

DIN EN ISO 22825



ICS 25.160.40

Einsprüche bis 2016-11-16
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 22825:2012-08

Entwurf

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen –
Ultraschallprüfung –
Prüfung von Schweißverbindungen in austenitischen Stählen und
Nickellegierungen (ISO/DIS 22825:2016);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 22825:2016**

Non-destructive testing of welds –
Ultrasonic testing –
Testing of welds in austenitic steels and nickel-based alloys (ISO/DIS 22825:2016);
German and English version prEN ISO 22825:2016

Contrôle non destructif des assemblages soudés –
Contrôle par ultrasons –
Contrôle des soudures en aciers austénitiques et en alliages à base nickel
(ISO/DIS 22825:2016);
Version allemande et anglaise prEN ISO 22825:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-09-16 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 des 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 nmp@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 Materialprüfung (NMP), 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 60 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)
DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22825:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen“ erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-23 AA „Ultraschallprüfung“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 22825 beigelegt. 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 7963	siehe	DIN EN ISO 7963
ISO 9712	siehe	DIN EN ISO 9712
ISO 17635	siehe	DIN EN ISO 17635
ISO 17640	siehe	DIN EN ISO 17640

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 22825:2012-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Korrektur von Gleichung 1;
- b) Aktualisierung der Normativen Verweisungen und Literaturhinweise;
- c) redaktionelle Änderungen im gesamten Dokument.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 9763, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr 2*

DIN EN ISO 9712, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung*

DIN EN ISO 17635, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe*

DIN EN ISO 17640, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Zulässigkeitsgrenzen und Bewertungskriterien*

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen —
Ultraschallprüfung — Prüfung von Schweißverbindungen in austenitischen
Stählen und Nickellegierungen (ISO/DIS 22825:2016)**

*Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons — Contrôle des soudures en aciers
austénitiques et en alliages à base nickel (ISO/DIS 22825:2016)*

*Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Testing of welds in austenitic steels and nickel-based alloys
(ISO/DIS 22825:2016)*

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Erforderliche Angaben vor der Prüfung	8
4.1 Einzelheiten, die in einer Spezifikation festzulegen sind	8
4.2 Vom Prüfer vor der Prüfung benötigte Angaben	8
5 Personal	9
6 Prüfausrüstung	9
7 Einstellen des Entfernungsbereichs für Longitudinalwellen	9
8 Einstellen der Prüfempfindlichkeit	10
8.1 Allgemeines	10
8.2 Verwendung von Querbohrungen	11
8.3 Verwendung von anderen Bezugsreflektoren	11
9 Prüfanweisung und Ultraschalltechniken	12
9.1 Entwicklung der Prüfanweisung	12
9.2 Inhalt der Prüfanweisung	12
9.3 Auswahl von Ultraschalltechnik(en)	13
9.4 Optimierung der Prüftechnik und Entwurf der Prüfanweisung	14
9.5 Praktische Auswirkungen der Anwendung gebrochener Longitudinalwellen	15
10 Klassifizierung und Größenbestimmung von Anzeigen	15
11 Prüfung der Schweißverbindungen	15
11.1 Allgemeines	15
11.2 Oberflächenzustand und Koppelflüssigkeit	15
11.3 Prüfung des Grundwerkstoffs	16
11.4 Abtastung	16
11.5 Bewertung der Anzeigen	16
12 Prüfbericht	16
12.1 Allgemeines Daten	16
12.2 Angaben zur Prüfausrüstung	17
12.3 Angaben zur Prüftechnik	17
12.4 Prüfergebnisse	18
Anhang A (informativ) Prüftechniken mit schräg eingeschallten Longitudinalwellen	19
A.1 Gebrochene Longitudinalwellen	19
A.2 Gebrochene Longitudinalwellen, direkte Technik	19
A.3 Gebrochene Longitudinalwellen mit Wellenumwandlung	20
A.4 Gebrochene Longitudinalwellen, Tandemtechnik (mit einem und mit zwei Prüfköpfen)	21
A.5 Kriechwellentechnik	22
A.6 Überdeckung der Wanddicke	23

Anhang B (informativ) Kalibrierkörper aus nichtrostendem Stahl zur Justierung des Entfernungsbereichs	26
Anhang C (informativ) Vergleichskörper zur Justierung der Prüfeempfindlichkeit.....	28
C.1 Charakteristische Vergleichskörper	28
C.2 Anwendung von Vergleichskörpern.....	28
C.3 Konstruktion von Vergleichskörpern.....	28
C.3.1 Körper mit Querbohrungen und Nuten.....	28
C.3.2 Körper mit Flachbodenbohrung und Nuten.....	29
Literaturhinweise.....	32

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 22825:2016) 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 22825:2016 wurde vom CEN als prEN ISO 22825:2016 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 Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 44/SC 5.

