

<p><b>Ultraschall-Tauchtechnik-Prüfung zur Bestimmung des makroskopischen Reinheitsgrades von gewalzten oder geschmiedeten Stäben aus Stahl</b></p> <p><b>Ultrasonic Immersion Testing Method for Determining the Macroscopic Cleanliness Rate of Rolled or Forged Steel Bars</b></p>	<p><b>SEP 1927</b> 3. Ausgabe 3<sup>rd</sup> edition</p>
---	--

Bei Unstimmigkeiten zwischen deutscher und englischer Sprachversion hat die deutsche Version Vorrang.

In the event of inconsistencies between the German and English language versions, the German version shall prevail.

**Inhaltsverzeichnis**

**Table of contents**

**1 Anwendungsbereich**

**1 Scope of Application**

**2 Normative Verweisungen**

**2 Normative References**

**3 Definitionen**

**3 Terms and Definitions**

**4 Vereinbarungen**

**4 Agreements**

**5 Personalqualifikation**

**5 Personnel qualification**

**6 Vorbereitung der Prüfstücke und Zeitpunkt der Prüfung**

**6 Preparation of test specimens and time of testing**

6.1 Chargenbeprobung „C“

6.1 Batch sampling “C”

6.2 Beprobung am Lieferprodukt „L“

6.2 Sampling of the delivery product “L”

**7 Prüfeinrichtung**

**7 Test Equipment**

7.1 Abtastvorrichtung und Tauchtechnikwanne

7.1 Scanning device and immersion bath

7.2 Rechner und Software

7.2 Computer and software

7.3 Ultraschallgerät

7.3 Ultrasonic instrument

7.4 Ultraschallprüfkopf

7.4 Ultrasonic probe

7.5 Koppelmittel

7.5 Coupling medium

7.6 Überprüfung der Prüfeinrichtung

7.6 Inspection of the test equipment

**8 Justierung**

**8 Calibration**

8.1 Wasservorlaufstrecke

8.1 Water travel path

8.2 Justierung des Prüfbereichs

8.2 Adjustment of testing range

8.3 Empfindlichkeitsjustierung

8.3 Sensitivity setting

8.4 Empfindlichkeitsklassen

8.4 Sensitivity classes

**9 Prüfvolumen**

**9 Test Volume**

**10 Durchführung der Prüfung**

**10 Test Procedure**

10.1 Allgemeines

10.1 General

10.2 Rasterabstände, Abtastmethode, Prüfbereiche und Blendensetzung

10.2 Scan grid, scanning method, test ranges and gate setting

Alle Rechte vorbehalten. Jegliche Vervielfältigung, Mikroverfilmung oder Speicherung in elektronischen Systemen gleich welcher Art ist untersagt.

06/2025

Dieses STAHL-EISEN-Prüfblatt wurde von Fachleuten im Stahlinstitut VDEh erstellt mit Unterstützung von Fachleuten von Anwendern und Prüfanlagenherstellern.

- 10.3 Abtastgeschwindigkeit, Impulsfolge-  
frequenz und Impulsabstand
- 10.4 Auswertetechnik

## 11 Bewertung

- 11.1 Anzeigenanzahl
- 11.2 Anzeigenlänge
- 11.3 Zulässigkeitsgrenzwerte

## 12 Prüfbericht

## 13 Erläuterungen

## 14 Liste wesentlicher Änderungen

## Literatur

- 10.3 Scanning speed, pulse repetition  
frequency and pulse spacing
- 10.4 Evaluation technique

## 11 Assessment

- 11.1 Number of indications
- 11.2 Indication length
- 11.3 Acceptance limits

## 12 Test Report

## 13 Explanations

## 14 Significant Changes

## Literature

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Stahl-Eisen-Prüfblatt (SEP) gilt ausschließlich für die automatisierte Ultraschall-Tauchtechnik-Prüfung von prüfgerecht gestalteten gewalzten oder geschmiedeten Proben aus Stahl, der für Langprodukte bestimmt ist. Ausgenommen sind austenitische, ferritisch-austenitische und Automatenstähle. Es ist anzuwenden bei einfachen Vollmaterialgeometrien (z. B. Quader und Zylinder) mit einem Durchmesser bzw. einer Kantenlänge von 35 mm bis 100 mm sowie bei größeren Abmessungen für die Prüfung des Randbereichs bei Schallwegen bis 50 mm.

Die Ultraschallprüfung ermöglicht als vergleichende Prüfung eine Aussage über innere Inhomogenitäten bezüglich ihrer Lage, Größe, Ausdehnung und Häufigkeit. Geprüft wird mit Einschwinger-Senkrechtprüfköpfen (Longitudinalwellen) unter Anwendung der Impuls-Echo-Technik. Die Prüfung ist neben der Blaubruchprüfung und der Stufendrehprobe eine weitere Möglichkeit zur Bestimmung des makroskopischen Reinheitsgrades. Dieses SEP beschreibt die Prüftechnik und die bei der Prüfung einzuhaltenden Bedingungen hinsichtlich des Prüfsystems und der Beschaffenheit der zu prüfenden Proben (Prüfstücke). Es enthält Festlegungen zu Prüfgruppen, Prüfvolumina und Empfindlichkeitsklassen mit entsprechenden Bewertungskriterien.

## 1 Scope of Application

This Stahl-Eisen test specification (SEP) applies exclusively to the automated ultrasonic immersion testing of appropriately prepared rolled or forged samples of steel for long products. It does not apply to austenitic, ferritic-austenitic and free-machining steels. It is to be applied on simple solid-material geometries (e. g. blocks and cylinders) with a diameter or edge length of 35 mm to 100 mm as well as to larger dimensions for testing of the surface zone for sound paths of up to 50 mm.

