

Julia Mareike Neles · Christoph Pistner (Hrsg.)

Kernenergie

Eine Technik für die Zukunft?

 Springer Vieweg

Inhaltsverzeichnis

1	Rückblick – Von den Anfängen bis heute	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
2	Energie der Kerne – Physikalische Grundlagen der Kernenergienutzung.....	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

3 Radioaktivität – Strahlung und ihre Folgen für den Menschen	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
4 Funktionsweise – Von Kernreaktoren und Reaktorkonzepten	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

5 Reaktorsicherheit – Sicherheitskonzepte und Unfallrisiko	91
<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
6 Tschernobyl und Fukushima – Unfallablauf und Konsequenzen	121
<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

7 Urangewinnung – Von der Mine bis ins Kraftwerk	143
<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
8 Radioaktive Abfälle – Vom Kraftwerk bis zur Endlagerung	161
<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

9 Kernwaffen – Das Zusammenspiel von Kernenergienutzung und Atombombe	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
10 Die Zukunft der Kernenergie – Kosten, Klimaschutz und internationale Entwicklungen	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
Stichwortverzeichnis	225