

Eisenbasislegierungen haben einen festen Platz in der Diamantwerkzeugindustrie

Dr. Fritsch stellt in diesem Jahr eine dritte Variante der Legierungsreihe MasterTec vor

Seit vier Jahren liefert Dr. Fritsch Eisenbasislegierungen der MasterTec-Reihe für die Diamantwerkzeugindustrie. Wurden diese Materialien anfangs hauptsächlich als preisgünstige und preisstabile Alternativen zu Kobalt gesehen, geht der Blick der Produktentwickler heute deutlich tiefer. Feinteilige und homogen legierte Pulver, wie MasterTec, die sich i. d. R. durch sehr niedrige Sintertemperaturen auszeichnen, haben sich mittlerweile einen eigenen, festen Platz als Basismaterialien für die Segmentherstellung gesichert.

MasterTec wird hydrometallurgisch hergestellt und zeichnet sich durch eine sehr geringe Teilchengröße aus, wodurch diese Pulver sehr sinteraktiv sind. Bis Anfang 2011 gab es vier unterschiedliche Varianten in unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung und Schüttdichte (MasterTec Standard und MasterTec HS). Bedingt durch Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung variiert auch das Verschleißverhalten z.T. deutlich, so dass mit MasterTec heute nahezu alle Anwendungsbereiche für Segmente optimal abgedeckt werden können. Während MasterTec-1 eine höhere Härte und eine leicht höhere Sprödigkeit besitzt, ist MasterTec-2 etwas weicher und duktiler. Durch die höhere Härte erreicht MasterTec-1, im Vergleich zu MasterTec-2, auch eine höhere Standzeit. Die Schnittfreudigkeit beider Basispulver ist ähnlich.

Seit der Markteinführung in 2007 werden MasterTec-1 und MasterTec-2 in immer mehr Anwendungsbereichen erfolgreich eingesetzt. Eine Mischung aus MasterTec-2 und 20–30 % Bronze 90/10 wird beispielsweise sehr häufig als Bindung für Wandsägen bzw. für nicht abrasiven Granit oder als Bindung zum Bohren von armiertem Beton eingesetzt. Reines MasterTec-1 findet Anwendung im Bereich von Fugenschneidern mit mittlerer Leistung sowie für Granitblätter mit einem Durchmesser oberhalb von 800 mm. Für den Einsatz in Granit, bei kleineren Durchmessern, wird das MasterTec-1 durch Zu-

mischen von Bronze 90/10 an die Anforderungen angepasst. Ein weiteres Anwendungsfeld für MasterTec-1 sind Seil-sägeperlen für Granit.

Im engen Austausch mit Diamantwerkzeugproduzenten wurden aber auch – wenn auch wenige – Grenzen für die Verwendung von MasterTec-1 und MasterTec-2 gefunden.

Beide MasterTec Qualitäten eignen sich hervorragend als Basismaterial, dem andere Elemente wie z.B. Bronze, Eisen, Kupfer, Kobalt, etc. zugemischt werden können, um sie an spezifische Anwendungen anzupassen. Zu Beginn wurde auch die Zugabe von WC bzw. W als unproblematisch angesehen. In etlichen Feldversuchen kristallisierte sich dann aber heraus, dass bei Zugaben von W und/oder WC zu MasterTec-1 und MasterTec-2 zwar erwartungsgemäß die gemessene Härte steigt, aber die ebenso erwartete Standzeiterhöhung oft nicht eintritt. In einigen Fällen wurde sogar ein Standzeitabfall beobachtet. Dieser war umso größer, je höher der WC-Gehalt in der Mischung mit MasterTec war.

