

Das Schleifen ist bei der Fertigung hochwertiger Produkte oft einer der letzten, wenn nicht der letzte Bearbeitungsschritt. Da eine fehlerhafte Schleifbearbeitung zu hohen finanziellen Verlusten führen kann, werden Schleifvorgänge meist von erfahrenen Maschinenbedienern durchgeführt. Die Schleifparameter wurden in vielen Fällen entweder durch Erfahrung oder im Trial-and-Error-Verfahren ermittelt und entsprechen oft nicht den optimalen Bearbeitungsparametern. Hinzu kommt die Auswahl der Schleifscheiben, der Abrichtwerkzeuge und der geeigneten Abricht- und Schleifparameter, die auch wesentlich zu einem optimalen Schleifergebnis beitragen.

### Grinding-Expert

Der Grindingexpert ist ein webbasiertes System, das optimale Unterstützung zur Konzeption und Durchführung von Schleifprozessen durch die Auswahl geeigneter Schleifscheiben, Schleifparameter, Abrichtwerkzeuge und Abrichtparameter bietet.

### Funktionsumfang:

#### Auswahl von Schleifscheiben

- konventionell
- superabrasiv

#### Empfehlung Abrichtparameter

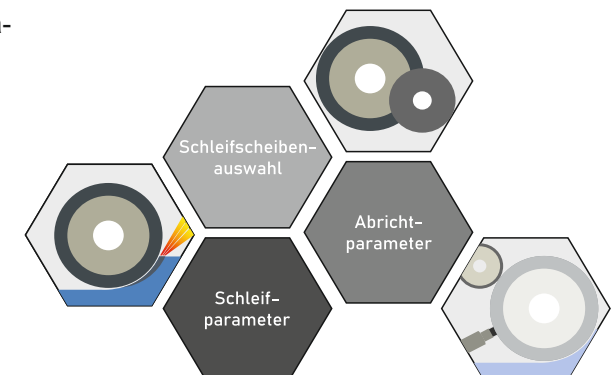
- stehend
  - Einkorn
  - Abrichtfliese
  - Vielkorn
  - Abrichtplatte
- rotierend:
  - Formrolle
  - Profilrolle
  - demnächst: Abrichten von kunstharz- und metallgebundenen Schleifscheiben

#### Empfehlung Schleifparameter

- Außenrundscheifen
  - Längsscheifen
  - Einstechscheifen
- Innenrundscheifen
  - Längsscheifen
  - Einstechscheifen
- Flachscheifen
  - Pendelscheifen
  - Tiefscheifen
- demnächst: Spitzenlosscheifen und Koordinatenscheifen
- jeweils mit
  - Vorschlag Prozessparameter
  - Beurteilung von Nutzerparametern
  - Vorschlag für mehrstufige Schleifstrategien
  - Troubleshooting

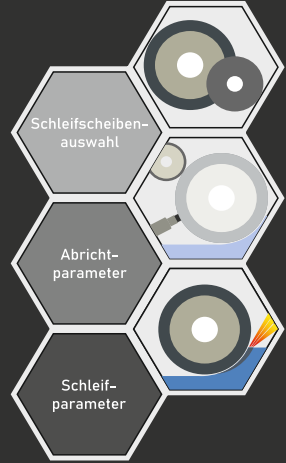
### Mit dem Grinding Expert:

- Sicherstellen eines wirtschaftlichen Prozesses
- Auch ohne tiefere Kenntnis auf langjährige Erfahrung zugreifen
- Korrekte Abricht- und Schleifwerkzeuge auswählen
- Auch für den User unbekannte Werkstoffe mit geeigneten Parametern schleifen
- Hilfe beim Auftreten von Schleiffehlern finden
- Zeit und Kosten sparen und die Produktivität steigern



# Grinding-expert

grindingexpert.de



Abricht- und Schleiftechnologie GbR  
Grünberger Str. 1  
78052 Villingen-Schwenningen  
07721 64104  
mail@abricht-schleiftechnologie.de

