

# Hartmetall – gestern, heute und morgen

Kolaska, H. (1)

*Das Produkt Hartmetall hat seit der Produktionsaufnahme durch Krupp Widia im Jahre 1926 in der nunmehr über 80jährigen Geschichte einen steilen Aufschwung genommen. Zahlreiche Industriebereiche, von der Herstellung geeigneter Rohstoffe über die Produktfertigung, Nachbearbeitung, Herstellung von Werkzeugen und Komponenten bis zum praktischen Einsatz, beschäftigen sich weltweit mit diesem speziellen Sinterprodukt, z.B. ist der Einsatz von Hartmetallen in der spanenden und spanlosen Bearbeitung verschiedenster Werkstoffe heute nicht mehr wegzudenken. Hartmetalle haben einen entscheidenden Einfluss auf die gesamte Prozesskette.*

## Entstehungsgeschichte des Hartmetalls

Die Entstehungsgeschichte des Hartmetalls ist eng verbunden mit der Einführung des Wolframs in die Glühlampenproduktion. Dieses hochschmelzende Metall widersetzte sich zunächst allen Versuchen der Drahtherstellung. Als es jedoch dem Amerikaner Coolidge von der General Electric zwischen 1907 und 1908 gelang, Wolfram duktil zu machen und daraus Draht herzustellen, wurde die Herstellung und Anwendungstechnik von Ziehsteinen interessant. Durch das Bemühen, die ursprünglich eingesetzten teuren Diamanten als Werkstoff für Ziehdüsen bei der Drahtherstellung zu ersetzen, kam das Wolfram

in Form von Carbid um die gleiche Zeit als Alternative in die Diskussion. Aufgrund der hohen Sprödigkeit des Wolframcarbids scheiterten jedoch alle Experimente. Ca. 15 Jahre später befasste sich die Osram-Studiengesellschaft erneut mit diesem Problem, dies vor allem vor dem Hintergrund, dass es nach dem Weltkrieg 1914 – 1918 in

Deutschland schwierig war, die erforderlichen Diamanten für die Drahtindustrie zu beschaffen.

Bei dem Begriff „Osram-Studiengesellschaft“ handelt es sich um eine Fusion der Lampenwerke von Siemens, AEG und der Deutschen Gasglühlicht Gesellschaft (DGA), die am 1.7.1919 gegründet wurde. Der Sitz der Gesellschaft war Berlin. Drei Jahre nach dem Zusammenschluss dieser Werke wurden auch die Forschungsabteilungen in der Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtungen zusammengeführt. Die Leitung lag dabei in den Händen von Dr. Franz Skaupy (ehemals DGA), sein Vertreter war Prof. Dr. M. Pirani (ehemals Siemens).

Dr. Franz Skaupy, Professor für technische Physik an der Universität Ber-

lin, wurde am 20. Juni 1872 in Wien geboren. Dort besuchte er auch das Gymnasium und die Universität, promovierte 1905 unter Prof. Wegscheider zum Dr.phil. und ging auf Empfehlung seines Lehrers zur Auer-Gesellschaft nach Berlin, wo er von 1907 bis 1928 die Studiengesellschaft für elektrische Leuchtröhren leitete, die später in Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtung umbenannt wurde. Von 1922 bis 1928 gehörte er dem Vorstand der Osram GmbH, Kom.-Ges. Berlin an. 1928 ging er an die Universität Berlin, wo er die technische Physik vertrat. Prof. Skaupy entfaltete in Berlin eine umfangreiche Lehrtätigkeit. Seine Vorlesungen betrafen hauptsächlich elektrische Entladungen, Lichttechnik und Metallphysik. Als erster an einer Universität in Deutschland hielt er eine Vorlesung über den Tonfilm, die er 1932 in einer kurzen Nomographie niedergelegt hat. Nach der Kapitulation 1945 stellte sich Skaupy dem Wiederaufbau mit der ihm eigenen Energie zur Verfügung. Zwei Arbeitsrichtungen beschäftigten Skaupy auf seinem wissenschaftlichen Weg besonders, die Lichttechnik einerseits und die Chemie der hochschmelzenden Metalle und Metallcarbide, insbesondere jener Sonderzweig der Metallurgie, der als Metallkeramik oder Pulvermetallurgie bekanntgeworden ist, andererseits [1].

Zur Gruppe von Skaupy gehörte auch Karl Schröter, geboren am 10.4.1885 in Cork/Irland (Bild 1). Er wechselte etwa um 1908 von der chemischen Abteilung der Deutschen Gasglühlicht Gesellschaft, in die er 1902 als Chemiker eingetreten war, zur elektrischen Gesellschaft der Osram Studiengesellschaft [2].

Dieser Bereich befasste sich in erster Linie mit der Herstellung von Glühlampen (Osmium- und Wolframfadenlampen). Bei diesen Arbeiten kam erneut die Idee auf, die teuren

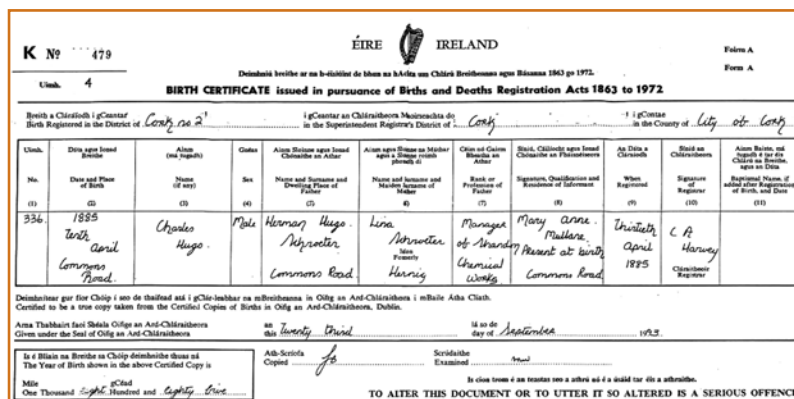



Bild 1: Geburtsurkunde von Karl Schröter

DEUTSCHES REICH



AUSGEGEBEN AM  
30. OKTOBER 1925

REICHSPATENTAMT  
**PATENTSCHRIFT**  
— № 420689 —  
KLASSE 40b GRUPPE I  
(P. 46003 V.TI.40b)

---

**Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen m. b. H. in Berlin\*).**

**Gesinterte harte Metallegierung und Verfahren zu ihrer Herstellung.**

Patentiert im Deutschen Reiche vom 30. März 1923 ab.

