

So klingt optimale Zerspanung

Sonicshark von Hufschmied Zerspanungssysteme ist ein neues Konzept zur Überwachung der Fertigung in CNC-Fräszentren. Das selbstlernende System stellt Werkzeugverschleiß und Materialinhomogenität anhand von Sensordaten fest, darunter auch Daten von speziellen Körperschallsensoren. Kombiniert mit Maschinendaten erlaubt dies eine sensible Prozessüberwachung und eine effiziente Inline-Qualitätskontrolle.

Unter Zerspanungsexperten gibt es die alten Hasen, die an den Geräuschen erkennen, ob es „ihrer“ Fräsmaschine gut geht. Doch nicht jeder hat einen solchen Kollegen und vor allem nicht in jeder Schicht und an jeder Werkzeugmaschine verfügbar. Dass Klangunterschiede Aussagen über die laufende Zerspanung zulassen, müsste sich doch nutzen lassen, dachte man sich beim Werkzeughersteller und Prozessoptimierer Hufschmied Zerspa-

nungssysteme GmbH. Das Ergebnis dieser Überlegungen liegt jetzt vor: Das Expertensystem Sonicshark kann mit modernster Sensorik und selbstlernender KI auch über akustische Abweichungen vom Sollzustand frühzeitig auf Mängel im Fertigungsprozess hinweisen.

So funktioniert die Inline-Qualitätskontrolle: Je nach Größe des Werkstücks werden ein oder mehrere Körperschallsensoren am Werkstück angebracht, Bild 1. Der So-

nicshark-Rechner neben der CNC-Maschine sammelt die Sensordaten und bekommt zusätzlich Maschinendaten unter anderem zu Achsbewegungen und Vorschüben, um die Signale korrelieren zu können, Bild 2. Zuerst gilt es, dass System über eine Art Referenzakustik zu trainieren, um die Maschinengeräusche identifizieren zu können. Dabei werden die Geräusche registriert, die bei der Zerspanung des Werkstücks mit einem neuen Werkzeug unter optimalen Be-

