

DIN EN ISO 17636-1



ICS 25.160.40

Entwurf

Einsprüche bis 2021-06-16
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 17636-1:2013-05

**Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen –
Durchstrahlungsprüfung –
Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen
(ISO/DIS 17636-1:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 17636-1:2021**

Non-destructive testing of welds –

Radiographic testing –

Part 1: X- and gamma-ray techniques with film (ISO/DIS 17636-1:2021);

German and English version prEN ISO 17636-1:2021

Contrôle non destructif des assemblages soudés –

Contrôle par radiographie –

Partie 1: Techniques par rayons X ou gamma à l'aide de film (ISO/DIS 17636-1:2021);

Version allemande et anglaise prEN ISO 17636-1:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-04-16 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 von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an 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 oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 92 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17636-1:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-08-22 AA „Industrielle Durchstrahlungsprüfung“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

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

DIN EN ISO 17636-1 besteht unter dem allgemeinen Titel *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen
- Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit digitalen Detektoren

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

ISO 5579	siehe	DIN EN ISO 5579
ISO 5580	siehe	DIN EN 25580
ISO 9712	siehe	DIN EN ISO 9712
ISO 11699-1	siehe	DIN EN ISO 11699-1
ISO 11699-2	siehe	DIN EN ISO 11699-2
ISO 19232-1	siehe	DIN EN ISO 19232-1
ISO 19232-2	siehe	DIN EN ISO 19232-2
ISO 19232-3	siehe	DIN EN ISO 19232-3
ISO 19232-4	siehe	DIN EN ISO 19232-4

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 17636-1:2013-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die normativen Verweisungen wurden aktualisiert;
- b) die Bilder wurden aktualisiert;
- c) in 6.9 wurden die unteren Grenzen der Dicke für Se 75-Anwendungen entfernt;
- d) in 7.3.2 wurde die untere Grenze der Dicke für Se 75 durch Vereinbarung der Vertragspartner entfernt;
- e) die Verweisungen auf die Bilder 1 bis 19 wurden im gesamten Dokument aktualisiert;

- f) in 6.7 wurde die Verwendung von Drähten nach ASTM und anderen BPKs durch Vereinbarung der Vertragspartner hinzugefügt;
- g) Klarstellung der Messung der optischen Dichte in der Schweißwurzel;
- h) Klarstellung der BPK-Nutzung für DWDI-Technik;
- i) in 6.7 a) wurde die Akzeptanz der Sichtbarkeit eines Drahtes von weniger als 10 mm bei Rohren mit einem äußeren Durchmesser < 50 mm hinzugefügt;
- j) das Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 25580, *Zerstörungsfreie Prüfung — Betrachtungsgeräte für die industrielle Radiographie — Minimale Anforderungen*

DIN EN ISO 5579, *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsprüfung von metallischen Werkstoffen mit Film und Röntgen- oder Gammastrahlen — Grundlagen*

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

DIN EN ISO 11699-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Filme für die Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Klassifizierung von Filmsystemen für die industrielle Durchstrahlungsprüfung*

DIN EN ISO 11699-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Filme für die Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Kontrolle der Filmverarbeitung mit Hilfe von Referenzwerten*

DIN EN ISO 19232-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 1: Ermittlung der Bildgütezahl mit Draht-Typ-Bildgüteprüfkörper*

DIN EN ISO 19232-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 2: Ermittlung der Bildgütezahl mit Stufe/Loch-Typ-Bildgüteprüfkörper*

DIN EN ISO 19232-3, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 3: Bildgüteklassen*

DIN EN ISO 19232-4, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 4: Experimentelle Ermittlung von Bildgütezahlen und Bildgütetabellen*

<i>Titel de:</i>	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen (ISO/DIS 17636-1:2021)
<i>Titel en:</i>	Non-destructive testing of welds — Radiographic testing — Part 1: X- and gamma-ray techniques with film (ISO/DIS 17636-1:2021)
<i>Titel fr:</i>	Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par radiographie — Partie 1: Techniques par rayons X ou gamma à l'aide de film (ISO/DIS 17636-1:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Vorwort.....	5
Einleitung.....	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe.....	8
4 Symbole und Abkürzungen.....	10
5 Klassifizierung der radiographischen Techniken.....	11
6 Allgemeine Vorbereitungen und Anforderungen.....	11
6.1 Schutz vor ionisierender Strahlung.....	11
6.2 Oberflächenvorbehandlung und Herstellungsstufe.....	11
6.3 Lage der Schweißnaht auf der Durchstrahlungsaufnahme.....	11
6.4 Zuordnung von Durchstrahlungsaufnahmen.....	12
6.5 Kennzeichnung.....	12
6.6 Überlappung von Filmen.....	12
6.7 Typ und Lage der Bildgüteprüfkörper (BPK).....	12
6.8 Auswertung der Bildgüte.....	13
6.9 Mindestbildgütezahlen.....	13
6.10 Personalqualifizierung.....	14
7 Empfohlene Vorgehensweise für das Erstellen von Durchstrahlungsaufnahmen.....	14
7.1 Allgemeines.....	14
7.2 Aufnahmeanordnungen.....	14
7.2.1 Allgemeines.....	14
7.2.2 Strahlenquelle vor dem Prüfgegenstand und Film auf der gegenüberliegenden Seite (siehe Bild 1).....	15
7.2.3 Strahlenquelle außerhalb und Film innerhalb des Prüfgegenstands (siehe Bild 2 bis Bild 4).....	16
7.2.4 Strahlenquelle innerhalb und zentrisch und Film außerhalb des Prüfgegenstands (siehe Bild 5 bis Bild 7).....	17
7.2.5 Strahlenquelle innerhalb und exzentrisch, Film außerhalb des Prüfgegenstands (siehe Bild 8 bis Bild 10).....	18
7.2.6 Ellipsentechnik (siehe Bild 11).....	19
7.2.7 Senkrechtechnik (siehe Bild 12).....	19
7.2.8 Strahlenquelle außerhalb des Prüfgegenstands und Film auf der anderen Seite (siehe Bild 13 bis Bild 18).....	20
7.2.9 Technik für unterschiedliche Werkstoffdicken (siehe Bild 19).....	22
7.3 Auswahl der Röhrenspannung und der Strahlenquelle.....	22
7.3.1 Röntgenstrahler für bis zu 1 000 kV.....	22
7.3.2 Andere Strahlenquellen.....	23
7.3.3 Filmsysteme und metallische Aufnahmefolien.....	24
7.4 Ausrichtung des Strahlers.....	26
7.5 Verminderung der Streustrahlung.....	26
7.5.1 Metallfilter und Kollimatoren (Blenden).....	26
7.5.2 Abschirmung von rückgestreuter Strahlung.....	26

7.6	Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand.....	27
7.7	Maximaler Bereich für eine einzelne Aufnahme.....	29
7.8	Optische Dichte der Durchstrahlungsaufnahme.....	29
7.9	Verarbeitung.....	30
7.10	Betrachtungsbedingungen des Films.....	30
8	Prüfbericht	30
Anhang A (normativ) Anzahl der Aufnahmen für eine ausreichende Prüfung einer stumpfgeschweißten Rundnaht.....		32
Anhang B (normativ) Mindestbildgütezahlen (BZ).....		37
B.1	Einwandige Durchstrahlung; BPK strahlerseitig.....	37
B.2	Doppelwandige Durchstrahlung; Doppelbildauswertung; BPK strahlerseitig	40
B.3	Doppelwandige Durchstrahlung; Ein- oder Doppelbildauswertung; BPK filmseitig	42
Anhang C (informativ) Die maximalen Röhrenspannungen von Bild 20.....		44
Literaturhinweise		45

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17636-1:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 44 „Welding and allied processes“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 17636-1:2013 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 17636-1:2021 wurde von CEN als prEN ISO 17636-1:2021 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 Technischen Komitee ISO/TC 44 *Welding and allied processes*, Unterkomitee SC 5, *Testing and inspection of welds*, 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.

