

## Inhalt

Abkürzungen ... U2  
Einführung ... 1

### Einleitung

Frühe Entwicklungen ... 2  
Biotechnologie heute ... 4

### Mikrobiologie

Viren ... 6  
Bakteriophagen ... 8  
Mikroorganismen ... 10  
Bakterien ... 12  
Hefen ... 14  
Pilze ... 16  
Algen ... 18  
Einige biotechnologisch wichtige  
Bakterien ... 20  
Mikroorganismen: Isolierung, Stammhaltung,  
Sicherheit ... 22  
Stammverbesserung von  
Mikroorganismen ... 24

### Biochemie

Biochemie ... 26  
Aminosäuren, Peptide, Proteine ... 28  
Enzyme: Aufbau, Funktion, Kinetik ... 30  
Zucker, Glykoside,  
Polysaccharide ... 32  
Lipide, Membranen,  
Membran-Proteine ... 34  
Stoffwechsel ... 36

### Gentechnik

DNA: Aufbau und Struktur ... 38  
DNA: Funktion ... 40  
RNA ... 42  
Gentechnik: Allgemeine Arbeitsschritte ... 44  
Präparation von DNA ... 46  
Weitere Enzyme zur Bearbeitung  
von DNA ... 48  
PCR: allgemeine Methode und praktische  
Anwendungen ... 50  
PCR: Labormethoden ... 52  
DNA: Synthese und  
Größenbestimmung ... 54  
DNA: Sequenzierung ... 56  
Einführung von DNA in lebende Zellen  
(Transformation) ... 58  
Klonierung und Identifizierung von Ge-  
nen ... 60  
Genexpression ... 62

Abschalten von Genen ... 64  
Epigenetik ... 66  
Genbanken und Genkartierung ... 68  
Genome von Prokaryoten ... 70  
Genome von Eukaryoten ... 72  
Metagenom ... 74

### Zellbiologie

Zellbiologie ... 76  
Stammzellen ... 78  
Blutzellen und Immunsystem ... 80  
Antikörper ... 82  
Reporter-Gruppen ... 84  
Oberflächen-Fermentation ... 86  
Mikroorganismen: Anzucht ... 88  
Wachstumskinetik und  
Produktbildung ... 90  
Zulauf-, kontinuierliche und  
Hochzelldichte-Fermentationen ... 92  
Fermentationstechnik ... 94  
Fermentationstechnik:  
Maßstabsvergrößerung ... 96  
Kultivierung tierischer Zellen ... 98  
Kultivierung tierischer Zellen  
im größeren Maßstab ... 100  
Enzym- und Zellreaktoren ... 102  
Aufarbeitung von Bioprodukten ... 104  
Aufarbeitung von Bioprodukten:  
Chromatographie ... 106  
Ökonomische Gesichtspunkte bei  
industriellen Verfahren ... 108  
Alkoholische Getränke ... 110  
Bier ... 112  
Fermentierte Lebensmittel ... 114  
Lebensmittel und  
Milchsäure-Gärung ... 116  
Präbiotika und Probiotika ... 118  
Backhefe und Futterhefen ... 120  
Futterhefen aus Chemie-Rohstoffen,  
Einzelleröl ... 122  
Aminosäuren ... 124  
L-Glutaminsäure ... 126  
D,L-Methionin, L-Lysin und L-Threo-  
nin ... 128  
Aspartam<sup>®</sup>, L-Phenyl-alanin und  
L-Asparaginsäure ... 130  
L- und D-Aminosäuren durch enzymatische  
Transformation ... 132  
Vitamine ... 134  
Nucleoside und Nucleotide ... 136

### Industrieprodukte

Bio-Ethanol ... 138

Butanol ... 140  
 Höhere Alkohole und Alkene ... 142  
 Essigsäure ... 144  
 Citronensäure ... 146  
 Milchsäure, 3-Hydroxy-Propionsäure ... 148  
 Gluconsäure und andere „grüne“  
 Zucker-Bausteine ... 150  
 Dicarbonsäuren ... 152  
 Biopolymere: Polyester ... 154  
 Biopolymere: Polyamide ... 156  
 Polysaccharide ... 158  
 Biotenside ... 160  
 Fettsäuren und Ester ... 162

