DIN EN 15302:2021-12 (D)

Bahnanwendungen - Parameter der Rad-Schiene-Kontaktgeometrie - Definitionen und Berechnungsmethoden; Deutsche Fassung EN 15302:2021

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 6

Einleitung ... 7

1 Anwendungsbereich ... 8

2 Normative Verweisungen ... 8

3 Begriffe ... 9

4 Symbole und Abkürzungen ... 10

5 Überblick über den Prozess zur Bestimmung der Berührgeometrieparameter ... 11

6 Beschreibung der Rad- bzw. Schienenprofile ... 11
6.1 Allgemeines ... 11
6.2 Unsicherheit des Messsystems ... 13

7 Plausibilitätsprüfung und Verarbeitung von gemessenen Rad- und Schienenprofilen ... 14

8 Ermittlung der Rad-Schiene-Berührpunkte und Berührgeometriefunktionen ... 15
8.1 Allgemeines ... 15
8.2 Bestimmung der Rollradiendifferenzfunktion ... 15
8.3 Andere Rad-Schiene-Berührgeometriefunktionen ... 15

9 Bestimmung der äquivalenten Konizität und des zugehörigen Nichtlinearitätsparameters ... 16
9.1 Hintergrund zur äquivalenten Konizität ... 16
9.1.1 Mathematische Beschreibung der kinematischen Querbewegung des Radsatzes ... 16
9.1.2 Bestimmung der Wellenlänge eines Kegelradsatzes ... 17
9.2 Bestimmung der äquivalenten Konizität ... 17
9.3 Bestimmen des Nichtlinearitätsparameters ... 18

10 Bestimmung des Rollradienkoeffizienten ... 19
10.1 Hintergrund und Definition ... 19
10.2 Bestimmung des Punktes E für die Berechnung des Rollradienkoeffizienten ... 21

11 Andere Rad-Schiene-Berührgeometrieparameter ... 22

12 Überprüfung der Berechnungssoftware für Berührgeometrieparameter ... 22
12.1 Übersicht ... 22
12.2 Validierung der Berechnungsalgorithmen ... 22
12.3 Beurteilung des Glättungsverfahrens ... 23

13 Beurteilung des gesamten Prozesses zur Bestimmung der Rad-Schiene-Berührgeometrieparameter ... 25
13.1 Allgemeines ... 25
13.2 Reproduzierbarkeit der Berührgeometrieparameterbestimmung basierend auf Schienenprofilmessungen ... 25
13.2.1 Manuelle Schienenprofilmessgeräte ... 25
13.2.2 Fahrzeuggebundene Schienenprofil-Messsysteme ... 26
13.3 Reproduzierbarkeit der Berührgeometrieparameterbestimmung basierend auf Radprofilmessungen ... 27
13.3.1 Manuelle Radprofilmessgeräte ... 27
13.3.2 Gleisgebundene Radprofil-Messsysteme ... 27

Anhang A (informativ) Beispiel für die Darstellung von Berührgeometriefunktionen 29

Anhang B (informativ) Ableitung der kinematischen Gleichung der Radsatzbewegung 30

Anhang C (informativ) Bestimmung der maximalen Querverschiebungen 33

Anhang D (informativ) Verfahren zur Bestimmung der Wellenlänge der Radsatzbewegung durch zweistufige Integration der nichtlinearen Differentialgleichung 35
D.1 Allgemeines 35
D.2 Stufe 1 35
D.3 Stufe 2 35

Anhang E (informativ) Verfahren zur Bestimmung der Wellenlänge der Radsatzbewegung durch direkte Integration der nichtlinearen Differentialgleichung 37

Anhang F (informativ) Verfahren zur Bestimmung der äquivalenten Konizität durch lineare Regression der Δr-Funktion 38
F.1 Allgemeines 38
F.2 Bedenken bezüglich des Verfahrens 39

