

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Rückblick – Von den Anfängen bis heute</b> .....	1
	<i>Julia Mareike Neles</i>	
1.1	Kurze Geschichte der Kernenergie .....	2
1.2	Kernenergie in Deutschland – Entwicklung und Ausstieg .....	5
1.3	Der gesellschaftliche Diskurs um die Kernenergie .....	9
1.4	Bestand und Alter der heutigen Kernkraftwerke.....	16
	Weiterführende Literatur.....	19
<b>2</b>	<b>Energie der Kerne – Physikalische Grundlagen der Kernenergienutzung</b> .....	21
	<i>Christoph Pistner</i>	
2.1	Physikalische Kräfte .....	22
2.2	Aufbau des Atoms.....	22
2.3	Kernmassen und Bindungsenergie .....	25
2.4	Kernspaltung .....	29
2.5	Kettenreaktion.....	31
2.6	Moderation von Neutronen .....	34
2.7	Energiefreisetzung bei der Kernspaltung .....	36
2.8	Spaltprodukte, Plutonium und Transurane .....	37
	Weiterführende Literatur.....	39

<b>3 Radioaktivität – Strahlung und ihre Folgen</b>	
<b>für den Menschen</b> .....	41
<i>Christian Küppers</i>	
3.1 Arten der Strahlung und ihre Entstehung.....	42
3.1.1 Alpha-Strahlung.....	44
3.1.2 Beta-Strahlung.....	47
3.1.3 Gamma-Strahlung.....	48
3.1.4 Neutronen-Strahlung.....	49
3.1.5 Weitere Strahlungsarten.....	50
3.2 Strahlendosis und biologische Wirkung.....	51
3.2.1 Dosisgrößen.....	51
3.2.2 Wirkungspfade.....	53
3.2.3 Strahlenwirkung.....	55
3.2.4 Strahlenrisiko.....	58
Weiterführende Literatur.....	61
<b>4 Funktionsweise – Von Kernreaktoren und Reaktorkonzepten</b> .....	63
<i>Christian Küppers, Christoph Pistner</i>	
4.1 Charakterisierung von Reaktorkonzepten .....	64
4.2 Leichtwasserreaktoren.....	65
4.2.1 Druckwasserreaktoren .....	65
4.2.2 Siedewasserreaktoren .....	71
4.3 Weitere Reaktortypen.....	73
4.3.1 Schwerwassermoderierte Reaktoren.....	73
4.3.2 Gasgekühlte, graphitmoderierte Reaktoren.....	74
4.3.3 Leichtwassergekühlte, graphitmoderierte Reaktoren.....	75
4.3.4 Schnelle Brüter .....	76
4.4 Radioaktivität im Kernkraftwerk .....	78
4.5 Fortgeschrittene Reaktorkonzepte.....	81
4.6 Zukünftige Reaktortypen .....	82
4.6.1 Hochtemperaturreaktoren .....	83
4.6.2 Generation IV .....	85
Weiterführende Literatur.....	89

<b>5 Reaktorsicherheit – Sicherheitskonzepte und Unfallrisiko ....</b>	<b>91</b>
<i>Christoph Pistner, Christian Küppers, Stephan Kurth</i>	
5.1 Nachzerfallswärme und Kernschmelzproblematik.....	92
5.2 Drei Schutzziele .....	94
5.3 Barrieren .....	95
5.4 Sicherheitsebenen.....	96
5.5 Das Sicherheitssystem.....	101
5.6 Grundprinzipien der Konstruktion .....	108
5.7 Besondere Aspekte der Reaktorsicherheit.....	111
5.7.1 Alterung.....	111
5.7.2 Mensch – Technik – Organisation .....	112
5.7.3 Terrorismus und Kriegsfolgen .....	114
5.8 Maßnahmen bei Unfällen.....	115
Weiterführende Literatur.....	120
<b>6 Tschernobyl und Fukushima – Unfallablauf und Konsequenzen .....</b>	<b>121</b>
<i>Christoph Pistner, Christian Küppers</i>	
6.1 Der Reaktorunfall in Tschernobyl.....	122
6.1.1 RBMK-Reaktoren und ihre Besonderheiten.....	122
6.1.2 Unfallablauf und Ursachen .....	123
6.2 Die Folgen von Tschernobyl.....	125
6.3 Der Reaktorunfall in Fukushima .....	126
6.3.1 Aufbau der Anlage.....	126
6.3.2 Unfallablauf und Ursachen .....	129
6.3.3 Zustand nach einem Jahr .....	132
6.4 Radiologische Auswirkungen von Fukushima.....	134
6.4.1 Die ersten Tage nach dem Unfall.....	134
6.4.2 Eintrag radioaktiver Stoffe in den Pazifik .....	137
6.4.3 Kontaminationen von Trinkwasser und Lebensmitteln .....	138
6.4.4 Die Zukunft der Region Fukushima .....	139
6.5 Fazit.....	141
Weiterführende Literatur.....	142

