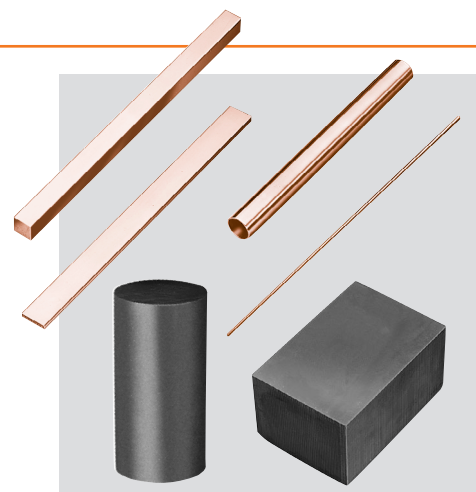


Info

Erodier-Elektrodenmaterial

EDM-electrode material

Matériaux électrodes pour érosions



Moderne Hochleistungs-Erodiermaschinen benötigen Elektroden aus Werkstoffen, die dem entsprechenden Bearbeitungsverfahren angepaßt sind. Diese müssen rationell herzustellen sein und wirtschaftliches Erodieren gewährleisten.

Das HASCO Elektrodenmaterial-Programm umfaßt bewährte Elektrodenwerkstoffe und Abmessungen für alle Anwendungsfälle.


Modern high-performance spark erosion machines require electrode materials which must suit the machining processes involved. An economic machining of these electrodes and cost-efficient erosion process must be ensured.

The HASCO range includes tried and tested electrode materials and dimensions for all application purposes.





Les machines à érosion modernes très performantes nécessitent des électrodes fabriquées à partir de matériaux adaptés aux procédés d'usinage concernés. Ces électrodes doivent pouvoir être fabriquées rationnellement et garantir un travail d'érosion économique.

La gamme HASCO des matériaux pour électrodes comprend des matériaux ayant fait leurs preuves aux dimensions appropriées à tous les domaines d'emploi.

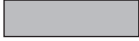



Startloch-Elektrode
Start hole electrode
Electrode pour point de démarrage

		Nr./No.	
Material/Matériau:	2.0060	A3504/...	
DIN-Nr.:	E-Cu57		
Analyse (%):	Cu \geq 99,9 O = 0,005–0,04		
Dichte/Density/Densité:	8,90 kg/dm ³		

Erodierkupfer
EDM-copper
Cuivre pour érosion

		Nr./No.	
Material/Matériau:	2.0060	A3500/...	
DIN-Nr.:	E-Cu57		
Analyse (%):	Cu \geq 99,9 O = 0,005–0,04	A3501/...	
Dichte/Density/Densité:	8,90 kg/dm ³	A3502/...	
		A3503/...	

Erodiergraphit
EDM-graphite
Graphite pour érosion

		Nr./No.	
15 µm Härte/Hardness/Dureté:	50 Shore	A3510/...	
	bB \approx 40 N/mm ² (4 kp/mm ²)	A3511/...	
Dichte/Density/Densité:	1,73 kg/dm ³		
10 µm Härte/Hardness/Dureté:	50 Shore	A3514/...	
	bB \approx 48 N/mm ² (5 kp/mm ²)	A3515/...	
Dichte/Density/Densité:	1,78 kg/dm ³		

Startlochelektroden

sind normalisierte, gebrauchsfertige Kupfer-Elektroden (Mat. Nr. 2.0060) zur Herstellung der Startlöcher beim Draht-erodieren. Für die Spülflüssigkeit ist eine zentrale Bohrung vorgesehen.

Start hole electrodes

are standardized, ready-to-use copper electrodes (Mat. No. 2.0060) for producing take-off holes required for wire cutting operations. A central running channel provides for flushing liquid.

Electrode pour point de démarrage

Il s'agit d'électrodes normalisés prêtes à l'usage en cuivre (Mat.-No. 2.0060) pour l'obtention des points de démarrage dans le cas de l'érosion par fil. Un taraudage central a été prévu pour le liquide de balayage.

Erodierkupfer

Dieser Werkstoff ist in seiner Anwendung hinreichend bekannt. Kupferelektroden sind universell einsetzbar. Sie ergeben bei entsprechender Maschineneinstellung relativ glatte Oberflächen.

Schruppelektroden mit Untermaß sind durch Abätzen herzustellen.

EDM-copper

The applications of this material are well-known. Copper electrodes are applicable for all EDM purposes. They produce relatively smooth surface finish with a correct machine setting.

Undersized roughing electrodes can easily be made by etching.

