

Thermisches Spritzen als Erweiterung der Oberflächenaktivitäten an der EMPA:

Mit dem Beginn des Jahres 1994 entstand in Thun eine neue EMPA Abteilung "Werkstofftechnologie" (Abbildung 1). Sie bildet neben Dübendorf und St. Gallen den dritten Standort der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt. Die Abteilung Werkstofftechnologie steht als sinnvolle Ergänzung zum Ressort "Metall und Keramik" in Dübendorf. Sie gliedert sich einerseits in zwei forschungsorientierte Gruppen "Hybrid-" d.h. "Verbundwerkstoffe" und "thermische Beschichtungstechnik" und andererseits in eine Gruppe für "Werkstoffcharakterisierung". Das modernste Instrumentarium und die seit Jahren vorhandene Erfahrung stehen den beiden Forschungsgruppen genauso zur Verfügung, wie der Industrie. Das Dienstleistungsangebot umfasst folgende werkstoffkundliche Untersuchungen:

- Optische- und Rasterelektronenmikroskopie (REM),
- Elementenanalyse (XRF/EDX)
- zerstörungsfreie,
- mechanische und
- tribologische Prüfungen.

Dieses Angebot wird durch ein Raster-Laser-Profilometer (2- und 3-dimensionale Charakterisierung der Oberflächentopographie) und ein Glow Discharge Optical Spectrometer (GDOS) zur chemischen Tiefenprofil-Analyse leitender und isolierender Werkstoffe oder Schichten abgerundet.

Thermische Beschichtungstechniken:

Viele technische Produkte werden immer mehr von der Güte ihrer Oberfläche bestimmt. So hat sich in den vergangenen Jahren die Nachfrage an Beschichtungen stark erhöht. Funktionelle Oberflächen spielen aus folgenden Gründen immer mehr eine entscheidende Rolle:

- Werkstoffe mit neuen Eigenschaften können für höchste Anforderungen gezielt gestaltet werden,
- Kosteneinsparungen dank unabhängiger Optimierung des Grundwerkstoffs und seiner Oberfläche,
- längere Standzeiten dank angepaßtem Schichtmaterial (z.B. gegen Korrosion, Abrasion oder thermische Beanspruchung).

Die Kenntnis des technologisch neuesten Standes und deren konsequenter Nutzung ist für die Entwicklung verbesserter oder neuer Produkte zur Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit von entscheidender Bedeutung. Deshalb werden an der EMPA anwendungsorientierte Fragestellungen in Zusammenarbeit mit der Industrie untersucht. Die Gruppe "thermische Beschichtungstechnik" versteht sich damit als Bindeglied zwischen den Hochschulen und den industriellen Anwendern.



Abb. 1: EMPA Thun im General Herzog-Haus

La projection thermique comme extension des activités de l'EMPA dans le domaine des surfaces:

Au début de l'année 1994, une section "Technologie des Matériaux" a été créée par l'EMPA à Thoun (Fig.1). Après Dübendorf et Saint - Gall, il s'agit du troisième lieu d'implantation du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche. La section "Technologie des Matériaux" renforce la division "Métaux et Céramiques" de Dübendorf. Elle se compose des groupes de recherche "Matériaux composites à matrice métallique" et "Technique de revêtement par projection", ainsi que d'un laboratoire de caractérisation des matériaux. L'équipement moderne et l'expérience de ce laboratoire sont à disposition aussi bien des deux groupes de

recherche que de l'industrie privée. Les services offerts dans le domaine de la caractérisation des matériaux sont les suivants:

- Microscopie optique électronique à balayage (MEB)
- Analyse élémentaire EDX/XRF
- Essais non destructifs
- Essais mécaniques et tribologiques

Ces possibilités sont complétées depuis peu par un profilomètre à palpeur laser pour la caractérisation 2D et 3D de la

topographie des surfaces, ainsi que par un Glow Discharge Optical Spectrometer (GDOS) pour la mesure de profils de concentration dans des matériaux ou revêtements conducteurs et isolants.

