

DIN EN ISO 23864



ICS 25.160.40

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen –
Ultraschallprüfung –
Verwendung der automatisierten Totalfokussierungsmethode (TFM) und
verwandter Technologien (ISO 23864:2021);
Deutsche Fassung EN ISO 23864:2021**

Non-destructive testing of welds –

Ultrasonic testing –

Use of automated total focusing technique (TFM) and related technologies (ISO 23864:2021);

German version EN ISO 23864:2021

Essais non destructifs des assemblages soudés –

Contrôle par ultrasons –

Utilisation de la technique d'acquisition automatisée de focalisation en tout point (FTP) et de techniques associées (ISO 23864:2021);

Version allemande EN ISO 23864:2021

Gesamtumfang 45 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 23864:2021 wurde vom IIW, International Institute of Welding erarbeitet und als EN ISO 23864:2021 durch das Technische Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ übernommen, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

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

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

ISO 5577	siehe	DIN EN ISO 5577
ISO 5817	siehe	DIN EN ISO 5817
ISO 9712	siehe	DIN EN ISO 9712
ISO 10863:2020	siehe	DIN EN ISO 10863:2020-09
ISO 11666	siehe	DIN EN ISO 11666
ISO 13588	siehe	DIN EN ISO 13588
ISO 17635	siehe	DIN EN ISO 17635
ISO 17640	siehe	DIN EN ISO 17640
ISO 18563-1	siehe	DIN EN ISO 18563-1
ISO 18563-2	siehe	DIN EN ISO 18563-2
ISO 18563-3	siehe	DIN EN ISO 18563-3
ISO 19285	siehe	DIN EN ISO 19285
ISO 20601	siehe	DIN EN ISO 20601
ISO 22825:2017	siehe	DIN EN ISO 22825:2018-02
ISO 23243	siehe	DIN EN ISO 23243

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 5577, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung — Terminologie*

DIN EN ISO 5817, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten*

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

DIN EN ISO 10863:2020-09, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Anwendung der Beugungslaufzeittechnik (TOFD) (ISO 10863:2020); Deutsche Fassung EN ISO 10863:2020*

DIN EN ISO 11666, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Zulässigkeitsgrenzen*

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

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

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

DIN EN ISO 18563-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung mit phasengesteuerten Arrays — Teil 1: Prüfgeräte*

DIN EN ISO 18563-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung mit Phased-Arrays — Teil 2: Prüfköpfe*

DIN EN ISO 18563-3, *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung mit phasengesteuerten Arrays — Teil 3: Vollständige Prüfsysteme*

DIN EN ISO 19285, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung mit Phased-Arrays (PAUT) — Zulässigkeitsgrenzen*

DIN EN ISO 20601, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Verwendung von automatisierter phasengesteuerter Array-Technologie für dünnwandige Bauteile aus Stahl*

DIN EN ISO 22825:2018-02, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Prüfung von Schweißverbindungen in austenitischen Stählen und Nickellegierungen (ISO 22825:2017); Deutsche Fassung EN ISO 22825:2017*

DIN EN ISO 23243, *Zerstörungsfreie Prüfung — Ultraschallprüfung mit Arrays — Terminologie*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen —
Ultraschallprüfung —
Verwendung der automatisierten Totalfokussierungsmethode
(TFM) und verwandter Technologien (ISO 23864:2021)

Non-destructive testing of welds —
Ultrasonic testing —
Use of automated total focusing technique (TFM)
and related technologies (ISO 23864:2021)

