

# Werkzeug Technik

Technologie - System - Logistik

Die Fachzeitschrift der Schneidwerkzeuge und Meßtechnik für die Metallbearbeitung

ISSN Nr. 0997 - 6981

[www.werkzeug-technik.com](http://www.werkzeug-technik.com)

12 September 2017

Nr. 163

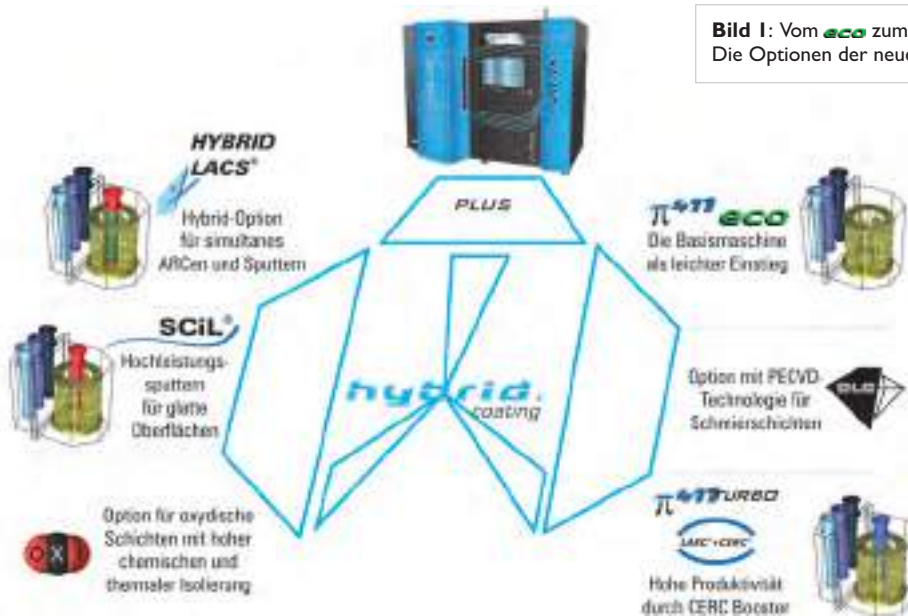
SONDERDRUCK  
FLATITE®

***Vom Start-Up zur  
Hybrid-Revolution***



# Vom Start-Up zur Hybrid-Revolution

T. Cselle – A. Lümke, PLATIT AG, Selzach, Schweiz  
Jilek, M. sen. Jilek, M. jun., PLATIT as, Sumpperk, Tschechien



**Bild 1:** Vom **eco** zum LACS<sup>®</sup> – Die Optionen der neuen Beschichtungsanlage **π<sup>4</sup>PLUS**.

Die größten Gefahren für die großen Konzerne (dabei muss man nicht unbedingt an die Apples und Googles denken) kommen aus 2 verschiedenen Richtungen:

- Aus den zentralen Administrationen (Regierungen, EU, IRS, OECD, usw.), die auf Steuertricks, Datenschutz und Monopolgefahren achten, sowie
- Aus den kleinen, innovativen Start-ups, die mit dedicated Produkten kleine und größere Marktsegmente «stehlen» und die Monopolstellungen der Giganten gefährden.

Platit möchte dabei die Start-ups unterstützen, denen Werkzeuge (sprich Beschichtungssysteme) in die Hand zu geben, damit sie gegen die großen Werkzeughersteller und Lohnbeschichter kämpfen können [1].

Die neue Beschichtungsanlage, die **π<sup>4</sup>PLUS** ist so ein Werkzeug (**Bild 1**).

- Die Basismaschine, die **π<sup>4</sup>eco** ermöglicht das Starten der eigenen Beschichtung mit 3 seitlichen rotierenden Türkathoden (LARC<sup>®</sup>: Lateral Rotating Cathodes). Trotz der überschaubaren Kosten ist die Maschine ein hervorragender Start mit praktisch allen marktgängigen Schichten.

