

Hochgeschwindigkeits-Auswuchttechnologie für den Schleifprozess

Unwuchten von Schleifscheibe und Schleifspindel können in hohem Maße die Leistungsfähigkeit von Schleifmaschinen beeinträchtigen. Mangelnde Werkstückqualität und kürzere Standzeiten sind die Folge. Abhilfe schafft ein neuartiges aktives Auswuchtsystem, mit dem die Unwucht automatisch während der Spindelrotation korrigiert wird.

Einleitung

Moderne Schleifmaschinen erreichen durch den Einsatz neuer Schneidwerkstoffe und die Realisierung innovativer Maschinenkonzepte immer höhere Schnittgeschwindigkeiten und Spindeldrehzahlen. Dabei muss der Laufruhe der Schleifspindel eine hohe Beachtung zuteil werden. Diese Notwendigkeit wird bei Mehrspindelmaschinen noch verstärkt. Daneben müssen die Abläufe und Prozesse stark automatisiert werden. Zusätzliche Module müssen sich hier einfach integrieren lassen.

Die unzureichende Laufruhe einer Schleifspindel hat negative Auswirkungen auf Maßhaltigkeit

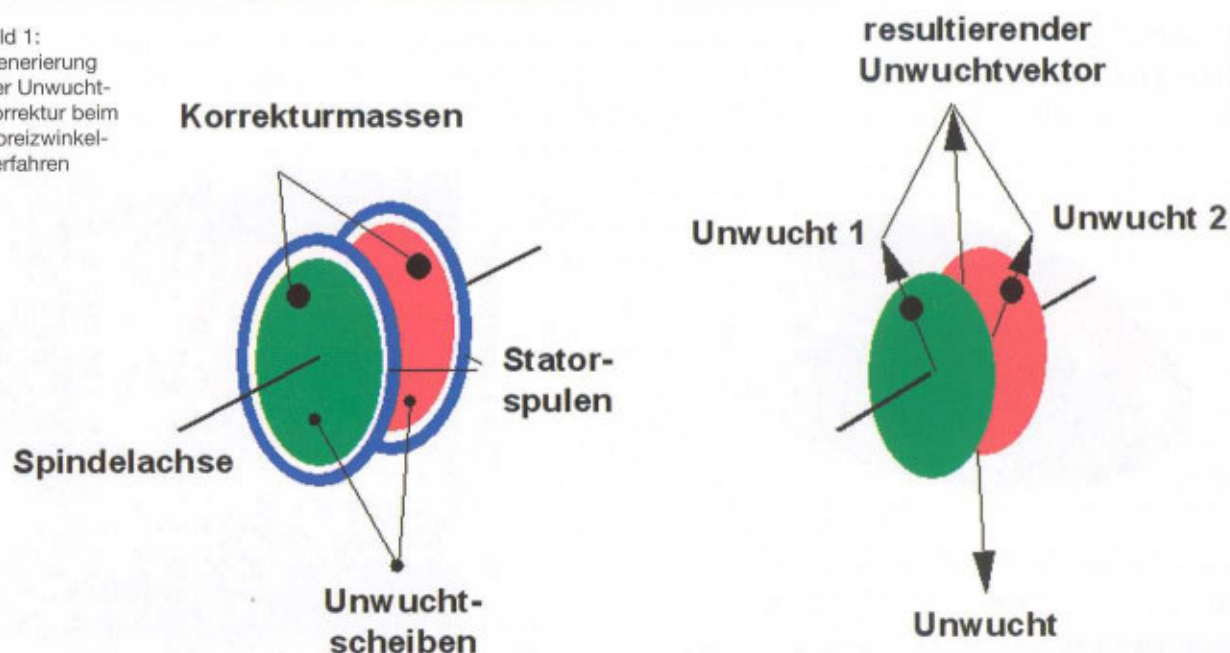
und Oberflächengüte der Werkstücke sowie auf die Standzeiten von Schleifscheibe und -spindel. Die Unwucht von Schleifscheiben sollte schon beim Hersteller auf einer Auswuchtmaschine korrigiert werden. Bei der Montage auf der Spindel werden jedoch wieder neue Unwuchten z.B. durch Rundlauffehler der Spindellager und der Scheibenaufnahme erzeugt. Diese Unwuchten werden dann vor dem Abrichten der Schleifscheibe und der Bearbeitung von Werkstücken in der Schleifmaschine z.B. mit Betriebsauswuchtgeräten ausgeglichen. Werden Schleifscheiben oft bei unterschiedlichen Drehzahlen eingesetzt und müssen häufig abgerichtet werden, lohnt sich der

