

Inhaltsverzeichnis

- Vorwort..... V
- Abbildungsverzeichnis XI
- Tabellenverzeichnis..... XIII
- Abkürzungsverzeichnis.....XIV
- SymbolverzeichnisXVII
- KurzfassungXXI
- Abstract XXIII
- 1 Einleitung..... 1**
 - 1.1 Motivation..... 3
 - 1.2 Forschungsbedarf..... 4
 - 1.3 Aufbau der Arbeit 5
- 2 Stand der Technik..... 7**
 - 2.1 Entwicklung und Erprobung elektrischer Antriebsstränge 7
 - 2.1.1 Elektrischer Antriebsstrang..... 8
 - 2.1.2 Entwicklungs- und Erprobungsstrategie in der Produktentstehung 9
 - 2.1.3 Mess- und Prüftechnik für Antriebsstrangerprobungen.... 13
 - 2.2 Schadensmechanismen..... 15
 - 2.2.1 Elektrische Maschine 16
 - 2.2.2 Getriebe 23
 - 2.2.3 Antriebswelle 26
 - 2.2.4 Peripherie des Prüflings 28
 - 2.2.5 Messtechnik 29
 - 2.3 Überwachung von Prüfläufen..... 32
 - 2.3.1 Überwachung eines Signals im Zeitbereich 34
 - 2.3.2 Überwachung eines Signals im Frequenzbereich 37
 - 2.3.3 Überwachung basierend auf einfachem Prozesswissen.... 39
 - 2.3.4 Modellgestützte Ansätze 40
 - 2.3.5 Überwachung des Prüflings im Steuergerät..... 41

2.3.6	Schadensfrüherkennung in anderen Fachbereichen.....	44
2.3.7	Empirisches Wissen	47
3	Grundlagen.....	49
3.1	Grundlagen: Statistik der Zeitreihen	49
3.2	Grundlagen der Fuzzy-Methoden	51
3.2.1	Fuzzy-Menge	52
3.2.2	Fuzzy-Logik.....	53
3.3	Grundlagen der thermischen Modelle	55
3.4	Grundlagen des genetischen Algorithmus (GA)	57
3.4.1	Optimierungsproblem und Suchraum.....	58
3.4.2	Anwendung des genetischen Algorithmus.....	58
4	Bewertung der Fehlerdetektion	61
4.1	Bewertung der Überwachungen.....	61
4.1.1	Grenzwertüberwachung	61
4.1.2	Frequenzanalyse.....	62
4.1.3	Plausibilität und Kennwerte	63
4.1.4	Modelle.....	64
4.1.5	Diagnose im Steuergerät des Prüflings	64
4.1.6	Ansätze aus anderen Fachbereichen.....	65
4.1.7	Resümee.....	65
4.2	Bewertung möglicher Fehler und Schäden.....	66
4.2.1	Schadensübersicht	66
4.2.2	Bewertung möglicher Fehler der elektrischen Maschine..	71
4.2.3	Bewertung möglicher Fehler im Getriebe.....	74
4.2.4	Bewertung möglicher Fehler in der Messtechnik	76
4.2.5	Zusammenfassung und Ableitung notwendiger Maßnahmen	76
5	Optimierung der Überwachung und Früherkennung	79
5.1	Bildung der Referenzsignale.....	82
5.1.1	Verfügbare Signale	82
5.1.2	Auswahl von Referenzsignalen.....	84
5.2	Statistischer Ansatz	90
5.2.1	Erweiterte statistische Überprüfung	90

5.2.2	Optimierte Grenzwertüberwachung	91
5.3	Erweiterung um Fuzzy	93
6	Daten- und modellgestützter hybrider Überwachungsansatz	99
6.1	Methodik	100
6.2	Auswahl des thermischen Modells	102
6.2.1	Temperaturbeobachter	102
6.2.2	Thermisches Simulationsmodell	103
6.3	Thermisches Netzwerkmodell	104
6.3.1	Topologie des thermischen Modells	104
6.3.2	Parameter des thermischen Netzes	109
6.4	Parametersuche mit genetischem Algorithmus	114
6.4.1	Methodik der Parametersuche mit Optimierungsalgorithmus	115
6.4.2	Aufstellen des Optimierungsproblems	116
6.4.3	Auswahl Optimierungsverfahren	117
6.5	Ergebnisse	119
7	Zusammenfassung und Ausblick	125
7.1	Schlussbetrachtung	125
7.2	Ausblick	127
	Literaturverzeichnis	129
	Anhang	155
A.	Anhang	155
A.1	Bewertungsskala nach ISO 18571	155
A.2	Ergänzendes Beispiel zu Kapitel 6.5	156