Technique de revêtement par projection

La qualité d'un nombre de plus en plus important de produits techniques dépend des propriétés de leur surface. C'est pourquoi, l'utilisation de revêtements s'est considérablement accrue au cours de ces dernières années. Les surfaces fonctionnelles jouent un rôle de plus en plus décisif pour les raisons suivantes:

- des matériaux aux propriétés nouvelles peuvent être développés pour répondre à des exigences spécifiques,
- l'optimisation indépendante du matériau de base et de sa surface permet une réduction des coûts,
- l'emploi d'un revêtement approprié (par exemple pour résister à la corrosion, à l'abrasion ou aux sollicitations thermiques) permet une augmentation significative de la durée d'utilisation.

La connaissance des technologies de pointe et leur utilisation pour améliorer et développer de nouveaux produits sont décisives pour assurer la capacité d'innovation et la compétitivité. Pour cette raison, des problèmes concrets s'application sont étudiés à l'EMPA en collaboration avec l'industrie. Le groupe

"Technique de revêtement par projection" est ainsi un lien entre les hautes écoles et les utilisateurs industriels.

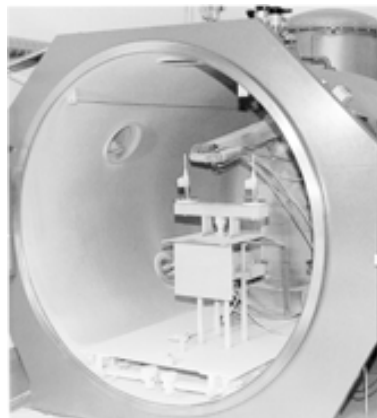


Abb. 2: Vakuumplasma-Spritzanlage

Vakuumplasma-Spritzen:

Zum Erreichen ihres Zieles betreibt die Gruppe Beschichtungstechnik ein modernst eingerichtetes Labor mit einer eigenen Vakuumplasma-Spritzanlage (VPS) (Abbildung 2).

Das Vakuumplasmaspritzen ist eine Weiterentwicklung des um 1945 entwickelten atmosphärischen Plasmaspritzens (APS). Dabei wird durch ein elektrischer Strom ein Gas soweit aufgeheizt (meistens Ar, He, N₂ oder H₂), daß es bei Temperaturen über 10'000 °C in ein Plasma (vierter Aggregatzustand) übergeht. Dann können sich Elektronen und Ionen praktisch frei bewegen und das Gas wird elektrisch leitend.

Neben vielen anderen thermischen Schichtherstellungsverfahren wie z.B. CVD, PVD, MBE, Laserbeschichten oder Flamspritzen, bietet das Plasmaspritzen die Möglichkeit, selbst noch höchstschmelzende Materialien wie z.B. Tantal oder Wolfram mit Schmelztemperaturen von 2996 °C resp. 3410 °C in großen Mengen zu verflüssigen und ohne Sauerstoffaufnahme als dicke Schicht auf fast beliebige Werkstücke aufzutragen (Abbildung 3). Bei diesem Verfahren werden die pulverförmigen Beschichtungswerkstoffe in den Plasmastrahl injiziert, mit dem sich rasant expandierenden Gasstrahl mitgerissen, während der kurzen Verweildauer an- resp. aufgeschmolzen und mit hoher kinetischer Energie auf das zu beschichtende Werkstück geschleudert. Dort kühlen die Tröpfchen augenblicklich durch Wärmeübertrag ab und verfestigen sich. Der Vorteil beim Vakuumplasma-Spritzen gegenüber dem atmosphärischen Plasmaspritzens liegt in den allgemein erheblich reineren, dichteren, in sich festeren und auf dem Werkstück besser haftenden Schichten. Mit diesem Verfahren lassen sich eine Vielzahl von Metallen, Keramiken und unter speziellen Bedingungen auch Kunststoffen spritzen. Durch die vielen Verfahrensfreiheiten können auch Werkstoffkombinationen (Komposite mit oder ohne Gradienten) aus den genannten Stoffgruppen gespritzt werden. Dabei sind die Reinheit des Ausgangspulvers, die Partikelgrößenverteilung und die Kornform (Abbildung 4) für die Qualität der Beschichtung in direktem Masse mitverantwortlich. Unter Berücksichtigung dieser Kenntnisse lassen sich gezielt Schichten mit zum Teil neuen Eigenschaften entwickeln.

