

DIN EN 12299:2025-01 (D)

Bahnanwendungen - Fahrkomfort für Fahrgäste - Messung und Auswertung; Deutsche Fassung EN 12299:2024

| Inhalt | Seite |
|--|-------|
| Europäisches Vorwort..... | 12 |
| 1 Anwendungsbereich..... | 14 |
| 2 Normative Verweisungen | 14 |
| 3 Begriffe | 14 |
| 4 Symbole, Einheiten und Abkürzungen | 17 |
| 5 Allgemeine Beschreibung | 19 |
| 5.1 Allgemeines..... | 19 |
| 5.2 Schwingungseinwirkungen auf Fahrgäste | 20 |
| 5.3 Anwendung..... | 21 |
| 5.4 Eigenschaften von Schienenfahrzeugbewegungen..... | 21 |
| 5.5 Fahrkomfort..... | 22 |
| 5.6 Direkte und indirekte Messungen | 22 |
| 5.7 Zusammenfassende Verfahrenstabelle..... | 22 |
| 5.8 Anwendung der Komfortkenngrößen | 23 |
| 6 Mittlerer und Kontinuierlicher Komfort | 24 |
| 6.1 Allgemeines..... | 24 |
| 6.2 Grundlage des Verfahrens | 25 |
| 6.3 Methodik | 25 |
| 6.4 Prüfbedingungen..... | 26 |
| 6.4.1 Allgemeines..... | 26 |
| 6.4.2 Auswahl der Messabschnitte | 26 |
| 6.4.3 Prüfgeschwindigkeit | 26 |
| 6.4.4 Rad-Schiene-Kontaktgeometrie | 27 |
| 6.4.5 Fahrzeugzustand | 27 |
| 6.5 Zu messende Parameter..... | 27 |
| 6.5.1 Allgemeines..... | 27 |
| 6.5.2 Lage der Messpunkte | 27 |
| 6.5.3 Filterung..... | 28 |
| 6.6 Definition von Zwischengrößen | 28 |
| 6.7 Definition der Komfortkenngrößen..... | 30 |
| 6.7.1 Kontinuierlicher Komfort..... | 30 |
| 6.7.2 Standardverfahren Mittlerer Komfort | 30 |
| 6.7.3 Mittlerer Komfort – vollständiges Verfahren..... | 31 |
| 6.8 Prüfbericht | 31 |
| 7 Komfort in Übergangsbögen..... | 31 |
| 7.1 Allgemeines..... | 31 |
| 7.2 Grundlage des Verfahrens | 31 |
| 7.3 Methodik | 32 |
| 7.4 Versuchsbedingungen | 32 |
| 7.4.1 Allgemeines..... | 32 |
| 7.4.2 Auswahl der Messabschnitte | 32 |
| 7.4.3 Fahrgeschwindigkeit..... | 33 |
| 7.4.4 Rad-Schiene-Kontaktgeometrie | 33 |
| 7.4.5 Fahrzeugzustand | 33 |

