

1	Einleitung	1
	Anhang: Wichtige Quellen der Recherchen	6
	Literatur	7
2	Ursprünge, frühe wissenschaftliche Periode	9
2.1	Einleitung	9
2.2	Frühe experimentelle wissenschaftliche Befunde	13
2.2.1	Die Alkoholfermentation	13
2.2.2	„Ungeformte, unorganisierte Fermente“ (Enzyme)	18
2.3	Anwendung biotechnologischer Verfahren	19
2.4	Theoretische Konzepte	22
2.4.1	Ausbildung	22
2.4.2	Die vitalistische Schule	23
2.4.3	Die chemische Schule	25
2.4.4	Fermentation – ein Rätsel, ein epistemisches Ding	27
	Literatur	29
3	Pasteur: Mikrobiologie – eine neue Wissenschaft – Grundlage der Technik	33
3.1	Ein rätselhaftes Phänomen	35
3.2	Probleme der Alkoholproduktion– und ihre Lösung	38
3.3	Eine Theorie der Fermentation	42
3.4	Enzyme	44
3.5	Technische Entwicklungen und Produkte	45
3.6	Neue Forschungsinstitute	54
3.7	Impfen – eine kühne, lebensrettende Erfindung	55
3.8	Zusammenfassung und Fazit	58
	Literatur	60
4	Die Begründung der Biochemie: Buchner	63
4.1	Das Schlüsselexperiment Buchners	63
4.2	Widerspruch und Bestätigung	67
4.3	Die Etablierung der Biochemie	69

4.4	Die Glykolyse, eine komplexe biochemische Stoffumwandlung	71
4.5	Anwendung, neue Produkte und Prozesse	75
4.5.1	Aceton, Butanol und Glycerin	76
4.5.2	Organische Säuren, Hefe	78
4.5.3	Enzyme für Brauerei und Bäckerei	81
4.5.4	Biologische Abwasserreinigung	83
4.6	Wissenschaften und Institutionen	84
4.7	Zusammenfassung	85
	Literatur	85
5	Penicillin, die Ära der Antibiotika und die Expansion biotechnischer Produktionen	91
5.1	Flemings Entdeckung	91
5.2	Floreys, Chains und Heatleys strategischer Blick	92
5.3	Die Entwicklung in den USA – ein neues Konzept für Wissenschaft und Technik	95
5.4	Resistenzen – ein Trauma bis heute: neue Antibiotika	103
5.4.1	Pionierarbeit für die Synthese neuer, gegen resistente Bakterien wirksamer Antibiotika – die enzymatische Penicillinspaltung	107
5.5	Weitere Pharmazeutika und neue Produkte	112
5.5.1	Steroide	112
5.5.2	Weitere bedeutende Fermentationsprodukte	113
5.5.3	Enzyme	114
5.5.4	Ein bedeutendes Arbeitsgebiet: Umweltbiotechnologie, biologische Abwasser- und Abluftreinigung	118
5.5.5	Konzeption und Bau eines Hochleistungs-Anaerob-Fließbettreaktors im Großmaßstab – eine Episode	120
5.6	Politische Initiativen: Die Dechema-Studie Biotechnologie	122
5.7	Status der Biotechnologie – eine eigenständige Wissenschaft?	128
5.8	Zusammenfassung, Fazit	130
	Literatur	130
6	Pionierentwicklungen in der Gentechnik	135
6.1	Präambel	136
6.2	Konzeptionelle Gedankensprünge führen zu Innovationen	136
6.3	Überraschende Entdeckungen führen zu neuen Forschungsgebieten und -methoden	138
6.4	Bekannte Methoden, ohne die die Gentechnik nicht möglich gewesen wäre	140
6.4.1	Röntgenstrukturanalyse und Kristallographie: Einblick in die molekulare Struktur auf der atomaren Ebene	143

6.4.2	Gelelektrophorese (Chromatographie im elektrischen Feld): Entdeckung von Produkten mutierter Gene	143
6.4.3	Proteinsequenzierung	144
6.4.4	Sequenzierung von Nucleinsäuren – Vorspiel: Phagen-, Bakteriengenetik und Biochemie, das Genkonzept	144
6.5	DNA: Der Transfer und die Selektionierung in lebenden Zellen	149
6.6	Genklonierung bis 1973: Die Ära der modernen Biotechnologie beginnt auf der Grundlage der molekularen Biologie	150
6.6.1	Voraussetzungen des Klonierens: Biochemie der Nucleinsäuren und Enzymologie	150
6.6.2	Die Anwendung bekannter Methoden, oder ein konzeptioneller Sprung: Details	150
6.7	Genomkartierung, Genomanalyse: Klonierung von Genombibliotheken, Restriktionsmuster (Maps) und Restriktionsfragment-Längenpolymorphismen (RFLPs)	155
6.7.1	Vorbemerkung: Humangenetik vor der Gensequenzierung	155
6.7.2	Wichtige Ansätze zur Genomanalyse im DNA-Zeitalter (Genortung auf den Chromosomen und die Ursache familiärer (vererbter) Krankheiten)	156
6.7.3	DNA-Hybridisierungschips u. a. (sofortige Erkennung von Sequenzvarianten – Polymorphismen)	162
6.7.4	Der Einfluss des Mega-Sequenzierens auf die Biotechnologie	163
6.8	Die Expression von Genen anderer Organismen: Transgene Tiere mit rDNA	166
6.9	Zukünftige Trends	167
	Literatur	169
7	Die Neue Biotechnologie	177
7.1	Die Ära der Gründung neuer Biotech-Firmen	177
7.1.1	Unternehmenspolitik: Übernahmen, Zusammenschlüsse und Kooperationen	193
7.2	Neue Methoden und Techniken des Bioengineering	194
7.3	Das Spektrum aktueller Biotechnologischer Produkte und Verfahren	203
7.3.1	Pharmazeutische Produkte	204
7.3.2	Die Bereiche Lebensmittel und Industrie	210
7.3.3	Die Bereiche Pflanzen-Biotechnologie und Landwirtschaft	219
7.4	Fazit, Schlussfolgerungen	224
	Literatur	228

8 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	235
8.1 Bedeutende Entwicklungen in der Biotechnologie und Auswirkungen auf die Gesellschaft	235
8.1.1 Innovationen, Quellen, Faktoren und Bedingungen	240
8.2 Wissenschaftliche Entwicklungen und Bedeutung der Wissenschaften für die Biotechnologie	241
8.3 Die Biotechnologie als neue, eigenständige Wissenschaft	244
8.4 Rätsel in der Wissenschaft – Faszination der Forschung – Epistemische Dinge	248
Anhang: Das Phasenmodell wissenschaftlicher Entwicklung	252
Literatur	254
 Glossary	 257
Stichwortverzeichnis	261