

Wolfgang Hennig

# Genetik

Dritte, überarbeitete und erweiterte Auflage

Mit 462 vorwiegend farbigen Abbildungen,  
72 Tabellen und 34 Technik-Boxen



Springer

*515*

# Inhalt

	<b>Was ist Genetik?</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Variabilität als biologisches Grundphänomen</b> . . . . .	<b>5</b>
1.1	Umweltbedingte Variabilität . . . . .	9
1.2	Genetisch bedingte Variabilität . . . . .	12
1.3	Zusammenspiel von Umwelt und Genotyp . . . . .	14
1.4	Methodik der Untersuchung von Umwelteinflüssen . . . . .	17
1.5	Phänokopien . . . . .	18
<b>2</b>	<b>Vererbung als biologisches Grundphänomen</b> . . . . .	<b>25</b>
2.1	Die Mendelschen Regeln: Grundregeln der Vererbung . . . . .	26
2.2	Statistische Methoden . . . . .	37
2.2.1	Mathematische Grundlagen . . . . .	37
2.2.2	Die $\chi^2$ -Methode . . . . .	39
2.3	Mendel aus heutiger Sicht . . . . .	41
2.4	Ergänzungen zu den Mendelschen Regeln . . . . .	42
2.4.1	Unvollständige Dominanz . . . . .	42
2.4.2	Codominante Expression von Allelen . . . . .	43
2.4.3	Multiple Allelie . . . . .	45
2.4.4	Der Ausprägungsgrad von Merkmalen . . . . .	46
2.4.5	Polygenie . . . . .	47
2.4.6	Pleiotropie . . . . .	51
2.4.7	Epistasie . . . . .	55
<b>I</b>	<b>TECHNIK-BOX 1</b>	
	<b>Verwendung von Balancer-Chromosomen</b> . . . . .	<b>60</b>
<b>3</b>	<b>Die Chromosomentheorie der Vererbung</b> . . . . .	<b>63</b>
3.1	Ein Rückblick . . . . .	64
3.2	Die eukaryotische Zelle . . . . .	66
3.2.1	Die Struktur der Zelle . . . . .	66

Keimbahnzellen und somatische Zellen . . . . .	69
Der Zellzyklus. . . . .	69
Mitotische Zellen. . . . .	69
Mitose. . . . .	76
Meiotische Zellen. . . . .	79
Meiose I . . . . .	86
Meiose II . . . . .	88
Molekulare Mechanismen der Chromosomen- und Chromatidenpaarung . . . . .	93
Kontrollierter Zelltod: Apoptose. . . . .	94
Lebenszyklen von Eukaryoten . . . . .	95
Das eukaryotische Chromosom . . . . .	102
Chromosomen als Trägerläer Erbanlagen. . . . .	102
Morphologie der Chromosomen. . . . .	111
Die Variabilität der Chromosomen . . . . / . . . .	119
Extrachromosomale Vererbung . . . . .	144
<b>TECHNIK-BOX 2</b>	
Autoradiographie an Geweben, Zellen und Chromosomen . . . .	148
<b>TECHNIK-BOX 3</b>	
<b>Chromosomenbanding und Chromosomenpainting . . . . .</b>	<b>149</b>
<b>4 Grundlagen menschlicher Vererbung . . . . .</b>	<b>153</b>
4.1 Methoden der Humangenetik . . . . .	153
4.1.1 Zwillingsforschung . . . . .	154
4.1.2 Stammbaumforschung . . . . .	164
4.2 Erbkrankheiten. . . . .	164
4.2.1 Geschlechtsgekoppelte Gene. . . . .	164
4.2.2 Autosomale Gene. . . . .	173
4.2.3 Unvollständige dominante Expression von Allelen. . . . .	177
4.2.4 Allele mit unterschiedlicher Ausprägung . . . . .	177
4.3 Genetische, meist nichterbliche Krankheiten. . . . .	178
4.3.1 Down-Syndrom . . . . .	181
4.3.2 Geschlechtschromosomenaberrationen. . . . .	183
4.3.3 Mitotische Chromosomenanomalien . . . . .	185
4.4 Genetische Familienberatung. . . . .	186
<b>5 Steuerung von Genfunktionen auf chromosomalem Niveau . . . .</b>	<b>191</b>
5.1 Dosiskompensation. . . . .	192
5.1.1 <i>Drosophila</i> . . . . .	192
5.1.2 Säuger. . . . .	193
5.2 Genetische Mosaik. . . . .	199
5.2.1 Mitotische Instabilität . . . . .	201
5.2.2 Mitotische Rekombination. . . . .	203

