

INTERNATIONAL
STANDARD

ISO
25239-1

NORME
INTERNATIONALE

First edition
Première édition
2011-12-15

Friction stir welding — Aluminium —

Part 1:
Vocabulary

**Soudage par friction-malaxage —
Aluminium —**

Partie 1:
Vocabulaire

Rührreibschweißen — Aluminium —

Teil 1:
Begriffe



Reference number
Numéro de référence
ISO 25239-1:2011(E/F)

© ISO 2011



COPYRIGHT PROTECTED DOCUMENT
DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

The reproduction of the terms and definitions contained in this International Standard is permitted in teaching manuals, instruction booklets, technical publications and journals for strictly educational or implementation purposes. The conditions for such reproduction are: that no modifications are made to the terms and definitions; that such reproduction is not permitted for dictionaries or similar publications offered for sale; and that this International Standard is referenced as the source document.

With the sole exceptions noted above, no other part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either ISO at the address below or ISO's member body in the country of the requester.

La reproduction des termes et des définitions contenus dans la présente Norme internationale est autorisée dans les manuels d'enseignement, les modes d'emploi, les publications et revues techniques destinés exclusivement à l'enseignement ou à la mise en application. Les conditions d'une telle reproduction sont les suivantes: aucune modification n'est apportée aux termes et définitions; la reproduction n'est pas autorisée dans des dictionnaires ou publications similaires destinés à la vente; la présente Norme internationale est citée comme document source.

À la seule exception mentionnée ci-dessus, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Published in Switzerland/Publié en Suisse

Contents

Page

Foreword	vi
Introduction.....	ix
Scope	1
Terms and definitions	2
Bibliography.....	19
Alphabetical index.....	20
French alphabetical index (Index alphabétique)	21
German alphabetical index (Alphabetisches Verzeichnis).....	22

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 25239-1:2011

Sommaire

Page

Avant-propos.....	vii
Introduction	x
Domaine d'application.....	1
Termes et définitions.....	2
Bibliographie.....	19
Index alphabétique anglais (Alphabetical index)	20
Index alphabétique	21
Index alphabétique allemand (Alphabetisches Verzeichnis).....	22

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 25239-1:2011

Inhalt

Seite

Vorwort	viii
Einleitung	xi
Anwendungsbereich	1
Begriffe und Definitionen	2
Englischen Alphabetisches Verzeichnis (Alphabetical index)	20
Französischen Alphabetisches Verzeichnis (Index alphabétique)	21
Alphabetisches Verzeichnis	22

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 25239-1:2011

Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 2.

The main task of technical committees is to prepare International Standards. Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO 25239-1 was prepared by the International Institute of Welding, which has been approved as an international standardizing body in the field of welding by the ISO Council.

ISO 25239 consists of the following parts, under the general title *Friction stir welding — Aluminium*:

- *Part 1: Vocabulary*
- *Part 2: Design of weld joints*
- *Part 3: Qualification of welding operators*
- *Part 4: Specification and qualification of welding procedures*
- *Part 5: Quality and inspection requirements*

Requests for official interpretations of any aspect of this part of ISO 25239 should be directed to the ISO Central Secretariat, who will forward them to the IIW Secretariat for an official response.

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 25239-1 a été élaborée par l'Institut international de la soudure, qui a été approuvé par le Conseil de l'ISO en tant qu'organisme international de normalisation dans le domaine du soudage.

L'ISO 25239 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Soudage par friction-malaxage — Aluminium*:

- *Partie 1: Vocabulaire*
- *Partie 2: Conception des assemblages soudés*
- *Partie 3: Qualification des opérateurs soudeurs*
- *Partie 4: Descriptif et qualification des modes opératoires de soudage*
- *Partie 5: Exigences de qualité et de contrôle*

Il convient d'adresser les demandes d'interprétation officielles de l'un quelconque des aspects de la présente partie de l'ISO 25239 au Secrétariat central de l'ISO qui les transmettra au secrétariat de l'IIS en vue d'une réponse officielle.

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedskörperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitgliedskörperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Die ISO arbeitet bei allen Angelegenheiten der elektrotechnischen Normung eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Internationale Normen werden in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2, erarbeitet.

Die Hauptaufgabe von Technischen Komitees ist die Erarbeitung Internationaler Normen. Die von den Technischen Komitees verabschiedeten internationalen Norm-Entwürfe werden den Mitgliedskörperschaften zur Abstimmung vorgelegt. Die Veröffentlichung als Internationale Norm erfordert Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitgliedskörperschaften.

Es wird auf die Möglichkeit aufmerksam gemacht, dass einige der Festlegungen in diesem Dokument Gegenstand von Patentrechten sein können. Die ISO ist nicht dafür verantwortlich, einzelne oder alle solcher Patentrechte zu kennzeichnen.

ISO 25239-1 wurde von der IIW (International Institute of Welding) erarbeitet, der vom ISO-Rat als internationaler Normungsstelle im Bereich von Schweißen angenommen worden ist.

ISO 25239 mit dem allgemeinen Titel *Rührreibschweißen — Aluminium*, besteht aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Begriffe
- Teil 2: Ausführung der Schweißverbindungen
- Teil 3: Qualifizierung der Bediener
- Teil 4: Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren
- Teil 5: Qualitäts- und Prüfungsanforderungen

Anfragen zur offiziellen Auslegung irgendeines Aspektes dieses Teiles von ISO 25239 sollten über das ISO Zentralsekretariat gerichtet werden, das diese Anfragen an das IIW Sekretariat zur offiziellen Beantwortung weiterleitet.

Introduction

Welding processes are widely used in the fabrication of engineered structures. During the second half of the twentieth century, fusion welding processes, wherein fusion is obtained by the melting of parent material and usually a filler metal, dominated the welding of large structures. Then, in 1991, Wayne Thomas at TWI invented friction stir welding (FSW), which is carried out entirely in the solid phase (no melting).

The increasing use of FSW has created the need for this International Standard in order to ensure that welding is carried out in the most effective way and that appropriate control is exercised over all aspects of the operation. This International Standard focuses on the FSW of aluminium because, at the time of publication, the majority of commercial applications for FSW involved aluminium. Examples include railway carriages, consumer products, food processing equipment, aerospace structures, and marine vessels.

The parts of this International Standard are listed in the foreword.

Part 1 defines terms specific to FSW.

Part 2 specifies design requirements for FSW joints in aluminium.

Part 3 specifies requirements for the qualification of an operator for the FSW of aluminium.

Part 4 specifies requirements for the specification and qualification of welding procedures for the FSW of aluminium. A welding procedure specification (WPS) is needed to provide a basis for planning welding operations and for quality control during welding. Welding is considered a special process in the terminology of standards for quality systems. Standards for quality systems usually require that special processes be carried out in accordance with written procedure specifications. Metallurgical deviations constitute a special problem. Because non-destructive testing of the mechanical properties is impossible at the present level of technology, this has resulted in the establishment of a set of rules for qualification of the welding procedure prior to the release of the WPS to actual production. ISO 25239-4 defines these rules.

Part 5 specifies a method for determining the capability of a manufacturer to use the FSW process for the production of aluminium products of the specified quality. It defines specific quality requirements, but does not assign those requirements to any specific product group. To be effective, welded structures should be free from serious problems in production and in service. To achieve that goal, it is necessary to provide controls from the design phase through material selection, fabrication, and inspection. For example, poor design can create serious and costly difficulties in the workshop, on site or in service. Incorrect material selection can result in welding problems, such as cracking. Welding procedures have to be correctly formulated and qualified to avoid imperfections. To ensure the fabrication of a quality product, management should understand the sources of potential trouble and introduce appropriate quality and inspection procedures. Supervision should be implemented to ensure that the specified quality is achieved.

Introduction

Les procédés de soudage sont largement utilisés dans la fabrication de structures ouvragées. Au cours de la deuxième moitié du vingtième siècle, les procédés de soudage par fusion faisant intervenir la fusion du métal de base et, généralement, d'un métal d'apport de soudage ont dominé le soudage des structures de grandes dimensions. Ensuite, en 1991, Thomas Wayne au TWI a mis au point le soudage par friction-malaxage, qui est entièrement réalisé en phase solide (sans fusion).

L'utilisation croissante du soudage par friction-malaxage a rendu nécessaire l'élaboration de la présente Norme internationale afin de garantir que le soudage est réalisé de la manière la plus efficace et que tous les aspects de l'opération font l'objet d'un contrôle approprié. La présente Norme internationale se focalise sur le soudage par friction-malaxage de l'aluminium parce que, au moment de la publication, la majorité des applications commerciales du soudage par friction-malaxage concernait l'aluminium, par exemple les véhicules ferroviaires, les produits de grande consommation, les équipements de transformation des aliments, l'aéronautique et les bateaux.

Les différentes parties de la présente Norme internationale sont énumérées dans l'Avant-propos.

La Partie 1 donne les termes et définitions propres au soudage par friction-malaxage.

La Partie 2 spécifie les exigences de conception relatives aux assemblages en aluminium soudés par friction-malaxage.

