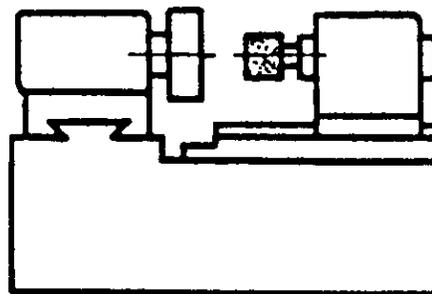




## Innenschleifen

Allgemeine Anwendungsempfehlungen  
und Lieferprogramm

---





## Inhaltsverzeichnis

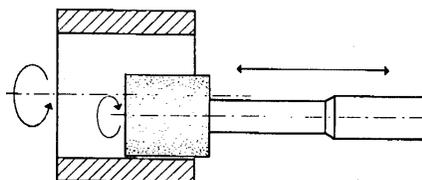
<b>1 Innenschleifen allgemein</b>	<b>1</b>
<b>2 Konditionieren</b>	<b>6</b>
2.1 Das Abrichtwerkzeug . . . . .	6
2.2 Die Abrichtzustellung . . . . .	7
2.3 Das Geschwindigkeitsverhältnis . . . . .	7
2.4 Die Abricht-Vorschubgeschwindigkeit . . . . .	8
<b>3 Schleifmittelqualität und Bindung beim Innenrundsleifen</b>	<b>8</b>
<b>4 Werkstoffe und geeignete Schleifmittel</b>	<b>9</b>
<b>5 Kühlschmiermittel</b>	<b>13</b>
<b>6 Maschineneinstelldaten</b>	<b>14</b>
<b>7 Korngrößen</b>	<b>16</b>
<b>8 Lieferprogramm</b>	<b>17</b>
8.1 Sonderwerkzeuge . . . . .	17
8.2 Konditionier- bzw. Abrichtwerkzeuge . . . . .	17
8.3 Schleifwerkzeuge für das Innenschleifen . . . . .	20
8.3.1 Schleifkörper auf Schaft zum Innenrundsleifen ohne Planflächen auf Schaft . . . . .	20
8.3.2 Schleifkörper zum Innen-Plansleifen auf Schaft . . . . .	25
8.3.3 Schleifkörper mit Bohrung . . . . .	27
<b>A Rauhtiefen-Umrechnungs-Tabelle</b>	<b>33</b>
<b>B Drehzahlen-Umrechnungstabelle</b>	<b>34</b>



## 1 Innenschleifen allgemein

Das Innenschleifen gehört zu den gebräuchlichsten und zugleich schwierigsten Schleifoperationen. Gründe hierfür sind der für diese Schleifverfahren typische, große Berührungsbogen in der Kontaktzone zwischen Schleifkörper und Werkstückbohrung, ein schlecht zu kontrollierendes Schwingungsverhalten (bestehend aus den Systemschwingungen des Maschinensystems und aus Fremdschwingungen) der aktiven Schleifeinheit (bestehend aus Schleifkörper und Spanndorn bzw. -schaft), und die sich durch das Abstumpfen des Schleifwerkzeuges ergebenden Durchbiegungen im Schleifkörper-Spannsystem.

Bei der Auslegung eines Innenschleifprozesses gibt es daher einige grundlegende Dinge zu beachten, die im folgenden aufgeführt sind.



### Werkstück- und Schleifkörperachse

Um eine geometrische Genauigkeit der fertiggeschliffenen Werkstücke beim Innenschleifen zu erzielen, müssen Werkstück- und Schleifkörperachse übereinstimmen. Überhöhungen sind zu vermeiden. Die folgende Abbildung zeigt die korrekte Ausrichtung.

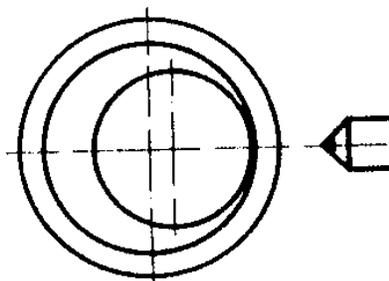


Abbildung 1: Die Abbildung zeigt zum einen die korrekte Ausrichtung von Werkstück- und Schleifkörperachse und zum anderen die korrekte Ausrichtung eines Abrichters (s.u.)

### Durchmesserverhältnis

Das optimale Durchmesserverhältnis der Werkstückbohrung zum Schleifkörper liegt für:

- durchgehend glatte Werkstücke bei  $\frac{1}{0,8}$ .
- unterbrochene Werkstücke bei  $\frac{1}{0,85}$ .

Der Unterschied ergibt sich dadurch, daß bei unterbrochenen Werkstücken (z.B.: Zahnräderbohrungen mit Keil- oder Längsnut) das Abfallen des Schnittdruckes im unter-

brochenen Teil der Werkstückbohrung so klein wie möglich gehalten werden sollte. Größere Schleifkörperdurchmesser sind nicht empfehlenswert, da

- der Reibungswiderstand (Wärmeentwicklung) zu groß wird
- der Spanraum zu klein wird
- die Kühlschmierstoffzuführung problematisch wird.

Kleinere Schleifkörper unterliegen generell einem größeren Verschleiß, verbrauchen dafür aber weniger Antriebsenergie. Bei niedrigen Antriebsleistungen ist ein kleinerer Schleifkörperdurchmesser daher die logische Konsequenz, um einen stabilen Schleifprozeß zu ermöglichen.

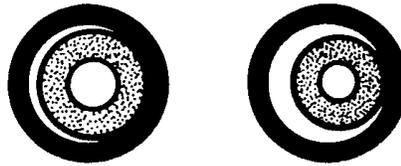


Abbildung 2: Die Abbildung zeigt links ein kleines und rechts ein größeres Durchmesser-Verhältnis. Letzteres ist in etwa optimal.

### Antriebsleistung

Um einen Schleifprozeß sinnvoll einzurichten muß sichergestellt sein, daß die Maschine die vom Prozeß geforderte Leistung bereitstellen kann. Für das Innenrundsleifen empfehlen wir folgende Berechnung der benötigten kW-Werte:

$$kW_b = \frac{\text{Durchmesser[mm]} \cdot \text{Breite[mm]}}{10} \cdot \text{Prozeßfaktor}$$

Durchmesser und Breite beziehen sich auf den verwendeten Schleifkörper, die Werte für den Prozeßfaktor entnehmen Sie bitte der folgenden Tabelle.

Einstech- und Kurzhub-Innenschleifen	
Korund-/SC	0,12
Diamant/CBN	0,18
Langhub-Innenschleifen	
Korund-/SC	0,05
Diamant/CBN	0,08

Beispiel: Korundsleifkörper 25/20/10 mm im Einstechschliff bedeutet

$$\frac{25 \cdot 20}{10} \cdot 0,12 = 6 \text{ (kW)}$$

Falls die Maschine die geforderte Antriebsleistung nicht bieten kann, empfiehlt sich eine Rücknahme der Zustellung  $a_e$  oder ein kleinerer Längsvorschub  $S$  proportional zur Antriebsleistungsdifferenz.

### Spanndorn bzw. -Schaft

Innenschleifkörper können aufgrund ihres kleinen Durchmessers in der Regel nicht auf der Maschine gewuchtet werden. Es ist äußerst wichtig, daß die Spanndorne exakt rundlaufen, da unrundlaufende Spanndorn-Schäfte zu zusätzlichen Schleifkörperunwuchten, zu Vibrationen und frühzeitigem Standzeitende des Schleifkörpers führen. Rundlauffehler von mehr als  $5\mu$  sind auf jeden Fall zu vermeiden.

Geschliffene, gehärtete oder auch aus Schwer- oder Hartmetall gefertigte Spanndorne bzw. -schäfte sind daher empfehlenswert.

### Verhältnis Werkstücklänge zu Spanndornlänge

Dieses Verhältnis ist in entscheidendem Maße mitbestimmend für die Festlegung des am besten geeigneten Schleifwerkzeuges. Wählen Sie grundsätzlich die kürzestmögliche Spanndornlänge.

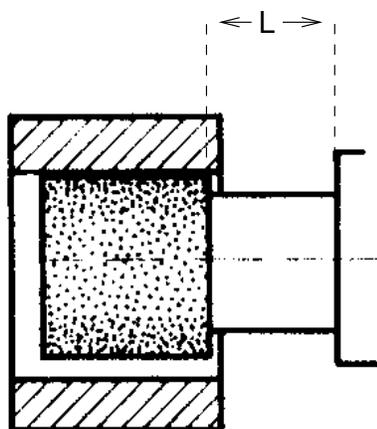


Abbildung 3: Um Schwingungen und andere Effekte zu verhindern, sollte immer die kürzestmögliche Spanndornlänge verwendet werden.

