

# Inhaltsverzeichnis

---

|       |                                                                                              |     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1     | <b>Einleitung</b> .....                                                                      | 1   |
| 1.1   | <b>Über dieses Buch, andere umfangreichere Bücher und die Biophysik im Allgemeinen</b> ..... | 2   |
| 1.2   | <b>Ein paar zellbiologische Beispiele vorneweg zur Einstimmung</b> .....                     | 7   |
| 2     | <b>Was man schon mal irgendwo gehört haben sollte</b> .....                                  | 21  |
| 2.1   | <b>Entstehung und Aufbau der Zellen</b> .....                                                | 22  |
| 2.1.1 | Die verschiedenen Zellorganellen .....                                                       | 24  |
| 2.1.2 | Polymere und der Aufbau von komplexen Strukturen .....                                       | 27  |
| 2.1.3 | Lipide, Zucker und der Aufbau der Zellmembran .....                                          | 37  |
| 2.2   | <b>Die physikalischen Begriffe und Größenordnungen</b> .....                                 | 43  |
| 2.2.1 | Einige wichtige Zahlen und physikalische Abschätzungen .....                                 | 43  |
| 2.2.2 | Fluidodynamik beziehungsweise schwimmen im Teer .....                                        | 53  |
| 2.2.3 | Klassische Thermodynamik .....                                                               | 67  |
| 2.2.4 | Die klassische Thermodynamik von Mischungen .....                                            | 77  |
| 2.2.5 | Die statistische Physik und die kinetische Theorie der Gase .....                            | 84  |
| 3     | <b>Passive Bewegung durch Diffusion</b> .....                                                | 101 |
| 3.1   | <b>Diffusion und Zufallsbewegung in der Biologie</b> .....                                   | 102 |
| 3.2   | <b>Physikalische Beschreibung der Diffusion</b> .....                                        | 107 |
| 3.2.1 | Diffusive Zufallsbewegung eines Teilchens in einem diskreten Gittermodell .....              | 107 |
| 3.2.2 | Diffusion mehrerer Teilchen im kontinuierlichen Raum .....                                   | 116 |
| 3.2.3 | Experimentelle Bestimmung der Diffusionskonstante .....                                      | 126 |
| 3.3   | <b>Die bakterielle Genregulation als Beispiel eines diffusiven Prozesses</b> .....           | 141 |
| 3.4   | <b>Dynamik und Raten biochemischer Reaktionen aus dem Blickwinkel der Diffusion</b> .....    | 147 |
| 3.4.1 | Wie schnell können diffusionslimitierte Reaktionen maximal ablaufen? .....                   | 147 |
| 3.4.2 | Diffusion in einem Potenzial .....                                                           | 152 |
| 3.4.3 | Die Thermodynamik von chemischen Reaktionen als Gleichgewichtslimit .....                    | 162 |
| 3.4.4 | Dynamik für Zweizustandssysteme .....                                                        | 167 |
| 3.4.5 | Dynamik und Gleichgewicht für bimolekulare Reaktionen .....                                  | 174 |
| 3.4.6 | Kooperativität und die Hill-Gleichung .....                                                  | 181 |
| 4     | <b>Über die Mechanik von Balken, Polymeren und Membranen</b> .....                           | 189 |
| 4.1   | <b>Ein kurzer biologischer Überblick über zelluläre Balken und Polymere</b> .....            | 190 |

|       |                                                                                                    |     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2   | <b>Die Mechanik zellulärer Faserproteine</b>                                                       | 198 |
| 4.2.1 | Über die Mechanik der Zufallskette                                                                 | 198 |
| 4.2.2 | Über die Mechanik von Balken                                                                       | 213 |
| 4.2.3 | Die Persistenzlänge als Maß, um zwischen entropischer Kette<br>und steifem Balken zu unterscheiden | 216 |
| 4.2.4 | Die Mechanik und Struktur von Polymeren mit Hilfe des<br>Worm-Like-Chain-Modells                   | 222 |
| 4.3   | <b>Über die Mechanik von Membranen</b>                                                             | 229 |
| 4.3.1 | Dehnen und Scheren von Membranen                                                                   | 236 |
| 4.3.2 | Bestimmung des Kompressionsmoduls                                                                  | 238 |
| 4.3.3 | Biegen von Membranen                                                                               | 243 |
| 4.3.4 | Stark gekrümmte Membranen und Membranröhren                                                        | 248 |
| 4.4   | <b>Zweizustandssysteme unter Kraft</b>                                                             | 254 |
| 4.4.1 | Proteine als Beispiel für Zweizustandssysteme                                                      | 254 |
| 4.4.2 | Physikalische Beschreibung eines Zweizustandssystems<br>unter Kraft                                | 255 |
| 5     | <b>Aktive Bewegung und Enzymkinetik</b>                                                            | 269 |
| 5.1   | <b>Zwei biologische Beispiele für durch Enzyme katalysierte<br/>Reaktionen</b>                     | 270 |
| 5.2   | <b>Enzymkinetik</b>                                                                                | 273 |
| 5.2.1 | Beschreibung der Enzymkinetik durch Henri, Michaelis und Menten                                    | 274 |
| 5.2.2 | Enzymhemmung durch Inhibitoren und Spezifität                                                      | 283 |
| 5.3   | <b>Molekulare Motoren</b>                                                                          | 292 |
| 5.3.1 | Ein Überblick über verschiedene Motorklassen und deren<br>Entdeckung                               | 295 |
| 5.3.2 | Einstieg in die physikalische Beschreibung molekularer Motoren                                     | 313 |
| 5.4   | <b>Über die Dynamik der Faserproteine des Zytoskeletts</b>                                         | 332 |
| 5.4.1 | Zellmigration und die Dynamik von Aktin                                                            | 333 |
| 5.4.2 | Ein Modell für die Filamentdynamik                                                                 | 338 |
| 5.4.3 | Zellteilung und die Dynamik der Mikrotubuli                                                        | 355 |
| 5.4.4 | Ein Modell für die Mikrotubulidynamik                                                              | 361 |
| 6     | <b>Worüber wir nicht gesprochen haben</b>                                                          | 369 |
| 6.1   | <b>Das Membranpotenzial und Nervenzellen</b>                                                       | 370 |
| 6.2   | <b>Proteine und Zellen als Sensoren</b>                                                            | 375 |
| 6.3   | <b>... und der ganze Rest</b>                                                                      | 382 |
|       | <b>Serviceteil</b>                                                                                 |     |
|       | <b>Literatur</b>                                                                                   | 384 |
|       | <b>Stichwortverzeichnis</b>                                                                        | 409 |