

# E DIN EN 12299:2023-02 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2023-01-06

**Bahnanwendungen - Fahrkomfort für Fahrgäste - Messung und Auswertung;  
Deutsche und Englische Fassung prEN 12299:2022**

**Railway applications - Ride comfort for passengers - Measurement and evaluation;  
German and English version prEN 12299:2022**

---

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
Europäisches Vorwort.....	12
1 Anwendungsbereich.....	13
2 Normative Verweisungen .....	13
3 Begriffe .....	13
4 Symbole, Einheiten und Abkürzungen .....	15
5 Allgemeine Beschreibung .....	18
5.1 Allgemeines .....	18
5.2 Auswirkungen auf Fahrgäste durch Schwingungen.....	19
5.3 Anwendung.....	19
5.4 Eigenschaften von Schienenfahrzeugbewegungen.....	20
5.5 Fahrkomfort.....	20
5.6 Direkte und indirekte Messungen .....	21
5.7 Zusammenfassende Verfahrenstabelle.....	21
5.8 Anwendung der Komfortkenngrößen .....	22
6 Mittlerer und Kontinuierlicher Komfort .....	23
6.1 Allgemeines.....	23
6.2 Grundlage des Verfahrens .....	24
6.3 Methodik .....	24
6.4 Versuchsbedingungen .....	25
6.4.1 Allgemeines .....	25
6.4.2 Auswahl der Versuchsabschnitte.....	25
6.4.3 Versuchsgeschwindigkeit.....	25
6.4.4 Rad-Schiene-Kontaktgeometrie .....	25
6.4.5 Fahrzeugzustand .....	25
6.5 Zu messende Parameter.....	26
6.5.1 Allgemeines.....	26
6.5.2 Anordnung der Messpunkte .....	26
6.5.3 Filterung.....	26
6.6 Definition von Zwischengrößen .....	27
6.6.1 Symbole und Indizes .....	27
6.6.2 rms-Werte der gewichteten Beschleunigungen .....	28
6.6.3 95. und 50. Perzentil.....	29
6.7 Definition der Komfortkenngrößen.....	29
6.7.1 Kontinuierlicher Komfort.....	29
6.7.2 Vereinfachtes Verfahren für Mittleren Komfort .....	30
6.7.3 Vollständiges Verfahren für Mittleren Komfort.....	30
6.8 Versuchsbericht.....	30
7 Komfort in Übergangsbögen.....	30
7.1 Allgemeines.....	30
7.2 Grundlage des Verfahrens .....	31
7.3 Methodik .....	31

7.4	Prüfbedingungen.....	32
7.4.1	Allgemeines.....	32
7.4.2	Auswahl der Prüfabschnitte .....	32
7.4.3	Prüfgeschwindigkeit .....	32
7.4.4	Rad-Schiene-Kontaktgeometrie .....	32
7.4.5	Fahrzeugzustand .....	32
7.5	Zu messende Parameter .....	32
7.5.1	Allgemeines.....	32
7.5.2	Anordnung der Messpunkte .....	32
7.5.3	Filterung.....	33
7.6	Definition von Zwischengrößen .....	33
7.6.1	Symbole und Indizes .....	33
7.6.2	$y_{1smax}$ Mittelungs-Verfahren.....	33
7.6.3	Identifikation der Übergangszeit.....	34
7.6.4	Zwischengrößen .....	34
7.7	Definition der Komfortkenngröße <b>PCT</b> .....	34
7.8	Alternative Komfortkenngröße ‚gleitende <b>PCT</b> über 3 Sekunden‘ .....	35
7.9	Versuchsbericht.....	36
7.10	Beispieldiagramme.....	36
8	Komfort bei diskreten Ereignissen .....	38
8.1	Allgemeines.....	38
8.2	Grundlage des Verfahrens.....	38
8.3	Methodik .....	38
8.4	Versuchsbedingungen .....	39
8.4.1	Allgemeines.....	39
8.4.2	Auswahl der Versuchsabschnitte.....	39
8.4.3	Versuchsgeschwindigkeit.....	39
8.4.4	Rad-Schiene-Kontaktgeometrie .....	39
8.4.5	Fahrzeugzustand .....	39
8.5	Zu messende Parameter .....	39
8.5.1	Allgemeines.....	39
8.5.2	Anordnung der Messpunkte .....	39
8.5.3	Filterung.....	40
8.6	Definition von Zwischengrößen .....	40
8.6.1	Symbole und Indizes .....	40
8.6.2	Mittelungs-Verfahren.....	40
8.6.3	Zwischengrößen .....	40
8.7	Definition der Komfortkenngröße <b>PDE</b> .....	41
8.8	Versuchsbericht.....	41
9	Anleitung für die Interpretation der Ergebnisse .....	42
9.1	Allgemeines.....	42
9.2	Mittlerer Komfort.....	42
9.3	Kontinuierlicher Komfort.....	42
9.4	Komfort in Übergangsbögen.....	43
9.5	Komfort bei diskreten Ereignissen .....	43
	Anhang A (normativ) Bezugssystem.....	45
	Anhang B (normativ) Messtechnik.....	47
B.1	Allgemeines.....	47
B.2	Messausrüstung.....	47
B.2.1	Allgemeines.....	47
B.2.2	Beschleunigungsmesser und Verarbeitungsverstärker.....	47
B.2.3	Aufzeichnungsgerät.....	48
B.2.4	Messwertgeberbefestigung am Boden .....	48
B.3	Sitzmessvorrichtungen und ihre Anwendungen.....	48
	Anhang C (normativ) Gewichtungskurven .....	51

