

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I Wie funktioniert Bioinformatik?

<b>1</b>	<b>Sequenzanalyse: Die Sprache des Lebens entziffern</b>	<b>3</b>
1.1	Wie starte ich meine Bioinformatikanalyse? Nützliche Links und Tools	7
1.2	Proteinanalysen sind einfach mit dem richtigen Tool	13
1.3	Übungsaufgaben zum 1. Kapitel	19
	Literatur.	23
<b>2</b>	<b>Magische RNA</b>	<b>25</b>
2.1	RNA-Sequenzen sind biologisch aktiv	25
2.2	Analyse von RNA-Sequenz, -Struktur und -Funktion	28
2.3	Übungsaufgaben zum 2. Kapitel	30
	Literatur.	35
<b>3</b>	<b>Genome – molekulare Landkarten von Lebewesen</b>	<b>37</b>
3.1	Genome sequenzieren – Genome buchstabieren	37
3.2	Das Humangenom entziffert	39
3.3	Ein Steckbrief des Humangenoms	41
3.4	Übungsaufgaben zum 3. Kapitel	43
	Literatur.	46
<b>4</b>	<b>Stoffwechsel modellieren und neue Antibiotika finden</b>	<b>47</b>
4.1	Wie kann ich den Stoffwechsel bioinformatisch modellieren?	48
4.2	Nützliche Werkzeuge zur Stoffwechselmodellierung	50
4.3	Übungsaufgaben zum 4. Kapitel	53
	Literatur.	55
<b>5</b>	<b>Systembiologie und Krankheitsursachen aufdecken</b>	<b>57</b>
5.1	Anwendungsbeispiel: Wie kommt es bei Phosphorylierung zur Herzschwäche?	58
5.2	Generalisierung: Wie baut man ein systembiologisches Modell?	63

V

5.3	Übungsaufgaben zum 5. Kapitel .....	68
	Literatur. ....	73

## Teil II Wie verstehe ich Bioinformatik?

<b>6</b>	<b>Superschnelle Sequenzvergleiche erkennen, welche Moleküle vorliegen .....</b>	<b>79</b>
6.1	Schnelles Suchen: BLAST als Beispiel für eine heuristische Suche. . .	80
6.2	Pflege von Datenbanken und Beschleunigung von Programmen .....	81
6.3	Übungsaufgaben zum 6. Kapitel .....	85
	Literatur. ....	86
<b>7</b>	<b>Signalkaskaden durch Messen der kodierten Information besser verstehen .....</b>	<b>89</b>
7.1	Kodieren mit Bits .....	89
7.2	Die verschiedenen Ebenen der Kodierung. ....	90
7.3	Kodierung besser verstehen .....	91
7.4	Übungsaufgaben zum 7. Kapitel .....	93
	Literatur. ....	95
<b>8</b>	<b>Wann hört ein Computer zu rechnen auf? .....</b>	<b>97</b>
8.1	Wann wird es denn für den Computer schwierig? .....	98
8.2	Komplexität und Rechenzeit einiger Algorithmen. ....	99
8.3	Informatische Lösungsansätze für rechenintensive Bioinformatikprobleme .....	101
8.4	NP-Probleme sind nicht leicht zu fassen .....	103
8.5	Übungsaufgaben zum 8. Kapitel .....	105
	Literatur. ....	106
<b>9</b>	<b>Komplexe Systeme verhalten sich grundsätzlich ähnlich .....</b>	<b>107</b>
9.1	Komplexe Systeme und ihr Verhalten .....	107
9.2	Komplexe Systeme durch Omics-Techniken erschließen .....	112
9.3	Typische Verhaltensweisen von Systemen. ....	115
9.4	Systemingredienzien: Emergenz, modularer Bau, positive und negative Signal-Rückgabe-Schleifen .....	118
9.5	Pioniere der Systemwissenschaften .....	120
9.6	Welche Systembiologie-Software kann ich nehmen? .....	125
9.7	Übungsaufgaben zum 9. Kapitel .....	127
	Literatur. ....	128
<b>10</b>	<b>Evolution mit dem Computer besser vergleichen .....</b>	<b>131</b>
10.1	Wie würde ein Kurzüberblick über die Evolution von der Entstehung des Lebens bis heute aussehen? .....	132
10.2	Evolution betrachten: konservierte und variable Bereiche .....	135

