

Bewährte und neue Methoden der Werkzeugüberwachung

Die Werkzeugzustandskontrolle bzgl. Verschleiß und Bruch der Schneiden oder des kompletten Werkzeuges basiert in CNC-Drehmaschinen, Bearbeitungszentren, Rundtaktautomaten oder Transferstraßen oft auf der Auswertung der Wirkleistung der Antriebe vom Werkzeug oder Werkstück. Die Wirkleistungsmesswerte gewinnt man entweder durch Abgriff „interner Antriebsdaten“ vom Profibus der CNC-Steuerung oder über gesonderte Wirkleistungssensoren, die vorzugsweise aus der Messung der drei Phasenspannungen und der drei Phasenströme mit drei Hallsensoren bestehen. Die Messkurven werden in der Regel mit oberen und unteren Grenzwerten „in die Zange genommen“, um Veränderungen nach oben (Verschleiß, Bruch) oder unten (durch Bruch fehlendes bzw. verkürztes Werkzeug) automatisch feststellen zu können. Entweder sind die Grenzwerte über dem Vorschubweg konstant – dann sehen sie am Monitor wie gerade Linien aus – oder sie werden durch sog. Hüllkurven gebildet. Letzte-

re Methode erlaubt eine feinere Einstellung der Grenzwerte an beispielsweise über der Bohrtiefe unterschiedliche Messwerthöhen. So ist es beim Bohren mit Stufenbohrern besser, wenn die Grenze zum Ende der Bohrung höher liegt. Das kann nur eine Hüllkurve liefern, denn sie passt sich beim Einlernen an die unterschiedlichen Niveaus der Messkurve an. Wenn der Schwerpunkt auf der Erkennung von Schneidenausbrüchen liegt, kann das verschleißbedingte Ansteigen der Messkurven störend sein. In diesem Fall wird die Hüllkurve in die Betriebsart „Autolearn“ versetzt: Dann „wächst“ die Hüllkurve parallel zur Messkurvenhöhe, ihr Abstand zur Messkurve bleibt dadurch immer konstant. Dieses Verfahren erlaubt beispielsweise die Erkennung des Bruchs einzelner Bohrer in Mehrspindelbohrköpfen.

Neu: Automatische partielle Korrektur der Hüllkurvengrenzen

Kommt es zur Verletzung einer Hüllkurvengrenze, wird der Vor-

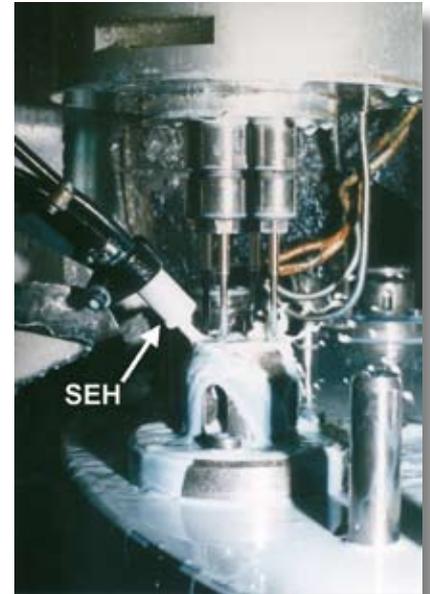


Bild 2: Körperschallmessung über einen Kühlschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter

schub des Werkzeuges in der Regel sofort gestoppt, um weiteren Schaden vom Werkzeug oder Werkstück abzuwenden. Im Fall eines falschen Alarms kann das ärgerlich sein. Bei wiederholtem falschem Alarm muss die Hüllkurvengrenze genau an der Stelle aufgeweitet werden, wo die Messkurve die Hüllkurve berührt bzw. geschnitten („verletzt“) hat. Die Korrektur der Grenze erfolgt entweder mittels Cursorstasten, mit denen ein Markierungspfeil auf der Hüllkurvengrenze positioniert werden kann, oder komfortabler mittels Maus oder Touchpen. Da bei dieser Korrektur die Grenzwerte schon mal mit zu viel Abstand zur Messkurve eingestellt werden, hat Nordmann vor 2 Jahren die automatische Grenzwertoptimierung nach

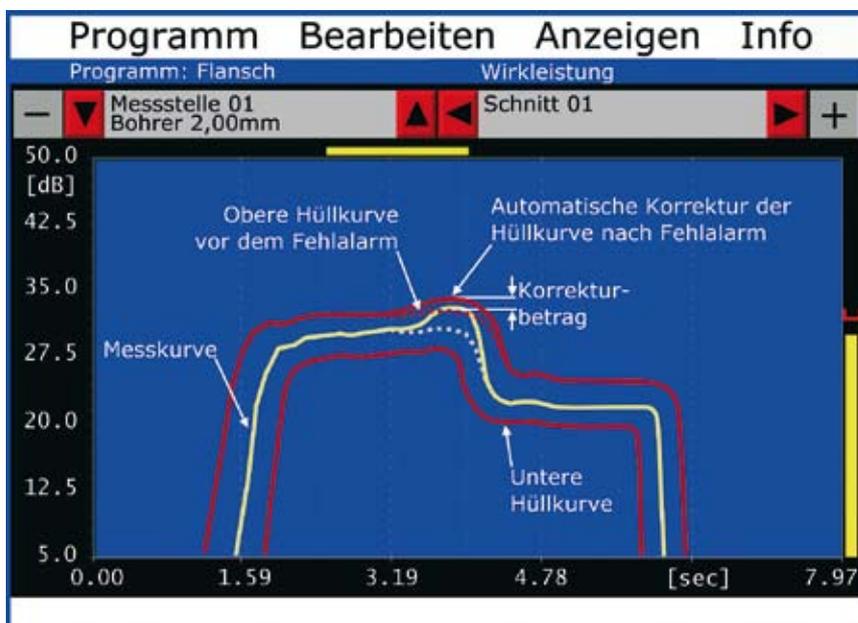


Bild 1: Automatische Grenzwertoptimierung nach einem Fehlalarm



Bild 3: Bei der Trockenbearbeitung wird per Luftschallmessung das Vorhandensein von Werkzeugen über deren Schnittgeräusch kontrolliert

