

DIN EN 14067-4

ICS 45.060.01

Einsprüche bis 2011-10-15
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14067-4:2009-08

Entwurf**Bahnanwendungen –
Aerodynamik –****Teil 4: Anforderungen und Prüfverfahren für Aerodynamik auf offener
Strecke;****Deutsche Fassung prEN 14067-4:2011**

Railway applications –

Aerodynamics –

Part 4: Requirements and test procedures for aerodynamics on open track;

German version prEN 14067-4:2011

Applications ferroviaires –

Aérodynamique –

Partie 4: Exigences et procédures d'essai pour l'aérodynamique à l'air libre;

Version allemande prEN 14067-4:2011

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-08-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an fsf@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN (Hausanschrift: Panoramaweg 1, 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 44 Seiten

Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14067-4:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-05 AA „Aerodynamik und aerodynamische Sondereffekte“ im Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) im DIN.

Dieses Dokument beruht auf der Grundlage einer englischen Referenzfassung.

Für die in diesem Dokument zitierte Internationale Norm wird im Folgenden auf die entsprechende Deutsche Norm hingewiesen:

ISO 8756 siehe DIN ISO 8756

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14067-4:2009-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) das Leitkriterium bei der Strukturierung der Norm sind nicht mehr die aerodynamischen Phänomene Druckänderung und Strömungsgeschwindigkeit bei der Vorbeifahrt des Zuges, sondern ihre Begrenzung für Fahrzeuge und Infrastruktur;
- b) die zulässigen Höchstwerte für Druckänderung und Strömungsgeschwindigkeit wurden aus den Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität des transeuropäischen Eisenbahnsystems in die Norm übernommen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 8756, *Luftbeschaffenheit — Handhabung von Temperatur-, Druck- und Feuchtedaten*

Bahnanwendungen — Aerodynamik — Teil 4: Anforderungen und Prüfverfahren für Aerodynamik auf offener Strecke

Applications ferroviaires — Aérodynamique — Partie 4 : Exigences et procédures d'essai pour l'aérodynamique à l'air libre

Railway applications — Aerodynamics — Part 4: Requirements and test procedures for aerodynamics on open track

ICS:

Deskriptoren

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

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung.....	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen.....	4
3 Begriffe	4
4 Anforderungen an interoperable Lokomotiven und Personenfahrzeuge	7
4.1 Begrenzung von Druckänderungen neben dem Gleis	7
4.1.1 Allgemeines	7
4.1.2 Anforderungen	8
4.1.3 Voller Konformitätsnachweis	9
4.1.4 Vereinfachter Konformitätsnachweis	9
4.2 Begrenzung von Strömungseffekten neben dem Gleis	10
4.2.1 Allgemeines	10
4.2.2 Anforderungen	11
4.2.3 Voller Konformitätsnachweis	12
4.2.4 Vereinfachter Konformitätsnachweis	12
4.3 Begrenzung von Drucklasten im Gleisbett	13
4.4 Begrenzung von Strömungseffekten im Gleisbett	13
5 Anforderungen an interoperable Güterwagen	13
6 Anforderungen an interoperable Infrastruktur	14
6.1 Zugverursachte Drucklasten auf ebene vertikale Strukturen parallel zum Gleis	14
6.1.1 Allgemeines	14
6.1.2 Anforderungen	14
6.1.3 Konformitätsnachweis	14
6.2 Zugverursachte Strömungsgeschwindigkeiten an Infrastruktur-Komponenten neben dem Gleis	14
6.3 Zugverursachte Drucklasten auf ebene horizontale Strukturen im Gleisbett	14
6.4 Zugverursachte Strömungsgeschwindigkeiten an Infrastruktur-Komponenten im Gleisbett.....	14
7 Prüf- und Nachweisverfahren.....	15
7.1 Bewertung von zugverursachten Druckänderungen neben dem Gleis	15
7.1.1 Allgemeines	15
7.1.2 Druckänderungen im ungestörten Druckfeld (Referenzfall)	17
7.1.3 Druckänderungen auf gleisparallelen Flächen.....	24
7.1.4 Windeinfluss auf die zugverursachten Belastungen	31
7.2 Bewertung von zugverursachten Luftströmungen neben dem Gleis	31
7.2.1 Allgemeines	31
7.2.2 Strömungseffekte auf Personen in Gleisnähe (Referenzfälle)	32
7.2.3 Strömungseffekte auf Objekte neben dem Gleis.....	34
7.3 Bewertung von zugverursachten Drucklasten im Gleisbett	35
7.4 Bewertung von zugverursachten Luftströmungen im Gleisbett	35
7.5 Bewertung des Laufwiderstands	35
7.5.1 Allgemeines	35
7.5.2 Versuche im 1:1-Maßstab	36
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2008/57/EG	39
Literaturhinweise	42

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14067-4:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Dieses Dokument ersetzt EN 14067-4:2005+A1:2009.

