

Dr.-Ing. Klaus Nordmann

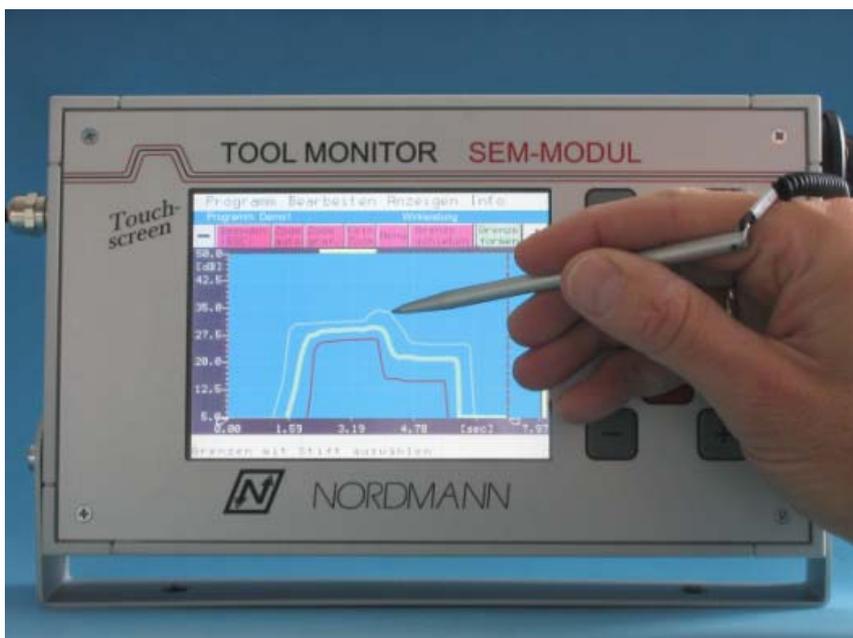
Prozessüberwachung beim Schleifen und Abrichten

Die Prozessüberwachung beim Schleifen und Abrichten gewinnt zunehmend an Bedeutung, da es aufgrund der Vielzahl von Sensoren kaum mehr ein Problem ist, geeignete Wirkleistungs-, Kraft- oder Körperschallmesswerte zu gewinnen. Nordmann bietet zwischenzeitlich alle verfügbaren Messmöglichkeiten aus eigener Produktion an. Die Auswertung der Sensorsignale erfolgt über das Prozessüberwachungssystem Tool Monitor SEM-Modul oder, im Fall der Auswertung interner Antriebsgrößen digitaler Achsantriebe, über den Tool Monitor SEM-Profibus. Dieser Beitrag erläutert die gängigen Prozessüberwachungs- und Steuerungsmöglichkeiten in Schleifmaschinen.

Als Anbieter von Werkzeugüberwachungssystemen liegt der Schwerpunkt des Nordmann-Tätigkeitsfeldes in der Kontrolle von Zerspanungswerkzeugen „mit definierter Schneide“. Der Anteil an Überwachungslösungen im Bereich Zerspanung mit „nicht definierter Schneide“ (Schleifen, Honen, Coronieren, Abrichten) ist in den letzten Jahren allerdings auf 35 % angewachsen. Gerade aufgrund der manchmal schwierigen Bestimmbarkeit des Schnittverhaltens der „undefinierten“ Schleifkörner und auch

aufgrund des geringen Aufmaßes der Werkstücke, sowie der manchmal relativ langen Prozessdauern, besteht ein enormer Bedarf bzgl. der Kontrolle und Steuerung des Schleifprozesses.

Die Leichtigkeit, mit der man heutige Überwachungssysteme bedienen kann, tut ihr übriges bei der Akzeptanz der Systeme. So können etwa die eingelernten Grenzwerte neuerdings per Touchpen graphisch korrigiert bzw. eingestellt werden (Bild 1)



Überwachungs- und Steuerungsaufgaben beim Schleifen

Die prozessbegleitende Überwachung des Schleifvorgangs beschränkte sich bisher im wesentlichen auf die Maßkontrolle des Werkstückes und - soweit möglich - auf die Verkürzung des Luftschleifens mit Körperschall- oder Leistungsmessung. Mit der Leistungssteigerung der Schleifstoffe und Maschinen bzgl. höherer Drehzahlen und Zerspanleistungen steht der Maschinenhersteller zunehmend in der Pflicht, für eine Komplettabsicherung des Schleifprozesses hinsichtlich Werkstückqualität sowie Maschinen- und Bedienschutz zu sorgen. Weitere Anforderungen sind kürzestmögliche Bearbeitungszeiten und die Ungewissheit, ob Unregelmäßigkeiten im Schleifscheibenzustand oder ein ungünstig verschlissenes Abrichtwerkzeug die Oberflächenqualität des gefertigten Werkstückes beeinträchtigen.

