

# Auf einen Blick

<b>Über die Autorin .....</b>	<b>9</b>
<b>Einführung .....</b>	<b>23</b>
<b>Teil I: Fakten zur Genetik: Die Grundlagen .....</b>	<b>29</b>
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
<b>Teil II: DNA: Das genetische Material .....</b>	<b>107</b>
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
<b>Teil III: Genetik und Ihre Gesundheit .....</b>	<b>211</b>
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
<b>Teil IV: Genetik und Ihre Welt .....</b>	<b>321</b>
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
<b>Teil V: Der Top-Ten-Teil .....</b>	<b>399</b>
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
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>431</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Über die Autorin .....</b>	<b>9</b>
Über die Fachkorrektorin der 3. Auflage .....	10
Über die Fachkorrektorin der 4. Auflage .....	10
<b>Einführung.....</b>	<b>23</b>
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
<b>TEIL I</b>	
<b>FAKTTEN ZUR GENETIK: DIE GRUNDLAGEN .....</b>	<b>29</b>
<b>Kapitel 1</b>	
<b>Was Genetik ist und warum man sich damit auskennen muss .....</b>	<b>31</b>
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
<b>Kapitel 2</b>	
<b>Grundlagen der Zellbiologie.....</b>	<b>43</b>
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
<b>Kapitel 3</b> <b>Erbsenzählen: Wir entdecken die Vererbungsregeln .....</b>	<b>61</b>
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
<b>Kapitel 4</b> <b>Gesetzesvollzug: Mendels Regeln angewandt bei komplexen Merkmalen .....</b>	<b>75</b>
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
<b>Kapitel 5</b> <b>Der kleine Unterschied: Genetik der Geschlechter .....</b>	<b>91</b>
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
<b>TEIL II</b>	
<b>DNA: DAS GENETISCHE MATERIAL.....</b>	<b>107</b>
<b>Kapitel 6</b>	
<b>Die DNA: Grundlage des Lebens.....</b>	<b>109</b>
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
Hervorgekramt: Die Geschichte der DNA .....	122
Die Entdeckung der DNA.....	122
Chargaffs Regel unterworfen .....	123
Intrigen um die Helix: Franklin, Wilkins, Watson und Crick .....	124
<b>Kapitel 7</b>	
<b>Replikation: DNA auf dem Kopierer .....</b>	<b>127</b>
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
<b>Kapitel 8</b>	
<b>DNA-Sequenzierung .....</b>	<b>145</b>
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
<b>Kapitel 9</b>	
<b>Die RNA: Die enge Verwandte der DNA .....</b>	<b>159</b>
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
<b>Kapitel 10</b>	
<b>Den genetischen Code knacken .....</b>	<b>175</b>
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
<b>Kapitel 11</b>	
<b>Genexpression: Was für ein Pärchen .....</b>	<b>191</b>
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-Stilllegung . . . . .	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
<b>TEIL III GENETIK UND IHRE GESUNDHEIT . . . . .</b>	<b>211</b>
<b>Kapitel 12 Genetische Beratung . . . . .</b>	<b>213</b>
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 NeugeborenenScreening . . . . .	228
<b>Kapitel 13 Mutationen und Erbkrankheiten: Dinge, die man nicht ändern kann . . . . .</b>	<b>231</b>
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
<b>Kapitel 14 Etwas genauer hingeschaut: Die Genetik von Krebs . . . . .</b>	<b>247</b>
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 schieflaufen 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
<b>TEIL IV GENETIK UND IHRE WELT .....</b>	<b>321</b>
<b>Kapitel 18 Geheimnisse lüften mit der DNA.....</b>	<b>323</b>
Ihre Identität steckt im DNA-Schrott .....	324
Spurenrecherche 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
<b>Kapitel 19 Genetische Veränderung: Neue Gene in Pflanzen und Tiere einbauen .....</b>	<b>345</b>
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

## 20 Inhaltsverzeichnis

CRISPR/Cas9-Gen-Editing .....	365
Keimbahn-Gen-Editing versus somatisches Gen-Editing .....	366
Debatte zur Ethik des Gen-Editings .....	367
<b>Kapitel 20</b>	
<b>Klone: Sie sind ein echtes Unikat .....</b>	<b>369</b>
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
<b>Kapitel 21</b>	
<b>Ethische Gesichtspunkte .....</b>	<b>385</b>
Analyse des genetischen Rassismus .....	386
Das perfekte Kind .....	387
Designerbaby auf Bestellung .....	387
Fötens als Ersatzteillager? .....	388
Schon Realität: Präimplantationsdiagnostik (PID) .....	388
Wer weiß? Die Sache mit der Einverständniserklärung .....	390
Restriktionen für Gentests .....	391
Nur noch sichere Gentherapie .....	392
Für sich behalten .....	392
Zufallsbefunde .....	393
Direct-to-Consumer-Gentests .....	395
Eigentumsrechte an Genen .....	395
<b>TEIL V</b>	
<b>DER TOP-TEN-TEIL .....</b>	<b>399</b>
<b>Kapitel 22</b>	
<b>Zehn entscheidende Ereignisse in der Genetik .....</b>	<b>401</b>
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
<b>Kapitel 23</b>	
<b>Heiße Themen in der Genetik .....</b>	<b>409</b>
Personalisierte Medizin .....	409
Direct-to-Consumer-Gentests .....	410
Gesamtexom-Sequenzierung .....	411
Gesamtgenom-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 crispeln am Küchentisch? .....	420
Mutter Natur einfach umgehen.....	421
Genetik aus der Ferne .....	422
<b>Kapitel 24</b>	
<b>Kaum zu glauben: Zehn Genetik-Geschichten .....</b>	<b>423</b>
Gemmix: 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
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>431</b>