

Acoustic-Emission-Systeme für die Schleifprozessüberwachung

# Hohe Sensibilität entwickeln

Um die Wirtschaftlichkeit von Schleifmaschinen zu erhöhen und Spindelschäden zu vermeiden, sollten Schleifprozessüberwachung, Betriebsauswuchten, vollautomatisches Auswuchten und In-Process-Messsteuerung Hand in Hand gehen.

VON ADALBERT SPORER

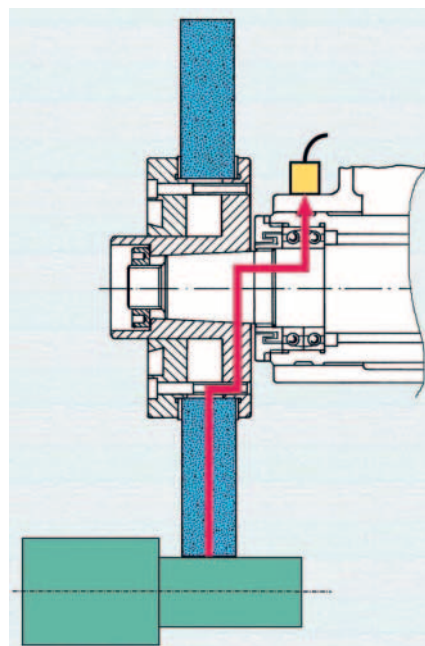
→ Stetig steigende Anforderungen an den Schleifprozess haben in den letzten Jahren zur Einführung neuer Technologien geführt. Voraussetzung für die Ausnutzung von Leistungsreserven mit immer größer werdenden Schnittgeschwindigkeiten ist der Einsatz geeigneter Sensorik zur Erfassung von Grenzwerten während des Schleifens und Abrichtens. Dadurch wird es möglich, vor Überschreitung von Toleranzen oder vor der Entartung des Prozesses Gegenmaßnahmen einzuleiten, ohne dass der Maschinenbediener eingreifen muss.

Bewährt haben sich Acoustic-Emission-Sensoren (AE-Sensoren), die herkömmlichen Sensoren gegenüber entscheidende Vorteile bieten: Sie sind hochempfindlich, überlastsicher, kühlmittelresistent, temperaturstabil, robust und wasserdicht. Die Integration der Sensoren in die Maschine ist unkompliziert, und so haben sich AE-Sensoren für die Schleifprozessbeurteilung und -steuerung durchgesetzt. Auch weil sie preisgünstiger sind als viele Sensoren, die auf anderem Messprinzip basieren und für die gleiche Anwendung einsetzbar wären.

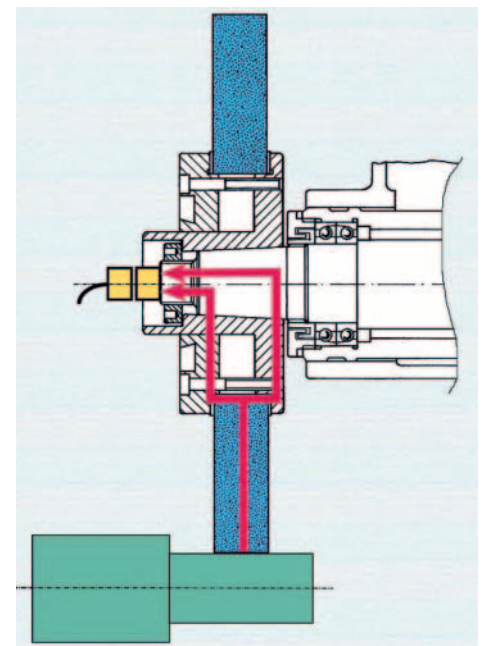
Die Acoustic Emission (AE) ist ein sehr dynamisches Signal mit hohem Anteil an Prozesskennwerten. Entscheidend für die Qualität der aufgenommenen Signale ist die Montage des Sensors in unmittelbarer Nähe der AE-Entstehung, das heißt möglichst nah am Schleif- oder Abrichtprozess.