Ein- oder Anbau von aktiven Auswuchtsystemen, die die Unwucht automatisch - während die Spindel rotiert - korrigieren. Ein Vorteil ist, dass damit auch sich im Lauf der Zeit verändernde dynamische Eigenschaften der Schleifmaschinen berücksichtigt werden. Schon lange sind Systeme bekannt, die die Unwucht von Schleifscheiben z.B. durch Einspritzen des Schleiföls in die Kammern eines Ausgleichsbehälters oder durch gegenseitiges motorisches Verdrehen von Unwuchtscheiben korrigieren. Im folgenden wird ein neues aktives Auswuchtsystem vorgestellt, dass bezüglich Platzbedarf, Auswuchtzeit und Einsatz bei hohen Drehzahlen wesentliche Vorteile bietet.

Funktionsprinzip

Das aktive Auswuchtsystem EMB 7000 arbeitet nach dem sogenannten Spreizwinkelverfahren, Bild 1. Dazu sind im rotierenden Teil des Auswuchtkopfes zwei

Bild 1:
Generierung
der Unwucht-
korrektur beim
Spreizwinkel-
verfahren



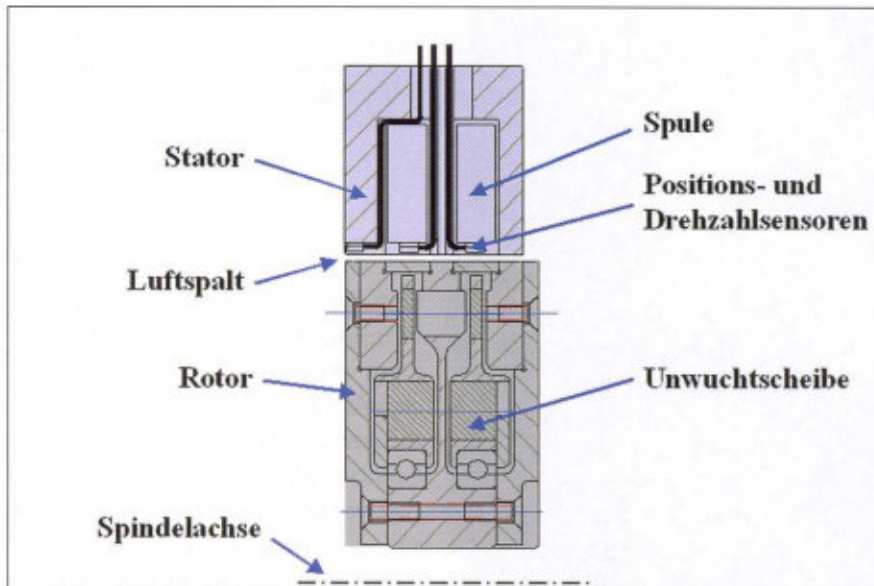


Bild 2:
Aufbau eines Auswuchtkopfes im
Halbschnitt

Unwuchtscheiben frei drehbar auf der Spindelachse angeordnet, Bild 2.

Stehen sich die Unwuchten dieser Scheiben gegenüber, hebt sich ihre Wirkung auf. Die volle Auswuchtkapazität ist erreicht, wenn beide Unwuchten unter dem gleichen Winkel wirken. Durch Einstellen der Unwuchtscheiben auf spezielle Winkel kann innerhalb der vorgenannten Grenzen jede Korrekturunwucht nach Größe

und Richtung erzeugt werden.

Die Verstellung der Unwuchtscheiben während der Spindelrotation erfolgt über das Schrittmotorenprinzip. Dazu werden um die Unwuchtscheiben feststehende Spulen angeordnet. Sie erzeugen die Antriebsenergie in Form elektromagnetischer Felder, die berührungslos über den Luftspalt vom Stator auf den Rotor übertragen werden.

Für das Verharren der Unwucht-

scheiben in ihrer Position beim Beschleunigen oder Abbremsen der Spindel sorgen magnetische Haltekräfte.

Sensoren, die im Stator integriert sind, erlauben die Messung der Spindeldrehzahl und der absoluten Winkelposition der Unwuchtscheiben.

