

DIN EN ISO 17279-2



ICS 25.160.01

Einsprüche bis 2016-06-08

Entwurf**Schweißen –****Mikrofügen von Hochtemperatursupraleitern der zweiten Generation –****Teil 2: Qualifikation von Schweiß- und Prüfpersonal****(ISO/DIS 17279-2:2016);****Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 17279-2:2016**

Welding –

Micro joining of 2nd generation high temperature superconductors –

Part 2: Qualification for welding and testing personnel (ISO/DIS 17279-2:2016);

German and English version prEN ISO 17279-2:2016

Soudage –

Assemblage par micro des supraconducteurs à haute température critique de deuxième génération –

Partie 2: (ISO/DIS 17279-2:2016);

Version allemande et anglaise prEN ISO 17279-2:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-04-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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/stellungnahme 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 (Hausanschrift: 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 58 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17279:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“, Unterkomitee SC 10 „Quality management in the field of welding“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) in Zusammenarbeit mit CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“, Unterkomitee SC 4 „Qualitätsmanagement für das Schweißen“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der NA 092-00-04 AA „Qualitätssicherung beim Schweißen (DVS AG Q 2)“ im DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 17279 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Diese Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit „Torr“, die in Deutschland nicht zugelassen ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr aufgrund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist.

Umrechnung:

Nicht zugelassene Einheit	Zugelassene Einheit	Umrechnung
Torr (mmHg)	Pa	$1 \text{ Torr} = \frac{101\,325}{760} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ $\approx 133,322 \text{ Pa}$

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 17279-1	siehe	E DIN EN ISO 17279-1
ISO 17279-3	siehe	E DIN EN ISO 17279-3
ISO 15607:2003	siehe	DIN EN ISO 15607:2004-03

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

E DIN EN ISO 17279-1, *Schweißen — Mikrofügen von Hochtemperatursuperleitern der 2. Generation — Teil 1: Allgemeine Anforderungen an das Verfahren*

E DIN EN ISO 17279-3, *Schweißen — Mikrofügen von Hochtemperatursuperleitern der 2. Generation — Teil 3: Prüfverfahren von Fügeverbindungen*

DIN EN ISO 15607:2004-03, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Allgemeine Regeln (ISO 15607:2003); Deutsche Fassung EN ISO 15607:2003*

— Leerseite —

Schweißen — Mikrofügen von Hochtemperatursupraleitern der zweiten Generation — Teil 2: Qualifizierung für Schweiß- und Prüfpersonal (ISO/DIS 17279-2:2016)

Soudage — Assemblage par micro des supraconducteurs à haute température critique de deuxième génération (ISO/DIS 17279-2:2016)

Welding — Micro-joining of 2nd generation high temperature superconductors — Part 2: Qualification for welding and testing personnel (ISO/DIS 17279-2:2016)

ICS:

Deskriptoren:

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	3
Vorwort.....	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	8
5 Qualifizierung von Personal, welches das Mikrofügen und Oxidationsglühen ausführt.....	8
5.1 Allgemeines.....	8
5.2 Wesentliche Einflussgrößen und Geltungsbereich	8
5.3 Qualifizierungsverfahren	10
5.3.1 Qualifizierung basierend auf Standardprüfstößen.....	10
5.3.2 Prüfen von Prüfstößen	10
5.4 Wiederholungsprüfung.....	11
5.5 Qualifizierungsprüfung und Prüfbericht.....	11
5.6 Gültigkeitsdauer	12
5.6.1 Erstqualifizierung	12
5.6.2 Bestätigung der Gültigkeit	12
5.6.3 Verlängerung der Qualifizierung	12
6 Qualifizierung von Personal, welches die Prüfung durchführt.....	12
6.1 Allgemeines.....	12
6.2 Wesentliche Einflussgrößen und Geltungsbereich	12
6.3 Qualifizierungsverfahren	13
6.4 Wiederholungsprüfung.....	14
6.5 Qualifizierungsprüfung und Prüfprotokoll	14
6.6 Gültigkeitsdauer	14
6.6.1 Erstqualifizierung	14
6.6.2 Bestätigung der Gültigkeit	14
6.6.3 Verlängerung der Qualifizierung	14
7 Überprüfung durch Dritte	14
Anhang A (normativ) Kenntnisse über die Funktion der Vorrichtungen für das Mikrofügen und Oxidationsglühen	15
A.1 Allgemeines.....	15
A.2 Sequenzen und Verfahren	15
Anhang B (normativ) Kenntnisse über die Technologien des Mikrofügens und Oxidationsglühens	16
B.1 Allgemeines.....	16
B.2 Anforderungen.....	16
Anhang C (informativ) Prüfprotokoll für Bediener von Schweißeinrichtungen	18
Anhang D (informativ) Prüfbericht für Personal, welches die Prüfung durchführt	21
Anhang E (informativ) Checkliste für Qualifizierung von Schweiß- und Prüfpersonal	23
Literaturhinweise	27

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17279-2:2016) 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 vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 17279-2:2016 wurde vom CEN als prEN ISO 17279-2:2016 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees 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 Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen 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. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien 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 empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der WTO zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC/SC10

Diese zweite/dritte/... Ausgabe ersetzt die erste/zweite/... Ausgabe [], [Abschnitt(e) / Unterabschnitt(e) / Tabelle(n) / Bilde(r) / Anhang/Anhänge] von denen [wurde / wurden] technisch überarbeitet.

