

K. Weinert (Hrsg.)

Spanende Fertigung

Prozesse
Innovationen
Werkstoffe

4. Ausgabe

VULKAN



Beschichtungen für mittelständische Zerspaner Quo Vadis 2005

T. Cselle¹

Einleitung

- "Den Schneidstoff und die Geometrie beherrschen alle führenden Werkzeughersteller. Die grössten Anteile am High-Tech-Markt werden diejenigen haben, die die besten Beschichtungstechnologien verwenden" [6].
- Die Werkzeuge der verschiedenen Hersteller bringen mehr oder weniger die gleiche Leistung. Die Beschichtung ist einer der wichtigsten Einflussfaktoren und sie macht den Unterschied aus [3].
- Jede dritte Patentanmeldung, die sich mit Zerspanungswerkzeugen beschäftigt, stellt einen Hauptanspruch bezüglich Beschichtungen auf (**Bild 1** [2]).

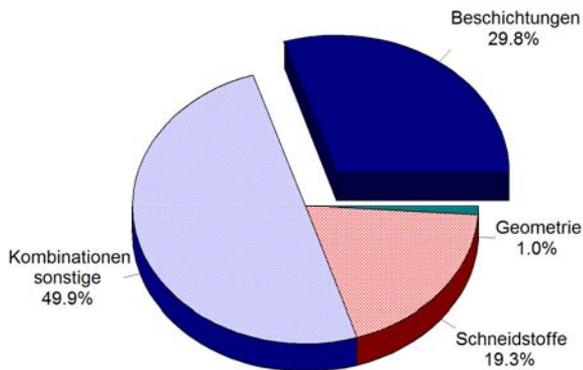


Bild 1: Verteilung der Hauptansprüche in Patentanmeldungen für Werkzeuge

Diese Zitate zeigen eindeutig: die Beschichtung ist eine der wichtigsten (sogar momentan vielleicht die wichtigste) Antriebskräfte der Zerspanungstechnik.

Der folgende Beitrag möchte nicht im Sinne der gängigen Reviews den Stand der heutigen Beschichtungstechnik darstellen. Vielmehr werden hier Informationen zu den aktuellsten Fragen, Problemen und Neuigkeiten der Beschichtungspraxis kurz und bündig nach den wichtigsten Gesichtspunkten (offenen Fragen) der mittelständischen Unternehmen zusammengefasst.

¹ Dr. Tibor Cselle, CEO, PLATIT AG, Grenchen, Schweiz

1. Wie kann die Grenze der AlTiN-Schichten durchbrochen werden?

In den letzten Jahren gewannen die (Ti,Al)N-basierten Schichten immer mehr Marktanteile. Sie liegen heute schon über 35%. Der Zuwachs ist bei den Hartmetallwerkzeugen logischerweise höher als bei den HSS-Werkzeugen, da die hohe Warmfestigkeit bei hohen Schnittparametern und bei der Trockenbearbeitung eine wesentlich wichtigere Rolle spielt [10].

Im Jahre 2000 erweckte eine Publikation aus Japan [8] den Verdacht, dass die (Ti, Al)N-Schichten durch Veralterung sogar ohne äussere Einwirkung bei Raumtemperatur an Härte und Verschleissfestigkeit verlieren würden. Die Behauptung wurde nicht eindeutig bestätigt, aber die Zweifel sind noch nicht vollständig ausgeräumt.

Fakt ist aber, dass die physikalischen Eigenschaften der AlTiN-Schichten bei der übermässigen Erhöhung des Aluminiumanteiles (ca. über 70%) plötzlich einbrechen (**Bild 2**).

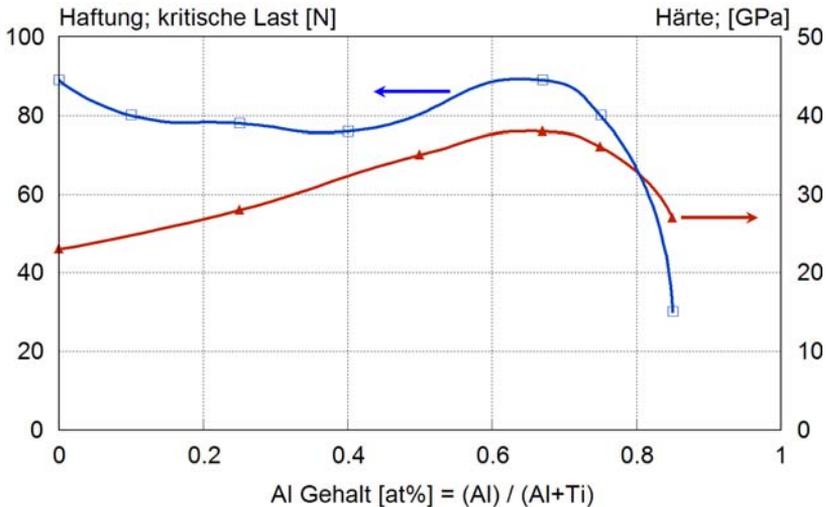


Bild 2: Veränderung der Haftung und Härte von (TiAl)N-Schichten in Abhängigkeit des metallischen Al-Anteiles

Diese physikalische Grenze kann durch

- **Ti-arme (-freie)** Schichten, d.h. Zugabe von noch warmfesteren Legierungselementen, wie Chrom, Yttrium oder Silizium, die dann z.B. AlCrN, TiAlYN oder TiAlSiN-Schichten bilden, oder durch
- **Nanocomposite**-Strukturen z.B. (TiN)/(Si₃N₄), (TiAlN)/(Si₃N₄), (AlCrN)/(Si₃N₄) durchbrochen werden.

2. Werden die heute gängigen TiAlN-Schichten durch Ti-arme (-freie) Schichten abgelöst?

Wenn man in einer TiAlN-Schicht den Aluminium-Anteil und damit die Warmfestigkeit nicht mehr erhöhen kann, sollte man statt Titan ein anderes Metall mit höherer Oxidationsbeständigkeit (z.B. Cr) nehmen. So entstehen die AlCrN-Schichten ([1], [5]). Sie weisen selbstverständlich sowohl Vorteile als auch Nachteile auf:

Vorteile: - Chrom hat eine höhere Wärmebeständigkeit als Titan,
- mit Chrom erzielt man eine noch bessere Haftung als Titan und
- mit Chrom sind höhere Schichtdicken möglich als mit Titan

Nachteile: - Bei gleichem Al-Anteil ist die AlCrN-Schicht weicher als die AlTiN,
- die Cr-Targets sind viel teurer (bis zu 8-mal) als Ti-Targets und
- Chrom-Schichten sind vom Hartmetall sehr schwierig entschichtbar.

Die echt neue Alternative zum Durchbruch der physikalischen Grenze der AlTiN-Schichten bilden die Nanocomposite-Schichten, die eine noch höhere Warmfestigkeit als die CrAlN-Schichten aufweisen und wesentlich wirtschaftlicher produziert werden können.

3. Was sind die Nanocomposite-Schichten?

Durch gleichzeitiges Abscheiden von sehr unterschiedlichen Materialien werden die Komponenten (z.B. Ti, Cr, Al in der einen Gruppe, sowie Si auf der anderen Seite) nicht vollständig gemischt und es entstehen 2 Phasen. Die nanokristallinen TiAlN- oder AlCrN-Körner werden in die amorphe Si_3N_4 -Matrix eingebettet, was bei der Struktur mit höheren Si-Anteilen am besten zu erkennen ist (**Bild 3** [5], [11]).

