

BERICHTE AUS DEM  
INSTITUT FÜR  
FERTIGUNGSTECHNIK  
UND SPANENDE  
WERKZEUGMASCHINEN  
UNIVERSITÄT HANNOVER



PRODUKTIONSTECHNIK

Dipl.-Ing. Udo Wasmann, Hannover

# **Versuchsgestützte Modellierung von Werk- zeugmaschinen auf der Grundlage statischer Nachgiebigkeiten**

Fortschritt-Berichte VDI  
Reihe **1**: Konstruktionstechnik/  
Maschinenelemente

Nr. **263**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Stand des Wissens</b>	<b>3</b>
2.1	Mechanisches Modell einer Werkzeugmaschine . . . . .	3
2.2	Anpassung des Modells durch Meßdaten . . . . .	6
2.3	Experimentelle Bestimmung und Beeinflussung des Strukturverhaltens . . .	10
<b>3</b>	<b>Problemstellung und Zielsetzung</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Identifikation des statischen und dynamischen Verhaltens</b>	<b>14</b>
4.1	Nichtparametrisches Systemmodell . . . . .	15
4.2	Direkte Messung der statischen Nachgiebigkeit . . . . .	16
4.3	Messung von Nachgiebigkeitsfrequenzgängen . . . . .	19
4.3.1	Optimale Übertragungsfunktion und Fehlerabschätzung . . . . .	20
4.3.2	Praktische Durchführung der Schätzung . . . . .	25
4.4	Quasistatisches Verfahren zu Bestimmung der Nachgiebigkeit . . . . .	27
4.5	Parametrisches Systemmodell . . . . .	34
<b>5</b>	<b>Verformungsanalyse</b>	<b>40</b>
5.1	Kinematik der Verschiebungen . . . . .	41
5.2	Approximation des Verschiebungsfeldes . . . . .	46
5.3	Bestimmung der Verschiebungsarten . . . . .	52
5.4	Durchführung der Analyse an einer realen Maschinenstruktur . . . . .	56
<b>6</b>	<b>Korrektur des Rechenmodells</b>	<b>62</b>
6.1	Quellen von Unsicherheiten bei der Modellierung von Werkzeugmaschinenstrukturen . . . . .	63

---

6.2	Vorwärtsmodell und inverses Fehlermodell . . . . .	64
6.3	Unsicherheiten der Korrekturparameter . . . . .	72
6.3.1	Einfluß der Wichtung und der Parameterzahl . . . . .	73
6.3.2	Parameterempfindlichkeit der Zielfunktion . . . . .	74
6.3.3	Auswirkung der Meßstellenwahl . . . . .	76
6.4	Lokalisierung der Modellfehler . . . . .	79
<b>7</b>	<b>Anwendungen</b>	<b>82</b>
7.1	Rechentechnische Behandlung des Anpassungsproblems . . . . .	82
7.2	Bestimmung der Steifigkeitseigenschaften einer Bearbeitungsvorrichtung . .	85
7.2.1	Modellierung der Vorrichtung . . . . .	86
7.2.2	Anpassung des FE-Modells . . . . .	87
7.3	Nutzung der Identifikationsergebnisse . . . . .	89
7.3.1	Einfluß der Koppelstellen auf die Nachgiebigkeit an der Wirkstelle .	89
7.3.2	Optimale Auslegung einer Komponente . . . . .	90
7.4	Bestimmung der Steifigkeitseigenschaften einer Konsolfräsmaschine . . . .	91
7.4.1	Modellierung der Maschinenstruktur . . . . .	91
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>109</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>111</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>114</b>