ISO 17279 besteht aus folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *Welding — Micro-joining of 2nd generation high temperature superconductors*:

- *Part 1: General requirements for the procedure*
- *Part 2: Qualification for welding and testing personnel*
- *Part 3: Test methods for joints*

Anfragen zu offiziellen Auslegungen technischer Aspekte dieser Internationalen Norm sollten über das jeweilige Normeninstitut des Heimatlandes an das ISO-Sekretariat/TC 44/SC 10 gerichtet werden. Eine Liste dieser Institute ist unter www.iso.org erhältlich.

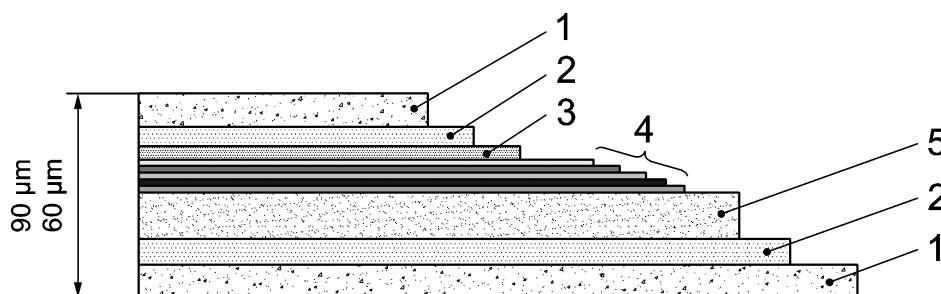
Einleitung

Die zunehmende Verwendung von Hochtemperatursupraleitern der zweiten Generation (2G HTS) und die Erfindung widerstandsloser Verbindungen bei 2G HTS führten zur Notwendigkeit dieser Internationalen Norm, mit deren Hilfe sichergestellt werden soll, dass die Verbindung effektiv durchgeführt wird und geeignete Kontrollen aller Aspekte des Vorgangs angewandt werden. ISO-Normen für Mikrofüge- und Schweißstoßbeurteilungs-Verfahren sind dementsprechend wichtig, um die beste und einheitliche Qualität von 2G-HTS-Schweißstößen zu erzielen.

Bei einem Supraleiter handelt es sich um ein Material, welches Strom widerstandslos leitet und welches unter der kritischen Temperatur (T_c), dem kritischen Magnetfeld (B_c) und der kritischen Stromdichte (J_c) diamagnetisch ist. Einmal in Bewegung fließt der elektrische Strom unaufhörlich in einer geschlossenen Schleife aus supraleitendem Material unter Diamagnetismus.

2G HTS bestehen aus mehreren Schichten, wobei die maximale Dicke zwischen $60\text{ }\mu\text{m}$ ~ $90\text{ }\mu\text{m}$ liegt; die supraleitende Schicht aus $\text{ReBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ ist in Abhängigkeit der Herstellerspezifikation nur zwischen $1\text{ }\mu\text{m}$ ~ $3\text{ }\mu\text{m}$ dick. Bild 1 zeigt eine schematische Darstellung typischer Mehrfachschichten sowie die Bestandteile und Dicken jeder Schicht des 2G HTS.

Nicht maßstabsgerecht

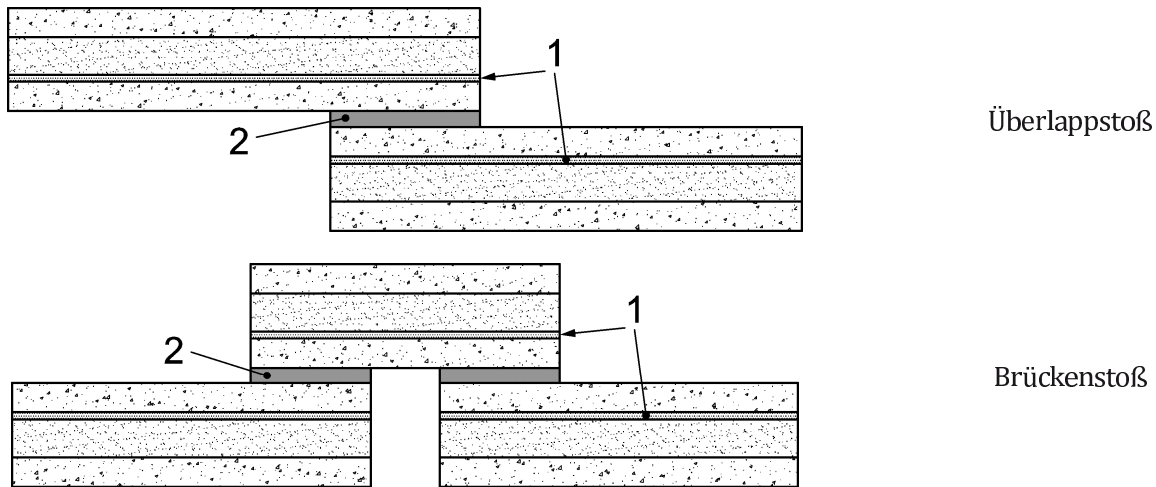


Legende

- | | |
|---|--|
| 1 20 μm Cu-Stabilisator | 4 5 Pufferschichten (160 μm) |
| 2 1,8 μm bis 2 μm Ag-Deckschicht | 5 50 μm Hastelloy-Substrat |
| 3 1 μm bis 3 μm supraleitende ReBCO-Schicht | |