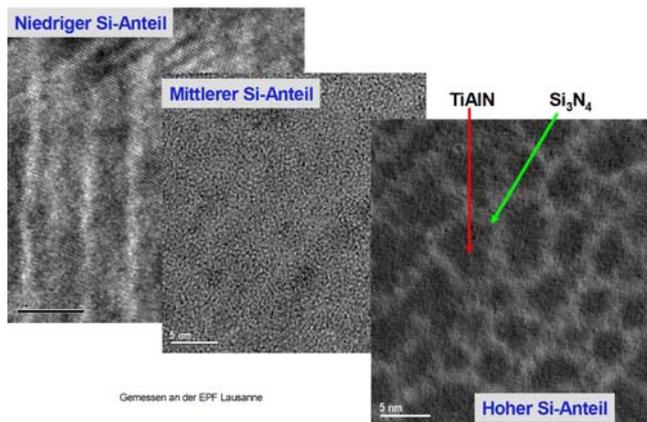


Bild 3: Vergleich der Nanocomposite-Strukturen in Abhängigkeit des Si-Anteiles

Die mit Hilfe der Nanocomposite-Struktur ermöglichte Härteerhöhung kann man am anschaulichsten am Beispiel des Strandsandes [7] verstehen (**Bild 4**). Im trockenen Sand sinkt der Fuss ein. In feuchtem Sand sind die Zwischenräume zwischen den Sandkörnern mit Wasser gefüllt, der Fuss sinkt weniger oder gar nicht ein. Die Oberfläche bietet mehr Widerstand, also ist sie härter.

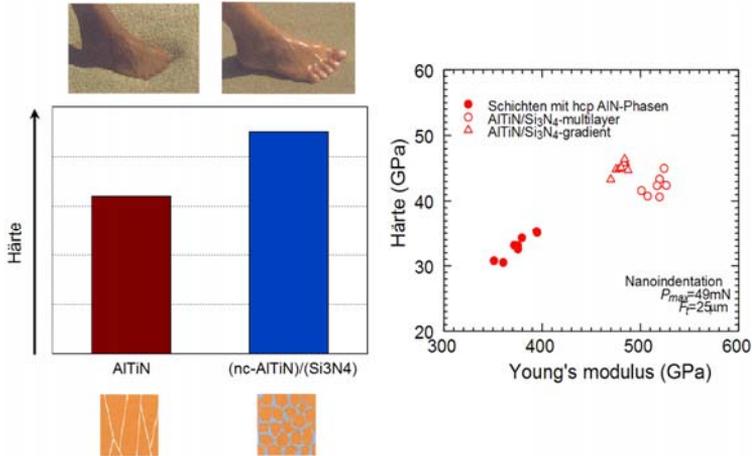


Bild 4: Erhöhung der Härte durch Nanocomposite-Struktur

Neben der höheren Härte weisen die Nanocomposite-Schichten ihren wichtigsten Vorteil in der enormen Verbesserung der Warmfestigkeit auf. Die spinodale Zerlegung und der damit verbundene Härteverlust treten tendenziell wesentlich später, als bei den Nicht-Nanocomposites auf (Bild 5 [9]).

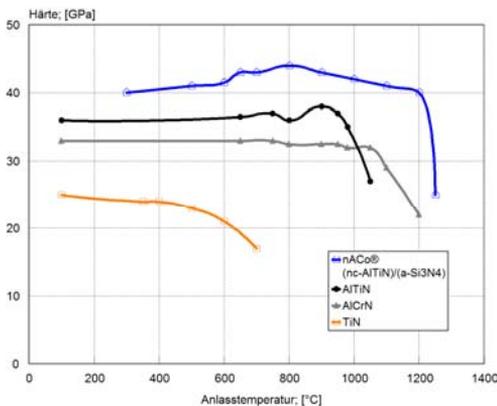


Bild 5: Stabile Nanocomposite-Struktur verschiebt spinodale Zerlegung zu höheren Temperaturen

Um ca. 200 – 300 °C später als bei den AlTiN-Schichten und um ca. 100°C später als bei AlCrN. Es wird sogar vermutet, dass dieser Härteverlust bei 1200° durch die Kobalt-Diffusion des Hartmetalls und nicht durch die Nanocomposite-Schicht hervorgerufen wird.

Dank der hohen Härte, der enormen Wärmebeständigkeit und der durch den "Binder" Silizium gegebenen hohen Zähigkeit ist es möglich, dass die Schichten mit der Nanocomposite-Struktur nicht nur gegen die konventionellen PVD-Schichten (**Bild 6**) sondern auch gegen dicke CVD-Schichten mit Erfolg bestehen können (**Bild 7**).

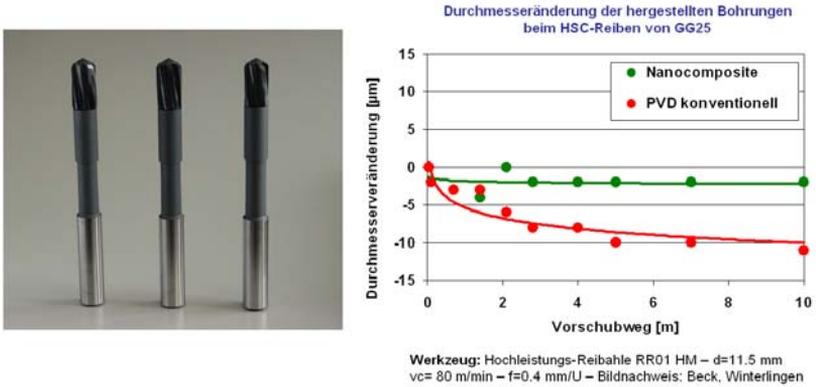
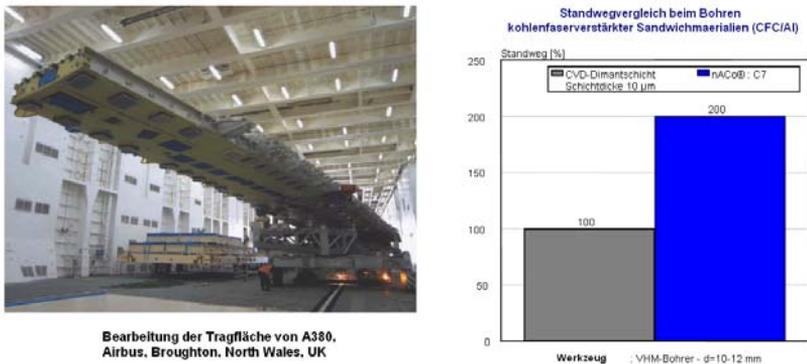


Bild 6: Nanocomposite im Vergleich zu konventionellen PVD-Schichten



Bearbeitung der Tragfläche von A380, Airbus, Broughton, North Wales, UK

Weitere Vorteile gegenüber CVD-Diamantschichten: - keine HM-Begrenzung
- Nachschleifbarkeit (5x)
- niedrigere Kosten/Bohrung (um 83%)

Bild 7: Nanocomposite im Vergleich zu CVD-Diamantschichten (Quelle: Unimerco, UK)

4. Wie können die Nanocomposites industriell und wirtschaftlich abgeschieden werden?

Um die teuren legierten Targets (TiAl, AlCr) zu vermeiden und die Segregation (siehe unten) zu ermöglichen, müssen die wesentlich kostengünstigeren "puren" Kathoden (Ti, Cr, Al, AlSi) nebeneinander einbaubar sein [5], [11].