Untersuchungen und Recherchen haben dann ergeben, dass es zwischen Eisen und Wolfram/Wolframkarbid – unter bestimmten Bedingungen, hauptsächlich der Temperatur – zur Bildung einer spröden Phase kommen kann. Diese spröde Phase bildet sich an der Grenzfläche zwischen dem Eisen und dem Wolfram/Wolframkarbid. Bei Belastung zerbricht diese Phase leicht, so dass das wolframhaltige Teilchen aus

der Bindung fällt. Dadurch bildet sich ein Loch, sozusagen künstliche Porosität. Die Folge daraus ist: Das Wolframkarbid steht für die Verschleißfestigkeit nicht mehr zur Verfügung – die gewünschte Standzeiterhöhung bleibt aus. Die durch Herausbrechen des Wolframkarbids entstandenen Löcher reduzieren zusätzlich die Verschleißfestigkeit, wodurch die Standzeit noch weiter absinkt. Bei hohen Wolframkarbidgehalten kann die Standzeit daher deutlich unterhalb des Wertes von MasterTec pur liegen. Diese Lücke wurde nun geschlossen. Mit MasterTec-3 stellt Dr. Fritsch 2011 eine neue Variante dieser Legierungsreihe vor. Auch MasterTec-3 ist ein feines, vorlegiertes Material mit hoher Sinteraktivität. Es ist ebenfalls eine Eisenbasis-Legierung, der jedoch Kupfer und Nickel zulegiert werden – MasterTec-3 ist also völlig kobaltfrei. Hierbei übernimmt das Kupfer die Aufgabe, das Eisen zu sättigen, so dass Eisen kein Wolfram mehr aufnehmen kann. Die Bildung einer spröden Phase wird dadurch unterbunden.

Das Sinterverhalten von MasterTec-3 ist mit den beiden bisherigen MasterTec-Varianten weitestgehend identisch, versintert aber schon deutlich früher – bei 660 °C. Die Härte ist dabei ähnlich wie bei MasterTec-2. Auch die Dichte ist auf gleichem Niveau. Das Material ist noch etwas zäher als MasterTec-2. Die erreichten technologischen Eigenschaften von MasterTec-3 (im Vergleich zu MasterTec-1 und MasterTec-2) können der *Tabelle 1* entnommen werden. In Bezug auf die erzielte Standzeit ist MasterTec-3 mit MasterTec-2 identisch, es erreicht bei

		MasterTec-1	MasterTec-2	MasterTec-3
Härte	(HRB)	107 – 109	104 – 106	104 – 106
Dichte	(g/cm ³)	7,86	7,86	7,90
Theoretisch Dichte	(g/cm ³)	8,03	8,03	8,03
Biegefestigkeit	(N/mm ²)	1600	1500	1300
Biegearbeit	(Nm)	> 2,4	> 6,2	> 2,8
Durchbiegung	(%)	> 4,5	> 8,6	> 4,3
Kerbschlagarbeit	(J/cm ²)	3,3	5,1	6,0
Heißpresstemperatur	(°C)	> 700	> 660	> 660

Tabelle 1 Eigenschaften der drei MasterTec-Qualitäten.

dem Standard-Sägetest von Dr. Fritsch die gleichen Werte (siehe *Diagramm 1*). Die Leistungsaufnahme ist vergleichbar mit den anderen MasterTec-Legierungen.

Wird MasterTec-3 mit Wolframkarbid verarbeitet, kann man den eben beschriebenen Effekt nicht mehr feststellen. Vergleichende Verschleißtests von MasterTec-3 mit 20 % WC und Kobalt submicron mit 20 % WC (= Diacobtuc-8020) zeigten gleiche Standzeiten. Nach Einschätzung der Medizin stehen Mischungen aus Wolframkarbid mit Kobalt, d.h. auch die klassischen Hartmetallmischungen, im Verdacht, Krebserkrankungen auszulösen. Deshalb wären die Mischungen aus MasterTec-3 und Wolframkarbid eine interessante Alternative zu Kobalt + Wolframkarbid, so die Experten von Dr. Fritsch.

