

Auf einen Blick

Über die Autorin	9
Einführung	23
Teil I: Fakten zur Genetik: Die Grundlagen	29
Kapitel 1: Was Genetik ist und warum man sich damit auskennen muss.	31
Kapitel 2: Grundlagen der Zellbiologie	43
Kapitel 3: Erbsenzählen: Wir entdecken die Vererbungsregeln	61
Kapitel 4: Gesetzesvollzug: Mendels Regeln angewandt bei komplexen Merkmalen	75
Kapitel 5: Der kleine Unterschied: Genetik der Geschlechter	91
Teil II: DNA: Das genetische Material	107
Kapitel 6: Die DNA: Grundlage des Lebens	109
Kapitel 7: Replikation: DNA auf dem Kopierer.	127
Kapitel 8: DNA-Sequenzierung.	145
Kapitel 9: Die RNA: Die enge Verwandte der DNA	159
Kapitel 10: Den genetischen Code knacken.	175
Kapitel 11: Genexpression: Was für ein Pärchen	191
Teil III: Genetik und Ihre Gesundheit	211
Kapitel 12: Genetische Beratung	213
Kapitel 13: Mutationen und Erbkrankheiten: Dinge, die man nicht ändern kann	231
Kapitel 14: Etwas genauer hingeschaut: Die Genetik von Krebs.	247
Kapitel 15: Chromosomenanomalien: Alles ein Zahlenspiel	267
Kapitel 16: Behandlung von Gendefekten mit Gentherapie	287
Kapitel 17: Die Geschichte der Menschheit und die Zukunft unseres Planeten.	305
Teil IV: Genetik und Ihre Welt	321
Kapitel 18: Geheimnisse lüften mit der DNA	323
Kapitel 19: Genetische Veränderung: Neue Gene in Pflanzen und Tiere einbauen. ...	345
Kapitel 20: Klone: Sie sind ein echtes Unikat	369
Kapitel 21: Ethische Gesichtspunkte	385
Teil V: Der Top-Ten-Teil	399
Kapitel 22: Zehn entscheidende Ereignisse in der Genetik	401
Kapitel 23: Heiße Themen in der Genetik.	409
Kapitel 24: Kaum zu glauben: Zehn Genetik-Geschichten	423
Stichwortverzeichnis	431

Inhaltsverzeichnis

Über die Autorin	9
Über die Fachkorrektorin der 3. Auflage	10
Über die Fachkorrektorin der 4. Auflage	10
Einführung	23
Über dieses Buch	23
Konventionen in diesem Buch	24
Was Sie nicht lesen müssen	24
Törichte Annahmen über den Leser	25
Wie dieses Buch aufgebaut ist	25
Teil I: Fakten zur Genetik: Die Grundlagen	25
Teil II: DNA: Das genetische Material	25
Teil III: Genetik und Ihre Gesundheit	26
Teil IV: Genetik und Ihre Welt	26
Teil V: Der Top-Ten-Teil	26
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden	26
Wie es weitergeht	27
TEIL I	
FAKTEN ZUR GENETIK: DIE GRUNDLAGEN	29
Kapitel 1	
Was Genetik ist und warum man sich damit	
auskennen muss	31
Was ist Genetik?	31
Klassische Genetik: Die Weitergabe von Merkmalen	
von Generation zu Generation	32
Molekulargenetik: DNA und die Chemie der Gene	33
Populationsgenetik: Die Genetik einer Gruppe	34
Quantitative Genetik: Die Vererbung in den Griff kriegen	35
Aus dem Leben eines Genetikers	35
Ein Blick ins Genetiklabor	35
Arbeitsfelder in der Genetik	37
Kapitel 2	
Grundlagen der Zellbiologie	43
Sehen Sie sich in Ihrer Zelle um	43
Zellen ohne Kern	44
Zellen mit Kern	45
Das Einmaleins der Chromosomen	47
Mitose: Aufspaltung	50
Schritt 1: Zeit zu wachsen	52
Schritt 2: Aufteilen der Chromosomen	53
Schritt 3: Die Teilung	55

