

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	14
1.3	Übungsaufgaben zum 1. Kapitel	20
	Literatur	24
2	Magische RNA	27
2.1	RNA-Sequenzen sind biologisch aktiv	27
2.2	Analyse von RNA-Sequenz, -Struktur und -Funktion	30
2.3	Übungsaufgaben zum 2. Kapitel	33
	Literatur	37
3	Genome – molekulare Landkarten von Lebewesen	39
3.1	Genome sequenzieren – Genome buchstabieren	39
3.2	Das Humangenom entziffert	42
3.3	Ein Steckbrief des Humangenoms	43
3.4	Übungsaufgaben zum 3. Kapitel	46
	Literatur	49
4	Stoffwechsel modellieren und neue Antibiotika finden	51
4.1	Wie kann ich den Stoffwechsel bioinformatisch modellieren?	52
4.2	Nützliche Werkzeuge zur Stoffwechselmodellierung	55
4.3	Übungsaufgaben zum 4. Kapitel	57
	Literatur	59
5	Systembiologie und Krankheitsursachen aufdecken	61
5.1	Anwendungsbeispiel: Wie kommt es bei Phosphorylierung zur Herzschwäche?	62

5.2	Generalisierung: Wie baut man ein systembiologisches Modell?	67
5.3	Übungsaufgaben zum 5. Kapitel	73
	Literatur.....	78
Teil II Wie verstehe ich Bioinformatik?		
6	Superschnelle Sequenzvergleiche erkennen, welche Moleküle vorliegen.....	83
6.1	Schnelles Suchen: BLAST als Beispiel für eine heuristische Suche	84
6.2	Pflege von Datenbanken und Beschleunigung von Programmen	85
6.3	Übungsaufgaben zum 6. Kapitel	90
	Literatur.....	91
7	Signalkaskaden durch Messen der kodierten Information besser verstehen	93
7.1	Kodieren mit Bits	93
7.2	Die verschiedenen Ebenen der Kodierung.....	95
7.3	Kodierung besser verstehen	96
7.4	Übungsaufgaben zum 7. Kapitel	98
	Literatur.....	100
8	Wann hört ein Computer zu rechnen auf?.....	103
8.1	Wann wird es denn für den Computer schwierig?	104
8.2	Komplexität und Rechenzeit einiger Algorithmen.....	106
8.3	Informatische Lösungsansätze für rechenintensive Bioinformatikprobleme	107
8.4	NP-Probleme sind nicht leicht zu fassen	109
8.5	Übungsaufgaben zum 8. Kapitel	111
	Literatur.....	113
9	Komplexe Systeme verhalten sich grundsätzlich ähnlich	115
9.1	Komplexe Systeme und ihr Verhalten	115
9.2	Komplexe Systeme durch Omics-Techniken erschließen	120
9.3	Typische Verhaltensweisen von Systemen.....	123
9.4	Systemingredienzien: Emergenz, modularer Bau, positive und negative Signal-Rückgabe-Schleifen	126
9.5	Pioniere der Systemwissenschaften	128
9.6	Welche Systembiologie-Software kann ich nehmen?	131
9.7	Übungsaufgaben zum 9. Kapitel	133
	Literatur.....	135

10 Evolution mit dem Computer besser vergleichen	137
10.1 Wie würde ein Kurzüberblick über die Evolution von der Entstehung des Lebens bis heute aussehen?	138
10.2 Evolution betrachten: konservierte und variable Bereiche	142
10.3 Evolution messen: Sequenz und Sekundärstruktur	143
10.4 Evolution beschreiben: phylogenetische Stammbäume.....	145
10.5 Proteinevolution: Domänen erkennen	147
10.6 Übungsaufgaben zum 10. Kapitel	150
Literatur.....	152
11 Design-Prinzipien einer Zelle	155
11.1 Bioinformatik bringt einen Überblick über das Design einer Zelle.....	156
11.2 Bioinformatik zeigt Detaileinblicke über die Molekularbiologie der Zelle	157
11.3 Übungsaufgaben zum 11. Kapitel	164
Literatur.....	170
Teil III Was ist das magisch Faszinierende an Bioinformatik?	
12 Leben entwickelt immer neue Information im Dialog mit der Umwelt	175
12.1 Molekulare Wörter geben immer nur im Kontext der Zelle einen Sinn	176
12.2 Druckfehler werden in der Zelle ständig wegselektiert	180
12.3 Übungsaufgaben zum 12. Kapitel	185
Literatur.....	186
13 Leben erfindet immer neue Ebenen der Sprache	189
13.1 Die verschiedenen Sprachen und Codes in einer Zelle	190
13.2 Es entstehen immer neue molekulare, zelluläre und interzelluläre Sprachebenen und -arten	192
13.3 Innovation: synthetische Biologie	195
13.4 Neue Ebenen der Kommunikation durch Technik.....	197
13.5 Das Internet – eine neue Ebene der Kommunikation	198
13.6 Eine parallele Sprachebene: natürliches und analoges Rechnen.....	199
13.7 Zukünftige Ebene der Kommunikation: der Nanozellulose-Chip	201
13.8 Die Sprache des Lebens technisch mithilfe der synthetischen Biologie nutzen	204
13.9 Übungsaufgaben zum 13. Kapitel	211
Literatur.....	213
14 Wir können über uns nachdenken – der Computer nicht	215
14.1 Menschen hinterfragen, Computer folgen Programmen	216
14.2 Künstliche Intelligenz	217

