

Beitrag zur Überwachung von Strahlverschleißprüfungen beschichteter Bauteile mittels Schallemissionsanalyse

¹ Prof. Dr. Burkhard ZIEGLER, ¹ Dipl. Ing.(FH) Miriam DILL
¹ Technische Hochschule Mittelhessen, FB ME,
Wiesenstr. 14, 35390 Gießen

Kontakt E-Mail: Burkhard.Ziegler@me.thm.de

Kurzfassung

Ein Vergleich der Verschleißbeständigkeit beschichteter Bauteile bedarf der reproduzierbaren Beanspruchung der zu testenden Oberflächen. In der tribologischen Verschleißprüfung werden hierzu speziell konstruierte Mess- und Prüfapparate (kurz Tribometer) eingesetzt. Im Rahmen dieser Untersuchung soll eine handelsübliche (Sand-) Strahlanlage für den Einsatz in der Verschleißprüfung ertüchtigt werden. Bei diesen Anlagen wird die Menge des, aus einer definierten Strahldüse austretenden, Strahlmittels im Wesentlichen durch den Betriebsdruck der Strahlpistole bestimmt. Versuche haben ergeben, dass die Menge und die Geschwindigkeit des Strahlmittels, trotz konstantem Betriebsdruck, stark variieren. Für den originären Einsatzzweck der Strahlanlage stellt dies kein Problem dar, jedoch für die tribologische Verschleißprüfung, da sich dadurch die Beanspruchungen nicht reproduzieren lassen. Diese Untersuchung möchte einen Beitrag zur Überwachung von Strahlverschleißprüfungen mittels Schallemissionsanalyse leisten.

Beitrag zur Überwachung von Strahlverschleiß- prüfungen beschichteter Bauteile mittels Schallemissionsanalyse

Prof. Dr. Burkhard Ziegler
Dipl. Ing.(FH) Miriam Dill



21. Kolloquium Schallemission, Fulda 2017 – Vortrag 6

Inhalt

- Motivation
- Verwendetes Equipment
- Strahlmitteldosierung und -transport
- Strahlpistole / Strahldüse
- Massenstrombestimmung
- Versuchsaufbau Strahlversuche
- Strahlversuche und Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick
- Referenzen / Literatur

Motivation:

Ist mittels SEA eine handelsübliche (Sand-) Strahlanlage für den Gebrauch in der Verschleißprüfung zu befähigen?

Randbedingungen:

- Strahlanlage soll ihre Funktionalität behalten
- Einsatz von Standard (SE)–Messtechnik
- Reproduzierbare Strahlbeanspruchung der Proben
- Möglichkeit der Dokumentation des Beanspruchungsverlaufes

Verwendetes Equipment



Strahlanlage Fa. MHG GmbH
Typ SMG-45/1, siehe Bilder
Minipistole MH, Strahldüse $d_i = 4\text{mm}$

Strahlmittel: Normalkorund 44 - 74 μm

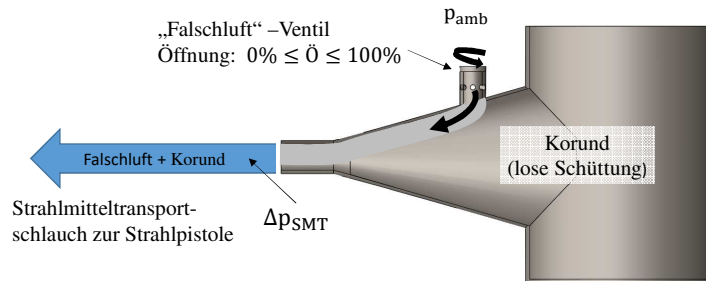
SE-Messtechnik der Fa. Mistras:

- WD-Breitbandsensor
- Vorverstärker
- 1283-USB-AE Node™ Modul
- AEwin™ for USB:
 - Trigger 40dB
 - Bandpass: 100kHz-600kHz
 - Sample Rate 5MSPS
 - Parametrics 1; 50ms

Differenzdrucksensor

Fa. JUMO
Typ 4 ADI-10-010/83
Messbereich: 0 – 250mbar
Signalspannung: 0 – 10V

Strahlmitteldosierung und -transport



P_{amb} - Umgebungsdruck [mbar],
 Δp_{SMT} - Unterdruck im Strahlmitteltransportschlauch [mbar],
 \ddot{O} - Öffnung des Falschluffventils [%].