### Schleifscheibenauswahl

**Schleifscheibentyp**

- konventionell
- Keramik

**Schleifprozess**

- Außenrundscheifeln
- Längsschleifen
- Normalschleifen (Kompromiss)

**Material**

- Stahl
- 100Cr6 1.3505
- 57-60 HRc
- Ra 0.1-0.2 Rz 0.6-1.25
- Emulsion Konzentration bis zu 2,5% (Mineralölanteil)

**Korn**

- 35A Edelkornd weill (SPK)
- 39A Spezialkornd / Die
- 40A Edelkornd rosa (SK)
- 43A Die / Edelkornd
- 70A Sinterkornd / Die
- 73A Sinterkornd / Die
- 79A Sinterkornd / Edelkorndkornd
- 77A Sinterkornd (EM) / Die

**Körnung [µ]**

- von 150 bis 280
- Härte von 1 bis 7
- Gefüge von 1 bis 8

**Künstliche Porosität**

- Porositätsklasse A1
- Anteil 1.5 %
- Gefüge 0.3 mm

### Schleifen

**Schleifprozess**

- Außenrund-Schleifen
- Innenrund-Schleifen
- Flach-Schleifen
- Spitzen-Schleifen

**Prozessvarianten**

- Längsschleifen
- Einrichten

**Prozessparameter**

- Prozessparameter Vorschlag
- Prozess-Bearbeitung
- Schleifstrategie
- Toolüberwachung

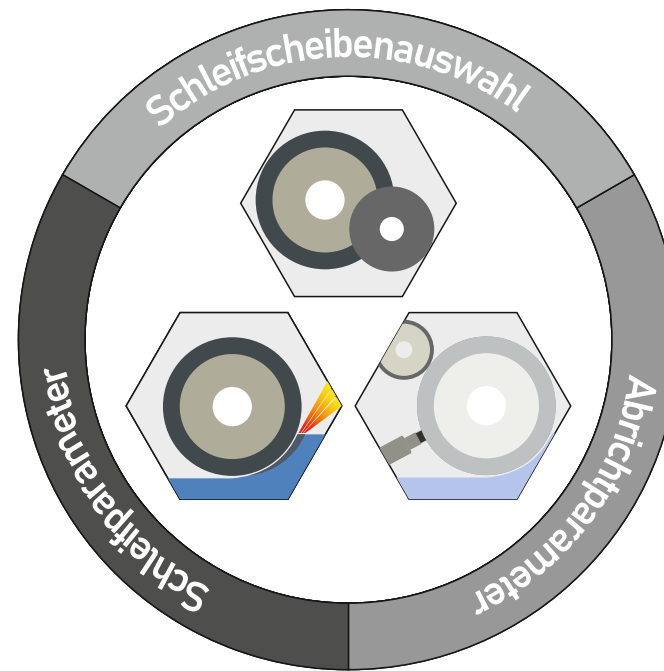
### Prozessbeurteilung

**Stahl**

- 400 [mm] Schleifscheibendurchmesser
- 30 [mm] Schleifscheibenbreite
- 150 [µ] Schleifscheibekörnung 107 [µm] ca. Schleifscheibekörnung
- 30 [m/s] Umfangsgeschwindigkeit 1432 [U/min] Drehzahl Schleifscheibe
- 50 [mm] Werkstückdurchmesser
- 0.25 [m/s] Umfangsgeschwindigkeit 95 [U/min] Drehzahl Werkstück
- 500 [mm/min] Axiale Vorschubgeschwindigkeit  $v_{ax}$
- 0.005 [mm] Zustellung  $a_w$

### Auswertung

- 120 Geschwindigkeitsverhältnis  $q_v$
- Parameter für Feinschleifen. Erreichbare Abtragsraten sehr begrenzt aber gute Form- und Schleifbrandgefahr
- 5.7 Schleifüberdeckungsgrad  $U_d$
- Parameter für Feinschleifen. Gute Oberflächengüte, Prozesszeit lang
- 0.005 [mm] Zustellung  $a_w$
- Parameter für Feinschleifen
- 1.24 [mm³/mm·s] Zerkspanvolumen  $Q_v$
- 5.26 [mm] Schruppzone der Schleifscheibe  $b_d$
- 24.74 [mm] Ausfunzone der Schleifscheibe  $b_a$



