

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Begriffsbestimmung
 - 2.1 Prozesse
 - 2.2 Zusätze
 - 2.3 Verschleiß
 - 2.4 Verschleißarten / Beanspruchungsarten
- 3 Prüftechniken und Untersuchungsmethoden
 - 4 Herstellung von Verschleißproben
 - 4.1 Grundwerkstoff und Prüfstück
 - 4.2 Schweißen des Prüfstückes
 - 4.3 Probenausarbeitung
 - 5 Versuchsauswertung
 - 6 Beispiele für Prüfeinrichtungen
 - 7 Mitgeltende Normen und technische Regeln, Schrifttum

1 Geltungsbereich

Dieses Merkblatt dient zur Prüfung von geschweißten verschleißbeständigen Auftragungen. Es enthält Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung des Verschleißwiderstandes überwiegend abrasiv beanspruchter geschweißter Panzerungen und gibt einen allgemeinen Überblick über die gängigen Prüftechniken und Untersuchungsmethoden. Darüber hinaus beschreibt es die Verfahrensweise zur Herstellung einheitlicher Prüfstücke sowie der Proben, die zur Ermittlung von Verschleißkennwerten eingesetzt werden.

2 Begriffsbestimmung**2.1 Prozesse**

Verschleißbeständige Auftragungen können durch verschiedene Methoden und Beschichtungsprozesse hergestellt werden. Ziel dabei ist, eine Schutzschicht mit definierten Eigenschaften und/oder geometrischen Abmessungen zu erzeugen. Die Begriffe zum Schweißen und für die anwendbaren Prozesse sind in DIN ISO 857-1 „Metallschweißprozesse“ beschrieben.

2.2 Zusätze

Als Zusätze für die verschiedenen Beschichtungsprozesse können Stäbe und Massivdrähte, umhüllte Stabelektroden, Fülldrähte, Füll- und Sinterbänder oder Pulver einzeln und in Kombination eingesetzt werden.

2.3 Verschleiß

Als Verschleiß wird allgemein der fortschreitende Materialverlust aus der Oberfläche eines festen Körpers definiert, der durch mechanische Ursachen, d. h. Kontakt und Relativbewegung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörpers hervorgerufen wird.

2.4 Verschleißarten / Beanspruchungsarten

Der Verschleiß eines metallischen Bauteils hängt vom eingesetzten Grundwerkstoff (GW) und den vorherrschenden Verschleißbedingungen ab. Verschleiß ist keine Werkstoffeigenschaft, sondern wird durch das gesamte beteiligte System beeinflusst.

Dabei können unterschiedliche Verschleißmechanismen einzeln und in Kombination auftreten, und zwar:

- **Adhäsiver Verschleiß** (Materialabtrag durch Ausbildung und Abtrennung von Oberflächenanhaftungen)
- **Abrasiver Verschleiß** (Materialabtrag durch mikro-spanende Beanspruchung),
- **Oberflächenzerrüttung** (Materialabtrag durch Materialermüdung und Rissbildung in der Oberfläche),
- **tribochemische Reaktionen** (Materialabtrag durch chemische Reaktionen an der Kontaktfläche).

Tabelle 1.8 in „Abrasion und Erosion“, Uetz 1986, zeigt eine Unterteilung der bekanntesten Verschleißarten und Verschleißmechanismen.

Wegen der Vielzahl möglicher Beanspruchungskollektive (Bewegungsform und -ablauf, Beanspruchungsparameter) sind im Laufe der Zeit unterschiedliche Modellverschleißprüfverfahren entwickelt worden, die sich in der Praxis für vergleichende Untersuchungen bewährt haben, ohne jedoch den Feldversuch ersetzen zu können. Ein grundsätzliches Problem aller Modellverschleißprüfungen ist, dass sie untereinander üblicherweise nicht vergleichbar sind.

Das vorliegende Merkblatt soll dazu beitragen, die Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit von Verschleißuntersuchungen speziell bei Abrasivebeanspruchungen zu verbessern. Hierzu wurden nachstehende Richtlinien für die Herstellung von Prüfständen, die Ausarbeitung von Verschleißproben sowie die Ermittlung von Verschleißkennwerten aufgestellt. Rückschlüsse auf die schweißtechnologische Verarbeitung der Zusatzwerkstoffe sind möglich.