Prof. Dr. B. Ziegler, Dipl. Ing.(FH) M. Dill
21. Kolloquium Schallemission 2017

3

Strahlpistole / Strahldüse



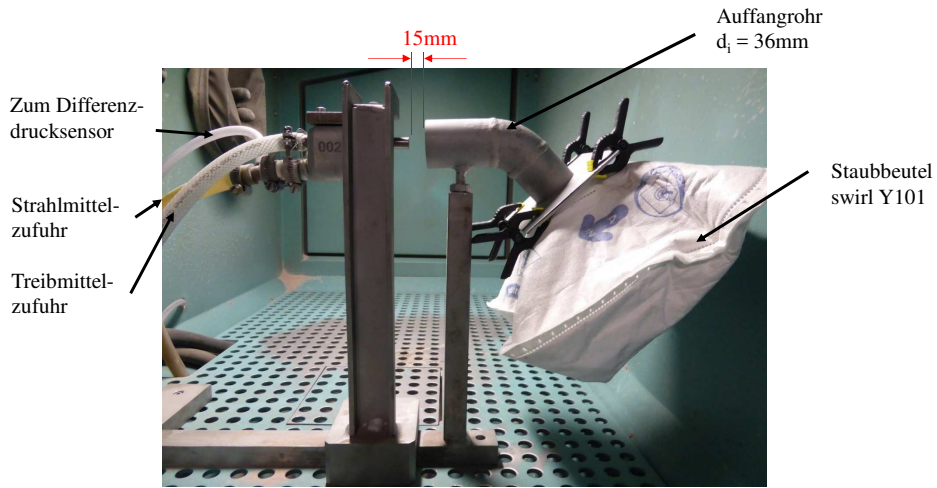
Anschluss für den Verbindungsschlauch zum Differenzdrucksensor.
 Durch die Anbohrung senkrecht zur Strömungsrichtung wird der
 Unterdruck im Strahlmitteltransportschlauch gemessen
 $0\text{mbar} \leq \Delta p_{SMT} \leq 50\text{mbar}$
 $(\Delta p_{SMT,max} = 500\text{mbar})$

Δp_{TM} - Überdruck des Treibmittels (Luft) [bar],
 Δp_{SMT} - Unterdruck im Strahlmitteltransportschlauch [mbar],
 c_{SM} - Mittlere Geschwindigkeit des Strahlmittels [m/s],
 c_{TM} - Mittlere Geschwindigkeit des Treibmittels [m/s],
 \dot{m}_{SM} - Massenstrom des Strahlmittels (Korund) [g/120s].

