

DIN EN 16729-2

ICS 93.100

Einsprüche bis 2018-11-28

Entwurf**Bahnanwendungen –****Infrastruktur –****Zerstörungsfreie Prüfung an Schienen im Gleis –****Teil 2: Wirbelstromprüfung an Schienen im Gleis;****Deutsche und Englische Fassung prEN 16729-2:2018**

Railway applications –

Infrastructure –

Non-destructive testing on rails in track –

Part 2: Eddy current testing of rails in track;

German and English version prEN 16729-2:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-09-28 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 fsf@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 Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF), Rolandstr. 4, 34131 Kassel.

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 66 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16729-2:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) 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)“.

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 16729 besteht unter dem allgemeinen Titel *Bahnanwendungen — Infrastruktur — Zerstörungsfreie Prüfung an Schienen im Gleis* aus den folgenden Teilen:

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

* Derzeit zur formellen Abstimmung vorgelegt.

Bahnanwendungen — Infrastruktur - Zerstörungsfreie Prüfung an Schienen im Gleis — Teil 2: Wirbelstromprüfung an Schienen im Gleis

Railway applications — Infrastructure - Non-destructive testing on rails in track — Part 2: Eddy current testing of rails in track

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	8
5 Grundlagen	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Ziel der Prüfung	9
6 Anforderungen an das Wirbelstromprüfungssystem an Schienen	10
7 Anforderungen an das Prüfverfahren	10
8 Anforderungen an die Dokumentation	11
Anhang A (normativ) Systemabnahme der Wirbelstromsysteme zur Erkennung von Head Checks	12
A.1 Allgemeines	12
A.2 Anforderungen an die Erkennung und Bemessung der Head Checks	12
A.2.1 Allgemeines	12
A.2.2 Verfahren zur Verifizierung neuer Systeme in einem bestimmten Schienennetz	12
A.2.3 Verfahren zur Abnahme etablierter Prüfsysteme zur Bestätigung der Leistung	13
A.2.4 Überprüfungsverfahren zu Beurteilung des Prüfsystems	14
Literaturhinweise	32

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 16729-2:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

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

- Teil 1: Anforderungen an Ultraschallprüfungen und Bewertungsgrundlagen;
- Teil 2: Wirbelstromprüfung an Schienen im Gleis;
- Teil 3: Anforderungen zur Identifizierung von inneren Fehlern und Schienenoberflächenfehlern;
- Teil 4: Qualifizierung von Personal für die zerstörungsfreie Prüfung¹.

¹ Derzeit zur formellen Abstimmung vorgelegt.

Einleitung

Dieses Dokument stellt den aktuellen Stand bei der Ermittlung der Wirbelstromprüfung für Oberflächenrisse an Schienen im Gleis dar, wie er von europäischen Eisenbahngesellschaften angewendet wird.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anwendbar für das Prüfen von Schienen im Gleis im Hinblick auf Oberflächenrisse. Dieser Teil dieser Europäischen Norm bezieht sich auf Testausrüstungen bei Inspektionszügen oder Reprofilierungsmaschinen und manuellen Systemen. Dieses Dokument legt die Anforderung an die Testprinzipien und die Testsysteme fest, um vergleichbare Ergebnisse hinsichtlich des Ortes und der Eigenschaften des Oberflächenrisses zu erhalten. Dieses Dokument beabsichtigt nicht, Leitlinien zur Handhabung der Ergebnisse von Wirbelstromprüfungen zu geben. Dieses Dokument definiert nicht die Anforderungen an die Fahrzeugabnahme. Dieses Dokument befasst sich nicht mit Prüfungen von Schienen während der Produktion in einer Produktionsanlage. Dieses Dokument gilt nur für Schienenprofile, die den Anforderungen von EN 13674-1 genügen.

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).

EN 13231-5, *Bahnanwendungen — Oberbau — Abnahme von Arbeiten — Teil 5: Prozedere zur Schienen-Reprofilierung in Gleisen, Weichen, Kreuzungen und Schienenauszügen*

EN 16729-1:2016, *Bahnanwendungen — Infrastruktur — Zerstörungsfreie Prüfung an Schienen im Gleis — Teil 1: Anforderungen an Ultraschallprüfungen und Bewertungsgrundlagen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 16729-1:2016 und die folgenden Begriffe.

