

DIN EN 16729-1



ICS 93.100

**Bahnanwendungen –
Infrastruktur –
Zerstörungsfreie Prüfung an Schienen im Gleis –
Teil 1: Anforderungen an Ultraschallprüfungen und
Bewertungsgrundlagen;
Deutsche Fassung EN 16729-1:2016**

Railway applications –
Infrastructure –
Non-destructive testing on rails in track –
Part 1: Requirements for ultrasonic inspection and evaluation principles;
German version EN 16729-1:2016

Applications ferroviaires –
Infrastructure –
Essais non destructifs sur les rails de voie –
Partie 1: Exigences pour les principes d'évaluation et d'inspection par ultrasons;
Version allemande EN 16729-1:2016

Gesamtumfang 48 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)
DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16729-1:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Unterausschuss NA 087-00-01-12 UA „Inspizieren und Behandeln von Schienen“ im DIN-Normenausschuss „Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)“.

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen —
Infrastruktur —
Zerstörungsfreie Prüfung an Schienen im Gleis —
Teil 1: Anforderungen an Ultraschallprüfungen und
Bewertungsgrundlagen**

Railway applications —
Infrastructure —
Non-destructive testing on rails in track —
Part 1: Requirements for ultrasonic inspection and
evaluation principles

Applications ferroviaires —
Infrastructure —
Essais non destructifs sur les rails de voie —
Partie 1: Exigences pour les principes d'évaluation et
d'inspection par ultrasons

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 12. März 2016 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 Management-Zentrum des CEN-CENELEC 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Grundlagen	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Prinzip der Ultraschallprüfung von Gleisen	7
4.3 Prüfgeschwindigkeit und Nachweis von Unregelmäßigkeiten bei der Ultraschallprüfung	7
4.4 Nachbildung von innerhalb der Referenzschienen liegenden Reflektoren	8
5 Nachweis der Bezugsreflektoren	11
6 Überprüfung der Genauigkeit der Lagebestimmung	15
Anhang A (normativ) Künstliche Reflektoren in Referenzschienen	16
Anhang B (informativ) Simulierte Reflektoren in Referenzschienen	38
Anhang C (informativ) Prüfbereich bei der Ultraschallprüfung von Schienen mit Prüffahrzeugen oder von Hand bewegten Rollgeräten	42
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG	44
Literaturhinweise	46

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 16729-1:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis November 2016, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2016 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.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie 2008/57/EG siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Diese europäische Normenreihe EN 16729 „*Bahnanwendungen — Infrastruktur — Zerstörungsfreie Prüfung an Schienen im Gleis*“ besteht aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Anforderungen an Ultraschallprüfungen und Bewertungsgrundlagen*
- *Teil 2: Wirbelstromprüfungen an Schienen im Gleis (geplant)*
- *Teil 3: Anforderungen zur Identifizierung von inneren Fehlern und Schienenoberflächenfehlern (geplant)*
- *Teil 4: Qualifizierung von Personal für die zerstörungsfreie Prüfung an Schienen (geplant)*

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

Einleitung

Diese Europäische Norm spiegelt den gegenwärtigen Stand der Technik bei der automatisierten Ultraschallprüfung von Schienen im Gleis durch europäische Eisenbahnunternehmen wider.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für die Prüfung von im Gleis eingebauten Schienen auf innere Unregelmäßigkeiten.

Dieser Teil gilt für die Prüfausrüstung, die an speziell dafür vorgesehenen Prüffahrzeugen oder von Hand bewegten Rollgeräten befestigt ist. Diese Norm legt nicht die Anforderungen an die Fahrzeugabnahme fest. Dieser Teil der Norm gilt nicht für die Ultraschallprüfung von Schienen in einer Fertigungsanlage.

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen an die Prüfgrundsätze und -systeme fest, um vergleichbare Ergebnisse in Bezug auf Lage, Art und Größe der Unregelmäßigkeiten in den Schienen zu erhalten. Die vorliegende Europäische Norm zielt nicht darauf ab, irgendwelche Leitlinien für den Umgang mit den Ergebnissen der Ultraschallprüfung von Schienen bereitzustellen.

