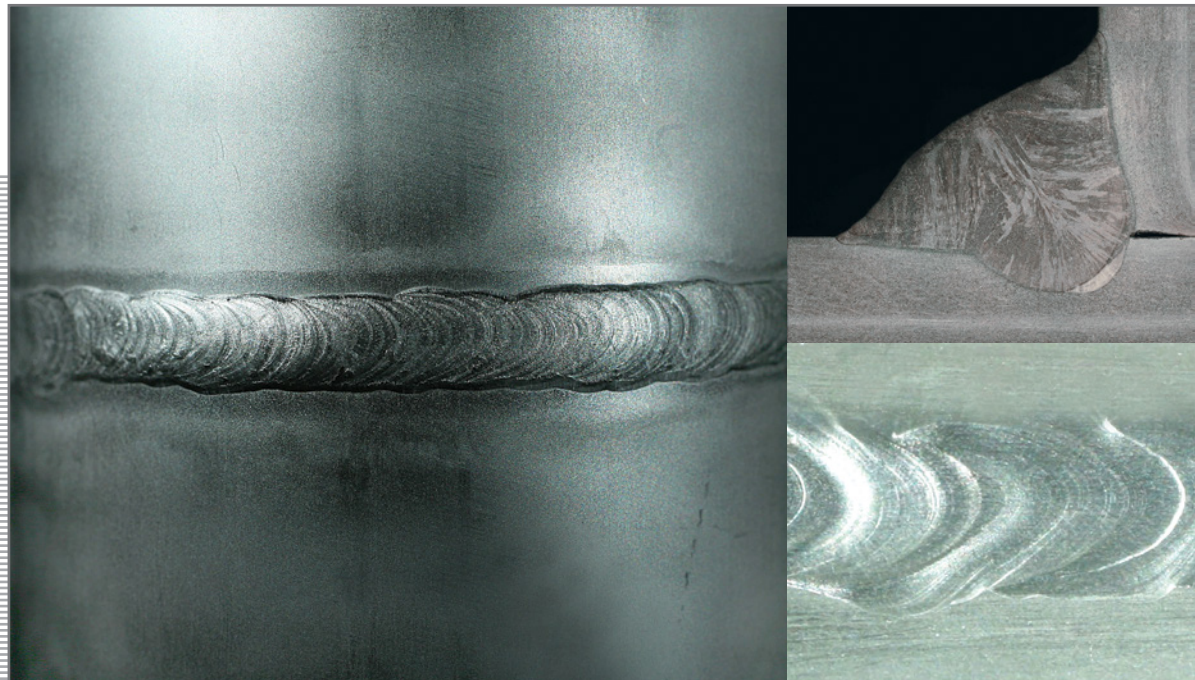


## Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildeter Leitfaden



## Euro Inox

Euro Inox ist die europäische Marktförderungsorganisation für nichtrostende Stähle (auch als Edelstahl Rostfrei oder Inox-Stähle bezeichnet).

Die Mitglieder von Euro Inox umfassen

- europäische Produzenten nichtrostender Stähle,
- nationale Marktförderungsorganisationen für nichtrostende Stähle sowie
- Marktförderungsorganisationen der Legierungsmittelindustrie.

Ziel von Euro Inox ist es, bestehende Anwendungen für nichtrostende Stähle zu fördern und neue Anwendungen anzuregen. Planern und Anwendern sollen praxisnahe Informationen über die Eigenschaften der nichtrostenden Stähle und ihre sachgerechte Verarbeitung zugänglich gemacht werden. Zu diesem Zweck

- gibt Euro Inox Publikationen in gedruckter und elektronischer Form heraus,
- veranstaltet Tagungen und Seminare und
- initiiert oder unterstützt Vorhaben in den Bereichen anwendungstechnische Forschung sowie Marktforschung.

ISBN 978-2-87997-066-0  
978-2-87997-332-6

Englische Ausgabe

### Vollmitglieder

**Acciai Speciali Terni**  
[www.acciaiterni.it](http://www.acciaiterni.it)

**Acerinox**  
[www.acerinox.com](http://www.acerinox.com)

**Aperam**  
[www.aperam.com](http://www.aperam.com)

**Outokumpu**  
[www.outokumpu.com](http://www.outokumpu.com)

**Outokumpu Nirosta**  
[www.nirosta.de](http://www.nirosta.de)

### Assoziierte Mitglieder

**Acroni**  
[www.acroni.si](http://www.acroni.si)

**British Stainless Steel Association (BSSA)**  
[www.bssa.org.uk](http://www.bssa.org.uk)

**Cedinox**  
[www.cedinox.es](http://www.cedinox.es)

**Centro Inox**  
[www.centroinox.it](http://www.centroinox.it)

**ConstruirAcier**  
[www.construiracier.fr](http://www.construiracier.fr)

**Industeel**  
[www.industeel.info](http://www.industeel.info)

**Informationsstelle Edelstahl Rostfrei**  
[www.edelstahl-rostfrei.de](http://www.edelstahl-rostfrei.de)

**International Chromium Development Association (ICDA)**  
[www.icdacr.com](http://www.icdacr.com)

**International Molybdenum Association (IMOA)**  
[www.imoa.info](http://www.imoa.info)

**Nickel Institute**  
[www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)

**Paslanmaz Çelik Derneği (PASDER)**  
[www.turkpasder.com](http://www.turkpasder.com)

**Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)**  
[www.puds.pl](http://www.puds.pl)

**SWISS INOX**  
[www.swissinox.ch](http://www.swissinox.ch)

Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nicht-rostendem Stahl – Ein bebildertes Leitfadens  
(Reihe Werkstoffe und Anwendungen, Band 14)  
© Euro Inox 2013

#### **Herausgeber**

Euro Inox  
Diamant Building, Bd. A. Reyers 80  
1030 Brüssel, Belgien  
Tel.: +32 2 706 82 67  
Fax: +32 2 706 82 69  
E-mail: info@euro-inox.org  
Internet: www.euro-inox.org

#### **Autor**

Björn Holmberg, Avesta Research Center, Avesta (S)

#### **Übersetzung**

Britta Lehmann, GSI Gesellschaft für Schweißtechnik  
International mbH, Niederlassung SLV Duisburg,  
Duisburg (D)

#### **Fotos**

Outokumpu, Avesta (S)

#### **Haftungsausschluss**

Die in dieser Broschüre enthaltenen Informationen vermitteln Orientierungshilfen. Gewährleistungs- und Schadenersatzansprüche gegenüber Euro Inox, deren Mitgliedern, Mitarbeitern und Beratern sowie anderen Projektbeteiligten können hieraus nicht abgeleitet werden.

#### **Inhalt**

Einleitung	2
Nutzung des vorliegenden Leitfadens	2
Auswahl des Schweißprozesses	3
Produktivität	4
Aussehen der Schweißgutoberfläche und Optimierungsmöglichkeiten	4
Dargestellte Qualitätsstufen	5
Nachbehandlung der Schweißnaht	6
Bedeutung von geometrischen Abweichungen	6
Qualifikation der Schweißer	7
Prozesskosten – Wirtschaftlichkeit	7
Weiterführende Literatur	7

#### **Urheberrechtlicher Hinweis**

Vervielfältigungen jedweder Art sind, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet.

## Einleitung

Für nichtrostenden Stahl ist das Schweißen eine häufig gewählte Fügetechnik, da die meisten Sorten unproblematisch zu schweißen sind. Bei fachgerechter Ausführung können Schweißnähte die gleiche Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit aufweisen und optisch ebenso ansprechend sein wie der Grundwerkstoff.

Fehlerhafte Schweißnähte können allerdings unerwünschte Folgen haben:

- Die Korrosionsbeständigkeit des Bauteils kann im Schweißbereich vermindert und dessen dauerhafte Funktionstüchtigkeit in Frage gestellt werden.
- Die Bauteilfestigkeit kann beeinträchtigt werden.
- In dekorativen Anwendungen kann es unmöglich werden, die Oberflächen durch Schleifen und Polieren auf die geforderten ästhetischen Standards zu bringen.

In architektonischen Anwendungen wird besonders auf das gute Erscheinungsbild von Sichtnähten geachtet. Nicht sichtbaren Schweißnähten wird jedoch bei der Bauteilherstellung nicht immer die notwendige Aufmerksamkeit geschenkt. Diese Bereiche können Schadstoffen, in der Regel Chloriden und Schwefel aus Abgasen, salzhaltiger Luft in Küstennähe oder auch Tausalz-Aerosolen, ausgesetzt sein. Im Gegensatz zu sichtbaren Bauteilen werden Nähte dort üblicherweise nicht überprüft und gereinigt. Aufgrund ihrer Lage tritt dort auch keine Selbstreinigung durch ablaufendes Regenwasser ein. Folglich können sich korrosive Ablagerungen bilden. Eine gute Schweißnahtqualität ist daher bei versteckten Nähten ebenso wichtig wie bei Sichtnähten.

## Nutzung des vorliegenden Leitfadens

Dieser bebilderte Leitfaden soll – nach Verfahren getrennt – optische Beurteilungskriterien für Schweißungen, deren Nachbehandlung sowie die Nahtgeometrie bereitstellen. Er soll Auftraggebern, Architekten, Planern sowie ausführenden und überwachenden Personen helfen, das geeignete Schweißverfahren für die jeweilige Anwendung auszuwählen. Außerdem kann dieser Foto-Leitfaden als Referenzdokument für Vertragsvereinbarungen dazu dienen, Missverständnisse und Streitigkeiten nach der Endabnahme zu vermeiden.

Das Hauptaugenmerk dieser Unterlage liegt auf dem Erscheinungsbild der Decklage. Das Aussehen der Wurzelseite ist zwar bei vielen Anwendungen entscheidend, vor allem wenn sie flüssigen oder gasförmigen Medien ausgesetzt ist, dies überschreitet aber den Rahmen dieses bebilderten Leitfadens.

Die Broschüre konzentriert sich nicht auf Fehlerarten. Diese können in ISO 5817<sup>1</sup> nachgeschlagen werden. Außerdem sollte der Leser bedenken, dass die Sichtprüfung eine metallographische Untersuchung nicht ersetzen kann.

<sup>1</sup> EN ISO 5817:2003 – Schweißen – Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) – Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten

Die Fotos zeigen eine Übersicht der Schweißnaht

- im gerade geschweißten Ausgangszustand,
- nach der Schweißnaht-Nachbehandlung,
- als Nahaufnahme der Oberfläche, die Schuppungen und Oberflächenerscheinungen hervorhebt,

- als Querschnitt durch die Schweißnaht, der die Geometrie und die Nahtüberhöhung zeigt.

## Auswahl des Schweißprozesses

Nachstehend werden sieben verschiedene Schweißverfahren in jeweils drei Qualitätsstufen gezeigt. In jedem Fall wurden die für dieses Schweißverfahren typischen Parameter verwendet; sie sind jeweils im Begleittext aufgeführt. Natürlich können andere Parameter zu einem vergleichbaren Erscheinungsbild der Schweißnaht führen.

Die hier vorgestellten Schweißverfahren sind:

- Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG)
- Metall-Schutzgas-Schweißen (MSG) oder Metall-Inertgas-Schweißen (MIG), Metall-Aktivgas-Schweißen (MAG), hier als MSG-Schweißen bezeichnet. Sowohl das Verfahren mit Sprüh- als auch mit Kurzlichtbogen werden in diesem Leitfaden aufgeführt.
- Metall-Lichtbogenschweißen (E-Schweißen) oder Metall-Lichtbogenhandschweißen (E-Handschiessen)
- Fülldraht-Lichtbogenschweißen

Beim WIG- und auch beim MSG-Schweißen wird das flüssige Schmelzbad durch Schutzgas (Ar oder Ar + O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>) vor der umgebenden Atmosphäre geschützt.

Beim MSG-Schweißen kann die Lichtbogenart eine entscheidende Rolle spielen. In den dieser Veröffentlichung zugrunde liegenden Versuchen wurden nur Kurz- und Sprühlichtbögen eingesetzt.

Das Erscheinungsbild der Schweißnahtüberhöhung hängt stark von dem Schweißverfahren ab. Es ist allgemein bekannt, dass bei einem automatisierten Schweißprozess eine glattere Oberfläche entsteht als bei einem Handschweißverfahren. Das WIG-, Laser- und Plasmaschweißen führt normalerweise zu einer wesentlich glatteren Oberfläche als das Lichtbogen-Hand- und das MSG-Schweißen. Es hat sich gezeigt, dass eine leicht geneigte Schweißposition am besten geeignet ist, eine flache, glatte Schweißnaht zu erzielen.

Beim Lichtbogen-Handschiessen und beim Fülldraht-Lichtbogenschweißen wird das Schmelzbad durch Schlacke geschützt.

## Produktivität

Bei der Wahl des Schweißprozesses ist für den Schweißer das Aussehen der Schweißnaht nicht das einzige Kriterium. Ein weiterer sehr wichtiger Faktor ist die Wirtschaftlichkeit des ausgewählten Schweißprozesses. Bezogen auf die Abschmelzleistung (kg/h) sind MSG- und Fülldrahtschweißen schnellere Prozesse als das WIG-Schweißen, siehe Abbildung 1. Laser- und Plasmaschweißen sind normalerweise vollautomatische Prozesse, die nicht

für das Schweißen auf der Baustelle geeignet sind. Ist das zu schweißende Blech- oder Rohrmaterial dünner als 1 mm, so ist das WIG-Schweißen das am häufigsten verwendete Verfahren. Handschweißen ist in der Praxis sehr schwer mit anderen Verfahren auszuführen, ohne dass das Werkstück durchbrennt. Ist der Grundwerkstoff sehr dünn, können Überlappnähte als Alternative zu Stumpfnähten dienen.

## Aussehen der Schweißgutoberfläche und Optimierungsmöglichkeiten

Neben den herkömmlichen Schweißnahtmängeln sind die am häufigsten sichtbaren Fehler

- unterschiedliche Grobheit der Schuppung,
- Einschlüsse der Oberflächenschlacke,
- konkave / konvexe Nahtausbildung,
- Spritzer.

Einige dieser Fehler sind durch die Wahl des Schweißverfahrens begründet oder haben ihre Ursache in der Handfertigkeit des Schweißers.

Beim Schweißen in Querlage ist die Wahl einer geeigneten Schweißmethode der wichtigste Faktor bei der Erzielung einer glatten Schweißnahtoberfläche mit einer feinen oder nicht geschuppten Schweißnaht. Beispiele für solche Verfahren sind WIG-, Plasma-, Laser- oder Fülldrahtschweißen. Das Lichtbogenhandschweißen mit rutilumhüllten Elektroden und das MSG-Schweißen mit Sprühlichtbogen ermöglichen Nahtoberflächen mit einem fein geschuppten Muster; sie sehen jedoch nicht so ansprechend aus wie zum Beispiel gute WIG-Schweißnähte. Bei den aufwärts vertikalen Schutzgasschweißungen mit

dem Lichtbogen-Handverfahren verwendet der Schweißer oft eine Pendeltechnik; allerdings hat sie immer ein eher welliges, schuppiges Muster zur Folge.

Moderne Impulsstromquellen für das MSG-Schweißen ergeben eine viel bessere Oberfläche als ältere Sprühlichtbogen-Anlagen.

Bei Schweißverfahren, welche die Bildung von Schlacke zur Folge haben (Metall-Lichtbogenschweißen, Fülldrahtschweißen), lässt sich diese normalerweise leicht entfernen. Bei Verwendung von Schutzgas-Methoden können jedoch Legierungselemente des Drahtes mit den aktiven Komponenten im Gas Schlacketeilchen bilden, die dann in der Schweißnahtoberfläche eingeschlossen und oft nur durch Schleifen entfernt werden können. Legierungsbestandteile, die Schlackepartikel bilden, sind Silizium und Mangan. Sauerstoff und Kohlendioxid gehören zu den Aktivgaskomponenten, die mit diesen Elementen reagieren. Ein Schweißdraht

mit niedrigem Siliziumgehalt und eine verringerte Menge an Sauerstoff und Kohlendioxid im Schutzgas können die Schlackemenge reduzieren.