Systemaufbau

Bild 3 zeigt die erforderlichen Komponenten für ein funktionsfähiges Ein-Ebenen-System. Die Auswuchtkopf (bestehend aus Rotor und Stator) wird in der Nähe der Schleifscheibe in die Spindel integriert.

Ein Sensor erfasst die Schwingungen des Spindelgehäuses z.B. in der Richtung des Schleifdrucks. Die Messinformationen – Drehzahl der Spindel, Winkelpo-

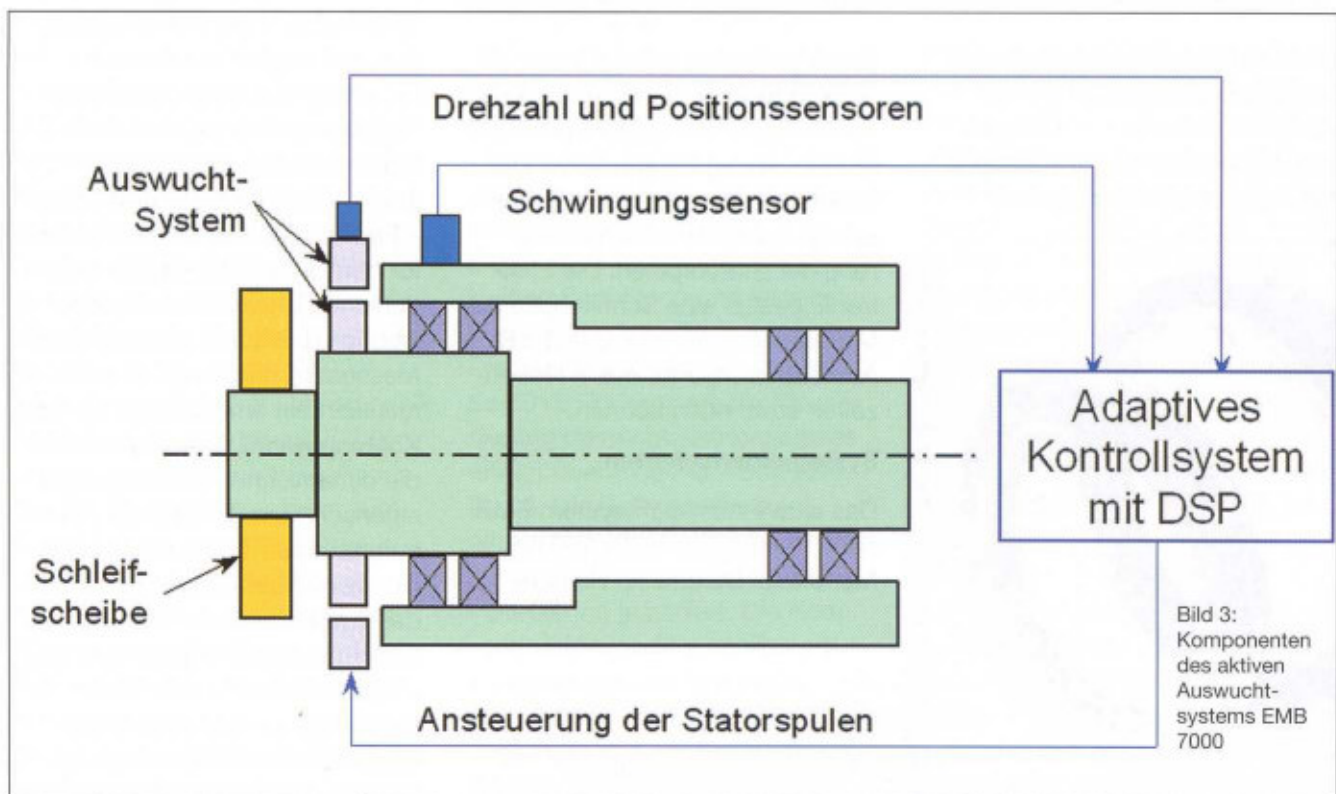


Bild 3:
Komponenten
des aktiven
Auswuchtsystems
EMB
7000

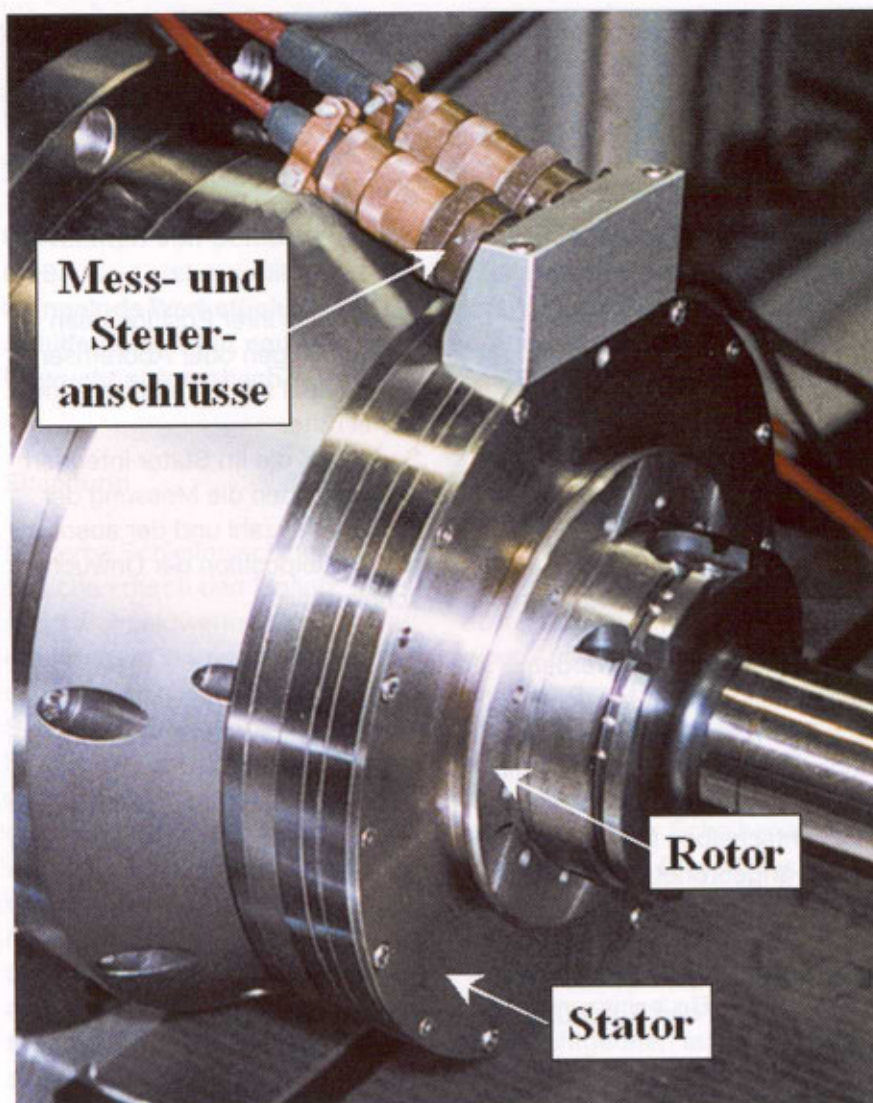


Bild 4:
Integration eines Auswuchtkopfes in
eine Spindel

sign lässt es sich problemlos in Spindeln integrieren; Bild 4 zeigt eine typische Anordnung des Auswuchtkopfes zwischen Schleifscheibensitz und vorderem Spindellager. So kann der Scheibenwechsel ohne Demontage des Auswuchtsystems erfolgen. Durch den Einbau auf dem Außendurchmesser bleibt die hohe Steifigkeit der Spindel erhalten. Außerdem entstehen keine zusätzlichen Störkanten, die den Arbeitsbereich z.B. beim Schräg- oder Einstechschleifen einschränken.

