

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                 |             |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Prolog: Über dieses Buch</b>                                 | <b>XIII</b> |
| <b>1 Was ist ein Computer?</b>                                  | <b>1</b>    |
| Maschinen zum Rechnen                                           | 2           |
| Die Erscheinungsbilder des Computers sind vielfältig            | 2           |
| Ein lebendes Fossil: der Abakus                                 | 5           |
| Wenn es beim Rechnen knackt, knirscht und surrt                 | 8           |
| Die Geburt des modernen Computers                               | 11          |
| Drei Wesensmerkmale eines Computers                             | 14          |
| Des Computers Kern: die Turing-Maschine                         | 15          |
| Ein Maschinenkonstrukt, um das menschliche Rechnen nachzubilden | 16          |
| Rechnen als Textbearbeitung                                     | 17          |
| Eine Rechenoperation wird über eine Tabelle beschrieben         | 18          |
| Mehrere Tabellen können mehrere Rechenoperationen ausführen     | 21          |
| Sinn und Unsinn von Turings Minimalcomputer                     | 24          |
| Natürliche Informationsverarbeitung                             | 26          |
| Das Band des Lebens: die DNA                                    | 27          |
| Proteine beeinflussen den DNA-Ablesevorgang                     | 30          |
| Sind Kolibakterien Turing-Maschinen?                            | 32          |
| Rechnen mit DNA                                                 | 36          |
| Fazit                                                           | 40          |
| Zum Nach- und Weiterlesen                                       | 41          |

|          |                                                    |     |
|----------|----------------------------------------------------|-----|
| <b>2</b> | <b>Schalten und Walten</b>                         | 43  |
|          | Am Anfang ist die Zahl                             | 44  |
|          | Der Stromkreis als elementarer Zeichenträger       | 44  |
|          | Von Lichtmustern zu Zahlen                         | 47  |
|          | Komm, wir bauen einen Taschenrechner!              | 50  |
|          | Geniale Muster                                     | 52  |
|          | Kleines Ding, große Wirkung                        | 54  |
|          | Elektrischer Staffellauf                           | 55  |
|          | Eine kleine Knüpfkunde                             | 58  |
|          | Viele mit vielen koppeln                           | 61  |
|          | Wie Proteine über Gene miteinander verknüpft sind  | 62  |
|          | Was Lattentore mit Logik zu tun haben              | 65  |
|          | Von Stromkreisen zu Bausteinen                     | 65  |
|          | Bausteine bauen                                    | 69  |
|          | Vom Baustein zur Schaltung                         | 73  |
|          | Gibt es Bausteine in der Zelle?                    | 75  |
|          | Feedback erwünscht!                                | 76  |
|          | Der Taschenrechner wird erweitert                  | 76  |
|          | Was Feedback bewirken kann                         | 78  |
|          | Alles andere als ein Flop: das Flipflop            | 81  |
|          | Wenn Viren Zustände haben                          | 85  |
|          | Das Feuerwerk im Kopf                              | 87  |
|          | Die Nervenzelle, das Super-Relais                  | 88  |
|          | Neuronale Verschaltungen                           | 90  |
|          | Fazit                                              | 92  |
|          | Zum Nach- und Weiterlesen                          | 93  |
| <b>3</b> | <b>Verschlungene Pfade</b>                         | 95  |
|          | Vorneweg: das Küchen-Einmaleins                    | 96  |
|          | Eine Fabrik im Kleinen: die Küche                  | 97  |
|          | Was Prozessoren und Zellen mit Küchen gemein haben | 98  |
|          | Pfade für Daten                                    | 100 |
|          | Ein Werk zum Rechnen                               | 100 |
|          | Zahlenbehälter                                     | 102 |
|          | Transportgleise                                    | 106 |
|          | Nicht Steuermann, sondern Steuerwerk               | 109 |
|          | An den Fäden ziehen – und rechnen                  | 109 |
|          | Malnehmen mal umständlich                          | 112 |
|          | Der elektrische Datenkoch                          | 115 |
|          | Im Gleichschritt – Marsch!                         | 117 |

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| Die Software betritt die Bühne                            | 119 |
| Befehle erfinden                                          | 120 |
| Die Kontrolle haben                                       | 123 |
| Maschinensprech                                           | 125 |
| Programme ausführen                                       | 127 |
| Wenn Zellen Stoffe wechseln                               | 133 |
| Alles eine Frage der Chemie                               | 133 |
| Regulieren, regulieren, regulieren                        | 136 |
| Fazit                                                     | 138 |
| Zum Nach- und Weiterlesen                                 | 139 |
| <br>                                                      |     |
| <b>4 Computer-Anatomie</b>                                | 141 |
| Eingebettet sein: im Austausch mit der Welt               | 142 |
| Anatomische Grundlagen                                    | 143 |
| Der Urbauplan                                             | 146 |
| Wie die Welt in den Computer kommt –<br>und wieder hinaus | 151 |
| Ein Rückgrat für alle                                     | 156 |
| Ein System, um den Betrieb zu meistern                    | 160 |
| Schneller sein: jeder Augenblick zählt                    | 162 |
| Die Relativität der Zeit                                  | 163 |
| Vom aktiven zum passiven Warten                           | 165 |
| Die Last auf mehrere Schultern verteilen                  | 167 |
| Mehr ist nicht immer mehr                                 | 171 |
| Allgegenwärtig sein: mehrere Dinge gleichzeitig erledigen | 175 |
| Der Prozess oder die Illusion der Gleichzeitigkeit        | 175 |
| Teilen ganz praktisch                                     | 179 |
| Zusammenarbeit will gelernt sein                          | 181 |
| One Program To Rule Them All                              | 184 |
| Fazit                                                     | 188 |
| Zum Nach- und Weiterlesen                                 | 189 |
| <br>                                                      |     |
| <b>5 Speichern und Erinnern</b>                           | 191 |
| Vom Leben eines Bücherwurms                               | 192 |
| Wie man Informationen haltbar macht                       | 195 |
| Digitale Gravuren                                         | 195 |
| Speicher organisieren                                     | 199 |
| Die Eier legende Wollmilchsau                             | 203 |
| Ordnung muss sein: den Daten ihre Struktur                | 208 |

