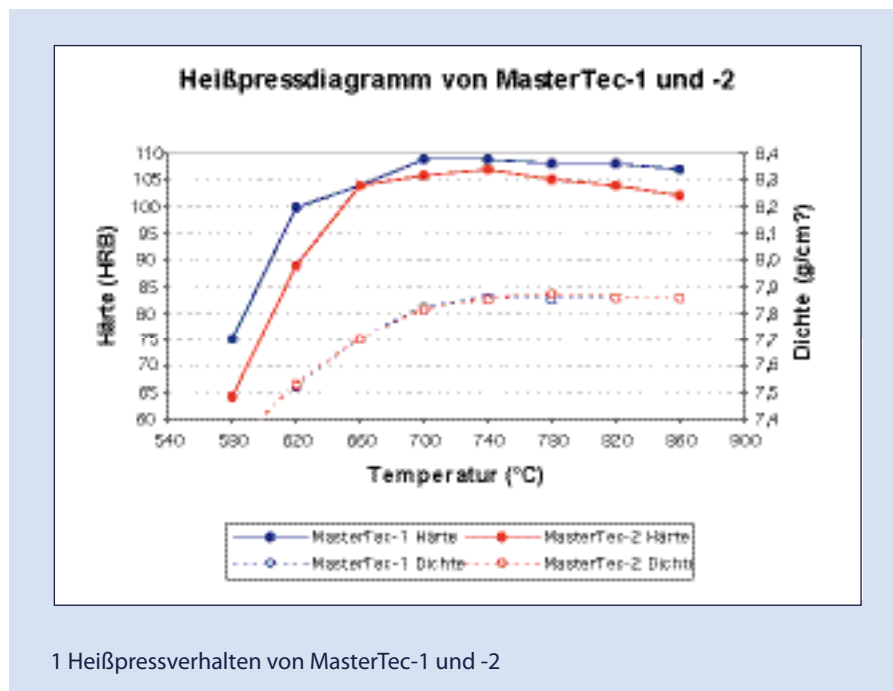


Zweite Generation der Kobaltalternativmaterialien im Markt

Seit mittlerweile zehn Jahren werden in der Diamantwerkzeugindustrie mehr und mehr Kobaltalternativmaterialien eingesetzt. Anfangs mit großer Skepsis und vorsichtig angewendet, sind sie mittlerweile aber in nahezu allen Anwendungsgebieten zu finden. Die eingesetzten Kobaltalternativmaterialien basieren häufig auf Eisen und Kupfer, enthalten aber oft immer noch Kobalt, je nach Hersteller sind dies bis zu ca. 30 %.

Hergestellt werden diese Materialien über einen hydrometallurgischen Prozess. Dabei wird aus einer wässrigen Salzlösung, die der Zusammensetzung des späteren Pulvers entspricht, ein oxydisches Pulver ausgefällt, das anschließend getrocknet und in einem Ofen zum Metall reduziert wird. Durch diese Fertigungstechnik hat jedes Pulverteilchen die gleiche, durch die Salzlösung eingestellte Zusammensetzung. Dadurch entsteht ein gleichmäßig durchlegiertes Pulver und keine Mischung von Pulvern mit unterschiedlicher Zusammensetzung. Mittlerweile kann man von einer zweiten Generation der Alternativmaterialien sprechen, die in weiteren, neuen Anwendungsbereichen ihren Einsatz finden. Seit vielen Jahren bietet Dr. Fritsch mit Diabase-V21 ebenfalls ein Material, das als Alternativmaterial für Kobalt eingesetzt wird. Diabase-V21 ist eine Mischung aus verschie-



denen vorlegierten Pulvern. Mit diesem Material werden heute viele Anwendungen im Bereich Naturstein und Bau abgedeckt. Die meisten heute gängigen Kobaltalternativen haben aber noch Einsatzgrenzen. Sie sind in aller Regel nicht schweißbar und somit im Baubereich oft nur eingeschränkt nutzbar. Ziel der Weiterentwicklung von Kobaltalternativstoffen bei Dr. Fritsch war es daher, diese Anwendungsgrenzen zu durchbrechen. Die neuesten Kobaltalternativmaterialien des Unternehmens aus Un-

terfellbach sind die Neuentwicklungen MasterTec-1 und MasterTec-2. Beides sind gleichmäßig durchlegierte Metallpulver auf Eisen-Nickel-Kobalt-Basis, mit nur noch geringem Kobaltanteil.

