



Laser Welded Joints on Steel

1 Introduction

Note: Welds undertaken according to this specification may suffer from defects which go deep into the joint. Therefore if watertightness is essential, this shall be guaranteed by sealing the joint after the welding operation.

1.1 Scope. This specification is applicable to laser lap welds on coated and uncoated carbon steels, stainless steels and high strength low alloy (HSLA) steels with a carbon content of $< 0.25\%$ (steels according to GMW2 and GMW3032). Application of this specification is restricted to sheet metal combinations in which at least one of the pieces of sheet metal to be welded is ≤ 1.5 mm in thickness.

Note: Exceptions to this specification such as e.g. sheet metal combinations which are not covered by this specification shall be agreed by the Product Engineering and Manufacturing Engineering departments and shall be indicated accordingly on the drawing.

Zinc (ZZ), hot-dip galvanized (HDG), zinc-nickel (ZN) and their alloys are permissible as coatings on one or both sides. A total coating thickness of $30\text{ }\mu\text{m}$ max. is permissible between the sheets to be welded.

Welds on components with organic or non-metallic coatings are not covered by this specification.

1.2 Mission / Theme. This specification describes the general requirements, designs and tests concerning laser-welded joints where 2- and 3- pieces of sheet metal are joined and contains general information to the design of a laser-welded joint in case where detailed information is not stated on the drawings.

Metallurgical aspects, e.g. grain size and hardness, are not considered.

Lasergeschweißte Verbindungen an Stahl

1 Einführung

Hinweis: Bei Schweißungen nach dieser Vorschrift können in die Tiefe gehende Defekte auftreten. Deshalb muss im Fall der Forderungen nach Wasserdichtheit diese über eine Versiegelung nach der Schweißoperation gewährleistet werden.

1.1 Anwendungsbereich. Diese Spezifikation ist anwendbar für überlappende Laserschweißungen an beschichteten und unbeschichteten unlegierten Stählen, nichtrostenden Stählen und hochfeste niedriglegierte Stähle mit einem C-Gehalt $< 0.25\%$ (Stähle entsprechend GMW2 und GMW3032). Diese Spezifikation ist für Blechkombinationen anzuwenden, bei denen mindestens eine Blechdicke ≤ 1.5 mm beträgt.

Hinweis: Ausnahmeregelungen zu dieser Vorschrift wie z.B. Blechkombinationen, welche diese Spezifikation nicht umfasst, sind zwischen den Fachabteilungen aus Product Engineering und Manufacturing Engineering abzustimmen und entsprechend auf der Zeichnung anzugeben.

Als Beschichtungen sind zulässig Zink (ZZ), feuerverzinkt (HDG) Zink-Nickel (ZN) und deren Legierungen einseitig oder zweiseitig beschichtet. Zwischen den zu schweißenden Blechen ist eine Gesamtschichtdicke von $30\text{ }\mu\text{m}$ max. zulässig.

Schweißungen an Teilen mit organischen oder nicht-metallischen Beschichtungen fallen nicht unter diese Vorschrift.

1.2 Aufgabe / Thema. Diese Spezifikation beschreibt die allgemeinen Anforderungen, Ausführungen und Prüfungen von Laserschweißnahtverbindungen für 2- und 3- Blechverbindungen und enthält allgemeine Hinweise zur Ausführung einer Laserschweißverbindung, soweit sie auf den Zeichnungen nicht im einzelnen angegeben sind.

Metallurgische Aspekte, z.B. Korngröße und Härte, sind nicht berücksichtigt.

1.3 Classification. Not applicable.

Note: Nothing in the specification supersedes applicable laws and regulations.

Note: In the event of a conflict between the German and the English language, the German language shall take precedence.

2 References

Note: Only the latest approved standards are applicable unless otherwise specified.

2.1 External Standards/Specifications.

ISO 10447 ISO 13919-1

2.2 GM Group Standards/Specifications.

GMW2 GMW3032 GMW3059

2.3 Additional References. Quality Procedure Control on Critical Operations (D-01).

3 Test Preparation and Evaluation

3.1 Resources.

3.1.1 Calibration. The test facilities and equipment shall be in good working order and shall have a valid calibration label.

3.1.2 Alternatives. Alternative test facilities and equipment may also be used. However, all measuring variables as specified in this specification shall be determined correctly with respect to its physical definition.

3.1.3 Facilities. According to the tests referred to in this specification.

3.1.4 Equipment. According to the tests referred to in this specification.

3.2 Test Samples. Not applicable.

3.3 Conditioning. Not applicable.

1.3 Einteilung. Nicht anwendbar.

Hinweis: Die Vorschrift darf keine anzuwendenden Gesetze und Regelungen außer Kraft setzen.

