

Fortschritte der Fertigung auf Werkzeugmaschinen 3

Optimierung des Fertigungssystems Werkzeugmaschine

von Prof. Dr.-Ing. Günter Spur

unter Mitwirkung von
Dipl.-Ing. K. Feldmann, Dr.-Ing. H. Fischer,
Dipl.-Ing. F. Fricke, Dr.-Ing. J. Herrmann,
Dr.-Ing. J. Milberg und Dr.-Ing. G. Pritschow

Mit 271 Bildern und 3 Tabellen



Carl Hanser Verlag, München 1972

Inhalt

Vorwort	5
Verwendete Kurzzeichen	11
Abkürzungen	15
1. Einleitung	17
2. Systembegriff	19
3. Systemtechnik	22
4. Analyse des Fertigungssystems Werkzeugmaschine	28
4.1 Grundlagen	28
4.2 Operanden	33
4.3 Untersysteme	37
4.4 Bestimmungsparameter	39
5. Bewertung des Fertigungssystems Werkzeugmaschine	42
5.1 Aufbau eines Bewertungsmodells	42
5.2 Bewertung vom produktionstechnischen Standpunkt	46
5.3 Bewertung vom betriebswirtschaftlichen Standpunkt	53
6. Störkomplexe des Fertigungssystems Werkzeugmaschine	57
6.1 Allgemeines	57
6.2 Statische Verformungen	59
6.2.1 Grundlagen und Ursachen	59
6.2.2 Auswirkungen statischer Verformungen	62
6.2.3 Verbesserung des statischen Verhaltens	66
6.3 Dynamische Verformungen	74
6.3.1 Grundlagen und Ursachen	74
6.3.2 Auswirkungen dynamischer Verformungen	89
6.3.3 Verbesserung des dynamischen Verhaltens	93

6.4	Thermische Verformungen	101
6.4.1	Grundlagen und Ursachen	101
6.4.2	Auswirkungen thermischer Verformungen	114
6.4.3	Verbesserung des thermischen Verhaltens	122
6.5	Eigenspannungen	128
6.5.1	Grundlagen und Ursachen	128
6.5.2	Auswirkungen von Eigenspannungen	129
6.5.3	Verminderung von Eigenspannungen	131
6.6	Verschleiß	132
6.6.1	Grundlagen und Ursachen	132
6.6.2	Auswirkungen des Verschleißes	145
6.6.3	Verbesserung des Verschleißverhaltens	148
6.7	Fertigungsbedingte geometrische Fehler	155
6.7.1	Grundlagen und Ursachen	155
6.7.2	Auswirkungen geometrischer Fehler	159
6.7.3	Verbesserung geometrischer Fehler	162
7.	Optimierung des Fertigungssystems Werkzeugmaschine	164
7.1	Grundlagen zur Optimierung	164
7.2	Optimierung in der Konstruktionsphase	172
7.2.1	Analyse des Konstruktionsablaufes	172
7.2.1.1	Deutung von Konstruktionsvorgängen	172
7.2.1.2	Konstruktionsart	174
7.2.1.3	Konstruktionsphasen	175
7.2.1.4	Produktart	177
7.2.2	Entscheidungshilfen bei der Formulierung der Anforderungsliste	178
7.2.2.1	Aufbau eines Informationssystems	178
7.2.2.2	Werkstückbezogene Anforderungen an den Arbeitsraum	181
7.2.2.3	Maschinenbezogene Anforderungen an den Arbeitsraum	184
7.2.2.4	Systembezogene Anforderungen an den Arbeitsraum	185
7.2.3	Systematische Lösungsfindung in der Konstruktion	186
7.2.3.1	Bestimmung des Lösungsfeldes	186
7.2.3.2	Gliederung der Gesamtfunktion Wirkpaaränderung	190
7.2.3.3	Lösungsfeld für den Einsatz von Werkzeugmagazinen	193
7.2.3.4	Lösungsfeld der Mehrfach-Werkzeugträger	196
7.2.3.5	Lösungsfeld der Schlittenführungen	201
7.2.4	Bewertungsmodell für den Arbeitsraum von Drehmaschinen	205
7.2.4.1	Vorgehensweise	205
7.2.4.2	Werkstückbezogene Wertfunktionen	207

7.2.4.3	Maschinenbezogene Wertfunktionen	211
7.2.4.4	Systembezogene Wertfunktionen	213
7.2.4.5	Bewertungsbeispiel	215
7.3	Programmoptimierung von Werkzeugmaschinen	219
7.3.1	Allgemeines	219
7.3.2	Voraussetzungen zur Programmoptimierung	222
7.3.2.1	Anforderungen an die Datenkartei	222
7.3.2.2	Aufbau einer Datenkartei	222
7.3.2.3	Werkzeugmaschinenkartei	223
7.3.2.4	Spannmittelkartei	226
7.3.2.5	Werkzeugkartei	228
7.3.2.6	Werkstoffkartei	228
7.3.2.7	Anforderungen an das Werkstückbeschreibungssystem	231
7.3.2.8	Entwicklungsstand der Werkstückbeschreibungssysteme	232
7.3.3	Modelle zur Programmoptimierung	235
7.3.3.1	Allgemeines	235
7.3.3.2	Methoden für die Programmierung von Fertigungssystemen	236
7.3.3.3	Grundlagen für die Erstellung von Zielfunktionen	239
7.3.3.4	Aufbau des Modells	244
7.3.3.5	Bestimmung der Werkzeugmaschinen	247
7.3.3.6	Bestimmung der Spannmittel	249
7.3.3.7	Bestimmung von Arbeitsablauf und Werkzeugen	253
7.3.3.8	Bestimmung von Werkzeugwegen	260
7.3.3.9	Bestimmung der Schnittwerte	267
7.4	Prozeßoptimierung von Werkzeugmaschinen	278
7.4.1	Einführung	278
7.4.2	Begriffsbestimmungen	281
7.4.3	Prozeßkenngrößen und deren Erfassung	285
7.4.3.1	Überblick	285
7.4.3.2	Zerspankraftkomponenten	286
7.4.3.3	Temperaturmeßgrößen	287
7.4.3.4	Verschleißmeßgrößen	288
7.4.3.5	Schwingungen	291
7.4.3.6	Werkstückgeometrie	292
7.4.4	Technologische ACC-Systeme (Grenzregelung)	295
7.4.4.1	Grundlagen der ACC-Regelung	295
7.4.4.2	ACC-System TORNETIC	301
7.4.4.3	ACC-System CINCINNATI MILACRON	301

7.4.4.4	ACC-System SIEMENS/GILDEMEISTER	305
7.4.4.5	ACC-System ACEMA	305
7.4.4.6	ACC-System AEG/BOEHRINGER	308
7.4.4.7	ACC-System AEG/PITTLER	310
7.4.4.8	ACC-System BENDIX	311
7.4.4.9	ACC-System GENERAL ELECTRIC	312
7.4.5	Technologische ACO-Systeme (Optimierregelungen)	313
7.4.5.1	Grundlagen der ACO-Regelung	313
7.4.5.2	ACO-System BENDIX	316
7.4.5.3	ACO-System SHAW/GALL	320
7.4.6	Geometrische AC-Systeme	321
7.4.7	Prozeßoptimierung in Verbindung mit DNC-Systemen	327
	Schrifttum	337
	Autorenregister	347
	Sachverzeichnis	348