Die Erfindung betrifft eine gesinterte harte Metallegierung aus Wolframcarbid, die sich zur Herstellung von Werkzeugen und Arbeitsgeräten aller Art, insbesondere Ziehsteinen, eignet und die sich von bekannten Legierungen vornehmlich dadurch unterscheidet, daß sie aus einem Wolframcarbid mit etwa 3 bis 7 Prozent Kohlenstoffgehalt und einem zusätzlichen Hilfsmetall von wesentlich niedrigerem Schmelzpunkt, wie etwa Eisen, Kobalt oder Nickel, in Mengen bis höchstens 10 Prozent besteht. Das Wolframmetall bildet somit den überwiegenden Bestandteil, mindestens 80 Prozent der Gesamtmenge der Legierung. Die neue Legierung hat eine durchaus genügende Härte, zeichnet sich jedoch außerdem zufolge guter, gleichmäßiger Verteilung der einzelnen Bestandteile durch außerordentliche Festigkeit aus.

Zur Herstellung der neuen Legierung wird zweckmäßig pulverförmiges, 3 bis 10 Prozent Kohlenstoffgehalt aufweisendes Wolframcarbid gemeinsam mit dem fein verteilten, in den angegebenen Grenzen gehaltenen Hilfsmetall zu Körpern gepreßt und bis zur Sinterung erhitzt. Durch den Zusatz des erwähnten Hilfsmetalls wird der Sinterungspunkt des pulverförmigen Wolframcarbides herab erniedrigt, daß die Sinterung zu festen, sehr widerstandsfähigen Körpern bei Temperaturen eintritt, die etwa 1000° unterhalb des Schmelzpunktes des reinen Carbides liegen. Die Durchführung des Herstellungsverfahrens gestaltet sich dadurch wesentlich einfacher, leichter und auch billiger als die meist übliche Herstellung, bei der die etwa 2500° betragende hohe Schmelztemperatur des Wolframcarbides erreicht werden muß. Auch gibt die an sich bekannte Herstellung durch Pressen und Sintern die Möglichkeit, dem hergestellten Körper jegliche beliebige, beim Schmelzen oft nur schwierig zu erreichende Formen zu geben.

Als Ausgangsmaterial zur Herstellung der neuen Legierung kann Wolframcarbidpulver dienen, das entweder in bekannter Weise durch Karburierung von Wolframpulver aus der Gasphase oder durch Mischen und Hocherhitzen von Wolframpulver mit Kohlenstoff, z. B. Ruß, Zuckerkohle, Graphit o. dgl., erzeugt ist. Als besonders günstig hat sich ein Kohlenstoffgehalt von etwa 7 Prozent erwiesen, jedoch kann der Kohlenstoffgehalt auch kleiner sein und zwischen 3 und 7 Prozent schwanken.

Der Kohlenstoffgehalt kann aber auch selbst etwas größer sein, also etwa bis 10 Prozent betragen, denn ein geringer Überschuß des Kohlenstoffgehaltes bei der Herstellung der Legierung ist praktisch ohne belang, da dieser Überschuß beim Sinterungsprozeß größtenteils fortgeht und die Legierung sich beim

\* Von dem Patentsucher ist als der Erfinder angegeben worden:  
Karl Schröter in Berlin-Lichtenberg.



**Bild 4: Dr. Franz Skaupy, ca. 1930**

Diamanten, die für die Ziehsteine bei der Drahtherstellung benötigt wurden, durch andere Materialien zu ersetzen. Nach den dem Verfasser vorliegenden internen Berichten des Dr. Franz Skaupy über die Entwicklungsgeschichte des Hartmetalls war offensichtlich Karl Schröter nicht der alleinige Erfinder [3]. Die erste Anweisung an Schröter, dem Wolframcarbid Nickel bzw. Cobalt zuzugeben, erfolgte nach den vorliegenden Unterlagen von Dr. Franz Skaupy, dem Vorgesetzten von K. Schröter. Als weitere Beteiligte werden ein A. Fehse, der die Versuche mit K. Schröter gemeinsam durchführte, sowie ein Laborant namens Mathieu genannt.

Die mit Datum vom 27. Juli 1922 von K. Schröter eingereichte Erfindung „Gesinterte harte Metallegierung und Verfahren zu ihrer Herstellung“ wurde sehr schnell am 30. März 1923 vom Deutschen Reichspatentamt patentiert (Bild 2).

Dieses Patent gilt heute als die „Geburtsstunde“ des Hartmetalls. Vor diesem Patent ist aus dem Jahre 1914 bereits eine Patentschrift

**Bilder 2 und 3: Patentschrift „Gesinterte harte Metallegierung und Verfahren zu ihrer Herstellung“ (oben) und Patentschrift „Verfahren zur Herstellung von beliebig großen Stücken Wolfram- oder Molybdäncarbid“ (unten)**

KAISERLICHES PATENTAMT.



AUSGEGEBEN DEN 22. JULI 1922

**PATENTSCHRIFT**  
— № 286184 —  
KLASSE 12. GRUPPE 36.

---

**VOIGTLÄNDER & LOHMANN METALL-FABRIKATIONS-GES. M. B. H.**  
IN ESSEN, RUHR.

**Verfahren zur Herstellung von beliebig großen Stücken Wolfram- oder Molybdäncarbid.**

Patentiert im Deutschen Reiche vom 17. April 1914 ab.

Es wurden schon Versuche gemacht, Metallcarbide, insbesondere Wolfram- oder Molybdäncarbid, für industrielle Zwecke nutzbar zu machen.

In der Hauptsache wurden diese Versuche wegen der überaus großen Härte des Wolfram- oder Molybdäncarbides ausgeführt, welche für Wolframcarbid mit 0,8 nach der Moßschen Skala festgestellt worden ist.

Alle Versuche sind bisher in wirtschaftlicher Weise aus dem Grunde nicht durchführbar gewesen, weil die Gewinnung des Wolframcarbides nach den bisher bekannt gewordenen Verfahren überaus schwierig und mit großen Kosten verknüpft ist.

So konnte man bisher durch Schmelzen von Wolfram in Kohletiegeln mittels Lichtbogen nur ganz kleine Mengen, Kügelchen von 0,2 bis 0,5 mm Durchmesser (vgl. Gmelin-Kraut, Handbuch der anorganischen Chemie, 7. Auflage, III/1 [1912], Seite 1398 letzter Abschnitt) erreichen.

Man erhielt so geringe Ausbeuten aus dem Grunde, weil die elektrische Energie, welche im Lichtbogen zur Erzeugung der Temperatur benutzt wird, nicht durch das weniger gut leitende Wolfram, sondern durch den besser leitenden Kohletiegel abgelenkt wurde.

Das vorliegende Verfahren kennzeichnet sich dadurch, daß diese Carbide in beliebig großen Mengen im Kohlerohrwiderstandsofen erzeugt werden.

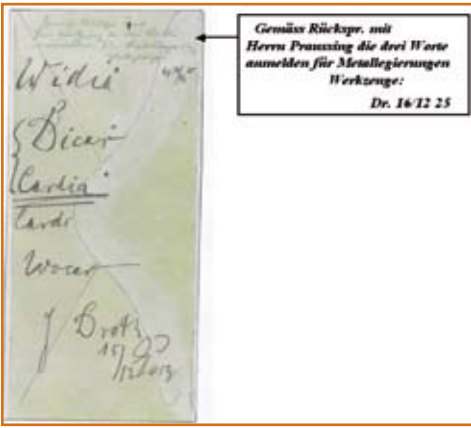
Alle Versuche, die bisher gemacht worden sind, im Kohlerohrwiderstandsofen Wolframcarbid herzustellen, scheiterten daran, daß es nicht gelang, in diesen Ofen die erforderliche Temperatur zu erzeugen.

