

# 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>
<b>Kapitel 1:</b> Was Genetik ist und warum man sich damit auskennen muss .....	31
<b>Kapitel 2:</b> Grundlagen der Zellbiologie .....	43
<b>Kapitel 3:</b> Erbsenzählen: Wir entdecken die Vererbungsregeln .....	61
<b>Kapitel 4:</b> Gesetzesvollzug: Mendels Regeln angewandt bei komplexen Merkmalen ..	75
<b>Kapitel 5:</b> Der kleine Unterschied: Genetik der Geschlechter .....	91
<b>Teil II: DNA: Das genetische Material</b> .....	<b>107</b>
<b>Kapitel 6:</b> Die DNA: Grundlage des Lebens .....	109
<b>Kapitel 7:</b> Replikation: DNA auf dem Kopierer .....	125
<b>Kapitel 8:</b> DNA-Sequenzierung .....	143
<b>Kapitel 9:</b> Die RNA: DNAs enger Verwandter .....	157
<b>Kapitel 10:</b> Den genetischen Code knacken .....	171
<b>Kapitel 11:</b> Genexpression: Was für ein Pärchen .....	185
<b>Teil III: Genetik und Ihre Gesundheit</b> .....	<b>201</b>
<b>Kapitel 12:</b> Genetische Beratung .....	203
<b>Kapitel 13:</b> Mutationen und Erbkrankheiten: Dinge, die man nicht ändern kann .....	219
<b>Kapitel 14:</b> Etwas genauer hingeschaut: Die Genetik von Krebs .....	235
<b>Kapitel 15:</b> Chromosomenanomalien: Alles ein Zahlenspiel .....	253
<b>Kapitel 16:</b> Behandlung von Gendefekten mit Gentherapie .....	269
<b>Kapitel 17:</b> Die Geschichte der Menschheit und die Zukunft unseres Planeten .....	281
<b>Teil IV: Genetik und Ihre Welt</b> .....	<b>295</b>
<b>Kapitel 18:</b> Geheimnisse lüften mit der DNA .....	297
<b>Kapitel 19:</b> Genetische Veränderung: Neue Gene in Pflanzen und Tiere einbauen ....	317
<b>Kapitel 20:</b> Klone: Sie sind ein echtes Unikat .....	337
<b>Kapitel 21:</b> Ethische Gesichtspunkte .....	353
<b>Teil V: Der Top-Ten-Teil</b> .....	<b>365</b>
<b>Kapitel 22:</b> Zehn entscheidende Ereignisse in der Genetik .....	367
<b>Kapitel 23:</b> Zehn heiße Themen in der Genetik .....	375
<b>Kapitel 24:</b> Kaum zu glauben: Zehn Genetik-Geschichten .....	385
<b>Glossar</b> .....	<b>391</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>397</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Über die Autorin</b> .....	<b>9</b>
Über den Übersetzer der Erstauflage .....	9
Über die Übersetzerin der Zweitaufgabe .....	9
<b>Einführung</b> .....	<b>23</b>
Über dieses Buch .....	23
Konventionen in diesem Buch .....	23
Was Sie nicht lesen müssen .....	24
Törichte Annahmen über den Leser .....	24
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 .....	25
Teil IV: Genetik und Ihre Welt .....	26
Teil V: Die Top-Ten .....	26
Symbole, die in diesem Buch verwendet werden .....	26
Wie es weitergeht .....	27
<b>TEIL I</b>	
<b>FAKTEN 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

## 14 Inhaltsverzeichnis

Schritt 1: Zeit zu wachsen .....	52
Schritt 2: Aufteilen der Chromosomen .....	53
Schritt 3: Die Teilung. ....	55
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 .....	68
Unbekannte Allele ermitteln. ....	69
Einfache Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Ermittlung der vielfältigen Möglichkeiten der Vererbung .....	70
Lösung einfacher genetischer Probleme .....	71
Entschlüsseln einer monohybriden Kreuzung. ....	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. ....	86
Noch mehr Ausnahmen von der (Mendel-)Regel! .....	87
Epigenetik. ....	87
Genomische Prägung. ....	88
Antizipation .....	88
Umwelteffekte .....	89

**Kapitel 5**  
**Der kleine Unterschied: Genetik der Geschlechter** ..... 91

- Wann ist ein Mann ein Mann? ..... 92
  - 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 ..... 102
- 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
- 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