Essais non destructifs des assemblages soudés —
Contrôle par ultrasons —
Utilisation de la technique d'acquisition automatisée de
focalisation en tout point (FTP) et de techniques
associées (ISO 23864:2021)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 5. Dezember 2021 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Prüfklassen	7
5 Erforderliche Informationen vor der Prüfung	9
5.1 Einzelheiten, die vor der Verfahrensentwicklung festgelegt werden müssen	9
5.2 Besondere Informationen, die für den Prüfer vor der Prüfung erforderlich sind	10
5.3 Schriftliche Prüfanweisung	10
6 Anforderungen an das Prüfpersonal und die Prüfausrüstung	11
6.1 Qualifikation des Prüfpersonals	11
6.2 Prüfausrüstung	11
6.2.1 Allgemeines	11
6.2.2 Prüfgerät	11
6.2.3 Prüfköpfe	12
6.2.4 Abtastvorrichtungen	12
7 Vorbereitung zur Prüfung	12
7.1 Prüfvolumen	12
7.2 Bildgebung typischer Schweißnaht-Inhomogenitäten	13
7.2.1 Orientierung der Inhomogenität	13
7.2.2 Lage von Inhomogenitäten	13
7.2.3 Geeignete Abbildungswege für bestimmte Arten von Inhomogenitäten	13
7.3 Verifizierung des Prüfaufbaus	16
7.4 Einstellung der Schrittweite	16
7.5 Berücksichtigung der Geometrie	17
7.6 Vorbereitung der Prüfflächen	17
7.7 Temperatur	17
7.8 Koppelmittel	17
8 Prüfung des Grundwerkstoffs	18
9 Prüfbereich und Prüfempfindlichkeit	18
9.1 Allgemeines	18
9.2 Prüfbereichs- und Prüfempfindlichkeitseinstellungen	18
9.2.1 Allgemeines	18
9.2.2 Einstellbereich und Empfindlichkeit am Prüfgegenstand selbst	18
9.2.3 Verstärkungskorrekturen	19
9.3 Überprüfung der Einstellungen	19
10 Vergleichskörper und Prüfkörper	19
10.1 Allgemeines	19
10.2 Werkstoff	20
10.3 Maße und Form	20
10.4 Bezugsreflektoren	20

11	Überprüfung der Ausrüstung.....	20
12	Verfahrensverifizierung	21
13	Prüfung der Schweißnähte	21
14	Datenspeicherung	21
15	Auswertung und Analyse der TFM-Bilder	22
15.1	Allgemeines	22
15.2	Bewertung der Qualität der TFM-Bilder	22
15.3	Identifizierung der relevanten Anzeigen	22
15.4	Klassifizierung der relevanten Anzeigen.....	22
15.5	Bestimmung der Position und Länge einer Anzeige.....	23
15.5.1	Position	23
15.5.2	Länge	23
15.6	Bestimmung der Amplitude oder der Höhenausdehnung einer Anzeige.....	23
15.6.1	Allgemeines	23
15.6.2	Basierend auf der Amplitude	23
15.6.3	Basierend auf der Höhenausdehnung	23
15.7	Bewertung nach Zulässigkeitskriterien.....	24
16	Prüfbericht.....	24
17	Austenitische Schweißnähte	26
Anhang A (informativ) Typische Vergleichskörper und Bezugsreflektoren.....		27
A.1	Bezugsreflektoren.....	27
A.2	Typische Vergleichskörper.....	29
A.2.1	Prüfklasse A.....	29
A.2.2	Prüfklasse B.....	30
A.2.3	Prüfklasse C	31
A.2.4	Prüfklasse D.....	32
A.2.5	Prüfgegenstände mit Dicken von 3,2 mm bis 8 mm	32
Anhang B (informativ) TFM-Bilder typischer Inhomogenitäten		33
B.1	Allgemeines	33
B.2	Beispiele für Bilder	33
Literaturhinweise.....		41

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 23864:2021 wurde vom IIW, International Institute of Welding erarbeitet und vom Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ als EN ISO 23864:2021 übernommen, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 23864:2021 wurde von CEN als EN ISO 23864:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (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 Normungsthemen 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.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom IIW, *International Institute of Welding*, Kommission V, *NDT and Quality Assurance of Welded Products*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 121, *Schweißen und verwandte Verfahren*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

WICHTIG — Die elektronische Datei dieses Dokuments enthält Farben, die für das richtige Verständnis des Dokuments als nützlich erachtet werden. Benutzer sollten daher erwägen, dieses Dokument mit einem Farbdruker auszudrucken.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anwendung der TFM-Technik und verwandter Technologien für die halb- oder vollautomatische Ultraschallprüfung von Schmelzschweißverbindungen in metallischen Werkstoffen mit einer Mindestdicke von 3,2 mm fest.

ANMERKUNG Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich in diesem Dokument „TFM“ und „TFM-Technik“ auf die TFM-Techniken, wie sie in ISO 23243 definiert sind, und auf alle verwandten Technologien, siehe z. B. ISO 23865 und ISO 23243.

