

Inhalt

Inhalt	i
Symbolverzeichnis.....	v
1 Einleitung.....	1
2 Kenntnisstand und Problemstellung	3
2.1 Brennkammerkühlung	5
2.2 Langzeitschädigung von Brennkammerschindeln	8
2.3 Lebensdauermodellierung von Brennkammerschindeln	12
2.4 Zerstörungsfreie Prüfung von Flugtriebwerksbrennkammern.....	18
2.4.1 Übersicht zerstörungsfreier Prüfverfahren für Brennkammerbauteile ...	18
2.4.2 Zerstörungsfreie Prüfmethoden am ITS	22
2.5 Zielsetzung.....	26
3 Theoretische Grundlagen zum Körperschall in Platten und Stäben	29
3.1 Oberflächen- und Plattenwellen.....	29
3.2 Oberflächenwellen in Stäben.....	35
3.3 Dämpfung, Dämmung und Reflektion von Oberflächenwellen	36
3.4 Temperaturabhängigkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeiten.....	41
4 Grundlagen des Schallemissionsprüfverfahrens.....	43
4.1 Klassische Schallemissionsanalyse.....	47
4.2 Quantitative Schallemissionsanalyse.....	49
4.3 Auswertung von Schallsignalen.....	50
4.4 Quellenortung	55
5 Entwicklung der Versuchsbrennkammer zur Simulation der Langzeitschädigung	59
5.1 Experimentelle Infrastruktur des ITS	60
5.2 Auslegung und Aufbau der Versuchsbrennkammer.....	61
5.2.1 Festlegung der Betriebsparameter der Versuchsbrennkammer	61

5.2.2	Auslegung, Aufbau und Regelung der Versuchsbrennkammer	62
5.2.3	Regelkonzept und Datenerfassung der Versuchsbrennkammer	68
5.3	Aerodynamische Charakterisierung der Versuchsbrennkammer	69
5.4	Thermische Charakterisierung der Versuchsbrennkammer	72
5.5	Auswahl der thermischen Lastzyklen	74
6	Anwendung des Schallemissionsprüfverfahrens	81
6.1	Eingesetzte Messtechnik	81
6.2	Versuchsträger	84
6.2.1	Geometrie der Brennkammerschindel	85
6.2.2	Thermische Auslegung Brennkammerschindel	87
6.2.3	Akustische Auslegung der Brennkammerschindel	88
6.3	Eingesetzte Wellenleiter	91
6.4	Charakterisierung des Versuchsaufbaus	96
6.5	Versuchsablauf	101
7	Ergebnisse der Schallemissionsprüfung	105
7.1	Schallausbreitung im Versuchsaufbau	105
7.1.1	Bestimmung der effektiven Schallgeschwindigkeit	105
7.1.2	Ortungsgenauigkeit	107
7.2	Analyse der Schallemissionen aus der Brennkammerschindel	108
7.2.1	Filterauswahl anhand der gemessenen Schallemissionsmerkmale	108
7.2.2	Betrachtung der Schallemissionsmerkmale von Messkampagne II	109
7.2.3	Zyklusphasenaufgelöste Betrachtung der Schallemissionen	117
7.2.4	Quellpositionen der Schallemissionen	120
7.2.5	Frequenzcharakteristiken der berechneten Quellpositionen	124
7.3	Analyse der Schallemissionen aus dem gerissenen Linersegment	126
7.3.1	Filtereinstellungen zur Datenanalyse	127
7.3.2	Merkmale der Schallemissionen aus dem Linersegment	127
7.3.3	Zyklusphasenaufgelöste Betrachtung der Schallemissionen	131
7.3.4	Quellpositionen der Schallemissionen aus dem Linersegment	134
8	Zusammenfassung und Ausblick	137

Literaturverzeichnis	143
Anhang.....	157
A.1 Randbedingungen und Einstellungen zur numerischen Simulation der Strömung in der Versuchsbrennkammer	157
A.2 Polynome zur Extrapolation der Materialeigenschaften des Stahls 1.4301 zu erhöhten Temperaturen	158
A.3 Einstellungen AGU-Vallen Wavelet	158
A.4 Diagramme zur Filterauswahl.....	158
A.5 Schallemissionsmerkmale der zweiten Messkampagne	160
A.6 Schallemissionsmerkmale der ersten Messkampagne	169