

Energie und Ressourcen nachhaltig nutzen dank moderner Oberflächentechnik

# Funktionelle Oberflächen unterstützen die Energiewende

**Sulzer Metco hält führende Marktpositionen im Bereich der Oberflächentechnik. Mit maßgeschneiderten Lösungen können Kunden Energie und Ressourcen einsparen, was gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit ihrer Produkte und Prozesse erhöht. Moderne Beschichtungen erlauben es, die Energieeffizienz beachtlich zu steigern und erneuerbare Energien nachhaltig zu nutzen.**

**A**nspruchsvolle Ziele zur Emissionskontrolle und zur CO<sub>2</sub>-Einsparung sind in vielen Ländern bereits als bindende Norm eingeführt, so zum Beispiel in Kalifornien, wo das Ziel besteht, die Emission der Treibhausgase bis 2050 auf 20% des Standes von 1990 zu reduzieren. Derartige Ziele bestimmen die Entwicklung der Energietechnologien<sup>1</sup> und können mittel- und

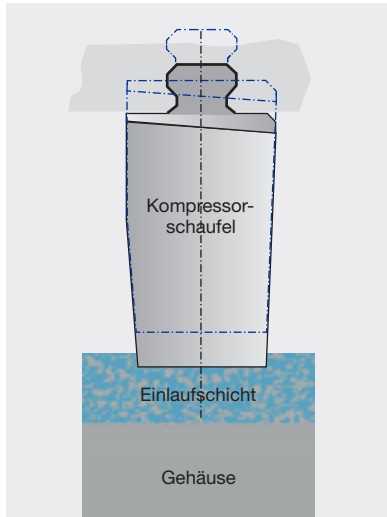
langfristig nur durch Einführung neuer Technologien (Biogas, Windenergie, Solarenergie, Ausbau der Wasserkraft und Wasserstofftechnologie) erreicht werden. Kurzfristig können jedoch große Erfolge durch Erhöhung der Energieeffizienz bei der Energieerzeugung sowie beim Energieverbrauch insbesondere im Wohnbereich und Transportsektor erzielt werden.

## Mit Beschichtungen Brennstoff optimal nutzen

Bemühungen, den Brennstoff in stationären Gasturbinen und in Flugzeugtriebwerken bestmöglich zu nutzen, konzentrieren sich im Wesentlichen darauf, die Gastemperaturen und die Druckunterschiede zwischen den Turbinenstufen weiter zu erhöhen. Eine sehr wirksame und kosteneffektive Maßnahme ist

Sulzer Metco ist weltweit führend in der Entwicklung von Beschichtungen und funktionellen Oberflächen für energieeffiziente Gasturbinen.





1 Prinzip einer thermisch gespritzten Einlaufschicht (Beispiel: Kompressorschäufel).

hierbei der Einsatz von thermisch gespritzten Einlaufschichten als Dichtsystem zwischen den einzelnen Turbinenstufen 1. So werden in einer modernen Gasturbine durch Reduzierung des Dichtspaltes um 1 mm in den Stufen 1 und 2 Betriebskosten in Höhe von 1 Million USD pro Jahr eingespart, wobei die heißere erste Stufe zwei Drittel der Gesamteinsparungen bringt.<sup>2</sup> Mit der Einsparung von Energie wird gleichermaßen die Emission von Treibhausgasen vermindert.

Sulzer Metco hält führende Positionen bei der Entwicklung und Einführung von modernen hochtemperaturbeständigen Werkstoffen für Einlaufschichten gemäß der Wirkungsgradziele der Original-Hersteller (OEMs).

Ein wesentlicher Beitrag hierzu war die Entwicklung des Werkstoffes Durabrade® 2192, der für Turbinendichtungen bis zu Temperaturen von 1200 °C geeignet ist.<sup>2</sup> Einlaufschichten aus diesem Werkstoff haben ein ausgezeichnetes Einlaufverhalten bei gleichzeitig exzellenter Thermoschockbeständigkeit – diese ist zweimal so hoch wie bei Yttrium-stabilisierten Zirkonoxidschichten mit vergleichbarer Porosität. Gegenwärtig laufen weitere Entwicklungsprogramme mit dem Ziel, den Anforderungen der Systemhersteller nach weiterer Temperaturerhöhung und Steigerung der Energieeffizienz gerecht zu werden.