Ein hoch ionisiertes Plasma mit hoch intensivem Magnetfeld muss aufgebaut werden. Dies setzt einen sehr schnell bewegten ARC-Spot voraus. Diese Forderungen werden von dem LARC®- und CERC®-Verfahren erfüllt (**Bild 8** [5], [11]).

- LARC®: Lateral Rotating Cathodes = seitlich rotierende Kathoden,
- CERC®: CEntral Rotating Cathodes = central rotierende Kathoden.

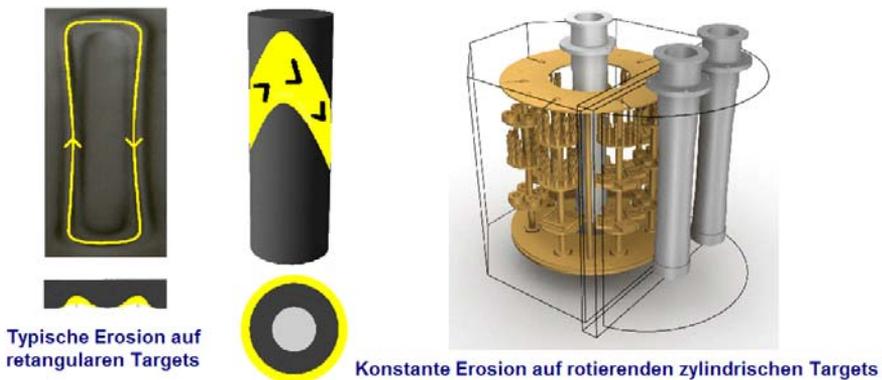


Bild 8: Vergleich der ARC-Führung und Erosion bei planaren und rotierenden, zylindrischen Targets

Die wassergekühlten Kathoden drehen sich. Das Magnetfeld wird durch Permanentmagnete und Spulen erzeugt und vertikal sowie radial gesteuert bzw. bewegt. Durch die schnelle Relativbewegung können sogar niederschmelzende Targetmaterialien (z.B. pures Al oder AlSi) anstatt der teuren Legierungen (z.B. Al25%/Ti75%, Al67%/Ti33%, Cr33%/Al67% usw.) verwendet werden. Nach dem Abscheiden aus dem Target müssen Al und Si getrennt werden (Segregation). Das Silizium geht nicht in die metallische Phase ein, sondern die nanokristallinen Körner (z.B. TiAlN oder AlCrN) werden in die amorphe Matrix (z.B. Si3N4) eingebettet. Der schnelle ARC-Spot erlaubt ein höchst intensives Magnetfeld, ohne die Targets durchzubrennen, wofür die Gefahr bei planaren Targets gross ist.

Die nutzbare Länge der Targets ist π -mal breiter als bei der planaren Ausführung.

Durch die Drehung ist im Gegensatz der planaren Targets, die ganze Fläche der zylindrischen Targets zur Abscheidung ausnutzbar.

5. Welche Doping-Anteile sind optimal für die Nanocomposites?

Die (TiAlN)/(Si₃N₄)-Nanocomposite-Schicht erreicht z.B. beim Hartfräsen schon mit 6% Silizium eindeutig bessere Ergebnisse als die konventionellen AlTiN-Schichten. Die Erhöhung auf 10% verdoppelt die Standzeit (**Bild 9** [5], [11]).

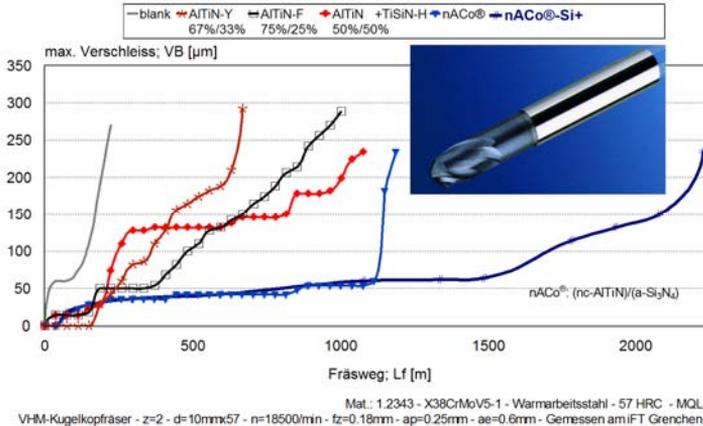


Bild 9: Silizium-Anteil beeinflusst massgeblich die Standzeit von Nanocomposites

Das andere, heute so wichtige Doping-Material ist - wie vorhin erwähnt - das Chrom. Die marktüblichen Schichten enthalten ca. 40% Chrom und verursachen damit die Nachteile, die im Punkt 2 aufgelistet wurden. Die Nanocomposite-Struktur mit Si₃N₄ weist der Kamel-Kurve folgend bei ca. 3-5% Chrom die gleiche Härte und eine bessere Oxidationsbeständigkeit wie die AlCrN-Schichten bei 40% Chrom (**Bild 10**).

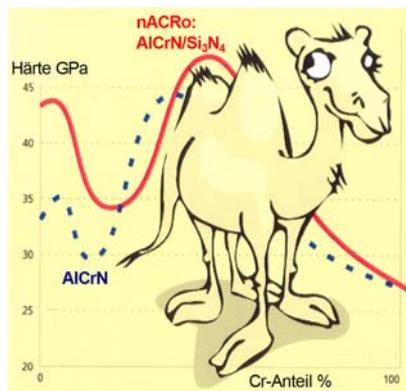


Bild 10: Die “Kamel-Kurve“: Nanocomposite-Struktur mit Siliziumnitrid eliminiert Nachteile der konventionellen AlCrN-Schicht

Die Entschichtbarkeit ist bei Abwälzfräsen besonders wichtig. So sprechen nicht nur die höhere Standzeit und die wirtschaftlichere Produktion für die Nanocomposite-Struktur. Sie enthält weniger Chrom und dadurch ist sie bei gleicher Härte einfacher entschichtbar (**Bild 11**).

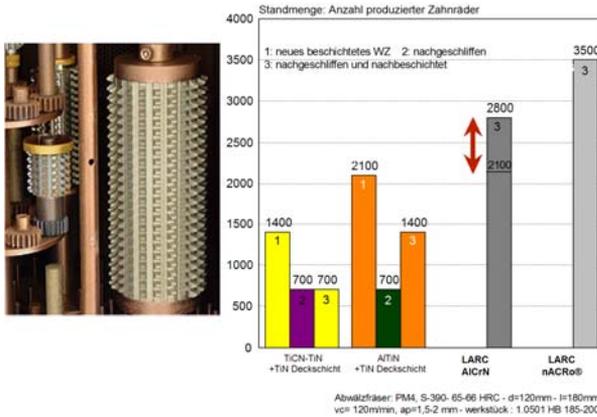


Bild 11: Standwegvergleich beim Abwälzfräsen

6. Sputtern oder (L)ARCen?

Da die Zerspanungs- und Umformwerkzeuge fast ausschliesslich aus leitenden Materialien gefertigt werden, spricht der Vergleich der Sputter- bzw. ARC-Verfahren eindeutig für die (L)ARC-Technologie (**Bild 12**).

