



Thomas Lutter (Autor)

**Eine schnelle numerische Lösung der
Neutronendiffusionsgleichungen nach dem
Wellendigitalprinzip**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/926>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und Formelzeichen	vii
Einleitung	1
1 3D-IAEA-Benchmark-Problem	3
2 Entwurf der Referenzschaltung und deren Umsetzung in eine Wellendigitalstruktur	7
2.1 Hyperbolisierung	8
2.2 Überführung der Neutronendiffusionsgleichungen in eine Referenzschaltung . . .	9
2.3 Wellendigitaläquivalente der Bauelemente und der Verbindungsnetze	11
2.3.1 Umrechnung zwischen Wellengrößen und Spannungen bzw. Strömen . . .	11
2.3.2 Wellendigitaläquivalent des idealen Kondensators	12
2.3.3 Wellendigitaläquivalent eines Widerstandes	13
2.3.4 Zweitor-Adaptor	14
2.3.5 Paralleltor-Adaptor mit einem reflexionsfreien Tor	15
2.3.6 Jaumann-Adaptor	16
2.3.7 Resultierende gesamte Wellendigitalstruktur	16
2.4 Wellendigitaläquivalent des Koppelzweitors	19
3 Verfahren zur effizienten Umsetzung des Algorithmus	25
3.1 Effiziente Darstellung von ohmschen Widerständen	25
3.2 Vermeidung von Permutationsmatrizen	26

3.3	Berechnung der Neutronenstromdichten nach der letzten Iteration	32
3.4	Multiplikation lichter Matrizen	33
3.5	Multigrid-Techniken	33
4	Randbehandlung und Initialisierung	37
4.1	Randbehandlung am Außenrand	39
4.2	Passivitätsbetrachtungen für die Randbehandlung am Außenrand	41
4.3	Randbehandlung an der Symmetrieebene	44
4.3.1	Rechengitter ohne Verschiebung	44
4.3.2	Rechengitter mit Verschiebung	45
5	Überprüfung der Verwendbarkeit eines bereits vorhandenen Korrektheitsbeweises	47
5.1	Betrachtung des Rechengebietes anhand eines 2D Beispiels	47
5.2	Betrachtung der Materialverteilung	49
6	Softwareverifikation	51
6.1	Definitionen, Notationen und Vereinbarungen	51
6.2	Das Konzept der formalen Methoden	53
6.3	Eine axiomatische Definition von Elementaranweisungen der Programmiersprache C	56
6.3.1	Einzelanweisungen	56
6.3.2	Blockanweisungen	61
6.4	Behandlung von Ausdrücken	64
6.4.1	Einzelanweisungen	65
6.5	Einige Sätze	65
6.5.1	Skalarprodukt mit Variablen	65
6.5.2	Skalarprodukt mit Feldvariablen	66

7	Korrektheitsbeweis der Realisierung der Wellendigitalstruktur	69
7.1	Gesamtanweisung und Nachbedingung	69
7.2	Berechnung der Verzögererwerte im Randfall	85
7.3	Normalberechnung der Verzögererwerte	103
7.4	Berechnung der Eingangswellen der Verzögerer	112
7.5	Berechnung der Ausgangssignale	128
7.6	Berechnung der Wellengrößen der nichtdynamischen Elemente	132
7.7	Variablendeklarationen	145
7.8	Überlaufprobleme	148
7.9	Zusammenfassung	153
8	Simulationsergebnisse	155
8.1	Monogrid-Simulationen mit Hilfe von Näherung (1.8)	156
8.2	Monogrid-Simulationen mit Bestimmung des Eigenwertes λ durch Betrachtung des Maximalwertes der Neutronenflussdichte φ_2	159
8.3	Monogrid-Simulationen mit Bestimmung des Eigenwertes λ durch Betrachtung des Leistungsintegrals	163
8.4	Multigrid-Simulationen	165
8.5	Geschwindigkeitsvergleich mit bisherigen Simulationen	167
8.6	Zusammenfassung	169
9	Zusammenfassung und Ausblick	171
A	Betrachtungen der Passivität der Streumatrix bei endlichen Wortlängen un- ter Verwendung von Betragsschneiden	173
	Abbildungsverzeichnis	177
	Tabellenverzeichnis	181
	Literaturverzeichnis	183