Dieses Dokument ist für Bauteile mit Schweißnähten, die aus Metallen hergestellt werden, die isotrope (konstante Eigenschaften in allen Richtungen) und homogene Bedingungen aufweisen, anzuwenden. Dies schließt Schweißnähte in kohlenstoffarmen legierten Stählen und gängigen Aluminium- und Titanlegierungen für die Luft- und Raumfahrt ein, sofern sie homogen und isotrop sind.

Dieses Dokument ist für Schweißverbindungen mit vollständiger Durchschweißung einfacher Geometrie in Blechen, Rohren und Behältern anzuwenden.

In diesem Dokument sind vier Prüfklassen (A, B, C, D) festgelegt, die jeweils unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten für den Nachweis von Unregelmäßigkeiten entsprechen. Es wird Hilfestellung zur Wahl der Prüfklassen gegeben. Grobkörnige Metalle und austenitische Schweißnähte können geprüft werden, wenn die Bestimmungen dieses Dokuments berücksichtigt wurden.

Dieses Dokument enthält Festlegungen zu den spezifischen Möglichkeiten und Grenzen der TFM-Technik für den Nachweis, die Lokalisierung, die Größenbestimmung und Charakterisierung von Inhomogenitäten in Schmelzschweißverbindungen. Die TFM-Technik kann als eigenständiger Ansatz oder in Kombination mit anderen zerstörungsfreien Prüfverfahren (ZfP) für Herstellungs-, Betriebs- und Nachreparaturprüfungen genutzt werden.

Dieses Dokument umfasst die Beurteilung von Anzeigen für Zulassungszwecke, basierend entweder auf Amplitude (äquivalente Reflektorgroße) und Länge oder Höhe und Länge.

Dieses Dokument enthält keine Zulässigkeitsgrenzen für Inhomogenitäten.

In diesem Dokument wird auf die folgenden zwei typischen Prüftechniken für Schweißverbindungen Bezug genommen:

- a) Abtastung von der Seite, bei der der Prüfkopf/die Prüfköpfe neben der Schweißnahtdecklage positioniert wird/werden, üblicherweise unter Verwendung von Keilen. Die Abtastung von der Seite kann von einer Seite oder von beiden Seiten der Schweißnaht durchgeführt werden;
- b) Abtastung von oben, bei der der Prüfkopf auf der Schweißnahtdecklage mit einem flexiblen, anpassungsfähigen Vorlaufkörper oder mit Hilfe der Tauchtechnik oder der Kontakttechnik nach Entfernen der Schweißnahtdecklage positioniert wird.

Die halbautomatische Prüfung umfasst eine kontrollierte Bewegung eines oder mehrerer Prüfköpfe entlang einer Vorrichtung (Führungsleiste, Lineal usw.), wobei die Prüfkopfposition mit einem Positionssensor gemessen wird. Die Abtastung wird manuell durchgeführt.

Die vollautomatische Prüfung umfasst zusätzlich einen mechanisierten Antrieb.

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 5577, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Vocabulary*

ISO 5817, *Welding — Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) — Quality levels for imperfections*

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

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

ISO 18563-1, *Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic phased array equipment — Part 1: Instruments*

ISO 18563-2, *Non-destructive testing — Characterization and verification of ultrasonic phased array equipment — Part 2: Probes*

ISO 23865:2021, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing — General use of full matrix capture/total focusing technique (FMC/TFM) and related technologies*

ISO 23243, *Non-destructive testing — Ultrasonic testing with arrays — Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 5577, ISO 17635, ISO 23865 und ISO 23243.

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

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

4 Prüfklassen

Die Qualitätsanforderungen an Schweißverbindungen hängen hauptsächlich mit dem Werkstoff, dem Schweißprozess und den Betriebsbedingungen zusammen. Um all diesen Anforderungen gerecht zu werden, legt dieses Dokument vier Prüfklassen (A, B, C und D) fest.

Von der Prüfkategorie A hin zur Prüfkategorie C wird durch eine erhöhte Prüfdeckung eine erhöhte Auffindewahrscheinlichkeit erreicht, d. h. durch eine mehrfache Abdeckung des Prüfvolumens, z. B. die Anzahl von Abbildungswegen, die Anzahl von Array-Positionen.

Die Prüfkategorie D darf unter Anwendung einer schriftlichen Prüfanweisung, welche die allgemeinen Anforderungen dieses Dokuments berücksichtigen muss, für besondere Anwendungen vereinbart werden. Dies umfasst Prüfungen anderer Metalle als ferritischer Stahl, Prüfungen an Schweißnähten mit unvollständiger Durchschweißung, Prüfungen bei Temperaturen des Prüfgegenstands außerhalb des Bereichs von 7.7. Für die Klasse D ist eine Verifizierung an Prüfkörpern vorgeschrieben.

