Prüf- und Dokumentationsrichtlinie für die Fügeeignung von Feinblechen aus Stahl – Teil 2: Widerstandspunktschweißen

Testing and Documentation Guideline for the Joinability of thin sheet of steel – Part 2: Resistance Spot Welding

SEP 1220-2
2. Ausgabe
2nd edition

Bei Unstimmigkeiten zwischen deutscher und englischer Sprachversion hat die deutsche Version Vorrang.

In the event of inconsistencies between the German and English language versions, the German version shall prevail.

Inhaltsverzeichnis

1 Zweck

2 Geltungsbereich

3 Probenvorbereitung

4 Versuchsumfang und -bedingungen

5 Ermittlung der Qualitätsgrenzen

5.1. Ermittlung des Schweißbereichs
5.1.1 Durchführung
5.1.2 Maximaler Schweißstrom, oberer Grenzwert (I_{max})
5.1.3 Minimaler Schweißstrom, unterer Grenzwert (I_{min})
5.1.4 Reihenfolge der Probenherstellung
5.1.5 Wärmebehandlung von punktgeschweißten Zugproben vor der Zugprüfung
5.1.6 Dokumentation und Auswertung
5.2 Ermittlung der Elektrodenstandmenge
5.2.1 Durchführung
5.2.2 Dokumentation und Auswertung

6 Zerstörende Prüfungen

6.1 Meißelprüfung
6.1.1 Prüfumfang
6.1.2 Durchführung
6.1.3 Dokumentation und Auswertung
6.2 Quasistatische Scherzugprüfung
6.2.1 Prüfumfang
6.2.2 Probenherstellung
6.2.3 Durchführung
6.2.4 Dokumentation und Auswertung
6.3 Quasistatische Kopfzugprüfung
6.3.1 Prüfumfang
6.3.2 Probenherstellung
6.3.3 Durchführung
6.3.4 Dokumentation und Auswertung

Table of contents

1 Purpose

2 Scope

3 Preparation of specimens

4 Test scope and conditions

5 Determination of quality limits

5.1 Determination of the welding current range
5.1.1 Test procedure
5.1.2 Maximum welding current, upper limit (I_{max})
5.1.3 Minimum welding current, lower limit (I_{min})
5.1.4 Welding sequence of test samples
5.1.5 Heat treatment of spotwelded specimens before tensile testing
5.1.6 Documentation and evaluation
5.2 Determination of electrode life
5.2.1 Test procedure
5.2.2 Documentation and evaluation

6 Destructive testing

6.1 Chisel test
6.1.1 Test scope
6.1.2 Test procedure
6.1.3 Documentation and analysis
6.2 Quasi-static tensile shear test
6.2.1 Test scope
6.2.2 Preparation of specimens
6.2.3 Test procedure
6.2.4 Documentation and analysis
6.3 Quasi-static cross tension test
6.3.1 Test scope
6.3.2 Preparation of specimens
6.3.3 Test procedure
6.3.4 Documentation and evaluation

Entwurf

Alle Rechte vorbehalten. Jegliche Vervielfältigung, Mikroverfilmung oder Speicherung in elektronischen Systemen gleich welcher Art ist untersagt.

06/2024

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

6.4	Zyklische Prüfung	6.4	Cyclic test
6.4.1	Prüfumfang	6.4.1	Test scope
6.4.2	Probenherstellung	6.4.2	Preparation of specimens
6.4.3	Durchführung	6.4.3	Test procedure
6.4.4	Dokumentation und Auswertung	6.4.4	Documentation and analysis
6.5	Dynamische Prüfung	6.5	Dynamic Test
6.6	Metallografie	6.6	Metallography
6.6.1	Prüfumfang	6.6.1	Test scope
6.6.2	Durchführung	6.6.2	Test procedure
6.6.3	Dokumentation und Auswertung	6.6.3	Documentation and analysis
6.7	Härteprüfung	6.7	Hardness testing
6.7.1	Prüfumfang	6.7.1	Extent of testing
6.7.2	Durchführung	6.7.2	Test procedure
6.7.3	Dokumentation und Auswertung	6.7.3	Documentation and evaluation
7	**Zerstörungsfreie Prüfung**	**7**	**Non destructive testing**
7.1	Sichtprüfung	7.1	Visual test
7.1.1	Prüfumfang	7.1.1	Extent of testing
7.1.2	Durchführung	7.1.2	Test procedure
7.1.3	Dokumentation und Auswertung	7.1.3	Documentation and analysis
7.2	Farbeindringprüfung	7.2	Dye penetrant testing
7.2.1	Prüfumfang	7.2.1	Extent of testing
7.2.2	Durchführung	7.2.2	Test procedure
7.2.3	Dokumentation und Auswertung	7.2.3	Documentation and evaluation
7.3	Ultraschallprüfung	7.3	Ultrasonic test
8	**Einheiten**	**8**	**Units**
9	**Formelzeichen**	**9**	**Symbols**
10	**Datenheader Widerstandspunkt-schweißen**	**10**	**Dataheader resistance spot welding**
10.1	Beschreibung Datenheader nach SEP 1220-1	10.1	Description of data header according to SEP 1220-1
10.2	Merkmal „Schweißstrom IMIN, IMAX“	10.2	Characteristic “Welding current IMIN, IMAX”
10.3	Merkmal “Wärmebehandlungs-Zustand der Zugprobe (O bzw. W1)”	10.3	Designation of the “heat treatment condition of tensile specimen (O resp. W1)”
10.4	Kennzeichnung des Parallelversuches (a-e)	10.4	Designation of parallel tests (a-e)
11	**Normative Verweisungen**	**11**	**Normative references**
12	**Anhang**	**12**	**Appendix**
12.1	Tabellen	12.1	Tables
12.2	Bilder	12.2	Figures
12.3	Datenheader SEP 1220-2	12.3	Data header SEP 1220-2
12.3.1	Werkstoffdaten	12.3.1	Material data
12.3.2	Schweißbereich	12.3.2	Welding current range
12.3.3	Elektrodenstandmenge	12.3.3	Electrode life test
12.3.4	Sichtprüfung / Oberflächenspritzeraufnahmen	12.3.4	Visual test / Surface splashes
12.3.5	Scherzugprüfung	12.3.5	Tensile shear test
12.3.6	Scherzugwerte-Datei	12.3.6	Tensile shear test curve data
12.3.7	Kopfzugprüfung	12.3.7	Cross tension test
12.3.8	Kopfzugwerte-Datei	12.3.8	Cross tension test curve data

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

12.3.9 Schliffbilder
12.3.10 Härteprüfung
12.3.11 Hochgeschwindigkeitszugversuch
12.3.12 Hochgeschwindigkeitszugversuch-werte-Datei
12.3.13 Schwingfestigkeit

12.3.9 Metallographic cross sections
12.3.10 Hardness test
12.3.11 High speed tensile test
12.3.12 High speed tensile test curve data
12.3.13 Fatigue test

1 Zweck

Mit den in diesem Stahl-Eisen-Prüfblatt (SEP) festgelegten Prüfmethoden wird die Eignung von Stahlfeinblechen für das Fügeverfahren Widerstandspunktschweißen (Prozess 212 nach DIN EN ISO 4063) ermittelt.

1 Purpose

The test methods in this Stahl-Eisen-Prüfblatt (SEP) guideline describe the procedure to determine the suitability of steel sheets for joining via the process of resistance spot welding (process 212 according to EN ISO 4063).

2 Geltungsbereich

Dieses Prüfblatt gilt für die Prüfung der Fügeeignung zum zweiseitigen Widerstandspunktschweißen (Prozess 212 nach DIN EN ISO 4063) von Feinblechen aus Stahl bis zu einer Einzelblechdicke von 3 mm.

Allgemeine Festlegungen finden sich in SEP 1220-1, das im Zusammenhang mit diesem Prüfblatt zu verwenden ist.

2 Scope

This procedure is valid for the determination of the joinability by a two-sided resistance spot welding (process 212 according to EN ISO 4063) of thin steel sheet with a single sheet thickness of up to 3 mm.

General information is provided in SEP 1220-1, which shall be used in combination with this document.

3 Probenvorbereitung

Das Material wird mit dem üblichen Beölungsgrad (Anlieferungszustand) untersucht. Ölsorte und Ölmenge sind zu dokumentieren.

Der Blechzuschnitt hat unter Berücksichtigung der Walzrichtung zu erfolgen. Die Lage der Zuschnitte zur Walzrichtung ist abhängig von der späteren Prüfmethode und kann dem jeweiligen Kapitel entnommen werden.

3 Preparation of specimens

The material shall be investigated in normal oiled condition (as received). The type and quantity of the oil shall be documented.

In preparing the metal sheets the rolling direction has to be considered. The orientation of the samples with respect to the rolling direction depends on the type of test piece used. This information is given in the relevant sections.

4 Versuchsumfang und -bedingungen

Eine Zusammenfassung des gesamten Prüfablaufs ist **Tabelle 1** zu entnehmen. Bei allen Schweißungen sind die Versuchsbedingungen einzuhalten und zu dokumentieren (siehe Musterdokumentationsblätter).

Die Schweißversuche können mit einer 1000 Hz (MFDC) Schweißanlage oder nach Vereinbarung mit einer 50/60 Hz (AC) Schweißanlage erfolgen.

4 Testing scope and conditions

A summary of the entire testing scope is shown in **table 1**. In all welding tests the testing conditions shall be fulfilled and documented (see example documentation sheets).

The welding tests can be carried out with a 1000 Hz (MFDC) spot welding machine, or according to agreement with a 50/60 Hz (AC) spot

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

In beiden Fällen ist eine Konstantstromregelung (KSR) zu verwenden.

Art, Typ und Eigenschaft der verwendeten Widerstandspunktschweißanlage sind im Dokumentationsblatt anzugeben. Bei MFDC-Schweißung ist die Lage des +Pols zu dokumentieren.

Die Versuche zur Ermittlung des Schweißbereichs und der Elektrodenstandmenge sind jeweils mit Punktschweißelektroden, die aus der Legierung CuCr1Zr nach DIN EN ISO 5821 hergestellt sind, durchzuführen. Der Radius R1 ist mit 50 mm zu wählen **(Bild 1)**. Der Einsatz von Steuerungs- und Regelungssystemen mit Ausnahme der Konstantstromregelung ist im Rahmen dieses Prüfblattes nicht zulässig.

Die Versuche sind mit direkter Elektrodenkühlung nach Maßgabe von DIN EN ISO 18278-2 durchzuführen (max. Kühlwasser-Einlauftemperatur: 20 °C je Elektrode; max. Kühlwasser-Auslauftemperatur: 30 °C je Elektrode; Kühlwassermenge: mind. 4 l/min je Elektrode).

Es ist sicherzustellen, dass die Elektroden gut zueinander fluchten. Die Überprüfung kann z. B. wie in der DIN EN ISO 18278-2, Anhang A, beschrieben, erfolgen.

Die Schweißparameter sind in Abhängigkeit von der Blechdicke, der Oberflächenveredelung und der Werkstofffestigkeit entsprechend der **Tabelle 2** auszuwählen.

Die Vorhaltezeit ist derart einzustellen, dass die gewählte Elektrodenkraft vor dem Zuschalten des Schweißstroms erreicht ist.

5 Ermittlung der Qualitätsgrenzen

5.1 Ermittlung des Schweißbereichs

Für die Ermittlung des Schweißbereichs wird vorzugsweise die Meißelprüfung verwendet; hierbei werden zwei Blech-Coupons der Größe 45 x 45 mm verwendet, welche zu 40 mm überlappt, mit einem Schweißpunkt ohne Nebenschluss mittig miteinander verschweißt werden. Die Walzrichtung muss nicht berücksichtigt werden. Bei Verbindungen, die mittels Meißelprüfung nicht zerstört werden können,

welding machine. In both cases a constant current regulation (CCR) shall be used.

The model, the type and the properties of the spot welding machine used shall be recorded in the documentation sheet. If welding is performed with MFDC the orientation of the +pole is to be documented.

The tests to determine the welding current range and the electrode life shall be performed each time using electrodes which shall be made from the alloy CuCr1Zr in the dimensions specified by EN ISO 5821. The radius R1 shall be 50 mm **(figure 1)**. The use of control systems other than constant current regulation is not allowed in the context of this document.

The tests shall be performed with direct water cooling of the electrodes in accordance with EN ISO 18278-2 (max. cooling water intake temperature: 20 °C for each electrode; max. cooling water exit temperature: 30 °C for each electrode; Cooling water quantity: at least 4 l/min for each electrode).

The electrodes shall be correctly aligned, for example as described in EN ISO 18278-2, Annex A, Electrode alignment check.

The welding parameters shall be selected as a function of the sheet thickness, the coating and the material strength according to **table 2**.

The squeeze time shall be adjusted in a way that the selected electrode force is reached before the welding current is applied.

5 Determination of quality limits

5.1 Determination of the welding current range

The determination of the welding current range shall be performed with the chisel test, using two coupons of dimension 45 mm x 45 mm joined with 40 mm overlap by one single, central spot weld without shunt. The rolling direction does not have to be considered.
If joints cannot be opened with the chisel test, cross tension test specimens according to EN ISO 14272 or peel specimens according to

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

sind Kopfzugproben nach DIN EN ISO 14272 oder Abrollproben nach DIN EN ISO 10447 zulässig. Ein Wechsel der Prüfmethode innerhalb der Prüfserie ist nicht zulässig. Die verwendete Prüfmethode ist zu dokumentieren.

EN ISO 10447 may be used. A change of the test method during the test series is not allowed. The chosen method shall be documented.

5.1.1 Durchführung

Für die Bestimmung des Schweißbereichs des zu prüfenden Stahls sind neue oder startgefräste Elektrodenkappen zu verwenden.

Ausgehend vom Schweißstrom 3,0 kA werden je zwei Proben pro Stromeinstellung geschweißt. Der Strom wird in Stufen von 0,2 kA erhöht **(Bild 2)**.

Derjenige Schweißstrom, bei dem zum ersten Mal d_{wmin} erreicht wird, wird als vorläufiger Wert für den Mindestschweißstrom I_{vmin} bezeichnet. (Kap. 5.1.3)

5.1.1 Test procedure

To determine the welding current range of the test material, new or freshly tip-dressed electrode caps are to be used.

The welding current range is determined by producing two welds per current setting, starting from a welding current of 3.0 kA. The welding current is increased in steps of 0.2 kA **(figure 2)**.

The welding current at which, for the first time, a weld size of d_{wmin} is achieved will be used as preliminary value of the minimum welding current I_{vmin}. (section 5.1.3)

5.1.2 Maximaler Schweißstrom, oberer Grenzwert (I_{max})

Schweißspritzer sind gekennzeichnet durch:
- Austritt von schmelzflüssigem Metall zwischen den sich berührenden Blechoberflächen (Funkenflug) und/oder
- Fähnchenbildung, die nach der zerstörenden Prüfung am Rand der erstarrten Schweißlinse zwischen den Blechen erkennbar ist.

Die Spritzergrenze ist überschritten, wenn bei zwei aufeinander folgenden Schweißungen bei gleicher Schweißstrom-Einstellung Spritzer auftreten. Nun ist eine Reduzierung des Schweißstroms in 100 A-Schritten vorzunehmen, bis bei einer konstanten Schweißstrom-Einstellung an mindestens 3 aufeinander folgenden Schweißproben spritzerfreies Schweißen möglich ist. Dieser Schweißstrom entspricht dem oberen Grenzwert I_{max}.

5.1.2 Maximum welding current, upper limit (I_{max})

Splashing is characterised by:
- Expulsion of liquid metal from between the faying sheet surfaces in the overlapping zone and/or
- Creation of splash fins from the solidified weld nugget, which are visible after destructive testing at the interface.