La Partie 3 spécifie les exigences relatives à la qualification des opérateurs soudeurs pour le soudage par friction-malaxage de l'aluminium.

La Partie 4 spécifie les exigences relatives au descriptif et à la qualification des modes opératoires de soudage pour le soudage par friction-malaxage de l'aluminium. Des descriptifs de modes opératoires de soudage sont nécessaires pour servir de base à la planification des opérations de soudage et au contrôle qualité pendant le soudage. Le soudage est considéré comme un procédé particulier dans la terminologie des normes relatives aux systèmes qualité. Ces dernières exigent généralement que les procédés particuliers soient exécutés conformément à des descriptifs de modes opératoires écrits. Au plan métallurgique, ces écarts posent un problème particulier. Étant donné que l'évaluation des propriétés mécaniques est impossible dans l'état actuel de la technologie, au moyen d'essais non destructifs, un ensemble de règles a été établi pour la qualification du mode opératoire de soudage avant la diffusion du descriptif de ce mode opératoire de soudage à la production réelle. L'ISO 25239-4 définit ces règles.

La Partie 5 spécifie une méthode permettant de déterminer l'aptitude d'un fabricant à utiliser le procédé de soudage par friction-malaxage pour la fabrication de produits en aluminium ayant la qualité spécifiée. Elle définit des exigences spécifiques de qualité, mais n'assigne pas ces exigences à un groupe spécifique de produits. Pour être efficaces, il convient que les structures soudées soient exemptes de problèmes sérieux en production et en service. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de prévoir des contrôles depuis la phase de conception jusqu'au choix des matériaux, à la fabrication et à l'inspection ultérieure. Par exemple, une mauvaise conception du soudage peut induire des difficultés sérieuses et coûteuses en atelier, sur le site ou en service. Un mauvais choix des matériaux peut se traduire par des problèmes de soudage, tels que des fissurations. Les modes opératoires de soudage doivent être correctement formulés et approuvés pour éviter les défauts. Pour garantir la fabrication d'un produit de qualité, il convient que l'encadrement évalue les sources de problème potentiel et mette en place des procédures de qualité et de contrôle appropriées. Il convient qu'une surveillance soit mise en œuvre pour s'assurer que la qualité requise a été atteinte.

Einleitung

Schweißprozesse sind zur Herstellung von technischen Konstruktionen weit verbreitet. Während der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts wurde das Schweißen von großen Konstruktionen durch Schmelzschweißprozesse beherrscht, bei denen die Verbindung durch Abschmelzen des Grundwerkstoffs und üblicherweise eines Zusatzwerkstoffs erreicht wird. Im Jahre 1991 wurde dann am TWI das Rührreibschweißen (FSW, en: Friction Stir Welding) von Wayne Thomas entwickelt, das ausschließlich in der Festphase (kein Schmelzen) durchgeführt wird.

Der zunehmende Einsatz des Rührreibschweißens hat den Bedarf nach ISO 25239 (alle Teile) geschaffen, um sicherzustellen, dass das Schweißen so effektiv wie möglich durchgeführt und dass eine geeignete Steuerung aller Aspekte des Arbeitsablaufs erfolgt. ISO 25239 betrachtet das Rührreibschweißen von Aluminium, da zum Zeitpunkt ihrer Erstellung der überwiegende Anteil kommerzieller Anwendungen aus dem Rührreibschweißen von Aluminium bestand. Zu den Beispielen gehören Schienenfahrzeuge, Konsumgüter, Lebensmittelverarbeitungseinrichtungen, Raumfahrt und Schiffbau.

Aus diesem Grund veröffentlicht ISO diese Norm, die fünf Teile umfasst.

Teil 1, mit dem Titel *Vocabulary*, stellt die für das Rührreibschweißen spezifischen Begriffe vor.

Teil 2, mit dem Titel *Design of weld joints*, stellt Anforderungen an die Gestaltung von Rührreibschweißverbindungen in Aluminium vor.

Teil 3, mit dem Titel *Qualification of welding operators*, legt Anforderungen für die Qualifizierung von Bedienern für das Rührreibschweißen von Aluminium fest.

Teil 4, mit dem Titel *Specification and qualification of welding procedures*, legt Anforderungen für die Festlegung und Qualifizierung von Schweißverfahren zum Rührreibschweißen von Aluminium fest.

Eine Schweißanweisung (WPS) ist notwendig, um eine Basis für die Planung von Schweißvorgängen und für die Qualitätskontrolle während des Schweißens zu schaffen. In der Terminologie der Normen für Qualitätssicherungssysteme ist Schweißen als spezieller Prozess angesehen. Normen über Qualitätssicherungssysteme fordern gewöhnlich, dass spezielle Prozesse in Übereinstimmung mit schriftlichen Verfahrensanweisungen durchgeführt werden.

Metallurgische Abweichungen stellen ein spezielles Problem dar. Da wegen des aktuellen Standes der zerstörungsfreien Technologie eine zerstörungsfreie Bewertung der mechanischen Eigenschaften nicht möglich ist, hat dies zur Schaffung einer Reihe von Regeln für die Qualifizierung des Schweißverfahrens vor Freigabe der WPS für die tatsächliche Fertigung geführt. In dieser ISO-Norm werden diese Regeln definiert.

Teil 5, mit dem Titel *Quality and inspection requirements*, legt ein Verfahren zum Ermitteln der Befähigung eines Herstellers fest, den Schweißprozess für die Herstellung von Aluminiumprodukten in der festgelegten Qualität einzusetzen. Er definiert spezifische Qualitätsanforderungen, weist diese Anforderungen aber keiner spezifischen Produktgruppe zu. In der Fertigung geschweißter Bauteile sind ernsthafte Risiken zu vermeiden, um einen problemslosen Einsatz zu ermöglichen. Damit dieses Ziel erreicht wird, ist es notwendig, von der Gestaltungsphase bis hin zur Auswahl von Werkstoffen, Herstellung und Prüfung Kontrollmechanismen zur Verfügung zu stellen. Beispielsweise kann eine schlechte Gestaltung in der Werkstatt, auf der Baustelle oder beim Einsatz Schwierigkeiten hervorrufen, die ernsthafter Natur und kostenaufwändig sind. Eine falsche Auswahl von Werkstoffen kann zu Problemen beim Schweißen, beispielsweise zu Rissbildung, führen. Schweißverfahren müssen korrekt formuliert und qualifiziert sein, um Fehlstellen zu vermeiden. Um die Herstellung eines Qualitätsproduktes sicherzustellen, sollte die verantwortliche Leitung potentielle Fehlerquellen erkennen und entsprechende Qualitätssicherungs- und Prüfverfahren einführen. Um sicherzustellen, dass die festgelegte Qualität erreicht wird, sollte eine Überwachung eingeführt werden.

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 25239-1:2017

Friction stir welding — Aluminium —

Part 1: Vocabulary

Soudage par friction-malaxage — Aluminium —

Partie 1: Vocabulaire

Rührreibschweißen — Aluminium —

Teil 1: Begriffe

Scope

This part of ISO 25239 defines friction stir welding terms. In this part of ISO 25239, the term “aluminium” refers to aluminium and its alloys.

NOTE In addition to terms in English and French (two of the three official ISO languages), this part of ISO 25239 gives the equivalent terms in German; these are published under the responsibility of the member body for Germany (DIN). However, only the terms and definitions given in the official languages can be considered as ISO terms and definitions.

Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 25239 définit les termes relatifs au soudage par friction-malaxage. Dans la présente partie de l'ISO 25239, le terme «aluminium» se rapporte à l'aluminium et ses alliages.

NOTE En complément des termes en anglais et en français (deux des trois langues officielles de l'ISO), la présente partie de l'ISO 25239 donne les termes équivalents en allemand; ces termes sont publiés sous la responsabilité du comité membre allemand (DIN). Toutefois, seuls les termes et définitions donnés dans les langues officielles peuvent être considérés comme étant des termes et définitions de l'ISO.

Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 25239 definiert Begriffe für das Rührreibschweißen. Der Begriff „Aluminium“ bezieht sich in diesem Teil von ISO 25239 auf Aluminium und seine Legierungen.

ANMERKUNG Zusätzlich zu den Begriffen in Englisch und Französisch (zwei der drei offiziellen ISO-Sprachen), gibt dieser Teil der ISO 25239 die entsprechenden Begriffe in Deutsch an; diese werden in der Verantwortung der Deutschen Mitgliedsorganisation (DIN) veröffentlicht. Nur Begriffe in den offiziellen Sprachen können als ISO-Begriffe angesehen werden.

Terms and definitions

1 adjustable probe tool

tool whose probe length, rotation speed, and direction of probe rotation are adjustable, and may be different from those of the shoulder during welding

NOTE 1 See Figure 1.

NOTE 2 An adjustable probe can be utilized as a fixed probe.

NOTE 3 This tool enables joining to be accomplished without creating excessive toe flash at the start and exit hole.

Termes et définitions

1 pion ajustable

outil dont la longueur du pion, la vitesse de rotation et le sens de rotation du pion sont réglables, et qui peuvent être différentes de ceux de l'épaulement pendant le soudage

NOTE 1 Voir Figure 1.