Diese zweite Ausgabe ersetzt ISO 17636-1:2013, die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- die Normativen Verweisungen wurden aktualisiert;
- die Bilder wurden aktualisiert;
- in 6.9 wurde die untere Dickengrenze für Se 75-Anwendungen entfernt;
- in 7.3.2 wurde die untere Dickengrenze für Se 75 nach Vereinbarung der Vertragspartner entfernt;
- Aktualisierung der Verweisungen auf Bild 1 bis Bild 19 im gesamten Dokument;
- in 6.7 wurde die Verwendung von ASTM-Drähten und anderen BPK nach Vereinbarung der Vertragspartner hinzugefügt;
- Klarstellung zur Messung der optischen Dichte in der Schweißnahtwurzel;
- Klarstellung zur Verwendung von BPK für die DWDI-Technik;

- Die Akzeptanz einer sichtbaren Drahtlänge, die kürzer als 10 mm ist, für Rohre mit einem äußeren Durchmesser < 50 mm in 6.7 a) wurde hinzugefügt;
- das Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 17636 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

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.

Offizielle Auslegungen der Dokumente vom TC 44, sofern vorhanden, sind verfügbar unter <https://committee.iso.org/sites/tc44/home/interpretation.html>.

Einleitung

Dieses Dokument legt grundlegende Techniken der Durchstrahlungsprüfung mit dem Ziel fest, zufriedenstellende und wiederholbare Ergebnisse zu erreichen. Die Techniken beruhen auf allgemein anerkannten Vorgehensweisen und den grundlegenden Theorien zum Thema, d. h. der Untersuchung von Schmelzschweißverbindungen unter Anwendung industrieller radiographischer Filme.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für die Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschweißverbindungen in metallischen Werkstoffen unter Anwendung von Techniken mit industriellen radiographischen Filmen.

Dieses Dokument gilt für Schweißverbindungen von Platten und Rohren. Neben der konventionellen Bedeutung umfasst der Begriff „Rohr“ in diesem Dokument auch andere zylindrische Körper wie Druckleitungen, Kesseltrommeln und Druckbehälter.

ANMERKUNG Dieses Dokument steht mit den meisten Anforderungen der ISO 5579 [1] im Einklang.

Dieses Dokument legt keine Zulässigkeitsgrenzen für Anzeigen in den Durchstrahlungsaufnahmen fest.

Wenn die Vertragspartner niedrigere Prüfkriterien verwenden, kann die erreichte Güte deutlich niedriger sein als bei strikter Anwendung dieses Dokuments.

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 5576, *Non-destructive testing — Industrial X-ray and gamma-ray radiology — Vocabulary*

ISO 5580, *Non-destructive testing — Industrial radiographic illuminators — Minimum requirements*

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

ISO 11699-1, *Non-destructive testing — Industrial radiographic film — Part 1: Classification of film systems for industrial radiography*

ISO 11699-2, *Non-destructive testing — Industrial radiographic films — Part 2: Control of film processing by means of reference values*

ISO 19232-1, *Non-destructive testing — Image quality of radiographs — Part 1: Determination of the image quality value using wire-type image quality indicators*

ISO 19232-2, *Non-destructive testing — Image quality of radiographs — Part 2: Determination of the image quality value using step/hole-type image quality indicators*

EN 12543 (alle Teile), *Zerstörungsfreie Prüfung — Charakterisierung von Brennflecken in Industrie-Röntgenanlagen für die zerstörungsfreie Prüfung*

EN 12679, *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsprüfung — Bestimmung der Strahlergrößen von industriell genutzten Radio-Nukliden*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 5576 und die folgenden Begriffe.

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/>

3.1

Nenndicke

t

Nenndicke des Grundwerkstoffs nur für Fälle, in denen Herstellungsabweichungen nicht berücksichtigt werden müssen

3.2

Änderung der durchstrahlten Dicke

Δt

Änderung der durchstrahlten Dicke bezogen auf die Nenndicke aufgrund des Strahlwinkels

3.3

durchstrahlte Dicke

w

Dicke des Werkstoffs in Strahlungsrichtung, berechnet aus der Nenndicke aller durchstrahlten Wände

3.4

Abstand Prüfgegenstand – Film

b

Abstand zwischen der der Strahlenquelle zugewandten Seite des durchstrahlten Bereichs des Prüfgegenstands und der Filmoberfläche, gemessen in Richtung des Zentralstrahls

3.5

Brennfleck- oder Strahlergröße

d

Strahler- oder Brennfleckgröße der eingesetzten Strahlenquelle

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe EN 12679 oder EN 12543.

3.6

Abstand Strahlenquelle – Film (Film-Fokus-Abstand)

SFD, en: source-to-film distance

Abstand zwischen der Strahlenquelle und dem Film in Strahlungsrichtung (Film-Fokus-Abstand)

Anmerkung 1 zum Begriff: $SFD = f + b$

Dabei ist

f Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand

b Abstand Prüfgegenstand – Film

3.7

Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand

$f(SOD)$

Abstand zwischen der Strahlenquelle und der der Strahlenquelle zugewandten Seite des Prüfgegenstands, gemessen in Richtung des Zentralstrahls

3.8

äußerer Durchmesser

D_e

äußerer Nenndurchmesser des Rohres

3.9

Prüfbereich

RoI, en: region of interest

Mindestbereich, der auf der Durchstrahlungsaufnahme sichtbar sein sollte und die Schweißnaht und die Wärmeeinflusszone (WEZ) auf beiden Seiten enthält

3.10

auszuwertender Bereich

AoI, en: area of interest

Mindestbereich, der auf der Durchstrahlungsaufnahme sichtbar sein sollte und die Schweißnaht, die Wärmeeinflusszone (WEZ) auf beiden Seiten und alle BPK enthält

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in Tabelle 1 genannten Symbole und Bezeichnungen.

Tabelle 1 — Symbole und Bezeichnungen

Symbol	Bezeichnung
b	Abstand Prüfgegenstand – Film
b'	Abstand Prüfgegenstand – Film senkrecht zum Prüfgegenstand
D_e	äußerer Durchmesser
d	Brennfleck- oder Strahlergröße
f	Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand
f'	Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand, senkrecht zum Prüfgegenstand
$f_{\min}$	Mindestabstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand
t	Nennstärke
Δt	Änderung der durchstrahlten Dicke
w	durchstrahlte Dicke
F	Film
BPK	Bildgüteprüfkörper
S	Strahlenquelle
FFA (SFD, en: source-to-film distance)	Abstand Strahlenquelle – Film (Film-Fokus-Abstand)

ANMERKUNG Der Abstand Prüfgegenstand – Film (OFD, en: object-to-film distance) entspricht b .

