

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	xi
Tabellenverzeichnis	xv
Nomenklatur	xvii
Formelzeichen	xvii
Indizes	xix
Abkürzungen	xx
1 Einleitung	1
1.1 Stand der Wissenschaft und Technik	2
1.2 Ziele und Gliederung der Arbeit	5
2 Instandhaltung in der Luftfahrt	7
2.1 Begriffsdefinitionen	7
2.1.1 Instandhaltung	7
2.1.2 Instandhaltungsstrategien	8
2.2 Instandhaltungskonzepte in der Luftfahrt	9
2.2.1 Randbedingungen	9
2.2.2 Umsetzung der Instandhaltung	11
2.3 Zustandsüberwachung zur Instandhaltungsplanung	18
2.3.1 Bisherige Umsetzung in der Luftfahrt	18
2.3.2 Potential der Zustandsüberwachung zur Reduktion der	
Betriebskosten	20
3 Hydraulische Flugzeugsysteme	23
3.1 Hydraulische Energieversorgungssysteme in Verkehrsflugzeugen	23
3.2 Beschreibung des betrachteten Systems	25
3.2.1 Hydraulische Systeme des Airbus A320	25
3.2.2 Das blaue Hydrauliksystem	29
3.2.3 Betriebspunkte	31

3.2.4	Derzeitige Möglichkeiten der Fehlererkennung	34
3.3	Analyse von Fehlerfällen	36
3.3.1	Auswahlkriterien	37
3.3.2	Auswahl zu betrachtender Fehlerfälle	39
3.4	Fazit	40
4	Modellbasierte Entwicklung eines Zustandsdiagnosesystems	41
4.1	Verfahren zur Zustandsdiagnose	41
4.1.1	Methoden der Fehlerdiagnose	42
4.1.2	Angewendete Methode	45
4.2	Ermittlung fehlersensitiver Systemzustände zur Merkmalsgene- rierung	52
4.2.1	Modellbasierte Analyse von Fehlereffekten	52
4.2.2	Ermittlung geeigneter Sensorkonfigurationen	53
4.2.3	Bewertung geeigneter Sensorkonfigurationen	54
4.3	Symptomgenerierung zur Fehlererkennung	55
4.3.1	Nominalwertgenerierung	55
4.3.2	Fehlererkennung	59
4.4	Erstellung der Diagnosefunktionen	62
4.4.1	Support Vector Machines	63
4.4.2	Fehlerisolation	66
4.4.3	Bestimmung der Fehlerausprägung	67
4.4.4	Konsolidierung	68
4.5	Zusammenfassung	70
5	Modellbildung zur Analyse der Auswirkungen von Fehlerfällen	71
5.1	Modellierungskonzept	71
5.2	Physikalische Modellierung der EMP	72
5.2.1	Funktionsweise der EMP	73
5.2.2	Modellbildung der EMP	75
5.3	Untersuchung der Auswirkung von Komponentenfehlern	78
5.4	Ableitung phänomenologischer Fehlermodelle	80
5.5	Modellierung des Gesamtsystems	82

6	Implementierung des Zustandsdiagnosesystems	85
6.1	Implementierung der Algorithmik zur Zustandsdiagnose	85
6.1.1	Modellbasierte Analyse von Fehlereffekten	85
6.1.2	Ermittlung optimaler Sensorkonfigurationen	88
6.1.3	Ableitung von Meta-Modellen	90
6.1.4	Erstellung der Diagnosefunktion	91
6.2	Anwendung auf Prüfstand	94
6.2.1	Beschreibung des Prüfstands	94
6.2.2	Definition von Parametern zur Umsetzung der Zustandsdiagnose	100
6.2.3	Justierung der Algorithmik	102
7	Validierung und Bewertung des Zustandsdiagnosesystems	107
7.1	Experimentielle Validierung	107
7.1.1	Systemanregung	107
7.1.2	Fehlerfälle	108
7.1.3	Auswertung	110
7.2	Bewertung des Zustandsdiagnosesystems	112
7.2.1	Analyse der Diagnosegüte	112
7.2.2	Bewertung des Zustandsdiagnosesystems	116
8	Zustandsdiagnose und -vorhersage zur Instandhaltungsplanung	121
8.1	Visualisierung der Auswirkung des diagnostizierten Fehlers . . .	121
8.2	Trendermittlung der Fehlerausprägung	122
8.2.1	Langzeitkonsolidierung	123
8.2.2	Anwendungsbeispiel	124
8.3	Vorhersagebasierte Instandhaltungsplanung	127
9	Zusammenfassung und Ausblick	133
A	Validierung der Sensorkonfiguration L1	137
	Literatur	139