Bild 1 — Typische Mehrfachschichten eines 2G HTS sowie die Bestandteile und Dicken jeder Schicht

Weichlöten, Hartlöten oder beliebige Zusätze werden derzeit in der Supraleiter-Industrie wie in Bild 2 gezeigt angewandt, was zu einem hohen elektrischen Widerstand an der Verbindungsstelle und zu Fehlern im Supraleiter führt.

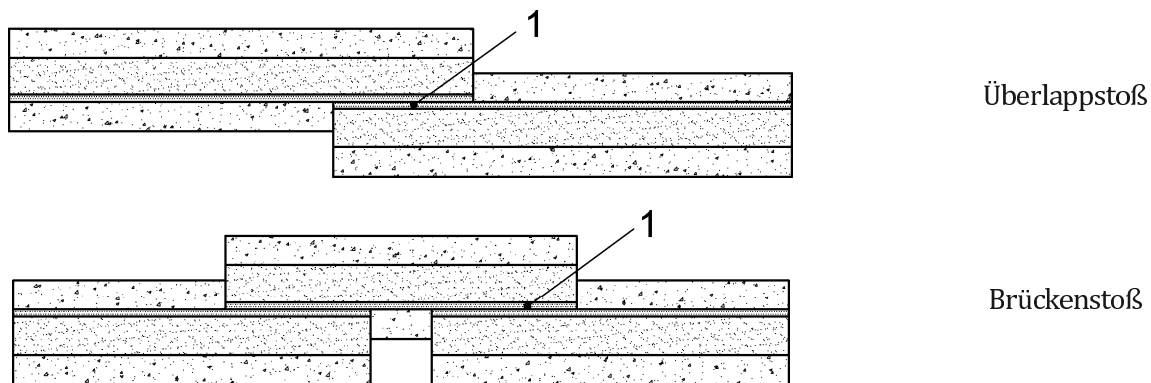


Legende

- 1 Supraleiter-Schicht
- 2 Weichlot

Bild 2 — Weichlöten zur Verbindung von 2G HTS

Diese Norm legt das Augenmerk jedoch auf die direkte autogene Verbindung von supraleitenden 2G-HTS-Schichten mit einer Dicke von $1\ \mu\text{m} \sim 3\ \mu\text{m}$ nach Bild 3 ohne die Verwendung von Schweißzusatzwerkstoffen und mit Rückgewinnung von Supraleitereigenschaften durch Oxidationsglühverfahren, was dazu führt, dass an den Schweißstößen nahezu kein elektrischer Widerstand auftritt.



Legende

- 1 Supraleiter-Schicht

Bild 3 — Direkte autogene Verbindung von supraleitenden 2G-HTS-Schichten mit einer Dicke von $1\ \mu\text{m} \sim 3\ \mu\text{m}$ für supraleitende Schweißstöße

Die Teile dieser Internationalen Norm werden im Vorwort aufgelistet.

Teil 1 behandelt die Anforderungen an die Qualifizierung des 2G-HTS-Schweißstoßverfahrens. 2G-HTS-Schweißstöße sollten die geforderten elektrischen, magnetischen und mechanischen Eigenschaften vorweisen können und frei von Unregelmäßigkeiten in Produktion und Leistung sein. Zur Erreichung dieses Ziels sind Kontrollen während des Entwurfs und der Herstellung erforderlich.

Teil 2 behandelt die Anforderungen an die Qualifizierung des Personals, welches die Schweiß- und Prüfarbeiten ausführt.

Teil 3 behandelt Prüfverfahren zur Bestimmung der Geeignetheit von Schweißstößen zur Produktion der genannten Qualität. Darin werden Prüfanforderungen definiert, diese jedoch nicht bestimmten Produktgruppen zugeordnet.

