

**Zweck des Merkblattes**

Das vorliegende Merkblatt beschreibt die zerstörenden und zerstörungsfreien Prüfverfahren für Widerstandspressschweißverbindungen. Aufgrund der Vielzahl der unterschiedlichen Prüfverfahren ist das Merkblatt wie folgt in sechs Teile unterteilt.

- Teil 1: Zerstörende Prüfung, quasi statisch
- Teil 2: Schwingfestigkeitsprüfung
- Teil 3: Zerstörende Prüfung, schlagartig
- Teil 4: Metallografische Prüfung
- Teil 5: Zerstörungsfreie Prüfung
- Teil 6: Prüfung an Bauteilen

**Geltungsbereich**

Dieses Merkblatt gilt für Punkt-, Buckel- und Rollennahtschweißverbindungen metallischer Werkstoffe bis zu 3 mm Einzelblechdicke.

**Inhalt:**

- 1 Einleitung
- 2 Makroschliffherstellung und Auswertung
- 3 Mikroschliffherstellung für Gefügeuntersuchungen
- 4 Härteprüfung
  - 4.1 Kleinlast-Härteprüfung
  - 4.2 Mikrohärteprüfungen
- 5 Schrifttum

**1 Einleitung**

Die metallografische Untersuchung kann für die Bestimmung der Abmessungen und Ausbildung von Schweißlinien (Makroschliffe) sowie für die Beurteilung des Gefüges (Mikroschliff) und der Unregelmäßigkeiten herangezogen werden. Sie erleichtert die Optimierung der Schweißparameter zur Herstellung von Schweißverbindungen in geforderter Qualität. Am Makroschliff lassen sich Form und Größe der Schweißlinse und der Wärmeeinflusszone (WEZ) sowie Unregelmäßigkeiten wie Blasenfehler, Poren, Risse, usw. erkennen.

Untersuchungen der Gefügestruktur sind nur durch einen Mikroschliff möglich.

**2 Makroschliffherstellung und Auswertung**

Unter einem Makroschliff versteht man eine geschliffene, nicht polierte, mit einem Ätzmittel präparierte Schlieffebene. Für die Schliffherstellung legt man durch die Mitte eines Schweißpunktes, (einer Buckelschweißverbindung bzw. einer Rollennahtschweißverbindung quer oder längs zur Schweißnaht) senkrecht zur Blechoberfläche einen Schnitt. Zuerst wird auf dem Blech neben dem Elektrodenabdruck dessen Mitte mit einer Reißnadel markiert. Der Einschnitt des Schliffes kann mittels Säge- oder Trennschnitt erfolgen. Es muss aber beachtet werden, dass die

fertige Schlieffebene weder durch die Kaltverformung beim Sägeschnitt, noch durch die Erwärmung beim trockenen Trennschnitt beeinflusst wird. Entsprechende Maßzugaben, die durch anschließendes Nassschleifen abgetragen werden, garantieren einen einwandfreien Zustand der Schlieffläche.

Zugaben beim Schnitt:

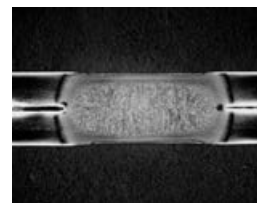
- Sägeschnitt, trocken: 1 bis 2 mm
- Trennscheibe, trocken: 1 bis 2 mm
- Sägeschnitt, nass: 0,5 bis 1 mm
- Trennscheibe, nass: 0,1 bis 0,2 mm

Soll der Schliff z. B. durch Foto dokumentiert werden, so ist eine Kantenschärfe der Probe erforderlich. Um diese zu erzielen, muss die Probe zum Schleifen eingebettet werden. Wenn die Dokumentation nicht erforderlich ist, reicht eine mechanische Klammerung.

