

Vorwort

zum Kompendium „Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme“

Werkzeugmaschinen zählen zu den bedeutendsten Produktionsmitteln der metallverarbeitenden Industrie. Ohne die Entwicklung dieser Maschinengattung wäre der heutige hohe Lebensstandard der Industrienationen nicht denkbar. Die Bundesrepublik Deutschland nimmt bei der Werkzeugmaschinenproduktion eine führende Stellung in der Welt ein. Innerhalb der Bundesrepublik Deutschland entfallen auf den Werkzeugmaschinenbau etwa 8% des Produktionsvolumens des gesamten Maschinenbaus; 8% der Beschäftigten des Maschinenbaus sind im Werkzeugmaschinenbau tätig.

So vielfältig wie das Einsatzgebiet der Werkzeugmaschinen ist auch ihre konstruktive Gestalt und ihr Automatisierungsgrad. Entsprechend den technologischen Verfahren reicht das weitgespannte Feld von den urformenden und umformenden über die trennenden Werkzeugmaschinen (wie spanende und abtragende Werkzeugmaschinen) bis hin zu den Fügemaschinen. In Abhängigkeit von den zu bearbeitenden Werkstücken und Losgrößen haben diese Maschinen einen unterschiedlichen Automatisierungsgrad mit einer mehr oder weniger großen Flexibilität. So werden Einzweck- und Sonderwerkzeugmaschinen ebenso wie Universalmaschinen mit umfangreichen Einsatzmöglichkeiten auf dem Markt angeboten. Auf Grund der gestiegenen Leistungs- und Genauigkeitsanforderungen hat der Konstrukteur dieser Maschinen eine optimale Auslegung der einzelnen Maschinenkomponenten sicherzustellen. Hierzu benötigt er umfassende Kenntnisse über die Zusammenhänge der physikalischen Eigenschaften der Bauteile und der Maschinenelemente.

Eine umfangreiche Programmbibliothek versetzt den Konstrukteur heute in die Lage, die Auslegungen rechnerunterstützt vorzunehmen. Messtechnische Analysen und objektive Beurteilungsverfahren eröffnen die Möglichkeit, die leistungs- und genauigkeitsbestimmenden Kriterien, wie die geometrischen, kinematischen, statischen, dynamischen, thermischen und akustischen Eigenschaften der Maschine zu erfassen und nötige Verbesserungen gezielt einzuleiten.

Die stetige Tendenz zur Automatisierung der Werkzeugmaschinen hat zu einem breiten Fächer von Steuerungsalternativen geführt. In den letzten Jahren nahm die Entwicklung der Elektrotechnik/Elektronik sowie der Softwaretechnologie entscheidenden Einfluss auf die Maschinensteuerungen. Mikroprozessoren und Prozessrechner ermöglichen steuerungstechnische Lösungen, die vorher nicht denkbar waren. Die Mechanisierungs- und Automatisierungsbestrebungen beziehen auch

den Materialtransport und die Maschinenbeschickung mit ein. Die Überlegungen auf diesem Gebiet führten in der Massenproduktion zu Transferstraßen und in der Klein- und Mittelserienfertigung zu flexiblen Fertigungszellen und -systemen.

Die in dieser Buchreihe erschienenen fünf Bände zum Thema „Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme“ wenden sich sowohl an die Studierenden der Fachrichtung „Fertigungstechnik“ als auch an alle Fachleute aus der Praxis, die sich in die immer komplexer werdende Materie dieses Maschinenbauzweiges einarbeiten müssen.

Außerdem verfolgen diese Bände das Ziel, dem Anwender bei der Auswahl der geeigneten Maschinen einschließlich der Steuerungen zu helfen. Dem Maschinenhersteller werden Wege für eine optimale Auslegung der Maschinenbauteile, der Antriebe und der Steuerungen sowie Möglichkeiten zur gezielten Verbesserung auf Grund messtechnischer Analysen und objektiver Beurteilungsverfahren aufgezeigt. Der Inhalt des Gesamtwerkes lehnt sich eng an die Vorlesung „Werkzeugmaschinen“ an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen an und ist wie folgt gegliedert:

- Band 1: Maschinenarten, Bauformen und Anwendungsbereiche,
- Band 2: Konstruktion und Berechnung,
- Band 3: Mechatronische Antriebe und Prozessdiagnose,
- Band 4: Steuerungstechnik von Maschinen und Anlagen,
- Band 5: Messtechnische Untersuchung und Beurteilung, dynamische Stabilität.

Aachen, im November 2005

Manfred Weck, Christian Brecher

Vorwort zum Band 5

Für die Qualitätskontrolle von Werkzeugmaschinen und für die Abnahme von Maschinen bei der Übernahme durch den Maschinenanwender ist man bestrebt, alle wichtigen Eigenschaften von Werkzeugmaschinen zu beschreiben und zu bewerten. Dazu sind objektive Verfahren zur Erfassung und Darstellung entsprechender Messwerte erforderlich.

Die Problematik liegt darin, dass praktisch alle Maschineneigenschaften von einer Vielzahl systematischer und zufälliger Größen beeinflusst werden. Um zu einer gerechten Maschinenbeurteilung zu kommen, muss man deshalb die Einzeleinflüsse erkennen und für die vergleichende Maschinenbeurteilung konstant halten.

Ausgehend von der Definition der Eigenschaften, die die Arbeitsgenauigkeit, die Leistungsfähigkeit, das Umweltverhalten und die Zuverlässigkeit der Maschinen bestimmen, werden in diesem Band die grundlegenden Zusammenhänge dargestellt, die wesentlichen Einflussparameter diskutiert und der heutige Stand der Messtechnik aufgezeigt.