Das geometrische Profil der Nahtüberhöhung kann die Eigenschaften der Schweißkonstruktion beeinflussen. Eine konvexe Schweißraupe mit einem spitzen Spurwinkel verschlechtert die Ermüdungseigenschaften und manchmal sogar die Korrosionsbeständigkeit. MSG-Schweißen mit Kurzlichtbogen und E-Handschiessen mit basischen Stabelektroden sind Verfahren, die häufig zu einem solchen konvexen Profil führen. Konvexe Schweißraupen entstehen außerdem durch zu niedrigen Strom (E-Schweißen), eine zu niedrige Spannung (MSG Sprühlichtbogen) oder wenn ein übermäßig langes freies Drahtende verwendet wird.

Um bei Verwendung von Schutzgas-Schweißverfahren ein optimales Erschei-

nungsbild zu erreichen, ist ein ausreichender Gasdurchfluss Voraussetzung. Typische Schutzgasmengen sind unten angegeben:

- WIG 4–8 l/min,
- MSG 12–16 l/min,
- Fülldrahtschweißen 20–25 l/min.

In den meisten Fällen ist ein konkaves Schweißnahtprofil gewünscht. Es besteht dabei jedoch die Gefahr, dass die Schweißnaht zu dünn und der Einbrand zu niedrig ist. Verwendet zum Beispiel der Schweißer beim E-Schweißen oder WIG-Schweißen eine zu hohe Schweißgeschwindigkeit, insbesondere beim Senkrechtschweißen nach unten, kann ein solches Schweißraupenprofil negativ sein.

Starke Spritzer sind in den meisten Fällen inakzeptabel. Sie werden hauptsächlich durch ungeeignete Schweißparameter, nicht optimiertes Schutzgas oder einen zu langen Lichtbogen verursacht.

## *Dargestellte Qualitätsstufen*

In den in diesem Foto-Leitfaden beschriebenen Versuchsreihen wurden die Schweißungen manuell und in verschiedenen Positionen ausgeführt. Das verwendete Material ist 1.4301 mit Dicken zwischen 2 mm und 6 mm.

Es gibt drei verschiedene Qualitätsstufen des Erscheinungsbildes bei unterschiedlichen Schweißprozessen, Schweißpositionen und Nahttypen. Für jede Kombination oder jedes Schweißverfahren sowie Schweißposition

oder Nahtart werden die Schweißungen in diese drei Klassen eingeteilt. Die hier verwendeten drei Qualitätsstufen sind:

- **Sehr gut**

Die Schweißnaht entspricht unter nahezu allen Bedingungen den gestellten Anforderungen. Sie hat eine glatte Oberfläche, die keine oder allenfalls feine Schuppungen und eine grundsätzlich flache Nahtüberhöhung aufweist.

- **Gut**  
 Die Schweißnaht entspricht unter den meisten Bedingungen den gestellten Anforderungen. Es kann aber eine mechanische Nachbehandlung notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.
  - **Ggf. beanspruchungsgerecht**  
 Die Schweißnaht ist in nicht-kritischen Anwendungen, vor allem in nicht sichtbaren und nicht besonderen Korrosionsbeanspruchungen ausgesetzten Bereichen annehmbar. Eine mechanische Nachbehandlung kann notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.
- Schweißnähte, die die Mindestanforderungen nicht erfüllten, wurden nicht berücksichtigt. Die Grundidee bestand darin, eine optimale Schweißnaht zu zeigen, die in vielen Fällen nur noch ein leichtes Polieren / Beizen erfordert, um vom Endverbraucher abgenommen zu werden. Das Qualitätsniveau "ggf. beanspruchungsgerecht" kann in solchen Bereichen akzeptabel sein, in denen das optische Erscheinungsbild der Schweißnaht nicht von entscheidender Bedeutung ist, jedoch die Korrosionsbeständigkeit und die mechanischen Eigenschaften durchaus den Anforderungen entsprechen.

## *Nachbehandlung der Schweißnaht*

Bei den meisten Anwendungen ist das Reinigen der Schweißnaht, d.h. das Entfernen von Anlauffarben, Schlacke und anderen Oberflächenfehlern, unerlässlich, um die Korrosionsbeständigkeit wiederherzustellen. Daher werden die Schweißnähte, wenn nötig, gebürstet und gebeizt. Außerdem sind aus Sicht der Korrosionsbeständigkeit Spritzer ebenso zu vermeiden wie Oberflächenporosität, Risse und Spalte. Häufig müssen diese mechanisch entfernt werden.

## *Bedeutung von geometrischen Abweichungen*

Eine mängelfreie Schweißnaht weist oft im Übergang von Schweißnaht zum Grundwerkstoff geometrische Abweichungen auf. Diese können einige Eigenschaften des Materials beeinflussen.



## Qualifikation der Schweißer

Bei der Auswahl eines bestimmten Schweißprozesses und der erforderlichen Qualitätsstufe sind Ausbildung und Qualifikation des Schweißers von großer Bedeutung. Um die Qualitätsstufe „sehr gut“ erreichen zu können, ist ein entsprechend hoch qualifizierter Schweißer einzusetzen. Ist eine Nachbearbeitung (durch Schleifen und Polieren) erforderlich, kann der Aufwand das Dreifache der eigentlichen Schweißkosten erreichen.

## Prozesskosten - Wirtschaftlichkeit

Bei Auswahl des Schweißprozesses und Angabe der gewünschten Qualitätsstufe spielen die Kosten in den meisten Fällen eine entscheidende Rolle. Zur Verdeutlichung dient als Richtlinie Abbildung 1. Produktivität wird dabei anhand des abgeschmolzenen Schweißzusatzes in kg/h gemessen. Abstufungen innerhalb jener Grenzen, die das jeweilige Schweißverfahren vorgibt. Abbildung 1 zeigt zum Beispiel, dass eine Schweißnaht beim MSG-Sprühlichtbogen im Erscheinungsbild als „sehr gut“ (im Sinne eines „relativen Optimums“) bewertet wird, während beim Fülldrahtschweißen ein – absolut betrachtet – besseres Aussehen lediglich als „gut“ bezeichnet ist, weil das Verfahren noch eine weitere Verbesserung zuließe.

Die verschiedenen Qualitätsstufen sind nicht als absolut zu interpretieren, sondern als

## Weiterführende Literatur

Dieses Dokument ist eine Ergänzung zu den folgenden Euro-Inox-Publikationen, die als weiterführende Literatur empfohlen werden:

1. Schweißen von Edelstahl (Reihe Werkstoff und Anwendungen, Band 3),  
[http://www.euro-inox.org/pdf/map/BrochureWeldability\\_DE.pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/map/BrochureWeldability_DE.pdf)
2. Beizen und Passivieren nichtrostender Stähle (Reihe Werkstoff und Anwendungen, Band 4)  
[http://www.euro-inox.org/pdf/map/Passivating\\_Pickling\\_DE.pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/map/Passivating_Pickling_DE.pdf)
3. Mechanische Oberflächenbehandlung nichtrostender Stähle in dekorativen Anwendungen (Reihe Werkstoff und Anwendungen, Band 6),  
[http://www.euro-inox.org/pdf/map/MechanicalFinishing\\_DE.pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/map/MechanicalFinishing_DE.pdf)
4. Hinweise zur schweißtechnischen Verarbeitung nichtrostender Stähle (Reihe Werkstoff und Anwendungen, Band 9), [http://www.euro-inox.org/fla\\_122\\_EN.html](http://www.euro-inox.org/fla_122_EN.html)

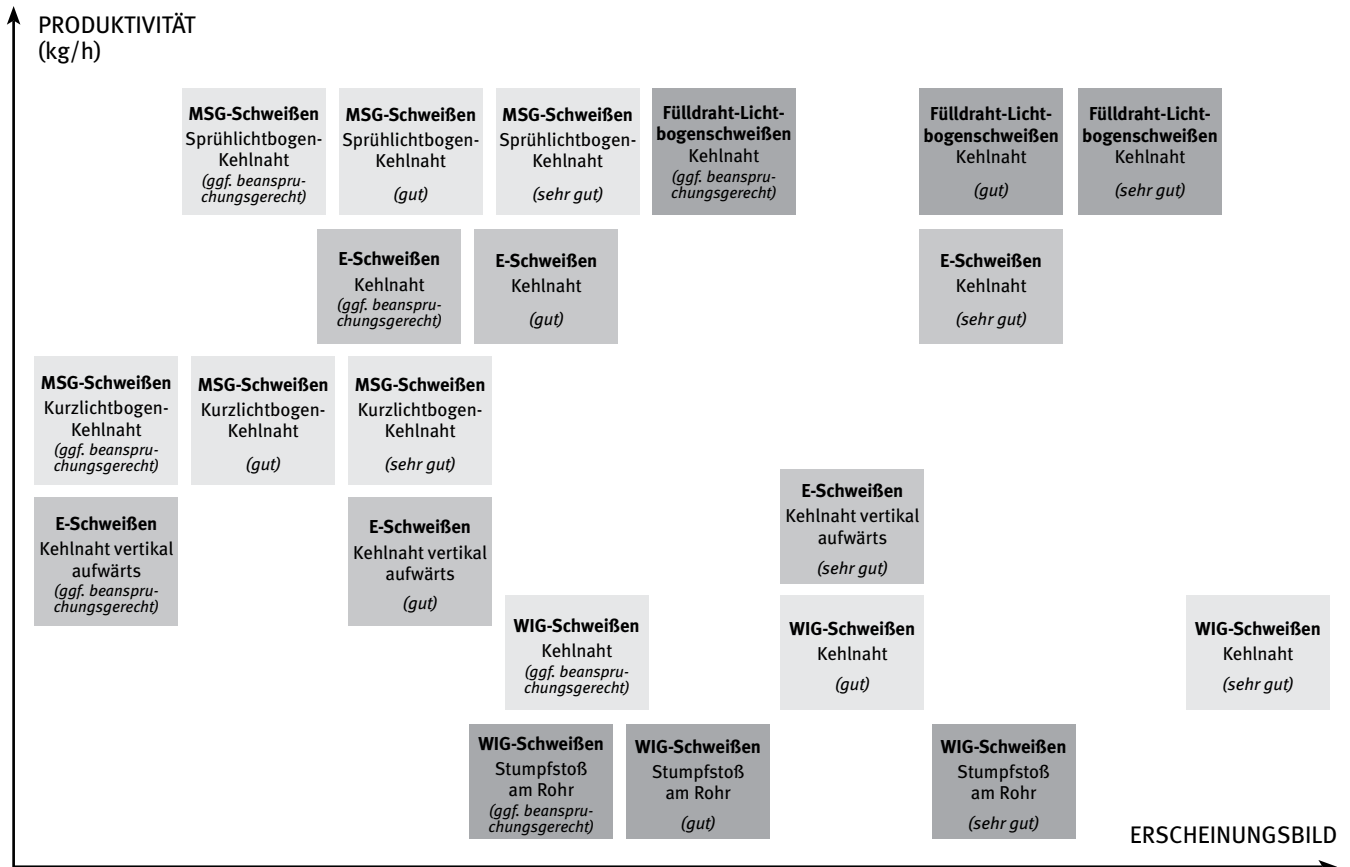


Abbildung 1: Produktivität des ausgewählten Schweißprozesses

Der Foto-Leitfaden enthält sieben herausnehmbare Fallblätter. Sie sind jeweils farblich markiert:

- 1 WIG Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
- 2 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Kurzlichtbogen (PB)
- 3 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Sprühlichtbogen (PB)
- 4 Fülldraht-Lichtbogenschweißen in horizontaler Position (PB)
- 5 E-Schweißen Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
- 6 E-Schweißen Kehlnaht in vertikaler Aufwärtsposition (PF)
- 7 WIG-Rohr-Schweißnaht (PA-rotierend)

**Sehr gut:** Die Schweißnaht entspricht unter nahezu allen Bedingungen den gestellten Anforderungen. Sie hat eine glatte Oberfläche, die keine oder allenfalls feine Schuppungen und eine grundsätzlich flache Nahtüberhöhung aufweist.

**Gut:** Die Schweißnaht entspricht unter den meisten Bedingungen den gestellten Anforderungen. Es kann aber eine mechanische Nachbehandlung notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

**Ggf. beanspruchungsgerecht:** Die Schweißnaht ist in nicht-kritischen Anwendungen, vor allem in nicht sichtbaren und nicht besonderen Korrosionsbeanspruchungen ausgesetzten Bereichen annehmbar. Eine mechanische Nachbehandlung kann notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

**Hinweis:**

Die vorliegende Unterlage ist ein allgemeiner Leitfaden für die erste optische Beurteilung und kann eine zerstörende oder zerstörungsfreie Prüfung nicht ersetzen. Da eine saubere metallische Oberfläche Voraussetzung für den normalen passiven Zustand von nichtrostendem Stahl ist, kann eine chemische oder mechanische Nachbehandlung erforderlich sein. Dieses Faltblatt ist Teil der Publikation "Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildeter Leitfaden" und sollte vor dem Hintergrund des einleitenden Teils dieser Veröffentlichung sowie des Haftungsausschlusses verstanden werden.

## Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildeter Leitfaden

1 WIG Kehlnaht in horizontaler Position (PB)

2 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Kurzlichtbogen (PB)

3 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Sprühlichtbogen (PB)

4 Fülldraht-Lichtbogenschweißen in horizontaler Position (PB)

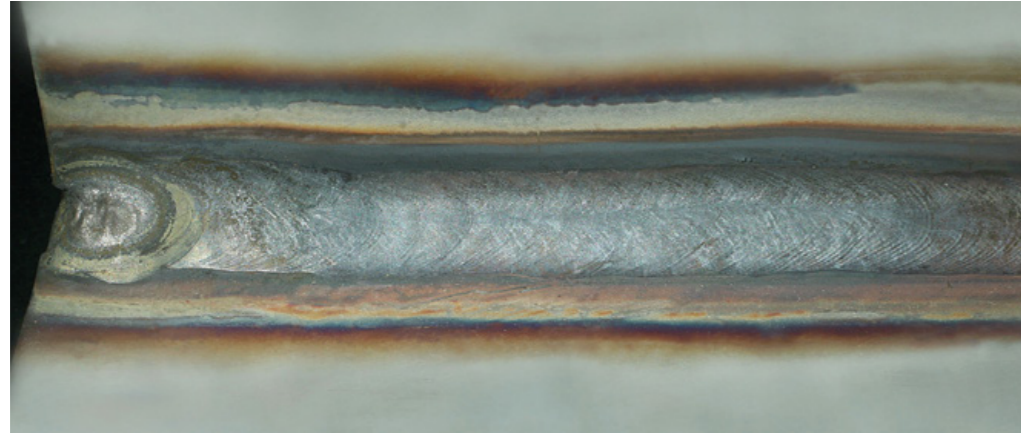
5 E-Schweißen Kehlnaht in horizontaler Position (PB)

