

Inhaltsverzeichnis

	Kurzfassung	I
	Abstract	III
1	Einleitung	1
2	AP1 Ertüchtigung von OpenFOAM	5
2.1	AP1.1 Eingehende Analyse der verfügbaren Codeversion und erforderlicher Modellertüchtigungen, -erweiterungen und - validierungen	5
2.1.1	Zielsetzung	5
2.1.2	Einleitung.....	5
2.1.3	Analyse von OpenFOAM 5.x	7
2.1.4	OECD/NEA-PSI-Benchmark zur Auflösung von stabilen Leichtgasschichtungen	8
2.1.5	Mini-Panda-Benchmark	17
2.1.6	Zusammenfassung und Fazit.....	30
2.2	AP1.2 Entwicklung von Wand- und Volumenkondensationsmodellen	32
2.2.1	Einleitung.....	32
2.2.2	Diffusionsmodell	32
2.2.3	Volumenkondensationsmodell	38
2.2.4	Wandkondensationsmodell.....	43
2.2.5	Berechnung des THAI-Versuches TH-2.....	53
2.2.6	Berechnung des THAI-Versuches TH-24.....	59
2.2.7	Berechnung von Conan-Versuchen	61
2.2.8	Nachrechnung des Panda 4bis Experimentes	68
2.2.9	Zusammenfassung	74
2.3	AP1.3 Wärmestrahlung.....	76
2.3.1	Einleitung.....	76
2.3.2	Exercise 1 und Exercise 2: Code-Benchmark ohne und mit Wärmestrahlung	77
2.3.3	Exercise 3: Sensitivitätsstudie Absorptionskoeffizient des Gases	90

2.3.4	Simulation des H2P2-Experimentes.....	93
2.3.5	Zusammenfassung und Fazit aus AP1.3 (Wärmestrahlungsmodellierung)	100
2.4	AP1.4 Erstellung eines PAR-Modells für OpenFOAM	101
2.4.1	Zielsetzung	101
2.4.2	Implementierung in OpenFOAM	102
2.4.3	Simulation eines Testbeispiels.....	103
2.4.4	Simulation des THAI-Versuches HR-5.....	117
2.4.5	Simulation des THAI-Versuches HR-43	130
2.4.6	Zusammenfassung	141
3	AP2 Koordinierung der Zusammenarbeit mit Partnern des CFD- Verbundes zu OpenFOAM.....	143
3.1	Nicht-technische Randbedingungen und andere Entwicklungen.....	143
3.2	Durchgeführte Arbeiten.....	145
3.2.1	Pflege einer OpenFOAM-Version für Modelle zur Simulation containmentrelevanter Fragestellungen und regelmäßige Umstellung auf eine ausgewählte neue Basisversion	145
3.2.2	Bereitstellung einer Plattform zum Austausch von Code und Daten sowie zur Kommunikation	147
3.2.3	Regelmäßige Regressionstest, Verifikation und Validierung	148
3.2.4	Ergänzung der Codeversion je nach Entwicklungs- und Validierungsfortschritt um relevante Modelle.....	152
3.2.5	Anwendungssupport sowie Bearbeitung von Service Requests von den Partnern des CFD-Verbundes.....	152
3.2.6	Organisation von (halb)jährlichen CFD-Verbundmeetings, Organisation des Erfahrungsrückflusses.....	152
3.2.7	Pläne und Richtlinien	153
3.3	Vorschläge für die Weiterentwicklung von OpenFOAM im CFD- Verbund.....	153
3.3.1	Priorisierung für das Containment.....	154
3.3.2	Priorisierung für den Kühlkreislauf	161
3.4	Zusammenfassung, Ausblick und Empfehlungen.....	168

4	AP3 Modellentwicklung und Validierung von CFD-Codes für die Simulation unfalltypischer Phänomene an Experimenten.....	171
4.1	AP3.1 Gasverteilung und Schichtungsauflösung.....	171
4.1.1	Einleitung.....	171
4.1.2	Untersuchung zur Modellierung des Einlassrohres anhand des Versuchs H2P1_0.....	171
4.1.3	Panda-Test H2P1_3 CFD-Simulation mit OpenFOAM und Vergleich mit CFX-Ergebnissen.....	180
4.1.4	Panda H2P1_10_2	181
4.1.5	Simulation des Versuchs TH32.....	203
4.1.6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus den in AP3.1 erzielten Ergebnissen	218
4.2	AP3.2 H ₂ -Verbrennung	221
4.2.1	Erstellung einer neuen Flamelet-Tabelle für die Verbrennung von H ₂ /Luft/Dampfgemischen	222
4.2.2	Validierung der H ₂ -Verbrennungssimulation mit CFX.....	237
4.2.3	Fazit der Validierungsrechnungen zu H ₂ -Verbrennung	334
4.3	AP3.3 Aerosolmodellierung	336
4.3.1	KAEVER-Versuche.....	336
4.3.1.2	Erstellung eines CFX-Datens.....	344
4.3.2	Fazit der KAEVER-Versuche	358
4.3.3	VANAM M3.....	359
5	AP4 Anwendung von CFD-Codes zur Untersuchung unfalltypischer Phänomene unter reaktortypischen Randbedingungen und Geometrien	371
5.1	Aufgabenstellung	371
5.1.1	Geometrie und Randbedingungen	371
5.2	Ergebnisse der CFX Berechnungen	374
5.2.1	Einfluss des Zeitschritts auf die Öffnung von Berstscheiben	374
5.2.2	Variation der Leckposition im Sumpfraum.....	375
5.2.3	Einfluss einer volumetrischen Quelle	378

5.2.4	Einfluss der Einspeisemodellierung auf die Gasverteilung im Containment	382
5.2.5	Einfluss des Ansprechdruckes der Berstscheiben.....	384
5.2.6	Einfluss der Leckmodellierung auf den weiteren Unfallablauf.....	385
5.3	Zusammenfassung	395
6	Zusammenfassung / Fazit	397
	Literaturverzeichnis.....	407
	Abbildungsverzeichnis.....	415
	Tabellenverzeichnis.....	435