Aus diesem Grunde gelang in einem Kohlerohrwiderstandsofen bisher nur ein Zementieren bzw. Anreichern des Wolframs mit Kohlenstoff (vgl. amerikanische Patentschrift 1032599), wodurch es aber nicht möglich war, die volle Härte des Carbides und ein ganz gleichmäßiges Produkt zu erhalten.

Hierzu ist der Schmelzfluß absolut unerlässlich. Derselbe wird nach den vorliegenden Verfahren dadurch erreicht, daß die Herstellung bzw. das Erschmelzen der Carbide aus Säureanhydriden oder Oxyden, welchen die erforderliche Menge Kohle in Pulverform beigemischt wird, in einem Kohletiegel im Kohlerohrwiderstandsofen, dessen Stromzuführungsklemmen auch aus Kohlenstoff bestehen, vorgenommen wird. So ist es möglich geworden, mehrere Kilogramm Wolfram- oder Molybdäncarbid auf einmal zu schmelzen und ein absolut gleichmäßiges Produkt mit der höchst erreichbaren Härte zu erhalten.

PATENT-ANSPRUCH:

Verfahren zur Herstellung von beliebig großen Stücken Wolfram- oder Molybdäncarbid, gekennzeichnet dadurch, daß ein Wolfram- oder Molybdänsäureanhydrid oder -oxyd, dem die erforderliche Menge Kohle in Pulverform zugesetzt wird, in einem Kohletiegel im Kohlerohrwiderstandsofen, dessen Stromzuführungsklemmen auch aus Kohlenstoff bestehen, bis zur vollständigen Erreichung des Schmelzflusses erhitzt wird.



**Bild 5: Notiz zur Anmeldung des Warenzeichens „WIDIA“**

des Kaiserlichen Patentamtes von der Voigtländer & Lohmann Metall-Fabrikations-Ges.M.B.H. in Essen, Ruhr mit dem Titel „Verfahren zur Herstellung von beliebig großen Stücken Wolfram- oder Molybdäncarbid“ bekannt. Es handelt sich hierbei allerdings um die Herstellung von Teilen ohne Bindemetall (Bild 3).

Die Tatsache, dass das Patent von 1923 nur einen einzigen Namen, nämlich den eines Mitarbeiters von Dr. Skaupy, also Karl Schröter, aufweist, soll nach einer persönlichen Mitteilung des Sohnes von Dr. Franz Skaupy, Rechtsanwalt Dr. Walter Skaupy, darin begründet sein, dass es sich zur damaligen Zeit bei den Patentanmeldungen in den meisten Fällen um sogenannte Arbeitererfindungen handelte, die im Rahmen von einschlägigen Unternehmen zustande kamen.

Dabei war es durchaus üblich, dass es die Leiter von Forschungsstätten, aus denen die Erfindungen in der Regel hervorgingen, selbst nicht wünschten oder jedenfalls keinen Wert darauf legten, als Erfinder genannt zu werden. Da das Gesetz in verschiedenen Ländern, jedoch zu dieser Zeit nicht in Deutschland, die Benennung eines Erfinders aber vorschrieb, kam es dazu, dass jeweils einer der Mitarbeiter bei Erfindungen genannt wurde, er damit aber tatsächlich nicht der einzige Erfinder gewesen ist. Es ist im Falle des ersten Hartmetallpatentes allerdings auch nicht auszuschließen, dass Dr. Franz Skaupy seinerzeit die Bedeutung der Erfindung nicht richtig erkannte. Dafür spricht auch, dass die ersten Patente nur in Deutschland, England und USA angemeldet wurden, während in allen übrigen Ländern die Einhaltung der Prioritätsfristen versäumt wurde [4].

In diesem Zusammenhang ist auch eine frühe Veröffentlichung von Dr. Franz Skaupy (Bild 4) über die Carbide des Wolframs und ihre Anwendungen aus dem Jahre 1927 interessant [5]. Skaupy wählte für die Erfindung des WC-Co-Produktes den Begriff „Metallkeramik“.

Bereits in einem frühen Stadium (Ende 1925) erwarb die Friedrich Krupp Aktiengesellschaft in Essen/Ruhr die Rechte an der Verwertung der Hartmetallerfindung von K. Schröter. Damit begann die industrielle Hartmetallfertigung.

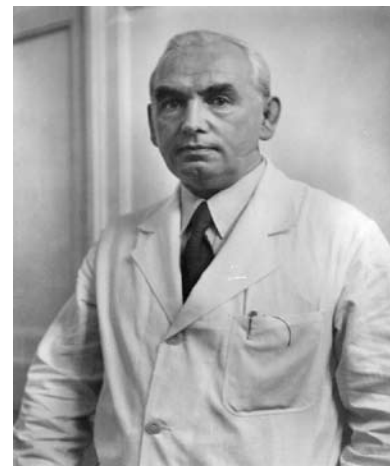
18. März 1922	Patentanmeldung Baumhauer (Osram Fertigung) für poröses Wolframkarbid infiltriert mit Eisen
27. Juli 1922	Schröter beschreibt in einem internen Bericht der Osram Studiengesellschaft Versuche, WC mit Fe, Co, Ni zu sintern
26. März 1923	Schröter Patenteinreichung an Osram Patentabteilung
30. März 1923	Schröter Patent eingegangen beim Deutschen Patentamt und erteilt am 30. Oktober 1925
Ende 1925	Friedr. Krupp kauft Patent von Osram und beginnt die Fertigung
17. Dez. 1925	Friedr. Krupp bewirbt sich um die Schutzmarke „Widia“ (Wie Diamant), die am 30. März 1926 erteilt wird und am 10. Juni 1926 eingetragen wird
Frühjahr 1927	Friedr. Krupp präsentiert „Widia-N“ auf der Leipziger Messe und löst damit eine Sensation aus

**Bild 7: Der Endsprint zum gesinterten Hartmetall "Widia"**



**Bild 6: Krupp stellt Widia-N auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1927 vor**

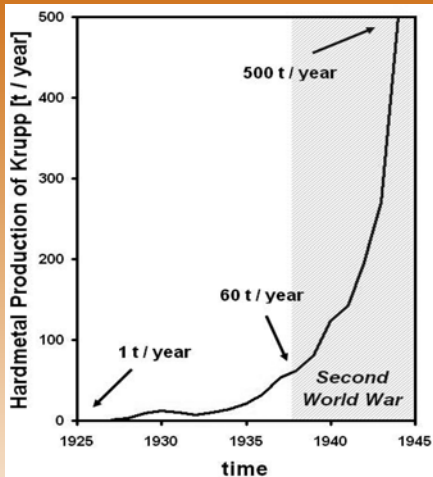
Mit der Kommerzialisierung des Hartmetalls ist der Name WIDIA eng verbunden. Die Geburtsstunde des Namens WIDIA war der 15.12.1925, als im Verlauf eines Telefongesprächs der damalige Leiter des Patentbüros der Friedrich Krupp AG die Namen Widia, Bicar, Cardia, Cardi und Wocar