NOTE 2 Un pion réglable peut être utilisé comme un pion fixe.

NOTE 3 Cet outil permet de réaliser l'assemblage sans bavure excessive sur les bords de la soudure au début du cordon ni au trou de sortie.

Begriffe und Definitionen

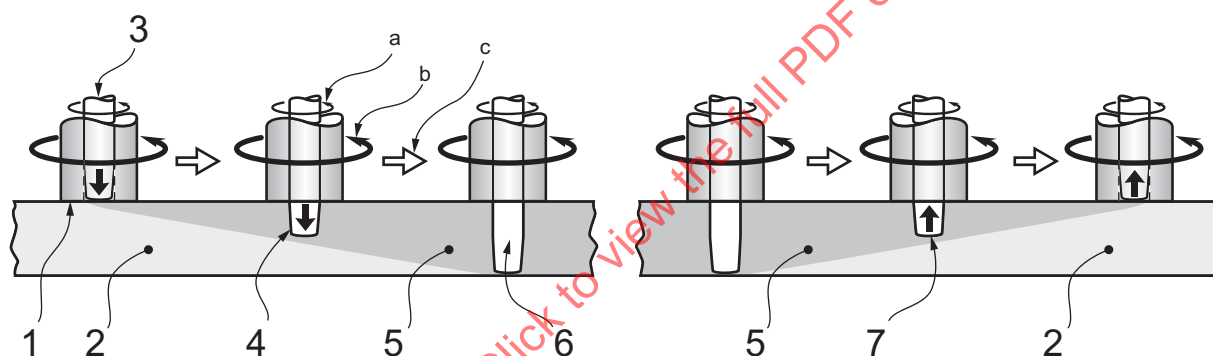
1 Werkzeug mit einstellbarem Schweißstift

Werkzeug, dessen Stiftlänge, Drehgeschwindigkeit und Drehrichtung des Stiftes einstellbar sind und die sich möglicherweise beim Schweißen von denen der Schulter unterscheiden

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 1.

ANMERKUNG 2 Ein einstellbarer Schweißstift kann auch als fester Schweißstift verwendet werden.

ANMERKUNG 3 Dieser Stift ermöglicht das Verbinden ohne eine übermäßige Gratbildung am Anfang und am Endloch.

**Key**

- 1 shoulder
- 2 unwelded workpiece
- 3 probe
- 4 probe moving downward
- 5 welded workpiece
- 6 probe at required position for welding
- 7 probe moving upward
- a Direction of probe rotation.
- b Direction of shoulder rotation.
- c Direction of welding.

Légende

- 1 épaulement
- 2 pièce à souder
- 3 pion
- 4 pion se déplaçant vers le bas
- 5 pièce soudée
- 6 pion en position requise de soudage
- 7 pion se déplaçant vers le haut
- a Sens de rotation du pion.
- b Sens de rotation de l'épaulement.
- c Sens du soudage.

Legende

- 1 Schulter
- 2 nicht geschweißtes Werkstück
- 3 Schweißstift
- 4 sich abwärts bewogender Schweißstift
- 5 geschweißtes Werkstück
- 6 Schweißstift an der für das Schweißen erforderlichen Position
- 7 sich aufwärts bewogender Schweißstift
- a Drehrichtung des Schweißstiftes.
- b Drehrichtung der Schulter.
- c Schweißrichtung.

Figure 1 — Adjustable probe tool

Figure 1 — Pion ajustable

Bild 1 — Werkzeug mit einstellbarem Schweißstift

2 advancing side

side of the weld where the direction of tool rotation is the same as the direction of welding

NOTE See Figure 2.

2 côté avance

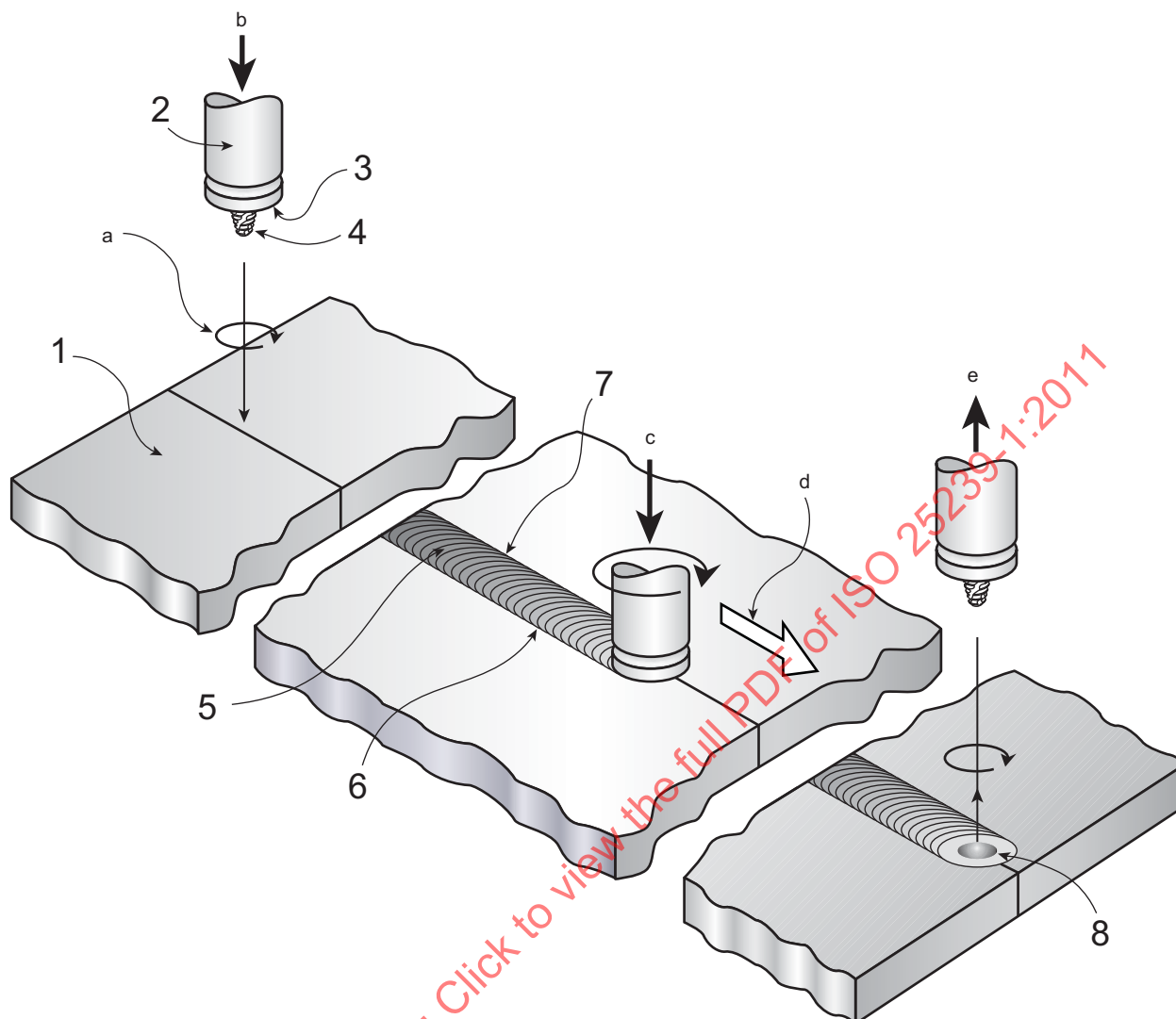
côté de la soudure où le sens de rotation de l'outil coïncide avec le sens du soudage

NOTE Voir Figure 2.

2 Gleichlaufseite

Seite der Schweißnaht, bei der die Drehrichtung des Werkzeuges der Schweißrichtung entspricht

ANMERKUNG Siehe Bild 2.

**Key**

- 1 workpiece
2 tool
3 shoulder
4 probe
5 weld face
6 retreating side of weld
7 advancing side of weld
8 exit hole
a Direction of tool rotation.
b Downward motion of tool.
c Axial force.
d Direction of welding.
e Upward motion of tool.

Légende

- 1 pièce
2 outil
3 épaulement
4 pion
5 face endroit de la soudure
6 côté recul de la soudure
7 côté avance de la soudure
8 trou de sortie
a Sens de rotation de l'outil.
b Mouvement vers le bas de l'outil.
c Force axiale.
d Sens du soudage.
e Mouvement vers le haut de l'outil.

Legende

- 1 Werkstück
2 Werkzeug
3 Schulter
4 Schweißstift
5 Schweißnahtoberfläche
6 Gegenlaufseite der Schweißnaht
7 Gleichlaufseite der Schweißnaht
8 Endloch
a Drehrichtung des Werkzeuges.
b Abwärtsbewegung des Werkzeuges.
c Axialkraft.
d Schweißrichtung.
e Aufwärtsbewegung des Werkzeuges.

Figure 2 — Basic principle of friction stir welding**Figure 2 — Principe de base du soudage par friction-malaxage****Bild 2 — Grundprinzip des Rührreibschweißens**

3 axial force

⟨friction stir welding⟩ force applied to the workpiece along the axis of tool rotation

NOTE See Figure 2.

