

Gliederung

	Seite
I. <u>Einleitung</u>	1
1. Begründung und Inhalt der Arbeit	1
2. Gang der Untersuchung	10
II. <u>Grundlegung</u>	12
1. Die Instandhaltung in der industriellen Werkstatt- fertigung als Gegenstand der Untersuchung	13
1.1. Die Instandhaltungsobjekte	13
1.1.1. Abgrenzung und Charakterisierung	13
1.1.2. Die Fertigungsmaschine als Summe ausfall- anfälliger Elemente	15
1.2. Die Instandhaltungs- und Ausfallursachen	16
1.3. Die Instandhaltungsmaßnahmen	19
1.3.1. Abgrenzung	19
1.3.1.1. Übersicht	19
1.3.1.2. Vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen	20
1.3.1.3. Maßnahmen zur Ausfallbehebung	21
1.3.1.4. Zusammenfassung	22
1.3.2. Anforderung, Struktur und Dauer der Instand- haltungsmaßnahmen	23
1.3.2.1. Die Anforderungen	23
1.3.2.2. Die Struktur	24
1.3.2.3. Die Zeitdauer	26
1.4. Die Instandhaltungsmannschaft	26
1.4.1. Die Spezialisierung des Instandhaltungs- personals	26
1.4.2. Arbeitsdurchführung außerhalb der Instand- haltungsmannschaft	28
1.4.3. Übersicht	28

1.5. Grundzüge konventioneller Planung und Organisation der Instandhaltung	29
1.5.1. Übersicht	29
1.5.2. Konventionelle Planung zyklischer vorbeugender Maßnahmen	30
1.5.3. Der Einsatz von Arbeitsplan und Zeitvorgabesystem in der Instandhaltung	31
1.5.4. Konventionelle Gliederung der Instandhaltungsabteilung	32
1.6. Die Verflechtung der Instandhaltung mit anderen Betriebsbereichen	33
2. Zielfunktion und Zielkonflikt	36
2.1. Die Zielfunktion betriebswirtschaftlicher Instandhaltungsplanung und -durchführung	36
2.1.1. Die Maßgeblichkeit der Zielfunktion der Unternehmung für die Instandhaltung	36
2.1.2. Die Zielfunktion der Instandhaltung - Diskussion	37
2.2. Die Kostenoptimierung und der Zielkonflikt - Grundlagen	39
2.2.1. Die Instandhaltungsstrategien	39
2.2.2. Vergleich der Instandhaltungsstrategien bezüglich ihrer Kostenwirksamkeit	40
2.2.3. Die Gesamtkostenminimierung und der Zielkonflikt	42
2.2.4. Wichtige Einflußfaktoren bei der Bestimmung und Erreichung des Kostenoptimums	44
2.2.4.1. Die Informationen über Kosten und Lebensdauer	44
2.2.4.2. Der Einfluß der Ablaufplanung und -steuerung und der Bereitstellungsplanung auf die Instandhaltungskosten	44
3. Systemkonzeption	45
3.1. Grundsätzliche Überlegungen zur Systemkonzeption	45
3.1.1. Die Aufgaben eines Planungs- und Steuerungssystems	45

