

Auf einen Blick

Einleitung	21
Teil I: Einstieg in die Biotechnologie	29
Kapitel 1: Biotechnologie – was ist das eigentlich?	31
Kapitel 2: Biotechnologie – gibt es noch was zu regeln?	53
Teil II: Die Grundlagen verstehen	61
Kapitel 3: Die Zelle – hier arbeitet der Biotechnologe!.....	63
Kapitel 4: Vom Gen zum Protein – DAS ist also Molekularbiologie!	73
Kapitel 5: Enzyme und Stoffwechsel – endlich kommen wir dem Alkohol näher! ...	111
Teil III: Methoden der Biotechnologie	159
Kapitel 6: Mach mal den Klon – molekularbiologische Methoden, Klonierung und CRISPR	161
Kapitel 7: Bioinformatik – damit sollten Sie rechnen!	221
Teil IV: Bioverfahrenstechnik	241
Kapitel 8: Bioverfahrenstechnik – was ist das eigentlich?	243
Kapitel 9: Dem Ingenieur ist nichts zu schwer – Bilanzen, Kinetik und mehr	257
Kapitel 10: Der Bioreaktor – Betriebsweisen und Design	285
Teil V: Industrielle Biotechnologie	299
Kapitel 11: Wie geht eigentlich Industrie – Stämme, Medien und Prozesse am Beispiel von Metaboliten	301
Kapitel 12: Proteine, technische Enzyme und Biokatalyse – manchmal geht's auch ohne Mikrobe!	315
Kapitel 13: Biotech-Lebensmittel – na, schmeckt's?	329
Teil VI: Pflanzenbiotechnologie	335
Kapitel 14: Grüne Biotechnologie – und Algen	337
Kapitel 15: Pflanzenzucht, ganz modern	341
Kapitel 16: Transgene Pflanzen.....	353
Teil VII: Medizinische Biotechnologie	371
Kapitel 17: Pharmazeutische Biotechnologie	373
Kapitel 18: Vom Antikörper bis zum Impfstoff – Immunologie und Immuntherapie.	407
Teil VIII: Biotechnologie und Umwelt	443
Kapitel 19: Umweltbiotechnologie – es gibt immer was zu klären!.....	445
Kapitel 20: Biogas – bitte Luft anhalten!	459

Teil IX: Der Top-Ten-Teil	467
Kapitel 21: Die 10 heißesten Gebiete der Biotechnologie	469
Abbildungsverzeichnis	473
Stichwortverzeichnis	479

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	21
Über dieses Buch	21
Konventionen in diesem Buch	22
Was Sie nicht lesen müssen	22
Biotech-Bites – gar nicht bissig!	22
Törichte Annahmen über den Leser	23
Wie dieses Buch aufgebaut ist	24
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	26
Wie es weitergeht	27

TEIL I EINSTIEG IN DIE BIOTECHNOLOGIE

29

Kapitel 1	
Biotechnologie – was ist das eigentlich?	31
Der Versuch einer Definition	31
»Die ganze Welt der Biotechnologie« im Schnelldurchlauf	32
Bio- = Bier-technologie – wusst ich's doch!	33
Industrielle Biotechnologie – oder Essen ist eben nicht alles!	36
Keine Lust mehr auf Corona? Pharmazeutische Biotechnologie!	39
Tiermodelle – und wie die Biotechnologie auf den Hund kommt	41
Einzellerprotein, oder »ich muss nur mal kurz die Welt retten«!?	44
Das zarte Pflänzchen der Pflanzenbiotechnologie	47
Gutes muss nicht immer gut riechen: Umweltbiotechnologie	49
Noch was vergessen?	51
Die Farben der Biotechnologie	52

Kapitel 2	
Biotechnologie – gibt es noch was zu regeln?	53
Wissenschaft – ist doch alles logisch!?	53
Chancen, Risiken und Ethik – oder was wollen SIE eigentlich?	55
Regulierung von Biotechnologie	57
Gentechnikgesetz	58

TEIL II DIE GRUNDLAGEN VERSTEHEN

61

Kapitel 3	
Die Zelle – hier arbeitet der Biotechnologe!	63
Ein bisschen Systematik hat noch niemandem geschadet!	63
Ein Blick in die Zelle(n)	65