Hier können geeignete Sensoren helfen den Fehler auch bei unbeaufsichtigtem Maschinenbetrieb zu erkennen oder sie steuern mit Kompensationsmaßnahmen den Auswirkungen des Fehlers automatisch entgegen. Wichtige, von den Nordmann Tool Monitoren erfüllte Überwachungsaufgaben, sind im Bild 2 dargestellt.

Bild 1:
Standardausstattung: Touchscreen mit Touchpen zur graphischen Korrektur von Grenzwerten und Hüllkurven.

	Überwachungs- und Steuerungsaufgaben	
	Basisaufgaben	Erweiterte Aufgaben
Schleifen	<ul style="list-style-type: none"> • Luftschnittverkürzung • Kollisionserkennung • Verschleißerkennung • Rundlaufkontrolle • Unwuchtüberwachung 	<ul style="list-style-type: none"> • Gesteuertes Umschalten Luftschnitt/Schruppen/Schlichten/Ausfunken/Eilrückzug • Regelung des Einmittens bzgl. gleichmäßigem Abtrag der Schleifscheibe beim Verzahnungsschleifen • Vorschubregelung zur Konstanzhaltung des Schleifdrucks und der Auffederung
Abrichten	<ul style="list-style-type: none"> • Erkennung des ersten Kontaktes zur Kompensation von Temperaturdehnung und Verschleiß an Abrichter und Schleifscheibe • Abrichtzustellungsüberwachung 	<ul style="list-style-type: none"> • Abrichtwerkzeugverschleißüberwachung • Erkennung von Schwingungen des Abrichters • Kontrolle der Ausgangswirkrautiefe der Schleifscheibe

Bild 2: Aufgaben der Prozessüberwachung für Nordmann-Tool Monitore

Sensortechniken zur Messwertaufnahme

Der beim Abrichten und Schleifen erzeugte Körperschall, die Wirkleistung der Schleifspindel und die Schleifnormalkraft sind sich ergänzende und teilweise in ihren Fähigkeiten sich überschneidende Messgrößen zur Prozessüberwachung. Die Körperschall- und die Wirkleistungsmessung werden favorisiert, da sie den unbestreitbaren Vorteil der leichten Montierbarkeit zeigen. Der Körperschallsensor reagiert meistens empfindlicher als Wirkleistung oder Kraft. Konventionelle Körperschallsensoren werden an nicht rotierenden Maschinenelementen befestigt, die entweder mit dem Werkstück oder mit der Schleifspindel über deren Lagerung Kontakt haben. Die meisten Überwachungsfälle beim Außenrund- oder Flachschleifen lassen sich mit diesen Aufnehmern realisieren. Bessere Ergebnisse bietet allerdings eine direkte Körperschallaufnahme vom Werkzeug oder Werkstück. Die Körperschallsensoren SEH und BSA, machen dies möglich, ohne dass ein Sensorelement auf dem Werkzeug oder

Werkstück befestigt werden muss (s. Bild 3):
 1. Schall-Emissions-Hydrophon (SEH): Quasi berührungslose

Körperschallaufnahme vom Werkzeug oder Werkstück über einen Kühlschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter.