Die Probe ist nach dem Zuschnitt zunächst mit einer groben Körnung (z. B. P80 / P100) auf das ungefähre Endmaß vorzuschleifen. Dabei ist auf eine ausreichende Kühlung zu achten (Nassschleifen oder häufiges Zwischenabkühlen), um eine unzulässige Erwärmung zu verhindern. Anschließend wird mit feiner werdenden Körnungen (bis P500 / P800) auf einem Nassband fertiggeschliffen. Beim Wechsel der Körnungen sollte die Probe in jedem Fall gut unter einem Wasserstrahl abgespült werden, damit verbleibende gröbere Körner in der nächst feineren Schleifstufe nicht zu Kratzern auf der Probe führen. Wünschenswert ist nach jeder Stufe eine Reinigung der Proben in einem Ultraschallbad oder Alkohol. Bei der jeweils nächsten Schleifstufe soll die Schleifrichtung um 90° gedreht werden.

Zum Sichtbarmachen der Schweißlinse muss die Schlieffebene geätzt werden. Einige gängige Ätzmittel sind in Tabelle 1 aufgeführt, weitere in DIN V 1739 oder in [1]. Sobald die Schweißlinse nach zum Teil nur wenigen Sekunden mit dem bloßen Auge sichtbar wird, muss der Ätzzvorgang durch Spülen unter einem Wasserstrahl und anschließende Trocknung (beispielsweise mittels Heißlufttrockner) abgebrochen werden. Sonst besteht die Gefahr einer Überätzung, wodurch die gewünschten Konturen unter Umständen nicht mehr erkennbar bleiben. Die hier beschriebenen Schliffe werden häufig auch als Makroschliffe bezeichnet. Sollten höhere Anforderungen an die Messgenauigkeit gestellt werden, so ist bei der Präparation des Schliffes nach Abschnitt 3 zu verfahren.

Die Bilder 1a bis 1e zeigen Beispiele von Makroschliffen gängiger Widerstandsschweißverbindungen.



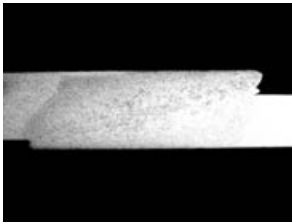
**Bild 1a.**  
Zweiblech-Punktschweißung:  
CP800, Dicke 1,4 mm.



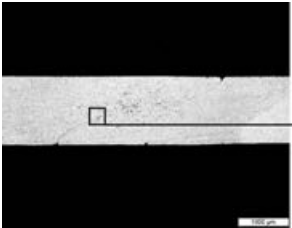
**Bild 1b.**  
Dreiblech-Punktschweißung:  
TRIP700, Dicke 1,2 mm,  
CP800, Dicke 1,0 mm,  
CP800, Dicke 1,4 mm.

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.

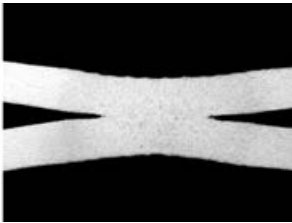
DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Widerstandsschweißen“



**Bild 1c.** Schweißung mit großer Überlappung; Nahtüberhöhung; Quetschnahtschweißung, Tailored Blank, Dicke 0,8 + 1,1 mm.



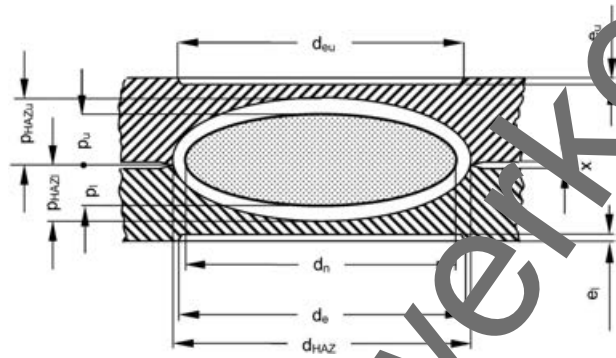
**Bild 1d.** Rollennahtschweißung, Quetschnaht: DC06, Bandanbindung, Inspektionslinie; Dicke 1,2 mm, Schweißung mit geringerer Überlappung: keine oder geringe Nahtüberhöhung.



**Bild 1e.** Rollennahtschweißung, Überlappnaht – quer; links: Überlappnaht an rostfreier Folie X5CrNi18 9 von 2 x 0,07 mm Dicke; rechts: Konturnaht an einem Auto-Kraftstoffbehälter, geschweißt mit Drahtzwischenelektrode.