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

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

3.1

simulierter Riss

künstliches Merkmal, entwickelt für die Darstellung eines realen Fehlers einer bekannten Größe, Orientierung und Position

3.2

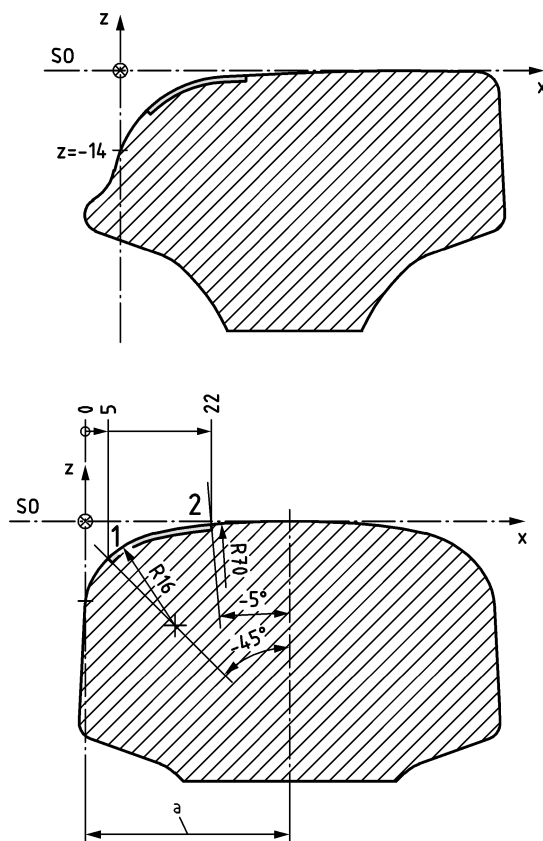
echter Riss

durch Verkehrslasten oder Produktion verursachter Riss

3.3

Prüfbereich für Risse in der Fahrkante

siehe Bild 1



Legende

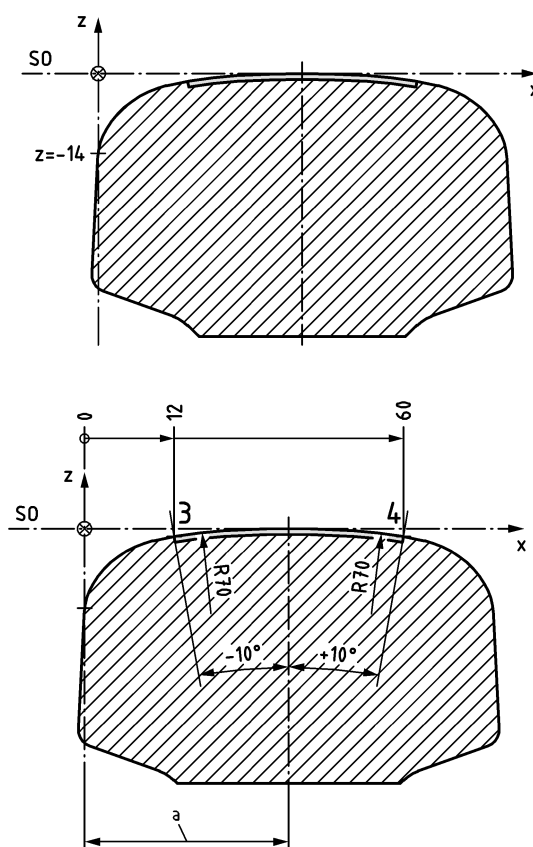
- x Horizontale Koordinate
- y Vertikale Koordinate
- SO Schienenoberkante
- a Abstand zwischen seitlichem Radbezugspunkt und Schienenmitte
- 1-2 Mindestprüffläche der Fahrkante