14 Inhaltsverzeichnis

Meiose: Zellen für die Fortpflanzung	55
Meiose, Teil I	57
Meiose, Teil II: Fortsetzung folgt	59
Mami, wo komme ich eigentlich her?	59

Kapitel 3

Erbsenzählen: Wir entdecken die Vererbungsregeln	61
Im Garten mit Gregor Mendel	62
Die Sprache der Vererbung	63
Vererbung leicht gemacht	64
Vorherrschaft sichern	65
Segregation der Allele	67
Unabhängigkeitserklärung	69
Unbekannte Allele ermitteln	69
Einfache Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Ermittlung der vielfältigen Möglichkeiten der Vererbung	70
Lösung einfacher genetischer Probleme	72
Eine monohybride Kreuzung entschlüsseln	72
Eine dihybride Kreuzung bewältigen	73

Kapitel 4

Gesetzesvollzug: Mendels Regeln angewandt bei komplexen Merkmalen	75
Doch nicht so dominant	75
Kneifen durch unvollständige Dominanz	76
Fairplay mit Kodominanz	76
Inkonsequent – die unvollständige Penetranz	77
Allele, die Schwierigkeiten machen	78
Mehr als zwei Allele	78
Letale Allele	80
Allele, die einem das Leben schwer machen	81
Wenn Gene zusammenarbeiten	81
Versteckte Gene	82
Gekoppelte Gene	83
Ein Gen – viele Phänotypen	87
Noch mehr Ausnahmen von der (Mendel-)Regel	87
Epigenetik	87
Genomische Prägung	88
Antizipation	89
Umwelteffekte	89

Kapitel 5

Der kleine Unterschied: Genetik der Geschlechter	91
Wann ist ein Mann ein Mann?	91
Geschlechtsdetermination beim Menschen	92
Geschlechtsdetermination bei anderen Lebewesen	96
Drei sind einer zu viel: Falsche Anzahl an Geschlechtschromosomen beim Menschen	99

Zusätzliche X-Chromosomen	101
Zusätzliche Y-Chromosomen	101
Ein X und kein Y	101
Was man auf den Geschlechtschromosomen findet:	
Geschlechtsgekoppelte Vererbung	102
X-gekoppelte Merkmale	102
Geschlechtslimitierte Merkmale	104
Geschlechtsbeeinflusste Merkmale	104
Y-gekoppelte Merkmale	105

TEIL II

DNA: DAS GENETISCHE MATERIAL..... 107

Kapitel 6

Die DNA: Grundlage des Lebens..... 109

Demontage der Doppelhelix	110
Die chemischen Bestandteile der DNA	112
Die Herstellung der Doppelhelix: DNA-Struktur	115
Untersuchung verschiedener DNA-Varianten	120
Kern-DNA	120
Mitochondriale DNA	120
Chloroplasten-DNA	122
Hervorgekratzt: Die Geschichte der DNA	122
Die Entdeckung der DNA	122
Chargaffs Regel unterworfen	123
Intrigen um die Helix: Franklin, Wilkins, Watson und Crick	124

Kapitel 7

Replikation: DNA auf dem Kopierer..... 127

Immer offen für Neues: Das DNA-Muster	128
Wie die DNA sich selbst kopiert	131
Darf ich vorstellen: Das Replikationsteam!	132
Spalten der Helix	135
Die Dinge ins Rollen bringen	136
Voreilen und Nachhinken	137
Das Puzzle setzt sich zusammen	139
Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser	139
Replikation bei Eukaryoten	140
Kurz angebunden: Telomere	140
Endabfertigung	142
Herr der Ringe: Replikation ringförmiger DNA	143
Theta	143
Der »rollende Kreis«: Das Rolling-Circle-Prinzip	144
D-Schleife	144

