

Pia Jacobi

**Frequenzgangkopplung zur  
Stabilitätskartenberechnung für  
die simulationsgestützte Auslegung  
von stabilen Fräsprozessen**

Schriftenreihe Virtual Machining  
Hrsg.: Petra Wiederkehr



# Kurzfassung

Durch die kürzeren Entwicklungszyklen und die steigende Variantenvielfalt steht die Prozessauslegung in der Automobilindustrie unter einem hohen Zeitdruck. Die heute übliche versuchsbasierte Auslegung und Absicherung von Prozessen ist dabei nicht immer zielführend, da die Verfügbarkeit der benötigten Komponenten nicht immer gegeben ist und die Übertragbarkeit der ermittelten Prozessparameter auf die spätere Großserienfertigung nicht garantiert wird. Deshalb kommen zunehmend simulationsbasierte Verfahren zum Einsatz. Eine Herausforderung in der zerspanenden Großserienfertigung ist das Vermeiden von qualitätsmindernden Schwingungen. Die Basis für die Untersuchungen zur Prozessstabilität bilden in dieser Dissertation simulativ bestimmte Stabilitätskarten, die in Abhängigkeit von den Prozessparametern Drehzahl und Zustellung die stabilen und ratternden Bereiche beschreiben. Das für die Simulation der Fräsprozesse eingesetzte Programm ist eine an der Technischen Universität Dortmund entwickelte geometrisch-physikalische Prozesssimulation. Die Simulation bestimmt die Zerspankräfte und die dadurch angeregten Werkzeugbewegungen als Basis für eine Stabilitätsberechnung des betrachteten Prozesses.

Für die Simulation werden verschiedene Eingangsdaten benötigt. Einige dieser Daten liegen vor (z.B. die Werkzeuggeometrie), andere lassen sich mit kommerziellen Simulationsprogrammen ermitteln (z.B. die Trajektorie des Werkzeugs). Experimentell sehr aufwendig und simulativ schwierig aufgrund der für einen Maschinennutzer nicht verfügbaren Daten einer Maschine ist die Bestimmung der Nachgiebigkeitsfrequenzgänge. In dieser Arbeit wird die Methode der Frequenzgangkopplung, mit der die Nachgiebigkeitsfrequenzgänge komplexer Systeme einfach und flexibel ermittelt werden können, analysiert. In der Anwendung wird dabei ein an der Maschine einmalig gemessener Frequenzgang mit dem für jedes zu untersuchende Werkzeug berechneten Frequenzgang mathematisch gekoppelt. Dadurch können die Probleme einer unzureichenden Maschinen- und Werkzeugverfügbarkeit für Messungen während der Prozessauslegung umgangen werden. Die Analyse umfasst dabei die Wahl der richtigen Koppelstelle, die Sensitivitätsbetrachtung der Messungen und Berechnungen sowie die Erweiterung der Methode auf die Frequenzgangkopplung von Bauteil und Vorrichtung. Für die simulative Ermittlung der Stabilitätskarten werden neben den Nachgiebigkeitsfrequenzgängen weitere Eingangsdaten benötigt. Daher wird auch eine Sensitivitätsanalyse bei der Ermittlung der Stabilitätskarten durchgeführt. Die Ergebnisse werden zusammengeführt und darauf basierend eine neuartige Stabilitätskarte für einen anwendungsnahen Fräsprozess erstellt, in der das Wissen und die zugehörige Ungenauigkeit zusammengefasst sind. Anhand von Stabilitätskarten können Werkzeuge und stationäre Prozesse schnell und einfach bewertet werden. Jedoch schließt die Vorgehensweise die direkte Betrachtung von Prozessen mit variierendem Zeitspanvolumen, wie sie in der automobilen Komponentenfertigung die Regel sind, aus. Daher werden die Anwendungsmöglichkeiten der Stabilitätskarten für den Übergang zwischen zwei definierten (z.B. zwei stabilen) Zuständen analysiert.