The splash limit has been reached when splashing occurs for two subsequent welds at the same welding current setting. From this point on, the setting of the welding current shall be decreased in steps of 100 A until a minimum of 3 consecutive welds are made without splash at a constant welding current setting. This welding current is defined as the upper welding current limit I_{max}.

5.1.3 Minimale Schweißstrom, unterer Grenzwert (I_{min})

Für die Ermittlung des minimalen Schweißstroms I_{min} wird als Qualitätskriterium ein Mindestpunktdurchmesser $d_{wmin} \geq 4\sqrt{t}$ herangezogen. Als Anhaltswert für den einzustellenden Schweißstrom ist I_{vmin} (Kap. 5.1.1) anzusetzen. In Schritten von 100 A in der erforderlichen Richtung ist der Stromwert für d_{wmin} zu ermitteln. Dieser ist mit in Summe 5 aufeinander folgenden Schweißungen bei I_{min} abzusichern.

5.1.3 Minimum welding current, lower limit (I_{min})

For the determination of the lower welding current limit (I_{min}), as a quality criterion, a minimum spot weld diameter of $d_{wmin} \geq 4\sqrt{t}$ must be approached. Starting with a welding current of I_{vmin} (see paragraph 5.1.1), the welding current that results in a spot weld diameter of d_{wmin} is determined in steps of 100 A in the needed direction. The lower limit shall be confirmed by producing a total of five consecutive welds at current setting I_{min}.

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

5.1.4 Reihenfolge der Probenherstellung

Unmittelbar nach der Ermittlung des unteren Grenzwerts sind bei I_{min} die Proben für die zerstörende Prüfung in folgender Reihenfolge zu schweißen: 3 Schweißpunkte für metallographische Untersuchungen, 10 Kopfzugproben und 10 Scherzugproben. In allen Fällen ist sicherzustellen, dass der geforderte Mindestpunktdurchmesser erreicht wird (siehe auch Kapitel 6).

Anschließend ist der gleiche Probenumfang in der gleichen Reihenfolge bei I_{max} zu schweißen. In allen Fällen sind spritzerfreie Schweißungen sicherzustellen (siehe auch Kapitel 6).

5.1.4 Welding sequence of test samples

Directly after the determination of the lower current limit, test samples for destructive testing shall be produced at current I_{min} in the following order: 3 spot welds for metallographic examination, 10 cross tension specimens and 10 tensile shear specimens. In all cases it shall be ensured that the minimum spot weld diameter is obtained (see chapter 6).

Subsequently, the same test samples are to be welded at current I_{max} following the same sequence as described above. In all cases it shall be ensured that no splashing occurs (see chapter 6).

5.1.5 Wärmebehandlung von punktgeschweißten Zugproben vor der Prüfung

Fünf der je 10 Scher- und 10 Kopfzugproben bei I_{min} und bei I_{max} sind dem KTL-Trocknungsprozess aus SEP 1240 Kapitel 3.2.2 zu unterwerfen.

Anmerkung: Aufheizrate bei der Wärmebehandlung der punktgeschweißten Zugproben nach SEP 1240 ist hier nicht anwendbar.
Aufgrund der größeren Probenanzahl sollte eine etwas längere Aufheizzeit von etwa 15 Minuten vorgesehen werden

5.1.5 Heat treatment of spotwelded specimens before tensile testing

For I_{min} and I_{max} respectively, five out of the 10 cross tension specimens and five out of 10 tensile shear specimens have to undergo the heat treatment (time and temperature) as specified in SEP1240 chapter 3.2.2.

Note: Heating reate of spot welded tensile specimens according to SEP 1240 does not apply here.
Due to the greater amount of samples, a slightly longer heating rate of about 15 minutes should be applied.

5.1.6 Dokumentation und Auswertung

Von jeder Probe sind der Schweißstrom, der ermittelte Punktdurchmesser, die Bruchart und auftretende Spritzer zu dokumentieren. Die Auswertung kann in Form von Schweißbereichsdiagrammen nach **Bild 3** erfolgen.

5.1.6 Documentation and evaluation

From each specimen the welding current, the measured weld diameter, failure mode and occurrence of splash is to be documented. The evaluation shall take place by means of welding range diagrams according to **figure 3**.

5.2 Ermittlung der Elektrodenstandmenge

Die Elektrodenstandmenge ist generell an einseitig oder beidseitig oberflächenveredelten Stählen zu ermitteln. Bei hochlegierten Stählen kann sie auch an unbeschichteten Oberflächen bestimmt werden.

5.2 Determination of electrode life

The electrode life is normally to be determined for single or double sided coated material. For highly alloyed steels the electrode life may also be determined for uncoated material.

5.2.1 Durchführung

Für die Untersuchungen sind neue oder startgefräste Elektrodenkappen zu verwenden. Als

5.2.1 Test procedure

The investigation shall be made with new or freshly tip-dressed electrode caps. The weld-

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

Schweißstrom wird der ermittelte Schweißstrom für den oberen Grenzwert I_{max} eingestellt (Abschnitt 5.1.2).

Die Schweißungen werden auf zwei verschiedenen Proben-Typen getätigt:

– auf 8-Punkte-Kontrollstreifen desselben Materials, mit einer Überlappung von 40 x 300 mm und mit einem Punktabstand von 30 mm sowie einem Randabstand von 15 mm. Bei jedem Kontrollstreifen wird die erste Schweißung in der Auswertung verworfen, die übrigen 7 werden der zerstörenden Prüfung per Meißel- und/oder Schälprobe unterzogen.
– auf gedoppelten Probentafeln in einem Format von ca. 300 x 400 mm. Die Walzrichtung muss nicht berücksichtigt werden. Der Beginn der Standmengenschweißung ist jeweils in der linken oberen Ecke. Die Schweißfolge ist in **Bild 4** dargestellt. Die Probetafeln müssen fortlaufend nummeriert und die Nummer in der linken oberen Ecke aufgetragen werden.

Die Punktfolge beträgt 30 Punkte pro Minute. Bei Einzelblechdicken ≥ 1,65 mm wird die Punktfolge auf 20 Punkte pro Minute festgelegt.

Die Prüf-Sequenz ist wie folgt:

a) erster Kontrollstreifen (Punkte #1-8)
b) 34 Schweißungen auf einer Probentafel (Punkte #9-42)
c) Kontrollstreifen (Punkte #43-50)
d) 42 Schweißungen auf einer Probentafel (Punkte #51-92)
e) Kontrollstreifen (Punkte #93-100)
f) Wiederholung von d) und e), bis 400 Punkte
g) 92 Schweißungen auf einer Probentafel (Punkte #401-492)
h) Kontrollstreifen (Punkte #493-500)
i) Wiederholung von g) und h) bis zum Ende der Prüfung

Falls auf dem ersten Kontrollstreifen 3 oder mehr Punkte spritzen, muss die Untersuchung mit neuen oder startgefrästen Elektrodenkappen mit einem um 200 A reduzierten Schweißstrom erneut begonnen werden. Der letztendlich für die Untersuchung angelegte Stromwert ist zu dokumentieren.

Die Elektrodenstandmenge ist überschritten, wenn bei mindestens 3 der 7 getesteten Punkte der Punktdurchmesser $d_w < 4\sqrt{t}$ ist. Davon unabhängig soll die Untersuchung über diesen

ing current is set to the upper limit value I_{max} determined according to section 5.1.2.

The welds shall be made on two different sample types:

– on 8-weld test strips with an overlap of 40 x 300 mm of the same material, with 30 mm spot distance and 15 mm edge distance. For each test strip the first spot weld is discarded in the analysis, the remaining 7 spot welds have to be tested by means of the chisel and/ or peel test.
– on doubled weld panels of dimensions ca. 300 x 400 mm, without consideration of the rolling direction. The weld sequence starts in the upper left corner and is represented in **figure 4**. The sequential number of the sheet shall be noted in the upper left corner.

Welding shall be performed at a rate of 30 spot welds per minute, except for single sheet thickness ≥ 1,65 mm, where the rate is 20 spot welds per minute.

The test sequence is as follows:

a) First test strip (welds #1-8)
b) 34 welds on weld panels (welds #9-42)
c) test strip (welds #43-50)
d) 42 welds on weld panels (welds #51-92)
e) test strip (welds #93-100)
f) Repeat d) and e) until 400 welds
g) 92 welds on weld panels (welds #401-492)
h) test strip (welds #493-500)
i) Repeat g) and h) until the end of the test.

When 3 or more welds are splashing on the first test strip, the test should be re-started using new or freshly dressed electrodes and current reduced by 200 A. Note the current at which the test is performed in the report.

The electrode life is exceeded, if at least 3 out of 7 tested spot welds of a test strip have a diameter of $d_w < 4\sqrt{t}$. Nevertheless, the electrode life test is to be continued beyond this point, in

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

Punkt hinaus solange fortgesetzt werden, bis eines der beiden folgenden Kriterien erreicht ist:

- mindestens mehr als die Hälfte der Punkte auf dem Kontrollstreifen sind Haftschweißungen (0 mm Punktdurchmesser), oder
- es wurden 2000 Schweißpunkte getätigt

Ein vorzeitiger Abbruch der Prüfung ist zu begründen (z. B. nicht ausreichende Materialmenge).

Die Kontrollstreifen der 50-Punkte-Abstände bis 400 Schweißpunkte (d. h. die Punkte #43-50, 143-150, 243-250, 343-350) brauchen nicht zerstörend geprüft zu werden, solange keine besondere Kundenanforderung zu einer feineren Auflösung niedriger Elektrodenstandmengen vorliegt.

5.2.2 Dokumentation und Auswertung

Für jeden Kontroll-Streifen werden die Einzelwerte und der Mittelwert der Punktdurchmesser der 7 Prüfpunkte, sowie der verwendete Schweißstrom dokumentiert.

Ein Beispiel der Dokumentation ist in **Bild 5** dargestellt.

Oberflächenspritzer und Oberflächenrisse auf den Probetafeln werden beidseitig ausgezählt und gemäß der Referenz zur Klassifizierung in **Bild 6** fotografisch dokumentiert. Ein Beispiel der Dokumentation ist in **Tabelle 3** dargestellt.

6 Zerstörende Prüfungen

Bei allen zerstörenden Prüfungen ist die Bruchart zu dokumentieren und der Probennummer zuzuordnen. Es ist zwischen folgenden Brucharten zu unterscheiden **(Bild 7)**:

- sw: Haftschweißung
- pm: Ausknöpfbruch im Grundwerkstoff
- pf: Ausknöpfbruch
- if: Scherbruch
- ptf: Partieller Dickenbruch
- mf: Mischbruch = Bruchart einer Widerstandspunktschweißverbindung, bei welcher 2 oder 3 verschiedene Brucharten nebeneinander auftreten
  Aufschreibung: Angabe des überwiegenden Bruch-Anteils. Z. B. meint mf-if, dass ein

order to explore the weld diameter evolution, until one of the following criteria is reached:

- At least the majority of the welds of a test strip are stuck welds (0 mm weld size), or
- 2000 welds have been made

A prior termination of the examination should be justified (e. g. insufficient steel sheet material).

The test strips at 50 welds frequency until 400 welds (i.e. welds # 43-50, 143-150, 243-250, 343-350) are not to be destructively tested, unless there is a specific request from the customer to refine short electrode lifes.

5.2.2 Documentation and evaluation

For each test strip the individual values and the average value of the weld diameters of the 7 spot welds are measured and documented as well as the used welding current.

An example of the documentation is presented in **figure 5**.

Surface splashes and surface cracks on the weld panels are counted on both the top and the bottom surface. The panels shall be photographically documented and classified according to **figure 6**. An example of the documentation is presented in **table 3**.

6 Destructive testing

For all destructive tests the failure mode is to be documented and linked to the sample number. One should discriminate between the following failure modes **(figure 7)**:

- sw: stuck weld (no fusion)
- pm: plug failure in parent metal
- pf: plug failure
- if: interface failure
- ptf: partial thickness failure
- mf: mixed failure = failure mode of a spot weld where two or three different failure modes are combined.

  notation: give predominant failure portion of the failure mixture, e. g. mf-if means that there

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

Mischbruch mit dem größten Bruchflächenanteil als Scherbruch vorliegt.

Soweit anwendbar, ist der Punktdurchmesser nach DIN EN ISO 17677-1 zu bestimmen.

6.1 Meißelprüfung

6.1.1 Prüfumfang

Die Meißelprüfung ist zur Bestimmung des Punktdurchmessers bei der Ermittlung des Schweißbereichs und der Elektrodenstandmenge einzusetzen.

6.1.2 Durchführung

Die Prüfung erfolgt entsprechend DIN EN ISO 10447 und kann manuell oder teilmechanisiert durchgeführt werden.

6.1.3 Dokumentation und Auswertung

Es ist der Punktdurchmesser nach DIN EN ISO 17677-1 zu bestimmen. Für jeden Schweißpunkt sind der Schweißstrom, der Punktdurchmesser sowie die Bruchart zu dokumentieren.

6.2 Quasistatische Scherzugprüfung

6.2.1 Prüfumfang

Es werden je 10 Scherzugproben bei I_{min} und bei I_{max} geprüft; je die Hälfte der Proben haben vor der Zugprüfung eine KTL-Trocknungswärme erfahren (siehe auch Abschnitt 5.1.5).

6.2.2 Probenherstellung

Die Scherzugprobe wird in Anlehnung an DIN EN ISO 14273 aus zwei Blechstreifen in der Breite 45 mm so hergestellt, dass bei einer Überlappung von 16 mm eine freie Einspannlänge von 95 mm verbleibt. Die Längskanten der Blechstreifen müssen in Walzrichtung liegen.

Die Blechstreifen werden durch einen Schweißpunkt ohne Nebenschluss (Einpunktprobe) zur Scherzugprobe verbunden. Der Schweißpunkt wird in die Mitte des Überlappungsbereiches gesetzt.

Jeweils vor dem Anfertigen der 10 Scherzugproben sind auf dem Scherzugproben-Format die beiden Zustände zu überprüfen:

is present a mixed failure with the largest portion of the failure in interfacial mode.

As far as applicable the weld diameter has to be determined according to ISO 17677-1.

6.1 Chisel test

6.1.1 Test scope

The chisel test is to be used for the determination of the weld diameter for the welding current range and the electrode life tests.

6.1.2 Test procedure

The test shall be performed according to EN ISO 10447 and can be performed manually or partially mechanized.

6.1.3 Documentation and analysis

The weld diameter is to be determined according to EN ISO 17677-1. For each spot weld the welding current, weld diameter and failure mode shall be documented.

6.2 Quasi-static tensile shear test

6.2.1 Test scope

Each 10 tensile shear specimens shall be tested for I_{min} and for I_{max} welding current; each five of them suffered an E-Coating baking process (see section 5.1.5).

6.2.2 Preparation of specimens

The tensile shear specimens shall be produced in the manner of EN ISO 14273 from two coupons of 45 mm width. The length of the coupons shall be such that with an overlap of 16 mm a free clamping length of 95 mm remains. The rolling direction shall be parallel to the length of the coupons.

The tensile shear specimen is made by welding the coupons with a single spot weld without shunt. The spot weld is made in the centre of the overlap.

Just before welding the 10 specimens, each welding condition shall be checked through preliminary testing on tensile shear specimen geometry:

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

- bei I_{min} muss der Punktdurchmesser dem Mindest-Punktdurchmesser d_{wmin} entsprechen,
- bei I_{max} muss die Einstellung unterhalb der Spritzergrenze liegen, und es darf auf keiner Probe spritzen.

Bei Bedarf muss hierfür der Schweißstrom in 100 A-Schritten in der erforderlichen Richtung angepasst werden.

6.2.3 Durchführung

Die Prüfung erfolgt bei Raumtemperatur (296 ± 5K) nach DIN EN ISO 14273, es sind Ausgleichsbleche zum Spannen der Scherzugproben in der Klemmvorrichtung der Zugprüfmaschine zu verwenden.