14 Inhaltsverzeichnis

Prokaryotische Zellwand – man sieht also doch was!	67
Die Zellmembran	67
Struktur der bakteriellen Zellwand	68
Peptidoglycan – ein bissl genauer	70
Lipopolysaccharid (LPS)	70
Und was ist mit Archaeen??	71

Kapitel 4

Vom Gen zum Protein – DAS ist also Molekularbiologie!..... 73

DNA-Struktur – es ist eine Doppelhelix <3	73
Ich will mehr – DNA-Replikation	75
Jetzt aber: vom Gen zum Protein.	79
Die Essentials im Schnelldurchlauf	80
RNA – und wie man sie macht	81
Der genetische Code – und die zellulären Übersetzer	84
Zumindest noch ein Wort zu Proteinen	88
Jetzt räumen wir auf: Genregulation und Chromatin.	92
Chromatin, Epigenetik und noch mehr Regulierung: packen wir's ein, äh an!	99
Und was ist mit den Viren?	103

Kapitel 5

Enzyme und Stoffwechsel – endlich kommen wir dem Alkohol näher!..... 111

Proteine, Enzyme und chemische Reaktionen	111
Aufbau und Struktur von Proteinen und Enzymen	112
Chemie auf vier Seiten.	116
Jetzt re(a)giert das Enzym!	124
Stoffwechsel – was geht ab?	126
Stoffwechsel – das große Ganze	126
Energistoffwechsel – Katabolismus	127
Aufbaustoffwechsel – Anabolismus	129
Reduktionsäquivalente	129
Katabolismus – die Macht, äh Energie, sei mit Euch!	130
Wie komme ich denn nun zu ATP?	130
Glykolyse – alle zentralen Reaktionsmechanismen vereint.	134
Zitratzyklus – durchatmen!	139
Manchmal ist Alkohol eben doch eine Lösung – alkoholische Gärung	143
Alter Wein ist Essig – Essigsäure»gärung«	144
Milchsäuregärung – saurer wird's nicht!	145
GlykolyseN – viele Wege führen zum Pyruvat	147
Anabolismus – regeln wir das!	151
Anabole Wege – allem Komplizierten wohnt ein einfacher Anfang inne!	152
Ein Beispiel – Synthese aromatischer Aminosäuren.	153

TEIL III
METHODEN DER BIOTECHNOLOGIE **159**

Kapitel 6
Mach mal den Klon – molekularbiologische Methoden, Klonierung und CRISPR. **161**

Eine kleine Auswahl molekularbiologischer Methoden	162
PCR – die eierlegende Wollmilchsau der Molekularbiologie	162
Einschub: Achtung, Kontrolle – von der Methode zum Experiment.	176
Gelelektrophorese – man will auch mal was sehen!	182
Lesen bildet – Sequenzierung	185
Sonst noch was?	189
Klonierung – jetzt wird's richtig gentechnisch!	195
Klonierung im Schnelldurchlauf.	197
Restriktionsenzyme – die DNA-Scheren	199
Plasmide	201
Jetzt aber – let's klon!	204
CRISPR/Cas – Wollmilchsau Nummer 2?	212
CRISPR – wer – wie – was – Cas?	213
Omics – der Blick aufs Ganze mit System	219

Kapitel 7
Bioinformatik – damit sollten Sie rechnen! **221**

Die Welt der Bioinformatik.	221
Daten, noch mehr Daten, Data Science!	223
Datenbanken – Banken ohne Geld, aber mit Sinn!	223
Data-Mining – oder was wollen uns die Daten eigentlich sagen?	226
Lern's doch selber! KI und maschinelles Lernen.	233
KI in der Biotechnologie – quo vadis?	234
Maschinelles lernen – auch hier gilt: lern erst mal was!	235
AlphaFold – einfach mal kurz Proteinfaltung umkrempeln!	238

