

Dieser Text ist entnommen aus dem Fachbuch:



Hendrik C. Belaschk

Hrsg.: Nabil A. Fouad; Leibniz Universität Hannover, Institut für Bauphysik

Näherungsformeln für Spill Plumes in Atrien variabler Größe

CFD-Studien unter Verwendung von GPU-Technologie

Berichte des Instituts für Bauphysik der Leibniz Universität Hannover,
Band 5

2012, 175 S., zahlr. z. Tl. farb. Abb., Kartoniert

ISBN 978-3-8167-8679-5

ISBN 978-3-8167-8699-3 (E-Book) | Fraunhofer IRB Verlag

Für weitere Informationen, für die Durchführung von Downloads
oder zur Buchbestellung klicken Sie bitte hier:

[Belaschk, Näherungsformeln für Spill Plumes in Atrien variabler Größe](#)

Fraunhofer IRB Verlag
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Postfach 800469
70504 Stuttgart

Telefon +49(0) 7 11 / 9 70 - 25 00

Telefax +49(0) 7 11 / 9 70 - 25 08

© Fraunhofer IRB Verlag. Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung gestattet.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	4
Abstract.....	5
Nomenklatur.....	10
Lateinische Formelzeichen.....	10
Griechische Formelzeichen.....	11
1 Zweck und Ziel der Arbeit.....	12
1.1 Einführung in die Problemstellung.....	12
1.2 Verwendung von Brand- und Rauchs simulationsrechnungen.....	15
1.3 Abgrenzung zu alternativen Fragestellungen.....	17
1.4 Zusammenfassung der Forschungsziele.....	19
1.5 Vorgehensweise.....	20
2 Stand des Wissens und der Technik.....	21
2.1 Einführung in die Modellbildung.....	21
2.2 Luftp einmischung in einen freien linienförmigen Brandherd.....	22
2.3 Die „BRE Spill-Plume-Methode“ für den Überlaufplume.....	23
2.4 Alternative Berechnungsansätze.....	25
2.4.1 Law [30] (1986).....	25
2.4.2 Thomas [12] (1987).....	26
2.4.3 Law [33] (1995).....	27
2.4.4 Poreh [11] (1998).....	28
2.4.5 Thomas et. al. [35] (1998).....	29
2.4.6 Harrison und Spearpoint [5] (2008).....	30
2.4.7 Ko et. al. [9] (2008).....	31
2.4.8 NFPA 92B [36] (2009).....	32
2.4.9 Harrison und Spearpoint [37] (2010).....	32
Teil A / Numerische Brand- und Rauchs imulation unter Verwendung von GPU-Prozessortechnologie.....	34
3 Einführung in die GPU-Technologie.....	35
3.1 Grundlagen der GPU-Technik.....	36
3.2 Hardware im GPGPU-Bereich.....	38
3.3 Überblick über das CUDA-Programmiermodell.....	40
4 Entwicklung einer GPU-Version für den Fire Dynamics Simulator (FDS).....	42
4.1 Die Software „Fire Dynamics Simulator (FDS)“.....	42
4.2 Paralleles Rechnen mit FDS (Version 5.4).....	43