Der Abstand Prüfgegenstand – Detektor (ODD, en: object-to-detector distance), wie er in Teil 2 verwendet wird, entspricht b .

Der Abstand Strahlenquelle – Detektor (SDD, en: source-to-detector-distance), wie er in der digitalen Radiographie verwendet wird, entspricht FFA (SFD, en: source-to-film distance).

Der Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand (SOD, en: source-to-object distance) entspricht f .

5 Klassifizierung der radiographischen Techniken

Die radiographischen Techniken werden in zwei Klassen eingeteilt:

- Klasse A: Grundtechniken;
- Klasse B: verbesserte Prüftechniken.

Die Techniken der Klasse B werden angewendet, wenn Klasse A zu unempfindlich sein könnte.

Durchstrahlungstechniken, die eine höhere Empfindlichkeit als Klasse B bieten, sind möglich und dürfen zwischen den Vertragspartnern unter Festlegung aller geeigneten Prüfparameter vereinbart werden.

Die Wahl der radiographischen Technik ist zwischen den Vertragspartnern zu vereinbaren.

Wenn es technisch oder industriell nicht möglich ist, eine der für die Klasse B festgelegten Prüfbedingungen, wie den Typ der Strahlenquelle oder den Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand f , einzuhalten, darf zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden, dass die jeweilige Prüfbedingung nach Klasse A gewählt wird. Der Verlust an Empfindlichkeit muss durch eine Erhöhung der optischen Dichte auf mindestens 3,0 oder die Wahl einer besseren Filmsystemklasse mit einer optischen Dichte von mindestens 2,6 ausgeglichen werden. Die anderen Prüfbedingungen nach Klasse B bleiben unverändert, besonders die geforderte Bildqualität (siehe Tabelle B.1 bis Tabelle B.12 und 6.9). Aufgrund der gegenüber Klasse A höheren Prüfempfindlichkeit dürfen die Prüfabschnitte als nach Klasse B geprüft angesehen werden. Dies gilt nicht, wenn die besonderen SFD-Verringerungen nach 7.7 für die Aufnahmeanordnungen 7.2.4 und 7.2.5 (Bild 5 bis Bild 10) verwendet werden.

6 Allgemeine Vorbereitungen und Anforderungen

6.1 Schutz vor ionisierender Strahlung

WARNUNG — Die Exposition jeglicher Teile des menschlichen Körpers gegenüber Röntgen- oder Gammastrahlen kann hochgefährlich für die Gesundheit sein. Bei der Anwendung von Röntgenstrahlung oder radioaktiven Strahlenquellen müssen die zutreffenden gesetzlichen Anforderungen beachtet werden.

Lokale und/oder nationale und/oder internationale Vorschriften und Sicherheitsvorkehrungen müssen strikt befolgt werden, wenn ionisierende Strahlung angewendet wird.

6.2 Oberflächenvorbehandlung und Herstellungsstufe

Im Allgemeinen ist eine Oberflächenvorbehandlung nicht notwendig; wenn jedoch Unregelmäßigkeiten der Oberfläche oder Beschichtungen Schwierigkeiten beim Nachweis von Fehlern verursachen können, muss/müssen die Oberfläche geglättet oder die Beschichtungen entfernt werden.

Sofern nicht anders festgelegt, muss die Durchstrahlungsprüfung nach der letzten Herstellungsstufe, z. B. Schleifen oder Wärmebehandlung, durchgeführt werden.

6.3 Lage der Schweißnaht auf der Durchstrahlungsaufnahme

Wenn die Durchstrahlungsaufnahme die Schweißnaht nicht zeigt, müssen auf beiden Seiten der Schweißnaht am Rand des Prüfbereiches (RoI) Marker (Identifizierungszeichen) von hoher Materialdichte gelegt werden.

6.4 Zuordnung von Durchstrahlungsaufnahmen

Auf jedem Bereich des Prüfgegenstands, der zu durchstrahlen ist, müssen Zeichen angebracht werden. Wenn möglich, müssen die Abbildungen dieser Zeichen auf der Durchstrahlungsaufnahme außerhalb des interessierenden Prüfbereiches (RoI) erscheinen und müssen eine eindeutige Zuordnung des Bereichs sicherstellen. Ein anderes Identifikationssystem darf Teil der Vertragsvereinbarung sein.

6.5 Kennzeichnung

Zur genauen Lokalisierung jeder Durchstrahlungsaufnahme muss eine dauerhafte Kennzeichnung auf dem zu untersuchenden Prüfgegenstand angebracht werden (z. B. Nullpunkt, Richtung, Identifizierung, Positionsmarker (z.B. Maßband)).

Wenn die Art des Werkstoffs und/oder dessen Betriebsbedingungen eine dauerhafte Kennzeichnung nicht zulassen, darf die Lage mit Hilfe genauer Skizzen oder Photographien aufgezeichnet werden.

6.6 Überlappung von Filmen

Wird ein Bereich mit zwei oder mehr separaten Filmen durchstrahlt, müssen die Filme sich gegenseitig ausreichend überlappen um sicherzustellen, dass der gesamte Prüfbereich durchstrahlt wird. Dies muss durch einen Marker hoher Materialdichte auf der Oberfläche des Prüfgegenstands nachgewiesen werden, der auf jedem Film erscheint.

6.7 Typ und Lage der Bildgüteprüfkörper (BPK)

Die Bildgüte muss durch Anwendung von Bildgüteprüfkörpern (BPK) nach ISO 19232-1 oder ISO 19232-2 nachgewiesen werden. BPK nach ASTM E 747 dürfen verwendet werden, wenn die Werkstoffgruppe dieses Dokuments besser zur Prüfaufgabe passt. Tabellen zur Umrechnung von Drahtnummern aus den Dokumenten ASTM E 747 und ISO 19232-1 können beiden Dokumenten entnommen werden. Nach Vereinbarung zwischen den Vertragspartnern dürfen auch andere Bildgüteprüfkörper mit der gleichen Durchstrahlungsdämpfung wie der Prüfgegenstand und den gleichen Maßen, wie sie in ISO 19232-1 oder ISO 19232-2 festgelegt sind, verwendet werden.

Der verwendete BPK muss auf die der Strahlenquelle zugewandte Seite des Prüfgegenstands, in die Mitte des auszuwertenden Bereiches, auf den Grundwerkstoff neben der Schweißnaht gelegt werden. Die Identifizierungszeichen (z.B. Bleibuchstaben) und, falls benutzt, das Bleizeichen „F“ dürfen nicht im auszuwertenden Bereich liegen, es sei denn, die geometrische Konfiguration lässt nichts anderes zu. Der BPK muss dicht an der Oberfläche des Prüfgegenstands liegen.

Er muss in einem Bereich gleichmäßiger Dicke liegen, der durch eine gleichmäßige optische Dichte des Films charakterisiert ist.