Die freie Länge des Spanndornes bzw. -schaftes  $L$  muß der zu bearbeitenden Werkstückbohrungslänge angepaßt sein. Als Faustregeln gelten:

- osz. Langhub-Innenschleifen von Durchgangsbohrungen  
 $L = \text{Länge der Werkstückbohrung} + \text{max. } 2 \times \text{Schleifkörperlänge}$
- osz. Kurzhub-Innenschleifen von Durchgangsbohrungen  
 $L = \text{Länge der Werkstückbohrung} + \text{max. } 15 \text{ mm}$
- osz. Schleifen von Sacklochbohrungen  
 $L = \text{Länge der Werkstückbohrung} + \text{max. } 1 \text{ Schleifkörperlänge}$
- Einstechschleifen  
 $L = \text{Länge der Werkstückbohrung} + \text{max. } 15 \text{ mm}$

### Verhältnis Schleifkörperdurchmesser zu Spanndorndurchmesser

Der Spanndorndurchmesser sollte 80% des Schleifkörperdurchmessers nicht unterschreiten, um bei langen Werkstückbohrungen Durchbiegungen zu verhindern.

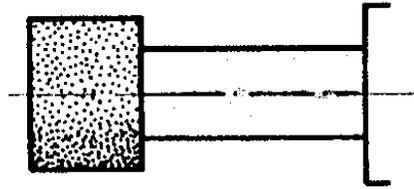


Abbildung 4: Die Abbildung zeigt das ideale Verhältnis von Spanndorn- und Schleifkörperdurchmesser

### Austrittslänge des Schleifkörpers

Der beidseitige Austritt des Schleifkörpers aus der Bohrung beim oszillierenden Innenschleifen darf ein Drittel der Schleifkörperlänge nicht überschreiten, wenn ein gleichmäßiger Schnittdruck im vorderen und hinteren Teil der Werkstückbohrung gewährleistet werden soll.

Eine Veränderung der Austrittslänge kann die Zylindrizität im vorderen und hinteren Bereich der geschliffenen Bohrung verändern. Größere Austrittslängen führen, aufgrund freiwerdender Schwingungen durch Schnittdruckabfall, zur Vergrößerung der Maßtoleranz im Auslaufbereich der fertiggeschliffenen Bohrung. Kleinere Austrittslängen führen aufgrund des Kantenverschleißes des Schleifkörpers (vorwiegend beim Langhub-Innenschleifen) zur Verengung der Maßtoleranz im Auslaufbereich der fertiggeschliffenen Bohrung.

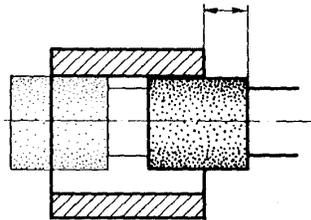


Abbildung 5: Die Abbildung veranschaulicht die Austrittslänge des Schleifkörpers aus der Bohrung, welche ein Drittel der Schleifkörperlänge nicht überschreiten sollte.

### Verhältnis Schleifkörperlänge zu Bohrungslänge beim Langhub-Innenschleifen

Grundsätzlich besteht hier mit zunehmender Bohrungslänge die Gefahr von Durchbiegungen bzw. Schwingungsaufbau. Daher empfiehlt es sich bei langen Bohrungen (länger als der 2,5fache Bohrungsdurchmesser), die aktive Schleifkörperlänge zu reduzieren, bis sich ein stabiler Schleifprozeß einstellt. Dabei muß beachtet werden, daß im gleichen Verhältnis auch die Vorschubgeschwindigkeit verringert werden muß, um den Überdeckungsgrad zu halten.

Bei umlaufenden (radialen) Nuten muß die Schleifkörperlänge jedoch mindestens 5–10 mm

breiter als die Nutbreite sein, um ein Abfallen des Schnittdrucks oder das Auftreten von Scherkräften zu verhindern, welche sowohl zu Geometriefehlern als auch zum Schleifkörperbruch führen können.

### **Kühlschmiermitteltemperatur**

Prüfen Sie in regelmäßigen Abständen die Kühlschmiermitteltemperatur. Temperaturen oberhalb 25° Celsius können Toleranzschwankungen hervorrufen. Beim Erkalten des Werkstückes nach dem Schleifen können sich Verkleinerungen der Maßtoleranzen um mehr als  $5\mu$  ergeben. Ein starker Temperaturanstieg während des Schleifens kann außerdem zur Ribbildung im Stahlgefüge führen (einsatzgehärtete Werkstücke sind besonders gefährdet).

### **Schleifzyklen**

Das Innenschleifen sollte in drei bis vier Zyklen aufgeteilt werden, um eine reproduzierbare Werkstückqualität gewährleisten zu können:

**Schruppen:** bis 0,02 mm vor Endmaß bei kleinem, bis 0,05 mm bei großem Schruppmaß.

**Schlichten:** mit um 50% reduzierter Zustellung bis 0,008 mm vor Endmaß, um Schnittdruck und Durchbiegungen abzubauen.

**Feinschlichten:** mit weiter reduzierter Zustellung auf Endmaß, um die geforderte Qualitätsstufe zu erreichen.

**Ausfeuer–Doppelhübe:** (4 bis 8) ohne Zustellung nach Erreichen des Endmaßes, um die erforderliche Rauhtiefe zu erreichen.

Auf die Ermittlung geeigneter Maschineneinstelldaten wird in Kap. 6 auf Seite 14 genauer eingegangen.

### **Abrichtverfahren**

Beim Innenschleifen wird unterschieden zwischen

1. Innenschliff mit Abrichtzyklen und Abrichtkompensation
2. Innenschliff ohne Abrichtzyklen

Bei der ersten Methode werden innerhalb eines Schleif–Prozesses ein bis mehrere Abrichtzyklen (z.B.: Schruppen, Schlichten, Feinschlichten, Ausfeuern) eingestellt, wobei der Abrichtzustellbetrag automatisch über die Position des Abrichtwerkzeuges zum Restmaß addiert (oder auch: kompensiert) wird. Innenschleifkörper für diese Methode sind in der Regel speziell auf den zu schleifenden Werkstoff eingestellt.

Bei der zweiten Methode wird in der Regel erst dann abgerichtet, wenn der Abstumpungsgrad des Schleifkörpers so groß ist, daß ein Schleifen nicht mehr möglich ist. Die Abrichtzustellung beträgt 0,02–0,05 mm. Dieses Maß muß durch “Ankratzen – Touchieren” beim erneuten Einfahren in das Werkstück von Hand nachgestellt werden. Das ist naturgemäß sehr zeitaufwendig und sollte daher wenn möglich vermieden werden. Innenschleifarbeiten für diese Methode werden deshalb überwiegend von dem Schleifmittel CBN übernommen. CBN–Innenschleifkörper

werden in der Regel einmal rundabgerichtet und anschließend geschärft. CBN bleibt bei richtig gewählten Schleifparametern bis zum Standzeit-Ende in schleiffähigem Zustand, ohne abgerichtet werden zu müssen. Ausnahmen bilden Einstech- und Sackloch-Schleifoperationen, wenn die Werkstückqualität ein Nach-Richten der Scheibengeometrie erforderlich macht.

## 2 Konditionieren

Unter dem Begriff *Konditionieren* versteht man das Abrichten und Schärfen des Schlefkörpers. Auch hier gibt es verschiedene Punkte zu beachten, um ein optimales Ergebnis zu erzielen.

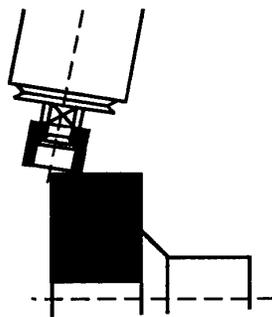
Allgemein läßt sich sagen, daß grundsätzlich nass abgerichtet werden sollte, d.h. der Kühlschmierstoff muß bereits vor dem Kontakt mit der Schlefkörperoberfläche auf die Abrichtschneide gerichtet sein. Die folgenden Abschnitte behandeln jeweils speziellere Aspekte des Abrichtens.

### 2.1 Das Abrichtwerkzeug

Rotierende und stehende Abrichtwerkzeuge müssen mittig zur Schlefkörperachse eingerichtet sein, um eine hohe geometrische Genauigkeit des fertiggeschliffenen Werkstückes zu erreichen. Die Eignung der verschiedenen Abrichtmethoden für bestimmte Schlefkörper läßt sich grob wie folgt zuordnen:

**CBN/DIA-Schlefkörper** werden mit folgenden Methoden abgerichtet

**Touch-Dressing** mit Abrichtzustellungen unter 0,005 mm und Körperschall-Anschnitterkennung eignet sich bestens für CBN/DIA-Schlefkörper in Keramik- oder Kunstharzbindung. Für die galvanisch-einschichtige Variante dieser Schlefkörper stellt sie zudem die einzig brauchbare Methode dar. Der Rundlauf wird hier in der Regel durch Ausrichten mit einer Messuhr auf dem Spanndornschaft hergestellt.