3 force axiale

⟨soudage par friction-malaxage⟩ force appliquée à la pièce selon l'axe de rotation de l'outil

NOTE Voir Figure 2.

3 Axialkraft

⟨Rührreibschweißen⟩ in Richtung der Rotationsachse des Werkzeuges auf das Werkstück aufgebrachte Kraft

ANMERKUNG Siehe Bild 2.

4 bobbin tool

tool with two shoulders separated by a fixed length or an adjustable length probe

NOTE 1 The self-reacting bobbin tool allows the shoulders to automatically maintain contact with the workpiece.

NOTE 2 See Figure 3.

4 outil à double épaulement

outil comportant deux épaulements séparés par un pion de longueur fixe ou de longueur réglable

NOTE 1 Avec la technologie «self-reacting tool», l'outil à double épaulement permet aux épaulements de rester automatiquement en contact avec la pièce.

NOTE 2 Voir Figure 3.

4 Doppelschulterwerkzeug

Werkzeug mit zwei Schultern, die durch einen Schweißstift mit fester Länge oder einstellbarer Länge getrennt sind

ANMERKUNG 1 Durch das aktive Doppelschulterwerkzeug werden die Schultern automatisch in Kontakt mit dem Werkstück gehalten.

ANMERKUNG 2 Siehe Bild 3.

5 dwell time at end of weld

⟨friction stir welding⟩ time interval after travel has stopped, but before the rotating tool has begun to withdraw from the weld

NOTE See t_5 in Figure 4.

5 temps d'attente en fin de soudure

⟨soudage par friction-malaxage⟩ intervalle de temps entre l'arrêt du déplacement de l'outil rotatif et le début de son retrait de la soudure

NOTE Voir t_5 à la Figure 4.

5 Verweilzeit am Ende der Schweißnaht

⟨Rührreibschweißen⟩ Zeitabstand, nachdem die Vorschubbewegung beendet wurde, aber bevor das sich drehende Werkzeug von der Oberfläche zurückgezogen wurde

ANMERKUNG Siehe t_5 in Bild 4.

6 dwell time at start of weld

⟨friction stir welding⟩ interval between the time at which the rotating tool reaches its maximum depth in the parent material and the start of travel

NOTE See t_3 in Figure 4.

6 temps de préchauffage en début de soudure

⟨soudage par friction-malaxage⟩ intervalle de temps entre le moment où l'outil rotatif atteint sa profondeur maximale dans le métal de base et le début de son déplacement

NOTE Voir t_3 à la Figure 4.

6 Verweilzeit am Anfang der Schweißnaht

⟨Rührreibschweißen⟩ Zeitabstand zwischen dem Punkt, an dem das sich drehende Werkzeug seine maximale Tiefe im Grundwerkstoff erreicht hat, und dem Beginn der Vorschubbewegung

ANMERKUNG Siehe t_3 in Bild 4.

7 exit hole

hole remaining at the end of a weld after the withdrawal of the tool

NOTE See Figure 2.

7 trou de sortie empreinte de fin de cordon

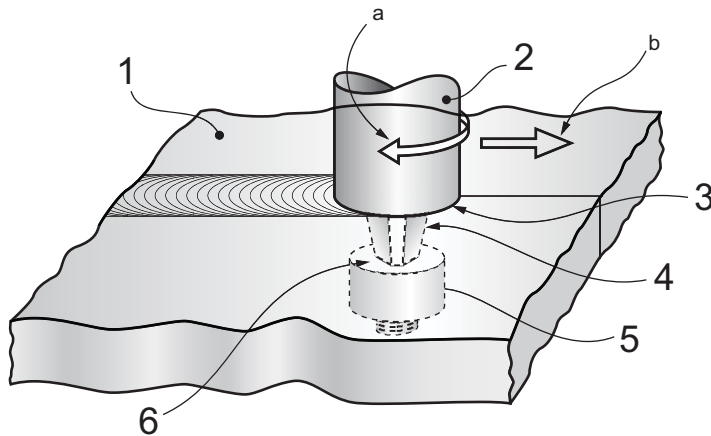
trou subsistant à l'extrémité d'une soudure après le retrait de l'outil

NOTE Voir Figure 2.

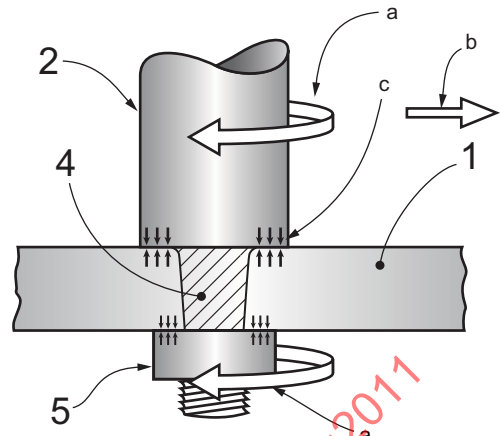
7 Endloch

am Ende einer Schweißnaht nach dem Zurückziehen des Werkzeuges verbleibendes Loch

ANMERKUNG Siehe Bild 2.



a) Isometric view
a) Vue isométrique
a) Isometrische Ansicht



b) Side view
b) Vue de côté
b) Seitenansicht

Key

- 1 workpiece
- 2 upper tool
- 3 upper shoulder
- 4 probe
- 5 lower tool
- 6 lower shoulder

- a Direction of tool rotation.
- b Direction of welding.
- c Reactive forces.

Légende

- 1 pièce
- 2 outil supérieur
- 3 épaulement supérieur
- 4 pion
- 5 outil inférieur
- 6 épaulement inférieur

- a Sens de rotation de l'outil.
- b Sens du soudage.
- c Forces de réaction.

Legende

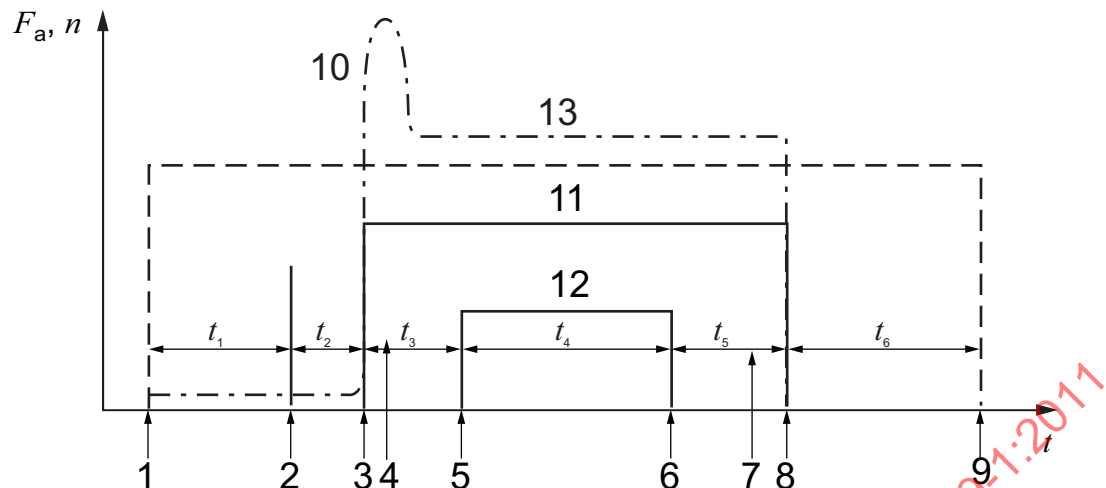
- 1 Werkstück
- 2 oberes Werkzeug
- 3 obere Schulter
- 4 Schweißstift
- 5 unteres Werkzeug
- 6 untere Schulter

- a Drehrichtung des Werkzeuges.
- b Schweißrichtung.
- c Reaktionskräfte.