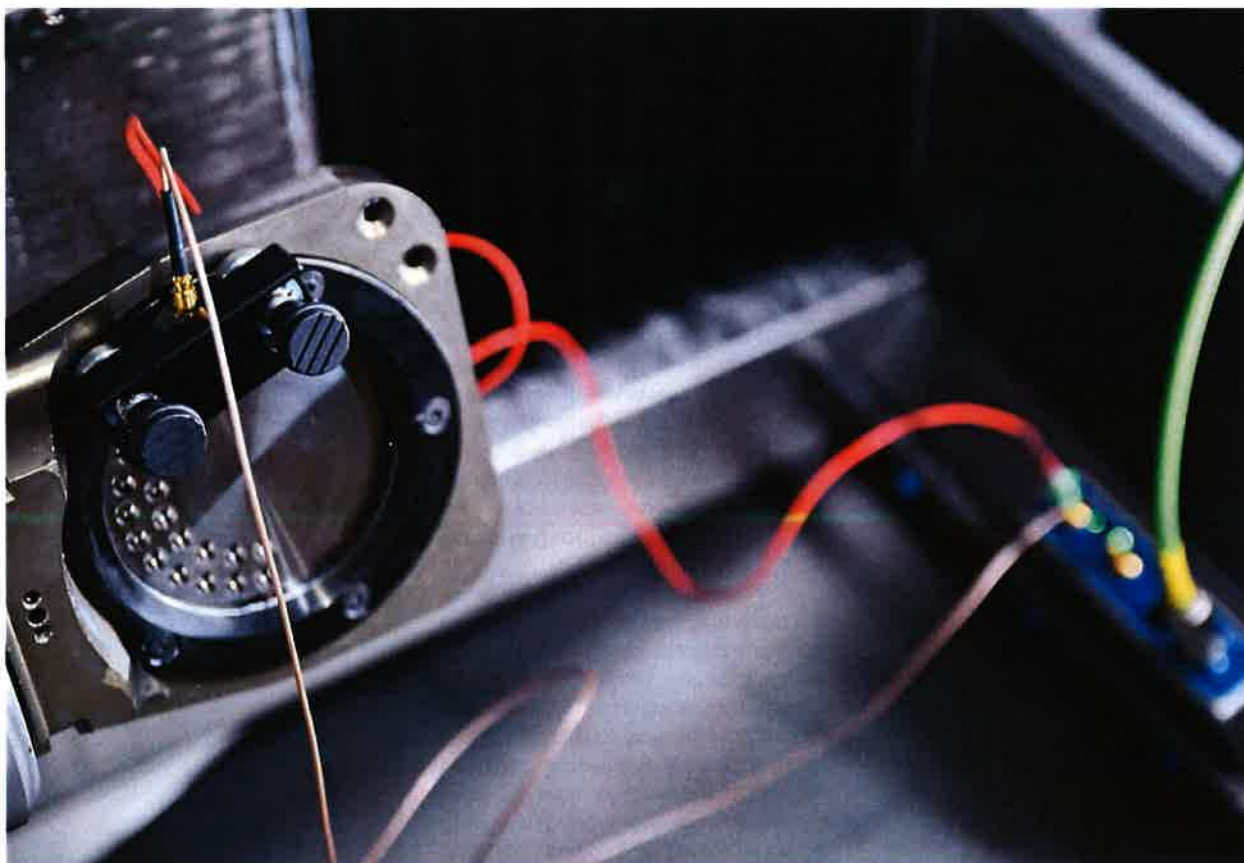


Bild 1 > Ein Körperschallsensor, mit einem Magnethalter an der Vorrichtung angebracht, liefert die Daten (© Hufschmied)



Bild 2 > Der Sonicshark-Rechner ist auf einer Stele auf Rollen angebracht, die neben der Werkzeugmaschine positioniert wird (© Hufschmied)

dingungen entstehen. Die Software legt über diesen akustischen Fingerabdruck eine Signaldatenbank an. Diese Soll-Daten werden dann mit den Ist-Daten der jeweiligen Bearbeitung verglichen, über die Maschinendaten in Bezug zum Bearbeitungsprozess gesetzt und das Ergebnis ausgewertet und visualisiert, Bild 3.

Auf Basis dieses Soll-Ist-Vergleichs wird der Maschinenbediener gewarnt, wenn sich in den Frequenzen oder anderen Messdaten Abweichungen über oder unter festgelegten Schwellwerten ergeben. In der Praxis müssen die Signalverläufe der Bearbeitungsprozesse nicht mühsam pro Werkzeug angelernt werden, sondern Hufschmied liefert auf Basis der Einsatzdaten und Richtlinien der Werkzeugnutzung (Schnittwerte, Drehzahl, Vorschub etc.) auch die individuellen Sensor-Soll-Signale für seine Werkzeuge mit. Jedes Werkzeug erhält seinen individuellen QR-Code, der den Anwender zu einer digitalen Akte mit all diesen Informationen führt.

Was man alles hören kann

Die Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH mit Hauptsitz in Bobingen bei Augsburg hat sich frühzeitig auf die Bearbeitung von Kunststoffen, Glasfaserwerkstoffen, Carbonfasern und anderen schwierigen Materialien konzentriert und die Spezialwerkzeuge mit den zugehörigen Bearbeitungsstrategien vielfach individuell auf Kundenprojekte hin optimiert. Das Unternehmen verfügt deshalb über ein Entwicklungs- und

Testzentrum, in dem die Geräusche bei der Bearbeitung ausführlich erforscht werden konnten. Durch die Überwachung des Körperschalls lassen sich tatsächlich Rückschlüsse auf eine ganze Reihe von Aspekten über jeweils typische Frequenzbänder ziehen: Werkzeugzustand, Antrieb, Aufspannung und Frässtrategie werden durch Abweichungen in den Geräuschen, wenn sich Bedingungen ändern, gemeldet.

