

# DIN EN 12299:2009-08 (D)

## Bahnanwendungen - Fahrkomfort für Fahrgäste - Messung und Auswertung; Deutsche Fassung EN 12299:2009

---

Inhalt	Seite
Vorwort .....	7
1 Anwendungsbereich .....	8
2 Normative Verweisungen .....	8
3 Begriffe .....	8
4 Symbole, Einheiten und Abkürzungen.....	10
5 Allgemeine Beschreibung .....	13
5.1 Allgemeines .....	13
5.2 Fahrgastbelastung infolge Schwingungen.....	13
5.3 Anwendung .....	14
5.4 Eigenschaften von Schienenfahrzeugbewegungen .....	14
5.5 Fahrkomfort .....	15
5.6 Direkte und indirekte Messungen.....	15
5.7 Zusammenfassende Verfahrenstabelle.....	15
5.8 Anwendung der Komfortkenngrößen.....	16
6 Mittlerer und Kontinuierlicher Komfort .....	17
6.1 Allgemeines .....	17
6.2 Grundlage des Verfahrens .....	17
6.3 Methodik.....	18
6.4 Versuchsbedingungen.....	18
6.4.1 Allgemeines .....	18
6.4.2 Wahl der Prüfabschnitte .....	18
6.4.3 Prüfgeschwindigkeit .....	18
6.4.4 Rad-Schiene-Kontaktgeometrie.....	18
6.4.5 Fahrzeugzustand .....	19
6.5 Zu messende Parameter .....	19
6.5.1 Allgemeines .....	19
6.5.2 Lage der Messpunkte.....	19
6.5.3 Filterung .....	20
6.6 Definition von Zwischengrößen.....	20
6.6.1 Symbole und Indizes.....	20
6.6.2 rms-Werte der gewichteten Beschleunigungen.....	22
6.6.3 95. und 50. Perzentil .....	22
6.7 Definition der Komfortkenngrößen.....	23
6.7.1 Kontinuierlicher Komfort.....	23
6.7.2 Vereinfachtes Verfahren für Mittleren Komfort .....	23
6.7.3 Vollständiges Verfahren für Mittleren Komfort .....	23
6.8 Versuchsbericht .....	23
7 Komfort im Übergangsbogen.....	24
7.1 Allgemeines .....	24
7.2 Grundlage des Verfahrens .....	24
7.3 Methodik.....	24
7.4 Versuchsbedingungen.....	25
7.4.1 Allgemeines .....	25
7.4.2 Wahl der Prüfabschnitte .....	25
7.4.3 Prüfgeschwindigkeit .....	25
7.4.4 Rad-Schiene-Kontaktgeometrie.....	25
7.4.5 Fahrzeugzustand .....	25

7.5	Zu messende Parameter .....	25
7.5.1	Allgemeines .....	25
7.5.2	Anordnung der Messpunkte .....	25
7.5.3	Filterung.....	26
7.6	Definition von Zwischengrößen .....	26
7.6.1	Symbole und Indizes .....	26
7.6.2	Mittelungs-Verfahren .....	26
7.6.3	Identifikation der Übergangszeit .....	27
7.6.4	Zwischengrößen .....	27
7.7	Definition der Komfortkenngröße $P_{CT}$ .....	28
7.8	Versuchsbericht.....	28
7.9	Beispieldiagramme .....	28
8	Komfort bei diskreten Ereignissen .....	30
8.1	Allgemeines .....	30
8.2	Grundlage des Verfahrens .....	30
8.3	Methodik .....	30
8.4	Versuchsbedingungen .....	31
8.4.1	Allgemeines .....	31
8.4.2	Auswahl der Prüfabschnitte .....	31
8.4.3	Prüfgeschwindigkeit.....	31
8.4.4	Rad-Schiene-Kontaktgeometrie .....	31
8.4.5	Fahrzeugzustand .....	31
8.5	Zu messende Parameter .....	31
8.5.1	Allgemeines .....	31
8.5.2	Lage der Messpunkte .....	31
8.5.3	Filterung.....	31
8.6	Definition von Zwischengrößen .....	32
8.6.1	Symbole und Indizes .....	32
8.6.2	Mittelungs-Verfahren .....	32
8.6.3	Zwischengrößen .....	32
8.7	Definition der Komfortkenngröße $P_{DE}$ .....	33
8.8	Versuchsbericht.....	33
8.9	Beispieldiagramme .....	33
9	Anleitung für die Interpretation der Ergebnisse (informativ).....	33
9.1	Allgemeines .....	33
9.2	Mittlerer Komfort.....	34
9.3	Kontinuierlicher Komfort .....	34
9.4	Komfort an Übergangsbögen .....	34
9.5	Komfort bei diskreten Ereignissen .....	35
<b>Anhang A (normativ) Bezugssystem .....</b>		<b>36</b>
<b>Anhang B (normativ) Messtechnik .....</b>		<b>38</b>
B.1	Allgemeines.....	38
B.2	Messausrüstung .....	38
B.2.1	Allgemeines .....	38
B.2.2	Beschleunigungsmesser und Verarbeitungsverstärker.....	38
B.2.3	Aufzeichnungsgerät .....	39
B.2.4	Messwertgeberbefestigung am Boden.....	39
B.3	Sitzmessvorrichtungen und ihre Anwendungen.....	39
<b>Anhang C (normativ) Gewichtungskurven .....</b>		<b>42</b>
C.1	Allgemeines .....	42
C.2	Filterfunktionen.....	42
C.2.1	Allgemeines .....	42
C.2.2	Bandbegrenzungsfiler.....	43
C.2.3	Beschleunigungs-Geschwindigkeitsübergang .....	43
C.2.4	Oberer Übergang .....	43
C.2.5	Gesamte Frequenzbewertung .....	43
C.2.6	Verringerung der Obergrenze des Frequenzbereichs in vertikaler Richtung .....	44
C.3	Toleranzen .....	44
C.4	Diagramme .....	47