Freisinterbarkeit von MasterTec-Pulvern

Alle MasterTec-Qualitäten zeichnen sich durch ein hohes Sinterverhalten aus, was an einer niedrigen Heißpresstemperatur zu erkennen ist. Diese niedrige Einstiegstemperatur war Anlass, das Sinterverhalten im Ofen, ohne zusätzlichen Druck, zu untersuchen. Bei unterschiedlichen Temperaturen, Haltezeiten und Kaltpressdrücken wurden Proben von MasterTec-1 und MasterTec-2 auf das „Freisinterverhalten“ untersucht. Bei diesen Versuchen wurde festgestellt, dass beide MasterTec-Varianten eine Temperatur von ca. 1000 °C benötigen, bei einer Haltezeit von mindestens 30 Minuten. Unter diesen Bedingungen wird eine geschlossene Porosität erreicht, dabei wird ein spezifischer Mindestdruck von 1,5 t/cm² benötigt. Die *Diagramme 2–4* zeigen die Abhängigkeiten von Temperatur, spezifischen Druck und der Zeit.

In den Diagrammen sieht man, dass MasterTec-2 sinteraktiver ist als MasterTec-1. Dies zeigt sich an den höheren Dichten nach dem Sintern. Jedoch sind die erreichten Härten von ca. 90 bis 93 HRB gering, aber üblich. Sintert man z.B. Kobalt im Ofen, werden ähnliche Härten erzielt.

Auf *Bild 1* und *2* sind Schlibfbilder von MasterTec-1 und -2 zu sehen. Die Sinterbedingungen können den Bildun-

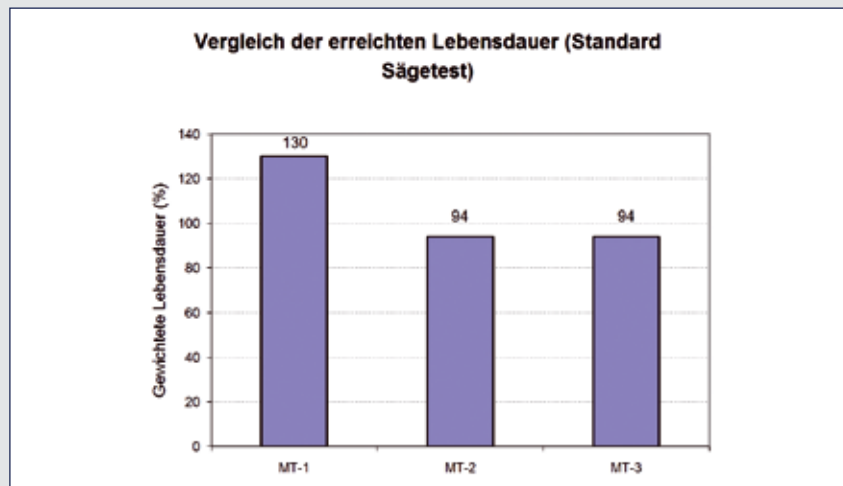


Diagramm 1 Vergleich der Lebensdauer der drei MasterTec Qualitäten.

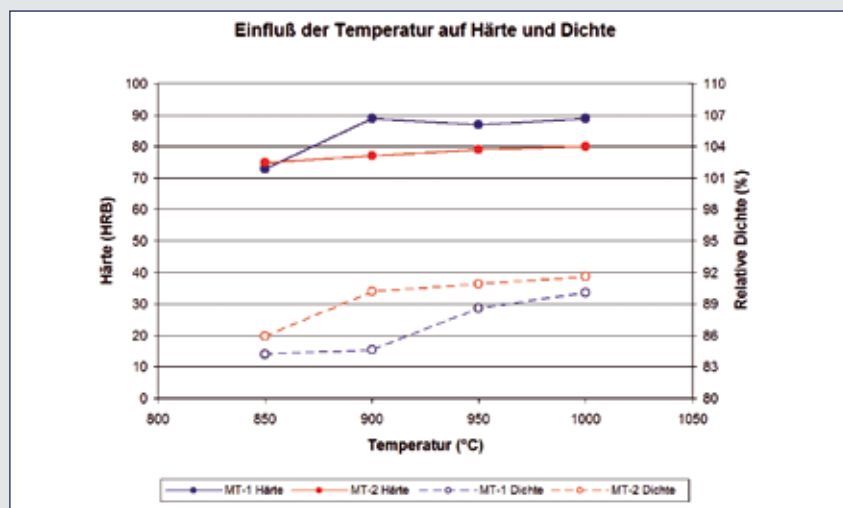


Diagramm 2 Einfluss der Temperatur auf Härte und Dichte ($p = 1,5 \text{ t/cm}^2$ und $t = 30 \text{ Minuten}$, N₂/H₂ 95/5).