Figure 3 — Bobbin tool

Figure 3 — Outil fixe à double épaulement

Bild 3 — Doppelschulterwerkzeug

**Key**

F_a axial force
 n rotational speed
 t time

$t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$
 operation times

- 1 start rotation
- 2 tool moves toward workpiece
- 3 probe contacts workpiece
- 4 dwell time at start of weld
- 5 start travel
- 6 stop travel
- 7 dwell time at end of weld
- 8 tool moves away from workpiece
- 9 stop rotation
- 10 rise in axial force
- 11 welding of workpiece
- 12 tool travel
- 13 constant axial force

Légende

F_a force axiale
 n vitesse de rotation
 t temps

$t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$
 temps d'opérations

- 1 début de rotation
- 2 déplacement de l'outil vers la pièce
- 3 contact du pion sur la pièce
- 4 commencement du préchauffage en début de soudure
- 5 début de déplacement de l'outil
- 6 fin de déplacement de l'outil
- 7 temps d'attente en fin de soudure
- 8 éloignement de l'outil de la pièce
- 9 arrêt de la rotation
- 10 augmentation de la force axiale
- 11 soudage de la pièce
- 12 déplacement de l'outil
- 13 force axiale constante

Legende

F_a Axialkraft
 n Drehgeschwindigkeit
 t Zeit

$t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$
 Prozesszeiten

- 1 Beginn der Werkzeugrotation
- 2 Werkzeug bewegt sich zum Werkstück hin
- 3 Schulter berührt Werkstück
- 4 Verweilzeit zu Beginn der Schweißung
- 5 Beginn der Vorschubbewegung
- 6 Ende der Vorschubbewegung
- 7 Verweilzeit am Ende der Schweißung
- 8 Werkzeug bewegt sich vom Werkstück weg
- 9 Ende der Werkzeugrotation
- 10 Axialkraftanstieg
- 11 Schweißen des Werkstückes
- 12 Werkzeug führt eine Vorschubbewegung aus
- 13 Konstante Axialkraft

Figure 4 — Generalized diagram of friction stir welding**Figure 4 — Diagramme généralisé du soudage par friction-malaxage****Bild 4 — Verallgemeinerte graphische Darstellung des Ablaufes beim Rührreibschweißen**

8**faying surface**

surface of one component that is intended to be in contact with a surface of another component to form a joint

[ISO 17659:2002^[6], 3.4]

8**face à souder**

surface de l'une des pièces destinée à être mise en contact avec une surface d'une autre pièce pour constituer un assemblage

[ISO 17659:2002^[6], 3.4]

8**Stoßfläche**

Oberfläche eines Bauteils, die sich in Kontakt mit einer Oberfläche eines anderen Bauteils befinden soll, um eine Verbindung zu bilden

[ISO 17659:2002^[6], 3.4]

9**fixed probe**

fixed length probe protruding from the shoulder, whose rotation and movement are the same as the shoulder

9**pion fixe**

pion de longueur fixe faisant saillie par rapport à l'épaule et dont les sens de rotation et de déplacement sont identiques à ceux de l'épaule

9**fester Schweißstift**

Schweißstift mit einer festen Länge, der aus der Schulter herausragt, dessen Drehung und Bewegung gleich der der Schulter sind

10**force control**

⟨friction stir welding⟩ method of maintaining the required force on the tool during welding

10**asservissement en force**

⟨soudage par friction-malaxage⟩ méthode maintenant la force requise sur l'outil pendant le soudage

10**Kraftsteuerung**

⟨Rührreibschweißen⟩ Verfahren zum Konstanthalten der für das Schweißen erforderlichen Kraft auf das Werkzeug

11**friction stir welding****FSW**

joining process producing a weld by the friction heating and mixing of material in the plastic state caused by a rotating tool that traverses along the weld

NOTE See Figures 2 and 4.

11**soudage par friction-****malaxage****FSW**

procédé d'assemblage produisant une soudure grâce à la chaleur produite par le frottement et le malaxage du matériau à l'état plastique engendré par la rotation de l'outil se déplaçant le long de la soudure

NOTE Voir Figures 2 et 4.

11**Rührreibschweißen**

Fügeverfahren, bei dem durch ein rotierendes Werkzeug, welches sich entlang der Schweißnaht bewegt, eine Schweißnaht durch Reibwärme und Mischen von Werkstoff im plastischen Zustand hergestellt wird

ANMERKUNG Siehe Bilder 2 und 4.

12**heel**

⟨friction stir welding⟩ part of the tool shoulder at the rear of the tool relative to its forward motion

NOTE See Figure 5.

12**talon**

⟨soudage par friction-malaxage⟩ partie de l'épaule de l'outil à l'arrière de l'outil par rapport à son mouvement vers l'avant

NOTE Voir Figure 5.

12**hintere Werkzeugkante**

⟨Rührreibschweißen⟩ Teil der Schulter, der sich an der Hinterseite des Werkzeuges bezogen auf seine Vorwärtsbewegung befindet

ANMERKUNG Siehe Bild 5.

13

heel plunge depth

distance the heel extends into the weld metal

NOTE See Figure 5.

13

profondeur de pénétration du talon

profondeur à laquelle pénètre le talon dans le métal fondu

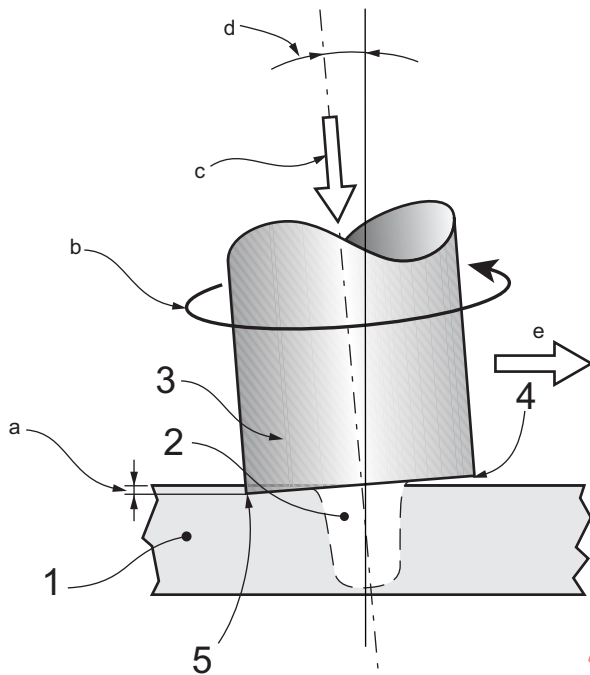
NOTE Voir Figure 5.

13

Eintauchtiefe der hinteren Werkzeugkante

Strecke, um die die hintere Werkzeugkante in das Schweißgut hineingedrückt wird

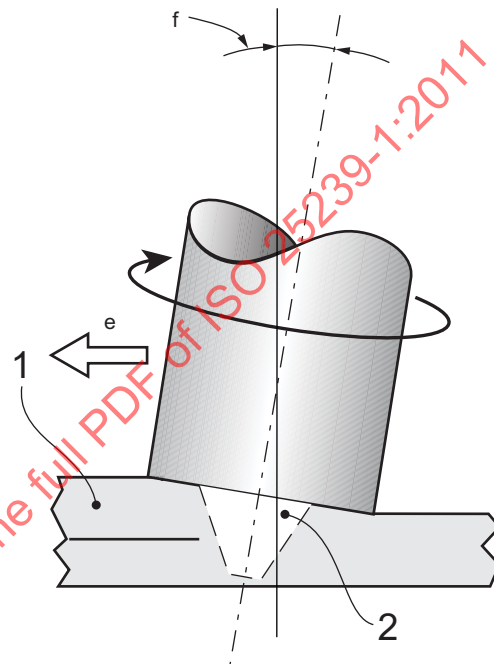
ANMERKUNG Siehe Bild 5.



a) Side view of butt joint

a) Vue de côté d'un assemblage bout à bout

a) Seitenansicht eines Stumpfstoßes



b) Side view of lap joint

b) Vue de côté d'un assemblage à recouvrement

b) Seitenansicht eines Überlappstoßes

Key

1	workpiece
2	probe
3	tool
4	shoulder (leading edge)
5	heel (shoulder trailing edge)
a	Heel plunge depth.
b	Direction of tool rotation.
c	Axial force.
d	Tilt angle.
e	Direction of welding.
f	Side tilt angle.

Légende

1	pièce
2	pion
3	outil
4	épaulement (bord d'attaque)
5	talon (bord de fuite de l'épaulement)
a	Profondeur de pénétration du talon.
b	Sens de rotation de l'outil.
c	Force axiale.
d	Angle d'inclinaison.
e	Sens de soudage.
f	Angle d'inclinaison latéral.

Legende

1	Werkstück
2	Schweißstift
3	Werkzeug
4	Schulter (führende Kante)
5	Hintere Werkzeugkante (Hinterkante der Schulter)
a	Eintauchtiefe der Hinterkante.
b	Drehrichtung des Werkzeuges.
c	Axialkraft.
d	Anstellwinkel.
e	Schweißrichtung.
f	Seitlicher Neigungswinkel.

Figure 5 — Heel, heel plunge depth, and tilt angle

Figure 5 — Talon, profondeur de pénétration du talon et angle d'inclinaison

Bild 5 — Hintere Werkzeugkante, Eintauchtiefe der Hinterkante und Neigungswinkel

14 hook

⟨friction stir welding⟩ separated and curved faying surfaces on the advancing or retreating side of a lap weld

NOTE The hook can either turn upward or downward. Figure 6 c) shows a hook turning upward.

15 incomplete penetration

penetration that is less than that required or specified

[ISO 17659:2002^[6], 3.6]

NOTE Even though there is no bond, there is normally extensive plastic deformation in this region. This type of imperfection is shown in the examples in Figure 7.

16 lateral offset

⟨friction stir welding⟩ distance from the tool axis to the faying surface

NOTE See Figure 8.

17 multi-run welding

welding in which the weld is made in more than one run

[ISO/TR 25901:2007^[7], 2.236]

14 remontée d'interface

⟨soudage par friction-malaxage⟩ surfaces à souder séparées et incurvées du côté avance ou du côté recul d'une soudure à recouvrement

NOTE La remontée d'interface peut être orientée vers le haut ou vers le bas. La Figure 6 c) représente une remontée d'interface orientée vers le haut.