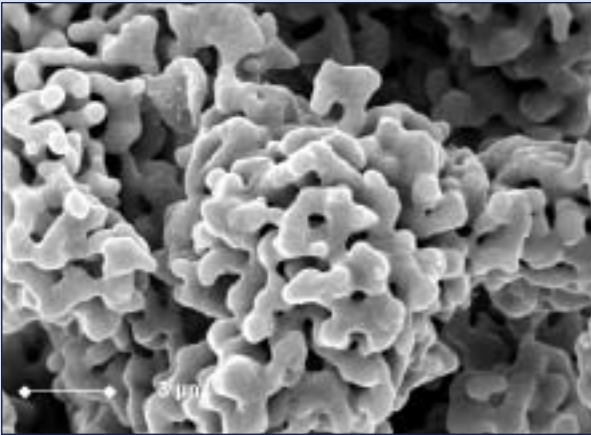
Bedingt durch den Herstellungsprozess sind die Pulverteilchen relativ grob (bisher zwischen 2 und 4 µm), zeigen aber innerhalb des Pulverteilchens eine sehr feinkörnige, offene und damit poröse Struktur. Sie besitzen dadurch eine sehr große Oberfläche. Die Pulver sind somit sehr „sinteraktiv“. Dieses Verhalten ist beim Heißpressen deutlich sichtbar. Bereits bei Temperaturen von nur 700°C wird die volle Dichte erreicht. Weiterhin zeichnet sich das Material durch einen breiten Temperaturbereich aus, bei dem die Dichte und auch die Härte konstant bleiben (bis 860°C), siehe Bild 1. Dadurch reagiert das Material unempfindlich auf nicht optimale Heißpressbedingungen (z.B. ungleichmäßige Temperaturverteilung innerhalb der Form oder eine leichte Fehlposition des Thermoelementes) und kann diese gut ausgleichen. Beim Heißpressen werden hohe Härten erreicht (108 HRB für MasterTec-1 und 105 HRB für MasterTec-2), die mit Kobalt e.f. bzw. Kobalt u.f. vergleichbar sind.

Eigenschaft	MasterTec-1	MasterTec-2	Kobalt e.f.
Pulvereigenschaften:			
Schüttdichte (g/cm ³)	1–1,2	1–1,2	1–1,4*
Teilchengröße nach Fisher (µm)	2–3,5	2–3,5	1,3–1,8*
Sauerstoffgehalt (%)	Max. 0,6	Max. 0,6	Max. 0,5*
Theoretische Dichte (g/cm ³)	8,03	8,03	8,9
Oberfläche BET (m ² /g)	0,8–1,2	0,8–1,2	
Technologische Eigenschaften:			
Härte (HRB)	107–109	104–107	104–109*
Dichte (g/cm ³)	7,86	7,87	Max. 8,78*
Relation zur theoretischer Dichte (%)	97,9	98,0	Max. 98,7*
Biegefestigkeit (N/mm ²)	1600	1500	1200–1600*
Bruch bei % Dehnung	4,5%	8,6%	Bricht nicht
Kerbschlagfestigkeit (J/cm ²)**	3,3	5,1	6–11*

* Variiert zwischen den unterschiedlichen Herstellern

** Angelehnt an Charpy

Tabelle 1 Vergleich der Pulvereigenschaften mit Kobalt e.f.