| | | |
|-------|--|----|
| 7.5 | Zu messende Parameter | 33 |
| 7.5.1 | Allgemeines..... | 33 |
| 7.5.2 | Lage der Messpunkte | 33 |
| 7.5.3 | Filterung..... | 33 |
| 7.6 | Definition von Zwischengrößen | 33 |
| 7.6.1 | Symbole und Indizes | 33 |
| 7.6.2 | Mittelungsverfahren | 34 |
| 7.6.3 | Identifikation der Übergangszeitabschnitt..... | 35 |
| 7.6.4 | Zwischengrößen | 35 |
| 7.7 | Definition der Komfortkenngröße PCT | 36 |
| 7.8 | Alternative Komfortkenngröße ‚gleitende PCT über 3 Sekunden‘ | 37 |
| 7.9 | Versuchsbericht..... | 39 |
| 8 | Komfort bei diskreten Ereignissen | 39 |
| 8.1 | Allgemeines..... | 39 |
| 8.2 | Grundlage des Verfahrens..... | 40 |
| 8.3 | Methodik..... | 40 |
| 8.4 | Prüfbedingungen..... | 40 |
| 8.4.1 | Allgemeines..... | 40 |
| 8.4.2 | Auswahl der Prüfabschnitte | 41 |
| 8.4.3 | Prüfgeschwindigkeit | 41 |
| 8.4.4 | Rad-Schiene-Kontaktgeometrie | 41 |
| 8.4.5 | Fahrzeugzustand | 41 |
| 8.5 | Zu messende Parameter | 41 |
| 8.5.1 | Allgemeines..... | 41 |
| 8.5.2 | Anordnung der Messpunkte | 41 |
| 8.5.3 | Filterung..... | 41 |
| 8.6 | Definition der Größen..... | 41 |
| 8.6.1 | Symbole und Indizes | 41 |
| 8.6.2 | Mittelungsverfahren um den Mittelwert zu erhalten..... | 42 |
| 8.6.3 | Maximaler Spitze-Spitze-Wert | 43 |
| 8.7 | Definition der Komfortkenngröße PDE | 43 |
| 8.8 | Prüfbericht | 43 |
| 9 | Anleitung für die Interpretation der Ergebnisse | 43 |
| 9.1 | Allgemeines..... | 43 |
| 9.2 | Mittlerer Komfort..... | 44 |
| 9.3 | Kontinuierlicher Komfort..... | 44 |
| 9.4 | Komfort in Übergangsbögen..... | 45 |
| 9.5 | Komfort bei diskreten Ereignissen | 45 |
| | Anhang A (normativ) Bezugssystem..... | 46 |
| | Anhang B (normativ) Messtechnik..... | 48 |
| B.1 | Allgemeines..... | 48 |
| B.2 | Messausrüstung..... | 48 |
| B.2.1 | Allgemeines..... | 48 |
| B.2.2 | Messwertgeber und Signalverstärker | 48 |
| B.2.3 | Aufzeichnungsgerät..... | 49 |
| B.2.4 | Befestigung des Messwertgebers am Boden | 49 |
| B.3 | Messvorrichtung für Sitze und ihre Anwendungen..... | 49 |
| | Anhang C (normativ) Gewichtungskurven | 52 |
| C.1 | Allgemeines..... | 52 |
| C.2 | Filterfunktionen | 52 |
| C.2.1 | Allgemeines..... | 52 |
| C.2.2 | Bandbegrenzungsfiler..... | 53 |
| C.2.3 | Beschleunigungs-Geschwindigkeitsübergang | 53 |
| C.2.4 | Oberer Übergang..... | 54 |
| C.2.5 | Gesamte Frequenzbewertung | 54 |