<b>Molekulare Grundlagen der Vererbung . . . . .</b>	<b>209</b>
DNA als Träger der Erbinformation . . . . .	210
Chemische Zusammensetzung . . . . .	210
Konfiguration der DNA . . . . .	213
Funktion der DNA . . . . .	218
Die Verdoppelung des Erbmaterials (Replikation). . . . .	219
Physikochemischer Nachweis der semikonservativen Replikation . . . . .	220
Cytologischer Nachweis der semikonservativen Replikation....	221
Mechanismus der Replikation . . . . .	224
Rekombination . . . . .	234
Genkonversion . . . . .	243
<b>TECHNIK-BOX 4</b>	
<b>DNA-Sequenzierung . . . . .</b>	<b>246</b>
<b>TECHNIK-BOX 5</b>	
<b>Ultrazentrifugation . . . . .</b>	<b>248</b>
<b>TECHNIK-BOX 6</b>	
<b>Miller-Spreitungen . . . . .</b>	<b>250</b>
<b>Verwertung genetischer Information in der Zelle. . . . .</b>	<b>253</b>
DNA, genetische Information und Informationsübertragung . . .	253
Der genetische Code. . . . .	259
Die Entschlüsselung des Codes. . . . .	259
Beweis der Colinearität . . . . .	260
Allgemeingültigkeit des Codes. . . . .	261
RNA-Editing . . . . .	262
Transkription . . . . .	263
Mechanismus der Transkription . . . . .	263
Regulation der Transkription. . . . .	265
Translation . . . . .	269
Initiation . . . . .	272
Elongation . . . . .	274
Termination . . . . .	274
<b>I TECHNIK-BOX 7</b>	
<b>Gelelektrophorese . . . . .</b>	<b>277</b>
<b>I TECHNIK-BOX 8</b>	
<b>Pulsed-Field-Gel-Elektrophorese . . . . .</b>	<b>279</b>
<b>I TECHNIK-BOX 9</b>	
<b>Markierung von DNA: Nick Translation, Random Priming . . . .</b>	<b>280</b>