Die vorliegende Europäische Norm gilt nur für Schienenprofile, die die Anforderungen von EN 13674-1 erfüllen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1330-4, *Zerstörungsfreie Prüfung — Terminologie — Teil 4: Begriffe der Ultraschallprüfung*

EN 13674-1, *Bahnanwendungen — Oberbau — Schienen — Teil 1: Vignolschienen ab 46 kg/m*

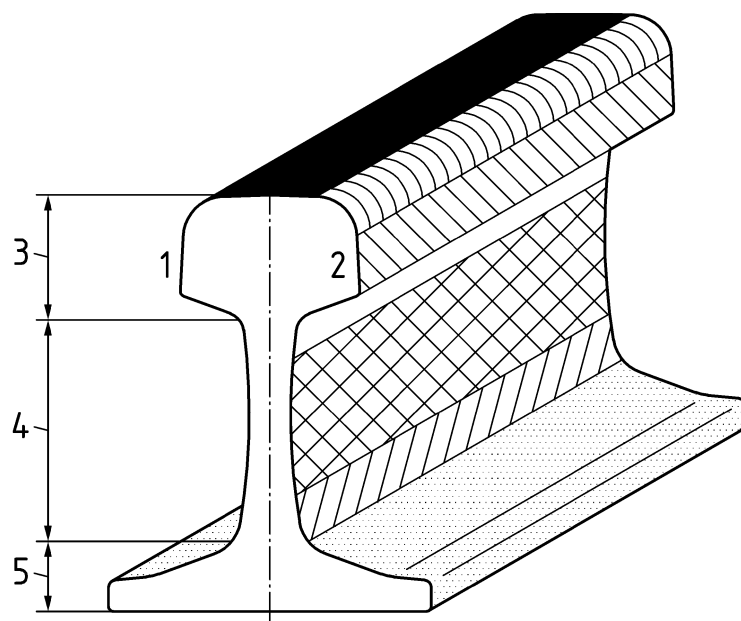
3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1330-4 und die folgenden Begriffe.

3.1

Bereiche der Schiene

Teile aus denen sich die Schiene zusammensetzt, wie im Bild 1 dargestellt



Legende

- 1 Außenseite des Schienenkopfes
- 2 Fahrkantenseite
- 3 Schienenkopf
- 4 Schienensteg
- 5 Schienenfuß



Fahrfläche



Fahrkantenfläche



Seitenfläche des Schienenkopfes



Innenradiusfläche des Schienenkopfes



Fläche des Schienenstegs



Innenradiusfläche des Schienenfußes



Fläche des Schienenfußes

Bild 1 — Bereiche der Schiene

3.2 simulierter Reflektor
künstlich erzeugtes Merkmal, welches dazu dient, einen realen Fehler (Reflektor) bekannter Größe, Ausrichtung und Lage zu repräsentieren

3.3 funktionaler Reflektor
künstlich erzeugtes Merkmal, welches dazu dient, ein Ultraschallsystem bei normaler Betriebsgeschwindigkeit dynamisch zu prüfen

4 Grundlagen

4.1 Allgemeines

Um die Leistung automatisierter Ultraschallsysteme für die Schienenprüfung zu verifizieren, müssen definierte Bezugsreflektoren in einem Prüfgleis vorliegen. Diese Bezugsreflektoren müssen bei normaler Betriebsgeschwindigkeit des Prüffahrzeugs/-systems aufgezeichnet und angezeigt werden.

Die Referenzschiene im Prüfgleis muss aus einer neuen Schiene hergestellt werden, um ordnungsgemäße Bedingungen in Bezug auf Schienenkopfprofil und Schienenfahrfläche sicherzustellen. Schienen, deren Fahrfläche Korrosion aufweist, müssen vor jeglicher Prüfung gesäubert werden, um die Übertragung von Ultraschall zu ermöglichen, z.B. mit einer motorbetriebenen Stahldrahtbürste.

Ein auf dem Display eines Ultraschallprüfgeräts oder -systems als Ergebnis des empfangenen Ultraschallimpulses angezeigtes Signal wird als Anzeige bezeichnet. Nachweis durch zerstörungsfreie Prüfung.