## Überlagernde Störgeräusche

Neben dem reinen Zerspanprozess werden in der Maschine zahlreiche Störgeräusche



**1** Gedämpfte Signale: Beim S-Sensor müssen AE-Signale durch Schleifscheibe, Flansch, Spindel und Lagerung wandern. Geeignet für nicht rotierende Abrichtwerkzeuge



**2** Von Lagergeräuschen weitestgehend verschont: Der M-Sensor nimmt AE-Signale auf der drehenden Welle der Spindel auf, wo sie einen geringen Störabstand haben

generiert, die sich der ursprünglich reinen Zerspannungsemission überlagern. Lagergeräusche und elektromagnetische Wellen, beispielsweise durch pulsweitenmodulierte Antriebsregelungen, machen den Sensoren schwer zu schaffen. Auch Erdschleifen durch schlecht geerdete Maschinenbauteile können eine Auswertung von Sensorsignalen erschweren. So entwickelte Dittel, Landsberg, seine AE-Sensoren im Hinblick auf Störbeeinflussbarkeit so weiter, dass sie auch im schwierigen Umfeld einsetzbar sind. Die Beachtung der EMV-Regeln ist auch bei aktiven AE-Sensoren notwendig, um prozesssichere Auswertesignale zu erhalten. Springender Punkt: Die

Acoustic Emission muss bereits auf der drehenden Welle verstärkt werden, damit sie resistenter gegen EMV-Störeinflüsse wird.

Herkömmlich werden stationäre AE-Sensoren (S-Sensoren) auf dem Spindelgehäuse montiert (Bild 1). AE-Signale müssen deshalb von der Entstehung zwischen Werkstück und Schleifscheibe bis zur Aufnahme im Sensor durch die Schleifscheibe, den Flansch, die Spindel und die Lagerung wandern.

## Unüberhörbare Lagergeräusche

Die Lagerung wirkt dabei wie ein Filter, der Signale stark dämpft – höherfrequente stärker als die niederfrequenten. Zusatz- >>>

» erzeugt das Lager durch Überrollfrequenzen und Käfigrauschen selbst hohe Störsignale. Daher entwickelte Dittel bereits 1990 den so genannten M-Sensor (Bild 2), der AE-Signale auf der drehenden Welle der Spindel aufnehmen kann. Dort haben sie einen geringen Störabstand und bleiben von Lagergeräuschen weitestgehend verschont. Eine induktive kontaktlose Signalübermittlung sorgt für eine optimale Übertragung auf den statischen Empfänger. Diese Transmission von dem drehenden Aufnehmer auf den feststehenden Empfänger mit Verstärker ist kühlmittelresistent und drehzahlunabhängig.

Ein gutes AE-Signal zeichnet sich nicht durch eine hohe Amplitude, sondern den Störabstand aus. Jeder Sensor erfüllt hierbei seinen eigenen Nutzen: Der S-Sen-

Bei besonders kritischen Anwendungen oder Bedarf an sehr hoher Signalqualität werden R-Sensoren (Ring-) benutzt, die kundenspezifisch gefertigt, das heißt auf die Konstruktion der Maschine angepasst werden. Die Prozesssignale müssen von der Entstehung bis zur Aufnahme durch den R-Sensor den kürzesten Weg zurücklegen. Außerdem ist der R-Sensor, wegen der größeren Aufnahmefläche für die AE-Signale, allen anderen in der Empfindlichkeit überlegen. Für extreme Anforderungen wird der Sensor direkt in die Werkstückaufnahme integriert, und die Übertragung der Signale erfolgt ringförmig.