Bild 1 — Prüfbereich für Risse an der Fahrkante

3.4

Prüfbereich für Risse an der Lafoberfläche

siehe Bild 2



Legende

x Horizontale Koordinate

y Vertikale Koordinate

SO Schienenoberkante

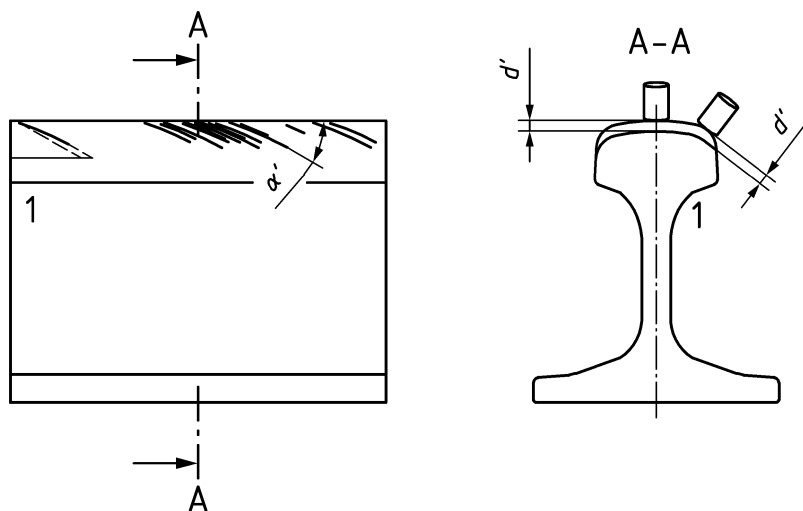
a Abstand zwischen seitlichem Radbezugspunkt und Schienenmitte

3-4 Mindestprüffläche der Lafoberfläche

Bild 2 — Prüfbereich für Risse an der Lafoberfläche

3.5

zu bearbeitende Tiefe
siehe Bild 3



Legende

- d' zu bearbeitende Tiefe
- α' Eindringwinkel
- 1 Fahrkante
- A Schnittebene

Bild 3 — Zu bearbeitende Tiefe abhängig von der Head-Checks-Position

3.6

Erkennbarkeit

Anerkennen, Entdecken und Registrieren von Oberflächenrissen mithilfe eines Prüfsystems

3.7

Vergleichpräzision

Konformität von mehreren Ergebnissen des verifizierten Prüfsystems

4 Symbole und Abkürzungen

Symbol	Definition	Einheit
d'	zu bearbeitende Tiefe	mm
α'	Eindringwinkel	°
$d'_{\max}$	angegebene Fehlertiefe	mm
d_{median}	Tiefe der Cluster (Mittelwert)	mm
IM	Infrastrukturmanager	
ET	Wirbelstromprüfung (en: eddy current testing)	

5 Grundlagen

5.1 Allgemeines

Mithilfe der Wirbelstromprüfung können Oberflächenrisse in elektrisch leitfähigem Material (ferromagnetisches oder nicht-ferromagnetisches Material) erkannt werden.

Die Wirbelstromprüfung basiert auf der Induktion elektrischen Stroms in elektrisch leitfähiges Material. Die gemessene und analysierte Größe bezieht sich auf die Verteilung des induzierten Stroms.

Die Verteilung der Wirbelströme im Material unterliegt physikalischen Gesetzen; die Dichte dieser Wirbelströme nimmt mit dem Abstand zur Oberfläche drastisch ab.

Zur Bestimmung der Tiefe eines Head-Check-Risses werden die Länge des Risses und der Eindringwinkel verwendet. Der gewöhnliche Winkel für Head-Checks-Prüfungen beträgt 25 °, kann aber abhängig von Stahlart, Verkehr, Ladegewicht oder Auflagerbedingungen der Schiene variieren.

Die Prüfergebnisse beeinflussende Parameter sind:

- Leitfähigkeit des Werkstoffs;
- Durchlässigkeit des Werkstoffs;
- Maße und Geometrie des Fehlers;
- Geometrie zwischen der Wirbelstromsonde und der Werkstoffoberfläche;
- Konstruktion und Größe der Sonde;
- Erregungsfrequenzeinstellung.

Zur Bestimmung der Tiefe eines Head-Check-Risses werden die Länge der Materialtrennung des Risses und der Eindringwinkel verwendet. Der Eindringwinkel kann abhängig von Stahlart, Verkehr, Ladegewicht oder Auflagerbedingungen der Schiene variieren. Der für Head-Checks-Prüfungen gewöhnliche Eindringwinkel α' (siehe Bild 3) beträgt 25°.

Ausführlichere Informationen zum Wirbelstromverfahren können EN ISO 15549 entnommen werden.

5.2 Ziel der Prüfung

Das Ziel der Wirbelstromprüfung an Schienen ist es, Schienenfehler in der Werkstoffoberfläche, die hauptsächlich durch Rollkontaktermüdung entstehen und die strukturelle Integrität der Schienen im Gleis beeinflussen können, zu erkennen, zu quantifizieren oder zu klassifizieren. Diese Fehler sind in EN 13231-5 beschrieben. Dies deckt allgemein das Folgende ab, ist aber nicht darauf begrenzt:

- Head Checks;
- Squat;
- Belgrospi;
- Abblättern;
- Ausbröckeln.