**konventionelles Abrichten** mit Abrichtzustellungen über 0,005 mm — rotierend oder stehend — mit anschließendem oder gleichzeitigem Schärfen v. Hand wird vorwiegend bei CBN/DIA-Schlefkörpern in Keramik-, Kunstharz- und Sintermetallbindung eingesetzt.

**KORUND/SC-Schleifkörper** werden mit folgenden Methode abgerichtet:

**konventionelles Abrichten — rotierend**, allerdings ohne Touch-Dressing, da dies für KORUND/SC-Schleifkörper nicht nötig ist.

**konventionelles Abrichten — stehend** ist die gebräuchlichste Methode zum Abrichten von KORUND/SC-Schleifkörpern. Einzelkorn-Einweg-Abrichtdiamanten (1 Dia-Spitze) werden für Schleifkörper-Durchmesser bis 20 mm eingesetzt; bei größeren Durchmessern werden Einzelkorn-Abrichtdiamanten mit mehreren umfaßbaren bzw. nachschleifbaren Spitzen oder DIA-Nadelabrichtplatten verwendet.

## 2.2 Die Abrichtzustellung

Die Abrichtzustellung  $a_{ed}$  pro Abrichthub wird bestimmt durch

- die Geometrieveränderung und den Stumpfheitsgrad des Schleifkörpers zwischen zwei Abrichtintervallen
- die angewandte Abrichtmethode und
- das verwendete Schleifmittel

Folgende Tabelle gibt eine Empfehlung für die maximale Abrichtzustellung:

Schleifmittel	Abricht-Verfahren	max. $a_{ed}$ [mm]
CBN/DIA	Touch-Dressing	0,002
	rotierend	0,005
	stehend	0,005
Sinter-Korund	alle Verfahren	0,01
Korund/SC	alle Verfahren	0,02

## 2.3 Das Geschwindigkeitsverhältnis

Das Geschwindigkeitsverhältnis  $Q_d$  im Gleich- und Gegenlauf beim rotierenden Abrichten ist definiert als

$$Q_d = \frac{V_d \text{ [m/s]}}{V_c \text{ [m/s]}}$$

$$V_d \doteq \text{Drehgeschw. Abrichtstift}$$

$$V_c \doteq \text{Drehgeschw. Schleifkörper}$$

Das Geschw.-Verhältnis  $Q_d$  hat zusammen mit der Wahl zwischen Gleich- und Gegenlauf-Abrichten maßgeblichen Einfluß auf die Oberflächen-Beschaffenheit des geschliffenen Werkstücks.

Das Gleichlaufabrachten mit  $Q_d = 0,7$  führt zu einer rauhen Oberfläche. Infolge des Quetscheffektes beim Gleichlaufabrachten mit annähernd gleichen Geschwindigkeiten ( $Q_d = 0,7$ ) werden Schleifkörner aus der Bindung herausgehoben. Dieses Verfahren wird daher nur zum ersten Rundabrachten der Schleifkörper nach dem Aufspannen angewandt und eignet sich

nicht zum Fertigschleifen.

Das Gegenlaufabrichten mit  $Q_d = 0,3$  führt zu einer glatteren Oberfläche infolge des Schleifeffektes beim Gegenlaufabrichten. Dieses Verfahren wird zum Fertigabrichten im Schleifzyklus angewandt und gewährleistet reproduzierbare Rauhtiefen nach dem Abrichtvorgang.

## 2.4 Die Abricht-Vorschubgeschwindigkeit

Die Abricht-Vorschubgeschwindigkeit  $S_d$  bestimmt den Glättungsgrad auf der abgerichteten Schleifkörper-Oberfläche in axialer Richtung. Je öfter ein Schleifkorn von der Abrichtschneide berührt wird, desto glatter wird es abgerichtet. Die folgende Faustformel gibt einen **Richtwert** für die Abricht-Vorschubgeschwindigkeit:

$$S_d = \frac{n_s \cdot kd_s}{AQ}$$

$n_s$  = Schleifkörperdrehzahl  
 $kd_s$  = mittlerer Korndurchmesser (s. Seite 16)  
 $AQ$  = Abricht-Quotient =  $\begin{cases} 3, & \text{beim normalen Fertigschleifen} \\ 5, & \text{beim Schlichtschleifen} \end{cases}$

Der so erhaltene Wert muß im Falle eines rotierenden Abrichters mit der Belagbreite des Abrichtwerkzeugs multipliziert werden. Zum Beispiel ergibt sich beim Fertigschleifen mit einer Korund/SC-Scheibe mit Körnung 60 und einer Drehzahl von 20000 U/min der Wert von

$$S_d = \frac{0,27 \cdot 20000}{3} = 1800 \text{ (mm/min)}$$

Im Falle der Verwendung einer Topf-Abrichtscheibe mit Belagbreite 1,5 mm ergibt sich  $S_d = 1800 \cdot 1,5 = 2700$  (mm/min).

## 3 Schleifmittelqualität und Bindung beim Innenrundsleifen

Schleifmittelqualität und Bindung richten sich beim Innenrundsleifen nach dem zu bearbeitenden Werkstoff und der angewandten Schleifmethode. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die verfügbaren Schleifmittelqualitäten und Bindungen:

Schleifmittel	Härte [N/mm <sup>2</sup> ]	Bindung		
		Ker. (V)	Kunsth. (K)	Galv. (G) Sinterm. (M)
Diamant (D)	70000	X	X	X
Cubisches Bornitrid (CBN)	47000	X	X	X
Siliziumcarbid (SC)	26500	X		
Sinterkorund (SK)	21500	X		
Halbedelkorund (HEK)	21500	X		
Edelkorund weiß (EKw)	21500	X		
Edelkorund rosa (EKro)	21500	X		
Rubinkorund (EKdro)	21500	X		
Einkristallkorund (EKsp)	21500	X		

## 4 Werkstoffe und geeignete Schleifmittel

Im folgenden wird unterschieden zwischen Innenschleif-Prozessen mit bzw. ohne automatische Abrichtzyklen. Dementsprechend sind die Empfehlungen für die zu wählenden Schleifmittel in zwei getrennten Tabellen zu finden. Dabei handelt es sich um Spezifikationen für das allgemeine Fertigschleifen im Rauhtiefenbereich  $R_z > 0.003\text{mm}$ . Optimierungen können im Einzelfall notwendig sein.

### Empfehlungen für zu wählende Schleifmittel beim Innenschleifen **mit** automatischen Ab- richtzyklen und Abrichtkompensation

empfohlenes Schleifmittel	Durchmesserbereich			
	bis 8 mm	9–25 mm	25–60 mm	größer 60 mm
<i>Gußeisen, GG18–22, GGG, GTW, GTS</i>				
D	D91–126G	-	-	-
EKdro	150K6V	120J6V	100J6V	80H7V
<i>Stahlguß GS</i>				
CBN	B91–126G	-	-	-
EKsp + SK 30%	150L6V	120K6V	100J6V	80H6V
<i>Schalenhartguß GH</i>				
CBN	B91G	B126S125V	-	-
EKsp + SK 50%	150M6V	120L6V	100K6V	80K7V
<i>un- bis niedriglegierter Bau-, Kugellager-, Einsatzstahl, ungehärtet</i>				
D (> 40m/s)	D91G	-	-	-
HEK u. EKro	120M6V	100M6V	80L6V	60L9V
<i>un- bis niedriglegierter Bau-, Kugellager-, Einsatzstahl, gehärtet</i>				
CBN	B91	B126S150V	-	-
EKro + SK 30%	150K7V	120K7V	100J7V	80J9V
<i>rost-, säure-, hitzebeständige Cr–Mo–Ni–Stähle, ungehärtet</i>				
D (> 40m/s)	D91G	-	-	-
EKdro	120M6V	100L6V	80L8V	60L8V
<i>rost-, säure-, hitzebeständige Cr–Mo–Ni–Stähle, gehärtet</i>				
CBN	B76–91G	B91S125V	-	-
EKdro + SK 30–50%	150K6V	120K6V	100J7V	80J9V
<i>Werkzeugstähle für Kalt- und Warmarbeit, ungehärtet</i>				
CBN (> 40m/s)	D91G	-	-	-
Ekw	120L5V	100L6V	80L7V	60K7V
<i>Werkzeugstähle für Kalt- und Warmarbeit, gehärtet</i>				
CBN	B64S175V	B76S150V	B91S125V	B126S100V
<i>Nitrierstähle unnitriert</i>				
CBN (> 40m/s)	D91G	-	-	-
Ekw	120M6V	100L6V	80L8V	60L8V