Die Internationale Organisation für Normung (ISO) weist darauf hin, dass die Befolgung dieses Dokuments die Verwendung von Patenten bezüglich des widerstandslosen Schweißens von 2G HTS beinhalten kann. ISO übernimmt keine Verantwortung für den Nachweis, die Gültigkeit oder den Anwendungsbereich des Patentrechts. Die Inhaber dieser Patentrechte haben ISO versichert, dass sie gewillt sind, Lizenzen unter angemessenen und nicht-diskriminierenden Bedingungen mit Bewerbern auf der ganzen Welt auszuhandeln. Die Erklärung der Inhaber dieser Patentrechte ist bei ISO registriert. Informationen hierzu können geben:

KJoins, Inc. 913C, H-1, KIST Venture Town Korea Institute of Science & Technology 14-1 Hwarang ro, Seongbuk gu Seoul, 136 - 791 KOREA Tel: +82 2 921 6966 Ansprechpartner: Dr. HeeSung ANN E-Mail: andy@kjoins.com Ansprechpartner: Dr. YoungKun OH E-Mail: ykoh@kjoins.com Ansprechpartner: Dr. MyungWhon LEE E-Mail: mwlee@kjoins.com	Dae-A International IP & Law Firm 3F Hanyang B/D, 830-71 Yeoksam dong, Gangnam gu, Seoul, 135-936 KOREA Tel: +82 2 565 2500 Fax: +82 2 565 2511 Ansprechpartner: Patentanwalt Herr BoHyun KIM E-Mail: bohkim@ipdraju.com
--	---

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können, die von den oben genannten Patentrechten abweichen. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle solcher Patentrechte zu identifizieren.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt die Anforderungen für die Qualifizierung von Schweiß- und Prüfpersonal für das Mikrofügen von 2G HTS zur Erfüllung der Anforderungen in ISO 17279-1 und ISO 17279-3 fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 17279-1, *Welding — Micro-joining of 2nd generation high temperature superconductors — Part 1: General requirements for the procedure*

ISO 17279-3, *Welding — Micro-joining of 2nd generation high temperature superconductors — Part 3: Test methods for joints*

ISO 15607:2003, *Specification and qualification of welding procedures for metallic materials — General rules*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 17279-1.

4 Symbole und Abkürzungen

Für den Zweck dieses Dokumentes können die in ISO 15607:2003, Tabelle 1 aufgelisteten Abkürzungen Anwendung finden, sofern die Abkürzungen für Fügeverfahren für 2G HTS relevant sind.

5 Qualifizierung von Personal, welches das Mikrofügen und Oxidationsglühen ausführt

5.1 Allgemeines

Der Hersteller muss in Übereinstimmung mit den angegebenen Anforderungen für das Mikrofügen von 2G HTS über genügend Fachkräfte verfügen. Der Hersteller muss für die Ausarbeitung des Schulungsprogramms, schriftliche Übungen, Prüfungen und praktische Vorführungen für das Personal, welches das Mikrofügen in Übereinstimmung mit dieser Norm ausführt, verantwortlich sein. Damit muss die Fähigkeiten des Personals, welches das erforderliche Mikrofügen und Oxidationsglühen ausführt, sichergestellt werden. Qualifizierungsberichte und Zertifikate müssen auf dem neuesten Stand gehalten werden. Die informativen Verfahren sind in 5.4.1, 5.5.3.1, 5.5.3.2, und 5.5.3.3 von ISO 17279-1 enthalten.

Die wesentlichen Einflussgrößen sowie Geltungsbereiche und Qualifizierungsanforderungen für die Personalqualifizierung sind in 5.2 bzw. 5.3 und die Gültigkeit in 5.6 dargestellt. Wenn das Mikrofügen oder Oxidationsglühen außerhalb des Geltungsbereichs benötigt wird, ist eine neue Prüfung erforderlich. Ein erfolgreich für ein spezielles Verfahren qualifizierter Bediener von Schweißeinrichtungen ist nur für dieses jeweilige Verfahren des Mikrofügens oder Oxidationsglühens qualifiziert.

5.2 Wesentliche Einflussgrößen und Geltungsbereich

Die Einflussgrößen enthalten Schweißstoß-Art, Schweißstoß-Breite, Schweißstoß-Werkstoffe, Vorrichtungen und Parameter für das Mikrofügen und Oxidationsglühen. Ein erfolgreich erstellter Prüfungsschweißstoß einer speziellen Schweißstoß-Art qualifiziert den Schweißer nur für diese spezielle Schweißstoß-Art. Für die Änderung von einer Schweißstoß-Art zu einer anderen Schweißstoß-Art ist eine zusätzliche Qualifizierung notwendig. Eine erfolgreiche Schweißstoß-Abmessung für einen bestimmten

Werkstoff qualifiziert den Schweißer nur für diese spezielle Abmessung des Werkstoffs. Für die Änderung von einer Schweißstoß-Abmessung zu einer anderen Schweißstoß-Abmessung ist eine zusätzliche Qualifizierung notwendig. Ein erfolgreich mit einem bestimmten Werkstoff erstellter Prüfungs-Schweißstoß qualifiziert den Schweißer nur für diesen speziellen supraleitenden Werkstoff. Für die Änderung von einem supraleitenden Werkstoff zu einem anderen supraleitenden Werkstoff ist eine zusätzliche Qualifizierung notwendig. Die Vorrichtungen müssen in regelmäßigen Abständen entsprechend der Herstellerspezifikation kalibriert werden. Nur Vorrichtungen mit gültiger Kalibrierung und Qualifizierung dürfen für das Mikrofügen und Oxidationsglühen für die Personalqualifizierung angewandt werden. Tabelle 1 zeigt wesentliche Einflussgrößen von Schweißstoß-Arten, Schweißstoß-Breiten, supraleitenden Werkstoffen und Vorrichtungen. Tabelle 2 zeigt Parameter wesentlicher Einflussgrößen für das Mikrofügen und Oxidationsglühen. Diese Parameter beeinflussen die Schweißstoßqualität und bestimmen die letztendliche Schweißstoßqualität. Bei Änderungen der qualifizierten wesentlichen Einflussgrößen ist eine erneute Qualifizierung erforderlich.