As a comparative test, ultrasonic testing permits conclusions to be drawn about inner discontinuities in terms of position, size, extension and frequency. The test is carried out with single transducer probes with normal incidence (longitudinal waves) using the pulse echo method. Alongside the blue brittleness and step turning tests, this test offers a further possibility of determining the macroscopic cleanliness rate. This SEP describes the testing technique and the conditions to be met regarding the test system and the condition of the samples to be tested (test specimens). It contains stipulations concerning testing categories, testing volumes and sensitivity classes with corresponding assessment criteria.

## 2 Normative Verweisungen

Dieses SEP enthält durch undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und die Publikationen sind im Anhang aufgeführt. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Veröffentlichungen.

## 3 Definitionen

Für die in diesem SEP verwendeten Begriffe gelten die Definitionen nach DIN EN ISO 5577.

## 4 Vereinbarungen

Folgende, die Ultraschallprüfung betreffende Punkte, sind zum Zeitpunkt der Anfrage und Bestellung zwischen dem Besteller und Hersteller zu vereinbaren:

- a) die Fertigungsstufe(n), nach der (denen) die Ultraschallprüfung durchzuführen ist, bzw. ob eine Chargenbeprobung „C“ oder eine Beprobung am Lieferprodukt „L“ durchzuführen ist (siehe Abschnitt 6);
- b) die geforderte Empfindlichkeitsklasse (siehe Abschnitt 8.4);
- c) das erforderliche Prüfvolumen (siehe Abschnitt 9);
- d) die Bewertung (siehe Abschnitt 11).

Beispiel: **C-2-c** beinhaltet eine Chargenbeprobung nach Empfindlichkeitsklasse 2 mit einem Prüfvolumen  $c = 5 \text{ dm}^3$ . Die Zulässigkeitsgrenzwerte müssen im Einzelfall näher spezifiziert werden.

## 5 Personalqualifikation

Das Prüfpersonal muss für die Justierung und Auswertung in Übereinstimmung mit den Anforderungen der DIN EN ISO 9712 oder gleichwertigen Normen qualifiziert und zertifiziert sein.

## 6 Vorbereitung der Prüfstücke und Zeitpunkt der Prüfung

Die Vorbereitung der Prüfstücke bzw. der Zeitpunkt der Prüfung wird in zwei Gruppen eingeteilt, wobei zwischen einer Beprobung am

## 2 Normative References

This SEP also includes specifications from other publications through undated references. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed in an Annex. For undated references, the latest issue of the publication referred to shall apply.

## 3 Terms and Definitions

For the terms used in this SEP, the definitions according to EN ISO 5577 apply.

## 4 Agreements

The following points concerning ultrasonic testing shall be agreed upon between the purchaser and the manufacturer by the time of enquiry and order:

- a. The production stage(s), after which the ultrasonic testing is to be carried out, and whether a batch sampling “C” or sampling of the delivery product “L” is to be carried out (see Section 6);
- b. the required sensitivity class (see Section 8.4);
- c. the required test volume (see Section 9);
- d. the evaluation (see Section 11).

Example: **C-2-c** denotes batch sampling according to sensitivity class 2 with a test volume of  $c = 5 \text{ dm}^3$ . The acceptance levels shall be specified in more detail on a case-to-case basis.

## 5 Personnel qualification

For calibration and evaluation, testing personnel shall be qualified and certified according to the requirements of EN ISO 9712 or equivalent standards.

## 6 Preparation of test specimens and time of testing

The preparation of test specimens (samples), respectively the time of testing, are divided into two categories, a distinction being made be-

Lieferprodukt „L“ und der Prüfung als Chargenbeprobung „C“ vor der Endverformung unterschieden wird. Die Prüfstücke müssen einfache Formen (z. B. Quader oder Zylinder) haben. Der Umformgrad muss mindestens 4fach sein. Das Gefüge, die Prüfflächen und alle zur Reflexion benutzten Oberflächen müssen so beschaffen sein, dass die Prüfung gemäß der gewählten Empfindlichkeitsklasse gewährleistet ist.

Um die geforderte Prüfempfindlichkeit einhalten zu können, kann eine Wärmebehandlung der gefertigten Prüfstücke vor der Oberflächenbearbeitung erforderlich sein. Eine Korngröße 5 oder feiner nach ASTM E 112 oder DIN EN ISO 643 ist anzustreben.

Für Rundmaterial gilt: (d = Durchmesser)

- Oberflächenabtrag:  $\leq 5 \% d$
- Ovalität:  $\leq 1 \% d$

Vierkantmaterial muss allseitig gleichmäßig planparallel und rechtwinklig sein. Folgende Vorgaben sollten eingehalten werden (t = Kantenlänge):

- Oberflächenabtrag:  $\leq 2,5 \% t$  je Fläche

Beispiel:

- $d_{\text{unbearbeitet}} = 100 \text{ mm}$ , somit
- $d_{\text{bearbeitet}} \geq 95 \text{ mm}$
- $t_{\text{unbearbeitet}} = 100 \text{ mm}$ , somit
- $t_{\text{bearbeitet}} \geq 95 \text{ mm}$  ( $\leq 2,5 \text{ mm}$  pro Fläche)

### 6.1 Chargenbeprobung „C“

Die Probenentnahme muss gezielt und repräsentativ für die Schmelze sein. Proben können z. B. am Strangguss Anfang, Mitte oder Ende bzw. am Blockguss Kopf oder Fuß entnommen werden. Die Proben sind durch Schmieden oder Walzen auf einen rechteckigen oder kreisförmigen Querschnitt umzuformen.

Beispiel: Von einem gegossenen Ausgangsquerschnitt 240 mm x 240 mm wird eine Probe auf den quadratischen Querschnitt 95 mm x 95 mm geschmiedet. Der Umformgrad  $\lambda$  beträgt somit 6,4.