3.1.2. Die Entscheidung, die Entscheidungssituation und die Programmierbarkeit von Entscheidungen	46
3.1.3. Das betriebliche Informationssystem	48
3.1.4. Ziele	49
3.1.5. Entscheidungsalgorithmen	49
3.1.5.1. Mathematisch-analytische Verfahren	50
3.1.5.2. Heuristische und simulative Verfahren	51
3.1.5.2.1. Heuristische Verfahren	51
3.1.5.2.2. Die Simulation	52
3.1.6. Die Bedeutung der Adaption	53
3.2. Die integrierte Datenverarbeitung als Rahmen der Sollkonzeption	54
3.2.1. Begründung	54
3.2.2. Die integrierte Datenverarbeitung	55
3.2.3. Bereich der betrieblichen integrierten Datenverarbeitung	56
3.3. Grobkonzept: Die Teilsysteme einer kostenoptimalen Instandhaltungsplanung und -steuerung im Rahmen der integrierten Datenverarbeitung	56
III. <u>Die Informationsbeschaffung</u>	58
1. Die Beschaffung von Informationen über das Lebensdauerverhalten von ausfallbedrohten Maschinenelementen	59
1.1. Problemstellung	59
1.1.1. Die Beschaffung von Zukunftswerten	59
1.1.2. Informationsquellen für Zukunftswerte über die Lebensdauer	60
1.1.3. Die Informationsbeschaffung unter Kostengesichtspunkten	61
1.2. Die Erfassung der Lebensdauer als Grundlage einer Prognose mittels mathematisch-analytischer Methoden	61
1.2.1. Grundlagen	61
1.2.2. Statistische Verteilungen von Lebensdauern - Diskussion	63

1.2.2.1. Die Normalverteilung, die gestutzte Normalverteilung, die logarithmische Normalverteilung	63
1.2.2.2. Die Exponentialverteilung	64
1.2.2.3. Die Weibull-Verteilung	65
1.2.2.4. Die t-Verteilung	68
1.2.2.5. Sonstige Verteilungen	69
1.2.2.6. Zusammenfassung	69
1.2.3. Anwendungsprobleme	70
1.2.3.1. Das Problem der Streuung	71
1.2.3.2. Die erforderliche Stichprobengröße	74
1.2.3.3. Die Beschaffung der Stichprobenwerte	76
1.2.3.3.1. Die Vorbeugungsstrategie als Hindernis bei der Beschaffung der Stichprobenwerte	76
1.2.3.3.2. Die Erfassung von aufgetretenen Ausfällen	77
1.2.3.3.3. Die Inspektion	77
1.2.3.3.4. Sonstige Informationsquellen für das Lebensdauerverhalten	78
1.2.3.4. Die Adaption	82
1.3. Das Prognose-Modell	83
1.3.1. Übersicht	83
1.3.2. Die mathematisch-statistische Prognose unter Annahme einer Weibull-Verteilung	84
1.3.2.1. Die Bestimmung von Schätzwerten für die Parameter einer Weibull-Verteilung aus einer Stichprobe und die Ermittlung der Vertrauensgrenzen	84
1.3.2.1.1. Voraussetzungen	85
1.3.2.1.2. Herleitung des Ansatzes für die Ableitung von Schätzformeln für (α_s) und (T_s)	85
1.3.2.1.3. Die Herleitung der Schätzformeln	87
1.3.2.1.4. Die Vertrauensintervalle für (α_s) und (T_s)	88
1.3.2.1.5. Die Bestimmung der Fraktile	90
1.3.2.2. Adaption	90
1.3.2.2.1. Diskussion	90
1.3.2.2.2. Ergebnis	92
1.3.3. Mathematisch-statistische Prognose unter Annahme einer t-Verteilung	93
1.3.3.1. Hergang	93