Bei Prüfsystemen nach dieser Norm wird Ultraschall in einem Frequenzbereich von 2 MHz bis 5 MHz eingesetzt.

Eine Flachbodenbohrung (FBH, en: flat-bottomed hole) muss hergestellt werden, indem erst ein Spiralbohrer mit einem entsprechenden Durchmesser und anschließend ein Schlichtfräser des gleichen Durchmessers bis zur erforderlichen Tiefe verwendet wird, um den flachen Boden der Bohrung zu erzeugen. Die Genauigkeit des Durchmessers und der Tiefe muss innerhalb von 0,1 mm liegen. Die Genauigkeit des Winkels muss innerhalb von $0,1^\circ$ liegen.

Eine Querbohrung (SDH, en: side drilled hole) muss mit einem Spiralbohrer mit einem entsprechenden Durchmesser hergestellt werden. Die Genauigkeit des Durchmessers muss innerhalb von 0,1 mm liegen. Die Genauigkeit des Winkels muss innerhalb von $0,1^\circ$ liegen.

Eine durch Funkenerosion erzeugte Nut (EDM, en: electrical discharge machining) muss mit einer Genauigkeit von 0,1 mm hinsichtlich der gewünschten Form und Ausrichtung hergestellt werden. Die Genauigkeit des Winkels muss innerhalb von $0,1^\circ$ liegen.

Aufgrund der Schienenabnutzung könnte sich das Maß ändern. Wenn die Schiene für die Entfernungs- und Empfindlichkeitseinstellung von Inspektionseinrichtungen für die Ultraschallprüfung (UT, en: Ultrasonic Testing) verwendet wird, muss dies berücksichtigt werden.

4.2 Prinzip der Ultraschallprüfung von Gleisen

In die Schiene übertragene Ultraschallwellen werden von den Grenzflächen der Schiene reflektiert. Brüche und andere Unregelmäßigkeiten in der Schiene, sowie die Grenzflächen der Schiene wirken als reflektierende Oberflächen. Durch Empfangen, Aufzeichnen und Auswerten der zurückgekehrten Ultraschallsignale können Unregelmäßigkeiten in der im Gleis eingebauten Schiene nachgewiesen werden, bevor sie ein unannehmbares Risiko für die Unversehrtheit und Festigkeit der Schiene darstellen. Anhang C gibt Beispiele für Schienenbereiche, die mit Prüffahrzeugen oder von Hand bewegten Rollgeräten einer Prüfung unterzogen wurden.

4.3 Prüfungsgeschwindigkeit und Nachweis von Unregelmäßigkeiten bei der Ultraschallprüfung

Ultraschallbündel weisen eine Breite auf, die durch die Größe des Wandlers und die Frequenz bestimmt wird. Alle Reflektoren wechselwirken mit dem Ultraschallbündel. Das Schallbündel überstreicht den Reflektor, wenn das Fahrzeug und / oder die von Hand betätigten Rollgeräte sich entlang des Gleises bewegen. Der Ultraschall wird reflektiert und durch den Wandler nachgewiesen. Alle Ultraschallsysteme nutzen eine Monitorschwelle in einem Zeittor, und das System zeichnet ein Signal auf, sobald die Reflexion oberhalb des Schwellwertes liegt. Durch Regelung der Verstärkung im Ultraschallsystem und der Monitorschwelle kann die Anzahl der empfangenen Signale für eine gegebene Reflektorgröße festgelegt werden.

Die Größe eines Reflektors kann bestimmt werden, indem die Systemparameter so eingestellt werden, dass von einem Reflektor bekannter Größe eine bekannte Anzahl von Signalen empfangen wird. Der Zusammenhang zwischen der Anzahl der empfangenen Signale und der Größe des Bezugsreflektors ist bekannt. Dies gilt für sämtliche im Anhang A aufgeführte Reflektoren.

Die größte Prüfgeschwindigkeit hängt vom Schienenprofil (längs- und quer), von der nachzuweisenden Reflektorgröße, von der Schallbündelbreite, von der Abtastfrequenz und von der Anzahl der Empfangssignale ab, die erforderlich ist, damit eine Anzeige aufgezeichnet wird.