Die Proben sind während der Herstellung so zu kennzeichnen, dass eine Zuordnung zur Entnahmestelle erhalten bleibt. Die Kennzeichnung darf

tween sampling of the delivery product „L“ and testing as batch sampling „C“ before final deformation. The samples shall have simple shapes (e. g. cuboid or cylinder). The deformation degree shall be at least 4. The microstructure, the test areas and all surfaces used for reflection shall be of a condition such that they will enable testing according to the chosen sensitivity class.

In order to be able to meet the required inspection sensitivity, a thermal treatment of the manufactured samples before surface machining can be necessary. The grain size should be 5 or finer according to ASTM E 112 or EN ISO 643.

Round material shall comply with: (d = diameter)

- Surface material removal:  $\leq 5 \% d$
- Ovality:  $\leq 1 \% d$

Rectangular material shall be plane-parallel and rectangular on all sides. The following specifications are to be met (t=edge length):

- Surface material removal:  $\leq 2,5 \% t$  per surface area

Example:

- $d_{\text{unmachined}} = 100 \text{ mm}$ , giving
- $d_{\text{machined}} \geq 95 \text{ mm}$
- $t_{\text{unmachined}} = 100 \text{ mm}$ , giving
- $t_{\text{machined}} \geq 95 \text{ mm}$  ( $\leq 2,5 \text{ mm}$  per surface area)

### 6.1 Batch sampling „C“

Sampling shall be selective and representative for the melt. Samples can be taken either at the continuous casting strand head, middle or tail, or at the top or bottom for ingot casting. The samples are to be formed by forging or rolling to a rectangular or circular cross section.

Example: From a cast initial cross section of 240 mm x 240 mm, a sample is forged to a square cross section of 95 mm x 95 mm. Thus, the deformation degree  $\lambda$  is 6.4.

During preparation, the samples are to be marked to ensure allocation to the sampling location. This marking may not be applied to the

nicht auf der Prüffläche oder der Gegenfläche angebracht werden. Der Umformgrad und die Probenabmessungen sind im Prüfbericht anzugeben.

test surface or the opposite surface. The deformation degree and the sample dimensions are to be indicated in the test report.

## **6.2 Beprobung am Lieferprodukt „L“**

## **6.2 Sampling of the delivery product “L”**

Die Probenentnahme muss an verschiedenen (mindestens 2) Stäben des Produktes erfolgen.

Samples shall be taken from different (at least 2) bars of the product.

## **7 Prüfeinrichtung**

## **7 Test Equipment**

### **7.1 Abtastvorrichtung und Tauchtechnikwanne**

### **7.1 Scanning device and immersion bath**

Für die Durchführbarkeit der Prüfung müssen eine Tauchtechnikwanne in entsprechender Größe und eine Abtastvorrichtung vorhanden sein. Dabei muss der Spurbstand so einstellbar sein, dass die in Abschnitt 10.4. definierten Rasterabstände möglich sind.

Correct performance of the test requires an immersion bath of appropriate size and a scanning device. The scan index shall be adjustable to enable the grid spacings as specified in section 10.4.

Die Abtastvorrichtung muss über eine elektrische Steuerung betrieben werden, die mit einem Rechner gekoppelt sein sollte.

The scanning device shall be operated using an electrical control system which should be linked up to a computer.

### **7.2 Rechner und Software**

### **7.2 Computer and software**

Der Rechner muss die Bearbeitung und Auswertung von C-Bildern gestatten. Die im Abschnitt 10.4 beschriebene Auswertetechnik sowie eine Bewertung entsprechend Kapitel 11 müssen durchführbar sein.

The computer system shall be capable of imaging and evaluation of C-scans. It shall be possible to apply the evaluation technique described in Section 10.4 and carry out an assessment according to Section 11.

### **7.3 Ultraschallgerät**

### **7.3 Ultrasonic instrument**

Das Ultraschallgerät muss eine A-Bilddarstellung haben und die Anforderungen der DIN EN ISO 22232-1 oder vergleichbar erfüllen. Ein Tiefenausgleich (TCG) muss vorhanden sein.

The ultrasonic instrument shall have an A-scan display and meet the requirements of EN ISO 22232-1 or comparable. It shall provide a depth compensation (TCG = time corrected gain).

Für Ultraschallgeräte, die vor dem Inkrafttreten der DIN EN ISO 22232-1:2021-09 auf den Markt gebracht wurden, muss die anhaltende Übereinstimmung mit diesem SEP dadurch nachgewiesen werden, dass die (wiederkehrenden) Prüfungen der Gruppe 2 alle 12 Monate durchgeführt werden.

For ultrasonic instruments which were put on the market before EN ISO 22232-1:2021-09 came effective, the sustained accordance with this SEP has to be documented by (repeated) testing in group 2 every 12 months.

### **7.4 Ultraschallprüfkopf**

### **7.4 Ultrasonic probe**

Der Tauchtechnikprüfkopf muss den Anforderungen der DIN EN ISO 22232-2 entsprechen.

The immersion probe shall meet the requirements of EN ISO 22232-2.

Für Ultraschall-Prüfköpfe, die vor dem Inkrafttreten der DIN EN ISO 22232-2:2021-09 beschafft wurden, gilt DIN EN 12668-2.

For ultrasonic probes purchased before EN ISO 22232-2:2021-09 came effective, EN 12668-2 still applies.

Ein ebener, runder Einschwingerprüfkopf mit einem Schwingerdurchmesser von  $(6,3 \pm 0,3)$  mm ist zu verwenden.

A flat, round single transducer probe with a transducer diameter of  $(6,3 \pm 0.3)$  mm shall be used.

Die Nennfrequenz des Prüfkopfes muss 10 MHz betragen. Die 6 dB Bandbreite muss  $(6 \pm 1)$  MHz betragen.

The nominal frequency of the probe shall be 10 MHz. The 6 dB band width shall be  $(6 \pm 1)$  MHz.

Hinweis: Andere Vorgaben können vereinbart werden, jedoch sind die erhaltenen Prüfergebnisse evtl. nicht mehr vergleichbar.