ISO 22825 wurde vom Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee TC 121, *Schweißen und verwandte Verfahren*, Subkomitee SC 5, *Prüfung von Schweißverbindungen*, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 44, *Welding and allied processes*, Subcommittee SC 5, *Testing and inspection of welds*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Vienna Agreement) erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 22825:2012), die technisch überarbeitet wurde.

Die hauptsächlichen Änderungen sind:

- Berichtigung einer falschen Gleichung;
- Aktualisierung der Verweise;
- Prüftechniken mit schräg eingeschliffenen Longitudinalwellen;
- Kalibrierkörper aus nichtrostendem Stahl zur Justierung des Entfernungsbereichs;
- Beispiele für Vergleichskörper.

Einleitung

Die Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen zwischen austenitischen Stahlbauteilen und von Mischnähten wird allgemein als sehr schwierig angesehen. Die Probleme hängen meistens mit ungünstigem Gefüge und Korngrößen sowie mit unterschiedlichen Werkstoffeigenschaften zusammen, was zu inhomogenen und anisotropen mechanischen und akustischen Eigenschaften führt, im Gegensatz zum relativ isotropen Verhalten in Schweißverbindungen niedrig legierter Stähle.

Austenitisches Schweißgut und andere grobkörnige anisotrope Werkstoffe können die Ausbreitung des Ultraschalls wesentlich beeinflussen. Zusätzlich können Verzerrungen des Schallbündels, unerwartete Reflexionen und Wellenumwandlungen an der Schmelzlinie und/oder an Stengelkristallen auftreten. Deswegen kann es für Ultraschallwellen schwierig und manchmal auch unmöglich sein, das Schweißgut zu durchdringen.

Die Ultraschallprüfung dieser Metalle kann Techniken erfordern, die von den herkömmlichen Prüftechniken abweichen. Diese besonderen Techniken beinhalten oft eher die Verwendung von SE-Prüfköpfen für durch Brechung erzeugte Longitudinalwellen oder Kriechwellen als solche für herkömmliche Transversalwellen.

Zusätzlich ist es notwendig, repräsentative Vergleichskörper mit Schweißverbindungen zur Entwicklung einer Prüfanweisung herzustellen, eine vorläufige Prüfempfindlichkeit festzulegen, das Verfahren zu bewerten und die Wirksamkeit nachzuweisen, bevor eine endgültige Prüfanweisung niedergeschrieben wird. Sowohl der Werkstoff, die Nahtvorbereitung, das Schweißverfahren als auch die Geometrie und der Oberflächenzustand der Vergleichskörper sind dieselben wie beim zu prüfenden Objekt.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt den Weg zur Entwicklung von Prüfanweisungen für die Ultraschallprüfung der folgenden Schweißverbindungen fest:

- Schweißverbindungen in nichtrostenden Stählen;
- Schweißverbindungen in Nickellegierungen;
- Schweißverbindungen in Duplexstählen;
- Schweißverbindungen zwischen unterschiedlichen Metallen;
- Schweißverbindungen in austenitischen Stählen.

Der Zweck der Prüfung kann sehr unterschiedlich sein, z. B.:

- die Bewertung der Güteklasse (Herstellung);
- der Nachweis besonderer Unterbrechungen, durch den Gebrauch hervorgerufener Anzeigen.

Diese Internationale Norm enthält keine Zulässigkeitsgrenzen, sie können aber entsprechend dem Anwendungsbereich der Prüfung angewendet werden (siehe Abschnitt 5).

Die Anforderungen dieser Internationalen Norm gelten sowohl für die manuelle als auch für die mechanisierte Prüfung.

2 Normative Verweisungen

Auf die folgenden Dokumente wird in diesem Text auf eine Art und Weise verwiesen, welche manche Inhalte oder den gesamten Inhalt dieser Dokumente zu Anforderungen dieses Dokuments macht. 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 5577, *Non-destructive testing — Ultrasonic inspection — Vocabulary*

ISO 7963, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Specification for calibration block No. 2*

ISO 9712, *Non-destructive testing — Qualification and certification of personnel*

ISO 17635, *Non-destructive testing of welds — General rules for metallic materials*

ISO 17640, *Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Techniques, testing levels, and assessment*

EN 12668-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung — Teil 1: Prüfgeräte*

EN 12668-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung — Teil 2: Prüfköpfe*

EN 12668-3, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung — Teil 3: Komplette Prüfausrüstung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 5577, ISO 17635 und die folgenden Begriffe.