4.4 Nachbildung von innerhalb der Referenzschienen liegenden Reflektoren

Es müssen Vergleichsschienen geschaffen werden, die Reihen von aus dem Anhang A ausgewählten Bezugsreflektoren enthalten. Es dürfen darüber hinaus Vergleichsschienen geschaffen werden, die Reihen von aus dem Anhang B ausgewählten Bezugsreflektoren enthalten. Sie müssen jeweils in der linken und rechten Schiene eines Gleisabschnitts eingebaut werden, wenn Prüffahrzeuge eingesetzt werden. Wenn lediglich Rollwagen oder von Hand bewegte Rollgeräte verwendet werden, können die Vergleichsschienen außerhalb des Gleises aufgebaut werden. Die Länge der Referenzschienen wird nicht durch diese Norm definiert. Beim Einbau in einem befahrenen Gleis sollte der Abstand zwischen den simulierten Reflektoren und den funktionalen Reflektoren vom Infrastrukturbetreiber beurteilt werden, wobei die strukturelle Integrität der Schiene zu berücksichtigen ist. Bezugsreflektoren müssen so ausgerichtet sein, dass Prüfköpfe überprüft werden können, die in beide (gegensätzliche) Richtungen schallen.

Um eine Beeinflussung der empfangenen Ultraschallsignale durch Wasser und Schmutz zu verhindern, müssen die Bezugsbohrungen und -nuten mit einer synthetischen Formmasse vergossen werden.

Bei befahrenen Referenzschienen muss der Infrastrukturbetreiber eine Risikobeurteilung durchführen, um zu bestimmen, ob eine Verstärkung der Bezugsreflektoren erforderlich ist (Laschen oder ähnliches), und das Wartungskonzept für die Referenzschienen festlegen.

Wenn mehrere Werte für eine bestimmte Größe in Tabelle 1 angegeben sind, dann sind diese Werte alle verbindlich vorgeschrieben. Wenn ein Bereich für eine Menge angegeben ist, darf der Anwender einen Wert innerhalb dieses Bereichs auswählen.

So besteht Reflektor Nr. 01 zum Beispiel aus drei Bohrungen in einer Schiene. Alle Bohrungen haben einen Durchmesser von 6 mm. Der Abstand von der Schienenfahrfläche bis zur Mitte der Bohrung beträgt 7 mm für die erste Bohrung und 10 mm bzw. 20 mm für die zweite und dritte Bohrung. Das führt zu drei Bohrungen in einer Schiene für den Reflektor Nr. 01.

Nr. 02 besteht aus vier Bohrungen in einer Schiene. Zwei Bohrungen für die Vorwärts- und zwei Bohrungen für die Rückwärts-Richtung. Der Abstand von der Schienenfahrfläche (siehe Bild A.2) kann innerhalb eines Bereichs von 10 mm bis 20 mm gewählt werden. Die Bohrungen pro Richtung haben einen Durchmesser von 5 mm bzw. 10 mm. Das führt zu vier Bohrungen in einer Schiene für den Reflektor Nr. 02.

Tabelle 1 — Künstlich erzeugte Reflektoren in Referenzschienen (normativ)

Nr.	Bild, dargestellt in Anhang A	Typ S/F^a	Beschreibung	Maße mm
01	Bild A.1	F	Volumetrischer Reflektor im Schienenkopf	$a = 7; 10; 20$ $d = 6$
02	Bild A.2	S	Querreflektor (20°) in der Mitte des Schienenkopfes	$a = 10 \text{ bis } 20$ $d = 5; 10$