Tabelle 1 — wesentliche Einflussgrößen, die für die Qualifizierung von Schweißstoß, Werkstoffen und Vorrichtungen erforderlich sind

Art des Schweißstoßes	Schweißstoßbreite (mm)	Supraleitende Werkstoffe	Vorrichtungen für das Mikrofügen und Oxidationsglühen
Überlappstoß oder Brückenstoß	3 mm, 4 mm, 6 mm, 12 mm oder Spezifikationen	YBCO, GdBCO, SmBCO oder Spezifikationen	Ändern, Entfernen, Hinzufügen eines bestimmten Modells oder einer bestimmten Art oder Ändern von Kontrollsystemen

Tabelle 2 — wesentliche Einflussgrößen, die für die Qualifizierung des Mikrofügens und Oxidationsglühens erforderlich sind

Mikrofügen	Oxidationsglühen
Entfernen von Cu-Stabilisator und Ag-Deckschicht	Heizrate
Vakuum-Niveau im Inneren der Kammer (Ofen)	Glühtemperatur
Heizrate	Verweilzeit
Spitzenfügetemperatur	Sauerstoffdurchfluss
Mechanischer Druck auf den Schweißstoß	Druck im Inneren der Kammer (Ofen)
Verweilzeit bei Spitzenfügetemperatur	Kühlrate auf Raumtemperatur
Kühlgeschwindigkeit auf Raumtemperatur oder Oxidationsglühtemperatur	

Der Geltungsbereich für von Tabelle 1 und 2 abweichenden Einflussgrößen müssen in der Herstellerspezifikation angegeben werden.

5.3 Qualifizierungsverfahren

5.3.1 Qualifizierung basierend auf Standardprüfstößen

Die Prüfstöße müssen in Übereinstimmung mit einer WPS erfolgen. Das Fügen der Prüfkörper muss von einem Prüfer oder dafür bestimmtes Personal beobachtet werden. Das Entfernen des Cu-Stabilisators und/oder der Ag-Deckschicht muss ebenfalls durch den Schweißer erfolgen, da sich der Oberflächenzustand von supraleitenden Schichten auf die Qualität des Schweißstoßes auswirkt. Drei (3) Prüfkörper müssen für jede Schweißstoß-Art geprüft werden.

Die Prüfkörper müssen zur Identifizierung vom Prüfer oder von dafür bestimmtem Personal markiert werden, bevor das Fügen beginnt. Der Prüfer kann das Mikrofügen und Oxidationsglühen zu jeder Zeit während der Prüfung abbrechen, wenn es scheint, dass der Schweißer nicht über die Fähigkeiten verfügt, die Anforderungen dieser Norm zu erfüllen.

Die in ISO 17279-1, Bild 4 und Bild 5 gezeigten Prüfkörper müssen für den Standardprüfstoß verwendet werden. Ein Schweißer, der erfolgreich die Fügeprüfung abgeschlossen hat, gilt als qualifiziert für das Verfahren (partiell Mikrodiffusionsfügen unter Druck oder Festkörperdiffusion unter Druck), die Schweißstoß-Art (Überlapp- oder Brückenstoß), die Schweißstoß-Breite, den supraleitenden Werkstoff und die Art der Vorrichtung für das Mikrofügen und Oxidationsglühen.

Das Personal, das halbautomatische Vorrichtungen für das Mikrofügen und Oxidationsglühen bedient, muss für die Qualifizierung Standardprüfkörper wie in 5.2.2.2 verwenden. Die technischen Kenntnisse des Schweißers über die für die Qualifizierung verwendeten Vorrichtungen und Kenntnisse hinsichtlich der Technologien des Fügens und Oxidationsglühens müssen geprüft werden. Siehe Anhang A und Anhang B.

5.3.2 Prüfen von Prüfstößen

ISO 17279-1, 5.5.4 und Tabelle 1 beschreiben das erforderliche Vorgehen bei der Prüfung. Nur die in ISO 17279-1, Tabelle 1 angeordneten Prüfverfahren, und zwar Sichtprüfung, kritische Stromprüfung (I_c) und Zugprüfung mit Verstärkung, sind an den Prüfstößen gemäß ISO 17279-3 durch Prüfpersonal oder durch vom Arbeitgeber für die Schweißer-Qualifizierung ausgewähltes Personal zu prüfen. Tabelle 3 zeigt die Anforderungen an die Qualifizierung des Schweißers. Der kritische Strom des Schweißstoßes (I_c) ist extrem wichtig für die Qualifizierung des Schweißers. Zusätzlich können andere in ISO 17279-1, 5.5.4.2 und in Tabelle 1 beschriebene Prüfverfahren für die Qualifizierung des Schweißers durchgeführt werden, wenn dies vom Hersteller gefordert wird.

