



1. November 2005, Ausgabe 17

## Entfernen von PVD-Schichten 4pvd, Dr.-Ing. Stefan Esser

### Sehr geehrter Leser!

Wer regelmäßig PVD Schichten herstellt, wird früher oder später vor der Aufgabe stehen, abgeschiedene Schichten wieder zu entfernen. Z. B. müssen einige Zerspanwerkzeuge entschichtet werden, bevor eine neue Hartstoffschicht aufgetragen wird, damit die Schneidgeometrie innerhalb der Toleranzen bleibt. Vor allem Werkzeuge, die mehrfach nachgeschliffen und beschichtet werden, wie Wälzfräser, erzielen bessere und konstante Leistung, wenn sie (am besten vor dem Nachschliff) komplett entschichtet werden (Bild 1).

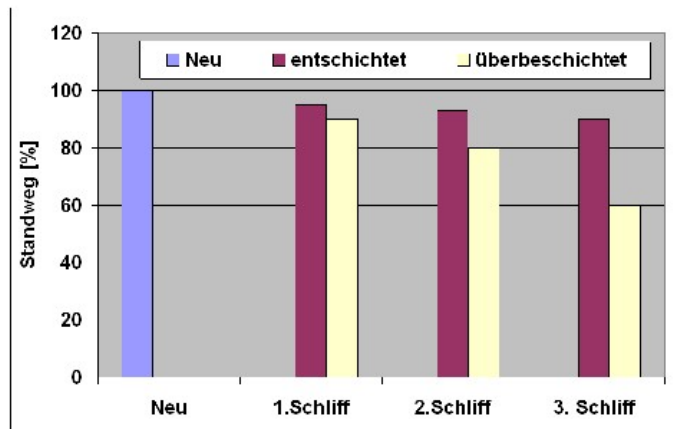


Bild 1: Vergleich von Nachbeschichtung mit und ohne Entschichtung

Die Entschichtung **vor** dem Nachschliff ist logistisch schwieriger, wenn im Schleifbetrieb die Technik zur Entschichtung nicht verfügbar ist. Technisch bietet diese Reihenfolge jedoch Vorteile: Beim Entschichten ist so die Gefahr der Beschädigung der Kanten geringer und die Hartstoffschichten müssen nicht herunter geschliffen werden.

Vorteilhaft ist auch, wenn man in der Lage ist fehlerhafte Schichten zu entfernen und diese Substrate neu zu beschichten. Gerade in der Lohnbeschichtung ist nicht immer bekannt, welche Schichten zuvor auf das Werkzeug aufgebracht wurden, und ob eine weitere Schichtlage ohne Probleme auf die alten Schichtreste aufgetragen werden kann.

Schließlich scheiden sich die PVD Schichten auch überall in der Beschichtungskammer und auf den Substrathaltern ab. Hier können zu dicke Schichten zu längeren Pump- und Heizzeiten, wenn nicht sogar zu einer schlechteren Qualität führen. Außerdem können sich von den Halterungen und Behälterwänden sowie Verkleidungen Schichtpartikel ablösen und sich auf den Substraten ablagern. Mehr hierzu gibt es im Artikel weiter unten.

Da Schichten zum Verschleiß- oder Korrosionsschutz beständiger sein sollen als die Substrate, ist das Entfernen derselben oft gar nicht einfach. Schließlich liegen unter den Schichten oft komplexe, scharfkantige und filigrane Geometrien aus Legierungen die teils unedle Metalle enthalten. Je nach Aufgabenstellung eignen sich mechanische, chemische oder thermische Verfahren, oder Kombinationen hiervon (Bild 2).

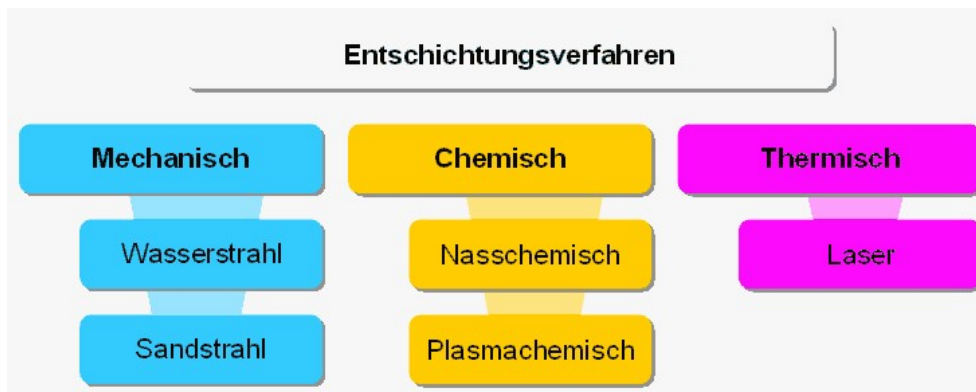


Bild 2: Überblick Entschichtungsverfahren

Mechanische Verfahren sind weit verbreitet, wenn z. B. organische Überzüge entfernt werden wie beim Wasserstrahl Entlacken. Für Hartstoffschichten eignet sich das Sandstrahlverfahren besser, da die Partikel des Strahlmittels bevorzugt harte Materialien abtragen. Wenn keine zu hohen Anforderungen an die Oberflächengüte gestellt werden und nicht zu scharfe Kanten und Ecken erhalten bleiben müssen, können Substrate so entschichtet werden. Mehr noch eignet sich das Sandstrahlverfahren dazu, Verkleidungen und Substrathalter von dicken Schichten zu befreien.