Die Technologie des EMB 7000 erlaubt es zudem, mit Werkzeugwechselsystemen zu arbeiten, da die Spindelmitte vom Auswuchtsystem nicht belegt ist. Beim Innenschleifen kann ein weiterer Auswuchtkopf im vorderen Bereich des lang auskragenden Werkzeugs angeordnet werden. Das automatische Auswuchten erfolgt nach dem adaptiven Einflusskoeffizientenverfahren. Während bisherige Systeme iterativ nach dem „Trial and Error“-Prinzip arbeiten, werden hier die für den Unwuchtausgleich erforderlichen Unwuchtscheibenpositionen direkt aus den aktuellen Messdaten berechnet. Daraus resultiert ein erheblicher Zeit- und Kostengewinn. Verändern sich die dynamischen Übertragungseigenschaften der Spindel z.B. aufgrund von Temperatur- oder Drehzahländerungen, stellt sich das System automatisch an sich ändernde Randbedingungen ein. Da jeder Korrekturschritt zur Berechnung neuer Koeffizienten genutzt wird. Da sämtliche Schritte eines Auswuchtvorgangs

sition der Unwuchtscheiben und Gehäuseschwingung - werden von einer schnellen, mit adaptiven Algorithmen ausgestatteten Messelektronik mit digitalem