| | | |
|--|--|-----------|
| C.2.6 | Verringerung der Obergrenze des Frequenzbereichs in vertikaler Richtung..... | 54 |
| C.3 | Toleranzen..... | 54 |
| C.4 | Diagramme..... | 56 |
| Anhang D (informativ) Spezifizierung der Fahrzeugeigenschaften bezüglich des Fahrkomforts..... | | 59 |
| D.1 | Allgemeines..... | 59 |
| D.2 | Kenntnis der Strecke für die Komfortbewertung..... | 59 |
| D.3 | Gleisbedingungen..... | 59 |
| D.4 | Spezifikation von Fahrzeugbedingungen..... | 60 |
| D.5 | Allgemeine Spezifikation..... | 60 |
| Anhang E (normativ) Fahrzeugbeurteilung bezüglich des Fahrkomforts..... | | 61 |
| E.1 | Allgemeines..... | 61 |
| E.2 | Gleislagequalität..... | 61 |
| E.3 | Prüfbedingungen..... | 62 |
| E.3.1 | Auswahl der Messabschnitte und Auswerteabschnitte..... | 62 |
| E.3.2 | Prüfgeschwindigkeit..... | 62 |
| E.3.3 | Rad-Schiene-Kontaktgeometrie..... | 62 |
| E.3.4 | Fahrzeugzustand..... | 63 |
| E.4 | Akzeptable Abweichungen vom Verfahren zur Auswertung für kontinuierlichen Komfort oder mittleren Komfort..... | 63 |
| E.5 | Prüfbericht..... | 65 |
| Anhang F (informativ) Darstellung des Prüfberichts..... | | 66 |
| F.1 | Allgemeines..... | 66 |
| F.2 | Versuchsziel..... | 66 |
| F.3 | Versuchsausführer..... | 66 |
| F.4 | Quellenangaben..... | 66 |
| F.5 | Versuchsbedingungen..... | 66 |
| F.5.1 | Allgemeine Angaben..... | 66 |
| F.5.2 | Fahrzeug..... | 66 |
| F.5.3 | Sitz (bei vollständigem Verfahren für mittleren Komfort)..... | 67 |
| F.5.4 | Sitzbenutzer (bei vollständigem Verfahren für mittleren Komfort)..... | 67 |
| F.5.5 | Gleis..... | 67 |
| F.5.6 | Geschwindigkeitsprofil..... | 67 |
| F.5.7 | Versuchsordnung..... | 67 |
| F.6 | Messung und Datenverarbeitung..... | 68 |
| F.6.1 | Messung..... | 68 |
| F.6.2 | Datenverarbeitung..... | 68 |
| F.6.3 | Abweichungen..... | 68 |
| F.7 | Bericht für mittleren Komfort und für kontinuierlichen Komfort..... | 68 |
| F.7.1 | Allgemeines..... | 68 |
| F.7.2 | Zeitreihen..... | 68 |
| F.7.3 | Statistische Ergebnisse..... | 68 |
| F.7.4 | Komfortauswertung..... | 69 |
| F.7.5 | Spektralanalyse..... | 69 |
| F.8 | Bericht für Komfort in Übergangsbögen..... | 73 |
| F.9 | Bericht für Komfort bei diskreten Ereignissen..... | 73 |
| Anhang G (informativ) Anleitung für die Anwendung direkter Versuche..... | | 76 |
| Anhang H (informativ) Ablaufplan für die Berechnung von RMS-Werten aus gemessenen (oder simulierten) Beschleunigungszeitreihen..... | | 77 |
| Anhang I (informativ) Bestimmende Größen..... | | 79 |
| Anhang J (informativ) Hinweise zur Verwendung von Simulationen..... | | 82 |
| J.1 | Allgemeines..... | 82 |
| J.2 | Nutzen..... | 82 |
| J.3 | Anwendungen..... | 82 |
| J.4 | Genauigkeit und Einschränkungen..... | 83 |

| | | |
|--|--|----|
| J.5 | Stand der Technik bei Schienenfahrzeug-ENs | 83 |
| Anhang K (informativ) Gesamtfahrzeugwert für die mittlere Komfortkenngröße | | 85 |
| K.1 | Definition des Gesamtfahrzeugwertes | 85 |
| K.2 | Einfaches Beispiel | 85 |
| K.3 | Größtmögliche Vereinfachung..... | 86 |
| K.4 | Fahrzeugbezogene Vereinfachung | 87 |
| K.5 | Auswerteabschnittorientierte Vereinfachung..... | 88 |
| K.6 | Verteilung des Fahrkomforts | 88 |
| K.7 | Kombinationen von Vereinfachungen..... | 88 |
| K.8 | Vollständige Analyse | 88 |
| K.9 | Anwendung der NMV-Komfortindex-Skala..... | 88 |
| Literaturhinweise | | 89 |

Bilder

| | | |
|----------|--|----|
| Bild 1 | — Lage der Messpunkte; doppelstöckige und einstöckige Reisezugwagen | 28 |
| Bild 2 | — Relevante Zeitspannen t_{ci} beim Bogenübergang..... | 35 |
| Bild 3 | — Interpretation der Benennungen \bar{y}_{smax} und y_{1smax} in der PCT -Gleichung | 36 |
| Bild 4 | — Interpretation der Benennung ϕ_{1smax} in der PCT -Gleichung | 36 |
| Bild 5 | — Darstellung der Berechnung eines gleitenden PCT | 39 |
| Bild 6 | — Interpretation von \bar{y}_{2st} und \bar{y}_{PPt} bei der Berechnung von PDE | 42 |
| Bild A.1 | — Lokales Bezugssystem für einen Fahrzeugaufbau..... | 46 |
| Bild A.2 | — Lokale Bezugssysteme für eine sitzende Person..... | 47 |
| Bild A.3 | — Lokales Bezugssystem für eine stehende Person..... | 47 |
| Bild B.1 | — Sitzschalen-Messvorrichtung (für y- und z-Richtung)..... | 50 |
| Bild B.2 | — Sitzschalen-Messvorrichtung | 50 |
| Bild B.3 | — Sitzrückenlehnen-Messvorrichtung | 51 |
| Bild C.1 | — Toleranzen für W_b | 55 |
| Bild C.2 | — Toleranzen für W_c | 55 |
| Bild C.3 | — Toleranzen für W_d | 56 |
| Bild C.4 | — Toleranzen für W_p | 56 |
| Bild C.5 | — Größen der 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 | 57 |
| 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 | 58 |