Hinweis: Im Falle von Unstimmigkeiten zwischen dem deutschen und dem englischen Text ist der deutsche Text ausschlaggebend.

2 Referenzen

Hinweis: Wenn nicht anders angegeben, ist jeweils die neueste Fassung der angegebenen Referenz gültig.

2.1 Externe Normen/Vorschriften.

2.2 GM Gruppe Normen/Vorschriften.

2.3 Zusätzliche Referenzen. Qualitätsrichtlinie über Kritische Operationen (D-01).

3 Prüfungsvorbereitung und Auswertung

3.1 Geräte und Einrichtungen.

3.1.1 Kalibrierung. Alle Prüfungseinrichtungen und -ausrüstungen müssen funktionsfähig sein und eine gültige Kalibrierplakette haben.

3.1.2 Alternativen. Es können auch alternative Prüfungseinrichtungen und -ausrüstungen verwendet werden. Alle Messvariablen, wie sie in dieser Vorschrift angegeben werden, müssen jedoch in Bezug auf ihre physikalische Definition korrekt festgelegt werden.

3.1.3 Einrichtung. Entsprechend den in dieser Spezifikation angegebenen Prüfungen.

3.1.4 Ausrüstung. Entsprechend den in dieser Spezifikation angegebenen Prüfungen.

3.2 Prüfteile. Nicht anwendbar.

3.3 Probenvorbehandlung. Nicht anwendbar.

3.4 Documentation. Samples of components or material released to this specification shall be tested for conformity with the requirements of this specification and approved by the responsible GM Department prior to the start of delivery of production level components or materials.

Any change to the component or material e.g. design, function, properties, manufacturing process and/or location of manufacture requires a new release of the product. It is the sole responsibility of the supplier to provide the customer, unsolicited, with documentation of any change or modification to the product/process, and to apply for a new release.

If not otherwise agreed to the entire verification test shall be repeated and documented by the supplier prior to start of delivery of the modified or changed product. In some cases a shorter test can be agreed to between the responsible GM Department and the supplier.

3.4.1 Test Results. Tests shall be documented and recorded in reports.

The results shall be represented in a test report with reference to this specification.

3.4.2 Deviations from Test Procedure. Deviations from the requirements of the test procedures shall have been agreed upon. Such requirements shall be specified on component drawings, test certificates, reports etc.

3.4 Dokumentation. Freigabemuster, für die diese Vorschrift zutrifft, müssen nach dieser Vorschrift geprüft werden und von der verantwortlichen GM Abteilung genehmigt sein, ehe eine Lieferung erfolgen kann.

Änderungen von z.B. Aufbau, Funktion, Eigenschaften, Herstellungsprozess und Ort machen eine Neufreigabe notwendig. Der Hersteller ist verpflichtet, unaufgefordert den Abnehmer mit einer Dokumentation über alle Abstimmungen, Modifikationen von Teilen und / oder Prozessen zu informieren und eine Neufreigabe zu beantragen.

Wenn nicht anders vereinbart, ist die komplette Freigabeprüfung durch den Lieferanten zu wiederholen und das Ergebnis zu dokumentieren, bevor die Änderungen in der Lieferung einsetzen können. In Einzelfällen kann zwischen der verantwortlichen GM Abteilung und Lieferant eine verkürzte Prüfung vereinbart werden.

3.4.1 Prüfergebnisse. Prüfungen sind zu dokumentieren und in Protokolle einzutragen.

Die Ergebnisse sind in einem Prüfbericht unter Hinweis auf diese Spezifikation darzustellen.

3.4.2 Abweichungen bei der Versuchsdurchführung. Abweichungen von den Bedingungen der Versuchsdurchführungen müssen vereinbart werden. Diese Bedingungen sind auf Teilezeichnungen vorgeschrieben bzw. müssen auf Prüfzeugnissen, Berichten und dergl. angegeben werden.

4 Requirements and Test Procedure

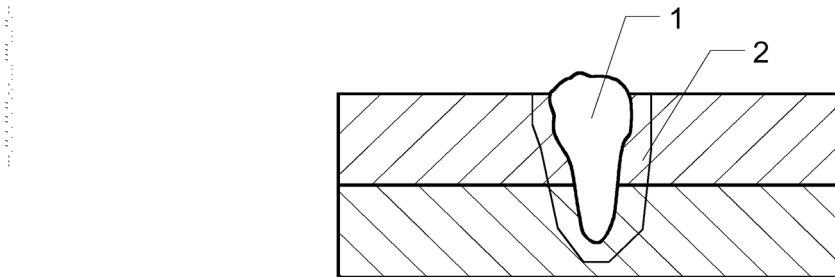
4 Anforderungen und Prüfungen

4.1 Technical Welding Aspects.

4.1 Schweißtechnische Aspekte.

Figure 1: Schematic Diagram of a Welded Joint

Abbildung 1: Schematische Darstellung eines Schweißverbundes



1 Fusion zone

1 Schmelzzone

2 Heat-affected zone

2 Wärmeeinflusszone

The comments below apply to laser-welded lap joints.