Kriterium / Merkmale	Sputtern	ARC	LARC®
Produktivität	niedrig	hoch	hoch
Abscheiderate bei 3fach-Drehung		typ.: bis 3 µm/h	mit Zentralkathode bis 5 µm/h
Beschichtbare Materialien	alle ionisierbare	alle elektrisch leitende	alle elektrisch leitende
Niedrigtemperatur Prozesse	möglich	bedingt möglich	bedingt möglich
Plasmadichte	niedrig	hoch	noch höher
Steuerbarkeit Ionenenergie			
Notwendige Leistungselektronik	teuer, da gepulst notwendig	kostengünstig, da DC möglich	kostengünstig, da DC möglich
Notwendige Oberflächenreinheit vor Beschichten	Lohnbeschichter mikrostrahlen alle Substrate	normale Anforderungen	normale Anforderungen
Haftung	ohne Mikrostrahlen kritisch	gut	sehr gut durch Virtual Shutter
Mögliche Schichten	alle, TiCN kritisch	alle	alle, Nanocomposite industriell
Schichtoberflächen	dropletfrei möglich	Droplets, Ra=0.15-0.3	Dropletreduzierung, Ra=0.03-0.15
* Haupttechnologie für Anlagenhersteller	4	11	1
* Nebentechnologie	5	1	

* : Wie viele der 15 führenden PVD Anlagenhersteller wenden die Technologie für funktionelle Beschichtung an?

Bild 12: Vergleich wichtiger Merkmale von PVD-Beschichtungstechnologien

7. Welche ist die richtige Anlagengrösse?

Weil in Lohnbeschichtung "massgeschneiderte Beschichtungen ausschliesslich für Grosskunden hergestellt werden" [1], muss die moderne Beschichtungsanlage genügend klein gestaltet werden, um auch für KMUs finanzierbar zu sein [11]. Es ist aber nicht das einzige (wenn auch das wichtigste) Argument für die Kleinanlagen:

- Die neuen Schichten lösen TiAlN & Co nicht sofort - auf einen Schlag - ab. Der Bedarf an nanostrukturierten Schichten wird in den nächsten Jahren kontinuierlich steigen, was dann die Auslastung von mehreren kleineren Anlagen ermöglicht, in die man auch Schritt für Schritt investieren kann.
- In den kleineren Anlagen muss man total verschiedene Teile nicht unbedingt zusammen beschichten. Kleinere Chargen sind auch wirtschaftlich durchführbar.
- Kleine Anlagen sind auf keinen Fall weniger produktiv als eine grosse (**Bild 13**). Sie sind ausserdem viel flexibler und ermöglichen eine bessere Lieferfähigkeit.

	1000 I - ARC	800 I - Sputter	300 I - CERC - LARC
W : Anzahl Werkzeuge in einer Charge	1000.00	750.00	400.00
T : Chargenzeit	6.00	9.00	3.00
N: Anzahl Chargen an einem Tag	3.00	2.00	7.00
SF : Schichtfaktor	1.30	1.40	1.61

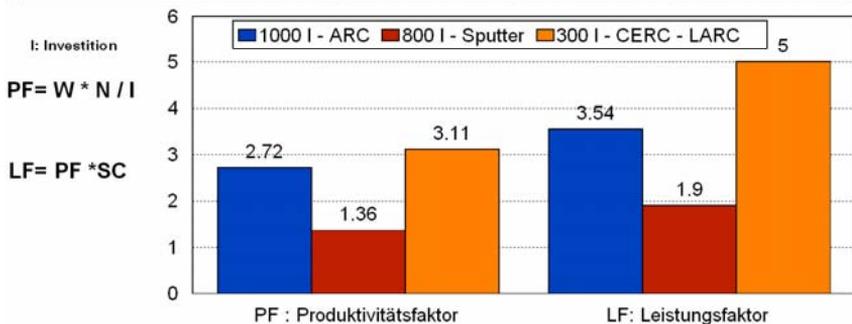


Bild 13: Vergleich der Produktivität und Leistungsfähigkeit von grossen und kompakten Anlagen mit verschiedenen Beschichtungstechnologien

Der Produktivitätsfaktor gibt die Anzahl der Werkzeuge pro Tag pro investierten € an. Der Leistungsfaktor berücksichtigt neben der Produktivität auch die Anzahl der am Tag abscheidbaren verschiedenen Schichten, sowie ihre Leistungsfähigkeit.

8. Modularer Auf- und Ausbau, aber wie?

Der modulare Ausbau in die Breite (nicht in die Höhe) ist der richtige Weg, weil man dadurch die Kathoden austauschbar verwenden kann (**Bild 14** [11]).

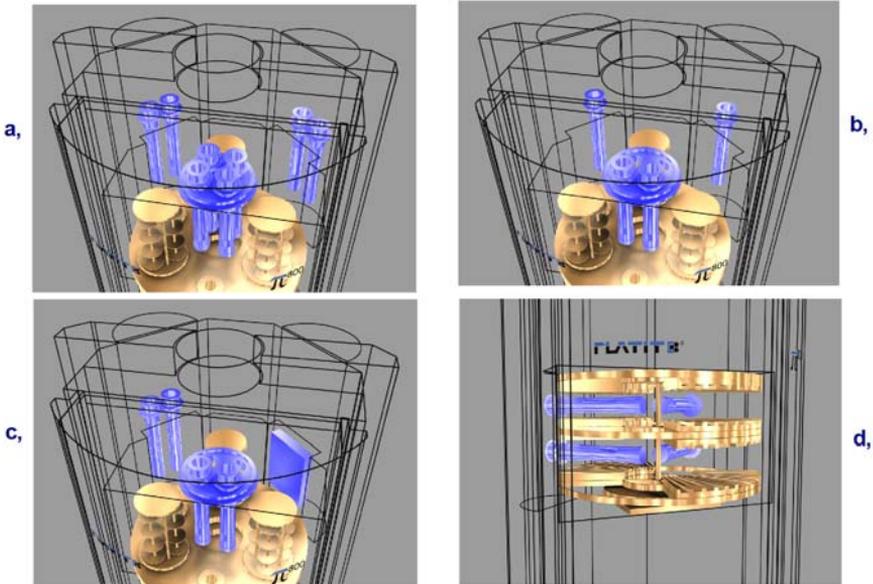


Bild 14: Modular angepasste Beschichtung (MoDeC[®]: Modular Dedicated Coating)

- Zentrale Kathoden erhöhen die Abscheiderate um den Faktor 3, um eine extrem produktive Beschichtung von grösseren Mengen zu ermöglichen.
- Die Einzelkathoden an der Seite können spezielle Aufgaben, wie z.B. die Abscheidung einer Haftschrift oder einer DLC-Topschicht, übernehmen. Das zentrale Kathodenpaar stellt dabei die Nanocomposite her.
- In dieser Konfiguration ist sogar die Mitverwendung von Planarkathoden denkbar, um einfachere Schichten herzustellen.
- Die horizontale Einsatzfähigkeit demonstriert die hohe Flexibilität der rotations-symmetrischen Kathoden. Durch diese Anordnung kann eine konstante Schichtdicke für flache, liegende Teile, wie Sägebänder oder Umformwerkzeuge, erreicht werden.

9. In-house Beschichtung oder immer noch Lohnbeschichtung?

Da die Beschichtung von vielen Maschinenbauern als Alchemie betrachtet wird, schicken viele ihre Teile zum Lohnbeschichten. Wie aber die zahlreichen Beispiele zeigen, ist die Integration der Beschichtung in die Produktion die zukunftssträchtigere Lösung. Da werden sowohl die Werkzeuge (**Bild 15**), als auch die mit den Werkzeugen hergestellten eigenen Produkte (**Bild 16**) beschichtet. Selbstverständlich mit unterschiedlichen, den Anforderungen entsprechenden Schichten.