15 manque de pénétration

pénétration moindre que celle exigée ou spécifiée

[ISO 17659:2002^[6], 3.6]

NOTE Même s'il n'y a pas de liaison, cette zone présente normalement une déformation plastique. Ce type de défaut est représenté dans les exemples de la Figure 7.

16 décalage latéral

⟨soudage par friction-malaxage⟩ distance entre l'axe de l'outil et les faces à souder

NOTE Voir Figure 8.

17 soudage multipasse

soudage dans lequel la soudure est effectuée en plus d'une passe

[ISO/TR 25901:2007^[7], 2.236]

14 innere Verformung

⟨Rührreibschweißen⟩ voneinander getrennte und verformte Stoßflächen auf der Gleich- oder Gegenlaufseite einer Überlappnaht

ANMERKUNG Die innere Verformung kann entweder aufwärts oder abwärts orientiert sein. In Bild 6 c) ist die innere Verformung aufwärts orientiert.

15 unvollständige Durchschweißung

Wurzelausbildung einer Schweißverbindung bei der nicht die volle Dicke der Verbindung geschweißt wurde

[ISO 17659:2002^[6], 3.6]

ANMERKUNG Obwohl es hier keine Verbindung gibt, kommt es in diesem Bereich üblicherweise zu einer extensiven plastischen Verformung. Dieser Fehlertyp ist in den Beispielen in Bild 7 angegeben.

16 seitlicher Achsversatz

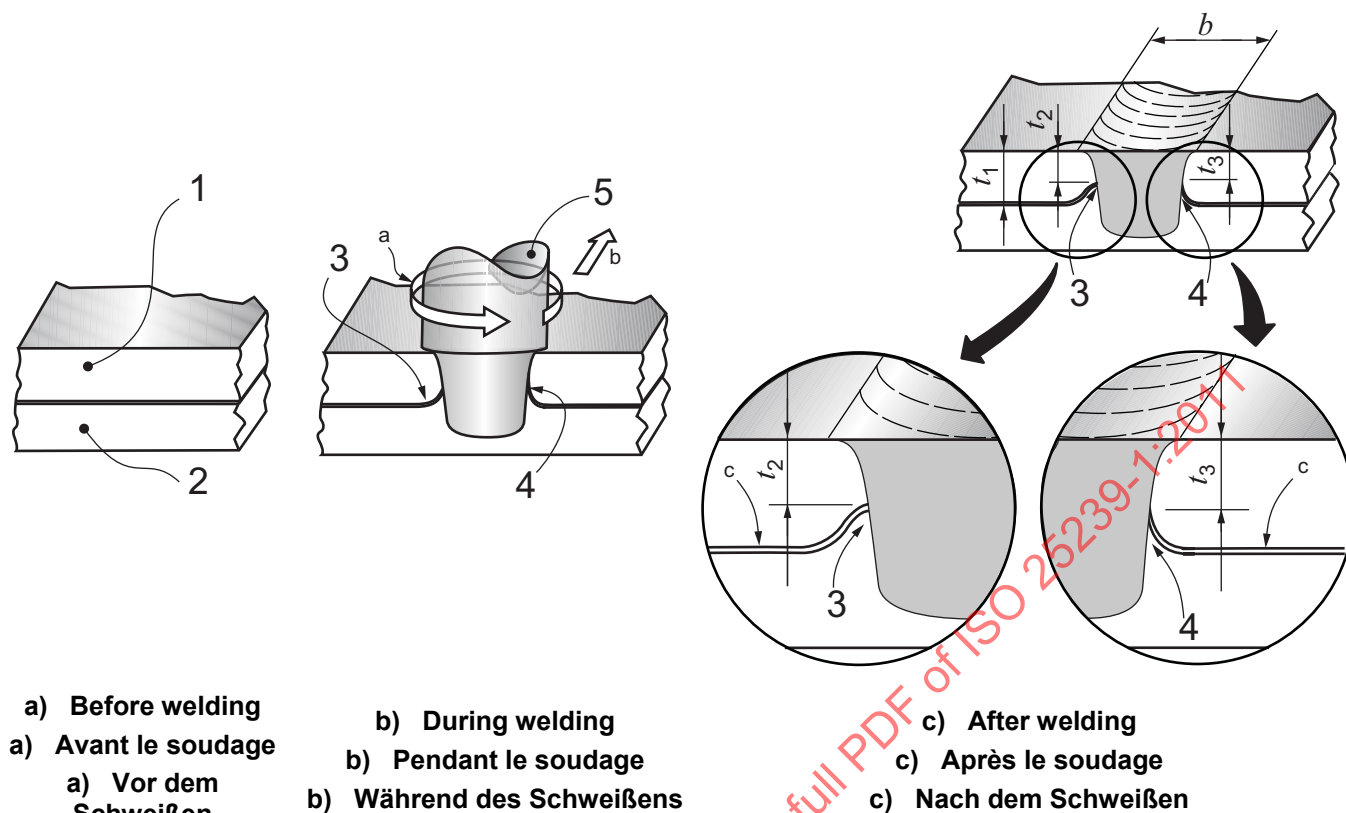
⟨Rührreibschweißen⟩ Abstand von der Werkzeugachse zur Stoßfläche

ANMERKUNG Siehe Bild 8.

17 Mehrlagenschweißen

Schweißung, bei der die Schweißnaht auf einer vorherigen hergestellt wird

[ISO/TR 25901:2007^[7], 2.236]

**Key**

b	width
t_1	original thickness of the upper workpiece
t_2	postweld thickness of the upper workpiece on the retreating side
t_3	postweld thickness of the upper workpiece on the advancing side
1	upper workpiece
2	lower workpiece
3	retreating side, notch tip orientation toward shoulder side (upper workpiece)
4	advancing side, notch tip orientation (hook) toward shoulder side (upper workpiece)
5	tool
a	Direction of tool rotation.
b	Direction of welding.
c	Gap between faying surfaces.

Légende

b	largeur
t_1	épaisseur d'origine de la pièce supérieure
t_2	épaisseur soudée de la pièce supérieure, côté recul
t_3	épaisseur soudée de la pièce supérieure, côté avance
1	pièce supérieure
2	pièce inférieure
3	côté recul, extrémité de l'entaille orientée vers la face de l'épaulement (pièce supérieure)
4	côté avance, extrémité de l'entaille (remontée d'interface) orientée vers la face de l'épaulement (pièce supérieure)
5	outil
a	Sens de rotation de l'outil.
b	Sens de soudage.
c	Espace entre les faces à souder.

Legende

b	Breite
t_1	ursprüngliche Dicke des oberen Werkstückes
t_2	Dicke des oberen Werkstücks nach dem Schweißen auf der Gegenlaufseite
t_3	Dicke des in der Nähe der Schulter befindlichen Werkstückes nach dem Schweißen auf der Gleichlaufseite
1	oberes Werkstück
2	unteres Werkstück
3	Gegenlaufseite, Verformungs-ausrichtung zur Schulterseite (oberes Werkstück)
4	Gleichlaufseite, Verformungs-ausrichtung (innere Verformung) zur Schulterseite (oberes Werkstück)
5	Werkzeug
a	Drehrichtung des Werkzeuges.
b	Schweißrichtung.
c	Spalt zwischen den Stoßflächen.

Figure 6 — Cross-section of friction stir lap weld showing hook**Figure 6 — Coupe transversale d'un assemblage à recouvrement soudé par friction-malaxage montrant une remontée d'interface****Bild 6 — Querschnitt einer überlappenden Rührreibschweißnaht mit innerer Verformung**