Je nach verwendetem BPK-Typ müssen die Fälle a) und b) betrachtet werden:

- a) Wenn ein Draht-BPK verwendet wird, müssen die Drähte senkrecht zur Schweißnaht ausgerichtet werden, und durch seine Lage muss sichergestellt sein, dass mindestens 10 mm der Drahtlänge in einem Bereich gleichmäßiger optischer Dichte liegen, wobei dieser Bereich üblicherweise in dem der Schweißnaht benachbarten Grundwerkstoff vorliegt. Bei Durchstrahlungsaufnahmen nach 7.2.6 und 7.2.7 (Bild 11 und Bild 12) sollte der BPK mit den Drähten quer zur Rohrachse gelegt werden; die Projektion der Drähte sollte nicht in das Bild der Schweißnaht hineinragen. Die sichtbare Drahtlänge kann bei äußeren Durchmessern des Rohres < 50 mm kürzer als 10 mm sein. Die sichtbare Drahtlänge muss $\geq 20\%$ des äußeren Durchmessers des Rohres sein.
- b) Wenn ein Stufe/Loch-BPK verwendet wird, muss er so gelegt werden, dass sich die geforderte Lochnummer dicht an der Schweißnaht befindet.

Bei Einwanddurchstrahlungsaufnahmen nach 7.2.4 und 7.2.5 (Bild 5 bis Bild 10) kann der verwendete BPK entweder auf die der Strahlenquelle oder die dem Film zugewandte Seite gelegt werden. Wenn die BPK nicht auf der der Strahlenquelle zugewandten Seite angeordnet werden können, werden sie auf die dem Film zugewandte Seite gelegt, und die Bildgüte muss mindestens einmal unter den gleichen Bedingungen durch eine Vergleichsaufnahme mit einem BPK auf der der Strahlenquelle zugewandten Seite und einem zweiten BPK auf der dem Film zugewandten Seite bestimmt werden.

Bei Doppelwanddurchstrahlungsaufnahmen nach 7.2.6 und 7.2.7 (Bild 11 bis Bild 12) muss der verwendete BPK auf der der Strahlenquelle zugewandten Seite angeordnet werden (Tabelle B.5 bis Tabelle B.8 verwenden). Nach Vereinbarung zwischen den Vertragspartnern darf der BPK auf der dem Film zugewandten Seite angeordnet werden (Tabelle B.9 bis Tabelle B.12 verwenden).

Bei Doppelwanddurchstrahlungsaufnahmen nach 7.2.8 (Bild 13 bis Bild 16) kann der verwendete BPK auf der dem Film zugewandten Seite angeordnet werden. Wenn der BPK auf der dem Film zugewandten Seite gelegt wird, wird auf Tabelle B.9 bis Tabelle B.12 Bezug genommen.

Wenn der BPK auf die dem Film zugewandte Seite gelegt wird, muss der Buchstabe „F“ nahe an den BPK gelegt und auf der Durchstrahlungsaufnahme sichtbar sein und dies muss im Prüfbericht angegeben werden.

Die Identifizierungszeichen und, falls benutzt, das Bleizeichen „F“ dürfen nicht im Prüfbereich liegen, es sei denn, die geometrische Konfiguration lässt nichts anderes zu.

Wenn sichergestellt wurde, dass Durchstrahlungsaufnahmen von gleichartigen Prüfgegenständen und -bereichen mit identischer Aufnahme- und Verarbeitungstechnik hergestellt werden und keine Unterschiede in der Bildgütezahl wahrscheinlich sind, ist es nicht erforderlich, die Bildgüte für jede Aufnahme nachzuweisen. Der Umfang des Bildgütenachweises sollte zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden.

Bei Durchstrahlungsaufnahmen von Rohren mit einer zentral angeordneten Strahlenquelle sollten mindestens drei BPK gleichmäßig auf dem Umfang verteilt werden. Der/die Film/Filme mit den Abbildungen der BPK wird/werden dann als repräsentativ für den gesamten Umfang angesehen.

6.8 Auswertung der Bildgüte

Die Filme müssen nach ISO 5580 betrachtet werden.

Bei der Auswertung der Abbildung des BPK auf der Durchstrahlungsaufnahme wird die Nummer des kleinsten unterscheidbaren Drahtes oder Loches bestimmt (Bildgütezahl BZ). Die Abbildung eines Drahtes gilt als zulässig, wenn dieser in einem Bereich gleichmäßiger optischer Dichte auf mindestens 10 mm Länge zusammenhängend eindeutig sichtbar ist, üblicherweise in der WEZ nahe der Schweißnaht (siehe 6.7 a) für Rohre mit kleineren Durchmessern). Wenn beim Stufe/Loch-BPK zwei Löcher mit gleichem Durchmesser vorliegen, müssen beide unterscheidbar sein, damit die Stufe als sichtbar angesehen werden kann.

Die erhaltene Bildgütezahl muss im Prüfbericht der Durchstrahlungsprüfung angegeben werden. In jedem Fall muss der Typ des verwendeten Prüfkörpers deutlich angegeben werden, wie er auf dem BPK sichtbar ist.

6.9 Mindestbildgütezahlen

Tabelle B.1 bis Tabelle B.12 zeigen die Mindestbildgütezahlen (BZ) für metallische Werkstoffe. Für andere Werkstoffe dürfen diese oder entsprechende andere Anforderungen zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden und müssen im Bericht vermerkt werden. Die Anforderungen müssen nach ISO 19232-4 bestimmt werden.

Falls Ir 192 oder Se 75 als Strahlenquellen für Kupfer, Stahl oder Nickel-Basis-Legierungen verwendet werden, dürfen Bildgütezahlen schlechter als jene in Tabelle B.1 bis Tabelle B.12 in Ausnahmefällen akzeptiert werden. Dies muss im Bericht vermerkt werden.

Doppelwand/Doppelbild-Techniken (en: double wall, double image, DWDI, Tabelle B.5 bis Tabelle B.8), sowohl Klasse A als auch Klasse B ($w = 2t$):

- $10 \text{ mm} < w \leq 25 \text{ mm}$: 1 Draht-Zahl weniger oder 1 Stufe/Loch-Zahl mehr für Ir 192;
- $w \leq 12 \text{ mm}$: 1 Draht-Zahl weniger oder 1 Stufe/Loch-Zahl mehr für Se 75;

Einwand/Einbild- und Doppelwand($w = 2t$)/Einbild-Techniken (Tabelle B.1 und Tabelle B.2, Tabelle B.9 und Tabelle B.10), Klasse A:

- $10 \text{ mm} < w \leq 24 \text{ mm}$: 2 Draht-Zahlen weniger oder 2 Stufe/Loch-Zahlen mehr für Ir 192;
- $24 \text{ mm} < w \leq 30 \text{ mm}$: 1 Draht-Zahl weniger oder 1 Stufe/Loch-Zahl mehr für Ir 192;
- $w \leq 24 \text{ mm}$: 1 Draht-Zahl weniger oder 1 Stufe/Loch-Zahl mehr für Se 75;

Einwand/Einbild- und Doppelwand/Einbild-Techniken (Tabellen B.3 bis B.4, B.11 bis B.12), Klasse B:

- $10 \text{ mm} < w \leq 40 \text{ mm}$: 1 Draht-Zahl weniger oder 1 Stufe/Loch-Zahl mehr für Ir 192;
- $w \leq 20 \text{ mm}$: 1 Draht-Zahl weniger oder 1 Stufe/Loch-Zahl mehr für Se 75.

Bei Se 75 und durchstrahlten Dicken unter 10 mm kann es schwierig sein, die für die Klasse B geforderten Bildgütezahlen zu erreichen. In diesem besonderen Fall muss die optische Dichte mindestens auf 3,0 erhöht werden und es muss mindestens eine Filmsystemklasse besser als in Tabelle 3 oder Tabelle 4 gefordert verwendet werden.