**Bild 8: Richard Walter (geb. 1883 in Nürnberg)**

auf einen gebrauchten Briefumschlag schrieb (Bild 5). Zwei Tage später ging ein Schreiben der Friedrich Krupp AG an das Reichspatentamt Berlin, dessen wichtigster Satz lautete: Hiermit melden wir das Wortzeichen „WIDIA“ als Warenzeichen an und beantragen dessen Eintragung in die Zeichenrolle. Auf Rückfrage des Reichspatentamtes wurde am 30.3.1926 von dem Unternehmen geantwortet, dass das Zeichen „WIDIA“ für Gegenstände steht, die ähnliche Eigenschaften aufweisen wie Diamanten (Wie DIAMant). Am 10.6.1926 wurde das Zeichen „WIDIA“ mit der Nummer 351828 in





**Bild 9: Hartmetallproduktion von Krupp**

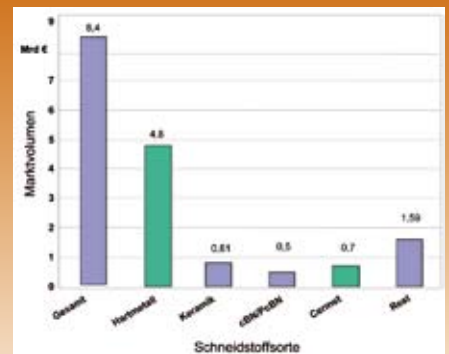
die Zeichenrolle beim Reichspatentamt in Berlin eingetragen. Die Fertigung des gesinterten Wolframcarbid-Cobalthartmetalls „WIDIA“ begann bei der Krupp Widia im Jahre 1926 unter Leitung von Prof. Strauß zunächst in den Räumen der Forschungsanstalt mit 20 Mitarbeitern. Die Produktion erfolgte unter strengster Geheimhaltung. Wie so oft war auch hierbei zwischen der Entwicklung im Labormaßstab und einem betriebsgerechten Produktionsverfahren der Weg lang und mühevoll. Bevor man die einzelnen Fertigungsschritte einigermaßen sicher beherrschte, mussten zahlreiche Einflussgrößen untersucht und aufeinander abgestimmt werden. Der Einfluss der Rohstoffbeschaffenheit,

die Reinheit des Wasserstoffes bei der Reduktion der Metalloxide und der Vor- und Fertigsinterung, die Beeinflussung der Güteeigenschaften durch die Bauart der Öfen, die ausnahmslos von der Firma Krupp konstruiert und gebaut wurden, die Wirkung verschiedener Mahlbedingungen, das Pressen, die Beherrschung der Sinteratmosphäre usw. mussten schrittweise untersucht werden. Aus verschiedenen internen Berichten geht hervor, dass u.a. zahlreiche kleinere Knallgasexplosionen die Produktion sehr oft störten.

Auch die Härteprüfung der ersten WIDIA-Platten hatte bei weitem noch nicht den heutigen industriellen Standard erreicht. Die gesinterten Teile wurden auf einen Steinboden geworfen oder in einen Schraubstock gespannt und mit einem Hammer abgeschlagen. Diese Untersuchungsmethode nannte man Sprödigkeitsprüfung, die natürlich stark vom Gefühl der einzelnen Prüfer abhängig war. Das Bruchgefüge diente bei der visuellen Betrachtung als Maß für die Zähigkeit. Die Härte wurde durch Ritzen von Glas festgestellt. Im Laufe der Zeit seien demzufolge im Prüflabor keine Fensterscheiben mehr vorhanden gewesen, die nicht verkratzt waren [6].

Nach Beseitigung der Hauptschwierigkeiten bei der Einführung des Hartmetalls und nach der Durchführung von praktischen Prüfungen in verschiedenen Betrieben der Firma Krupp sorgte die Vorstellung des Produktes Widia-N (WC-6Co) auf der

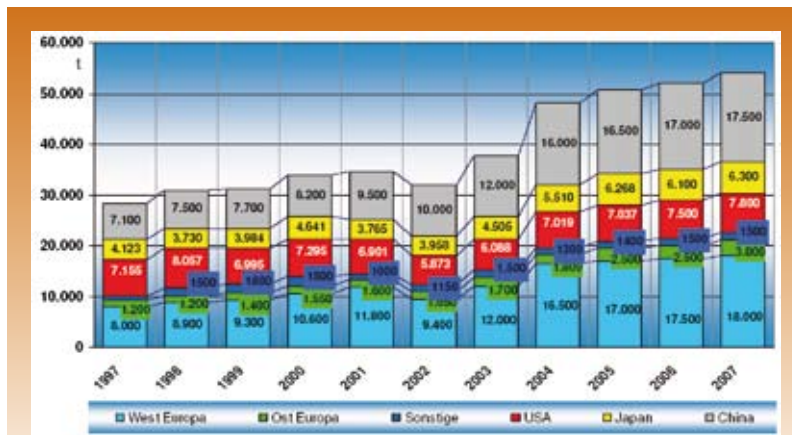
Leipziger Frühjahrsmesse im Jahre 1927 (Bild 6) für Furore, nachdem auf einer Hochleistungsdrehbank ein Zerreißprobenkörper aus einem gegossenen Vierkantblock, der aus Hartstahl (12 % Mangan) bestand und kaum noch mit dem bis dahin bekannten Schnellarbeitsstahl bearbeitet werden konnte, einwandfrei in einer relativ kurzen Zeit gefertigt wurde. Zum erstenmal wurden somit der Fachwelt die mit Widia bestückten Werkzeuge vorgestellt, die schon nach kurzer Zeit Weltruhm erlangten. Eine Übersicht über die Entstehungsgeschichte des Hartmetalls gibt Bild 7. Weitere Details sind der Veröffentlichung „The Dawn of the Hardmetal Age“ [7] zu entnehmen. Wie wertvoll seinerzeit das Hartmetall war, geht u.a. daraus hervor, dass



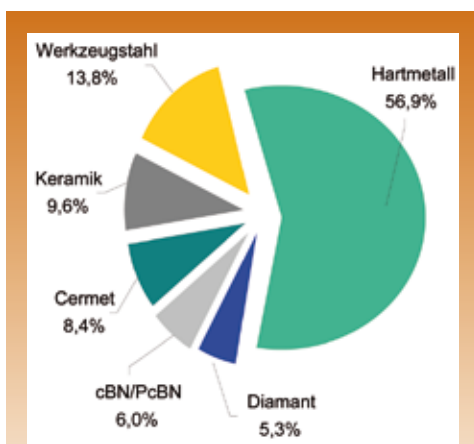
**Bild 11: Weltmarkt Schneidstoffe (Quelle: Dedalus Consulting Inc.)**

zu Beginn der 30er Jahre in Amerika 1 g Widia-Hartmetall \$ 1,- und damit mehr als 1 g Gold kostete. Von dieser Zeit können allerdings heute die Vertriebsverantwortlichen nur noch träumen.

