

---

# Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                               |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Der Zufall nimmt seinen Lauf</b> .....                                     | <b>1</b>  |
|          | Vom Ackergaul zum Rennpferd .....                                             | 7         |
| <b>2</b> | <b>Der Zufall ist überall</b> .....                                           | <b>17</b> |
|          | Der Zufall der Corona-Pandemie .....                                          | 19        |
|          | Der Mensch, ein Ökosystem für Viren .....                                     | 21        |
|          | Zufällige Erfindungen und Katastrophen .....                                  | 23        |
|          | Zufälle in Wirtschaft und Politik und die unvorhersehbaren Folgen .....       | 26        |
|          | Der Zufall (genauer: die Zufälle) in der wissenschaftlichen Forschung .....   | 31        |
|          | Der essenzielle Zufall – Versuch einer Beschreibung .....                     | 35        |
|          | Alternative Betrachtungen des Zufalls .....                                   | 42        |
|          | Der Zufall in der Philosophie .....                                           | 49        |
|          | Der Zufall ist real und überall und alles andere als selten .....             | 51        |
|          | Der Beginn des Lebens und die Evolution .....                                 | 52        |
|          | Kuriositätenkabinett evolutionärer Zufälle .....                              | 55        |
|          | Natur und Evolution ziellos, der Mensch ist nicht das Ziel der Evolution .... | 56        |
|          | Ist die Evolution wiederholbar? .....                                         | 58        |
|          | Der Zufall regiert die Welt, im Kleinen wie im Großen .....                   | 60        |
| <b>3</b> | <b>Kreativität ist Zufall im Gehirn</b> .....                                 | <b>63</b> |
|          | Kochen ist gutes Handwerk, Wissenschaft muss in die Tiefe gehen .....         | 66        |
|          | „Dispersion“ – praktisch unerforscht, aber kein Hexenwerk! .....              | 70        |
|          | Die Entdeckung: Strukturen in Dispersionen .....                              | 81        |
|          | Mayonnaise, Sauce Béarnaise, Joghurt und Käse .....                           | 86        |
|          | Zündende Ideen und Geistesblitze .....                                        | 93        |
|          | Improvisationen sind Zufälle im Gehirn .....                                  | 95        |

|          |                                                                                                  |     |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>4</b> | <b>„Gleichgewicht ist gut, Nicht-Gleichgewicht ist schlecht“ – stimmt das?</b>                   | 101 |
|          | „Entropie“: Schon mal gehört, aber nicht verstanden?                                             | 105 |
|          | Die Entropie steigt immer an? Ja, aber nicht überall!                                            | 108 |
|          | Weitere Forschungen über das Phänomen „Selbstorganisation“                                       | 112 |
|          | Selbstorganisation, Strukturbildung im<br>Nicht-Gleichgewicht – Strukturverlust im Gleichgewicht | 114 |
|          | Keine zwei Schneeflocken sind wirklich identisch                                                 | 116 |
| <b>5</b> | <b>Fast an der Wissenschaft verzweifelt</b>                                                      | 123 |
|          | <i>Nicht-Gleichgewicht</i> auch an Universitäten nicht populär                                   | 125 |
|          | Wissenschaftliche Durchbrüche und Erfindungen haben es schwer                                    | 127 |
|          | Die <i>Dispersion</i> wird unterschätzt                                                          | 133 |
|          | Der äußere Anschein verführt gern zu falschen Schlussfolgerungen                                 | 136 |
|          | Die Macht des Paradigmas                                                                         | 139 |
|          | Die Macht von Bildern                                                                            | 140 |
|          | Rückzug aus dem Forschungsgebiet mit Paukenschlag – hörte ihn<br>jemand?                         | 148 |
| <b>6</b> | <b>Die Geburt des Zufalls und der Komplexität im Nicht-Gleichgewicht</b>                         | 151 |
|          | Enzyme: Resultate von Nicht-Gleichgewichten und Akteure darin                                    | 153 |
|          | Höhere Aggregationsebene der Materie: Neue Eigenschaften                                         | 156 |
|          | Bilden Gesellschaftsspiele das Spiel der Zufälle in der Natur angemessen<br>ab?                  | 161 |
|          | Wetter und Klima sind chaotisch                                                                  | 164 |
|          | Chaos in unserem Sonnensystem!                                                                   | 171 |
|          | Chaotischer Taifun                                                                               | 172 |
|          | Dynamische Netzwerke                                                                             | 174 |
|          | Ähnliche, aber nicht identische Muster                                                           | 175 |
|          | Nichts ist so beständig wie der Wandel                                                           | 178 |
|          | Kann die Urknallhypothese die Strukturen im Universum erklären?                                  | 182 |
|          | Die Geburt des Zufalls und der Komplexität im Nicht-Gleichgewicht                                | 185 |
|          | Der Zufall ist überall – nur nicht auf der Quantenebene                                          | 192 |

---

|           |                                                                                     |            |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>7</b>  | <b>Polykrise als Missverständnis und Entropie als Gradmesser für Nachhaltigkeit</b> | <b>201</b> |
|           | Erleben wir eine außergewöhnliche Polykrise?                                        | 202        |
|           | Was sind nun eigentlich <i>Krisen</i> ?                                             | 214        |
|           | Die Rolle der Entropie                                                              | 218        |
|           | Entropie als Kriterium für Nachhaltigkeit – Vorschlag zur Diskussion                | 222        |
|           | Energieschätzung für DAC und CCS                                                    | 227        |
|           | Entropiebilanz der Endlagerung                                                      | 230        |
|           | Umwandlung von CO <sub>2</sub> in nützliche Rohstoffe?                              | 234        |
|           | MIPS, der „Materialinput pro Serviceeinheit“ als Indikator für Entropie             | 241        |
|           | Schlussfolgerungen                                                                  | 242        |
| <b>8</b>  | <b>Was können <i>wir</i> tun – und was die Natur?</b>                               | <b>243</b> |
|           | An Klima und Biodiversität mit gleicher Priorität herangehen                        | 244        |
|           | Ökosysteme auf dem Festland: Wald, Grasland, Landwirtschaft                         | 246        |
|           | Moore und Feuchtgebiete                                                             | 260        |
|           | Allerlei Bedenken, Gegenargumente und schlechte Beispiele                           | 264        |
|           | Zwischenruf zu <i>Klima, Biodiversität und Entropie</i>                             | 268        |
|           | Positive Fakten und Beispiele: Genug Anlässe für Zuversicht                         | 270        |
| <b>9</b>  | <b>Was fließt da, wenn die Zeit fließt, und wohin fließt sie?</b>                   | <b>281</b> |
|           | Ist die Zeit eine Illusion?                                                         | 284        |
|           | Kann sich die Richtung der Zeit umkehren?                                           | 288        |
|           | Die Zeitlosigkeit der Quanten – also ist die Zeit doch eine Illusion?               | 295        |
|           | Leben wir in einem von vielen Universen?                                            | 298        |
|           | Was fließt da, wenn die Zeit fließt?                                                | 302        |
|           | Die neue Hypothese über das Wesen der Zeit                                          | 304        |
|           | Die neue Hypothese ist überprüfbar                                                  | 308        |
|           | Die Emergenz der Entropie und damit der Zeit                                        | 310        |
|           | Das Ende der Zeit                                                                   | 312        |
| <b>10</b> | <b>Unsere Wahrnehmung der Zeit</b>                                                  | <b>315</b> |
|           | <b>Schlussbemerkungen</b>                                                           | <b>327</b> |
|           | <b>Anhang</b>                                                                       | <b>333</b> |