### Enzymtechnologie

Biotransformation ... 164  
 Enzyme in der Technik ... 166  
 Angewandte Enzymkatalyse ... 168  
 Regio- und enantioselektive enzymatische  
 Synthesen ... 170  
 Enzyme als Verarbeitungshilfsmittel ... 172  
 Enzyme und Waschmittel ... 174  
 Enzyme zum Stärkeabbau ... 176  
 Enzymatische Stärkehydrolyse ... 178  
 Enzyme und Süßkraft ... 180  
 Enzyme zum Abbau von Cellulose und  
 Polyosen ... 182  
 Enzymatische Verfahren bei der Zellstoff- und  
 Papierherstellung ... 184  
 Pektinasen ... 186  
 Enzyme und Milchprodukte ... 188  
 Enzyme zur Bearbeitung von Backwaren und  
 Fleisch ... 190  
 Neue Enzyme für Lebensmittel und  
 Tierfutter ... 192  
 Enzyme zur Leder- und  
 Textilbehandlung ... 194  
 Neue Wege zu technischen Enzymen ... 196  
 Protein Design ... 198

### Antibiotika

Antibiotika: Vorkommen und Anwendungen ... 200  
 Antibiotika: Screening, Herstellung und  
 Wirkungsmechanismus ... 202  
 Antibiotika-Resistenz ... 204  
 $\beta$ -Lactam-Antibiotika: Struktur, Biosynthese  
 und Wirkungsmechanismus ... 206  
**VI**  $\beta$ -Lactam-Antibiotika: Herstellung ... 208  
 Aminosäure- und Peptid-Antibiotika ... 210

Glykopeptid-, Lipopeptid-, Polyether- und  
 Nucleosid-Antibiotika ... 212  
 Aminoglykosid-Antibiotika ... 214  
 Tetracycline, Fluorochinolone, andere aroma-  
 tische Antibiotika ... 216  
 Polyketid-Antibiotika ... 218  
 Neue Wege zu Antibiotika ... 220

### Medikamente und Medizintechnik

Insulin ... 222  
 Wachstumshormon und  
 andere Hormone ... 224  
 Hämoglobin, Serumalbumin,  
 Lactoferrin ... 226  
 Gerinnungsfaktoren ... 228  
 Antikoagulanzen und  
 Thrombolytika ... 230  
 Enzym-Inhibitoren ... 232  
 Interferone ... 234  
 Interleukine ... 236  
 Erythropoietin und andere Wachstums-  
 faktoren ... 238  
 Andere therapeutische Proteine ... 240  
 Monoklonale Antikörper ... 242  
 Rekombinante Antikörper ... 244  
 Therapeutische Antikörper ... 246  
 Vakzine ... 248  
 Rekombinante Vakzine ... 250  
 Steroid-Biotransformationen ... 252  
 Enzyme für die Analytik ... 254  
 Enzym-Tests ... 256  
 Biosensoren ... 258  
 Immunanalytik ... 260  
 Glykobiologie ... 262

### Landwirtschaft und Umwelt

Tierzucht ... 264  
 Embryotransfer, geklonte Tiere ... 266  
 Genkartierung ... 268  
 Transgene Tiere ... 270  
 Züchtung, *gene pharming* und  
 Xenotransplantation ... 272  
 Pflanzenzucht ... 274  
 Pflanzliche Zellkulturen:  
 Oberflächen-Kulturen ... 276  
 Pflanzliche Zellkulturen:  
 Suspensionskulturen ... 278  
 Transgene Pflanzen: Methoden ... 280  
 Transgene Pflanzen: Resistenz ... 282  
 Transgene Pflanzen: Wertstoffe ... 284  
 Aerobe Abwasserbehandlung ... 286

Anaerobe Abwasser- und Schlamm-  
behandlung ... 288  
Biologische Reinigung  
von Abluft ... 290  
Biologische Reinigung  
von Böden ... 292  
Mikrobielle Erzläugung  
(Biolaugung) und Biokorrosion ... 294

## **Megatrends**

Human-Genom ... 296  
Funktionsanalyse  
des Humangenoms ... 298  
Pharmakogenomik,  
*Nutrigenomics* ... 300  
DNA-Analytik ... 302  
Gentherapie ... 304  
Induzierte pluripotente Stammzellen  
(iPS) ... 306  
Tissue Engineering ... 308  
Wirkstoff-Screening ... 310  
Hochdurchsatz-Sequenzierung ... 312  
Proteomics ... 314  
DNA- und Protein-Arrays ... 316  
*Metabolomics* und  
*Metabolic Engineering* ... 318  
Synthetische Biologie ... 320  
Systembiologie ... 322  
Bioinformatik: Sequenz- und Struktur-Daten-  
banken ... 324  
Bioinformatik: Funktionsanalysen ... 326  
C-Quellen ... 328  
Bioraffinerien ... 330

## **Sicherheit und Ethik**

Sicherheit in der Gentechnik ... 332  
Zulassung bio- und gentechnischer  
Produkte ... 334  
Ethik und Akzeptanz ... 336  
Patente in der Biotechnologie ... 338  
Biotechnologie im internationalen  
Leistungsvergleich ... 340

Literatur ... 343  
Sachverzeichnis ... 376  
Bildquellen ... 405