Aufgrund dieser innovativen Technologie wurde der Krupp Widia-Fabrik anlässlich der Pariser Weltausstellung 1937 eine Goldmedaille verliehen. [8]. In Zusammenhang mit den Anfängen der Hartmetallfertigung ist auch die Firma Walter AG (früher Montanwerke Walter AG) zu nennen. Einer in der hausinternen „Walter-Post“ im Juni 1999 erschienenen, von Herrn Franco Mambretti, früherer Mitinhaber der Firma Walter AG, verfassten Mitteilung [8] ist zu entnehmen, dass der Großvater von F. Mambretti,



**Bild 10: Geschätzte Welt-Hartmetallproduktion (Quelle: H.C. Starck)**



**Bild 12: Weltmarkt Schneidstoffe**  
(Quelle: Dedalus Consulting Inc.)

Richard Walter (Bild 8), zur ungefähr gleichen Zeit, allerdings etwas spä-

ter als die Schröter-Erfindung aus dem Jahre 1923, eine Erfindung zur Hartmetallherstellung beim Deutschen Reichspatentamt eingereicht hat. Der genaue Zeitpunkt ist nicht bekannt. Trotz umfangreicher Recherchen ist es bisher nicht gelungen, die eingereichte Patentanmeldung zu ermitteln.

Richard Walter war offensichtlich ein hochbegabter Techniker. Es sind auf ihn über 200 Patente registriert. Er besaß früh ausreichende finanzielle Mittel, um eine moderne Versuchsanstalt mit allen erforderlichen chemischen, physikalischen und metallurgischen Laboratorien neben seinem Wohnhaus am Starnberger See zu bauen.

Aufgrund eines Abkommens mit der Krupp Widia wurde die Eigenfertigung des Hartmetalls bei Walter

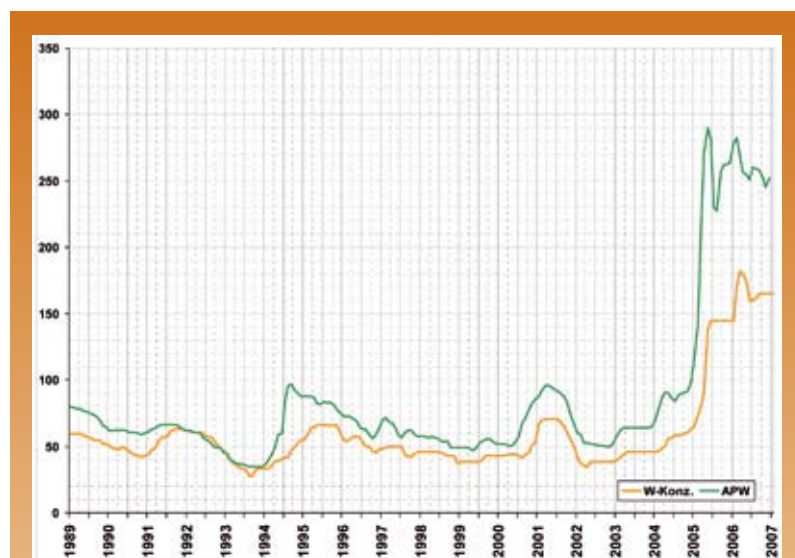
später eingestellt. Andere wichtige Patente auf diesem Gebiet wurden damit an Krupp übertragen. Der Hauptgrund war offensichtlich der, dass die etwas spätere Einreichung des ersten Walter-Patentes auf dem Hartmetallgebiet im Vergleich zum Schröter-Patent eine eigene Fertigung nicht mehr sinnvoll erscheinen ließ. Hartmetallprodukte wurden von da an von der Krupp-Widia bezogen. Man einigte sich darauf, dass die Firma Walter Montanwerke nur im Produktbereich „Fräsen“ tätig wurde. Krupp-Widia übernahm den Sektor „Drehen“ (später auch Bohren). In späteren Jahren haben sich Persönlichkeiten wie Paul Schwarzkopf, Richard Kieffer, Curt Agte, um nur einige zu nennen, große Verdienste um die Weiterentwicklung des Produktes Hartmetall gemacht. Auf Einzelheiten kann im Rahmen dieser Publikation nicht eingegangen werden.

### Stellenwert der Hartmetalle im Vergleich zu anderen Werkstoffen

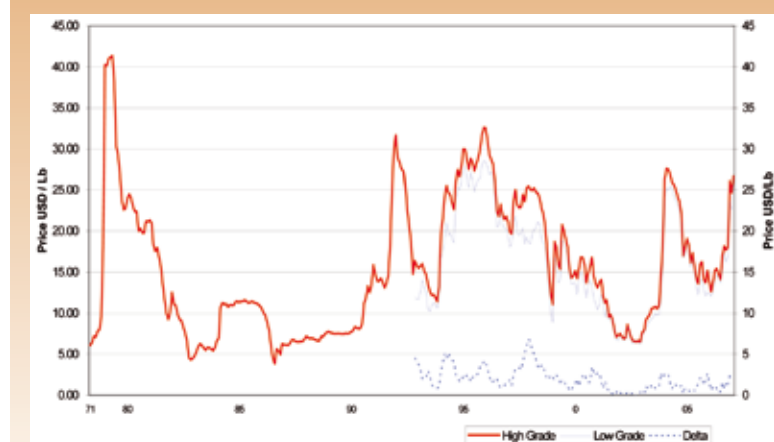
Während in den Anfangsjahren der betrieblichen Fertigung, sicherlich auch bedingt durch die aufgetretenen zahlreichen Schwierigkeiten bei der komplexen Herstellung, die Produktion nur langsam von 1 t im Jahre 1927 auf 60 t in 1938 gesteigert werden konnte, wurde im Jahr 1944 bei der Krupp Widia bereits eine Menge von 500 t, wahrscheinlich in erster Linie kriegsbedingt (Hartmetall-Geschoskerne), produziert (Bild 9) [10].

Heute erreicht die Produktionsmenge aller Hartmetallhersteller weltweit ca. 54.000 t/Jahr. Besonders stark war der Anstieg der Produktionsmenge in den letzten 19 Jahren. Sie hat sich in diesem Zeitraum verdoppelt (Bild 10).