Nach der EMO 2017 werden die Maschinen mit den neuen gepulsten, seitlichen Kathoden LARC<sup>®</sup>PLUS ausgeliefert (Cr&Ti mit 10 Hz, [1]). Das neue Kathodensystem erhöht die Abscheiderate und verlängert die Lebenszeit der Targets.

Auch für die Zukunft ist das Einstiegsmodell **π<sup>4</sup>eco** keine Sackgasse, sie kann stufenweise mit den folgenden, an die Anwendungen angepassten Optionen zur Hochleistungsmaschine ausgebaut werden.

- Die **DLC-Option** scheidet a:C:H:Si Schichten ab, mittels PECVD-Technologie.

- Das Einwechseln einer zentralen ARC-Kathode (**CERC<sup>®</sup>-Option**; Central Rotating Cathode) beschleunigt den Abscheidungsprozess grundsätzlich, da alle vier Kathoden zur gleichen Zeit beschichten können. Die Bezeichnung **π<sup>4</sup>PLUS** sagt schon, dass die hohe Produktivität bei dieser Maschine im Vordergrund steht. Alle Elemente des Turbo-Upgrades [2] zielen auf die Verkürzung der Tür-zu-Tür-Zeit:

- Der Vorheizler vermeidet zusätzlich die Kondensation an den Kammerwänden.
- Die Leichtgewicht-Karusselle verringern die aufzuheizenden bzw. abzukühlenden Körpermassen.
- Die neuen LGD<sup>®</sup>-Schilder (Lateral Glow Discharge) reduzieren die Ätzzeit.
- Das neue Software-Upgrade «Turbo» gewinnt weitere Produktionszeit durch das Überlappen des Ätzens und Heizens.

- Diese 4 neuen Merkmale werden nach der EMO 2017 in alle **π<sup>4</sup>PLUS** Maschinen (also auch in die eco-Versionen) standardmäßig eingebaut.
- Die **OXI-Option** baut sich auf die **π<sup>4</sup>PLUS** - Konfiguration auf. Sie wurde in erster Linie für KMUs entwickelt, die sich keine CVD-Anlagen leisten können und in kleineren Serien



**Bild 2:** Ringkathoden für SCiL<sup>®</sup> und LACS<sup>®</sup>.

Optionen	Schichten		Konventionelle Schichten	Nanocomposite Schichten	TripleCoatings <sup>3®</sup>	QUAD Coatings <sup>4®</sup>
	Maschinen					
	$\pi$ 4T eco		TiN, TiCN, CrN, CrTiN, ZrN, AlTiN, AlCrN	nAlCo <sup>2+</sup> , nACRo <sup>2+</sup>	AlCrN <sup>3+</sup> , TiXC <sup>3+</sup> , AlTiCrN <sup>3+</sup>	ALL <sup>4+</sup> eco, nACRo <sup>4+</sup> eco
	$\pi$ 4T DLC		eVlc <sup>2+</sup> , CROMVlc <sup>2+</sup> , CROMTiVlc <sup>2+</sup>	nACVlc <sup>2+</sup>		
	$\pi$ 4T TURBO		TiN, TiCN, CrN, CrTiN, ZrN, AlTiN, AlCrN	nAlCo <sup>2+</sup> , nACRo <sup>2+</sup>	nAlCo <sup>3+</sup> , nACRo <sup>3+</sup> , AlCrN <sup>3+</sup> , TiXC <sup>3+</sup> , AlTiCrN <sup>3+</sup>	nAlCo <sup>4+</sup> , nACRo <sup>4+</sup> , TiXC <sup>4+</sup> , AlTiCrN <sup>4+</sup> , AlCrTiN <sup>4+</sup> = ALL <sup>4+</sup> + Tribo
	$\pi$ 4T DXi					nAlCoX <sup>4+</sup>
	$\pi$ 4T BCL		TiN, TiB <sub>2</sub>		TiCC	
	$\pi$ 4T LACS		AlTiN-LACS, AlCrN-LACS		BorAC <sup>3+</sup> = AlCrN/BN BorAT <sup>3+</sup> = AlTiN/BN	

Bild 3: Typische Schichten der  $\pi$  4T<sup>plus</sup>-Optionen.

