



Untersuchungen zum Sicherheits- und Transmutationsverhalten innovativer Brennstoffe für Leichtwasserreaktoren

Oliver Schitthelm

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK)
Nukleare Entsorgung und Reaktorsicherheit (IEK-6)

Untersuchungen zum Sicherheits- und Transmutationsverhalten innovativer Brennstoffe für Leichtwasserreaktoren

Oliver Schitthelm

Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 147

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-89336-806-8

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	5
2.1	Grundlagen der Kernspaltung	5
2.2	Reaktivitätskoeffizienten als Sicherheitsparameter	8
2.3	Nuklearer Brennstoffkreislauf	11
2.4	Alternative Brennstoffkonzepte: IMF und thoriumbasierte Brennstoffe	14
3	Rechenmodelle und Simulationsverfahren	20
3.1	Grundlagen	20
3.1.1	Monte-Carlo Methode	22
3.1.2	Aufbereitung nuklearer Daten mit NJOY	23
3.2	Reaktorphysikalisches Programm: MCBURN	23
3.2.1	Neutronikprogramm: MCNP	24
3.2.2	Abbrandprogramm: ORIGEN2	27
3.2.3	Struktur und Ablauf des Programms	29
3.2.4	Methode der Ergebnisanalyse	30
3.3	Eingesetzte Computersysteme und -cluster	32
4	Validierung von MCBURN	34
4.1	Code-to-Code Benchmark: Vergleich mit MonteBurns	34
4.2	Code-to-Code Benchmark: IAEA Thorium Benchmark	37
4.3	EU-Projekt: Code-to-Code IMF Benchmark	41
4.4	Bestrahlungsexperiment am KWO	48
4.4.1	Versuchsaufbau und Durchführung	49
4.4.2	Experimentelle Ergebnisse und Messdaten	49
4.4.3	Modellierung des Bestrahlungsexperiments	52
4.4.4	Simulationsergebnisse für den KWO-Benchmark	54
4.5	Verfahren zum Brennelement-Shuffling	56
4.6	Zusammenfassung	59
5	Untersuchung und Vergleich verschiedener Brennstoffkonzepte	60
5.1	Simulationsergebnisse auf Brennelement-Ebene	61
5.1.1	Uran-Brennstoff	63
5.1.2	Brennelement mit Mischoxid-Brennstoff	68
5.1.3	Thorium/Plutonium-Brennstoff	74
5.1.4	Inert Matrix Fuel (IMF)	81
5.1.5	Bewertung und vergleichende Analyse	88
5.2	Simulationsergebnisse auf Viertelkern-Ebene	94
5.2.1	Ermittlung eines Gleichgewichtskerns	96
5.2.2	Beladung mit Uranbrennstoff	98
5.2.3	Teilbeladung mit MOX-Brennstoff	103
5.2.4	Teilbeladung mit Thorium/Plutonium-Brennstoff	108
5.2.5	Teilbeladung mit IMF-Brennstoff	113
5.2.6	Analyse und Vergleich	118

Inhaltsverzeichnis

5.2.7	Einfluss von Steuerstäben auf Sicherheits- und Transmutationsverhalten . .	122
5.3	Sensitivitätsanalyse	127
5.3.1	Methodische Einflüsse	127
5.3.2	Betriebliche Einflüsse	135
6	Fazit und Ausblick	140
	Abbildungsverzeichnis	144
	Tabellenverzeichnis	147
	Literatur	148

Energie & Umwelt / Energy & Environment
Band / Volume 147
ISBN 978-3-89336-806-8