Nachfolgende Aussagen gelten für das Laserschweißen im Überlappstoß.

4.2 Classifications.

4.2 Klassifizierungen.

4.2.1 Structural Laser Welds. Structural laser welds are necessary for the strength characteristics of the product. All laser welds are structural welds unless otherwise specified as processing welds on the drawing.

4.2.1 Strukturelle Laserschweißungen. Strukturelle Laserschweißungen sind für die Festigkeitseigenschaften des Produkts erforderlich. Falls auf der Zeichnung nicht anders angegeben, handelt es sich bei allen Laserschweißungen um strukturelle Laserschweißungen.

4.2.2 Processing Laser Welds. Are used to fix the assembly (tack welding). Processing laser welds shall be approved by the development department responsible and shall be indicated on the drawing.

4.2.2 Prozess-Laserschweißungen. Dienen der Fixierung des Zusammenbaus (Heftschweißung). Prozess-Laserschweißungen sind von der verantwortlichen Entwicklungsabteilung zu genehmigen und auf der Zeichnung anzugeben.

4.3 Assessment of the External Appearance of Laser-Welded Seams. There are limits to the possibility of testing laser-welded seams because of their narrowness and the characteristics of the test method. It should be noted with reference to all welded seams that welding defects such as weld surface concavity, root sagging, edge notches and fusion defects impair the strength of welded seams in the long term, especially in components which are subject to vibration.

4.3 Bewertung des äußeren Befundes von Laserschweißnähten. Der Prüfbarkeit von Laserschweißnähten ist wegen deren Schmalheit und der Eigenschaften der Prüfverfahren Grenzen gesetzt. Bei allen Schweißnähten ist zu beachten, dass Schweißfehler wie Nahtunterwölbung, Wurzeldurchhang, Randkerben und Bindefehler die Schweißnahtfestigkeit, besonders bei schwingungsbeanspruchten Bauteilen, nachhaltig beeinträchtigen.

The assessment of the series of tests is based on ISO 13919-1. This is valid for the quality monitoring of components made of steel in the manufacturing and contains the assessment criteria for laser-welded joints on the basis of specific characteristics.

Irregularities according to ISO 13919-1, such as pores, shrink holes and clusters of pores in the surface of the weld seam are assessed separately.

4.4 Evaluation of Quality. Laser welds shall be evaluated on the basis of the criteria below, using the terms below.

4.4.1 Structural Laser Welds in Manufacturing. Structural laser welds shall be evaluated with regard to the requirements of paragraph 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6 and 5 in accordance with conditions 4.5 and 4.6 and 4.7.

4.4.2 Processing Laser Welds. Processing laser welds shall be evaluated according to the requirements in paragraph 4.4.3.2, 4.4.3.3 and 4.4.6.3.

4.4.3 Welded Seam Dimensions. A welded seam which meets the requirements in the paragraphs below with regard to width and length is deemed acceptable.

If no different requirement is specified on the drawing, the sum of all the irregularities (surface concavity, pore areas, underfilling, etc) may not be more than 25 % max. of the total welded seam length if no effects on ability to function are to be expected. Deviations in the chisel test and/or in the fatigue life test will lead to the component being rejected.

$$\Sigma I_d + \Sigma I_p \leq 25 \% L_s$$

I_d = external fault

I_p = internal fault

L_s = welded seam length

(see Figure 2 and Figure 3)

The 3 mm at the beginning and end of the welded seam shall not be included in the strength calculation.

Die Bewertung der Versuchsreihe erfolgt in Anlehnung an ISO 13919-1. Diese gilt für die Qualitätsüberwachung von Bauteilen aus Stahl in der Fertigung und enthält die Bewertungskriterien für Laserschweißverbindungen anhand bestimmter Merkmale.

Unregelmäßigkeiten nach ISO 13919-1, wie Poren, Lunker und Porennester in der Schweißnahtoberfläche werden gesondert bewertet.

4.4 Qualitätsbeurteilung. Laserschweißungen sind nach folgenden Kriterien unter Verwendung folgender Begriffe zu beurteilen.

4.4.1 Strukturelle Laserschweißungen in der Fertigung. Strukturelle Laserschweißungen sind hinsichtlich den Anforderungen der Abschnitte 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6 und 5 nach den Bedingungen 4.5 und 4.6 und 4.7 zu beurteilen.