C.1	Allgemeines .....	51
C.2	Filterfunktionen .....	51
C.2.1	Allgemeines .....	51
C.2.2	Bandbegrenzungsfiler .....	52
C.2.3	Beschleunigungs-Geschwindigkeitsübergang .....	52
C.2.4	Oberer Übergang .....	53
C.2.5	Gesamte Frequenzbewertung .....	53
C.2.6	Verringerung der Obergrenze des Frequenzbereichs in vertikaler Richtung.....	53
C.3	Toleranzen.....	53
C.4	Diagramme .....	55
<b>Anhang D (normativ) Spezifikation des Fahrkomforts eines Fahrzeugs .....</b>		<b>58</b>
D.1	Allgemeines .....	58
D.2	Kenntnis der zur Komforteinschätzung vorgesehenen Strecke .....	58
D.3	Spezifikation der Strecke.....	58
D.4	Fahrzeugspezifikation .....	59
D.5	Allgemeine Spezifikation .....	59
<b>Anhang E (normativ) Fahrzeugbeurteilung bezüglich des Fahrkomforts.....</b>		<b>60</b>
E.1	Allgemeines .....	60
E.2	Qualität der Gleisgeometrie.....	60
E.3	Prüfbedingungen .....	61
E.3.1	Auswahl der Prüfabschnitte und Prüfbereiche .....	61
E.3.2	Prüfgeschwindigkeit .....	61
E.3.3	Rad-Schiene-Kontaktgeometrie .....	61
E.3.4	Fahrzeugzustand .....	62
E.4	Akzeptable Abänderungen der Verfahren zur Auswertung für Kontinuierlichen oder Mittleren Komfort .....	62
E.5	Prüfbericht .....	64
<b>Anhang F (informativ) Darstellung des Versuchsbericht .....</b>		<b>65</b>
F.1	Allgemeines .....	65
F.2	Versuchsziel .....	65
F.3	Versuchsausführer.....	65
F.4	Quellenangaben .....	65
F.5	Versuchsbedingungen .....	65
F.5.1	Allgemeine Angaben.....	65
F.5.2	Fahrzeug.....	65
F.5.3	Sitz (bei vollständigem Verfahren für Mittleren Komfort) .....	66
F.5.4	Sitzbenutzer (bei vollständigem Verfahren für Mittleren Komfort) .....	66
F.5.5	Gleis .....	66
F.5.6	Geschwindigkeitsprofil .....	66
F.5.7	Versuchsanordnung .....	66
F.6	Messung und Datenverarbeitung.....	67
F.6.1	Messung.....	67
F.6.2	Datenverarbeitung.....	67
F.7	Bericht bei Mittlerem Komfort und Kontinuierlichem Komfort.....	67
F.7.1	Allgemeines .....	67
F.7.2	Zeitreihen.....	67
F.7.3	Statistische Ergebnisse .....	67
F.7.4	Komfortauswertung .....	68
F.7.5	Spektralanalyse .....	68
F.8	Bericht für Komfort in Übergangsbögen.....	75
F.9	Berichterstattung für Komfort bei diskreten Ereignissen .....	75
<b>Anhang G (informativ) Anleitung für die Anwendung direkter Versuche.....</b>		<b>77</b>
<b>Anhang H (informativ) Ablaufplan für die Berechnung von RMS-Werten aus gemessenen (oder simulierten) Beschleunigungszeitspannen .....</b>		<b>78</b>
<b>Anhang I (informativ) Bestimmende Größen .....</b>		<b>79</b>

Anhang J (informativ) Hinweise zur Verwendung von Simulationen.....	82
J.1 Einführung.....	82
J.2 Nutzen.....	82
J.3 Anwendungen.....	82
J.4 Genauigkeit und Einschränkungen .....	83
J.5 Stand der Technik für Schienenfahrzeug-ENS.....	83
Anhang K (normativ) Gesamtfahrzeugwert für die Mittlere Komfortkenngröße .....	85
K.1 Definition des Gesamtfahrzeugwert .....	85
K.2 Einfaches Beispiel .....	85
Literaturhinweise .....	90