Kapitel 8

DNA-Sequenzierung..... 145

Ein Blick auf ein paar Genome	145
Der Weg zur humanen Gensequenz	148

16 Inhaltsverzeichnis

Das Hefegenom	148
Der elegante Fadenwurm und sein Genom	150
Das Hühnergenom	150
Das Humangenomprojekt (HGP)	151
Sequenzierung: Die Sprache der DNA lesen	153
Die Mitspieler bei der DNA-Sequenzierung	154
Aufspüren der Botschaft in den Sequenzierungsergebnissen	155

Kapitel 9

Die RNA: Die enge Verwandte der DNA

159

Sie wissen schon einiges über die RNA	159
Der etwas andere Zucker	160
Begrüßen Sie eine neue Base: Uracil	161
Knoten und Schleifen	162
Transkription: Übersetzung der Botschaft der DNA in die Sprache der RNA. ...	163
Fertig machen zur Transkription	164
Initiation	168
Elongation	169
Termination	170
Weiterverarbeitung nach der Transkription	171
Kappe und Schwanz dazu	171
... und Schnitt!	172

Kapitel 10

Den genetischen Code knacken

175

Das Gute am Verfall	175
Wer die Wahl hat, hat die Qual	177
Im Rahmen bleiben – oder wie man den Code liest	178
Doch nicht ganz so universell	179
Das Translationsteam stellt sich vor	179
Auf zur Translation!	180
Initiation	180
Elongation	183
Termination	184
Proteine sind wertvolle Polypeptide	187
Identifikation radikaler Gruppen	187
Proteine, in Form gepresst	187

Kapitel 11

Genexpression: Was für ein Pärchen

191

Ihre Gene in den Griff kriegen	191
Transkriptionskontrolle	194
Bevor es überhaupt losgeht	194
Stark eingebunden: Die Auswirkungen der DNA-Verpackung	195
Ferne Elemente kontrollieren Gene	196
Proteine kontrollieren die Transkription	198
Hormone machen Gene an	200

Nachbesserung: Was nach der Transkription geschehen kann	202
Schnippschnapp: Spleißen der RNA	202
Ruhe bitte! mRNA-Stillegung	203
mRNA mit Verfallsdatum	205
Genkontrolle »Lost in Translation«	205
Ortswechsel	205
Terminverschiebung	206
Formsache	206
Prokaryotische Genexpression	208
Die Anordnung bakterieller Gene	209
Bakterielle Genexpression	209

TEIL III
GENETIK UND IHRE GESUNDHEIT..... 211

Kapitel 12
Genetische Beratung 213

Die Arbeit genetischer Berater	213
Aufstellung und Analyse eines Familienstammbaums	215
Autosomal-dominant vererbte Merkmale	217
Autosomal-rezessiv vererbte Merkmale	219
X-gekoppelte rezessive Merkmale	221
X-gekoppelte dominante Merkmale	223
Y-gekoppelte Merkmale	224
Gentests als Vorwarnung	225
Gentests – wie und warum?	225
Invasive Pränataldiagnostik	226
Nichtinvasive pränatale Testverfahren (NIPT)	227
Nach der Geburt: Das Neugeborenenenscreening	228

Kapitel 13
Mutationen und Erbkrankheiten:
Dinge, die man nicht ändern kann..... 231

Die Arten der Mutation	231
Was verursacht Mutationen?	233
Spontane Mutationen	233
Induzierte Mutationen	237
Die Folgen von Mutationen	242
Die Möglichkeiten der DNA-Reparatur	243
Einige häufige Erbkrankheiten	244
Zystische Fibrose (Mukoviszidose)	244
Sichelzellenanämie	245
Tay-Sachs-Syndrom	246