3 Prüftechniken und Untersuchungsmethoden

Entsprechend der jeweils vorliegenden Verschleißart wurde zur Ermittlung des Verschleißwiderstandes eine Zuordnung der geeigneten Prüfverfahren getroffen. Für den Gleitverschleiß lässt sich zur Klassifizierung der einzelnen Prüfmethode folgende Unterteilung vornehmen:

- Zwei-Körper-Abrasiveverschleiß (Festkörper/Korn)
 - a) mit gebundenem Korn
 - b) mit losem Korn
 - Drei-Körper-Abrasiveverschleiß (Festkörper/Korn/Festkörper)
- Zur Bewertung des Verschleißwiderstandes werden gegenwärtig verschiedene Laborprüfeinrichtungen mit unterschiedlichen Prüfparametern eingesetzt. Die nachfolgende Auflistung beschränkt sich auf die gängigen Untersuchungsmethoden:
- Reibrad-Verfahren (ASTM G 65 und B 611) – Drei-Körper-Abrasiveverschleiß ohne und mit Zwischenmedium (Wasser)
 - Schleifpapier-/Band-/Scheibe-Verfahren (ASTM G 132) – Zwei-Körper Abrasiveverschleiß
 - Gleitschuh-Verfahren oder Miller-Test (ASTM G 75) – Drei-Körper-Abrasiveverschleiß
 - Schleiftopf-Verfahren (trocken und feucht) – Zwei-Körper-Abrasiveverschleiß

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

Tabelle 1. Übersicht über Abmessungen der Prüfstücke.

Form	Prozess – Bez. n. EN ISO 4063	Art des Schweißzusatzes	Ausführungsart	Maße (GW) (L × B × H) mm
1	111, 141, 311, 15	umhüllte Stabelektroden, Stäbe, Drähte, Pulver	Zugraupen	100 × 50 × 10
2	114, 121, 131, 135, 136, 137, 751, 15	Massiv- und Fülldrähte Pulver	Zugraupen oder Pendelraupen	200 × 100 × 20
3	114, 121, 131, 135, 136, 137, 751, 15	Massiv- und Fülldrähte sowie Pulver	Pendelraupen	200 × 100 × 25
	72, 122,	Massiv- und Sinterbänder	Zugraupen	

4 Herstellung von Verschleißproben

4.1 Grundwerkstoff und Prüfstück

Als Grundwerkstoff für die Herstellung von Verschleißproben werden die Stahlsorten S355J2G3 und X5CrNi1810 (W.-Nr. 1.0570, 1.4301) vorgeschlagen. Eine Empfehlung zur Form der Prüfstücke je nach Schweißprozess und Ausführungsart wird mit den folgenden Maßen gegeben (siehe Tabelle 1).

Hiervon abweichende Abmessungen sind möglich. Bei geringeren Prüfstückdicken muss in Abhängigkeit von den Prozessparametern eine ausreichende Ableitung der Wärme z. B. durch eine wassergekühlte Kupfer-Probenaufspannung sichergestellt sein.

4.2 Schweißen des Prüfstückes

Auf das Prüfstück werden in einem Arbeitsgang oder nacheinander, wie in Bild 1 dargestellt, eine oder mehrere Lagen aufgeschweißt. Bei der Wahl der Schweißparameter und Schweißbedingungen sind die Herstellerangaben zu beachten. Je nach Schweißzusatz und Prozess ist die Zug- oder Pendelraupentechnik anzuwenden. Die Lagenzahl ist auf maximal zwei Lagen und die Raupenbreite auf 30 mm zu begrenzen. Bei Mehrlagenschweißungen sind die einzelnen Raupen jeweils mit etwa 50 % Überlappung zu schweißen, wobei die zweite Lage gegenüber der ersten Lage um eine halbe Raupenbreite versetzt aufzubringen ist.