## Funktionelle Oberflächen für leistungsfähige Brennstoffzellen

Feststoffoxid-Brennstoffzellen (*Solid Oxide Fuel Cell, SOFC*) haben ein großes Potenzial, einen bedeutenden Beitrag zur Energieeinsparung zu leisten.<sup>3</sup> So kann mit einer SOFC in einem Leistungsbereich zwischen einem und einigen hundert Megawatt der höchste Wirkungsgrad bei der Erzeugung von elektrischer Energie erzielt werden. Aufgrund der Erfahrung in den Bereichen thermisches Spritzen und Werkstofftechnik ist Sulzer Metco zu einem wichtigen Partner führender Hersteller von SOFCs geworden.

Ähnlich wie bei den Gasturbinen ist der Erfolg der SOFC im Hinblick auf Leistung und Lebensdauer in hohem Maße von Oberflächenschichten abhängig. Einige dieser Schichten lassen sich sehr effizient durch thermisches Spritzen herstellen. Aktuell werden jährlich meh-

### Sulzer bietet effiziente Beschichtungslösungen für Brennstoffzellen an.

rere Hunderttausend SOFC-Interkonnektoren mit einer Schicht aus Lanthan-Strontium-Manganat (LSM) beschichtet, um eine Chrom-Verdampfung aus den metallischen Interkonnektoren zu verhindern. Verwendet werden hierfür die Spritzwerkstoffe Metco 6800 und Metco 6801 sowie die neue Plasmaspritzpistole TriplexPro™-210.

Eine weitere Beschichtungslösung für SOFC-Bauteile bietet das Plasma Spray-Thin Film Verfahren (PS-TF). Bei einem Kammerdruck (Umgebungsdruck für Plasmaflamme und Bauteil) von etwa 1 mbar bildet sich bei dieser Technologie ein sehr langer und breiter Plasmastrahl aus, durch den der Beschichtungswerkstoff gleichmäßig über eine vergleichsweise große Fläche (Durchmesser ca. 200 mm) verteilt wird.<sup>3</sup> Sulzer Metco hat das PS-TF Verfahren kontinuierlich weiterentwickelt und bietet eine breite Auswahl an Lösungen für das effektive Aufbringen dünner und dichter Schichten aus keramischen bzw. metallischen Werkstoffen auf große Flächen an.

## Beschichtetes Glas spart Energie in Gebäuden

Energieeinsparung spielt nicht nur im industriellen Produktionsbereich, sondern auch im Haushalt, in der Gebäudetechnik und im täglichen Leben eine Rolle. Thermische Spritzschichten von Sulzer Metco leisten auch in diesem Bereich indirekt einen Beitrag, beispielsweise bei beschichtetem Architekturglas. Die Beschichtung des Glases selbst erfolgt durch einen PVD-Prozess (Magnetron-Sputtern), bei dem zunehmend rotierende Rohrtargets verwendet werden. Diese werden häufig durch thermisches Spritzen hergestellt (etwa TiO<sub>x</sub>-Targets). Die große Fläche der Targets sowie die bis zu 11 mm große Schichtdicke

## Neuer Plasmabrenner TriplexPro™-210

Die neue Version des TriplexPro-210-Plasmabrenners basiert auf der erfolgreichen TriplexPro-Produktlinie von Sulzer Metco mit Verbesserungen bei Instandhaltung und Leistungsstabilität:

### Vereinfachte Instandhaltung

- Schnellere und einfachere Wartung des Plasmabrenners
- Deutlich weniger Montagefehler

### Markierte und nummerierte Stromversorgungsanschlüsse für die Elektroden

- Vereinfacht die Datenerfassung und das Qualitätsmanagement

### Wasserstoff- und Stickstoffbetrieb

- Kosteneinsparung durch den Verzicht auf oder den reduzierten Verbrauch von Helium; ersatzweise Einsatz von Ar, Ar/N<sub>2</sub> oder Ar/H<sub>2</sub>

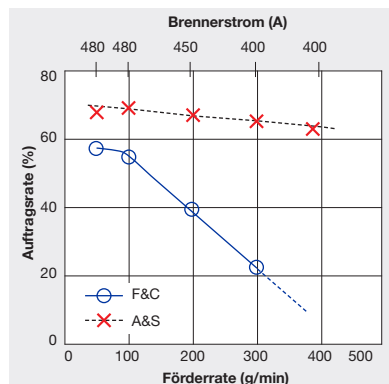
### Robustes Design

- Bewährt sich bei einer rauen Prozessumgebung
- Störungsfreiheit auch bei langen Spritzvorgängen



erfordern maximale Beschichtungsrate, die nur durch neueste Plasmabrenner-Technologie, hohe Pulver-Förderraten und hohe Auftragswirkungsgrade erreichbar sind.