- oxydische Schichten selber abscheiden wollen.
- Bei der **SCiL<sup>®</sup>-Option** (Sputtered Coating induced by Lateral Glow Discharge) wird eine Sputter-Kathode in die zentrale Position gesetzt, die eine hohe Abscheiderate für glatte Hochleistungsschichten ermöglicht [3]. Die Technologie bläst auf Angriff gegen die konventionellen, aber immer noch so oft verwendeten Ionen-Schichten (eBeam).
- Die **LACS<sup>®</sup>-Option** (Lateral Arcing & Central Sputtering) verwirklicht die simultane Kombination von ARcen

und Sputtern [4], [5]! Dies geschieht mit der gleichzeitigen (nicht sequenziellen!) Ansteuerung der Sputter- und der ARC-Kathoden in einem speziellen Druckbereich.

Die Vorteile von der SCiL<sup>®</sup> und LACS<sup>®</sup>-Technologien werden durch die Ringkathoden (Bild 2) in der Tat revolutionär.

- Der Kathodenkörper beherbergt die Magnete und Elektronik (Bild 2a).
- Aus dem Kathodenkopf wird das Kühlwasser unter den Lochzylinder eingeleitet (Bild 2b).

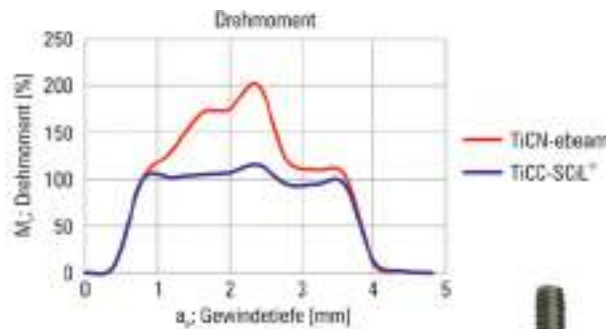
- Der Druck des Kühlwassers spannt die Kupfermembran auf den Innendurchmesser der Targetringe (Bild 2c), wodurch eine hervorragende Kontaktierung gesichert wird.

Die Ringkathoden können aus den konventionellen Targetmaterialien (pure Metalle, wie Al, Ti, Cr, etc. oder legierte Metalle (AlTi, AlCr, CrTi etc.) einfach hergestellt werden. Mit deren Hilfe werden die LACS<sup>®</sup>-Versionen der konventionellen Schichten, wie AlTiN-LACS<sup>®</sup>, AlCrN-LACS<sup>®</sup>, CrTiN-LACS<sup>®</sup> abgeschieden. Sie weisen ARC-Qualitäten mit sehr wenig Droplets auf.

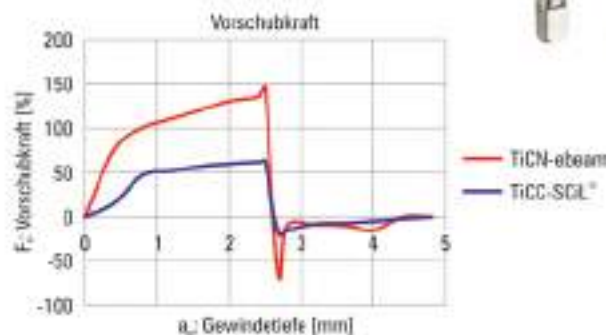
Bild 4: Drehmoment- und Vorschubkraft-Verlauf beim Gewindeformen – TiCN-eBeam <-> TiCC-SCiL<sup>®</sup>.