Empfehlungen für zu wählende Schleifmittel  
beim Innenschleifen **mit** automatischen Ab-  
richtzyklen und Abrichtkompensation

empfohlenes Schleifmittel	Durchmesserbereich			
	bis 8 mm	9–25 mm	25–60 mm	größer 60 mm
<i>Nitrierstähle nitriert</i>				
SC	150L4V	120L5V	100K5V	80J6V
CBN	B76-91G	B91S125V	B126S100V	B151S100V
<i>Hartverchromungen</i>				
EKsp	150G6V	120G6V	100F7V	80F9V
<i>Hochleistungs–Schnellarbeitsstähle, ungehärtet</i>				
EKdro	120L6V	100K6V	80K8V	60K9V
<i>Hochleistungs–Schnellarbeitsstähle, gehärtet</i>				
CBN	B64S175V	B76S175V	B91S150V	B126S125V
<i>Ferro–Titanit, ungehärtet</i>				
EKsp + SK 50%	120J6V	100J6V	80J6V	60H6V
<i>Ferro–Titanit, gehärtet</i>				
D	D76X100K	D91X100K	D126X75K	B151X75K
<i>fertiggesintertes Hartmetall</i>				
D	D76W100K	D91W100K	D126W75K	D151W75K
D	D76G	G91G	D126G	D151G
<i>NE–Metalle, Alu, Kupfer, Messing, Bronze</i>				
EKdro	120K6V	100K6V	80J6V	60J6V
<i>Titanlegierungen, Stellite 1+100</i>				
CBN	B76S150V	B91S125V	B126S100V	B151C100V
<i>nichtoxidische Keramik, z.B. Silicium–Nitrid</i>				
D	D76S200V	D91S175V	D126S150V	D151S125V
<i>Duroplaste, CFK, GFK, Ferrite, Elektrokohle, Graphit</i>				
D	D91G	D151G	D252G	D427G

Empfehlungen für zu wählende Schleifmittel  
beim Innenschleifen **ohne** automatische Ab-  
richtzyklen und Abrichtkompensation

empfohlenes Schleifmittel	Durchmesserbereich			
	bis 8 mm	9–25 mm	25–60 mm	größer 60 mm
<i>Gußeisen, GG18–22, GGG, GTW, GTS</i>				
D	D91–126G	D126–151G	-	-
SC	-	100J5V	80H6V	60H7V
<i>Stahlguß GS</i>				
CBN	B91–126G	B126S125V	-	-
EKdro	-	100K6V	80J6V	60J7V
<i>Schalenhartguß GH</i>				
CBN	B91G	B91G	B126G	B151G
<i>un- bis niedriglegierter Bau-, Kugellager-, Einsatzstahl, ungehärtet</i>				
D (> 40m/s)	D91G	-	-	-
HEK	-	100K6V	80K6V	60J7V
<i>un- bis niedriglegierter Bau-, Kugellager-, Einsatzstahl, gehärtet</i>				
CBN	B76–91G	B91–126G	B151–181G	B252G
CBN	-	B91C100K	B126C75K	B151C75K
<i>rost-, säure-, hitzebeständige Cr–Mo–Ni–Stähle, ungehärtet</i>				
D (> 40m/s)	D91G	-	-	-
EKdro	120K6V	100J6V	80J7V	60J7V
<i>rost-, säure-, hitzebeständige Cr–Mo–Ni–Stähle, gehärtet</i>				
CBN	B76–91G	B91–126G	B151–181G	B252G
CBN	-	B91C100K	B126C75K	B151C75K
<i>Werkzeugstähle für Kalt- und Warmarbeit, ungehärtet</i>				
CBN (> 40m/s)	D91G	-	-	-
Ekw	120J6V	100J6V	80J7V	60J9V
<i>Werkzeugstähle für Kalt- und Warmarbeit, gehärtet</i>				
CBN	B76–91G	B91–126G	B151–181G	B252G
CBN	-	B91C100K	B126C75K	B151C75K
<i>Nitrierstähle unnitriert</i>				
CBN (> 40m/s)	D91G	-	-	-
Ekw	120J6V	100J6V	80J7V	60J9V
<i>Nitrierstähle nitriert</i>				
CBN	B76–91G	B91G	B126G	B151G
CBN	-	B91C100K	B126C75K	B151C75K
<i>Hartverchromungen</i>				
EKdro	150F7V	120E6V	100E7V	80E9V
D	D76G	D91G	D126G	D151G

Empfehlungen für zu wählende Schleifmittel  
beim Innenschleifen **ohne** automatische Ab-  
richtzyklen und Abrichtkompensation

empfohlenes Schleifmittel	Durchmesserbereich			
	bis 8 mm	9–25 mm	25–60 mm	größer 60 mm
<i>Hochleistungs–Schnellarbeitsstähle, ungehärtet</i>				
EKdro	120K6V	100J5V	80J5V	60J6V
<i>Hochleistungs–Schnellarbeitsstähle, gehärtet</i>				
CBN	B76G	B91G	B126–151G	B181–252G
CBN	B76W100K	B91W100K	B126W75K	B151W75K
<i>Ferro–Titanit, ungehärtet</i>				
EKsp + SK 50%	120J6V	100J6V	80H6V	60G6V
<i>Ferro–Titanit, gehärtet</i>				
D	D76G	D91G	D126G	D151G
D	D76X100K	D91X100K	D126X75K	B151X75K
<i>fertiggesintertes Hartmetall</i>				
D	D76W100K	D91W100K	D126W75K	D151W75K
D	D76G	G91G	D126G	D151G
<i>NE–Metalle, Alu, Kupfer, Messing, Bronze</i>				
SC	120M5V	100L5V	80K6V	60K7V
<i>Titanlegierungen, Stellite</i>				
CBN	B76S100K	B91S90K	B126S75K	B151S75K
<i>nichtoxidische Keramik, z.B. Silicium–Nitrid</i>				
D	D76S200V	D91S175V	D126S150V	D151S125V
<i>Duroplaste, CFK, GFK, Ferrite, Elektrokohle, Graphit</i>				
D	D91G	D151G	D252G	D427G

## 5 Kühlschmiermittel

### Trocken- oder Naß-Schliff

Grundsätzlich wird für das Innenrundsleifen der Naßschliff empfohlen, um die beim Schleifen auftretende Reibungswärme zu reduzieren und um die Standzeit der superharten Schleifstoffe CBN und Diamant zu verlängern. Wärmeempfindliche Werkstücke können nur im Naß-Schliffverfahren in die geforderte Qualität geschliffen werden. Optimale Zerspanungswerte können ebenfalls nur im Nass-Schliff erzielt werden, weshalb der Trockenschliff nur bei Reparaturschliffen hin und wieder angewandt wird.

### Kühlschmierstoffe für den Innenrundschliff

**Reines Schleifoel** reduziert, bedingt durch den hohen Schmierwert (angegeben durch die hohe Druckaufnahmefähigkeit in  $[N/mm^2]$ ) die Entstehung von Reibungswärme am besten. Die relativ schlechte Kühleigenschaft von reinem Schleifoel wird durch Reduzieren der entstehenden Reibungswärme weitestgehend kompensiert. CBN-Werkzeuge erreichen mit reinem Schleifoel die besten Standzeiten und Oberflächengüten.

Einsatzempfehlung:

- auf allen gekapselten Produktions-Innenschleifmaschinen
- Innenschliff mit CBN-Werkzeugen
- Innenschliff von Hartmetall mit Diamantwerkzeugen

**Oel-Emulsionen** sind Wasser-Oelmischungen mit Oel-Anteilen von 4-10%. Sie vereinigen gute Schmier- und Kühleigenschaften.

Einsatzempfehlung:

- Diamant/CBN-Schleifscheiben (Oelanteil > 4%)
- Korund/SC (Oelanteil < 4%)
- Werkstoffe mit der Neigung zum Zusetzen bzw. Verkleben der Spanräume beim Schleifen von z.B. CrNi-Legierungen, ungehärteten, langspanenden Stählen und NE-Metallen
- Produktions- und Reparaturschliffe auf nahezu allen Innenschleifmaschinen mit geringen Kühlschmierdrücken (< 3 Bar).

**Synthetische Kühlschmierstoffe** haben den größten Kühleffekt und geringsten Schmierwert.

Einsatzempfehlung:

- auf offenen, nicht gekapselten Maschinen. z.B. Außenrund- schleifmaschinen mit Innenschleifeinrichtungen
- alle KORUND/SC-Schleifwerkzeuge, die keine Schmierung zur Standzeitverbesserung brauchen.

Der Kühlschmiermitteldruck sollte so hoch wie möglich gewählt werden. Beim Innenschleifen auf gekapselten Maschinen empfiehlt sich ein Druck von 5 bis 6 Bar. Auf nicht gekapselten Maschinen sind 2 bis 3 Bar ausreichend. Die Zuführung des Kühlschmiermittels sollte möglichst von zwei Seiten

- von hinten durch die Werkstückspindel
- von vorne in Schleifkörperdrehrichtung

angebracht sein.

## 6 Maschineneinstelldaten

Empfehlungen für die wichtigsten Maschineneinstelldaten beim Innenschliff sind in den folgenden Tabellen angegeben. Dabei wird wieder zwischen Innenschleifen **Mit** **A**brichtzyklen (Spalte MA) und **Ohne** **A**brichtzyklen (Spalte OA) unterschieden.

