

# Richtig beschichtet leben Turbinen länger

Eine Empfehlung von Schichtlösungen kann es nur nach Analyse des konkreten Einsatzfalles geben. Je nach Maschine, Betriebsweise und Betriebsbedingungen herrschen starke Unterschiede in den Beanspruchungsmechanismen vor. Dabei kann es im ungünstigsten Fall auch dazu kommen, dass sie sich gegenseitig negativ beeinflussen.



Stausee eines Wasserspeicherkraftwerks in den Alpen.

In den 1930er-Jahren wurden in den USA Stähle, Chromstähle, Bronze, Zink und Blei versuchsweise an Francislaufrädern zum «Kavitationstest» aufgebracht. Ab 1960 wurden auch in Deutschland und Österreich, z.B. in den Inn-Kraftwerken, Versuche gegen Abrasion an Kaplanmaschinen mit Metcoloy 2 (13% Chromstahl; Draht) durchgeführt und später mit Erfolg eingesetzt. Drahtflammspritzen wurde so im Turbinenbetrieb zur Standardtechnologie in der Anlagenerhaltung und wird nun an fast allen Wasserturbinentypen eingesetzt. Gegenüber dem bis dahin üblichen Auftragsschweißen hatte es vor allem die Vorteile einer wesentlich verkürzten Beschichtungszeit und einer geringeren Wärmebelastung des Grundwerkstoffes der Komponenten.

## Fortschritte mit Faktor 50

Ende der 1980er-Jahre führte Metco die neue Hochgeschwindigkeits-Flammspritzeanlage Diamond Jet ein (HVOF).

Durch ihre einfache Konstruktion war diese Technologie werkstattgerecht und für den täglichen Einsatz geeignet. Erste Versuche an Schonhülsen waren erfolgversprechend, und so erweiterte sich sehr schnell das Teilespektrum, auf welches z. B. Wolframkarbidsschichten vom Typ WCCoCr aufgespritzt wurden. Die erreichten Standzeiten übertrafen die kühnsten Erwartungen. So wurde der Materialabtrag um den Faktor 50 gegenüber einem Turbinenbaustahl (1.4313) vermindert. Der teilweise Übergang von den bis dahin üblichen, extrem dicken Schichten (z. B. 10 mm dickes, drahtflammspritztes Metcoloy 2) zu den wesentlich dünneren – allerdings auch wesentlich erosionsbeständigeren – HVOF-gespritzten karbidischen Schichten wurde dadurch eingeleitet.

Nicht zu vergessen sind auch die Schichtentwicklungen und Modellierungsarbeiten, die in den 1990er-Jahren in diesem speziellen Anwendungsbereich

erfolgten. Ein Beispiel hierfür ist die Entwicklung der Schicht Metco TURB speziell für Kaplansturbinenschaukeln. Diese Schicht vom Typ WCCoCr wird mit dem Oerlikon Metco-HVOF-Brenner Diamond Jet erzeugt, wobei die Schichtdicke bis zu 400 µm betragen kann. Auch bei Francis- und Peltonturbinen wird ein grosser Teil der Wasser führenden Teile beschichtet. Einige Bauteile, wie z. B. Labyrinthdichtungen an Francismaschinen, werden dabei «spritzgerecht» (geteilt) konstruiert. In der Mehrzahl der Einsatzfälle können die beschichteten Bauteile dann ohne weitere Nacharbeit eingesetzt werden.

## Chemisch identisch und doch verschieden

Typische Oerlikon Metco-Standardwerkstoffe des Typs WCCoCr, die sich in diesem Bereich je nach Beanspruchung und konkretem Einsatzfall sowie gewählter HVOF-Anlage bewährt haben, sind Amdry 5843, Metco 5847, Woka 3652, Woka