### Schleifen

**Optisch erkennbare Schleiffehler**

- Spitzformige oder drifft geförmte Verformung der Oberfläche**
- Werkstoffoberfläche weist unregelmäßig verstreute, kurze, konformulnige "Körner" auf**
- Parallel zur Werkstückoberfläche verlaufende Riefen**
- Verbindungszone**
- Schleifspalten**
- Grund**

**Kennzeichen**

- Spitzformige oder drifft geförmte Verformung der Oberfläche
- Ursachen
  - Hohe Materialverformung im Werkstoffteil (Schleife zu fein gewählt) angesehen
  - Ungünstige Korncharakteristika (Einbringen Schmirke bzw. Riefen)
  - Zu hohe Drehzahl (Drehzahlverhältnis  $q_v > 120$ )
  - Ungünstige Drehzahlverhältnisse
  - Zu hohe Abtragsrate
  - Scheibe zu hart
  - Scheibe zu weich
  - In Zustand gestrichelt
- Abhilfe
  - Schleifscheibe öfter abrichten (überhöhen und Abtragsgeschwindigkeit erhöhen)
  - Abtragsgeschwindigkeit erhöhen (bei 100-120 U/min erhöhen, 60% Reduzierung verbessern, KSS mit höherem Mineralölanteil verwenden)
  - Abtragsrate reduzieren

### Abrichten

**Abrichter**

- stehende Abrichter
- rotierende Abrichter

### Abrichtarten

- Einkeim**: Verschliss nach längerem Gebrauch, am besten mit hochdrucke, nicht profilierbar, hoher Preis
- Abrichtfliese**: bei Profilen Einrichten erforderlich
- Vielkeim**: große Werkbreite, höhere Abrichtgeschwindigkeit möglich, keine Profile möglich
- Abrichtplatte**: Konstanz der Werkbreite, konstante Abrichtergebnisse

### Abrichtparameter

**Abrichtfliese**

- Körnung + Edelkornd
- Schleifmittel
- Schuppen
- Abtragsrate
- 400 [mm] Schleifscheibendurchmesser
- 150 [µ] Schleifscheibekörnung 107 [µm] ca. Schleifscheibekörnung
- 30 [m/s] Umfangsgeschwindigkeit 1432 [U/min] Drehzahl Schleifscheibe
- 0.8 [mm] Wirkbreite Abrichter  $b_d$

### Abrichtempfehlung

**Empfehlung gewählt / berechnet**

- 1.5 - 2.5 Abrichtüberdeckungsgrad  $U_d$
- 0.006 - 0.007 0.007 [mm] Abrichtzustellung  $a_w$
- 516 [mm/min] Axiale Vorschubgeschwindigkeit  $v_{ax}$

**Bei Bedarf (wenn der Makroverschleiß der Schleifscheibe sehr hoch ist) empfiehlt es sich, zusätzlich mit der empfohlenen Abrichtzustellung abzurichten**

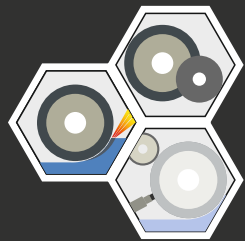
**Stimmer nur in einer Richtung abrichten**

**Wirkbreite der Scheibe in %**

**Bewertung**

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

← stark | schrittweise →



## Fallstudie

Um das entwickelte Grinding-Expert-Programm zu validieren wurde mehrere Versuchsreihen bei unterschiedlichen Industriefirmen durchgeführt. Die Ergebnisse waren durchweg sehr positiv. Als Beispiel wird hier die Optimierung eines Außenrundschleifprozesses über den Grinding Expert dargestellt.