EN 14067-2 wurde in dieses Dokument integriert, und EN 14067-4 wurde neu strukturiert und ergänzt, um die Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität des transeuropäischen Eisenbahnsystems [2 bis 4] zu unterstützen.

EN 14067 *Bahnanwendungen — Aerodynamik* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Formelzeichen und Einheiten*
- *Teil 2: Aerodynamik auf offener Strecke*
- *Teil 3: Aerodynamik im Tunnel*
- *Teil 4: Anforderungen und Prüfverfahren für Aerodynamik auf offener Strecke*
- *Teil 5: Anforderungen und Prüfverfahren für Aerodynamik im Tunnel*
- *Teil 6: Anforderungen und Prüfverfahren zur Bewertung von Seitenwind*

Einleitung

Züge auf offener Strecke verursachen aerodynamische Belastungen an Personen und Objekten, an denen sie vorbeifahren. Wenn Züge anderen Zügen begegnen, sind sie selbst ebenfalls aerodynamischen Belastungen ausgesetzt. Die zugverursachten Belastungen von Personen und Objekten in Gleisnähe sowie von Zügen bei Zugbegegnungen sind wichtige Schnittstellenparameter zwischen den Teilsystemen Fahrzeuge, Infrastruktur und Betrieb; daher sind sie bei der Spezifikation des transeuropäischen Eisenbahnsystems auf dem Verordnungsweg geregelt.

Züge müssen bei der Fahrt auf offener Strecke einen Laufwiderstand überwinden, der großen Einfluss auf die benötigte Antriebsleistung, erreichbare Geschwindigkeit, Fahrzeit und den Energieverbrauch hat. Daher ist der Laufwiderstand häufig Gegenstand vertraglicher Vereinbarungen und erfordert genormte Prüf- und Bewertungsverfahren.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm behandelt Anforderungen und Prüfverfahren für Aerodynamik auf offener Strecke. Im Rahmen dieser Norm werden die Themen aerodynamische Belastungen und Laufwiderstand angesprochen, während das Thema Seitenwind in EN 14067-6 behandelt wird.

Diese Europäische Norm gilt für die Belange von Fahrzeugen und Infrastruktur. Sie gilt für den Eisenbahnbetrieb mit den Standardbegrenzungslinien nach EN 15273. Der methodologische Ansatz der vorgestellten Prüfverfahren kann vermutlich für andere Begrenzungslinien angepasst werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 1991-2, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken*

EN 1991-1-4, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*

EN 15273 (alle Teile), *Bahnanwendungen — Begrenzungslinien*

EN 15663, *Bahnanwendungen — Fahrzeugmassedefinitionen*

prEN 16272-2-1, *Bahnanwendungen — Oberbau — Schallschutzwände — Teil 2-1: Anforderungen an die mechanische Leistung und Stabilität bei dynamischen Belastungen durch Zugvorbeifahrten — Vereinfachtes Berechnungsverfahren¹⁾*

ISO 8756, *Air quality — Handling of temperature, pressure and humidity data*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert

Unterschiedsbetrag zwischen größtem und kleinstem Druckwert für den entsprechenden Lastfall

3.2

Vorbeifahrt des Zugkopfs

(zugverursachte aerodynamische Belastungen auf offener Strecke)

Vorbeifahrt des vorderen Endes vom führenden Fahrzeug, die für die Erzeugung des charakteristischen Druckanstiegs und -abfalls neben und im Gleis verantwortlich ist

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Einheit	Bedeutung	Erläuterung oder Bemerkung
<i>b</i>	m	Referenzlänge	Zugbreite
<i>c</i>	m/s	Schallgeschwindigkeit	

1) Entwurf in Vorbereitung.

