

Ersatz für Ausgabe Februar 1986

**Inhalt:**

- 1 Zweck und Geltungsbereich
- 2 Einflussgrößen auf die Schnellschweißergrenze
  - 2.1 Grundwerkstoff
  - 2.2 Drahtelektrode
  - 2.3 Stellung der Drahtelektrode
  - 2.4 Kontaktdüsenabstand
  - 2.5 Lichtbogenspannung
  - 2.6 Stromstärke
  - 2.7 Schweißgeschwindigkeit
  - 2.8 Stromart und Polarität
- 3 Beurteilungskriterien
  - 3.1 Nahtoberfläche
  - 3.2 Nahtrandausbildung
  - 3.3 Nahtüberhöhung
- 4 Durchführung der Probenschweißung
- 5 Auswertung der Probenschweißung Schrifttum

**1 Zweck und Geltungsbereich**

Dieses Merkblatt behandelt die Einflüsse der wichtigsten Schweißparameter auf die Schnellschweißereigenschaften von UP-Schweißpulvern zum Schweißen von un- und niedriglegierten Stählen. Bei Schweißpulvern für hochlegierte Werkstoffe kann sinngemäß in Anlehnung an dieses Merkblatt verfahren werden. Das Merkblatt ermöglicht, Schweißpulver untereinander zu vergleichen.

Für die Vergleichsuntersuchungen werden UP-Eindrahtschweißungen als Einlagen-Auftragschweißungen unter festgelegten Schweißbedingungen hergestellt. Anhand von Vergleichsdrahten für das Aussehen der Nahtoberfläche und die Ausbildung des Nahtrandes ist eine Beurteilung des Nahtaussehens durchführbar. Anwender und Hersteller ermöglichen die Prüflinie einen Vergleich verschiedener Pulver.

Bei Stumpfnähten mit Fugenvorbereitungen können bei gleichen Schweißbedingungen Schweißergebnisse vorliegen, die von denen abweichen, die bei den Auftragschweißungen ermittelt wurden.

**2 Einflussgrößen auf die Schnellschweißergrenze**

Die höchste Schweißgeschwindigkeit, mit der sich ein Schweißpulver noch in einem stabilen UP-Schweißprozess bei zufriedenstellendem Nahtaussehen verschweißen lässt, ist die Schnellschweißergrenze des Pulvers. Sie hängt von verschiedenen Einstellparametern und Randbedingungen ab [1].

**2.1 Grundwerkstoff**

Chemische Zusammensetzung und Dicke des Grundwerkstoffs beeinflussen das Fließverhalten des Schweißgutes. So führen höhere Manganhalte, die durch Aufmischen ins Schweißgut gelangen, zu einem dünnflüssigeren Schweißgut. Zu dünne

Grundwerkstoffe können infolge behinderter Wärmeableitung zu Überhitzungserscheinungen auf der Nahtoberfläche führen. Auch die Temperatur des Grundwerkstoffes (Arbeitstemperatur) wirkt auf das Fließverhalten.

**2.2 Drahtelektrode**

Die chemische Zusammensetzung der Drahtelektrode beeinflusst das Fließverhalten des Schweißgutes auf die unter 2.1 beschriebene Weise.

Mit dünneren Drahtelektroden sind im allgemeinen höhere Schweißgeschwindigkeiten möglich.

**2.3 Stellung der Drahtelektrode**

Die Stellung bzw. Neigung der Drahtelektrode bewirkt über die hierdurch ebenfalls veränderte Kraftwirkung des Lichtbogens auf das Metall und Schlackenbild eine Veränderung der Verhältnisse in der Schweißzone. Erfahrungsgemäß hat eine Neigung der Elektrode entgegen der Schweißrichtung (stechender Lichtbogen) bei hohen Schweißgeschwindigkeiten ein besseres Schweißergebnis zur Folge.

**2.4 Kontaktdüsenabstand**

Der Kontaktdüsenabstand (Abstand Werkstückoberfläche-Kontaktdüse) hat einen Einfluss auf die Widerstandserwärmung im Drahtende und hieraus resultierend auf die Abschmelzleistung (R-Effekt). Außerdem beeinflusst er den Spannungsabfall im Drahtende und damit die Lichtbogenspannung. Bei großem Kontaktdüsenabstand stellt sich – bei gleichen angezeigten Schweißdaten – infolge erhöhter Abschmelzleistung und herabgesetzter Lichtbogenspannung eine stärker überhöhte Naht ein.

**2.5 Lichtbogenspannung**

Die Verhältnisse zum Schnellschweißen sind am günstigsten, wenn mit einem kurzen Lichtbogen geschweißt wird. Mit steigender Lichtbogenspannung nimmt die Gefahr der Entstehung seitlicher Einbrandkerben zu. Zu niedrige Lichtbogenspannungen führen zu stark überwölbten Raupen.