3.1 SE-Prüfkopf
Ultraschallprüfkopf, in dem die Sende- und Empfangswandler getrennt sind und elektrisch und akustisch voneinander isoliert sind

3.2 Fokusabstand
(eines SE-Prüfkopfes) Entfernung zwischen dem Prüfkopf und dem Punkt auf der akustischen Achse, wo der Schalldruck am höchsten ist

3.3 Fokuskurve
(eines SE-Prüfkopfes) Kurve, die die Beziehung zwischen dem Schallweg und der Prüfempfindlichkeit des Prüfkopfes für einen vorgegebenen Werkstoff, mit festgelegten Reflektoren, darstellt

4 Erforderliche Angaben vor der Prüfung

4.1 Einzelheiten, die in einer Spezifikation festzulegen sind

Angaben sind zu folgenden Einzelheiten erforderlich:

- a) Werkstoffart und -güte;
- b) Zweck und Umfang der Prüfung, einschließlich der Prüfung auf transversale Unterbrechungen, falls verlangt;
- c) Prüfklassen (siehe Abschnitt 10);
- d) Herstellungs- oder Betriebsstadium, in dem die Prüfung vorzunehmen ist;
- e) Anforderungen an den Zugang, die Oberflächenbeschaffenheit (siehe 11.2) und die Temperatur;
- f) ob eine Prüfung des Grundwerkstoffs vor und/oder nach dem Schweißen durchgeführt werden muss, oder nicht (siehe 11.3);
- g) Vergleichskörper (siehe Abschnitte 6 und 7);
- h) Personalqualifikationen (siehe Abschnitt 5);
- i) Anforderungen an den Prüfbericht (siehe Abschnitt 12);
- j) Zulässigkeitskriterien und/oder Registrierschwellen.

4.2 Vom Prüfer vor der Prüfung benötigte Angaben

Vor jeder Prüfung einer geschweißten Verbindung muss der Prüfer Zugang zu allen in 4.1 festgelegten Angaben haben, zusammen mit den folgenden zusätzlichen Angaben:

- a) schriftliche Prüfanweisung (siehe Abschnitt 9);
- b) Art(en) des Grundwerkstoffs und der Produktform (d. h. gegossen, geschmiedet, gewalzt);

- c) Nahtvorbereitung und Maße;
- d) Schweißverfahren oder entsprechende Angaben über den Schweißprozess;
- e) Zeitpunkt der Prüfung bezüglich jeglicher Wärmebehandlung nach dem Schweißen;
- f) Ergebnis aller Prüfungen des Grundwerkstoffs, die vor und/oder nach dem Schweißen durchgeführt wurden;
- g) Referenzpunkte und Einzelheiten zum Koordinatensystem des Prüfobjektes.

5 Personal

Personal, das Prüfungen in Übereinstimmung mit dieser Internationalen Norm durchführt, muss in angemessenem Maße nach ISO 9712 oder gleichwertig für den entsprechenden Industriezweig qualifiziert sein.

Zusätzlich zum Allgemeinwissen über die Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen müssen die Prüfer mit den Problemen beim Prüfen vertraut sein und über entsprechende praktische Erfahrungen verfügen, die in direktem Zusammenhang mit der Art der zu prüfenden Werkstoffe und Schweißverbindungen stehen. Eine besondere Schulung und eine besondere Prüfung des Personals sollte an charakteristischen Teilen mit Schweißverbindungen (Duplex, austenitische, nichtrostende Stähle) und unter Anwendung von SE-Longitudinalwellen-Prüfköpfen durchgeführt werden. Diese Schulung und die Ergebnisse der Prüfung sollten dokumentiert werden.

Ist das nicht der Fall, sollte eine besondere Schulung mit der endgültigen Ultraschall-Prüfanweisung und mit der gewählten Ultraschall-Prüfausrüstung an geeigneten Vergleichskörpern durchgeführt werden, die natürliche oder künstliche Reflektoren enthalten, die den erwarteten Fehlern ähnlich sind. Diese Schulung und die Ergebnisse der Prüfung sollten dokumentiert werden.

6 Prüfausrüstung

Die für die Prüfung verwendete Ausrüstung muss die Anforderungen von EN 12668-1 und EN 12668-2 erfüllen. Die Überprüfung der zusammengeschalteten Ausrüstung muss in Übereinstimmung mit EN 12668-3 durchgeführt werden, mit der Ausnahme von SE-Longitudinalwellen-Winkelprüfköpfen, die an geeigneten Vergleichskörpern überprüft werden können, und nicht an den in der EN 12668-3 erwähnten.

Für die zu verwendenden SE-Prüfköpfe müssen Fokuskurven vorhanden sein, die an einem Werkstoff ermittelt wurden, der dem zu prüfenden Werkstoff entspricht.

7 Einstellen des Entfernungsbereichs für Longitudinalwellen

Die Einstellung des Entfernungsbereichs muss an geeigneten Kalibrierkörpern durchgeführt werden, z. B. an Körpern, die ähnlich wie der Körper Nr. 2 (siehe ISO 7963) gestaltet sind, wie in Anhang B gezeigt. Das Maß von mindestens einem der Radien der verwendeten Körper muss im Bereich des Fokusabstands der Prüfköpfe liegen.