Nasschemische Verfahren sind in den letzten Jahren zum Standard für die Entschichtung von Präzisionsbauteilen und Werkzeugen geworden. In den Anfängen ließen sich lediglich TiN Schichten in einer hoch konzentrierten und kochenden  $H_2O_2$  Lösung auflösen. Heute gibt es für viele Substrat- und Schichtwerkstoffe speziell abgestimmte Zusätze zum  $H_2O_2$ , die dafür sorgen, dass die Schicht möglichst schnell und das Grundmaterial möglichst gar nicht angegriffen wird. Dies ist wichtig, da auf einem angegriffenen Substrat neue Schichten meist schlechter haften und aufwachsen (Bild 3).

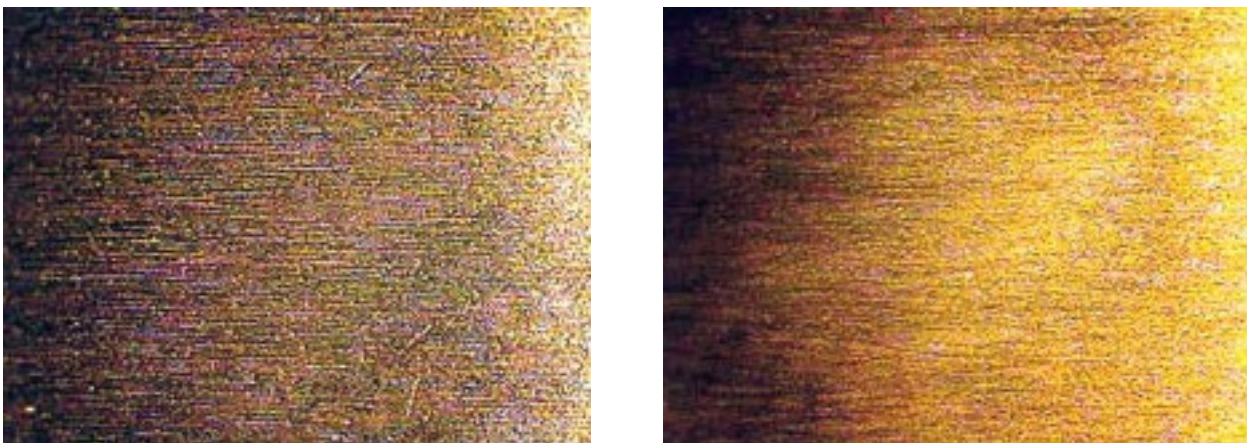


Bild 3: Oberfläche eines HM Formwerkzeugs entschichtet und wiederbeschichtet nach Standard Entschichtung (l.) und optimierter Entschichtung (r.) (Quelle: [www.absolutchemie.de](http://www.absolutchemie.de))

Durch ausgefeilte Komposition dieser Zusatzstoffe können heute auch schwierige Entschichtungsarbeiten gelöst werden. So können Hartstoffschichten heute auch von Hartmetallsubstraten entfernt werden, ohne dass die Kobalt Matrix des Substrats zu sehr angegriffen wird. Oder Cr- und CrN Schichten können von Substraten z. B. aus 100 Cr 6 oder V2A, V4A entfernt werden, ohne dass das Chrom aus dem Grundwerkstoff angegriffen wird.

Beim nasschemischen Entschichten werden heute Abtragsraten je nach Anwendung in

der Größenordnung von  $1\mu/h$  bis zu einigen  $\mu/h$  erzielt. Da die Chemikalien sehr aggressiv sind und die Reaktion zur Zersetzung der Schichtwerkstoffe meist exotherm abläuft, sollten diese Prozesse nur in geeigneten Anlagen mit entsprechender Kühlung, Absaugung und Sicherheitstechnik durchgeführt werden (Bild 4). Ebenfalls die Entsorgung der verbrauchten Chemikalien sollte immer fachgerecht erfolgen.



Bild 4: Industrielle Entschichtungsanlage (Quelle: [www.absolutchemie.de](http://www.absolutchemie.de))

Schichten auf Kohlenstoffbasis, wie z. B. moderne DLC Schichten, können im Plasma einer reaktiven Vakuumatmosphäre herunter geätzt werden. Das Verfahren kommt ursprünglich aus der Halbleitertechnik, wo auf diese Weise dreidimensionale Strukturen erzeugt werden.

