



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Stand der Technik	4
2.1	Abgrenzung und Funktionsweise	4
2.2	Rückblick	5
2.3	Aufladung und Downsizing	7
2.4	Technologische Trends in der Mono-Aufladung	9
2.4.1	Erhöhte Abgastemperaturen	9
2.4.2	Erhöhte Umfangsgeschwindigkeiten	10
2.4.3	Titan-Aluminid	10
3	Die Zuverlässigkeit von Turboladern	12
3.1	Charakteristische Ausfallursachen	12
3.2	Zuverlässigkeit	13
3.3	Klassische Betriebsfestigkeit	16
3.4	Heutiges Vorgehen zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit	18
3.4.1	Dynamischer Hochgeschwindigkeits Prüflauf (DHP ₃₁₉)	19
3.4.2	Stationärer Höchstgeschwindigkeits Prüflauf (SHP ₁₀₅)	20
3.4.3	Raster Prüflauf (RPL ₁₇₁)	21
3.4.4	Hochdynamischer Handlings Parcours (HHP ₃₁₉)	21
3.4.5	Thermo Schock Prüflauf (TSP ₈₆)	22
3.5	Ableitung des Handlungsbedarfs	23



4	Vorgehensweise zur Prüfzeitverkürzung	25
4.1	Prinzip der Prüfzeitverkürzung.....	25
4.1.1	Bestimmung des Zielprüflaufs.....	25
4.1.2	Übereilen und Überhöhen des Zielprüflaufs.....	27
4.1.3	Überhöhen mit Hilfe des Arrhenius-Ansatzes	29
4.2	Statistische Auswertung der Prüfläufe	30
4.2.1	Messtechnische Erfassung der bestehenden Prüfläufe	30
4.2.2	Lastkollektive und deren Auswertung.....	33
4.2.3	Bildung des Schädigungsparameters Omega.....	35
5	Die Prüfzeitverkürzung im Anwendungsfall	37
5.1	Thermische Ermüdung am Turbinengehäuse.....	38
5.1.1	Beanspruchungsverhalten	38
5.1.2	Turbinengehäusewerkstoff.....	39
5.1.3	Rechnerische Modellierung und Auswahl des Zielprüflaufs	41
5.1.4	Versuchszeitverkürzung durch Übereilen	49
5.1.5	Versuchszeitverkürzung durch Überhöhen	53
5.1.6	Validierung am Prüfstand	56
5.2	Kriechen am Inconel-Turbinenrad.....	67
5.2.1	Beanspruchungsverhalten	67
5.2.2	Turbinenradwerkstoff	70
5.2.3	Rechnerische Modellierung und Auswahl des Zielprüflaufs	71
5.2.4	Versuchszeitverkürzung durch Überhöhen	78
5.2.5	Validierung am Prüfstand	82
5.3	Kriechen am TiAl-Turbinenrad	87
5.3.1	Beanspruchungsverhalten	87
5.3.2	Turbinenradwerkstoff	87
5.3.3	Rechnerische Modellierung und Auswahl des Zielprüflaufs	89
5.3.4	Versuchszeitverkürzung durch Überhöhen	92
5.3.5	Validierung am Prüfstand	94



5.4	Oxydation am TiAl-Turbinenrad	99
5.4.1	Beanspruchungsverhalten.....	99
5.4.2	Turbinenradwerkstoff.....	101
5.4.3	Rechnerische Modellierung und Auswahl des Zielprüflaufs	102
5.4.4	Versuchszeitverkürzung durch Übereilen.....	106
5.4.5	Validierung am Prüfstand.....	109
6	Zusammenfassung	115
7	Anhang	119
7.1	Weitergehende Analysen zum Kriechverhalten von TiAl	119
7.2	Abbildungsverzeichnis	132
7.3	Formelverzeichnis	136
7.4	Formelzeichenverzeichnis	137
7.5	Abkürzungsverzeichnis	139
7.6	Literaturverzeichnis	142