

Geleitwort

Vorwort

1.	<u>EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG</u>	1
1.1	Einleitung	1
1.2	Zielsetzung	3
2.	<u>KERNTESCHNISCHE ANLAGEN - BETRIEB UND ÜBER- GANG IN DIE NACHBETRIEBSPHASE</u>	4
2.1	Wichtige Bestimmungen	4
2.1.1	Das Atomgesetz	5
2.1.2	Sonstige Bestimmungen	7
2.2	Die Schnittstelle zwischen Betrieb und Nachbetriebsphase	9
2.3	Stilllegungsvarianten	11
2.3.1	Grundvarianten	11
2.3.2	Definition der Stilllegungsstufen gemäß IAEA-Terminologie	14
2.3.3	Stilllegungsvarianten gemäß NRC-Terminologie	15
2.4	Anlagentypen und ihre stilllegungsrelevanten Massen- und Aktivitätsinventare	16
2.4.1	Kerntechnische Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland	16
2.4.2	Massen- und Aktivitätsinventar eines stillgelegten Leichtwasserreaktors	19
3.	<u>STILLEGUNGSTECHNIKEN</u>	23
3.1	Überblick	23
3.2	Zerlegetechniken	24
3.2.1	Allgemeines	24
3.2.2	Lichtbogensäge	27
3.2.3	Plasmaschneiden	32
3.2.4	Lichtbogen-Wasserstrahlschneiden	38
3.2.5	Laserschneiden	42
3.2.6	Abrasivwasserstrahlschneiden	45
3.2.7	Kernlanzenverfahren	49

3.2.8	Pulverschmelzschneiden	50
3.2.9	Elektrochemisches Schneiden	51
3.2.10	Mechanische Schneidverfahren	54
3.2.11	Sprengtechnik	57
3.2.11.1	Bohrlochsprengverfahren	58
3.2.11.2	Schneidladungssprengen	59
3.3	Dekontamination	62
3.3.1	Überblick	62
3.3.2	Elektropolieren	66
3.3.3	Chemische Dekontamination	68
3.3.4	Mechanische Betondekontaminationsverfahren	70
3.3.5	Mikrowellenstrahlung	71
4.	<u>STILLEGUNGSERFAHRUNGEN UND -KONZEPTE</u>	73
4.1	Gewählte Darstellung und Auswahl der Fallbeispiele	73
4.2	Diskussion der vorliegenden Projekterfahrungen	88
4.3	Ausblick auf die zukünftigen Stilllegungsaufgaben	90
5.	<u>STRAHLENSCHUTZ</u>	92
5.1	Unterschiede zur Betriebsphase	92
5.2	Personalstrahlenschutz	92
5.3	Strahlenexposition in der Umgebung	98
6.	<u>ABFÄLLE UND RESTSTOFFE BEI DER STILLEGUNG</u>	102
6.1	Bestimmungen	102
6.2	Die wichtigsten Optionen für Verwertung und Beseitigung	104
6.3	Grenzwertfindung	110
6.3.1	Zulässige Strahlenbelastung	110
6.3.2	Stahl- und Eisenschrott aus Kernkraftwerken	111
6.3.3	Nichteisenmetalle aus Kernkraftwerken	117
6.3.4	α -haltiger Metallschrott	122
6.3.5	Konventionelle Beseitigung	124
6.3.6	Internationale Entwicklungen	124
6.3.7	Meßverfahren zur Verifikation von Freigabekriterien ("Freimessung")	126

6.4	Radioaktive Abfälle	129
6.4.1	Rohabfälle	129
6.4.2	Konditionierung	132
6.4.3	Zwischen- und Endlagersituation	138
6.5	Separierung der anfallenden Massen in die Bereiche Verwertung, konventionelle Beseitigung und radioaktive Abfälle	140
6.5.1	Einflußfaktoren	140
6.5.2	Erfahrungs- und Planungswerte	141
6.5.3	Prognose des Aufkommens an Stilllegungsabfällen	145
7.	<u>DAS MIT DER STILLEGUNG KERNTÉCHNISCHER ANLA- GEN VERBUNDENE RISIKO</u>	147
7.1	Die Änderung des Risikos beim Übergang in die Nachbetriebs- phase	147
7.2	Mögliche Störfälle	149
7.3	Behandlung von Störfällen im Genehmigungsverfahren	151
7.4	Kriterien für die Beendigung der Anwendung des Haftungssystems des Pariser Übereinkommens auf stillgelegte Anlagen	152
8.	<u>STILLEGUNG NACH STÖRFÄLLEN</u>	157
8.1	Allgemeines	157
8.2	Das Begriffspaar Störfall-Unfall	158
8.3	Vorliegende Erfahrungen	158
8.3.1	Überblick	158
8.3.2	Stilllegungserfahrung im Lucens-Reaktor	159
8.3.3	Stilllegungserfahrungen im TMI-2	164
8.3.4	Andere Stilllegungserfahrungen	170
8.4	Zusammenfassung	174
9.	<u>DISKUSSION WICHTIGER EINZELASPEKTE</u>	178
9.1	Optimale Stilllegungsvariante	178
9.2	Bewertung von Stilllegungsvarianten des Typs ENTOMB	179
9.3	Auslegung kerntechnischer Anlagen zur Erleichterung der Stille- gung	181
9.4	Bewertung des bestehenden Regelwerks im Hinblick auf die Stille- gung	182

10. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK..... 185

11. LITERATURVERZEICHNIS 190