Der Schalleintrittspunkt jedes Prüfkopfes ist an der Seite des Prüfkopfes zu kennzeichnen, nachdem die Echoamplitude auf dem Radius, der dem Fokusabstand des Prüfkopfes am nächsten kommt, optimiert wurde. Da die Echooptimierung für Prüfköpfe mit großem Einschallwinkel und für Kriechwellenprüfköpfe schwierig sein kann, darf stattdessen das Transversalwellensignal zur Optimierung verwendet werden. In diesem Fall muss das Justierverfahren in die Prüfanweisung aufgenommen werden.

Die Optimierung der Echos ist einzeln an den beiden Radien durchzuführen und zu wiederholen, bis sich die Signale des kleineren und des größeren Radius an ihren richtigen Positionen befinden.

Alternativ darf die Zeitachse mithilfe eines einzelnen Senkrechtprüfkopfs mit der Breite des Kalibrierkörpers justiert werden und anschließend die Einstellung des Nullpunktes durch den auf dem Kalibrierkörper aufgesetzten Winkelprüfkopf mit dem Radius vorgenommen werden, der dem Fokusabstand des Prüfkopfes am nächsten kommt.

Die Einstellung des Entfernungsbereichs ist vor jeder Prüfung durchzuführen. Überprüfungen zur Bestätigung dieser Einstellungen müssen mindestens alle vier Stunden und immer nach Abschluss der Prüfung vorgenommen werden.

Überprüfungen müssen auch immer dann ausgeführt werden, wenn ein Systemparameter geändert wird oder wenn Änderungen in den entsprechenden Einstellungen vermutet werden.

Werden bei diesen Überprüfungen Abweichungen gefunden, müssen die in Tabelle 1 angegebenen Korrekturvorgänge durchgeführt werden.

Tabelle 1 — Entfernungsabweichungen

1	Abweichungen $\leq 5\%$ der Spannweite	Es ist keine Korrektur erforderlich, die Prüfung kann fortgesetzt werden.
2	Abweichungen $> 5\%$ der Entfernung	Die Einstellung muss korrigiert werden, und alle im vorhergehenden Zeitraum durchgeführten Prüfungen sind zu wiederholen.

8 Einstellen der Prüfempfindlichkeit

8.1 Allgemeines

Die Einstellung der Prüfempfindlichkeit ist an einem Vergleichskörper mit einer Schweißverbindung durchzuführen. Anhang C zeigt Beispiele für Vergleichskörper. Die Wanddicke des Vergleichskörpers muss der Wanddicke des zu prüfenden Objekts ähnlich sein, im Bereich von 10 % oder 3 mm, je nachdem, was größer ist.

Bezugsreflektoren können Querbohrungen in der Mitte der Schweißverbindung und/oder in der Schmelzlinie sein. Alternativ dürfen Flachbodenbohrungen in der Schmelzlinie verwendet werden, wobei sich der Flachboden in der Ebene der Schmelzlinie (Schweißnaht) befindet. Oberflächennuten sind als Vergleichsreflektoren für oberflächennahe Fehler zu verwenden. Siehe Bilder C.1, C.2 und C.3.

Wenn SE-Prüfköpfe verwendet werden, ist die Prüfzonen-Überdeckung in Bezug auf die Wanddicke auf der Grundlage der Fokuskurve zu bestimmen, wie in A.6 gezeigt. Die Prüfzonen-Überlappung ist in der Prüfanweisung zu dokumentieren.

Die Einstellung der Prüfempfindlichkeit muss entsprechend dieser Internationalen Norm vor jeder Prüfung durchgeführt werden.

Der Zwischenraum g zwischen der Prüffläche und der Prüfkopfsohle darf nicht größer als 0,5 mm sein.

Bei zylindrischen oder kugelförmigen Oberflächen kann diese Anforderung durch Gleichung (1) überprüft werden:

$$g = \frac{a^2}{4D} \quad (1)$$

Dabei ist

- D der Durchmesser des Prüfobjekts, in Millimeter;
- a die Länge des Prüfkopfschuhs in Prüfrichtung, in Millimeter.

Wenn sich bei der Gleichung (1) ein Wert für g ergibt, der größer als 0,5 mm ist, ist die Prüfkopfsohle der Oberfläche anzupassen, und die Empfindlichkeit und der Prüfbereich sind entsprechend einzustellen.

Überprüfungen zur Bestätigung dieser Einstellungen müssen mindestens alle vier Stunden und immer nach Abschluss der Prüfung vorgenommen werden. Überprüfungen müssen auch immer dann ausgeführt werden, wenn ein Systemparameter geändert wird oder wenn Änderungen in den entsprechenden Einstellungen vermutet werden.

Werden bei diesen Überprüfungen Abweichungen gefunden, müssen die in Tabelle 2 angegebenen Korrekturmaßnahmen durchgeführt werden.