## Bilder

Bild 1 — Lage der Messpunkte Reisezugwagen (konventionell oder als Gelenkwagen) .....	26
Bild 2 — Bedeutung der Benennungen $y_{1smax}$ und $y_{1smax}$ in der $PCT$ -Gleichung .....	36
Bild 3 — Bedeutung der Benennung $\phi_{1smax}$ in der $PCT$ -Gleichung .....	37
Bild 4 — Relevante Zeitspannen $\Delta t_i$ beim Bogenübergang .....	37
Bild 5 — Bedeutung von $y_{2st}$ und $y_{pp}(t)$ bei der Berechnung von $PDE$ .....	42
Bild A.1 — Lokales Bezugssystem für einen Wagenkasten .....	45
Bild A.2 — Lokale Bezugssysteme für eine sitzende Person.....	46
Bild A.3 — Lokales Bezugssystem für eine stehende Person.....	46
Bild B.1 — Sitzschalen-Messvorrichtung (für y- und z-Richtung).....	49
Bild B.2 — Sitzschalen-Messvorrichtung .....	50
Bild B.3 — Sitzrückenlehnen-Messvorrichtung.....	50
Bild C.1 — Toleranzen für $W_b$ .....	54
Bild C.2 — Toleranzen für $W_c$ .....	54
Bild C.3 — Toleranzen für $W_d$ .....	55
Bild C.4 — Toleranzen für $W_p$ .....	55
Bild C.5 — Größen der alternativen Frequenzbewertung $W_b$ für vertikale Schwingung entlang der z-Achse für Boden und Sitzschale .....	56
Bild C.6 — Größen der Frequenzbewertung $W_c$ für horizontale Schwingung entlang der x-Achse für den Sitzrücken .....	56
Bild C.7 — Größen der Frequenzbewertung $W_d$ für horizontale Schwingung entlang der x- oder y-Achse für den Boden oder entlang der y-Achse für die Sitzschale .....	57
Bild C.8 — Größen der Frequenzbewertung $W_p$ für Querschleunigung für $PCT$ und $PDE$ und für Rollgeschwindigkeit für $PCT$ -Auswertung .....	57

Bild E.1 — Beispiel für die Positionen der Beschleunigungssensoren bei Doppelstockfahrzeugen ....	63
Bild E.2 — Beispiel für die Position der Beschleunigungssensoren bei einstöckigen Fahrzeugen.....	64
Bild F.1 — Kontinuierlicher Komfort — Erfassung von Fünf-Minuten-Zeitabschnitten (gewählte Abschnitte grau gekennzeichnet).....	70
Bild F.2 — Beispiel für Kontinuierlichen Komfort und statistische Verteilung für einen Fünf-Minuten-Zeitabschnitt.....	73
Bild F.3 — Beispiel der gewichteten (dicke Linie) und ungewichteten (dünne Linie) Leistungsspektraldichte für Beschleunigung in Bodenhöhe in x-, y- und z-Richtung (Dauer: 307,2 s / Abtastrate: 400 Hz / FFT: 2 048 Punkte) .....	74
Bild F.4 — Beispiel von Zeitreihen für <b>PDE</b> -Auswertung.....	76
Bild K.1 — Lokale NMVs.....	87
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 — Symbole, Einheiten und Abkürzungen.....	15
Tabelle 2 — In dieser Norm berücksichtigte Elemente .....	19
Tabelle 3 — Bewegungsgrößen und Messstelle zur Bewertung des Fahrkomforts.....	22
Tabelle 4 — Vorgaben für verschiedene Komfortkenngrößen zur Bewertung des Fahrkomforts und darauf bezogener Fahrzeugbeurteilung.....	22
Tabelle 5 — Anleitung zum Gebrauch der verschiedenen Komfortkenngrößen für andere Anwendungen .....	23
Tabelle 6 — Konstanten für Komfortkenngröße <b>PCT</b> .....	35
Tabelle 7 — Konstanten für Komfortkenngröße <b>PDE</b> .....	41
Tabelle 8 — Bewertungsmaßstab für die Komfortkenngröße <b>NMV</b> .....	42
Tabelle 9 — Maßstab für die Komfortkenngrößen <b>CC<sub>y</sub>(t)</b> und <b>CC<sub>z</sub>(t)</b> .....	43
Tabelle B.1 — Frequenzbereich für die globale Übertragungsfunktion .....	47
Tabelle C.1 — Gewichtungskurven.....	51
Tabelle C.2 — Parameter und Übertragungsfunktionen der Frequenzbewertungen .....	51
Tabelle C.3 — Toleranzen an Gewichtungskurven .....	53
Tabelle I.1 — Bestimmende Größen bei Mittlerem Komfort.....	79
Tabelle H.2 — Bestimmende Größen für den Komfort in Übergangsbögen und bei diskreten Ereignissen .....	81
Tabelle K.1 — Gemessener Mittlerer Komfort in 5 Versuchsbereichen .....	86
Tabelle K.2 — Sich ergebende NMV .....	86

<b>Tabelle K.3 — Triebzug-NMV, 1. Beispiel.....</b>	<b>88</b>
<b>Tabelle K.4 — Triebzug-NMV, 2. Beispiel.....</b>	<b>89</b>