Prof. Dr. B. Ziegler, Dipl. Ing.(FH) M. Dill
21. Kolloquium Schallemission 2017

4

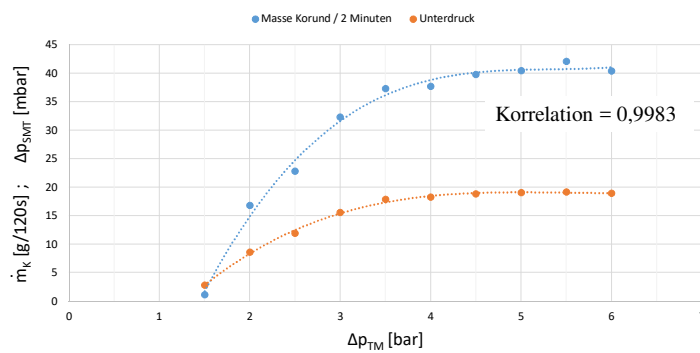
Versuchsaufbau Massenstrombestimmung



Prof. Dr. B. Ziegler, Dipl. Ing.(FH) M. Dill
21. Kolloquium Schallemission 2017

5

Massenstrom und Unterdruck versus Treibmitteldruck



Prof. Dr. B. Ziegler, Dipl. Ing.(FH) M. Dill
21. Kolloquium Schallemission 2017

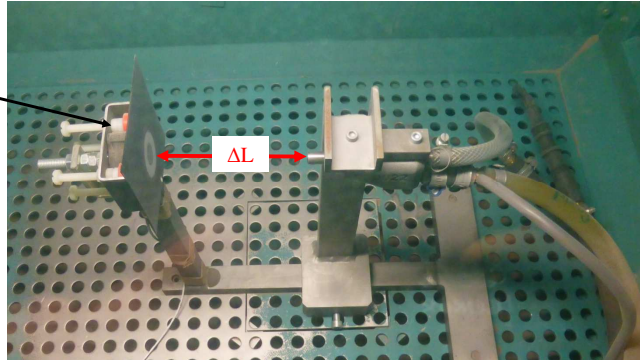
6

Versuchsaufbau Strahlversuche

Proben- und SE-Sensorhalterung

Die Korundpartikel treffen ungefähr senkrecht auf die Probenoberfläche:

→ Anstrahlwinkel $\alpha \approx 90^\circ$
(Prallstrahlverschleiß)



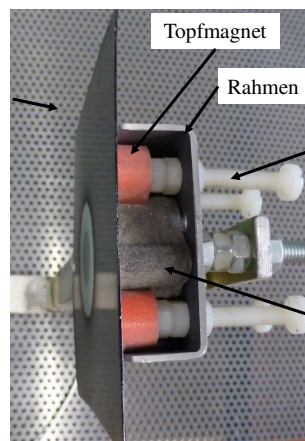
ΔL - Strahlabstand [mm],
 α - Anstrahlwinkel [°].

Prof. Dr. B. Ziegler, Dipl. Ing.(FH) M. Dill
21. Kolloquium Schallemission 2017

7

Proben- und SE-Sensorhalterung

Probe:
verzinktes Stahlblech,
schwarz lackiert
(100×100×1,5mm)



Polyamidschrauben
und -muttern

SE-Sensor +
Sanitär fett

Sensorhalterung
(Schaumstoff +
Pertinax®-Unterlage)



Ansicht ohne Probe


Prof. Dr. B. Ziegler, Dipl. Ing.(FH) M. Dill
21. Kolloquium Schallemission 2017

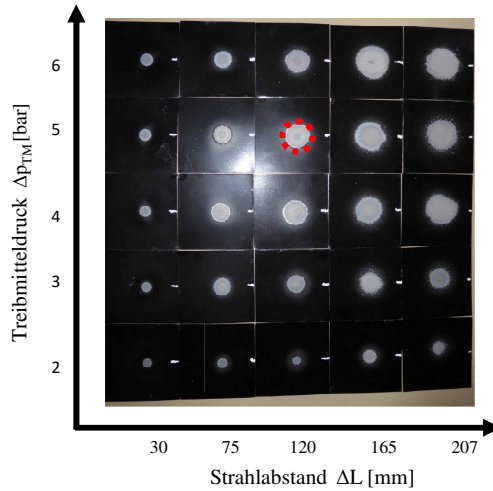
8

Verschleißbilder

Versuchsparameter

Δp_{TM} = variabel
 ΔL = variabel
 \dot{O} = 70% = konst.
 $\alpha \approx 90^\circ$ = konst.
 Probe: Stahlblech

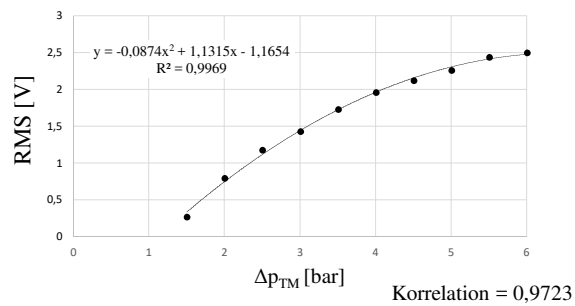
 Durchmesser = 32mm



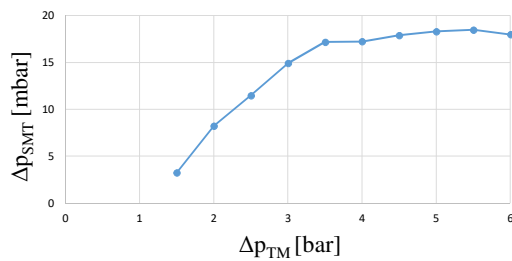
Treibmitteldruck

Versuchsparameter

Δp_{TM} = variabel
 ΔL = 120mm = konst.
 \dot{O} = 70% = konst.
 $\alpha \approx 90^\circ$ = konst.
 Probe: Stahlblech