Anhang G (informativ) Verfahren zur Bestimmung von Linearisierungsparametern durch harmonische Linearisierung 40
G.1 Allgemeines 40
G.2 Bedenken bezüglich des Verfahrens 41

Anhang H (informativ) Umgang mit Sonderfällen der Δr-Funktion 42

Anhang I (normativ) Referenzprofile für Überprüfungen 45
I.1 Allgemeines 45
I.2 Rad A 46
I.2.1 Zeichnung 46
I.2.2 Analytische Definition 46
I.2.3 Kartesische Koordinaten 47
I.3 Rad B 49
I.3.1 Zeichnung 49
I.3.2 Analytische Definition 49
I.3.3 Kartesische Koordinaten 50
I.4 Rad C 52
I.4.1 Zeichnung 52
I.4.2 Analytische Definition 52
I.4.3 Kartesische Koordinaten 53
I.5 Rad H 55
I.5.1 Zeichnung 55
I.5.2 Analytische Definition 55
I.5.3 Kartesische Koordinaten 56
I.6 Rad I 58
I.6.1 Zeichnung 58
I.6.2 Analytische Definition 58
I.6.3 Kartesische Koordinaten 59
I.7 Schiene A 61
I.7.1 Zeichnung 61
I.7.2 Analytische Definition 61
I.7.3 Kartesische Koordinaten 62

Anhang J (normativ) Ergebnisse der Berechnungen mit Referenzprofilen 64
J.1 Allgemeines 64
J.2 Rad A/Schiene A 65
J.2.1 Darstellung der Berührpunkte, Diagramme der Funktionen Δr, $\Delta\tan\gamma$, $\tan\gamma_e$ und Darstellung der kinematischen Rollbewegung des Radsatzes im Gleis 65
J.2.2 Numerische Werte für Δr-Funktion 66
J.2.3 Numerische Werte für die Funktion $\tan\gamma_e$ 67
J.3 Rad B/Schiene A 69