Wenn die Verwendung von Röntgenstrahlen nicht möglich ist und die Prüfbedingungen der Klasse B erfüllt sind und die optische Dichte auf mindestens 3,0 erhöht wird und mindestens eine Filmsystemklasse besser als in Tabelle 3 oder Tabelle 4 gefordert verwendet wird, dann dürfen durch Vereinbarung zwischen den Vertragspartnern die Mindestbildgütezahlen der Klasse A (siehe Anhang B) als Prüfqualität der Klasse B für Se 75 und $w < 10 \text{ mm}$ angesehen werden.

6.10 Personalqualifizierung

Personal, das zerstörungsfreie Prüfungen nach diesem Dokument durchführt, muss nach ISO 9712 oder einem gleichwertigen Dokument auf einer geeigneten Stufe für den relevanten Industriesektor qualifiziert sein.

7 Empfohlene Vorgehensweise für das Erstellen von Durchstrahlungsaufnahmen

7.1 Allgemeines

ANMERKUNG Wenn nicht anderweitig erklärt, sind die Definitionen der Symbole, die in Bild 1 bis Bild 21 verwendet werden, in Abschnitt 4 zu finden.

7.2 Aufnahmeanordnungen

7.2.1 Allgemeines

Üblicherweise müssen Durchstrahlungstechniken nach 7.2.2 bis 7.2.9 (Bild 1 bis Bild 19) verwendet werden. Die Filme müssen möglichst nahe am Prüfgegenstand angebracht werden.

Die Ellipsentechnik (Doppelwand/Doppelbild) nach Bild 11 sollte nur für äußere Durchmesser $D_e \leq 100 \text{ mm}$ und Wanddicken $t \leq 8 \text{ mm}$ und Schweißnahtbreiten $\leq D_e/4$ verwendet werden. Zwei um 90° versetzte Aufnahmen sind ausreichend für $t/D_e < 0,12$, anderenfalls werden 3 Ellipsenaufnahmen benötigt. Der

Abstand zwischen den beiden abgebildeten Schweißnähten muss ungefähr einer Schweißnahtbreite entsprechen.

Wenn es nicht möglich ist, bei $D_e \leq 100$ mm eine Ellipsentechnik durchzuführen, darf die Senkrechttechnik nach 7.2.7 (Bild 12) angewendet werden. In diesem Fall sind drei um 120° oder 60° gegeneinander versetzte Aufnahmen erforderlich.

Bei den Aufnahmeanordnungen nach Bild 13 und Bild 14 muss die Neigung des Strahls so gering wie möglich und so gerichtet sein, dass eine Überlagerung der beiden Abbildungen vermieden wird. Der Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand, f , für die Technik nach Bild 13 und Bild 14 muss nach 7.7 so klein wie möglich sein. Der BPK muss zusammen mit einem Bleibuchstaben „F“ auf die dem Film zugewandte Seite nahe an den Film platziert werden.

Andere radiographische Techniken als 7.2.2 bis 7.2.8 (Bild 1 bis Bild 18) dürfen zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden, wenn dies sinnvoll ist, zum Beispiel aus Gründen der Geometrie des Gegenstands oder der Unterschiede in der Werkstoffdicke. In 7.2.9 (Bild 19) wird ein Beispiel für einen solchen Fall gegeben. Zusätzlich darf ein Dickenausgleich mit dem gleichen Material eingesetzt werden. Mehrfilmtechniken dürfen nicht angewendet werden, um die Belichtungszeit für gleichförmige Abschnitte zu reduzieren.

Nur wenn der Strahlenschutz im Vordergrund steht, dürfen nach Absprache der Vertragspartner maximal zwei Filme während einer Aufnahme belichtet werden.

ANMERKUNG In Anhang A wird die Mindestanzahl von Durchstrahlungsaufnahmen angegeben, die erforderlich ist, um eine ausreichend vollständige Durchstrahlungsprüfung über den gesamten Umfang einer Stumpfnah in einem Rohr zu erhalten.

7.2.2 Strahlenquelle vor dem Prüfgegenstand und Film auf der gegenüberliegenden Seite (siehe Bild 1)

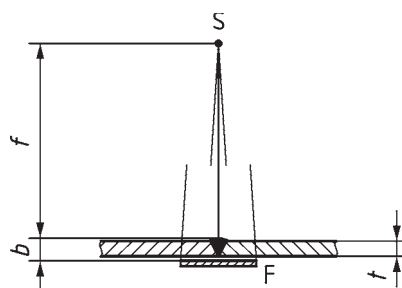


Bild 1 — Aufnahmeanordnung für ebene Schweißnähte und einwandige Durchstrahlung

Wenn der Abstand b in Bild 1 kleiner als $1,2 t$ ist, dann kann die Nenndicke t für b verwendet werden und f kann als der Abstand von der Strahlenquelle zur Oberfläche des Grundwerkstoffs betrachtet werden.

7.2.3 Strahlenquelle außerhalb und Film innerhalb des Prüfgegenstands (siehe Bild 2 bis Bild 4)

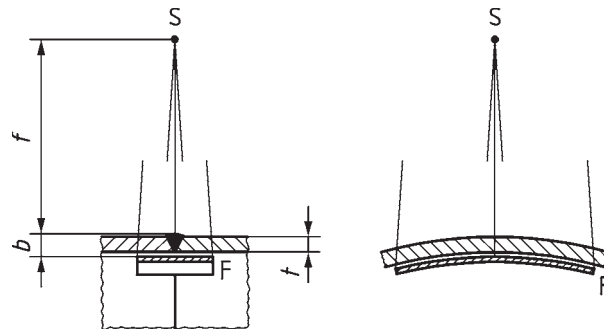


Bild 2 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfgegenstände

Wenn der Abstand b in Bild 2 kleiner als $1,2 t$ ist, dann kann die Nenndicke t für b verwendet werden und f kann als der Abstand von der Strahlenquelle zur Oberfläche des Grundwerkstoffs betrachtet werden.

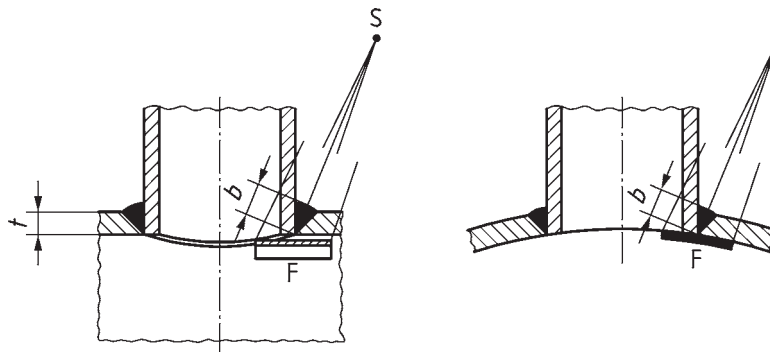


Bild 3 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfgegenstände (eingesetzte Schweißnaht)

