

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	XI
Formelverzeichnis	XIII
1 Einleitung	1
2 Problemfelder flexibler, hoch automatisierter Montagesysteme.....	5
2.1 Einordnung flexibler, hoch automatisierter Montagesysteme	5
2.2 Anforderungen an flexible, hoch automatisierte Montagesysteme.....	9
2.3 Einordnung des Störungsmanagements	11
2.3.1 Prozeßüberwachung	12
2.3.2 Störungsbehebung	15
2.3.2.1 Wissensakquisition und -manipulation	17
2.3.2.2 Wissensrepräsentation.....	20
2.3.3 Störungsvermeidung	23
2.3.3.1 Ursachenvermeidung	23
2.3.3.2 Folgenminimierung	27
2.4 Anforderungen an ein umfassendes Störungsmanagement	30
3 Stand der Technik.....	35
3.1 Entwicklungsstand der Prozeßüberwachung	35
3.1.1 Schnittstellen zur Prozeßüberwachung	35
3.1.1.1 Die NC- und RC-Schnittstelle.....	36
3.1.1.2 Die SPS-Schnittstelle	37
3.1.1.3 Fusion der Schnittstellen	39
3.1.2 Prozeßüberwachungssysteme.....	40
3.1.2.1 Automatisierungskonzepte in der BSDE	41
3.1.2.2 Bekannte BSDE-Systeme	42
3.2 Ansätze zur Störungsbehebung.....	46
3.2.1 Wissensbasierte Ansätze des Online-Störungsmanagements	46
3.2.1.1 Wissensrepräsentation.....	50
3.2.1.2 Wissensakquisition.....	52
3.2.1.3 Wissensmanipulation	53
3.2.2 Gestaltungsansätze zur Wissensbasis.....	56
3.2.2.1 Strukturen zur Wissensrepräsentation.....	57

3.2.2.2	Suchstrategien zur Wissensmanipulation	62
3.2.3	Bekannte Systeme zur Störungsbehebung	65
3.2.3.1	Diagnose von Störungen	66
3.2.3.2	Diagnose und Kompensation von Störungen.....	67
3.2.3.3	Diagnose von Störungen und automatische Behebung.....	67
3.3	Ansätze zur Störungsvermeidung	68
3.3.1	Ansätze zur Ursachenvermeidung	69
3.3.1.1	Strategie der streng periodischen Erneuerung	71
3.3.1.2	Strategie der Blockerneuerung.....	73
3.3.1.3	Sonstige Strategien	75
3.3.1.4	Bewertung der Strategien.....	76
3.3.1.5	Bekannte Systeme.....	77
3.3.2	Ansätze zur Folgenminimierung.....	77
3.3.2.1	Simulation.....	78
3.3.2.2	Warteschlangentheorie.....	81
3.3.2.3	Weitere Ansätze zur Folgenminimierung	84
4	Anforderungen und Ziele.....	89
4.1	Generelle Einführung eines Online-Störungsmanagement-Systems	89
4.2	Bekannte Standardmodule und -methoden	89
4.3	Integration zusätzlicher Individualmodule	89
5	Konzeption eines umfassenden Online-Störungsmanagement-Systems.....	91
5.1	Vorgehen bei der Einführung als Leitfaden.....	91
5.1.1	Schritte zur Prozeßüberwachung	93
5.1.1.1	Steuerungsexterne Daten	93
5.1.1.2	Steuerungsinterne Daten	95
5.1.2	Schritte zur Störungsbehebung	97
5.1.2.1	Wissensabsierte Störungsbehebung	98
5.1.2.2	Gestaltung der Wissensbasis.....	100
5.1.2.3	Gestaltung der Systemarchitektur	101
5.1.3	Schritte zur Störungsvermeidung.....	102
5.1.3.1	Präventive Instandhaltung zur Ursachenvermeidung	102
5.1.3.2	Optimierung von Puffergrößen und Prozeßzeiten zur Folgenminimierung ...	105
5.2	Einführung bekannter Standardmodule und -methoden	110
5.2.1	Die Prozeßüberwachung	110