Ein relativ junges Verfahren ist schließlich das Entschichten mittels eines Laserstrahls, der den Schichtwerkstoff verdampft. Hiermit können auch gezielt bestimmte Bereiche der Beschichtung entfernt werden. Auch dieses Verfahren erreicht schon Abtragsraten im Bereich einiger  $\mu m/h$ , allerdings nur im direkten Einflussbereich des Laserstrahls (zum Vergleich: Die nasschemischen Verfahren können einige  $\mu m/h$  gleichzeitig an allen Stellen im Bad abtragen.)

### **Wartung von Substrathaltern und Substrattischen**

Auf Substrathaltern wird während einer Charge meist die gleiche Schichtdicke aufgetragen, wie auf den eigentlichen Substraten (Eine Ausnahme sind hier die [Sphere](#) und [Nova](#) Halter, bei denen die Substrate näher an den Verdampfern liegen als die Halter selbst). Auf diese Weise sammeln sich auf den meisten Substrathaltern nach z. B. 200 Chargen (oder in ca. einem Jahr) Schichtlagen in der Größenordnung von fast einem Millimeter an. Diese dicken Schichten können zu folgenden Problemen führen:

- Da dicke Schichten viel Wasser binden können, werden Pump- und Heizzeiten länger. Im Extremfall können die Halter während des Beschichtens ausgasen und die Qualität der Schicht beeinflussen.
- Partikel dicker Schichten können sich jederzeit ablösen und auf anderen Substraten niederschlagen, wo sie in die neue Schicht als Fremdkörper eingebaut werden. Größere Partikel können sogar zu Kurzschlüssen führen.
- Die Beweglichkeit der rotierenden Komponenten kann durch zu dicke Schichten

eingeschränkt werden. Hülsen bleiben stecken oder laufen nicht mehr rund.

- Evtl. lassen sich Substrate wegen der dicken Schichten gar nicht mehr abchargieren, wie z. B. bei einem Spieß für Wendeschneidplatten mit Loch, wenn der Durchmesser des Spießes am Ende zu groß wird.

Um diese Probleme zu vermeiden, sollten zwei Regeln beachtet werden:

1. Für Halterungen sollen Wartungsintervalle vorgeschrieben werden.
2. Halterungen sollten so konstruiert sein, dass eine Wartung möglich ist.

In der Serienproduktion ist es möglich, einen Halterungssatz nach z. B. 30 Zyklen aus der Produktion zu nehmen und wieder aufzubereiten. In der Lohnbeschichtung ist dies schwieriger, da die Halterungen in gemischten Chargen mit unterschiedlicher Häufigkeit verwendet werden. So ist es kaum nachzuvollziehen, wie oft eine Halterung seit der letzten Wartung benutzt (beschichtet) wurde. Zudem können unterschiedliche Schichtmaterialien auf einer Halterung das Wartungsintervall verkürzen.

Um auf der sicheren Seite zu bleiben empfiehlt sich eine frühzeitige Wartung. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass durch häufiges Sandstrahlen die Halterungen verschleifen können, weit mehr als durch chemisches Entschichten. Je nach dem, wie die Wartung der Halterungen erfolgen soll, ergeben sich Anforderungen an die Konstruktion:

- In jedem Fall ist es günstig, wenn Strahlmittel bzw. Chemikalien nach unten aus der Halterung ablaufen können. Ansonsten muss die Halterung während und/oder nach der Behandlung gewendet werden. Für flüssige Medien reichen meist kleinere Öffnungen.
- Lagerstellen bewegter Teile sollten nicht sandgestrahlt werden. Entweder man deckt die Lagerstellen z. B. mit Kappen und Pfropfen aus Gummi ab, oder entfernt die Lagerelemente vor der Behandlung. Nach der Behandlung müssen Rückstände des Strahlmittels sorgfältig von den Lagerstellen entfernt werden, da sie zum Blockieren der Drehbewegung führen können.
- Die chemische Entschichtung stellt erhöhte Anforderungen an die Werkstoffauswahl. Unedle Metalle (Kupfer, Zinn, Aluminium, Titan, etc.) können bei der chemischen Entschichtung angegriffen werden. Rostfreie Stähle sind gut geeignet. Andere Stähle müssen unmittelbar nach der Entschichtung vor Korrosion geschützt werden.

#### **Messen, etc. im November – Dezember 2005:**

15. – 18. Nov. [Productronica](#), München  
24. – 25. Nov. [Hagener Symposium](#),  
Hagen  
30.11. -03.12. [EUROMOLD/](#) TurnTec,  
Frankfurt

#### **Das bringt der Newsletter im Dezember:**

- Der neue 4pvd Halterungskatalog  
2006
- Temperaturmessung am Substrat
- Neuigkeiten, Messen und  
Tagungen, etc.

Einen Kommentar an  
[Stefan.Esser@4pvd.de](mailto:Stefan.Esser@4pvd.de) senden

Bitte senden Sie diesen Newsletter auch an  
Freunde