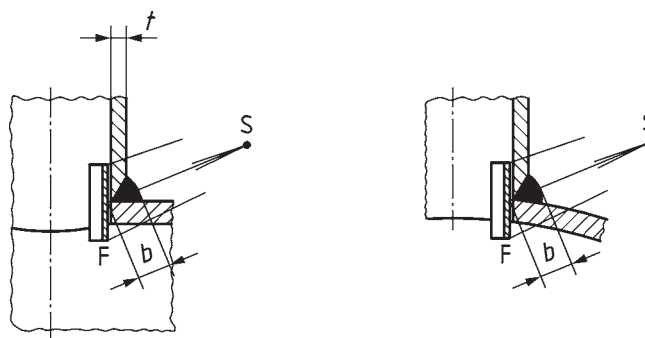


Bild 4 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfgegenstände (aufgesetzte Schweißnaht)

7.2.4 Strahlenquelle innerhalb und zentrisch und Film außerhalb des Prüfgegenstands
(siehe Bild 5 bis Bild 7)

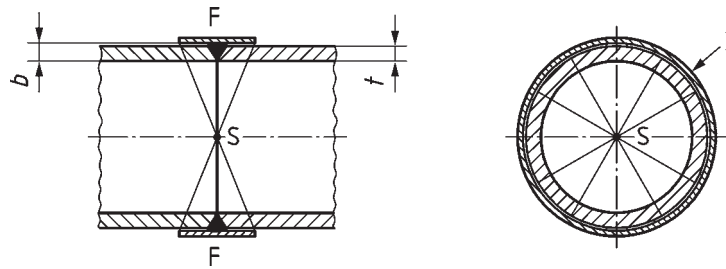


Bild 5 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfgegenstände

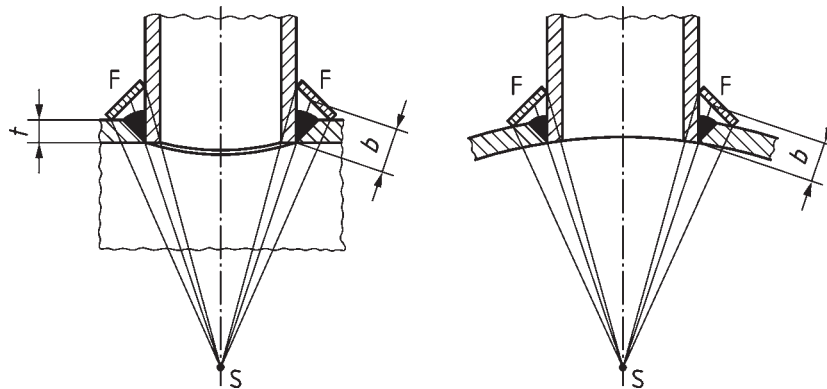


Bild 6 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfgegenstände
(eingesetzte Schweißnaht)

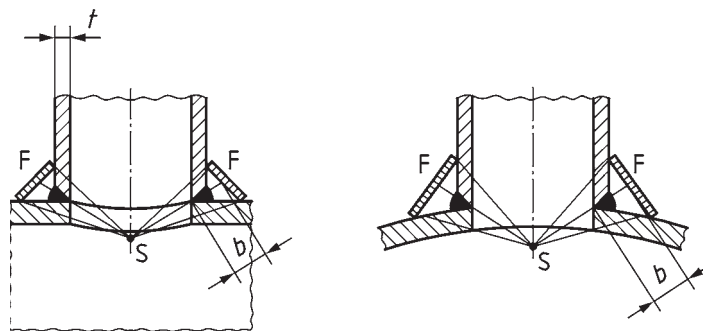


Bild 7 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfgegenstände
(aufgesetzte Schweißnaht)

7.2.5 Strahlenquelle innerhalb und exzentrisch, Film außerhalb des Prüfgegenstands (siehe Bild 8 bis Bild 10)

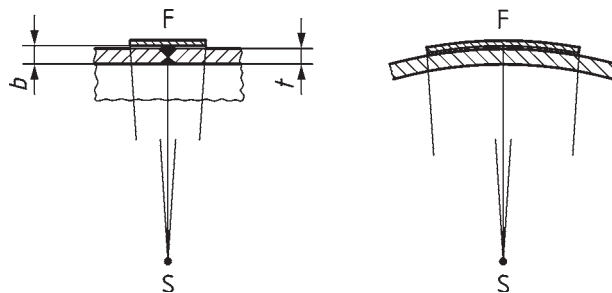


Bild 8 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfgegenstände

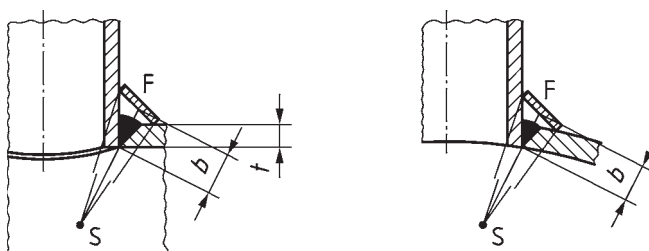


Bild 9 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfgegenstände (eingesetzte Schweißnaht)

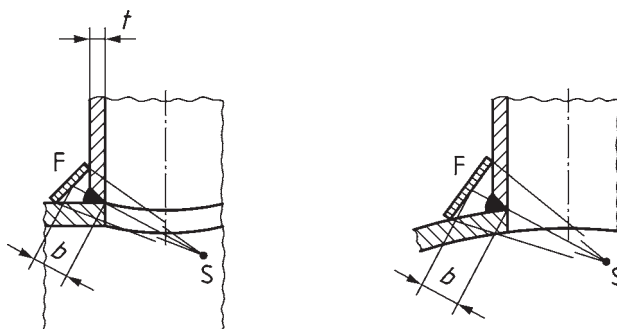
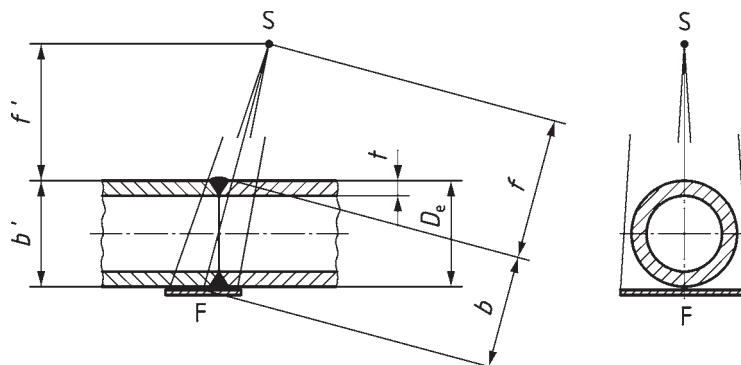


Bild 10 — Aufnahmeanordnung für einwandige Durchstrahlung gekrümmter Prüfgegenstände (aufgesetzte Schweißnaht)

7.2.6 Ellipsentechnik (siehe Bild 11)



ANMERKUNG Der Abstand Strahlenquelle – Prüfgegenstand kann auf der Grundlage des senkrechten Abstands f' , berechnet aus b' , bestimmt werden.