TEIL IV
BIOVERFAHRENSTECHNIK **241**

Kapitel 8
Bioverfahrenstechnik – was ist das eigentlich? **243**

Wir brauchen Verfahren für Schimmelpilze!	243
Die Geschichte von Penicillin – der lange Weg von der Schlamperei zum Produkt.	244
Verfahrenstechnik – warum das alles?	246
Struktur und Inhalt machen das Verfahren!	247
Upstream und Downstream – wir verfahren mit Struktur!	247
Wir gehen in die Tiefe – hierarchische Strukturierung	249
Der Bioreaktor – von außen und von innen.	251
Was macht eigentlich so eine Ingenieurin – und vor allem, wie macht sie es?	253

Kapitel 9

Dem Ingenieur ist nichts zu schwer – Bilanzen, Kinetik und mehr ... 257

Zeit für eine Bilanz!	257
Massenbilanzen	258
Energiebilanzen	265
Stofftransfer – einfach mal rüber machen!	269
Diffusion und Konvektion – Transport eher lahm oder schnell!	270
Sauerstofftransfer berechnen – so geht's	271
Wachstums- und Produktionskinetik	274
Monod Kinetik – endlich mal ein Gesetz zum mitwachsen!	275
Wachstumskinetik	276
Kinetik der Produktbildung und des Substratverbrauchs	280
Nicht alle Ausbeuten sind schlecht – zumindest als Substantiv!	281

Kapitel 10

Der Bioreaktor – Betriebsweisen und Design 285

Reaktorbetriebsweisen – Batch, Fed-Batch und Chemostat, denn rühren ist nicht alles!	285
Betriebsweise Batch – im Reaktor nichts neues!	287
Betriebsweise Fed-Batch – bitte füttern!	289
Chemostat – geregeltes Wachstum!	291
Auswahl der Betriebsweise	295
Reaktordesigns – oder was ist Ihr Typ?	296
Geschüttelt oder gerührt – was ist besser?	298

TEIL V

INDUSTRIELLE BIOTECHNOLOGIE 299

Kapitel 11

Wie geht eigentlich Industrie – Stämme, Medien und Prozesse am Beispiel von Metaboliten 301

Auf dem Weg zum Optimum!	303
Der Produktionsstamm – von nichts kommt nichts	304
Irgendwas mit Medien	306
Der Prozess – ohne Kafka!	308
Metaboliten – oft primär, denn alles andere ist sekundär!	310
Primärmetaboliten – kein Grund, sauer zu werden!	310
Nicht nur Penicillin ist Sekundär(-metabolit)	313

Kapitel 12

Proteine, technische Enzyme und Biokatalyse – manchmal geht's auch ohne Mikrobe! 315

Welchen Stamm hätten Sie denn gern?	316
Bringt die Zellen in die Bank – Zellbanken	318
Produktion von Proteinen – alles wie immer?	320
Downstream Processing von Proteinen – einer muss ja sauber machen!	321

Formulierung und Immobilisierung – jetzt taugt das technische Enzym endlich was!	323
Biokonversion – Enzyme als Chemiker.	324
Was gibt es denn zum Katalysieren?	324
Brauchst Du ein Enzym? Ich besorg Dir ein Enzym!	325

Kapitel 13

Biotech-Lebensmittel – na, schmeckt's? 329

Fermentierte Lebensmittel – was gibt's denn so?	331
Fermentationswege, Prozesse und technologische Ziele – geht es auch mit Struktur?	331
Was wäre ein Biotech-Buch ohne Bier?	332

TEIL VI

PFLANZENBIOTECHNOLOGIE 335

Kapitel 14

Grüne Biotechnologie – und Algen 337

Algen – nicht nur zum Essen!	338
Algen als Nahrungsmittel	339
Produktion von Algenbiomasse	340

Kapitel 15

Pflanzenzucht, ganz modern 341

Züchten – warum und wie?	342
Was ist modern?	343
Moderne Beispiele	343
Marker-unterstützte Züchtung – DNA statt Aussehen!	345
Mapping und Marker – wir führen zusammen!	345
Marker-assisted Selection – es kann losgehen!	349