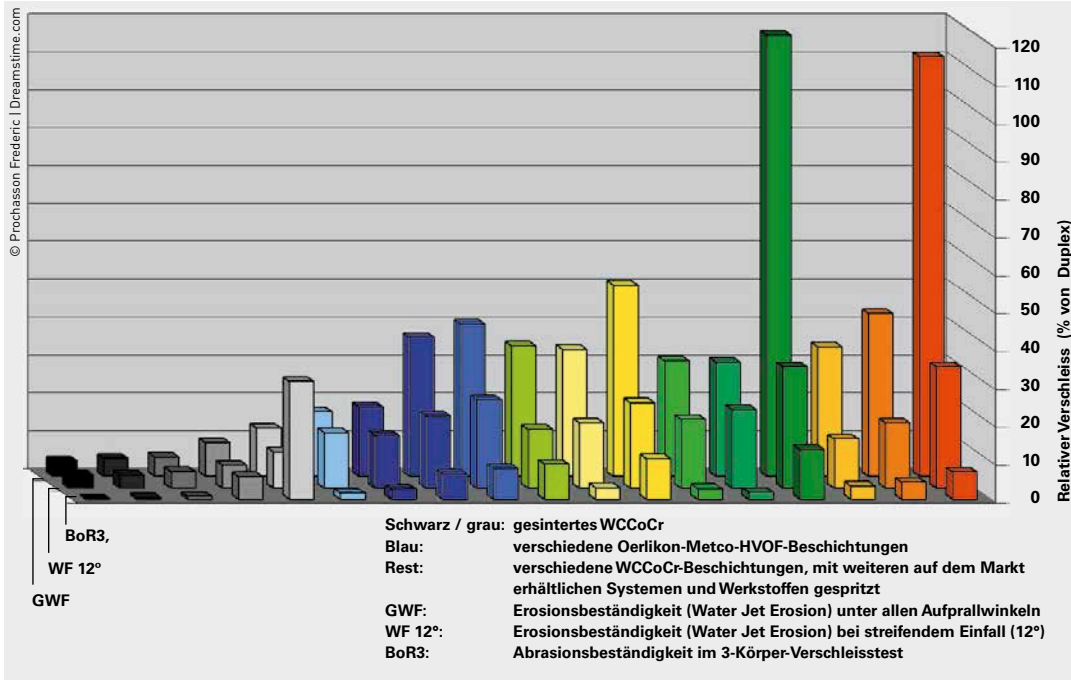
3653 und Metco TURB. Trotz praktisch gleicher chemischer Zusammensetzung unterscheiden sich diese Werkstoffe durch Form, Morphologie, Korngrößenverteilung, Grösse der Primärkarbide, Schüttdichte und damit von der Herstellung und den Herstell-Parametern und auch dem eingesetzten Ausgangsmaterial. Diese Unterschiede machen sich in den Ergebnissen der Verschleisstests deutlich bemerkbar. Allein durch die üblicherweise zur Qualitätssicherung herangezogene Schichthärtigkeit waren diese Unterschiede nicht zu erkennen. Es wird ersichtlich, dass im Wasserturbinenbau heute praktisch nur noch das Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen (nur in der Werkstatt; mit den Brennern Diamond Jet, Woka Star oder Woka Jet) oder das Drahtflammspritzen (in der Werkstatt oder auch Vor-Ort-Beschichtung; mit der Spritzpistole 16E bzw. EGD-K) eingesetzt werden. Das Plasmaspritzen hat dagegen in diesem Bereich weitgehend an Bedeutung verloren (früher: Düsenadnadeln, Mundstücke und Francissturbinenteile).

## Aufschlussreiche Verschleisstests

Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass der



Schaukel einer Kaplanmaschine, beschichtet mit Metco TURB von Oerlikon Metco.



#### Verschleissverhalten von WCCoCr.

Verschleiss durch Hydro-Abrasion, Korrosion und Kavitation mit der Strömungsgeschwindigkeit, dem Feststoffgehalt

und dem Korrosionspotenzial der Flüssigkeit zunimmt. Da der Verschleiss im Betrieb jedoch von weiteren Faktoren

wie der Grösse, der Form und der Härte der Feststoffpartikel abhängt, können spezifische Grenzen für einzelne Werkstoffe

nicht angegeben werden. Weil das Verschleissverhalten eines Werkstoffs nicht mithilfe seiner einfachen physikalischen und mechanischen Kenngrössen wie Härte, E-Modul oder Zugfestigkeit vorhergesagt werden kann, ist die Durchführung spezieller Verschleisstests notwendig. Während phänomenologische Tests eingesetzt werden, um das grundlegende Verschleissverhalten eines Werkstoffs unter klar definierten Belastungen zu bestimmen, werden anwendungsspezifische Tests bereits auf Komponenten und konkrete Einsatzfälle ausgelegt. Die Ergebnisse dieser Versuche können in der Regel direkt in eine Anwendung übergeführt werden.

Oerlikon Metco AG, Wohlen  
 Rigackerstrasse 16  
 5610 Wohlen  
 Tel. 056 618 81 81  
[www.oerlikon.com/metco](http://www.oerlikon.com/metco)