	Haftlayer Ti - TiN	Kernlayer TiCN	Toplayer TiCC
Gesamtschichtdicke [µm]	1. Dicke [µm]	2. Dicke [µm]	3. Dicke [µm]
2.59	1.16	0.41	1.02

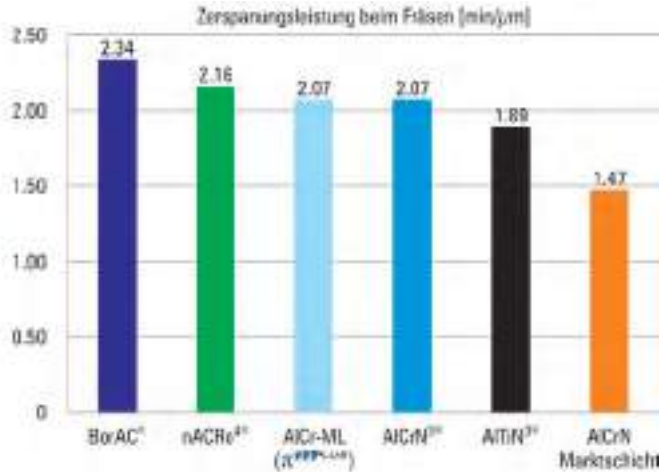


Werkzeuge: M3 - v<sub>c</sub> = 10 mm/min - MMS  
Material: Hochlegierter Stahl; SUS 304 - X2CrNi19-11  
Die Aufbauschneiden mit SCiL<sup>®</sup> sind kleiner als mit





**Bild 5:** BorAC® - AlCrN/BN:  
Zerspanungsleistung beim Fräsen.



Mat.: Werkzeugstahl – 1.2085 – X33CrS16 – HRC 29.2 –  $a_x = 5 \text{ mm}$  –  $a_y = 0.25 \text{ mm}$  –  $v_c = 120 \text{ m/min}$   
 Werkzeuge:  $d = 8 \text{ mm}$  – Fraise NX-V Torus –  $d = 2.2 \text{ mm}$  –  $z = 4$  –  $f = 0.08 \text{ mm/Zahn}$  – MMS  
 Durchschnittsverbleiss = (Max. Rundphasenverbleiss +  $V_{Bmax}$  (Freiflächenverbleiss) + Stirmschneidverbleiss + Eckverbleiss) / 4

Sie können aber auch aus thermisch schlecht leitenden Materialien (e.g.  $B_4C$ ,  $TiB_2$ , SiC, W) aufgebaut werden. Diese Art von «Doping» eröffnet neue Wege der Schichtentwicklung, wie z.B. die gezielte Beeinflussung der Eigenspannung der Schichten.

**Die Schichten der**

Die Tabelle des Bildes 3 fasst die wichtigsten Standard-Schichten der einzelnen Optionen zusammen:

Die ... kann praktisch alle gängigen PVD-ARC-Schichten abscheiden. Das neue Highlights dieses Jahres ist die ... Sie wird vor allem für Abwälzfräser verwendet, bei denen die großen Maße der zu beschichtenden Werkzeuge ( $d > 143 \text{ mm}$ ) die Verwendung der Zentralkathode ausschließt. Die Industrie-Ergebnisse zeigen eindeutig, dass die ... mit den gängigen Marktschichten zum Abwälzfräsen mehr als mithält [6].

Die a:C:H:Si Schichten der DLC Option sind in erster Linie Schmier-

schichten. Das Flaggschicht ist die CROMVIC®2, die für Bauteile und für Zerspanungswerkzeuge mit unterschiedlicher Stöchiometrie abgeschieden wird. Eine sehr interessante Anwendung von CROMVIC®2 ist Zerspanung von Titan-Legierungen [1].