6 E-Schweißen Kehlnaht in vertikaler aufwärts Position (PF)

7 WIG-Orbitalschweißnaht (PA-rotierend)

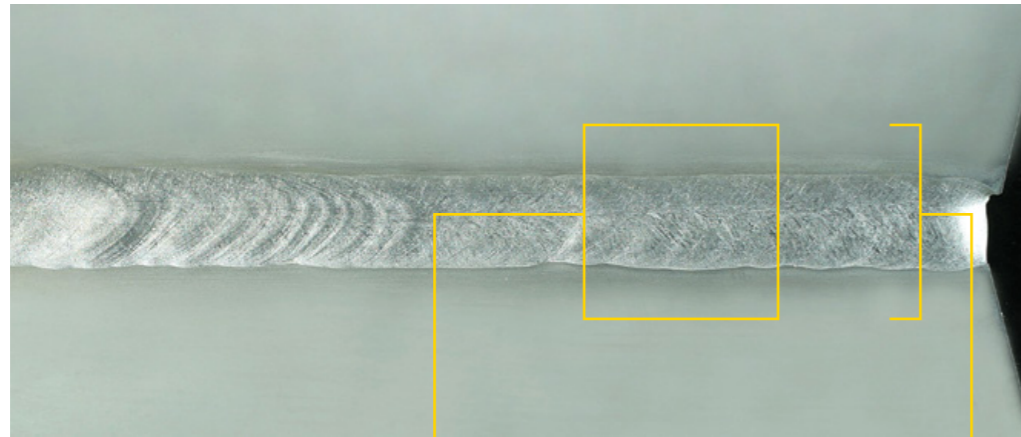
Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG)

■ Sehr gut



Zusatzwerkstoff: 2,4 mm, 19.9L Si Draht I: 90-110 A v: 6-9 cm/min  
Gas: reines Argon U: 10-12 V  
Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: sehr feine Schuppung, gleichmäßige Raupe, sehr dünne Oberflächenoxide

Gereinigte Schweißnaht (gebeizt) gute Schweißnaht-überhöhung ohne Fehler / Schlacke / Spritzer

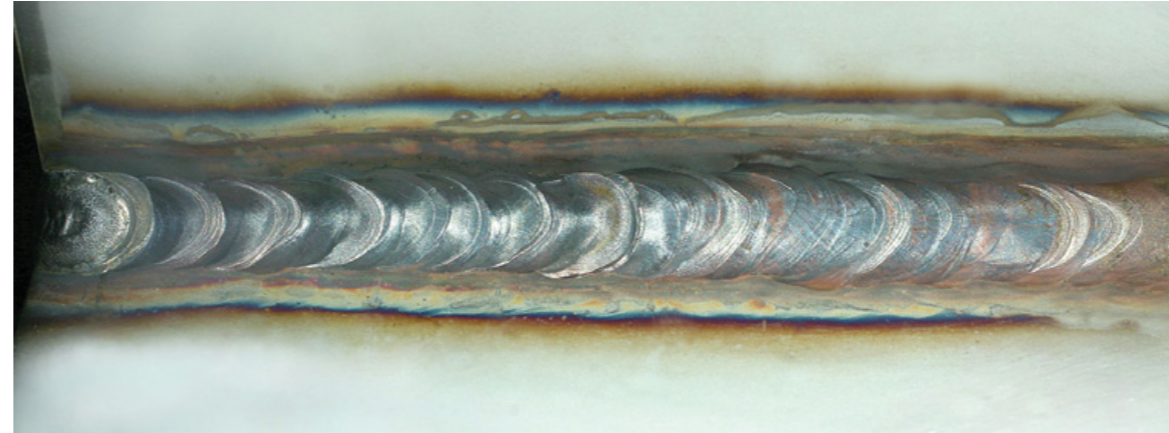


Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



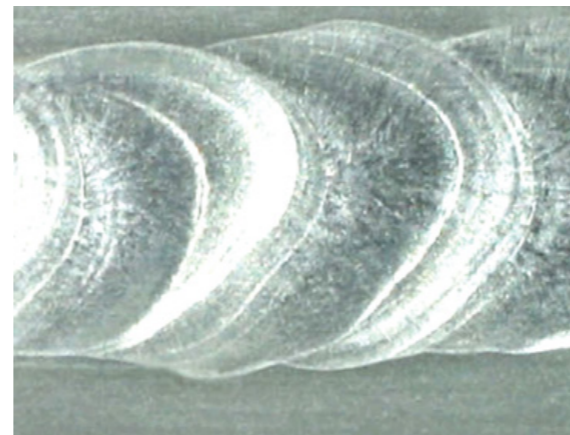
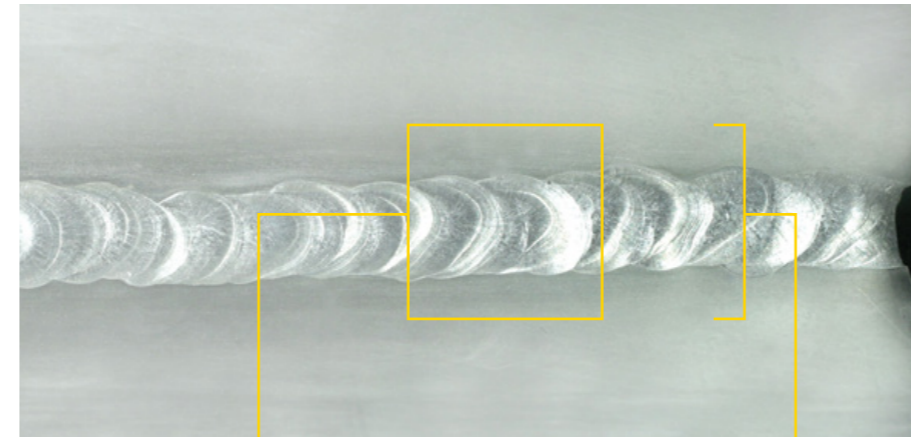
Der Ausschnitt zeigt eine konkave Schweißnahtüberhöhung, die auf beste mechanische Eigenschaften und Korrosionsbeständigkeit schließen lässt.

■ Gut



Zusatzwerkstoff: 2,4 mm, 19.9 Si Draht I: 90-110 A v: 3-10 cm/min  
Gas: reines Argon U: 10-12 V  
Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: grobe Schuppung, dünne Oberflächenoxide

Gereinigte Schweißnaht (gebeizt) sauber, aber grobe Schweißnaht-schuppung

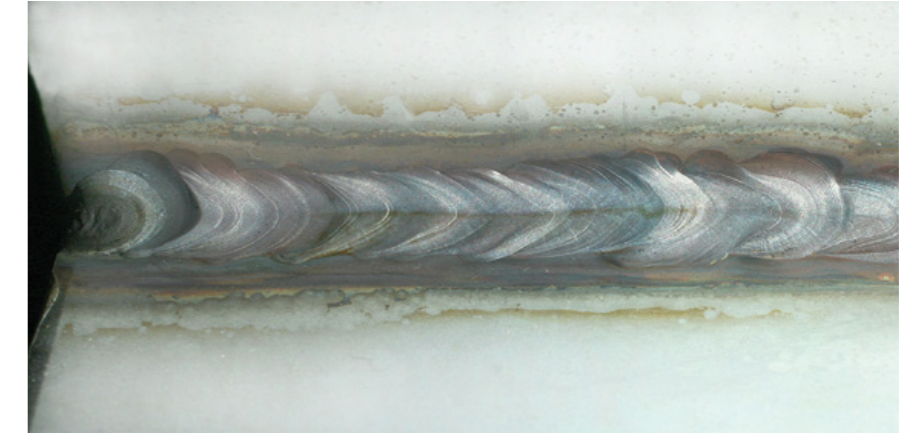


Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



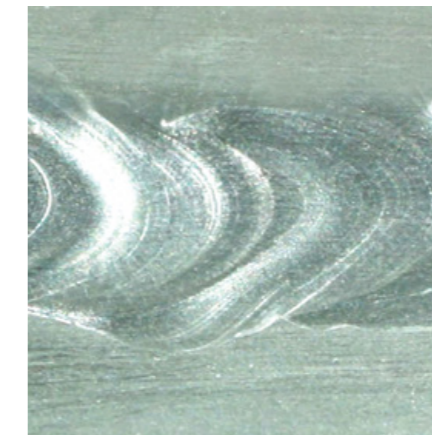
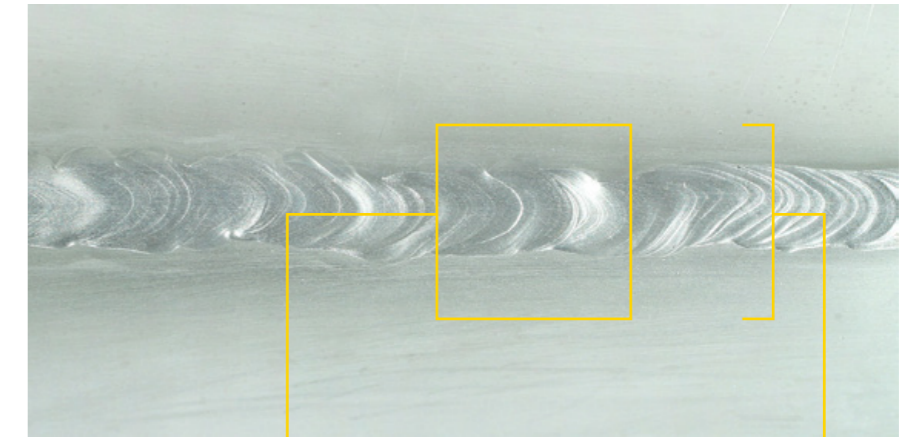
Der Ausschnitt zeigt eine konkave Schweißnaht.

■ Ggf. beanspruchungsgerecht



Zusatzwerkstoff: 2,4 mm, 19.9 Si Draht I: 90-110 A v: 3-10 cm/min  
Gas: reines Argon U: 10-12 V  
Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: sehr grobe unregelmäßige Schuppung, dünne Oberflächenoxide auf dem Grundwerkstoff

Gereinigte Schweißnaht (gebeizt) sauber, aber unregelmäßige und grobe Schweißnaht-schuppung



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



Der Ausschnitt zeigt einen eher geringen und asymmetrischen Einbrand.

**Sehr gut:** Die Schweißnaht entspricht unter nahezu allen Bedingungen den gestellten Anforderungen. Sie hat eine glatte Oberfläche, die keine oder allenfalls feine Schuppungen und eine grundsätzlich flache Nahtüberhöhung aufweist.

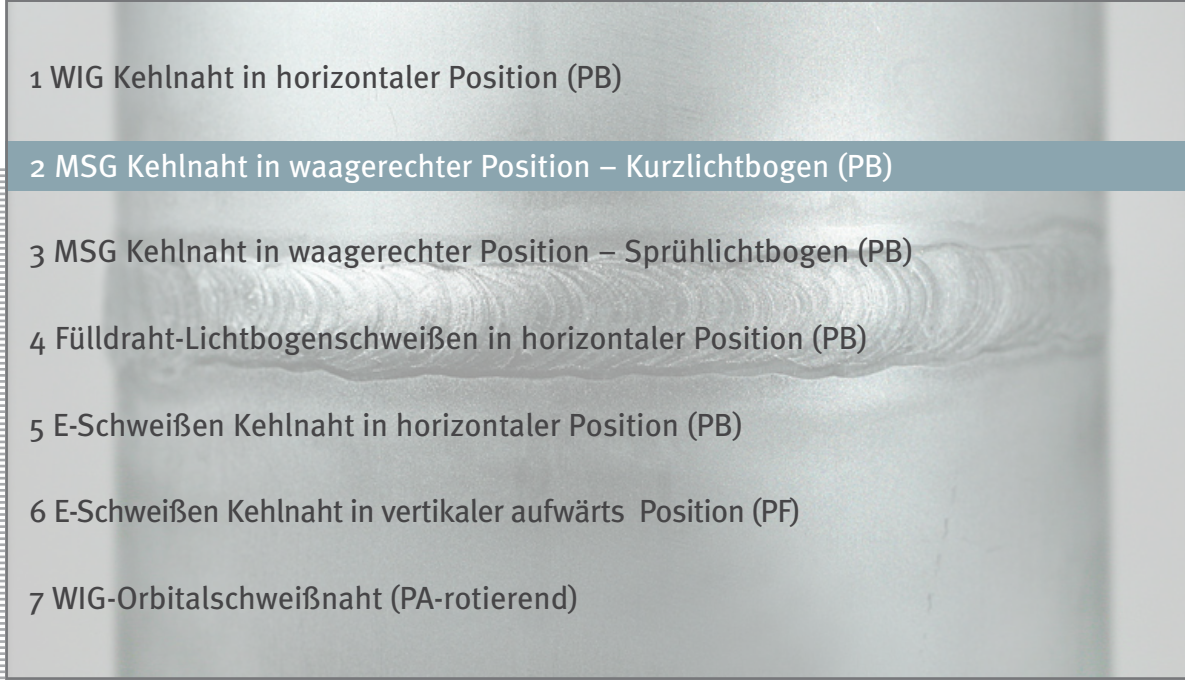
**Gut:** Die Schweißnaht entspricht unter den meisten Bedingungen den gestellten Anforderungen. Es kann aber eine mechanische Nachbehandlung notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

**Ggf. beanspruchungsgerecht:** Die Schweißnaht ist in nicht-kritischen Anwendungen, vor allem in nicht sichtbaren und nicht besonderen Korrosionsbeanspruchungen ausgesetzten Bereichen annehmbar. Eine mechanische Nachbehandlung kann notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

**Hinweis:**

Die vorliegende Unterlage ist ein allgemeiner Leitfaden für die erste optische Beurteilung und kann eine zerstörende oder zerstörungsfreie Prüfung nicht ersetzen. Da eine saubere metallische Oberfläche Voraussetzung für den normalen passiven Zustand von nichtrostendem Stahl ist, kann eine chemische oder mechanische Nachbehandlung erforderlich sein. Dieses Faltblatt ist Teil der Publikation "Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildertes Leitfadensystem" und sollte vor dem Hintergrund des einleitenden Teils dieser Veröffentlichung sowie des Haftungsausschlusses verstanden werden.

## Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildertes Leitfadensystem

- 
- 1 WIG Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
  - 2 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Kurzlichtbogen (PB)
  - 3 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Sprühlichtbogen (PB)
  - 4 Fülldraht-Lichtbogenschweißen in horizontaler Position (PB)
  - 5 E-Schweißen Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
  - 6 E-Schweißen Kehlnaht in vertikaler aufwärts Position (PF)
  - 7 WIG-Orbitalschweißnaht (PA-rotierend)

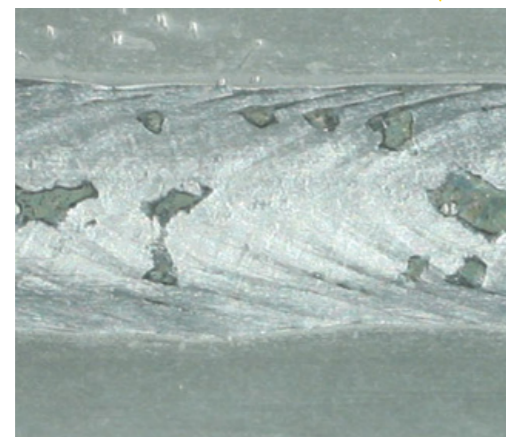
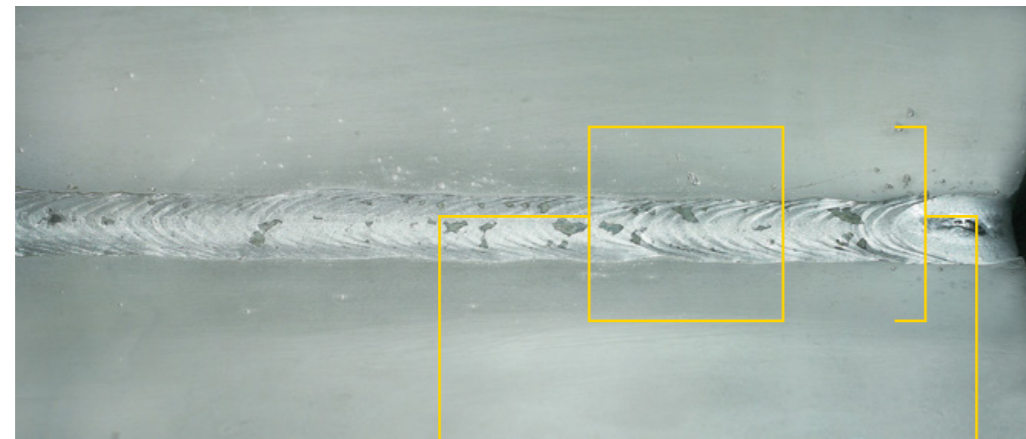
*Metall-Schutzgas-Schweißen (MSG) oder Metall-Inertgas-Schweißen (MIG),  
Metall-Aktivgas-Schweißen (MAG), hier als MSG-Schweißen bezeichnet.*

■ Sehr gut



Zusatzwerkstoff: 1,0 mm, 19.9L Si Draht      I: 140–170 A      v: 25–30 cm/min  
 Gas: 98 % Ar + 2 % O<sub>2</sub>      U: 14–19 V  
 Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: feine Schuppung, Oberflächenoxide auf der Raupe und Spritzer auf dem Grundwerkstoff

Gereinigte Schweißnaht (gebeizt): Die in die Oberfläche eingebettete Schlacke konnte durch Beizen nicht entfernt werden.