Tabelle 2 — Empfindlichkeitsabweichungen

1	Abweichungen ≤ 2 dB	Es ist keine Korrektur erforderlich, die Prüfung kann fortgesetzt werden.
2	Abweichungen zwischen 2 dB und 4 dB	Die Einstellung muss korrigiert werden, bevor die Prüfung fortgesetzt wird.
3	Empfindlichkeitsabfall > 4 dB	Die Einstellung muss korrigiert werden, und die seit der letzten gültigen Überprüfung durchgeführten Prüfungen sind zu wiederholen.
4	Empfindlichkeitsanstieg > 4 dB	Die Einstellung muss korrigiert werden und alle seit der letzten gültigen Überprüfung aufgezeichneten Anzeigen müssen nochmals bewertet werden.

8.2 Verwendung von Querbohrungen

Werden Reflektoren in der Schmelzlinie benutzt, sind die Empfindlichkeitseinstellungen durchzuführen:

- a) durch Einstellen der Echohöhe, wenn das Schallbündel nur den Grundwerkstoff durchläuft;
- b) durch Einstellen der Echohöhe, wenn das Schallbündel auch das Schweißgut durchläuft.

Werden Reflektoren in der Mittellinie der Schweißnaht verwendet, darf die Einstellung der Empfindlichkeit auch nur von einer Seite aus ausgeführt werden, mit Ausnahme von Mischverbindungen (bei denen sich die akustischen Eigenschaften des Grundwerkstoffes auf beiden Seiten unterscheiden).

Der Durchmesser der Querbohrungen muss üblicherweise 3 mm betragen.

8.3 Verwendung von anderen Bezugsreflektoren

Sind besondere Unregelmäßigkeiten zu ermitteln und/oder ist ein besonders begrenzter Bereich der Schweißverbindung zu prüfen, dürfen andere Arten und Abmessungen von Bezugsreflektoren verwendet

werden. In diesem Fall müssen besondere Bedingungen für die Empfindlichkeitseinstellung festgelegt werden.

Bei der Prüfung von Rohrschweißungen werden üblicherweise Flachbodenbohrungen und Nuten als Bezugsreflektoren verwendet. Ein Beispiel für eine Rohrumfangsschweißung ist in Bild C.2 angegeben.

Die Lage der Flachbodenbohrung ist an einem Makroschliff des austenitischen Stahls zu ermitteln, dementsprechend im Vergleichskörper anzuordnen und so zu bohren, dass der Flachboden sich in der Schmelzlinie befindet.

9 Prüfanweisung und Ultraschalltechniken

9.1 Entwicklung der Prüfanweisung

Die Entwicklung einer Prüfanweisung muss den Hauptschritten folgen, wie sie in dem in Bild 1 gezeigten Ablaufschema angegeben sind.

9.2 Inhalt der Prüfanweisung

Eine Prüfanweisung muss schriftlich festgehalten werden und mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- a) Zweck und Umfang der Prüfung;
- b) Prüftechniken;
- c) Prüfklassen;

ANMERKUNG Für die Prüfung austenitischer Stähle sind in ISO 17640 keine Prüfklassen wie für ferritische Stähle festgelegt. Trotzdem ist es wichtig, solche festzulegen, um die geforderte Nachweiswahrscheinlichkeit in jedem betrachteten Bereich zu berücksichtigen.

- d) Anforderungen an die Qualifizierung/Schulung des Personals;
- e) Anforderungen an die Prüfausrüstung;
- f) Prüfkopf für jede Prüfzone oder jeden Teil des Nahtquerschnitts;
- g) Vergleichskörper;
- h) Testkörper, sofern erforderlich;
- i) Justierung der Prüfausrüstung;
- j) vorhandener Zugang und Oberflächenbeschaffenheit;
- k) Abtastrichtungen und Prüfkopfpositionen;
- l) Prüfung des Grundwerkstoffs;
- m) Bewertung der Anzeigen;
- n) Zulässigkeitsgrenzen und/oder Registrierschwellen;
- o) Anforderungen an den Prüfbericht;
- p) Umwelt- und Sicherheitsaspekte.