Bild 11 — Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Doppelbild) gekrümmter Prüfgegenstände zur Auswertung beider Wände (Strahlenquelle und Film außerhalb des Prüfgegenstands)

7.2.7 Senkrechttechnik (siehe Bild 12)

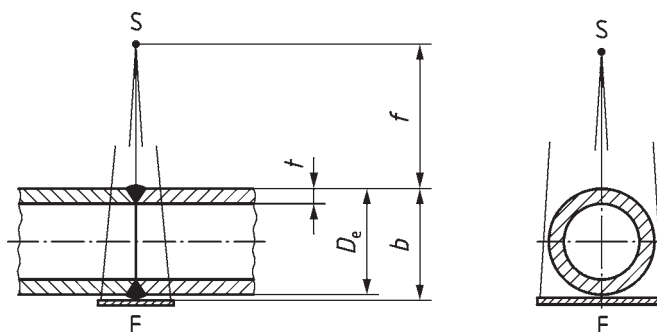


Bild 12 — Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Doppelbild) gekrümmter Prüfgegenstände zur Auswertung beider Wände (Strahlenquelle und Film außerhalb des Prüfgegenstands)

7.2.8 Strahlenquelle außerhalb des Prüfgegenstands und Film auf der anderen Seite (siehe Bild 13 bis Bild 18)

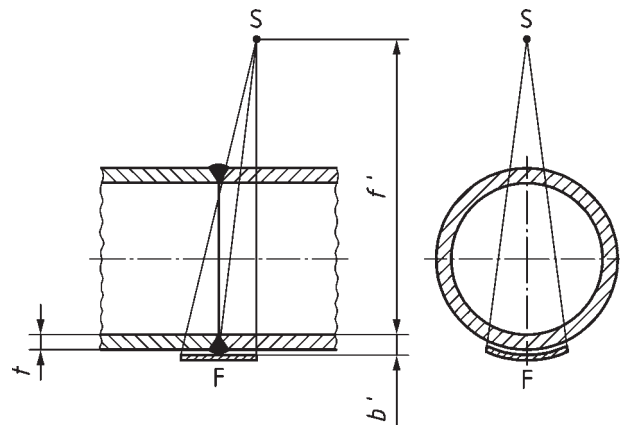


Bild 13 — Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Einbild) gekrümmter Prüfgegenstände zur Auswertung der filmnahen Wand bei filmnah angelegtem BPK

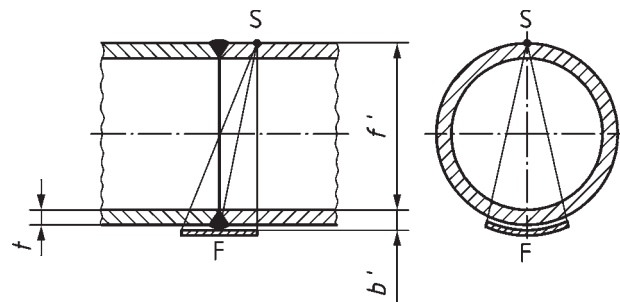


Bild 14 — Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Einbild)

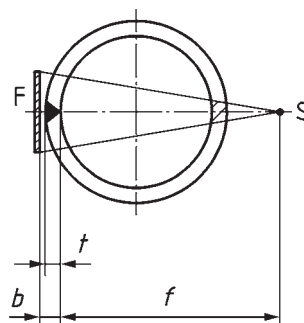


Bild 15 — Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Einbild) von Längsschweißnähten

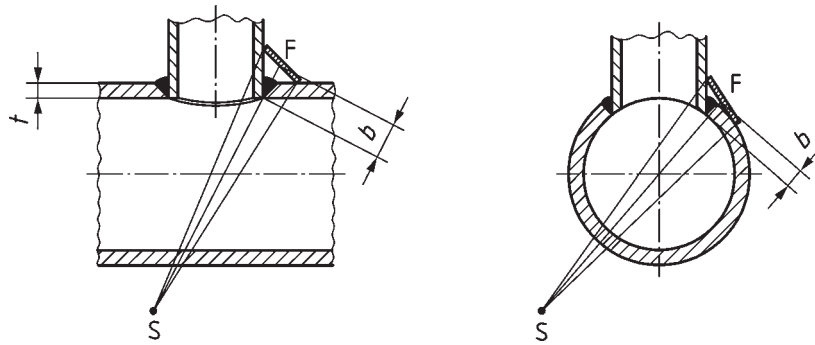


Bild 16 — Aufnahmeanordnung für doppelwandige Durchstrahlung (Einbild) gekrümmter Prüfgegenstände zur Auswertung der filmnahen Wand



a) Aufnahmeanordnung ohne Wändickenausgleich

b) Aufnahmeanordnung mit Wändickenausgleich

Legende

1 Wändickenausgleich

Bild 17 — Aufnahmeanordnung für die Durchstrahlung von Kehlnähten

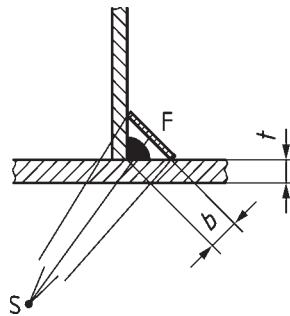


Bild 18 — Aufnahmeanordnung für die Durchstrahlung von Kehlnähten

7.2.9 Technik für unterschiedliche Werkstoffdicken (siehe Bild 19)

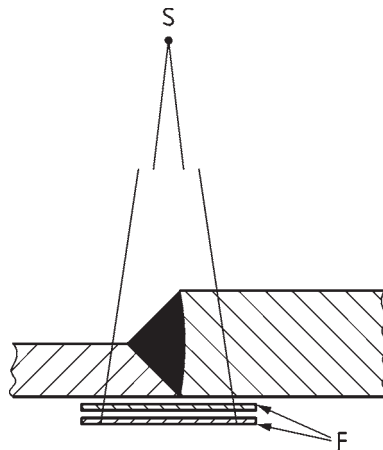
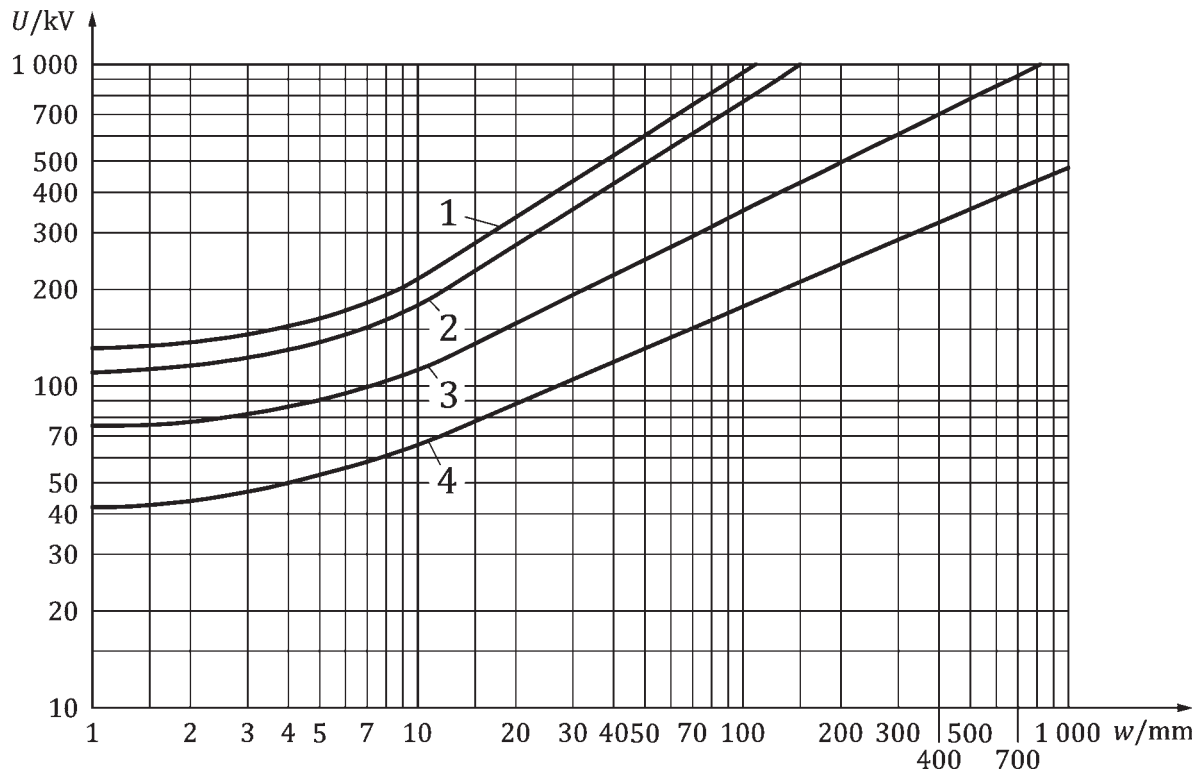