Für diese Anwendung hat Sulzer Metco ein spezielles TiO<sub>x</sub>-Pulver (agglomeriert und gesintert) entwickelt, welches sich von herkömmlichem Pulver (geschmolzen und gebrochen) deutlich hinsichtlich Morphologie und Dichte unterscheidet.<sup>4</sup> Dieses speziell für diese Anwendung entwickelte Pulver – kombiniert mit dem Hochleistungsplasmabrenner TriplexPro-210 – verdoppelt den Auftragswirkungsgrad bei gleichen bzw. verbesserten Schichteigenschaften und einem bis zu 3-fachen Pulverdurchsatz.



2 Vergleich des Auftragswirkungsgrades und der Förderrate des herkömmlichen Pulvers (geschmolzen und gebrochen F&C) mit dem neu entwickelten Pulver (agglomeriert und gesintert A&S).

In Bild 2 wird der Vorteil des neuen Pulvers (agglomeriert und gesintert) deutlich sichtbar. Bei sehr hohen Förderraten werden noch hohe Auftragswirkungsgrade im Bereich von 70% erzielt. Die genannten Maßnahmen sparen beachtliche Mengen Pulver und Beschichtungszeit, was einer großen Einsparung von Energie und Ressourcen gleichkommt und einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil mit sich bringt.

### Kraftstoffsparende Beschichtungen im Motor

Schichten, welche die Reib- und Verschleißseigenschaften von Komponenten im Bereich des Antriebsstrangs von Kraftfahrzeugen verbessern, führen ebenfalls zu einer bemerkenswerten Steigerung

### DLC bietet große Härte kombiniert mit geringen Reibwerten

Diamantähnliche Kohlenstoffbeschichtungen (DLC) zeichnen sich durch einen äußerst niedrigen Reibungswiderstand und eine extreme Härte aus. Die Beschichtungen werden eingesetzt, um Verschleiß und Reibung in einer Reihe von industriellen Anwendungen zu verringern, zum Beispiel bei Maschinenteilen, Komponenten für die Automobilindustrie und Formen für die Verarbeitung von Kunststoffen und Metallen. Sulzer übernahm 2010 die DLC-Coating-Sparte von Bekaert und ergänzte damit das Technologieangebot von Sulzer Metco in der Dünnschicht-technik.

Das Bild zeigt eine Auswahl von DLC-beschichteten Komponenten aus dem Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges.

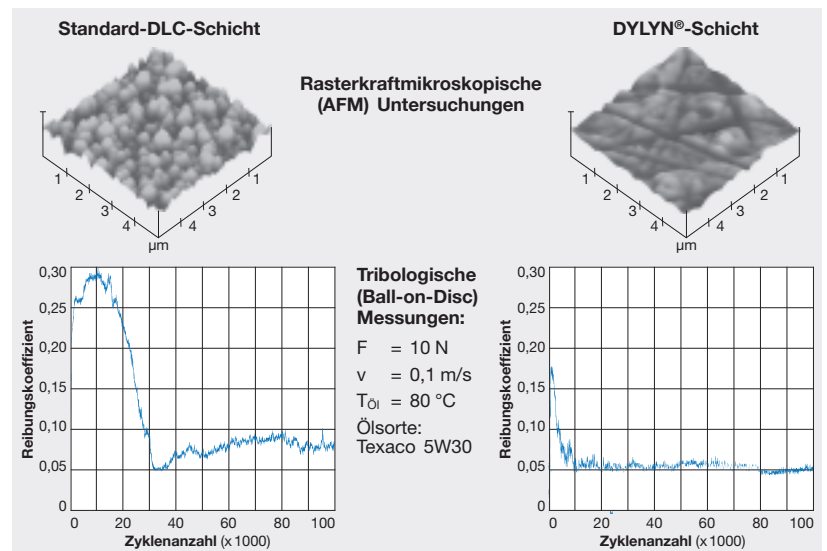


der Energieeffizienz. So werden beispielsweise bei Tassenstößeln die Reib- und Verschleißseigenschaften durch diamantähnliche Kohlenstoffschichten (DLC-Schichten) deutlich verbessert 3. Die glatte Oberfläche sowie der niedrige Reibkoeffizient bleiben durch den hohen Verschleißwiderstand und die sehr gute Ölbenetzung auch im Fahrbetrieb erhalten.