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



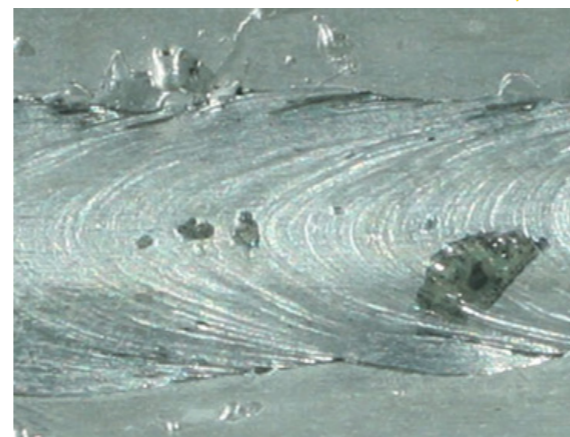
Der Ausschnitt zeigt eine eher konvexe Nahtüberhöhung.

■ Gut



Zusatzwerkstoff: 1,0 mm, 19.9L Si Draht      I: 140–170 A      v: 25–30 cm/min  
 Gas: 98 % Ar + 2 % O<sub>2</sub>      U: 19–21 V  
 Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: grobe Schuppung; die Raupe ist unregelmäßig und es sind Oberflächenoxide vorhanden. Durch zu hohe Spannung kam es zu starken Spritzern auf den Grundwerkstoff.

Gereinigte Schweißnaht (gebeizt): Die Oberflächenschlacke konnte durch Beizen nicht entfernt werden.

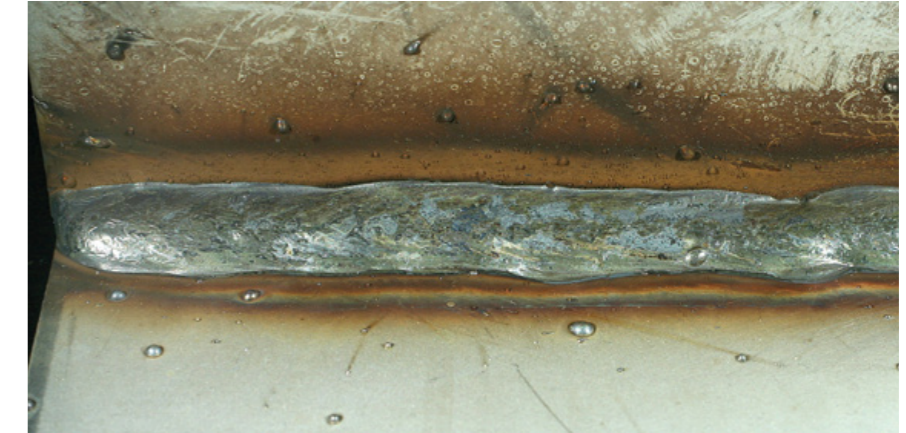


Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche mit Oberflächenschlacke



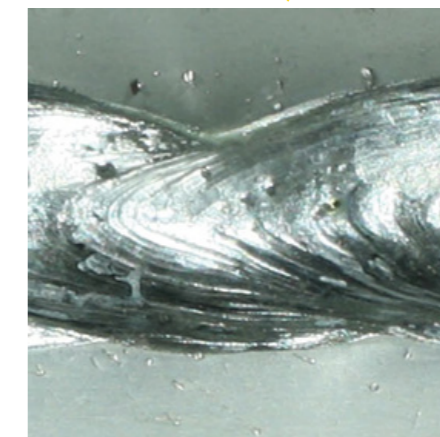
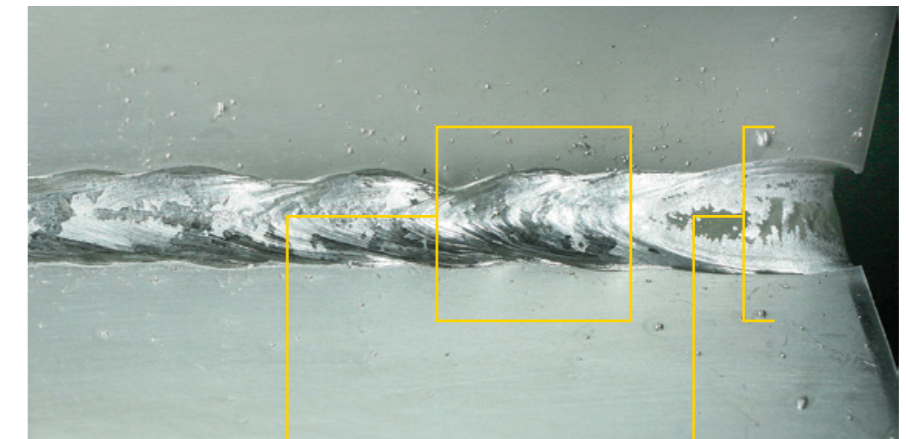
Der Ausschnitt zeigt eine konvexe Naht, was für dieses Verfahren typisch ist.

■ Ggf. beanspruchungsgerecht

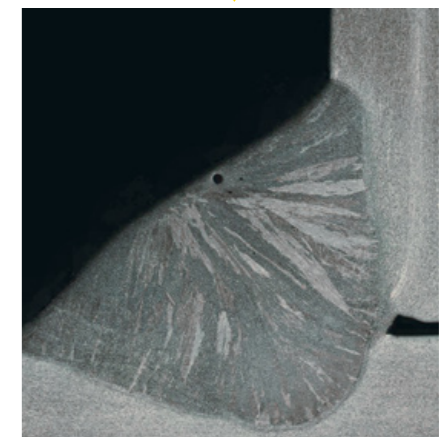


Zusatzwerkstoff: 1,0 mm, 19.9L Si Draht      I: 120–140 A      v: 12–16 cm/min  
 Gas: 98 % Ar + 2 % O<sub>2</sub>      U: 19–21 V  
 Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: grobe Schuppung; die Raupe ist unregelmäßig und es sind Oberflächenoxide vorhanden. Außerdem kam es zu starken Spritzern auf den Grundwerkstoff.

Gereinigte Schweißnaht (gebeizt): Die Oberflächenschlacke konnte durch Beizen nicht entfernt werden.



Der Ausschnitt zeigt eine leicht konvexe Nahtüberhöhung. Diese geometrische Form könnte die Ermüdungseigenschaften verschlechtern. In der Nähe der Schweißnahtoberfläche gibt es geringe Porosität. Dies ist typisch für dieses Verfahren.



**Sehr gut:** Die Schweißnaht entspricht unter nahezu allen Bedingungen den gestellten Anforderungen. Sie hat eine glatte Oberfläche, die keine oder allenfalls feine Schuppungen und eine grundsätzlich flache Nahtüberhöhung aufweist.

**Gut:** Die Schweißnaht entspricht unter den meisten Bedingungen den gestellten Anforderungen. Es kann aber eine mechanische Nachbehandlung notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

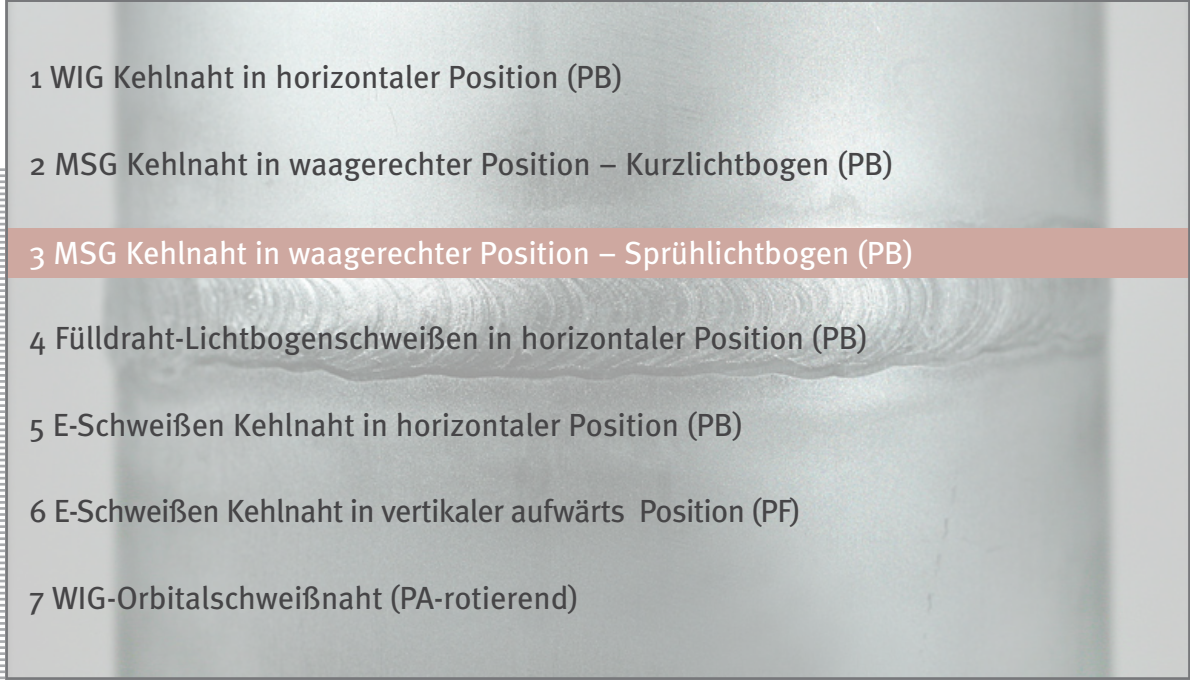
**Ggf. beanspruchungsgerecht:** Die Schweißnaht ist in nicht-kritischen Anwendungen, vor allem in nicht sichtbaren und nicht besonderen Korrosionsbeanspruchungen ausgesetzten Bereichen annehmbar. Eine mechanische Nachbehandlung kann notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

**Hinweis:**

Die vorliegende Unterlage ist ein allgemeiner Leitfaden für die erste optische Beurteilung und kann eine zerstörende oder zerstörungsfreie Prüfung nicht ersetzen. Da eine saubere metallische Oberfläche Voraussetzung für den normalen passiven Zustand von nichtrostendem Stahl ist, kann eine chemische oder mechanische Nachbehandlung erforderlich sein. Dieses Faltblatt ist Teil der Publikation "Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildeter Leitfaden" und sollte vor dem Hintergrund des einleitenden Teils dieser Veröffentlichung sowie des Haftungsausschlusses verstanden werden.

*Metall-Schutzgas-Schweißen (MSG) oder Metall-Inertgas-Schweißen (MIG),  
Metall-Aktivgas-Schweißen (MAG), hier als MSG-Schweißen bezeichnet.*

## Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildeter Leitfaden

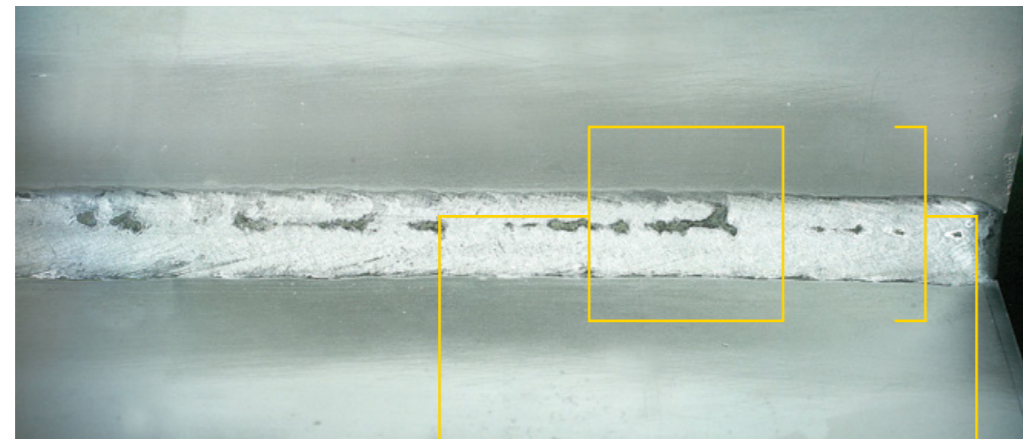
- 
- 1 WIG Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
  - 2 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Kurzlichtbogen (PB)
  - 3 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Sprühlichtbogen (PB)
  - 4 Fülldraht-Lichtbogenschweißen in horizontaler Position (PB)
  - 5 E-Schweißen Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
  - 6 E-Schweißen Kehlnaht in vertikaler aufwärts Position (PF)
  - 7 WIG-Orbitalschweißnaht (PA-rotierend)

■ Sehr gut



Zusatzwerkstoff: 1,0 mm, 19,9L Si Draht     I: 180–200 A     v: 25–30 cm/min  
 Gas: 98 % Ar + 2 % O<sub>2</sub>     U: 25–29 V  
 Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: Auf der Raupe befinden sich Oberflächenoxide und Schlacke.

Gereinigte  
Schweißnaht  
(gebeizt): Die  
eingebettete  
Oberflächenschlacke  
konnte durch Beizen  
nicht entfernt werden.



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



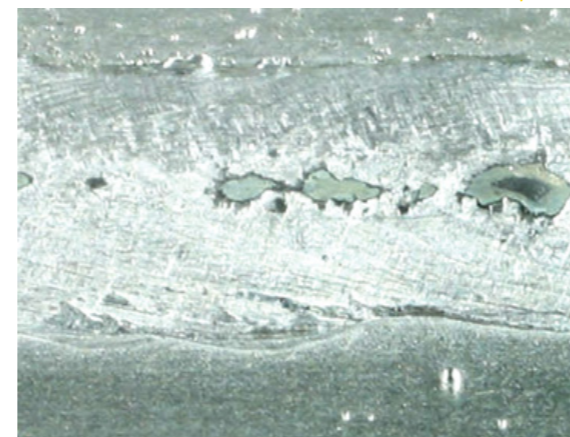
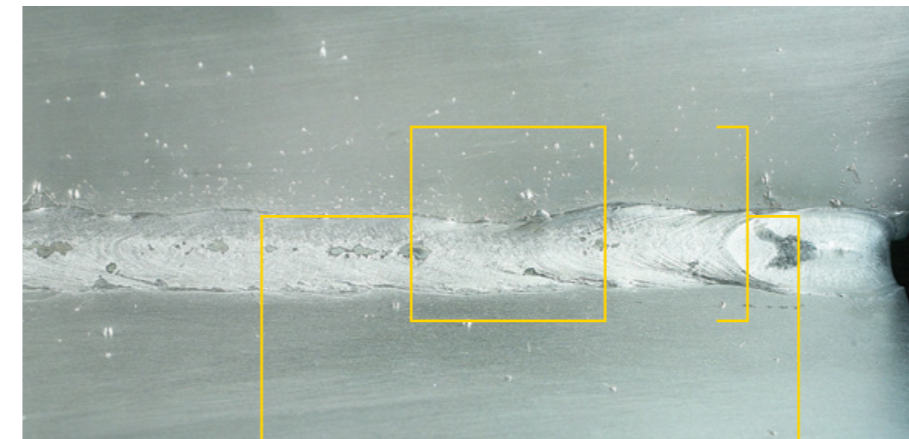
Der Ausschnitt zeigt eine leicht konkave Nahtüberhöhung mit einem niedrigen Spurwinkel. Der typische fingerförmige Einbrand ist sichtbar.