Tabelle 3 — Qualifizierungsanforderungen an Bediener von Schweißeinrichtungen

Art der Prüfung	Prüfumfang	Bestätigung der Prüfung
Sichtprüfung	3 verbundene Prüfkörper	Überprüfen, dass die Fügung frei von Unregelmäßigkeiten und unverbundenen Stellen ist etc.; Überprüfen von Erscheinungsbild und Ausrichtung etc.
Prüfung des kritischen Stroms (I_c) durch Vierspitzensonde	3 verbundene Prüfkörper	Überprüfen, dass der kritische Strom I_c der Fügung bei 80 % liegt und höher ist als bei den Neuwerkstoffen des 2G HTS, oder dass der kritische Strom der Fügung der Herstellerspezifikation entspricht
Zugprüfung mit Verstärkung	3 verbundene Prüfkörper der qualifizierten verbundenen I_c -Prüfkörper	Überprüfen, dass die Zugfestigkeit der Fügung der Zugfestigkeit der Neuwerkstoffe der 2G-ReBCO-HTS oder der Spezifikation des Herstellers entspricht; außerdem Zugfestigkeit der Fügung überprüfen, welche über den gleichen I_c verfügt, wie die Neuwerkstoffe des 2G-ReBCO-HTS.

5.4 Wiederholungsprüfung

Entspricht einer der drei Prüfkörper den Annahmekriterien nach ISO 17279-1, 5.9, nicht, muss die Prüfung abgelehnt werden. Zwei weitere Prüfkörper müssen verbunden werden, wobei das gleiche Verfahren angewandt werden muss. Entspricht einer der zusätzlichen Prüfkörper den Anforderungen nicht, muss der Schweißer aufgefordert werden, an einer weiteren Schulung teilzunehmen, bevor er erneut an einer Prüfung teilnehmen kann.

Entsprechen zwei der drei Prüfkörper oder alle drei Prüfkörper den Annahmekriterien nach ISO 17279-1, 5.9, nicht, muss der Schweißer aufgefordert werden, an einer weiteren Schulung teilzunehmen, bevor er erneut an einer Prüfung teilnehmen kann.

5.5 Qualifizierungsprüfung und Prüfbericht

Durch Überprüfung der Ergebnisse aller Prüfungen muss ermittelt werden, ob der Schweißer die Qualifizierungsprüfung bestanden hat; die Prüfergebnisse müssen protokolliert werden. Das Format der Dokumentation muss vom Hersteller vorgegeben werden. Ein Vorschlag für den Prüfbericht ist in Tabelle 4 und Anhang C dargestellt. Die Dokumentation kann auf Papier gedruckt oder elektronisch erfasst sein.

Tabelle 4 — Prüfbericht für Schweißer

Prüfer	Art des Schweißstoßes		Breite (mm)	Supraleitender Werkstoff	Sichtprüfung	Prüfung des kritischen Stroms (I_c)	Zugprüfung mit Verstärkung
	Überlappstoß	Brückenstoß					
A	X		4	YBCO	P	F	F
B		X	6	GdBCO	P	P	P
C	X		12	SmBCO	F	P	P
ANMERKUNG B = bestanden oder qualifiziert, NB = nicht bestanden							

5.6 Gültigkeitsdauer

5.6.1 Erstqualifizierung

Die Qualifizierung des Schweißers ist gültig vom Tag der Prüfung mit ausreichenden Ergebnissen. Die Qualifizierung ist gültig für einen Zeitraum von zwei Jahren, wobei der Zeitraum der Gültigkeit zum letzten Tag des Monats endet.

5.6.2 Bestätigung der Gültigkeit

Der Koordinator oder die verantwortliche Person des Arbeitgebers muss bestätigen, dass der Schweißer innerhalb des Anfangsgeltungsbereichs gearbeitet hat. Dies ist alle sechs Monate zu bestätigen. Erfolgt eine solche Bestätigung nicht und die Qualifizierung endet, muss der Schweißer eine erneute Qualifizierungsprüfung ablegen, bevor er weiter Fügearbeiten durchführen kann.

5.6.3 Verlängerung der Qualifizierung

Die Qualifizierung des Schweißers kann alle zwei Jahre von einem Prüfer verlängert werden. Vor der Verlängerung der Qualifizierung muss den relevanten Spezifikationen dieser Norm entsprochen werden und die folgenden Bedingungen müssen bestätigt werden:

- Alle Aufzeichnungen und Nachweise, die für die Verlängerung verwendet werden, müssen nachvollziehbar dem Schweißer zugeordnet werden und die in der Produktion verwendete WPS identifizieren;
- Nachweise, die für die Verlängerung verwendet werden, müssen die nach 5.2 und 5.3 erforderlichen Prüfungen der letzten sechs Monate enthalten. Nachweise, die mit einer Verlängerung in Bezug stehen, müssen für zwei Jahre aufbewahrt werden.

