Inhaltsverzeichnis

Vorwort v

1 Einleitung 1

1.1 Einführung und Hintergrund 1

1.2 Zielsetzung und Gliederung 3

2 Grundlagen Flugzeugtriebwerke 7

2.1 Kernkomponenten von Turbinentriebwerken 7

2.2 Verdichterbauweisen 10

2.3 Der Blisk-Hochdruckverdichter 13

3 Erosion 15

3.1 Erosionsmechanismen 15

3.1.1 Definition 15

3.1.2 Strahlwinkel 17

3.1.3 Partikelgeschwindigkeit und -rotation 22

3.1.4 Partikeleigenschaften 24

3.2 Erosion in Flugzeugtriebwerken 26

3.2.1 Erosionsschutz - wozu? 26

3.2.2 Erosionsschäden an Verdichterrotoren 28

Bibliografische Informationen
http://d-nb.info/996812318

digitalisiert durch DEUTSCHE NATIONAL BIBLIOTHEK

3.3 Erosionsschutz für Verdichterschaufeln 32
3.3.1 Erosionsschutz durch Partikelabscheider 33
3.3.2 Das Multilagenkonzept 34
3.3.3 *Erosionsschutzschichten* 37
3.3.4 Multilagenschichtsystem $Ni_xAl_y/W/TiB_2$ 45

4 Beschichtungsverfahren **51**
4.1 Grundlagen 51
4.1.1 Physikalische Dampfphasenabscheidung 51
4.1.2 Der Sputter-Effekt 52
4.2 Hohlkathoden-Gasfluss-Sputtern 55
4.2.1 Hohlkathoden-Glimmentladung 55
4.2.2 Der Gasfluss-Sputterprozess 56
4.3 Prozessparameter und Schichteigenschaften 58
4.3.1 Beeinflussung der Schichtmorphologie 58
4.3.2 Betrachtete GFS-Prozessparameter 61

5 Prozessentwicklung für die Blisk-Geometrie **65**
5.1 Randbedingungen und Zielsetzung 65
5.2 Beschichtungsanlage 69
5.3 Gasströmung und Schichtabscheidung 72
5.3.1 Schichtabscheidung an repräsentativen Geometrien 72
5.3.2 Vereinfachtes Strömungsmodell für Blisk-Geometrie 80
5.4 Schichtdickenverteilungen 83
5.4.1 Prozessablauf und Versuchsaufbau 83
5.4.2 Schichtabscheidung an Blisk-Modellgeometrie 85
5.4.3 Variation von Gasfluss und Saugvolumen 92

5.4.4 Anpassung der Argondüsen 94
5.4.5 Anpassung der Quellenöffnung 96
5.4.6 Schichtstruktur beschichteter Schaufeln 102
5.5 Bewertung der Versuchsergebnisse 104
5.6 Beschichtung der Verdichtertrommel 106

6 Dauerschwingfestigkeit von beschichtetem Ti6246 113
6.1 Schadensmechanismus 113
6.2 Optimierungspotenziale 117
6.3 Eigenschaften der Nickel-Aluminid-Schicht 119
6.3.1 Experimentelle Vorgehensweise 119
6.3.2 Schichtzusammensetzung 120
6.3.3 Schichtmorphologie 122
6.3.4 Mechanische Eigenschaften und Eigenspannungen 122
6.3.5 Diskussion der Versuchsergebnisse 129
6.3.6 Auswahl von Prozessparametern für HCF-Tests mit axialer Belastung . . 132
6.3.7 Bewertung der Dauerschwingfestigkeitsversuche 133
6.4 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse 136

7 Zusammenfassung und Ausblick 139

Anhang 143

Abbildungsverzeichnis 152

Tabellenverzeichnis 152

Lebenslauf 165