■ Gut



Zusatzwerkstoff: 1,0 mm 19,9L Si Draht     I: 160–180 A     v: 25–30 cm/min  
 Gas: 98 % Ar + 2 % O<sub>2</sub>     U: 23–25 V  
 Oberflächenoxide vorhanden. Außerdem sind Spritzer auf dem Grundwerkstoff. Durch Verwendung einer höheren Spannung und eines kleineren Stick-out kann die Spritzermenge reduziert werden.

Gereinigte  
Schweißnaht  
(gebeizt): Die Oberflächenschlacke konnte durch Beizen nicht entfernt werden.



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



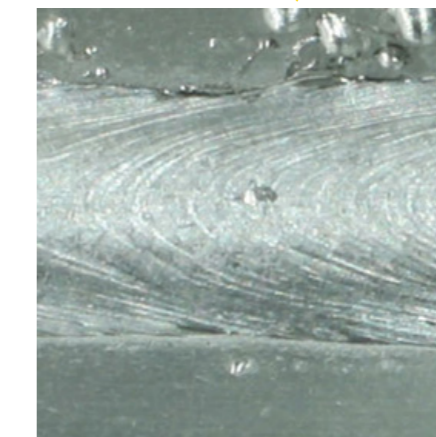
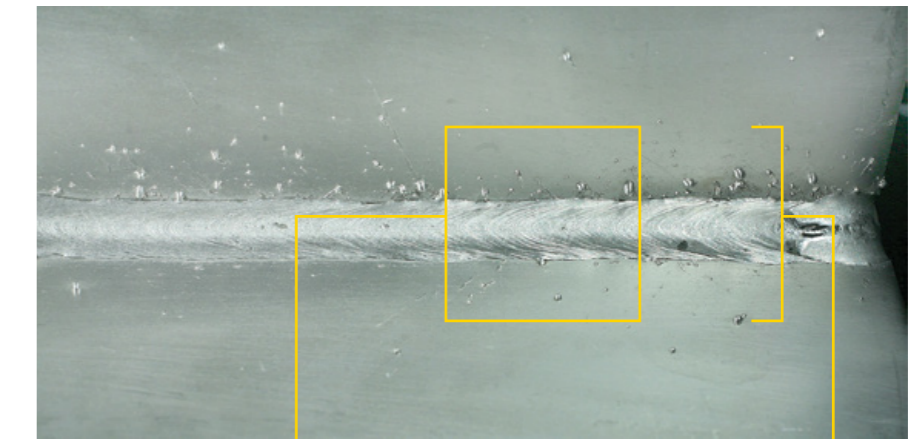
Der Ausschnitt zeigt eine eher asymmetrische und konvexe Nahtüberhöhung. Auf der Wurzelseite ist eine typische Porosität aufgetreten.

■ Ggf. beanspruchungsgerecht



Zusatzwerkstoff: 1,0 mm, 19,9L Si Draht     I: 180–200 A     v: 25–30 cm/min  
 Gas: 98 % Ar + 2 % O<sub>2</sub>     U: 20–23 V  
 Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: Die Raupe ist unregelmäßig und es sind Oberflächenoxide aufgetreten. Es sind starke Spritzer (aufgrund geringer Spannung) auf dem Grundwerkstoff und der Schweißung.

Gereinigte  
Schweißnaht  
(gebeizt): Die Schlacke und auch die Spritzer konnten durch Beizen nicht entfernt werden.



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



Der Ausschnitt zeigt eine konvexe Nahtüberhöhung. Eine höhere Spannung würde die Konvexität verringern. Auf der Oberfläche sind einige Spritzer. Dies ist für dieses Verfahren typisch.



**Sehr gut:** Die Schweißnaht entspricht unter nahezu allen Bedingungen den gestellten Anforderungen. Sie hat eine glatte Oberfläche, die keine oder allenfalls feine Schuppungen und eine grundsätzlich flache Nahtüberhöhung aufweist.

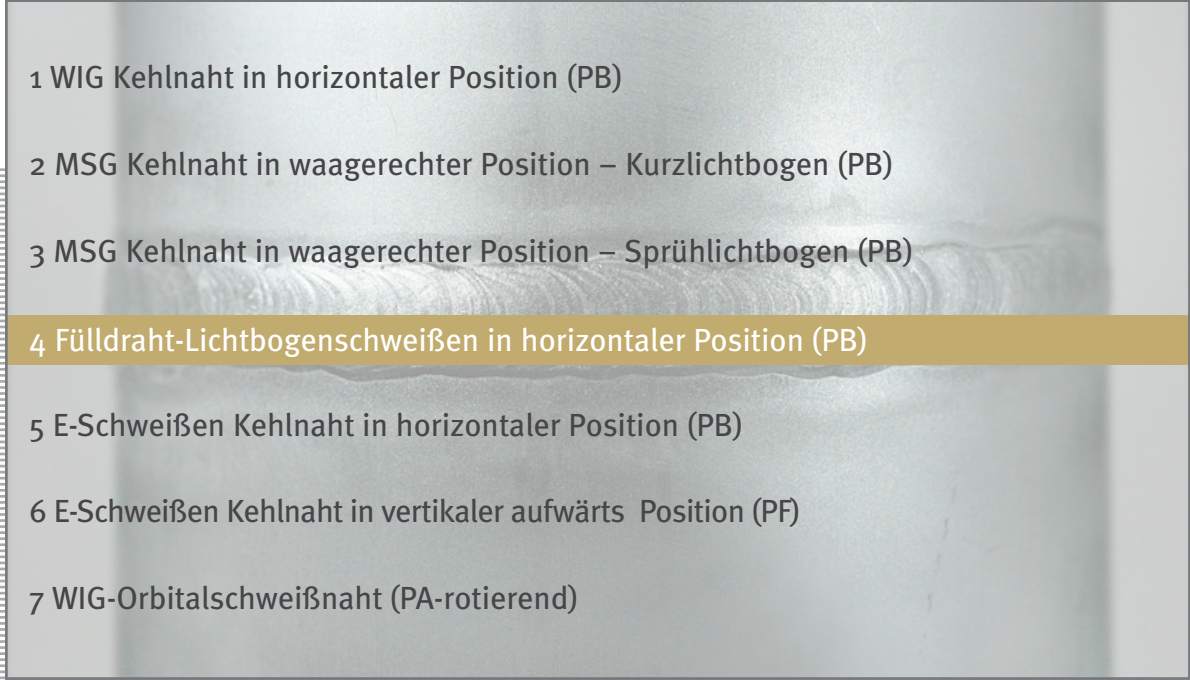
**Gut:** Die Schweißnaht entspricht unter den meisten Bedingungen den gestellten Anforderungen. Es kann aber eine mechanische Nachbehandlung notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

**Ggf. beanspruchungsgerecht:** Die Schweißnaht ist in nicht-kritischen Anwendungen, vor allem in nicht sichtbaren und nicht besonderen Korrosionsbeanspruchungen ausgesetzten Bereichen annehmbar. Eine mechanische Nachbehandlung kann notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

**Hinweis:**

Die vorliegende Unterlage ist ein allgemeiner Leitfaden für die erste optische Beurteilung und kann eine zerstörende oder zerstörungsfreie Prüfung nicht ersetzen. Da eine saubere metallische Oberfläche Voraussetzung für den normalen passiven Zustand von nichtrostendem Stahl ist, kann eine chemische oder mechanische Nachbehandlung erforderlich sein. Dieses Faltblatt ist Teil der Publikation "Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildeter Leitfaden" und sollte vor dem Hintergrund des einleitenden Teils dieser Veröffentlichung sowie des Haftungsausschlusses verstanden werden.

## Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildeter Leitfaden

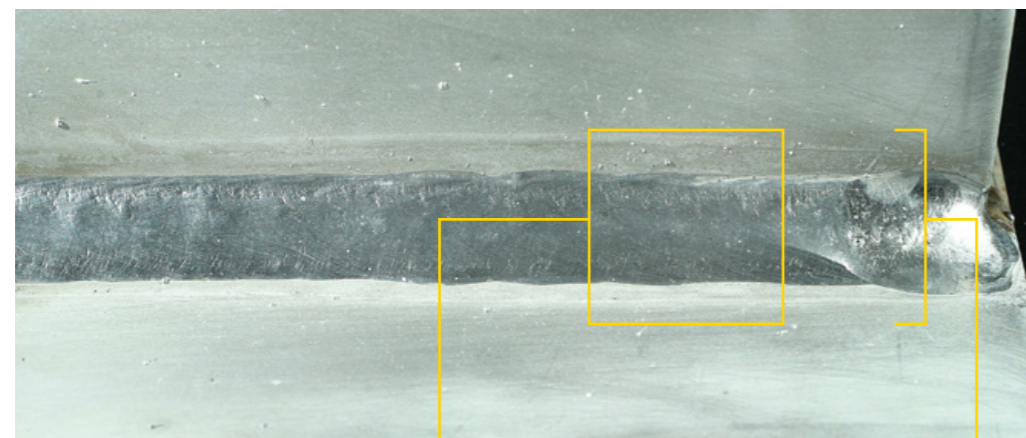
- 
- 1 WIG Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
  - 2 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Kurzlichtbogen (PB)
  - 3 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Sprühlichtbogen (PB)
  - 4 Fülldraht-Lichtbogenschweißen in horizontaler Position (PB)
  - 5 E-Schweißen Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
  - 6 E-Schweißen Kehlnaht in vertikaler aufwärts Position (PF)
  - 7 WIG-Orbitalschweißnaht (PA-rotierend)

■ Sehr gut

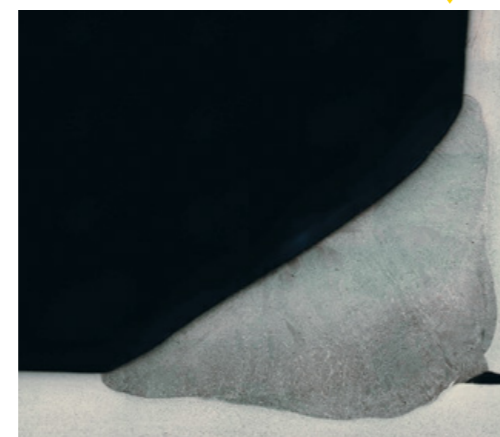


Zusatzwerkstoff: 1,2 mm, 19.9L Draht      I: 190–210 A      v: 30–40 cm/min  
 Gas: 80 % Ar + 20 % CO<sub>2</sub>      U: 26–30 V  
 Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: glatte Oberfläche mit einer sehr feinen Schuppung

Gereinigte  
Schweißung  
mit  
einigen Spritzern  
auf  
dem Grundwerkstoff  
(gebeizt)



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



Der Ausschnitt zeigt eine gute konkave flache Nahtüberhöhung.

■ Gut



Zusatzwerkstoff: 1,2mm, 19.9L Draht      I: 190–210 A      v: 35–40 cm/min  
 Gas: 80 % Ar + 20 % CO<sub>2</sub>      U: 26–30 V  
 Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: glatte Oberfläche mit einer sehr feinen Schuppung, die Raupe ist leicht unregelmäßig

Gereinigte  
Schweißung  
mit  
einigen Spritzern  
auf  
dem Grundwerkstoff  
(gebeizt)



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



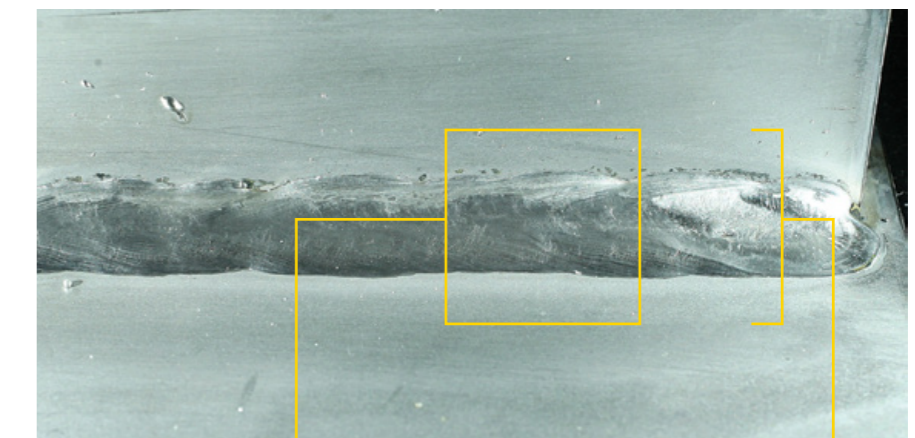
Der Ausschnitt zeigt eine eher konvexe flache Nahtüberhöhung.

■ Ggf. beanspruchungsgerecht

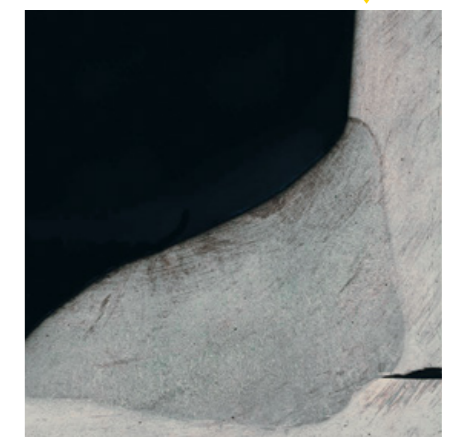


Zusatzwerkstoff: 1,2 mm, 19.9L Draht      I: 190–210 A      v: 35–40 cm/min  
 Gas: 80 % Ar + 20 % CO<sub>2</sub>      U: 26–30 V  
 Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: Die Raupe ist unregelmäßig und es sind einige Spritzer auf dem Grundwerkstoff. Ein Grund dafür kann ein zu großer Stick-out und ein zu großer Brenneranstellwinkel sein.

Gereinigte  
Schweißung  
(gebeizt)



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



Der Ausschnitt zeigt eine relativ konvexe asymmetrische Nahtüberhöhung.

**Sehr gut:** Die Schweißnaht entspricht unter nahezu allen Bedingungen den gestellten Anforderungen. Sie hat eine glatte Oberfläche, die keine oder allenfalls feine Schuppungen und eine grundsätzlich flache Nahtüberhöhung aufweist.

