                            | 68 |
| 1. <u>Biotechnische Verfahren mit Clostridien: Gewinnung von Buttersäure, Aceton, Butanol und Isopropanol</u> ..                 | 68 |
| 1.1 Die Organismen: Anaerobe, Endosporen bildende Bakterien der Gattung <i>Clostridium</i> .....                                 | 68 |
| 1.2 Biochemie der Bildung von Buttersäure, Butanol, Aceton und Isopropanol .....   | 69 |
| 1.3 Biotechnische Gewinnung von Buttersäure mit <i>Clostridium butyricum</i> .....   | 72 |
| 1.4 Gewinnung von Butanol, Aceton und Isopropanol durch <i>Clostridium acetobutylicum</i> und <i>Clostridium butylicum</i> ..... | 73 |
| 2. <u>Gemischte bakterielle Säuregärungen und die Produktion von 2,3-Butandiol</u> .....   | 74 |
| 2.1 Biochemie der Bildung von 2,3-Butandiol .....  | 74 |
| 2.2 Ansatz und Ablauf der Fermentationen .....   | 77 |
| 2.3 Aufarbeitung und Verwendung des 2,3-Butandiols ..  | 79 |
| 3. Mikrobielle Bildung der Citronensäure und anderer organischer Säuren .....  | 79 |
| 3.1 Der Tricarbonsäure- oder Citronensäurezyklus .....   | 80 |
| 3.2 Biotechnische Gewinnung der Citronensäure durch <i>Aspergillus niger</i> .....   | 80 |
| 3.3 <u>Produktion anderer organischer Säuren durch Mikroorganismen</u> .....   | 82 |
| 3.3.1 Gewinnung der Itaconsäure aus Melasse durch <i>Aspergillus terreus</i> und <i>Aspergillus itaconicus</i> .....             | 83 |
| 3.3.2 Mikrobielle Gewinnung anderer Säuren des Citronensäurezyklus .....   | 83 |
| 3.3.3 Gluconsäure und Kojisäure .....  | 84 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 4.    | <u>Ethanol und Methan: Mikrobielle Gärungsprodukte zur Energiegewinnung</u> . . . . . | 86  |
| 4.1   | Alkoholische Gärung als Energiequelle . . . . .                                       | 86  |
| 4.2   | Mikrobielle Methan-Bildung als Energiequelle . . . . .                                | 87  |
| 4.2.1 | Methanbakterien und Biochemie der Methan-Bildung . . . . .                            | 87  |
| 4.2.2 | Aufbau und Funktion von Biogasanlagen . . . . .                                       | 91  |
| 5.    | <u>Mikrobielle Enzyme: Biotechnische Gewinnung und Anwendung</u> . . . . .            | 95  |
| 5.1   | Biologische Regulation und Gewinnung mikrobieller Enzyme . . . . .                    | 96  |
| 5.2   | Beispiele biotechnisch wichtiger mikrobieller Enzyme . . . . .                        | 98  |
| 5.3   | Herstellung und biotechnische Nutzung trägergebundener mikrobieller Enzyme . . . . .  | 100 |

#### **Kapitel 4 Biotechnische Verfahren für die pharmazeutische Industrie und für Anwendungen in der Landwirtschaft** . . . . . 103

