
Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	5
2.1	System	5
2.1.1	Geometrie	5
2.1.2	Kontrollparameter	7
2.1.3	Experimentelle Realisierungen	7
2.2	Grundgleichungen	9
2.2.1	Kontinuitätsgleichung	9
2.2.2	Navier-Stokes-Gleichung	10
2.2.3	Randbedingungen	12
2.2.4	Entdimensionalisierung	13
2.3	Hydrodynamische Stabilität	15
2.3.1	Bifurkationen	15
2.3.2	Störungsgleichungen	17
2.3.3	Lineare Stabilitätsanalyse	17
2.3.4	Energiestabilitätsanalyse	19
3	Stand der Forschung	21
3.1	Grundzustand	22
3.2	Klassifizierung	23
3.3	Instabilitäten in engen Spalten	24
3.4	Instabilitäten im weiten Spalt	31
3.5	Taylor-Wirbel im weiten Spalt	34
4	Numerische Methode	37
4.1	Simulationsverfahren	37
4.1.1	Gleichungssystem	39

4.1.2	Spektralansatz	40
4.1.3	Randbedingungen	43
4.1.4	Zeitschrittverfahren	45
4.1.5	Nichtlinearitäten	47
4.1.6	Symmetrievorgaben	49
4.2	Lineare Stabilitätsanalyse	49
4.3	Implementierung	52
5	Lineare Stabilität des Grundzustands	53
5.1	Grundzustand	53
5.2	Vorgehen	56
5.3	Abgrenzung	60
5.4	Numerische Auflösung	64
5.5	Stabilitätsgrenzen	66
5.6	Kritische Wellenzahl	73
5.7	Kritische Mode	74
5.8	Frequenz	77
5.9	Vergleich	80
5.10	Dreidimensionale Instabilität im engen Spalt	90
6	Instabilitätsmechanismus	93
6.1	Radial-azimutaler Jet	94
6.2	Modell	96
6.3	Vergleich	98
7	Überkritischer Bereich	103
7.1	Spiralwellen	103
7.2	Höhere Übergänge	105
8	Zusammenfassung und Ausblick	109
A	Kugelkoordinaten	111
B	Poloidal-toroidale Darstellung	113
B.1	Geschwindigkeit	113
B.2	Diffusionsterm	114
B.3	Vortizität	115
B.4	Stromfunktion	116

B.5 Drehmoment	116
C Einige Eigenschaften der Entwicklungsfunktionen	117
C.1 Kugelflächenfunktionen	117
C.1.1 Definition	117
C.1.2 Eigenschaften	118
C.2 Tschebyscheff-Polynome	119
C.2.1 Definition	119
C.2.2 Eigenschaften	119
D Notation	121
D.1 Lateinische Symbole	121
D.2 Griechische Symbole	122
D.3 Kennzahlen	123
Literaturverzeichnis	125