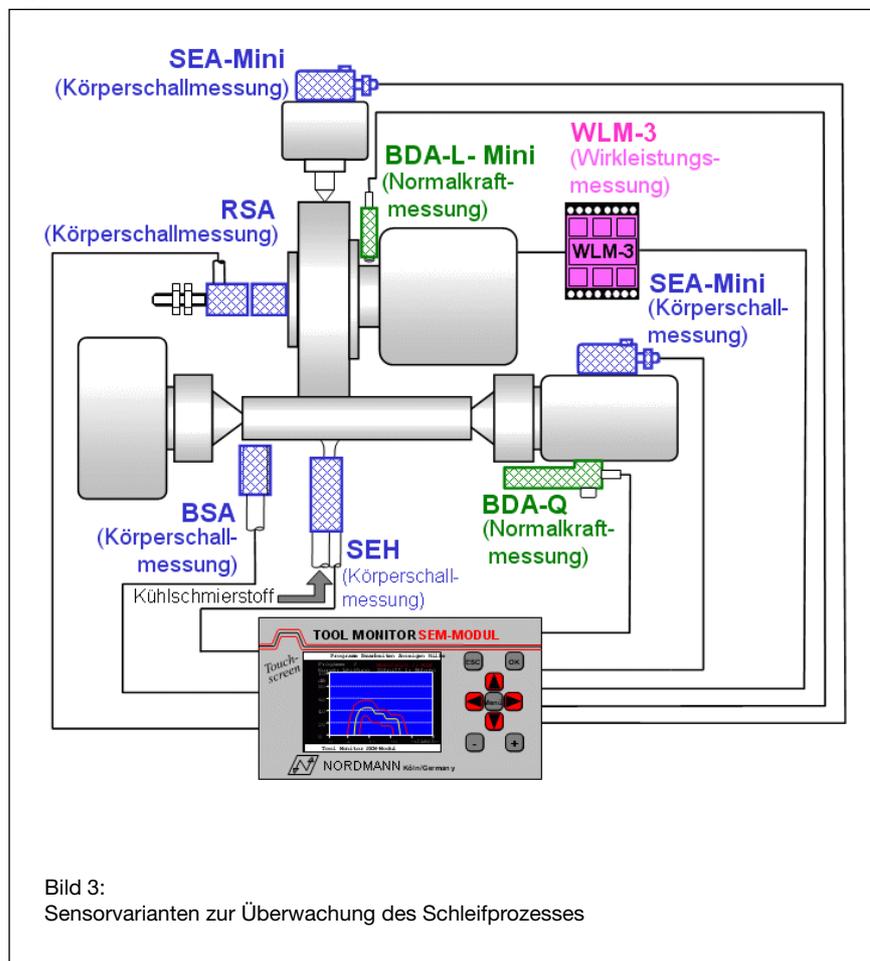


Bild 3: Sensorvarianten zur Überwachung des Schleifprozesses

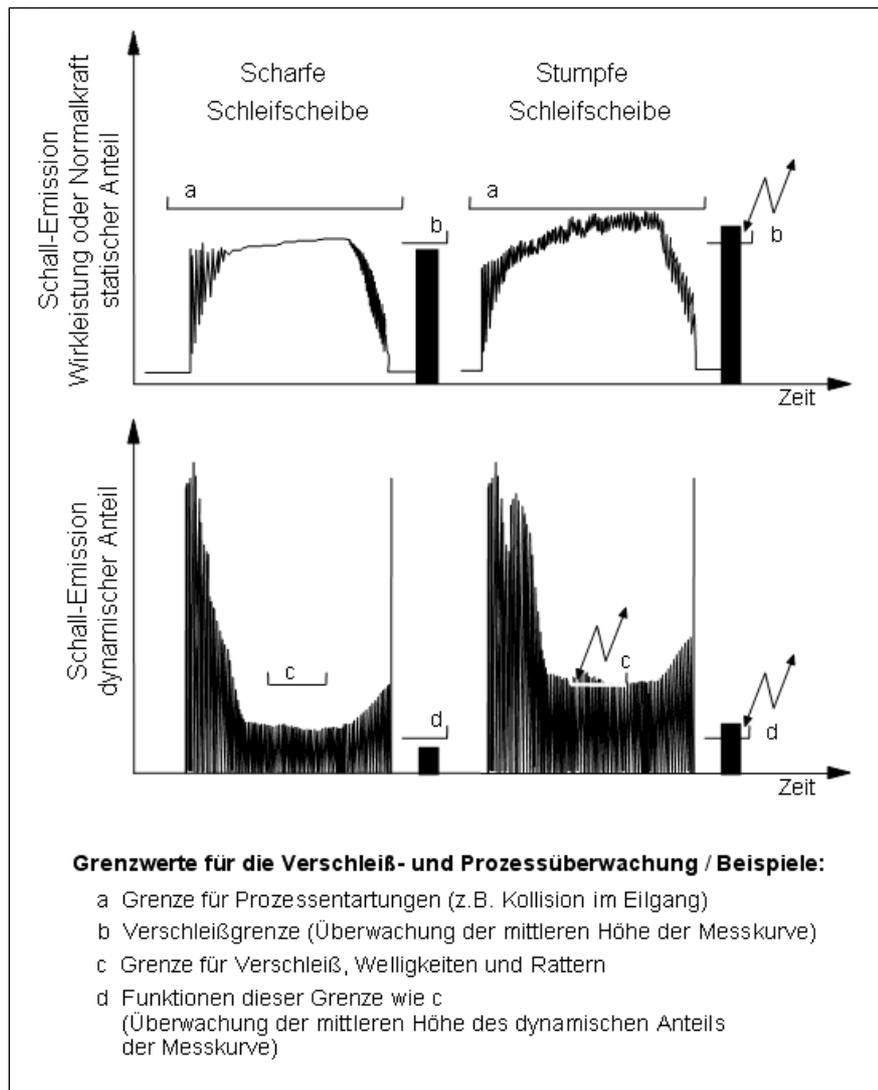


Bild 4: Messkurven bei der Überwachung von Verschleiß und Rattern

Dieser Sensor arbeitet mit einem Kühlschmierstoffstrahl, der auf das Werkzeug oder Werkstück gerichtet wird. Die Körperschallwellen des Werkzeuges oder Werkstückes gelangen im Auftreffpunkt des Strahls in den Strahl und laufen mit Schallgeschwindigkeit entgegen der Strömungsrichtung in den Sensor.

2. Berührungsloser Körperschallaufnehmer (BSA): Körperschallaufnahme direkt vom Werkzeug oder Werkstück über ein von der Schwingung moduliertes Magnetfeld als Übertrager der Schwingungsinformation.

Während beim SEH und BSA kein Sensor oder Messwertsender auf dem rotierenden Teilen befestigt werden muss, ist dies beim Rotierenden Schall-Aufnehmer (RSA)

anders: Hier rotiert ein zentrisch auf der Schleifspindel befestigtes Messelement und sendet den Messwert auf einen unmittelbar daneben befestigten Empfänger. Dieser Sensor ist auch als Ring kundenspezifisch herstellbar, wenn eine zentrische Befestigung nicht möglich ist. Die im Bild 3 zur „Normalkraftmessung“ gezeigten Sensoren BDA-L-Mini und BDA-Q basieren auf Wirbelstrom-Abstandsaufnehmern, die kraftproportionale elastische Bewegungen der Schleifspindel oder der Reitstockspitze messen. Das Wirkleistungsmodul WLM-3 misst die Schleifspindelleistung mit 3 Stromsensoren auf Halleffektbasis und Spannungsabgriff. Vor jedem Schleifzyklus ermittelt es die aktuelle Leerlaufleistung als