Bei schlackeführenden Zusätzen ist nach dem Schweißen von jeder Raupe die Schlacke vollständig zu entfernen.

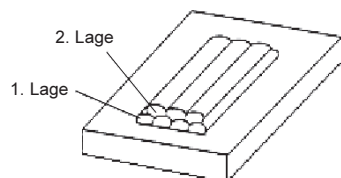


Bild 1. Prüfstück Form 1; 2-lagige-Auftragschweißung.

Die verwendeten Schweißparameter sind in einem Schweiß- oder Prüfprotokoll zu dokumentieren. Das Schweißprotokoll sollte unter Berücksichtigung des benutzten Prozesses folgende Angaben enthalten:

- **Schweißbedingungen**
 - Grundwerkstoff
 - Form des Prüfstückes (siehe Tabelle 1)
 - Vorwärmung und Zwischenlagentemperatur
 - Schweißzusatz und Hilfsstoffe
 - Schweißposition (Schweißbrenneranstellung, Brenneranstellwinkel)
- **Schweißparameter**
 - elektrische Maschineneinstellwerte
 - Pulver- und/oder Schutzgasmenge
 - Flammeneinstellung
 - Stromkontaktrohrabstand
 - Schweißzusatzvorschub
 - Schweißzeit
 - Pendelparameter

- Schweißgeschwindigkeit
- sonstige

– Randbedingungen

- Abkühlbedingungen während und nach dem Schweißen
- Wärmebehandlung nach dem Schweißen, falls erforderlich
- Behandlungszustand der Probe (z. B. unbehandelt, gehärtet, kaltverfestigt)

4.3 Probenaufarbeitung

Die Proben für die Verschleißuntersuchungen sind mit möglichst geringer thermischer Beanspruchung (z. B. Wasserstrahl; gekühlter Trennschliff, Funkenerosion ...) aus der beschichteten Platte herauszuarbeiten. Die Probengeometrie ist von dem jeweiligen Prüfverfahren abhängig. In der Regel sind die Proben quaderförmig oder zylindrisch. Wenn ein Planschleifen der Oberfläche erfolgen soll, so muss dieses unter ständiger Kühlung geschehen. Nach Möglichkeit sollte dann mit einem geeigneten Messverfahren die Oberflächenrauheit ermittelt werden.

5 Versuchsauswertung

Zur Ermittlung der Verschleißkennwerte sind die Versuchsbedingungen und -ergebnisse zu dokumentieren. Das Prüfprotokoll (Beispiel Anlage 1) sollte je nach Prüfmethode folgende Angaben enthalten:

- die Prüfmethode bzw. das Verschleißprüfverfahren (einschließlich der Besonderheiten der Prüfmaschine),
- die Prüfnorm,
- die Oberflächenbeschaffenheit der Probe (Rauheit),
- die Beanspruchungsrichtung (quer oder längs der Schweißrichtung)
- die Prüfebene der Auftragung (Abstand von der Schmelzlinie)
- die Probengröße,
- das Probengewicht,
- die Versuchsparameter (Flächenpressung, Anpresskraft, Verschleißweg, Versuchszeit, Gleit- oder Rotationsgeschwindigkeit, Anzahl der Hübe oder Umläufe, Probentemperatur),
- der verwendete Gegenkörper (Bezeichnung, Art, Form und Beschaffenheit),-
- das verwendete Abrasivmittel (Bezeichnung, Art, Form und Beschaffenheit),
- das verwendete Zwischenmedium (Bezeichnung, Art, Form und Beschaffenheit),
- die Umgebungsbedingungen,
- der ermittelte Material- bzw. Masseabtrag (Volumen, Gewicht)

Werden absolute Werte – wie der Masseabtrag – für Vergleiche herangezogen, so sind die Bedingungen wie der Verschleißweg oder die Anzahl der benutzten Blätter bei der Stift-Scheibe-Prüfung gesondert anzugeben. Dies entfällt bei der Anwendung verschleißbezogener Kenngrößen. Häufig benutzt wird die spezifische Verschleißrate w als Verhältnis des Masseverlustes Δm be-