Cuivre pour érosion

Les applications de ce matériau sont suffisamment connues. Le domaine d'emploi des électrodes en cuivre est universel. Si la machine est réglée en conséquence, ces électrodes permettent d'obtenir des surfaces relativement lisses.

Les électrodes à dégrossir aux dimensions plus faibles peuvent être obtenues par attaque chimique.

Erodiergraphit

Grafitelektroden sind in allen Abmessungen und Ausführungen wirtschaftlich einsetzbar.

Die Abtragsleistung von Graphit ist bei geringstem Elektrodenverschleiß wesentlich höher als die metallischer Elektrodenwerkstoffe. Verzug durch thermische Beanspruchung tritt nicht auf.

EDM-graphite

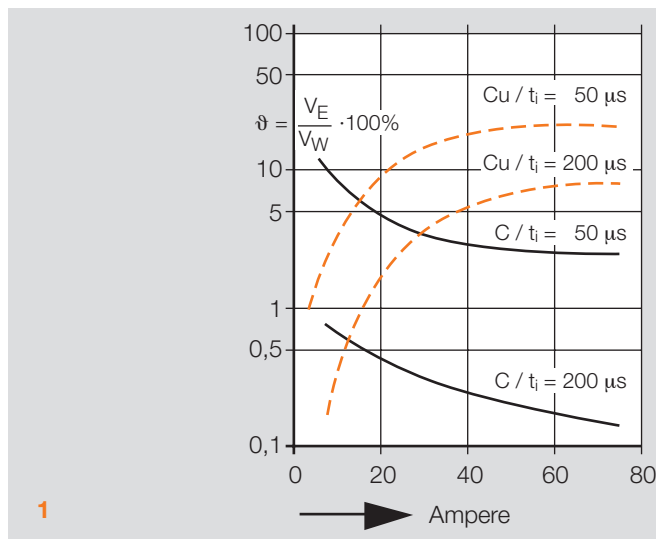
Graphite electrodes can be economically used in every dimension or design.

Graphite has a considerably higher removal rate than metal electrode materials. At the same time the wear rate is very low. Graphite remains dimensionally stable when exposed to thermal stress.

Graphite pour érosion

Les électrodes en graphite peuvent être employées d'une manière rentable pour tous les domaines, sans aucune restriction quant à la version ou aux dimensions.

La capacité d'abrasion du graphite est, pour une usure des plus faibles de l'électrode, considérablement supérieure à celle des électrodes métalliques. Il n'y aura pas de distorsion par suite de contraintes thermiques.



Relativer Verschleiß in Abhängigkeit vom mittl. Funkenstrom „if“ (Werkstück Stahl)

Relative electrode wear as a function of the average spark current “if” (work piece steel)

Usure relative en fonction de l'intensité moyenne d'impulsion « if » (pièce à usiner : acier)

Im **Bild 1** ist z. B. der relative Elektrodenverschleiß von Kupfer und Graphit als Funktion des Funkenstroms „if“ aufgezeigt. Gerade bei hohen Stromstärken und großen Abtragsraten tritt bei Graphit nur ein sehr geringer Elektrodenverschleiß auf.

Die Herstellzeit von Grafitelektroden ist wesentlich kürzer als die von Metallelektroden, da sich Graphit sehr gut mechanisch bearbeiten läßt.

Dem Staubanfall bei der Bearbeitung ist durch entsprechende Vorkehrungen wie Absaugungen oder Spülen mit Dielektrikum zu begegnen.

Die erreichbare Erodieroberfläche richtet sich nach der Maschinenleistung und der Korngröße des Graphits.

Auf eine besonders gute Spülung ist zu achten, da Graphit empfindlicher auf Verschmutzungen im Funkenpalt reagiert als Kupfer. Graphit ist für den Einsatz auf Relaxations- und Schwingkreisgeneratoren nicht geeignet.

Grafitelektroden lassen sich durch Kleben verbinden.

Klebstellen an Elektroden sollten möglichst vermieden werden, da hierdurch fast immer eine Beeinträchtigung der elektrischen Leitfähigkeit entsteht.

In den Fällen, wo keine Schraubverbindungen möglich sind, hat sich Zweikomponentenkleber bewährt.

In **Fig. 1**, for example, the relative electrode wear of copper and graphite is shown as a function of the spark current, “if”. When using graphite, an increase of current and a maximum removal rate leads to a remarkable reduction of electrode wear.