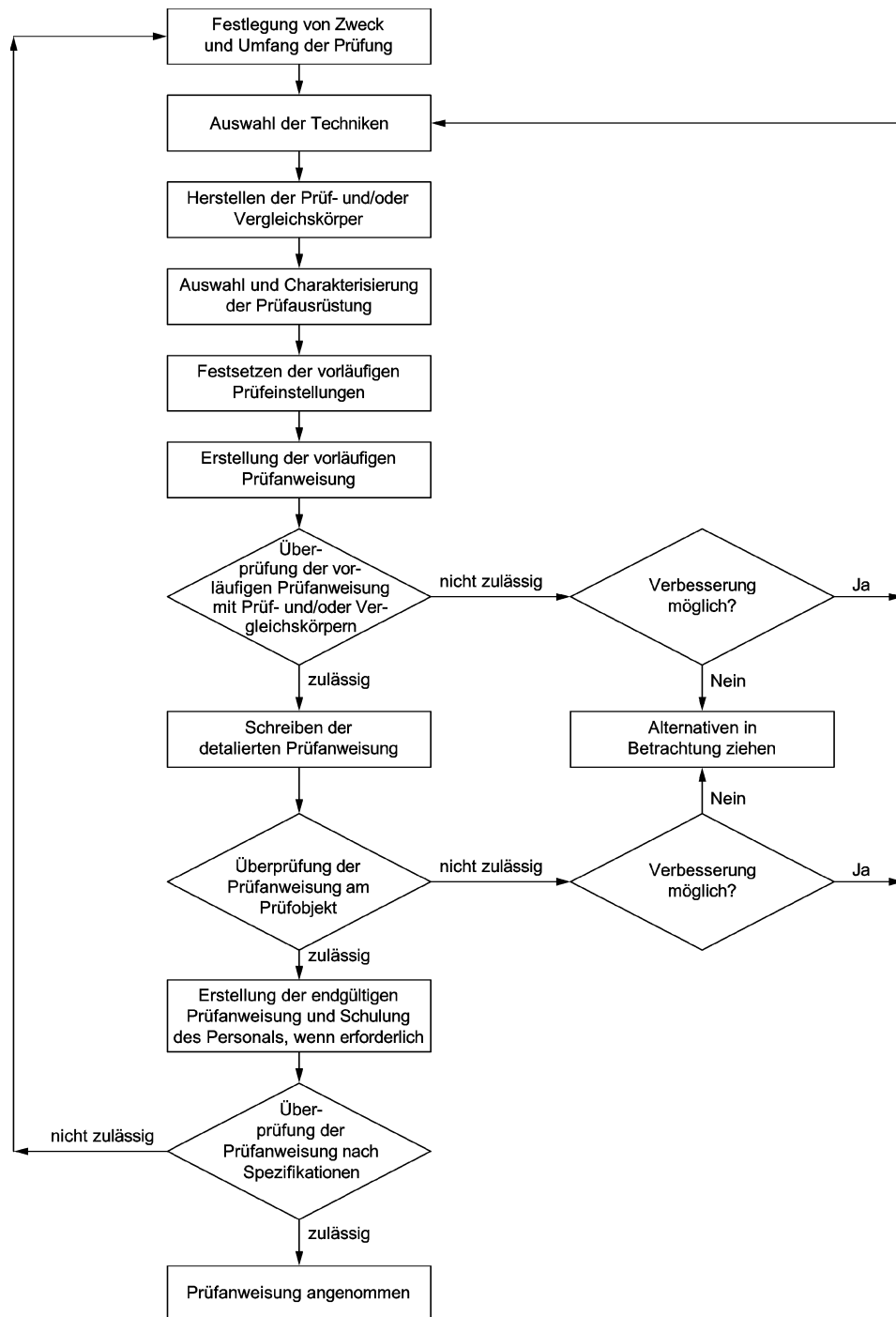


Bild 1 — Notwendige Schritte beim Erstellen einer schriftlichen Ultraschallprüfanweisung

9.3 Auswahl von Ultraschalltechnik(en)

Die anzuwendende(n) Technik(en) sind auf der Grundlage von ersten Versuchsmessungen an geeigneten Testkörpern auszuwählen (siehe Anhang C). Solche Messungen müssen die Bestimmung von Transferverlusten am Grundwerkstoff einschließen (Verwenden von Transversalwellen), weiter Versuchsprüfungen, um eine Vorstellung vom Störpegel in der Schweißverbindung zu bekommen (wobei Transversal- und Longitudinalwellen verwendet werden) und auch Messungen durch das Schweißgut mit künstlichen Reflektoren (um einen Eindruck von den Signal-Störpegel-Abständen in verschiedenen Bereichen der Schweißverbindung zu erhalten).

In jedem Fall muss nachgewiesen werden, dass alle Bezugsreflektoren in der Bezugsschweißnaht (diejenigen eingeschlossen, die durch das Schweißgut nachgewiesen werden müssen) wenigstens mit dem von der Spezifikation geforderten Mindeststörabstand nachgewiesen werden. In Abhängigkeit von den erhaltenen Ergebnissen kann eine der folgenden Situationen auftreten:

- a) Sowohl das Gefüge der Schweißverbindung als auch das des Grundwerkstoffs sind relativ feinkörnig.

Das kann bedeuten, dass herkömmliche Ultraschalltechniken (Transversalwellenprüfköpfe) verwendet werden können. Wenn der Signal-Störpegel-Abstand mindestens 12 dB beträgt, kann ISO 17640 ohne Einschränkungen angewendet werden.

- b) Das Gefüge des Grundwerkstoffs ist feinkörnig, doch das Gefüge des Schweißgutes ist grobkörnig.