<b>7</b>	<b>Urangewinnung – Von der Mine bis ins Kraftwerk.....</b>	<b>143</b>
	<i>Julia Mareike Neles, Gerhard Schmidt</i>	
7.1	Herkunft und Bedarf an Natururan.....	144
7.2	Verfahren der Urangewinnung.....	148
7.3	Weiterverarbeitung und Anreicherung.....	149
7.4	Umwelteffekte.....	152
7.4.1	Tailings.....	153
7.4.2	Abraumhalden und Gruben.....	155
7.4.3	Prozessanlagen.....	156
7.4.4	Umwelteffekte der In-situ-Laugung.....	157
7.5	„Die Wismut“ in Deutschland.....	158
	Literatur.....	159
<b>8</b>	<b>Radioaktive Abfälle – Vom Kraftwerk</b>	
	<b>bis zur Endlagerung.....</b>	<b>161</b>
	<i>Gerhard Schmidt, Julia Mareike Neles</i>	
8.1	Abfallklassifizierungen.....	162
8.2	Radioaktive Abfälle aus Kernkraftwerken.....	164
8.3	Radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung.....	167
8.4	Behandlung und Zwischenlagerung.....	169
8.5	Endlagerung.....	172
8.5.1	Ziele, Prinzipien und Funktionsweise.....	172
8.5.2	Endlagerprojekte in Deutschland.....	174
8.5.3	Endlager Konrad – Annahmebedingungen.....	177
8.5.4	Der Standort Gorleben.....	179
8.5.5	Endlager für wärmeentwickelnde Abfälle in Deutschland.....	180
8.5.6	Internationaler Stand.....	181
8.5.7	Alternativen zur Endlagerung.....	184
	Weiterführende Literatur.....	187

<b>9 Kernwaffen – Das Zusammenspiel von Kernenergienutzung und Atombombe</b> .....	189
<i>Matthias Englert</i>	
9.1 Kernenergie und Kernwaffen.....	190
9.1.1 Nukleare Nichtverbreitung .....	190
9.1.2 Überwachung ziviler Nuklearenergienutzung .....	192
9.1.3 Dual-Use.....	194
9.2 Kernwaffenrelevante Materialien.....	196
9.2.1 Hochangereichertes Uran.....	196
9.2.2 Plutonium.....	197
9.3 Die Funktionsweise von Kernwaffen.....	198
9.4 Pfade zur Bombe .....	201
9.4.1 Urananreicherung und Bestände.....	202
9.4.2 Plutoniumproduktion und Bestände.....	204
9.5 Perspektiven der nuklearen Nichtverbreitung .....	206
Literatur .....	208
<b>10 Die Zukunft der Kernenergie – Kosten, Klimaschutz und internationale Entwicklungen</b> .....	209
<i>Julia Mareike Neles, Stefan Alt, Christoph Pistner</i>	
10.1 Die Kosten der Kernenergie.....	210
10.1.1 Investitionskosten .....	211
10.1.2 Weitere Kostenfaktoren .....	213
10.2 Das Argument des Klimaschutzes.....	216
10.3 Konsequenzen aus Fukushima .....	220
Weiterführende Literatur.....	223
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	225