The machining time of graphite electrodes is many time shorter than that of metal electrodes, owing to much better cutting properties of graphite. Some preventive measures should be taken during machining, like suction plant for dust removal and dielectric fluid to be used as cooling agent.

The quality of the eroded surface depends on the machine setting and the grain size of the graphite. Efficient flushing is important since graphite is more sensitive to contamination in the spark gap than copper. Graphite is not suitable for use on relaxation and resonant circuit generators.

Graphite electrodes may be bonded with adhesives.

Wherever possible, bonding of electrodes should be avoided. It is likely, that this interferes with the electrical conductivity. In cases where screw connections are not possible. Dual Components Adhesive has proved suitable.

La **figure 1** montre par exemple l'usure relative des électrodes de cuivre et de graphite en fonction de l'intensité d'impulsion « if ». C'est précisément pour de forts courants et d'importants volumes enlevés à la pièce que le graphite ne donne lieu qu'à une très faible usure de l'électrode.

Les temps de fabrication d'électrodes en graphite est considérablement inférieure à celui des électrodes métalliques, car le graphite se prête parfaitement à un usinage mécanique.

La poussière libérée durant l'usinage peut être aspirée ou encore balayée par un fluide d'usinage.

La qualité de la surface obtenue après érosion est fonction du réglage de la machine et du grain du graphite.

Il faut veiller à obtenir un balayage parfait, car le graphite réagit d'une manière plus sensible aux impuretés des l'interstice d'impulsions que le cuivre. Le graphite n'est pas approprié à l'emploi sur des générateurs à circuit oscillant ou de relaxation.

Les électrodes en graphite peuvent être liées par collage.

Si possible, éviter tout endroit collé sur l'électrode, car celui-ci réduit presque toujours la conductivité électrique.

Pour les cas où une connexion par vis et boulons est exclue, nous recommandons colle à deux composants qui a fait ses preuves.

VDI-Oberflächenmaterial

Zum Festlegen und Vergleichen von erodierten Oberflächen.

VDI standard reference surface

For classification and comparison of eroded surfaces.

Surfaces VDI normales

Pour la détermination et la comparaison de surfaces érodées.



R _a [µm]	0,4	0,56	0,8	1,12	1,6	2,24	3,14	4,5	6,3	9,0	12,5	18,0
R _z [µm]	2,0	2,78	3,77	7,14	9,93	14,8	15,78	21,6	29,1	45	61	90

Beim Erodieren werden oft unüberlegt grobe Fehler gemacht, durch die schon im Herstellstadium die Lebensdauer der Formen und Werkzeuge erheblich gemindert werden kann.

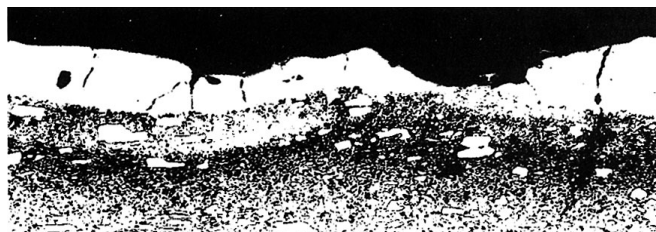
Serious mistakes are frequently made during the erosion process, with the result that the service life of moulds and tools will already be considerably reduced at the production stage.

Lors de l'opération d'érosion, de grosses erreurs sont souvent faites sans réfléchir. La durée de vie des moules et des outils peut par conséquent déjà être réduite considérablement lors de la fabrication de ceux-ci.

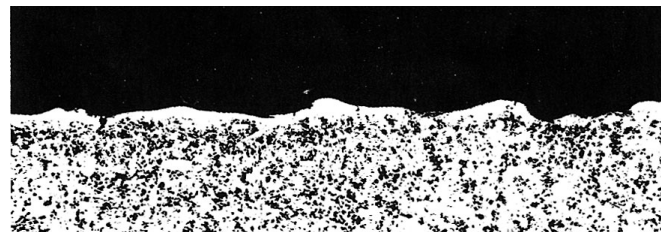
Durch zu hohe Abtragsleistung beim Schrupperodieren und zu geringes Schlichterodieren entstehen am Stahl Oberflächenfehler, die zum vorzeitigen Ausfall der Formen führen können.

Excessive rough eroding and insufficient final eroding will cause surface defects on the steel which may lead to premature failure of the moulds.

Un volume trop important enlevé à la pièce lors du dégrossissage, ainsi qu'une érosion de finissage insuffisante entraînent des défauts superficiels de l'acier pouvant provoquer une défaillance prématurée du moule.