Die ... bietet das breiteste Schichtspektrum [7], wodurch es sehr schwierig ist die wichtigsten Schichten auszuwählen. Seien hier deshalb nur 2 Beispiele genannt:

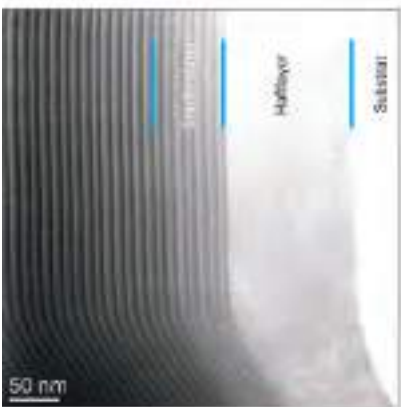
- Die TiXCo<sup>4</sup> zur Hartzerspanung und
- Die ALL<sup>4</sup>+Tribo zum Feinstanzen [8].

Die nACoX®-Schicht der OXI-Option beinhaltet einen AlCrON-Layer, der eine sehr hohe Warmhärte aufweist und

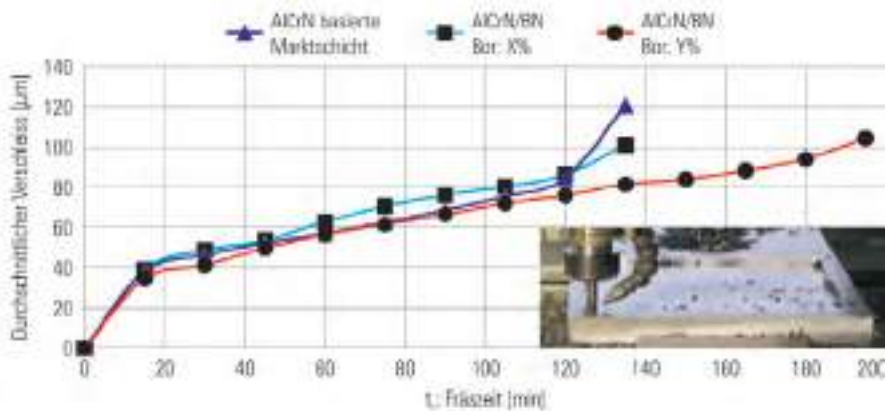
für trockene Hochleistungszerspanung (Drehen und Fräsen) besonders gut geeignet ist [9]. Sie wird dabei üblicherweise mit hohen Schichtdicken (~10  $\mu\text{m}$ ) abgeschieden.

Für die SciL®-Option haben sich 3 Schichten etabliert:

- Die konventionelle, gesputterte TiN-SciL® klingt einfach, aber es war gar nicht leicht die Leistung und die Zuverlässigkeit des universal einsetzbaren Ionitron-(eBeam)-TiN zu erreichen.
- Die in erster Linie für Gewindewerkzeuge verwendeten TiCC-SciL® weist eine Triple-Struktur auf. Mit TiCC-SciL® braucht der Gewindeformer



AlCrN/BN Schicht mit Triple-Struktur gemessen durch Dispersing Röntgen Spektroskopie  
 Quelle: Universität Freiburg, Deutschland

