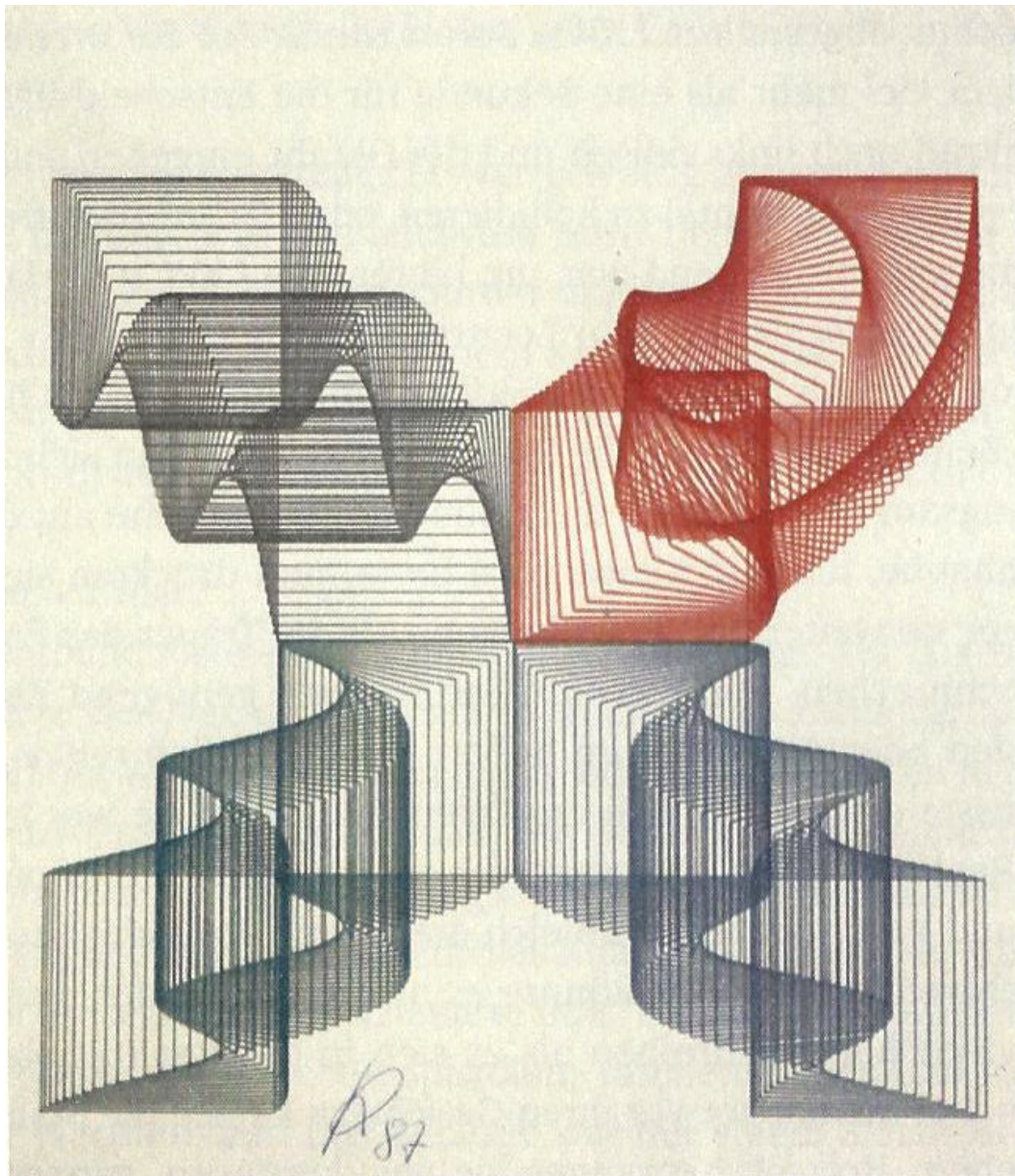


Knut Großmann

Die Entwicklung spanender Werkzeugmaschinen

Teil 2



Vorwort

Teil 2 enthält die Kapitel 3 – 6 des Fachbuches. Wie bereits in der Einführung zu Teil 1 erwähnt, sind diese Kapitel vom Autor nicht vollständig fertiggestellt worden. Es sind Passagen vorhanden, in denen führender Text zu Bildern hilfreich wäre. Allerdings sind viele Bilder von solcher Aussagekraft, dass auch ohne erklärenden Text ein Verständnis möglich ist.