1.3.3.2. Adaption	94
1.3.4. Heuristisches Schätzen	95
1.3.5. Die Anwendung der einzelnen Prognose-Verfahren und der Gesamtablauf	95
1.3.6. Die Ausfallstatistik-Datei	98
1.3.7. Zusammenfassung und Überprüfung der Ziel- konformität	99
2. Die Beschaffung von Informationen über die In- standhaltungskosten	100
2.1. Problemstellung	100
2.2. Die Kostenarten der Instandhaltung	101
2.2.1. Die Kostenarten der Instandhaltungsorganisation	102
2.2.2. Die Materialkosten	102
2.2.3. Die Stillstandskosten	102
2.2.4. Die Ausfallfolgekosten	103
2.3. Die Erfassung der Instandhaltungskosten	104
2.3.1. Die Erfassung von Instandhaltungsorganisa- tions- und Materialkosten	105
2.3.1.1. Die Erfassung direkt zurechenbarer Kosten	105
2.3.1.2. Die Erfassung von Gemeinkosten	106
2.3.2. Die Erfassung von Stillstandskosten	107
2.4. Die Planung von Instandhaltungskosten	108
2.4.1. Die Planung der Kosten der Vorbeugungs- strategie	108
2.4.2. Die Planung der Kosten der Basisstrategie	109
2.5. Die Verrechnung der erfaßbaren Instandhaltungs- kosten	111
2.6. Die Instandhaltungskosten-Dateien	113
2.6.1. Die Kostenstellendatei	113
2.6.2. Die Maschinen-Instandhaltungskostendatei	113
2.7. Zusammenfassung	114

IV. <u>Strategieplanung</u>	116
1. Problemstellung	116
1.1. Die Problemstellung der Planung einer Vorbeugungsstrategie	117
1.2. Die Problemstellung der Planung einer Inspektionsstrategie	120
1.3. Die Problemstellung der Planung von Instandhaltungsblöcken	120
1.4. Die Informationssituation im Strategieplanungssystem	122
2. Kritik bekannter Modelle zur Strategieplanung	123
2.1. Abgrenzung	123
2.2. Vorbeugungsmodelle	124
2.2.1. Definition	124
2.2.2. Mathematisch-analytische Modelle	125
2.2.2.1. Periodische Modelle	125
2.2.2.2. Sequentielle und adaptive Modelle	126
2.2.3. Heuristische Modelle	128
2.2.3.1. Die Simulationsmodelle von Schwarz und Pelz	128
2.2.3.2. Die Simulationsmodelle von Kress und Frotscher	130
2.2.3.3. Sonstige Modelle	131
2.3. Inspektionsmodelle	132
2.3.1. Definition	132
2.3.2. Mathematisch-analytische Modelle	133
2.3.3. Heuristische Modelle	133
2.4. Blockmodelle	135
2.4.1. Definition	135
2.4.2. Mathematisch-analytische Modelle	135
2.4.3. Heuristische Modelle	136
3. Das Modell zur Instandhaltungs-Strategieplanung	139
3.1. Einleitung	139

3.2. Die Ableitung von Unterzielen	140
3.2.1. Die Unterziele des stochastischen Lagerhaltungsmodelles als Parallele	140
3.2.2. Die Maximierung der Fertigungssicherheit als Unterziel	141
3.2.3. Die Minimierung der Vorbeugungskosten als Unterziel	141
3.2.4. Politiken der Strategieplanung	142
3.3. Die Planung der Fertigungssicherheit	143
3.3.1. Die Erzielung einer gewünschten Fertigungssicherheit	143
3.3.2. Kostenverläufe als Kriterien für die Wahl der Fertigungssicherheit	145
3.3.3. Kontrolle	147
3.4. Die Planung des Instandhaltungs-Budgets und die Kontrolle	147
3.4.1. Grundlagen	147
3.4.1.1. Definition	147
3.4.1.2. Gegenstand der Budgetierung	148
3.4.1.3. Detaillierung des Budgets	148
3.4.1.4. Budgetierungs-Horizont	149
3.4.2. Die Bedeutung einiger Einflußfaktoren für die Budgetplanung	149
3.4.2.1. Übersicht	149
3.4.2.2. Vergangenheitswerte als Faktor der Budgetplanung	150
3.4.2.3. Das Produktionsvolumen als Faktor der Budgetplanung	151
3.4.2.4. Die Anschaffungswerte der Anlagen als Faktor der Budgetplanung	151
3.4.2.5. Die Ersatzinvestition als Faktor der Budgetplanung	153
3.4.2.5.1. Grundlagen der Entscheidung für die Ersatzinvestition	153
3.4.2.5.2. Folgen einer Ersatzinvestitions-Entscheidung für die Budgetplanung	154
3.4.2.5.3. Koordination von Instandhaltungsbudget und Investitionsentscheidung	155
3.4.2.6. Die Liquiditätslage als Faktor der Budgetplanung	156
3.4.2.7. Die Ertragsteuern als Faktor der Budgetplanung	157

