

ta-C DLC: eine technische Erfolgsgeschichte

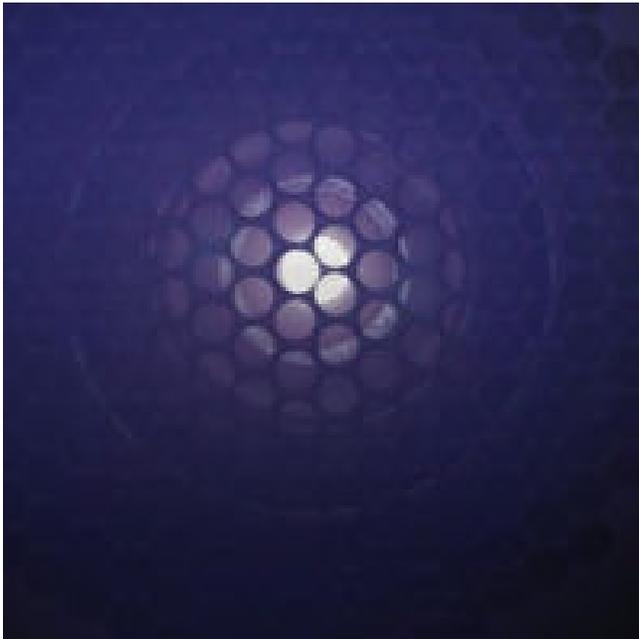
14.
SWISSMEM
ZERSPANUNGSSEMINAR

«Der Treffpunkt der
Zerspanungsspezialisten»

OLTEN

10.5.2022

KONGRESSZENTRUM
ARTE (DEUTSCH)



Dr. Ing. Claudio Ghielmetti
Argor-Aljba SA
Sales & Marketing Manager

ta-C DLC: eine technische Erfolgsgeschichte

- **Argor-Aljba** ist der kompetente Partner für die Beratung und Produktion von nanotechnologischen Beschichtungen im Industrie- und Luxusbereich.
- **Argor-Aljba** ist auf DLC-Beschichtungen spezialisiert.

BU Tooling / Mechanics



BU Watchmaking / Jewelry



ta-C DLC: eine technische Erfolgsgeschichte

- Herausforderung
 - Umweltauflagen, die Medizin- und Luxusbranche stellen neue technische Herausforderungen an die Verarbeitung von Materialien und an die ästhetische und funktionelle Beschichtung fertiger Bauteile
- Lösung
 - Die neuesten ta-C DLC Beschichtungen mit patentierter Abscheidungstechnologie sind die effektive Lösung



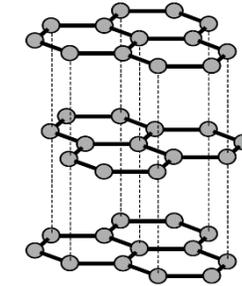
Hintergrundinformationen zu Diamond-Like Carbon (DLC)

PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE

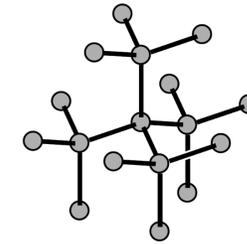
Kohlenstoff



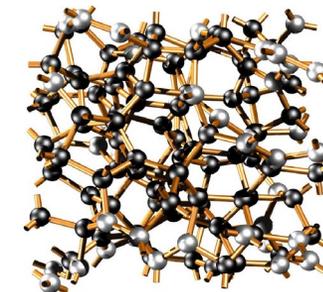
1 H Wasserstoff																	2 He Helium
3 Li Lithium	4 Be Beryllium											5 B Bor	6 C Kohlenstoff	7 N Stickstoff	8 O Sauerstoff	9 F Fluor	10 Ne Neon
11 Na Natrium	12 Mg Magnesium											13 Al Aluminium	14 Si Silicium	15 P Phosphor	16 S Schwefel	17 Cl Chlor	18 Ar Argon
19 K Kalium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titan	23 V Vanadium	24 Cr Chrom	25 Mn Mangan	26 Fe Eisen	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel	29 Cu Kupfer	30 Zn Zink	31 Ga Gallium	32 Ge Germanium	33 As Arsen	34 Se Selen	35 Br Brom	36 Kr Krypton
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirkon	41 Nb Niob	42 Mo Molybdän	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Platin	47 Ag Silber	48 Cd Cadmium	49 In Indium	50 Sn Zinn	51 Sb Antimon	52 Te Tellur	53 I Jod	54 Xe Xenon
55 Cs Cäsium	56 Ba Baryum	57 La Lanthan	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantal	74 W Wolfram	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platin	79 Au Gold	80 Hg Quecksilber	81 Tl Thallium	82 Pb Blei	83 Bi Bismut	84 Po Polonium	85 At Astat	86 Rn Radon
87 Fr Francium	88 Ra Radium	89 Ac Actinium	104 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Bohrium	108 Hs Hassium	109 Mt Meitnerium	110 Ds Darmstadtium	111 Rg Roentgenium	112 Cn Copernicium	113 Uut Ununtrium	114 Fl Flerovium	115 Uup Ununpentium	116 Lv Livermorium	117 Uus Ununseptium	118 Uuo Ununoctium



Graphit



Diamant

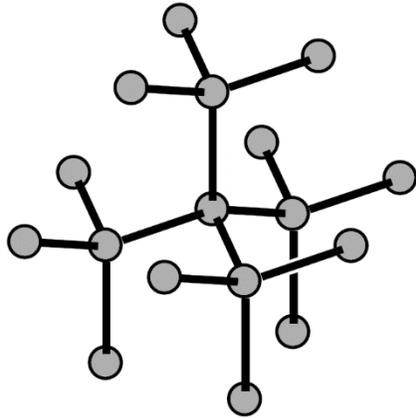


ta-C

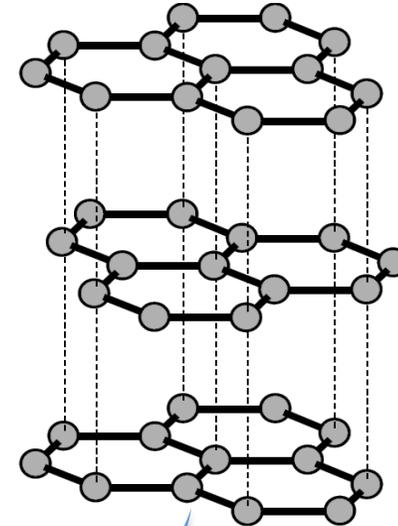
Hintergrundinformationen zu Diamond-Like Carbon (DLC)