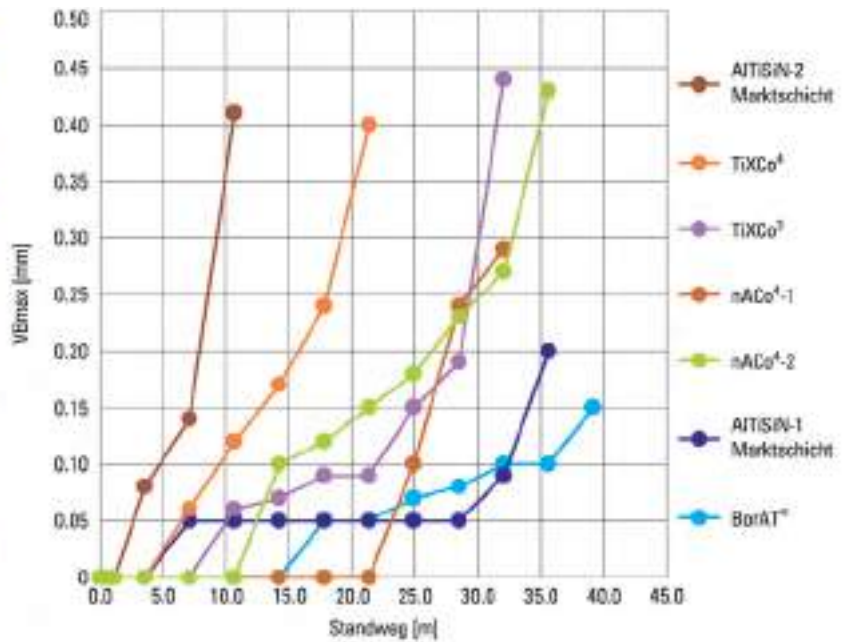


Mat.: Werkzeugstahl – 1.2085 – X33CrS16 – HRC 29.2 –  $a_x = 5 \text{ mm}$  –  $a_y = 0.25 \text{ mm}$  –  $v_c = 120 \text{ m/min}$   
 Werkzeuge:  $d = 8 \text{ mm}$  – Fraise NX-V Torus –  $d = 2.2 \text{ mm}$  –  $z = 4$  –  $f = 0.08 \text{ mm/Zahn}$  – MMS  
 Durchschnittsverbleiss = (Max. Rundphasenverbleiss +  $V_{Bmax}$  (Freiflächenverbleiss) + Stirmschneidverbleiss + Eckverbleiss) / 4

**Bild 6:** BorAC® - AlCrN/BN: Stöchiometrie und Verschleißverhalten beim Fräsen in Abhängigkeit des Bor-Gehaltes.



Bohrer-Schneidenverschleiß nach 2178 Bohrungen



Mat.: Vergütungsstahl – 1.7225 – 42CrMo4 – HRC 30 –  $d_p = 18$  mm –  $v_c = 120$  m/min  
Werkzeug: HM-Bohrer –  $d = 6.8$  mm – Schenker GmbH –  $\alpha = 2^\circ$  –  $f = 0.15$  mm/U – MMS  
Gemessen von GFE, Schmalkalden, Deutschland

**Bild 7:** BorAT<sup>®</sup> – AlTiN/BN:  
Verschleißverhalten beim Bohren.

eindeutig ein niedrigeres Drehmoment [1] und dadurch erreicht eine höhere Standzeit als die mit dem Ionitron-Verfahren erzeugte TiCN (Bild 4).

- Durch die gute Vermeidung von Aufbauschneiden ist TiB<sub>2</sub> die klassische Schicht zur Aluminium-Zerspanung.

Was ist das Ziel der LASC<sup>®</sup> -Option mit der simultanen Kombination vom ACRen und Sputtern? Natürlich die gleichzeitige Ausnutzung ihrer Vorteile:

- ARcen: exzellente Schichthafung, -dichte, -härte, -struktur und
- Sputtern: wenig Droplets.
- Mit der Verwendung der SCiL<sup>®</sup>-Kathode aus B<sub>4</sub>C-Ringen konnte die Eigenspannung der Schicht reduziert werden, wodurch die neue BorAC<sup>®</sup> (AlCrN/BN)-Schicht beim Fräsen (Bild 5) und Abwälzfräsen hervorragend funktioniert. Diese Schicht baut sich auch nach dem Triple-Prinzip mit Nanolayer-Struktur auf [1], die durch die rotierenden Kathoden ermöglicht wird (Bild 6). Die Programmierbarkeit von dem Bor-Gehalt ist die aufregendste Information in diesem Bild. Man kann den optimalen Anteil des Bors für die speziellen Anwendungen

ohne den Kauf von verschiedenen und teuren Targets und Kathoden finden.

- Ohne Änderung der Kathodenkonfiguration kann auch die Schicht BorAT<sup>®</sup> (AlTiN/BN) hergestellt werden. Dank der hohen Schichtdicke ist die Schicht hervorragend fürs Bohren (Bild 7).