| | |
|--|----|
| Bild C.8 — Größen der Frequenzbewertung W_p für Querschleunigung für PCT und PDE und für Rollgeschwindigkeit für PCT -Auswertung..... | 58 |
| Bild E.1 — Beispiel für die Positionen der Beschleunigungssensoren in Doppelstockfahrzeugen..... | 64 |
| Bild E.2 — Beispiel für die Positionen der Beschleunigungssensoren in einstöckigen Fahrzeugen | 65 |
| Bild F.1 — Kontinuierlicher Komfort — Erfassung von Fünf-Minuten-Auswerteabschnitten..... | 71 |
| Bild F.2 — Beispiel für kontinuierlichen Komfort und statistische Verteilung für einen Fünf-Minuten-Zeitabschnitt..... | 72 |
| Bild F.3 — Beispiel der gewichteten (dicke Linie) und ungewichteten (dünne Linie) spektralen Leistungsdichte für die Beschleunigung am Fußboden in x-, y- und z-Richtung (Dauer: 307,2 s / Abtastrate: 400 Hz / FFT: 2 048 Punkte) | 72 |
| Bild F.4 — Beispiel für Zeitreihen zur P_{DE} -Auswertung..... | 75 |
| Bild K.1 — 6-Wagen-Einheit | 85 |
| Bild K.2 — 6-Wagen-Gelenkfahrzeug | 85 |
| | |
| Tabellen | |
| Tabelle 1 — Symbole und Einheiten — Teil 1..... | 17 |
| Tabelle 2 — Symbole und Einheiten — Teil 2..... | 18 |
| Tabelle 3 — In diesem Dokument berücksichtigte Elemente..... | 21 |
| Tabelle 4 — Bewegungsgrößen und Messstelle zur Bewertung des Fahrkomforts..... | 23 |
| Tabelle 5 — Vorgaben für verschiedene Komfortkenngrößen zur Bewertung des Fahrkomforts und darauf bezogener Fahrzeugbeurteilungen | 23 |
| Tabelle 6 — Anleitung zum Gebrauch der verschiedenen Komfortkenngrößen für andere Anwendungen..... | 24 |
| Tabelle 7 — Konstanten für Komfortkenngröße PCT | 37 |
| Tabelle 8 — Konstanten für Komfortkenngröße PDE | 43 |
| Tabelle 9 — Bewertungsmaßstab für die Komfortkenngröße NMV | 44 |
| Tabelle 10 — Maßstab für die Komfortkenngrößen CC_y und CC_z | 44 |
| Tabelle B.1 — Frequenzbereich für die globale Übertragungsfunktion..... | 48 |
| Tabelle C.1 — Gewichtungskurven..... | 52 |
| Tabelle C.2 — Parameter und Übertragungsfunktionen der Frequenzbewertungen | 52 |
| Tabelle I.1 — Bestimmende Größen für den mittleren Komfort..... | 79 |
| Tabelle I.2 — Bestimmende Größen für den Komfort in Übergangsbögen und für den Komfort bei diskreten Ereignissen | 81 |

| | |
|---|-----------|
| Tabelle K.1 — Beispiele für NMVs an 5 Auswerteabschnitten für jeden Messpunkt..... | 86 |
| Tabelle K.2 — Beispiel für die fahrzeugbezogene Vereinfachung | 87 |
| Tabelle K.3 — Beispiel für eine Auswerteabschnittsorientierte Vereinfachung | 88 |