Verschleißkontrolle

Ein direkter Nutzen der akustischen Überwachung ist die Erkennung von Abnutzungserscheinungen am Werkzeug. Normalerweise qualifizieren Unternehmen Werkzeuge in Standzeittests. Da Standzeiten nicht nur vom Werkzeug selbst, sondern von vielen Faktoren im Prozess abhängig sind, ergeben sich in Tests zum Beispiel Abweichungen von $\pm 15\%$. Die zulässige Nutzungsdauer für ein Werkzeug wird dann etwa mit einer Sicherheitsreserve von -20% der mittleren Standzeit festgelegt. Um Qualitätsproblemen oder Unterbrechungen der laufenden Fertigung aus dem Weg zu gehen, wird diese Reserve oft sehr groß gewählt. Bei Hufschmied schätzt man, dass im Schnitt etwa 40% der so qualifizierten Werkzeuge länger laufen könnten, aber frühzeitig ausgemustert werden. Die Tests haben ergeben, dass Sonicshark den Verschleiß bis hin zu Vorzeichen von Werkzeugbruch und Schneidenbruch so zuverlässig erkennt, dass man bei den Standzeiten, die einem das Kontrollsystem vorhersagt, nur noch eine Ungenauigkeit von $\pm 3\%$ hat. Das heißt, dass man Werkzeuge ohne Risiko länger nutzen und trotzdem rechtzeitig wechseln kann. Wenn man fixe Vorgaben zur Standzeit durch die Inline-Qualitätskontrolle ersetzt, spart das nicht nur Werkzeugkosten, sondern auch Zeiten für Werkzeugwechsel und Platz im Magazin für Schwesterwerkzeuge. Gleichzeitig verringert die Echtzeitüberwachung die Gefahr von Ausschuss, der durch ein vorzeitig verschlissenes Werkzeug entstehen würde.

Inline-Kontrolle spart Geld

Schätzungsweise 25 bis 30% der Herstellungskosten in der zerspanenden Fertigung entstehen durch Qualitätssicherung und -prüfung. Muss dank Inline-Kontrolle weniger zwischen Bearbeitungsschritten nachgemessen werden, eröffnet dies sehr große Einsparpotenziale. Ein Aspekt ist die Beurteilung des Materials. Anhand typischer Sequenzen der Bearbeitung eines bestimmten Materials mit einer bestimmten Werkzeuggruppe lassen sich Materi-



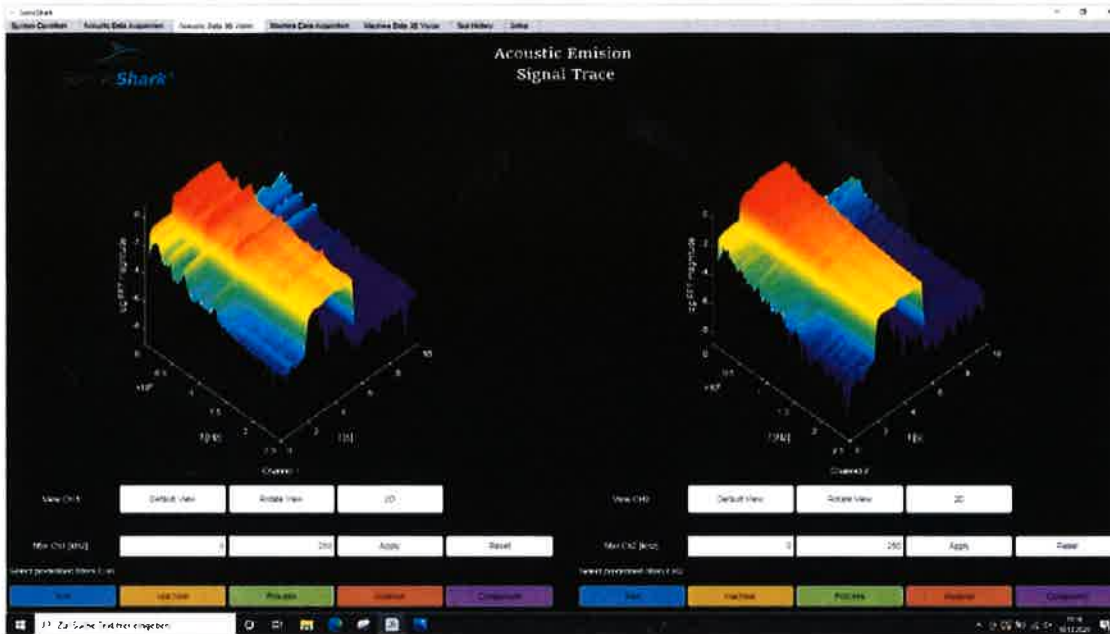


Bild 3 > Körperschallaufnahme im 3-D-Format: Gezeigt wird die aufgenommene Amplitude als logarithmische Darstellung der Frequenzbänder über der Zeit in Sekunden und der Frequenz in Hertz (© Hufschmied)