3.4.2.8. Bilanzpolitische Erwägungen als Faktor der Budgetplanung	157
3.4.3. Organisation der Budget-Aufstellung	158
3.4.4. Die Budgetkontrolle durch Plan- und Istkosten	160
3.5. Die Stufen des Strategieplanungsmodells	161
3.6. Festlegung der Instandhaltungspolitik durch Planung von Fertigungssicherheit und Instandhaltungs-Budget	161
3.7. Der Vorbeugungs- und Inspektions-Test	162
3.7.1. Der Vorbeugungs-Test	162
3.7.2. Der Inspektions-Test	163
3.7.3. Die Vergabe des Einplanungs-Toleranzfaktors (μ) und der Gesamt Ablauf	164
3.8. Der Blockbildungs-Test	166
3.9. Zusammenfassung und Überprüfung der Zielkonformität	170
V. <u>Die Ablaufplanung und -steuerung</u>	172
1. Problemstellung	172
1.1. Charakterisierung der Instandhaltungsarbeiten hinsichtlich der Ablaufplanung und -steuerung	172
1.2. Forderungen an die Ablaufplanung und -steuerung	173
1.3. Die Zielsetzung und das Dilemma der Instandhaltungs-Ablaufplanung	174
2. Kritik bekannter Modelle zur Lösung des Zuordnungsproblems bei der Ablaufplanung von Instandhaltungsarbeiten	176
2.1. Das Zuordnungsproblem als Problem der Ablaufplanung	176
2.2. Mathematisch-analytische Modelle zur Lösung des Zuordnungsproblems	177
2.2.1. Die kombinatorische Analyse	177

2.2.2. Die ganzzahlige lineare Planungsrechnung	178
2.2.3. Die dynamische Planungsrechnung	179
2.2.4. Das "Problem des Handlungsreisenden"	181
2.2.5. Die Warteschlangentheorie	181
2.3. Heuristische Modelle zur Lösung des Zuordnungs- problems	182
2.3.1. Prioritätsregeln im Rahmen heuristischer Modelle	183
2.3.1.1. Definition	183
2.3.1.2. Klassifikation von Prioritätsregeln	184
2.3.2. Das Modell von Frotscher	185
2.3.3. Das Modell von Salesky	186
2.3.4. Das Modell von Kress	186
3. Untersuchung des betrieblichen Funktionsbereichs der Fertigung hinsichtlich seiner speziellen Be- deutung für die Instandhaltungs-Ablaufplanung	189
3.1. Aufgaben im Funktionsbereich der Fertigung - Begriffsklärung	189
3.2. Die Methoden der Terminplanung im Rahmen der Fertigungs-Ablaufplanung und -steuerung mittels EDV	191
4. Das Modell zur integrierten Ablaufplanung und -steuerung der Instandhaltung	194
4.1. Einleitung	194
4.2. Begriffsklärung	195
4.3. Das Prioritätensystem	196
4.3.1. Die Belange der Fertigung und die Auslastung der Instandhaltungskapazität als Grundlage einer Prioritätenregel	196
4.3.1.1. Herleitung	196
4.3.1.2. Die Vergabe der "Auslastungspriorität"	198
4.3.1.3. Die Prioritätenregel	198
4.3.2. Die Belange der Strategieplanung als Grund- lage einer Prioritätenregel	199

