

Lichtbogenspritzen von Metallschichten für den Verschleiß- und Korrosionsschutz

Jesse M. (Andritz AG), Schröttner H. (FELMI TU Graz), Vallant R. (IWS TU Graz)

Einleitung und Projektziel

Es werden die prozesstechnischen Einflüsse auf Lichtbogenspritzschichten und deren mikrostrukturelle Ausbildung dargestellt. Das Lichtbogenspritzen gilt als wirtschaftliches Beschichtungsverfahren, wobei mit einer Standard-Spritzanlage mit zwei Drahtrollen bis ca. 25kg/h Spritzdraht verarbeitet werden können.

Prozess Lichtbogenspritzen

Zwei leitfähige Füll- oder Massivdrähte werden mit Hilfe eines Lichtbogens aufgeschmolzen und über ein Zerstäubergas (Druckluft) auf ein Substrat (Werkstück) aufgebracht (Abb. 1 a, b). Durch den Aufprall der zähflüssigen Spritzpartikel kommt es zu Spritzmaterialverlusten von 20-25%.

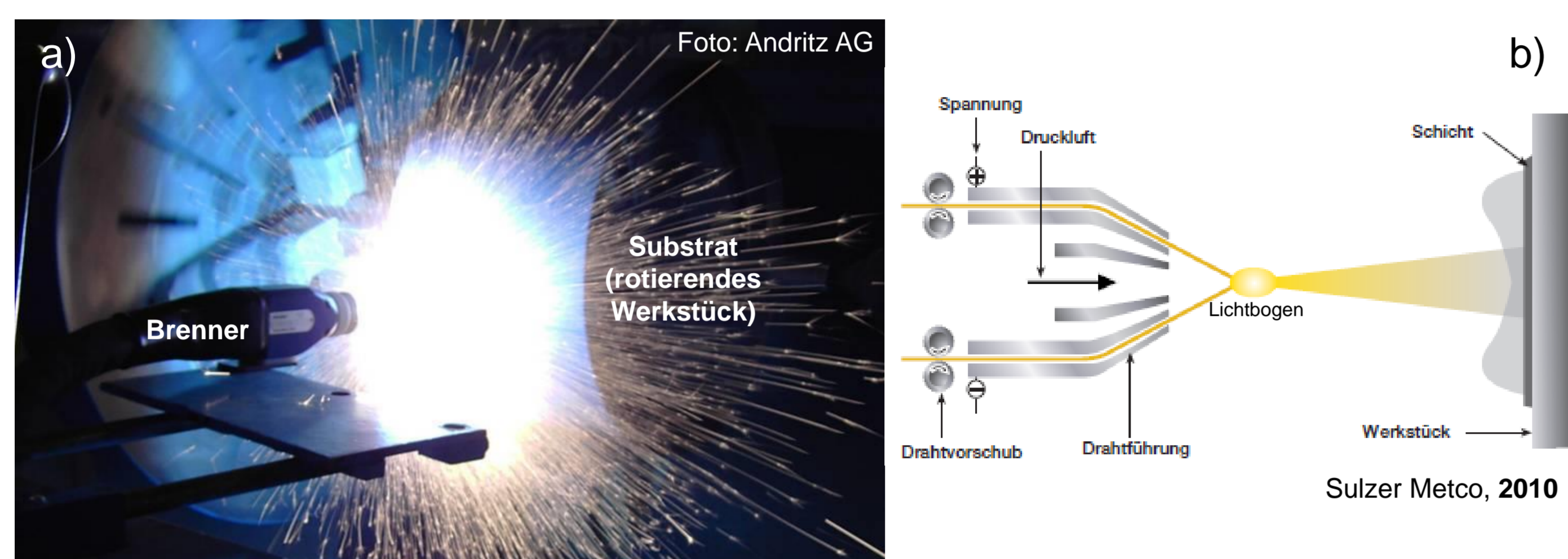


Abb. 1: a) Lichtbogenspritzen - Beschichten eines Zylinders; b) Schematische Darstellung [1]

Die Hauptparameter die den Aufbau der Lichtbogenspritzschicht über die Einstellung der Partikelgröße beeinflussen und deren Eigenschaften bestimmen sind Spannung, Zerstäubergasdruck, Strom und Spritzabstand, Abb. 2 a, b, c, d [2].