Schleifmittel	$V_c$ (MA)	$V_c$ (OA)
Diamant	25–35	18–22
CBN	40–63*	35
Korund/SC	40–63*	25–35

Tabelle 3: Empfohlene Schnittgeschwindigkeit  $V_c$  in m/s beim Innenschleifen. (\*: nur mit Sonderzulassungs-Nr. des DSA. Farbkennzeichnung blau bedeutet bis 50 m/s, gelb bis 63 m/s)

Schleifmittel	Schleif-Art	$F_s$ (MA)	$F_s$ (OA)
Diamant	Schruppen	0,25	0,20
	Schlichten	0,15	0,12
	Feinschlichten/Ausfeuern	0,10	0,08
CBN	Schruppen	0,35	0,30
	Schlichten	0,25	0,20
	Feinschlichten/Ausfeuern	0,20	0,15
Korund/SC	Schruppen	0,30	0,25
	Schlichten	0,20	0,15
	Feinschlichten/Ausfeuern	0,15	0,10

Tabelle 4: Der Längsvorschub  $S$  in mm pro Werkstückumdrehung ergibt sich aus dem Produkt der Scheibenbreite mit dem in der Tabelle angegebenen Faktor  $F_s$ .

Schleifmittel	$F_{V_w}$ (MA)	$F_{V_w}$ (OA)
Diamant	60	70
CBN	40	50
Korund/SC	50	40

Tabelle 5: Die Werkstückumfangsgeschwindigkeit  $V_w$  in m/s ergibt sich als  $V_w = \frac{V_c}{F_{V_w}}$  (siehe auch die vorherige Tabelle).

Die folgenden Tabellen unterscheiden nicht mehr zwischen Innenschleifen mit bzw. ohne Ab-richtzyklen.

Kornart	glatte Werkstückbohrung ohne Unterbrechungen	Werkstückbohrung mit axialen Unterbrechungen
Diamant	5%	3%
CBN	5%	3%
Korund/SC	4%	2,5%

Tabelle 6: Die radiale Zustellung  $a_e$  **pro Pendelhub** in Prozent der mittleren Korngröße (s. Seite 16) beim Langhub–Innenschleifen.

Kornart	glatte Werkstückbohrung ohne Unterbrechungen	Werkstückbohrung mit axialen Unterbrechungen
Diamant	3%	1,8%
CBN	3%	1,8%
Korund/SC	2,5%	1,5%

Tabelle 7: Die radiale Zustellung  $a_e$  **pro Werkstückumdrehung** in Prozent der mittleren Korngröße (s. Seite 16) beim Einstech- bzw. Kurzhub–Pendelschliff (Hublänge < 8mm).

Alle angegebenen Werte sind Richtwerte für Innenschleifoperationen unter Normalvoraussetzungen. Insbesondere ist damit gemeint, daß die Werkstück–Bearbeitungslänge das zweieinhalbfache des Werkstückbohrungs–Durchmessers nicht übersteigt. Sollte dies jedoch der Fall sein, verringern sich die Werte  $V_c$  und  $V_w$  proportional zur größeren Bearbeitungslänge. Für den Trockenschliff gelten im wesentlichen die gleichen Werte, nur muß die radiale Zustellung um die Hälfte reduziert werden.

## 7 Korngrößen

Korund/SC		Diamant/CBN	
Korngröße DIN	mittlerer Korn- durchm. [mm]	Korngröße DIN	mittlerer Korn- durchm. [mm]
Grobkörnungen für den Schruppschliff ( $R_z > 0,0063mm$ )			
30	0,65	427	0,36
36	0,55	301	0,28
46	0,39	252	0,22
54	0,33	181	0,17
Körnungen für den Fertigschliff ( $R_z = 0,0032$ bis $0,0063mm$ )			
60	0,27	151	0,14
80	0,21	126	0,12
100	0,13	107	0,10
120	0,12	91	0,08
Körnungen für den Feinschliff ( $R_z = 0,002$ bis $0,0032mm$ )			
150	0,10	76	0,07
180	0,08	64	0,06
240	0,06	54	0,05
320	0,05	46	0,04
Körnungen für den Feinstschliff ( $R_z < 0,002mm$ )			
400	0,04	30	0,03
500	0,03	15	0,02
600	0,025	7	0,01

## 8 Lieferprogramm

Der folgende Teil beschreibt das Lieferprogramm der Ralf Schwammkrug GmbH, soweit es sich um den Bereich Innenschleifen handelt. Wir unterhalten ein umfangreiches Lager an Innenschleifwerkzeugen in unterschiedlichsten Abmessungen und Formen. Der folgende Teil hat daher nicht das Aussehen eines Katalogs, sondern soll Ihnen einen Überblick über das Lieferprogramm verschaffen. Bei Interesse setzen Sie sich bitte mit unserer technischen Beratung in Verbindung, damit das für Ihre Zwecke optimale Werkzeug ausgewählt werden kann.

### 8.1 Sonderwerkzeuge

Selbstverständlich liefern wir auch Sonderwerkzeuge, die Ihren individuellen Wünschen angepaßt werden können. Für weitere Informationen setzen Sie sich bitte mit uns in Verbindung.

### 8.2 Konditionier- bzw. Abrichtwerkzeuge

**Naturdiamant–Einzelkornabrichter DEW: 0,1 Karat** mit einer Naturspitze, zentrisch gefaßt. Diese Werkzeuge eignen sich auch zum ersten Rundabrichten keramisch und kunstharzgebundener CBN-/Diamant–Schleifkörper (siehe Abb. 6).

**Naturdiamant–Einzelkornabrichter DEB: 0,5 Karat** mit drei bis vier Naturspitzen, zentrisch gefaßt. Diese Werkzeuge sind drei bis vier mal umsetzbar und dann aufgebraucht. Sie eignen sich für Innenschleifkörper aus Korund/SC zwischen 25 und 50mm Durchmesser (siehe Abb. 6).

**Naturdiamant–Einzelkornabrichter DEA: 0,75–1 Karat** mit vier bis sechs Naturspitzen, zentrisch gefaßt. Diese Werkzeuge sind vier bis sechs mal umsetzbar und dann aufgebraucht. Sie eignen sich für Innenschleifkörper aus Korund/SC ab 50mm Durchmesser (siehe Abb. 6).



Abbildung 6: Naturdiamant–Einzelkornabrichter DEB

**Monokristalline synth. Nadelabrichtstäbchen MKD.** Alternativ zum Naturdiamant-Einzelkornabrichter. Lieferbar in **0,4, 0,6** und **0,8mm** Breite (0,4mm für Innenschleifkörper mit weniger als 25mm Durchmesser, 0,6mm für Innenschleifkörper von 25–50mm Durchmesser, 0,8mm für Innenschleifkörper ab 50mm Durchmesser). Die viereckige Nadel wird diagonal zur Schleifkörper-Drehrichtung ausgerichtet. So findet ein “Schälabrichten” statt, was zu verbesserten Kornhalteigenschaften in der Bindung des Schleifkörpers führt und die Abrichtintervalle verlängert. Die Werkzeuge erbringen reproduzierbare, gleichbleibende Abrichtergebnisse bis zum Standzeitende.

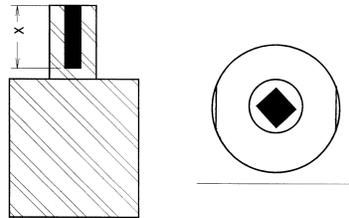


Abbildung 7: Schematische Darstellung eines synthetischen Abrichtstäbchens MKD

**Korund-Schärfstein** zum “Öffnen” der Schleifbelagstruktur von Hand. Dieses Werkzeug wird eingesetzt bei CBN-/DIA-Innenschleifkörpern nach dem Rundabrichten bei Abrichtzustellbeträgen im  $\mu$ -Bereich.

**Diamant-Rundabrichter DPF043** zum Hinterziehen von Hand. Dieses Werkzeug wird eingesetzt bei CBN-/DIA-Innenschleifkörpern mit Aussparung, die zum Plan- bzw. Stirnschleifen eingesetzt werden.



**Touch-Dressing-Abrichtsystem IBZ.** Ein rotierendes Abrichtsystem mit Anschnitterkennung für das Konditionieren von CBN-/DIA-Innenschleifkörpern mit Abrichtzustellungen im  $\mu$ -Bereich, bestehend aus:

1. Körperschallsensor und Empfänger
2. Körperschall-Auswertelektronik
3. Kontakt-Erkennungssystem (u.a. mit Lernfunktion für den Empfindlichkeits-Schwellwert).
4. Elektroschleifspindel (optional mit Drehzahlsensor und Frequenzumformer).
5. Diamant-Topfscheibe, 15mm Durchm., 1,5mm Wandstärke.