Die Untersuchungen wurden auf eine Studer S40 Außenrundlängsschleifmaschine durchgeführt.

Schleifscheibe	B1A1 D450T25X5 – B91 C175 V (Tesch)
Werkstück	HSS 65 HRc Ø20 x 200 mm (Aufmaß 0,5 mm)
Abrichter	D501 (Galv.) – Formroller Ø150 mm
Kühlschmierstoff	Emulsion 5%

Vor der Optimierung wurde der Schleifprozess mit folgenden Parametern durchgeführt

<b>Abrichten</b>	Abrichtzustellung $a_{ed}$		3 x 8 $\mu$ m
	Abrichtgeschwindigkeitsverhältnis $q_d$		-0,4
	Abrichtvorschubgeschwindigkeit $v_{rad}$		130 mm/min
	Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit beim Abrichten $v_{cd}$		30 m/s
<b>Schleifen</b>	Schruppen (bis letzte 0,05 mm Aufmaß)	Schnittgeschwindigkeit $v_c$	30 m/s
		Werkstückdrehzahl $n_w$	145 UpM
		Axialvorschub $v_{fa}$	1500 mm/min
	Schlichten (bis Endmaß)	Zustellung $a_e$	10 $\mu$ m
		Schnittgeschwindigkeit $v_c$	30 m/s
		Werkstückdrehzahl $n_w$	145 UpM
Ausfunken	Axialvorschub $v_{fa}$	300 mm/min	
	Zustellung $a_e$	5 $\mu$ m	
<b>Schleif- ergebnis</b>	Hübe	10	
	Oberflächenrauheit Rz	1,6 – 2 $\mu$ m	

Der Prozess wurde durch die Optimierung über den Grinding-Expert wie folgt verändert:

<b>Abrichten</b>	Abrichtzustellung $a_{ed}$		2 x 4 $\mu$ m
	Abrichtgeschwindigkeitsverhältnis $q_d$		+0,5 (Gleichlauf)
	Schleifscheibenumfangsgeschwindigkeit beim Abrichten $v_{cd}$ (Maximum der Maschine)		45 m/s
<b>Schleifen</b>	Schruppen (bis letzte 0,02 mm Aufmaß)	Schnittgeschwindigkeit $v_c$ (Maximum der Maschine)	45 m/s
		Werkstückdrehzahl $n_w$	650 UpM
	Schlichten (bis Endmaß)	Axialvorschub $v_{fa}$	7500 mm/min
		Zustellung $a_e$	5 $\mu$ m
	Schlichten (bis Endmaß)	Schnittgeschwindigkeit $v_c$	45 m/s
		Werkstückdrehzahl $n_w$	250 UpM
<b>Schleif- ergebnis</b>	Ausfunken	Axialvorschub $v_{fa}$	800 mm/min
		Zustellung $a_e$	2,5 $\mu$ m
	Hübe		10
	Oberflächenrauheit Rz		<1,5 $\mu$ m
Prozesszeit		70% Reduzierung	

Der KSF-Grinding-Expert ermöglicht die optimale Auswahl von:

- Abricht- und Schleifwerkzeugen
- Abrichter und Abrichtparametern
- Parametern für Schleifprozesse

Somit ist erstmalig weltweit ein System verfügbar, das eine große industrielle Nachfrage bedient. Schleifende Bearbeitungsprozesse können zukünftig auch ohne tiefere Schleifkenntnisse werkstoffabhängig und effizient durchgeführt werden.

Durch die Optimierung mit Hilfe des Grinding-Expert konnte:

- die Prozesszeit über 70 % reduziert werden
- Gleichzeitig wurde eine feine und sehr gleichmäßige Oberflächenrauheit erzielt, die auf Rz < 1,5  $\mu$ m verbessert wurde

Das System wurde in einigen industriellen Anwendungen erfolgreich eingesetzt. Es zeichnet sich durch eine extrem einfache Bedienbarkeit aus und kann auch verwendet werden, um den Zusammenhang zwischen den Prozessparametern und der Werkstückqualität zu verstehen.