Atomstruktur Kohlenstoffschichten

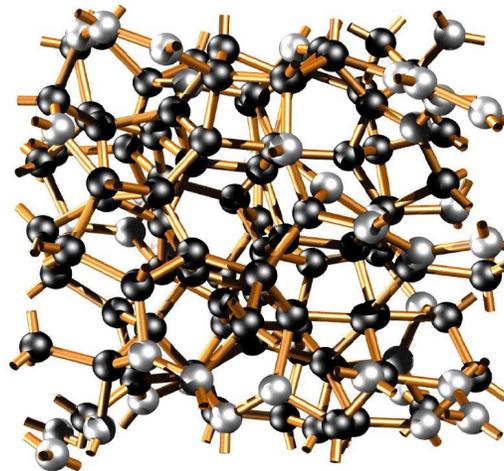
Diamant
(Kristallin)
sp³-Hybrid



Graphit
(hexagonal gebundene
Kohlenstoffatome) sp²

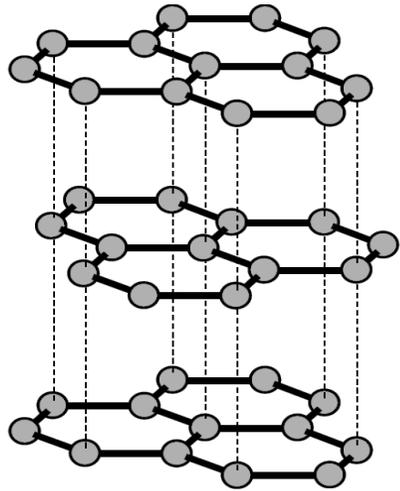


Amorphe
Kohlenstoffschicht
sp² / sp³ Hybridisierung



Struktur amorpher Kohlenstoffschichten

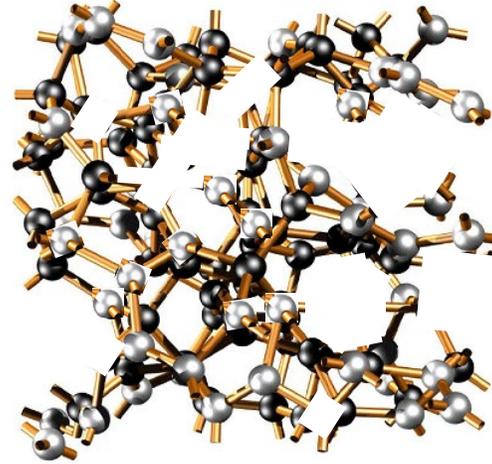
Graphite



0 % sp^3
Dichte 2,26 g/cm³

Wasserstofffreie amorphe Kohlenstoffschicht

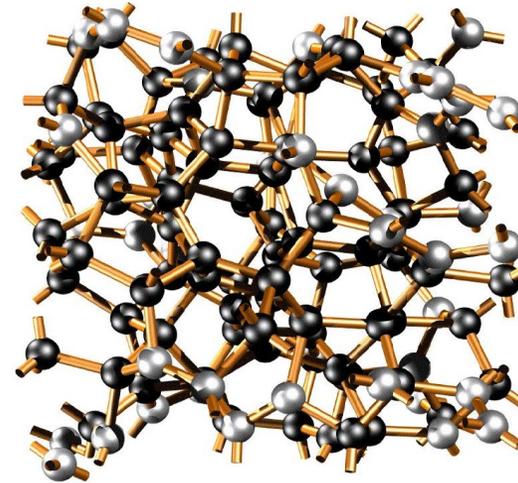
a-C



19 % sp^3
Dichte 2 g/cm³

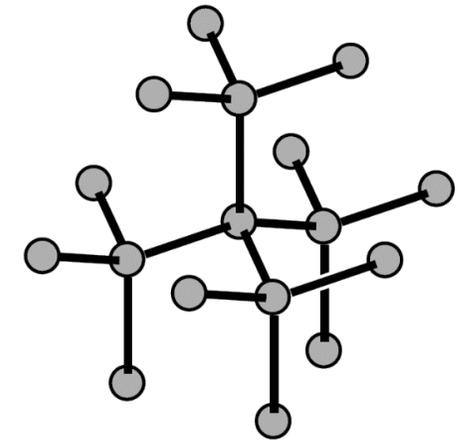
Tetraedrische wasserstofffreie amorphe Kohlenstoffschicht