4.4.2 Prozess-Laserschweißungen. Prozess-Laserschweißungen sind nach den Anforderungen in Abschnitt 4.4.3.2, 4.4.3.3 und 4.4.6.3 zu beurteilen.

4.4.3 Schweißnahtabmessungen. Eine Schweißnaht, welche in Breite und Länge den Anforderungen in den nachfolgenden Abschnitten entspricht, gilt als zulässig.

Sofern nicht anders auf der Zeichnung gefordert, darf die Summe aller Unregelmäßigkeiten (Unterwölbung, Porenbereiche, Unterfüllungen, etc.) 25 % max. der gesamten Schweißnahtlänge betragen, wenn keine Auswirkungen hinsichtlich Funktionalität zu erwarten sind. Abweichungen im Meißeltest und/oder bei der Dauerhaltbarkeitsprüfung führen zu einer Ablehnung des Bauteils.

$$\Sigma I_d + \Sigma I_p \leq 25 \% L_s$$

I_d = äußerer Fehler

I_p = innerer Fehler

L_s = Schweißnahtlänge

(siehe Abbildung 2 und Abbildung 3)

Die 3 mm am Schweißnahtanfang und -ende sind nicht in die Festigkeitskalkulation einzubeziehen.

Figure 2: OK Weld; Total of the Objections $\leq 25\%$ of the Welded Seam Length L_s

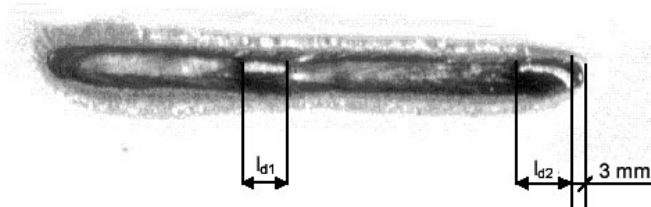


Abbildung 2: OK-Verschweißung; Summe der Beanstandungen $\leq 25\%$ der Schweißnahtlänge L_s

Figure 3: NOK Weld; Total of the Objections $> 25\%$ of the Welded Seam Length L_s

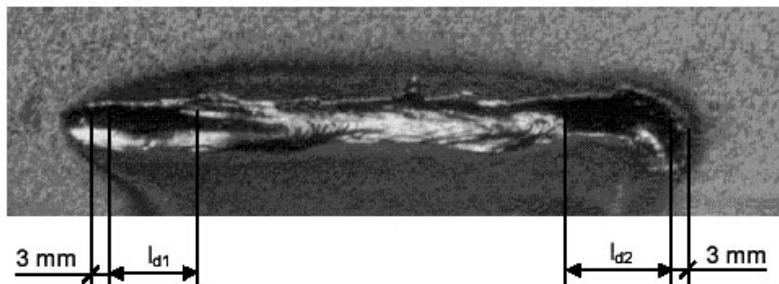


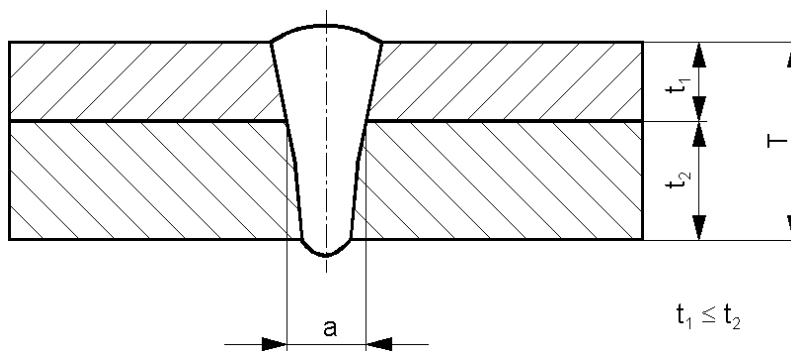
Abbildung 3: NOK-Verschweißung; Summe der Beanstandungen $> 25\%$ der Schweißnahtlänge L_s

4.4.3.1 Seam Width. In welded joints where the thickness of the sheet metal in at least one item to be joined is ≤ 1.5 mm, the seam width at the contact surface shall be $a \geq 0.75 t_1$. “ t_1 ” represents the thickness of the thinner piece of sheet metal (see Figure 4).

4.4.3.1 Nahtbreite. Für Blechverbindungen, bei denen die Blechdicke von mindestens einem Fügepartner ≤ 1.5 mm beträgt, muss an der Kontaktfläche die Nahtbreite $a \geq 0.75 t_1$ sein. “ t_1 ” stellt die dünnere Blechstärke dar (siehe Abbildung 4).

Figure 4: Measurement of Seam Width

Abbildung 4: Messung der Nahtbreite



a Seam width

a Nahtbreite