

I Grundlagen der Biologie		
1 Eigenschaften und Merkmale lebendiger Systeme	7	
1.1 Kennzeichen des Lebens	7	
1.2 Elemente des Lebens	8	
1.2.1 Proteine (Eiweißstoffe)	9	
1.2.2 Enzyme (katalytische Proteine)	12	
1.2.3 Nukleinsäure DNA	14	
1.2.4 Nukleinsäure RNA	16	
1.2.5 Kohlenhydrate	16	
1.2.6 Lipide (Fette)	18	
2 Zusammenhang zwischen Bau und Funktion von Zellen	19	
2.1 Prozyten und Euzyten	19	
2.2 Aufbau von Zellen	19	
2.2.1 Zellplasma	19	
2.2.2 Biomembranen	20	
2.2.3 Zellorganellen	22	
2.2.4 Chromatin und Chromosomen	27	
2.3 Zellteilung	30	
2.4 Veränderungen des Erbgutes (Mutationen)	32	
3 Stoffwechselvorgänge in Zellen	36	
3.1 Stoffwechseldefinition	36	
3.2 ATP und ADP	37	
3.3 Fotosynthese	38	
3.4 Biologische Oxidation	40	
3.5 Alkoholische Gärung	41	
3.6 Proteinbiosynthese	42	
4 Systematik der Lebewesen	44	
4.1 Systematische Einheiten	44	
4.2 Stammbäume der Lebewesen	45	
II Mikrobiologie		
1 Erscheinungsformen und Eigenschaften von Mikroorganismen	46	
1.1 Lebewesen des mikrobiologischen Bereichs	47	
1.2 Eigenschaften der Mikroorganismen	48	
1.2.1 Natürliche Vorkommen und Verbreitung	48	
1.2.2 Äußere Gestalt und Größenverhältnisse von Mikroorganismen	50	
1.2.3 Bakterien – Bau und Lebensweise	53	
1.2.4 Pilze – Bau und Lebensweise	59	
1.2.5 Viren – Bau und Lebensweise	63	
2 Bedeutung der Mikroorganismen	66	
2.1 Bedeutung der Mikroorganismen für das Leben auf der Erde	66	
2.2 Bedeutung der Mikroorganismen für den Menschen	68	
2.2.1 Mikroorganismen als Krankheitserreger	68	
2.2.2 Mikroorganismen als Lebensmittelverderber	71	
2.2.3 Mikroorganismen als Verursacher von Korrosion	72	
III Biotechnik		
1 Biotechnik und Gentechnik	75	
1.1 Geschichte der Biotechnik und Gentechnik	76	
1.2 Vorteile biotechnischer Verfahren	78	
2 Biotechnisch wichtige Mikroorganismen und Zellen	80	
2.1 Produktionsorganismen in der Biotechnik	80	
2.2 Gentechnik – Erzeugung gentechnisch veränderter Organismen zur Nutzung in biotechnischen Verfahren	82	
2.2.1 Gentechnik – Überblick	82	
2.2.2 Nukleinsäureisolierung	84	
2.2.3 Nukleinsäuredetektion	86	
2.2.4 Polymerasekettenreaktion PCR	88	
2.2.5 DNA Banken	90	
2.2.6 DNA-Sequenzierung	93	
2.2.7 Klonierung	94	
2.2.8 Gentechnikgesetz	98	
3 Umgang mit biotechnisch wichtigen Mikroorganismen und Zellen	100	
3.1 Mikroorganismen und Zellen als biologische Arbeitsstoffe	100	
3.2 Grundregeln guter mikrobiologischer Technik	102	
3.3 Schutz- und Sicherheitsstufen im Labor und in der Produktion	104	
3.4 Sterilisation und Desinfektion	105	
3.5 Sterilisationsverfahren	106	
3.5.1 Feuchte Hitze	106	
3.5.2 Trockene Hitze	108	
3.5.3 Gase	108	
3.5.4 Ionisierende Strahlung	109	
3.5.5 Sterilfiltration	109	
3.6 Desinfektionsverfahren	112	
3.6.1 Physikalische Desinfektionsverfahren	112	
3.6.2 Chemische Desinfektionsmittel und Desinfektionsverfahren	112	
3.7 Entsorgung von biologisch kontaminiertem Material	114	
3.8 Biotechnische Labore	116	
3.9 Stammhaltung und Konservierung von Mikroorganismen und Zellen	119	
4 Kultivierung biotechnisch wichtiger Mikroorganismen und Zellen	122	
4.1 Einflussfaktoren für Wachstum und Vermehrung	122	
4.1.1 Nährmedium	123	
4.1.2 Temperatur	126	
4.1.3 pH-Wert	126	
4.1.4 Sauerstoff	127	
4.2 Wachstumsgeschwindigkeit	128	
4.3 Wachstumsphasen und Wachstumsgeschwindigkeit im flüssigen Nährmedium	130	
4.4 Wachstum auf festem Nährmedium	132	
5 Bioreaktoren	134	
5.1 Bioreaktoren – Aufgaben und Anforderungen	135	
5.2 Rührkessel-Bioreaktoren	136	
5.3 Aufbau eines Rührkessel-Bioreaktors	136	
5.3.1 Komponenten eines Rührkessel-Bioreaktors	137	
5.3.2 Komponenten zur Erhaltung der Bioreaktoranlagensterilität	140	
5.3.3 Werkstoffe	142	
5.4 Betrieb eines Rührkessel-Bioreaktors	144	
5.4.1 Reinigung und Sterilisation	144	
5.4.2 Durchmischung und Begasung	148	
5.4.3 Schaum und Schaumbekämpfung	152	
5.5 Prozesskontrolle in einem Rührkessel-Bioreaktor	154	
5.5.1 Messgrößen im Bioreaktor	155	
5.5.2 Regeln von Messgrößen im Bioreaktor	162	
5.6 Nicht gerührte Bioreaktoren	166	