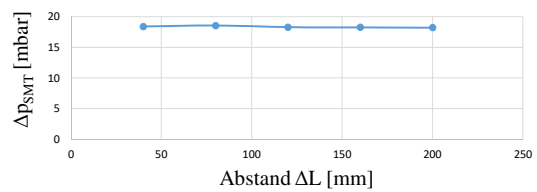
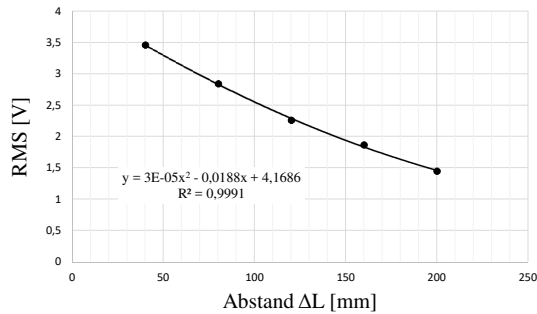
Korrelation = 0,9723



Strahlabstand

Versuchsparameter

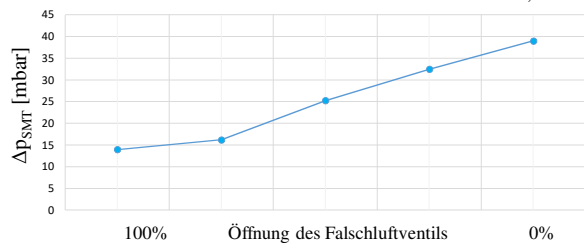
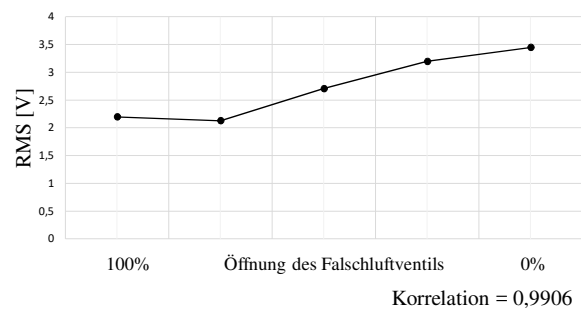
ΔL = variabel
 Δp_{TM} = 5bar = konst.
 \ddot{O} = 70% = konst.
 $\alpha \approx 90^\circ$ = konst.
 Probe: Stahlblech



Unterschiedliche Öffnung des Falschluffventils

Versuchsparameter

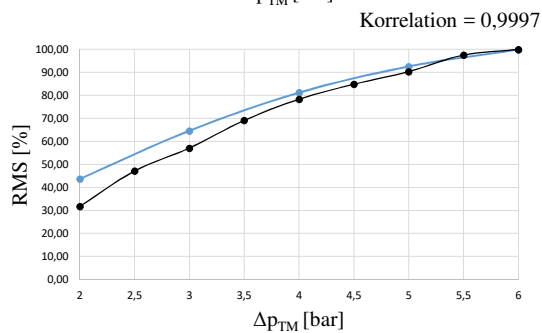
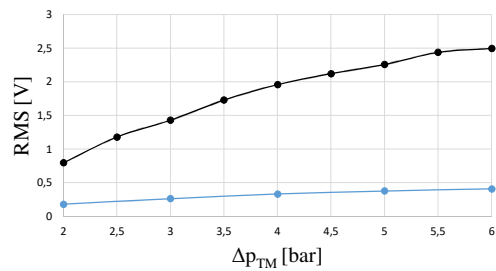
\ddot{O} = variabel
 ΔL = 120mm = konst.
 Δp_{TM} = 5bar = konst.
 $\alpha \approx 90^\circ$ = konst.
 Probe: Stahlblech



Unterschiedliche Proben

Versuchsparameter

ΔL = variabel
 Δp_{TM} = 5bar = konst.
 \ddot{O} = 70% = konst.
 $\alpha \approx 90^\circ$ = konst.
 Proben: Stahlblech
 Graugussplatte

