

Inhaltsverzeichnis

	Kurzfassung.....	I
	Abstract.....	II
	Inhaltsverzeichnis.....	III
1	Zielsetzung und Arbeitsprogramm.....	1
1.1	Gesamtziel	1
1.2	Einzelziele	2
1.3	Arbeitsprogramm	2
1.3.1	AP1: Erweiterungen von FEM-Diff-3D zur Berücksichtigung thermohydraulischer Rückwirkungen.....	2
1.3.2	AP2: Erweiterungen zur Durchführung zeitabhängiger Berechnungen.....	2
1.3.3	AP3: Maschengeneratoren zur Geometrievernetzung.....	3
1.3.4	AP4: Verifizierung und Validierung	3
1.3.5	AP5: Verfolgung internationaler Trends der Neutronenphysik unregelmäßiger Geometrien.....	3
2	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde.....	5
3	AP1: Kopplung von FENNECS mit thermohydraulischen Modellen	7
3.1	Programmtechnische Aspekte.....	7
3.2	Kopplungsstrategie.....	8
4	AP2: Erweiterung von FENNECS für zeitabhängige Berechnungen..	11
4.1	Implementierung der zeitabhängigen Gleichungen mit verzögerten Neutronen.....	11
4.2	Entwicklung geeigneter Modelle zur Steuerstabbewegung.....	13
4.2.1	Steuerstabbänke.....	13
4.2.2	Steuerstabtrommeln.....	17
4.3	Überprüfung, Testrechnungen.....	18
4.3.1	Überprüfung der Kopplung mit ATHLET	18

4.3.2	Überprüfung der Implementierung der zeitabhängigen Diffusionsgleichung.....	19
5	AP3: Maschengeneratoren zur Geometrievernetzung.....	21
5.1	Internes Vernetzungswerkzeug für regelmäßige Gitteranordnungen.....	21
5.2	Frei verfügbare Vernetzungswerkzeuge	21
5.3	Neuentwickeltes Vernetzungswerkzeug PEMTY.....	22
5.4	Anpassungen des internen Vernetzungswerkzeugs und von PEMTY.....	24
5.5	Anpassung des Vernetzungsmoduls von FENNECS.....	25
6	AP4: Verifizierung und Validierung	27
6.1	Das SFR-Konzept ASTRID – Test der zeitabhängigen Erweiterung und der Kopplung mit ATHLET.....	27
6.2	Der Heat Pipe-cooled Micro Reactor (HPMR) – Test der Anwendbarkeit auf MMR.....	33
6.2.1	Monte-Carlo-Modell des HPMR in Serpent.....	34
6.2.2	Simulation des HPMR mit FENNECS.....	36
6.3	Der X2-Benchmark – Test der Anwendbarkeit auf LWR vom Typ WWER-1000.....	38
6.3.1	Modellierung im Monte-Carlo-Code Serpent.....	40
6.3.2	Modellierung mit FENNECS.....	41
6.3.3	Ergebnisse	42
6.4	Verifikation der Kopplung von FENNECS mit ATHLET.....	46
6.5	Weitere V&V-Arbeiten.....	50
7	AP5: Verfolgung internationaler Trends der Neutronenphysik unregelmäßiger Geometrien.....	51
8	AP7: Ergänzung einer Transportnäherung in FENNECS.....	53
8.1	Implementierung der stationären Weniggruppen- SP_3 -Gleichungen	53
8.1.1	Stationäre SP_3 -Gleichungen.....	53
8.1.2	Galerkin-Darstellung der SP_3 -Gleichungen.....	59
8.1.3	Implementierung der SP_3 -Gleichungen in FENNECS.....	62
8.2	Überprüfung der SP_3 -Implementierungen	65

8.2.1	Akademischer Hébert-Benchmark.....	65
8.2.2	Brennelemente des C5G7-Benchmarks.....	68
9	Zusätzliche Arbeiten und Ergebnisse	79
9.1	Implementierung der inversen Vektoriteration nach Wielandt	79
9.2	Implementierung der <i>Error-Mode</i> -Extrapolation.....	84
9.3	Extrapolation der Flussverteilung zum nächsten Zeitschritt	85
9.4	Entwicklung eines Postprozessor für FENNECS.....	86
10	Zusammenfassung	89
10.1	Erweiterungen von FENNECS zur Berücksichtigung thermohydraulischer Rückwirkungen.....	89
10.2	Erweiterungen von FENNECS für zeitabhängige Simulationen	90
10.3	Bereitstellung von Vernetzungswerkzeugen zur räumlichen Diskretisierung der Kerngeometrien.....	90
10.4	Verifizierung und Validierung.....	90
10.5	Verfolgung internationaler Trends in der Neutronenphysik unregelmäßiger Geometrien.....	91
10.6	Entwicklung und Verifikation der vereinfachten Transportmethode (Simplified P_3 , SP_3) in FENNECS	91
10.7	Erreichter Stand und weitere notwendige Schritte.....	92
	Abbildungsverzeichnis.....	93
	Tabellenverzeichnis.....	97
	Literaturverzeichnis.....	99
A	Anhang.....	105
A.1	Veröffentlichungen.....	105
A.2	Glossar.....	107