Kapitel 16

Transgene Pflanzen 353

Wie mache ich denn eine transgene Pflanze?	354
Agrobakterium – der kleine Gentechniker	355
Die Genkanone/Gene Gun – Transformation mit dem Doppel-Wumms	357
Apropos Selektion – muss das sein?	358
Die Welt der transgenen Pflanzen – was gibt es denn so?	359
Herbizid-, Insekten- und Virusresistenz	360
Regulation und Akzeptanz – alles viel zu riskant?	367
Regulation und Zulassung	367
Akzeptanz, Risiken und Chancen	370

TEIL VII MEDIZINISCHE BIOTECHNOLOGIE

371

Kapitel 17

Pharmazeutische Biotechnologie 373

Von der Entdeckung zum Medikament – ein langer Weg!	374
Was gibt es denn so – Produktkategorien von Biopharmazeutika	375
Der Weg zum Medikament	378
Produktion von Biopharmazeutika – irgendwie schon was anderes!	389
Freigabetestung von Biologicals – geht da vielleicht doch noch was?	395
GMP – SO wird hier produziert und getestet!	397
Beispiel gefällig? Vom Insulin zur Gentherapie	400
Rekombinantes menschliches Insulin – das braucht keine Sau mehr!	400
Glybera – die erste Gentherapie mit amtlicher Zulassung!	402

Kapitel 18

Vom Antikörper bis zum Impfstoff – Immunologie und Immuntherapie 407

Immunsystem – bitte antworten!	408
Ablauf einer Immunantwort	409
Aktivierung und Antigenpräsentation – wie geht das?	414
Monoklonale Antikörper – die immunologische Wollmilchsau	420
Struktur von Antikörpern	420
Erzeugung monoklonaler Antikörper	421
Corona-Schnelltests – monoklonale Antikörper at work!	423
Immun-basierte Therapie gegen Krebs – das Immunsystem schlägt zurück. ...	426
Krebs – was ist das eigentlich?	426
Impfen gegen Krebs – HPV-Impfstoffe	427
Immun-Checkpoint-Inhibitoren: der heiße Scheiß in der Tumorthherapie – und wie er funktioniert.	430
BiTEs – das Immunsystem zeigt Zähne!	433
CAR-T: Krebsbekämpfung mit modifizierten T-Zellen (und nicht mit dem Auto).	434
Impfstoffe – tschüss Corona!	437
Immunantwort gegen Viren	437
Antikörper und Immungedächtnis – ansonsten könnte man Impfstoffe vergessen!	438
(Corona-)Impfstoffe, wie wirken die?	440

TEIL VIII BIOTECHNOLOGIE UND UMWELT

443

Kapitel 19

Umweltbiotechnologie – es gibt immer was zu klären! 445

Überblick – was tummelt sich denn so in der Umwelt(biotechnologie)?	445
Kläranlagen – auch vor Ihrer Haustür!	447
Kläranlage – Wasser säubern in Bio	447

BSB und CSB – das muss weg!	448
Rieselbettfilter – die Anfänge der Abwasserbehandlung	449
Aufbau einer modernen Kläranlage	450
Belebtschlammverfahren – jetzt kommt Bewegung in den Schlamm!	453
Stickstoff – auch hier gilt: raus damit!	453
Wir zünden die 4. Stufe!	456
Kläranlagen und Umwelt.	457

Kapitel 20

Biogas – bitte Luft anhalten!..... 459

Gemeinsam schaffen wir das Gas – Mikrobiologie der Biogaserzeugung	460
Syntrophie und Methanogenese – enge Freundschaften!	462
Biogasanlagen – kompliziert ist anders	463
Fermenter – size matters!	464
Vom Biogas zum Biomethan – Aufreinigung und Verwendung	465

TEIL IX

DER TOP-TEN-TEIL

467

Kapitel 21

Die 10 heißesten Gebiete der Biotechnologie 469

KI – künstliche Intelligenz	469
CRISPR/Cas	470
Monoklonale Antikörper	470
PCR	470
OMICS und Systembiologie – einfach mal alles verstehen wollen	470
Biotechnologie und Umwelt.	471
Bioreaktoren – vom Edelstahlreaktor zum Einwegsystem	471
Algen	471
Checkpoint-Inhibitoren	471
Biotech für zu Hause – Schnelltests	472

Abbildungsverzeichnis..... 473

Stichwortverzeichnis 479