6 Anforderungen an das Wirbelstromprüfungssystem an Schienen

Die Probeentnahme der Schienenoberfläche kann manuell oder mit mechanisierten Geräten durchgeführt werden.

Eine Wirbelstromsonde wird oberhalb des Schienenkopfes platziert. Die Impedanz der Sonde wird durch die Interaktion des elektromagnetischen Feldes der Sonde und des Schienenkopfes beeinflusst. Diese durch die komplexe Spannung der Sonde aufgezeichnete Beeinflussung kann zu der Schwere der Oberflächenrisse der Schienen berechnet werden.

Die Mindestanforderungen an ein Prüfsystem sind:

- geeignet für die Prüfaufgabe;
- ausgelegt für verschiedene Werkstoffeigenschaften (z. B. Schweißungen, Stahllarten);
- Sonden optimiert auf die Position, Richtung, Tiefe und Abstand zwischen den Rissen;
- Sonden optimiert zum Prüfen nicht ebener Schienenoberflächen;
- geeignet für das Prüfen von rauen und rostigen Oberflächen;
- geeignet für die Aufzeichnung der korrekten Lage des Fehlers;
- geeignet für das Vorwärts- und Rückwärtsprüfen im Gleis unabhängig der Verkehrsrichtung (wenn auf Fahrzeug mit unabhängiger Fahrzeugausrüstung montiert).

ANMERKUNG Die Auflistung beinhaltet nicht die Anforderungen an den betrieblichen Einsatz des Prüfsystems im Gleis.

7 Anforderungen an das Prüfverfahren

Der IM muss Folgendes festlegen:

- Prüffläche;
- Fehlertyp;
- minimale und maximale Fehlergröße;
- Frequenz und Anforderungen an die Systemverifizierung;
- Prüfgeschwindigkeit;
- Schienenprofile und zu prüfenden Verschleißgrenzen;
- zu prüfenden Schienenarten;
- Eindringwinkel.

8 Anforderungen an die Dokumentation

Der Inhalt und Typ der Dokumentation muss durch den IM festgelegt werden.

Die Dokumentation sollte Folgendes umfassen:

- Konfigurationsdetails des Systems:
 - Typ und Seriennummer der Sonde und Datum der Kalibrierung;
 - Typ und Seriennummer der Wirbelstromgeräte und Datum der Kalibrierung;
 - Systemeinstellungen und Softwareversion;
- Sondenpositionsdetails;
- Kriterien und Grenzen für die Auswertung der Fehler.

Der Prüfbericht sollte folgende Informationen umfassen:

- Prüfgeschwindigkeit;
- Prüfbereich oder nicht-prüfbarer Bereich, Position der Sonde in Bezug auf das Schienenprofil;
- Lageinformation;
- Abtastrichtung;
- Fehlerklassifikation;
- Lage des Fehlers am Schienenkopf;
- Abhebevorgänge und/oder andere nicht-prüfbare Bereiche.

Anhang A (normativ)

Systemabnahme der Wirbelstromsysteme zur Erkennung von Head Checks

A.1 Allgemeines

Die durch den IM festgelegten Anforderungen (nach Abschnitt 7) müssen durch die Systemabnahme verifiziert werden.

Wirbelstromprüfungssysteme müssen nachweisen, dass sie Head Checks genau erkennen und ausmessen können.

Es gibt zwei Methoden zur Prüfsystemabnahme:

- Abnahme neuer Prüfsysteme ohne Nachweis der Leistung während der Schienenprüfung;
- Abnahme etablierter Prüfsysteme zur Bestätigung der Leistung.

A.2 Anforderungen an die Erkennung und Bemessung der Head Checks

A.2.1 Allgemeines

Dieser Anhang legt Anforderungen an die Erkennung und Bemessung von Head Checks fest. Der Prüfbereich am Schienenkopf hängt von dem Head-Check-Typ ab und kann sich auf der Fahrkante und/oder der Lauroberfläche befinden (siehe Bild 3).

Das System muss Folgendes aufzeichnen:

- die zu bearbeitende Tiefe (d') in mm für jede Sonde in einem Meter;
- die angegebene Fehlertiefe ($d'_{\max}$) dargestellt als maximal zu bearbeitende Tiefe (d') in einem Meter.