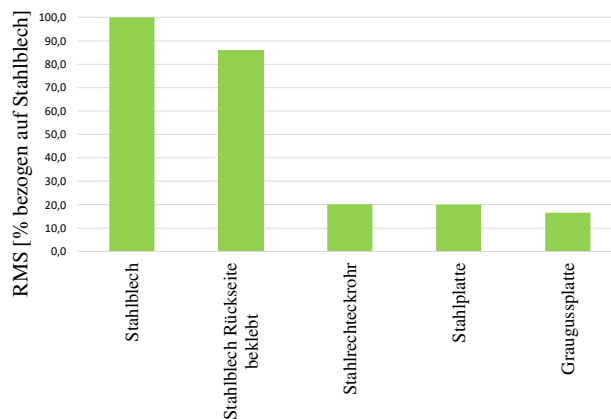


Unterschiedliche Proben und Probengeometrien

Versuchsparameter

Δp_{TM} = 5bar = konst.
 ΔL = 120mm = konst.
 \ddot{O} = 20% = konst.
 $\alpha \approx 90^\circ$ = konst.

Proben: - Stahlblech (100 × 100 × 1,5),
 - Stahlblech, Rückseite beklebt mit Gewebepband (ohne Sensorfläche)
 - Stahlrechteckrohr (80 × 40 × 2,5)
 - Stahlplatte (100 × 140 × 20)
 - Graugussplatte (56 × 62 × 7)



Zusammenfassung und Ausblick

- Der RMS-Wert reagiert reproduzierbar auf Änderungen des Treibmitteldrucks, des Strahlabstands oder des Massenstroms (Strahlmitteltransportdruck).
 - Der Treibmitteldruck und der Apparat zur Strahlmitteldosierung (Falschluff) haben einen großen Einfluss auf den Massenstrom des Strahlmittels und damit auf den RMS-Wert.
 - Unterschiedliche Proben (Werkstoff, Geometrie) ergeben unterschiedliche maximale RMS-Werte. Die RMS-Verläufe der einzelnen Proben korrelieren jedoch sehr stark.
- Nach Meinung der Verfasser ist die SEA im vorliegenden Fall zur reproduzierbare Einstellung und Dokumentation der Strahlbeanspruchung von Materialproben einsetzbar.
Der Verschleiß einer Materialprobe hängt bei konstanter Strahlbeanspruchung von deren Oberflächenzustand und deren Stoffeigenschaften ab.
- ❖ Der Einfluss des Probenverschleißes (auch einer evtl. Beschichtung), des Auftreffwinkels und des Strahlmittels auf die RMS-Werte bedürfen der weiteren Untersuchung.

Danksagung

Die vorliegende Untersuchung wurde innerhalb des Projektes opticoat realisiert.



Dieses Projekt (HA-Projekt-Nr. 488/15-30) wird im Rahmen von Hessen Modellprojekte aus Mitteln der LOEWE - Landes-Offensive zur Entwicklung Wissenschaftlich-ökonomischer Exzellenz, Förderlinie 3: KMU-Verbundvorhaben gefördert.



Weitere Informationen unter
www.innovationsfoerderung-hessen.de

Die Verfasser danken für die Unterstützung.

Referenzen / Literatur

Czichos, H., Habig, K.-H., *Tribologie-Handbuch*, 3. Auflage, ISBN 978-3-8348-0017-6, Verlag Vieweg und Sohn Wiesbaden, 2010.

Kiess, *Grundlagen der Strahltechnik*, Fa. Kies, GmbH, Mühlheim/Ruhr, <http://www.kiess.de/start/?L=02012>, 2017

MHK, *Betriebsanleitung Strahlanlage Modell SMG*, Fa. MHG GmbH, Düsseldorf, 2012

Reuss, G., *Beitrag zur Überwachung des thermischen Spritzprozesses mittels Schallemissionsanalyse*, Diss. TU Dortmund, 2001.

Scheer, Ch., Brüggemann, P., Reimche, W., *Beurteilung des Entschichtungs Zustands beim Trockeneisstrahlen mittels Analyse und Ortung von Schallemissionssignalen*, Leibniz Universität Hannover, 16. Kolloquium Schallemission 2007

Zielke, R., Tillmann, W., Wang, G., Abdulgader, M. *Schallemissionsanalyse zur Prozessüberwachung beim thermischen Spritzen*, Lehrstuhl für Werkstofftechnologie, Technische Universität Dortmund, DGZfP DACH Jahrestagung Graz, 2012.