einem falschen Alarm eingeführt (Bild 1). Wenn der Bediener also wiederholt nach einem Alarm feststellt, dass das Werkzeug doch noch in Ordnung ist, quittiert er den Alarm einfach durch Bestätigen mit „Dieser Alarm ist falsch, Grenze wird automatisch angepasst“. Die Hüllkurve weitet sich dann genau dort auf, wo sie verletzt wurde, und nicht davor und auch nicht dahinter. So wird verhindert, dass die Grenzen pauschal über ihre gesamte Länge unempfindlich gestellt werden. Aufgrund dieser nicht nur in der Trefferquote bzgl. Werkzeugbruchererkennung erfolgreichen Strategien, sondern auch aufgrund der hohen Bedienerakzeptanz, findet man die Nordmann-Werkzeugüberwachung in den Lastenheften der doch recht kritisch und systematisch vergleichenden Automobilhersteller Daimler und VW.

Ihre Grenzen hat die Wirkleistungsmessung allerdings bei sehr kleinen Bohrern – auch bei noch



Bild 4: Der infolge des Schneidenausbruchs entstehende Funkenflug wird mit einem "Spark-Sensor" gemessen (Werkbilder: Nordmann GmbH & Co. KG, Hürth)

so geschickter Hüllkurvenlegung. Dann kommen andere Messmethoden zum Einsatz, wobei man im Hause Nordmann ganz spezielle Methoden entwickelt, wobei etwa jährlich ein neues Messprinzip hinzu kommt. Hier soll ein kleiner Ausschnitt erwähnt werden:

Körperschallmessung über einen Kühlschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter

Die doch noch nicht jedem Fertigungsleiter oder Meister bekannte Nordmann-Entwicklung „Schall-Emissions-Hydrophon“ soll hier noch einmal genannt werden. Dieser Sensor, der die Grundlage für die BMBF-geförderte Firmengründung im Jahr 1989 darstellte, nimmt die Körperschallwellen eines Zerspanungswerkzeuges über einen eigenen Kühlschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter auf. Darüber können einerseits die Präsenz oder auch der Bruchpeak eines 0,1 mm-Bohrers, als auch Ausbrüche der Schneiden einzelner Bohrer eines mehrspindligen Gewindeschneidkopfes erkannt werden (Bild 2). Bei der Herstellung von Spinddüsen kontrolliert er an Bearbeitungszentren von Chiron Bohrer mit Durchmesser 0,09 mm.

Die Alternative für die Trockenbearbeitung

Für andere Fälle, insbesondere bei der Trockenbearbeitung, kontrolliert ein neuer Nordmann-Sensor per Luftschallmessung das Vorhandensein von Bohrern und Fräsern über deren Schnittgeräusch (Bild 3). Solange sich der Sensor nahe genug am Werkzeug befindet, kann er doch von Umgebungsgläuschen relativ unbeeinflusst das Werkzeug kontrollieren. Das gilt auch für die gezeigte dreispindlige Bearbeitung. Luftschallmikrophone sind an sich überhaupt nicht geeignet, unter Spänebeschuss oder im Ölnebel einer Minimalmengenschmierung

auf Dauer zu bestehen. Deshalb musste der Sensor mit einer stabilen Keramikmembran versehen werden, was wiederum der Sensibilität entgegensteht. Aber direkt am Werkzeug sind die Schallwellen doch ausreichend hoch.

Schneidenbruchererkennung mittels Funkenflug

Falls auch die Luftschallmessung oder andere Methoden wie beispielsweise die Kraftmessung trotz dynamischer Auswertung nicht geeignet sind Schneidenausbrüche beim Drehen oder Fräsen unter hohen Aufmaßschwankungen oder harten Randbereichen (Guss- und Schmiedeteile) zu erkennen, wird der infolge des Schneidenausbruchs entstehende Funkenflug mit einem „Spark-Sensor“ gemessen (Bild 4). Die Funkenbildung nimmt zu bzw. entsteht überhaupt erst, wenn die Temperatur in der Spanbildungszone aufgrund der stärkeren plastischen Verformung des Werkstückstoffes ansteigt. Die Signalverarbeitung berücksichtigt sowohl die Stärke der einzelnen Funken oder bzw. auch deren Häufigkeit. Der Vorschubstopp kann dann zumeist noch vor einer Beschädigung des Werkzeughalters erfolgen.

Fazit

Irgendeine Methode, sei es ein besonderer Sensor oder eine besondere Auswertestrategie, gibt es immer. Angenehm ist hierbei, dass alle Sensoren an einem einzigen Tool Monitor SEM-Modul mit einheitlicher Bedieneroberfläche angeschlossen werden können, unabhängig von der Darstellung auf dem NC-Bedienfeld oder auf einem gesonderten Display.

Autor: Dr.-Ing. Klaus Nordmann
klaus.nordmann@nordmann.eu