ANMERKUNG Die angegebene Fehlertiefe ($d'_{\max}$) zur Bestimmung der notwendigen zu bearbeitenden Tiefe (d') wird abhängig zur Fehlerlage im Schienenkopf variieren.

A.2.2 Verfahren zur Verifizierung neuer Systeme in einem bestimmten Schienennetz

Für die Verifizierung eines zerstörungsfreien Prüfungssystems müssen die Details vom IM festgelegt werden. Der IM muss nachweisen, dass die Leistung des ET-Systems (unter Berücksichtigung der Abschnitte 6 und 7) an echten Schienenköpfen validiert wurde und die echte Fehlertiefe ($d'_{\max}$) durch zerstörende Prüfung bestätigt wurde.

Falls ein System bereits im letzten Schienennetz abgenommen wurde, kann der IM gegenseitige Abnahme berücksichtigen. Für gegenseitige Abnahme muss der IM Abschnitt 6 und Abschnitt 7 berücksichtigen. Falls nötig, müssen weitere Prüfungen durchgeführt werden.

Der Lieferant muss die Systemkonfiguration für alle variablen Werte des Systems dokumentieren.

A.2.3 Verfahren zur Abnahme etablierter Prüfsysteme zur Bestätigung der Leistung

A.2.3.1 Verfahren zur Auswahl der Prüfungsgleise

Um die Leistung des Wirbelstromsystems für Schienenprüfung zu überprüfen, muss es einen Satz von unterschiedlichen verifizierten echten Rissen in Referenzgleisen geben.

Die Referenzgleise müssen aus befahrenen Schienen mit echten Rissen bestehen und ein repräsentatives Beispiel für die Erkennung der Fehler darstellen.

Das Referenzgleis besteht aus zwei unterschiedlichen Gleisarten, um die Funktionalität des Prüfsystems zu verifizieren. Das Ziel von Referenzgleis Nummer 1 ist es, konsistente Referenzwerte zur repräsentativen Schadenstiefe (leicht, mittel, schwer) in einem Gleis darzustellen. Das Ziel von Referenzgleis Nummer 2 ist die Verifizierung des Systems unter realen Prüf- und Betriebsbedingungen in Kurven über größeren Abstand.

Die Bezugsschienen und die Fehler in den Bezugsschienen müssen vor dem Gebrauch zur Überprüfung des Prüfsystems überprüft werden.

Der Infrastrukturmanager muss, wenn die Bezugsschiene Verkehr aufnimmt, eine Risikobeurteilung ausführen, um zu bestimmen, ob Verstärkung nötig ist und das Wartungssystem der Bezugsschienen bestimmen.

Die Head-Check-Tiefe muss in regelmäßigen Abständen geprüft werden, um eine Vergrößerung zu beobachten und Genauigkeit und Sicherheit der Gleise zu gewährleisten.

A.2.3.2 Referenzgleis Nummer 1: Dauerhaftes Referenzgleis

Ein dauerhaftes Referenzgleis besteht aus vom IM bestimmten geeigneten befahrenen Schienen mit Head Checks mit drei verschiedenen Schadenniveaus. Das Schadenniveau muss durch zerstörende Untersuchung geprüft werden.

Eigenschaften des Gleises:

- festgelegte Schadenniveaus;
- durch mindestens 5 m unbeschädigter Schienen getrennt;
- Einbau in Gleise mit wenig Verkehr;
- Einbau in linker und rechter Schiene;
- Einbau in tangentialem Gleis;
- Mindestlänge pro Schadenniveau 10 m.

A.2.3.3 Referenzgleis Nummer 2: Temporäres Referenzgleis

Ein temporäres Referenzgleis besteht aus einer vom IM bestimmten Auswahl an Kurven mit verschiedenen Schadenniveaus.

Eigenschaften des Gleises:

- festgelegte Schadenniveaus;
- Head Checks sollten auf dem hohen Gleis in sowohl Links- als Rechtskurven überprüft werden;
- Mindestanzahl an Meter-Segmenten mit Head Checks pro Kurve muss größer als 200 sein.

A.2.4 Überprüfungsverfahren zu Beurteilung des Prüfsystems

A.2.4.1 Allgemeines

Das zu beurteilende Wirbelstromsystem muss beide Referenzgleise überprüfen. Das Referenzgleis Nummer 1 muss mindestens einmal in jede Richtung geprüft werden. Das Referenzgleis Nummer 2 muss mindestens einmal geprüft werden.