<b>8</b>	<b>Molekulare Struktur des eukaryotischen Genoms</b> . . . . .	<b>283</b>
1.1	Eigenschaften eukaryotischer DNA . . . . .	285
1.2	Repetitive DNA . . . . .	289
1.3	Heterochromatin und repetitive DNA . . . . .	293
<b>1</b>	<b>TECHNIK-BOX 10</b>	
	<b>Restriktionsanalyse</b> . . . . .	295
<b>I</b>	<b>TECHNIK-BOX 11</b>	
	<b>Renaturierungskinetik-Experimente</b> . . . . .	297
<b>9</b>	<b>Molekulare Struktur euk'aryotischer Chromosomen</b> . . . . .	<b>301</b>
9.1	Organisation der DNA im Chromosom . . . . .	302
9.1.1	Nukleoproteinfibrillen . . . . .	302
9.1.2	Chromosomale Proteine . . . . .	303
9.1.3	Nukleosomen . . . . .	304
9.1.4	Supercoiling der DNA . . . . .	308
9.1.5	Organisation der Nukleoproteinfibrillen . . . . .	309
9.1.6	Riesenchromosomenbanden und Chromomeren . . . . .	312
9.1.7	Chromosomale Domänen . . . . .	312
9.2	Chromatidenmodelle . . . . .	313
9.3	Das Centromer . . . . .	316
9.3.1	Funktion . . . . .	316
9.3.2	Chromosomale Struktur des Centromers . . . . .	316
9.3.3	DNA-Struktur des Centromerenbereiches . . . . .	317
9.4	Das Telomer . . . . .	320
9.4.1	Funktion . . . . .	320
9.4.2	Molekulare Struktur . . . . .	320
9.4.3	Telomerenproteine . . . . .	324
9.5	Das Chromosom als funktionelle Einheit des Eukaryotenkerns . . . . .	325
<b>1</b>	<b>TECHNIK-BOX 12</b>	
	<b>In-situ-Hybridisierung von Nukleinsäuren</b> . . . . .	327
<b>10</b>	<b>Molekulare Struktur prokaryotischer Chromosomen</b> . . . . .	<b>331</b>
10.1	Bakterien . . . . .	331
10.2	Extrachromosomale DNA-Elemente: Plasmide . . . . .	333
10.2.1	F-Plasmid . . . . .	333
10.2.2	Andere Plasmide . . . . .	338
10.3	Bakteriophagen . . . . .	339
10.3.1	Vermehrungszyklus . . . . .	340
10.3.2	Bakteriophage X (Lambda) . . . . .	343
10.3.3	Bakteriophage $\phi$ 1 . . . . .	347
10.3.4	Bakteriophage T4 . . . . .	349

10.4	Transformation	357
10.5	Das Genom von Plastiden und Mitochondrien	359
10.5.1	Interaktionen zwischen Zellkern und Cytoplasmaorganellen	361
<b>I</b>	<b>TECHNIK-BOX 13</b>	
	<b>Klonierung von DNA</b>	363
<b>I</b>	<b>TECHNIK-BOX 14</b>	
	<b>DNA-Klonierung in Plasmiden</b>	365
<b>11</b>	<b>Molekulare Struktur und Regulation prokaryotischer Gene</b>	<b>369</b>
11.1	Kontrollmechanismen	369
11.2	Genstruktur und Genregulation	372
11.2.1	Das lac-Operon	372
11.2.2	Das Operonmodell	374
11.2.3	Weitere Regulationsmechanismen	375
11.3	Quantitative Kontrolle von Biosynthesewegen	376
11.3.1	Das trp-Operon	376
11.3.2	Attenuation	377
11.4	Regulation im Lambda-Genom	380
11.4.1	Genomstruktur	380
11.4.2	Lytischer Zyklus	381
11.4.3	Lysogener Zyklus	384
11.4.4	DNA-Protein-Interaktionen	384
11.5	Überlappende Gene	385
<b>I</b>	<b>TECHNIK-BOX 15</b>	
	<b>Restriktion von DNA und Southern Blotting</b>	388
<b>12</b>	<b>Molekulare Struktur eukaryotischer Gene</b>	<b>391</b>
12.1	RNA-kodierende Gene: Ribosomale DNA	392
12.1.1	Transkription der ribosomalen DNA	394
12.1.2	Processing primärer Transkripte	398
12.1.3	Sekundärstruktur der rRNA	401
12.1.4	Autokatalytisches Splicing von RNA-Molekülen	402
12.1.5	Die ribosomalen Transkriptionseinheiten	405
12.1.6	Der Nukleolus	406
12.1.7	Das Ribosom	409
12.1.8	Nukleoläre Dominanz	409
12.1.9	Multiplizität ribosomaler RNA-Gene	411
12.1.10	Unterreplikation und Amplifikation	414
12.2	RNA-kodierende Gene: Die 5S-rRNA-Genfamilie	415
12.2.1	Gewebespezifität	416
12.2.2	Regulation der Transkription	416
12.2.3	Regulationseffekt von Histon H1	420
12.2.4	Feedbackregulation durch RNA-Konzentration	421