<b>Anhang D (informativ) Darstellung des Versuchsberichts</b> .....	<b>49</b>
D.1 Allgemeines .....	49
D.2 Versuchsziel.....	49
D.3 Versuchsausführer.....	49
D.4 Quellenangaben.....	49
D.5 Versuchsbedingungen.....	49
D.5.1 Allgemeine Angaben .....	49
D.5.2 Fahrzeug.....	50
D.5.3 Sitz (bei vollständigem Verfahren für Mittleren Komfort) .....	50
D.5.4 Sitzbenutzer (bei vollständigem Verfahren für Mittleren Komfort) .....	50
D.5.5 Gleis .....	50
D.5.6 Geschwindigkeitsprofil.....	50
D.5.7 Versuchsanordnung.....	51
D.6 Messung und Datenverarbeitung .....	51
D.6.1 Messung .....	51
D.6.2 Datenverarbeitung.....	51
D.7 Bericht bei Mittlerem Komfort und Kontinuierlichem Komfort.....	51
D.7.1 Allgemeines .....	51
D.7.2 Zeitreihen .....	51
D.7.3 Statistische Ergebnisse .....	52
D.7.4 Komfortauswertung .....	52
D.7.5 Spektralanalyse .....	52
D.7.6 Beispieldiagramme.....	53
D.8 Bericht für Komfort in Übergangsbögen .....	56
D.9 Berichterstattung für Komfort bei diskreten Ereignissen.....	56
<b>Anhang E (normativ) Fahrzeugbeurteilung bei Vereinfachtem Verfahren für Mittleren Komfort</b> .....	<b>58</b>
E.1 Allgemeines .....	58
E.2 Qualität der Gleisgeometrie .....	58
E.3 Prüfbedingungen.....	58
E.3.1 Auswahl der Prüfabschnitte und Prüfbereiche .....	58
E.3.2 Prüfungsgeschwindigkeit .....	59
E.3.3 Rad-Schiene-Kontaktgeometrie.....	59
E.3.4 Fahrzeugzustand.....	59
E.4 Akzeptable Abänderungen der Verfahren zur Auswertung für Mittleren Komfort .....	60
E.5 Prüfbericht .....	60
<b>Anhang F (informativ) Anleitung für die Anwendung direkter Versuche</b> .....	<b>61</b>
<b>Anhang G (informativ) Ablaufplan für numerische Integration</b> .....	<b>62</b>
<b>Anhang H (informativ) Bestimmende Größen</b> .....	<b>63</b>
<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>65</b>