6.2.4 Dokumentation und Auswertung

Zu dokumentieren sind Bruchart, Punktdurchmesser, das Kraft-Verlängerung-Diagramm und die hieraus resultierenden Kennwerte F_{max}, S_{Fmax}, W_{Fmax}, $F_{0.3Fmax}$, $S_{0.3Fmax}$, $W_{0.3Fmax}$.

Die Werte der Parallelproben werden jeweils arithmetisch gemittelt, zusätzlich werden Maximum und Minimum angegeben. Zur Bestimmung der Energieaufnahme bei Probenbruch ist das Abbruchkriterium 0,3 F_{max}.

Ein Beispiel der Dokumentation ist in **Bild 8** dargestellt.

6.3 Quasistatische Kopfzugprüfung

6.3.1 Prüfumfang

Es werden je 10 Kopfzugproben bei I_{min} und bei I_{max} geprüft; je die Hälfte der Proben haben vor der Zugprüfung eine KTL-Trocknungswärme erfahren (siehe auch Abschnitt 5.1.5).

6.3.2 Probenherstellung

Die Probenherstellung erfolgt entsprechend DIN EN ISO 14272. Die Längskanten der Blechstreifen müssen in Walzrichtung liegen.

Jeweils vor dem Anfertigen der 10 Kopfzugproben sind auf dem Kopfzugproben-Format die beiden Zustände zu überprüfen:

- bei I_{min} muss der Punktdurchmesser dem Mindest-Punktdurchmesser d_{wmin} entsprechen,

- At I_{min}, the weld size shall be equal to the minimum weld diameter d_{wmin}
- At I_{max}, the welding condition shall be just below splatter, without splattering on the specimens.

If required, the welding current has to be adapted in the required direction in 100 A steps.

6.2.3 Test procedure

The test is to be carried out at room temperature (296 ± 5K) according to EN ISO 14273. In the tensile shear test shim plates are to be used in the clamps of the test equipment to compensate the offset in sample positioning.

6.2.4 Documentation and analysis

Failure mode, weld diameter, the force-displacement-diagram and the derived values F_{max}, S_{Fmax}, W_{Fmax}, $F_{0.3Fmax}$, $S_{0.3Fmax}$, $W_{0.3Fmax}$ are to be documented.

The values for the parallel specimen are arithmetically averaged, additionally the maximum and minimum values are indicated. For the determination of the absorbed energy the integration is stopped at 0.3 F_{max}.

An example of the documentation is presented in **figure 8**.

6.3 Quasi-static cross tension test

6.3.1 Test scope

Each 10 cross tensile specimens shall be tested for I_{min} and for I_{max} welding current; each five of them experienced an E-Coating baking process before tensile testing (see section 5.1.5).

6.3.2 Preparation of specimens

The specimens are to be produced according to EN ISO 14272. The longitudinal edges of the coupons shall be in the rolling direction.

Just before welding the 10 specimens, each welding condition shall be checked through preliminary testing on cross tension specimen geometry:

- At I_{min}, the weld size shall be equal to minimum weld diameter d_{wmin}

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

- bei I_{max} darf es auf keiner Probe spritzen

Bei Bedarf muss hierfür der Schweißstrom in 100 A-Schritten in der erforderlichen Richtung angepasst werden.

6.3.3 Durchführung

Die Prüfung erfolgt bei Raumtemperatur (296 ± 5K) nach DIN EN ISO 14272.

Beispiele für verwendbare Klemmvorrichtungen für den Kopfzugversuch sind ebenfalls in DIN EN ISO 14272 aufgeführt.

6.3.4 Dokumentation und Auswertung

Zu dokumentieren sind Bruchart, Punktdurchmesser, das Kraft-Verlängerung-Diagramm und die hieraus resultierenden Kennwerte F_{max}, S_{Fmax}, W_{Fmax}, $F_{0.3Fmax}$, $S_{0.3Fmax}$, $W_{0.3Fmax}$.

Die Werte der Parallelproben werden jeweils arithmetisch gemittelt, zusätzlich werden Maximum und Minimum angegeben. Zur Bestimmung der Energieaufnahme bei Probenbruch ist das Abbruchkriterium 0,3 F_{max}.

Die Dokumentation kann wie unter 6.2.4 beschrieben erfolgen.

6.4 Zyklische Prüfung

6.4.1 Prüfumfang

Zur Ermittlung der zyklischen Belastbarkeit im Zeitfestigkeitsbereich gemäß SEP 1220-1 und DIN 50100 wird die H-Scherzugprobe und ggf. die H-Schälzugprobe in Anlehnung an DIN EN ISO 18592 mit den in den **Bildern 9 – 10** angegebenen Abmessungen verwendet.

Für die zyklischen Prüfungen werden mindestens 12 Prüfkörper geschweißt. Von diesen werden der zuerst und der zuletzt geschweißte Prüfkörper zur Bestätigung des geforderten Schweißpunktdurchmessers vor der zyklischen Prüfung mittels Meißelprüfung (Kapitel 6.1) zerstörend geprüft.

6.4.2 Probenherstellung

Der Schweißstrom ist so zu wählen, dass sich ein Punktdurchmesser zwischen $4\sqrt{t}$ und $4{,}5\sqrt{t}$ einstellt.

- At I_{max}, the welding condition shall be just below splashing, without actual splashing on the specimens.

If required, the welding current has to be adapted in the needed direction in 100 A steps.

6.3.3 Test procedure

The test shall be carried out at room temperature (296 ± 5K) according to EN ISO 14272.

Examples for applicable clamping devices for cross tensile testing are also given in ISO 14272.

6.3.4 Documentation and evaluation

Failure mode, weld diameter, the force-displacement-diagram and the derived values F_{max}, S_{Fmax}, W_{Fmax}, $F_{0.3Fmax}$, $S_{0.3Fmax}$, $W_{0.3Fmax}$ are to be documented.

The values for the parallel specimen arithmetically averaged, additionally the maximum and minimum values are indicated. For the determination of the absorbed energy the integration is stopped at 0.3 F_{max}.

The documentation may be presented as described in 6.2.4.

6.4 Cyclic test

6.4.1 Test scope

The determination of fatigue life according to SEP 1220-1 and DIN 50100 is performed using the H-shear lap specimen and if required the H-peel specimen in the manner of EN ISO 18592 using the dimensions given in **figures 9 – 10**.

For cyclic testing, at least 12 specimens will be welded, of which the first and last specimen shall be destructively tested by chisel testing (section 6.1) before starting the fatigue testing in order to verify the specified weld diameter.

6.4.2 Preparation of specimens

The current setting has to be selected in a way that a weld diameter between $4\sqrt{t}$ and $4.5\sqrt{t}$ is obtained.

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

Je Flansch werden 5 Schweißpunkte gesetzt.

Die Schweißfolge ist in **Bild 11** dargestellt. Die Walzrichtung der Blechstreifen muss der Prüfrichtung entsprechen.

6.4.3 Durchführung

10 Proben werden der zyklischen Prüfung in Anlehnung an DIN EN ISO 18592 zugeführt. Die Prüfung erfolgt im Zugschwellbereich unter einem Lastverhältnis von R = 0,1 nach dem Perlenschnurverfahren bei Raumtemperatur (296 ± 5 K). Dabei werden für jeden Prüfpunkt unterschiedliche Lasten angesetzt.

6.4.4 Dokumentation und Auswertung

Anzugeben ist die Zeitfestigkeit bis $2x10^6$ Lastwechsel in Form eines Wöhlerdiagramms. Die Prüfergebnisse werden in tabellarischer und grafischer Form bei einer Änderung der Wegschwingbreite um 40 % dargestellt. Die Lebensdauerstreuspanne T_N und der Neigungsexponent der Wöhlerlinie (k-Wert) sind gesondert anzugeben, siehe SEP 1220-1.

Der Punktdurchmesser der zyklisch geprüften Proben ist mittels Meißelprüfung zu dokumentieren.

6.5 Dynamische Prüfung

6.5.1 Prüfumfang

Zur Ermittlung der Hochgeschwindigkeits-Scherzugfestigkeit werden punktgeschweißte Proben der Breite 45 mm mit Überlappung 16 mm verwendet; die Einzel-Coupon-Längen der Proben hängen vom Typ der verwendeten Prüfmaschine und deren Einspannung ab.

6.5.2 Probenherstellung

Der Schweißstrom ist so zu wählen, dass sich ein Punktdurchmesser von $4\sqrt{t}$ einstellt. Es müssen mindestens 5 Proben geprüft werden, so dass es ggf. sinnvoll ist, 7 Proben zu schweißen, um 2 Proben für z. B. fehlgeschlagene Einzelprüfungen in Reserve zu halten.

For each flange 5 spot welds are made.

The welding sequence shall be according to **figure 11**. The rolling direction of the metal sheet is parallel to the testing direction.

6.4.3 Test procedure

A fatigue test shall be made using 10 samples in the manner described in EN ISO 18592 The test is performed at room temperature (296 ± 5K) with a load ratio of R = 0.1 using a different load setting for each data point (Pearl String Method).

6.4.4 Documentation and analysis

The fatigue behaviour should be documented using a F-N-curve recording up to $2x10^6$ cycles. The test results shall be documented in a table as well as in a graph using a termination criterion of 40 % alteration increase of the displacement range.
The scatter value T_N and the slope coefficient (k-value) of the F-N-curve shall be indicated separately, see SEP 1220-1.

After completion of the examination, the weld diameter of the fatigue tested specimen shall be measured using a chisel test and shall be documented.

6.5 Dynamic Test

6.5.1 Test scope

Determination of high speed tensile shear strength is performed using spotwelded test specimen with 45 mm width and 16 mm overlap; length/s of the individual test pieces depend/s on the type and clamping of the used testing machine.

6.5.2 Preparation of the test samples

The current has to be selected in a way that a weld diameter of $4x\sqrt{t}$ is obtained.
At least 5 specimens have to be tested. It is recommended to weld 7 specimens, allowing 2 as reserve in case of failures during testing.

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

6.5.3 Durchführung

Die Prüfung erfolgt nach SEP 1231; mit einer Prüfgeschwindigkeit von 2,5 m/s, wie in SEP 1220-1 vorgegeben.

6.5.4 Dokumentation und Auswertung

Die Dokumentation und Auswertung erfolgen nach SEP 1231; sie kann z. B. analog zu Abschnitt 6.3.4 durchgeführt werden.

6.6 Metallografie

6.6.1 Prüfumfang

Es sind mit minimalem Schweißstrom I_{min} und maximalem Schweißstrom I_{max} je drei Schweißpunkte für eine metallografische Untersuchung herzustellen.

6.6.2 Durchführung

Die Schweißungen und der angrenzende Grundwerkstoff sind durch metallografische Methoden in Form eines geätzten Querschliffs darzustellen.

6.6.3 Dokumentation und Auswertung

Die Schliffaufnahmen sind in digitaler Form (JPEG-Format) dem Prüfprotokoll anzufügen. Die Gefügebestandteile in der Wärmeeinflusszone (WEZ) und der Schweißlinse sind qualitativ zu charakterisieren. Die Vergrößerung und das verwendete Ätzmittel sind in Anlehnung an DIN EN 1321 zu dokumentieren.

An den Schliffen sind repräsentativ die Elektrodeneindrucktiefe und der Linsendurchmesser nach DIN EN ISO 17677-1 zu vermessen.

6.7 Härteprüfung

6.7.1 Prüfumfang

Am Schliff je eines Schweißpunkts, der mit I_{min} und I_{max} geschweißt wurde, ist eine Härteprüfung durchzuführen.

6.7.2 Durchführung

Die Härteprüfung erfolgt nach Vickers in Anlehnung an DIN EN ISO 14271 mit einer Prüfkraft von 4,9 N (HV0.5). Abweichungen hiervon sind im Prüfprotokoll zu dokumentieren.

6.5.3 Test procedure

Testing shall be performed according to SEP 1231; with a test speed of 2.5 m/s, as specified in SEP 1220-1.

6.5.4 Documentation and evaluation

Documentation and evaluation shall be performed according to SEP 1231; it may be carried out in analogy to sub-clause 6.3.4.

6.6 Metallography

6.6.1 Extent of testing

Three spot welds with the lower welding current I_{min} and three spot welds with the upper welding current I_{max} are to be manufactured for metallographic examination.

6.6.2 Test procedure

The welds and the adjacent base material are to be documented using metallographic methods by presentation of an etched transverse cross section.

6.6.3 Documentation and analysis

The cross section photographs shall be added in digital format (JPEG format) to the test report. The structural constituents in the heat affected zone (HAZ) and the nugget have to be characterized qualitatively. The magnification and the etching agent used are to be documented, conforming with EN 1321.

The electrode indentation depth and the nugget diameter shall be measured in the cross sections according to ISO 17677-1.

6.7 Hardness testing

6.7.1 Extent of testing

For each cross section welded at I_{min} and another at I_{max} a hardness test shall be performed.

6.7.2 Test procedure

The hardness test shall be performed using the Vickers method in the manner of conforming with EN ISO 14271 with a test load of 4.9 N (HV0.5). Any deviations from this procedure shall be documented in the test report.

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

Entsprechend der in **Bild 12** beschriebenen Vorgehensweise wird die Härtemessung im Grundwerkstoff, in der Wärmeeinflusszone und in der Schweißlinse durchgeführt.

6.7.3 Dokumentation und Auswertung

Die Härteverläufe sind als Diagramm anzugeben. Hilfslinien zur Differenzierung von Grundwerkstoff, Wärmeeinflusszone und Schweißlinse sind zulässig. Die Härtewerte müssen am Schliff dem entsprechenden Härteeindruck zuzuordnen sein. Für Grundwerkstoff, Schweißlinse und Wärmeeinflusszone sind die maximale und die minimale Härte anzugeben.

Ein Beispiel der Dokumentation ist in **Bild 13** dargestellt.

The hardness measurements in the base material, heat affected zone and in the weld zone shall be performed according to **figure 12**.

6.7.3 Documentation and evaluation

The hardness profiles shall be indicated in a diagram. Indications in the diagram of base metal, heat affected zone and weld nugget are allowed. The hardness values should be related to the corresponding hardness indents in the cross section. For base material, weld nugget and heat affected zone the maximum and minimum hardness values are to be indicated.

An example of the documentation is presented in **figure 13**.

7 Zerstörungsfreie Prüfung

Die Prüfung der Oberfläche von Schweißpunkten auf Risse kann mit Hilfe der Sichtprüfung (Kap. 7.1) oder der Farbeindringprüfung (Kap. 7.2) erfolgen. Die verwendete Methode ist zu dokumentieren.

7.1 Sichtprüfung

7.1.1 Prüfumfang

Die Sichtprüfung auf Oberflächenrisse und Oberflächenspritzer erfolgt im Rahmen der Standmengenermittlung und wird am ersten, letzten und dem daraus ermittelten mittleren Probenblech nach halber Standmenge durchgeführt.

7.1.2 Durchführung

Die Sichtprüfung wird mit bloßem Auge, ggf. unter Zuhilfenahme eines geeigneten Hilfsmittels (z. B. beleuchtete Lupe) durchgeführt.

7.1.3 Dokumentation und Auswertung

Die Dokumentation der Probentafeln erfolgt fotografisch inklusive Angabe des Maßstabes. Die Anzahl der Oberflächenspritzer und -risse sind für jede Probentafel anzugeben. Die Bewertung obliegt dem Anwender.

7 Non destructive testing

The surface examination is carried out visually (ref. 7.1) or by a dye penetration test (ref: 7.2). The welds are examined for the presence of surface cracks. The testing method used is to be documented.

7.1 Visual test

7.1.1 Extent of testing

The visual inspection of surface cracks and surface splashes shall be performed as part of the electrode life test. The first and the last weld panel shall be inspected, plus one panel after half determined electrode life.