Note: Other specifications can be agreed upon, but the test results may not be comparable any more.

### **7.5 Koppelmittel**

### **7.5 Coupling medium**

Als Koppelmittel ist Wasser zu verwenden. Es dürfen Additive z. B. zum Korrosionsschutz zugegeben werden. Die Wassertemperatur ist zwischen  $15^\circ$  und  $30^\circ$  Celsius zu halten. Es ist das gleiche Koppelmittel bei der Justierung und Prüfung zu verwenden. Es ist sicherzustellen, dass es durch chemische Reaktionen oder physikalische Einflüsse im Wasserbad nicht zu einer Veränderung der Prüfempfindlichkeit kommt.

Water shall be used as coupling medium. Additives, e. g. for corrosion protection, are permitted. The water temperature shall be maintained at between  $15^\circ$  and  $30^\circ$  Celsius. The same coupling medium shall be used for calibration and testing. It shall be ensured that there is no change in testing sensitivity due to chemical reactions or physical influences in the water bath.

Die Wassertemperaturen zum Zeitpunkt der Justierung und während der Prüfung dürfen um nicht mehr als 5 K voneinander abweichen.

Water temperatures by the time of the calibration and during testing shall not deviate by more than 5 K from each other.

### **7.6 Überprüfung der Prüfeinrichtung**

### **7.6 Inspection of the test equipment**

Die Reproduzierbarkeit des Prüfsystems ist anhand eines Vergleichsreflektors regelmäßig nach DIN EN ISO 22232-3 zu überprüfen. Die Veränderung der Anzeigengröße des Vergleichsreflektors muss innerhalb von  $\pm 2$  dB liegen. Anderenfalls müssen die seit der letzten Überprüfung aufgenommenen Daten neu bewertet werden, oder die Proben müssen neu geprüft werden.

The reproducibility of the test equipment is to be checked regularly with a reference reflector according to EN ISO 22232-3. The change of echo amplitudes of the reference reflector shall be within  $\pm 2$  dB. Otherwise, the data recorded since the last check shall be evaluated once again, or the samples have to be tested once more.

## **8 Justierung**

## **8 Calibration**

### **8.1 Wasservorlaufstrecke**

### **8.1 Water travel path**

Die Wasservorlaufstrecke muss bei der Justierung und Prüfung zwischen 40 mm und 45 mm liegen.

The water travel path shall be between 40 mm and 45 mm during calibration and testing.

### **8.2 Justierung des Prüfbereichs**

### **8.2 Adjustment of testing range**

Für die Einstellung des Prüfbereichs (Tiefenjustierung) wird der Vergleichskörper verwendet, so dass eine korrekte Zuordnung der Anzeigtiefe möglich ist.

For the adjustment of testing range (depth adjustment) the reference block is used, so that the signal can be correlated correctly to depth.

### 8.3 Empfindlichkeitseinstellung

Die Empfindlichkeitsjustierung erfolgt grundsätzlich an der Rückwand einer zu prüfenden Probe. Die Verstärkung wird auf 80 % der Bildschirmhöhe (BSH) eingestellt und anschließend um 10 dB erhöht.

Für die Empfindlichkeitseinstellung von Rundproben größer 100 mm können auch 20 mm dicke Scheiben als Vergleichskörper verwendet werden (gleicher Werkstoff, gleiche Wärmebehandlung). Die Verstärkung des Rückwand-Signals wird auf 80 % der BSH eingestellt und anschließend um 20 dB erhöht.

Der Tiefenausgleich ist mit einer synthetischen Kurve gemäß **Tabelle 1** durchzuführen.

### 8.3 Sensitivity setting

Sensitivity setting is principally carried out with the backwall of a sample to be tested. The gain is set at 80 % screen height (BSH), followed by an increase of 10 dB.

For sensitivity setting of round samples > 100 mm, 20 mm thick slices can be used as reference block (same material and heat treatment). The gain of the backwall signal will be set at 80 % screen height (BSH), followed by an increase of 20 dB.

Depth compensation shall be carried out using a synthetic DAC curve according to **Table 1**.

**Tabelle 1:** TCG-Kurve

**Table 1:** TCG diagram

Abstand Distance in mm	Tiefenausgleich TCG Time-corrected gain TCG in dB
1	9,5
5	12,0
10	14,9
15	17,5
20	17,5
25	22,2
30	24,3
35	26,1
40	27,7
45	29,1
50	30,2
55	31,2

Ein Verstärkungszuschlag  $V_K$  muss in Abhängigkeit von der geforderten Empfindlichkeitsklasse (siehe Abschnitt 8.5) zur Justiergrundverstärkung addiert werden, so dass unter Berücksichtigung des Tiefenausgleichs die Registrierungsverstärkung  $V_R$  die Summe aus  $V_j$  und  $V_K$  ist.

$$V_R = V_j + V_K \quad (1)$$

Der Verstärkungszuschlag kann ganz oder teilweise durch eine Absenkung der Registrierungsschwelle ersetzt werden.

An additional gain  $V_K$  shall be added to the calibration base amplification depending on the required sensitivity class (see Section 8.5) so that, taking the depth compensation into account, the recording gain  $V_R$  is the sum of  $V_j$  and  $V_K$ .

$$V_R = V_j + V_K \quad (1)$$

The additional gain may be substituted entirely or partly by lowering the recording level.

Beispiel: Empfindlichkeitsklasse 5,  
statt: 80 % BSH + 21 dB  
alternativ: 20 % BSH + 9 dB

Example: Sensitivity class 5  
instead of: 80 % FSH + 21 dB  
alternatively: 20 % FSH + 9 dB

#### 8.4 Empfindlichkeitsklassen

Die Empfindlichkeitsklasse ist zwischen Hersteller und Besteller nach den Vorgaben in **Tabelle 2** zu vereinbaren. Falls keine Vorgaben existieren, ist die Empfindlichkeit der Klasse 1 ausreichend.