Kapitel 14
Etwas genauer hingeschaut: Die Genetik von Krebs 247

Was ist Krebs eigentlich?	247
---------------------------------	-----

18 Inhaltsverzeichnis

Gutartige Tumoren: Fast harmloser Zuwachs	248
Bösartige Tumoren: Ernsthaft schlechte Nachrichten	249
Metastasen: Der Krebs auf Achse	250
Krebs als DNA-Krankheit	251
Der Zellzyklus und Krebs	252
Chromosomenanomalien – kein Geheimnis mehr	258
Analyse der verschiedenen Krebsarten	259
Erbliche Krebserkrankungen	261
Vermeidbare Krebserkrankungen	264

Kapitel 15

Chromosomenanomalien: Alles ein Zahlenspiel 267

Was Chromosomen uns verraten	268
Chromosomen zählen	268
Aneuploidie: Zusätzliche oder fehlende Chromosomen	269
Euploidie: Chromosomensätze	271
Erforschung von Chromosomenvariationen	273
Wenn Chromosomen verschwinden	274
Wenn zu viele Chromosomen vorhanden sind	274
Weitere Dinge, die bei Chromosomen schiefgehen können	278
Wie Chromosomen untersucht werden	283
Groß genug für eine sofortige Entdeckung	283
Zu klein für das bloße Auge	283
Nichtinvasives vorgeburtliches Testen auf Aneuploidie	284

Kapitel 16

Behandlung von Gendefekten mit Gentherapie 287

Linderung von Erbkrankheiten	287
Ein Gen zur richtigen Zeit am richtigen Ort	288
Viren, die ihre DNA direkt einfügen	290
Unentschieden für Adenoviren	290
Gesunde Gene werden ins Spiel gebracht	291
Unter die Lupe genommen: Die DNA-Bibliothek	293
Die Kartierung des Gens	296
Fortschritt an der Gentherapie-Front	297
Genetische Informationen für die Präzisionsmedizin nutzen	299
Pharmakogenetik (und Pharmakogenomik)	299
Cytochrom P450 und der Abbau von Medikamenten	300
Das Nebenwirkungsrisiko einer Behandlung herabsetzen	301
Die Wirksamkeit einer Behandlung erhöhen	302

Kapitel 17

Die Geschichte der Menschheit und die Zukunft unseres Planeten 305

Genetische Variation ist überall	305
Allelfrequenzen	307
Genotypfrequenzen	308
Das Hardy-Weinberg-Gesetz der Populationsgenetik	309

Die Beziehung von Allelen und Genotypen	309
Gesetzesverletzung	311
Kartierung des Genpools	313
Eine große, glückliche Familie	313
Herkunftsanalyse	314
Das geheime Sozialleben der Tiere	315
Allmähliche Formvollendung: Evolutionsgenetik	316
Der Schlüssel heißt: Genetische Variation	317
Wo neue Arten herkommen	317
So wächst der phylogenetische Baum	319

**TEIL IV
GENETIK UND IHRE WELT 321**

**Kapitel 18
Geheimnisse lüften mit der DNA 323**

Ihre Identität steckt im DNA-Schrott	324
Spurensuche am Tatort: Wo ist die DNA?	326
Sammlung von biologischen Beweismitteln	327
Auf ins Labor!	328
Mithilfe von DNA Verbrecher dingfest machen (oder Unschuldige wieder auf freien Fuß setzen)	333
Böse Jungs mit Beweisen festnageln	333
Fehlurteile aufdecken	335
Familienfragen	336
Vaterschaftstest	336
Verwandtschaftstests	340

