

Inhaltsverzeichnis

Teil I Wie funktioniert Bioinformatik?

1 Sequenzanalyse: Die Sprache des Lebens entziffern	3
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
2 Magische RNA	25
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
3 Genome – molekulare Landkarten von Lebewesen	37
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
4 Stoffwechsel modellieren und neue Antibiotika finden	47
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
5 Systembiologie und Krankheitsursachen aufdecken	57
5.1 Anwendungsbeispiel: Wie kommt es bei Phosphorylierung zur Herzschwäche?	58
5.2 Generalisierung: Wie baut man ein systembiologisches Modell?	63

5.3	Übungsaufgaben zum 5. Kapitel	68
Literatur.	.....	73
Teil II Wie verstehe ich Bioinformatik?		
6	Superschnelle Sequenzvergleiche erkennen, welche Moleküle vorliegen	79
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
7	Signalkaskaden durch Messen der kodierten Information besser verstehen	89
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
8	Wann hört ein Computer zu rechnen auf?	97
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
9	Komplexe Systeme verhalten sich grundsätzlich ähnlich	107
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
10	Evolution mit dem Computer besser vergleichen	131
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
11	Design-Prinzipien einer Zelle.	147
11.1	Bioinformatik bringt einen Überblick über das Design einer Zelle.	148
11.2	Bioinformatik zeigt Detaileinblicke über die Molekularbiologie der Zelle	149
11.3	Übungsaufgaben zum 11. Kapitel	155
	Literatur.	160
Teil III Was ist das Magische, Faszinierende an Bioinformatik?		
12	Leben entwickelt immer neue Information im Dialog mit der Umwelt.	165
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
13	Leben erfindet immer neue Ebenen der Sprache.	177
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
14	Wir können über uns nachdenken – der Computer nicht	203
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

15 Wie ist unser eigenes, extrem leistungsfähiges Gehirn aufgebaut?	213
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
16 Bioinformatik verbindet das Leben mit dem Universum und dem ganzen Rest	225
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
17 Schlussbetrachtung und Zusammenfassung	243
Teil IV Glossar, Tutorial, Lösungen und Weblinks	
18 Glossar	249
19 Tutorial: ein Überblick zu wichtigen Datenbanken und Programmen	265
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
20 Lösungen zu den Übungsaufgaben	307
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
	Übersicht zu wichtigen Datenbanken und Programmen und deren allgemeinen Verwendung	351
	Stichwortverzeichnis.	357