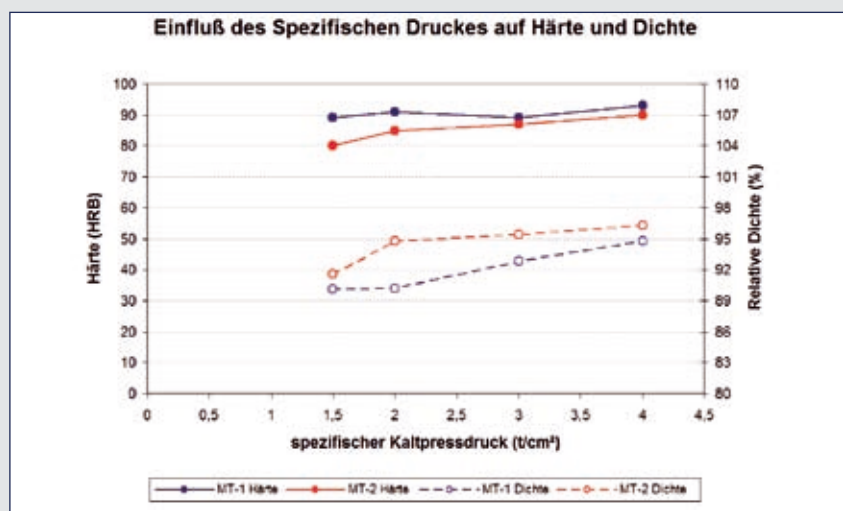


Diagramm 3 Einfluss des spezifischen Druckes auf Härte und Dichte ($T = 1000 \text{ °C}$, $t = 0,30 \text{ Minuten}$, N₂/H₂ 95/5).

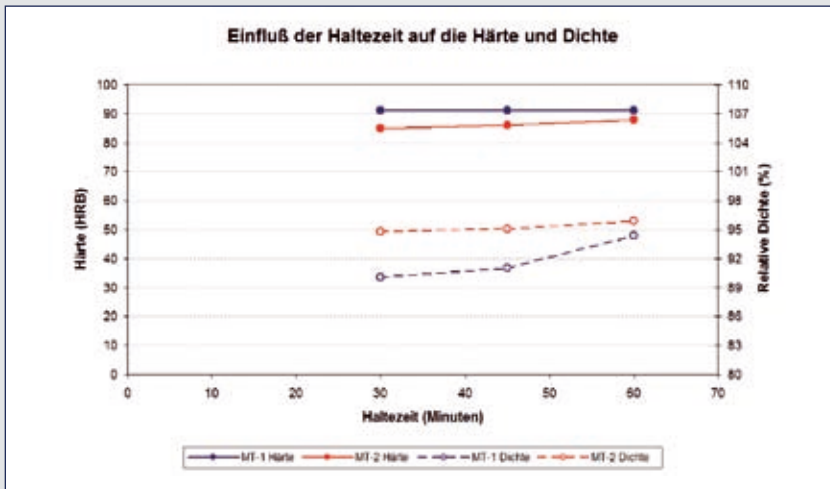


Diagramm 4 Einfluss der Haltezeit auf Härte und Dichte ($T=1000\text{ }^{\circ}\text{C}$, spez. Druck = 2 t/cm^2 , N_2/H_2 95/5).

ben werden. Eine Zugabe von 40 % feinem Kupfer (z. B. Diacu-3000, Bild 3) zu MasterTec-1, erhöht die Härte von 93 HRB auf 100 HRB (im Mittel). Auch die Verdichtung beim Sintern wird besser. Die erreichbare Dichte steigt von 94,5 % auf 97,9 %, d. h. man erreicht bei gleichen Sinterbedingungen höhere Dichtewerte.