4.3.2.1. Herleitung	199
4.3.2.2. Die Vergabe der "Dringlichkeitspriorität"	200
4.3.2.3. Die Prioritätsregel	200
4.3.3. Das zweidimensionale Prioritätensystem zur Ablaufplanung vorgeplanter Instandhaltungs- arbeiten	201
4.3.3.1. Das System	201
4.3.3.2. Überprüfung der Zielkonformität des Priori- tätensystems	201
4.3.4. Das Prioritätensystem zur Disposition nicht vorgesehener Instandhaltungsarbeiten	203
4.3.4.1. Herleitung	203
4.3.4.2. Die Vergabe der Prioritäten	206
4.3.4.3. Die Prioritätsregel	206
4.3.4.4. Überprüfung der Zielkonformität des Priori- tätensystems	207
4.4. Die Stufen des Ablaufplanungs- und Steuerungs- modells	207
4.5. Die Auftragsbestands-Verwaltung	209
4.5.1. Aufgaben	209
4.5.2. Umrechnung der Maschinenlaufstunden und Ver- gabe der Auslastungsprioritäten	211
4.5.3. Datei-Aufbau und Gesamtablauf der Auftrags- bestands-Verwaltung	212
4.6. Die Instandhaltungs-Arbeitsvorbereitung	215
4.7. Die Instandhaltungs-Grotablaufplanung	216
4.7.1. Der Planungshorizont und die Planungsdimension	216
4.7.2. Die Erstellung der Belastungsübersicht	217
4.7.2.1. Das Problem der Einplanung nach Frühest- oder Spätesttermin	217
4.7.2.2. Die Aufgliederung der Belastungsübersicht anhand des Anforderungsschlüssels und der Gesamtablauf	218
4.7.3. Der Kapazitätsangleich	220
4.7.4. Der Kapazitätsausgleich	221
4.7.5. Die Abstimmung mit der Fertigungs-Groblastung	226

4.8. Die Instandhaltungs-Feinablaufplanung	229
4.8.1. Planungshorizont und Planungsdimension	230
4.8.2. Erstellung der Belastungsübersicht	231
4.8.3. Die Kapazitätsanpassung	232
4.8.4. Der Kapazitätsausgleich	232
4.8.5. Die exakte Einplanung der Instandhaltungsaufträge	235
4.8.5.1. Planungshorizont und zeitliche Reihenfolge der exakten Einplanung	235
4.8.5.2. Aufbau der Auftragsmatrix	236
4.8.5.3. Die Einplanungsmatrix	237
4.8.5.4. Der Einplanungsalgorithmus	238
4.8.5.4.1. Die Einplanung der Aufträge mit Netzstruktur	238
4.8.5.4.2. Die Einplanung von Aufträgen mit der Priorität "A"	240
4.8.5.4.3. Die Einplanung von Aufträgen mit der Priorität "B"	241
4.8.5.4.4. Die Einplanung von Aufträgen mit der Priorität "C"	241
4.8.5.4.5. Die Einplanung von Aufträgen mit der Priorität "D"	242
4.8.5.4.6. Die Verplanung der Kapazität für Ausfallbehebung	243
4.8.5.4.7. Die Einplanung von Instandhaltungsaufträgen, die durch Fertigungs- oder Fremdpersonal ausgeführt werden, und der Gesamt-ablauf	244
4.9. Die Instandhaltungssteuerung	245
4.9.1. Einsteuerung der Aufträge	246
4.9.2. Datenerfassung und Kontrolle	246
4.9.3. Die Disposition bei Ausfällen	247
4.9.4. Die Disposition bei Terminverschiebungen	248
4.10. Zusammenfassung und Überprüfung der Zielkonformität	249