7.1.2 Test procedure

The visual check is accomplished with the naked eye, if necessary with help of a suitable aid (e. g. magnifying lens with illumination).

7.1.3 Documentation and analysis

The electrode life weld panels shall be photographed together with a scale indication and added to the test report. The number of the surface splashes and the cracks are to be indicated for each weld panel. The evaluation of this data is the responsibility of the customer.

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

7.2 Farbeindringprüfung

7.2.1 Prüfumfang

Die Farbeindringprüfung erfolgt im Rahmen der Standmengenermittlung und wird an der ersten, letzten und der daraus ermittelten Probentafel nach halber Standmenge durchgeführt.

7.2.2 Durchführung

Die Farbeindringprüfung wird nach DIN EN ISO 23277 durchgeführt. Die in dieser Norm angeführten Zulässigkeitsgrenzen werden im Rahmen dieses Prüfblatts nicht angewendet..

7.2.3 Dokumentation und Auswertung

Die Dokumentation der Probentafeln erfolgt fotografisch inklusive Angabe des Maßstabes. Die Anzahl der Oberflächenrisse ist für jede Probentafel anzugeben. Die Bewertung obliegt dem Anwender.

7.3 Ultraschallprüfung

Die Überprüfung der Eignung der Ultraschallprüftechnik für die Qualitätssicherung der Verbindungen erfolgt an je 5 Schweißproben (Probengröße 45 x 45 mm), die wie nachstehend auszuführen sind:

- $d_w < 2\sqrt{t}$ (zu kleiner Schweißpunkt)
- $d_w = 4\sqrt{t}$ und
- $d_w > 4{,}8\sqrt{t}$

Derart hergestellte Proben werden dem Anwender zur Ultraschallprüfung auf Anforderung zur Verfügung gestellt.

8 Einheiten

Soweit nicht anders vereinbart, sind bei allen durchgeführten Messungen die folgenden Einheiten zu verwenden:

Kraft:	<kN>
Weg:	<mm>
Zeit:	<ms>
Strom:	<kA>
Arbeit:	<kJ>
Relative Größe:	<%>
Winkel:	<°>

7.2 Dye penetrant testing

7.2.1 Extent of testing

The dye penetration test is carried out as part of the electrode life test and is performed on the first, the last weld panel and one panel after half determined electrode life.

7.2.2 Test procedure

The dye penetration test is accomplished according to EN ISO 23277. The acceptance limits specified herein do not apply within the scope of this test specification..

7.2.3 Documentation and evaluation

The documentation of the weld panels takes place photographically including a scale indication. The number of cracks is to be indicated for each weld panel. The evaluation of this data is the responsibility of the customer.

7.3 Ultrasonic test

The examination of the suitability of the ultrasonic inspection technique for the quality assurance of the welds takes place using 5 welded samples (specimen size 45 x 45 mm), to be made as below:

- $d_w < 2\sqrt{t}$ (undersized weld)
- $d_w = 4\sqrt{t}$ and
- $d_w > 4.8\sqrt{t}$

Such manufactured test pieces shall be made available to the customer for ultrasonic testing on demand.

8 Units

Unless otherwise agreed, all measurements shall be specified in the following units:

Force:	<kN>
Displacement:	<mm>
Time:	<ms>
Current:	<kA>
Energy:	<kJ>
Relative size:	<%>
Angle:	<°>

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

9 Formelzeichen

Begriff	Beschreibung	Einheit
I	Schweißstrom	kA
d_w	Punktdurchmesser	mm
d_{wmin}	Mindestpunktdurchmesser	mm
t	Blechdicke	mm

Weitere Begriffe und Formelzeichen sind in SEP 1220-1 erläutert.

9 Symbols

Abbreviation	Description	Unit
I	Welding current	kA
d_w	Weld diameter	mm
d_{wmin}	Minimum weld diameter	mm
t	Material thickness	mm

Further terms and symbols are explained in SEP 1220-1.

10 Datenheader Widerstandspunktschweißen

10.1 Beschreibung Datenheader nach SEP 1220-1

Um eine eindeutige Zuordnung der Proben zu erhalten, ist eine Probenname nach folgenden Merkmalen zu vergeben. Der die Untersuchungswerkstoffe beschreibende Datenheader ist exemplarisch in SEP 1220-1 beschrieben.

Das übergeordnete Merkmal des in diesem Prüfblatt beschriebenen zweiseitigen Widerstandspunktschweißens ist J_00212.

10.2 Merkmal „Schweißstrom (IMIN bzw. IMAX)“

In Erweiterung der Merkmale aus SEP 1220-1 wird das Merkmal „Schweißstrom“ eingeführt.

Das Merkmal dient der Zuordnung der beim jeweiligen Versuch verwendeten Schweißstromeinstellung: unterer (I_{min}) oder oberer (I_{max}) Grenzwert.
(z. B. J_00212_A_SZ_DCO4_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_001_IMIN)

10.3 Merkmal “Wärmebehandlungs-Zustand der Zugprobe (O bzw. W1)”

Das Merkmal dient zur Kennzeichnung des Probenzustands der gefügten Probe vor dem Zugversuch unter Verwendung der in SEP 1240 definierten Abkürzungen.

O = ohne Wärmebehandlung
W1 = wärmebehandelt (= nach KTL-Trocknungsprozess gemäß SEP 1240)

(z. B.: J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_001_W1_IMIN)

10 Dataheader resistance spot welding

10.1 Description of data header according to SEP 1220-1

To obtain a unambiguous classification of the specimens the name of the test piece shall be according to the following characteristics. The data header that relates to the investigated material is described in SEP 1220-1.

The leading characteristic for two-sided resistance spot welding, described in this test sheet, is J_00212.

10.2 Characteristic “Welding current (IMIN resp. IMAX)”

In addition to the characteristics defined in SEP 1220-1, the characteristic “welding current” is introduced.

The characteristic is used to indicate the applied setting of the welding current: lower limit (I_{min}) or upper limit (I_{max}).

For example: J_00212_A_SZ_DCO4_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_001_IMIN)

10.3 Designation of the “heat treatment condition of tensile specimen (O resp. W1)”

This characteristic is used to designate the condition of the joint specimen before tensile testing by using the Symbols defined in SEP 1240.

O = without heat treatment
W1 = heat treated (= after E-Coating baking process specified in SEP 1240)

(e.g.: J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_001_W1_IMIN)

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

10.4 Kennzeichnung des Parallelversuchs (a-e)

Das Merkmal dient zur Kennzeichnung des jeweiligen Parallelversuchs.

(z. B.: J_00212_A_SZ_DCO4_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_001_W1_IMIN_b)

10.4 Designation of parallel tests (a-e)

This characteristic is used to designate relevant parallel tests.

(e.g.: J_00212_A_SZ_DCO4_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_001_W1_IMIN_b)

11 Normative Verweisungen

DVS 2902-4: Widerstandspunktschweißen von Stählen bis 3 mm Einzeldicke – Grundlagen, Vorbereitung und Durchführung

DVS 2916-1: Prüfen von Widerstandspressschweißverbindungen – Zerstörende Prüfung, quasistatisch

SEP 1220-1: Prüf- und Dokumentationsrichtlinie für die Fügeeignung von Feinblechen aus Stahl – Teil 1 – Allgemeine Festlegungen

DIN EN ISO 4063: Schweißen und verwandte Prozesse – Liste der Prozesse und Ordnungsnummern

DIN EN ISO 5821: Punktschweiß-Elektrodenkappen

DIN EN ISO 10447: Widerstandsschweißen – Prüfung von Schweißverbindungen – Schäl- und Meißelprüfung von Widerstandspunkt- und Buckelschweißverbindungen

DIN EN ISO 14270: Widerstandsschweißen – Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen – Probenmaße und Verfahren für die mechanisierte Schälprüfung an Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißungen mit geprägten Buckeln

DIN EN ISO 14271: Widerstandsschweißen – Vickers-Härteprüfung (Kleinkraft- und Mikrohärtebereich) von Widerstandspunkt-, Buckel- und Rollennahtschweißverbindungen

DIN EN ISO 14272: Widerstandsschweißen – Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen – Probenmaße und Verfahren für die Kopfzugprüfung an Widerstandspunkt- und Buckelschweißungen mit geprägten Buckeln

DIN EN ISO 14273: Widerstandsschweißen – Zerstörende Prüfung von Schweißverbindun-

11 Normative references

DVS 2902-4: Resistance Spot Welding of steels with 3 mm single sheet thickness – Basics, Preparation and Execution

DVS 2916-1: Testing of resistance welded joints – Destructive testing, quasi static

SEP 1220-1: Testing and Documentation Guideline for the joinability of thin sheet of steel – Part 1– General rules

EN ISO 4063: Welding and allied processes – Nomenclature of processes and reference numbers

EN ISO 5821: Resistance spot welding electrode caps

EN ISO 10447: Resistance welding. Testing of welds. – Peel and chisel testing of resistance spot and projection welds

EN ISO 14270: Resistance welding – Destructive testing of welds – Specimen dimensions and procedure for mechanized peel testing resistance spot, seam and embossed projection welds

EN ISO 14271: Resistance welding. Vickers hardness testing (low-force and microhardness) of resistance spot, projection, and seam welds

EN ISO 14272: Resistance welding. Destructive testing of welds. Specimen dimensions and procedure for cross tension testing of resistance spot and embossed projection welds

EN ISO 14273: Resistance welding. Destructive testing of welds. Specimen dimensions and pro-

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

gen – Probenmaße und Durchführung für die Scherzugprüfung an Widerstandspunkt-, Rollennaht- und Buckelschweißungen mit geprägten Buckeln	cedure for tensile shear testing resistance spot and embossed projection welds
DIN EN ISO 14327: Widerstandsschweißen – Verfahren für das Bestimmen des Schweißbereichsdiagramms für das Widerstandspunkt-, Buckel- und Rollennahtschweißen	EN ISO 14327: Resistance welding – Procedures for determining the weldability lobe for resistance spot, projection and seam welding
DIN EN ISO 14373: Widerstandsschweißen – Verfahren zum Punktschweißen von unbeschichteten und beschichteten unlegierten Stählen	EN ISO 14373: Resistance Welding – Procedure for spot welding of uncoated and coated low carbon steels
DIN EN ISO 17677-1: Widerstandsschweißen – Begriffe – Teil 1: Punkt-, Buckel- und Rollennahtschweißen	EN ISO 17677-1: Resistance welding – Vocabulary – Part 1: Spot, projection and seam welding
DIN EN ISO 17639: Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen – Makroskopische und mikroskopische Untersuchungen von Schweißnähten	EN ISO 17639: Destructive tests on welds in metallic materials – Macroscopic and microscopic examination of welds
DIN EN ISO 18278-2: Widerstandsschweißen – Schweißeignung – Teil 2: Alternative Verfahren für das Bewerten von Stahlblechen für das Widerstandspunktschweißen	EN ISO 18278-2: Resistance Welding – Weldability – Part 2: Alternative procedures for the assessment of steel sheets for spot welding
DIN EN ISO 18592: Widerstandsschweißen – Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen – Verfahren zur Schwingfestigkeitsprüfung von Mehrpunktproben	EN ISO 18592: Resistance welding – Destructive testing of welds – Method for the fatigue testing of multi-spot-welded specimens
DIN EN ISO 23277: Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen – Eindringprüfung von Schweißverbindungen – Zulässigkeitsgrenzen	EN ISO 23277: Non-destructive testing of welds. Penetrant testing. Acceptance levels
DIN 50100: Schwingfestigkeitsversuch – Durchführung und Auswertung von zyklischen Versuchen mit konstanter Lastamplitude für metallische Werkstoffproben und Bauteile	DIN 50100: Schwingfestigkeitsversuch – Durchführung und Auswertung von zyklischen Versuchen mit konstanter Lastamplitude für metallische Werkstoffproben und Bauteile

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

12 Anhang

12.1 Tabellen

12 Appendix

12.1 Tables

Tabelle 1: Zusammenfassung der Prüfungen: Prüfablauf

Aufgabe		Schritt	Blechzuschnitt / Probenmaße	Schweiß- / Prüfbedingungen	Anzahl
Ermittlung des Schweißstrombereichs	Erhöhung des Schweißstroms	Herstellen von Schweißpunkten inkl. Meißelprüfung	Meißelproben als Einpunktproben, 45 x 45 mm mit 40 mm Überlappung, alternativ Kopfzugoder Abrollproben	Schweißparameter nach Tabelle 2, Schweißst romstärke ansteigend von 3,0 kA in Schritten von 200 A bis bei gleicher Stromeinstellung zwei aufeinander folgende Spritzer auftreten	2 pro Stromeinstellung
	Bestimmung vom vorläufigen Mindestschweißstrom I_{min}	Meißelprüfung, alternativ Kopfzug- oder Abrollprüfung	Meißelproben als Einpunktproben, 45 x 45 mm mit 40 mm Überlappung, alternativ Kopfzugoder Abrollproben	Bestimmung des vorläufigen Mindestschweißstroms I_{min}, bei dem erstmals d_{wmin} überschrit ten wird	soviel wie nötig
	Bestimmung von I_{max}	Herstellen von Schweißpunkten inkl. Meißelprüfung	Meißelproben als Einpunktproben, 45 x 45 mm mit 40 mm Überlappung, alternativ Kopfzugoder Abrollproben	Schweißparameter nach Tabelle 2, Reduktion der Schweißst romstärke in 100 A Schritten bis bei gleicher Stromeinstellung an mindestens 3 aufeinander folgenden Schweißpunkten spritzerfreies Schweißen möglich ist	max. 3 pro Stromeinstellung, sofortige Reduktion beim Auftreten eines Spritzers
	Bestimmung von I_{min}	Herstellen von Schweißpunkten inkl. Meißelprüfung	Meißelproben als Einpunktproben, 45 x 45 mm mit 40 mm Überlappung, alternativ Kopfzugoder Abrollproben	Schweißparameter nach Tabelle 2, Anpassung der Schweißstromstärke ausgehend vom vorläufigen Mindestschweißstrom I_{min} in 100 A Schritten, bis bei gleicher Stromeinstellung an mindestens 5 aufeinander folgenden Schweißpunkten d_{wmin} erreicht wird	max. 5 pro Stromeinstellung, sofortige Anpassung, wenn d_{wmin} über- oder unterschritten wird
Probenvorbereitung für Prüfung	Probenfertigung für Metallografie und Härteprüfung	Herstellen von Schweißpunkten	Meißelproben als Einpunktproben, 45 x 45 mm mit 40 mm Überlappung	Schweißparameter nach Tabelle 2, Schweißstromstärke = I_{min}, gegebenenfalls ist die Schweißstromstärke an d_{wmin} anzupassen	soviel wie nötig zur Sicherstellung von d_{wmin}, danach 3 Schweißpunkte
	Probenfertigung für Kopfzugprüfung	Herstellen von Kopfzugproben	Kopfzuproben nach DIN EN ISO 14272	Schweißparameter nach Tabelle 2, Schweißstromstärke = I_{min} (Sicherstellung von d_{wmin} über die Anpassung der Schweißstromstärke in 100 A Schritten)	soviel wie nötig zur Sicherstellung von d_{wmin}, danach 10 Kopfzugproben
	Probenfertigung für Scherzugprüfung	Herstellen von Scherzugproben	Scherzugproben als Einpunktproben mit 16 mm Überlappung und 95 mm freier Einspannlänge	Schweißparameter nach Tabelle 2, Schweißstromstärke = I_{min} (Sicherstellung von d_{wmin} über die Anpassung der Schweißstromstärke in 100 A Schritten)	soviel wie nötig zur Sicherstellung von d_{wmin}, danach 10 Scherzugproben
	Probenfertigung für Metallografie und Härteprüfung	Herstellen von Schweißpunkten	Meißelproben als Einpunktproben, 45 x 45 mm mit 40 mm Überlappung	Schweißparameter nach Tabelle 2, Schweißstromstärke = I_{max}, (Sicherstellung der Spritzerfreiheit über die Anpassung der Schweißstromstärke in 100 A Schritten)	soviel wie nötig zur Sicherstellung der Spritzerfreiheit, danach 3 Schweißpunkte
	Probenfertigung für Kopfzugprüfung	Herstellen von Kopfzugproben	Kopfzuproben nach DIN EN ISO 14272	Schweißparameter nach Tabelle 2, Schweißstromstärke = I_{max}, (Sicherstellung der Spritzerfreiheit über die Anpassung der Schweißstromstärke in 100 A Schritten)	soviel wie nötig zur Sicherstellung der Spritzerfreiheit, danach 10 Kopfzugproben
	Probenfertigung für Scherzugprüfung	Herstellen von Scherzugproben	Scherzugproben als Einpunktproben mit 16 mm Überlappung und 95 mm freier Einspannlänge	Schweißparameter nach Tabelle 2, Schweißstromstärke = I_{max}, (Sicherstellung der Spritzerfreiheit über die Anpassung der Schweißstromstärke in 100 A Schritten)	soviel wie nötig zur Sicherstellung der Spritzerfreiheit, danach 10 Scherzugproben
	Probenfertigung für Ultraschallprüfung	Herstellen von Schweißpunkten	Einpunktproben, 45 x 45 mm	Schweißstrom so wählen, dass sich ein Schweißpunktdurchmesser von $<2x\sqrt{t}$, $=4x\sqrt{t}$ bzw. $>4{,}8x\sqrt{t}$ einstellt	5 pro Stromstärkeneinstellung
	Schweißen von H-Proben	Schweißprobenherstellung	H-Proben nach DIN EN ISO 18592	auf jeder Seite 5 Schweißpunkte; Schweißstrom so wählen, dass sich ein Schweißpunktdurchmesser von $4x\sqrt{t}$ bis $4.5x\sqrt{t}$ einstellt	12
		Sichtprüfung			alle
		Durchstrahlungsprüfung		erste und letzte H-Probe; aufheben als Rückstellmuster	2
		Zyklische Prüfung		DIN EN ISO 18592	10