#### 8.4 Sensitivity classes

The sensitivity class is to be agreed between manufacturer and purchaser according to the specifications given in **Table 2**. If no specifications are given, sensitivity class 1 is sufficient.

**Tabelle 2/ Table 2:** Empfindlichkeitsklassen/Sensitivity class

Empfindlichkeitsklasse/Sensitivity class	1	2	3	4	5
Registrierwelle/Recording level in % BSH/FHS	80	80	80	80	80
Verstärkungszuschlag/additional gain $V_k$ in dB	+6	+12	+15	+18	+21

Eine Umrechnung der Flachbodenbohrung über die dem AVG-Diagramm zugrunde liegenden Größen- und Entfernungsgesetze ist nicht zulässig.

Mathematical conversion of the flat-bottom hole using the size and distance laws upon which the DGS diagram is based is not permissible.

Bei der automatisierten Ultraschallprüfung nach diesem SEP muss ein Signal-Rauschverhältnis von mindestens 6 dB, möglichst 10 dB, vorliegen. Aus diesem Grund kann es erforderlich sein, dass die Prüfstücke oder Stäbe vor der Prüfung wärmebehandelt werden müssen (siehe Abschnitte 6.1 und 6.2).

For automated ultrasonic testing according to this SEP, the signal-to-noise ratio shall be at least 6 dB, preferably 10 dB. For this reason, it may be necessary to heat treat the test specimens or bars before testing (see Sections 6.1 and 6.2).

## 9 Prüfvolumen

Das minimale Prüfvolumen ist zwischen Hersteller und Besteller nach den Vorgaben in **Tabelle 3** zu vereinbaren. Falls keine Vorgaben existieren, ist das Prüfvolumen für Durchmesser bis 50 mm nach Prüfgruppe b und größer 50 mm nach Prüfgruppe c ausreichend. Das Prüfvolumen kann zur besseren statistischen Absicherung erhöht werden.

## 9 Test Volume

The minimum test volume is to be agreed between the manufacturer and the purchaser according to the specifications given in **Table 3**. If nothing else is specified, the testing volume for diameters up to 50 mm according to test category b and larger than 50 mm according to test category c is sufficient. The test volume can be increased for better statistical reliability.

**Tabelle 3/ Table 3:** Prüfvolumen/Test volume

Prüfgruppe/Test category	a	b	c	d
Prüfvolumen/Test volume in dm <sup>3</sup>	1	2	5	10

Das Prüfvolumen entspricht dem tatsächlich bewerteten Volumen. Die Prüfbereiche sind in Abschnitt 10.2 festgelegt.

The test volume corresponds to the actually assessed volume. The test ranges are specified in Section 10.2.

## 10 Durchführung der Prüfung

## 10 Test Procedure

### 10.1 Allgemeines

Die Prüfung ist unter Verwendung der Impuls-Echo-Technik mit einer automatisierten Ultraschall-Tauchtechnik-Anlage und Einschwinnger-Senkrechtprüfköpfen (Longitudinalwellen) durchzuführen.

Die Anforderungen an die Prüfstücke, die Prüfeinrichtung, die Empfindlichkeitseinstellung und die Registriergrenze in den Abschnitten 6, 7 und 8 sind einzuhalten.

Die geforderte Empfindlichkeitsklasse (siehe Abschnitt 8.4), das Mindestprüfvolumen (siehe Abschnitt 9) und die Bewertung (siehe Abschnitt 11) muss zwischen Hersteller und Besteller vereinbart werden.

### 10.1 General

The test is to be carried out using the pulse echo technique with an automated ultrasonic immersion system and single transducer probes with straight-beam incidence (longitudinal waves).

The requirements on the test specimens, the testing equipment, sensitivity setting and recording level as given in Sections 6, 7 and 8 are to be complied with.

The required sensitivity class (see Section 8.4), the minimum testing volume (see Section 9) and assessment (see Section 11) shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

### 10.2 Rasterabstände, Abtastmethode, Prüfbereiche und Blendensetzung

### 10.2 Scan grid, scanning method, test ranges and gate setting

**Tabelle 4:** Festlegung der Prüfbereiche und der Abtastmethode bei der Vollquerschnittsprüfung  
**Table 4:** Specification of test ranges and scanning method for full section testing

Geometrie Geometry	Probenabmessungen Sample dimensions in mm	Abtastmethode Scanning method	Prüfbereich <sup>1)</sup> Test range <sup>1)</sup>
Viereck Rectangular	$t \leq 50$	mäanderförmig auf 2 um 90° versetzten Seiten meandering on 2 sides at 90° orientation to each other	bis t up to t
Viereck Rectangular	$t > 50$	mäanderförmig von 4 Seiten meandering on 4 sides	bis $\frac{1}{2} t$ up to $\frac{1}{2} t$
Rund Cylindrical	$d \leq 50$	mäanderförmig über 180° meandering over 180°	bis d up to d
Rund Cylindrical	$d \leq 50$	mäanderförmig über 360° meandering over 360°	$\frac{1}{2} d$ bis d $\frac{1}{2} d$ up to d
Rund Cylindrical	$d \leq 50$	schraubenförmig oder in Schritten helical lines or in steps	$\frac{1}{2} d$ bis d $\frac{1}{2} d$ up to d
Rund Cylindrical	$d > 50$	mäanderförmig über 360° meandering over 360°	bis $\frac{1}{2} d$ up to $\frac{1}{2} d$
Rund Cylindrical	$d > 50$	schraubenförmig oder in Schritten helical lines or in steps	bis $\frac{1}{2} d$ up to $\frac{1}{2} d$

- 1) – bis t, bis d: Es ist unter Berücksichtigung der „Toten Zone“ beim Schalleintritt und vor der Rückwand über den gesamten Querschnitt zu prüfen.  
– bis  $\frac{1}{2} t$ , bis  $\frac{1}{2} d$ : Es ist unter Berücksichtigung der „Toten Zone“ beim Schalleintritt bis zur Querschnittsmitte zu prüfen.  
–  $\frac{1}{2} d$  bis d: Es ist unter Berücksichtigung der „Toten Zone“ vor der Rückwand von der Querschnittsmitte bis zur Rückwand zu prüfen.