12.2.5	Der Regulationsmechanismus der 5S-rRNA-Transkription. . . . .	422
12.3	RNA-kodierende Gene: Die Transfer-RNA-Genfamilien. . . . .	422
12.3.1	Posttranskriptionelle Modifikationen. . . . .	424
12.3.2	Beladung der tRNA mit Aminosäuren. . . . .	425
12.4	Proteinkodierende Gene: Die Globingenfamilie. . . . .	427
12.4.1	Allgemeines. . . . .	429
12.4.2	Lokalisation im Genom. . . . .	432
12.4.3	Evolution der Genfamilie. . . . .	435
12.4.4	Transkription. . . . .	437
12.4.5	Splicingmechanismen. . . . .	439
12.4.6	Funktion von Introns. . . . .	443
12.4.7	Allgemeine Struktureigenschaften eukaryotischer Gene. . . . .	443
12.5	Multigenfamilien. . . . .*	444
12.5.1	Histongene. . . . .	444
12.5.2	Tubulingene. . . . .	449
12.6	Einzelkopiegene. . . . .	450
12.6.1	Das Fibroingen. . . . .	450
12.6.2	Seide. . . . .	450
12.6.3	Fibroinsynthese. . . . .	451
12.6.4	Struktur des Fibroins: $\beta$ -Faltblattstruktur. . . . .	452
12.6.5	Selektiver Codongebrauch (Codon usage). . . . .	452
12.7	Die Genstruktur cytoplasmatischer Organellen. . . . .	454
12.7.1	Regulation der Cytochrom-b-Synthese. . . . .	454
12.8	Der Genbegriff. . . . .	457
<b>I—1</b>	<b>TECHNIK-BOX 16</b>	
	<b>Northern Blotting</b> . . . . .	459
<b>I—1</b>	<b>TECHNIK-BOX 17</b>	
	<b>Proteomics</b> . . . . .	460
<b>13</b>	<b>Veränderungen von Genen: Mutationen. . . . .</b>	<b>465</b>
13.1	Replikationsfehler. . . . .	468
13.2	Spontane Basenveränderungen. . . . .	469
13.3	Rekombinationsfehler. . . . .	470
13.4	Strahleninduzierte Mutationen. . . . .	471
13.4.1	Ultraviolette Strahlung. . . . .	471
13.4.2	Energiereiche kurzwellige Strahlung. . . . .	478
13.5	Transposons. . . . .	483
13.6	Chromosomenmutationen. . . . .	483
13.6.1	Numerische Chromosomenaberrationen. . . . .	484
13.6.2	Strukturelle Chromosomenaberrationen. . . . .	496
13.7	Genmutationen. . . . .	503
13.7.1	Mutationen in den Globingenen. . . . .	503
13.7.2	Nukleotidveränderungen. . . . .	506
13.7.3	Folgen von Basenveränderungen. . . . .	514
13.7.4	Stille Mutationen. . . . .	518
13.7.5	Konditionale Mutationen. . . . .	519