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Einheit	Bedeutung	Erläuterung oder Bemerkung
C_F	–	aerodynamischer Beiwert	
C_{p1}	–	aerodynamischer Beiwert, der vom Abstand Y zur Gleisachse abhängt	
C_{p2}	–	aerodynamischer Beiwert, der vom Abstand Y zur Gleisachse abhängt	
C_{p3}	–	aerodynamischer Beiwert	
C_U	–	Beiwert der Strömungsgeschwindigkeit	
C_1	–	Rollwiderstand	
$C_2 v_{tr}$	–	Impulswiderstand, der durch die Kühlluft der Lokomotiven und die Klimatisierung der Wagen verursacht wird	
$C_3 v_{tr}^2$	–	aerodynamischer Widerstand in der Laufwiderstandsformel	
$d t$	s	zeitliche Änderung	
$d v_{tr}$	m/s	Änderung der Zuggeschwindigkeit	
$d x$	m	örtliche Änderung	
F	N	Strömungsbelastung eines Objekts, Maximalwert der Kraft während der Vorbeifahrt	
g	m/s ²	Erdbeschleunigung	
h	m	Höhe über SO	
i	‰	Streckengefälle	
k	–	Berücksichtigung der kinetischen Energie der rotierenden Massen	
k_1	–	Formbeiwert des Zuges	
k_2	–	Formbeiwert des Zuges	
k_3	–	Formbeiwert des Zuges	
L_n	m	Kopflänge	
m	kg	Masse des Zuges	normale Zuladung im Betrieb nach EN 15663
p_{max}	Pa	Höchstdruck	
p_{min}	Pa	Mindestdruck	
p_{1k}	Pa	Wert der Flächenlasten	
p_{2k}	Pa	Wert der Flächenlasten	
p_{3k}	Pa	Wert der Flächenlasten	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Einheit	Bedeutung	Erläuterung oder Bemerkung
r	m	Bogenradius	
$Re_{\max}$	–	maximale Reynolds-Zahl	
R_1	N	Laufwiderstand	fahrzeugseitig
R_2	N	Laufwiderstand	infrastrukturseitig
S	m ²	Seitenfläche	
t	s	Zeit	
U	m/s	verursachte Strömungsgeschwindigkeit	
$\bar{U}$	m/s	Mittelwert aller gemessenen Maximalwerte U_i	
U_i	m/s	maximale horizontale Luftströmung während der i-ten Vorbeifahrt	
$U_{\max}$	m/s	Maximalwert von U	= $U_{95\%}$
$U_{m,i}$	m/s	während der i-ten Vorbeifahrt gemessene maximale horizontale Luftströmung	
$U_{2\sigma}$	m/s	obere Grenze des 2 σ -Intervalls der maximalen horizontalen Luftströmung	
$U_{95\%}$	m/s	maximale horizontale Luftströmung	charakteristische Luftströmung
$U_{95\%,\max}$	m/s	maximal zulässige horizontale Luftströmung	zulässige charakteristische Luftströmung
v_{tr}	m/s	Zuggeschwindigkeit	
$v_{tr,c}$	m/s	Geschwindigkeit des Originalzugs	
$v_{tr,i}$	m/s	Zuggeschwindigkeit während der i-ten Vorbeifahrt	
$v_{tr,m,i}$	m/s	während der i-ten Vorbeifahrt gemessene Zuggeschwindigkeit	
$v_{w,x,i}$	m/s	Windgeschwindigkeitskomponente in x-Richtung während der i-ten Vorbeifahrt	
y^+	–	dimensionsloser Wandabstand	
Y	m	seitlicher Abstand zur Gleisachse	
$Y_{\min}$	m	kleinster seitlicher Abstand zur Gleisachse	
$Y_{\max}$	m	größter seitlicher Abstand zur Gleisachse	
Y_s	m	seitlicher Abstand zur Gleisachse	
γ	m/s ²	gemessene Beschleunigung des Zuges während der Auslaufversuche	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Einheit	Bedeutung	Erläuterung oder Bemerkung
$\Delta C_{p,2\sigma}$	–	Beiwert der Druckänderung	obere Grenze des 2 σ -Intervalls der Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert
ΔC_p	–	Beiwert der Druckänderung	
Δp	Pa	Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert	
$\overline{\Delta p}$	Pa	Mittelwert aller Einzelmessungen Δp_i	
$\Delta p_{2\sigma}$	Pa	obere Grenze des 2 σ -Intervalls der Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert	
$\Delta p_{95\%}$	Pa	größte Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert	charakteristische Druckänderung
$\Delta p_{95\%,\max}$	Pa	größte zulässige Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert	zulässige charakteristische Druckänderung
Δp_i	Pa	größte Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert der i-ten Vorbeifahrt	
$\Delta p_{m,i}$	Pa	größte gemessene Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert der i-ten Vorbeifahrt	
Δt	s	charakteristisches Zeitintervall	Zeitspanne für die Vorbeifahrt eines Zugkopfs, Zeit zwischen Druckspitzen
$\sum R_i$	N	Summe aller Laufwiderstandskräfte	
ρ	kg/m ³	Luftsdichte	
ρ_0	kg/m ³	Normalluftsdichte	$\rho_0 = 1,225 \text{ kg/m}^3$
σ	–	Standardabweichung	

4 Anforderungen an interoperable Lokomotiven und Personenfahrzeuge

4.1 Begrenzung von Druckänderungen neben dem Gleis

4.1.1 Allgemeines

Ein vorbeifahrender Zug erzeugt ein sich änderndes Druckfeld neben dem Gleis, das auf Objekte wie in Gegenrichtung vorbeifahrende Züge, Lärmschutzwände, Bahnsteigaufbauten usw. wirkt. Zur eindeutigen Definition der Schnittstelle zwischen den Teilsystemen Fahrzeuge und Infrastruktur müssen die zugverursachten aerodynamischen Drucklasten neben dem Gleis bekannt sein und begrenzt werden.