**Kapitel 7**  
**Replikation: DNA auf dem Kopierer** ..... 125

- Immer offen für Neues: Das DNA-Muster ..... 126
- Wie die DNA sich selbst kopiert ..... 129
  - Darf ich vorstellen: Das Replikationsteam! ..... 130
  - Spalten der Helix ..... 133
  - Die Dinge ins Rollen bringen ..... 134
  - Voreilen und Nachhinken ..... 135
  - Das Puzzle setzt sich zusammen ..... 137
  - Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser ..... 137
- Replikation bei Eukaryoten ..... 138
  - Kurz angebunden: Telomere ..... 138

## 16 Inhaltsverzeichnis

Endabfertigung .....	140
Herr der Ringe: Replikation ringförmiger DNA .....	141
Theta .....	141
Der »rollende Kreis«: Das Rolling-circle-Prinzip .....	142
D-Schleife .....	142

### **Kapitel 8**

#### **DNA-Sequenzierung..... 143**

Schauen wir uns ein paar Genome an .....	143
Der Weg zur humanen Gensequenz .....	146
Das Hefegenom .....	147
Der elegante Fadenwurm und sein Genom .....	148
Das Hühnergenom .....	148
Das Humangenomprojekt (HGP) .....	149
Sequenzierung: Die Sprache der DNA lesen .....	151
Die Mitspieler bei der DNA-Sequenzierung .....	151
Aufspüren der Botschaft in den Sequenzierungsergebnissen .....	153

### **Kapitel 9**

#### **Die RNA: DNAs enger Verwandter ..... 157**

Sie wissen schon einiges über die RNA. ....	157
Der etwas andere Zucker .....	158
Begrüßen Sie eine neue Base: Uracil .....	159
Knoten und Schleifen .....	160
Transkription: Übersetzung der Botschaft der DNA in die Sprache der RNA. ....	161
Fertig machen zur Transkription .....	162
Initiation .....	166
Elongation .....	167
Termination .....	168
Weiterverarbeitung nach der Transkription .....	168
Kappe und Schwanz dazu .....	168
... und Schnitt! .....	170

### **Kapitel 10**

#### **Den genetischen Code knacken ..... 171**

Das Gute am Verfall .....	171
Wer die Wahl hat, hat die Qual .....	173
Im Rahmen bleiben – oder wie man den Code liest .....	174
Doch nicht ganz so universell .....	175
Das Translationsteam stellt sich vor .....	175
Auf zur Translation! .....	175
Initiation .....	176
Elongation .....	179
Termination .....	180

Proteine sind wertvolle Polypeptide .....	182
Identifikation radikaler Gruppen .....	182
Proteine, in Form gepresst .....	183

**Kapitel 11**

**Genexpression: Was für ein Pärchen ..... 185**

Ihre Gene in den Griff kriegen .....	185
Transkriptionskontrolle .....	188
Stark eingebunden: Die Auswirkungen der DNA-Verpackung .....	188
Gene kontrollieren Gene .....	189
Hormone machen Gene an .....	192
Nachbesserung: Was nach der Transkription geschehen kann .....	194
Schnippschnapp: Spleißen der RNA .....	194
Ruhe bitte! mRNA-Stilllegung .....	195
mRNA mit Verfallsdatum .....	196
Genkontrolle »Lost in Translation« .....	196
Ortswechsel .....	197
Terminverschiebung .....	197
Formsache .....	198

**TEIL III**

**GENETIK UND IHRE GESUNDHEIT ..... 201**

**Kapitel 12**

**Genetische Beratung ..... 203**

Lernen Sie genetische Berater kennen .....	203
Aufstellung und Analyse eines Familienstammbaums .....	204
Autosomal-dominant vererbte Merkmale .....	207
Autosomal-rezessiv vererbte Merkmale .....	208
X-gekoppelte rezessive Merkmale .....	211
X-gekoppelte dominante Merkmale .....	213
Y-gekoppelte Merkmale .....	214
Gentests als Vorwarnung .....	215
Gentests – wie und warum? .....	215
Invasive Pränataldiagnostik .....	215
Nichtinvasive pränatale Testverfahren (NIPTs) .....	216
Nach der Geburt: Das Neugeborenen-Screening .....	217

