

Jürgen Rassow

# Risiken der Kernenergie

Fakten und Zusammenhänge  
im Lichte des Tschernobyl-Unfalls



# Inhalt

|  |           |
|--|-----------|
| Verzeichnis der Tabellen .....   | XIII      |
| Verzeichnis der Bilder .....   | XIX       |
| Symbole für in diesem Buch benutzte physikalische Größen .....   | XXI       |
| In diesem Buch benutzte Einheitenzeichen .....   | XXV       |
| Abkürzungen für Vielfache und Bruchteile von Einheiten .....   | XXVII     |
| <b>1 Zielsetzung .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2 Begriffe .....</b>  | <b>3</b>  |
| 2.1 Strahlenphysik (Radioaktivität, Dosimetrie) .....  | 3         |
| 2.2 Strahlenschutz und Risikokonzept des Strahlenschutzes .....  | 11        |
| 2.3 Reaktortechnik .....   | 14        |
| <b>3 Kernreaktorunfall in Tschernobyl .....</b>  | <b>21</b> |
| 3.1 Hergang des Unfalls .....  | 21        |
| 3.2 Ursache des Unfalls .....  | 27        |
| 3.3 Reaktivitätscharakteristik und Sicherheitsaspekte verschiedener<br>Reaktortypen .....                                    | 29        |
| 3.4 Abschätzung der radiologischen Folgen eines GAU (größter<br>anzunehmender Unfall: Kernschmelze mit Dampfexplosion) ..... | 32        |
| 3.5 Plan für Schutz- und Gegenmaßnahmen bei<br>Kernkraftwerksunfällen .....  | 34        |
| <b>4 Messung der Strahlung radioaktiver Stoffe .....</b>   | <b>39</b> |
| 4.1 Radioaktiver Zerfall und Teilchenenergien .....  | 39        |
| 4.2 Prinzip der wichtigsten Strahlungsmeßverfahren .....   | 46        |
| 4.3 Möglichkeiten und Grenzen der Strahlungsmeßverfahren .....   | 49        |
| <b>5 Berechnung der Körperdosis .....</b>  | <b>51</b> |
| 5.1 Externe Strahlenexposition .....   | 51        |
| 5.2 Biokinetiche Modelle .....   | 53        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| X        | <i>Inhalt</i>   |            |
| 5.3      | Dosisfaktoren zur Ermittlung der Körperdosis bei interner Strahlenexposition . . . . .  | 59         |
| <b>6</b> | <b>Meßergebnisse zum Kernreaktorunfall von Tschernobyl</b> . . . . .  | <b>61</b>  |
| 6.1      | Freisetzung von Aktivität . . . . .   | 61         |
| 6.2      | Ausbreitung der Aktivität . . . . .   | 66         |
| 6.3      | Meßergebnisse in der Sowjetunion . . . . .  | 75         |
| 6.4      | Meßergebnisse in Westeuropa . . . . .   | 81         |
| 6.5      | Meßergebnisse in der Bundesrepublik Deutschland . . . . .   | 84         |
| 6.5.1    | Einzelmeßergebnisse . . . . .   | 84         |
| 6.5.1.1  | Luft . . . . .  | 84         |
| 6.5.1.2  | Regenwasser . . . . .   | 88         |
| 6.5.1.3  | Boden . . . . .   | 88         |
| 6.5.1.4  | Nahrungsmittel . . . . .  | 97         |
| 6.5.1.5  | Verschiedenes . . . . .   | 103        |
| 6.5.2    | Körperdosen durch den Kernreaktorunfall in Tschernobyl und ihre Verursachung durch verschiedene Expositionsarten und Nahrungsmittel . . . . . | 103        |
| 6.5.3    | Übersicht über die Meßergebnisse in verschiedenen Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland . . . . .                                      | 116        |
| <b>7</b> | <b>Risikobewertung von Strahlenexpositionen</b> . . . . .   | <b>123</b> |
| 7.1      | Modellannahmen zur Dosis-Risiko-Beziehung . . . . .   | 123        |
| 7.2      | Risikokoeffizienten für Strahlenwirkungen . . . . .   | 126        |
| 7.2.1    | Somatische Spätschäden . . . . .  | 126        |
| 7.2.2    | Gesamtrisiko somatischer Spätschäden . . . . .  | 127        |
| 7.2.3    | Genetische Wirkungen . . . . .  | 131        |
| 7.2.4    | Strahlenbedingte Schädigungen während der Schwangerschaft . . . . .   | 131        |
| 7.3      | Grenzwerte der Körperdosis und der Aktivitätszufuhr für Normalsituationen . . . . .   | 136        |
| 7.4      | Grenzwerte spezifischer Aktivitäten von Nahrungsmitteln und Empfehlungen für Unfallsituationen . . . . .                                      | 139        |
| <b>8</b> | <b>Vergleich des Strahlenrisikos durch den Kernreaktorunfall in Tschernobyl mit anderen Strahlenrisiken</b> . . . . .                         | <b>143</b> |
| 8.1      | Natürliche und zivilisatorische Strahlenexpositionen . . . . .  | 143        |
| 8.2      | Strahlenexposition durch Kern- und Kohlekraftwerke im Normalbetrieb . . . . .   | 154        |
| 8.3      | Strahlenexposition durch oberirdische Kernwaffenversuche . . . . .  | 154        |
| 8.4      | Bedeutende Strahlenunfälle an Nuklearanlagen und sonstigen Strahlenquellen . . . . .  | 157        |

|           |   |             |
|-----------|---|-------------|
| <b>9</b>  | <b>Vergleich des Strahlenrisikos mit anderen Risiken des täglichen Lebens</b> . . . . .                                     | .161        |
| 9.1       | Krebsrisiko in der Bundesrepublik Deutschland und in anderen Staaten . . . . .  | .161        |
| 9.2       | Risiko durch aktives und passives Tabakrauchen . . . . .  | .166        |
| 9.3       | Risiko durch Schadstoffemissionen . . . . .   | .170        |
| 9.4       | Risiken durch sonstige zivilisatorische Einwirkungen im täglichen Leben . . . . .   | .173        |
| <br>      |   |             |
| <b>10</b> | <b>Vergleich der Risiken verschiedener Gewinnungsmethoden elektrischer Energie</b> . . . . .                                | <b>.177</b> |
| 10.1      | Langfristige und mittelfristige Perspektiven der Energieversorgung . . . . .  | .177        |
| 10.2      | Risikovergleich von Kern- und Kohleenergie . . . . .  | .181        |
| 10.3      | Risikovergleich der Gewinnung elektrischer Energie aus fossilen, nuklearen und regenerativen Primärenergiequellen . . . . . | .186        |
| 10.4      | Folgen eines mittelfristigen Ausstiegs aus der Kernenergie . . . . .  | .190        |
| 10.5      | Prinzip der Entscheidungsfindung Pro und Contra Kernenergienutzung . . . . .  | .193        |
| <br>      |   |             |
| <b>11</b> | <b>Grundsätzliche Probleme der Risikobewertung und der Akzeptanz von Risiken</b> . . . . .                                  | <b>.195</b> |
| <br>      |   |             |
| <b>12</b> | <b>Mißverständnisse und Fehleinschätzungen in der Bevölkerung</b> . . . . .   | <b>.199</b> |
| 12.1      | Ausweg wie und wohin? . . . . .   | .201        |
| <br>      |   |             |
| <b>13</b> | <b>Literatur</b> . . . . .  | <b>.203</b> |
|           | <b>Sachregister</b> . . . . .   | <b>.211</b> |