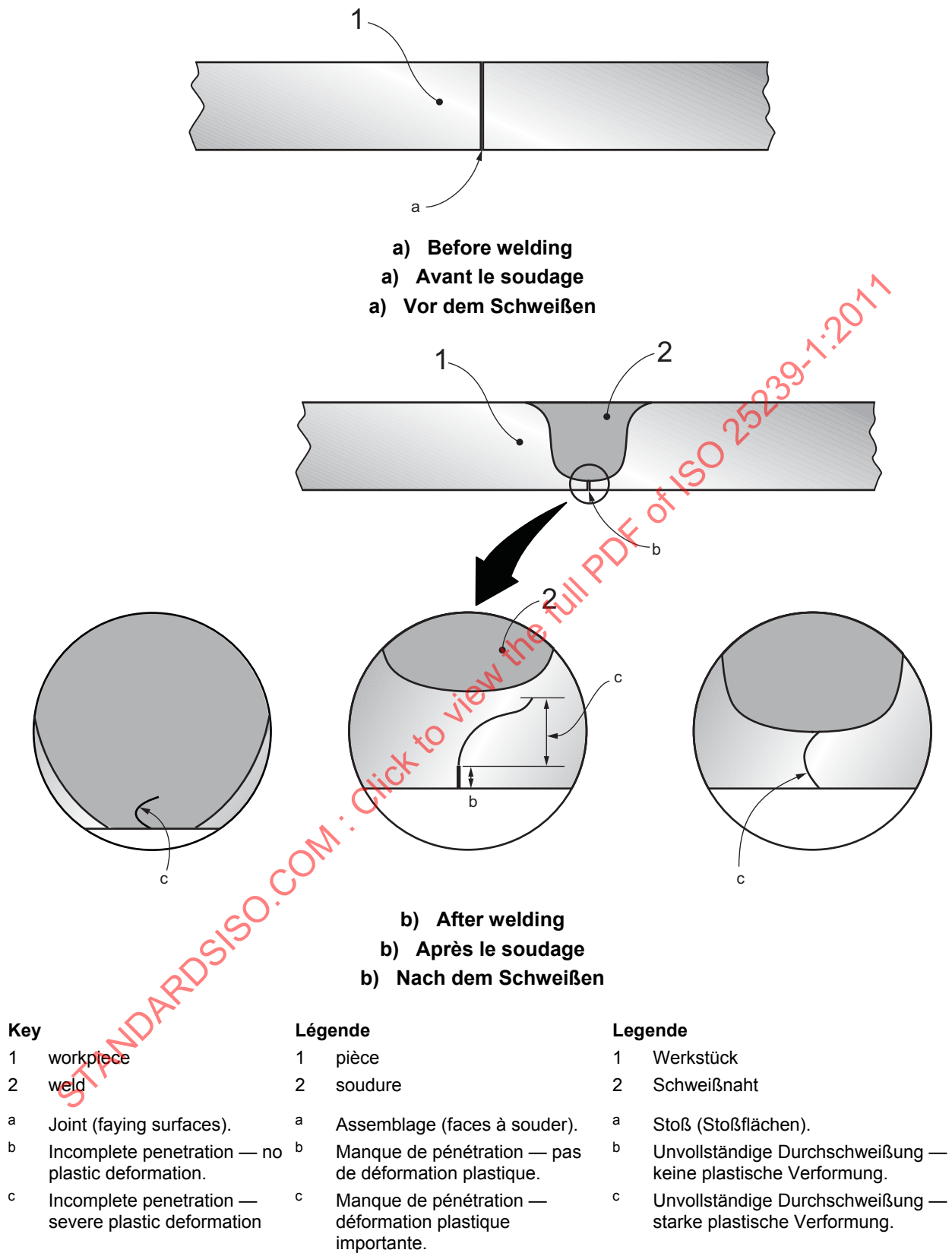


Figure 7 — Macrosection of a butt weld showing incomplete penetration
Figure 7 — Coupe macroscopique d'une soudure bout à bout montrant un manque de pénétration
Bild 7 — Makroschliff einer Stumpfnah mit unvollständiger Durchschweißung

**18
multiple spindles**
friction stir welding system with two or more spindles

**18
broches multiples**
système de soudage par friction-malaxage à deux broches ou plus

**18
Mehrfachspindeln**
Rührreibschweißsystem mit zwei oder mehr Spindeln

**19
position control**
〈friction stir welding〉 method of maintaining the required position of the tool during welding

**19
asservissement en position**
〈soudage par friction-malaxage〉 méthode permettant de maintenir la position requise de l'outil pendant le soudage

**19
Positionsteuerung**
〈Rührreibschweißen〉 Verfahren zum Beibehalten der beim Schweißen erforderlichen Position des Werkzeuges

**20
pre-production welding test**
welding test having the same function as a welding procedure test, but based on a non-standard test piece representative of the production conditions
[ISO/TR 25901:2007^[7], 2.281]

**20
assemblage soudé de préproduction**
essai de soudage ayant la même fonction qu'une épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage, mais basée sur un assemblage de qualification non normalisé, représentatif des conditions de fabrication
[ISO/TR 25901:2007^[7], 2.281]

**20
vorgezogene Arbeitsprüfung**
schweißtechnische Prüfung, die die gleiche Aufgabe wie eine Schweißverfahrensprüfung hat, sich jedoch auf ein nicht genormtes Prüfstück bezieht, das für die Fertigungsbedingungen repräsentativ ist
[ISO/TR 25901:2007^[7], 2.281]

**21
probe**
〈friction stir welding〉 part of the tool extending into the parent material to make the weld
NOTE The probe can be either fixed or adjustable, see Figures 1, 2, and 9.

**21
pion**
〈soudage par friction-malaxage〉 partie de l'outil qui pénètre dans le métal de base pour réaliser la soudure
NOTE Le pion peut être fixe ou ajustable (voir Figures 1, 2 et 9).

**21
Schweißstift**
〈Rührreibschweißen〉 Teil des Werkzeuges, das in den Grundwerkstoff eindringt, um die Schweißung durchzuführen
ANMERKUNG Der Schweißstift kann entweder fest oder verstellbar sein (siehe Bilder 1, 2 und 9).

**22
production sample welding test**
test of a welded product from production
NOTE Adapted from ISO/TR 25901:2007^[7], 2.283.

**22
essai sur échantillons de production**
essai sur produit soudé issu de la fabrication
NOTE Adapté de l'ISO/TR 25901:2007^[7], 2.283.

**22
schweißtechnische Stichprobenprüfung**
Prüfung eines schweißtechnischen Erzeugnisses aus der Fertigung
ANMERKUNG Abgeleitet von ISO/TR 25901:2007^[7], 2.283.

23**production welding test**

pre-production welding test carried out under production welding conditions

NOTE Adapted from ISO/TR 25901:2007^[7], 2.284.

23**assemblage soudé de production**

assemblage soudé de production réalisé dans les conditions de soudage de la fabrication

NOTE Adaptée de l'ISO/TR 25901:2007^[7], 2.284.

23**schweißtechnische Fertigungsprüfung**

vorgezogene Arbeitsprüfung, durchgeführt unter Schweißbedingungen wie in der Fertigung

ANMERKUNG Abgeleitet von ISO/TR 25901:2007^[7], 2.284.

24**retreating side**

side of the weld where the direction of tool rotation is opposite to the direction of welding

NOTE See Figure 2.

24**côté recul**

côté de la soudure où le sens de rotation de l'outil est opposé au sens du soudage

NOTE Voir Figure 2.

24**Gegenlaufseite**

Seite der Schweißnaht, an der die Drehrichtung des Werkzeuges entgegengesetzt zur Schweißrichtung verläuft

ANMERKUNG Siehe Bild 2.

25**shoulder**

⟨friction stir welding⟩ portion of the tool in contact with the surface of the parent material during welding

NOTE See Figure 9.

25**épaulement**

⟨soudage par friction-malaxage⟩ portion de l'outil en contact avec la surface du métal de base pendant le soudage

NOTE Voir Figure 9.

25**Schulter**

⟨Rührreibschweißen⟩ Teil des Werkzeuges, der beim Schweißen in Kontakt mit der Oberfläche des Grundwerkstoffes steht

ANMERKUNG Siehe Bild 9.

26**side tilt angle**

angle between the centreline of the tool and a line perpendicular to the surface of the work piece, measured in a plane perpendicular to the direction of welding

NOTE See Figure 5.

26**angle d'inclinaison latéral**

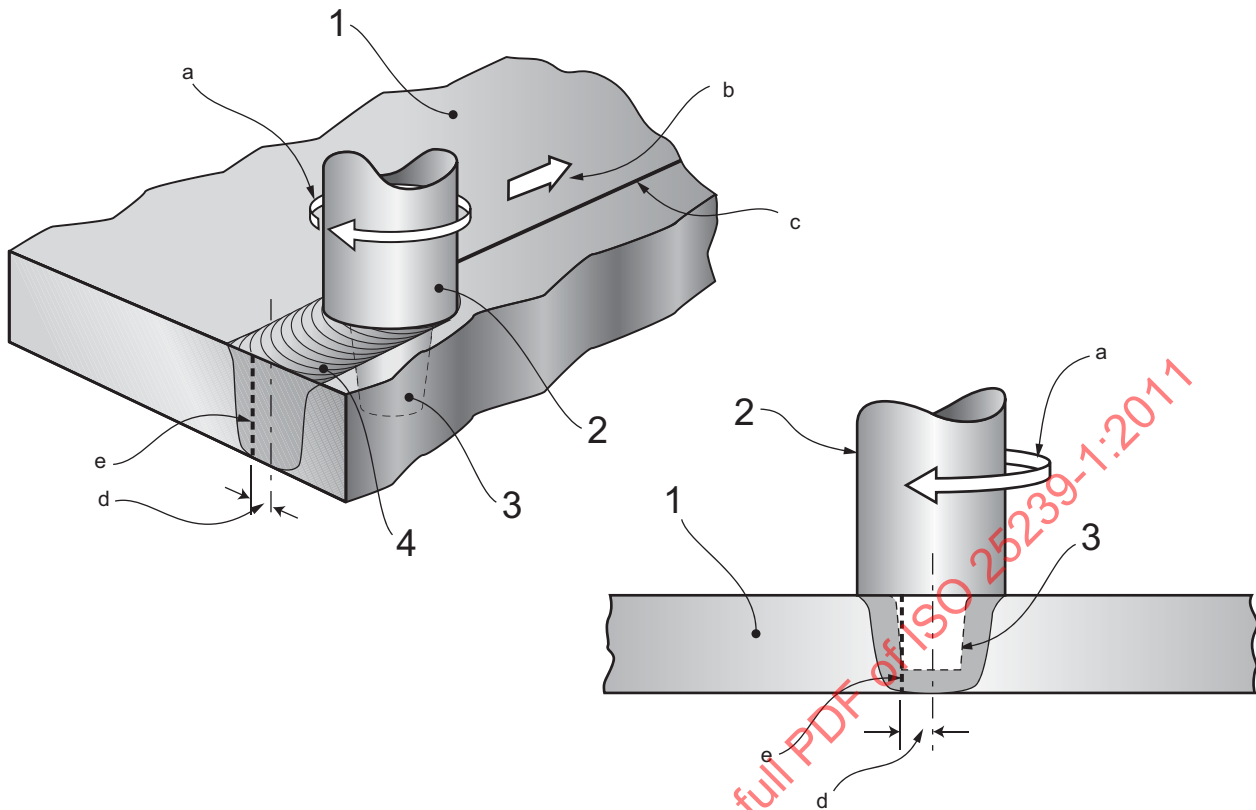
angle entre l'axe de l'outil et une ligne perpendiculaire à la surface inférieure de la pièce, mesuré dans un plan perpendiculaire au sens de soudage

NOTE Voir Figure 5.