**2.6 Stromstärke**

Mit zunehmender Stromstärke wird die Abschmelzleistung größer, und die Raupen erfüllen nicht mehr das Beurteilungsmerkmal „Nahtüberhöhung“. Das Erhöhen der Lichtbogenspannung mit dem Ziel, die größere Schweißgutmenge auf eine größere Raupenbreite zu verteilen, erlaubt nicht zwangsläufig die Anwendung höherer Schweißgeschwindigkeiten, weil damit die Gefahr von Einbrandkerben wieder zunimmt.

**2.7 Schweißgeschwindigkeit**

Mit zunehmender Annäherung an die Schnellschweißergrenze verschlechtert sich das Nahtaussehen. Auf der Oberfläche bildet sich ein Rücken, und die Nahtränder werden zunehmend ungleichmäßig, bis schließlich Einbrandkerben entstehen.

Dieses Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beurteilung 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.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Lichtbogenschweißen“

### 2.8 Stromart und Polarität

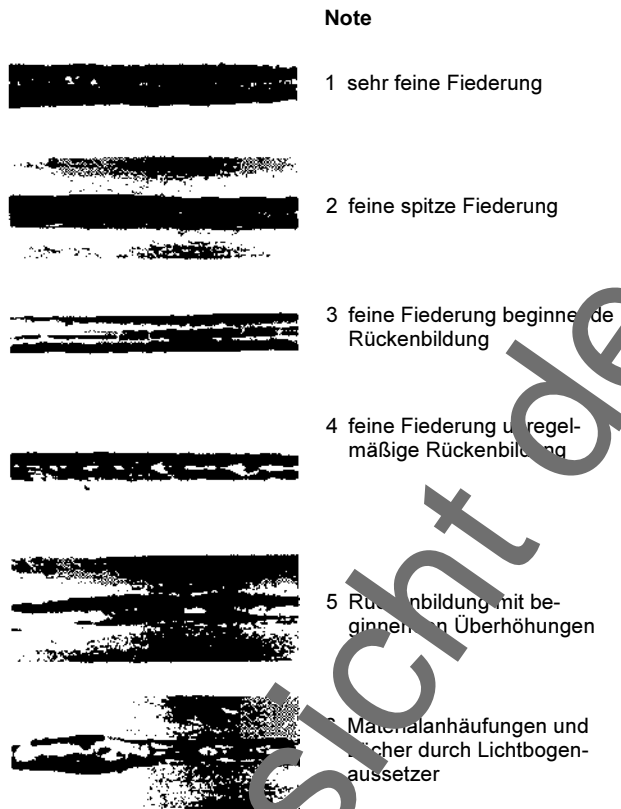
Die Bedingungen zum Schnellschweißen sind bei der Verwendung von Gleichstrom, Pluspol an der Elektrode, am günstigsten. Das Schweißen am Minuspol oder das Anwenden von Wechselstrom führt zu schmalen Raupen mit steileren Flanken, welche das Beurteilungsmerkmal „Nahtüberhöhung“ nicht erfüllen.

### 3 Beurteilungskriterien

Zur Beurteilung der Schnellschweißseigenschaften werden das Aussehen der Nahtoberfläche, die Nahtrandausbildung und die Nahtüberhöhung herangezogen. Für eine objektivierte Beurteilung nach den gleichen Maßstäben wurden Bildreihen für die ersten beiden der genannten Beurteilungskriterien aufgestellt. Diese sind in den Bildern 1 und 2 wiedergegeben. Die Nahtüberhöhung wird entsprechend DIN EN ISO 5817 beurteilt (Bild 3).

#### 3.1 Nahtoberfläche (Bild 1)

Mit zunehmender Annäherung an die Schnellschweißgrenze bildet sich zunächst infolge ungenügenden Schlackennachkommens ein Rücken auf der Naht aus. Dieser wandelt sich bei Überschreiten einer schweißpulverabhängigen Geschwindigkeit schließlich zu ungleichmäßigen Verdickungen um, und es treten Einschnürungen in der Naht infolge von Lichtbogenunterbrechungen auf.