ta-C



70 % sp^3
Dichte 3,0 g/cm³

Diamant



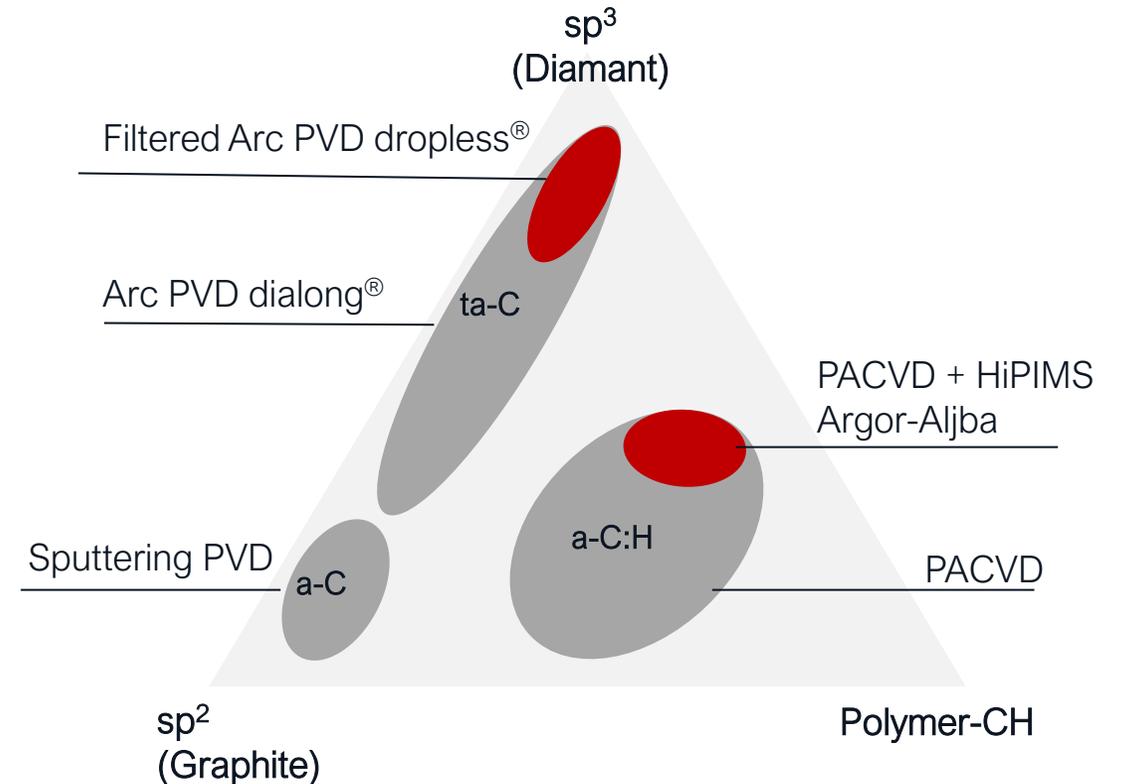
100 % sp^3
Dichte 3,52 g/cm³

Hintergrundinformationen zu Diamond-Like Carbon (DLC)

sp³ - (Diamant): die sp³ konfigurierter Kohlenstoff ist purer Diamant, bekannt für seine extreme Härte

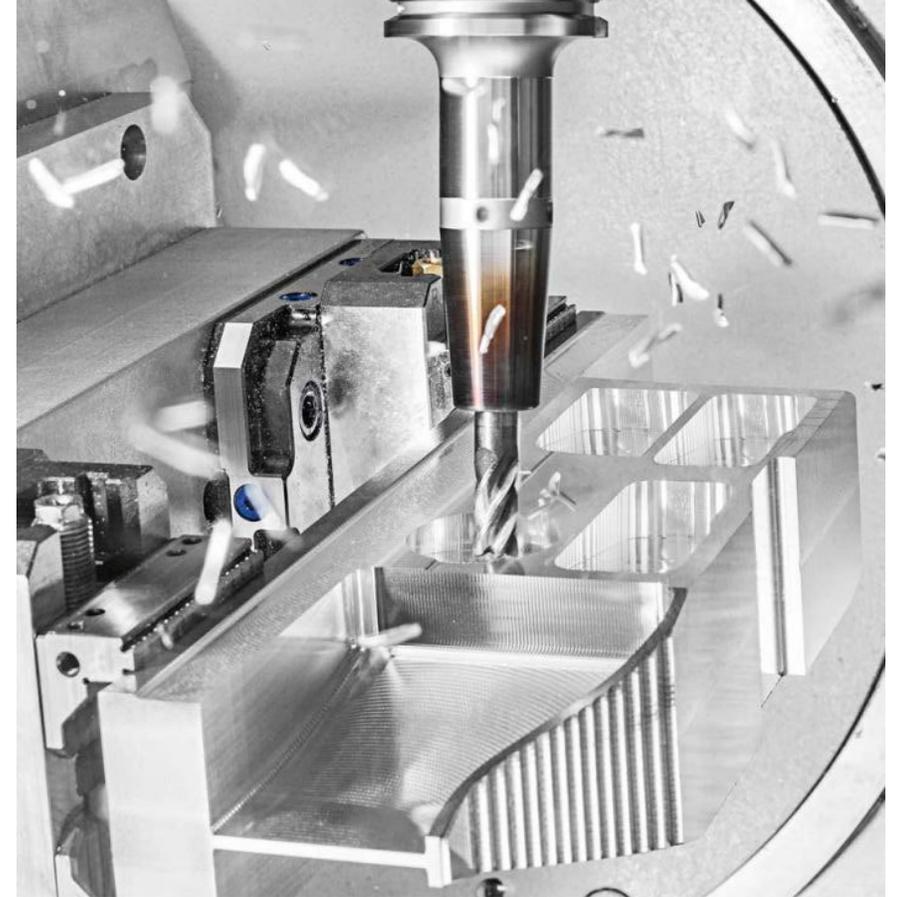
Polymer-CH: Durch das PACVD Verfahren wird Wasserstoff in die Kohlschicht-Schicht eingebaut. Als folge verringert die Härte der Schicht und führt zu den tiefen Anwendungstemperaturen

sp² -(Graphite): die sp² konfigurierter Kohlenstoff ist ein schwarzes und sehr weiches Material. Je größer der Anteil von dieser Kohlenstoffform in der Beschichtung ist, desto weicher wird der Schicht



Anwendungsbereiche

- Bearbeitung von NE-Legierungen
- Reduzierung der Reibung
- Korrosionsschutz
- Fräsen von Graphit und verstärkten Verbundwerkstoffen
- Schutz von medizinischen Werkzeugen
- Dekorative Beschichtungen



Herausforderungen bei der Bearbeitung von NE-Werkstoffen

- Bei der Bearbeitung von NE-Werkstoffen unterscheiden sich die Werkzeugverschleißmechanismen im Vergleich zu Schneidstahl
- Eine der Hauptherausforderungen besteht darin, die Schneidkante scharf zu halten und Aufbauschneiden zu reduzieren
- Daher ist es wichtig, die Schichtdicke so dünn wie möglich zu halten
- Diese Anforderungen werden durch die Abscheidung von ta-C Beschichtungen auf Schneidwerkzeugen speziell für die Bearbeitung von Nichteisenmetallen und Kunststoffen erfüllt