Nach einer Studie der Dedalus-Consulting Inc. aus dem Jahre 2005 beträgt der Umsatz der Hartmetallschneidstoffe weltweit 5,5 Mrd. Euro (Bild 11). In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass man die Gruppe Cermets mit zu den Hartmetallen rechnen muss. Für die Bereiche



**Bild 13: LMB-Notierungen für APW und W-Konzentrat in US\$/mtu**



**Bild 14: LMB-Notierungen für Cobalt**

Werk	pro Woche	Brutto Stunden pro Jahr	Urlaub	Feiertage	Netto Stunden pro Jahr	jährliche Personalkosten in €	pro gearbeitete Std. in €
Deutschland	38	1.976	30	12	1.640	38.000	23,17
Frankreich	35	1.820	25	8	1.556	34.000	21,85
Schweden	38	1.976	30	9	1.668	38.000	22,79
Ungarn	40	2.080	28	7	1.800	9.600	5,33
Rumänien	40	2.080	28	5	1.816	4.800	2,64
Mexico	48	2.496	21	7	2.272	5.000	2,20
China	40	2.080		40	1.760	2.000	1,14

**Bild 15: Arbeitskosten im Villeroy & Boch Konzern**

Konstruktionswerkstoffe, Verschleißteile, Microdrills, Erdbohrungen (Öl, Kohle usw.) muss mindestens noch einmal ein Betrag von EUR 5,5 – ca. 7 Mrd. hinzugerechnet werden. Interessant ist auch die Tatsache, dass der Schneidstoff Hartmetall mit über 60 % Anteil längst die Gruppe Schnellarbeitsstähle weit übertrifft hat. Keramiken, Diamant und kubisches Bornitrid (cBN) spielen zwar eine wichtige Rolle bei der Bearbeitung verschiedenster Werkstoffe, ihr Marktvolumen liegt aber nur bei rund 20 % (Bild 12).

### Entwicklung der Rohstoffpreise

Sorgen bereitet den Hartmetallproduzenten und allen Beteiligten innerhalb der Prozesskette sowie den Anwendern seit Anfang 2005 die enorme Preisexplosion des Hauptelementes der Hartmetallrohstoffe, das Wolfram. Offensichtlich hat dabei die Volksrepublik China, die zur Zeit 80 % des benötigten Wolframkonzentrates auf

den Weltmarkt bringt, davon knapp 60 % aus dem eigenen Erzvorkommen, vor Jahren durch Preissenkungen die Wettbewerber zur Schließung von wichtigen Minen veranlasst. Seit Anfang 2005 wird der umgekehrte Weg beschritten. Nachdem nur noch wenige Wettbewerber existieren, ist seit dieser Zeit eine für die Hartmetallproduzenten fast ruinöse Preissteigerung bei Wolframkonzentrat, dem wichtigsten Bestandteil des Hartmetalls, zu verzeichnen [11, 12].

In Bild 13 ist die Preisentwicklung für Ammoniumparawolframat (APW, Ausgangsstoff für das Wolframcarbid) und für Wolframkonzentrate in US \$ von 1989 bis 2007 aufgeführt. Wie zuvor erwähnt, setzte die Hauptsteigerung zu Beginn des Jahres 2005 in der Größenordnung von mehreren hundert Prozent ein. Seit dieser Zeit hat sich, sieht man von einigen Schwankungen ab, kaum etwas geändert.

Das Bindemetall Cobalt war seit 1970 immer wieder größeren Schwankungen unterworfen, wie Bild 14 zu entnehmen ist. Zur Zeit liegt der Cobaltpreis bei ca. \$ 29,-/lb.

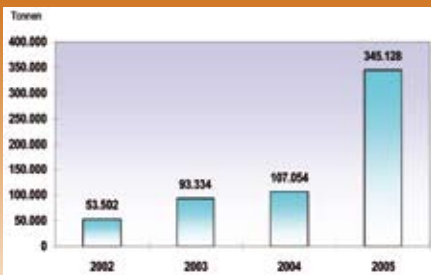
Auch beim Rohstoff Tantal ist in den zurückliegenden Jahren eine ständige Preissteigerung, wenn auch in letzter Zeit in moderatem Umfang, zu verzeichnen. Ein großes Einsatzgebiet von Tantal ist die Kondensatorfertigung, die ständig erweitert wurde. Dadurch werden die Preissteigerungen mitbegründet.

Großes Unbehagen bereiten den europäischen Hartmetallproduzenten vor

allem die inzwischen stattfindenden Exporte von fertig gesintertem Hartmetall im Rohzustand oder auch in fertig bearbeitetem Zustand aus China auf den europäischen Markt, dies insbesondere bei Rohstäben, die zu Werkzeugen, wie z.B. Bohrer, Fräser usw., verarbeitet werden. Die Preise liegen bis zu 50 % unter denen der europäischen Produzenten, wobei die Qualität der chinesischen Produkte nach anfänglichen Schwierigkeiten inzwischen auch annähernd den westlichen Standard erreicht hat. Die Tatsache, dass China den größten Wolfram-Rohstoffmarkt besitzt und zur Zeit ein Niedriglohnland ist, führt sicherlich u.a. dazu, dass Hartmetallprodukte kostengünstiger hergestellt werden, wenngleich dabei auch „marktpolitische Gründe“ nicht ganz ausgeschlossen werden können.

Ein Beispiel aus der Porzellanindustrie (Bild 15) zeigt deutlich den Unterschied bei dem Anfall der jährlichen Personalkosten in den aufgeführten Ländern. Während diese in Deutschland jährlich bei EUR 38.000/Person liegt, fallen in China nur EUR 2.000/Person an. Aus diesem Grunde ist es nicht unverständlich, dass beispielsweise in der Porzellanindustrie die Ausfuhr chinesischer Porzellane von 53.502 t in 2002 auf 345.128 t in 2005 enorm nach oben geschnellt ist (Bild 16). In letzter Zeit kommt auch durch das Billiglohnland Indien ein starker Druck auf die europäischen Produzenten zu.

Inzwischen beschäftigt sich auch die deutsche Politik mit dem Thema Rohstoffpreise. In der Zeitung „Financial Times Deutschland“ ist in der Ausgabe vom 21. März 2007 unter dem Titel „Merkel will um Rohstoffe kämpfen“ zu lesen: „Die Preissteigerung für



**Bild 16: Importe von Porzellan in die EU**

### Preissteigerungen metallische Rohstoffe

Folgen für die deutsche Wirtschaft in den vergangenen 3 Jahren :

- zusätzliche Belastung von fast € 90 Mrd.
- Verlust von etwa 140.000 Arbeitsplätzen
- Verlust von etwa 0,4 % Bruttowachstum

(Financial Times Deutschland, 21.3.2007)

**Bild 17: Folgen der Preissteigerung für die deutsche Wirtschaft**



metallische Rohstoffe hat die deutsche Wirtschaft in den vergangenen 3 Jahren mit fast EUR 90 Mrd. zusätzlich belastet. Dadurch sind etwa 140.000 Arbeitsplätze und etwa 0,4 % Bruttowachstum verlorengegangen“ (Bild 17) [13].