Signalprozessor erfasst. Liegt die Schwingung oberhalb vorgegebener Grenzen, wird automatisch ein Auswuchtvorgang gestartet. Die Verstellung der Unwuchtscheiben erfolgt dabei über die Ansteuerung der Statorspulen. Die Elektronik besitzt eine Schnittstelle zur Maschinensteuerung, damit z.B. Auswuchtvorgänge nur in Nebenzeiten stattfinden können.

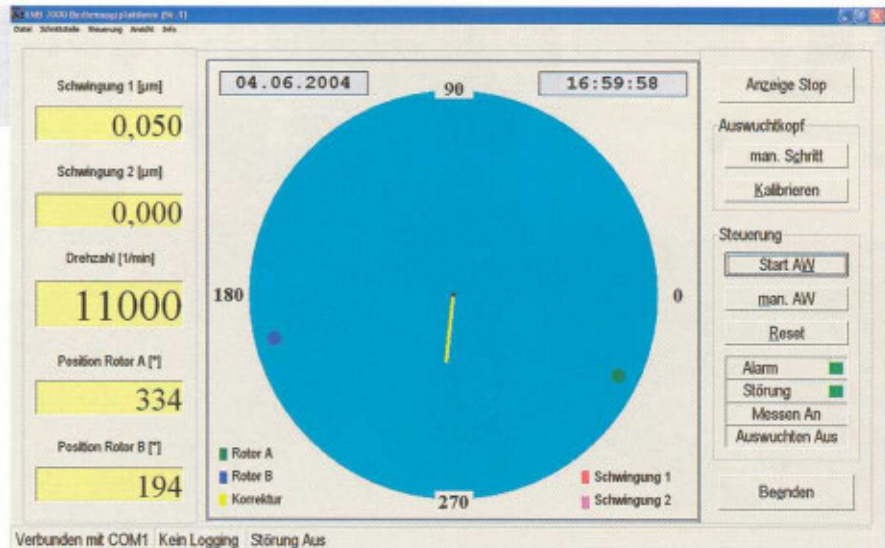
Systemeigenschaften

Das aktive Auswuchtsystem EMB 7000 verfügt über INNOVATIVE Merkmale. Durch sein Ringde-



Bild 5:
Rotor und Stator eines typischen
Schleifscheibenauswuchtkopfes

Bild 6:
Bedien- und Visualisierungssoftware
(Werkbilder: Hofmann, Pfungstadt)



berechnet werden, stellt auch das Auswuchten in zwei Ebenen z.B. bei Innenschleifspindeln kein Problem dar. Das System berücksichtigt automatisch den Einfluss der beiden Auswuchtköpfe auf die Messebenen und kommt auch hier schnell zum gewünschten Ergebnis.

Reicht die vorgegebene Kapazität des Auswuchtsystems nicht aus, muss ein manueller Voraussgleich bei neutralisiertem Auswuchtkopf erfolgen. Das EMB 7000 erkennt dies sofort und kann durch die permanente Messung der Unwuchtscheibenpositionen gezielt und schnell auf Null gestellt werden.

Die Auswuchtköpfe des sind in unterschiedlichen Größen und Auswuchtkapazitäten verfügbar. Bild 5 zeigt einen Auswuchtkopf mit 1.500 gmm Auswuchtkapazität für den Einsatz auf einer 40 kW Schleifspindel. Es können Spindelbeschleunigungen bis zu 20.000 U/min in einer Sekunde realisiert werden. Die Schrittmotoren zum Antrieb der Unwuchtscheiben verfügen über eine Auflösung von bis zu zwei Grad (bei einem Schritt). Typische Zeiten für einen Auswuchtschritt liegen zwischen 40 ms bei kleineren und 250 ms bei größeren Systemen. Damit ergeben sich unabhängig von der

Drehzahl durchschnittliche Auswuchtzeiten von zwei bis zwanzig Sekunden.