Vorteile von ta-C-Beschichtungen

- ta-C Beschichtungen tragen dazu bei, die Haftung von Aluminium an der Schneide zu reduzieren
- Aufgrund der hohen Härte der Beschichtung ist bei Schneidwerkzeugen wie Bohrern, Schaftfräsern, Reibahlen, Fräseinsätzen typischerweise eine Schichtdicke unter 1 μm (normalerweise zwischen 0,3-0,8 μm) ausreichend

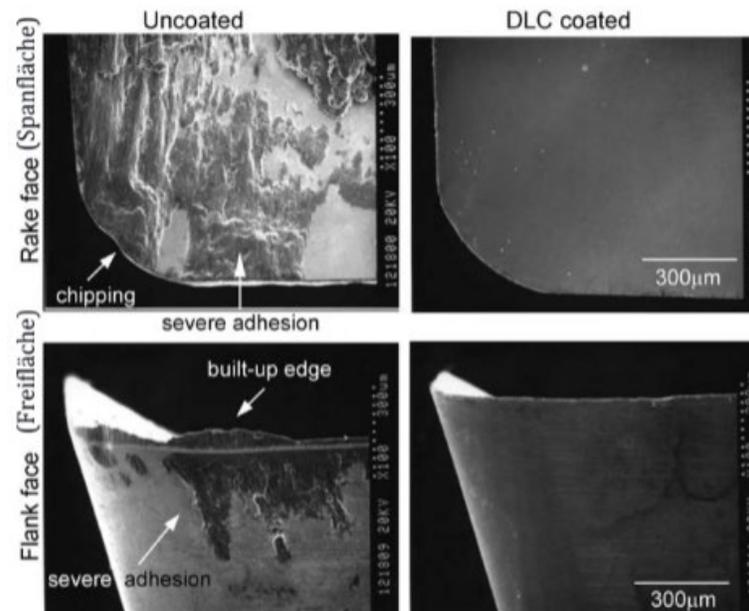
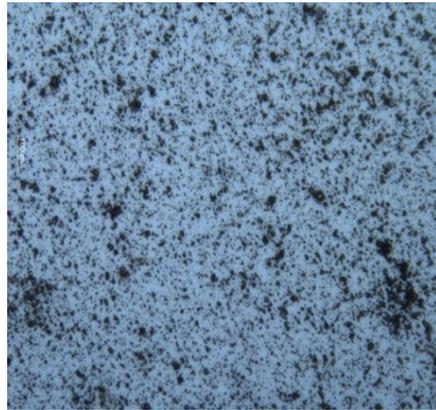


Fig. 4. SEM Aufnahme der Spanfläche und der Freifläche nach dem trocken Fräs- Test von einer AlCu2.5Si18 Legierung (Schneidlänge 36 m).

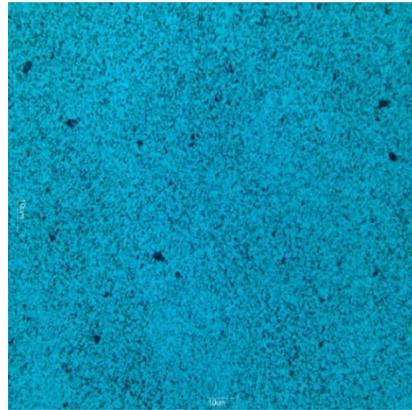
Ablagerungsprozess

- Die Lichtbogenverdampfung hat als negativen Effekt die Erzeugung von Makropartikeln oder Tröpfchen und damit eine raue Beschichtung