13.8	Erkennung von Mutationen . . . . .	521
13.9	Mutagenizitätstests . . . . .	523
13.10	Häufigkeit von Mutationen . . . . .	527
<b>TECHNIK-BOX 18</b>	<b>Site-specific-Recombination . . . . .</b>	<b>529</b>
<b>TECHNIK-BOX 19</b>	<b>Transformation von Säugerzellen und „Knock-out“-Mäuse . . . . .</b>	<b>531</b>
<b>TECHNIK-BOX 20</b>	<b>In-vitro-RNA-Synthese . . . . .</b>	<b>533</b>
<b>TECHNIK-BOX 21</b>	<b>Primer Extension . . . . .</b>	<b>534</b>
<b>14</b>	<b>Instabilität des Genoms: Transposons und Retroviren. . . . .</b>	<b>537</b>
14.1	Allgemeine Eigenschaften von Transposons. . . . .	538
14.1.1	Transpositionsmechanismen. . . . .	539
14.1.2	Funktion von Transposons. . . . .	540
14.2	Prokaryotische Transposons. . . . .	540
14.3	Eukaryotische Transposons. . . . .	541
14.3.1	Fold-back-Elemente. . . . .	542
14.3.2	Weitere Transposons mit terminalen invertierten Repeats. . . . .	544
14.3.3	Retrotransposons. . . . .	547
14.3.4	Retroposons. . . . .	549
14.4	Processierte Pseudogene. . . . .	556
14.5	Transposons als Mutagene. . . . .	557
14.6	Funktionelle Bedeutung von Transposons. . . . .	558
14.7	Retroviren. . . . .	560
14.8	Genomveränderungen und Krebs. . . . .	566
14.8.1	Krebsentstehung durch Mutagene. . . . .	566
14.8.2	Genetische Grundlagen der Tumorbildung. . . . .	568
<b>I</b>	<b>TECHNIK-BOX 22</b>	
	<b>P-Element-Mutagenese. . . . .</b>	<b>572</b>
<b>I</b>	<b>TECHNIK-BOX 23</b>	
	<b>Enhancer-trap-Experimente. . . . .</b>	<b>574</b>
<b>15</b>	<b>Die Koordination der Genfunktion: Genetische Kontrolle zellulärer Differenzierung . . . . .</b>	<b>579</b>
15.1	Totipotenz von Zellkernen. . . . .	580
15.2	Determination und Differenzierung von Zellen. . . . .	582
15.2.1	Imprinting. . . . .	582
15.2.2	Molekularer Mechanismus des Imprintings. . . . .	584
15.2.3	Methylierung als epigenetische Markierung. . . . .	586
15.2.4	Wann erfolgt Imprinting?. . . . .	588

15.3	Determination und Transdetermination . . . . .	589
15.3.1	Determination und Differenzierung . . . . .	589
15.3.2	Transdetermination . . . . .	591
15.3.3	Kompartimente und Zelldifferenzierung . . . . .	591
15.4	DNA-Amplifikation . . . . .	595
15.4.1	Extrachromosomale und intrachromosomale Amplifikation . . . . .	595
15.4.2	Amplifikation von DNA: Ein allgemeiner zellulärer Mechanismus . . . . .	597
15.4.3	Die Häufigkeit von Amplifikationsprozessen . . . . .	599
15.4.4	Molekulare Mechanismen der Amplifikation . . . . .	599
15.4.5	Homogenisierung multipler Genkopien durch Amplifikation? . . . . .	600
15.4.6	Amplifikation und Zelldifferenzierung . . . . .	600
15.4.7	Intrachromosomale Amplifikation und Chromosomenstruktur . . . . .	601
15.5	Chromatinelimination und -diminution . . . . .	602
15.5.1	Chromatindiminution bei Nematoden . . . . .	603
15.5.2	Chromatindiminution bei anderen Organismengruppen . . . . .	603
15.5.3	Der Charakter eliminerter DNA-Sequenzen . . . . .	605
15.5.4	DNA-Elimination und Zelldifferenzierung . . . . .	606
15.6	Das Immunsystem . . . . .	607
15.6.1	Funktion des Immunsystems der Säuger . . . . .	607
15.6.2	Entwicklung und Struktur der Immunoglobulingene . . . . .	610
15.6.3	Molekularer Aufbau der L-Ketten . . . . .	613
15.6.4	Molekularer Aufbau der H-Ketten . . . . .	618
15.6.5	Antikörperklassenwechsel („class switching“) . . . . .	619
15.6.6	Transkription der Immunoglobulingene . . . . .	622
15.6.7	Die Unterscheidung von Selbst und Nicht-Selbst . . . . .	623
15.6.8	Allgemeine Gesichtspunkte des Säugerimmunsystems . . . . .	624
15.7	Differenzierungsmechanismen in Ciliaten . . . . .	625
15.7.1	Kerndualismus: Mikro- und Makronuklei in einer Zelle . . . . .	625
15.7.2	Entwicklung des Makronukleus . . . . .	627
15.7.3	Große DNA-Fragmente im Makronukleus . . . . .	628
15.7.4	Veränderungen der rDNA-Struktur im Makronukleus . . . . .	629
15.8	Regulation des Generationszyklus von Hefezellen . . . . .	630
15.8.1	Spontane Veränderungen des Paarungstyps haploider Zellen . . . . .	630
15.8.2	Funktion des MAT-Locus . . . . .	630
15.8.3	DNA-Veränderungen im MAT-Locus . . . . .	632
15.9	Die Oberflächenantigene von <i>Trypanosoma</i> . . . . .	634
I	<b>I TECHNIK-BOX 24</b>	
	Immunologische Nachweismethoden . . . . .	636
CZZH	<b>TECHNIK-BOX 25</b>	
	Elektronenmikroskopische Immunologie . . . . .	638
I	<b>I TECHNIK-BOX 26</b>	
	Screening von Expressionsbibliotheken . . . . .	639