5.2.1.1	Steuerungsexterne Daten.....	110
5.2.1.2	Steuerungsinterne Daten	111
5.2.2	Die Störungsbehebung	112
5.2.2.1	Wissensbasierte Störungsbehebung	113
5.2.2.1.1	Störungserkennung und -lokalisierung.....	113
5.2.2.1.2	Diagnostik im engeren Sinne	114
5.2.2.1.3	Reuse und Revise von Lösungen.....	115
5.2.2.1.4	Wissensakquisition.....	117
5.2.2.2	Gestaltung der Wissensbasis	118
5.2.3	Die Störungsvermeidung.....	121
5.2.3.1	Präventive Instandhaltung zur Ursachenvermeidung	122
5.2.3.2	Optimierung von Puffergrößen zur Folgenminimierung	127
5.3	Entwicklung und Integration zusätzlicher Individualmodule	133
5.3.1	Erweiterung der Prozeßüberwachung	134
5.3.2	Erweiterung der wissensbasierten Störungsbehebung	136
5.3.2.1	Störungserkennung und -lokalisierung.....	136
5.3.2.2	Diagnostik anhand steuerungsinterner Symptome.....	137
5.3.2.2.1	Ausblenden und Codieren von Störungssymptomen.....	137
5.3.2.2.2	Bildung abstrakter Klassen.....	139
5.3.2.2.3	Retrieval von Störungen.....	143
5.3.2.3	Automatische Wissensakquisition	148
5.3.3	Erweiterung der Störungsvermeidung	150
5.3.3.1	Optimierung der Prozeßzeiten zur Störungsvermeidung	150
6	Einführung eines umfassenden Störungsmanagements am Beispiel von VW	157
6.1	Installation der Prozeßüberwachung	159
6.2	Einbindung der Roboter und Arbeitsvorrichtungen.....	164
6.3	Einführung der Störungsbehebung.....	165
6.4	Ableitung präventiver Maßnahmen	171
6.5	Optimierung von Prozeßzeiten.....	175
6.6	Bewertung des Optimierungspotentials	176
7	Literaturverzeichnis.....	179
Anhang A:	Stationstypen	191
Anhang B:	Zusammenfassung relevanter Daten.....	192
Anhang C:	Roboter-Bedienteil (KCP).....	193
Anhang D:	Beispiel einer Montagezelle der Hauptlinie	194

Anhang E: Störungsdokument der RC-Schnittstelle..... 195

Anhang F: Verknüpfte ODBC-Schnittstelle des BSDE-Systems..... 196

Anhang G: BSDE-Erweiterung durch Taktzeiten der Stationen und Schutzkreise 198

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Zusammenhang zwischen technischer Verfügbarkeit und Komplexität von Fertigungsanlagen.....	2
Abb. 2: Funktionen der Montage	6
Abb. 3: Beispiel für starre und lose Verkettung am Beispiel einer Fertigungslinie für prismatische Teile.....	8
Abb. 4: Schematischer Ablauf der wissensbasierten Diagnostik.....	18
Abb. 5: Sichtweisen der Wissensbasis und deren Verknüpfungen	20
Abb. 6: Definition und Gliederung der Instandhaltung	24
Abb. 7: Zusammenhang zwischen Abnutzungsvorrat und Wartung, Inspektion und Instandsetzung	25
Abb. 8: Zusammenhang der Instandhaltungskosten, der Überlebenswahrscheinlichkeit und der Verteilungsdichte der Lebensdauer reparabler Systeme	26
Abb. 9: Gegenläufigkeit der vorbeugenden Instandhaltung und der Entkopplungsmaßnahmen.....	27
Abb. 10: Methoden und Aufgaben eines umfassenden Störungsmanagements	30
Abb. 11: Schematischer Aufbau des Industrial Ethernet zur BSDE mit SICALIS	43
Abb. 12: Beispielhafter Aufbau einer Montagelinie und daraus resultierende Strukturierung der Meldungs-IDs.....	44
Abb. 13: Vereinfachter Aufbau und Netzstruktur des BSDE	45
Abb. 14: Verallgemeinertes Schema der wissensbasierten Diagnose.....	48
Abb. 15: Beispiel für abstrakte Fallbildung	51
Abb. 16: Der klassische Sichtbegriff in der Datenbanktechnik Fehler! Textmarke nicht definiert.....	58
Abb. 17: Beispiel der Vererbungseigenschaften bei Klassenhierarchien	59
Abb. 18: Funktionales Schema der OLAP-Technologie inklusive Datenwürfel	60
Abb. 19: Beispiel zur Struktur eines Entscheidungsbaumes.....	63
Abb. 20: Klassifizierung bekannter Störungsmanagement-Systeme.....	66
Abb. 21: <i>Badewannenfunktion</i> der Ausfallrate eines Systems	70
Abb. 22: Veranschaulichung der streng periodischen Erneuerung.....	71
Abb. 23: Beispiel für ein optimales Erneuerungsintervall und eine minimale Betriebskostenrate bei streng periodischer Erneuerung	72
Abb. 24: Veranschaulichung der Blockerneuerung	73
Abb. 25: Lösungsprinzip der Laplace-Transformation.....	74
Abb. 26: Optimales Erneuerungsintervall bei Blockerneuerung und Effektivitätsvergleich der Strategien 0,1 und 2.....	74
Abb. 27: Abgeleitete Strategien der Blockerneuerung mit Stillstandszeit.....	75
Abb. 28: Verfahren zur Pufferdimensionierung mit Hilfe der Simulation	80