Referenzwert, um eine lagerreibungsunabhängige Messwertaufnahme zu gewährleisten.

Beispiele für Steuerungs- und Überwachungsaufgaben beim Schleifen zeigen die folgenden Bilder 4 und 5.

Die weitaus häufigste Aufgabe beim Schleifen ist die zeitliche Verkürzung des Luftschleifens. Hierbei wird der Annäherungsweg der Schleifscheibe auf den letzten Zehntel Millimetern nicht im Schruppvorschub, sondern in einem um den Faktor 10 bis 20 höheren Vorschub zurückgelegt, dem sog. Luftschleifvorschub. Erst bei dem per Körperschallsensor wahrgenommenen Werkstückkontakt wird auf den Schruppvorschub umgeschaltet. Die Annäherungszeit der Schleifscheibe wird

Bild 5:
Messkurven bei der Steuerung des
Schleifvorschubes für zeitoptimiertes
Schleifen

dadurch auf 5 bis 10 % reduziert. Das kann schon ein paar Sekunden pro Werkstück einsparen und macht sich insbesondere bei der Massenfertigung kleiner Werkstücke wie etwa Wälzlager, Wendeschneidplatten, Düsen etc. bezahlt.

Abrichtprozessüberwachung

Ungleichmäßiger Schleifscheibenschleiß, temperaturbedingte Verlagerungen des Abrichtwerkzeuges gegenüber der Schleifscheibe oder der Ausbruch eines Diamantkorns am Abrichtwerkzeug können ein unvollständiges Abrichten der Schleifscheibe zur Folge haben, d. h. das stehende oder rotierende Abrichtwerkzeug trägt nicht ausreichend oder gar überhaupt kein Material von der Schleifscheibenoberfläche ab. Beim Abrichten von CBN können selbst zu große Abrichtzustellungen nachteilig sein für die Topographie der Schleifscheibe. Oft liegt die technologisch und wirtschaftlich optimale Abrichtzustellung im Bereich nur weniger Mikrometer.