5.6.1	Einwegbioreaktoren	166	3.1.4	Weltweite Probleme durch Luftbelastungen ..	254
5.6.2	Geschüttelte Bioreaktoren	168	3.1.5	Räumlich begrenzte Probleme durch Luftbelastungen	256
5.6.3	Blasensäulen-Bioreaktor und Airlift- Schlaufenbioreaktor	169	3.2	Bodenbelastungen	258
5.6.4	Festbett-Bioreaktor und Fließbett-Bioreaktor ..	170	3.2.1	Allgemeine Bodenbelastungen (ausgewählte Beispiele)	258
5.6.5	Membran-Bioreaktoren	171	3.2.2	Bodenbelastungen durch die Landwirtschaft	258
6	Biotechnische Produktionsprozesse	172	3.2.3	Bodenbelastungen durch Abfälle	261
6.1	Schema eines biotechnischen Produktionsprozesses	173	3.3	Wasserbelastungen	262
6.2	Vorbereitung des Ausgangsmaterials (Upstream-Processing)	174	3.3.1	Natürliche Gewässerbelastungen und Trinkwassergewinnung	262
6.2.1	Nährmedienzubereitung	174	3.3.2	Natürliche Selbstreinigung der Gewässer	263
6.2.2	Sterilisation der Bioreaktoranlage und des Nährmediums	174	3.3.3	Gewässerbelastungen durch die Tätigkeit des Menschen	264
6.2.3	Impfgutanzucht (Inokulumherstellung)	175	4	Umgang mit Umweltbelastungen	266
6.3	Fermentation (Stoffumwandlung)	176	4.1	Umweltschutz	266
6.3.1	Diskontinuierliche Prozessführung bei der Fermentation	176	4.2	Vorschriften im Rahmen des Umweltschutzes	267
6.3.2	Kontinuierliche Prozessführung bei der Fermentation	179	4.3	Umweltschutz und Arbeitsschutz	268
6.4	Aufarbeitung (Downstream-Processing)	180	4.4	Produktionsintegrierter Umweltschutz	270
6.4.1	Zellabtrennung	182	4.5	Vermindern von Umweltbelastungen am Beispiel des Rheins	271
6.4.2	Zellaufschluss	188	V	Vertiefungsteil	
6.4.3	Produktanreicherung	190	1	Vertiefung Biologie	272
6.4.4	Produktreinigung und Produktkonfektionierung	192	1.1	Proteine und Ernährung	272
7	Anwendungsschwerpunkte der Biotechnik ..	198	1.2	Enzymklassen	273
7.1	Weiße Biotechnik	198	1.3	Enzymkinetik	274
7.1.1	Biotechnik in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie	198	1.4	Kinetische Charakterisierung von Enzymen (Assays)	276
7.1.2	Biotechnik in der chemischen Industrie	203	1.5	Das Immunsystem im Überblick	278
7.2	Graue Biotechnik	217	1.6	Antikörper	280
7.2.1	Biologische Bodensanierung	217	1.7	Monoklonale Antikörper	281
7.2.2	Biologische Abluftreinigung	218	1.8	Bedeutung des Immunsystems in der medizinischen Therapie	282
7.2.3	Biologische Abwasserreinigung	220	1.9	Immunologische Testverfahren	284
7.3	Rote Biotechnik	225	1.10	Mikroskope zur Untersuchung biologischer Strukturen	286
7.3.1	Biopharmazeutika	225	1.11	Aufbau von Pflanzenzellen	288
7.3.2	Impfstoffe	230	2	Vertiefung Biotechnik	290
7.4	Grüne Biotechnik	233	2.1	Genome-Editing: CRISPR/Cas	290
7.4.1	Biomasse- und Inhaltsstoffproduktion	233	2.2	Nukleinsäureisolierung von genomischer DNA	294
IV	Ökologie		2.3	Vertiefung Sterilisationsverfahren	295
1	Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen und Umwelt	236	2.4	Nachweis von Mikroorganismen mit der Agarplatte	298
1.1	Grundbegriffe der Ökologie	237	2.5	Biotechnischer Produktionsprozess am Beispiel Humaninsulin	300
1.2	Abiotische Umweltfaktoren	239	3	Vertiefung Ökologie	303
1.2.1	Klima	239	3.1	Beurteilung von Gewässerbelastungen	303
1.2.2	Boden	243	VI	Überprüfen von Kenntnissen	
1.3	Biotische Umweltfaktoren	244	1	Grundlagen der Biologie	306
2	Nahrungsbeziehungen und Stoffproduktion in Ökosystemen	246	2	Mikrobiologie	309
2.1	Produzenten, Konsumenten und Destruenten	246	3	Biotechnik	310
2.2	Nahrungsketten	247	4	Ökologie	317
2.3	Stoffkreisläufe	248	5	Vertiefungsteil	320
2.3.1	Kreisläufe von Kohlenstoff und Sauerstoff ..	248		Vertiefung Biologie	320
2.3.2	Stickstoffkreislauf	248		Vertiefung Biotechnik	321
3	Eingriffe des Menschen in Ökosysteme	250		Vertiefung Ökologie	321
3.1	Luftbelastungen	250		Sachwortverzeichnis	322
3.1.1	Gasförmige Luftschadstoffe (ausgewählte Beispiele)	251		Danksagung und Bildquellen	345
3.1.2	Dampfförmige Luftschadstoffe (ausgewählte Beispiele)	252			
3.1.3	Stäube und Aerosole als Luftschadstoffe (ausgewählte Beispiele)	253			