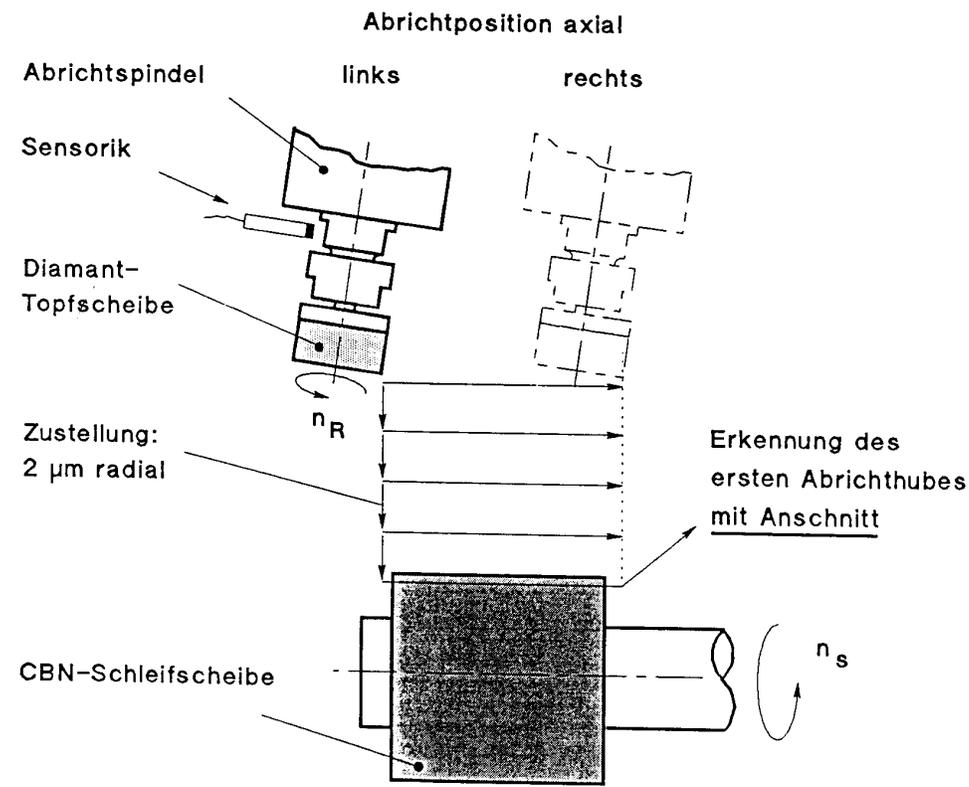


Abbildung 8: Das Touch-Dressing-Abrichtsystem IBZ

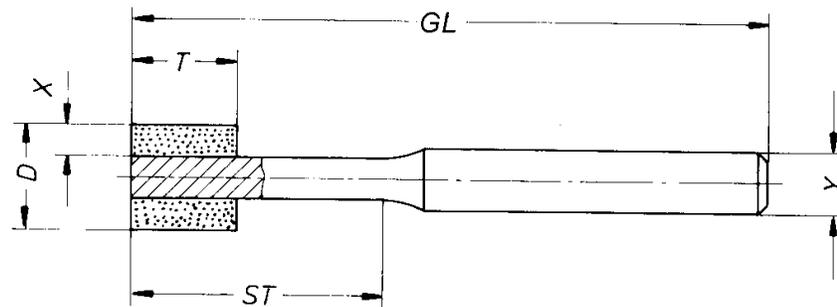




**CBN-/Diamant-Schleifstifte in keramischer Bindung**

1A1W-VD-H : Diamant

1A1W-VB-H : CBN



Abrichten	: rotierendes Abrichten (Schärfen nicht notwendig)	
Durchmesser D	: 5 bis 20 mm	
Schleifkopflänge T	: 10 bis 20 mm	
Gesamtlänge GL	: unterschiedlich	
Körnungen Diamant	: D64, D76, D91, D126	
Körnungen CBN	: B64, B76, B91, B126	
Konzentrationen	: C100, C150, C200	
Schaftdurchmesser Y	: 3,4,6,8 und 10 mm	
Schaftmaterial	: Hartmetall oder Schwermetall	
	: (Schaft kann wiederverwendet werden).	
Charakteristik	: hohe Zerspanleistung; gute Profilbeständigkeit; einfaches Konditionieren; ideal für Schleifzyklen mit Abrichtkompensation	
Einsatzempfehlung	: Innenrundschliff nass mit Öl bzw. Öl-Emulsionen	
Rauhtiefen	: Rz-Werte unter $3\mu$ möglich	
Werkstoffe	CBN	DIAMANT
	Stahl gehärtet, hochlegiert, Titanlegierungen, Stellite	Ferro-Titanit gehärtet, fertiggesintertes Hartmetall, Keramiken nicht oxydisch

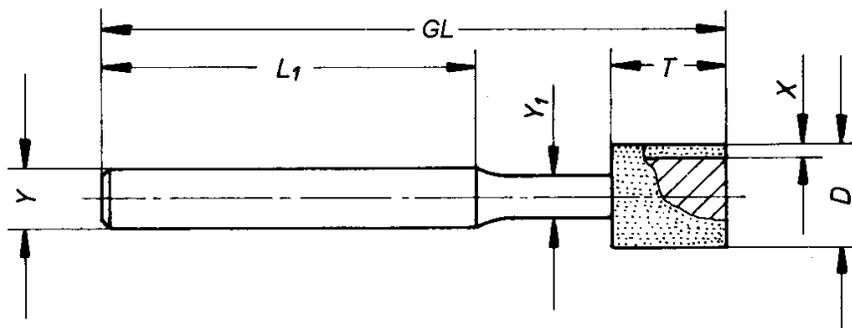
**CBN-/Diamant-Schleifstifte in Kunstharz-Bindung**

1A1W-KD-H : Diamant – Hartmetallschaft

1A1W-KD-ST: Diamant – Stahlschaft

1A1W-KB-H : CBN – Hartmetallschaft

1A1W-KB-ST: CBN – Stahlschaft



Abrichten	: rotierendes Abrichten mit gleichzeitigem oder anschließendem Schärfen (nicht bei Touch-Dressing Methode)	
Durchmesser D	: 5 bis 20 mm	
Schleifkopflänge T	: 8 bis 10 mm	
Gesamtlänge GL	: unterschiedlich	
Körnungen Diamant	: D64, D76, D91, D126, D151	
Körnungen CBN	: B64, B76, B91, B126, B151	
Konzentrationen	: C50, C75, C100, C125, C150	
Schaftdurchmesser Y	: 3,4,6,8 und 10 mm	
Schaftmaterial	: Stahl oder Hartmetall	
	: (Hartmetallschaft kann wiederverwendet werden).	
Charakteristik	: gute Zerspanleistung und mittlere Profilbeständigkeit, kompliziertes Konditionieren; universell einsetzbar für Schleifoperationen ohne Abrichtkompensation	
Einsatzempfehlung	: Innenrundscheifen nass mit Öl bzw. Öl-Emulsionen	
Rauhtiefen	: Rz-Werte unter 3µ möglich	
Werkstoffe	CBN	DIAMANT
	Stahl gehärtet, Titanlegierungen, Stellite, Sphäroguss GGG	Ferro-Titanit gehärtet, fertiggesintertes Hartmetall, Keramiken nicht oxydisch



### 8.3.2 Schleifkörper zum Innen-Planschleifen auf Schaft, Belag geschlitzet, Belagstärke 1,5–2mm

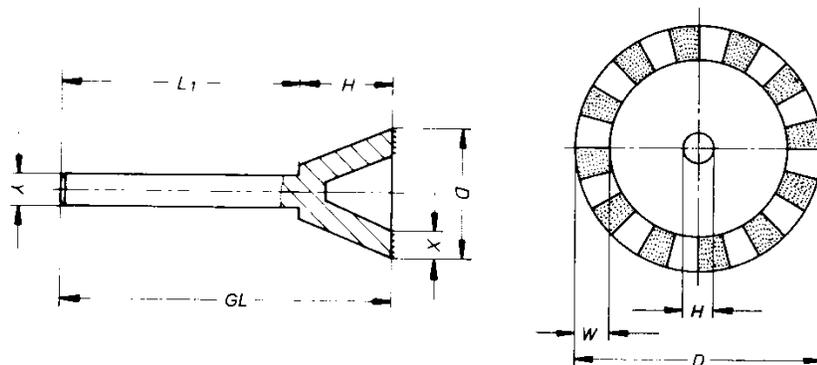
#### CBN-/Diamant-Schleifstifte in galvanischer Bindung