Dass mit Körperschall prinzipiell die Abrichtzustellung überwacht werden kann, ist bekannt und wird praktiziert. Was bei stehenden Abrichtwerkzeugen problemlos

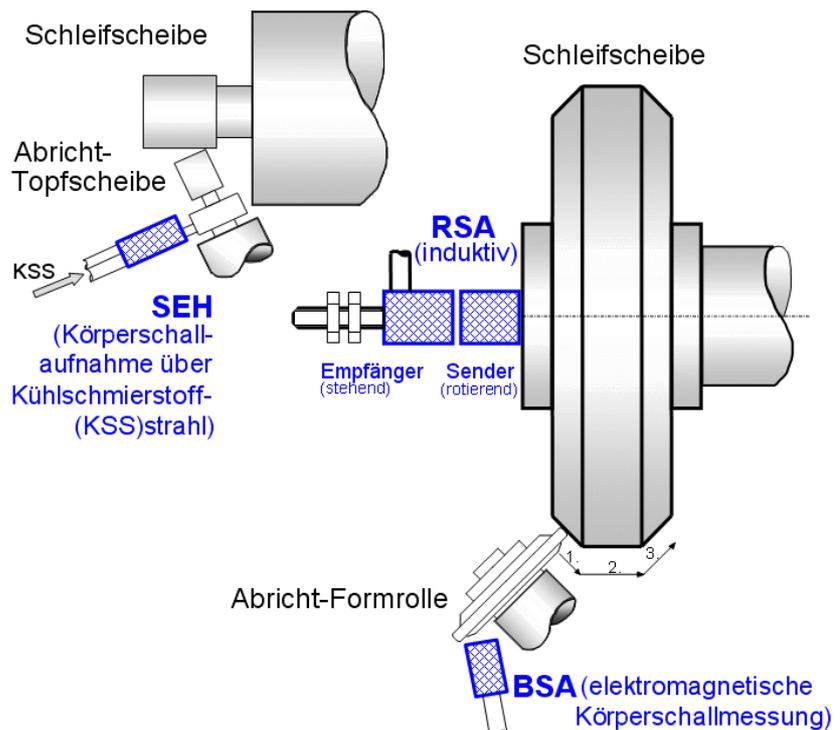
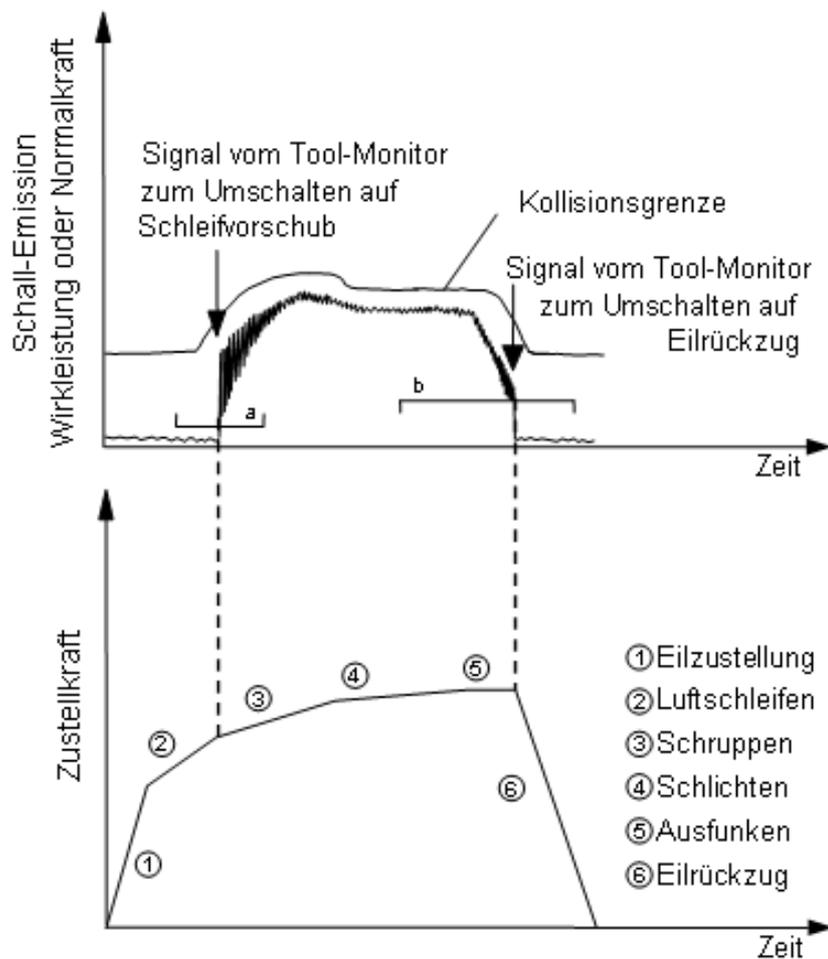


