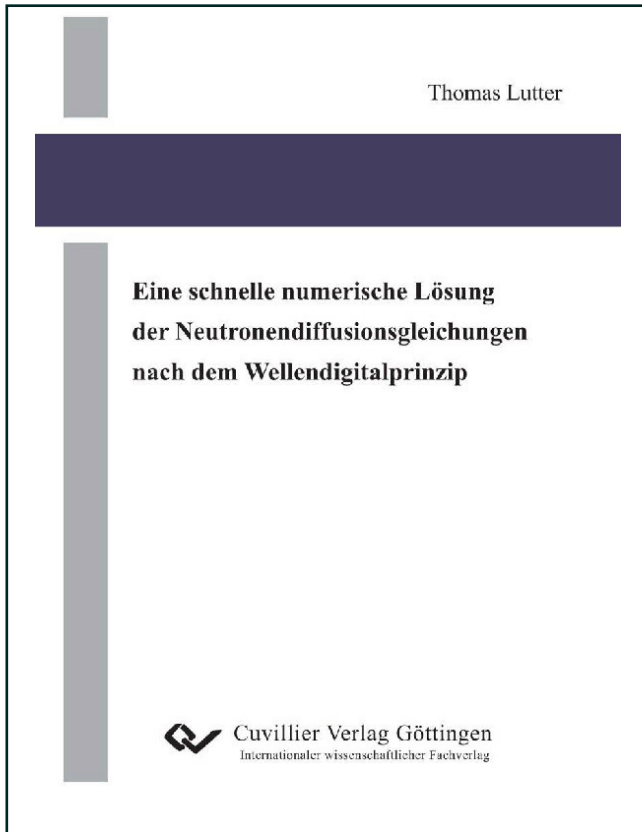




Thomas Lutter (Autor)

**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](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungen und Formelzeichen</b>	<b>vii</b>
<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1 3D-IAEA-Benchmark-Problem</b>	<b>3</b>
<b>2 Entwurf der Referenzschaltung und deren Umsetzung in eine Wellendigitalstruktur</b>	<b>7</b>
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
<b>3 Verfahren zur effizienten Umsetzung des Algorithmus</b>	<b>25</b>
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
<b>4</b>	<b>Randbehandlung und Initialisierung</b>	<b>37</b>
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
<b>5</b>	<b>Überprüfung der Verwendbarkeit eines bereits vorhandenen Korrektheitsbeweises</b>	<b>47</b>
5.1	Betrachtung des Rechengebietes anhand eines 2D Beispiels . . . . .	47
5.2	Betrachtung der Materialverteilung . . . . .	49
<b>6</b>	<b>Softwareverifikation</b>	<b>51</b>
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

<b>7</b>	<b>Korrektheitsbeweis der Realisierung der Wellendigitalstruktur</b>	<b>69</b>
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
<b>8</b>	<b>Simulationsergebnisse</b>	<b>155</b>
8.1	Monogrid-Simulationen mit Hilfe von Näherung (1.8) . . . . .	156
8.2	Monogrid-Simulationen mit Bestimmung des Eigenwertes $\lambda$ durch Betrachtung des Maximalwertes der Neutronenflussdichte $\varphi_2$ . . . . .	159
8.3	Monogrid-Simulationen mit Bestimmung des Eigenwertes $\lambda$ durch Betrachtung des Leistungsintegrals . . . . .	163
8.4	Multigrid-Simulationen . . . . .	165
8.5	Geschwindigkeitsvergleich mit bisherigen Simulationen . . . . .	167
8.6	Zusammenfassung . . . . .	169
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>171</b>
<b>A</b>	<b>Betrachtungen der Passivität der Streumatrix bei endlichen Wortlängen un- ter Verwendung von Betragsschneiden</b>	<b>173</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>177</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>181</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>183</b>