**Gut:** Die Schweißnaht entspricht unter den meisten Bedingungen den gestellten Anforderungen. Es kann aber eine mechanische Nachbehandlung notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

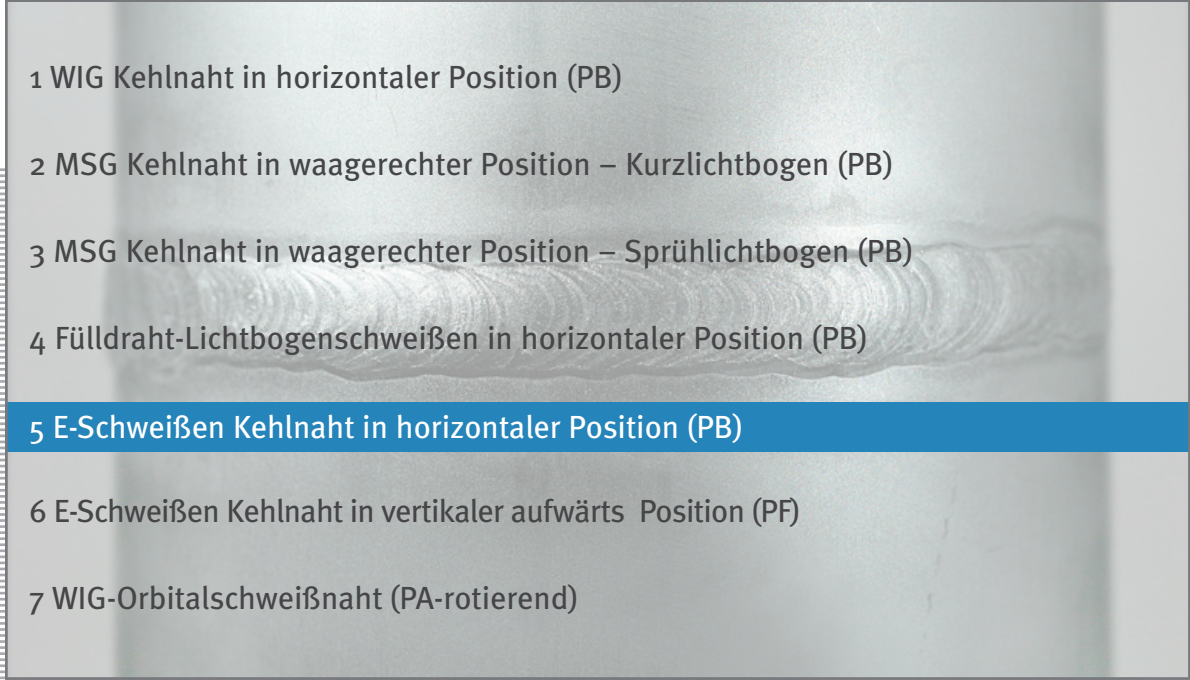
**Ggf. beanspruchungsgerecht:** Die Schweißnaht ist in nicht-kritischen Anwendungen, vor allem in nicht sichtbaren und nicht besonderen Korrosionsbeanspruchungen ausgesetzten Bereichen annehmbar. Eine mechanische Nachbehandlung kann notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

**Hinweis:**

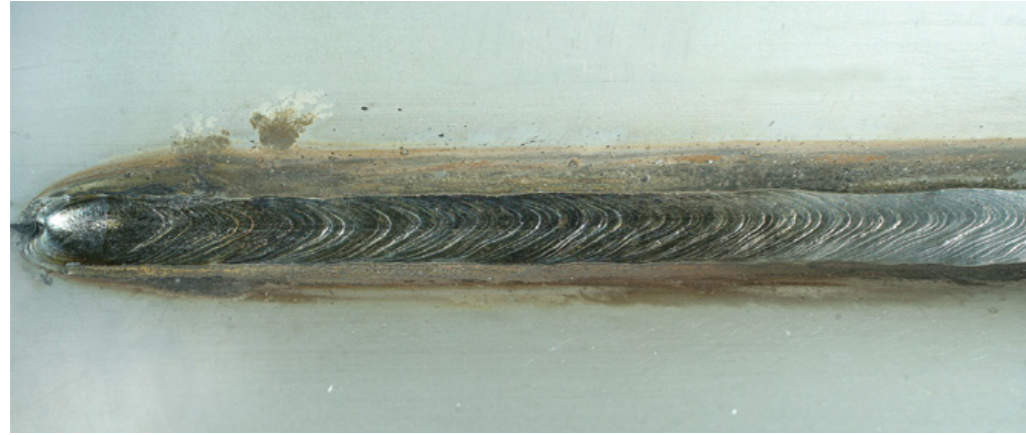
Die vorliegende Unterlage ist ein allgemeiner Leitfaden für die erste optische Beurteilung und kann eine zerstörende oder zerstörungsfreie Prüfung nicht ersetzen. Da eine saubere metallische Oberfläche Voraussetzung für den normalen passiven Zustand von nichtrostendem Stahl ist, kann eine chemische oder mechanische Nachbehandlung erforderlich sein. Dieses Faltblatt ist Teil der Publikation "Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildeter Leitfaden" und sollte vor dem Hintergrund des einleitenden Teils dieser Veröffentlichung sowie des Haftungsausschlusses verstanden werden.

*Metall-Lichtbogenschweißen (E-Schweißen) oder Metall-Lichtbogenhandschweißen (E-Handschweißen)*

## Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildeter Leitfaden

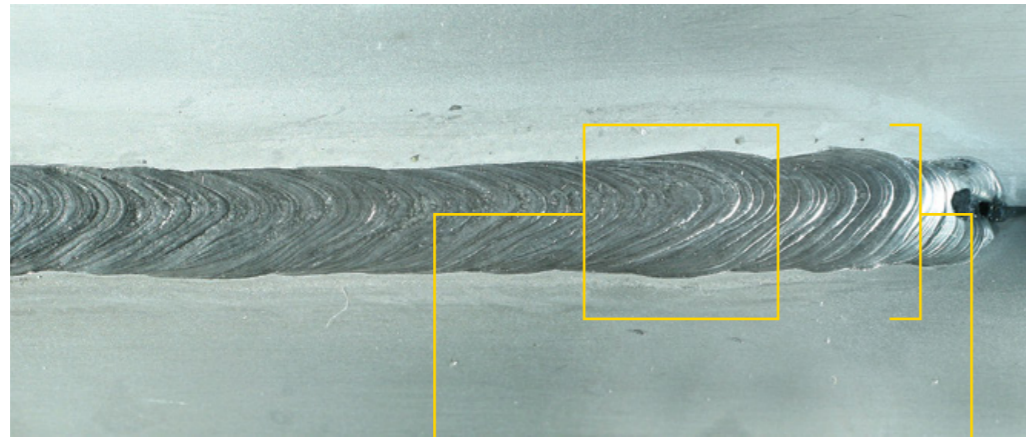
- 
- 1 WIG Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
  - 2 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Kurzlichtbogen (PB)
  - 3 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Sprühlichtbogen (PB)
  - 4 Fülldraht-Lichtbogenschweißen in horizontaler Position (PB)
  - 5 E-Schweißen Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
  - 6 E-Schweißen Kehlnaht in vertikaler aufwärts Position (PF)
  - 7 WIG-Orbitalschweißnaht (PA-rotierend)

■ Sehr gut

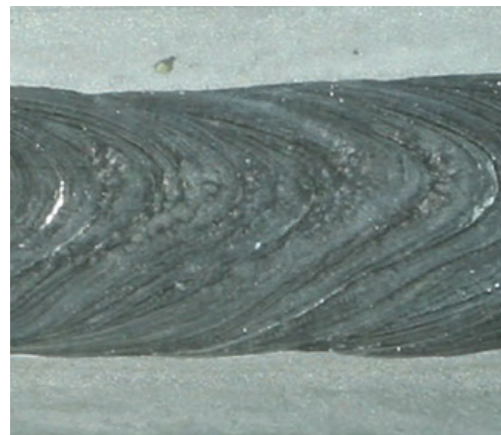


Zusatzwerkstoff: 3,25 mm, 19.9L rutilumhüllt      I: 95-115 A      v: 23-28 cm/min  
U: 24-30 V

Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: typische Schuppung für das E-Schweißen: Die Raupe ist gleichmäßig und es sind einige Oberflächenoxide aufgetreten.



Gereinigte  
Schweißung (gebeizt)

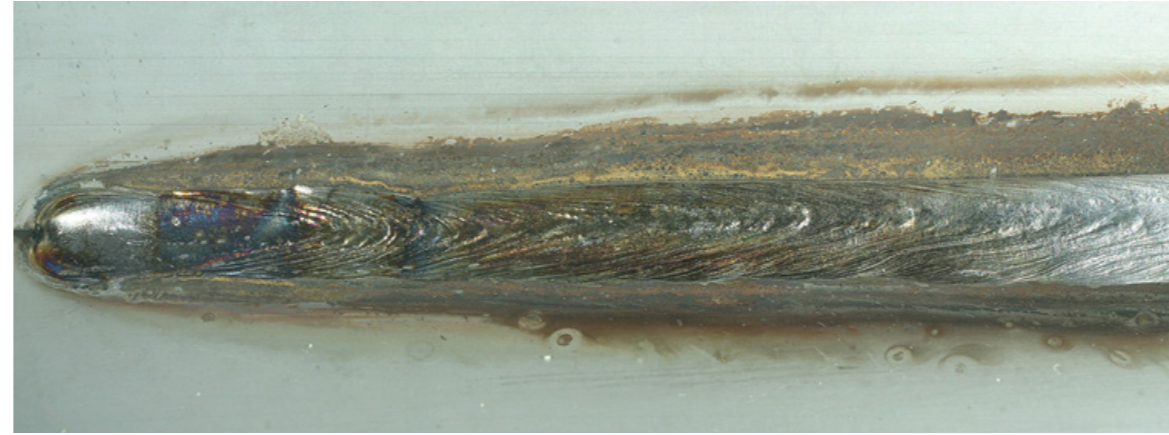


Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



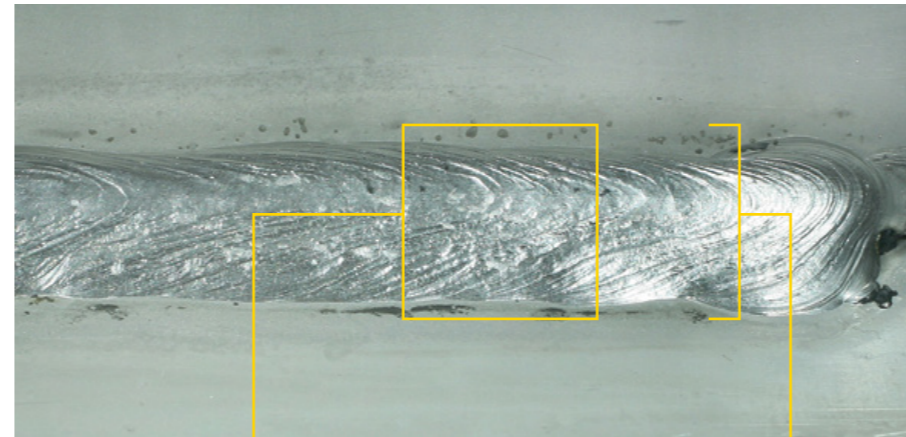
Der Ausschnitt zeigt eine dünne, konkave Nahtüberhöhung. Der Grund hierfür könnte eine zu hohe Schweißgeschwindigkeit sein.

■ Gut

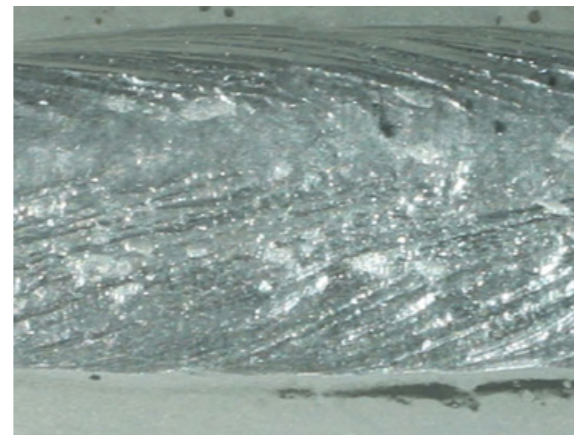


Zusatzwerkstoff: 3,25 mm, 19.9L rutilumhüllt      I: 95-115 A      v: 21-26 cm/min  
U: 24-30 V

Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: grobe Schuppung und einige Spritzer auf dem Grundwerkstoff



Gereinigte  
Schweißung  
(gebeizt)



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



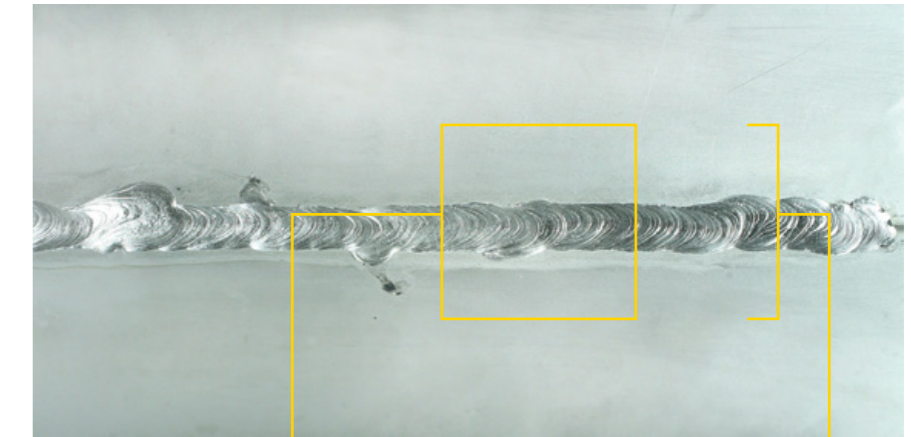
Der Ausschnitt zeigt eine konkave, flache Nahtüberhöhung.

■ Ggf. beanspruchungsgerecht

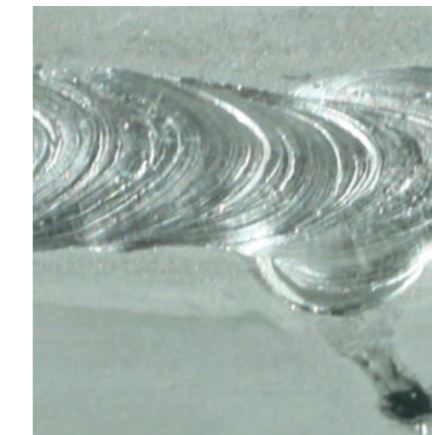


Zusatzwerkstoff: 3,25 mm, 19.9L rutilumhüllt      I: 80-100 A      v: 21-28 cm/min  
U: 24-30 V

Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: grobe Schuppung, unregelmäßige Schuppung und Oberflächenoxide; auf dem Grundwerkstoff sind Spritzer und eine Zündstelle zu sehen.



Gereinigte  
Schweißung  
(gebeizt)



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche



Der Ausschnitt zeigt eine leicht konvexe Nahtüberhöhung mit geringem Einbrand. Grund dafür kann eine zu hohe Anfangsgeschwindigkeit sein.

**Sehr gut:** Die Schweißnaht entspricht unter nahezu allen Bedingungen den gestellten Anforderungen. Sie hat eine glatte Oberfläche, die keine oder allenfalls feine Schuppungen und eine grundsätzlich flache Nahtüberhöhung aufweist.