Dabei wird jeweils darauf eingegangen, inwieweit die Prüfung der entsprechenden Eigenschaften in Richtlinien oder Normen festgelegt ist. Darüber hinaus werden in Verbindung mit der zur Erfassung der Maschineneigenschaften benutzten Messtechnik Vorgehensweisen beschrieben, die es erlauben, die Schwachstellen der Maschinen hinsichtlich der einzelnen Eigenschaften zu erkennen, um ziel-sicher Verbesserungsmaßnahmen ergreifen zu können.

Der Inhalt des vorliegenden Bandes gliedert sich wie folgt:

Nach einer kurzen Einleitung (Kapitel 1), die allgemein die Ziele und Methoden zur Erfassung von Maschinenkenngrößen umreißt, wird in Kapitel 2 ein Überblick über die zur Beurteilung von Werkzeugmaschinen erforderlichen Messgeräte gegeben. Die in den nachfolgenden Kapiteln beschriebenen Vorgehensweisen bei der Durchführung der Messungen greifen auf diese Darstellung zurück.

Einen bedeutenden Einfluss auf die Maßhaltigkeit der auf Werkzeugmaschinen hergestellten Werkstücke haben die Abweichungen der Ist-Relativbewegung (bzw. der Ist-Position) zwischen Werkzeug und Werkstück von der vorgegebenen Soll-Relativbewegung (bzw. Soll-Position). Die Vorgehensweise zur messtechnischen Erfassung dieser geometrischen und kinematischen Abweichungen wird in Kapitel 3 behandelt.

In Kapitel 4 wird auf die Messtechniken und Auswertemethoden zur Untersuchung der Maschinenverformungen unter statischen Belastungen (Werkstückgewichtskräfte und Prozesskräfte) eingegangen.

Kapitel 5 beschäftigt sich mit der Messung der geometrischen und kinematischen Maschinenabweichungen auf Grund thermischer Verformungseinflüsse. Das thermische Verhalten ist, insbesondere vor dem Hintergrund ständig steigender Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten sowie Achsbeschleunigungen und der damit verbundenen Wärmeeinbringung in die Maschinenstruktur, ein zunehmend wichtiger Faktor für die erzielbaren Genauigkeiten von Werkzeugmaschinen. Dieser Entwicklung wird durch Einführung neuer Messverfahren zur einfachen Erfassung thermoelastischer Strukturverformungen an Werkzeugmaschinen Rechnung getragen.

Schwingungserscheinungen an Werkzeugmaschinen hängen meist mit dem dynamischen Nachgiebigkeitsverhalten der Maschinenstruktur zusammen. Kapitel 6 behandelt diese Thematik. Im Einzelnen wird auf die Untersuchung des dynamischen Verhaltens, die theoretischen Grundlagen bei der Messung, die Zusammenhänge bei der Entstehung von Ratterschwingungen und die Möglichkeiten zur Verbesserung des dynamischen Maschinenverhaltens durch geeignete Wahl der Prozessparameter eingegangen.

Die messtechnische Erfassung und Beurteilung des kinematischen und dynamischen Verhaltens von Vorschubantrieben ist Gegenstand des Kapitels 7. Insbesondere werden Diagnosemöglichkeiten, die sich durch die Verwendung moderner Steuerungen ergeben, vorgestellt.

Das Geräuschverhalten von Werkzeugmaschinen (Kapitel 8) stellt ein sehr wichtiges Abnahmekriterium dar. Nach einer Einführung in die Grundbegriffe der Akustik werden Möglichkeiten zur Geräuschmessung, -beurteilung und -analyse aufgezeigt und die aktuellen Messrichtlinien dargestellt.

Das Kapitel 9 zeigt indirekte Wege zur Erfassung der geometrischen und kinematischen Maschinenmerkmale an Hand von Bearbeitungstests auf. Hier wird die Güte der Maschine durch die maßliche Bewertung von Werkstücken bestimmt. Es werden die Vorgehensweise bei und die Bedeutung von Fähigkeitsuntersuchungen zur Abnahme von Sondermaschinen erläutert sowie eine hierzu erarbeitete Richtlinie vorgestellt.

Kapitel 10 beschäftigt sich mit der indirekten Beurteilung des dynamischen Maschinenverhaltens durch Rattertests für vorgegebene Bearbeitungsaufgaben.

Die nunmehr siebte Auflage entstand unter Mitwirkung unserer Mitarbeiter, der Herren Dipl.-Ing. *Martin Esser*, Dipl.-Ing. *Lutz Schapp*, Dipl.-Ing. *Peter Hirsch*, Dipl.-Ing. *Severin Hannig*, M.Eng. *Sergio Macedo*, Dipl.-Ing. *Falco Paepenmüller* und Herrn *Michael Pfoser*.

Allen Beteiligten möchten wir für ihre große Einsatzbereitschaft sehr herzlich danken. Für die Koordination und Organisation der Überarbeitung zur siebten Auflage möchten wir Herrn Dipl.-Ing. *Martin Hork* besonders danken.

Den Firmen, die die bildlichen Darstellungen aufbereitet und für diesen Band zur Verfügung gestellt haben, möchten wir ebenso herzlich danken.

Werkzeugmaschinen 5

Messtechnische Untersuchung und Beurteilung,
dynamische Stabilität

Weck, M.

2006, XXVIII, 474 S. Mit Online-Extras., Softcover

ISBN: 978-3-642-38748-7