A 1.2080 / 800 HV



B 1.2080 / 800 HV

A Stark rissige weiße Schicht durch zu starkes Schrupperodieren.

A Severely cracked white layer as a result of rough erosion.

A Couche blanche aux nombreuses fissures dues à une érosion de dégrossissage trop forte.

B Wesentlich besseres Erodierergebnis. Die weiße Schicht sollte vollkommen abgetragen sein.

B Much improved erosion result. The white layer should be completely removed.

B Résultat de l'érosion considérablement amélioré. La couche blanche devrait être entièrement éliminée.

Das kontinuierliche Abschmelzen des Stahls beim Erodieren und die schnelle Abkühlung dieser Bereiche durch das Dielektrikum führen zu einer laufenden Neuhärtung der Werkstoffoberfläche. Diese extrem harte Schicht, die bei mechanischer Nachbearbeitung erodierter Flächen immer als störend empfunden wird, zeigt sich im Gefügeschliffbild deutlich als weiße Schicht auf dem Grundgefüge. Je nach eingestellter Erodierleistung ist diese Schicht dicker oder dünner. Beim sachgemäßen Erodieren sollte die weiße Schicht in der Schlichstufe ganz abgetragen werden, nur so ist gewährleistet, daß die Mikrorisse, mit denen die weiße Schicht durchsetzt ist, nicht in das Grundgefüge gehen und eine rationelle mechanische Nachbearbeitung der Konturen möglich ist.

The continuous melting off of the steel during the spark erosion process and the rapid cooling of these areas by the dielectric fluid result in constant re-hardening of the workpiece surface. This extremely hard layer, which makes mechanical re-working of spark eroded surfaces very difficult, is shown clearly on the structural micrograph as a white layer on top of the basic structure. The thickness of this layer depends on the set erosion power. If spark erosion is carried out correctly, the white layer should be completely removed during the finishing stage. This is the only way of ensuring that the microscopic cracks which intersperse the white layer cannot penetrate the basic structure and that efficient mechanical re-working of the contours is possible.

La fusion continue de l'acier lors de l'érosion, ainsi que le refroidissement rapide de ces zones par le fluide d'usinage résultent en une retrempe constante de la surface de la pièce usinée. Cette couche extrêmement dure, qui est toujours considérée comme perturbatrice lors du finissage de surfaces érodées, apparaît nettement sur la micrographie structurale en tant que couche blanche au-dessus des couches de base. L'épaisseur de cette couche est fonction de la capacité d'érosion réglée. Si l'érosion est faite correctement, cette couche blanche devrait entièrement disparaître lors du finissage pour garantir que les microfissures multiples de cette couche ne pénètrent dans les couches de bases et pour permettre un finissage mécanique rationnel des contours.

Bearbeitungs-Hinweise

Erodierkupfer

Die mechanische Bearbeitung von Kupfer ist grundsätzlich problemlos. Bei sehr dünnen Querschnitten ist auf Verzug durch Erwärmung zu achten. Die Anwendung von geeigneten Kühlmitteln ist zu empfehlen. Die Schneidengeometrie für Kupferbearbeitung ist bekannt. Zum Schleifen sind vorzugsweise Scheiben mit keramischer Bindung zu verwenden.

Korngröße 46–80, Härte H bis K, Gefügedichte 13 bis 15 (DIN 69100). Eine gute Kühlung ist unerlässlich. $V = \text{ca. } 30 \text{ m/sec.}$

Untermaße entsprechend dem gewünschten Funkenspalt sind durch mechanische Bearbeitung oder Abätzen zu erreichen.

Erodiergraphit

Grafit ist ohne Einschränkung bis zu engsten Toleranzen auf allen gebräuchlichen Werkzeugmaschinen leicht bearbeitbar. Während und nach der Bearbeitung sind die Elektroden dimensionsstabil. Ein Verzug durch thermische Beanspruchung tritt nicht auf.

Die Bearbeitung erfolgt vorwiegend trocken. Absaugungen für den Staub sind vorteilhaft. Gefettete Maschinenelemente sind abzudecken oder fettfrei zu halten. Beim Kopierfräsen kann Dielektrikum als Kühlmittel vorteilhaft verwendet werden, andere Kühlmittel sind auch zulässig!

Machining instructions

EDM-copper

There are virtually no problems involved in the machining of copper. Care must be taken to avoid distortion due to heat on very thin cross-sections.

The use of suitable cooling agents is to be recommended. The cutting tool geometry for machining copper is well known. For grinding, it is best to use wheels with a ceramic bond.