alanomalien durch Auffälligkeiten im Bearbeitungsgeräusch erkennen, zum Beispiel Lunker in Gussrohlingen. Sollte hier ein Fehler im Material zu Ausschuss führen, erkennt man dies früher. Fehler an Werkzeugen und Materialien zu erkennen, bewahrt vor Verlusten. Die eigentliche Kontrolle der Bearbeitungsqualität spart Arbeitsschritte der Qualitätskontrolle. Der Rechner bietet dazu eine fortlaufende Analyse des Bearbeitungsprozesses in Echtzeit. Hierfür werden Maschinendaten zu Vorschub und Geschwindigkeit, optische Sensordaten und die Körperschalldaten aggregiert und mit dem gleichen Zeitstempel versehen visualisiert. Durch die Kombination verschiedener Signaldatenbanken mit Maschinendaten und einer optischen Qualitätskontrolle ist es möglich, das Bearbeitungswerkzeug so zu verwenden, dass Fehlstellen oder Defekte im Bauteil > 1 mm detektiert und an die Qualitätssicherung mit den entsprechenden Koordinaten übergeben werden können. Muss beispielsweise an einem fertigen Bauteil stichprobenartig ein gewisser Anteil einer großen Zahl von Bohrungen geprüft werden, kann die Inline-Kontrolle den Prüfaufwand dadurch verringern, dass sie der Qualitätssicherung Hinweise dazu gibt, wo die Bearbeitung „perfekt geklungen hat“ und wo eine Überprüfung angeraten wäre.

Fortlaufende Prozesskontrolle

Die Analyse der Geräusche lässt auch Rückschlüsse auf den Zustand der Ma-

schine zu, die Sonicshark-Sensorik kann deshalb auch für Predictive Maintenance genutzt werden. Als fortlaufende Prozesskontrolle unterstützt das System zudem die mannarme Fertigung beispielsweise über Nacht, weil ein Maschinenbediener mehr Maschinen überwachen kann. Die Inline-Qualitätskontrolle kann auch für eine digitale Prozessanalyse und Prozessanpassung genutzt werden. Zwischen der Theorie des CAM-Programms und der Praxis des tatsächlichen Werkzeugwegs bestehen immer wieder Diskrepanzen, die eventuell Hinweise für Optimierungen geben. Sonicshark hört Leerfahrten genauso wie Stellen, an denen man gegebenenfalls werkzeug- und maschinenschonendere Wege wählen sollte.

Hufschmied Zerspanungssysteme hat sich bei der Entwicklung zunächst auf die Qualitätskontrolle im Fräsen, Schleifen und Bohren konzentriert – grundsätzlich sind aber weitere Anwendungen möglich. Ein wichtiger Aspekt in der Entwicklung ist die Datenaufbereitung durch Filter und angesichts der Fülle an Rohdaten vor allem die Reduzierung der Datenmenge. Das Konzept stellt einen Digitalisierungsschritt für die zerspanende Fertigung dar und ist durch Netzwerk- oder Internetkonnektivität prädestiniert, Teil größerer Digitalisierungsprojekte zu werden. Hufschmied ist mit Sonicshark zum Beispiel an zwei Industrie-4.0-Projekten von MAI Carbon beteiligt: In Zusammenarbeit von Hufschmied Zerspanungssysteme, BMW Group, Universität Augsburg, Alexander

Thamm GmbH, Inno-Focus Businessconsulting GmbH und VisCheck GmbH entwickelt das Projekt MAI ILQ2020 Möglichkeiten zur unternehmensübergreifenden Prozesskontrolle. Ziel ist es, unternehmensübergreifenden Maschinendatenaustausch und die Analyse großer Datenmengen zur Prozessoptimierung mit hohem Know-how-Schutz zu verbinden. Die Inline-Qualitätskontrolle ist zudem ein wichtiger Aspekt im Projekt MAI Fastmove zur Förderung der HSC-Bearbeitung in der CFK-Zerspanung. Die Erforschung der Möglichkeiten, die die akustische und die mit anderen Datenquellen kombinierte Prozesskontrolle bietet, ist noch im Gange, doch das System ist bereits verfügbar. Fertiger können die Sonicshark-Hardware mieten und zahlen eine monatliche Lizenzgebühr für die Software und verschiedene Module wie das Werkzeugmodul (Standzeit etc.), das Modul Prozess (Vorgabewerte, Anomalien) oder das Modul Bauteil (Qualitätssicherung etc.). //

Autor/Kontakt

Ralph Hufschmied, Geschäftsführer der Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH

Hufschmied Zerspanungssysteme GmbH
Edisonstraße 11d
86399 Bobingen
info@hufschmied.net
www.hufschmied-tools.com/de/