**Gut:** Die Schweißnaht entspricht unter den meisten Bedingungen den gestellten Anforderungen. Es kann aber eine mechanische Nachbehandlung notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

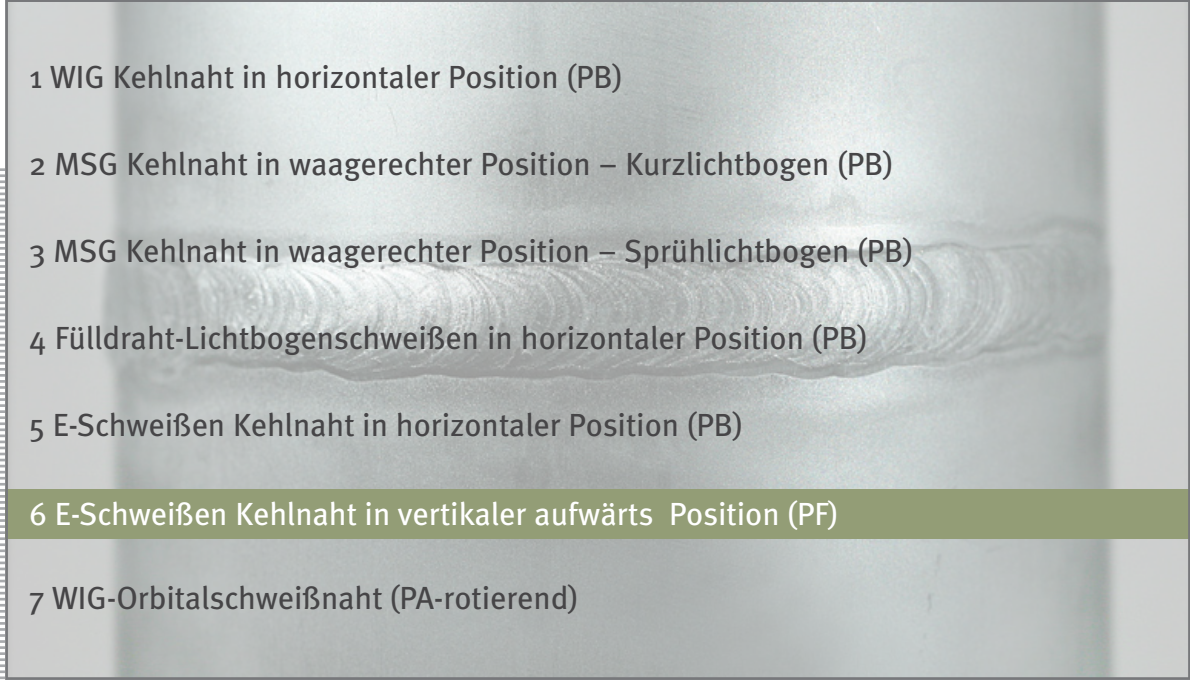
**Ggf. beanspruchungsgerecht:** Die Schweißnaht ist in nicht-kritischen Anwendungen, vor allem in nicht sichtbaren und nicht besonderen Korrosionsbeanspruchungen ausgesetzten Bereichen annehmbar. Eine mechanische Nachbehandlung kann notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

**Hinweis:**

Die vorliegende Unterlage ist ein allgemeiner Leitfaden für die erste optische Beurteilung und kann eine zerstörende oder zerstörungsfreie Prüfung nicht ersetzen. Da eine saubere metallische Oberfläche Voraussetzung für den normalen passiven Zustand von nichtrostendem Stahl ist, kann eine chemische oder mechanische Nachbehandlung erforderlich sein. Dieses Faltblatt ist Teil der Publikation "Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildertes Leitfadensystem" und sollte vor dem Hintergrund des einleitenden Teils dieser Veröffentlichung sowie des Haftungsausschlusses verstanden werden.

*Metall-Lichtbogenschweißen (E-Schweißen) oder Metall-Lichtbogenhandschweißen (E-Handschweißen)*

## Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildertes Leitfadensystem

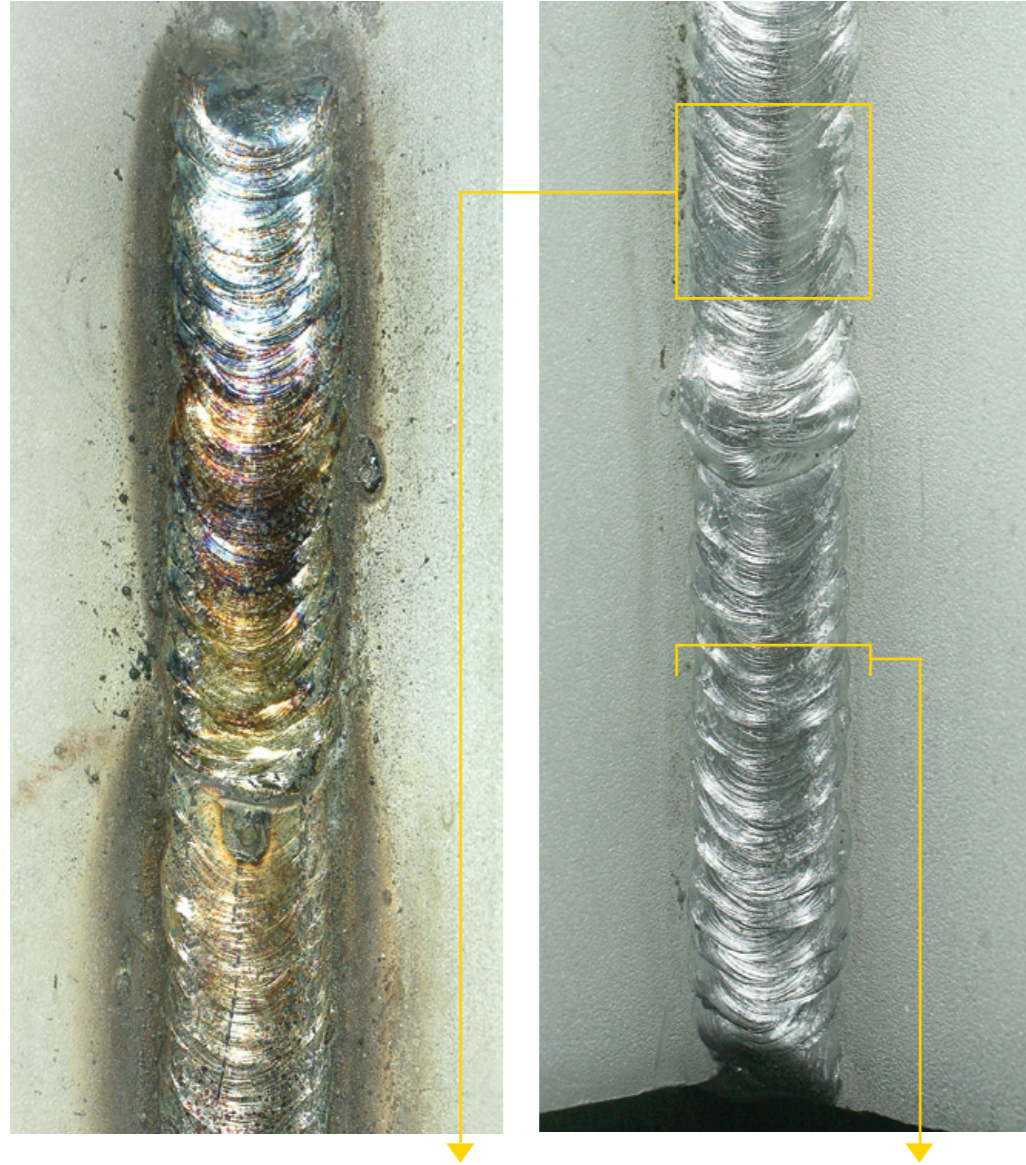
- 
- 1 WIG Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
  - 2 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Kurzlichtbogen (PB)
  - 3 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Sprühlichtbogen (PB)
  - 4 Fülldraht-Lichtbogenschweißen in horizontaler Position (PB)
  - 5 E-Schweißen Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
  - 6 E-Schweißen Kehlnaht in vertikaler aufwärts Position (PF)
  - 7 WIG-Orbitalschweißnaht (PA-rotierend)

■ Sehr gut

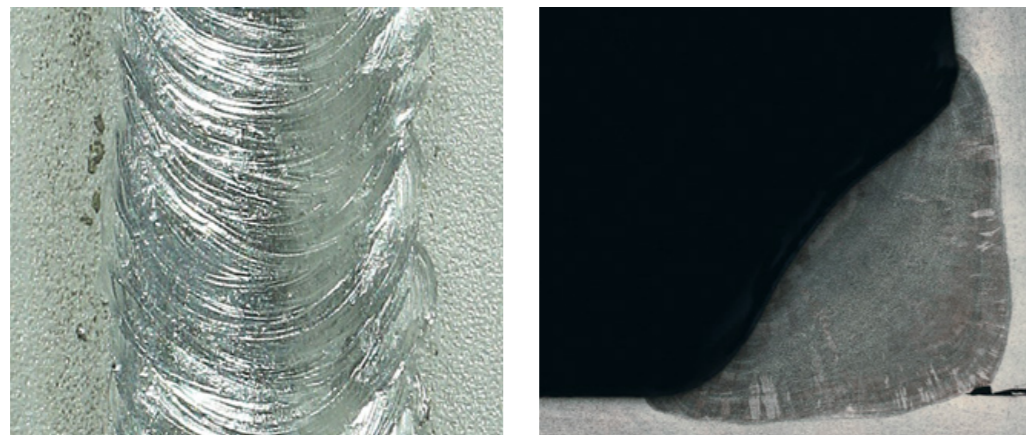
Zusatzwerkstoff:  
2,5 mm,  
19,9L rutilumhüllt  
I: 60-70 A  
U: 21-27 V

Bemerkungen:  
Im gerade geschweißten Zustand: Die grobe Schuppung ist für dieses Schweißverfahren und die Schweißposition typisch. Das linke Foto zeigt Oberflächenoxide.

Gebeizte Oberfläche (rechts)



Der Ausschnitt zeigt eine eher konvexe Nahtüberhöhung.

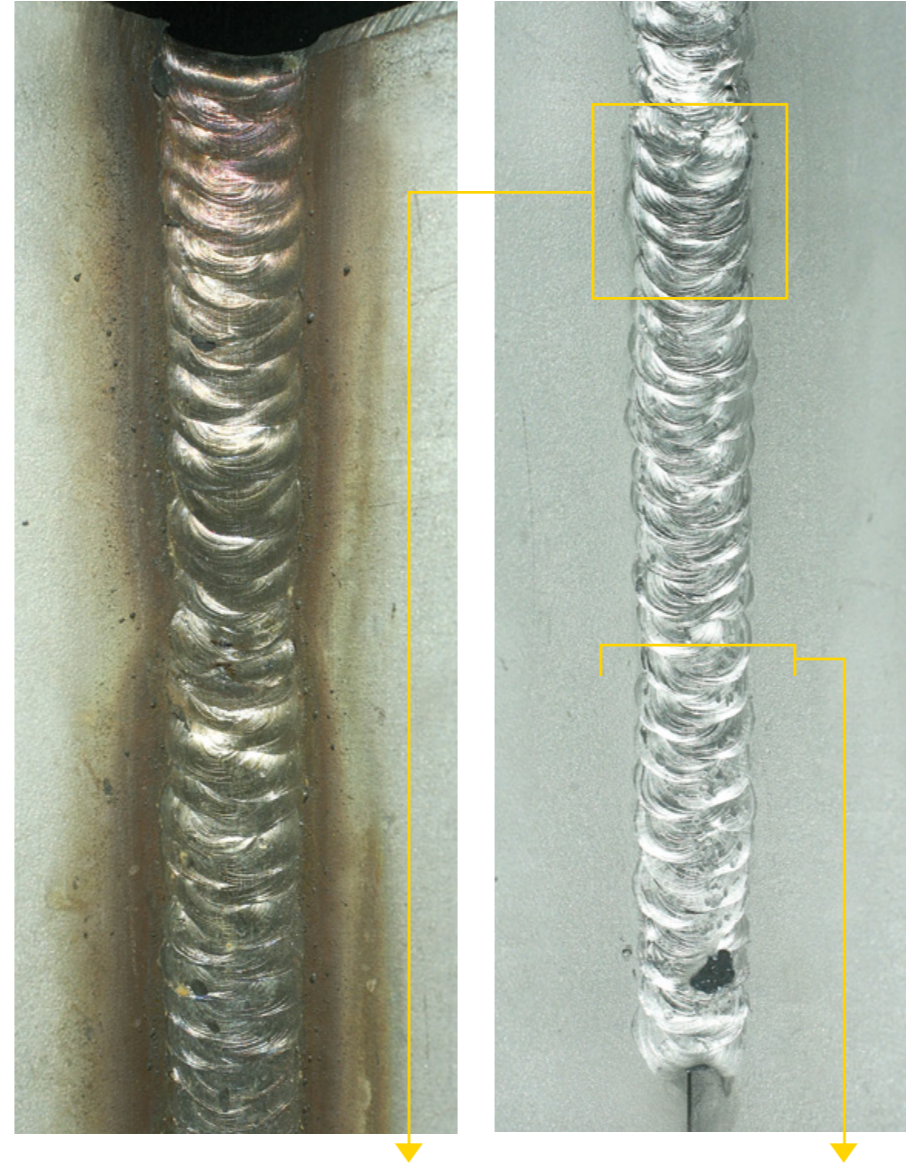


■ Gut

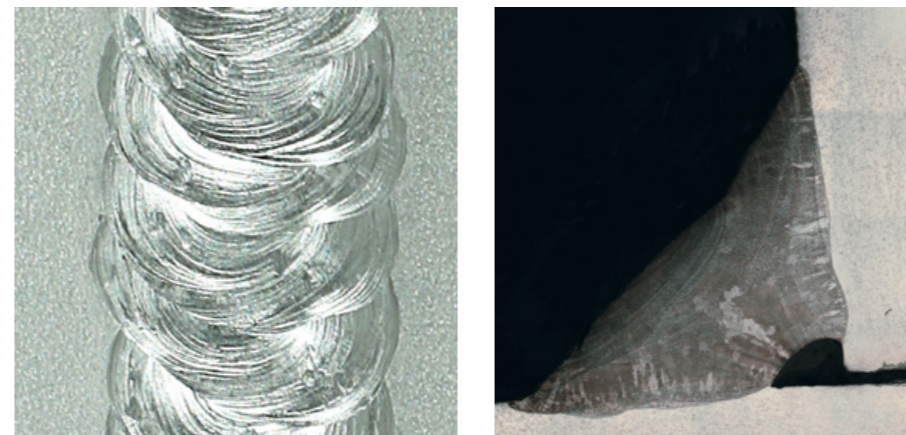
Zusatzwerkstoff: 2,5 mm,  
19,9L rutilumhüllt  
I: 60-70 A  
U: 21-27 V

Bemerkungen:  
Im gerade geschweißten Zustand: typische Schuppung; eine zu hohe Schweißgeschwindigkeit bei der Pendeltechnik ist Grund für die grobe Schuppung.

Gereinigte Schweißung -  
gebeizt (rechts)



Der Ausschnitt zeigt eine flache Nahtüberhöhung. Durch eine zu hohe Schweißgeschwindigkeit ist der Einbrand nicht optimal.