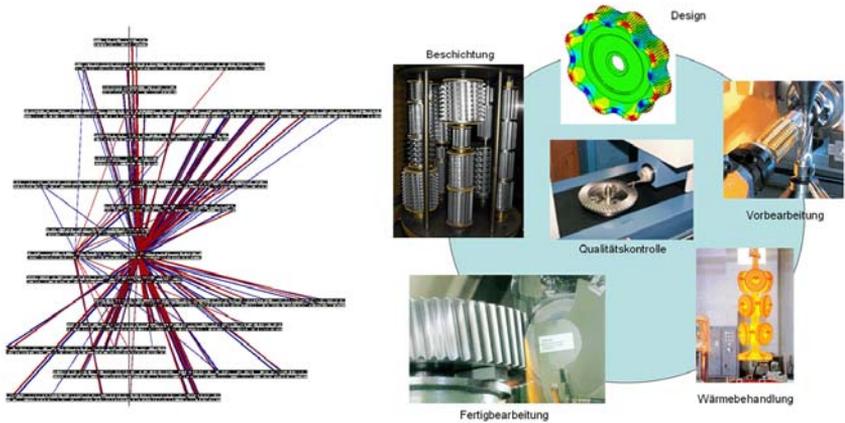


Bild 15: Lohnbeschichtung mit aufwendiger Logistik versus In-House Beschichtung

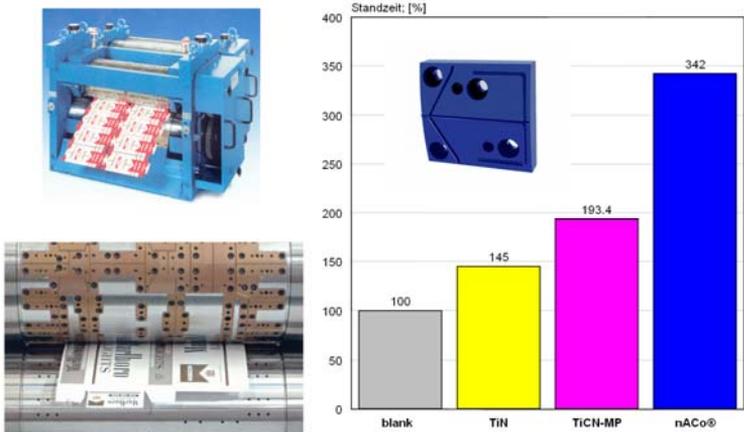
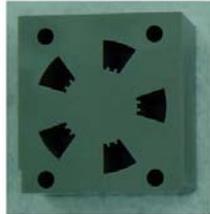
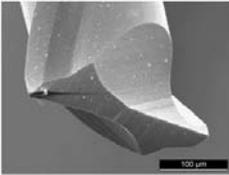


Bild 16: Schliessung der Fertigungskette mit eigener Beschichtung im Maschinenbau
Verwendung der In-House-Beschichtung zur Optimierung der angewendeten Schicht zum Falten und Stanzen in Kartonverpackungsmaschinen (Madern, Vlaardingen, NL)

Wo liegen die wichtigsten Vorteile der In-House Beschichtungen?

- Die KMU's legen traditionell höchsten Wert auf Eigenständigkeit, möglichs-te Fertigungstiefe und hohe Qualität mit speziellen Firmenmerkmalen. Die *Schlies-sung der Fertigungskette* mit der eigenen Beschichtung liegt dabei auf der Hand.
- Die Erfahrungen zeigen, dass die *Personalkosten* der In-House-Beschichtung *niedriger* sind als die, die für die Lohnbeschichtungs-Logistik notwendig waren.
- Bei bester Logistik und Express-Service kann der Lohnbeschichter die dringends-ten Teile innerhalb von Stunden nicht beschichten. Die typische Lieferzeit von einer Woche (Lohnbeschichten für KMU's) kann auf die typische *Fertigungszeit von 24 h* (In-House-Beschichten) reduziert werden.
- Damit reduziert sich die Gesamtanzahl der notwendigen Werkzeuge in der eigen-ten oder in der Fertigung des Kunden des KMU's. Sie muss wegen des Lohnbe-schichtens 2 bis 3-mal höher als der Wochenbedarf sein. Die In-House-Beschichtung kann somit die *Lagerhaltungskosten* massgeblich *senken*.
- Die meisten *Beschädigungen* am Werkzeug treten beim Ein- und Auspacken und beim Transport auf. Beim In-House Beschichten *entfallen* diese Tätigkeiten.
- Für nachgeschliffene Werkzeuge kann die *optimale Fertigungsfolge* eingehalten werden: Entschichten – Nachschleifen – Nachbeschichten. Dadurch wird die Ge-fahr des Kobalt-Leachings durch Entschichten eliminiert. Beim Lohnbeschichten werden üblicherweise die schon nachgeschliffenen Werkzeuge zum Entschichten und Nachbeschichten gebracht.
- Durch den immer schärferen Wettbewerb der grossen Lohnbeschichter sinken nicht nur die Preise, sondern auch die Bereitschaft die kleineren Kunden beim Abholservice anzufahren. Durch die *Erhebung von Mindestmengen* werden die kleineren Kunden eindeutig benachteiligt und ihre Lieferzeit nochmals verlängert.
- In der eigenen Beschichtungswerkstatt werden die Werkzeuge der KMU's nicht mit fremden Teilen zusammen und nicht nur mit Standardschichten versehen. Die Werkzeuge können flexibel, ihrer *Anwendung entsprechend* verschiedene *Standard- und Sonderschichten* bekommen. Die typischen Anwender dafür sind die Spritzgiesser. Sie können unterschiedliche Beschichtungen zur Hartbearbeiten der Gesenke und zum Spritzgiessen mit den Gesenken flexibel auswählen bzw. optimieren. Besonders empfindlich sind dabei die Mikrowerkzeuge und die mit den Mikrowerkzeugen hergestellten Mikroteile, die mit Sicherheit *in getrennten speziellen Chargen* beschichtet werden müssen (**Bild 17**).
- Wegen der Nachteile lassen KMU's öfters nur die Teile im Lohn beschichten, welche sie aus technischen und/oder kundenspezifischen Gründen müssen. Dabei verdienen sie kaum Geld. Die In-House-Beschichtung generiert Eigengewinn, sowie automatisch neue, zu beschichtende Teile und damit *Plusumsatz*.

Mikrofräsen mit nACRo®



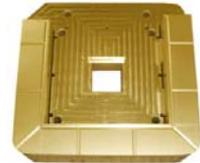
Mikrostanzen mit GRADVIC®
(TiAlCN+DLC)

Kompakte und flexible
Beschichtungsanlage



mit rotierenden
LARC®-Kathoden

CD-Stempel mit Spiegel-CrN



Spritzgießen mit SuperTiN

Bild 17: Flexible Herstellung optimaler Schichten für verschiedene, sensitive Teile in kleineren Mengen durch In-House Beschichtung

Zusammenfassung, oder wo liegen die Wachstumsmärkte für europäische Beschichter?

Asien, in erster Linie China, ist heute der sog. boomende Markt. Wenn ein chinesischer Unternehmer in Beschichtung investieren will, möchte er sich absichern und den Know-How-Träger (d.h. den Anlagenhersteller) als zahlenden Partner ins Boot holen. Die Erfahrung zeigt aber, dass noch kein europäisches Unternehmen, das ein Joint-Venture in China gegründet hat, damit so richtig glücklich ist.