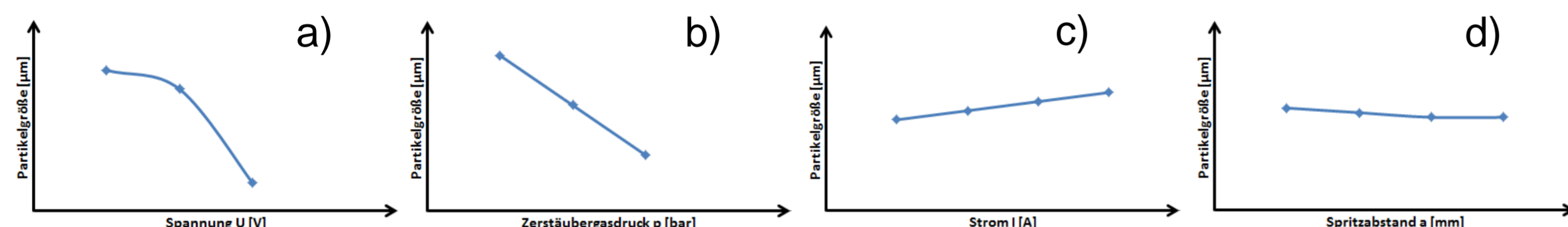


Abb. 2: Einfluss der Spritzparameter auf die Partikelgröße (nach H. D. Steffens)

Charakterisierung der Spritzschicht

Diese wird durch den Aufprall und die Deformation der zähflüssigen Partikel lamellar aufgebaut, wobei der Oxidanteil ca. 10-20% (je nach Zerstäubergasdruck u. Spritzabstand) beträgt. Des Weiteren treten in der Schicht Mikrorisse, Poren, Strahlmittelrückstände und unaufgeschmolzene bzw. wiedererstarrte Partikel auf, Abb. 3 a, b. Die Letzteren sind unerwünscht, da diese die Adhäsion der Schicht auf dem Substrat und auch deren Kohäsion negativ beeinflussen. Häufig wird ein bestimmter Porenanteil gewünscht damit Schmiermittel (z.B. bei Zylinderlaufflächen Motorblock) aufgenommen und die Lauffähigkeit gewährleistet werden kann [3].

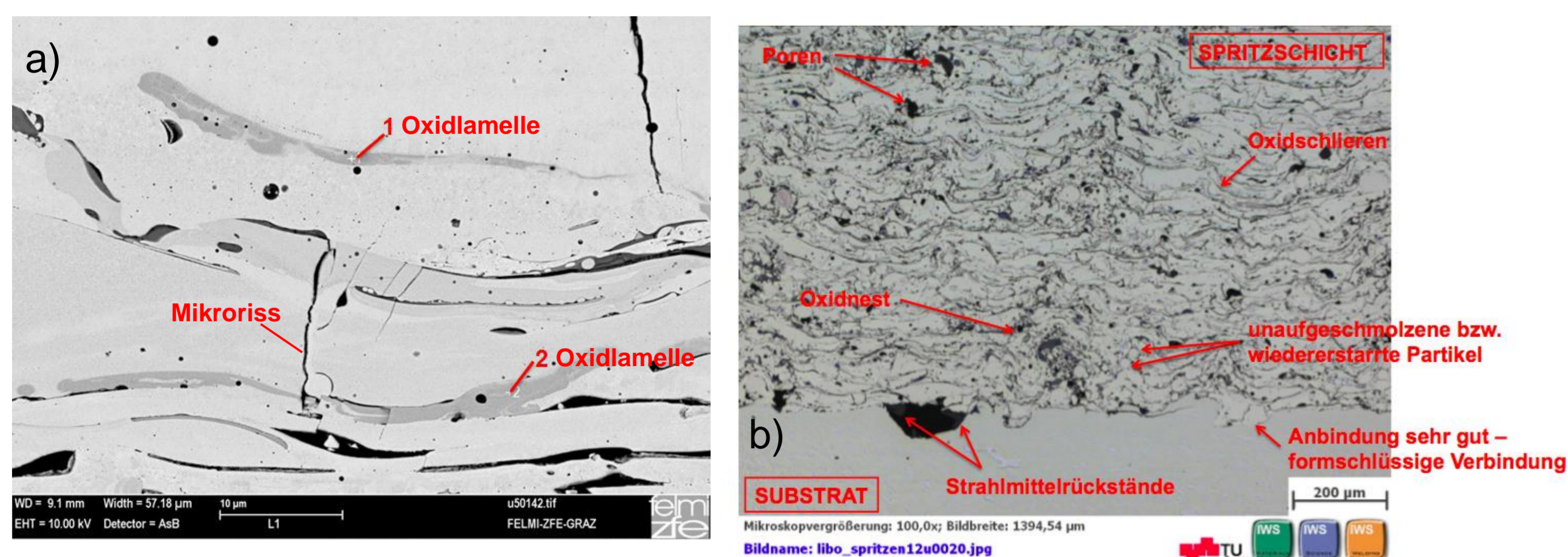


Abb. 3: Querschliff Lichtbogenspritzschicht, a) REM; b) Lichtmikroskop [3]

Haftzugfestigkeit und Härte der Spritzschicht

Zur Bestimmung der Festigkeit normal zur Spritzschicht werden Haftzugversuche (vgl. DIN EN 582 [4]) durchgeführt. Der Bruch soll dabei in der Schicht liegen (Kohäsionsbruch), Abb. 4 a, b.