Schaut man sich das Verschleißverhalten an, ergeben sich die Werte der Tabelle 2. Je geringer die im Test abgetragene Menge, desto höher ist die Verschleißfestigkeit. Es zeigt sich an den Werten, dass die höhere Härte der MasterTec-1 Mischung nicht zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit beiträgt. Die höhere Standzeit wird trotz der geringeren Härte und Dichte vom reinen Ma-

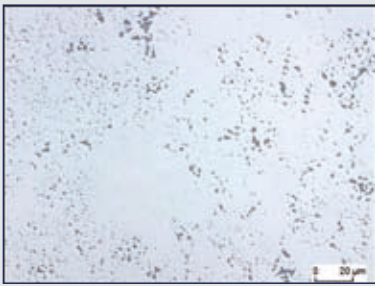


Bild 1 MasterTec-1 mit feinen Oxideinschlüssen ($1,5\text{ t/cm}^2$ - $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ - 60 Minuten - N_2 mit 5 % H_2).

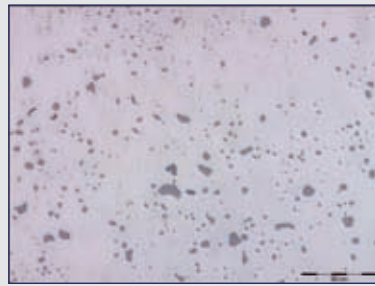


Bild 2 MasterTec-2 mit groben Oxideinschlüssen (4 t/cm^2 - $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ - 60 Minuten - N_2 mit 5 % H_2).

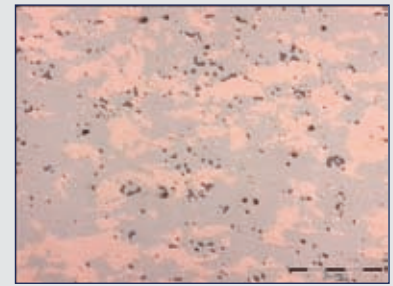


Bild 3 MasterTec-1 mit 40 % feinem Kupfer 500:1 (2 t/cm^2 - $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ - 60 Minuten - N_2 mit 5 % H_2).

terschriften entnommen werden. Beide Abbildungen zeigen das Gefüge in einer 1000fachen Vergrößerung. Bei dieser hohen Vergrößerung sind keine Poren zu erkennen, jedoch eine zweite Phase. Diese zweite sichtbare Phase ist Eisenoxid, welches produktionsbedingt im Pulver enthalten ist. Auch im Schliff von heißgepressten Segmenten kann man diese Einschlüsse finden. Werden die kaltgepressten Segmente in einer Atmosphäre verarbeitet, die einen höheren Anteil an Wasserstoff enthält, wie z. B. gespaltener Ammoniak, so können diese Einschlüsse entfernt werden.

Die Eisenoxid-Einschlüsse haben eine geringere Dichte. Da diese aber Bestandteil des Pulvers sind, reduzieren sie die theoretische Dichte von MasterTec. Dies zeigt sich an der geringen

erzielten Dichte und der Tatsache, dass keine Poren im Schliff gefunden wurden. Die erzielten Dichten der im Bild dargestellten Proben sind: MasterTec-1 = 91,9 %, und MasterTec-2 = 96,6 %. In Fall von MasterTec-1 müssten 8 % Poren gefunden werden, im Fall von MasterTec-2 wären es immer noch 3,5 %. Jedoch kann man diese Menge im Schliff nicht finden.

Sollen höhere Härten erreicht werden, kann dem MasterTec Kupfer zugege-

sterTec-1 erzielt. Die Verschleißfestigkeit von MasterTec-1 mit Kupfer erreicht das gleiche Niveau wie andere, speziell für das Sintern im Ofen entwickelte Materialien.

Ausblick

Drei sind noch einer zu wenig! Die Entwicklung bei Dr. Fritsch arbeitet bereits an MasterTec-4 – ein Produkt, in dem sowohl auf Zusätze von Kobalt als auch von Nickel verzichtet werden soll.

	Härte	Rel. Dichte	Verschleiß-Volumen *
MasterTec-1 **	93 HRB	94,5 %	229 mg
MasterTec-1 + 40 % Cu **	100 HRB	97,9 %	391 mg

Tabelle 2 Eigenschaftsänderung von MasterTec-1 durch Zugabe von Kupfer.