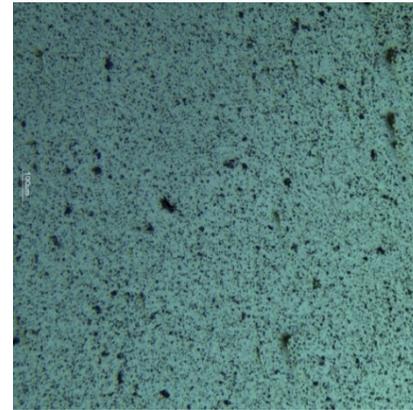
10um
Wettbewerber 1
ta-C

32%



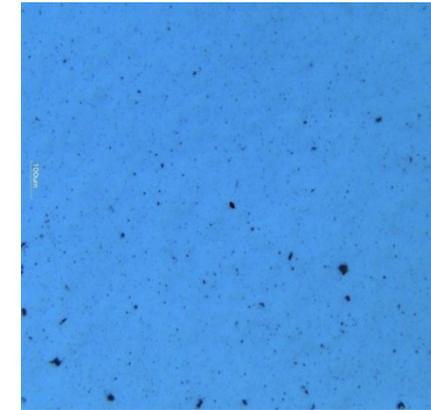
10um
Wettbewerber 2
ta-C

28%



10um
Argor-Aljba
dialong®

18%



10um
Argor-Aljba
dropless®

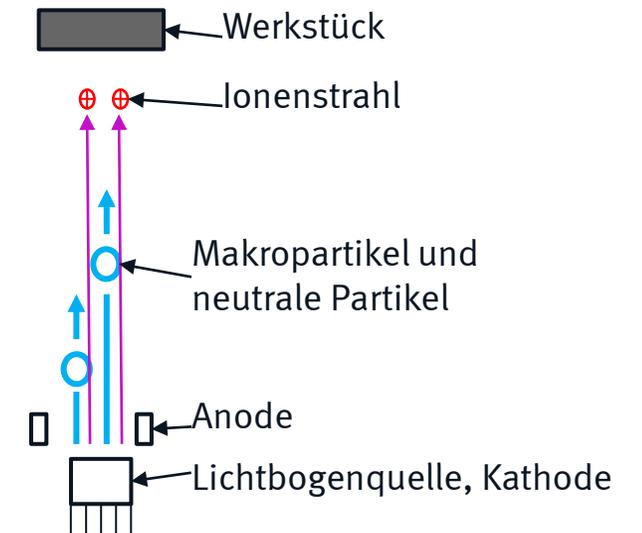
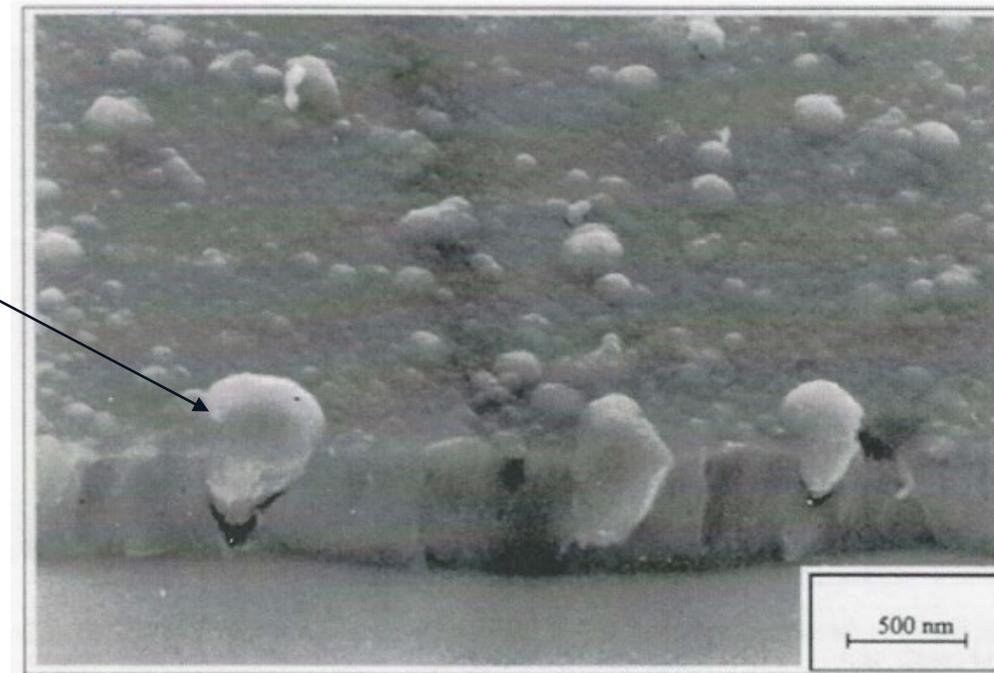
2%

Prozent = mit Tröpfchen bedeckte Fläche

Lichtbogenverdampfen: Traditionelle Methode

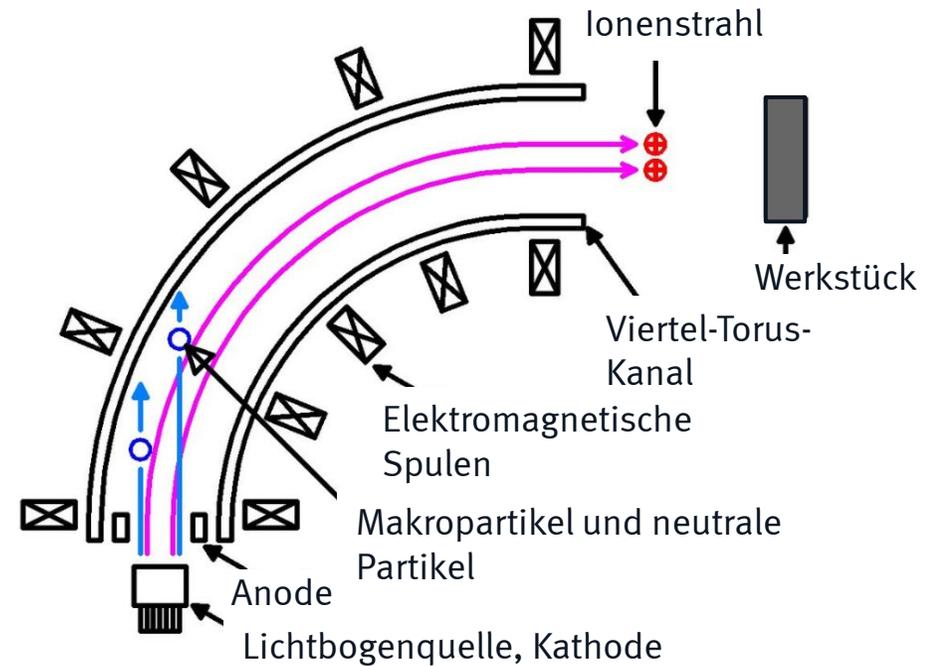
- Die Abscheidung von harten ta-C Beschichtungen wurde traditionell mit der Kathodenlichtbogenverdampfungstechnologie durchgeführt

Makropartikeln



Lichtbogenverdampfen: Methode mit Filter

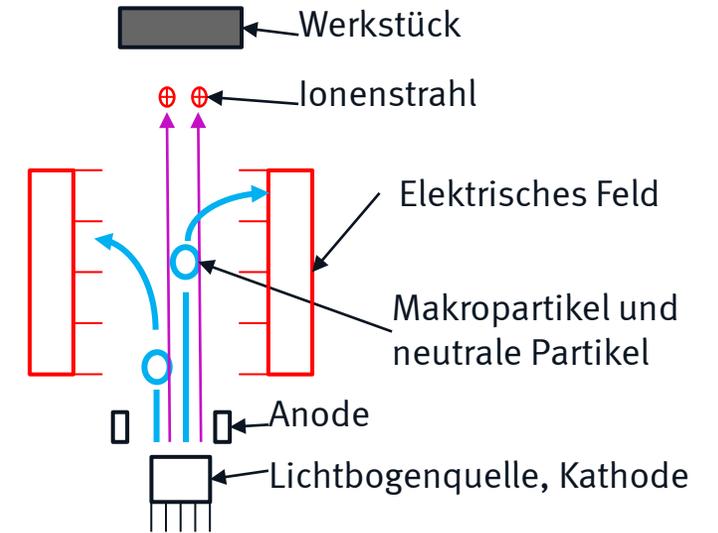
- Die Lösung zur Reduzierung von Makropartikeln ist seit vielen Jahren die gefilterte Lichtbogenverdampfung
- Ein Magnetfilter wird verwendet, um die Kohlenstoffionen in Richtung der Werkzeuge zu lenken, während die neutralen Kohlenstoffmakropartikel nicht gelenkt werden und den Magnetkanal bombardieren
- Die Nachteile dieser Lösung sind eine relativ langsame Abscheidungsgeschwindigkeit und eine kleine Abscheidungsfläche sowie hohe Ausrüstungskosten