2 Pulvermorphologie von MasterTec am Beispiel von MasterTec-1

pur, wird ein Klebergehalt von ca. 4,5 bis 5% GB-600 benötigt. Der Klebergehalt geht auf einen Anteil von 2,5 bis 3% GB-600 zurück, wenn Mischungen mit einem hohen Bronzeanteil oder anderen, „schweren“ oder kugeligen Pulvern verarbeitet wird. Solche Nassgranulation verändert die Schüttdichte nicht. Allerdings ist bei MasterTec auch eine mechanische Granulation (Trockengranulation) ohne Zusätze problemlos möglich und führt nahezu zu einer Verdoppelung der Schüttdichte auf Werte über 2 g/cm^3 – ein Effekt, der für manche Kunden zusätzliche Einsatzmöglichkeiten erschließt.

MasterTec-1 und MasterTec-2 haben eine theoretische Dichte von $8,03 \text{ g/cm}^3$. Durch das Heißpressen kann eine Dichte von etwa 98% erreicht werden, die üblicherweise auch bei allen Kobalt e.f. Qualitäten erreicht wird. Interessant ist auch die deutlich sichtbare Porenarmut (vgl. Bild 3). Durch den hohen Eisenanteil ist die Dichte im Vergleich zu Kobalt deutlich geringer. Dies hat den positiven Begleiteffekt, dass pro Sinterteil rund 10% weniger Pulvergewicht benötigt wird, als bei gängigen Kobaltbasisbindungen, was oft zu einem nicht unerheblichen zusätzlichen Kostenvorteil führt. Beide MasterTec Qualitäten lassen sich durch ihre offenporige Struktur gut verpressen. Als Presshilfsmittel eignen sich 2% Alkoholzusatz oder 0,8 bis 1% Paraffinöl. Im Gegensatz zu vielen anderen Kobaltalternativstoffen lassen sich beide Qualitäten unter Beachtung einiger Regeln auch sehr gut granulie-

ren. Dies ist positiv, da viele der neuen Materialien eine gewisse Agglomerationsneigung haben und sich somit bei ungünstigeren Formendimensionen oft schlecht bzw. ungleichmäßig füllen lassen. Bei sehr kleinen oder dünnen Segmenten wurden daher bislang oft keine Kobaltalternativstoffe eingesetzt. Bei der Verwendung von MasterTec lässt sich dieses Problem durch Vorgranulation einfach umgehen.

Bei der Granulation ist zu beachten, dass MasterTec durch seine Feinheit eine sehr große Oberfläche hat. Diese bedingt, dass ein etwas höherer Anteil des Granulierungsmittels GB-600 und auch mehr Alkohol verwendet werden muss, um eine für die Granulation notwendige, vollständige Benetzung des Pulvers mit Kleber und den Punkt der Granulatbildung zu erreichen. Verwendet man MasterTec-1 oder MasterTec-2

Die mechanischen Festigkeiten der MasterTec Materialien liegen mit 1500 N/mm^2 bzw. 1600 N/mm^2 auf dem gleichen hohen Niveau wie Kobalt e.f.. Wichtiger ist aber noch der für Kobaltalternativstoffe sehr hohe Verformungswert (min. 8,6% bei MasterTec-2) und die Kerbschlagwerte von $3,3 \text{ J/cm}^2$ (MasterTec-1) bzw. $5,1 \text{ J/cm}^2$ (MasterTec-2). MasterTec-2 ist damit das zähste, heute auf dem Markt erhältliche Kobaltalternativmaterial überhaupt und somit auch für sehr anspruchsvolle Einsätze beim Bohren bestens geeignet. Freisinterversuche im Ofen haben gezeigt, dass bei MasterTec-1 eine geschlossene Porosität (d.h. eine Dichte von 90,1%) mit folgenden Parametern erreicht wird:

- Eine Ofentemperatur von 1000°C
- Eine Haltezeit von 30 Minuten
- Einem spezifischen Pressdruck von $1,5 \text{ t/cm}^2$