- 1) – up to t, up to d: Testing shall be carried out over the entire crosssection taking into account the “dead zone” at beam entry and before the back wall.  
– up to  $\frac{1}{2} t$ , up to  $\frac{1}{2} d$ : Testing shall be carried out up to the crosssection centre taking into account the “dead zone” at beam entry.  
–  $\frac{1}{2} d$  to d: Testing shall be carried out from the cross-section centre up to the back wall taking into account the “dead zone” before the back wall.

Zur Durchführung der Prüfung müssen die **Rasterabstände** so festgelegt werden, dass maximal 0,25 mm senkrecht zur Hauptumformrichtung und maximal 1,0 mm parallel zur Hauptumformrichtung eingehalten werden.

When carrying out the scan, a specified maximum **grid spacing** of 0.25 mm perpendicular to the main forming direction and a maximum grid spacing of 1.0 mm parallel to the main direction of forming has to be complied with.

Die **Blende** muss bei der Vollquerschnittsprüfung und der Prüfung bis  $\frac{1}{2} t$  bzw. bis  $\frac{1}{2} d$  spätestens 8 mm nach Schalleintritt beginnen. Bei der Vollquerschnittsprüfung und der Prüfung  $\frac{1}{2} d$  bis  $d$  muss die Blende 2 mm vor der Rückwand enden.

The **gate** shall begin no later than 8 mm after beam entry for full section testing and for testing up to  $\frac{1}{2} t$  or up to  $\frac{1}{2} d$ . For full section testing and for testing from  $\frac{1}{2} d$  to  $d$ , the gate shall end 2 mm before the back wall.

Die Vollquerschnittsprüfung ist bei Abmessungen bis 100 mm durchzuführen. Bei Abmessungen über 100 mm kann eine Randzonenprüfung bei maximalen Schallwegen von 50 mm durchgeführt werden (**Tabelle 5**).

Full section testing is to be carried out for dimensions up to 100 mm. For dimensions above 100 mm, an edge zone scan can be carried out at maximum sound paths of 50 mm (**Table 5**).

**Tabelle 5:** Festlegung der Abtastmethode bei der Randzonenprüfung

**Table 5:** Specification of scanning method for edge zone testing

<b>Geometrie</b>	Vierkant	Rund	Rund
<b>Geometry</b>	Rectangular	Cylindrical	Cylindrical
<b>Abtastmethode</b>	mäanderförmig von 4 Seiten	mäanderförmig über 360°	schraubenförmig bzw. in Schritten
<b>Scanning method</b>	meandering on 4 sides	meandering over 360°	helical lines or in steps

Bei der Randzonenprüfung muss die Blende spätestens bei 8 mm nach dem Schalleintritt beginnen.

In edge zone testing, the gate shall begin no later than 8 mm after beam entry.

### 10.3 Abtastgeschwindigkeit, Impulsfolgefrequenz und Impulsabstand

### 10.3 Scanning speed, pulse repetition frequency and pulse spacing

Die Impulsfolgefrequenz und die Abtastgeschwindigkeit sind so aufeinander abzustimmen, dass der Abstand zwischen zwei Impulsen (Impulsabstand) unter Berücksichtigung eventueller statistischer Entstörung (Unterdrückung von Pseudo-Anzeigen) nicht größer als der Rasterabstand ist.

The pulse repetition frequency and the scanning speed are to be adjusted relative to each other that the distance between two pulses (pulse spacing) does not exceed the grid spacing, taking any statistical interference suppression (suppression of pseudo echoes) into account.

Beispiel: Bei einer Prüfgeschwindigkeit von 150 mm/s und einer Impulsfolgefrequenz von 1500 Hz beträgt der Impulsabstand  $150 \text{ mm/s} / 1500 \text{ s}^{-1} = 0,100 \text{ mm}$ .

Example: For a scanning speed of 150 mm/s and a pulse repetition frequency of 1500 Hz the pulse spacing is  $150 \text{ mm/s} / 1500 \text{ s}^{-1} = 0.100 \text{ mm}$ .

Durch eine zu hohe Impulsfolgefrequenz können Phantomechos entstehen. Dies ist zu vermeiden.

An excessively high pulse repetition frequency can cause phantom echoes. This shall be avoided.

#### 10.4 Auswertetechnik

#### 10.4 Evaluation technique

Ein einziger Ultraschallimpuls kann Echos von Reflektoren in verschiedener Tiefe erzeugen. Die größte Anzeige innerhalb der Auswertebende ist zu berücksichtigen.

A single ultrasonic pulse can produce echoes from reflectors at different depths. The biggest echo within the evaluation gate shall be taken in all cases.

Bei der Prüfung von Vierkantmaterial von mehreren Seiten kann es zu einer Doppelbewertung (Volumen zweimal um 90 Grad versetzt geprüft) von Ungängen kommen. Wenn die Beurteilung der Ortskoordinaten dazu führt, dass zwei Anzeigen von verschiedenen Seiten nur einer Ungänge zugeordnet werden können, muss diese nur einmal gezählt werden.

When testing rectangular sections from several sides, double evaluation of discontinuities can occur (volume tested twice at 90° angles). If evaluation of the local coordinates reveals that two echoes from different sides can be allocated to only one discontinuity, this needs only to be counted once.

### 11 Bewertung

### 11 Assessment

#### 11.1 Anzeigenanzahl

#### 11.1 Number of indications

Die Registrierschwelle ist entsprechend der Justierung und Empfindlichkeitsklasse einzustellen. Sobald die Amplitude an einem Rasterpunkt die Schwelle innerhalb der gesetzten Blende überschreitet, ist diese Anzeige zu bewerten.

