

Zusammenfassung:

Bei modernen Fräsmaschinen wird die werkzeugtragende Hauptspindel meist direkt angetrieben. Das heißt, die Drehbewegung eines Elektromotors wird nicht klassisch über Antriebsselemente wie Zahnräder oder Riemen auf das Werkzeug übertragen. Vielmehr wird der Motor in die Hauptspindel integriert und zwischen die Lagerungen auf die Hauptspindelwelle montiert. Diese wird damit zu einer Motorspindel – einer kompakten Bearbeitungseinheit – die Zerspanprozesse mit hoher Leistung und bei hohen Drehzahlen effizient ausführen kann. Steigende Anforderungen hinsichtlich der Bearbeitung festerer, schwer zerspanbarer Werkstoffe und dem steten Ziel der Produktivitätssteigerung bei gleichzeitig steigenden Qualitätsanforderungen können aber auch diese Systeme an ihre Grenzen führen. Dies geschieht dann, wenn insbesondere beim Fräsen mit hohen Drehzahlen unerwünschte Schwingungen auftreten, die sich vom Werkzeug auf das Werkstück übertragen. Dies führt zu einem erhöhten Werkzeugverschleiß bis hin zum Werkzeugbruch sowie zu einer erhöhten Ausschussquote. Eine Methode, um diese Effekte zu vermeiden sind aktive Schwingungsdämpfer. Eine Integration solcher zusätzlichen Aktoren in die kompakten Spindel-einheiten führt allerdings zur Verschlechterung der Gesamteigenschaften der Motorspindeln. Aufwand und Nutzen stehen dabei in einem ungünstigen Verhältnis, sodass sich derartige Lösungen in der Praxis nicht durchsetzen konnten. Der neuartige Ansatz dieses Forschungsprojektes besteht darin, den bereits in die Spindel integrierten Motor zu nutzen, um nicht nur die Drehbewegung zu erzeugen, sondern darüber hinaus auch unerwünschte Schwingungen auszugleichen. Das dies prinzipiell möglich ist, konnte in Grundlagenprojekten bereits gezeigt werden. Hier sollen diese Erkenntnisse nun erstmals auf ein innovatives Antriebskonzept für Motorspindeln übertragen werden. Um dabei den speziellen Herausforderungen im Umfeld einer automatisierten, hochtourig geführten Fräsbearbeitung gerecht zu werden, müssen Lösungen für die optimale, elektrische Verschaltung der Antriebsselemente, hochfrequent getaktete Komponenten der Leistungselektronik, integrierte Sensorlösungen zur Erfassung von Schwingbewegungen und Simulationsmodelle zur Auslegung und effizienten Ansteuerung der Aktivkomponenten entwickelt werden. Mit dem funktional erweiterten Antriebssystem von Motorspindeln können zukünftig Zerspanprozesse in Leistungsbereichen geführt werden, die heute nicht oder nur eingeschränkt möglich sind. Dies ermöglicht es, das Leistungspotential von Motorspindeln optimal auszunutzen und diese damit energieeffizienter zu betreiben. Darüber hinaus wird durch Verringerung von Werkzeugverschleiß und Ausschussquoten auch die Ressourceneffizienz der spanenden Fertigung erhöht.