VI. <u>Bereitstellungsplanung</u>	251
1. Die Bereitstellung der Instandhaltungskapazität	252
1.1. Problemstellung	252
1.1.1. Charakterisierung des Aufgabengebietes hinsichtlich der Bereitstellungsplanung	252
1.1.2. Forderungen an die Kapazitätsbereitstellungsplanung	254
1.1.3. Die Zielsetzung und das Dilemma der Kapazitätsbereitstellungsplanung	254
1.2. Kritik bekannter Modelle zur Kapazitätsplanung der Instandhaltungsmannschaft	255
1.2.1. Das Warteschlangenproblem als Problem der Kapazitätsbereitstellungsplanung	255
1.2.2. Mathematisch-analytische Modelle	250
1.2.3. Heuristische Modelle	257
1.2.4. Heuristische Modelle als Simulationsmodelle	259
1.3. Das Modell zur integrierten Kapazitätsbereitstellungsplanung	260
1.3.1. Einleitung	260
1.3.2. Begriffsklärung	261
1.3.3. Die Stufen der Kapazitätsbereitstellungsplanung	262
1.3.4. Die langfristige Kapazitätsplanung	263
1.3.5. Die Kapazitätsplanung im Rahmen der Grobablaufplanung	265
1.3.5.1. Prinzip	265
1.3.5.2. Die Prognose des Kapazitätsbedarfs zur Ausfallbehebung	267
1.3.6. Die Kapazitätsplanung im Rahmen der Feinplanung	271
1.3.7. Die Instandhaltungskapazitätsdatei	272
1.3.8. Zusammenfassung und Überprüfung der Zielkonformität	272
2. Die Bereitstellungsplanung von Instandhaltungsmaterial	274
2.1. Problemstellung	274

2.1.1. Charakterisierung des Bedarfs an Instandhaltungsmaterial hinsichtlich der Bereitstellungsplanung	274
2.1.2. Forderungen an die Materialbereitstellungsplanung	276
2.1.3. Die Zielsetzung und das Dilemma der Bereitstellungsplanung von Instandhaltungsmaterial	277
2.2. Modelle zur Materialbereitstellungsplanung	277
2.2.1. Allgemeines	277
2.2.2. Zielfunktion	278
2.2.3. Die Teilsysteme der Materialwirtschaft	279
2.3. Die Integration der Instandhaltungsmaterial-Bereitstellungsplanung in die herkömmlichen Modelle zur Materialbereitstellungsplanung	280
2.3.1. Die ABC-Klassifikation des Instandhaltungsmaterials als Instrument zur Aufspaltung in verbrauchs- und bedarfsgesteuerte Bereitstellungsplanung	281
2.3.2. Die Materialbedarfsermittlung zur Bedarfssteuerung	282
2.3.2.1. Problemstellung	282
2.3.2.2. Die Berücksichtigung des vorzeitigen Anfalls geplanten Materialbedarfs infolge vorzeitigen Ausfalls	283
2.3.2.3. Die Prognose von Materialbedarf durch Ausfall infolge Basisstrategie	285
2.3.2.4. Ermittlung des Gesamtbedarfs	288
2.3.3. Die Instandhaltungsmaterialdatei und der Gesamtablauf	289
2.4. Zusammenfassung	291
VII. <u>Datenorganisation und Integration</u>	292
1. Der integrierte Ablauf der Planungs- und Steuerungsprogramme sowie der Erfassungs- und Auswertungsprogramme des konzipierten Instandhaltungssystems	292
2. Organisation der Datenerfassung	294
2.1. Forderungen	294

2.2. Eingabesätze	295
2.2.1. Der Ausfallsatz	295
2.2.2. Der Rückmeldesatz	296
2.3. Das Erfassungssystem	296
2.3.1. Das Off-line System	297
2.3.2. Das On-line System	298
3. Organisation der integrierten Datenspeicherung	299
3.1. Forderungen	299
3.2. Aufbau der Instandhaltungs-Datenbank	300
VIII. <u>Schluß</u>	302
1. Zusammenfassung und Ausblick	302
2. Literaturverzeichnis	307
2.0. Verwendete Abkürzungen	307
2.1. Selbständige Schriften	307
2.2. Aufsätze in Zeitschriften und Sammelwerken	314