

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-------------|
| Abbildungsverzeichnis | xv |
| Tabellenverzeichnis | xvii |
| Nomenklatur | xix |
| 1 Einleitung | 1 |
| 1.1 Rahmenbedingungen | 1 |
| 1.2 Das Triebwerk | 2 |
| 1.2.1 Der Einlauf | 5 |
| 1.2.2 Der Verdichter | 6 |
| 1.3 Zielsetzung | 8 |
| 2 Grundlagen | 11 |
| 2.1 Die Verdichterstufe | 11 |
| 2.2 Sekundärströmungen | 15 |
| 2.2.1 Überblick über das Strömungsfeld | 15 |
| 2.2.2 Der Spaltwirbel | 16 |
| 2.3 Stabilitätsverhalten | 21 |
| 2.3.1 Allgemein | 22 |
| 2.3.2 Spitzenkritische Rotoren | 22 |
| 2.3.3 Instationäre Fluktuationen | 23 |
| 2.3.4 Rotierende Instabilitäten | 23 |
| 2.3.5 <i>Stall</i> -Beginn | 24 |
| 2.4 Einlaufstörungen | 27 |
| 2.4.1 Klassifizierung | 28 |
| 2.4.2 Entstehung | 30 |
| 2.4.3 Modellierung der Einlaufstörung | 32 |
| 2.4.4 Einfluss auf den Verdichter | 33 |
| 2.5 Zusammenfassung | 40 |

| | |
|--|------------|
| 3 Experimenteller Aufbau | 43 |
| 3.1 Der Prüfstand | 43 |
| 3.1.1 Stufenkonfiguration | 44 |
| 3.1.2 Störkörper | 45 |
| 3.2 Messtechnik | 48 |
| 3.2.1 Stufeninstrumentierung | 48 |
| 3.2.2 Instationäre Messtechnik | 50 |
| 3.2.3 Sondenmesstechnik | 52 |
| 3.3 Kennfeldmessung | 52 |
| 3.3.1 Definition des Eintrittsdruckes | 54 |
| 3.3.2 Definition des bezogenen Massenstroms | 55 |
| 3.3.3 Prozedur zur Bestimmung des Kennfeldpunktes | 55 |
| 3.4 Transiente Messungen bei Überschreiten der Stabilitätsgrenze | 56 |
| 3.4.1 Messablauf | 57 |
| 3.4.2 Filterung der Daten | 57 |
| 3.4.3 Berechnung der Druckziffer | 58 |
| 3.4.4 Bestimmung des <i>Stall</i> -Beginns | 58 |
| 3.4.5 Ausreißerdetektion | 59 |
| 3.5 Messfehler | 64 |
| 4 Zusammenfassende Ergebnisdarstellung | 67 |
| 5 Ergebnisse - Stationäre Betriebspunkte | 69 |
| 5.1 Bestimmung des Eintrittstotaldruckes | 69 |
| 5.2 Einfluss der Störkörper auf das Betriebsverhalten | 72 |
| 5.2.1 Beeinflussung der Stabilitätsgrenze | 76 |
| 5.3 Charakterisierung der Einlaufstörung | 80 |
| 5.3.1 Stationäre Wanddruckmessung | 82 |
| 5.3.2 Instationäre Wanddruckmessung über dem Rotor | 84 |
| 5.4 Strömung am Rotor- und Stufenaustritt | 92 |
| 5.4.1 Referenzkonfiguration | 92 |
| 5.4.2 Störkörper B10 | 93 |
| 5.4.3 Vergleich der Umfangsdaten | 96 |
| 6 Ergebnisse - Transiente Laständerungen | 101 |
| 6.1 Verhalten der Referenzkonfiguration | 102 |
| 6.1.1 Detailbetrachtung des Versagensprozesses | 104 |
| 6.1.2 Analyse über den Umfang | 106 |
| 6.1.3 Frequenzanalyse der Referenzkonfiguration | 107 |

| | | |
|-----------------------------|--|------------|
| 6.2 | Stabilitätsverhalten mit gestörter Zuströmung | 109 |
| 6.2.1 | Frequenzanalyse | 110 |
| 6.2.2 | Untersuchung des Störkörpers B5 | 113 |
| 6.2.3 | Untersuchung Störkörper B10 | 119 |
| 6.2.4 | Vergleich der Störkörper | 126 |
| 6.2.5 | Vergleich des instationären Verhaltens | 129 |
| 7 | Fazit und Ausblick | 133 |
| 7.1 | Fazit | 133 |
| 7.2 | Ausblick | 135 |
| Literaturverzeichnis | | 139 |
| A | Einfluss des Verdichters auf den Einlauf | 157 |
| B | Die verwendeten Messgitter | 158 |
| C | Vergrößerte Darstellung der Einzelzeitschritte - <i>Stall-Fahrt B10</i> | 162 |