Da nach wie vor der Hauptrohstoff Wolfram für das Hartmetall trotz zahlreicher Bemühungen nicht zu ersetzen ist, bleibt den Produzenten zunächst aus metallurgischer Sicht nichts anderes übrig, als den Einsatz von Recyclingmaterial, der heute bei ca. 30 % liegt, weiter zu erhöhen.

### Aktueller Stand der Hartmetalle aus metallurgischer Sicht

Grundsätzlich ist zu sagen, dass das erste Widia-Produkt, die Legierung Widia-N (WC-6Co) sich nicht wesentlich von einer heutigen Vergleichslegierung gleicher Zusammensetzung (K10-Hartmetall) unterscheidet (Bild 18). Hartmetalle heutiger Zeit sind allerdings in der Gefügestruktur gleichmäßiger. In erster Linie ist dies auf das Vorhandensein von Rohstoffen höherer Reinheit und vor allem auch auf gleichmäßigere Sinterbedingungen zurückzuführen. Die Palette der zur Verfügung stehenden modernen Produktionsanlagen, wie z.B. das Sinter-HIP-Verfahren, erlauben es, fast ausschließlich porenfreie Hartmetalle herzustellen. Bei WC-Cobaltprodukten reicht die WC-Kristallitgröße vom Nanobereich (0,1 µm)

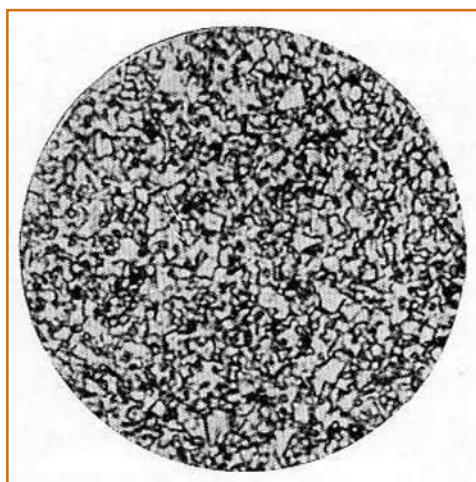


Bild 18: Widia-N (WC-6Co)

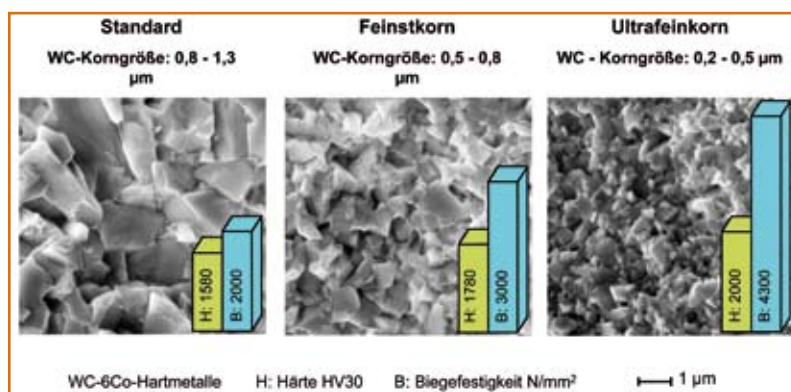


Bild 19: Gefügeausbildung und Eigenschaften von Feinst- und Ultrafeinkornhartmetallen im Vergleich zu einem Standard K-Hartmetall (Quelle: WZL/Fraunhofer IPT)

bis zu mehr als 20 µm bei Variation des Cobaltgehaltes von 0 – 30 %. Die Entwicklungen der Feinst- und Ultrafeinstkornlegierungen haben den Hartmetallen, bedingt durch ihre günstigen Eigenschaftskombination von Härte und Zähigkeit, ein großes Einsatzspektrum verschafft (Bild 19). Die Regel, wonach bei Hartmetallen eine Härtezunahme mit einer Abnahme der Biegefestigkeit einhergeht, wird bei den Feinstkornhartmetallen durchbrochen. Die Verringerung der WC-Kristallitgröße unter 1 µm führt bei gleichbleibendem Bindergehalt sowohl zu einer Erhöhung der Härte als auch der Biegefestigkeit. Die Feinstkornhartmetalle sind dem konventionellen Hartmetall hinsichtlich Härte, Kantenfestigkeit und Zähigkeit überlegen. Sie besitzen zudem nur eine geringe Neigung zum Kleben und zum Verschleiß durch Diffusion. Diese Eigenschaften haben entscheidend den Feinst- und Ultrafeinsthartmetallen ein weiteres Anwendungsfeld auch im Bereich der Hochleistungszerspanung, z.B. Triebwerkskomponenten aus schwer zerspanbaren Materialien, eröffnet. Titanlegierungen gehören z.B. nach wie vor zu schwer zerspanbaren Werkzeugen. Mit Hilfe der Feinstkornhartmetalle lassen sich Bearbeitungszeiten enorm reduzieren, wie es am Beispiel einer Fräsbearbeitung von Blisk-Schaufeln durch Hochleistungsfräsen mit Schaftfräsern aus Feinstkornhartmetall in Bild 20 gezeigt wird. Aufgrund ihrer hohen Verschleiß- und Biegefestigkeit in

Verbindung mit einer angepassten Bearbeitungsstrategie können mit Werkzeugen aus Feinstkornhartmetallen gegenüber solchen aus konventionellem Hartmetall mehrfach höhere Schnittgeschwindigkeiten und Zerspanungsvolumina realisiert werden. Bei der in Bild 20 dargestellten Fräsbearbeitung gelang es, bei Schaufeln einer TiAl6V4-Legierung, endbearbeitet durch den Einsatz von Feinstkornhartmetallfräsern, die Gesamtbearbeitungszeit um über 50 % zu reduzieren. Die Bearbeitung der Schaufeln mit diesen Werkzeugen bei hoher Schnittgeschwindigkeit führt darüber hinaus noch zu weiteren Vorteilen, von denen vor allem die bessere Oberflächenqualität der gefrästen Schaufeln wie auch die niedrigen Zerspanungskräfte, die höhere Bauteilgenauigkeit ermöglichen, zu nennen sind. (Persönliche Mitteilung Dr. Klaus Gerschwiler, WZL Aachen.)

Gradientenhardmetalle, beschichtete Hartmetalle und zahlreiche Kombinationen in Form von Multi- und Nano-Schichten, in zahlreichen Kombinationen von Carbiden, Nitriden und Oxiden bis zu Diamantschichten gehören heute zum aktuellen Stand beim Einsatz als Schneidstoffe oder bei der Reduzierung des Verschleißes von Konstruktionsbauteilen.

Heute wird das Marktvolumen von diamantbeschichteten Werkzeugen, davon zum größten Teil Bohrer, weltweit auf ca. EUR 30 Mio. geschätzt. Für das Jahr 2010 wird ein Betrag von ca. EUR 180 Mio. prognostiziert.