3 MasterTec-1 heißgepresst bei 700°C / 3 Minuten / 350 kg/cm^2

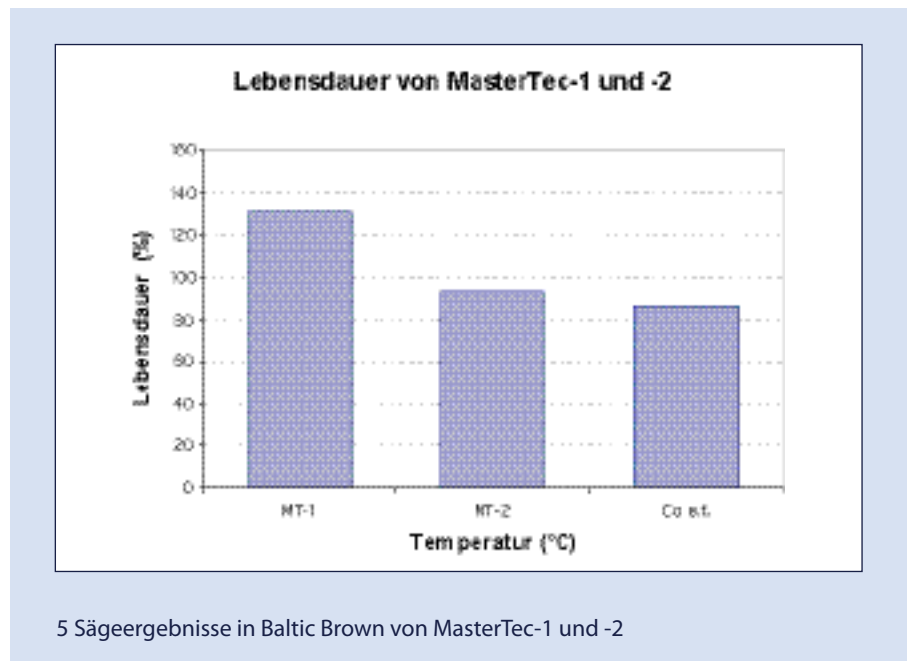


4 MasterTec-1 im Ofen gesintert bei 1000°C / $1,5 \text{ t/cm}^2$ / 60 Minuten / Formiergas

Die Dichte beim Sintern kann auf 96,7% gesteigert werden, wenn der spezifische Kaltpressdruck auf 4 t/cm² und die Haltezeit auf 60 Minuten erhöht wird. Die Proben haben eine Restporosität von theoretisch 3,3%. Im Schliff zeigt sich jedoch eine geringere Porosität. Bei den im Schliff sichtbaren kugeligen Einschlüssen handelt es sich um Eisenoxid, das herstellungsbedingt vorhanden ist. Auch im Schliffbild der Heißpressprobe können diese Einschlüsse gefunden werden (Vergleich Bild 3), allerdings wesentlich feiner. Diese im Pulver vorhandenen Einschlüsse sind durch die höhere Temperatur und längere Haltezeit beim Ofensintern stark vergrößert.

Nachdem sich das Dr. Fritsch Einzelsinterverfahren mittels SSP (Single Segment Press) mehr und mehr durchsetzt, ist es bei neuen Pulverentwicklungen auch wesentlich, dass sich diese Materialien mittels SSP verarbeiten lassen. Bei einer Verarbeitungstemperatur von 880°C und einem spezifischen Pressdruck von 800 kg/cm² konnte mit MasterTec-2 eine Härte von 107 HRB und eine Dichte von 7,81 g/cm³ erreicht werden – Werte, die durchweg mit denen nach dem Heißpressen vergleichbar sind. Bei den im Hause Dr. Fritsch durchgeführten Vergleichsagetests