Bild 6:
Varianten der Körperschallaufnahme
beim Abrichten

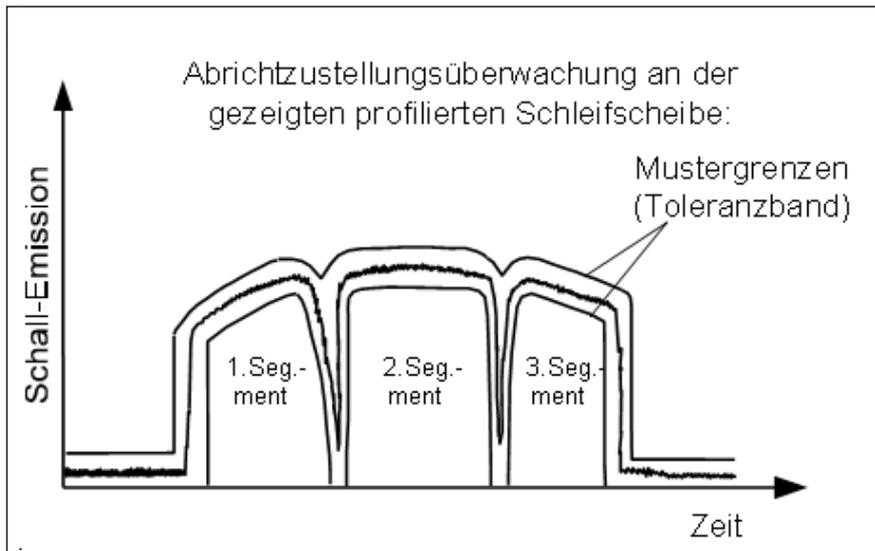


Bild 7: Abrietzstellungsüberwachung einer Schleifscheibe mit 3 Profildsegmenten

funktioniert (s. Sensor SEA-Mini in Bild 3), bereitet insbesondere bei rotierenden Abrichtwerkzeugen wegen des Mitmessens von Wälzlagergeräuschen Schwierigkeiten.

Die Sensoren SEH, BSA und RSA nehmen hingegen den Körperschall direkt von der Abrichtrolle oder der Schleifspindel bzw. der Schleifscheibe auf, und sind damit wesentlich unabhängiger von störenden Geräuschen der Spindellagerung (Bild 6).

Bild 7 zeigt mit diesen Sensoren

unmittelbar von den rotierenden Werkzeugen aufgenommene Körperschall-Messkurven bei der Abrietzstellungsüberwachung. Sobald der Körperschallpegel die untere Hüllkurvenbegrenzung verlässt, ist das ein Zeichen für eine nicht ausreichende Abrietzstellung, bzw. das Abrichtwerkzeug hatte ggfs. überhaupt keinen Kontakt mit der Schleifscheibe. Der Tool Monitor gibt dann der Schleifmaschine ein Signal für erneutes Abrichten.

Falls die Visualisierung der Mess-

kurven nicht an dem eingangs gezeigten Display erfolgen soll, so ist dies bei Verwendung windows-basierter PC-Bedienfelder auch per Software Sinterm möglich. Parallel zu den Körperschallmesswerten können Spindel- oder Vorschubachsenwerte (Wirkleistung, Drehmoment oder Strom-Istwert) via Profibus eingelesen und als Messkurve mit Hüllkurven überwacht werden. Einer kompletten Prozessabsicherung steht also nichts mehr im Wege. www.nordmann.info



Bild 8: Visualisierung der Messkurven bei Verwendung windows-basierter PC-Bedienfelder per Software Sinterm (Werkbilder: Nordmann GmbH & Co. KG, Hürth)