Um Rattermarken auf den Werkstücken zu vermeiden und optimale Abricht- und Bearbeitungsergebnisse zu erreichen, müssen Schleifspindeln eine extrem hohe Laufruhe aufweisen. Als Maß für einen schwingungsarmen Lauf wird die Anregung des Spindelgehäuses durch die Schleifscheibenunwucht herangezogen. Die üblichen Grenzwerte liegen bei Schwingungsschwingungsamplituden von deutlich weniger als 1 µm. Mit dem aktiven, elektromagnetischen Auswuchtsystem werden Werte von weniger als 0,050 µm erreicht; bei optischen Spindeln werden sogar 0,010 µm realisiert. Das Ergebnis sind Werkstücke mit sehr kleinen Rauhtiefen und engsten Maßtoleranzen.

Die Einstellung und Bedienung des SYSTEMS sowie die Visualisierung des Auswuchtprozesses erfolgt über eine PC – Software, Bild 6. Die Software läuft auf einem PC/Laptop oder wird direkt auf dem IPC einer offenen NC – Steuerung installiert. Die Kommunikation zur Elektronik läuft über eine serielle Schnittstelle. Es sind Elektroniken verfügbar, die bis zu vier Auswuchtköpfe steuern können. Das vorgestellte Aus-

wuchtsystem eignet sich auch zur Nachrüstung.

Zusammenfassung

Mit dem aktiven Auswuchtsystem EMB 7000 steht ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem sich effektiv die Unwuchtschwingungen von Schleifspindeln zur Vermeidung von Rattermarken und zur Realisierung engster Werkstücktoleranzen reduzieren lassen. Das System bietet aufgrund seiner Ringform verschiedene Möglichkeiten der Integration in vorhandene Spindel- und Maschinenkonzepte, ohne den Arbeitsbereich einzuschränken. Ein großer Nutzen ergibt sich aus den kurzen Auswuchtzeiten, die durch die Implementierung adaptiver Algorithmen in eine schnelle DSP basierende Elektronik realisiert werden. Das System wird bereits erfolgreich in Schleifmaschinen eingesetzt. Daneben gibt es weitere Anwendungen in Bearbeitungszentren, auf Drehmaschinen und außerhalb der Werkzeugmaschinen z.B. bei Ventilatoren.

Autor

Dr.-Ing. Axel Rückert ist Vertriebsleiter Mess- und Auswuchtgeräte bei Hofmann Mess- und Auswuchttechnik GmbH & Co. KG, Pfungstadt. ruckert@auswuchttechnik.de

SCHLEIFEN + POLIEREN

5/2004

Technische Fachzeitschrift für:

- Werkzeugschleifmaschinen
- Rundschleifmaschinen
- Flachsleifmaschinen
- Gleitschleiftechnik

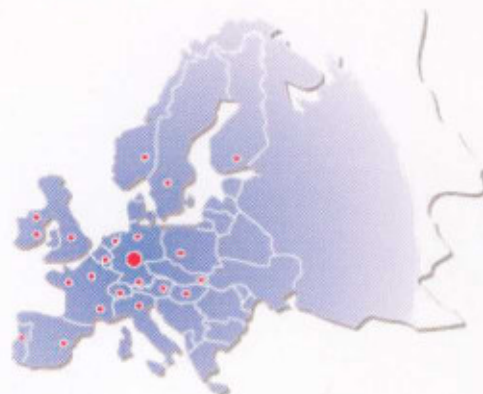
- Läppen und Honen
- Schleif- und Poliermittel
- Abrichtgeräte und -werkzeuge
- CNC-Steuerungen und Software

Seite 64
interessiert Sie!
Die Redaktion

Dipl.-Ing. K.-H. Möller, Techn. Fachverlag, Neustraße 163, 42553 Velbert, Tel.: 0 20 53 / 981 251, Fax: 0 20 53 / 981 256, 8. Jahrgang, Sept./Okt. 2004, G. 44965

Okamoto

EUROPE



GRIND - X
Okamoto

OKAMOTO PRECISION SYSTEMS

Okamoto Machine Tool Europe GmbH
Paul-Ehrlich-Straße 9 · 63225 Langen · Germany
Tel. ++49 (0) 6103 - 201 100 · Fax ++49 (0) 6103 - 201 1020
www.okamoto-europe.de
(U.K. Office) Gelders Hall Road, Shepshed, Loughborough,
Leicestershire LE 12 9NH/UK
Tel. (U.K.) 1509 600 600 · Fax (U.K.) 1509 600 159