11V9W-D-ST : Diamant – Stahlschaft

11V9W-D-HM : Diamant – Hartmetallschaft

11V9W-B-ST : CBN – Stahlschaft

11V9W-B-HM : CBN – Hartmetallschaft



Abrichten	:	kein Abrichten, dafür Ausrichten mit Meßuhr hinter dem Schleifkopf auf dem Schaft (Rundlauf $< 5\mu$ ).
Durchmesser D	:	6, 8, 10, 12, 15, 20 mm
Schrägungswinkel	:	10 Grad
Körnungen Diamant	:	D252
Körnungen CBN	:	B252
Schaftdurchmesser Y	:	6,8 und 10 mm
Schaftmaterial	:	Hartmetall, Stahl
Besonderheiten	:	Wiederbelegungen möglich, daher drei Liefervarianten N – Neufertigung T – Kunde liefert Träger an W – Wiederbelegung
Charakteristik	:	sehr gute Zerspanleistung und Profilhaltigkeit, relativ geringe Standzeit, da nur einschichtig belegt
Einsatzempfehlung	:	Innen-Planschliff nass mit Öl bzw. Öl-Emulsion
Rauhtiefen	:	Rz-Werte sind minimal $4\mu$
Werkstoffe	:	CBN                      DIAMANT
	:	Stahl gehärtet,            fertiggesintertes und Titanlegierungen        grünes Hartmetall faserverstärkte Kunststoffe Keramiken oxydisch

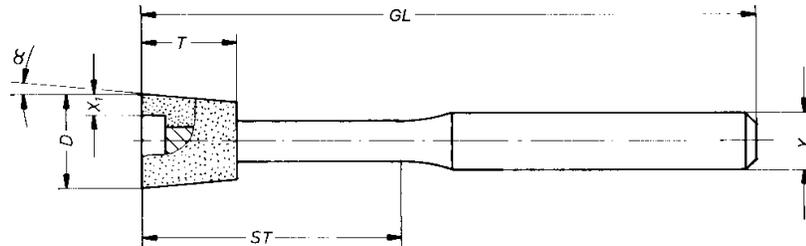
**CBN-/Diamant-Schleifstifte in Kunstharz-Bindung**

11V2W-D-ST: Diamant – Stahlschaft

11V2W-D-H : Diamant – Hartmetallschaft

11V2W-B-ST: CBN – Stahlschliff

11V2W-B-H : CBN – Hartmetallschaft



Abrichten	: Abrichten von Hand mit Rundabrichter und anschließendem Schärfen Schaft (Rundlauf <math>< 5\mu</math>)
Durchmesser D	: 6, 8, 10, 12, 15 mm
Schrägungswinkel	: 5 Grad
Körnungen Diamant	: D126, D151, D252
Körnungen CBN	: B126, B151, B252
Konzentrationen	: C50, C75, C100
Schaftdurchmesser Y	: 6,8 und 10 mm
Schaftmaterial	: Hartmetall, der Schaft kann wiederverwendet werden; Stahl
Charakteristik	: gute Zerspanleistung, geringe Profilhaltigkeit, kompliziertes Konditionieren
Einsatzempfehlung	: Planschliff nass mit Öl bzw. Öl-Emulsionen
Rauhtiefen	: Rz-Werte sind minimal $4\mu$
Werkstoffe	: CBN                      DIAMANT
	Stahl gehärtet,            fertiggesintertes Hartmetall, Titanlegierungen,      Ferro-Titanit gehärtet, Stellite                    Keramiken oxydisch und nicht oxydisch

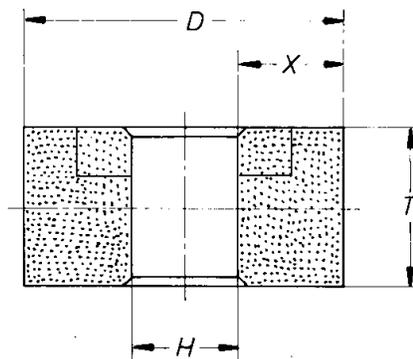
### 8.3.3 Schleifkörper mit Bohrung und/oder Aussparung bzw. zum Aufschrauben oder Aufkitten für Durchgangsbohrungen oder Sacklochbohrungen

#### Korund/SC–Innenschleifkörper in keramischer Bindung

ISK000–A ohne Aussparung

ISK000–B mit Aussparung

Maße bitte angeben.

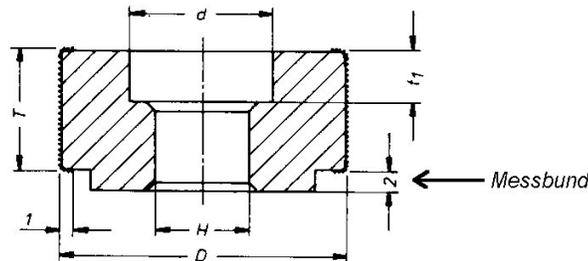


Abrichten	:	Abrichten rotierend oder stehend
Durchmesser D	:	ab 10 mm
Schleifkopflänge T	:	ab 10 mm
Bohrung H	:	ab 3 mm
Spezifikation	:	anwendungsspezifisch
Charakteristik	:	Preiswertestes Schleifmittel, Produktionsschliffe mit Abrichtkompensation
Einsatzempfehlung	:	Innenschliff nass mit Abrichtzyklen
Rauhtiefen	:	Rz–Werte unter $4\mu$ möglich
Werkstoffe	:	KORUND SC
		ungehärteter Stahl; Guss–Sorten, Stellite
		gehärteter Stahl, niedriglegiert NE–Metalle, nitrierte Stähle

### CBN-/Diamant-Innenschleifkörper in galvanischer Bindung

DSR000 : Diamant

BSR000 : CBN



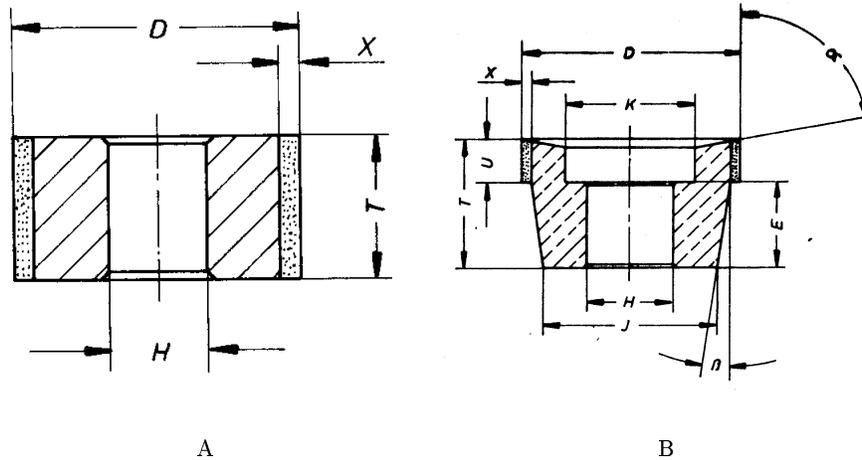
Abrichten	:	kein Abrichten, dafür Ausrichten mit Meßuhr hinter dem Schleifkopf auf dem Meßbund (Rundlauf <math>< 5\mu</math>)										
Form	:	1A1B										
Durchmesser D	:	14 bis 50 mm										
Breite T	:	10 bis 15 mm										
Aussparung	:	nach Wunsch										
Körnungen Diamant	:	D76, D91, D126, D151, D252										
Körnungen CBN	:	B76, B91, B126, B151, B252										
Besonderheiten	:	Wiederbelegungen möglich, daher drei Liefervarianten N – Neufertigung T – Kunde liefert Träger an W – Wiederbelegung										
Charakteristik	:	sehr gute Zerspanleistung und Profilhaltigkeit, relativ geringe Standzeit, da nur einschichtig belegt										
Einsatzempfehlung	:	Innenrundschliff, vornehmlich auf Koordinatenschleifmaschinen trocken und nass mit Öl										
Rauhtiefen	:	RZ-Werte sind minimal $3\mu$										
Werkstoffe	:	<table border="0"> <tr> <td>CBN</td> <td>DIAMANT</td> </tr> <tr> <td>Stahl gehärtet,</td> <td>Ferro-Titanit gehärtet,</td> </tr> <tr> <td>Titanlegierungen</td> <td>faserverstärkte Kunststoffe,</td> </tr> <tr> <td>Stellite</td> <td>grünes und fertigesintertes Hartmetall</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Keramiken oxydisch</td> </tr> </table>	CBN	DIAMANT	Stahl gehärtet,	Ferro-Titanit gehärtet,	Titanlegierungen	faserverstärkte Kunststoffe,	Stellite	grünes und fertigesintertes Hartmetall		Keramiken oxydisch
CBN	DIAMANT											
Stahl gehärtet,	Ferro-Titanit gehärtet,											
Titanlegierungen	faserverstärkte Kunststoffe,											
Stellite	grünes und fertigesintertes Hartmetall											
	Keramiken oxydisch											