## Bilder

<b>Bild 1 — Lage der Messpunkte Reisezugwagen (konventionell oder als Gelenkwagen)</b> .....	<b>20</b>
<b>Bild 2 — Lage der Messpunkte Doppelstockwagen (konventionell oder als Gelenkwagen)</b> .....	<b>20</b>
<b>Bild 3 — Bedeutung der Benennungen <math> \ddot{y}_{1s} _{\max}</math> und <math> \ddot{y}_{1s} _{\max}</math> in der <math>P_{CT}</math>-Gleichung</b> .....	<b>28</b>
<b>Bild 4 — Bedeutung der Benennung <math> \dot{\phi}_{1s} _{\max}</math> in der <math>P_{CT}</math>-Gleichung</b> .....	<b>29</b>
<b>Bild 5 — Relevante Zeitspannen <math>A_i</math> beim Kurvenübergang</b> .....	<b>29</b>
<b>Bild 6 — Bedeutung von <math> \ddot{y}_{2s}(t) </math> und <math>\ddot{y}_{pp}(t)</math> bei der Berechnung von <math>P_{DE}</math></b> .....	<b>33</b>
<b>Bild A.1 — Lokales Bezugssystem für einen Fahrzeugaufbau</b> .....	<b>36</b>
<b>Bild A.2 — Lokale Bezugssysteme für eine sitzende Person</b> .....	<b>37</b>
<b>Bild A.3 — Lokales Bezugssystem für eine stehende Person</b> .....	<b>37</b>

Bild B.1 — Sitzschalen-Messvorrichtung (für y- und z-Richtung).....	39
Bild B.2 — Sitzschalen-Messvorrichtung.....	40
Bild B.3 — Sitzrückenlehnen-Messvorrichtung.....	41
Bild C.1 — Toleranzen für $W_b$ .....	45
Bild C.2 — Toleranzen für $W_c$ .....	45
Bild C.3 — Toleranzen für $W_d$ .....	46
Bild C.4 — Toleranzen für $W_p$ .....	46
Bild C.5 — Größen der alternativen Frequenzbewertung $W_b$ für vertikale Schwingung entlang der z-Achse für Boden und Sitzschale.....	47
Bild C.6 — Größen der Frequenzbewertung $W_c$ für horizontale Schwingung entlang der x-Achse für den Sitzrücken .....	47
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 .....	48
Bild C.8 — Größen der Frequenzbewertung $W_p$ für Querbeschleunigung für $P_{CT}$ und $P_{DE}$ und für Rollgeschwindigkeit für $P_{CT}$ -Auswertung .....	48
Bild D.1 — Kontinuierlicher Komfort — Erfassung von Fünf-Minuten-Zeitabschnitten (gewählte Abschnitte grau gekennzeichnet).....	53
Bild D.2 — Beispiel für Kontinuierlichen Komfort und statistische Verteilung für einen Fünf-Minuten-Zeitabschnitt .....	54
Bild D.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).....	55
Bild D.4 — Beispiel von Zeitreihen für $P_{DE}$ -Auswertung .....	57
 Tabellen	
Tabelle 1 — Symbole, Einheiten und Abkürzungen.....	10
Tabelle 2 — In dieser Norm berücksichtigte Elemente.....	14
Tabelle 3 — Bewegungsgrößen und Messstelle zur Bewertung des Fahrkomforts.....	16
Tabelle 4 — Vorgaben für verschiedene Komfortkenngrößen zur Bewertung des Fahrkomforts und darauf bezogener Fahrzeugbeurteilung .....	16
Tabelle 5 — Anleitung zum Gebrauch der verschiedenen Komfortkenngrößen für andere Anwendungen .....	16
Tabelle 6 — Konstanten für Komfortkenngröße $P_{CT}$ .....	28
Tabelle 7 — Konstanten für Komfortkenngröße $P_{DE}$ .....	33
Tabelle 8 — Bewertungsmaßstab für die Komfortkenngröße $N_{MV}$ .....	34
Tabelle 9 — Vorläufiger Bewertungsmaßstab für die Komfortkenngrößen $C_{Cy}(t)$ und $C_{Cz}(t)$ .....	34
Tabelle B.1 — Frequenzbereich für die globale Übertragungsfunktion.....	38
Tabelle C.1 — Gewichtungskurven.....	42
Tabelle C.2 — Parameter und Übertragungsfunktionen der Frequenzbewertungen .....	42
Tabelle C.3 — Toleranzen für Gewichtungskurven.....	44
Tabelle H.1 — Bestimmende Größen bei Mittlerer Komfort.....	63
Tabelle H.2 — Bestimmende Größen für den Komfort in Übergangsbögen und bei diskreten Ereignisse n.....	64