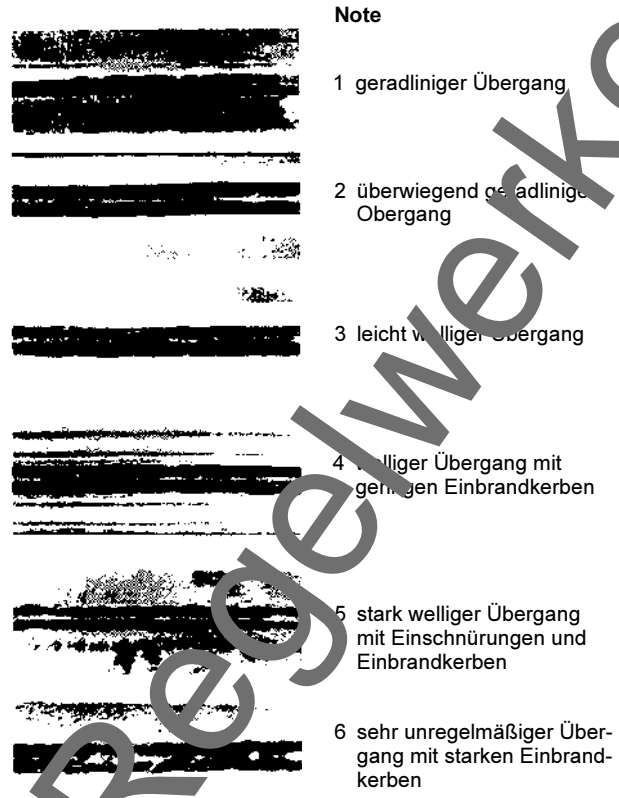


- Note**
- 1 sehr feine Fiederung
  - 2 feine spitze Fiederung
  - 3 feine Fiederung beginnende Rückenbildung
  - 4 feine Fiederung unregelmäßige Rückenbildung
  - 5 Rückenbildung mit beginnenden Überhöhungen
  - 6 Materialanhäufungen und Einschnürungen durch Lichtbogenaussetzer

**Bild 1.** Beurteilungsserie Nahtoberfläche; Schnellschweißseigenschaft (1:1, Wiedergabe 0,5fach).

#### 3.2 Nahtrandausbildung (Bild 2)

Die bei niedrigen Schweißgeschwindigkeiten erzeugten geradlinigen Nahtrände werden mit zunehmender Schweißgeschwindigkeit wellig und schließlich im Bereich der Schnellschweißgrenze erste kleine Einbrandkerben auf. Nach Überschreiten dieser Grenze nimmt die Neigung zu Einbrandkerben zu und der Übergang von der Schweißraupe zum Grundwerkstoff wird wellig und weist Einschnürungen auf.



- Note**
- 1 geradliniger Übergang
  - 2 überwiegend geradliniger Übergang
  - 3 leicht welliger Übergang
  - 4 welliger Übergang mit geringen Einbrandkerben
  - 5 stark welliger Übergang mit Einschnürungen und Einbrandkerben
  - 6 sehr unregelmäßiger Übergang mit starken Einbrandkerben

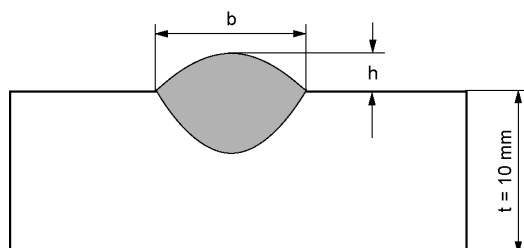
**Bild 2.** Beurteilungsserie Nahtübergang; Schnellschweißseigenschaft (1:1, Wiedergabe 0,5fach).

#### 3.3 Nahtüberhöhung (Bild 3)

DIN EN ISO 5817 unterscheidet hinsichtlich der Nahtüberhöhung bei Stumpfnähten die Bewertungsgruppen B, C und D, innerhalb derer der zulässige Wert für die Nahtüberhöhung zunimmt.

Die Nahtüberhöhung wird mit zunehmender Schweißgeschwindigkeit wegen der Verteilung der niedergeschmolzenen Schweißgutmenge auf eine größere Nahtlänge geringer.

Bei Überschreitung einer vom Schweißpulver abhängigen Grenze kommt es trotz angepasster Lichtbogenleistung wegen der Einschnürung der Schweißraupe zu einer unzulässig großen Nahtüberhöhung. Auch durch eine weitere Erhöhung der Lichtbogenleistung kann diese nicht mehr ausgeglichen werden, da dann vermehrt Einbrandkerben auftreten.



- Bewertungsgruppe:**
- D:  $h \leq 1 \text{ mm} + 0,25 b$  (max. 10 mm)
  - C:  $h \leq 1 \text{ mm} + 0,15 b$  (max. 7 mm)
  - B:  $h \leq 1 \text{ mm} + 0,10 b$  (max. 5 mm)

**Bild 3.** Bewertung der Nahtüberhöhung nach DIN EN ISO 5817.

### 4 Durchführung der Probenschweißung

Unter Berücksichtigung der unter Abschnitt 2.1 bis 2.8 beschriebenen Abhängigkeiten und Gesetzmäßigkeiten sowie der Tatsa-