### CBN-/Diamant-Innenschleifkörper in Sintermetall-Bindung

BSS-M-A(B) : CBN

DSS-M-A(B) : Diamant



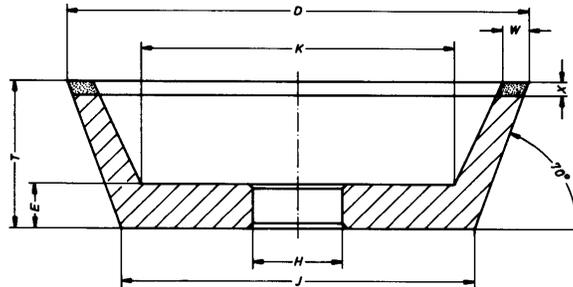
Abrichten	: rotierendes Abrichten mit gleichzeitigem oder anschließendem Schärfen	
Form	: 1A1 (A), 3A1 (B)	
Durchmesser D	: 8 bis 50 mm (Form 1A1) ab 15 mm (Form 3A1)	
Breite T	: 6 bis 15 mm (Form 1A1)	
Breite U	: 6 bis 15 mm (Form 3A1)	
Belagstärke X	: 2 mm	
Bohrungsdurchmesser H	: ab 4 mm nach Fertigungsmöglichkeit und Kundenwunsch	
Aussparung	: nach Wunsch (Form 3A1)	
Körnungen Diamant	: D64, D76, D91, D126	
Körnungen CBN	: B64, B76, B91, B126	
Konzentrationen	: C50, C75, C100, C125, C150	
Charakteristik	: geringe Zerspanleistung, hohe Profilbeständigkeit, kompliziertes Konditionieren	
Einsatzempfehlung	: Innenrundschliff mit Öl bzw. Öl-Emulsionen	
Rauhtiefen	: Rz-Werte unter $3\mu$ möglich	
Werkstoffe	: CBN	: DIAMANT
	: Stahl gehärtet, unterbrochene Bohrungen; Titanlegierungen, Stellite, unterbrochene Bohrungen	: fertiggesintertes Hartmetall, Ferro-Titanit gehärtet, oxydische Keramiken



### CBN-/Diamant-Innenschleifkörper zum Innen-Planschleifen in Kunstharz-Bindung

11V2/9-B : CBN

11V2/9-D : Diamant



Abrichten	: Abrichten von Hand mit Rundabrichter und anschließendem Schärfen
Form	: 11V2
Durchmesser D	: 15 bis 40 mm (ab 50mm wird 11V9 verwendet)
Gesamtbreite T	: ab 20 mm
Breite W	: 2 mm
Belagstärke X	: 5 mm
Bohrungsdurchmesser H	: ab 6mm nach Fertigungsmöglichkeit und Kundenwunsch
Aussparung	: nach Wunsch (Form 3A1)
Körnungen Diamant	: D126, D151, D252
Körnungen CBN	: B126, B151, B252
Konzentrationen	: C50, C75, C100
Charakteristik	: gute Zerspanung, geringe Profilhaltigkeit, kompliziertes Konditionieren
Einsatzempfehlung	: Planschliff mit Öl bzw. Öl-Emulsionen
Rauhtiefen	: Rz-Werte sind minimal $4\mu$
Werkstoffe	: CBN                      DIAMANT
	Stahl gehärtet,            fertiggesintertes Hartmetall, Titanlegierungen,      Ferro-Titanit gehärtet, Stellite                    Keramiken oxydisch und nicht oxydisch

## A Rauhtiefen–Umrechnungs–Tabelle

Umrechnungs–Tabelle für Rauhtiefen (angenähert)					
N–Werte	$R_a [\mu m]$	$R_t [\mu m]$	$R_z [\mu m]$	$CLA(AA) [\mu m]$	$R_z : R_a$
N1	0,025	0,24 bis 0,40	0,22 bis 0,30	1	9:1 bis 12:1
N2	0,05	0,49 bis 0,80	0,45 bis 0,60	2	9:1 bis 12:1
N3	0,1	0,85 bis 1,45	0,80 bis 1,10	4	8:1 bis 11:1
N4	0,2	1,10 bis 2,40	1,0 bis 1,8	8	5:1 bis 9:1
N5	0,4	1,75 bis 3,60	1,6 bis 2,8	16	4:1 bis 7:1
N6	0,8	3,2 bis 6,0	3,0 bis 4,8	32	3,8:1 bis 6:1
N7	1,6	6,3 bis 10,0	5,9 bis 8,0	63	3,7:1 bis 5:1
N8	3,2	13,0 bis 19,5	12 bis 16	125	3,7:1 bis 5:1
N9	6,3	25 bis 38	23 bis 32	250	3,7:1 bis 5:1
N10	12,5	48 bis 68	46 bis 57	500	3,7:1 bis 4,6:1
N11	25	95 bis 130	90 bis 110	1000	3,6:1 bis 4,6:1
N12	50	190 bis 250	180 bis 220	2000	3,6:1 bis 4,4:1
N13	100	380 bis 500	360 bis 430	4000	3,6:1 bis 4,4:1

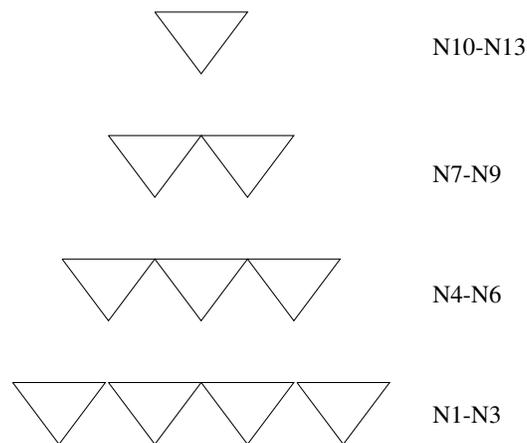


Abbildung 9: Zuordnung der alten DIN-Zeichen zu den in der Tabelle aufgeführten Werten

## B Drehzahlen–Umrechnungstabelle

D in mm	Arbeitshöchstgeschwindigkeit $v_s$ in m/s								
	16	20	25	32	35	40	50	63	80
3	101.800	127.300	159.100						
4	75.300	95.400	119.300	152.700	167.100	190.900			
5	61.100	76.300	95.400	122.200	133.600	152.700	190.900		
6	50.900	63.600	79.500	101.800	111.400	127.300	159.100		
8	38.100	47.700	59.600	76.300	83.500	95.400	119.300	150.400	
10	30.500	38.100	47.700	61.100	66.800	76.300	95.400	120.300	152.700
13	23.500	29.300	36.700	47.000	51.400	58.700	73.400	92.500	117.500
16	19.000	23.800	29.800	38.100	41.700	47.700	59.600	75.200	95.400
20	15.200	19.000	23.800	30.500	33.400	38.100	47.700	60.100	76.300
25	12.200	15.200	19.000	24.400	26.700	30.500	38.100	48.100	61.100
32	9.540	11.900	14.900	19.000	20.800	23.800	29.800	37.600	47.700
35	8.730	10.900	13.600	17.400	19.000	21.800	27.200	34.300	43.600
40	7.630	9.540	11.900	15.200	16.700	19.000	23.800	30.000	38.100
50	6.110	7.630	9.540	12.200	13.300	15.200	19.000	24.000	30.500
63	4.850	6.060	7.570	9.700	10.600	12.100	15.100	10.000	24.200
80	3.810	4.770	5.960	7.630	8.350	9.540	11.900	15.000	19.000
100	3.050	3.810	4.770	6.110	6.680	7.630	9.540	12.000	15.200
115	2.650	3.320	4.150	5.310	5.810	6.640	8.300	10.400	13.200
125	2.440	3.050	3.810	4.880	5.340	6.110	7.630	9.620	12.200
150	2.030	2.540	3.180	4.070	4.450	5.090	6.360	8.020	10.100
175	1.740	2.180	2.720	3.490	3.810	4.360	5.450	6.870	8.730
180	1.690	2.120	2.650	3.390	3.710	4.240	5.300	6.680	8.480
200	1.520	1.900	2.380	3.050	3.340	3.810	4.770	6.010	7.630
225	1.350	1.690	2.120	2.710	2.970	3.390	4.240	5.340	6.790
230	1.320	1.660	2.070	2.650	2.900	3.320	4.150	5.230	6.640
250	1.220	1.520	1.900	2.440	2.670	3.050	3.810	4.810	6.110
300	1.010	1.270	1.590	2.030	2.220	2.540	3.180	4.010	5.090
350	870	1.090	1.360	1.740	1.900	2.180	2.720	3.430	4.360
400	760	950	1.190	1.520	1.670	1.900	2.380	3.000	3.810
450	670	840	1.060	1.350	1.480	1.690	2.120	2.670	3.390
500	610	760	950	1.220	1.330	1.520	1.900	2.400	3.050
600	500	630	790	1.010	1.110	1.270	1.590	2.000	2.540
700	430	540	680	870	950	1.090	1.360	1.710	2.180
750	400	500	630	810	890	1.010	1.270	1.600	2.030
800	380	470	590	760	830	950	1.190	1.500	1.900
900	330	420	530	670	740	840	1.060	1.330	1.690
1.000	300	380	470	610	660	760	950	1.200	1.520
1.060	280	360	450	570	630	720	900	1.130	1.440
1.250	250	310	390	500	550	630	790	1.000	1.270
1.500	200	250	310	400	440	500	630	800	1.010

Abbildung 10: Umrechnungstabelle für Drehzahlen und Umfangsgeschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Außendurchmesser D der Schleifkörper