Die auf die Bewertungsgruppen bezogenen Prüfklassen müssen ISO 5817 oder technisch gleichwertigen Normen entsprechen. Die angemessene Prüfkategorie kann in Normen zur Prüfung von Schweißnähten (z. B. ISO 17635), durch Produktnormen oder durch andere Dokumente angegeben sein. Bei der Anwendung von ISO 17635 werden die in Tabelle 1 angegebenen Prüfklassen empfohlen.

Tabelle 1 — Empfohlene Prüfklassen

Prüfkategorie	Bewertungsgruppe nach ISO 5817
A	C, D
B	B
C	zu vereinbaren
D	besondere Anwendung

In Tabelle 2 sind die Mindestanforderungen aufgeführt. Wie in 7.3 beschrieben, muss der Aufbau in allen Fällen mit Vergleichskörpern und/oder Prüfkörpern verifiziert werden.

Die Abtastung von oben kann mit der TFM durchgeführt werden, wenn die Decklage der Schweißnaht entfernt wurde und die Prüfoberfläche eben ist, andernfalls muss eine adaptive Fokussierung erfolgen, um die Geometrie der Decklage der Schweißnaht zu berücksichtigen.

Die Abtastung von der Seite mit zwei Prüfköpfen gleichzeitig an beiden Seiten der Schweißnaht ermöglicht Abbildungswege von einem Prüfkopf zum anderen Prüfkopf (siehe ISO 23865).

Tabelle 2 — Angaben zu Prüfklassen, Mindestanforderungen

Prüfverfahren	Prüfklassen			
	A ^a	B ^a	C ^b	D ^b
Abtastung von oben bei fester Prüfkopfposition zur Schweißnaht (Zeilenabtastung)	Direkter Abbildungsweg	Direkter Abbildungsweg und Abbildungsweg mit Reflexion an der gegenüberliegenden Oberfläche	Direkter Abbildungsweg und Abbildungsweg(e), der/die die reflektierten Signale von ebenen Inhomogenitäten an der Schweißnaht sicherstellt (sicherstellen)	Geeignete Abbildungswege und Positionen (Seiten) nach Vereinbarung
Abtastung von der Seite bei fester Prüfkopfposition zur Schweißnaht (Zeilenabtastung)	Direkter Abbildungsweg, zwei Seiten	Direkter Abbildungsweg und Abbildungsweg mit Reflexion an der gegenüberliegenden Oberfläche, zwei Seiten oder zwei Prüfkopfpositionen	Direkter Abbildungsweg und (mehrere) Abbildungsweg(e) mit Reflexion an der gegenüberliegenden Oberfläche, zwei Seiten oder zwei Prüfkopfpositionen	Geeignete Abbildungswege und Positionen (Seiten) nach Vereinbarung

Prüfverfahren	Prüfklassen			
	A ^a	B ^a	C ^b	D ^b
Abtastung von der Seite mit Rasterabtastung	Direkter Abbildungsweg, eine Seite	Direkter Abbildungsweg und Abbildungsweg mit Reflexion an der gegenüberliegenden Oberfläche, eine Seite	Direkter Abbildungsweg und (mehrere) Abbildungsweg(e) mit Reflexion an der gegenüberliegenden Oberfläche, eine Seite, Bilder von verschiedenen Prüfkopfpositionen zur Schweißnaht werden zusammengeführt	Geeignete Abbildungswege und Positionen (Seiten) nach Vereinbarung
^a Bei Prüfklassen A und B: Die Bildgebung mittels Reflexion an der gegenüberliegenden Oberfläche kann durch Erweiterung des interessierenden Objektbereichs (en: region of interest, ROI) (nur für TT-TT oder LL-LL) oder durch entsprechende Abbildungswege erfolgen. ^b Bei Prüfklassen C und D: Die Wahl der Abbildungswege ist von der Ausführung der Schweißfase abhängig und muss im Abtastplan anhand von Tabelle 3 begründet werden.				