Das heißt, der Grundwerkstoff lässt die ungehinderte Ausbreitung von Transversalwellen und Longitudinalwellen zu, aber Transversalwellen haben Schwierigkeiten, die Schweißverbindung zu durchdringen. In diesem Fall sind Longitudinalwellen zu verwenden, zumindest für die Funktionen, um Reflektoren im Schweißgut oder durch das Schweißgut hindurch nachzuweisen. Transversalwellen dürfen angewendet werden, um Unregelmäßigkeiten in der Schmelzlinie nachzuweisen, wo kein Durchdringen der Schweißverbindung erforderlich ist. Um Unterbrechungen in der oder durch die Schweißnaht hindurch nachzuweisen, dürfen umgewandelte Wellen verwendet werden, die das indirekte Anschallen der Reflektoren ermöglichen, z. B. TL-Techniken und LLT-Techniken (siehe Anhang A).

- c) Sowohl das Gefüge des Grundwerkstoffs als auch das der Schweißverbindung sind grobkörnig.

Das kann bedeuten, dass sowohl zum Durchdringen des Grundwerkstoffs als auch des Schweißgutes Longitudinalwellen erforderlich sind. In diesem Fall sind ausschließlich Techniken anzuwenden, bei denen die Reflektoren mit Longitudinalwellen direkt angeschallt werden. Das kann bei einigen Duplex-Stählen der Fall sein (siehe Anhang A).

- d) Das Gefüge des Schweißgutes und/oder des Grundwerkstoffes lässt keine Ultraschallprüfung mit einem ausreichenden Signal-Störpegel-Abstand zu. In diesem Fall sind andere zerstörungsfreie Verfahren zu erwägen.

9.4 Optimierung der Prüftechnik und Entwurf der Prüfanweisung

Nachdem die grundlegende(n) Technik(en) für die verschiedenen Teile (Bereiche) der Schweißverbindung ausgewählt wurden, sind die Techniken für jeden Bereich und jede Funktion zu optimieren. Das bedeutet bei SE-Prüfköpfen für schräg eingeschallte Longitudinalwellen, dass die optimale Frequenz, der Einschallwinkel der verwendeten Prüfköpfe, der Fokusabstand und die Wandlergröße für jede Nahtzone einzeln ausgewählt werden müssen (siehe Anhang A).

In Abhängigkeit von der Anwendung und den entsprechenden Normen sind die Techniken so auszuwählen, dass sämtliche mögliche Unterbrechungen nachgewiesen werden, die für die Art des Schweißgutes und für das Schweißverfahren typisch sind. Zum Nachweis möglicher Kaltrisse senkrecht zur Oberfläche ist zusätzlich zu den direkten und indirekten Prüftechniken die Einzelkopf-Tandemtechnik anzuwenden.

Die Schallbündelöffnung (und dadurch auch die Ausdehnung der Fokuskurve) sind zu optimieren, indem ein Prüfkopf mit ausreichender Wandlergröße gewählt wird, um eine ausreichende Überdeckung über die gesamte Wanddicke sicherzustellen. Amplitudeneinbrüche zwischen den Fokuskurven der verwendeten Prüfköpfe (Anhang A) dürfen 3 dB nicht überschreiten, um den Nachweis von Unterbrechungen im Randbereich zwischen zwei Prüfzonen sicherzustellen.

9.5 Praktische Auswirkungen der Anwendung gebrochener Longitudinalwellen

Bei der Verwendung von Longitudinalwellenprüfköpfen ist die Schweißnaht in Abhängigkeit von der Wanddicke in den meisten Fällen mehrmals abzufahren. Bei diesen Fahrten sind eigens ausgesuchte Prüfköpfe für verschiedene Tiefenbereiche oder für verschiedene Teile der Schweißnaht zu verwenden. Anordnungen mit mehreren Prüfköpfen dürfen verwendet werden, die das gleichzeitige Prüfen mehrerer Bereiche ermöglichen.

Eine manuelle Prüfung sollte parallel und in festem Abstand zur Mittellinie der Schweißverbindung erfolgen (Linienabtastung), wobei besonders die Abschnitte der Zeitachse zu beobachten sind, in denen die maßgeblichen Signale erwartet werden können.

Die Prüftechniken sind im Anhang A beschrieben.

Kalibrierkörper zur Justierung des Entfernungsbereichs sind im Anhang B beschrieben.

Vergleichskörper zur Justierung der Prüfempfindlichkeit sind im Anhang C beschrieben.

10 Klassifizierung und Größenbestimmung von Anzeigen

Klassifizierungsregeln für Anzeigen von Unterbrechungen, Geometrien oder Strukturen des Prüfobjekts und deren entsprechende Art der Erfassung und Darstellung müssen in der Prüfanweisung erwähnt werden.

Techniken zur Größenbestimmung müssen in der Prüfanweisung festgelegt sein, z. B. die Längenbestimmung durch die 6-dB-Technik und die Bestimmung der Tiefenausdehnung durch Beugung an den Rissspitzen.