Grain size: 46–80, hardness: H to K, structural density: 13 to 15 (DIN 69100). Good cooling is essential. $V = \text{approx. } 30 \text{ m/sec.}$

Undersized dimensions in accordance with the spark gap required can be achieved by means of mechanical machining or etching.

EDM-graphite

Graphite can be easily machined to close tolerances without restrictions using any conventional machine. The electrodes remain dimensionally stable during and after stock removal. Distortion due to thermal stress does not occur.

Machining is normally done under dry conditions. Therefore it is essential to install a dust suction device. Greased machine parts must be covered or kept free of grease. For copy milling dielectric liquid can be used as a cooling agent and other liquids may also be used.

Instructions d'usinage

Cuivre pour érosion

D'une manière générale, l'usinage mécanique du cuivre ne pose aucun problème. Mais en présence de faibles diamètres, veillez aux distorsions par suite de contraintes thermiques.

L'emploi d'agents de refroidissement appropriés est recommandé.

La géométrie de l'outil de coupe pour l'usinage du cuivre est connue.

Pour le meulage, utilisez de préférence des meules à liant céramique.

Grains: 46–80, dureté H à K et structure 13 à 15 (DIN 69100). Un bon arrosage ou refroidissement est indispensable. $V = \text{env. } 30 \text{ m/sec.}$

Des dimensions plus faibles conformes à l'interstice d'impulsions nécessitent peuvent être obtenues par usinage mécanique ou par attaque chimique.

Graphite pour érosion

L'usinage facile du graphite est possible sans aucune restriction sur toutes les machines-outils courantes, même dans les tolérances les plus étroites. Les dimensions des électrodes restent stables durant et après l'usinage. Il n'y a pas de distorsion par suite de contraintes thermiques.

L'usinage se fait généralement à sec. Les dispositifs d'aspiration de la poussière présentent des avantages. Les pièces de machine graissées doivent être recouvertes ou être libres de graisse. L'emploi du fluide d'usinage comme agent de refroidissement est avantageux lors du fraisage par copiage. D'autres agents de refroidissement peuvent aussi être utilisés.

Sägen

erfolgt vorzugsweise mit grobgezahnten Werkzeugstahl-Sägeblättern (ca. 5 Zähne/Zoll) $V = 100-300$ m/min.

Spannen

Der keramische Charakter dieses Materials läßt nur eine geringe Druckbeanspruchung zu. Das Spannen der Teile muß vorsichtig erfolgen.

Drehen

Hartmetallschneiden der Qualität KO 1 und KO 5 sind HSS-Werkzeugen vorzuziehen. Für die Feinstbearbeitung empfehlen sich Drehdiamanten. Radien oder Fasen an der Werkzeugschneide sind vorteilhaft. $V = 100-200$ m/min. beim Schruppen, $200-400$ m/min. beim Schlichten.

Fräsen

Hartmetallfräser sind HSS-Werkzeugen vorzuziehen. Die Kühlung mit Dielektrium ist vorteilhaft. $V = 10$ bis 15 m/min. bei HSS, $25-30$ m/min. bei Hartmetall. Der Vorschub sollte maximal $600-800$ mm/min. betragen.

Schleifen

ist besonders wirtschaftlich und daher dem Drehen oder Fräsen vorzuziehen. Die Bearbeitung erfolgt trocken mit Gefügedichten der Schleifscheiben von 6 bis 9 nach DIN 69100. $V = 20-30$ m/sec. beim Schruppen und Schlichten.

Bohren

sollte vorzugsweise mit Hartmetallbohrern der Qualität KO 5 erfolgen. Spitzenwinkel der Bohrer $70^\circ-100^\circ$, Freiwinkel $10^\circ-15^\circ$.

Polieren

Für eine einwandfreie Oberfläche ist eine präzise Vorarbeit erforderlich. Als Poliermittel ist Schmirgelpapier der Körnungen $300-900$ zu verwenden.

Sawing

It is recommended to use coarse-toothed tool-steel saw blades (approx. 5 teeth/inch) $V = 100-300$ m/min.

Clamping

The ceramic nature of this material means that compressive stress must be kept to a minimum. The part must be clamped carefully.

Turning

It is best using carbide tips of KO 1 and KO 5 grades rather than HSS tools. Turning diamonds are to be recommended for super-finish machining. It is useful to have radii or chamfers on the cutting edge. $V = 100-200$ m/min. for roughing, $200-400$ m/min. for finishing.