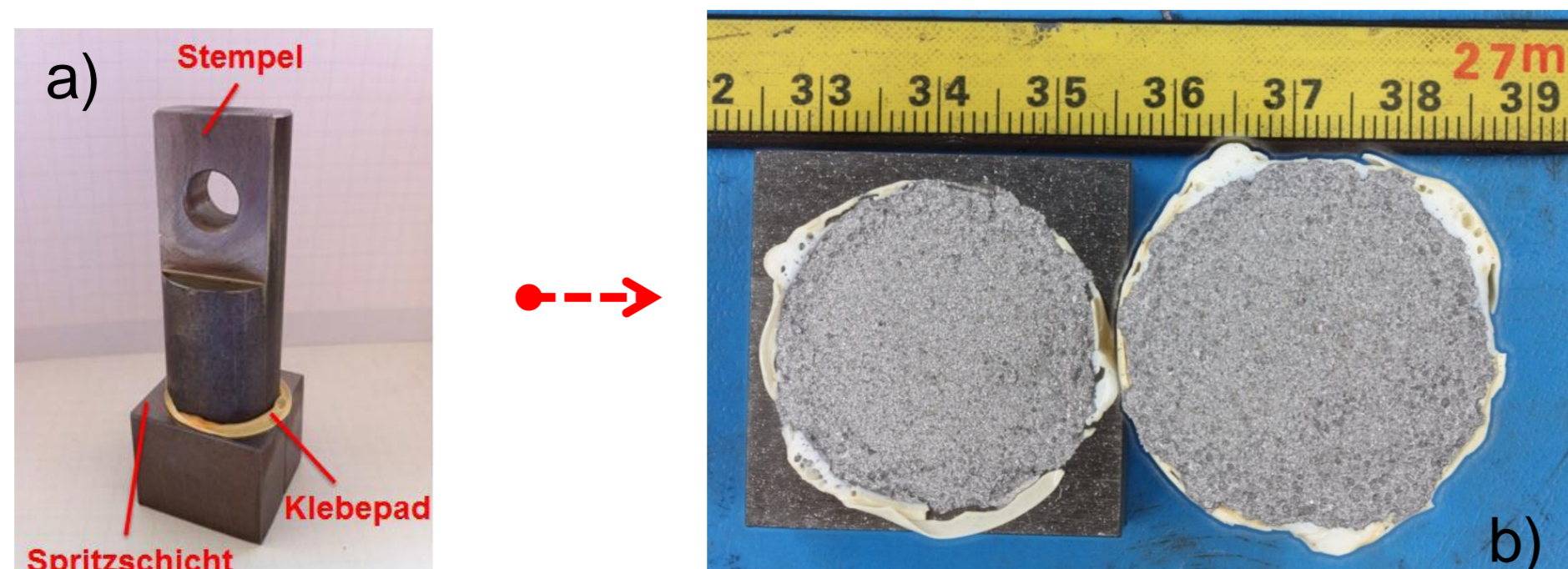


Abb. 4: a) Verklebung Zugversuch-Stempel mit Spritzschicht; b) Kohäsionsbruch Spritzschicht

Die Härte der Verschleißschichten soll im Bereich von ca. 600-1000HV0,3 für das Legierungssystem Fe-Cr-B liegen; wobei die Härteeindrücke nicht in oxidischen oder porenreichen Bereichen liegen dürfen.

Verschleißprüfung

Durch das Reiben einer Polierwalze (Umfangsgeschwindigkeit 1m/s, Belastung 49kg) auf der Spritzschicht unter Wasser, wird über den dabei entstehenden Gewichtsverlust, die Verschleißrate quantitativ bestimmt, Abb. 5 a, b. Es zeigt sich ein nahezu linearer Verlauf des Verschleißes, wobei ca. 7g/m².h abgetragen werden.