Nr.	Bild, dargestellt in Anhang A	Typ S/F ^a	Beschreibung	Maße mm
03	Bild A.3	S	Querreflektor (20°) im Schienenkopf auf der Fahrkantenseite	$a = 10$ bis 20 $b = 10$ bis 15 $d = 5; 10$
04	Bild A.4	S	Durchgängiger Querreflektor (20°) im Schienenkopf	$a = 20$ $d = 3$ $l = 7$
05	Bild A.5	S	Durchgängiger Querreflektor (35°) im Schienenkopf	$a = 20$ $d = 3$ $l = 7$
06	Bild A.6	S	Durchgängiger Querreflektor (53°) im Schienenkopf	$a = 20$ $d = 3$ $l = 7$
07	Bild A.7	F	Volumetrischer Reflektor im Schienenkopf auf der Fahrkantenseite	$a = 25$ $b = 20; 25; 30; 36$ $d = 6$ bis 8
08	Bild A.8	F	Volumetrischer Reflektor an der Außenseite des Schienenkopfes	$a = 25$ $b = 20; 25; 30; 36$ $d = 6$ bis 8
09	Bild A.9	S	Horizontaler Reflektor im Schienenkopf	$a = 20$ $d = 5; 8; 10$
10	Bild A.10	S	Horizontale Bohrungsnut	$l = 5; 10$
11	Bild A.11	S	Bohrungsnut, Position A	$l = 5; 10$
12	Bild A.12	S	Bohrungsnut, Position B	$l = 5; 10$
13	Bild A.13	S	Bohrungsnut, Position C	$l = 5; 10$
14	Bild A.14	S	Bohrungsnut, Position D	$l = 5; 10$
15	Bild A.15	F	Volumetrischer Reflektor am Radius des Übergangs zwischen Kopf und Steg	$d = 6$
16	Bild A.16	F	Volumetrischer Reflektor in der Stegmitte	$d = 6$
17	Bild A.17	F	Volumetrischer Reflektor am Radius des Übergangs zwischen Fuß und Steg	$d = 6$
18	Bild A.18	S	Querreflektor (35°) am Radius des Übergangs zwischen Kopf und Steg	$d = 3$ $l = 10$
19	Bild A.19	S	Querreflektor (53°) am Radius des Übergangs zwischen Fuß und Steg	$d = 3$ $l = 10$

Nr.	Bild, dargestellt in Anhang A	Typ S/F ^a	Beschreibung	Maße mm
20	Bild A.20	S	Vertikaler Längsreflektor (Version 1)	$a = 20$ $h = 10; 15; 20$ $l = 50 \text{ bis } 100$
21	Bild A.21	S	Vertikaler Längsreflektor (Version 2)	$a = 20$ $d = 5$ $l = 50 \text{ bis } 100$
22	Bild A.22	S	Änderung in der Schienenfußdicke	$c_1 = 5$ $c_2 = 10$ $l = 80$ $w = 30$
23	Bild A.23	S	5 mm Nut im Schienenfuß (Version 1)	$c = 5$ $r = 17$
24	Bild A.24	S	10 mm Nut im Schienenfuß (Version 1)	$c = 10$ $r = 22$
25	Bild A.25	F	Mehrfach wiederholter Reflektor	$a = 25$ $d = 6$ 10 Bohrungen von 2 000
26	Bild A.26	F	Reflektor zur Überprüfung des Auflösungsvermögens	$a = 25$ $d = 6$ $l_1 = 8$ $l_2 = 9$ $l_3 = 11$ $l_4 = 13$ $l_5 = 16$ $l_6 = 21$ $l_7 = 26$
^a S=simulierter Reflektor, F = funktionaler Reflektor				

Tabelle 2 — Künstlich erzeugte Reflektoren in Referenzschienen (informativ)

Nr.	Bild, dargestellt in Anhang B	Typ S/F ^a	Beschreibung	Maße mm
27	Bild B.1	S	Künstlicher Reflektor in der Fahrkante	$a = 20$ $b = 20$
28	Bild B.2	S	Horizontaler Reflektor im Schienenkopf	$a = 5$ $b = 25$ $l = 25$
29	Bild B.3	S	Horizontaler Reflektor vom Kopf in den Steg (Schienenmitte)	$l = 5$
30	Bild B.4	S	Horizontaler Reflektor vom Kopf in den Steg (Schienenende)	$l = 15$
31	Bild B.5	S	Vertikaler Längsreflektor (Version 3)	$a = 40$ $l = 75$
32	Bild B.6	S	5 mm Nut im Schienenfuß (Version 2)	$c = 5$ $r = 35$
33	Bild B.7	S	10 mm Nut im Schienenfuß (Version 2)	$c = 10$ $r = 40$
^a S = simulierter Reflektor, F = funktionaler Reflektor				

5 Nachweis der Bezugsreflektoren

Die in Tabelle 1 und Tabelle 2 aufgeführten Bezugsreflektoren müssen mit den in Tabelle 3 und Tabelle 4 aufgeführten verbindlich vorgeschriebenen Prüfkopfwinkeln nachweisbar sein.