5 Erforderliche Informationen vor der Prüfung

5.1 Einzelheiten, die vor der Verfahrensentwicklung festgelegt werden müssen

Angaben zu den folgenden Punkten sind erforderlich:

- a) Zweck und Umfang der Prüfung;
- b) Art(en) des Grundwerkstoffs (z. B. gegossen, geschmiedet, gewalzt); Korngröße und Anisotropie;

ANMERKUNG 1 Verschiedene Eigenschaften des Grundwerkstoffs, insbesondere Abweichungen in der Kornverlängerung durch Walzen, haben Einfluss auf die mit der TFM erzeugten Bilder. Dieser Einfluss ist auch bei anderen Ultraschallprüftechniken vorhanden, wird aber unterschiedlich wahrgenommen. ISO 23865:2021, Abschnitt 15, enthält Hinweise.

ANMERKUNG 2 Wanddickenunterschiede haben einen Einfluss auf das erzeugte Bild, insbesondere bei Verwendung von Abbildungswegen, die eine oder mehrere Reflexionen enthalten. ISO 23865:2021, Abschnitt 15, enthält Hinweise.

- c) Prüfklasse;
- d) Zulässigkeitskriterien, einschließlich Verfahren zur Bewertung von Anzeigen und Verfahren zur Festlegung der Bezugsschwellen;
- e) Festlegung der verwendeten Kalibrierkörper, Vergleichskörper, Prüfkörper;
- f) Phase (z. B. Herstellung oder unter Verwendung), in der die Prüfung durchgeführt werden muss;
- g) Einzelheiten zur Geometrie des Prüfgegenstands und der Schweißnaht sowie Angaben zur Größe der Wärmeeinflusszone. Wenn die Größe der Wärmeeinflusszone nicht bekannt ist, dürfen praktische Werte entsprechend dem verwendeten Schweißverfahren berücksichtigt werden;
- h) Anforderungen an Zugangs- und Oberflächenbedingungen sowie Temperatur. Die Werkstofftemperatur hat einen wesentlichen Einfluss auf die durch die TFM erzeugten Bilder. Wenn der Prüfgegenstand eine Temperatur außerhalb des in 7.7 festgelegten Bereichs hat, gibt ISO 23865:2021, Abschnitt 15, Hinweise;

- i) Qualifikation des Prüfpersonals;
- j) Anforderungen an den Prüfbericht.

5.2 Besondere Informationen, die für den Prüfer vor der Prüfung erforderlich sind

Bevor jede Prüfung einer Schweißverbindung beginnen kann, müssen dem Prüfer alle in 5.1 genannten Informationen sowie die folgenden zusätzlichen Informationen zugänglich sein:

- a) schriftliche Prüfanweisung (siehe 5.3);
- b) Nahtvorbereitung und Nahtmaße;
- c) wichtige Informationen zum Schweißverfahren;
- d) Zeitpunkt der Prüfung in Bezug auf eine eventuelle Wärmebehandlung nach dem Schweißen.

5.3 Schriftliche Prüfanweisung

Für alle Prüfungen, bei denen die TFM-Technik angewandt wird, ist eine schriftliche Prüfanweisung erforderlich. Die Prüfanweisung muss mindestens die folgenden Angaben enthalten;

- a) den Zweck und Umfang der Prüfung, einschließlich der Einzelheiten zu dem interessierenden Bereich (en: region of interest, ROI) und zum Raster;
- b) die Prüftechnik, einschließlich Erfassungsschema und Bildgebungsalgorithmus (Verarbeitungsparameter);
- c) die Prüfkategorie;
- d) die Anforderungen an die Qualifikation/Schulung des Prüfpersonals;
- e) die zu verwendende Prüfausrüstung (einschließlich, aber nicht beschränkt auf, Frequenz, Abtastrate, Elementabstand, Elementgröße, Maße des Prüfkopfkeils und Geschwindigkeit);
- f) die Vergleichs- und/oder Prüfkörper;
- g) Beispiele für Justierungs- und Bezugsabtastungen;
- h) die Empfindlichkeitseinstellungen;
- i) erforderliche Zugangs- und Oberflächenbedingungen;
- j) Anforderungen an die Prüfung des Grundwerkstoffs;
- k) Beurteilung von Anzeigen, einschließlich der Methodik der Größenbestimmung;
- l) Zulässigkeitsgrenze und/oder Registrierschwelle;
- m) Anforderungen an den Prüfbericht;
- n) alle Umwelt- und Sicherheitsaspekte;