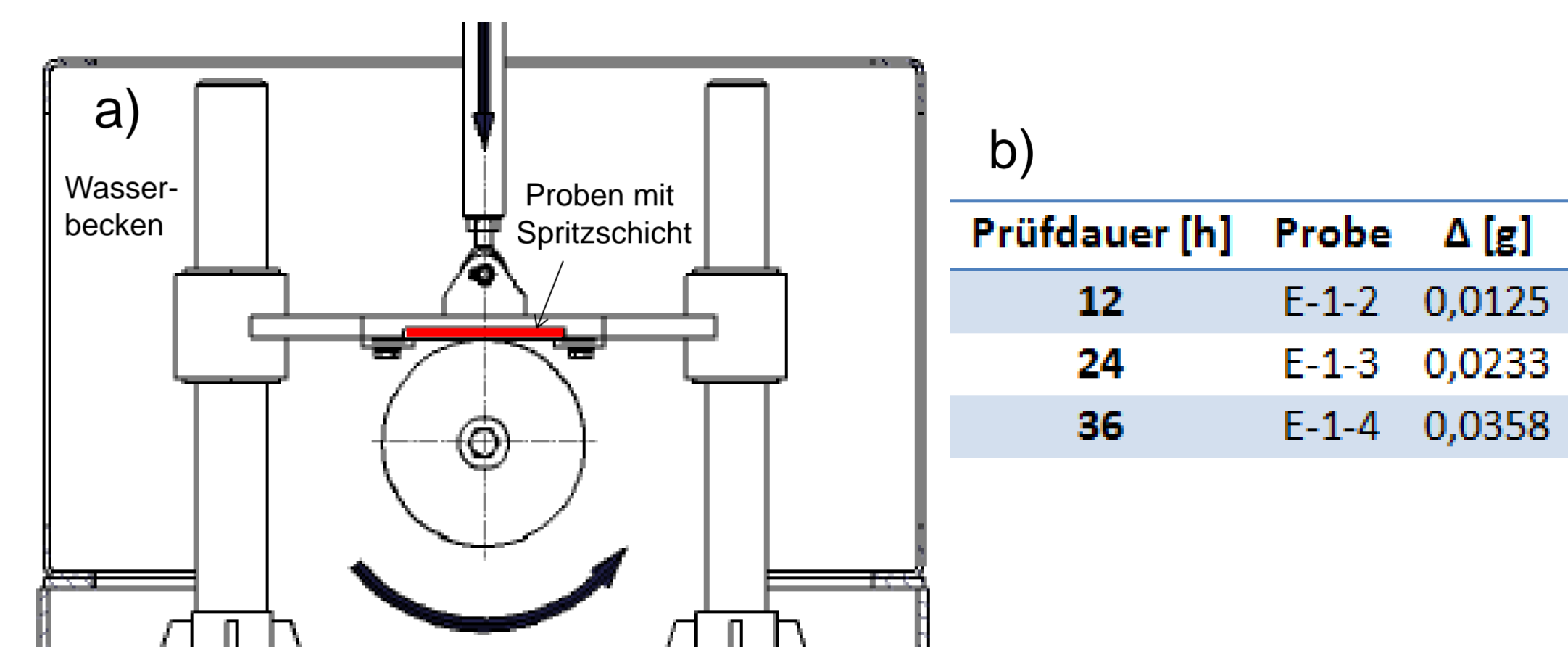


Abb. 5: a) Verschleißprüfstand [5]; b) Gewichtsverlust durch abrasiven Verschleiß

Eigenstressungen und Korrosionsverhalten

Zur Ermittlung der Eigenstressungen [6] in Spritzschichten wird das Bohrlochverfahren angewendet. Dabei wird zyklisch ein Loch gefräst und die frei werdenden Dehnungen aufgezeichnet. Bei den Messungen ergaben sich in ca. 0,3mm Tiefe die maximalen Eigenstressungen von ca. 500MPa, Abb. 6 a.

Im Querschliff der Korrosionsproben (287h NSS Test [7]) zeigte sich, dass in der Tiefe maximaler Eigenstressungen sich die Korrosion parallel zur Schicht fortpflanzt (Spannungsrissskorrosion), Abb. 6 b.