Die Veredelung von Tassenstößeln mit DYLYN® Plus in kleinen und mittleren Benzinmotoren (wie zum Beispiel einem 1,6-Liter-Vierzylinder-Ottomotor) kann das benötigte Drehmoment je nach

Motortemperatur und -drehzahl um bis zu 33% senken, ohne konstruktive oder fertigungstechnische Änderungen am Motor vornehmen zu müssen. Diese Verbesserung bedeutet eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs im kleinen einstelligen Prozentbereich und bewirkt eine Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission um etwa 2 bis 3 Gramm pro Kilometer – für die Einhaltung der strenger werdenden Auflagen, wie beispielweise Euro 5 und Euro 6, eine entscheidende Größe. Der Blick in die Zukunft zeigt zudem, dass in der Reduktion von Reibungsverlusten noch erhebliches Potenzial liegt.

3 Abhängigkeit des Reibkoeffizienten von der Beanspruchung; Vergleich zwischen einer Standard-DLC-Schicht und der optimierten DYLYN®-Schicht von Sulzer Metaplas.





## Schichtlösungen für Wasserkraftturbinen

Seit Jahrzehnten haben sich verschleiß- und korrosionsbeständige Schichten in verschiedenen Wasserkraftturbinen bewährt.<sup>5</sup> Primäres Ziel ist dabei, die Lebensdauer der Einzelkomponenten zu verlängern und damit die Lebenszykluskosten einer Turbine zu senken.

Gleichzeitig steigern geeignete Beschichtungen aber auch die Energieeffizienz erheblich, da stark verschlissene Schlüsselkomponenten <sup>4</sup> sich negativ auf die Energieeffizienz einer Turbine auswirken.



<sup>4</sup> Verschleiß der Becher einer Pelton-turbine. (Quelle: Wikipedia).

Bei der Diskussion über Energieeffizienz muss auch über den Verbrauch der Ressourcen gesprochen werden. Da in dem hier beschriebenen Bereich der Wasserkraft in großen Mengen vorwiegend auf Wolframcarbid basierende Werkstoffe eingesetzt werden, wird das Recycling dieser Werkstoffe, etwa des Oversprays, zunehmend thematisiert. Sulzer Metco hat diese Herausforderung angenommen und erarbeitet hierfür gegenwärtig geeignete Konzepte.

Eine Übersicht der möglichen Beschichtungen im Bereich der Nutzung der Wasserkraft ist in STR 3/2011 zu finden.<sup>5</sup>

## Windkraftanlagen vor Verschleiß schützen

Ende 2011 gab es in Deutschland 22.297 Windkraftanlagen mit einer gesamten installierten Leistung von 29.075 MW.<sup>6</sup>

Inklusive der Offshore-Anlagen wird es laut Dena-Prognose im Jahr 2020 eine installierte Leistung von 51 GW geben, davon 14 GW im Offshore-Bereich. Neben dem Neubau werden auch in großem Umfang ältere Anlagen durch leistungsstärkere Neuanlagen ersetzt. Die verwen-

### Sulzer Metco leistet einen Beitrag zur Nutzung erneuerbarer Energien.

deten Werkstoffe müssen sehr hohen Belastungen sowie sich ständig verändernden Kräften standhalten, zum Beispiel im Bereich der Windradgetriebe. Um einen guten Wirkungsgrad bei der Energiegewinnung zu erzielen, wird in den meisten Windkraftanlagen die vergleichsweise langsame Rotordrehzahl in eine deutlich höhere Generator-drehzahl übersetzt, wobei an die Zahnräder des Getriebes enorm hohe Anforderungen bezüglich Verschleiß- und Dauerfestigkeit des Stahls gestellt werden. Daneben ist eine hohe Zähigkeit des Stahls Voraussetzung, um der schlagartigen Beanspruchung bei böigem Wind standzuhalten.