10.3	Evolution messen: Sequenz und Sekundärstruktur . . . . .	136
10.4	Evolution beschreiben: phylogenetische Stammbäume. . . . .	138
10.5	Proteinevolution: Domänen erkennen . . . . .	140
10.6	Übungsaufgaben zum 10. Kapitel . . . . .	143
	Literatur. . . . .	145
<b>11</b>	<b>Design-Prinzipien einer Zelle. . . . .</b>	<b>147</b>
11.1	Bioinformatik bringt einen Überblick über das Design einer Zelle. . .	148
11.2	Bioinformatik zeigt Detailsblicke über die Molekularbiologie der Zelle. . . . .	149
11.3	Übungsaufgaben zum 11. Kapitel . . . . .	155
	Literatur. . . . .	160
 <b>Teil III Was ist das Magische, Faszinierende an Bioinformatik?</b>		
<b>12</b>	<b>Leben entwickelt immer neue Information im Dialog mit der Umwelt. . .</b>	<b>165</b>
12.1	Molekulare Wörter geben immer nur im Kontext der Zelle einen Sinn. . . . .	166
12.2	Druckfehler werden in der Zelle ständig wegselektiert. . . . .	170
12.3	Übungsaufgaben zum 12. Kapitel . . . . .	174
	Literatur. . . . .	175
<b>13</b>	<b>Leben erfindet immer neue Ebenen der Sprache. . . . .</b>	<b>177</b>
13.1	Die verschiedenen Sprachen und Codes in einer Zelle . . . . .	177
13.2	Es entstehen immer neue molekulare, zelluläre und interzelluläre Sprachebenen und -arten . . . . .	180
13.3	Innovation: synthetische Biologie . . . . .	183
13.4	Neue Ebenen der Kommunikation durch Technik. . . . .	184
13.5	Das Internet – eine neue Ebene der Kommunikation . . . . .	185
13.6	Eine parallele Sprachebene: natürliches und analoges Rechnen . . . .	187
13.7	Zukünftige Ebene der Kommunikation: der Nanozellulose-Chip . . . .	188
13.8	Sprache des Lebens technisch mithilfe der synthetischen Biologie nutzen . . . . .	191
13.9	Übungsaufgaben zum 13. Kapitel . . . . .	197
	Literatur. . . . .	199
<b>14</b>	<b>Wir können über uns nachdenken – der Computer nicht . . . . .</b>	<b>203</b>
14.1	Menschen hinterfragen, Computer folgen Programmen . . . . .	204
14.2	Künstliche Intelligenz . . . . .	206
14.3	Biologische Intelligenz . . . . .	209
14.4	Übungsaufgaben zum 14. Kapitel . . . . .	211
	Literatur. . . . .	212

<b>15</b>	<b>Wie ist unser eigenes, extrem leistungsfähiges Gehirn aufgebaut?</b>	<b>213</b>
15.1	Modulare Bauweise führt zu immer neuen Eigenschaften – bis hin zum Bewusstsein	214
15.2	Bioinformatik hilft, das Gehirn besser zu beschreiben	217
15.3	Gehirnbaupläne	219
15.4	Mögliche Ziele	221
15.5	Übungsaufgaben zum 15. Kapitel	222
	Literatur	223
<b>16</b>	<b>Bioinformatik verbindet das Leben mit dem Universum und dem ganzen Rest</b>	<b>225</b>
16.1	Probleme lösen mithilfe der Bioinformatik	226
16.2	Globale Probleme modellieren und mildern	229
16.3	Globale Digitalisierung und persönlicher Freiraum	233
16.4	Welche Aufgaben ergeben sich für eine moderne Bioinformatik im Internetzeitalter?	237
16.5	Übungsaufgaben zum 16. Kapitel	239
	Literatur	240
<b>17</b>	<b>Schlussbetrachtung und Zusammenfassung</b>	<b>243</b>
 <b>Teil IV Glossar, Tutorial, Lösungen und Weblinks</b>		
<b>18</b>	<b>Glossar</b>	<b>249</b>
<b>19</b>	<b>Tutorial: ein Überblick zu wichtigen Datenbanken und Programmen</b>	<b>265</b>
19.1	Genomische Daten: von der Sequenz zur Struktur und Funktion	265
19.2	RNA: Sequenz-, Struktur-Analyse und Kontrolle der Genexpression	277
19.3	Proteine: Informationen, Struktur, Domänen, Lokalisation, Sekretion und Transport	280
19.4	Zelluläre Kommunikation, Signalkaskaden, Metabolismus, Shannon-Entropie	288
19.5	Leben erfindet immer neue Ebenen der Sprache	294
19.6	Einführung in das Programmieren (Meta-Tutorial)	296
<b>20</b>	<b>Lösungen zu den Übungsaufgaben</b>	<b>307</b>
20.1	Sequenzanalyse: Die Sprache des Lebens entziffern	307
20.2	Magische RNA	310
20.3	Genome – molekulare Landkarten von Lebewesen	316
20.4	Stoffwechsel modellieren und neue Antibiotika finden	318
20.5	Systembiologie und Krankheitsursachen aufdecken	319
20.6	Superschnelle Sequenzvergleiche erkennen, welche Moleküle vorliegen	322

20.7	Signalkaskaden durch Messen der kodierten Information besser verstehen .....	325
20.8	Wann hört ein Computer zu rechnen auf? .....	330
20.9	Komplexe Systeme verhalten sich grundsätzlich ähnlich .....	332
20.10	Evolution mit dem Computer besser vergleichen .....	333
20.11	Design-Prinzipien einer Zelle .....	336
20.12	Leben entwickelt immer neue Information im Dialog mit der Umwelt .....	341
20.13	Leben erfindet immer neue Ebenen der Sprache .....	343
20.14	Wir können über uns nachdenken – der Computer nicht. ....	347
20.15	Wie ist unser eigenes, extrem leistungsfähiges Gehirn aufgebaut?...	348
20.16	Bioinformatik verbindet das Leben mit dem Universum und dem ganzen Rest .....	349
	Literatur .....	350

<b>Übersicht zu wichtigen Datenbanken und Programmen und deren allgemeinen Verwendung .....</b>	<b>351</b>
---	------------

<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>357</b>
-----------------------------------	------------