6 Qualifizierung von Personal, welches die Prüfung durchführt

6.1 Allgemeines

Die Hersteller müssen in Übereinstimmung mit den angegebenen Anforderungen für das Prüfen des Mikrofügens von 2G HTS über genügend Fachkräfte verfügen. Der Hersteller muss für die Ausarbeitung des Schulungsprogramms, schriftliche Übungen, Prüfungen und praktische Vorführungen für das Personal, welches die Prüfung in Übereinstimmung mit dieser Norm oder den Anforderungen des Herstellers durchführt, verantwortlich sein. Damit wird die Fähigkeiten des Personals, welches die erforderliche Prüfung durchführt, sichergestellt. Qualifizierungsberichte müssen auf dem neuesten Stand gehalten werden.

Das Prüfpersonal muss über die technischen Fachkenntnisse hinsichtlich supraleitender Werkstoffe, Schweißstoß-Arten nach ISO 17279-1, Bild 4 und 5 sowie über Techniken des Mikrofügens und Oxidationsglühens und ihre Verfahren nach ISO 17279-1, 5.5.3.1, 5.5.3.2 und 5.5.3.3 verfügen, um bei der Auswertung der Prüfungsergebnisse zu helfen, selbst wenn das Personal nicht am Mikrofügen und Oxidationsglühen beteiligt oder dafür verantwortlich ist. Das Prüfpersonal muss über einen technischen Hintergrund sowie über Kenntnisse hinsichtlich des Prüfverfahrens nach ISO 17279-3 und der Beurteilung der Prüfungsergebnisse verfügen. Praktische Erfahrungen in der Bedienung der Prüfausrüstung sind obligatorisch.

6.2 Wesentliche Einflussgrößen und Geltungsbereich

Die Qualifizierung von Prüfpersonal basiert auf wesentlichen Einflussgrößen und Geltungsbereichen, die vom Hersteller oder durch die vom Hersteller bestimmte/-n Personen/Stelle vorgegeben sind. Ist das Prüfen über den Geltungsbereich hinaus erforderlich, ist eine neue Prüfung abzulegen. Eine erfolgreich für ein bestimmtes Verfahren durchgeführte Prüfung qualifiziert das Personal nur für dieses Prüfverfahren.

Die Prüfausrüstung variiert in Abhängigkeit der Ausführungsdetails und unterschiedlichen Funktionen und beeinflusst stark die Prüfungsqualität. Die Ausrüstung muss in regelmäßigen Abständen entsprechend der Herstellerspezifikation kalibriert werden. Es darf nur Ausrüstung mit gültiger Kalibrierung für die Prüfung von Prüfpersonal angewandt werden. Für die Änderung von einer Art der Prüfausrüstung zu einer anderen Art der Prüfausrüstung ist eine zusätzliche Schulung notwendig. Das Ändern, Hinzufügen oder Entfernen kritischer Komponenten wie Messgeräte, Regeleinrichtungen und Steuereinrichtungen der Prüfausrüstung, welche die Schweißstoß-Qualität beeinflussen, muss als wesentliche Einflussgrößen gelten. Bei Änderungen der qualifizierten wesentlichen Einflussgrößen ist eine erneute Qualifizierung erforderlich. Das Prüfpersonal muss mit einer geänderten Ausrüstung geschult werden, wenn die Prüfausrüstung ebenfalls geändert ist. Prüfungen, die nur mit kalibrierter und/oder qualifizierter Ausrüstung durchgeführt werden, müssen für die Prüfung des Prüfpersonals verwendet werden. Arbeitet das Personal in Übereinstimmung mit vom Hersteller oder Prüfentwickler bestimmten Bedienungsanleitungen oder Prüfspezifikationen, muss der Geltungsbereich entsprechend der Anleitung oder Spezifikation festgelegt werden. Der Geltungsbereich für andere Variablen muss in der Herstellerspezifikation festgelegt sein.

6.3 Qualifizierungsverfahren

Die Qualifizierungsverfahren für Prüfpersonal müssen vom Hersteller oder durch vom Hersteller bestimmtes Personal bzw. durch eine vom Hersteller bestimmte Stelle festgelegt werden. Qualifizierte Standardprüfstöße nach ISO17279-1, Bild 4 und Bild 5 mit bekannten Prüfungsergebnissen können zur Qualifizierung des Prüfpersonals verwendet werden. Alternativ kann ein beliebiger supraleitender Neuprüfkörper ohne Schweißstoß für die Prüfung verwendet werden.

Die Prüfpunkte für die Qualifizierung dienen hauptsächlich zur Bestätigung der elektrischen und magnetischen Eigenschaften und Profile durch Vierspitzensonden-Prüfung, Magnetfeld-Abbau-Prüfung, Prüfung im Feld, kritische Magnetfeld-Prüfung, Prüfung der Verteilung der kritischen Stromdichte, Prüfung der Zugfestigkeit und Biegeprüfung, und zur Bestätigung der Mikrostrukturen, Morphologien und Merkmale von Schweißstoß-Werkstoffen durch Mikroskope oder Prüfung der Röntgenstrahlen-Diffraktion sowie zur Bestätigung der Integrität durch Sichtprüfung, Prüfung der Zugfestigkeit und Biegeprüfung. Die informativen Prüfanforderungen sind in ISO 17279-3 und in ISO 17279-1, 5.5.4.2 bis 5.5.4.11 enthalten.