(Bild 5) zeigt MasterTec-2 eine vergleichbare Lebensdauer zu Kobalt e. f. und MasterTec-1 eine etwa 40–50% höhere Lebensdauer, je nach Kobalttype – bei etwas höherer maximaler Stromaufnahme (19 A im Vergleich zu durchschnittlich 16,5 A bei Kobalt e. f.) MasterTec wird heute in fast allen gängigen Diamantwerkzeugapplikationen eingesetzt. Dabei findet MasterTec-1 meist Verwendung im Bereich von Sägeblättern im Natursteinbereich (wenn hohe Standzeiten erzielt werden sollen) oder Fugenschneider für Altbeton. MasterTec-2 kann ebenfalls für Naturstein eingesetzt werden, wenn beispielsweise ein höherer Freischnitt gewünscht wird oder aber auch für das Bohren von bewehrten und unbewehrten Beton, sowie als Wandsäge – Einsatzbereiche, wo die hohe Zähigkeit vorteilhaft ist. Wird MasterTec-1 pur eingesetzt, ist die Schnittgeschwindigkeit etwas geringer, dafür aber die Standzeit sehr hoch. Es kann



5 Sägeergebnisse in Baltic Brown von MasterTec-1 und -2

daher sehr gut in leicht abrasiven Medien (z.B. leicht abrasiver Sandstein oder Granit) eingesetzt werden. Durch Zugabe von Bronze 90/10 und/oder Carbonyl-Eisen kann die Verschleißfestigkeit an die unterschiedlichen Eigenschaften von Granit und Altbeton angepasst und gezielt auf den Einsatzfall abgestimmt werden. Man erreicht dadurch vergleichbare Ergebnisse wie mit Kobalt e. f. Zusätze von Bronze bis zu einem Gehalt von 40% erlauben den Einsatz im Tischsägebereich, wobei sehr hohe Schnittfreudigkeit erzielt wird. MasterTec-2 ist tendenziell freischneidender als MasterTec-1, dann allerdings bei geringerer Standzeit. Es kann nur für gering armierten Beton verwendet werden oder als Bindung für den generellen Einsatz zum Schneiden von Granit im kleinen Durchmesserbereich (bis ca. 600 mm). Auch für Fugenschneider mit mittlerer Leistung wird MasterTec-2 heute eingesetzt. Durch Zugabe von 30% Bronze 90/10 ist MasterTec-2 im Wandsägebereich und für das Bohren von Altbeton mit sehr starker Armierung verwendbar. Bei Anwendungen, bei denen die Standzeit von MasterTec-2 oder die Schnittgeschwindigkeit von MasterTec-1 zu gering sind, besteht die Möglichkeit, die Leistung durch Mischen beider Materialien weiter zu optimieren. Beispielsweise wäre ein Austausch von 16 bis 20% des MasterTec-2 Anteils ausrei-

chend, um die Standzeit deutlich zu erhöhen, ohne dass dabei die Schnittgeschwindigkeit zu stark absinkt. In ähnlicher Weise wirkt auch Carbonyl-Eisen. Beide MasterTec Materialien eignen sich zudem als Zusatz für Bindungen auf Bronze- bzw. Kupfer-Zinn-Basis, um die Verschleißfestigkeit anzupassen. Je nach Stärke des gewünschten Effekts wird hier die Wahl auf MasterTec-1 oder MasterTec-2 fallen.

Wie eingangs bereits erwähnt, sind beide MasterTec Qualitäten problemlos laserschweißbar. Schwierige Verbindungen zwischen Diamantbelag und Fuß eines Segmentes gehören damit der Vergangenheit an. Wenn der Schneidbereich auf Basis von MasterTec aufgebaut ist, wählt man als Fuß eben dieses verwendete Material zu 100%. Die Heißpresstemperatur ist dann nahezu identisch und eine optimale Anbindung der beiden Lagen ist sichergestellt. Positive Erfahrungen vieler Kunden belegen, dass mit MasterTec eine neue Generation von Kobaltalternativmaterialien auf dem Markt angekommen ist. Weitere Entwicklungen sollen in Zukunft folgen.

Autoren: Christian Weiss, Dr. Fritsch, Metallurge, Elke Ade, Leiterin des Geschäftsbereichs Metallpulver