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 1.    | <u>Gewinnung von Aminosäuren</u> . . . . .   | 103 |
| 1.1   | L-Glutaminsäure . . . . .  | 104 |
| 1.1.1 | Biochemie . . . . .  | 104 |
| 1.1.2 | Biotechnische Produktion . . . . .   | 105 |
| 1.2   | L-Lysin . . . . .  | 106 |
| 1.2.1 | Biochemie . . . . .  | 106 |
| 1.2.2 | Biotechnische Produktion . . . . .   | 108 |
| 1.3   | L-Tryptophan . . . . .   | 108 |
| 1.3.1 | Biochemie . . . . .  | 108 |
| 1.3.2 | Biotechnische Produktion . . . . .   | 109 |
| 2.    | <u>Gewinnung von Antibiotica aus Pilzen, Actinomyceten und Bakterien</u> . . . . . | 110 |
| 2.1   | Penicillin . . . . .   | 113 |
| 2.1.1 | Biosynthese . . . . .  | 113 |
| 2.1.2 | Biotechnische Gewinnung . . . . .  | 115 |
| 2.2   | Streptomycin . . . . .   | 118 |
| 2.2.1 | Struktur und Biosynthese . . . . .   | 118 |
| 2.2.2 | Biotechnische Gewinnung . . . . .  | 120 |
| 2.3   | Bacitracin . . . . .   | 121 |
| 2.3.1 | Struktur und Biosynthese . . . . .   | 122 |
| 2.3.2 | Biotechnische Gewinnung von Bacitracin A . . . . .                                 | 123 |
| 3.    | <u>Biotechnische Erzeugung von Vitaminen durch Mikroorganismen</u> . . . . .       | 124 |
| 3.1   | L-Ascorbinsäure (Vitamin C) . . . . .  | 125 |
| 3.1.1 | Struktur und Funktion . . . . .  | 125 |
| 3.1.2 | Biotechnische Erzeugung . . . . .  | 126 |
| 3.2   | Riboflavin (Vitamin B <sub>2</sub> ) . . . . .                                     | 127 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 3.2.1 | Aufbau und Funktion . . . . .  | 127 |
| 3.2.2 | Biotechnische Erzeugung . . . . .  | 129 |
| 3.3   | Cobalamin (Vitamin B <sub>12</sub> ) . . . . .   | 130 |
| 3.3.1 | Aufbau und Funktion . . . . .  | 130 |
| 3.3.2 | Biotechnische Gewinnung . . . . .  | 132 |
| 3.4   | β-Carotin (Provitamin A) . . . . .   | 135 |
| 3.4.1 | Struktur und Biosynthese . . . . .   | 135 |
| 3.4.2 | Biotechnische Erzeugung . . . . .  | 137 |
| 4.    | <u>Produktion pharmazeutisch wichtiger Steroide: Mikroorganismen als Hilfsmittel der organisch-präparativen Synthese</u> . . . . . | 137 |
| 4.1   | Mikrobielle Transformation der Corticosteroide . . . . .   | 138 |
| 4.2   | Mikrobielle Umwandlungen von Geschlechtshormonen . . . . .   | 140 |
| 5.    | Gewinnung von Dextranen zum Blutplasma-Ersatz . . . . .  | 142 |
| 5.1   | Mikrobielle Bildung und Biochemie der Dextrane . . . . .   | 142 |
| 5.2   | Biotechnische Gewinnung der Dextrane . . . . .   | 143 |
| 6.    | Mikrobielle Synthese pflanzlicher Wachstumsstoffe . . . . .  | 145 |
| 6.1   | Struktur- und Biosynthese der Gibberelline . . . . .   | 145 |
| 6.2   | Biotechnische Erzeugung und Anwendung der Gibberellinsäure . . . . .   | 147 |
| 7.    | <u>Einsatz von Mikroorganismen im Pflanzenschutz</u> . . . . .   | 148 |
| 7.1   | Anwendung insektenpathogener Mikroorganismen zur Schädlingsbekämpfung . . . . .  | 149 |
| 7.2   | Mikrobielle Hemmstoffe zur Schädlingsbekämpfung . . . . .  | 150 |
| 8.    | Mikroorganismen zur Samen- und Bodenimpfung . . . . .  | 150 |
| 8.1   | Impfpräparate mit symbiontischen Bakterien . . . . .   | 151 |
| 8.2   | Impfungen mit symbiontischen Actinomyceten und Pilzen . . . . .  | 154 |

#### **Kapitel 5 Mikroorganismen zur Reinhaltung des Wassers, der Luft und zur Abfallbeseitigung** . . . . . 157

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 1.   | <u>Biotechnische Verfahren der Abwasserreinigung</u> . . . . .  | 158 |
| 1.1  | Entwicklung und Leistungen der Abwassermikroflora . . . . .   | 158 |
| 1.2  | Technische Möglichkeiten der Abwasserreinigung . . . . .  | 163 |
| 2.   | Biotechnische Verfahren zur Entfernung von Schad- und Geruchsstoffen aus Abluft . . . . .               | 167 |
| 3.   | <u>Behandlung kommunaler und landwirtschaftlicher fester Abfallstoffe durch Kompostierung</u> . . . . . | 168 |
| 3.1  | Mikrobiologie und Stoffumsetzungen bei der Kompostierung . . . . .                                      | 169 |
| 3.2. | Praxis der Kompostierung landwirtschaftlicher und kommunaler Abfälle . . . . .                          | 172 |

## Modellversuche

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Versuch 1  | Backhefe als Triebmittel bei der Teiglockerung                                       | 175 |
| Versuch 2  | Alkoholische Gärung durch Hefe   | 177 |
| Versuch 3  | Vergärbarkeit verschiedener Zucker durch Hefe  | 180 |
| Versuch 4  | Gewinnung von Essigsäure aus Wein. Nachweis der Essigsäurebakterien                  | 182 |
| Versuch 5  | Bereitung von Sauermilch: Joghurt  | 184 |
| Versuch 6  | Mikrobiologie der Sauerkraut-herstellung   | 185 |
| Versuch 7  | Produktion von Biomasse: Champignon-Kultur   | 188 |
| Versuch 8  | Gewinnung von Proteasen durch Bakterien  | 190 |
| Versuch 9  | Biogas-Gewinnung   | 192 |
| Versuch 10 | Gewinnung von Dextran durch Bakterien  | 195 |
| Versuch 11 | Gewinnung von Citronensäure durch Pilze  | 196 |
| Versuch 12 | Gewinnung von Penicillin und Nachweis der antibiotischen Wirkung                     | 198 |
| Versuch 13 | Isolierung von Streptomyceten aus Erdproben und Nachweis der Bildung von Antibiotica | 202 |
| Versuch 14 | Cellulose-Abbau durch Mikroorganismen  | 205 |
| Versuch 15 | Reinhaltung der Luft durch Mikroorganismen: Biologische Luftfilter                   | 207 |
| Versuch 16 | Selbsterhitzung von Heu durch thermophile Bakterien                                  | 209 |
|            | Bezugsquellenverzeichnis   | 211 |
|            | Literatur  | 212 |
|            | Alphabetisches Verzeichnis der Mikroorganismen                                       | 216 |
|            | Sachverzeichnis  | 219 |