Entwurf

Aufgabe		Schritt	Blechzuschnitt/Probenmaße	Schweiß-/Prüfbedingungen	Anzahl
Ermittlung der Elektrodenstandmenge	Schweißen des Start-Kontroll-streifens	Herstellen von Schweißpunkten	Blechstreifen im Format 40 x 300 mm	Schweißparameter nach Tabelle 2, Schweißstromstärke = I_{max}; Verwendung neuer oder gefräster Elektrodenkappen	8
	Schweißen auf Standmengen-tafeln	Herstellen von Schweißpunkten	Standmengentafeln im Format 300 x 400 mm	Schweißparameter nach Tabelle 2, Schweißstromstärke = I_{max}	92 Schweißpunkte pro Tafel
	Schweißen von Kontrollstreifen	Herstellen von Schweißpunkten	Blechstreifen im Format 40 x 300 mm	Schweißparameter nach Tabelle 2, Schweißstromstärke = I_{max}	8
	Bestimmung der Schweißpunkt-durchmesser am Prüfstreifen	Meißelprüfung, alternativ Abrollprüfung	Blechstreifen im Format 40 x 300 mm	Erster Schweißpunkt wird verworfen; an den verbleibenden 7 wird der Schweißpunktdurchmesser bestimmt	Elektrodenstand-menge ist über-schritten, wenn mindestens 3 der 7 ermittelten Punktdurchmesser $<4x\sqrt{t}$ sind
	Wiederholung der 3 vorangegangenen Schritte bis entweder 2000 Schweißpunkte hergestellt wurden, oder bis 4 oder mehr von 7 an einem Kontrollstreifen ermittelte Schweißungen Haftschweißungen sind (Punktdurchmesser = 0 mm)				
	Bestimmung von Imperfektionen	Sichtprüfung, Farbeindringprüfung	Standmengentafeln im Format 300 x 400 mm	Auszählen von Oberflächenspritzern und -rissen	am ersten, letzten und dem daraus ermittelten Proben-blech nach halber Standmenge

Table 1: Summary of the test realisation sequence

Task		Action	Sample size	Welding/Test conditions	Number of welds
Determination of the welding	Increasing the welding current	Production of welds and performing chisel tests	Samples of 45 x 45 mm with 40 mm overlap with a single spot weld, alternatively cross tension or peel testing samples	Welding conditions according to Table 2, Starting with a welding current of 3,0 kA and increasing by steps of 200 A until at an ident ical weld current set ting two consecutive splash welds occur	2 welds at each current setting
	Determination of preliminary I_{min}	Chisel test ing, alternatively cross or peel testing	Samples of 45 x 45 mm with 40 mm overlap with a single spot weld, alternatively cross tension or peel testing samples	Determination of preliminary I_{min}, the current level at which d_{wmin} is exceeded for the first time	As many as necessary
	Determination of I_{max}	Product ion of welds and performing chisel tests	Samples of 45 x 45 mm with 40 mm overlap with a single spot weld, alternatively cross tension or peel testing samples	Welding conditions according to Table 2, reducing the welding current in steps of 100 A until a minimum of 3 consecutive welds are made at the same current level without splashing	Max. of 3 welds at each current setting, immediate reduction of the welding current when splashes occur
	Determination of I_{min}	Product ion of welds and performing chisel tests	Samples of 45 x 45 mm with 40 mm overlap with a single spot weld, alternatively cross tension or peel testing samples	Welding conditions according to Table 2, adaptat ion of the welding current in 100 A steps starting at preliminary I_{min} until at least 5 consecutive welds are made at the same current level with a spot weld diameter exceeding d_{wmin}	Max. of 5 welds at each current setting, immediate adaptat ion of the welding current when the spot weld size is smaller or larger than d_{wmin}

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

Task		Action	Sample size	Welding / Test conditions	Number of welds
Sample preparation for testing	Sample preparation for metallography and hardness testing	Production of welds	Samples of 45 x 45 mm with 40 mm overlap with a single spot weld.	Welding conditions according to Table 2, Welding current = I_{min}, (if necessary adapt the welding current in steps of 100 A to obtain d_{wmin})	As many as needed to obtain d_{wmin}, after which 3 spot welds are made
	Sample preparation for cross tension testing	Production of cross tension samples	Cross tension tests according to EN ISO 14272	Welding conditions according to Table 2, Welding current = I_{min}, (if necessary adapt the welding current in steps of 100 A to obtain d_{wmin})	As many as needed to obtain d_{wmin}, after which 10 cross tension samples are made
	Sample prepa-ration for tensile shear testing	Production of tensile shear samples	Tensile shear test samples with a single spot weld - 16 mm overlap and 95 mm free clamping length	Welding conditions according to Table 2, Welding current = I_{min}, (if necessary adapt the welding current in steps of 100 A to obtain d_{wmin})	As many as needed to obtain d_{pmin}, after which 10 tensile shear samples are made
	Sample preparation for metallography and hardness testing	Production of welds	Samples of 45 x 45 mm with 40 mm overlap with a single spot weld.	Welding current according to Table 2, Welding current = I_{max}, (If necessary adapt the welding current in steps of 100 A to obtain splash-f ree welds)	As many as necessary to obtain splash-free welds, af ter which 3 spot welds are made
	Sample preparation for cross tension testing	Production of cross tension samples	Cross tension tests according to EN ISO 14272	Welding current according to Table 2, Welding current = I_{max}, (If necessary adapt the welding current in steps of 100 A to obtain splash-free welds)	As many as necessary to obtain splash-free welds, af ter which 10 cross tension samples are made
	Sample preparation for tensile shear testing	Production of tensile shear samples	Tensile shear test samples with a single spot weld - 16 mm overlap and 95 mm free clamping length	Welding current according to Table 2, Welding current = I_{max}, (If necessary adapt the welding current in steps of 100 A to obtain splash-free welds)	As many as necessary to obtain splash-free welds, after which 10 tensile shear samples are made
	Sample preparation for ultrasonic testing	Product ion of welds	Samples of 45 x 45 mm with 40 mm overlap with a single spot weld.	Adapt the welding current to obtain a weld diameter of respectively <2x√t, 4x√t and >4,8x√t	5 welds at each welding current
	Welding of H-shaped samples	Preparation of test specimen	H-samples according to EN ISO 18592	On each side 5 spot welds; Adapt the welding current to obtain a weld diameter of 4x√t to 4.5x√t	12
		Visual assessment all			all
		X-ray analysis		First and last H-shaped sample; keep samples in reserve	2
		Cyclic test ing		EN ISO 18592 10	10
Determination of the electrode life	Welding of initial test strip	Production of welds	Strips of size 40 x 300 mm for testing	Welding conditions according to Table 2, Welding current = I_{max}: use new or tipdressed electrodes	8
	Welding on weld panels	Production of welds	Sheet of size 300 x 400 mm for electrode life test	Welding conditions according to Table 2, Welding current = I_{max}	92 spot welds on each sheet (84 on the first)
	Welding of test strips	Production of welds	Strips of size 40 x 300 mm for testing	Welding conditions according to Table 2, Welding current = I_{max}	8
	Measurement of spot weld diameter don test strips	Chisel testing, alternatively cross or peel testing	Sample st rips of size 40 x 300 mm	The first spot weld is rejected, the spot weld diameter of the remaining 7 spot welds is measured	The electrode life is reached when at least 3 out of the 7 spot welds have a size of <4x√t
	Repeat the last 3 steps until another 2000 spot welds are made or until 4 or more of the 7 spot welds are stuck welds (weld size = 0 mm)				
	Classification of weld defects	Visual assessment, Dyepenetrant test	Sample sheet of size 300 x 400 mm for elect rode life test	Count ing of surface splashes and surface cracks	The first and last sheets and the sheet halfway the electrode life time

Entwurf

Tabelle 2: Elektroden und Schweißparameter für Stahlbleche (in Anlehnung an DIN EN ISO 18278-2)
Table 2: Electrodes and welding parameters for steel sheets (based upon ISO 18278-2)

Einzel-blechdicke Single sheet thickness (mm)	Elektrodenform nach DIN EN ISO 5821 Electrode shape according to ISO 5821	Elektrodenkraft (kN) Electrode force (kN)		Schweißzeit (ms) Welding time (ms)				Haltezeit (ms) Hold time (ms)
		R_m < 380 MPa	R_m ≥ 380 MPa	Impulszahl Number of pulses	R_m < 380 MPa	R_m ≥ 380 MPa	Pausenzeit (ms) Cool time (ms)	
0,50-0,54	F1-16-20-6	1,7	2,1	1	100+X	120+X	-	120
0,55-0,64	F1-16-20-6	1,9	2,3	1	120+X	140+X	-	120
0,65-0,74	F1-16-20-6	2,1	2,6	1	140+X	160+X	-	140
0,75-0,84	F1-16-20-6	2,3	3	1	160+X	180+X	-	140
0,85-0,94	F1-16-20-6	2,5	3,5	1	180+X	200+X	-	160
0,95-1,09	F1-16-20-6	2,7	3,5	1	200+X	220+X	-	180
1,10-1,34	F1-16-20-6	3	4	1	240+X	280+X	-	200
1,35-1,64	F1-16-20-6	4	4,5	1	300+X	340+X	-	260
1,65-1,89	F1-20-20-8.0	4,5	5	3	140+X	160+X	40	320
1,90-2,24	F1-20-20-8.0	4,5	5	4	120+X	140+X	40	360
2,25-2,74	F1-20-20-8.0	5	6	5	120+X	140+X	40	460
2,75-3,00	F1-20-20-8.0	5	6,5	5	140+X	160+X	40	520

Anmerkung: X = 40 ms, falls ein Überzug in der Fügeebene anwesend ist
Note: X = 40 ms in case of coating present at the faying interface

Tabelle 3: Beispielhafte Dokumentation der Oberflächen- (OF-) Spritzer und Risse
Table 3: Example documentation for the surface splashes and surface cracks

	Tafel 1 Sheet1	Tafel 2 Sheet 2	Tafel 3 Sheet 3	Tafel 4 Sheet 4	Tafel 5 Sheet5
Schweißpunkt Spot weld	9 - 92	101 - 192	201 - 292	301 - 392	401 - 492
Oberflächenspritzer Surface splashes	OF1	OF1	OF3	OF5	OF5
Anzahl Oberflächenspritzer Number of surface splashes	0	0	5	14	108
Anzahl Oberflächenrisse Number of surface cracks	0	0	20	0	45

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

12.2 Bilder **12.2 Figures**

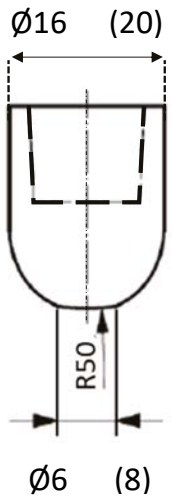


Bild 1: Elektrodenkappengeometrie – Typ F1, geschlagen oder gefräst nach ISO 5821
Figure 1: electrode geometry – type F1, cold pressed or tip dressed according to ISO 5821

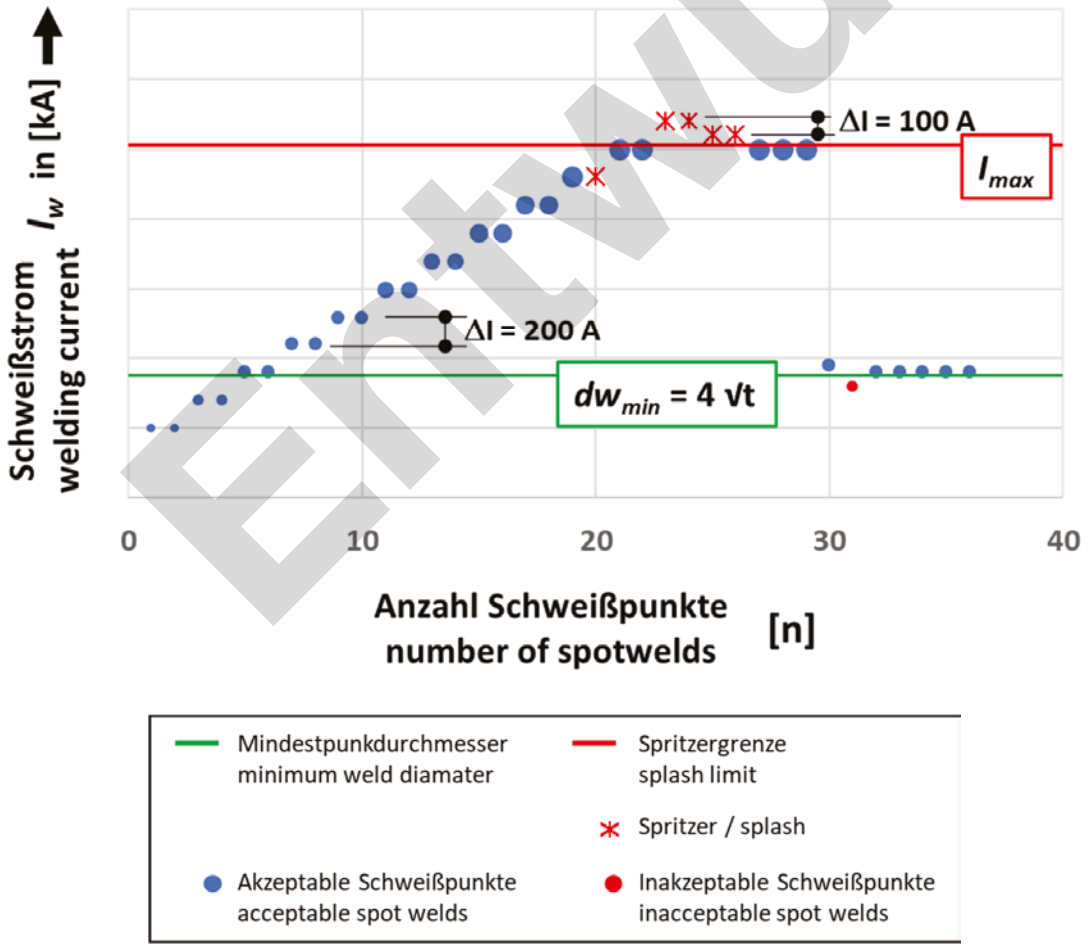


Bild 2: Bestimmung des Schweißstrombereichs in Ergänzung zu DIN EN ISO 14327
Figure 2: Determination of the welding current range (complementary to EN ISO 14327)