Von großem Nutzen für die Ausbildung sind die Beispiele und Aufgaben, die in den Kapiteln 5 und 6 mit den Lösungen enthalten sind. Sie geben einen Einblick in die Dimensionierung wesentlicher Baugruppen der Werkzeugmaschine.

Berlin, Februar 2017

Dr. Konrad Voge

Titelblatt

Entwicklung II

Plotter 1987

Knut Großmann

Vorwort

3.	Bearbeitungsaufgabe.....	6
3.1.	Prozess und Werkzeug	6
3.2.	Werkstück	6
3.3.	Arbeitsraum.....	6
3.4.	Analyse und Bewertung	7
4.	Anforderungen an die Hauptbaugruppen -Zusammenstellung der Abhängigkeiten.....	9
4.1.	Produktivität und Genauigkeit.....	10
4.2.	Konsequenzen für die Hauptkomponenten spanender Werkzeugmaschinen	14
5.	Hauptantrieb und Hauptspindel.....	19
5.1.	Anforderungen	19
5.2.	Baugruppen und Auslegung	20
5.2.1.	Elektromotor.....	20
5.2.2.	Getriebe	23
5.2.3.	Hauptspindel	30
5.2.4.	Lagerung.....	38
5.3.	Analyse und Bewertung	51
5.3.1.	Beispiel: Aktiv magnetisch gelagerte Hauptspindel	51
5.3.2.	Beispiele für Prüfungsaufgaben	62
5.3.2.1.	Merkmale von Hauptspindeln	62
5.3.2.2.	Anpassung der Arbeitspunkte des Hauptantriebs an den Drehprozess ...	64
5.3.2.3.	Hauptantrieb einer Großdrehmaschine	68
5.3.2.4.	Hauptantrieb einer Drehmaschine	70
5.3.2.5.	Hauptantrieb einer Fräsmaschine.....	71
5.3.2.6.	Hauptantrieb einer CNC-Fräsmaschine.....	75
5.3.2.7.	Radiale Steifigkeit einer Hauptspindel	76
5.3.2.8.	Optimaler Lagerabstand.....	79
5.3.2.9.	Steifigkeit an Spindelstock und Hauptspindel einer Fräsmaschine	81
5.3.2.10.	Eigenfrequenzen an einer Hauptspindel	83

6.	Vorschubantriebe und Bewegungssysteme	87
6.1.	Anforderungen	88
6.2.	Baugruppen und Auslegung	88
6.2.1.	Regelung.....	89
6.2.2.	Messsystem	94
6.2.3.	Antrieb.....	96
6.2.4.	Mechanik.....	99
6.2.4.1.	Kugelgewindetrieb.....	100
6.2.4.2.	Ritzel-Zahnstange	112
6.2.4.3.	Ausführungsvarianten im Vergleich	115
6.2.5.	Führung.....	122
6.2.5.1.	Gleitführungen.....	122
6.2.5.2.	Wälzführungen	126
6.2.5.3.	Vergleich von Gleit- und Wälzführungen	141
6.2.6.	Abdeckung	144
6.3.	Analyse und Bewertung	146
6.3.1.	Beispiel: Vorschubachse mit KGT in Einzelachse – Achsverbund – Maschine 146	
6.3.2.	Beispiel: Vorschubachse mit Lineardirektantrieb und Impulskompensation ..	152
6.3.2.1.	Modellfindung.....	152
6.3.2.2.	Modellqualität	162
6.3.3.	Beispiele für Prüfungsaufgaben	165
6.3.3.1.	Vorschubantrieb einer Fräsmaschine	165
6.3.3.2.	Wegmessung an Vorschubachsen	167
6.3.3.3.	Regelung von Vorschubachsen.....	168
6.3.3.4.	Schlittenantrieb einer CNC-Drehmaschine	169
6.3.3.5.	Genauigkeit der Schlitten-Positionierung	173
6.3.3.6.	Dynamische Belastung der Schlittenführung	175
6.3.3.7.	Schlittenführung eines Bearbeitungszentrums	177