"Die amerikanische Wirtschaft hat die grössten Strukturschwächen ihrer Nachkriegs-Geschichte akkumuliert. Sie werden nicht verstanden oder konsequent ignoriert. Das Produktionswachstum wird durch statistische Manipulation schöngerechnet. Das Aussenhandelsdefizit wird ganz unabhängig vom Dollarkurs wenig Besserung zeigen, da die US-Industrie keine konkurrenzfähigen Waren zu bieten hat [4]". Es gilt natürlich nicht für bio- und gentechnische Produkte, sowie für Computersysteme, aber sehr wohl für Beschichtungsanlagen. Genau das ist die Chance europäischer Hersteller von Beschichtungsanlagen.

Im "neuen" Europa fassen heute die ersten Beschichtungszentren Fuss. Der Mittelstand wird in kurzer Zeit stark genug sein, in kleine Beschichtungsanlagen zu investieren.

Im "alten" Europa ist ein enorm dichtes Lohnbeschichtungsnetz vorhanden. Es kämpft verbittert mit verbessertem Service und prompten Preisnachlässen gegen

jeglichen Versuch kleine Beschichtungsanlagen bei KMUs zu installieren. Dieser immer schwerer werdende Kampf ergibt aber ständig neue Innovationen, die in erster Linie der europäischen Werkzeugindustrie zu Gute kommen. Diese Innovationsfreundlichkeit (oder Zwang?) der grossen, aber vor allem der kleinen und mittleren Werkzeughersteller generiert den interessantesten Markt für die Beschichter.

Referenzen

- [1] Damm, H. (Editor): Werkzeug-Doping; eine Umfrage unter führenden Beschichtern Werkstatt und Betrieb, Hanser Verlag, München, 3/2004, p.10-19
- [2] esp@cenet, Datenbank des Europäischen Patentamts, München, 10/2004
- [3] Kempendorf, N.: Unveröffentlichtes Fachgespräch, Daimler-Chrysler, Kassel, Nov/2004
- [4] Malik, F.: Trendänderung immanent, M.o.M. Letter, St.Gallen, 3/2004
- [5] Morstein, M., a.o.: Neue LARC[®]-Beschichtungen für Anwendungen vom Standard bis zur Hartbearbeitung, SWISSMEM-Zerspanungsseminar, Winthertur, Jan/2005
- [6] Müller, M.: Hochleistungszerspanung mit HM-Werkzeugen durch abgestimmte Geometrie, Schneidstoffe und Beschichtungen, Werkzeugtagung, Schmalkalden, Nov/2004
- [7] Patscheider, J.: Nanocomposite hard coatings, MRS Bulletin 28/3, 180 (2003)
- [8] Suzuki, T., a.o.: Microstructure and secular instability of the (Ti_{1-x}Al_x) N-films Journal of Materials Science 35 (2000) 4193-4199
- [9] Veprek, S. a.o.: Avoiding the high-temperature decomposition and softening of (AlTi)N coatings, Materials Science and Engineering A 366 (2004) 202-205
- [10] Weinert, K.: Dry Machining and Minimum Quantity Lubrication, CIRP, Aachen/2004
- [11] Cselle, T.: Driving forces of today's manufacturing technology Industrial Tooling, Southampton, Sept/2003
- [12] Cselle, T.: Application of Coatings for Tooling VIP Vacuum's Best, Wiley-Verlag, Weinheim, 2005

Werkzeug Technik

Technologie - System - Logistik

Technical magazine for cutting tools and measurement in the manufacturing

ISSN Nr. 0997 - 6981

www.werkzeug-technik.com

25 August 2015

Nr. 148

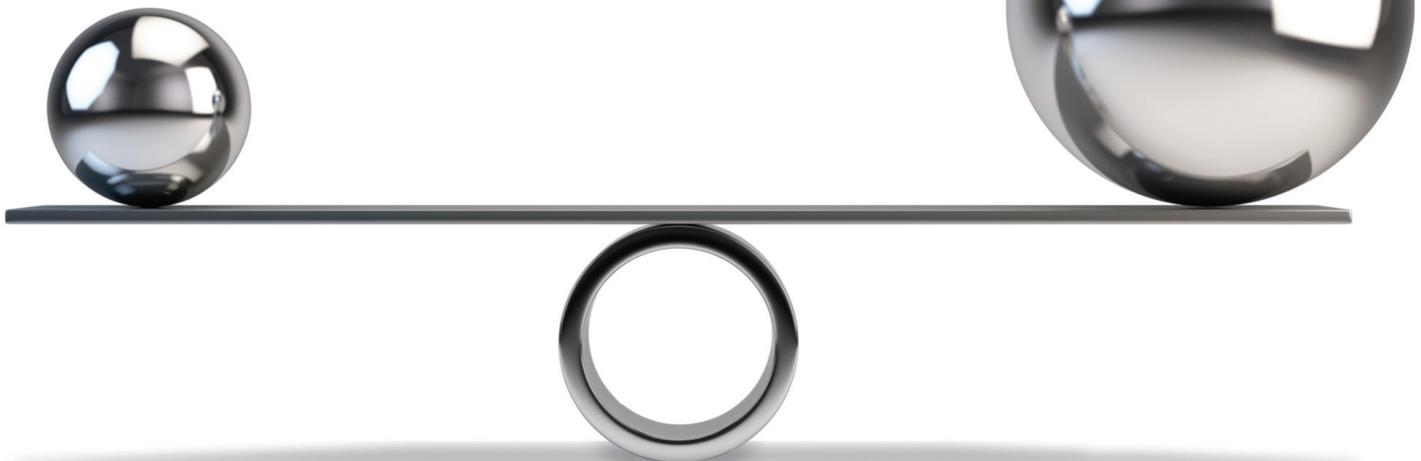
PREPRINT
FLATITE®

At which job coating costs can a SME think about investing into a coating system?

User

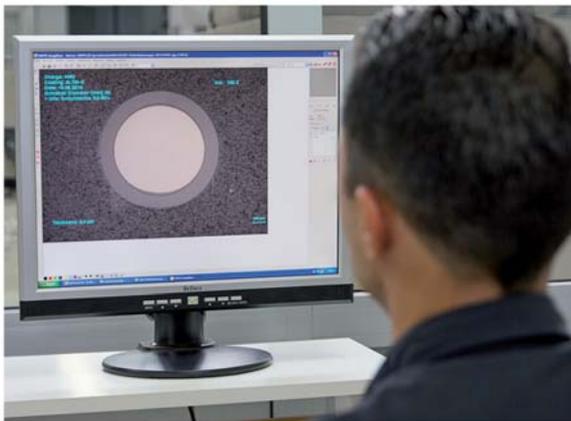
Job coating

150'000 €



When can a SME think about investing into a coating system?

T. Cselle, CEO, PLATIT AG, Selzach, Switzerland
 P. Hillenbrand, CEO, PLATIT Shanghai, China
 A. Ricciotti, PLATIT Representative, Stuttgart, Germany
 B. Torp, CEO, PLATIT Inc. Libertyville, IL, USA



In House Coating

ZWT Zisterer offers shortest delivery time with the help of the In House Coating. This includes the continuous quality control of the layer thicknesses. Available types of coatings : TIN, TICN, TIALN, NACO and ALCRO-NANO. ZWT supports its customers with application recommendations and also provides dedicated coatings for testing.



Fig. 1: SME provides with the in-house coating particularly short delivery times and consistent quality. Source: Zisterer, ZWT, Spaichingen. Germany.

The coating is one of the most important factors they determine the performance of the cutting tools. Whether its influence is more or less than 50%, we prefer to leave it open But the fact is that more and more SMEs decide for an in house coating worldwide. The main reasons for this lie in the technical and operational level: Complete production, fast delivery, better quality, own layers with brand names, and simpler logistics, to mention only the most important ones [1].