11 Prüfung der Schweißverbindungen

11.1 Allgemeines

Die Prüfung der Schweißverbindungen und der Wärmeeinflusszone muss entsprechend den Anforderungen von 9.2 nach einer schriftlichen Prüfanweisung durchgeführt werden.

11.2 Oberflächenzustand und Koppelflüssigkeit

Die Oberfläche muss frei von allen Unregelmäßigkeiten sein, die die Ultraschallprüfung stören könnten. Die Welligkeit der Prüffläche und andere örtliche Veränderungen in der Oberflächenkontur dürfen keinen größeren Spalt als 0,5 mm zwischen dem Prüfkopf und der Prüffläche entstehen lassen (siehe 8.1)

Wo es notwendig ist, darf durch leichtes Schleifen eine glatte Oberfläche sichergestellt werden.

Die Prüfflächen und die Oberflächen, an denen das Schallbündel reflektiert wird, gelten als zufrieden stellend, wenn die Oberflächenrauheit R_a nicht größer als 6,3 µm bei maschinell bearbeiteten Oberflächen und nicht größer als 12,5 µm bei gestrahlten Oberflächen ist.

Bei manchen Anwendungen kann es erforderlich sein, die Nahtüberhöhung bündig zum Grundwerkstoff abzuschleifen. Das muss in der Prüfanweisung deutlich angegeben sein.

Es ist darauf zu achten, dass Gegenstände aus Baustahl (Teile eines Manipulators, Stahlmaße) nicht in direkten Kontakt mit Oberflächen von nichtrostendem Stahl gebracht werden, um Korrosion zu vermeiden.

Koppelflüssigkeiten müssen festgelegte Anforderungen mit Bezug auf Chloride, Sulfide und andere Substanzen erfüllen, die den zu prüfenden Werkstoff schädigen könnten.

11.3 Prüfung des Grundwerkstoffs

Der Grundwerkstoff im Prüfbereich muss vor oder nach dem Schweißen mit Senkrechtprüfköpfen geprüft werden, es sei denn, es kann gezeigt werden (z. B. bei früheren Prüfungen während des Herstellungsprozesses), dass eine Prüfung der Schweißverbindung mit einem Winkelprüfkopf nicht durch vorhandene Inhomogenitäten beeinflusst wird.

Wurden Inhomogenitäten im Grundwerkstoff gefunden, muss deren Einfluss auf die beabsichtigte Prüfung der Schweißverbindung bewertet werden und, wenn nötig, die Prüftechnik entsprechend angepasst werden. Wenn eine zufrieden stellende Überdeckung bei der Ultraschallprüfung ernstlich beeinträchtigt ist, sind andere Prüfverfahren (z. B. eine Durchstrahlungsprüfung) in Erwägung zu ziehen.

11.4 Abtastung

Die Abtastung muss die Überdeckung des festgelegten Prüfvolumens sicherstellen.

Die Abtastung darf auf Geraden durchgeführt werden, die parallel zur Mittellinie der Schweißverbindung verlaufen (lineare Abtastung).

Berechnungen der maßgeblichen Bereiche der Zeitachse sowie deren Bestätigung mit dem Vergleichskörper sind als Teil der Entwicklung der Prüfanweisung durchzuführen.

Eine dokumentierte Prüfstrategie oder ein Abtastplan ist zu erstellen, der die Anordnung und Bewegung der Prüfköpfe und ihren Arbeitsbereich zeigt. Dieser Abtastplan muss ebenfalls die verwendeten Einschallwinkel, die Einschallrichtungen bezogen auf die Mittellinie der Schweißnaht und die geprüfte Schweißnahtdicke enthalten.

11.5 Bewertung der Anzeigen

Nach der Klassifizierung aller entsprechenden Anzeigen und der Bestimmung der Lage und Größe der verbundenen Unterbrechungen sollten sie jeweils hinsichtlich festgelegter Zulässigkeitskriterien bzw. Zulässigkeitsgrenzen bewertet werden.

Auf der Grundlage dieser Bewertung können die Anzeigen und ihre verbundenen Unterbrechungen als „zulässig“ oder „unzulässig“ eingestuft werden.

ANMERKUNG Eine Anleitung zur Charakterisierung von Anzeigen kann ISO 16827 und ISO 23279 entnommen werden.

12 Prüfbericht

12.1 Allgemeines Daten

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Informationen enthalten:

- a) eine Verweisung auf diese Internationale Norm (ISO 22825);
- b) Bezeichnung des Prüfbjektes;
- c) Werkstoffart, Güte und Produktform;
- d) die Maße des Prüfbjekts;
- e) Lage oder genaue Bezeichnung der zu prüfenden Schweißverbindung;
- f) Skizze der geometrischen Anordnung (falls notwendig);