## **X Inhaltsverzeichnis**

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| Von Stapeln und Feldern                             | 209 |
| Der Baum der Sucherkenntnis                         | 213 |
| Zeige mir deinen Nächsten                           | 218 |
| Welche Struktur ist die richtige?                   | 223 |
| Das Leben und die Einprägungen                      | 226 |
| Informationen einfangen                             | 227 |
| Informationen nutzen                                | 230 |
| Fazit                                               | 234 |
| Zum Nach- und Weiterlesen                           | 234 |
| <br>                                                |     |
| <b>6 Netze spinnen</b>                              | 237 |
| Zusammen ist man weniger allein                     | 238 |
| Hallo Du: eine Leitung für zwei                     | 240 |
| Die Familie wächst: eine Leitung für mehrere        | 244 |
| Von der Familie zur Gemeinschaft:                   |     |
| Leitungen überbrücken                               | 248 |
| Netze vernetzen                                     | 252 |
| Auf Routen von Netz zu Netz                         | 253 |
| Weltweite Anschriften                               | 256 |
| Die Stockwerke des Internets                        | 260 |
| Alles wächst zusammen                               | 263 |
| Von Kunden und Dienstleistern                       | 264 |
| Einer für alle, alle für einen                      | 268 |
| Der Weltcomputer                                    | 272 |
| Zwischennetze in der Natur                          | 275 |
| Voller Netze: der Mensch                            | 275 |
| Gut vernetzt: der Ameisenstaat                      | 278 |
| Fazit                                               | 281 |
| Zum Nach- und Weiterlesen                           | 282 |
| <br>                                                |     |
| <b>7 Die Kunst der Darstellung</b>                  | 283 |
| Die Welt in Nullen und Einsen                       | 284 |
| Was ist Information?                                | 284 |
| Von Zeichen und Codes                               | 287 |
| Grundlegende Darstellungsarten                      | 289 |
| Aufs Format kommt's an                              | 291 |
| Biologische Codes                                   | 296 |
| Heiße Luft                                          | 298 |
| Wie viel Information steckt da drin?                | 299 |
| Komprimierung: Wie man aus Daten die Luft rauslässt | 303 |

|                                                                     |            |
|---------------------------------------------------------------------|------------|
| Steganografie: Luft hinzufügen                                      | 307        |
| Genetische Datenakrobatik                                           | 310        |
| Geheimniskrämereien                                                 | 312        |
| Alter Wein in neuen Schläuchen: Verschlüsseln<br>mit Schlüssel      | 313        |
| Öffentlich Geheimnisse teilen                                       | 320        |
| Wenn der eine nicht ohne den anderen kann:<br>zweiteilige Schlüssel | 325        |
| Yin und Yang im Alltag: Public-Key-Kryptografie                     | 330        |
| Duftcodes – und wie sie gehackt werden                              | 334        |
| Fazit                                                               | 337        |
| Zum Nach- und Weiterlesen                                           | 337        |
| <b>8 Denk!</b>                                                      | <b>339</b> |
| Knifflige Probleme – bewährte Strategien                            | 340        |
| Von Verhaltensprogrammen und Verhaltensmustern                      | 341        |
| Wenn Informatiker Probleme haben                                    | 343        |
| Der Weg ist das Ziel: Was es mit Algorithmen<br>auf sich hat        | 346        |
| Probieren geht über Studieren                                       | 350        |
| Aus kleinen Lösungen werden große                                   | 354        |
| Große Probleme in kleine zerlegen                                   | 356        |
| Vom Rechenknecht zum Schlaumeier                                    | 360        |
| Vom stereotypen zum intelligenten Verhalten                         | 360        |
| Lernen und Anpassungsfähigkeit                                      | 363        |
| Spielen und Suche                                                   | 367        |
| Sprache und Kommunikation                                           | 371        |
| Grenzen der Berechenbarkeit                                         | 378        |
| Ich weiß, dass ich nichts weiß                                      | 379        |
| Unentscheidbarkeit                                                  | 382        |
| Von praktischen und unpraktischen Algorithmen                       | 385        |
| P oder nicht P, das ist hier die Frage                              | 389        |
| Fazit                                                               | 396        |
| Zum Nach- und Weiterlesen                                           | 397        |
| <b>9 Im Licht der Evolution</b>                                     | <b>399</b> |
| Vom Entstehen                                                       | 400        |
| Schicht für Schicht zur Komplexität                                 | 400        |
| Gefahren lauern überall                                             | 407        |

## **XII      Inhaltsverzeichnis**

|                                                |         |
|------------------------------------------------|---------|
| Vom Entwickeln                                 | 414     |
| Handwerk der Programmierung                    | 416     |
| Wie komplexe Software-Systeme gebaut werden    | 423     |
| Vom Entdecken                                  | 428     |
| Evolution verstehen                            | 428     |
| Evolution imitieren                            | 436     |
| Fazit                                          | 441     |
| Zum Nach- und Weiterlesen                      | 441     |
| <br><b>Epilog: Zur Biologie der Informatik</b> | <br>443 |
| Die Natur der Informatik ist interdisziplinär  | 443     |
| Dank                                           | 445     |
| <br><b>Stichwortverzeichnis</b>                | <br>449 |