Im nächsten Schritt wurden die klassischen Schichten, AlTiN und AlCrN in Kombination der beiden Verfahren erstellt. Als nächster LASC<sup>®</sup>-Vorteil konnte der Al-Gehalt von AlTiN-LACS und AlTiN-LACS erhöht werden.

## Ausblick

Extrem wichtig ist es, dass die Stöchiometrie der Schichten, sowie die prozentualen Anteile der einzelnen Materialkomponenten (z.B. vom Bor) durch diese Maschinenkonfiguration und durch die LACS<sup>®</sup>-Technologie frei programmierbar sind. Dadurch ist die ~~PLATIT~~ nicht nur die ideale Maschine für klein- und mittelständische Unternehmen, sondern sie bietet sich als ein hervorragendes, flexibles Werkzeug zur Schichtentwicklung für größere Firmen an. (16317-333)

## Referenzen

- [1] Kompendium – 58. Ausgabe, PLATIT, Selzach, 2017.
- [2] Cselle, T., Lümekemann, A.: Turbos fürs Flaggschiff Werkzeug-Technik, No.156, Sept/2016.
- [3] Jilek, M. sen.: The cylindrical cathode for deposition of layers by PVD method Patent application, PV 2015-837, 27.11.2015, Prag, 2015.
- [4] Jilek, M. sen.: Method of deposition of boron based wear resistant layers Patent application, PV 2016-61, 5.2.2017, Prag, 2016.
- [5] Jilek, M. jun., Zindulka, O. u.a.: High-Rate Deposition by Central Cylindrical Magnetron Sputtering, ICMCTF, San Diego, 5/2014.
- [6] Beutner, M., Lümekemann, A., u.a.: Stress optimized hard nitride coatings for high-performance gear hobbing, ICMCTF, BP-42, San Diego, 4/2017.
- [7] Cselle, T., Lümekemann, A. Jilek, M. sen&jun: Mein Werkzeug, meine Schicht Werkstatt und Betrieb, Hanser Verlag, 11/2016.
- [8] Morstein, M, u.a.: Nanolayered Coatings for Advanced Fine Blanking Applications ICMCTF, G3-2, San Diego, 4/2017.
- [9] Habermeier, J., u.a.: Herausforderungen bei der mechanischen Bearbeitung von Turbinengehäusen in der Großserie, Hanser Verlag, Nürtingen, Marz/2014.



# NEUE Beschichtungsanlage $\pi$ 4TT PLUS

## Modular und flexibel im Aufbau und in den Anwendungen

$\pi$ 4TTURBO



Hohe Produktivität durch CERC Booster



Option für oxydische Schichten (nACoX<sup>®</sup>) mit hoher chemischen und thermaler Isolierung

**SCiL<sup>®</sup>**

Hochleistungs-sputtering für glatte Oberflächen



**HYBRID LACS<sup>®</sup>**

Hybrid Option durch simultanes ARcen und Sputtern



### Hardware Optionen

Option mit PECVD-Technologie für Schmierschichten



$\pi$ 4TT eco  
Die Basismaschine als leichter Einstieg



AlCrN: Nanosphere<sup>®</sup> fürs Abwälzfräsen  
AlCrN-LACS<sup>®</sup>



BorAC<sup>®</sup> = AlCrN/BN fürs Fräsen mit niedriger Eigenspannung



FeinAl zum Feinstanzen



TiB<sub>2</sub> für Maschinenelemente und Aluminiumzerspanung



### Schichten & Anwendungen

nACo<sup>®</sup> zum Bohren und Drehen  
BorAT<sup>®</sup> = AlTiN/BN



TiXCo<sup>®</sup> fürs Hartzerspannung und Papierverarbeitung

nACRo<sup>®</sup> zum Extrudieren und Spritzgießen



CROMVlc<sup>®</sup> (DLC) fürs Medizin- und Mikrowerkzeuge



ALL<sup>4</sup><sup>®</sup> (+Tribol) fürs Umformen



fürs Umformen