6.3.3.8.	Nominelle Lebensdauer einer Profilschienenführung	179
6.3.3.9.	Führung an einer Vertikal-Fräsmaschine.....	181
6.3.3.10.	Hydrostatische Führung.....	183
7.	Abürzungen	185
8.	Herstellerverzeichnis	186
9.	Literaturverzeichnis.....	187

7. Abürzungen

EHD	Elastohydrodynamischer Wälzkontakt
FFT	Schnelle Fourier Transformation
IIR	Butterworth-Filter
KGT	Kugelgewindetrieb
KPSF	Kugel-Profileschienenführung
PSF	Profilschienenführung
PT1-Glied	Übertragungsglied in der Regelungstechnik
RPSF	Rollen- Profilschienenführung
TCP	Tool Center Point
WZM	Werkzeugmaschine

8. Herstellerverzeichnis

Axomat GmbH

Siedlung 25
01819 Bad Gottleuba-Berggießhübel

FAG Schaeffler Technologies GmbH&CO.KG

Georg-Schäfer-Str 30
97421 Schweinfurt

HAIDENHAIN

Dr. Johannes Haidenhain GmbH
Dr. Johannes Haidenhain-Str. 5
83301 Traunrent

IABG

Einsteinstr. 20
85521 Ottobrunn

INA

Schaeffler Technologies GmbH&CO.KG
Industriestr. 1-3
91074 Herzogenaurach

SKF Svenska Kugellagerfabriken

SKF Economos Deutschland GmbH
Robert-Bosch-Str. 11
74321 Bietigheim-Bissingen

9. Literaturverzeichnis

- [1] „Wikipedia,“ 24 Oktober 2016. [Online]. Available: <https://de.wikipedia.org/wiki/Produktivität>. [Zugriff am 19 Dezember 2016].
- [2] M. Weck und K. Teipel, *Dynamisches Verhalten spanender Werkzeugmaschinen*, Berlin Heidelberg New York: Springer, 1977.
- [3] F. S. Gruppe, *Schmierung von Wälzlagern*, Firmenschrift.
- [4] F. S. Gruppe, *Hochgenauigkeitslager*, Firmenschrift.
- [5] H. Rudolph, *Ein Beitrag zur Analyse der nichtlinearen Systemdynamik in der Entwurfsphase von Werkzeugmaschinen*, TU Dresden, 2012.
- [6] O. Kienzle, „Spezifische Schnittkräfte bei der Metallbearbeitung,“ *Werkstofftechnik und Maschinenbau Band 47*, pp. 224-225, 1957.
- [7] R. v. d. W. N. O. J. H. Faasen, „Prediction of regenerative Chatter by Modelling and Analysis of High-Speed Milling,“ *International Journal of Machine Tools & Manufacture* , 43, pp. 1437-1446, 2003.
- [8] H. Arndt, „Auslegung und Bewertung von Vorschubantrieben mit Spindel-Mutter-Systemen,“ Dissertation, Tu Dresden, Schriftenreihe des Lehrstuhls für Werkzeugmaschinen, 2000.
- [9] L. Neidhardt, „Wälzkontaktbezogene Lebensdauer von Profilschienenführungen - Bewertung der experimentellen Ermittlung des Lebensdauererkennwertes,“ Dissertation TU Dresden, Schriftenreihe des Lehrstuhls für Werkzeugmaschinen, 2013.
- [10] M. Weck, „Vergleich von Werkzeugmaschinen,“ 2003.
- [11] M. Weck, *Werkzeugmaschinen und Fertigungssysteme 2 -Konstruktion und Berechnung*, Berlin Heidelberg New York: Springer, 1997.
- [12] J. Müller, „Vergleichende Untersuchung von Methoden zur Verringerung der Gestellanregung durch lineargetriebene Werkzeugmaschinenachsen,“ Dissertation TU Dresden, Schriftenreihe des Lehrstuhls für Werkzeugmaschinen, 2009.