Aksenov's quater-torus macroparticle filter

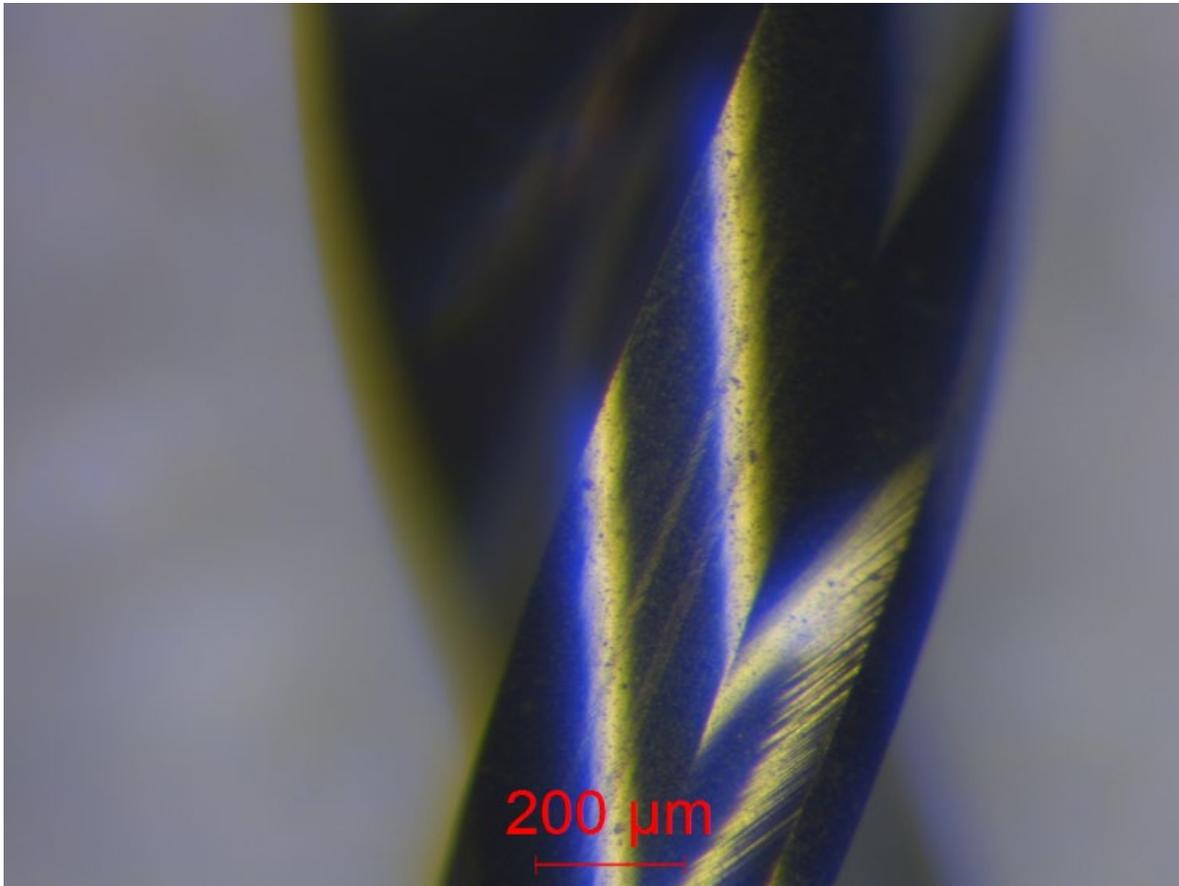
Argor-Aljba patentier dropless[®]-Technologie

- Die Filterlichtbogen-Verdampfungstechnologie wurde durch die patentierte dropless[®]-Technologie verbessert
- Entlang des Weges der Makropartikel von der Quelle zum zu beschichtenden Substrat wird ein elektrisches Feld angelegt, das auch als Verzögerungs- oder Ablenkefeld bezeichnet wird
- Das elektrische Feld stößt geladene Makropartikel elektrostatisch ab oder lenkt sie ab
- Das Ergebnis ist eine glatte und sehr harte Oberfläche (bis 7000 HV) mit hervorragender Haftung und einer dichten Beschichtung