<b>16</b>	<b>Die Differenzierung von Organismen</b> . . . . .	<b>643</b>
16.1	Geschlechtsbestimmungsmechanismen . . . . .	644
16.1.1	<i>Drosophila</i> . . . . .	644
16.1.2	Geschlechtsbestimmung bei Säugern . . . . .	655
16.2	Keimbahn, Frühentwicklung und Musterbildung . . . . .	657
16.2.1	<i>Drosophila</i> . . . . .	657
16.2.2	Pflanzen . . . . .	687
16.2.3	Vergleich der männlichen und der weiblichen Keimzellenentwicklung . . . . .	691
16.2.4	Genetische Methoden der Analyse von Differenzierungsprozessen . . . . .	692
16.2.5	Analyse von Mutanten im Zebrafisch . . . . .	692
<b>I</b>	<b>TECHNIK-BOX 27</b>	
	Chromosomenwalking . . . . .	698
<b>I</b>	<b>TECHNIK-BOX 28</b>	
	Mikrokloning . . . . .	699
<b>I</b>	<b>TECHNIK-BOX 29</b>	
	Polymerasekettenreaktion . . . . .	701
<b>17</b>	<b>Populationsgenetik</b> . . . . .	<b>705</b>
17.1	Die Hardy-Weinberg-Regel . . . . .	708
17.2	Genetische Zufallsveränderungen (Random Drift) . . . . .	711
17.3	Natürliche Selektion . . . . .	714
17.3.1	Fitness . . . . .	718
17.3.2	Genetische Bürde . . . . .	723
17.4	Migration . . . . .	723
17.5	Isolation und Foundereffekte . . . . .	725
17.6	Zur Populationsgenetik des Menschen . . . . .	726
17.6.1	Die Ebene des Individuums . . . . .	727
17.6.2	Die Ebene der Gesellschaft . . . . .	727
17.6.3	Die Ebene der Evolution des Menschen . . . . .	729
<b>18</b>	<b>Genetik des Verhaltens</b> . . . . .	<b>733</b>
<b>19</b>	<b>Das menschliche Genom</b> . . . . .	<b>741</b>
19.1	Das Human Genome Projekt . . . . .	743
19.2	Analyse menschlicher Gene . . . . .	744
19.2.1	Genkartierung . . . . .	744
19.2.2	Gene mit Trinukleotidrepeats . . . . .	749