The registration threshold is set to correspond to the calibration and the sensitivity class. As soon as the amplitude at one grid point exceeds the threshold within the set window, this echo is to be evaluated.

Benachbarte Rasterpunkte mit Schwellenüberschreitungen werden zu einer Anzeige zusammengefasst. Die Anzeigenanzahl wird durch Zählen ermittelt.

Adjacent grid points with values above the threshold are grouped into one indication. The number of indications is determined by counting.

#### 11.2 Anzeigenlänge

#### 11.2 Indication length

Die Anzeigenlängen sind in Hauptumformrichtung zu beurteilen. Für die Gewichtung der Anzeigenlängen werden punktförmige und ausgedehnte Anzeigen unterschieden und auf das geprüfte Volumen bezogen. Punktförmige Anzeigen werden mit doppelter Rasterbreite in der Hauptumformrichtung bewertet (d. h., zum Beispiel bei einer Rasterbreite von 1 mm mit einer Länge von 2 mm).

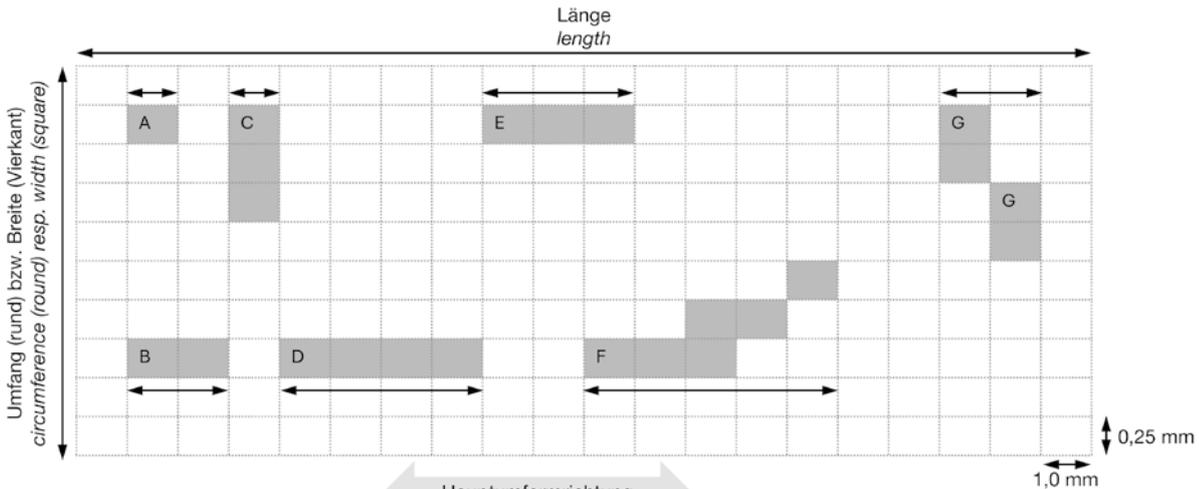
Indication lengths are evaluated in the main direction of forming. For weighting the indication lengths, a distinction is made between point-shaped and extended indications relative to the tested volume. Point-shaped indications are evaluated with doubled grid spacing in the main direction of forming (i. e., for a grid spacing of 1 mm, indicating a length of 2 mm).

Nach der Addition dieser Anzeigenlängen und der Division durch das geprüfte gesamte Volumen ergibt sich eine Summenkennzahl für den makroskopischen Reinheitsgrad.

Addition of the indication lengths, divided by the total tested volume, results in a sum/composite characteristic for the macroscopic cleanliness.

Beispiel: Bei einem geprüften Volumen von 5,0 dm<sup>3</sup> ergibt sich für das Beispiel im **Bild 1** eine Summenkennzahl von 15 mm/5,0 dm<sup>3</sup> = 3,0 mm/dm<sup>3</sup>.

Example: For a tested volume of 5.0 dm<sup>3</sup> the total index number for the example given in **Figure 1** is 15 mm/5.0 dm<sup>3</sup> = 3.0 mm/dm<sup>3</sup>.



- Rasterpunkt mit Schwellenüberschreitung  
grid point exceeding threshold
- Rasterpunkt ohne Schwellenüberschreitung  
grid point not exceeding threshold

Nr. No.	l/mm	$l_{\text{kor}}/\text{mm}$	Punktdefekt spot defect
A	1 (P)	2	OK
B	2	2	
C	1 (P)	2	OK
D	4	4	
E	3	3	
F	5	5	
G	2	2	
$\Sigma$ :		20	

**Bild 1:** Anzeigenbewertung im C-Bild – Schematische Beispielauswertung  
**Figure 1:** Assessment of indications in C scan – schematic example assessment

### 11.3 Zulässigkeitsgrenzwerte

Die Ergebnisse der Ultraschallprüfung müssen in einer C-Bilddarstellung wiedergegeben werden. Ist eine C-Bilddarstellung nicht möglich, müssen die registrierpflichtigen Anzeigen und Anzeigenlängen auf geeignete Weise dargestellt werden.

Der Abstand zwischen zwei Anzeigen soll mindestens einen Rasterpunkt (z. B. 1 mm) betragen, ansonsten werden sie als eine Anzeige gewertet.

Dreidimensionale Nachbarschaftskriterien können zur vollautomatischen Auswertung verwendet werden.

Die zulässige Anzeigenanzahl und/oder die zulässige Summenkennzahl sind zwischen Hersteller und Besteller zu vereinbaren. Außerdem kann eine maximale Länge von Einzelanzeigen vereinbart werden.

### 11.3 Acceptance limits

The results of ultrasonic testing shall be given in a C-scan image. If no C-scan is possible, the recordable indications and indication lengths shall be presented in a suitable way.

