

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Darstellung des aktuellen Standes von Wissenschaft und Technik	5
2.1	Berücksichtigung des Gadolinium-bedingten Reaktivitätsmaximums	5
2.2	Weiterführende Arbeiten	9
3	Übersicht über radiochemische Analysedaten aus bestrahlten Siedewasserreaktor-Brennstoffen.....	15
3.1	Analyse der Datenbasis	20
3.1.1	Nuklidspektrum der in SFCOMPO-2.0 enthaltenen SWR-Proben	20
3.1.2	Informationen zur Bestrahlungsgeschichte der in SFCOMPO-2.0 enthaltenen SWR-Proben	30
3.1.2.1	Cooper-1	30
3.1.2.2	Fukushima Daini-1	31
3.1.2.3	Fukushima Daini-2.....	32
3.1.2.4	Gundremmingen A.....	32
3.1.2.5	Dodewaard	33
3.1.2.6	Forsmark-3	33
3.1.2.7	Fukushima Daiichi-3	34
3.1.2.8	Garigliano	34
3.1.2.9	JPDR.....	34
3.1.2.10	Monticello	35
3.1.2.11	Quad Cities-1.....	35
3.1.2.12	Tsuruga-1	36
3.1.3	Weitere, derzeit nicht in SFCOMPO-2.0 enthaltene Proben.....	36
3.1.3.1	Limerick	36
3.2	Bewertung und Schlussfolgerungen	36
4	Inventarcode HELIOS	39

4.1	Geometrieeingabedatei für AURORA	40
4.2	Material- und Parameter-Eingabedatei für AURORA	41
4.3	Auslesedatei für ZENITH	42
5	Erweiterungen in SUnCISTT	43
5.1	Ausgangspunkt für die SUnCISTT-Erweiterung	43
5.2	Einbinden des Abbrandcodes HELIOS in SUnCISTT	45
5.3	Anwendung SUnCISTT-depletion	46
6	Stochastische Analysen von experimentellen Nachbestrahlungsproben	51
6.1	Zielsetzung	51
6.2	Erstellung eines Python Skriptes zur Visualisierung von Abbrandrechnungen mit HELIOS.....	51
6.3	Nachrechnung der Fukushima-Daini-2 Abbrand Proben	53
6.3.1	Experimentbeschreibung	53
6.3.2	Modellerstellung für HELIOS	55
6.3.2.1	Geometrisches Modell	55
6.3.2.2	Materialien	57
6.3.2.3	Abbrandhistorie	58
6.3.3	Abbrandrechnungen und Resultate	60
6.4	Nachrechnung der Forsmark 3 Abbrand Probe.....	63
6.4.1	Experimentbeschreibung	63
6.4.2	Erstellung des geometrischen Modells für HELIOS.....	65
6.4.3	Verwendete Materialien	69
6.4.4	Vereinfachte Abbrand-Historie	70
6.4.5	Detaillierte Abbrand Historie	70
6.4.6	Abbrandrechnung und Resultate	71
6.5	Stochastische Unsicherheitsanalyse auf Systemparameter	75
6.5.1	Unsicherheitsanalysen der Fukushima-Daini-2 Proben.....	77

6.5.1.1	Unsicherheitsanalyse mit Unsicherheitsdaten aus dem Forsmark-Bericht	78
6.5.1.2	Unsicherheitsanalyse mit OECD/NEA Unsicherheiten	81
6.5.2	Unsicherheitsanalysen der Forsmark-Probe	83
6.5.2.1	Unsicherheitsanalyse mit Forsmark-Unsicherheiten	83
6.5.2.2	Unsicherheitsanalyse mit OECD/NEA Unsicherheiten	87
6.5.2.3	Unsicherheitsanalyse mit Forsmark-Unsicherheiten und Vergleich nur mit der Dimitrovgrad-Messung	88
6.6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	89
7	Kritikalitätsanalysen für ein generisches SWR-BE in generische Lageranordnungen	93
7.1	Zielsetzung	93
7.2	Erstellung eines konsistenten SWR Bestrahlungsmodells	94
7.3	Modellentwicklung des untersuchten generischen Brennelements	97
7.3.1	Belegungsplan des untersuchten Brennelements	97
7.3.2	Implementierung in der HELIOS Geometrieingabedatei für Aurora	99
7.3.3	Erstellung des dreidimensionalen Modells in SCALE Geometrie durch ein Python-Skript	101
7.3.4	Abbranddaten	102
7.3.5	Vergleichsrechnungen mit TRITON und Parameterstudie auf die Länge der Abbrandschritte.....	103
7.4	Studien unter Verwendung des Bestrahlungsmodells	103
7.4.1	Zielsetzung	104
7.4.2	Geometrisches Modell des generischen Nasslagergestells	104
7.4.3	Geometrisches Modell des generischen Transportbehälters	105
7.4.4	Rechenkette aus Abbrand- und Kritikalitätsrechnung.....	106
7.4.5	Verlauf des Multiplikationsfaktors.....	107
7.4.6	Variation einzelner Axialzonen.....	108
7.4.7	Variation des konsistenten Modells.....	112
7.4.8	Kombinierte Variation des konsistenten Modells mit Variationen der Systemparameter	114

7.4.9	Schlussfolgerungen	115
7.5	Studien unter Einbeziehung eines vereinfachten Steuerstabkreuzmodells	117
7.5.1	Erweiterung des Bestrahlungsmodells um den Einsatz von Steuerstabkreuzen.....	117
7.5.2	Ein Zyklus unter Einsatz eines Steuerstabkreuzes.....	120
7.5.3	Ein Zyklus mit 30 % höherer Leistung und Abbrand unter dem Einsatz eines Steuerstabkreuzes	123
7.5.4	Ein Zyklus normaler Abbrand und 1 Zyklus unter dem Einsatz eines Steuerstabkreuzes.....	125
7.5.5	2 bis 4 Zyklen normaler Abbrand und 1 Zyklus unter dem Einsatz eines Steuerstabkreuzes.....	126
7.5.6	Schlussfolgerungen	129
8	Zusammenfassung	131
	Quellenverzeichnis	135
	Abbildungsverzeichnis.....	143
	Tabellenverzeichnis.....	149
	Abkürzungen/Stichwortverzeichnis	150