Wird der Boden einer Bohrung als Reflektor genutzt, muss er flach bearbeitet sein (FBH (engl.: Flat bottomed hole) — Flachbodenbohrung).

Die in Tabelle 3 und Tabelle 4 aufgeführten Ultraschallprüfkopfwinkel werden bei den meisten Prüffahrzeugen oder von Hand bewegten Rollgeräten für die Ultraschallprüfung eingesetzt. Der Infrastrukturbetreiber muss die einzusetzenden Prüfkopfwinkel definieren. Diese Winkel hängen von den nachzuweisenden Reflektoren ab.

Alle Winkelprüfköpfe müssen so angeordnet sein, dass sie in beide Richtungen schallen (vorwärts und rückwärts). Bezugsreflektoren müssen so angeordnet sein, dass sie zur Überprüfung der Winkelprüfköpfe aus beiden Richtungen detektierbar sind.

Tabelle 3 — Bezugsreflektoren (Tabelle 1), die mit definierten Prüfkopfwinkeln nachzuweisen sind

Nr.	Reflektor	Mittellinie des Schienenkopfes					Verscho- ben in Richtung der Fahr- kante	In einem Schiel- winkel zur Richtung der Fahrkante
		0°	35° bis 40°	50° bis 60°	45° bis 55° T ^a	65° bis 70°	65° bis 70°	65° bis 70°
01	Volumetrischer Reflektor im Schienenkopf	M	O	O		M	M	O
02	Querreflektor (20°) in der Mitte des Schienenkopfes					M		
03	Querreflektor (20°) im Schienenkopf auf der Fahrkantenseite					O	M	
04	Durchgängiger Querreflektor (20°) im Schienenkopf	O	O	O		M	M	
05	Durchgängiger Querreflektor (35°) im Schienenkopf	O	O	M		M	M	
06	Durchgängiger Querreflektor (53°) im Schienenkopf	O	M	O				
07	Volumetrischer Reflektor im Schienenkopf auf der Fahrkantenseite				O	O	M	
08	Volumetrischer Reflektor an der Außenseite des Schienenkopfes				O	O	M	
09	Horizontaler Reflektor im Schienenkopf (Version 1)	M						
10	Horizontale Bohrungsnut	M						
11	Bohrungsnut, Position A	O	M	O		O		
12	Bohrungsnut, Position B	O	M					
13	Bohrungsnut, Position C	O	M	O		O		
14	Bohrungsnut, Position D	O	M					

Nr.	Reflektor	Mittellinie des Schienenkopfes					Verscho- ben in Richtung der Fahr- kante	In einem Schiel- winkel zur Richtung der Fahrkante
		0°	35° bis 40°	50° bis 60°	45° bis 55° T ^a	65° bis 70°	65° bis 70°	65° bis 70°
15	Volumetrischer Reflektor am Radius des Übergangs zwischen Kopf und Steg	M	M	O				
16	Volumetrischer Reflektor in der Stegmitte	M	M					
17	Volumetrischer Reflektor am Radius des Übergangs zwischen Fuß und Steg	O	M					
18	Querreflektor (35°) am Radius des Übergangs zwischen Kopf und Steg	O		M				
19	Querreflektor (53°) am Radius des Übergangs zwischen Fuß und Steg		M					
20	Vertikaler Längsreflektor (Version 1)	O			M			
21	Vertikaler Längsreflektor (Version 2)	O			M			
22	Änderung in der Fußstärke	M						
23	5 mm Nut im Schienenfuß (Version 1)		M					
24	10 mm Nut im Schienenfuß (Version 1)		M					
25	Mehrfach wiederholter Reflektor	O	O	O		M	O	
26	Reflektor zur Überprüfung des Auflösungsvermögens	O	O	O		M	O	