### Erste Berührung beim Abrichten

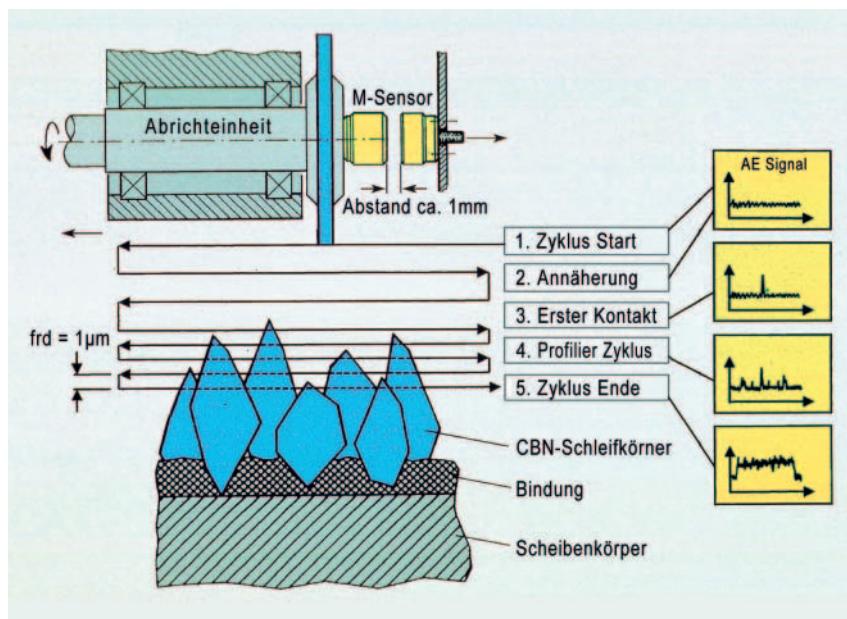
Bei der ersten Berührung der Abrichtrolle mit der Schleifscheibe erhält man eine

Betrachtung ist zu beachten, dass es keine genaue Definition der ersten Berührung gibt. Es ist unerheblich, ob es sich um das erste oder um die ersten zehn Scheibenkörner handelt.

Ein AE-Sensor-System für schnelllaufende Spindeln ist der Micro-M-Sensor von Dittel. Er ist bis auf  $140000 \text{ min}^{-1}$  ausgelegt. Führende Spindelhersteller setzen den Micro-M-Sensor zur Luftschleifüberbrückung und zur Abrichtüberwachung bereits ein. Durch die laufende Erhöhung der Schnittgeschwindigkeiten – somit der Schleifscheibendrehzahlen – erhält das Auswuchten einen immer größeren Stellenwert. Um die bewegte Masse klein zu halten und Störkonturen zu minimieren, werden Spindeln immer kleiner. Vollautomatisches Auswuchten wird dadurch nahezu unmöglich. So entstand die Idee, die Schleifscheiben auf der Maschine vorzuwuchten.

Das Vorwuchten ist sehr bedienerfreundlich und einfach zu handhaben, denn die Unwucht wird bereits auf der Maschine gemessen. Wuchtwage oder Stroboskoplampe werden nicht mehr benötigt. Eine Anzeige gibt an, auf welche Positionen die Nutzensteine zu verschieben sind. Ein weiterer Vorteil: Die Spindel fährt mit sehr kleiner Unwucht bis zur Enddrehzahl hoch, und die Lebensdauer der Spindel verlängert sich.

Die Wuchtqualität wird auch dadurch verbessert, dass durch die geringere Wuchtkapazität des Wuchtkopfes – bei gleicher Schrittweite der Wuchtgewichtsmotoren – ein feineres Dosieren und Verhindern von Überkompensieren erreicht werden.



3 Automatisierte Abrichtprozesse: Auf die Stirnseite der Abrichtscheibe ist ein M-Sensor angebracht, der dazugehörige Empfänger wird in etwa 1 mm Abstand montiert

sor ist geeignet zur Montage auf stehenden Werkstücken oder Abrichtwerkzeugen, zum Beispiel Abrichtfliesen oder Einkorndiamanten.