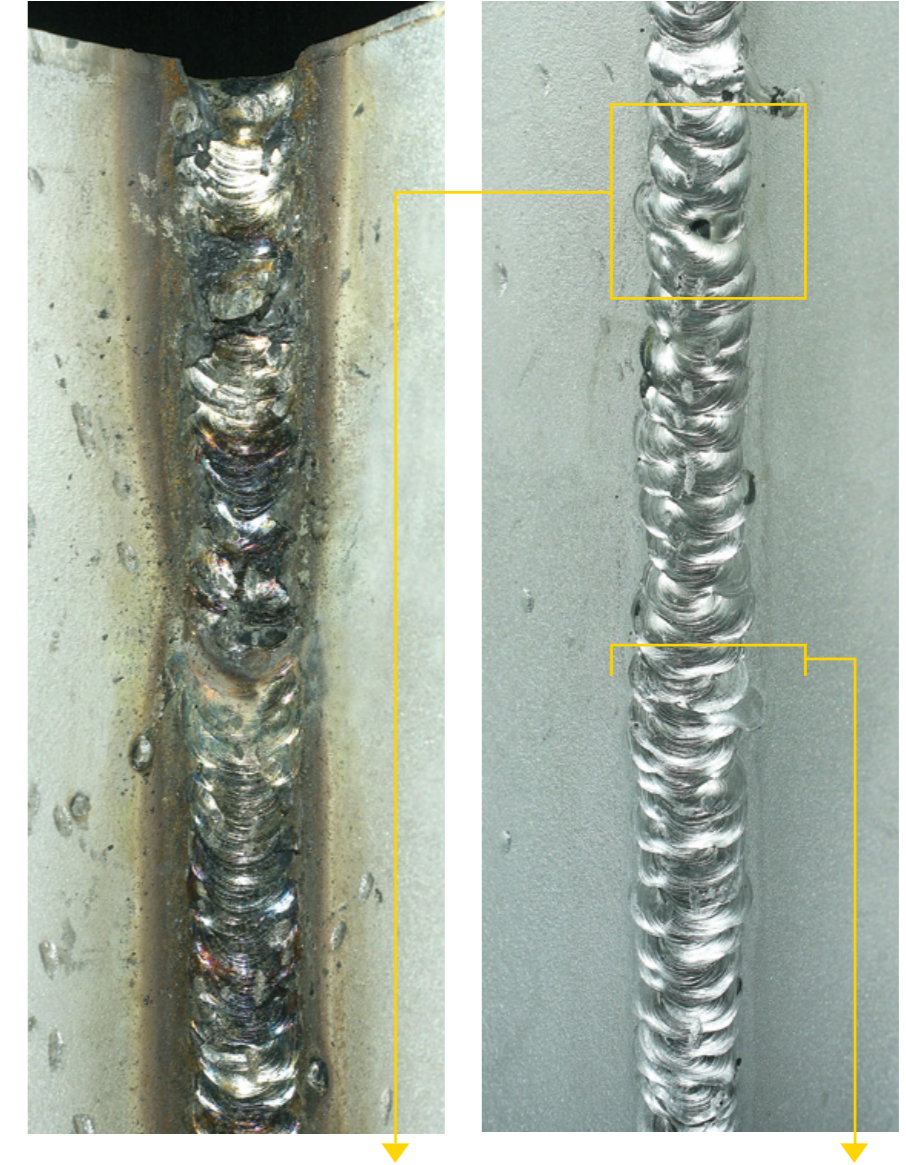


■ Ggf. beanspruchungsgerecht

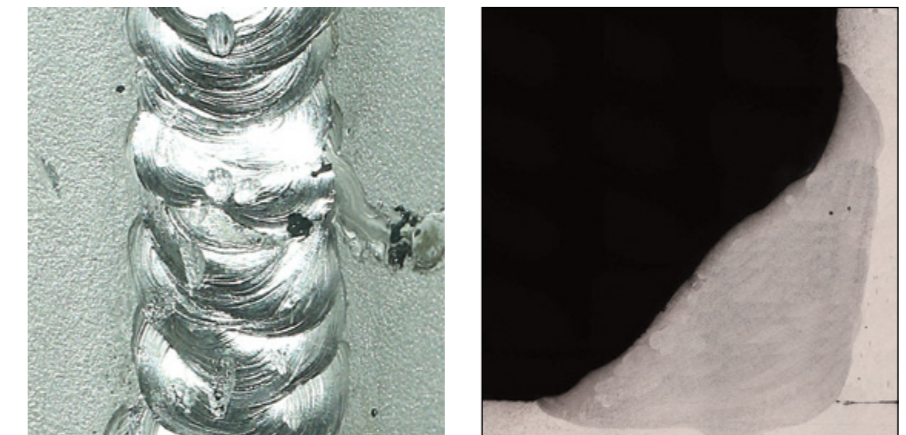
Zusatzwerkstoff: 2,5 mm,  
19,9L rutilumhüllt  
I: 60-70 A  
U: 21-27 V

Bemerkungen:  
Im gerade geschweißten Zustand: sehr grobe Schuppung; die Raupe ist unregelmäßig und es sind starke Spritzer auf dem Grundwerkstoff. Eine zu hohe Lichtbogenlänge könnte der Grund für die Spritzer sein.

Gereinigte Schweißung -  
gebeizt (rechts)



Der Ausschnitt zeigt eine relativ konvexe Nahtüberhöhung.



**Sehr gut:** Die Schweißnaht entspricht unter nahezu allen Bedingungen den gestellten Anforderungen. Sie hat eine glatte Oberfläche, die keine oder allenfalls feine Schuppungen und eine grundsätzlich flache Nahtüberhöhung aufweist.

**Gut:** Die Schweißnaht entspricht unter den meisten Bedingungen den gestellten Anforderungen. Es kann aber eine mechanische Nachbehandlung notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

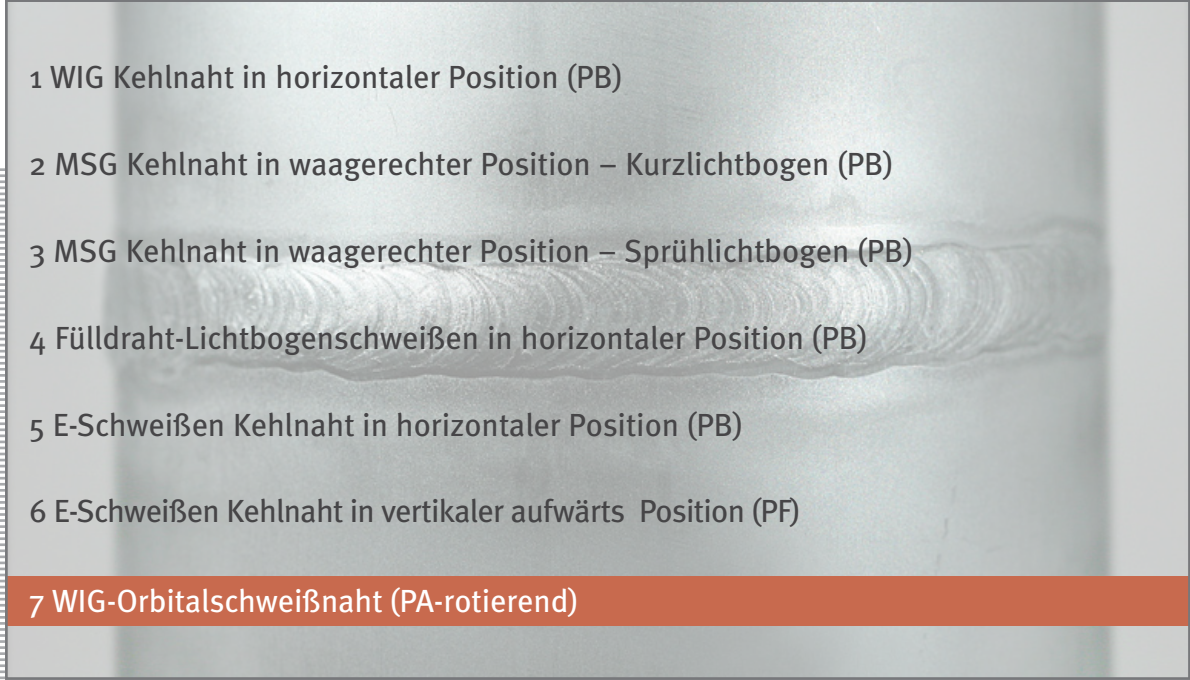
**Ggf. beanspruchungsgerecht:** Die Schweißnaht ist in nicht-kritischen Anwendungen, vor allem in nicht sichtbaren und nicht besonderen Korrosionsbeanspruchungen ausgesetzten Bereichen annehmbar. Eine mechanische Nachbehandlung kann notwendig sein, um eine glattere Oberfläche zu erzielen.

**Hinweis:**

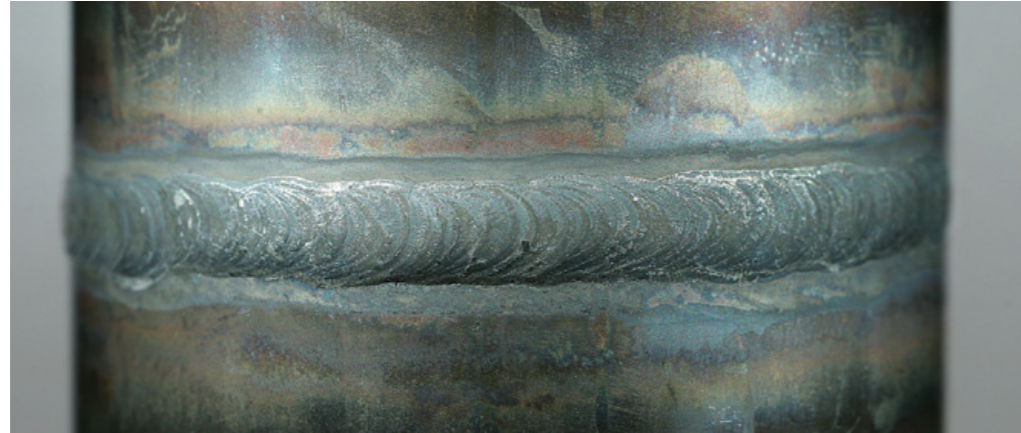
Die vorliegende Unterlage ist ein allgemeiner Leitfaden für die erste optische Beurteilung und kann eine zerstörende oder zerstörungsfreie Prüfung nicht ersetzen. Da eine saubere metallische Oberfläche Voraussetzung für den normalen passiven Zustand von nichtrostendem Stahl ist, kann eine chemische oder mechanische Nachbehandlung erforderlich sein. Dieses Faltblatt ist Teil der Publikation "Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildeter Leitfaden" und sollte vor dem Hintergrund des einleitenden Teils dieser Veröffentlichung sowie des Haftungsausschlusses verstanden werden.

## Visuelle Beurteilung von Schweißnähten bei nichtrostendem Stahl – Ein bebildeter Leitfaden

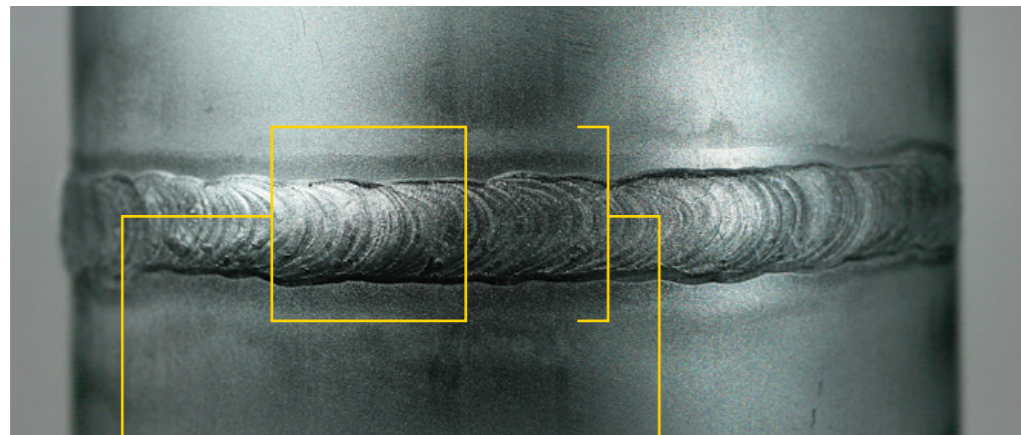
Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG)

- 
- 1 WIG Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
  - 2 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Kurzlichtbogen (PB)
  - 3 MSG Kehlnaht in waagerechter Position – Sprühlichtbogen (PB)
  - 4 Fülldraht-Lichtbogenschweißen in horizontaler Position (PB)
  - 5 E-Schweißen Kehlnaht in horizontaler Position (PB)
  - 6 E-Schweißen Kehlnaht in vertikaler aufwärts Position (PF)
  - 7 WIG-Orbitalschweißnaht (PA-rotierend)

■ Sehr gut



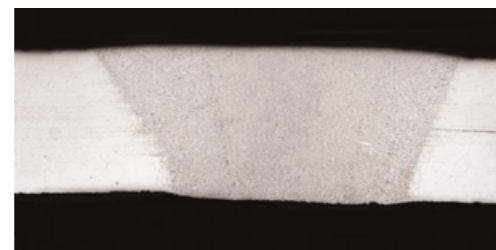
Zusatzwerkstoff: 1,6 mm, 19.9L Si Draht    I: 45-55 A    v: 4-6 cm/min  
 Gas: reines Argon    U: 10-13 V  
 Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: sehr glatte, feine Schuppung mit dünnen Oberflächenoxiden



Gereinigte  
Schweißung (gebeizt)



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche; zu beachten ist die Schlacke im oberen Bereich.

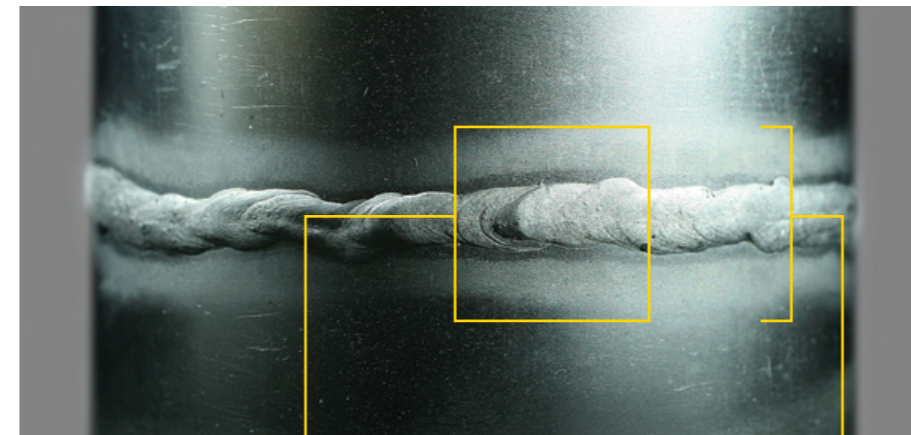


Der Ausschnitt zeigt Schweißung in guter geometrischer Form

■ Gut



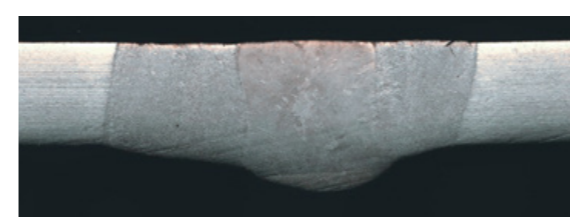
Zusatzwerkstoff: 1,6 mm, 19.9L Si Draht    I: 45-55 A    v: 4-6 cm/min  
 Gas: reines Argon    U: 10-13 V  
 Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: aufgrund nicht konstanter Schweißgeschwindigkeit eine eher unregelmäßige Schuppung



Gereinigte  
Schweißung (gebeizt)



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche; kleine Schlackepartikel sind sichtbar.

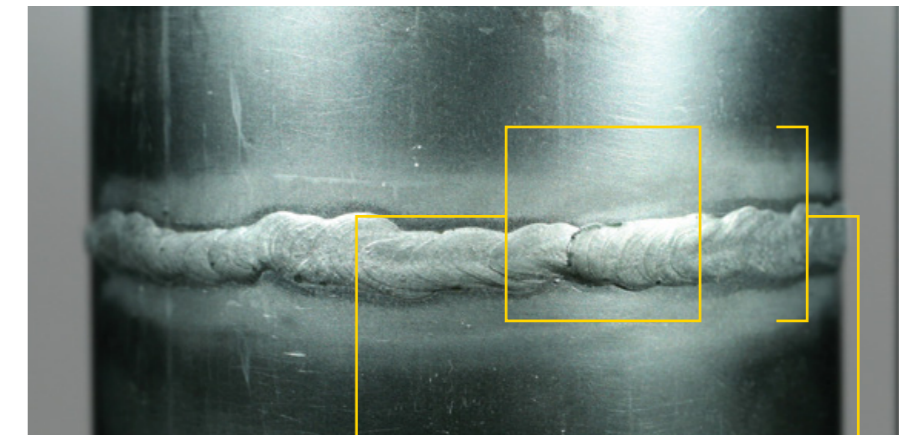


Der Ausschnitt zeigt einen relativ großen Einbrand, der von einem großen Spalt zwischen den Rohren herrührt.

■ Ggf. beanspruchungsgerecht



Zusatzwerkstoff: 1,6 mm, 19.9L Si Draht    I: 40-50 A    v: 4-6 cm/min  
 Gas: reines Argon    U: 10-13 V  
 Bemerkungen: im gerade geschweißten Zustand: unregelmäßige Schuppung aufgrund des zu niedrig gewählten Stroms



Gereinigte  
Schweißung (gebeizt)



Nahaufnahme der Schweißnahtoberfläche; Schlacke ist sichtbar



Der Ausschnitt zeigt eine Schweißung, die ohne Formiergas durchgeführt wurde. Der Wurzeldurchhang ist zu groß und im Wurzelbereich ist eine unregelmäßige, schwammige Oberfläche zu erkennen. Dies ist auf einen zu großen Wurzelspalt zurück zu führen.



ISBN 978-2-87997-066-0