19.3	Gene und Krebserkrankungen . . . . .	751
<u>I—1</u>	<b>TECHNIK-BOX 30</b>	
	SSCP-Analyse (Single Strand Conformation Polymorphism-Analyse) . . . . .	754
<u>I—1</u>	<b>TECHNIK-BOX 31</b>	
	Two-Hybrid-Systeme . . . . .	755
<u>I—1</u>	<b>TECHNIK-BOX 32</b>	
	GAL4/UAS-System . . . . .	757
<b>20</b>	<b>Genetik und Gentechnologie. . . . .</b>	<b>761</b>
20.1	Künftige Forschungsschwerpunkte der Genetik . . . . .	761
20.2	Gentechnologie . . . . .	762
20.2.1	Methodik der Gentechnologie . . . . .	763
20.2.2	Anwendungen der Gentechnologie . . . . .	767
20.2.3	Soziale und ethische Probleme der Anwendung von Gentechnologie in der Medizin . . . . .	783
<u>I—1</u>	<b>TECHNIK-BOX 33</b>	
	Green Fluorescent Protein . . . . .	785
<u>I</u>	<u>I</u> <b>TECHNIK-BOX 34</b>	
	Mikroarrays und DNA-Chips . . . . .	786
	<b>Literaturverzeichnis. . . . .</b>	<b>789</b>
	<b>Glossar. . . . .</b>	<b>805</b>
	<b>Häufig gebrauchte Abkürzungen. . . . .</b>	<b>815</b>
	<b>Quellenverzeichnis der Abbildungen und Tabellen. . . . .</b>	<b>817</b>
	<b>Sachverzeichnis. . . . .</b>	<b>823</b>

# Übersicht über die Technik-Boxen

TECHNIK-BOX 1	
Verwendung von Balancer-Chromosomen . . . . .	60
TECHNIK-BOX 2	
Autoradiographie an Geweben, Zellen und Chromosomen . . . . .	149
TECHNIK-BOX 3	
Chromosomenbanding und Chromosomenpainting . . . . .	150
TECHNIK-BOX 4	
DNA-Sequenzierung . . . . .	246
TECHNIK-BOX 5	
Ultrazentrifugation. . . . .	248
TECHNIK-BOX 6	
Miller-Spreitungen. . . . .	250
TECHNIK-BOX 7	
Gelelektrophorese . . . . .	277
TECHNIK-BOX 8	
Pulsed-Field-Gel-Elektrophorese. . . . .	279
TECHNIK-BOX 9	
Markierung von DNA: Nick Translation, Random Priming . . . . .	280
TECHNIK-BOX 10	
Restriktionsanalyse. . . . .	295
TECHNIK-BOX 11	
Renaturierungskinetik-Experimente. . . . .	297
TECHNIK-BOX 12	
In-situ-Hybridisierung von Nukleinsäuren . . . . .	328
TECHNIK-BOX 13	
Klonierung von DNA . . . . .	363
TECHNIK-BOX 14	
DNA-Klonierung in Plasmiden . . . . .	365
TECHNIK-BOX 15	
Restriktion von DNA und Southern Blotting . . . . .	388
I TECHNIK-BOX 16	
Northern Blotting. . . . .	459
I TECHNIK-BOX 17	
Proteomics . . . . .	460
I TECHNIK-BOX 18	
Site-specific Recombination. . . . .	529
I TECHNIK-BOX 19	
Transformation von Säugierzellen und „Knock-out“-Mäuse . . . . .	531
I TECHNIK-BOX 20	
In-vitro-RNA-Synthese. . . . .	533

TECHNIK-BOX 21	
Primer Extension . . . . .	534
TECHNIK-BOX 22	
P-Element-Mutagenese . . . . .	572
TECHNIK-BOX 23	
Enhancer-trap-Experimente . . . . .	574
TECHNIK-BOX 24	
Immunologische Nachweismethoden . . . . .	636
TECHNIK-BOX 25	
Elektronenmikroskopische Immunologie . . . . .	638
TECHNIK-BOX 26	
Screening von Expressionsbibliotheken . . . . .	639
TECHNIK-BOX 27	» '
Chromosomenwalking . . . . .	698
TECHNIK-BOX 28	
Mikrokloning . . . . .	699
TECHNIK-BOX 29	
Polymerasekettenreaktion . . . . .	701
TECHNIK-BOX 30	
SSCP-Analyse (Single Strand Conformation Polymorphism Analyse) . . . . .	754
 TECHNIK-BOX 31	
Two-Hybrid-Systeme . . . . .	755
 TECHNIK-BOX 32	
GAL4/UAS-System . . . . .	757
 TECHNIK-BOX 33	
Green Fluorescent Protein . . . . .	785
 TECHNIK-BOX 34	
Mikroarrays und DNA-Chips . . . . .	786