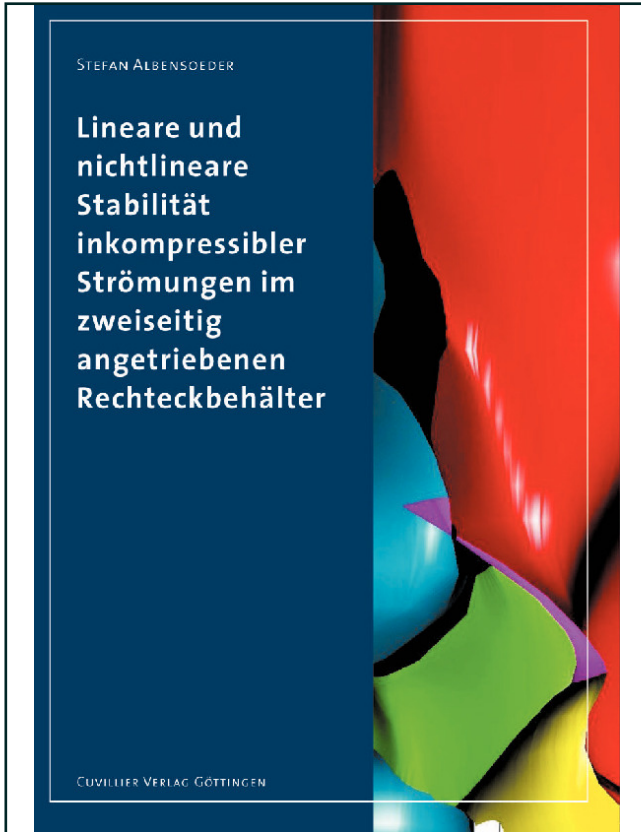




Stefan Albensoeder (Autor)

**Lineare und nichtlineare Stabilität inkompressibler Strömungen im zweiseitig angetriebenen Rechteckbehälter**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2917>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-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>

# Inhalt

<b>Notation</b>	<b>v</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1 Der zweiseitig angetriebene Rechteckbehälter . . . . .	3
2.2 Instabilität und Transition . . . . .	5
2.3 Energieanalyse . . . . .	9
2.4 Instabilitätsmechanismen . . . . .	10
2.4.1 Zentrifugale Instabilitäten . . . . .	10
2.4.2 Instabilitäten durch Wirbeldehnung . . . . .	13
2.5 Stand der Forschung . . . . .	16
<b>3 Numerische Methoden</b>	<b>23</b>
3.1 Lineare Stabilitätsanalyse . . . . .	23
3.1.1 Grundzustandsgleichungen . . . . .	23
3.1.2 Das Finite-Volumen-Verfahren . . . . .	24
3.1.3 Newton-Raphson-Verfahren . . . . .	26
3.1.4 Numerisches Gitter . . . . .	28
3.1.5 Gleichungen der linearen Stabilitätsanalyse . . . . .	29
3.1.6 Inverse Iteration . . . . .	31
3.2 Dreidimensionale Simulation . . . . .	33
3.2.1 Grundgleichungen . . . . .	33
3.2.2 Räumliche Diskretisierung . . . . .	33
3.2.3 Zeitintegration . . . . .	35
3.2.4 Direkter Helmholtz-Löser . . . . .	38
3.2.5 Behandlung der singulären Randbedingungen . . . . .	40
3.2.6 Ergänzungen zur Simulation . . . . .	42
3.2.7 Optimierung und Parallelisierung . . . . .	42

## INHALT

<b>4</b>	<b>Validierung der numerischen Verfahren</b>	<b>45</b>
4.1	Lineare Stabilitätsanalyse . . . . .	45
4.2	Dreidimensionale Simulation . . . . .	47
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>61</b>
5.1	Einseitig angetriebener Rechteckbehälter . . . . .	61
5.1.1	Zentrifugale Mode $C_1^e$ für $0 < \Gamma \leq 0.889$ . . . . .	65
5.1.2	Zentrifugale Mode $C_2^e$ für $0.889 < \Gamma \leq 1.163$ . . . . .	79
5.1.3	Zentrifugale Mode $C_3^e$ für $1.163 < \Gamma \leq 1.207$ . . . . .	96
5.1.4	Zentrifugale Mode $C_4^e$ für $\Gamma > 1.207$ . . . . .	105
5.2	Antiparalleler Antrieb . . . . .	113
5.2.1	Elliptische Moden $E_2^a$ und $E_3^a$ für $1.036 < \Gamma \leq 2.198$ . . . . .	116
5.2.2	Elliptische Mode $E_1^a$ für $\Gamma \leq 0.775$ . . . . .	130
5.2.3	Vergleich der elliptischen Instabilität in offenen und geschlossenen Strömungen . . . . .	134
5.2.4	Quadripolare Mode $Q^a$ für $0.775 < \Gamma \leq 1.036$ . . . . .	137
5.2.5	Zentrifugale Mode $C^a$ für $\Gamma > 1.951$ . . . . .	149
5.3	Paralleler Antrieb . . . . .	154
5.3.1	Gemischte Mode $C^p$ . . . . .	157
5.4	Unsymmetrischer Antrieb . . . . .	167
5.4.1	Vergleich mit vorherigen Ergebnissen . . . . .	175
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>179</b>
6.1	Ausblick . . . . .	181
<b>A</b>	<b>Strömung in einer angetriebenen Ecke</b>	<b>183</b>
A.1	1. Ordnung . . . . .	184
A.2	2. Ordnung . . . . .	186
A.3	Lösungen für den zweiseitig angetriebenen Rechteckbehälter . . . . .	188
<b>B</b>	<b>Kollokationsmethoden</b>	<b>191</b>
B.1	Ableitungsoperatoren für $\mathcal{P}_N$ . . . . .	191
B.2	Erster Ableitungsoperator für $\mathcal{P}_{N-2}$ . . . . .	192
B.3	Ableitungsoperatoren für periodische Funktionen . . . . .	193
B.4	Ableitungen in drei Dimensionen . . . . .	194
<b>C</b>	<b>Weitere Stabilitätsdiagramme für <math>\text{Re}_1 \neq \text{Re}_2</math></b>	<b>197</b>

INHALT

<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>203</b>
<b>Danksagung</b>	<b>217</b>