Das Wirbelstromsystem sollte mit normaler Prüfgeschwindigkeit betrieben werden.

Checkliste für die Überprüfung des Systems:

- Erkennbarkeit;
- Vergleichpräzision;
- Bemessung;
- Gleislage;
- Nachweis des kontinuierlichen Systemdienstes;
- alle operierende Sonden;
- regelmäßige Anpassung.

Die Systemkonfiguration muss während des Prüfungsprozesses unverändert bleiben.

A.2.4.2 Bewertung der Verifizierungsergebnisse des Referenzgleises 1

A.2.4.2.1 Allgemeines

Die Verifizierungskriterien sind vom IM zu bestimmen. Die folgenden Kriterien sind wichtig für die Genauigkeit der Wirbelstromgleisprüfung für die Erkennung und Bemessung der Head Checks:

- Kriterium 1: Erkennbarkeit;
- Kriterium 2: Vergleichpräzision;
- Kriterium 3: Bewertung der angegebenen Fehlertiefe $d'_{\max}$.

A.2.4.2.2 Erkennbarkeit

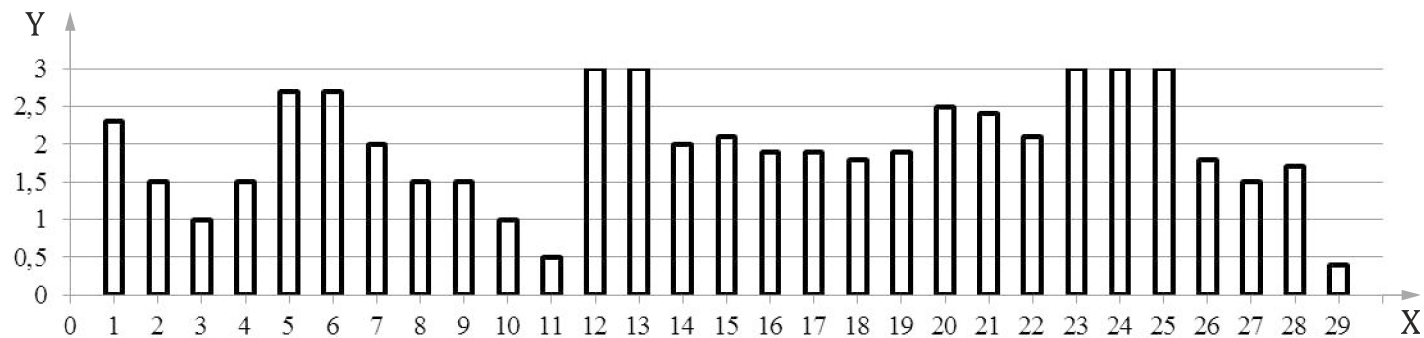
Die Erkennbarkeit des Wirbelstromprüfsystems stellt die Kapazität des Systems dar, existierende Fehler zu entdecken.

Dieses Kriterium bestimmt das Verhältnis der entdeckten Fehler zu den existierenden Fehlern innerhalb des Prüfstandorts durch Berichtsgranularität von 1 m über einen bestimmten Abstand:

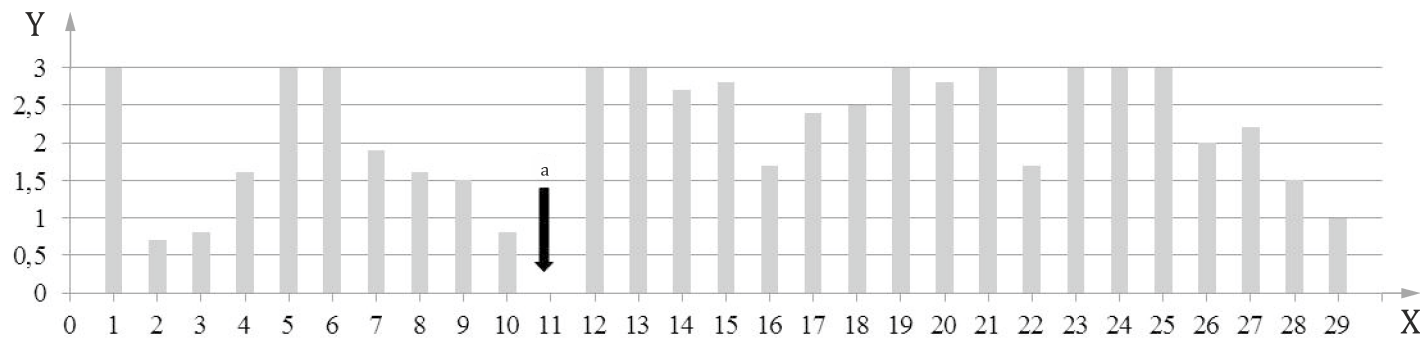
- Für die Konformität der Erkennbarkeit müssen die Ergebnisse der Head Checks zwischen 0,5 mm und 1 mm größer oder gleich 80 % sein.
- Für die Konformität der Erkennbarkeit müssen die Ergebnisse der Head Checks tiefer oder gleich 1 mm größer oder gleich 90 % sein.