These varied reasons are enough for a great deal of companies to decide upon in-house coating. Even small businesses (fewer than 20 employees) opt more and more for in-house coating and thus provide constant quality in extremely short delivery times (Fig. 1).

The specific tool geometry, the dedicated layer and the production process can be developed collectively, which gives rise to an optimal and thoroughly distinct product [2].

The costs, the benefit, and the efficiency of coating at large coating companies are known to be excellent. But what is it like at smaller businesses? Or in other words: at what job coating costs should small or medium-sized enterprises (SME) invest in a separate coating system? This question will be answered below with reference to concrete practical figures.

The technological conditions

First and foremost, the optimal size and capacity of a coating system must be selected with the quantity of tools that need coatings in mind. For example, the 11 series by the coating specialists Platit covers a very wide spectrum of users. It ranges from small regrinders to large forming tool manufacturers [3].

Needless to say, a coating system only functions with the support of the corresponding periphery:

- chiller for cooling,
- cleaning units and
- quality control systems are absolutely necessary, even at the smallest expansion range.
- Additionally, tools need edge preparation and post treatment units, but

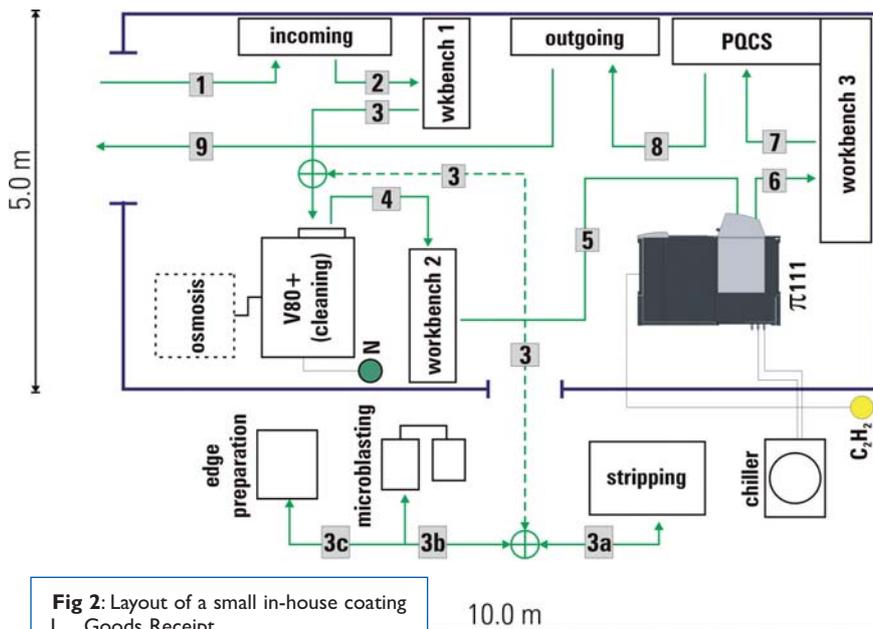


Fig 2: Layout of a small in-house coating
 1. Goods Receipt
 2. Preparing for cleaning (e.g. micro blasting)
 3. Cleaning
 3a. Optional: stripping
 3b. Optional: cutting edge preparation (e.g. brushes, micro blasting, etc.)
 3c. Optional: after-treatment (e.g. micro blasting, polishing, etc.)
 3d. Optional: Cleaning for pre- or post-treatment
 4. Preparing for coating (e.g. carousels loaded)
 5. Coating
 6. Discharging the batch
 7. Quality control
 8. Packaging for delivery
 9. Outbound / shipping.

were considered under the following production conditions:

- two shifts of eight hours production time in the day
- fill rate/charge 80 percent
- possible coatings for the different systems
- typical discounts on coatings, depending on the systems and layers and
- the supposition of half a workload in the first year.

With how many tools, or in other words, at what annual job coating costs is it worth it for a small tool manufac-

turer to consider investing in a coating system?

In order to answer this question pragmatically, we will make another calculation. The cash situation of the business is analyzed according to today's usual leasing conditions. The following cash-relevant costs are considered:

- leasing rates, calculated using the price of the coating system (including cathodes, coating recipes, basic holders, cleaning system and a quality system), with an interest rate of 4 percent.
- labour costs, including social costs, and
- variable costs like energy, target, gas and cleaning expenses.
- The costs which arise within a coating company from transportation, repeated packaging, handling damages and rejected deliveries are not considered. These costs are cancelled out or at least decrease heavily due to the in-house coating, which improves the cost situation further.

On the other hand, there are the costs which the tool manufacturer has paid to the job coating company. The diagram in Fig. 4 shows the negative and positive cash flow (loss and gain) which in-house coating can generate against job coating, depending on the amount of tools being coated (or the original costs for job coating).

these are already present in 95% of German grinders [4].

- Furthermore, a decoating system is highly recommended for regrinders [5].

This kind of periphery can serve at least three coating systems. The space requirement of a system for up to three coating installations ranges from 50 to 150 m² [3] (Fig.2).

Costs and profit

An encouraging fact beforehand: the Return on Investment (ROI) is achievable in around two years depending on the size of the installation [3].

The costs pictured in Fig. 3 were calculated for a tool manufacturer that produces drills, end mills, cutting inserts and hobs, with diameters between 3 and 80 mm and lengths from 46 to 180 mm.

- The fixed costs such as credits, wages, social affairs, rent and depreciation, as well as
- The variable costs like energy, target, gas, cleaning and decoating