The distance between two indications shall be at least one raster point (e.g. 1 mm), otherwise they will be registered as one indication.

Three-dimensional neighbourhood criteria can be used for fully automatic evaluation.

The acceptable number of indications and/ or the acceptable composite (sum) index number are to be agreed between the manufacturer and the purchaser. In addition, a maximum length of single indication can be agreed.

## 12 Prüfbericht

Über alle Prüfungen ist ein schriftlicher Prüfbericht anzufertigen, der folgende Mindestangaben enthalten muss:

- a) Prüfung nach SEP 1927
- b) Name des Herstellers;
- c) Auftragsnummer;
- d) Identifikation der geprüften Prüfstücke (Proben);
- e) Angaben zur Prüfung: geprüftes Volumen, „tote Zonen“, Blendenbreite und Empfindlichkeitsklasse;
- f) Fertigungsstufe, nach der die Ultraschallprüfung durchgeführt wurde;
- g) Probenabmessungen;
- h) verwendete Prüfeinrichtung (Abtastvorrichtung, Rechner, Ultraschallgerät, Prüfkopf);
- i) Ergebnisse der Prüfung;
- j) Datum der Prüfung;
- k) Name und Unterschrift des Prüfers

## 12 Test Report

A written test report has to be prepared for each test, containing the following information as minimum requirement:

- a) Testing according to SEP 1927
- b) Name of the manufacturer;
- c) Order number;
- d) Identification of the test specimens (samples);
- e) Testing parameters: tested volume, “dead zones”, gate width and sensitivity class;
- f) Manufacturing stage after which the ultrasonic test was carried out;
- g) Sample dimensions;
- h) Testing equipment used (scanning device, computer, ultrasonic instrument, probe);
- i) Test results;
- j) Date of test;
- k) Name and signature of inspector

## 13 Erläuterungen

Ein wichtiges Ziel des SEP 1927 ist die Vergleichbarkeit von an unterschiedlichen Prüforten durchgeführten Prüfungen.

Die Justierung erfolgt nach der **Tabelle 1**, da sich in der Vergangenheit die Arbeit mit Justierkörpern als weniger reproduzierbar herausgestellt hat.

## 13 Explanations

One important objective of SEP 1927 is to ensure the comparability of tests carried out at different testing locations.

Calibration is to be carried out according to **Table 1**. Working with reference blocks as applied in the past has been proven to be less reproducible.

## 14 Liste wesentlicher Änderungen

Die folgenden wesentlichen Änderungen wurden seit der 2. Ausgabe (2010) vorgenommen:

## 14 Significant Changes

The following significant changes have been made since the 2<sup>nd</sup> edition (2010):

Abschnitt Clause	Deutsch	English
Allgemein General	Allgemeine Aktualisierung des Inhalts und der Referenzen	General updating of content and references
	Die Empfindlichkeitsjustierung erfolgt nicht mehr mit einem Vergleichskörper (Justierkörper), sondern mit einer Probe des Prüfauftrags. Grund: Arbeit mit Justierkörpern hat sich als weniger reproduzierbar herausgestellt	Sensitivity setting shall be carried out no more with a reference block (calibration block), but with a sample of the test job. Rationale: Working with reference blocks has been proven to be less reproducible
6.1	Probenahme Blockguss: Kopf und Fuß	Sampling ingot casting: head and tail
7	Bezug auf EN 12668, um aktuelle Ultraschallgeräte weiterzubetreiben. Dies erfordert wiederkehrende Prüfung	Reference to EN 12668 to apply older ultrasonic equipment. This requires repeated testing

Abschnitt Clause	Deutsch	English
7.5	Vergleichskörper – gestrichen	Reference block – deleted
8.1	(alt) Geometrie, Oberflächenbeschaffenheit und Gefügezustand – weitgehend gestrichen, Empfindlichkeits-einstellung verschoben	(prev.) Geometry, surface finish and microstructure – widely deleted, sensitivity setting moved
8.3	(neu) Empfindlichkeitsjustierung – angepasst da nun ohne Vergleichskörper durchgeführt	(new) Sensitivity setting – adapted, as carried out now without reference block
Tabelle 1 neu Table 1	Neu: TCG-Kurv	New: TCG diagram
Tabelle 2 (ex 1) Table 2 (ex 1)	Zeile zu FBB gestrichen	Line regarding FBH deleted
10.1	Vergleichskörper gestrichen	reference block deleted
Bild 1 Figure 1	(alt) Vergleichskörper gestrichen	(old) referenc block deleted
Bild 2 Figure 2	(alt) überarbeitet, wird neues Bild 1	(old) revised, becomes new Fig.1

## Anhang: Normative Verweisungen

## Annex: Normative References

DIN EN ISO 9712 Zerstörungsfreie Prüfung – Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung

EN ISO 9712 Non-destructive testing – Qualification and certification of NDT personnel

DIN EN ISO 22232-1 Zerstörungsfreie Prüfung – Charakterisierung und Verifizierung der Ultraschall-Prüfausrüstung – Teil 1: Prüfgeräte

EN ISO 22232-1 Non-destructive testing – Characterization and verification of ultrasonic test equipment – Part 1: Instruments

DIN EN ISO 22232-2 Teil 2: Prüfköpfe

EN ISO 22232-2 Part 2: Probes

DIN EN ISO 22232-3 Teil 3: Komplett Prüfausrüstung

EN ISO 22232-3 Part 3: Combined equipment

DIN EN ISO 5577 Zerstörungsfreie Prüfung – Ultraschallprüfung – Begriffe

EN ISO 5577 Non-destructive testing – Ultrasonic testing - Vocabulary

DIN EN ISO 643 Stahl – Mikrophotographische Bestimmung der erkennbaren Korngröße

EN ISO 643 Steels – Micrographic determination of the apparent grain size

## Literatur

## Literature

ASTM E112 Standard Test Methods for Determining Average Grain Size