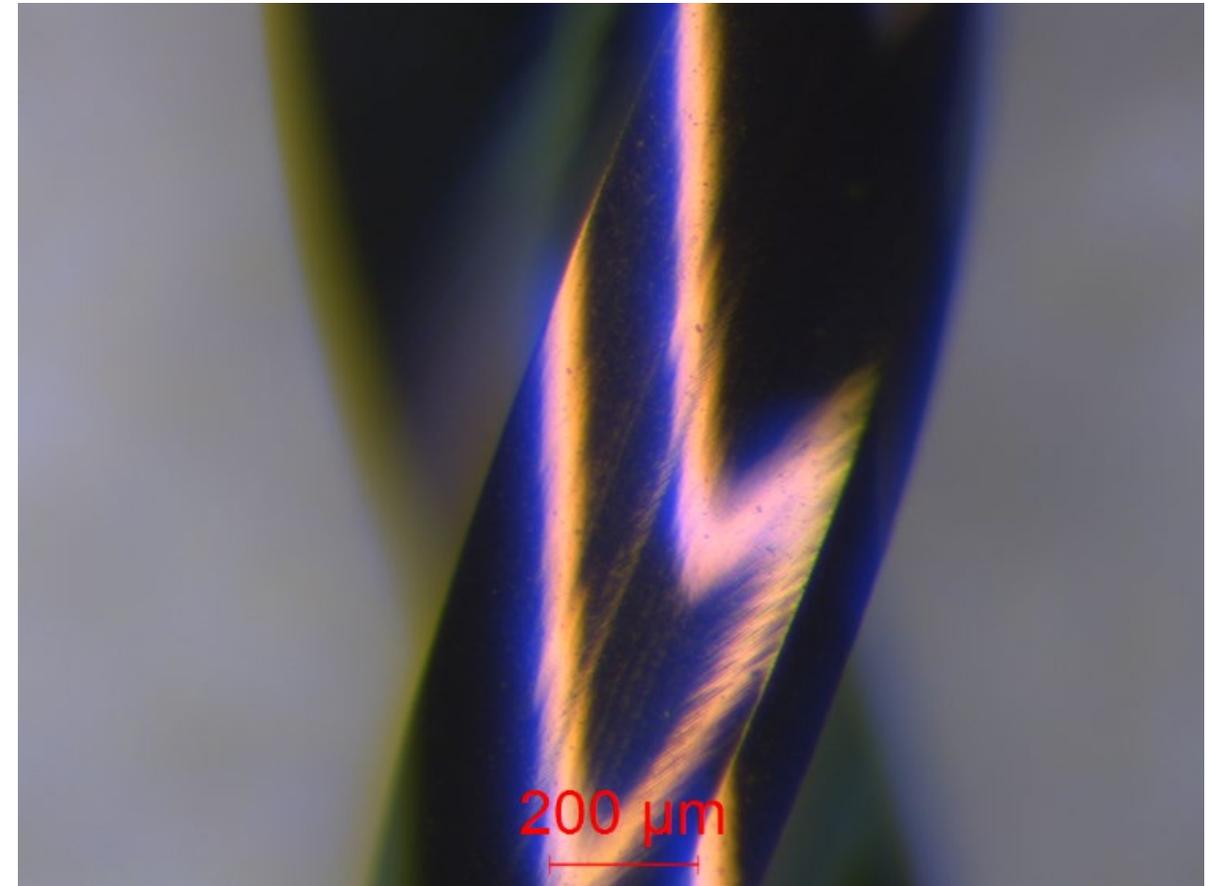


Argor-Aljba patentier drople[®]-Technologie

Traditionell ta-C DLC



drople[®] 7000



Argor-Aljba patentier droless®-Technologie

Um ca. 50% reduzierte Schneid-kräfte

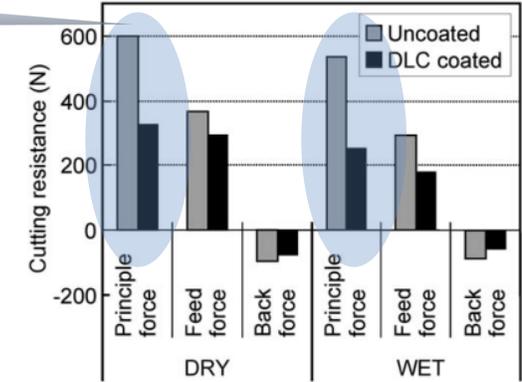


Fig. 6. Cutting forces was obtained by averaging the cutting force signals for three teeth during AlMg2.5 alloy machining ($V = 300$ m/min, $f = 0.15$ mm/rev., $A_d = R_d = 5$ mm, lubrication: dry).

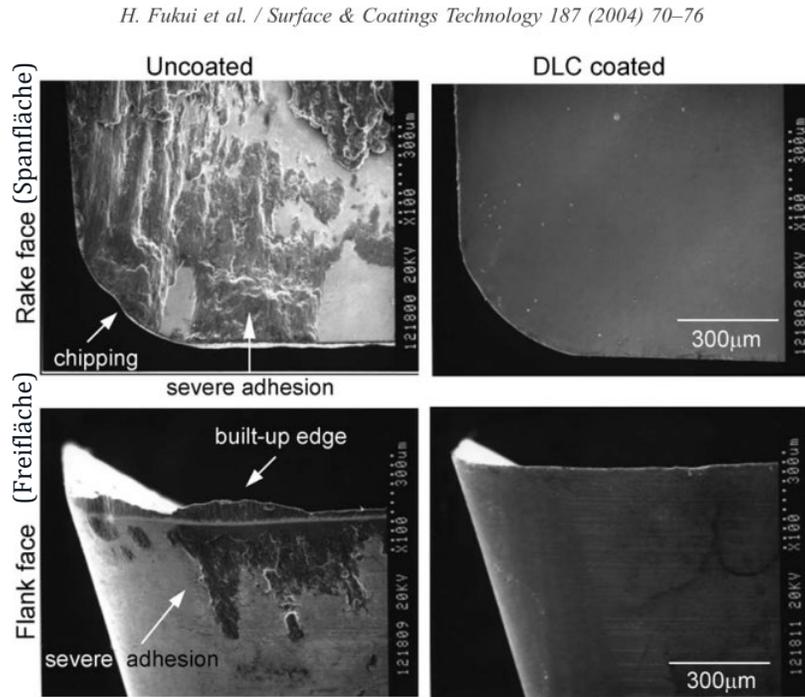


Fig. 4. SEM Aufnahme der Spanfläche und der Freifläche nach dem trocken Fräs- Test von einer AlCu2.5Si18 Legierung (Schneidlänge 36 m).