**Kapitel 13**

**Mutationen und Erbkrankheiten: Dinge, die man nicht ändern kann ..... 219**

Die Arten der Mutation .....	219
Was verursacht Mutationen? .....	221
Spontane Mutationen .....	221
Induzierte Mutationen .....	225
Die Folgen von Mutationen .....	229

## 18 Inhaltsverzeichnis

Die Möglichkeiten der DNA-Reparatur .....	230
Einige häufige Erbkrankheiten .....	231
Zystische Fibrose (Mukoviszidose) .....	231
Sichelzellenanämie .....	232
Tay-Sachs-Syndrom .....	233

### **Kapitel 14**

#### **Etwas genauer hingeschaut: Die Genetik von Krebs ..... 235**

Was ist Krebs eigentlich? .....	235
Gutartige Tumore: Fast harmloser Zuwachs .....	236
Bösartige Tumore: Ernste schlechte Nachrichten .....	237
Metastasen: Der Krebs auf Achse .....	238
Krebs als DNA-Krankheit .....	239
Der Zellzyklus und Krebs .....	240
Chromosomenanomalien – Kein Geheimnis mehr .....	246
Analyse der verschiedenen Krebsarten .....	247
Erbliche Krebserkrankungen .....	247
Vermeidbare Krebserkrankungen .....	250

### **Kapitel 15**

#### **Chromosomenanomalien: Alles ein Zahlenspiel ..... 253**

Was Chromosomen uns verraten .....	254
Chromosomen zählen .....	254
Aneuploidie: Zusätzliche oder fehlende Chromosomen .....	255
Euploidie: Chromosomensätze .....	257
Erforschung von Chromosomenvariationen .....	259
Wenn Chromosomen verschwinden .....	260
Wenn zu viele Chromosomen vorhanden sind .....	260
Weitere Dinge, die bei Chromosomen schief laufen können .....	264

### **Kapitel 16**

#### **Behandlung von Gendefekten mit Gentherapie ..... 269**

Linderung von Erbkrankheiten .....	269
Ein Gen zur richtigen Zeit am richtigen Ort .....	270
Viren, die ihre DNA direkt einfügen .....	271
Unentschieden für Adenoviren .....	272
Gesunde Gene werden ins Spiel gebracht .....	272
Unter die Lupe genommen: Die DNA-Bibliothek .....	274
Die Kartierung des Gens .....	278
Fortschritt an der Gentherapie-Front .....	279

**Kapitel 17**  
**Die Geschichte der Menschheit und die Zukunft unseres Planeten** ..... **281**

- Genetische Variation ist überall ..... 281
  - Allelfrequenzen ..... 283
  - Genotypfrequenzen ..... 284
- Das Hardy-Weinberg-Gesetz der Populationsgenetik ..... 285
  - Die Beziehung von Allelen und Genotypen ..... 285
  - Gesetzesverletzung ..... 287
- Kartierung des Genpools ..... 289
  - Eine große, glückliche Familie. .... 289
  - Das geheime Sozialleben der Tiere ..... 290
- Allmähliche Formvollendung: Evolutionsgenetik ..... 291
  - Der Schlüssel heißt: Genetische Variation ..... 292
  - Wo neue Arten herkommen ..... 292
  - So wächst der phylogenetische Baum ..... 294

**TEIL IV**  
**GENETIK UND IHRE WELT** ..... **295**

**Kapitel 18**  
**Geheimnisse lüften mit der DNA** ..... **297**

- Ihre Identität steckt im DNA-Schrott ..... 298
- Spurensuche am Tatort: Wo ist die DNA? ..... 300
  - Sammlung von biologischen Beweismitteln ..... 301
  - Auf ins Labor! ..... 302
- Mithilfe von DNA Verbrecher dingfest machen (oder Unschuldige wieder auf freien Fuß setzen) ..... 307
  - Böse Jungs mit Beweisen festnageln. .... 307
  - Fehlurteile aufdecken. .... 309
- Familienfragen ..... 310
  - Vaterschaftstest ..... 310
  - Verwandschaftstests ..... 314