26**seitlicher Neigungswinkel**

Winkel zwischen der Mittellinie des Werkzeuges und einer senkrecht zur Werkstückoberfläche verlaufenden Linie, gemessen in einer Ebene, die rechtwinklig zur Schweißung verläuft

ANMERKUNG Siehe Bild 5.



Key

- 1 workpiece
- 2 tool
- 3 probe
- 4 weld face

- a Direction of tool rotation.
- b Direction of welding.
- c Joint (faying surfaces).
- d Lateral offset.
- e Location of joint before welding.

Légende

- 1 pièce
- 2 outil
- 3 pion
- 4 face endroit de la soudure

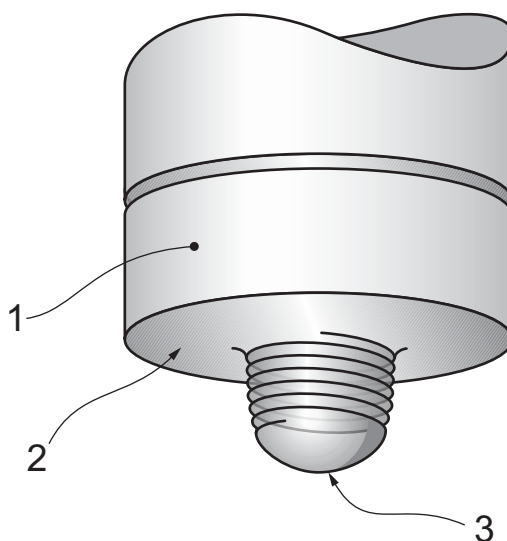
- a Sens de rotation de l'outil.
- b Sens de soudage.
- c Joint (faces à souder).
- d Décalage latéral.
- e Emplacement du joint avant soudage.

Legende

- 1 Werkstück
- 2 Werkzeug
- 3 Schweißstift
- 4 Schweißnahtoberfläche

- a Drehrichtung des Werkzeuges.
- b Schweißrichtung.
- c Stoß (Stoßflächen).
- d Seitlicher Achsversatz.
- e Position des Stoßes vor dem Schweißen.

Figure 8 — Lateral offset showing the centreline of the tool not centred on the joint
Figure 8 — Décalage latéral montrant l'axe de l'outil non aligné sur le joint
Bild 8 — Seitlicher Achsversatz mit nicht mittig auf der Verbindung angeordneter Mittellinie des Werkzeuges

**Key**

- 1 tool
2 shoulder
3 probe

Légende

- 1 outil
2 épaulement
3 pion

Legende

- 1 Werkzeug
2 Schulter
3 Schweißstift

Figure 9 — Example of a friction stir welding tool**Figure 9 — Exemple d'outil de soudage par friction-malaxage****Bild 9 — Beispiel für ein Werkzeug für das Rührreibschweißen****27****single-run welding**

⟨friction stir welding⟩ welding in which the weld is made in one run

NOTE Adapted from ISO 857-1:1998^[1], 5.1.1

27**soudage monopasse**

⟨soudage par friction-malaxage⟩ soudage dans lequel la soudure est effectuée en un seule passe

NOTE Adaptée de l'ISO 857-1:1998^[1], 5.1.1.

27**Einlagenschweißen**

⟨Rührreibschweißen⟩ Schweißvorgang, bei dem die Schweißnaht in einem Durchgang gefertigt wird

ANMERKUNG Abgeleitet von ISO 857-1:1998^[1], 5.1.1.

28**single spindle**

⟨friction stir welding⟩ friction stir welding system with one spindle

28**monobroche**

⟨soudage par friction-malaxage⟩ système de soudage par friction-malaxage à une seule broche

28**Einzelspindel**

⟨Rührreibschweißen⟩ Rührreibschweißsystem mit einer Spindel

29**standard welding test**

welding and testing of a standardized test piece in order to qualify a welding operator

29**essai de soudage standard**

soudage et essais d'un assemblage de qualification normalisé afin de qualifier un opérateur soudeur

29**Standard-Prüfschweißung**

Schweißen und Prüfen eines genormten Prüfteils zur Qualifikation eines Bedieners von Schweißeinrichtungen

**30
stirred zone**

oval-shaped region in the centre of the weld where a fine-grained, equiaxed microstructure exists

**30
zone de malaxage**

région de forme ovale au centre de la soudure où une microstructure à grains fins équiaxes existe

**30
Rührzone**

in der Mitte der Schweißnaht oval geformter Bereich, in dem eine feinkörnige, ungerichtete Mikrostruktur vorliegt

**31
tilt angle**

⟨friction stir welding⟩ angle between the centreline of the tool and a line perpendicular to the surface of the work piece, opposite to the direction of welding

NOTE 1 See Figure 5.

NOTE 2 Typical tilt angles are 0° to 5°.

**31
angle d'inclinaison**

⟨soudage par friction-malaxage⟩ angle entre l'axe de l'outil et une ligne perpendiculaire à la surface de la pièce, opposé au sens de soudage

NOTE 1 Voir Figure 5.

NOTE 2 Les angles d'inclinaison types sont de 0° à 5°.

**31
Anstellwinkel**

⟨Rührreibschweißen⟩ Winkel zwischen der Mittellinie des Werkzeuges und der senkrecht zur Oberfläche des Werkstückes verlaufenden Linie, in der Schweißrichtung entgegengesetzter Richtung

ANMERKUNG 1 Siehe Bild 5.

ANMERKUNG 2 Typische Anstellwinkel sind 0° bis 5°.

**32
toe flash**

imperfection consisting of excessive metal protruding above the weld toe or material expelled along the toe of the weld during welding

NOTE See Figure 10.

**32
bavure au niveau du bord de la soudure**

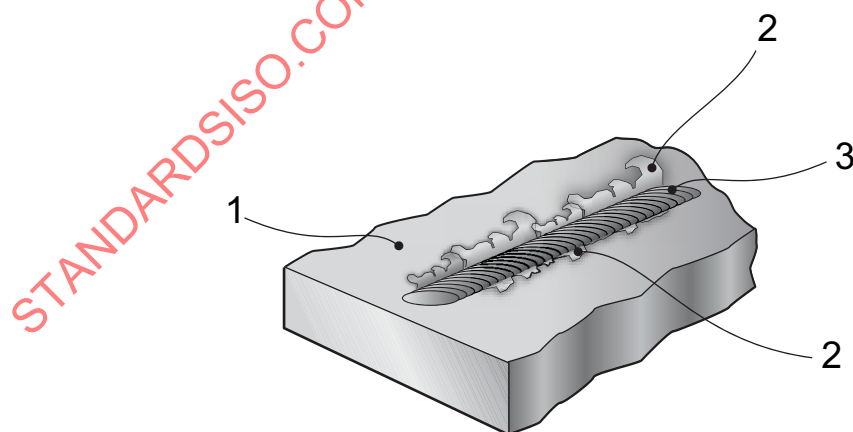
défaut consistant en un excès de métal faisant saillie au-dessus de la soudure ou de matière refoulée pendant le soudage

NOTE Voir Figure 10.

**32
Schweißgrat**

Unregelmäßigkeit, bestehend aus einem Übermaß an Metall, das seitlich an der Nahtoberfläche herausragt oder Material, das beim Schweißen entlang der Nahtoberfläche herausgedrückt wird

ANMERKUNG Siehe Bild 10.



Key

- 1 workpiece
- 2 toe flash
- 3 weld

Légende

- 1 pièce
- 2 bavure au niveau du bord de la soudure
- 3 soudure

Legende

- 1 Werkstück
- 2 Schweißgrat
- 3 Schweißnaht

Figure 10 — Toe flash
Figure 10 — Bavure au niveau du bord de la soudure
Bild 10 — Schweißgrat