**Kapitel 19
Genetische Veränderung: Neue Gene
in Pflanzen und Tiere einbauen 345**

Genetisch veränderte Organismen sind überall	345
Genetische Veränderung auf dem Bauernhof	346
Anwendung von Strahlen oder Chemikalien	348
Ungewollte genetische Veränderung	348
Auch ohne Gentechnik erfolgreich: Präzisionszucht	349
Alte Gene an neuen Orten	349
Transgene Pflanzen lassen Kontroversen wachsen	351
Der Prozess des Gentransfers bei Pflanzen	351
Mögliche kommerzielle Anwendungen	353
Abwägung der Streitpunkte	354
Folgenabschätzung	357
Ein Blick in den GVO-Zoo	358
Transgene Tiere	358
Kleinigkeiten: Transgene Insekten	362
An transgenen Bakterien herumfummeln	362
Die Blaupause verändern durch Gen-Editing	364

CRISPR/Cas9-Gen-Editing	365
Keimbahn-Gen-Editing versus somatisches Gen-Editing	366
Debatte zur Ethik des Gen-Editings	367

Kapitel 20

Klone: Sie sind ein echtes Unikat..... 369

Einsatz der Klone	369
Klonen von Tieren: Aus der Brust geschnitten	370
Klonen vor Dolly: Klonen mit Geschlechtszellen	370
Was an Dolly wirklich einzigartig ist	372
Klone erzeugen	373
Zwillings-Klon	373
Klone aus Körperzellen	374
Probleme beim Klonen	376
Schnelleres Altern	376
Größere Nachkommen	378
Entwicklungsstörungen	379
Umwelteffekte	380
Die Klonkriege	381
Argumente für das Klonen	381
Argumente gegen das Klonen	381

Kapitel 21

Ethische Gesichtspunkte 385

Analyse des genetischen Rassismus	386
Das perfekte Kind	387
Designerbaby auf Bestellung	387
Föten als Ersatzteillager?	388
Schon Realität: Präimplantationsdiagnostik (PID)	388
Wer weiß? Die Sache mit der Einverständniserklärung	390
Restriktionen für Gentests	391
Nur noch sichere Genterapie	392
Für sich behalten	392
Zufallsbefunde	393
Direct-to-Consumer-Gentests	395
Eigentumsrechte an Genen	395

TEIL V

DER TOP-TEN-TEIL 399

Kapitel 22

Zehn entscheidende Ereignisse in der Genetik..... 401

Darwins Publikation »Über die Entstehung der Arten«	401
Die Wiederentdeckung von Mendels Arbeit	402
Das transformierende Prinzip	403
Die Entdeckung der springenden Gene	404

Die Geburt der Sequenzierung	405
Die Erfindung der PCR.	405
Die Entwicklung der rekombinanten DNA-Technologie.	406
Die Erfindung des DNA-Fingerabdrucks.	407
Die Entdeckungen in der Entwicklungsgenetik.	407
Die Arbeit von Francis Collins und das Humangenomprojekt	408

Kapitel 23

Heiße Themen in der Genetik 409

Personalisierte Medizin	409
Direct-to-Consumer-Genests	410
Gesamtexom-Sequenzierung	411
Gesamtenom-Sequenzierung	412
Stammzellforschung	413
Das ENCODE-Projekt.	414
Alternde Gene	415
Proteomik	415
Bioinformatik	416
Genchips – DNA ist nicht alles	417
Die Evolution der Antibiotikaresistenzen	418
Genetik der Infektionskrankheiten	419
Bioterrorismus.	419
Kinderleicht crispn am Küchentisch?	420
Mutter Natur einfach umgehen.	421
Genetik aus der Ferne.	422

Kapitel 24

Kaum zu glauben: Zehn Genetik-Geschichten 423

Genmix: Wie das Schnabeltier mit allen Regeln bricht	423
Ein Name sagt mehr als tausend Worte.	424
Second Life.	424
Lausige Chromosomen.	425
Nicht sie selbst: DNA-Chimären.	425
Gene, die nur eine Mutter lieben kann.	426
Ein Gen, sie alle zu beherrschen	426
Warum Alligatoren uns alle überleben könnten.	427
Genetik Marke Eigenbau	427
Schrott ist gut – alles Ansichtssache	428

Stichwortverzeichnis 431