**Kapitel 19**  
**Genetische Veränderung: Neue Gene in Pflanzen und Tiere einbauen** ..... **317**

- Genetisch veränderte Organismen sind überall ..... 317
  - Genetische Veränderung auf dem Bauernhof ..... 318
  - Anwendung von Strahlen oder Chemikalien ..... 320
  - Ungewollte genetische Veränderung ..... 320
  - Auch ohne Gentechnik erfolgreich: Präzisionszucht ..... 321
- Alte Gene an neuen Orten. .... 321
- Transgene Pflanzen lassen Kontroversen wachsen ..... 323
  - Der Prozess des Gentransfers bei Pflanzen ..... 323



## 20 Inhaltsverzeichnis

Mögliche kommerzielle Anwendungen . . . . .	325
Abwägung der Streitpunkte . . . . .	326
Folgenabschätzung . . . . .	329
Ein Blick in den GVO-Zoo . . . . .	330
Transgene Tiere . . . . .	330
Kleinigkeiten: Transgene Insekten . . . . .	333
An transgenen Bakterien herumfummeln . . . . .	334

### Kapitel 20

#### **Klone: Sie sind ein echtes Unikat . . . . . 337**

Einsatz der Klone . . . . .	337
Klonen von Tieren: Aus der Brust geschnitten . . . . .	338
Klonen vor Dolly: Klonen mit Geschlechtszellen . . . . .	339
Was an Dolly wirklich einzigartig ist . . . . .	340
Klone erzeugen . . . . .	341
Zwillings-Klon . . . . .	341
Klone aus Körperzellen . . . . .	342
Probleme beim Klonen . . . . .	344
Schnelleres Altern . . . . .	345
Größere Nachkommen . . . . .	346
Entwicklungsstörungen . . . . .	347
Umwelteffekte . . . . .	348
Die Klonkriege . . . . .	349
Argumente für das Klonen . . . . .	349
Argumente gegen das Klonen . . . . .	349

### Kapitel 21

#### **Ethische Gesichtspunkte . . . . . 353**

Analyse des genetischen Rassismus . . . . .	354
Das perfekte Kind . . . . .	355
Designerbaby auf Bestellung . . . . .	355
Föten als Ersatzteillager? . . . . .	356
Schon Realität: Präimplantationsdiagnostik (PID) . . . . .	356
Wer weiß? Die Sache mit der Einverständniserklärung . . . . .	358
Restriktionen für Gentests . . . . .	358
Nur noch sichere Gentherapie . . . . .	359
Für sich behalten . . . . .	360
Eigentumsrechte an Genen . . . . .	361

## TEIL V

### **DER TOP-TEN-TEIL . . . . . 365**

### Kapitel 22

#### **Zehn entscheidende Ereignisse in der Genetik . . . . . 367**

Darwins Publikation »Über die Entstehung der Arten« . . . . .	367
Die Wiederentdeckung von Mendels Arbeit . . . . .	368

Das transformierende Prinzip .....	369
Die Entdeckung der springenden Gene .....	370
Die Geburt der Sequenzierung.....	371
Die Erfindung der PCR.....	371
Die Entwicklung der rekombinanten DNA-Technologie.....	372
Die Erfindung des DNA-Fingerabdrucks.....	373
Die Entdeckungen in der Entwicklungsgenetik .....	373
Die Arbeit von Francis Collins und das Humangenomprojekt .....	374

**Kapitel 23**

**Zehn heiße Themen in der Genetik..... 375**

Personalisierte Medizin .....	375
Stammzellforschung .....	376
Alternde Gene .....	377
Proteomik.....	378
Bioinformatik.....	378
Genchips – DNA ist nicht alles .....	379
Die Evolution der Antibiotikaresistenzen .....	380
Genetik der Infektionskrankheiten .....	381
Bioterrorismus .....	382
Kinderleicht crispern am Küchentisch?.....	382

**Kapitel 24**

**Kaum zu glauben: Zehn Genetik-Geschichten..... 385**

Genmix: Wie das Schnabeltier mit allen Regeln bricht.....	385
Ein Name sagt mehr als 1.000 Worte .....	386
Second Life.....	386
Lausige Chromosomen .....	387
Nicht sie selbst: DNA-Chimären .....	387
Gene, die nur eine Mutter lieben kann .....	388
Ein Gen, sie alle zu beherrschen .....	388
Warum Alligatoren uns alle berleben könnten .....	389
Genetik Marke Eigenbau .....	389
Schrott ist gut – alles Ansichtssache .....	390

**Glossar..... 391**

**Stichwortverzeichnis .....** 397