4.3	Überblick über die neue GPU-Version.....	46
4.3.1	Beschreibung des Programm-Modells.....	47
4.3.2	Arithmetic Intensity Problem.....	49
4.3.3	Rechengenauigkeit	50
4.3.4	Ein- und Mehrnetzrechnungen.....	51
4.4	Programmtechnische Umsetzung.....	52
4.4.1	Parallelisierungsschema	52
4.4.2	Neuordnung von Speicherbereichen.....	53
4.4.3	Parallele Reduktion (parallel reduction).....	55
4.4.4	Dokumentation neuer Eingabeparameter.....	56
4.4.5	Versionsänderungen.....	56
4.5	Parallelisierung der Algorithmen zum Strahlungswärmetransport.....	57
4.5.1	Grundlagen des Wärmetransports über Strahlung.....	57
4.5.2	Numerische Lösung der Transportgleichung mit der Finite-Volumen- Methode (FV-Methode).....	59
4.5.3	Modellierung des Strahlungswärmetransports in FDS.....	61
4.5.4	Möglichkeiten zur Parallelisierung der Finite-Volumen-Methode.....	64
4.5.4.1	Angular Decomposition Parallelization (ADP-Verfahren).....	64
4.5.4.2	Spatial Domain Decomposition Parallelization (DDP-Verfahren).....	65
4.5.4.3	Der KBA-Algorithmus für orthogonale Netze.....	66
4.5.5	Anpassung des KBA-Verfahrens an GPU-Systeme.....	69
4.5.6	Implementierung des KBA-Verfahrens in FDS.....	72
4.5.7	Zusammenfassung.....	74
4.6	Entwicklung eines Profilers.....	74
5	Verifikation und Performance.....	75
5.1	Verifikation im Diagnosemodus (diagnostic mode).....	76
5.2	Beispiel 1: Isothermer Freistrahler.....	78
5.2.1	Theoretische und experimentelle Grundlagen.....	78
5.2.2	Zusammenfassung bisheriger Untersuchungen.....	79
5.2.3	Verifizierung der GPU-Version.....	80
5.2.4	Rechenleistung / Performance.....	83
5.2.5	Zusammenfassung.....	84
5.3	Beispiel 2: Strahlung in einer Box.....	84
5.3.1	Theoretische Grundlagen.....	85
5.3.2	Verifizierung der GPU-Version.....	85
5.3.3	Rechenleistung / Performance.....	87

Teil B / Simulation von Spill Plumes in Atrien.....	88
6 Numerische Simulation von Spill Plumes in Atrien.....	89
6.1 Zusammenfassung der Versuche nach Harrison [10] und [4].....	89
6.1.1 Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung.....	89
6.1.2 Ergebnisse aus den Versuchsreihen.....	92
6.1.3 Diskussion der Ergebnisse.....	92
6.2 Beschreibung des Computermodells.....	93
6.2.1 Anordnung von virtuellen Messfühlern.....	95
6.2.2 Vorlaufzeiten für die stationäre Problemstellung.....	96
6.3 Modellvalidierung: Strömung am Überlauftrand.....	98
6.3.1 Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse.....	99
6.3.2 Diskussion der Ergebnisse	100
6.4 Modellvalidierung: Massenstrom im aufsteigenden Plume (ohne Atrium).....	100
6.4.1 Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse.....	101
6.4.2 Diskussion der Ergebnisse.....	102
6.5 Modellvalidierung: Massenstrom im aufsteigenden Plume (mit Atrium).....	104
6.5.1 Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse.....	105
6.5.2 Diskussion der Ergebnisse.....	105
6.6 Parameterstudie: Massenstrom im aufsteigenden Plume (ohne Atrium).....	107
6.6.1 Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse.....	108
6.6.2 Entwicklung einer Näherungsformel für den freien Plume.....	108
6.7 Parameterstudie: Massenstrom im aufsteigenden Plume (mit Atrium).....	110
6.7.1 Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse.....	111
6.7.2 Entwicklung einer Näherungsformel für die Masseneinmischung.....	113
6.7.3 Bewertung der bestehenden Näherungsformeln.....	115
7 Zusammenfassung und Ausblick.....	116
7.1 Einsatz der GPU-Prozessortechnologie in der Brand- und Rauchsimulation.....	116
7.2 Entwicklung von Näherungsformeln für den Massenstrom im Überlaufplume innerhalb von Atrien.....	118
Anlagenteil A / Grundlagen paralleler Rechentechnik.....	127
A.1 Flynnsche Klassifizierung für Parallelrechner.....	128
A.2 Parallelrechner mit gemeinsamen oder verteiltem Speicher.....	129
A.3 ECC-Fehlerschutz für den Hauptspeicher.....	131
A.4 Explizite und implizite Parallelisierung.....	132
A.5 Parallele Effizienz und Leistungssteigerung (SpeedUp).....	133
A.6 Die Programmiermodelle MPI und OpenMP.....	134

Anlagenteil B / Beispielrechnung zur BRE Spill-Plume-Methode.....	137
Anlagenteil C / Auszug aus dem Quelltext zum Multi-Wellenfrontalgorithmus.....	141
Anlagenteil D / Beispiele zur Verifizierung der GPU-Version.....	145
Anlagenteil E / Parameterstudie zu Spill Plumes in Atrien.....	152