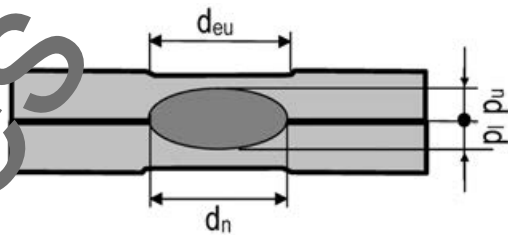
Die makroskopische Betrachtung der Schweißlinse erfolgt mit bloßem Auge oder mittels Lupe bei 5- bis 30facher Vergrößerung. Mit einer Messlupe (Ablesegenauigkeit 0,1 mm), einem Messmikroskop oder mit einem kalibrierten, digitalen Bildauswertungssystem lassen sich die Abmessungen der Schweißlinse entsprechend der Bilder 2a bis 2f bestimmen. In der Regel wird in der Praxis nur der Durchmesser der Schweißlinse bestimmt. Bei weitergehenden Untersuchungen wird oftmals auch die Linsehöhe ermittelt. Diese ist nur bei symmetrischer Lage der Linse in den Blechen ein brauchbares Qualitätsmerkmal. Daher sollte ergänzend stets die Linseneindringtiefe in beide Bleche ermittelt werden (siehe Bild 2a).

Werden bei der makroskopischen Betrachtung mit geringer Vergrößerung (5- bis 30fach) linienförmige Gefügestrukturen in der Verlängerung der Blechteilung beim Punktschnitt und Rollennahtschweißen bzw. in der Fügzone der Quetschnahtschweißung festgestellt (siehe Bild 1d), so muss an Mikroschleifen die einwandfreie Verbindung überprüft werden. Erst bei höheren Vergrößerungen (bis 500fach) im Mikroskop kann zwischen einem engen Spalt und stärkerer Anätzung der ehemaligen Blechoberfläche unterschieden werden (Bild 1d und Gefügeausschnitt). Es wird darauf hingewiesen, dass nicht in allen Fällen eine ausgeprägte Ausbildung der Linse erfolgt. Besonders tritt dies bei Nichteisenmetallen auf.

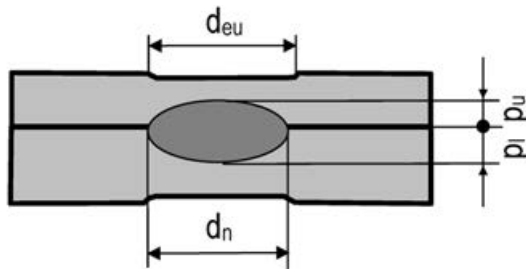


|            |  |
|------------|--|
| $d_{eu}$   | Durchmesser oberer Elektrodeneindruck        |
| $d_{ei}$   | Durchmesser unterer Elektrodeneindruck       |
| $d_n$      | Durchmesser Linse                            |
| $d_{HAZ}$  | Durchmesser Wärmebeeinträchtigungszone (WEZ) |
| $p_{HAZu}$ | Höhe WEZ oberes Blech                        |
| $p_{HAZi}$ | Höhe WEZ unteres Blech                       |
| $p_u$      | Linseneindringtiefe oberes Blech             |
| $p_i$      | Linseneindringtiefe unteres Blech            |
| $e_u$      | Elektrodeneindringtiefe oben                 |
| $e_i$      | Elektrodeneindringtiefe unten                |
| $x$        | Spalt zwischen den Blechen                   |

**Bild 2a.** Größen zum Erfassen von Form und Ausdehnung einer Punktschweißverbindung (einschnittig) [DIN EN ISO 14329].



**Bild 2b.** Größen zum Erfassen von Form und Ausdehnung einer Punktschweißverbindung bei gleicher Blechdicke (einschnittig).



**Bild 2c.** Größen zum Erfassen von Form und Ausdehnung einer Punktschweißverbindung mit unterschiedlicher Blechdicke (einschnittig).