Sulzer Metaplas hat für diese Randbedingungen Lösungen für den optimalen Verschleißschutz der Zahnräder entwickelt, die bereits in vielen Windrädern eingesetzt werden: DLC-Beschichtungen vom Typ a-C:H:Me für einsatzgehärtete Zahnräder. Diese Beschichtung verbessert die Trocken- und Einlauf-eigenschaften sowie das Verschleißverhalten der Zahnräder maßgeblich.

Für die Windkraftanlagen werden heute wesentlich größere Mengen Stahl verbraucht als im Schiffsbau, wodurch die Notwendigkeit des Korrosions-

<sup>5</sup> Lichtbogenspritzen eines Drehkranzes mit EcoArc 350.

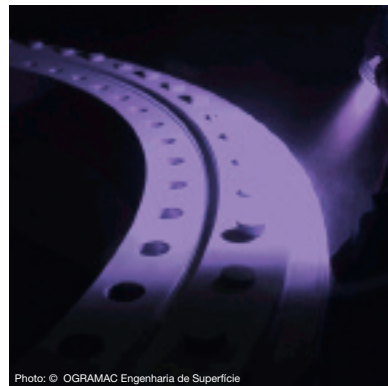


Photo: © OGRAMAC Engenharia de Superfície

schutzes offenbar wird. Thermische Spritzschichten bieten hier eine kostengünstige, auf lange Lebensdauer ausgelegte Lösung. Heute werden Lichtbogen-gespritzte Zn- oder ZnAl-Schichten in großen Mengen zum Korrosionsschutz sowohl im Offshore- als auch im Onshore-Bereich eingesetzt, zum Beispiel beim Korrosionsschutz für den (Stahl-)Turm (innen und außen, vor dem Anstrich), für die Fundamentplatte, für den Drehkranz <sup>5</sup> sowie das ganze Maschinengehäuse und die Nabe.

## Maßgeschneiderte Schichten tragen zur Energiewende bei

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Oberflächentechnologien bereits heute einen großen Beitrag zur Energiewende leisten, einerseits bei Maßnahmen zur Energieeinsparung durch Erhöhung der Energieeffizienz, andererseits aber auch bei der Nutzung erneuerbarer Energien. In beiden Fällen werden maßgeschneiderte, funktionelle Schichten bzw. Oberflächen eingesetzt. In engem Kontakt zu den Kunden entwickelt Sulzer Metco kontinuierlich neue Lösungen, die weiter zur Nutzung der erneuerbaren Energien sowie zur Einsparung von Energie und Ressourcen beitragen werden.

### Hans-Michael Höhle

Sulzer Metco Europe GmbH  
Spreestraße 2  
65451 Kelsterbach  
Deutschland  
Telefon +49 172 6212 735  
hans-michael.hoehle@sulzer.com

### Montia C. Nestler

Sulzer Metco (US) Inc.  
1101 Prospect Ave.  
Westbury, NY 11590-0201  
USA  
Telefon +1 516 338 2305  
montia.nestler@sulzer.com

### Literaturhinweise

- James H. Williams et al.: *The technology path to deep greenhouse gas emissions cuts by 2050: the pivotal role of electricity*, Science 6, Januar 2012; Vol. 335 Nr. 6064 S. 53-59.
- D. Sporer, M. Dorfman and S. Wilson: *Ceramics for abradable shroud seal applications*, Proc. Conf. 33rd International Conference on Advanced Ceramics and Composites (ICACC) 2009, Daytona OH, Jan. 2009.
- Montia C. Nestler, Eduard Müller, Dave Hawley, Hans-Michael Höhle, Dieter Sporer und Mitch Dorfman: *Thermisch gespritzte Schichten in der Energieerzeugung – Oberflächen machen den Unterschied*, STR 2/2007, S. 11ff.
- A. Sharma, M. C. Nestler et al.: *Novel Titania (TiO<sub>2</sub>) Feed-Stock Powder for Significant Improvements in Process Economics and Enhanced Coating Properties*; Proceedings, ITSC 2010.
- Hans-Michael Höhle und Montia C. Nestler: *Oberflächen für längere Lebensdauer und höhere Energieeffizienz*, STR 3/2011, S. 26ff.
- Gemäß World Wind Energy Association. ([www.windea.org](http://www.windea.org))