14.3	Aktuelle Anwendungen der Künstlichen Intelligenz in der Bioinformatik	221
14.4	Biologische Intelligenz	225
14.5	Übungsaufgaben zum 14. Kapitel	226
	Literatur	228
15	Wie ist unser eigenes, extrem leistungsfähiges Gehirn aufgebaut?	231
15.1	Modulare Bauweise führt zu immer neuen Eigenschaften – bis hin zum Bewusstsein	232
15.2	Bioinformatik hilft, das Gehirn besser zu beschreiben	235
15.3	Gehirnbaupläne	237
15.4	Mögliche Ziele	239
15.5	Übungsaufgaben zum 15. Kapitel	240
	Literatur	242
16	Bioinformatik verbindet das Leben mit dem Universum und dem ganzen Rest	243
16.1	Probleme lösen mithilfe der Bioinformatik	244
16.2	Globale Probleme modellieren und mildern	247
16.3	Globale Digitalisierung und persönlicher Freiraum	252
16.4	Welche Aufgaben ergeben sich für eine moderne Bioinformatik im Internetzeitalter?	256
16.5	Übungsaufgaben zum 16. Kapitel	258
	Literatur	259
17	Schlussbetrachtung und Zusammenfassung	263

Teil IV Glossar, Tutorial, Lösungen und Weblinks

18	Glossar	269
19	Tutorial: ein Überblick zu wichtigen Datenbanken und Programmen	287
19.1	Genomische Daten: von der Sequenz zur Struktur und Funktion	287
19.2	RNA: Sequenz-, Struktur-Analyse und Kontrolle der Genexpression	299
19.3	Proteine: Informationen, Struktur, Domänen, Lokalisation, Sekretion und Transport	304
19.4	Zelluläre Kommunikation, Signalkaskaden, Metabolismus, Shannon-Entropie	311
19.5	Leben erfindet immer neue Ebenen der Sprache	317
19.6	Einführung in das Programmieren (Meta-Tutorial)	319
20	Lösungen zu den Übungsaufgaben	331
20.1	Sequenzanalyse: Die Sprache des Lebens entziffern	331
20.2	Magische RNA	335

20.3	Genome – molekulare Landkarten von Lebewesen	340
20.4	Stoffwechsel modellieren und neue Antibiotika finden	343
20.5	Systembiologie und Krankheitsursachen aufdecken	344
20.6	Superschnelle Sequenzvergleiche erkennen, welche Moleküle vorliegen.	348
20.7	Signalkaskaden durch Messen der kodierten Information besser verstehen	351
20.8	Wann hört ein Computer zu rechnen auf?	356
20.9	Komplexe Systeme verhalten sich grundsätzlich ähnlich	357
20.10	Evolution mit dem Computer besser vergleichen	359
20.11	Design-Prinzipien einer Zelle	362
20.12	Leben entwickelt immer neue Information im Dialog mit der Umwelt.	367
20.13	Leben erfindet immer neue Ebenen der Sprache	369
20.14	Wir können über uns nachdenken – der Computer nicht.	374
20.15	Wie ist unser eigenes, extrem leistungsfähiges Gehirn aufgebaut?	376
20.16	Bioinformatik verbindet das Leben mit dem Universum und dem ganzen Rest	377
	Literatur.	378
	Übersicht zu wichtigen Datenbanken und Programmen und deren allgemeinen Verwendung	379
	Stichwortverzeichnis	385