Mit M-Sensoren sind automatisierte Abrichtprozesse möglich. Auf die Stirnseite der Abrichtscheibe ist ein M-Sensor appliziert, und der dazugehörige Empfänger wird in etwa 1 mm Abstand auf einen Halter montiert. Die Abrichteinheit fährt mäanderförmig zur, in diesem Fall, CBN-Schleifscheibe (Bild 3). Auf dem Bildschirm sieht man etwas Grundrauschen.

peakförmige Erhöhung des Signals, das an die Maschinensteuerung weitergegeben wird. Diese reduziert ihrerseits den Vorschub auf  $1 \mu\text{m}$ . Ist ein durchgehendes Signal während des Abrichtens der kompletten Scheibenbreite vorhanden, wird der Abrichtprozess beendet. Typische Abrichtbeträge bei Einsatz von CBN-Schleifscheiben sind 2 bis  $5 \mu\text{m}$ . Um das realisieren zu können, muss eine erste Berührung von  $1 \mu\text{m}$  detektierbar sein, was dieses System unter Berücksichtigung oben erwähnter Voraussetzungen auch leistet. Bei dieser

### Prozessüberwachung und Fernbedienung

Werden die Wuchtköpfe mit einem AE-Sensor ausgerüstet, kann über die Elektronikseinheiten »AE6000«, »M6000« und »H6000« eine optimale Prozessüberwachung erfolgen. Die Abmessungen der Wuchtköpfe bleibt dabei unverändert. Der

<b>i</b> HERSTELLER
<b>Walter Dittel GmbH</b> 86899 Landsberg am Lech Tel. 081 91/33 51-0 Fax 081 91/33 51-49 → <a href="http://www.dittel.com">www.dittel.com</a> → <b>GrindTec Halle 7/760</b>



**4** Anzeige auf dem Maschinendisplay: Beim ›DS6000‹ werden die Auswucht-, AE- und Messsteuersignale auf dem Maschinenbildschirm oder auf einer Fernbedienung dargestellt

Datenaustausch erfolgt über eine bidirektionale Übertragungsstrecke. Das rotierende Teil der Signalübertragung ist der Empfänger für die Energie der Wuchtmotoren und die Steuerbefehle und der Sender für die Acoustic Emission.

Es ist auch möglich, den Empfänger direkt an den Wuchtkopf anzubauen und die Signale kontaktlos am schleifscheibenseitigen Spindelende zu übertragen. Der Vorteil des kombinierten Systems ist, dass sich die Abmessungen des Wuchtkopfes und der Signalübertragungseinheit beim Einbau eines AE-Sensors nicht ändern und

der Aufnehmer an einer sehr exponierten Stelle eingebaut ist. Diese Position lässt auf sehr gute Signal-Störabstände schließen.

### Schnittstelle zur Steuerung

Zur Fernbedienung und Anzeige auf dem Maschinendisplay bietet Dittel diverse Möglichkeiten: Beim ›DS6000‹ (Dittel System 6000) beispielsweise werden die Auswucht-, AE- und Messsteuersignale auf dem Maschinenbildschirm oder auf einer Fernbedienung dargestellt (Bild 4).

Die Aufzeichnungen auf dem Bildschirm können auf jedem PC geladen und

ausgedruckt werden. Mit der Software ›DSCC‹ (Dittel System Control Center) lassen sich alle PC- und Geräteeinstellungen in eine XML-Datei speichern und über die Schnittstellen RS232, Ethernet und USB auf andere Maschinen übertragen. Dies ermöglicht eine zeitnahe Serieninbetriebnahme ebenso wie die problemlose Wiederherstellung des Auslieferungszustandes.

Alle Geräte arbeiten autark, sind kaskadierbar und für Simultanbearbeitung geeignet. Die Elektronikeinheit kann im Schaltschrank untergebracht sein und mittels Fernbedienung bedient werden.

Auch die Movomatic-In-Process-Messsteuerungen für hochgenaue Durchmesser- und Positionsmessungen können über DSCC visualisiert und bedient werden. Somit steht für vier Anwendungen eine leicht handhabbare einheitliche Bediensoftware zur Verfügung. ■

---

**Adalbert Sporer** ist im Vertrieb, Bereich Werkzeugmaschinen, bei der Walter Dittel GmbH in Landsberg am Lech tätig  
→ [adi.sporer@dittel.com](mailto:adi.sporer@dittel.com)