Milling

Carbide milling cutters are to be preferred to HSS tools. Cooling with dielectric fluid is advantageous. $V = 10-15$ m/min. with HSS, $25-30$ m/min. with carbide. Maximum feed speed: $600-800$ mm/min.

Grinding

is particularly economical and therefore preferable to turning or milling. The graphite is machined under dry conditions, the grinding wheels should have a structural density of between 6 to 9 in accordance with DIN 69100. $V = 20-30$ m/sec. for roughing and finishing.

Drilling

Carbide tipped drills of grade KO 5 are preferable. Tip angle: $70^\circ-100^\circ$, clearance angle: $10^\circ-15^\circ$.

Polishing

In order to obtain a perfect surface finish precise preparation work is necessary. Abrasive paper with a grain size between 300 and 900 should be used.

Le sciage

se fera de préférence avec des lames en acier à outils présentant une grosse denture (env. 5 dents par pouce) $V = 100-300$ m/min.

Serrage

La nature céramique de ce matériau ne permet que de faibles sollicitations en pression. Les pièces doivent être serrées avec précaution.

Tournage

La préférence sur les outils HSS doit être accordée aux lames de métal dur de qualité KO 1 et KO 5. Les diamants de tour sont recommandés pour le finissage. Les outils à lames à rayon ou à chanfrein sont avantageuses. $V = 100-200$ m/mn pour le dégrossissage et $200-400$ m/mn pour le finissage.

Fraisage

La préférence sur les outils HSS doit être accordée aux fraises de métal dur. Le refroidissement avec le fluide d'usinage est avantageux. $V = 10-15$ m/mn pour HSS et $25-30$ m/mn pour métal dur. L'avance maximale devrait être comprise entre 600 et 800 mm/mn.

Meulage

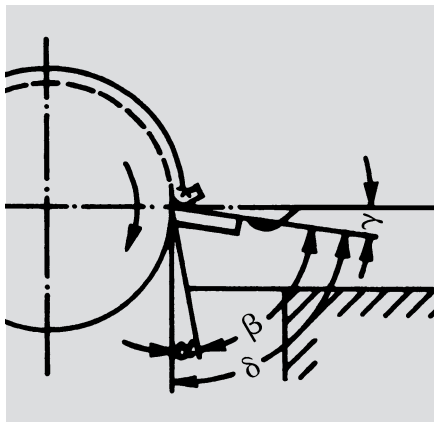
Cette opération est particulièrement économique. La préférence sur le tournage ou le fraisage devrait donc lui être accordée. L'usinage se fera à sec avec des meules d'une structure comprise entre 6 et 9 d'après DIN 69100. $V = 20-30$ m/s pour le dégrossissage et le finissage.

Le perçage

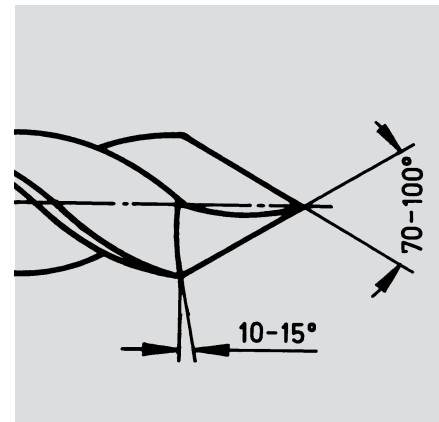
devrait se faire de préférence avec des forets en métal dur de qualité KO 5. Angle de pointe $70^\circ-100^\circ$, angle de dépouille $10^\circ-15^\circ$.

Polissage

Un pré-usinage de haute précision est indispensable pour obtenir une surface de qualité parfaite. Le papier émeri d'un grain compris entre 300 et 900 est recommandé comme agent à polir.



Freiwinkel / Clearance angle / Angle libre: $\alpha = 15-20^\circ$
 Keilwinkel / Front rake or lip / Angle de prisme: $\beta = 70^\circ$
 Schnittwinkel / Cutting angle / Angle de coupe: $\delta (\alpha + \beta) = 85-90^\circ$
 Spanwinkel / Top rake / Angle de dépouille: $\gamma = \pm 1^\circ$
 Einstellwinkel / Setting rake / Angle d'incidence: $= 45^\circ$



10 02 1 5 22 / No. 010671
 © by HASCO D-58505 Lüdenscheid
 Printed in Germany

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier
 Printed on chlorine-free bleached paper
 Imprimé sur papier blanchi sans chlore

Änderungen vorbehalten
 Alterations reserved
 Sous réserve de modification