Mit diesen neuen Aktivitäten in Thun ist die EMPA nun noch umfassender in der Lage mit dem Kunden zusammen für ein Beschichtungsproblem die optimale Material- und Verfahrenswahl zu treffen.



Abb. 3: Plasmastrahl auf Werkstück

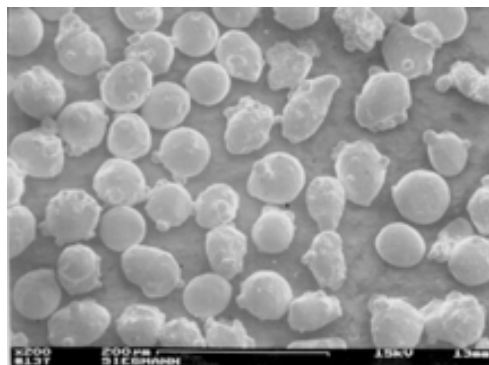


Abb. 4: Sphärisches Spritzpulver (gasverdüst)

Projection au plasma sous vide

Le groupe "Technique de revêtement par projection" dispose d'un laboratoire moderne et de sa propre installation de projection au plasma sous vide (VPS)(fig.2). Cette méthode de déposition est une extension de la projection thermique (APS) créée en 1945. Grâce à cette technique, un gaz (le plus souvent Ar, He, N₂ ou H₂) est chauffé à à des températures supérieures à 10000°C, de telle sorte qu'il se transforme en plasma (quatrième état de la matière). Les électrons et les ions peuvent alors se déplacer quasiment librement et le gaz devient ainsi conducteur électrique.

De nombreux autres procédés thermique de déposition ou de traitement de surface existent: par exemple PVD, CVD, MBE, projection à la flamme ou traitements de surface au laser. Par rapport à ces techniques, la projection au plasma sous vide

offre la possibilité de liquéfier des quantités importantes de matériaux à haut point de fusion, comme le tantal (2996 °C) ou le tungstène (3410°C), et de les déposer sans absorption d'oxygène sous forme de revêtements épais sur presque toutes les pièces (fig.3). Avec ce procédé, le matériaux à déposer est injecté dans le plasma sous forme de poudre, alors entraînée dans le flux de gaz. Durant le bref séjour dans le plasma, la poudre est mise en fusion et projetée avec une

énergie cinétique élevée sur la pièce à revêtir. Le transfert important de chaleur au contact de la surface provoque une refroidissement et une solidification rapide des goutellettes. Les principaux avantages de la projection au plasma sous vide, par rapport au procédé de projection thermique, résident dans la pureté, la compacité et la cohésion considérablement plus élevées des revêtements, ainsi que dans une meilleure adhésion sur la pièce. D'innombrables métaux, céramiques et, dans des conditions particulières, les polymères peuvent être déposés de cette façon. Des combinaisons de ces groupes de matériaux, par exemple des matériaux composites avec ou sans gradients, peuvent également être réalisées. La pureté de la poudre de base, la distribution de taille et la géométrie des grains (fig.4) ont une influence directe sur la qualité et les propriétés du revêtement. Des couches aux propriétés spécifiques et souvent nouvelles peuvent ainsi être développés.

Grâce à ces nouvelles activités à Thoune, l'EMPA est maintenant encore plus apte à définir avec l'utilisateur un choix optimal de matériau et de procédé de déposition en fonction du problème de traitement de surface rencontré.