Tabelle A.1 — Beispiel für Kriterium 1: Bezugsschiene mit Gleislänge = 29 m

Gleislänge (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$d'_{\max}$ des Referenz- systems (mm)	2,3	1,5	1,0	1,5	2,7	2,7	2,0	1,5	1,5	1,0	0,5	3,0	3,0	2,0	2,1	1,9	1,9	1,8	1,9	2,5	2,4	2,1	3,0	3,0	3,0	1,8	1,5	1,7	0,4
$d'_{\max}$ des verifizierten Systems (mm)	3,0	0,7	0,8	1,6	3,0	1,9	1,6	1,5	0,8	0,6	0	3,0	2,7	2,8	1,7	2,4	2,5	3,0	2,8	3,0	1,7	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,2	1,5	1,0



a)



b)

Legende

A Position unterscheidet sich von der Position im Bericht von Bild A.1

X Gleislänge (m)

Y $d'_{\max}$ (mm)

Für alle 29 m wurde $d'_{\max} \neq 0$ in Bericht 1 entdeckt; → für 28 m wurde $d'_{\max} \neq 0$ in Bericht 2 entdeckt → 96,5 % erkannt, System in Toleranz von 90 %.



Bericht 1, $d'_{\max}$ / m des Referenzsystems



Bericht 2, $d'_{\max}$ / m des verifizierten Systems

Bild A.1 — Bericht 1: $d'_{\max}$ des Referenzsystems und Bericht 2: $d'_{\max}$ des verifizierten Systems

A.2.4.2.3 Kriterium 2: Vergleichpräzision

Anforderung: Das System muss auf Referenzgleis Nummer 1 mindestens einmal in jede Richtung prüfen. Es sollten mindestens zwei Ergebnisse für die Kontrolle der Vergleichpräzision verfügbar sein.

Vergleichpräzision ist durch den Vergleich der Berichte, Analyse der Erkennbarkeit und Head-Check-Tiefe verifiziert:

- Für die Konformität der Erkennbarkeit müssen die Ergebnisse der Head Checks tiefer als 0,5 mm aller Durchgänge im Vergleich zueinander größer oder gleich 90 % sein.
- Für die Konformität der Tiefe müssen die Ergebnisse der Head Checks aller Durchgänge im Vergleich zueinander größer oder gleich 70 % sein. Die Toleranzen sind in Tabelle A.2 dargestellt.

Tabelle A.2 — Anforderungen an die maximale Toleranz der Differenz

Ergebnis / zu bearbeitende Tiefe $d'_{\max}$ (mm)	Max. Toleranz der Differenz +/–
0 – 0,5	0,3
0,5 – 1,5	0,5
1,5 – 3	0,7

Tabelle A.3 — Beispiel für Kriterium 2: Bezugsschiene mit Gleislänge = 29 m

Gleislänge (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
$d'_{\max}$ des verifizierten System- probelaufs 1 (mm)	3,0	0,7	0,8	1,6	3,0	1,9	1,6	1,5	0,8	0,6	0	3,0	2,7	2,8	1,7	2,4	2,5	3,0	2,8	3,0	1,7	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,2	1,5	1,0
$d'_{\max}$ des verifizierten System- probelaufs 2 (mm)	3,0	0,7	0,8	1,6	3,0	1,9	1,6	0	0	0	0	3,0	2,7	2,8	1,7	2,4	2,5	3,0	2,8	3,0	1,7	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,2	1,5	1,0