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

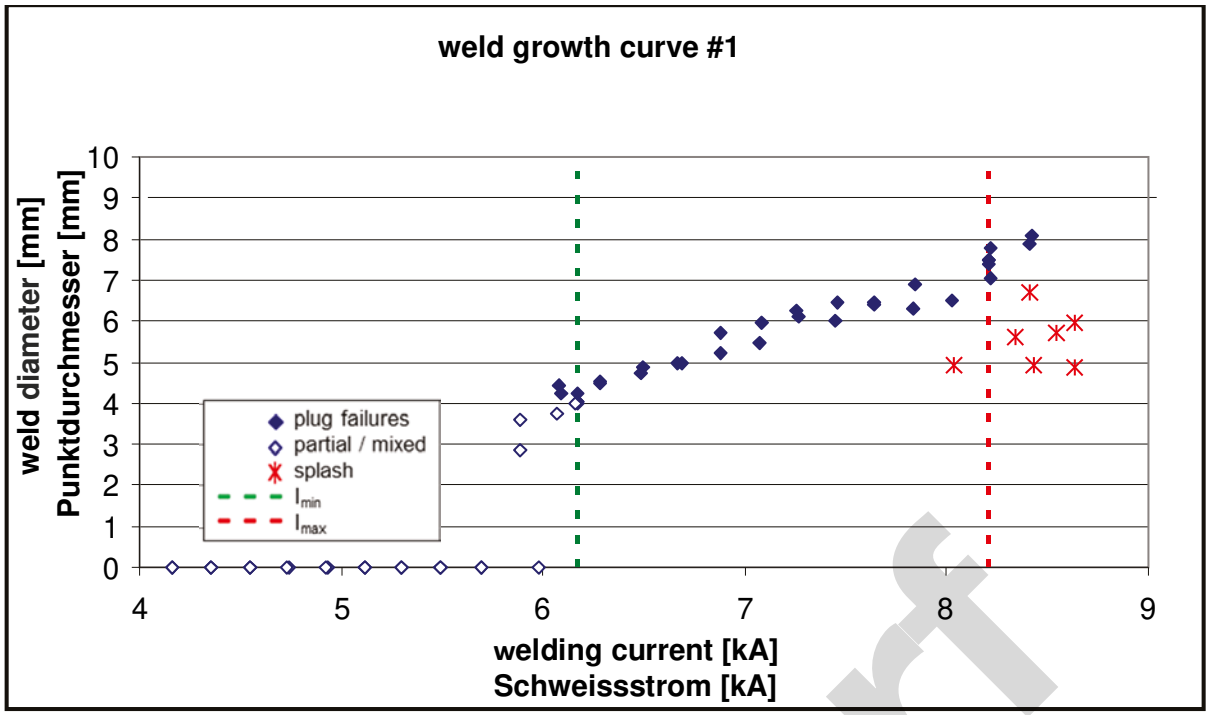


Bild 3: Musterdokumentationsblatt Schweißbereichsermittlung
Figure 3: Example test report of the welding range determination

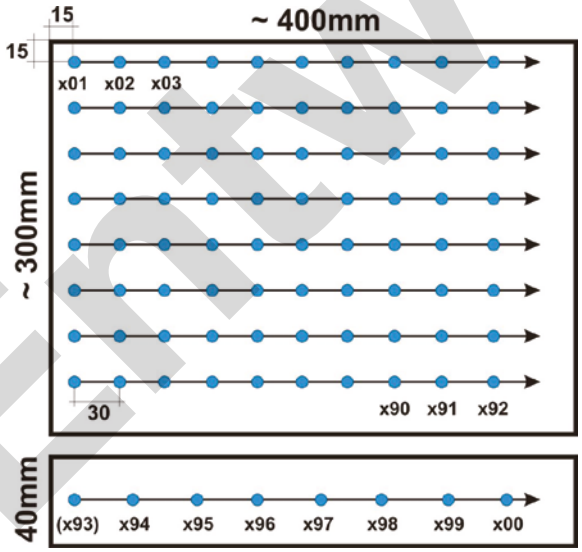


Bild 4: Schweißfolge bei der Ermittlung der Elektrodenstandmenge
Figure 4: Weld sequence in electrode life test

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

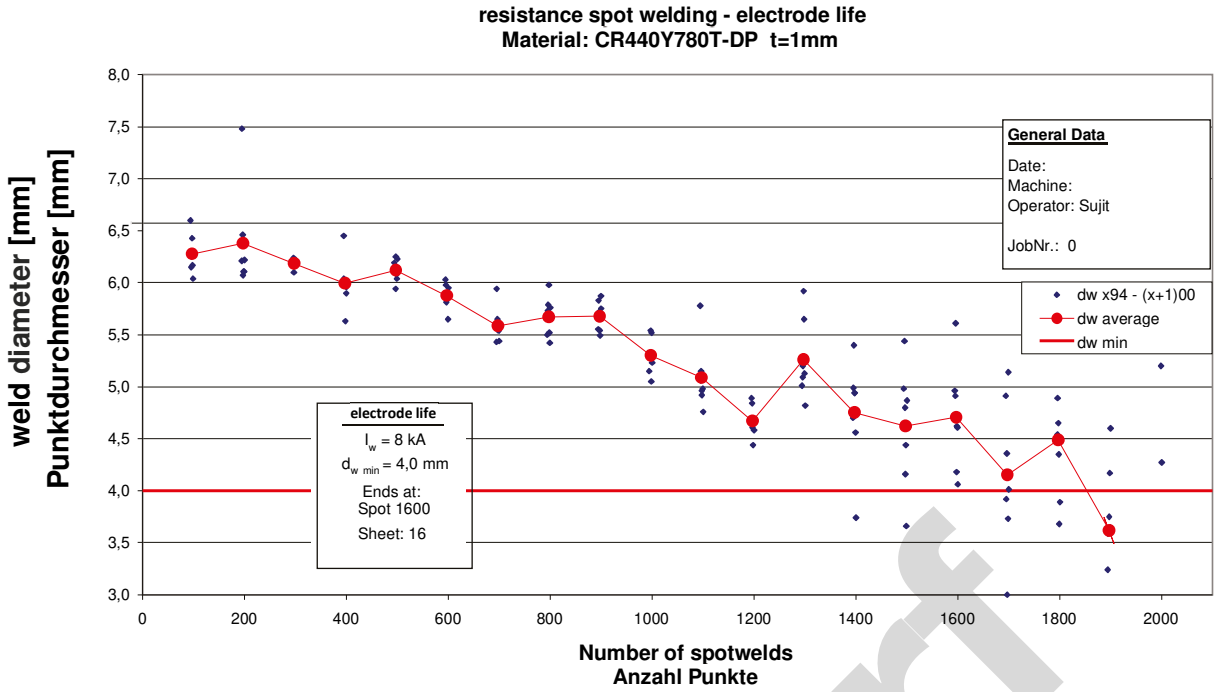


Bild 5: Exemplarische Ergebnisdarstellung der Elektrodenstandmenge in Anlehnung an DIN EN ISO 18278-2

Figure 5: Example report of the electrode life time conforming with EN ISO 18278-2

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

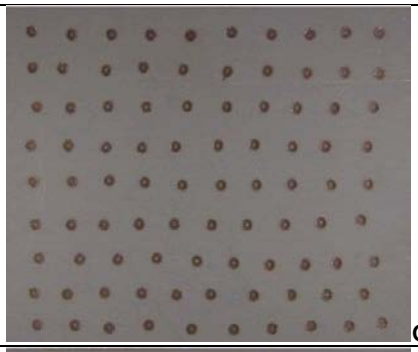
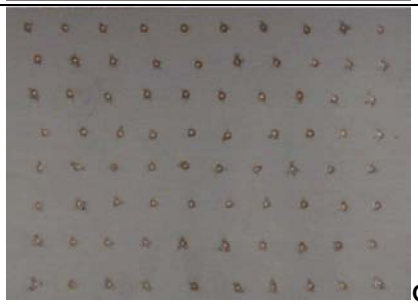
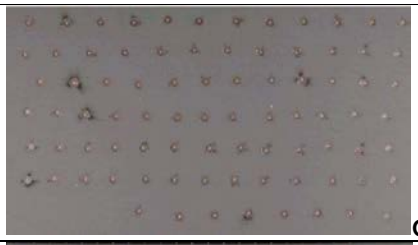
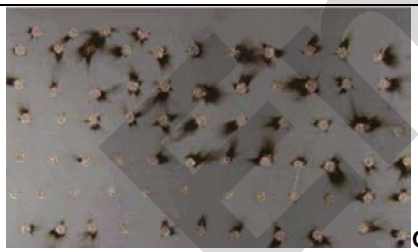
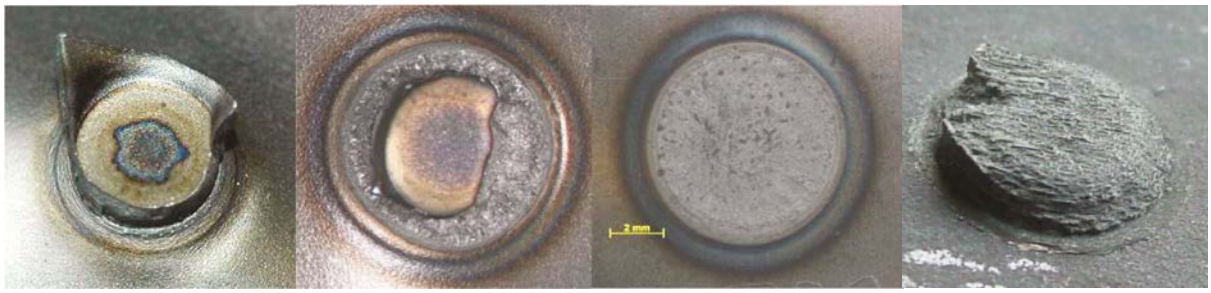
 OF1	Keine Oberflächenspritzer No surface splashes
 OF2	Leichte Fähnchenbildung Rare pennant formation
 OF3	Vereinzelte Oberflächenspritzer Occasional surface splashes
OF4	Mittlere Oberflächenspritzer Medium surface splashes
 OF5	Starke Oberflächenspritzer Heavy surface splashes

Bild 6: Richtreihe für Oberflächenspritzer
Figure 6: Master reference samples for surface splashes

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf



Ausknöpfbruch
Plug failure

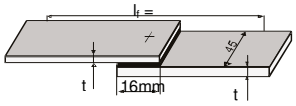
Mischbruch
mixed failure

Scherbruch
Interfacial failure

Partieller Dickenbruch
Partial thickness failure

Bild 7: Brucharten
Figure 7: Failure types

Algemeine Daten			
Datum	13-8-2010,	Nr.:	0
Anlage:			
Bediener			



Generate txt outputfile

Ort Datenfiles	Format Datenfiles
\\Hermes26\PAC\AUT-JON\External contacts\VDEh\2010-6 21-22 sept\for	Corus-PAC

Scherzug Daten Imin

Punkt Nr	Muster Ref	Datenfile Scherzug	Imax [kA]	dp [mm]	F_{max} [kN]	SFmax [mm]	W_{Fmax} [J]	$\bar{F}_{0.3Fm}$ [kN]	$S_{0.3Fm}$ [mm]	$W_{0.3Fm}$ [J]	Bruchart
90	107565	107565_20100812114239.MUS	6,07	4,30	10,94	9,41	24,57	3,28	9,92	27,48	
91	107566	107566_20100812114514.MUS	6,07	4,15	7,74	1,85	8,40	2,32	1,90	8,80	
92	107567	107567_20100812114928.MUS	6,06	4,15	9,48	10,32	28,75	2,84	10,36	29,13	
93	107568	107568_20100812115815.MUS	6,08	4,55	11,37	8,76	31,41	3,41	8,82	32,12	
94	107569	107569_20100812120006.MUS	6,06	4,15	9,44	10,04	29,76	2,83	10,11	30,42	

Statistische Daten

	Imax [kA]	dp [mm]	F_{max} [kN]	SFmax [mm]	W_{Fmax} [J]	$\bar{F}_{0.3Fm}$ [kN]	$S_{0.3Fm}$ [mm]	$W_{0.3Fm}$ [J]
Mittelwert	6,07	4,26	9,79	8,07	24,58	2,94	8,22	25,59
Max Wert	6,08	4,55	11,37	10,32	31,41	3,41	10,36	32,12
Min Wert	6,06	4,15	7,74	1,85	8,40	2,32	1,90	8,80
Std Abw	0,01	0,17	1,44	3,53	9,39	0,43	3,58	9,54
2sigma abw/mittel	0,28%	8,19%	29,33%	87,54%	76,41%	29,33%	87,13%	74,57%

Scherzug Daten Imax

Punkt Nr	Muster Ref	Datenfile Scherzug	Imax [kA]	dp [mm]	F_{max} [kN]	SFmax [mm]	W_{Fmax} [J]	$\bar{F}_{0.3Fm}$ [kN]	$S_{0.3Fm}$ [mm]	$W_{0.3Fm}$ [J]	Bruchart
109	107578	107578_20100812130217.MUS	7,33	6,60	14,12	3,17	25,59	4,24	3,91	30,92	
110	107579	107579_20100812130418.MUS	7,34	6,60	14,07	2,99	24,24	4,22	3,85	30,71	
111	107580	107580_20100812130543.MUS	7,34	6,60	13,92	5,33	33,47	4,18	6,31	40,88	
112	107581	107581_20100812130731.MUS	7,35	6,60	14,17	3,06	25,35	4,25	3,70	30,03	
113	107582	107582_20100812130901.MUS	7,35	6,60	14,22	3,25	26,88	4,27	3,91	31,54	

Statistische Daten

	Imax [kA]	dp [mm]	F_{max} [kN]	SFmax [mm]	W_{Fmax} [J]	$\bar{F}_{0.3Fm}$ [kN]	$S_{0.3Fm}$ [mm]	$W_{0.3Fm}$ [J]
Mittelwert	7,34	6,60	14,10	3,56	27,10	4,23	4,34	32,82
Max Wert	7,35	6,60	14,22	5,33	33,47	4,27	6,31	40,88
Min Wert	7,33	6,60	13,92	2,99	24,24	4,18	3,70	30,03
Std Abw	0,01	0,00	0,11	1,00	3,68	0,03	1,11	4,54
2sigma abw/mittel	0,23%	0,00%	1,62%	55,95%	27,15%	1,62%	51,01%	27,67%