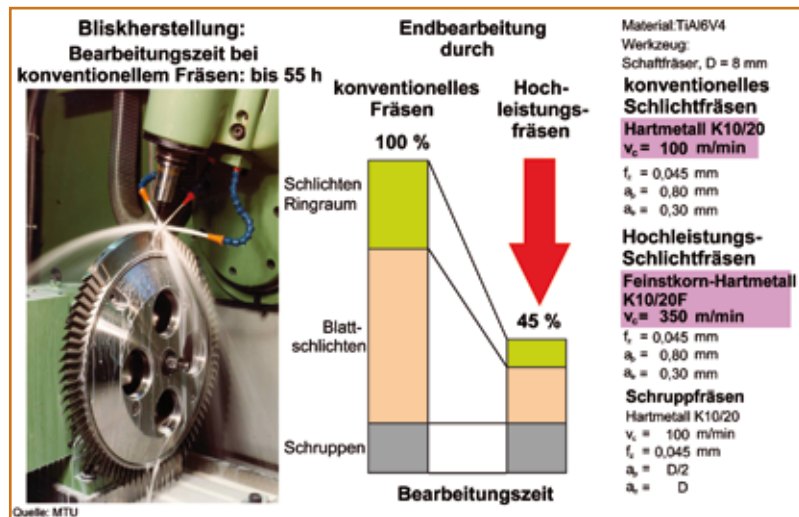
Neue Multilayer aus leitenden und nichtleitenden Schichten, z.B. für intelligente Werkzeuge werden vor allem das Potential beschichteter Werkzeuge weiter erhöhen.

### Zukunftsaussichten

Neue Werkstoffe, wie z.B. Aluminium, Magnesium und Titanlegierungen, hochfeste Stähle, neue Gusswerkstoffe, Nickellegierungen, Kunststoffe, zum Teil verstärkt mit Kohle- und Glasfasern, um nur einige zu nennen, fordern die ständige Weiterentwicklung von Zerspanungswerkstoffen.

Obwohl die Schneidstoffe von der Kostenseite her nur einen kleinen Teil der Gesamtbearbeitungskosten betragen, sind sie mitentscheidend für eine wirtschaftliche Fertigung. Die Entwicklung von WC-Co oder WC-TiC-TaC/NbC-Cobalthartmetallen scheint nach dem heutigen Stand der Technik fast ausgereizt zu sein. Sicherlich wird es in Zukunft noch weitere Verbesserungen geben, aber es bedarf völlig neuer Legierungssysteme, um z.B. schwer zerspanbare Werkstoffe noch kostengünstiger bearbeiten zu können. Legierungen auf der Basis weiterer Carbide, Nitride, Boride oder Oxide müssten aus Sicht des Autors heute auch forschungsmäßig unter Berücksichtigung modernster Produktionstechniken neu untersucht werden.

In letzter Zeit aufgekommene Eigenspannungsmessungen bei Beschichtungen werden sicherlich auch auf diesem Sektor weitere Verbesserungen bringen. Ähnliches gilt auch für neu zu entwickelnde Geometrien, vor allem auch unter Berücksichtigung der Kantenausbildung. Einzelne Fertigungsschritte werden weiter verbessert, z.B. das Pressen von Wendeschneidplatten. Durch geeignete Maßnahmen, beispielsweise den Einsatz von Finite-Elemente-Berechnungen, können Nachbearbeitungsschritte stark vermindert werden oder sogar ganz entfallen. Die Rohstofflieferanten werden ihren Teil dazu beitragen, noch gleichmäßigere Ausgangsstoffe zu liefern, um das oft schwankende Eigen-



**Bild 20: Hochleistungsschlichtfräsen von TiAl6V4 mit VHMWerkzeugen (Quelle: WZL/Fraunhofer IPT)**

schaftsprofil der gefertigten Hartmetalle noch enger zu fassen. Kunden der Hartmetallhersteller können dank einfach zu bedienender Prüfgeräte auch kleine Abweichungen in den physikalischen Eigenschaften der Hartmetalle ermitteln. Die Prüfung und Klassifizierung der Hartmetalle ermöglichen dem Anwender ein gleichmäßiges Zerspanungsvolumen aller eingesetzten Platten. Multifunktionswerkzeuge - die drehen, fräsen und gewinden - und Werkzeuge für die Komplettbearbeitung werden die Zahl der erforderlichen Werkzeugwechsel reduzieren und damit die Bearbeitungszeiten. In Zukunft ist eine noch stärkere Zusammenarbeit, die ohnehin schon heute besteht, zwischen Maschinen-, Werkzeug- und Spannmittelhersteller unabdingbar, um noch kostengünstiger zerspanen zu können.

### Literatur

[1] „Werkstatt und Betrieb“, 1947  
 [2] Persönliche Mitteilung des Herrn Dr. Lang, Leiter der Osram-Forschung 1970 – 1990 (Schreiben Dr. Lang an H. Kolaska vom 10.7.1992)  
 [3] Persönliche Mitteilung des Rechtsanwaltes Dr. Walter Skaupy, München (Schreiben W. Skaupy an H. Kolaska vom 4.9.1992)  
 [4] K. Becker, Metallwirtschaft 12 (1933, 64)  
 [5] F. Skaupy, „Über die Carbide des Wolframs und ihre Anwendung“, Zeitschrift

für Elektrochemie, Bd. 33, Nr. 11, 1027, S. 487-491  
 [6] Der Sinterling, Hausmitteilung der Fried. Krupp Widia-Fabrik, Essen, Oktober 1951  
 [7] H. Kolaska, „The Dawn of the Hardmetal Age“, pmi vol. 24, no. 5, 1992, Seite 311-314  
 Was heißt Widia? Aus der Geschichte des Hartmetalls, METALL 46. Jahrgang, Heft 7, Juli 1992  
 [8] VDI-Nachrichten Nr. 45, 7.11., 1986  
 [9] Hausinterne Walter Post, Juni 1999, und mündliche Mitteilung des Franco Mambretti, 2006, an H. Kolaska  
 Industrieanzeiger 19/2005, S. 26 u. 27  
 [10] VDI, Technikgeschichte Bd. 53, 1986, Nr. 4, S. 307-319 (Der Wiederaufbau der Essener Widia Fabrik 1945 – 1949)  
 [11] D. Hölscheid, H. Kolaska, „Preisexplosion des Rohstoffes Wolfram beunruhigt wichtige Industriezweige“, Pressemitteilung des Fachverbandes Pulvermetallurgie (FPM), Mai 2005  
 [12] „China beherrscht Wolframmarkt“, VDI-Nachrichten 10.6.2005, Nr. 23  
 [13] „Merkel will um Rohstoffe kämpfen“, Financial Times Deutschland 21.3.2007, S. 11, „Chinesen treiben Metallpreise“, S. 19

(1) Hans Kolaska, Fachverband Pulvermetallurgie, Hagen, auszugsweise vorgetragen auf dem 2. FPM-Fortbildungsseminar „Pulvermetallurgie der Hartmetalle - Vom Rohstoff bis zur Anwendung am 3. und 4. Mai 2007 in Hagen