

Finite Elemente Simulation von Zerspanvorgängen mit geometrisch bestimmter Schneide

Vom Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
der Technischen Universität Kaiserslautern
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)
genehmigte Dissertation

vorgelegt von
Diplom-Ingenieurin Simone Hövel
aus Straubing

Tag der mündlichen Prüfung: 18. Dezember 2007

Promotionskommission:

- Vorsitzende: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Julia Mergheim
1. Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. Jan C. Aurich
2. Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Haberland

Kaiserslautern 2007

Inhaltsverzeichnis

English Summary	III
Nomenklatur.....	V
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik	2
2.1 Zerspanung.....	2
2.1.1 Zerspanprozess und Spanbildung	2
2.1.2 Einfluss der Parameter auf die Spanbildung.....	4
2.1.3 Schwingungen im Zerspanprozess.....	6
2.2 Finite Elemente (FE) Simulation der Spanbildung	8
2.2.1 Einsatzmöglichkeiten und Anwender	9
2.2.2 Materialmodelle.....	12
2.2.3 Reibmodelle.....	15
2.2.4 Materialauftrennung.....	17
2.2.5 Berücksichtigung der Prozessdynamik.....	19
3 Zielsetzung und Aufgabenstellung	23
3.1 Ziele und Aufgaben.....	23
3.2 Aufbau der Arbeit	23
4 Experimentelle Untersuchungen	26
4.1 Versuchssystematik	26
4.2 Drehbearbeitung.....	28
4.2.1 Messtechnische Untersuchung des Außenlängsdrehens	29
4.2.2 Schwingungsuntersuchung.....	30
4.3 Fräsbearbeitung.....	32
4.4 Versuchsergebnisse.....	35
4.4.1 Drehen.....	35
4.4.2 Fräsen.....	40

5	FE-Simulation des Außenlängsdrehens	45
5.1	Simulation des Außenlängsdrehens als stetigen Zerspanungsvorgang	45
5.1.1	Modellaufbau	46
5.1.2	Gegenüberstellung von Berechnung und Versuchsergebnissen	50
5.1.3	Bewertung signifikanter Eingabeparameter	54
5.2	Simulation des Drehens unter Berücksichtigung der reduzierten Maschineneigenschaften in der Prozessumgebung	62
5.2.1	Volumenmodelle der beteiligten Maschinen- und Werkstückkomponenten	64
5.2.2	Ableiten diskretisierter Ersatzmodelle	70
5.2.3	Kopplung der reduzierten Strukturmodelle mit der Zerspannsimulation	79
5.2.4	Vergleich und Bewertung der gekoppelten FE-Simulation	81
6	Übertragbarkeit der FE-Modellierung auf weitere spanende Fertigungsverfahren	89
6.1	Simulation des Stirn-Umfangsfräsens	89
6.1.1	Modellaufbau und Geometrie	89
6.1.2	Randbedingungen	90
6.2	Verifizierung der Berechnungsergebnisse	92
7	Vorgehensweise und Bewertung der FE-Simulation der Spanbildung	102
8	Zusammenfassung	104
9	Literaturverzeichnis	107
10	Anhang	121
10.1	Schwingformen der berechneten Volumen- und Ersatzmodelle	121
10.2	Ergebnisse der Berechnung des Stirn-Umfangsfräsens	126