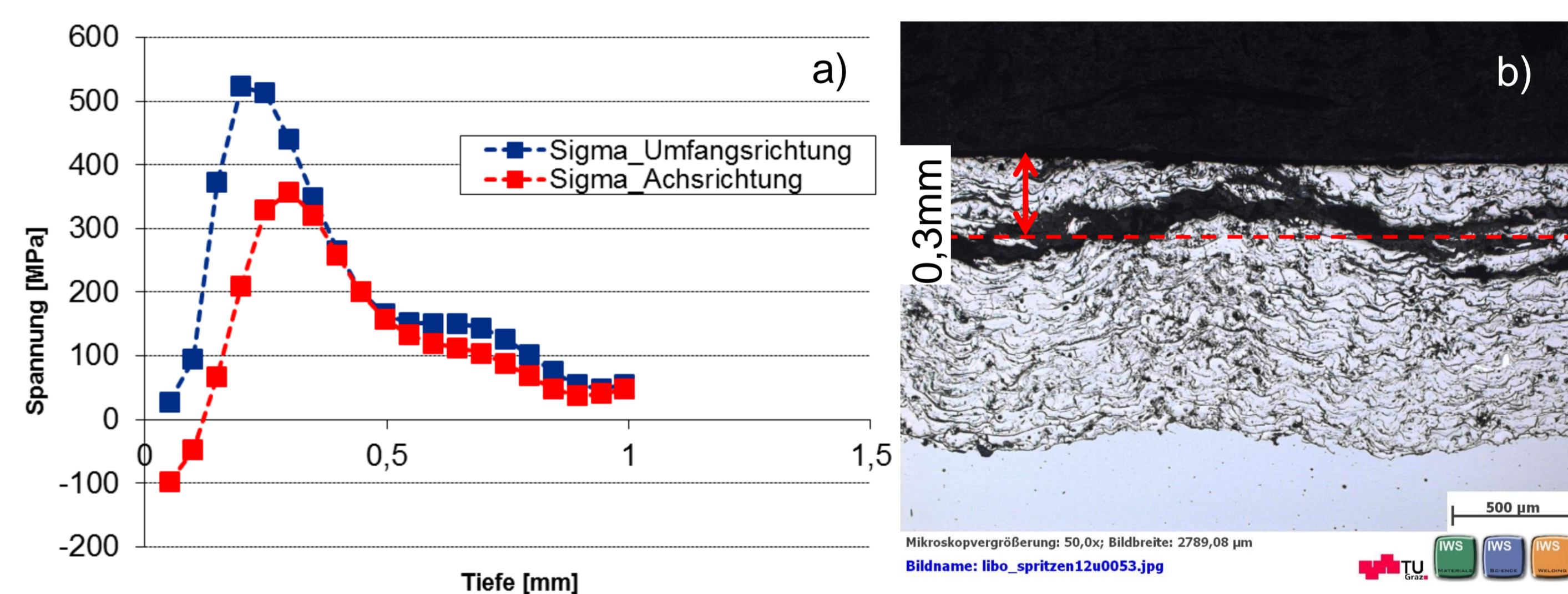


Abb. 6: a) Eigenstressungsverlauf; b) Querschliff Spritzschicht - Korrosion nach 287h NSS Test [7]

Zusammenfassung

Es wurde ein Reihe von Lichtbogenspritzdrähten erprobt und eine optimale Spritzschicht hinsichtlich Härte (Verschleißwiderstand), Porosität und Bearbeitbarkeit (Schleifen nach dem Spritzprozess) entwickelt. Die durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, dass die gute Anbindung der Lichtbogenspritzschicht das wichtigste Qualitätsmerkmal darstellt. Dazu ist es notwendig eine Substratoberfläche ohne Strahlmittelrückstände (Entfernen durch Absaugen) zu erreichen, sowie eine optimale Oberflächenrauheit ($R_a=8-10\mu\text{m}$) herzustellen.

Zur näheren Analyse des Prozesses werden noch Aufnahmen des Abschmelzverhaltens mit der Hochgeschwindigkeitskamera sowie röntgenographische Analysen des metallurgischen Systems [8] der Spritzschicht durchgeführt.

Literatur

- [1] Sulzer Metco, 2010, www.sulzer.com/Thermal_Spray_V4.pdf
- [2] E. Lugscheider, Handbuch der thermischen Spritztechnik, DVS Verlag, Aachen, 2002
- [3] E. Leistner, Gefügeatlas zur Präparation und Auswertung thermischer Spritzschichten, DVS Verlag, Düsseldorf, 2001
- [4] DIN EN 582, 1993, Thermisches Spritzen - Ermittlung der Haftzugfestigkeit
- [5] J. Knäfl, Diplomarbeit TU Graz, 2013 (in Arbeit)
- [6] EMPA - Abschlussbericht, Ermüdungsverhalten Thermischer Spritzschichten, 2000
- [7] ÖNORM EN ISO 9227, 2006, Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären - Salzsprühnebelprüfungen
- [8] C. Komsanti, Microstructural Evolution in Fe-Cr-B based Alloy Powder and Thermally Sprayed Coatings and their Wear Performance, PhD Thesis, Nottingham, 2010