Bild 19 — Mehrfilmtechnik

7.3 Auswahl der Röhrenspannung und der Strahlenquelle

7.3.1 Röntgenstrahler für bis zu 1 000 kV

Um eine gute Fehlernachweisempfindlichkeit zu erhalten, sollte die Röntgen-Röhrenspannung so niedrig wie möglich sein. Die maximalen Werte der Röhrenspannung in Abhängigkeit der Dicke sind in Bild 20 angegeben.



Legende

U Spannung des Röntgenstrahlers
 w durchstrahlte Dicke

- 1 Kupfer/Nickel und deren Legierungen
- 2 Stahl
- 3 Titan und dessen Legierungen
- 4 Aluminium und dessen Legierungen

Bild 20 — Maximale Röhrenspannung von Röntgenstrahlern bis 1 000 kV in Abhängigkeit von der durchstrahlten Dicke und vom Werkstoff

ANMERKUNG Die Kurven von Bild 20 können wie im informativen Anhang C beschrieben berechnet werden.

Für einige Anwendungen, bei denen eine Änderung der Dicke über den durchstrahlten Bereich des Prüfgegenstands auftritt, darf eine Änderung der Röhrenspannung vorgenommen werden. Es sollte jedoch berücksichtigt werden, dass eine übermäßig hohe Röhrenspannung zu einem Verlust der Fehlernachweisempfindlichkeit führt. Für Kupfer, Nickel und deren Legierungen darf die Schrittweite nicht mehr als 60 kV betragen. Für Stahl darf die Erhöhung nicht mehr als 50 kV, für Titan und dessen Legierungen nicht mehr als 40 kV und für Aluminium und dessen Legierungen nicht mehr als 30 kV betragen. Diese Erhöhungen sollten proportional zu den Unterschieden zwischen Schweißnaht- und Grundwerkstoffdicke angewendet werden.

7.3.2 Andere Strahlenquellen

Zulässige Bereiche der durchstrahlten Dicke für Gammastrahlenquellen und Röntgenstrahler über 1 MeV sind in Tabelle 2 angegeben.

Bei dünnwandigen Prüfgegenständen erzeugen Gammastrahlen von Se 75, Ir 192 und Co 60 Durchstrahlungsaufnahmen mit einer geringeren Fehlernachweisempfindlichkeit als solche, die unter Anwendung von Röntgenstrahlung mit geeigneter Technik gewonnen wurden. Wegen der Vorteile von Gammastrahlenquellen bezüglich Handhabbarkeit und Zugänglichkeit gibt Tabelle 2 jedoch einen Dickenbereich für jede dieser Gammastrahlenquellen an, der zulässig ist, wenn der Einsatz von Röntgenstrahlen nicht möglich ist und im Bericht vermerkt werden muss.

In den Fällen, in denen Durchstrahlungsaufnahmen mit Gammastrahlen erzeugt werden, darf die Zeit zur Positionierung der Strahlenquelle 10 % der gesamten Belichtungszeit nicht überschreiten.

Tabelle 2 — Bereich der durchstrahlten Dicke des Prüfgegenstandes für Gammastrahlenquellen und Röntgenstrahler mit einer Energie über 1 MeV für Stahl, Kupfer und Nickel-Basis-Legierungen

Strahlenquelle	Durchstrahlte Dicke	
	w mm	
	Klasse A	Klasse B
Tm 170	$w \leq 5$	$w \leq 5$
Yb 169 ^a	$1 \leq w \leq 15$	$2 \leq w \leq 12$
Se 75 ^b	$10 \leq w \leq 40$	$14 \leq w \leq 40$
Ir 192	$20 \leq w \leq 100$	$20 \leq w \leq 90$
Co 60	$40 \leq w \leq 200$	$60 \leq w \leq 150$
Röntgenstrahler mit Energien von 1 MeV bis 4 MeV	$30 \leq w \leq 200$	$50 \leq w \leq 180$
Röntgenstrahler mit Energien von 4 MeV bis 12 MeV	$w \geq 50$	$w \geq 80$
Röntgenstrahler mit Energien über 12 MeV	$w \geq 80$	$w \geq 100$
^a Für Aluminium und Titan ist die durchstrahlte Dicke des Werkstoffs $10 \text{ mm} \leq w \leq 70 \text{ mm}$ für Klasse A und $25 \text{ mm} \leq w \leq 55 \text{ mm}$ für Klasse B.		
^b Für Aluminium und Titan ist die durchstrahlte Dicke des Werkstoffs $35 \text{ mm} \leq w \leq 120 \text{ mm}$ für Klasse A.		

Nach Vereinbarung zwischen den Vertragspartnern darf die durchstrahlte Dicke für Ir 192 für die Klasse A oder B weiter auf 10 mm reduziert werden, sofern die erforderliche Bildgüte nach 6.9 erreicht wird.

Nach Vereinbarung zwischen den Vertragspartnern darf die durchstrahlte Dicke für Se 75 für die Klasse A und B weiter reduziert werden, sofern die geforderte Bildqualität nach 6.9 erreicht wird.

Es wird empfohlen, für die Prüfung von durchstrahlten Dicken unter 10 mm mit Se 75 bessere Filmsystemklassen zu verwenden als in den Tabelle 3 und Tabelle 4 gefordert.

7.3.3 Filmsysteme und metallische Aufnahmefolien

Für die Durchstrahlungsprüfung sind Filmsystemklassen nach ISO 11699-1 anzuwenden.

Für verschiedene Strahlenquellen sind die Mindest-Filmsystemklassen in Tabelle 3 und Tabelle 4 angegeben.

Wenn Aufnahmefolien aus Metall verwendet werden, muss ein guter Kontakt zwischen Film und Folie erzielt werden. Dies kann entweder durch Verwendung von vakuumverpackten Filmen oder durch Anpressdruck erreicht werden.

Für die verschiedenen Strahlenquellen sind in Tabelle 3 und Tabelle 4 die empfohlenen Werkstoffe und Dicken der Aufnahmefolien angegeben.

Andere Dicken der Aufnahmefolien dürfen zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden, vorausgesetzt die geforderte Bildgüte wird erreicht.