Die Prüfung muss am qualifizierten Standardprüfstoß oder an einem beliebigen supraleitenden Neuprüfkörper ohne Schweißstoß durchgeführt werden. Tabelle 5 zeigt vorgegebenen Qualifizierungsanforderungen für das Prüfpersonal. Der kritische Strom des Schweißstoßes (I_c) ist extrem wichtig für die Qualifizierung des Prüfpersonals. Zusätzlich können andere in ISO 17279-3 und in ISO 17279-1, 5.5.4.2 bis 5.5.4.11 beschriebene Prüfverfahren für die Qualifizierung des Prüfpersonals durchgeführt werden, wenn dies vom Hersteller gefordert wird.

Tabelle 5 — Qualifizierungsanforderungen an Prüfpersonal

Art der Prüfung	Qualifizierungsanforderung
Sichtprüfung	Ausbildung, Weiterbildung und Prüfung: gemäß Anforderung des Herstellers oder der dafür bestimmten Stelle Sichtanforderungen: Sehkraft für die Nähe (Jaeger), Farbenblindheit und Farbkontrastidentifizierung müssen geprüft werden; Annahmekriterien müssen den Anforderungen des Herstellers oder der dafür bestimmten Stelle entsprechen
Prüfung des kritischen Stroms I_c durch Vierspitzensonde	Ausbildung, Weiterbildung und Prüfung: gemäß Anforderung des Herstellers oder der dafür bestimmten Stelle
Zugprüfung mit Schweißstoß-Verstärkung	Ausbildung, Weiterbildung und Prüfung: gemäß Anforderungen des Herstellers oder der dafür bestimmten Stelle

6.4 Wiederholungsprüfung

Entspricht das Prüfpersonal nicht den Qualifizierungsanforderungen nach Tabelle 5, muss das Personal als nicht qualifiziert eingestuft werden und erneut geschult und erneut qualifiziert werden.

6.5 Qualifizierungsprüfung und Prüfprotokoll

Durch Überprüfung der Ergebnisse aller Prüfungen muss ermittelt werden, ob der Prüfer die Qualifizierungsprüfung bestanden hat; die Prüfergebnisse müssen protokolliert werden. Die qualifizierten Punkte sind zu dokumentieren. Das Format der Dokumentation muss vom Hersteller vorgegeben werden. Ein Vorschlag für das Prüfprotokoll befindet sich in Anhang D. Tabelle 4 dieser Norm kann als Prüfprotokoll verwendet werden. Die Dokumentation kann auf Papier gedruckt oder elektronisch erfasst sein.

6.6 Gültigkeitsdauer

6.6.1 Erstqualifizierung

Die Qualifizierung des Prüfpersonals ist gültig vom Tag der Prüfung mit ausreichenden Ergebnissen. Die Qualifizierung ist gültig für einen Zeitraum von zwei Jahren, wobei der Zeitraum der Gültigkeit zum letzten Tag des Monats endet.

6.6.2 Bestätigung der Gültigkeit

Der Koordinator oder die verantwortliche Person des Arbeitgebers muss bestätigen, dass das Prüfpersonal innerhalb des Anfangsgeltungsbereichs gearbeitet hat. Dies ist alle sechs Monate zu bestätigen. Erfolgt eine solche Bestätigung nicht und die Qualifizierung endet, muss das Prüfpersonal eine erneute Qualifizierungsprüfung ablegen, bevor es weiter Prüfungen durchführen kann.

6.6.3 Verlängerung der Qualifizierung

Die Qualifizierung des Prüfpersonals kann alle zwei Jahre von einem Prüfer verlängert werden. Vor der Verlängerung der Qualifizierung muss den relevanten Spezifikationen dieser Norm entsprochen werden und die folgenden Bedingungen müssen bestätigt werden:

- Alle Aufzeichnungen und Nachweise, die für die Verlängerung verwendet werden, müssen nachvollziehbar dem Prüfpersonal zugeordnet werden;
- Nachweise, die für die Verlängerung verwendet werden, müssen die nach 6.2 und 6.3 erforderlichen Prüfungen der letzten sechs Monate enthalten. Nachweise, die mit einer Verlängerung in Bezug stehen, müssen für zwei Jahre aufbewahrt werden.

7 Überprüfung durch Dritte

Während des gesamten Qualifizierungsverfahrens für Schweißer und Prüfpersonal kann das verantwortliche Personal des Qualitätssicherungs-Teams als dritte Partei alle Unterlagen einsehen und das gesamte Verfahren nach der entwickelten Checkliste überwachen. Sollten während der Einsichtnahme und Überwachung Fehler festgestellt werden, können diese durch Ausstellung eines Nicht-Konformitätsberichts (NCR; en: Non-Conformance Report) direkt dem Leiter oder dem verantwortlichen Personal der Organisation mitgeteilt werden. Eine informative Checkliste befindet sich in Anhang E.