J.3.1 Darstellung der Berührpunkte, Diagramme der Funktionen Δr, $\Delta \tan\gamma$, $\tan\gamma_e$ und Darstellung der kinematischen Rollbewegung des Radsatzes im Gleis 69
J.3.2 Numerische Werte für Δr-Funktion 70
J.3.3 Numerische Werte für die Funktion $\tan\gamma_e$ 71
J.4 Rad C/Schiene A 73
J.4.1 Darstellung der Berührpunkte, Diagramme der Funktionen Δr, $\Delta \tan\gamma$, $\tan\gamma_e$ und Darstellung der kinematischen Rollbewegung des Radsatzes im Gleis 73
J.4.2 Numerische Werte für Δr-Funktion 74
J.4.3 Numerische Werte für die Funktion $\tan\gamma_e$ 76
J.5 Rad H/Schiene A 77
J.5.1 Darstellung der Berührpunkte, Diagramme der Funktionen Δr, $\Delta \tan\gamma$, $\tan\gamma_e$ und Darstellung der kinematischen Rollbewegung des Radsatzes im Gleis 77
J.5.2 Numerische Werte für Δr-Funktion 78
J.5.3 Numerische Werte für die Funktion $\tan\gamma_e$ 79
J.6 Rad I/Schiene A 81
J.6.1 Darstellung der Berührpunkte, Diagramme der Funktionen Δr, $\Delta \tan\gamma$, $\tan\gamma_e$ und Darstellung der kinematischen Rollbewegung des Radsatzes im Gleis 81
J.6.2 Numerische Werte für Δr-Funktion 82
J.6.3 Numerische Werte für die Funktion $\tan\gamma_e$ 83
J.7 Geändertes Rad A (-2 mm beim Durchmesser des linken Rades)/Schiene A 85
J.7.1 Darstellung der Berührpunkte, Diagramme der Funktionen Δr, $\Delta \tan\gamma$, $\tan\gamma_e$ und Darstellung der kinematischen Rollbewegung des Radsatzes im Gleis 85
J.7.2 Numerische Werte für Δr-Funktion 86
J.7.3 Numerische Werte für die Funktion $\tan\gamma_e$ 87
J.8 Geändertes Rad B (-2 mm beim Durchmesser des linken Rades)/Schiene A 89
J.8.1 Darstellung der Berührpunkte, Diagramme der Funktionen Δr, $\Delta \tan\gamma$, $\tan\gamma_e$ und Darstellung der kinematischen Rollbewegung des Radsatzes im Gleis 89
J.8.2 Numerische Werte für Δr-Funktion 90
J.8.3 Numerische Werte für die Funktion $\tan\gamma_e$ 91
J.9 Geändertes Rad H (-2 mm beim Durchmesser des linken Rades)/Schiene A 93
J.9.1 Darstellung der Berührpunkte, Diagramme der Funktionen Δr, $\Delta \tan\gamma$, $\tan\gamma_e$ und Darstellung der kinematischen Rollbewegung des Radsatzes im Gleis 93
J.9.2 Numerische Werte für Δr-Funktion 94
J.9.3 Numerische Werte für die Funktion $\tan\gamma_e$ 95
J.10 Geändertes Rad I (-2 mm beim Durchmesser des linken Rades)/Schiene A 97
J.10.1 Darstellung der Berührpunkte, Diagramme der Funktionen Δr, $\Delta \tan\gamma$, $\tan\gamma_e$ und Darstellung der kinematischen Rollbewegung des Radsatzes im Gleis 97
J.10.2 Numerische Werte für Δr-Funktion 98
J.10.3 Numerische Werte für die Funktion $\tan\gamma_e$ 99
J.11 (Rechtes Rad A – linkes Rad B)/Schiene A 101
J.11.1 Darstellung der Berührpunkte, Diagramme der Funktionen Δr, $\Delta \tan\gamma$, $\tan\gamma_e$ und Darstellung der kinematischen Rollbewegung des Radsatzes im Gleis 101
J.11.2 Numerische Werte für Δr-Funktion 102
J.11.3 Numerische Werte für die Funktion $\tan\gamma_e$ 103

Anhang K (normativ) Toleranzen der äquivalenten Konizität für Prüfrechnungen 105
K.1 Allgemeines 105
K.2 Rad A/Schiene A 106
K.2.1 Diagramm 106
K.2.2 Numerische Werte 107
K.3 Rad B/Schiene A 108
K.3.1 Diagramm 108
K.3.2 Numerische Werte 109
K.4 Rad C/Schiene A 110

K.4.1 Diagramm ... 110
K.4.2 Numerische Werte ... 111
K.5 Rad H/Schiene A ... 112
K.5.1 Diagramm ... 112
K.5.2 Numerische Werte ... 113
K.6 Rad I/Schiene A ... 114
K.6.1 Diagramm ... 114
K.6.2 Numerische Werte ... 115
K.7 Geändertes Rad A (−2 mm beim Durchmesser des linken Rades)/Schiene A ... 116
K.7.1 Diagramm ... 116
K.7.2 Numerische Werte ... 117
K.8 Geändertes Rad B (−2 mm beim Durchmesser des linken Rades)/Schiene A ... 118
K.8.1 Diagramm ... 118
K.8.2 Numerische Werte ... 119
K.9 Geändertes Rad H (−2 mm beim Durchmesser des linken Rades)/Schiene A ... 120
K.9.1 Diagramm ... 120
K.9.2 Numerische Werte ... 121
K.10 Geändertes Rad I (−2 mm beim Durchmesser des linken Rades)/Schiene A ... 122
K.10.1 Diagramm ... 122
K.10.2 Numerische Werte ... 123
K.11 (Rechtes Rad A − linkes Rad B)/Schiene A ... 124
K.11.1 Diagramm ... 124
K.11.2 Numerische Werte ... 125

Literaturhinweise ... 126