

# Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| Vorwort .....   | 8         |
| <b>1 Einführung .....</b>                                 | <b>11</b> |
| <b>2 Grundbegriffe und Größenordnungen .....</b>          | <b>18</b> |
| 2.1 Atmosphäre .....                                      | 18        |
| 2.1.1 Gegenwärtiger Zustand .....                         | 18        |
| 2.1.2 Erdgeschichtliche Entwicklung .....                 | 29        |
| 2.2 Umwelt- und Ökosysteme .....                          | 34        |
| 2.3 Klimasystem .....                                     | 39        |
| 2.4 Räumliche Größenordnungen .....                       | 41        |
| 2.5 Zeitliche Größenordnungen .....                       | 47        |
| 2.6 Scale-Betrachtungen .....                             | 54        |
| 2.7 Klimadefinitionen .....                               | 55        |
| 2.8 Klimatologie als interdisziplinäre Wissenschaft ..... | 59        |
| <b>3 Grundlagen des empirischen Klimas .....</b>          | <b>65</b> |
| 3.1 Klimaelemente .....                                   | 66        |
| 3.1.1 Lufttemperatur .....                                | 67        |
| 3.1.2 Luftdruck .....                                     | 70        |
| 3.1.3 Wind .....  | 73        |
| 3.1.4 Luftfeuchte .....                                   | 74        |
| 3.1.5 Bewölkung .....                                     | 81        |
| 3.1.6 Niederschlag .....                                  | 82        |
| 3.1.7 Weitere Klimaelemente .....                         | 85        |
| 3.1.8 Globales Beobachtungssystem .....                   | 85        |
| 3.2 Klimafaktoren .....                                   | 89        |
| 3.3 Statistische Analysemethoden .....                    | 90        |
| 3.3.1 Elementare deskriptive Methoden .....               | 91        |
| 3.3.2 Schätz- und Prüfverfahren .....                     | 96        |
| 3.3.3 Schätzung von Zusammenhängen .....                  | 98        |
| 3.3.4 Messfehler, Inhomogenitäten und Repräsentanz .....  | 100       |
| 3.3.5 Spezielle Methoden der Zeitreihenanalyse .....      | 104       |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| <b>4</b> | <b>Physikalische Grundlagen</b>                       | 109 |
| 4.1      | Astrophysikalische Grundlagen                         | 109 |
| 4.2      | Strahlungs- und Wärmehaushalt                         | 116 |
| 4.3      | Luftdruckkonstellationen                              | 129 |
| 4.4      | Luftbewegung  | 134 |
| 4.5      | Meteorologische Topographien                          | 142 |
| 4.6      | Hebungsprozesse und Wolkenbildung                     | 145 |
| 4.7      | Wasserkreislauf                                       | 152 |
| 4.8      | Schnee und Eis  | 156 |
| <b>5</b> | <b>Zirkulation der Atmosphäre</b>                     | 161 |
| 5.1      | Begriff der Zirkulation                               | 161 |
| 5.2      | Planetarische (globale) Zirkulation                   | 163 |
| 5.3      | Regionale Zirkulation                                 | 170 |
| 5.3.1    | Tropische Zirkulation und Monsune                     | 170 |
| 5.3.2    | Land-See-Windsystem                                   | 172 |
| 5.3.3    | Hang- und Berg-Tal-Windsystem                         | 173 |
| 5.3.4    | Luv-Lee-Windsysteme                                   | 174 |
| 5.3.5    | Stadt-Umland-Windsystem                               | 176 |
| 5.3.6    | Wirbelwindssysteme                                    | 176 |
| 5.3.7    | Strahlströme  | 177 |
| 5.3.8    | Polarfrontzyklonen                                    | 180 |
| 5.3.9    | Nordatlantik-Oszillation                              | 183 |
| 5.4      | Großwetter und Witterungsregelfälle                   | 185 |
| 5.5      | Stratosphärische Zirkulation                          | 186 |
| <b>6</b> | <b>Zirkulation des Ozeans</b>                         | 190 |
| 6.1      | Charakteristika des Ozeans                            | 190 |
| 6.2      | Meeresströmungen                                      | 193 |
| 6.3      | El-Niño-Phänomen                                      | 197 |
| <b>7</b> | <b>Zirkulation der Kryosphäre und Lithosphäre</b>     | 202 |
| 7.1      | Kryosphäre  | 202 |
| 7.2      | Lithosphäre   | 204 |
| <b>8</b> | <b>Beobachtete Charakteristika der Klimatelemente</b> | 208 |
| 8.1      | Luftdruck und Wind                                    | 209 |
| 8.2      | Luft- und Wassertemperatur                            | 212 |
| 8.3      | Verdunstung und Luftfeuchte                           | 219 |
| 8.4      | Bewölkung und Niederschlag                            | 221 |
| 8.5      | Atmosphärische Gefahren                               | 228 |
| <b>9</b> | <b>Klimasynopsis</b>                                  | 229 |
| 9.1      | Allgemeine Aspekte                                    | 229 |

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| 9.2       | Thermisch-hygrische Begriffe                             | 230 |
| 9.3       | Klimadiagramme   | 234 |
| 9.4       | Klimaklassifikationen                                    | 237 |
| 9.5       | Deterministische (physikalische) Klimamodelle            | 242 |
| 9.6       | Statistische Klimamodelle                                | 252 |
| <b>10</b> | <b>Bioklimatologie</b>                                   | 255 |
| 10.1      | Charakteristika der Biosphäre                            | 255 |
| 10.2      | Vegetationsklassen                                       | 259 |
| 10.3      | Funktionale Zusammenhänge                                | 265 |
| 10.4      | Phänologie   | 270 |
| 10.5      | Humanbioklimatologie                                     | 271 |
| <b>11</b> | <b>Klimageschichte</b>                                   | 277 |
| 11.1      | Begriffliche und methodische Aspekte                     | 277 |
| 11.2      | Informationsquellen                                      | 280 |
| 11.3      | Paläo- und historisches Klima                            | 285 |
| 11.4      | Neoklima   | 304 |
| 11.5      | Übersicht natürlicher Ursachen von Klimaänderungen       | 317 |
| <b>12</b> | <b>Anthropogene Klimabeeinflussung</b>                   | 324 |
| 12.1      | Übersicht und allgemeine Aspekte                         | 324 |
| 12.2      | Stadtklima   | 329 |
| 12.3      | Globalklima: Anthropogener Treibhauseffekt               | 333 |
| 12.4      | Klima und Konflikte                                      | 345 |
| <b>13</b> | <b>Querverbindungen</b>                                  | 347 |
| 13.1      | Vergleichende Signalanalyse                              | 347 |
| 13.2      | Stratosphärischer Ozonabbau                              | 354 |
| 13.3      | Klimaauswirkungen  | 358 |
| <b>14</b> | <b>Klimaschutz</b>                                       | 363 |
|           | Literaturverzeichnis                                     | 367 |
|           | Verzeichnis der Internetadressen                         | 391 |
|           | <b>Anhang</b>  | 394 |
| A.1       | Abkürzungen und Symbole                                  | 394 |
| A.2       | Maßeinheiten und Umrechnungsformeln                      | 402 |
| A.3       | Klimatabelle   | 406 |
| A.4       | Chronologie der El-Niño-Ereignisse seit 1541             | 423 |
| A.5       | Chronologie einiger explosiver Vulkanausbrüche seit 1755 | 425 |
| A.6       | Singularitätenkalender (Witterungsregelfälle)            | 427 |
|           | Sachregister   | 430 |