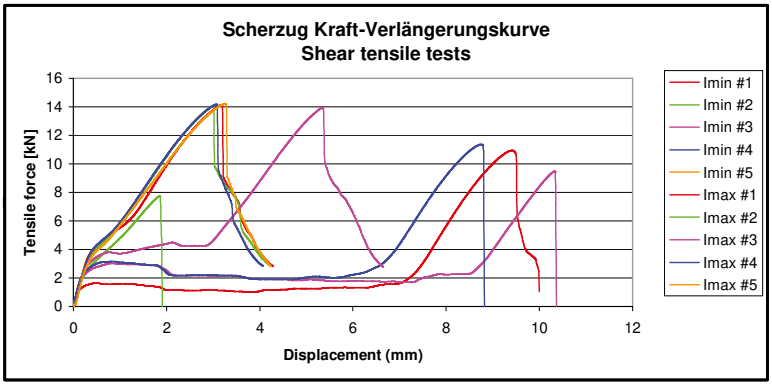
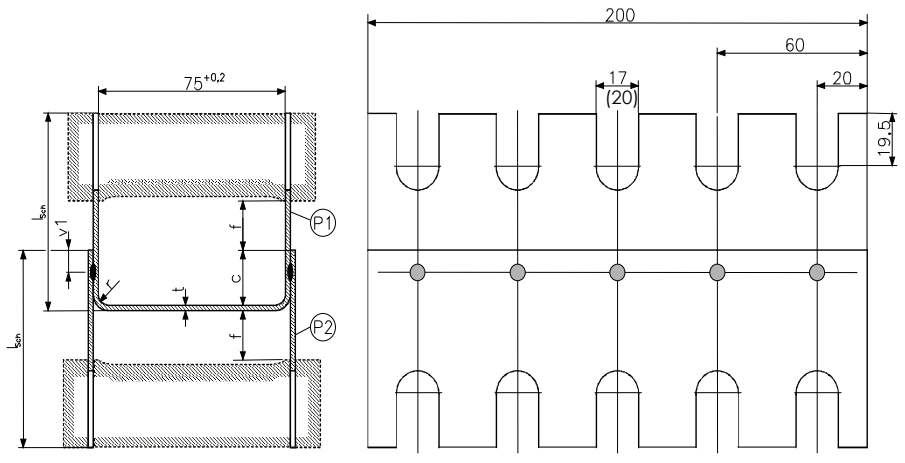


Bild 8: Beispiel für ein Dokumentationsblatt Scherzugversuch
Figure 8: Example of documentation sheet of the tensile shear test

Entwurf

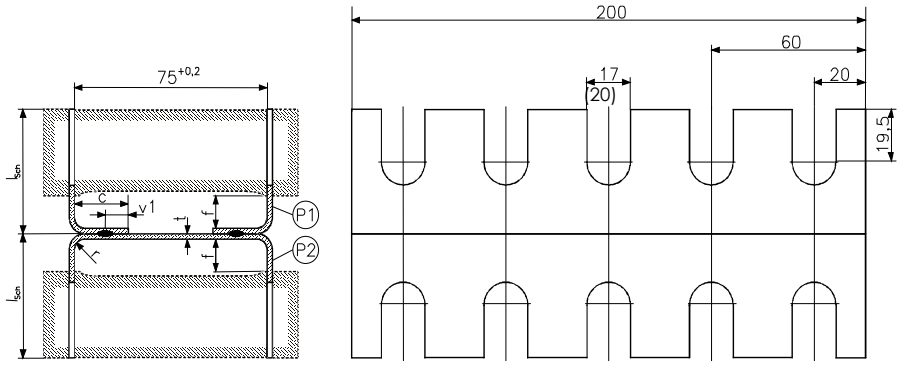


PRÜFKÖRPERGEOMETRIE - SAMPLE GEOMETRY					
Blechdicke **t** [mm] Sheet thickness **t** [mm]	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Randabstand **v1** [mm] Distance to edge **v1** [mm]	8	8	8	8	8
Überlappung **c** (16 + r) [mm] Overlap width **c** (16+r) [mm]	18	19	20	22	24
Innenbiegeradius **r** (2·t) [mm] Inner bend radius **r** (2 t) [mm]	2	3	4	6	8
Schenkellänge $\mathbf{l_{sch}}$ [mm] Side length $\mathbf{l_{sch}}$ [mm]	67	69	70	73	76
nicht eingespannte Länge **f** [mm] Non- clamped length **f** [mm]	12	12	12	12	12
Gestreckte Längen $\mathbf{l_{gestr.}}$ [mm] P1 Stretched lengths $\mathbf{l_{gestr}}$ [mm]	207	209	211	215	218
P2	67	69	70	73	76

Bild 9: H-Scherzugprobe Widerstandspunktschweißen
Figure 9: H-shear lap specimen resistance spot welding

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf



PRÜFKÖRPERGEOMETRIE - SAMPLE GEOMETRY					
Blechdicke **t** [mm] Sheet thickness **t** [mm]	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Randabstand **v1** [mm] Distance to edge **v1** [mm]	8	8	8	8	8
Überlappung **c** (16 + r) [mm] Overlap **c** (16+r) [mm]	18	19	20	22	24
Innenbiegeradius **r** (2·t) [mm] Inner bend radius **r** (2 t) [mm]	2	3	4	6	8
Schenkellänge $\mathbf{l_{sch}}$ [mm] Side length $\mathbf{l_{sch}}$ [mm]	49	49,5	50	51	52
nicht eingespannte Länge **f** [mm] Non- clamped length **f** [mm]	12	12	12	12	12
Gestreckte Längen $\mathbf{l_{gestr.}}$ [mm] P1 Stretched lengths $\mathbf{l_{gestr}}$ [mm P2	66	67	68	70	72
	171	171	171	171	170

Bild 10: H-Schälzugprobe Widerstandspunktschweißen
Figure 10: H-peel specimen resistance spot welding

Entwurf

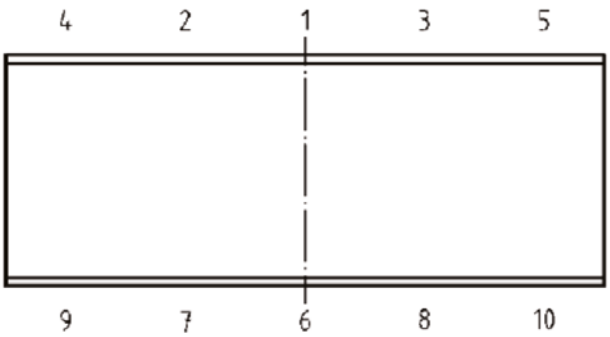
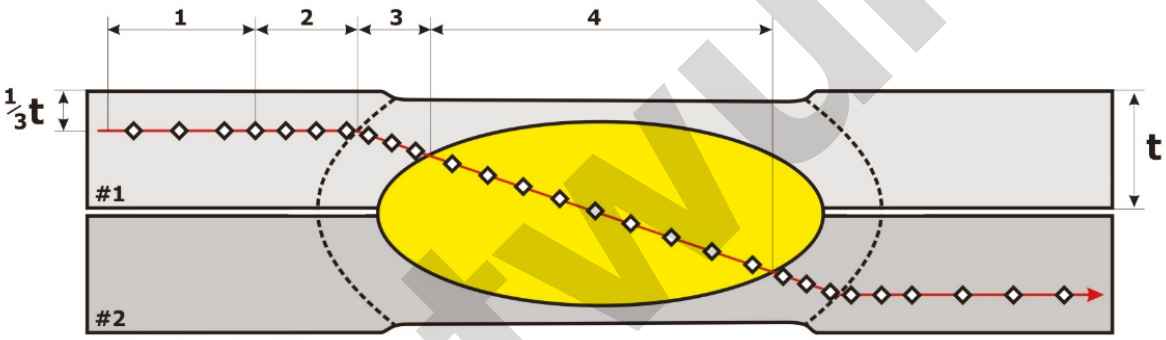


Bild 11: Schweißfolge beim Punktschweißen von H-Proben
Figure 11: Spot welding sequence of H-specimen



1: Grundwerkstoff, 2: nicht sichtbare WEZ, 3: WEZ, 4: Schweißlinse
2: Base material; 2: invisible HAZ, 3: HAZ, 4: Nugget

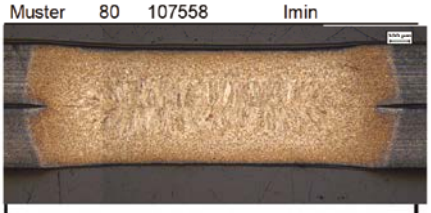
Bild 12: Kleinlasthärteprüfung am Querschliff eines Schweißpunktes, Verlauf der Härte-Messspur
Figure 12: Hardness measurement on a cross section of a spot weld, Hardness profile

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

Algemeine Daten	
Datum	12-11-2011
Anlage:	
Bediener	Sullivan

Muster 80 107558 Imin

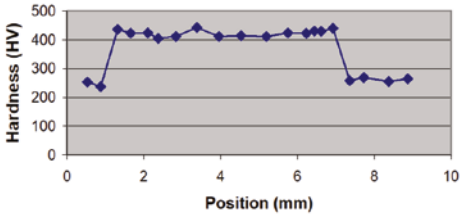


datafiles Data sheet RSW-dp800 for sep\Imin2.jpg

Linsengeometrie		
Linsen durchm		mm
Eindruck oben		mm
Eindruck unten		mm

Bemerkungen

Hardness - Imin #2



Härte		
Grundwerkstoff		HV
Linse		HV
WEZ		HV

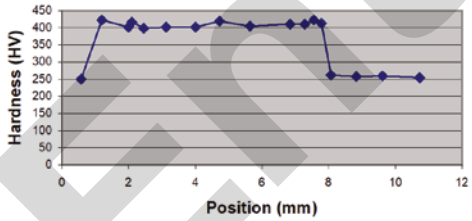
Muster 117 107571 Imax

datafiles Data sheet RSW-dp800 for sep\Imax2.jpg

Linsengeometrie		
Linsen durchm		mm
Eindruck oben		mm
Eindruck unten		mm

Bemerkungen

Hardness - Imax #2



Härte		
Grundwerkstoff		HV
Linse		HV
WEZ		HV

Entwurf

Bild 13: Musterdokumentationsblatt Gefüge und Härtemessung
Figure 13: Example of documentation sheet of the microstructure and hardness measurements

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

12.3 Datenheader SEP 1220-2

Beispiele für den elektronischen Datenaustausch von Ergebnissen zum Widerstandspunktschweißen.

12.3 Data header SEP 1220-2

Examples of the data format for data exchange of resistance spot welding results.

12.3.1 Werkstoffdaten

12.3.1 Material data

12.3.2 Schweißbereich

12.3.2 Welding current range

PROBENIDENTNUMMER	=	J_00212_A_Q_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R010_17_a
VERFAHREN	=	ZWEISEITIGES WIDERSTANDSPUNKT-SCHWEISSEN 00212
VERSUCHSPROGRAMMNUMMER	=	PuD-F 23_016
PRUEFUNG	=	STROMEINSTELLBEREICH
PRUEFDATUM <tt.mm.jjjj>	=	12.01.2024
PRUEFSTELLE	=	SUP
PRUEFER	=	M. Mustermann
BEMERKUNG	=	
SCHWEISSMASCHINE	=	DALEX
ELEKTRODENKAPPE	=	F1-16-20-50-6.0
ELEKTRODENKAPPENWERKSTOFF	=	CuCr1Zr
ELEKTRODENKRAFT <kN>	=	4.0
VORHALTEZEIT <ms>	=	1200
STROMZEIT_VORWAERMEN <ms>	=	0
STROM_VORWAERMEN <kA>	=	0
WAERMEAUSGLEICHSZEIT_1 <ms>	=	0
STROMZEIT_SCHWEISSEN <ms>	=	380
UP_SLOPE <ms>	=	0
ANZAHL_IMPULSE	=	1
PAUSENZEIT <ms>	=	0
WAERMEAUSGLEICHSZEIT_2 <ms>	=	0
STROMZEIT_NACHWAERMEN <ms>	=	0
STROM_NACHWAERMEN <kA>	=	0
NACHHALTEZEIT <ms>	=	300
IMIN <kA>	=	6.4
IMAX <kA>	=	7.5
DATEN	=	

PUNKTNUMMER; I <kA>; SPRITZER (FE); DW <mm>; BRUCHART
1;6.0;0;4.25;PF
2;6.0;0;4.30;PF
3;6.2;0;4.55;PF

J_00212_A_Q_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_b = erste Wiederholung Stromeinstellbereich
J_00212_A_Q_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_c = zweite Wiederholung Stromeinstellbereich

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

12.3.3 Elektrodenstandmenge

12.3.3 Electrode life

PROBENIDENTNUMMER	=	J_00212_A_ESD_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_a
VERFAHREN	=	ZWEISEITIGES WIDERSTANDSPUNKT-SCHWEISSEN 00212
VERSUCHSPROGRAMMNUMMER	=	PuD-F 23_016
PRUEFUNG	=	ELEKTRODENSTANDMENGE
PRUEFDATUM <tt.mm.jjjj>	=	12.01.2024
PRUEFSTELLE	=	SUP
PRUEFER	=	M. Mustermann
BEMERKUNG	=	
SCHWEISSMASCHINE	=	DALEX
ELEKTRODENKAPPE	=	F1-16-20-50-6.0
ELEKTRODENKAPPENWERKSTOFF	=	CuCr1Zr
ELEKTRODENKRAFT <kN>	=	4.0
VORHALTEZEIT <ms>	=	1200
STROMZEIT_VORWAERMEN <ms>	=	0
STROM_VORWAERMEN <kA>	=	0
WAERMEAUSGLEICHSZEIT_1 <ms>	=	0
STROMZEIT_SCHWEISSEN <ms>	=	380
UP_SLOPE <ms>	=	0
ANZAHL_IMPULSE	=	1
PAUSENZEIT <ms>	=	0
WAERMEAUSGLEICHSZEIT_2 <ms>	=	0
STROMZEIT_NACHWAERMEN <ms>	=	0
STROM_NACHWAERMEN <kA>	=	0
NACHHALTEZEIT <ms>	=	300
STROMWERT <kA>	=	7.5
DATEN	=	

TAFEL_NR; PUNKT_NR; DW1 <mm>; DW2 <mm>
1 ;94 ;5.9; 6.0
1 ;95 ;5.8; 5.9
1 ;96 ;5.9; 5.8
1 ;97 ;6.0; 5.9
1 ;98 ;5.8; 5.7
1 ;99 ;5.9; 5.8
1 ;100 ;5.9; 5.9
2 ;194 ;6.0; 5.9
2 ;195 ;5.9; 5.8
2 ;196 ;5.9; 5.8
2 ;197 ;6.0; 5.9
(dito bis ggf. Tafel 20, Schweißpunkt 2000)

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

12.3.4 Sichtprüfung / Oberflächenspritzer **12.3.4 Visual examination / Surface splashes**

PROBENIDENTNUMMER = J_00212_A_SP_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_a
VERFAHREN = ZWEISEITIGES WIDERSTANDSPUNKT-SCHWEISSEN 00212
VERSUCHSPROGRAMMNUMMER = PuD-F 23_016
PRUEFUNG = SICHTPRUEFUNG
PRUEFDATUM <tt.mm.jjjj> = 12.01.2024
PRUEFSTELLE = SUP
PRUEFER = M. Mustermann
BEMERKUNG =
DATEN =
TAFEL; DATEINAME_BILD<jpg>; OF_SPRITZER; OF_RISSE; OF_GUETE
1; J_00212_A_SP_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_a_ET.jpg; 0; 3; OF1
9; J_00212_A_SP_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_a_HS.jpg; 4; 2; OF2
20; J_00212_A_SP_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_a_LT.jpg; 1; 0; OF1

J_00212_A_SP_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_b = erste Wiederholung Sichtprüfung

12.3.5 Scherzugprüfung **12.3.5 Tensile shear test**

PROBENIDENTNUMMER = J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O
VERFAHREN = ZWEISEITIGES WIDERSTANDSPUNKT-SCHWEISSEN 00212
VERSUCHSPROGRAMMNUMMER = PuD-F 23_016
PRUEFUNG = SCHERZUG
PRUEFDATUM <tt.mm.jjjj> = 12.01.2024
PRUEFSTELLE = SUP
PRUEFER = M. Mustermann
BEMERKUNG =
IMIN <kA> = 6.4
IMAX <kA> = 7.5
ANZAHL_PROBEN_IMIN = 5
ANZAHL_PROBEN_IMAX = 5

BEGINN_SCHERZUGWERTE_IMIN
PROBENNUMMER; PROBENIDENTNUMMER; FMAX <N>; SFMAX <mm>; WFMAX <Nm>; F0,3F-MAX <N>; SF0,3MAX <mm>; WF0,3FMAX <Nm>; DW <mm>;
BRUCHART; MESSDATEI
1; J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_a; 14890.6;4.09;33.3;5490.3;4.21;35.2;5.0;IF;
J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_a.txt
2; J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_b; 14790.3;4.11;32.9;6113.0;4.22;34.7;5.0;PF;
J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_b.txt
3; J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_c; 15164.1;4.47;37.2;5590.9;4.62;39.6;5.1;IF;
J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_c.txt
4; J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_d; 15273.2;4.54;39.2;4589.8;5.26;46.6;5.0;IF;
J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_d.txt
5; J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_e; 15043.0;4.60;36.9;5379.1;4.72;38.8;5.0;PF;
J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_e.txt

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

BEGINN_SCHERZUGWERTE_IMAX
PROBENNUMMER; PROBENIDENTNUMMER; FMAX <N>; SFMAX <mm>; WFMAX <Nm>; F0,3F-MAX <N>; SF0,3MAX <mm>; WF0,3FMAX <Nm>; DW <mm>;
BRUCHART; MESSDATEI
1; J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_a; 16245.4;5.17;44.6;4876.6; 7.96;66.9;6.1;PF;
J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_a.txt
2; J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_b; 16333.1;4.69;44.0;4906.9; 7.44;66.0;6.0;PF;
J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_b.txt
3; J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_c; 16624.9;4.58;44.5;4993.3; 6.81;63.7;6.1;PF;
J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_c.txt
E SEP 1220-2, Seite 35
Seite 8, SEP 1245 Seite 35,E SEP 1245
4; J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_d; 16580.8;4.79;44.8;4979.8; 6.93;63.3;6.0;PF;
J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_d.txt
5; J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_e; 16512.1;5.33;45.7;4959.8; 8.20;68.5;6.1;PF;
J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_e.txt

J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_W1 = weitere Scherzugproben nach Wärmebehandlung W1 gemäß SEP 1240

12.3.6 Scherzugwerte-Datei

12.3.6. Tensile shear curve data

PROBENIDENTNUMMER = J_00212_A_SZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_a

BEGINN_DATEN
WEG <mm>; KRAFT <N>
0.000;24.978
0.001;49.437
0.002;74.59
0.004;99.223
0.006;124.549
0.009;147.794
0.012;171.039
.....; .....