Um ca. 50% reduzierte Oberflächen-rauheit

Um ca. 75% reduzierte Oberflächen-rauheit

droless®

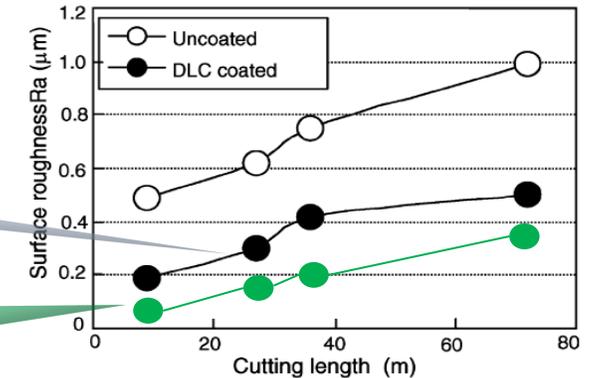


Fig. 8. Changes of machined surface roughness of work material (AlCu2.5Si18 alloy) as a function of cutting length with uncoated and DLC coated inserts under dry machining.

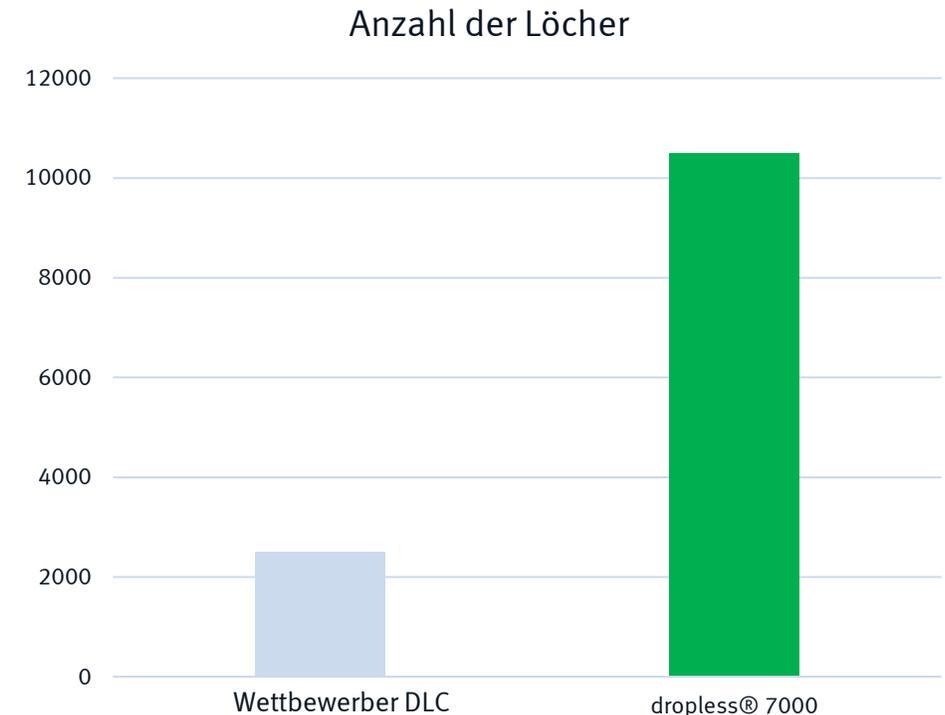


Argor-Aljba patentier dropless®-Technologie

- Operation: Bohren
- Material: Titan Gr.1
- Werkzeug: VHM Bohrer
- Diameter: 0.130 mm

Die Standzeit der Werkzeuge wurde mit der dropless®-Technologie erheblich verbessert

	Anzahl der Löcher
Wettbewerber DLC	2500
dropless® 7000	10500



drople[®]-Technologie: Fazit

- Die glatte Werkzeugoberfläche (Ra 0.01µm) mit tiefem Reibwert (0.1) mit einer exzellenten Anti Haft Eigenschaft ist verantwortlich für das Verhindern von Aufbauschneiden
- Unter trockenen Bedingungen konnte die Oberflächenrauheit bei den beiden getesteten Materialien AlMg2.5 und AlCu4.5Si12 um die 75% reduziert werden
- Durch die drople[®]-Technologie konnte die Lebensdauer der Werkzeuge erheblich verbessert werden. Durch die weniger Reibung an der Spanfläche ergibt sich ein besserer Spänefluss und eine bessere Oberfläche



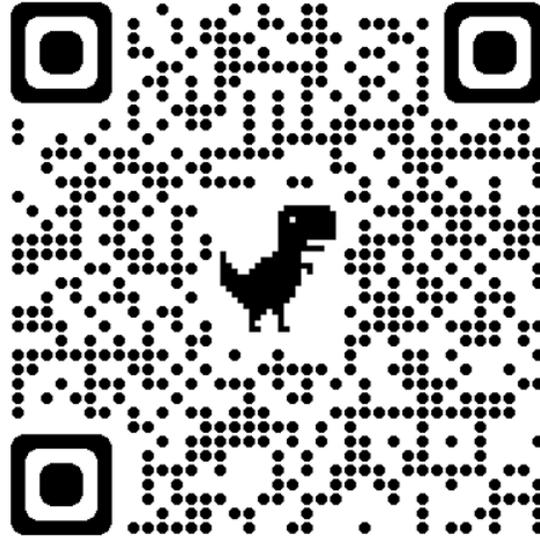
drople[®]-Technologie: Fazit

- Argor-Aljba stellt den Stand der Technik von ta-C DLC Arc-gefilterte Beschichtungen
- Erhältlich in 3 verschiedenen Versionen: drople[®] 5000, drople[®] 5000 Plus, drople[®] 7000
- Härte bis 7000 HV0,05
- Noch höherer Diamantanteil im DLC ($sp^3 \approx 85\%$)
- Geeignet für Schneidwerkzeuge zum Drehen, Fräsen, Bohren, Senken, Aufbohren von NE-Werkstoffen
- Hervorragende Wahl für Hartmetall- und Keramik-Mikrowerkzeuge
- Verringerung der Droplets und damit Verbesserung der Oberflächenrauigkeit
- Extrem dünne Schichten: Profil und Form der Werkzeuge bleiben erhalten



Kontakte

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



argor-aljba.com