Abb. 29: Grundstruktur eines Wartesystems mit Betriebsstörungen.....	81
Abb. 30: Beispiel zur Berechnung von Warteräumen	82
Abb. 31: Beispiel zur Dimensionierung von Wartesystemen.....	83
Abb. 32: Einordnung qualitätsorientierter Sensorsignale in die Prüftechnik	86
Abb. 33: Vorgehensmodell der Diagnostik	116
Abb. 34: Generierung eines relationalen Datenbaumes.....	119
Abb. 35: Verteilung der Informationen auf vorhandene Sichten.....	121
Abb. 36: Bereich optimaler Erneuerungsintervalle für Sprungausfälle.....	124
Abb. 37: Zusammenhänge zwischen Materialmehrkosten und Störungsrückgängen für <i>Block- und Streng periodische Erneuerung</i>	125
Abb. 38: Beispiel für die Wahrscheinlichkeitsverteilung benötigter Warteplätze an einer Maschine.....	129
Abb. 39: Beispiel für den Verlauf einer Taktzeitkurve mit Kurzstörung, Leerdurchlauf und resultierender Prozeßzeit	130
Abb. 40: Erweiterung des BSDE-Systems um die Taktzeiterfassung	134
Abb. 41: Prinzip der Taktzeiterfassung über die SPS am Beispiel eines Roboters	134
Abb. 42: Ungenauigkeit bei der Taktzeiterfassung durch differierende Initiatorskonfiguration	135
Abb. 43: Beispielhafte Lokalisierung eines ausgefallenen Betriebsmittels.....	137
Abb. 44: Zentrale Dokumentation aller Störungssymptome mit Kennzeichnung.....	138
Abb. 45: Klassenbildung und Vererbung von Attributen	140
Abb. 46: Prinzip zur Berechnung der optimalen Basisattributkonstellationen.....	141
Abb. 47: Vereinfachtes Beispiel für eine ideale Baumbildung.....	142
Abb. 48: Prinzipielle Baumsuche	145
Abb. 49: Schematische Darstellung der Prozeßzeiten als Detailaufnahme	152
Abb. 50: Darstellung erfaßbarer Einflüsse auf die ideale Prozeßzeit	153
Abb. 51: Quantitatives Optimierungspotential	154
Abb. 52: Arbeitsschritte und Meilensteine unter besonderer Berücksichtigung von Akzeptanzbildung.....	159
Abb. 53: Ermittlung des möglichen Einsparpotentials durch vermiedene Störungen und Auswirkungen auf den Anlagennutzungsgrad.....	163
Abb. 54: Untersuchungsziele zur Einbindung von Robotern und Arbeitsvorrichtungen	165
Abb. 55: Projektplan für die Einführung der Störungsbehebung	166
Abb. 56: Diagnosemaske am Fase-Leitrechner zur Bestätigung einer bekannten Lösung oder Eingabe einer neuen	169
Abb. 57: Vorteile seitens der Anlagenführer im Vergleich zu herkömmlichen, manuellen Störschreibungen aus Feedback-Gesprächen	170
Abb. 58: Auswahl präventiver Instandhaltungsstrategien und Ermittlung des Einsparpotentials	172

Abb. 59: Dynamisches Verhalten kritischer Bereiche während der Optimierung.....	174
Abb. 60: Zusammenfassung der Einsparpotentiale durch ein umfassendes Störungsmanagement.....	176
Abb. 61: Zusammenfassung der Einsparpotentiale durch die Einführung eines umfassenden Störungsmanagements	177
Abb. 62: Auftritt neuer Störungen im Störungsmanagement-System	178