12.3.7 Cross tension test

12.3.7 Kopfzugprüfung

PROBENIDENTNUMMER	=	J_00212_A_KZ_ DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O
VERFAHREN	=	ZWEISEITIGES WIDERSTANDSPUNKT-SCHWEISSEN 00212
VERSUCHSPROGRAMMNUMMER	=	PuD-F 23_016
PRUEFUNG	=	KOPFZUG
PRUEFDATUM <tt.mm.jjjj>	=	12.01.2024
PRUEFSTELLE	=	SUP
PRUEFER	=	M. Mustermann
BEMERKUNG	=	
IMIN <kA>	=	6.4
IMAX <kA>	=	7.5
ANZAHL_PROBEN_IMIN	=	5
ANZAHL_PROBEN_IMAX	=	5

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

BEGINN_KOPFZUGWERTE_IMIN
PROBENNUMMER; PROBENIDENTNUMMER; FMAX <N>; SFMAX <mm>; WFMAX <Nm>; F0,3FMAX <N>; SF0,3MAX <mm>; WF0,3FMAX <Nm>; DW <mm>; BRUCHART; MESSDATEI
1; J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_a; 8650.4;32.34;149.2;3028.2;32.86;153.6;5.2;PF;
J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_a.txt
2; J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_b; 8129.4;28.71;133.5;2441.7;33.63;156.3;5.1;PF;
J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_b.txt
3; J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_c; 7836.7;24.60;105.2;2359.8;25.56;110.8;5.0;PIF;
J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_c.txt
4; J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_d; 8533.8;23.67;106.7;2646.2;24.54;114.2;5.2;PF;
J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_d.txt
5; J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_e; 8181.5;25.52;118.2;2462.1;27.30;126.4;5.1;PIF;
J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMIN_e.txt

BEGINN_KOPFZUGWERTE_IMAX
PROBENNUMMER; PROBENIDENTNUMMER; FMAX <N>; SFMAX <mm>; WFMAX <Nm>; F0,3FMAX <N>; SF0,3MAX <mm>; WF0,3FMAX <Nm>; DW <mm>; BRUCHART; MESSDATEI
1; J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_a; 8785.0;29.41;149.0;2660.9;33.05;175.3;6.0;PF;
J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_a.txt
2; J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_b; 10242.7;30.26;153.4;3083.5;34.93;189.1;6.0;PF;
J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_b.txt
3; J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_c; 8931.9;30.16;137.2;2786.3;35.30;177.4;6.1;PF;
J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_c.txt
4; J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_d; 11637.8;31.48;170.3;3619.2;33.91;191.2;6.1;PF;
J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_d.txt
5; J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_e; 8933.3;28.60;126.1;2851.3;31.31;144.5;6.0;PF;
J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_O_IMAX_e.txt

J_00212_A_KZ_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_W1 = weitere Kopfzugproben nach Wärmebehandlung W1 gemäß SEP 1240

12.3.8 Kopfzugwerte-Datei | **12.3.8 Cross tension curve data**

PROBENIDENTNUMMER = J_00212_A_KZ_ DC04_ZE_SUP _PC_010_ V01_R01_17_O_IMIN_a

BEGINN_DATEN
WEG <mm>; KRAFT <N>
0.002; 41.553
0.006; 43.066
0.017; 58.929
0.024; 62.978
0.030; 71.628
.....; .....

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

12.3.9 Schliffbilder | **12.3.9 Metallographic cross sections**

PROBENIDENTNUMMER	=	J_00212_A_SB_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17
VERFAHREN	=	ZWEISEITIGES WIDERSTANDSPUNKT-SCHWEISSEN 00212
VERSUCHSPROGRAMMNUMMER	=	PuD-F 23_016
PRUEFUNG	=	SCHLIFFBILDER
PRUEFDATUM <tt.mm.jjjj>	=	12.01.2024
PRUEFSTELLE	=	SUP
PRUEFER	=	M. Mustermann
BEMERKUNG	=	
AETZMITTEL	=	Nital 20:1
IMIN <kA>	=	6.4
IMAX <kA>	=	7.5
ANZAHL_SCHLIFFE_IMIN	=	3
ANZAHL_SCHLIFFE_IMAX	=	3

BEGINN_SCHLIFFBILDER_IMIN
PROBENNUMMER; PROBENIDENTNUMMER; GEFUEGEBSTANDTEILE_WEZ; GEFUEGEBSTANDTEILE_LINSE; BILDDATEI <jpg>
1; SCHLIFF1; Ferrit; Martensit; J_00212_A_SB_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_IMIN_a.jpg
2; SCHLIFF2; Ferrit; Martensit; J_00212_A_SB_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_IMIN_b.jpg
3; SCHLIFF3; Ferrit; Martensit; J_00212_A_SB_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_IMIN_c.jpg

BEGINN_SCHLIFFBILDER_IMAX
PROBENNUMMER; PROBENIDENTNUMMER; GEFUEGEBESTANDTEILE_WEZ; GEFUEGEBESTANDTEILE_LINSE; BILDDATEI <jpg>
1; SCHLIFF1; Ferrit; Martensit; J_00212_A_SB_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_IMAX_a.jpg
2; SCHLIFF2; Ferrit; Martensit; J_00212_A_SB_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_IMAX_b.jpg
3; SCHLIFF3; Ferrit; Martensit; J_00212_A_SB_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_IMAX_c.jpg

12.3.10 Härteprüfung | **12.3.10 Hardness test**

PROBENIDENTNUMMER	=	J_00212_A_H_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17
VERFAHREN	=	ZWEISEITIGES WIDERSTANDSPUNKT-SCHWEISSEN 00212
VERSUCHSPROGRAMMNUMMER	=	PuD-F 23_016
PRUEFUNG	=	HAERTEPRÜFUNG
PRUEFDATUM <tt.mm.jjjj>	=	12.01.2024
PRUEFSTELLE	=	SUP
PRUEFER	=	M. Mustermann
BEMERKUNG	=	
AETZMITTEL	=	Nital 20:1
HAERTE HV	=	0.5
IMIN <kA>	=	6.4
IMAX <kA>	=	7.5
ANZAHL_HAERTEPRUEFUNGEN_IMIN	=	1
ANZAHL_HAERTEPRUEFUNGEN_IMAX	=	1
BILD_HAERTEPRUEFUNGEN_IMIN	=	J_00212_A_H_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_IMIN.jpg
BILD_HAERTEPRUEFUNGEN_IMAX	=	J_00212_A_H_DC04_ZE_SUP_PC_010_V01_R01_17_IMAX.jpg

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

BEGINN_HAERTEVERLAUF_IMIN
HAERTEVERLAUF_IMIN_AN_PROBE = 3
DATEN =
MESSPUNKT <n>; X <mm>; Y <mm>; HAERTEWERT <HV>; LAGE
1; 0.0; 0.0; 305; BM1
2; 1.0; 0.0; 307; BM1
3; 2.0; 0.0; 307; BM1
4; 3.0; 0.0; 320; BM1
5; 3.2; 0.0; 314; HAZ1
6; 3.4; 0.0; 324; HAZ1
7; 3.6; 0.0; 304; HAZ1
8; 3.8; 0.0; 294; HAZ1
9; 4.0; 0.0; 329; HAZ1
10; 4.2; 0.0; 398; HAZ1
11; 4.4; 0.0; 398; HAZ1
12; 4.6; 0.0; 403; HAZ1
13; 5.1; 0.0; 393; HAZ1
14; 5.7; 0.0; 409; WM
15; 6.3; 0.0; 388; WM
16; 6.9; 0.0; 388; WM
...; ...; ...; ...; ...

BEGINN_HAERTEVERLAUF_IMAX
HAERTEVERLAUF_IMAX_AN_PROBE = 3
DATEN =
MESSPUNKT <n>; X <mm>; Y <mm>; HAERTEWERT <HV>; LAGE
E SEP 1220-2, Seite 37
Seite 8, SEP 1245 Seite 37,E SEP 1245
1; 0.0; 0.0; 315; BM1
2; 1.0; 0.0; 321; BM1
...; ...; ...; ...; ...

12.3.11 Hochgeschwindigkeitszugversuch **12.3.11 High speed tensile test**

PROBENIDENTNUMMER	=	J_00212_A_HGZ_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O
VERFAHREN	=	ZWEISEITIGES WIDERSTANDSPUNKT-SCHWEISSEN 00212
VERSUCHSPROGRAMMNUMMER	=	PuD-F 23_016
PRUEFUNG	=	HOCHGESCHWINDIGKEITSZUGVERSUCH
PRUEFDATUM <tt.mm.jjjj>	=	12.01.2024
PRUEFSTELLE	=	SUP
PRUEFER	=	M. Mustermann
BEMERKUNG	=	
IMIN <kA>	=	6.4
ANZAHL_PROBEN_IMIN	=	5
PROBENHERSTELL-/ENTNAHMEVERFAHREN	=	Einzelbleche
FUEGEFORM_GEOMETRIE	=	Probe A
SONSTIGE_PROBENBEHANDLUNG	=	keine
PROBENBREITE <mm>	=	45
UEBERLAPPUNGSLAENGE <mm>	=	16
FREIE_EINSPANNLAENGE_Lf <mm>	=	250
ANFANGSMESSLAENGE_Le <mm>	=	250
PRUEFMASCHINE	=	HTM 5020
PRUEFSOFTWARE	=	SpeedWin 1.8.16
KRAFTAUFNEHMER	=	K9361Zug Piezo Aufnehmer

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

WEGAUFNEHMER = Kolbenweg Induktiv
PRUEFTEMPERATUR <°C> = RT
SOLLPRUEFGESCHWINDIGKEIT <m/s> = 2.5

BEGINN_HOCHGESCHWINDIGKEITSZUGWERTE_IMIN
PROBENNUMMER; PROBENIDENTNUMMER; DW <mm>; BRUCHART; MESSDATEI
1;J_00212_A_HGZ_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O_IMIN_a;4.8;IF;J_00212_A_HGZ_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O_IMIN_a.txt
2;J_00212_A_HGZ_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O_IMIN_b;4.8;IF;J_00212_A_HGZ_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O_IMIN_b.txt
3;J_00212_A_HGZ_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O_IMIN_c;4.8;IF;J_00212_A_HGZ_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O_IMIN_c.txt
4;J_00212_A_HGZ_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O_IMIN_d;4.8;IF;J_00212_A_HGZ_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O_IMIN_d.txt
5;J_00212_A_HGZ_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O_IMIN_e;4.7;IF;J_00212_A_HGZ_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O_IMIN_e.txt

12.3.12 Hochgeschwindigkeitszug-versuchwerte-Datei

12.3.12 High speed tensile test curve data

PROBENIDENTNUMMER = J_00212_A_HGZ_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O_IMIN_a

BEGINN_DATEN
ZEIT <s>; KRAFT <N>; WEG <mm>; WEG_LOK <mm>
00.050;0.0;165.5282;0
00.055;0.0;165.5282;0
00.060;0.0;165.5282;0
00.065;0.0;165.5282;0
00.070;0.1;165.6540;0
00.075;0.1;165.6540;0
00.080;0.1;165.6540;0
...; ...; ...; ...

12.3.13 Schwingfestigkeit

12.3.13 Fatigue test

PROBENIDENTNUMMER = J_00212_A_SF_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O
VERFAHREN = ZWEISEITIGES WIDERSTANDSPUNKT-SCHWEISSEN 00212
VERSUCHSPROGRAMMNUMMER = PuD-F 23_016
PRUEFUNG = SCHWINGUNG
PRUEFDATUM <tt.mm.jjjj> = 12.01.2024
PRUEFSTELLE = SUP
PRUEFER = M. Mustermann
BEMERKUNG =
DEHNUNGSVERHAELTNIS <1> = 0.1
FREQUENZ <Hz> = 30
ANZAHL_MESSUNGEN = 11

BEGINN_HEADER_MESSUNG
PROBENIDENTNUMMER; HOECHSTBELASTUNG_F0 <kN>; BELASTUNGSAMPLITUDE_FA <kN>; WEGAMPLITUDE_WA <muem>; SCHWINGSPIELZAHL_40% <N>
J_00212_A_SF_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O - 08;60.00;27.000;31.82;14000
J_00212_A_SF_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O - 03;50.00;22.500;26.04;33000
J_00212_A_SF_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O - 10;45.00;20.250;23.51;57000

Entwurf

J_00212_A_SF_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O - 02;40.00;18.000;21.06;91000
J_00212_A_SF_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O - 07;35.00;15.750;17.80;194000
J_00212_A_SF_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O - 01;30.00;13.500;15.37;424000
J_00212_A_SF_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O - 05;25.00;11.250;12.43;768000
J_00212_A_SF_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O - 06;22.50;10.125;11.54;1004000
J_00212_A_SF_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O - 09;21.25;9.563;20.45;1712000
J_00212_A_SF_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O - 04;20.00;9.000;9.75;2000000
J_00212_A_SF_DC04_ZE_SUP_VS_010_V01_R01_17_O - 11;15.00;6.750;7.51;2000000

BEGINN_AUSWERTUNG_PRUEFUNG
$ 40% STEIFIGKEITSVERLUST

VARIABLE_A <1>	=	4.34E+10
VARIABLE_C <1>	=	2.28E+02
REGRESSIONSKOEFFIZIENT_k	=	-4.51
KORRELATIONSKOEFFIZIENT_r	=	0.997
LEBENSDAUERSTREUSPANNE_TN	=	1.403

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf

Entwurf

© Stahlinstitut VDEh, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf