

DIN EN ISO 15620

ICS 25.160.10

Entwurf

Einsprüche bis 2017-11-08
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 15620:2000-10

**Schweißen –
Reibschweißen von metallischen Werkstoffen (ISO/DIS 15620:2017);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 15620:2017**

Welding –
Friction welding of metallic materials (ISO/DIS 15620:2017);
German and English version prEN ISO 15620:2017

Soudage –
Soudage par friction des matériaux métalliques (ISO/DIS 15620:2017);
Version allemande et anglaise prEN ISO 15620:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-09-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nas@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 94 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 15620:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 092-00-24 AA „Reibschweißen — Linear- und Rotationsreibschweißen (DVS AG V 11.1)“ im DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm- Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 4063	siehe DIN EN ISO 4063
ISO 3452-1	siehe DIN EN ISO 3452-1
ISO 10863	siehe DIN EN ISO 10863
ISO 13588	siehe DIN EN ISO 13588
ISO 17637	siehe DIN EN ISO 17637
ISO 17638	siehe DIN EN ISO 17638
ISO 17640	siehe DIN EN ISO 17640
ISO 17643	siehe DIN EN ISO 17643

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 15620:2000-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen aktualisiert;
- b) Abschnitt „Literaturhinweise“ ergänzt;
- c) Anhang ZA bezüglich der aktuellen Richtlinie überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 4063, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern*

DIN EN ISO 3452-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

DIN EN ISO 10863, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Anwendung der Beugungslaufzeittechnik (TOFD)*

DIN EN ISO 13588, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Anwendung von automatisierter phasengesteuerter Array-Technologie*

DIN EN ISO 17637, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen*

DIN EN ISO 17638, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung*

DIN EN ISO 17640, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung*

DIN EN ISO 17643, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Wirbelstromprüfung von Schweißverbindungen durch Vektorauswertung*

Nationaler Anhang NB
(informativ)

Alphabetisches Stichwortverzeichnis zum Abschnitt 3

Anpressdruck	3.7
Anpressfläche	3.35
Anreibmoment	3.8
Ausgangsquerschnitt	3.32
Axialdruck	3.2
Axialkraft	3.1
Bauteil	3.5
Bremsphase	3.26
Bremszeit	3.27
Drehmomentverlauf	3.28
Drehzahl	3.25
Eigenbremsung	3.6
freie Länge	3.23
Fremdbremsung	3.9
Gesamtlängenverkürzung	3.29
Gesamtschweißzeit	3.30
geschweißter Querschnitt	3.21
Längenzugabe	3.22
Reibdruck	3.19
Reibkraft (-kräfte)	3.17
Reibphase	3.18
Reibweg	3.3
Reibzeit	3.20
Schweißung	3.34
Schweißwulst	3.31
Schweißzyklus	3.33
Stauchdruck	3.14
Stauchkraft	3.11
Stauchphase	3.13
Stauchverkürzungsrate	3.15
Stauchweg	3.12
Stauchzeit	3.16
Stoßfläche	3.10
Umfangsgeschwindigkeit	3.24
Verkürzungsrate	3.4

Schweißen — Reibschweißen von metallischen Werkstoffen (ISO/DIS 15620:2017)

Soudage — Soudage par friction des matériaux métalliques (ISO/DIS 15620:2017)

Welding — Friction welding of metallic materials (ISO/DIS 15620:2017)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den abzudeckenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EU	6
Vorwort	7
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Verfahrensgrundlagen.....	12
4.1 Prozess.....	12
4.1.1 Rotationsreibschweißen mit direktem Antrieb.....	13
4.1.2 Reibschweißen mit gespeicherter Energie (Schwungradreibschweißen).....	15
4.1.3 Andere Prozesse	16
4.1.4 Ausführungsarten des Reibschweißens.....	17
4.2 Werkstoffe und Werkstoffkombinationen	17
4.3 Reibschweißmaschinen	18
4.3.1 Allgemeines	18
4.3.2 Zusatzeinrichtungen.....	19
5 Qualitätsanforderungen.....	19
5.1 Allgemeines	19
5.2 Vorbereitung für das Schweißen	20
5.2.1 Zustand der Ausgangswerkstoffe	20
5.2.2 Vorbereitung der zu schweißenden Bauteile.....	20
5.2.3 Spannen der Bauteile	20
5.3 Wärmenachbehandlung.....	21
5.4 Qualitätssicherung.....	21
6 Schweißanweisung (WPS).....	21
6.1 Allgemeines	21
6.2 Informationen bezogen auf den Hersteller.....	22
6.2.1 Kennzeichnung des Herstellers.....	22
6.2.2 Kennzeichnung der WPS.....	22
6.3 Informationen bezogen auf den Werkstoff	22
6.3.1 Werkstoffart	22
6.3.2 Informationen zum Bauteil.....	22
6.4 Schweißparameter.....	22
6.5 Schweißverbindung.....	22
6.5.1 Gestaltung der Verbindung.....	22
6.5.2 Bauteilvorbereitung	22
6.5.3 Spanneinrichtungen	23
6.6 Zusatzeinrichtungen.....	23
7 Anerkennung des Schweißverfahrens.....	23
7.1 Grundsätze	23
7.2 Schweißverfahrensprüfungen.....	23

7.2.1	Anwendung	23
7.2.2	Vorläufige Schweißanweisung (pWPS)	23
7.2.3	Anzahl der Prüfschweißungen	23
7.2.4	Ausführungen der Prüfstücke	24
7.2.5	Prüfverfahren	26
7.2.6	Abnahmekriterien	27
7.3	Bericht über die Anerkennung des Schweißverfahrens (WPQR)	28
7.4	Vorliegende Erfahrung	28
7.5	Bedingungen für eine Wiederholungsprüfung	28
7.6	Maschinenspezifischer Charakter einer WPS	28
7.7	Anforderungen an die Wiederholungsprüfung	28
8	Schweißpersonal	28
8.1	Reibschweißmaschinenbediener	28
8.2	Reibschweißmaschineneinrichter	28
8.3	Schweißaufsichtspersonal (Aufsicht)	29
Anhang A (informativ) Zusammenhang zwischen den Schweißparametern		30
A.1	Schweißparameter für das Rotationsreibschweißen mit direktem Antrieb	30
A.1.1	Allgemeines	30
A.1.2	Reibphase	30
A.1.3	Bremsphase	30
A.1.4	Stauchphase	31
A.2	Schweißparameter für das Reibschweißen mit gespeicherter Energie (Schwungrad)	31
A.2.1	Allgemeines	31
A.2.2	Energie	31
A.2.3	Axialkraft	31
Anhang B (informativ) Weitere auf Reibung beruhende Prozesse		32
B.1	Radialreibschweißen	32
B.2	Reibbolzenschweißen	32
B.3	Reibauftragschweißen	32
B.4	Reibkegel-Lochschweißen	32
B.5	Reibkegel-Steppnahtschweißen	32
B.6	Reibrührschweißen	32
B.7	Reib-Nahtschweißen	32
B.8	Reib-Überlapp-Nahtschweißen (der LUC-Prozess)	32
B.9	Einstech-Reibschweißen	33
B.10	Reibschweißen mit Zusatzwerkstoff (dritter Werkstoff)	33
B.11	Reib-Strangpreß-Plattieren	33
B.12	Reib-Hohlraum-Bearbeitung	33
B.13	Reibhartlöten	33
B.14	Linearreibschweißen	33
Anhang C (informativ) Für das Reibschweißen geeignete Werkstoffkombinationen		34
Anhang D (informativ) Richtlinien für die Qualitätssicherung		35
Anhang E (informativ) Untersuchung und Prüfung		36
E.1	Zerstörungsfreie Prüfung	36
E.1.1	Allgemeines	36
E.1.2	Sichtprüfung	36
E.1.3	Maßprüfung	36
E.1.4	Eindringprüfung	36
E.1.5	Magnetpulverprüfverfahren	36
E.1.6	Wirbelstromprüfung	37
E.1.7	Ultraschallprüfung	37
E.2	Zerstörende Prüfung	37
E.2.1	Allgemeines	37

E.2.2	Zugprüfung.....	37
E.2.3	Kerbschlagbiegeprüfung.....	37
E.2.4	Metallographische Untersuchung	37
E.3	Belastungsprüfung.....	37
Anhang F (informativ) Schweißanweisung des Herstellers (WPS).....		38
Anhang G (informativ) Merkmale reibgeschweißter Bauteile		40
Anhang H (informativ) Anerkennung eines Schweißverfahrens, Berichtsvordruck (WPQR)		
	Anerkennung eines Schweißverfahrens, Prüfbericht.....	45
Literaturhinweise.....		48

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 15620:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 15620:2000 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 15620:2017 wurde von CEN als prEN ISO 15620:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den abzudeckenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EU

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines von der Europäischen Kommission erteilten Normungsauftrages M/071 „Normungsauftrag an CEN über Druckgeräte“ erarbeitet, erarbeitet, um ein freiwilliges Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EU zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Sinne dieser Richtlinie in Bezug genommen worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 aufgeführten normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereiches dieser Norm zur Vermutung der Konformität mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA Vorschriften.

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Richtlinie 2014/68/EU

Wesentliche Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EU	Abschnitte dieser EN	Bemerkungen/Anmerkungen
Anhang I, 3.1 und 3.1.1	Abschnitt 4	Verfahrensgrundlagen
Anhang I, 3.1	Abschnitt 5	Qualitätsanforderungen
Anhang I, 3.1.2	Abschnitt 6	Schweißanweisung
Anhang I, 3.1.2	Abschnitt 7	Anerkennung des Schweißverfahrens
Anhang I, 3.1.2	Abschnitt 8	Schweißpersonal
Anhang I, 3.1 und 3.1.2	Anhang D	Qualitätssicherung
Anhang I, 3.1.2 und 3.1.3	Anhang E und G	Untersuchung und Prüfung

WARNHINWEIS 1 — Die Vermutung der Konformität bleibt bestehen, solange eine Verweisung auf diese Europäische Norm im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht ist. Anwender dieser Norm sollten regelmäßig die aktuelle Veröffentlichung der Liste im Amtsblatt der Europäischen Union konsultieren.

WARNHINWEIS 2 — Für Produkte und Dienstleistungen, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien gelten.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen, sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44, *Welding and allied processes*, Unterkomitee SC 10, *Quality management in the field of welding*, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 15620:2000), die technisch überarbeitet wurde.

Einleitung

Beim Reibschweißen werden Schweißungen im festen Zustand erzeugt, indem ein Bauteil relativ zu und in Kontakt mit dem anderen zu fügenden Bauteil bewegt wird, um Wärme an den Stoßflächen zu erzeugen. Die Schweißung wird durch Aufbringen einer Kraft während oder nach dem Aufheben der Relativbewegung fertiggestellt. Es gibt mehrere Formen der Energiezufuhr und viele unterschiedliche Formen der Relativbewegung.

Die Erzeugung der Reiberwärmung bedingt eine vergleichsweise niedrige Fügetemperatur im Fügequerschnitt. Dies ist hauptsächlich der Grund dafür, dass das Reibschweißen für Werkstoffe und Werkstoffkombinationen geeignet ist, die anderweitig schwierig zu schweißen sind. Die Schweißzone ist im allgemeinen schmal und hat normalerweise ein feinkörniges Gefüge.

Wenn auch der Reibschweißprozess vorrangig für Bauteile mit Rundquerschnitt eingesetzt wird, schließt das Verfahren das Fügen anderer Bauteilformen nicht aus.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen für das Reibschweißen von Bauteilen aus metallischen Werkstoffen fest.

Es legt insbesondere Anforderungen zum Rotationsreibschweißen fest, die sich auf die Verfahrensgrundlagen, Qualitätsanforderungen, Schweißanweisung, die Anerkennung des Schweißverfahrens und das Schweißpersonal beziehen.

Dieses Dokument kann angewendet werden, wenn Lieferbedingungen, eine Anwendungsnorm oder Regelwerke den Nachweis des Herstellers zur Erzeugung geschweißter Konstruktionen einer definierten Qualität verlangen. Diese Norm ist als umfassendes Bezugsdokument für Verträge erarbeitet worden. Die gestellten Anforderungen können vollständig oder teilweise übernommen werden, falls sie für die betreffende Konstruktion zutreffend sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 4063, *Welding and allied processes — Nomenclature of processes and reference numbers*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Axialkraft

Axialkraft zwischen den zu schweißenden Teilen

3.2

Reibweg

Längenverkürzung in der Reibphase

3.3

Verkürzungsrate

Die Rate der Verkürzung der Bauteile während des Wirkens der Reibkraft

3.4

Bauteil

Ein Einzelteil vor dem Schweißen

3.5

Eigenbremsung

Verringerung der Rotationsgeschwindigkeit, verursacht durch Reibung der Stoßflächen

3.6

Fremdbremmung

Verminderung der Drehzahl durch externes Bremsen

3.7

Stoßfläche

Oberfläche eines Bauteils, die mit der Oberfläche eines anderen Bauteils in Kontakt ist, um eine Schweißverbindung zu bilden

3.8

Stauchkraft

Kraft, die senkrecht zu den Stoßflächen anliegt, wenn die Relativbewegung zwischen den Bauteilen abnimmt oder aufgehört hat

3.9

Stauchweg

Betrag um den sich die Gesamtlänge der Bauteile während des Wirkens der Stauchkraft verkürzt

3.10

Stauchphase

Intervallkraft im Reibschweißzyklus, die zwischen Beginn und Ende des Wirkens der Stauchung liegt

3.11

Stauchdruck

Durch die axiale Stauchkraft verursachter Druck (auf die Fläche bezogene Kraft) auf die Stoßflächen

3.12

Stauchzeit

Zeit in der die Stauchkraft auf die Bauteile einwirkt

3.13

Reibkraft (-kräfte)

Kraft/Kräfte, die senkrecht zu den Stoßflächen anliegt, solange eine Relativbewegung zwischen den Bauteilen wirkt

3.14

Reibphase

Intervallkraft im Reibschweißzyklus, in der die Wärme, die zur Verbindungsbildung erforderlich ist, durch Relativbewegung und Axialkraft/-kräfte zwischen den Bauteilen erzeugt wird, z. B. vom Kontakt der Bauteile bis zum Beginn der Abbremsung

3.15

Reibdruck

Durch die axiale Reibkraft verursachter Druck/Drücke (auf die Fläche bezogene Kraft) auf die Stoßflächen

3.16

Reibzeit

Zeit während der Relativbewegung zwischen den Bauteilen, die bei Drehzahl und unter Anwendung der Reibkraft/-kräfte stattfindet

3.17

geschweißter Querschnitt

Berührungsfläche, die sich nach dem Schweißvorgang zwischen den Stoßflächen gebildet hat

3.18

freie Länge

Abstand zwischen Stoßfläche und Spannfutter vor Schweißbeginn

3.19

Umfangsgeschwindigkeit

Geschwindigkeit des Außendurchmessers der zu schweißenden Stoßflächen

3.20

Drehzahl

Anzahl der Umdrehungen je Minute des rotierenden Teiles

3.21

Bremsphase

Intervall im Reibschweißzyklus, in der die Relativbewegung zwischen den Bauteilen auf Null abgebremst wird

3.22

Bremszeit

erforderliche Zeit, die das rotierende Teil benötigt, um von der Reibgeschwindigkeit auf Null abgebremst zu werden

3.23

Gesamtlängenverkürzung

Die Verkürzung, die als Folge des Reibschweißvorgangs entsteht, z.B. Summe von Reibweg und Stauchweg

3.24

Gesamtschweißzeit

Zeit zwischen Bauteilberührung und Ende der Stauchphase

3.25

Schweißzyklus

Abfolge von Vorgängen der Maschine, um eine Schweißung auszuführen und Rückkehr zur Ausgangsposition (ohne Bauteilhandhabung)

3.26

Schweißung

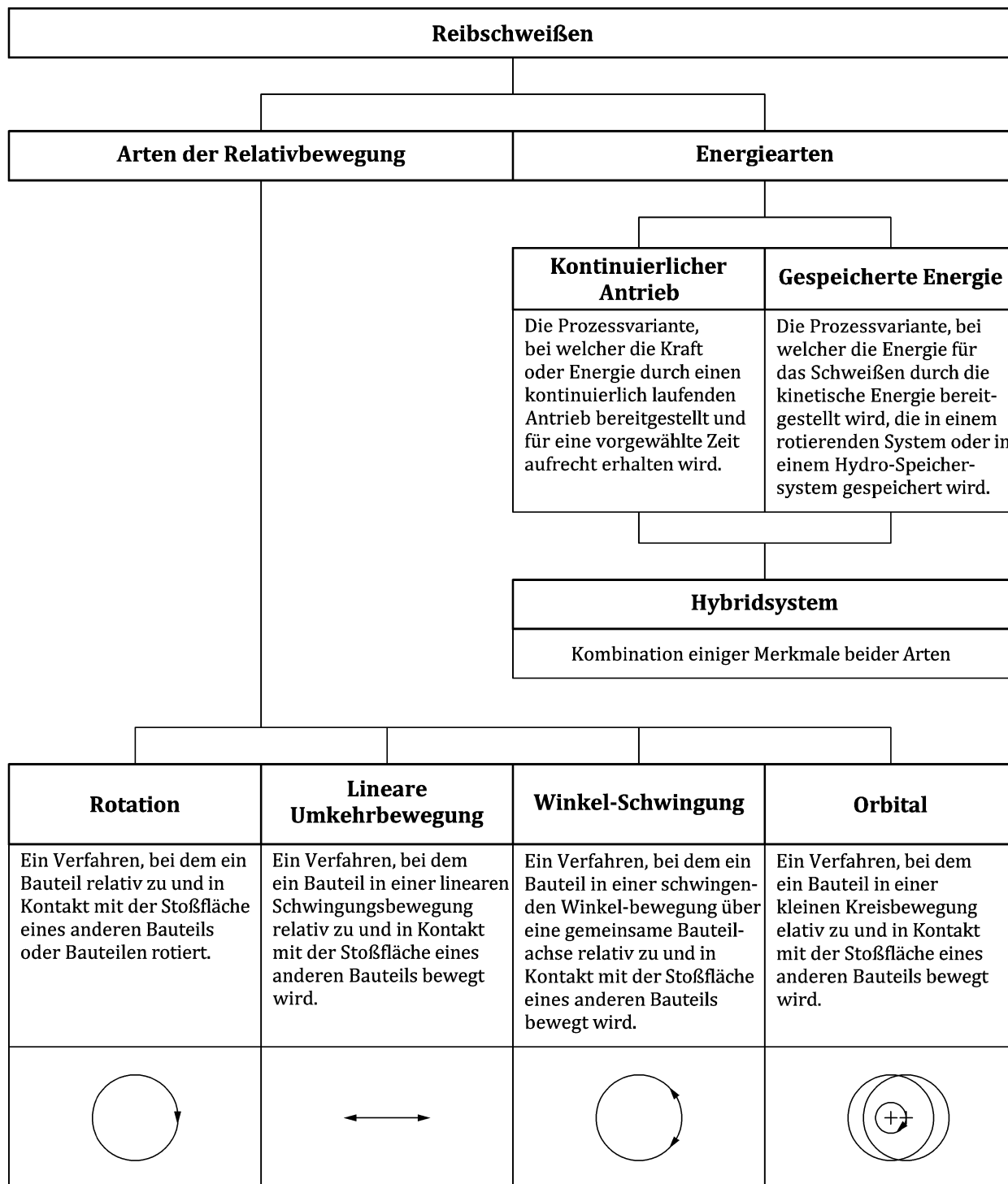
zwei oder mehrere Bauteile werden durch Schweißen verbunden

4 Verfahrensgrundlagen

4.1 Prozess

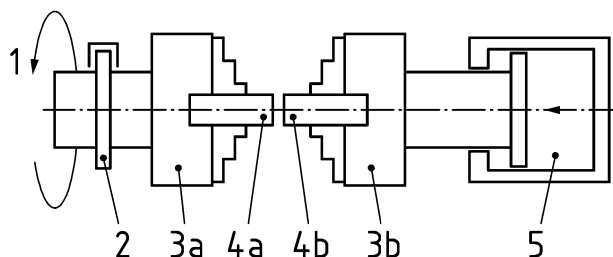
Die Einteilung der Reibschweißprozesse ist in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 — Einteilung der Reibschweißprozesse



4.1.1 Rotationsreibschweißen mit direktem Antrieb

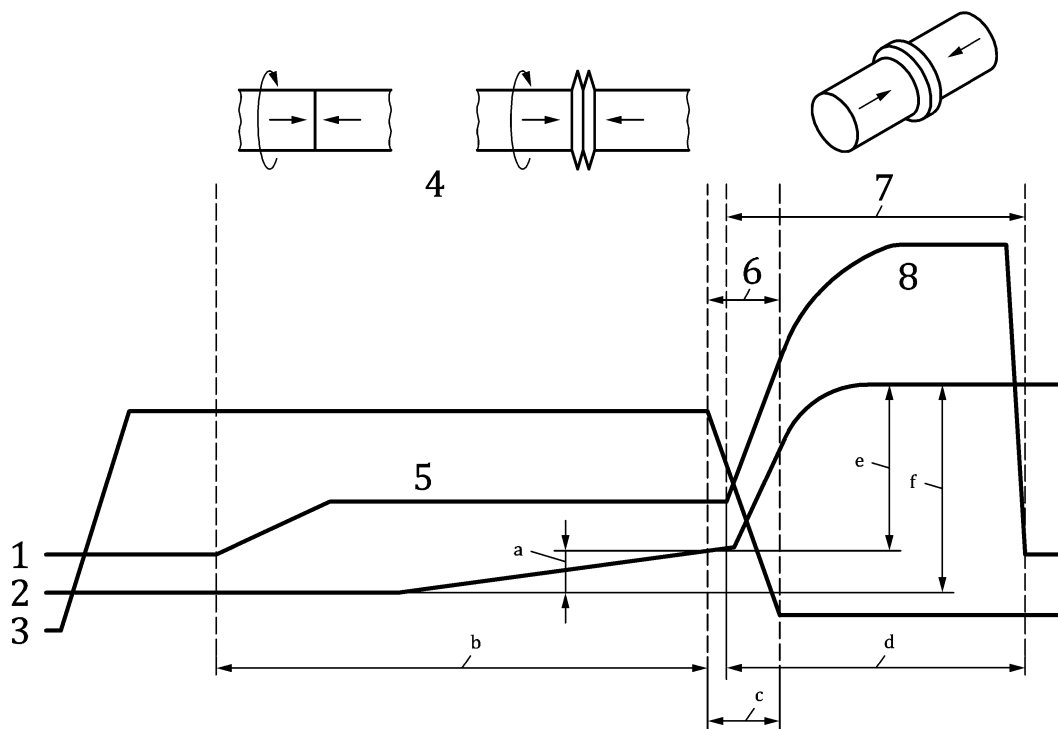
Die Energiezufuhr erfolgt durch einen direkten Antrieb bei einer vorbestimmten Drehzahl oder Drehzahlen, Bilder 1 und 2.



Legende

- 1 Antriebsmotor
- 2 Bremse
- 3a Rotierende Spanneinrichtung
- 3b Feststehende Spanneinrichtung
- 4a Rotierendes Werkstück
- 4b Feststehendes Werkstück
- 5 Druckzylinder

Bild 1 — Darstellung des Rotationsreibschweißens mit direktem Antrieb



Legende

1	Axialkraft	a	Reibweg
2	Axialverkürzung	b	Reibzeit
3	Drehzahl	c	Bremszeit
4	Reibphase	d	Stauchzeit
5	Reibkraft	e	Stauchweg
6	Bremsphase	f	Gesamtlängenverkürzung
7	Stauchphase		
8	Stauchkraft		

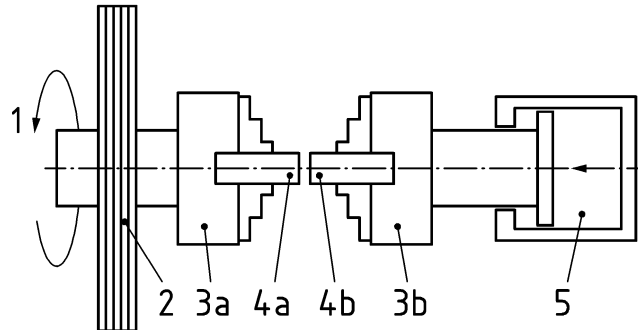
Bild 2 — Darstellung der typischen Zusammenhänge charakteristischer Größen für das Rotationsreibschweißen bei konstanter Drehzahl (Reibschweißen, Prozess Nr. 42 nach ISO 4063)

Die Spindel wird entweder bei einem vorbestimmten Wert verzögert oder durch eine externe Bremse oder Eigenbremsung zum Stillstand gebracht. Die Hauptschweißparameter sind nachfolgend aufgeführt und ihr Zusammenhang ist in Anhang A zusammengestellt.

- Drehzahl(en);
- vorbestimmte Reibkraft(-kräfte);
- Reibzeit oder Verkürzung;
- vorbestimmte Stauchkraft(-kräfte);
- Stauchzeit;
- Bremszeit und Stauchverzögerung.

4.1.2 Reibschweißen mit gespeicherter Energie (Schwungradreibschweißen)

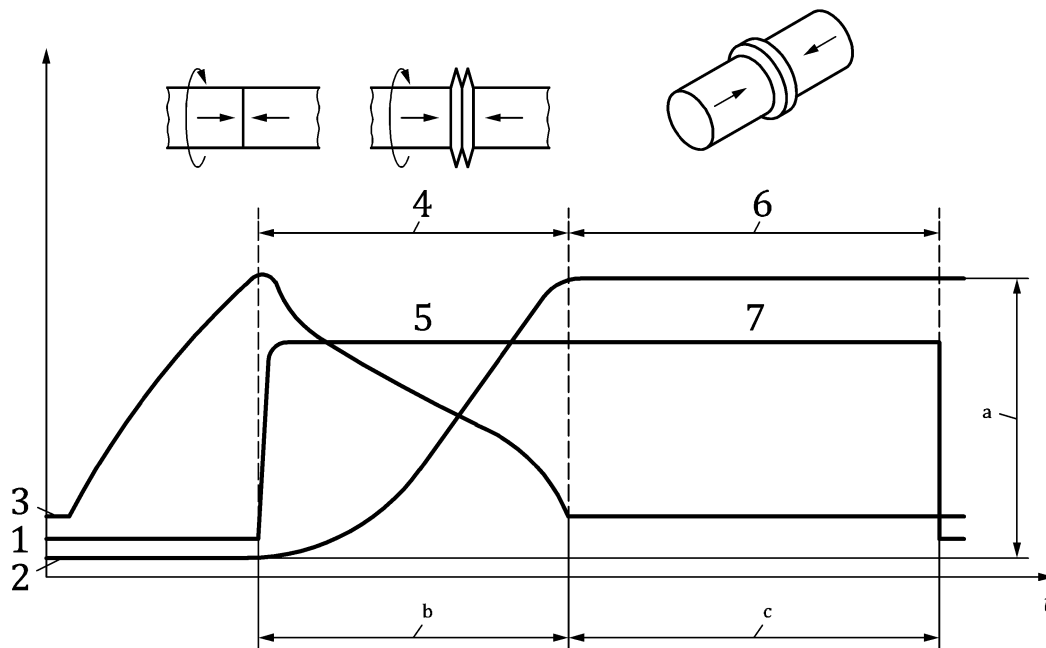
Die in einer Schwungmasse gespeicherte Energie wird durch Eigenbremsung im Reibschweißprozess umgesetzt, siehe Bilder 3 und 4.



Legende

- 1 Antriebsmotor
- 2 Schwungmasse, variabel
- 3a Rotierende Spanneinrichtung
- 3b Feststehende Spanneinrichtung
- 4a Rotierendes Werkstück
- 4b Feststehendes Werkstück
- 5 Stauchzylinder

Bild 3 — Darstellung des Schwungradreibschweißens



Legende

- | | | | |
|---|-----------------|---|------------------------|
| 1 | Axialkraft | a | Gesamtlängenverkürzung |
| 2 | Axialverkürzung | b | Reibzeit |
| 3 | Drehzahl | c | Stauchzeit |
| 4 | Reibphase | | |
| 5 | Reibkraft | | |
| 6 | Stauchphase | | |
| 7 | Stauchkraft | | |

Bild 4 — Darstellung der typischen Zusammenhänge charakteristischer Größen für das Schwingradreibschweißen (Reibschweißen, Prozess Nr. 42 entsprechend ISO 4063)

Die Hauptschweißparameter sind nachstehend aufgeführt und ihr Zusammenhang ist im Anhang A zusammengestellt.

- Drehzahl;
- Schwungmasse;
- vorbestimmte Reibkraft(-kräfte);
- vorbestimmte Stauchkraft(-kräfte).

4.1.3 Andere Prozesse

Weitere Prozesse enthält Anhang B.

4.1.4 Ausführungsarten des Reibschweißens

Die folgenden Arten des Rotationsreibschweißens (siehe Bild 5) können unterschieden werden:

- Reibschweißen durch Rotation eines der zu schweißenden Bauteile oder eines der Teile die zu verbinden sind und lineare Bewegung des anderen (Bild 5a), d. h. Reibschweißmaschine mit feststehendem Spindelstock;
- Schweißen durch Rotation und linearer Bewegung eines der zu schweißenden Bauteile während das andere Bauteil feststeht (Bild 5b), d. h. Reibschweißmaschine mit bewegtem Spindelstock;
- Rotation und lineare Bewegung zweier Bauteile gegen ein feststehendes mittleres Bauteil (Bild 5c), d. h. Doppelkopfreibschweißmaschine;
- Rotation des mittleren Bauteils mit linearer Bewegung der beiden äußeren Bauteile (Bild 5d).

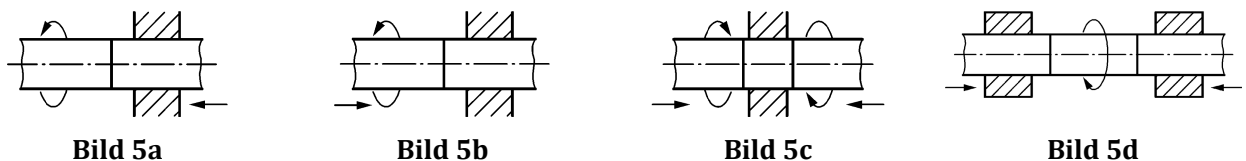


Bild 5 — Ausführungsarten des Rotationsreibschweißens

4.2 Werkstoffe und Werkstoffkombinationen

Erfahrungen zum Reibschweißen vieler metallischer Werkstoffe und Werkstoffkombinationen liegen bereits vor (siehe Anhang C). Kriterien zur Schweißbarkeit, die für andere Schweißprozesse gelten, treffen nicht immer auf das Reibschweißen zu. Im Vergleich mit den meisten anderen Schweißprozessen können mehr Werkstoffe und ihre Kombinationen reibgeschweißt werden. Die im Anhang C enthaltenen Angaben basieren auf vorhandenen Erfahrungen aus Versuchsschweißungen, erheben aber nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Für viele Werkstoffe und Werkstoffkombinationen gibt es weitere Angaben, die aber nur für bestimmte Abmessungen gültig sind.

Die folgenden Faktoren können die Schweißqualität beeinflussen:

- Menge, Verteilung und Form nichtmetallischer Einschlüsse in den Grundwerkstoffen;
- Bildung intermetallischer Phasen in der Schweißverbindung;
- Bildung niedrigschmelzender Phasen in der Schweißverbindung;
- Porosität in dem/den Grundwerkstoff/-en;
- thermische Entfestigung gehärteter Werkstoffe in der Schweißverbindung;
- Aufhärtung der Wärmeeinflusszone;
- Wasserstoff in dem/den Grundwerkstoff/-en.

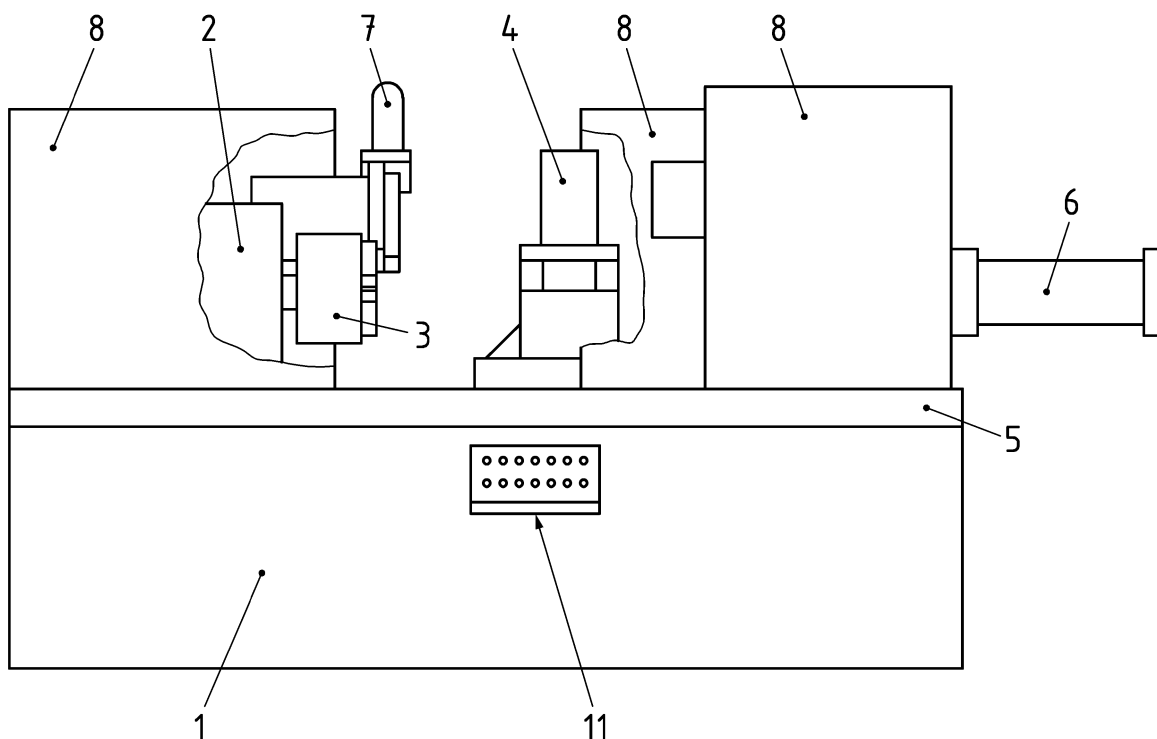
Durch sorgfältige Wahl der Parameter oder einer Wärmebehandlung ist es möglich, einige der genannten Faktoren zu neutralisieren.

4.3 Reibschweißmaschinen

4.3.1 Allgemeines

Das Reibschweißen ist unempfindlich gegenüber der Schweißposition und kann in jeder Lage ausgeführt werden.

Die Maschinenkonstruktion und ihre Ausführung werden durch die Schweißaufgabe bestimmt und sind Voraussetzung für eine genaue und wiederholbare Fertigung. Eine schematische Darstellung einer Horizontalreibschweißmaschine zeigt Bild 6.



Legende

- | | |
|---|--|
| 1 Maschinenrahmen | 7 Einheit zur Schweißwulstentfernung |
| 2 Spindelstock mit Antriebsspindel und Bremse | 8 Sicherheitseinrichtungen |
| 3 Spaneinrichtung für rotierendes Bauteil | 9 Hydraulikaggregate (nicht sichtbar) |
| 4 Spaneinrichtung für feststehendes Bauteil | 10 Elektrischer Schaltschrank (nicht sichtbar) |
| 5 Maschinenschlitten (Zugstangen) | 11 Maschinensteuerung |
| 6 Krafteinheit | |

Bild 6 — Schema einer Reibschweißmaschine mit kontinuierlichem Antrieb in horizontaler Ausführung

Die Schweißaufgabe bestimmt die Wahl der Axialkraft(-kräfte), der Drehzahl(en) und der Schweißzeit. Andere Parameter, welche die Maschinenkonstruktion beeinflussen, sind Vorschubgeschwindigkeit während des Reibens, Reibweg, Bremszeitpunkt, Stauchzeitpunkt, Drehmoment und Trägheitsmoment der rotierenden Masse.

Die Wiederholbarkeit und Abweichungen der Maschinenparameter sollten bei Betriebstemperatur der Maschine überprüft werden.

Die Maschine sollte eine Spezifikation haben, die für die zu schweißenden Teile angemessen ist.

Die Maschine sollte mit einem automatischen Steuerungssystem ausgerüstet sein, welches, nachdem die Bauteile in den Spanneinrichtungen gespannt sind, nach Auslösen des Schweißzyklus einen Schweißablauf ohne Eingreifen des Maschinenbedieners sichert. Folgender Betriebszyklus sollte mindestens enthalten sein:

- Zusammenführen der Bauteile zum Stoßflächenkontakt bei einer gewählten Drehzahl;
- Aufbau und Aufrechterhaltung der Reibkraft(-kräfte) und Relativgeschwindigkeit(en) für die Dauer der Erwärmungsphase;
- Aufbau und Aufrechterhaltung der Stauchkraft für eine gewählte Stauchzeit oder einen Stauchweg oder Kombination beider, um die Schweißverbindung fertigzustellen.

Das Lösen der Spanneinrichtungen kann manuell oder automatisch erfolgen. Damit wird der Schweißablauf beendet.

4.3.2 Zusatzeinrichtungen

Reibschweißmaschinen können mit folgenden Optionen ausgerüstet sein:

- Beladeeinrichtung;
- Entladeeinrichtung;
- Dreheinrichtungen für Plandrehen, Schweißwulstentfernung, Bearbeiten;
- Schereinrichtung zum Abstreifen des Schweißwulstes;
- erweiterter Speicher für Schweißprogramme;
- Einrichtung zur Kennzeichnung der Schweißverbindungen;
- winkelgenaue Ausrichtung;
- Überwachung;
- Erkennung;
- prozessintegrierte Prüfung.

5 Qualitätsanforderungen

5.1 Allgemeines

Regeln und Empfehlungen, welche andere Schweißprozesse betreffen, können nur teilweise für das Reibschweißen angewendet werden.

Schwerpunkt sollte eher auf die Vermeidung von Unregelmäßigkeiten gelegt werden, als auf die Entwicklung von Methoden, um sie zu finden. Eine wichtige Voraussetzung für die Sicherung der Schweißqualität ist die Gleichmäßigkeit und der Zustand der zu schweißenden Bauteile. Deshalb müssen entsprechende Qualitätssicherungsmaßnahmen während der Schweißvorbereitungen, während des Schweißens und den nachfolgenden Prozessen getroffen werden.

5.2 Vorbereitung für das Schweißen

5.2.1 Zustand der Ausgangswerkstoffe

Um wiederholbare Eigenschaften der Reibschweißverbindungen, die innerhalb einer Reibschweißserie konstant bleiben sollen, zu sichern, sollten folgende Bedingungen konstant gehalten werden:

- chemische Zusammensetzung;
- Gefüge;
- Festigkeit und Härte;
- Maßtoleranzen und Form- und Lagetoleranzen;
- Lieferbedingungen der zu fügenden Werkstoffe.

5.2.2 Vorbereitung der zu schweißenden Bauteile

Wenn nicht anders durch die Konstruktionsvorschriften gefordert, sollte das Folgende beachtet werden:

Das Ende jeden Bauteils muss so vorbereitet werden, dass die Stoßfläche in einer Ebene im rechten Winkel zur Rotationsachse liegt; das Ende wird senkrecht geschnitten. Falls erforderlich kann dieses Ende verjüngt werden, so dass der Querschnitt der Stoßfläche für den Anreibvorgang reduziert wird. Die Länge des Kegels darf nicht größer als 50 % des Reibwegs eines Bauteils sein. Es muss gewährleistet sein, dass die Schweißzone sich im parallelen Teil des Bauteils befindet oder in einer Position gemäß Zeichnung, wie sie zwischen den Vertragspartnern vereinbart wurde.

Schmutz, Fett, Rost und andere Oberflächenoxide oder Schutzschichten müssen von den Stoßflächen entfernt werden, bevor die Bauteile in die Maschine eingelegt werden, es sei denn, die Oberflächenverschmutzung hat erwiesenermaßen keinen nachteiligen Einfluss auf die Verbindungseigenschaften.

Oberflächenunregelmäßigkeiten auf der Stoßfläche, z. B. Zentrierbohrungen, sind nur erlaubt, wenn sie sich nicht schädigend auswirken.

5.2.3 Spannen der Bauteile

Die aus dem Reibschweißprozess resultierenden Drehmomente und Axialkräfte werden normalerweise durch die Spann- und Anschlagwerkzeuge aufgenommen. Die Spannkraft darf nicht so groß sein, dass die Bauteile über ein akzeptables Maß hinaus verformt werden oder Spanneindrücke haben.

Wenn möglich, werden geeignete Anschläge benutzt, um axiales Rutschen zu verhindern. Zur Unterstützung des Spannens hohler Bauteile können Dorne verwendet werden.

Die zu schweißenden Bauteile müssen so in der Maschine gespannt werden, dass Rundlauf und Achsabweichung innerhalb der festgelegten Grenzen liegen.

Um die geforderte Axialität zu erreichen, ist es mitunter notwendig, die Oberflächen der zu spannenden Bauteile zu bearbeiten oder zu säubern.

Besondere Aufmerksamkeit hinsichtlich Einrichten und Axialität ist beim Schweißen hohler Querschnitte notwendig, die relativ große Außenabmessungen im Vergleich zur Wanddicke der Bauteile haben.

Die freie Länge sollte nicht so kurz sein, dass sie eine unzulässige Abkühlung des Bauteils verursacht oder so lang, dass eine unzulässige Axialabweichung oder Vibration der sich gegenüberstehenden Flächen während der Reib- und Stauchphasen entsteht.

Die beiden Bauteile sollten, wenn möglich, so gespannt werden, dass die freie Länge beider gleich ist, es sei denn, der Unterschied in Zusammensetzung oder Größe der beiden Bauteile macht unterschiedliche freie Längen erforderlich, entweder um ein Wärmegleichgewicht zu erreichen oder ein effektives Spannen der Werkstücke zu ermöglichen.

5.3 Wärmenachbehandlung

Wenn notwendig, sind weitere Verfahren, wie mechanisches Bearbeiten und/oder Wärmenachbehandlung von Reibschweißnähten gemäß den zu erwartenden Betriebsbedingungen durchzuführen.

5.4 Qualitätssicherung

Das anzuwendende Qualitätssicherungssystem muss folgende Faktoren in Betracht ziehen:

- Fertigungsstückzahl und Losgröße;
- Größe und Gestaltung der geschweißten Bauteile;
- wirtschaftliche Betrachtungen;
- zu erwartende Betriebsbedingungen.

Das anzuwendende System muss ausreichend sein, um sicherzustellen, dass eine gleichbleibende und zufriedenstellende Schweißqualität innerhalb eines Loses oder für Einzelteile erreicht wird.

ANMERKUNG Das System sollte sicherstellen, dass Maßnahmen getroffen werden, um eine regelmäßige Kalibrierung der Reibschweißmaschine durchzuführen.

Qualitätskontrollaufzeichnungen in der Fertigung sind aufzubewahren, Form und Inhalt sind zwischen den Vertragspartnern zu vereinbaren.

Empfehlungen für die anzuwendende Stufe der Qualitätssicherung enthält Anhang D.

Ob zerstörende und zerstörungsfreie Prüfmethoden angewendet werden können, hängt vom jeweiligen Einsatzgebiet der geschweißten Bauteile ab. Prinzipiell für das Reibschweißen geeignete zerstörende und zerstörungsfreie Prüfmethoden enthält Anhang E. Die möglichen Prüfverfahren sind zusammengestellt, um die Auswahl des zweckmäßigsten Prüfverfahrens zu erleichtern.

6 Schweißanweisung (WPS)

6.1 Allgemeines

Die Schweißanweisung (WPS) muss Einzelheiten über die Durchführung des Schweißvorgangs und alle relevanten Informationen über die Schweißaufgabe enthalten.

Schweißanweisungen können einen bestimmten Querschnittsbereich umfassen. Zusätzlich können Hersteller das Erstellen von Arbeitsanweisungen für jede einzelne Arbeitsaufgabe als Teil einer detaillierten Fertigungsplanung bevorzugen.

Bauteile, die für Zwecke der WPS-Qualifikation verwendet werden, müssen für die tatsächlichen Fertigungsbauteile in folgender Hinsicht repräsentativ sein:

- chemische Zusammensetzung;
- Stoßflächenzustand;

- Wärmebehandlung;
- Geometrie der Schweißverbindung/Abmessungen.

Die nachstehenden Angaben sind für die meisten Schweißaufgaben ausreichend. Bei einigen Anwendungen kann die Liste erweitert oder gekürzt werden. Die zutreffenden Angaben müssen in der WPS festgelegt werden.

Bereiche und Toleranzen sind, wenn dies zweckmäßig ist, entsprechend den Erfahrungen des Herstellers festzulegen.

Ein Beispiel für einen empfohlenen WPS-Vordruck ist in Anhang F gegeben.

6.2 Informationen bezogen auf den Hersteller

6.2.1 Kennzeichnung des Herstellers

- Zweifelsfreie Kennzeichnung

6.2.2 Kennzeichnung der WPS

- Alphanumerische Bezeichnung (Referenzschlüssel) bezogen auf die jeweilige Reibschweißmaschine

6.3 Informationen bezogen auf den Werkstoff

6.3.1 Werkstoffart

- Kennzeichnung des Werkstoffs, vorzugsweise durch Verweis auf eine geeignete Norm.

Eine WPS kann eine Gruppe von Werkstoffen umfassen, wenn dies vor der Fertigung abgestimmt wurde, siehe 7.1.

6.3.2 Informationen zum Bauteil

- Geometrische Form;
- Abmessungen;
- chemische Zusammensetzung;
- andere relevante Informationen.

6.4 Schweißparameter

Alle relevanten Parameter müssen aufgelistet werden (siehe Abschnitt 4 und Anhang F).

6.5 Schweißverbindung

6.5.1 Gestaltung der Verbindung

Eine Skizze der Gestaltung der Verbindung, die die Position der Schweißverbindung(en), Einzelheiten und Toleranzen zeigt, kann angefertigt werden.

6.5.2 Bauteilvorbereitung

Ausgewählte Verfahren zur Oberflächenvorbereitung (z. B. Sägen und Drehen).

6.5.3 Spanneinrichtungen

- Einzusetzende Vorrichtungen;
- Einzelheiten der Spanneinrichtungen und Anschläge.

6.6 Zusatzeinrichtungen

Z. B. Wulstformung, Abstützungen beim Schweißen dünnwandiger Rohre.

7 Anerkennung des Schweißverfahrens

7.1 Grundsätze

Die folgende Vorgehensweise gilt für Anwendungen mit hoher Beanspruchung.

Schweißanweisungen für das Reibschweißen müssen vor der Fertigung anerkannt sein, wenn sie gefordert werden. Die Verfahren zur Anerkennung sind:

- Anerkennung durch Schweißverfahrensprüfung nach 7.2;
- Anerkennung aufgrund vorliegender Erfahrung nach 7.4.

Diese Norm setzt bestehende Anerkennungen des Schweißverfahrens, die nach früheren Vorschriften abgelegt worden sind, nicht außer Kraft, vorausgesetzt, die technischen Anforderungen sind erfüllt und die früheren Prüfungen entsprechen der Anwendung und der Fertigung, in der sie verwendet werden. Die Berücksichtigung von bestehenden Prüfungen nach früheren nationalen Normen oder Regeln sollte zum Zeitpunkt der Anfrage oder Bestellung zwischen den Vertragspartnern abgestimmt werden.

7.2 Schweißverfahrensprüfungen

7.2.1 Anwendung

Wenn Verfahrensprüfungen gefordert werden, müssen die Prüfungen gemäß den Bestimmungen in diesem Abschnitt durchgeführt werden, es sei denn, dass strengere Prüfungen durch Konstruktionsvorschriften oder durch andere Normen gefordert werden und diese angewendet werden müssen.

7.2.2 Vorläufige Schweißanweisung (pWPS)

Die vorläufige Schweißanweisung muss nach Abschnitt 6 dieser Norm erarbeitet werden.

7.2.3 Anzahl der Prüfschweißungen

Außer wenn strengere Prüfungen durch Konstruktionsvorschriften oder durch andere Norm gefordert werden, gelten nachfolgende Mindestprüfanforderungen:

- mindestens zwei Schweißungen müssen für die WPS-Qualifikation durchgeführt werden;
- mindestens zwei Schweißungen müssen bewertet werden.

Wenn eines der Prüfstücke die Annahmekriterien nicht erfüllt (versagt), dann müssen die Schweißbedingungen geändert werden, um die Annahmekriterien zu erfüllen. Zwei weitere Prüfstücke müssen bewertet werden.

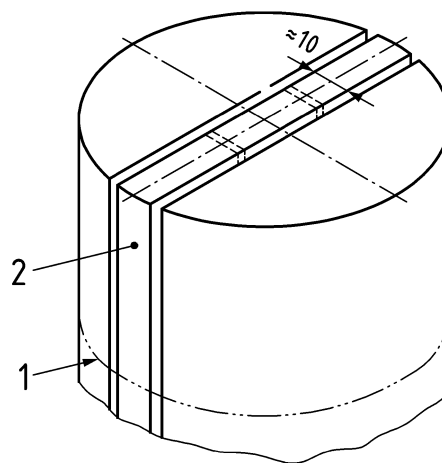
7.2.4 Ausführungen der Prüfstücke

7.2.4.1 Vollquerschnitte — Prüfstücke aus Schweißverbindungen an Stangenmaterial für Biegeversuch

Die Schweißverbindung muss, wenn nicht anders durch Prüfvorschriften vereinbart, eben bearbeitet sein und eine Oberflächenbearbeitung aufweisen, die das Ergebnis nicht beeinflusst. Falls Bauteile mit unterschiedlichen Querschnitten miteinander verschweißt werden, ist der größere Querschnitt nach dem Schweißen auf den kleineren abzarbeiten.

Wenn möglich, müssen die Prüfstücke im Ganzen geprüft werden oder, wie in Bild 7 dargestellt, vorbereitet werden.

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Ebene der Schweißverbindung
- 2 Prüfstück für Biegeversuch

ANMERKUNG Richtwerte

- Dicke: Nennmaß 10 mm
- Breite: ≥ 25 mm
- Länge: abhängig vom Bauteil

Bild 7 — Vorbereitung der Prüfstücke für den Biegeversuch an Schweißverbindungen mit Vollquerschnitten

Falls es notwendig ist, die Prüfstücke in kleine Stücke zu unterteilen, darf die Breite der Stücke nicht kleiner als 25 mm sein. Wenn sich bei einem Prüfstück weniger als ein Drittel des Gesamtquerschnitts für die Prüfung ergeben, müssen weitere 10 mm dicke Streifen geschnitten und geprüft werden.

Für die Vorbereitung der Prüfstücke dürfen keine Vorbereitungsverfahren benutzt werden, die die metallurgische Struktur des Prüfstücks maßgeblich beeinflussen.

Wenn Vollquerschnitte an Scheiben oder andere Bauteile geschweißt werden, deren Dicke zur Herstellung eines Prüfstückes für den Biegeversuch nicht ausreichend ist, muss ein alternatives Prüfverfahren zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden.

7.2.4.2 Hohlquerschnitte

7.2.4.2.1 Prüfstücke aus Rohr-Rohr-Schweißverbindungen für die Biegeprüfung

Die Schweißverbindung muss an den Innen- und Außenoberflächen des Prüfstücks, wenn nicht anders durch Prüfvorschriften vereinbart, eben bearbeitet sein und muss eine Oberflächenbearbeitung aufweisen, die das Prüfergebnis nicht beeinflusst.

Es sind vier Prüfstücke mit gleichem Abstand am Umfang der Schweißverbindung zu entnehmen (siehe Bild 8). Für die Vorbereitung der Prüfstücke dürfen keine Vorbereitungsverfahren benutzt werden, die die metallurgische Struktur des Prüfstücks maßgeblich beeinflussen. Jedes Prüfstück sollte aus einem Streifen mit parallelen Seiten bestehen, so zugeschnitten, dass die Schweißverbindung annähernd in der Mitte liegt.

Die Mindestbreite jedes Prüfstücks muss wie folgt sein:

- für Rohre mit einem Außendurchmesser kleiner als 50 mm:

$$t + D/10$$

- für Rohre mit einem Außendurchmesser gleich oder größer als 50 mm:

$$t + D/20$$

Dabei ist:

t die Wanddicke in mm;

D der Außendurchmesser des vorbereiteten Rohres in mm.