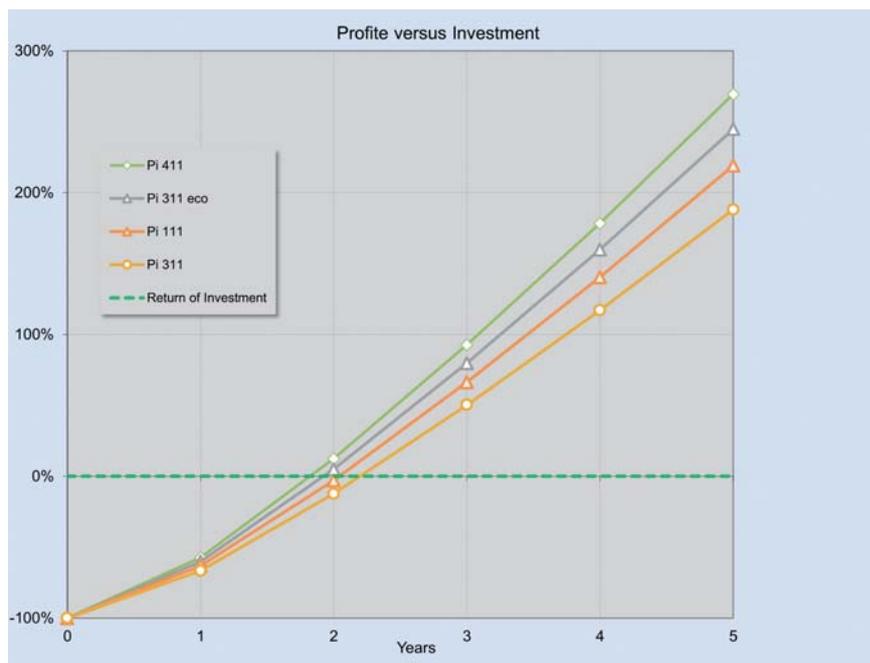
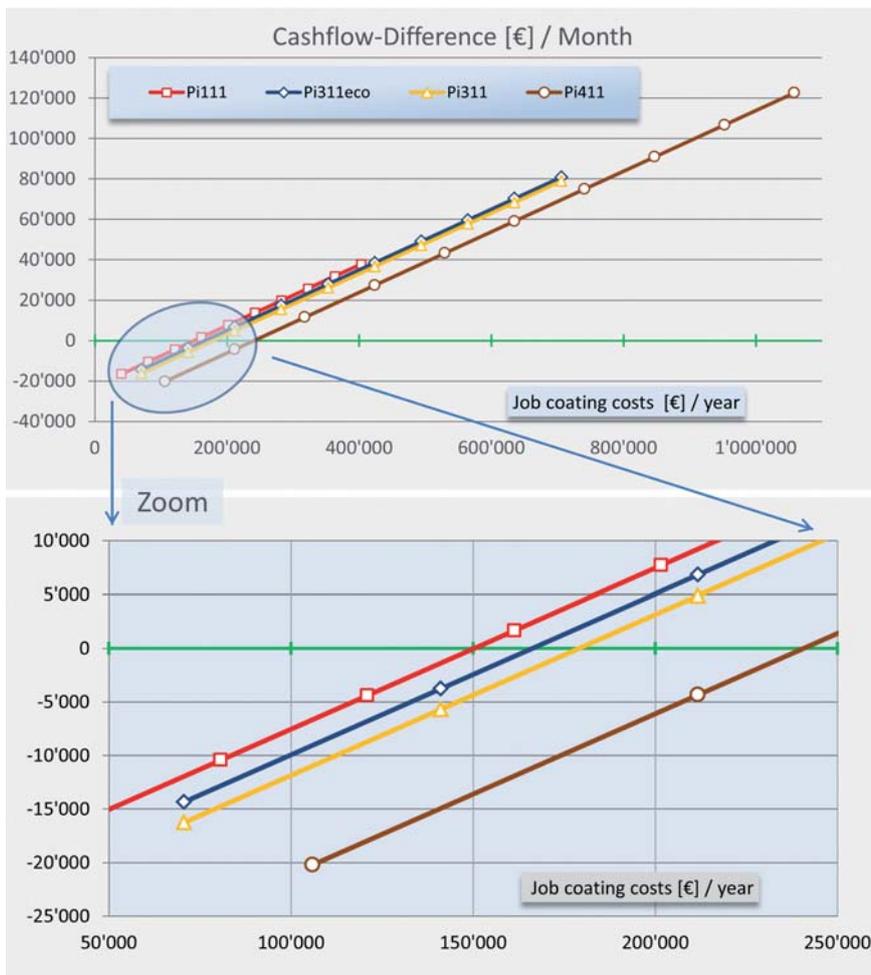


Fig. 3: Comparison of gain and investment (Return on Investment – ROI) with a coating system for in-house coating, illustrated by the example of a tool manufacturer which produces drills, cutters, cutting inserts and hobs.



	Pi111	Pi311eco	Pi311	Pi411eco	Pi411
Min. number of tools / day	215	237	256	260	344
Min. job coating costs / day	536	593	639	651	859
Min. job coating costs / month	12'517	13'848	14'914	15'190	20'052
Min. job coating costs / year	150'205	166'174	178'973	182'280	240'621

Fig. 4: Cash flow comparison: At what job coating costs is an in-house coating profitable?

The table in Fig. 4 also illustrates that, according to the calculations for this case, in-house coating is profitable once job coating costs reach 150,000 €.

But the most important benefits are still the technical and operative advantages:

- complete in-house manufacturing done independently,
- being able to deliver quickly,
- simple logistics,
- better and consistent quality, and not least
- the exclusive and dedicated coatings.

Outlook

If you look at the statistics from the global PVD coating industry, you will come to the following conclusions [6] (Fig. 5):

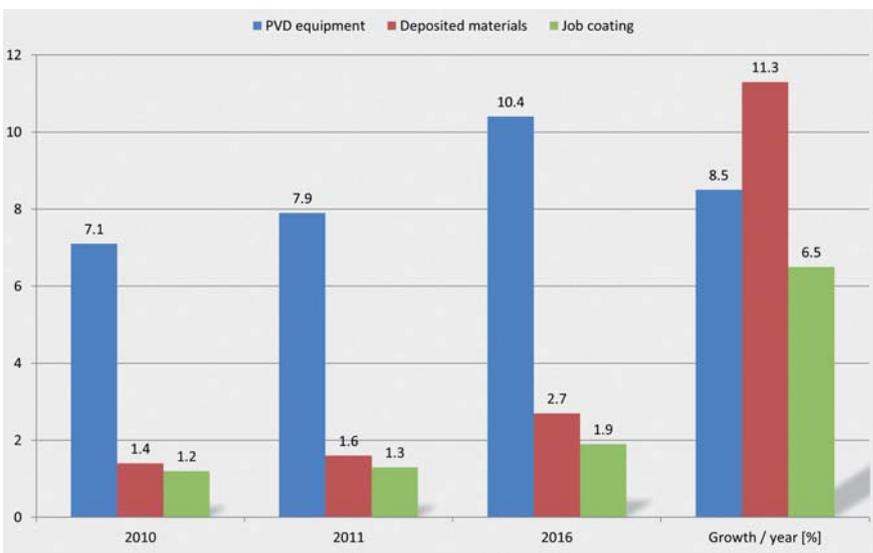


Fig. 5: PVD global market analysis: 2010-2016. Source: Manufacturing Market Data Published by BCC Research, Wellesley, MA, USA Physical Vapor Deposition (PVD): Global Markets 2012.

- The growing number of cutting materials prompts more and more dedicated coatings, which cannot practically be delivered by the job coating centers.
 - The increase in PVD systems is bigger than that of job coating. Consequently, the systems are more and more frequently used for in-house coatings.
- In summary, we can therefore establish that in-house coating is quite rightly in trend, due to both the technical and operative, and the economic advantages.

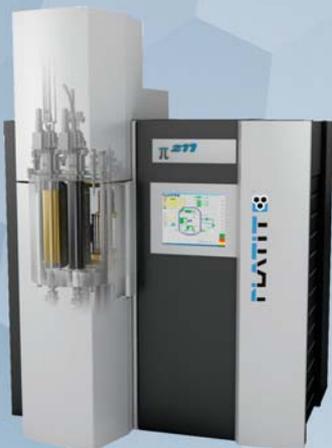
References:

- [1] Cselle, T.: The main reasons for in-house coating
Werkzeug-Technik, Nr. 138, February/2014, p. 100-101.
- [2] Hobohm, M.: The doubler - A high speed drill for cast iron machining.
Werkstatt und Betrieb, Munich, 12/2014, p. 36-38
- [3] Compendium 2015 - 55th edition - PLATIT AG, Selzach/SO, Switzerland.
- [4] Schulenburg, M. a.o.: Survey for priority project "cutting edge".
IWF-TU Berlin, 3/2010.
- [5] Wittel, B. a.o.: Productive decoating of PVD coatings.
Swiss Quality Production, Hanser, Munich, 2014, p.35-37.
- [6] Manufacturing Market Data - Global Markets; Physical Vapor Deposition (PVD)
BCC Research, Wellesley, MA, USA, 2012.

Coating Units of the **π** Series

PLATITE®

Advanced Coating Systems
SWISS  QUALITY
www.platit.com



π²¹¹
The DLC³-Unit



π³¹¹
The SME System



π⁴¹¹
The High Performance
Machine



π¹¹¹
The Start-Up
Equipment



MILANO 2015
fieramilano 5-10 October
Hall 10 Booth B26



π¹⁵¹¹
The Large Plant