Zur Beschreibung und Begrenzung der zugverursachten aerodynamischen Drucklasten neben dem Gleis wird ein Referenzfall für die Fahrzeugbewertung festgelegt.

4.1.2 Anforderungen

4.1.2.1 Referenzfall

Bei den Standardbegrenzungslinien GA, GB, GC nach EN 15273 und nicht-vorhandenen anderen Objekten wird das ungestörte Druckfeld, das durch einen vorbeifahrenden Zug an einer 2,50 m von der Gleismitte entfernten Stelle auf geradem Gleis mit Regelbettungsquerschnitt verursacht wird, als Referenzfall bezeichnet. Der vertikale Abstand zwischen SO und dem angrenzenden Boden darf 1,00 m nicht überschreiten.

Die auftretenden Druckänderungen werden durch die obere Grenze des 95 %-Vertrauensintervalls für die größte Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert beschrieben. Die größte Differenz zwischen Maximal- und Minimalwert $\Delta p_{95\%,\max}$ bezieht sich auf die größte Druckänderung im entsprechenden Lastzyklus, die während der Vorbeifahrt des Zugkopfes auftritt.

4.1.2.2 Nicht-trennbare oder vordefinierte Zugverbände

Ein nicht-trennbarer oder vordefinierter Zugverband, der mit Referenzgeschwindigkeit im Freien fährt, darf während der Vorbeifahrt des vorderen Endes vom führenden Fahrzeug keine größte Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert verursachen, die zur Überschreitung des in Tabelle 2 aufgeführten Wertes $\Delta p_{95\%,\max}$ in einem Höhenbereich von 1,50 m bis 3,30 m über SO führt. Bei nicht-identischen Endwagen gilt die Anforderung für jede mögliche Fahrtrichtung.

ANMERKUNG Die Bezeichnung „vorderes Ende vom führenden Fahrzeugs“ ist eine Präzisierung des Begriffs „Zugkopf“.

Tabelle 2 — Größte zulässige Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert $\Delta p_{95\%,\max}$ bei nicht-trennbaren oder vordefinierten Zugverbänden abhängig von der Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung

Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung	Zulässige Druckänderung $\Delta p_{95\%,\max}$ bei Referenzgeschwindigkeit	Referenzgeschwindigkeit
$v_{tr} \leq 160$ km/h	Keine Anforderung	
$160 \text{ km/h} < v_{tr} < 250$ km/h	$\Delta p_{95\%,\max} = 720$ Pa	Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung
$250 \text{ km/h} \leq v_{tr}$	$\Delta p_{95\%,\max} = 795$ Pa	250 km/h

4.1.2.3 Einzelfahrzeuge mit Führerraum

Einzelfahrzeuge mit Führerraum, die als führendes Fahrzeug mit Referenzgeschwindigkeit im Freien fahren, dürfen im Zusammenhang mit der Vorbeifahrt des vorderen Endes vom führenden Fahrzeug keine größte Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert verursachen, die zur Überschreitung des in Tabelle 3 aufgeführten Wertes $\Delta p_{95\%,\max}$ in einem Höhenbereich von 1,50 m bis 3,30 m über SO führt. Bei Einzelfahrzeugen, die in beide Richtungen als führendes Fahrzeug eingesetzt werden können, gilt die Anforderung für jede mögliche Fahrtrichtung.

Tabelle 3 — Größte zulässige Differenz der Druckänderung zwischen Maximal- und Minimalwert $\Delta p_{95\%,\max}$ bei Einzelfahrzeugen mit Führerraum abhängig von der Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung

Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung	Zulässige Druckänderung $\Delta p_{95\%,\max}$ bei Referenzgeschwindigkeit	Referenzgeschwindigkeit
$v_{tr} \leq 160 \text{ km/h}$	Keine Anforderung	
$160 \text{ km/h} < v_{tr} < 250 \text{ km/h}$	$\Delta p_{95\%,\max} = 720 \text{ Pa}$	Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung
$250 \text{ km/h} \leq v_{tr}$	$\Delta p_{95\%,\max} = 795 \text{ Pa}$	250 km/h

4.1.2.4 Andere Personenfahrzeuge

Für Personenfahrzeuge, die nicht unter 4.1.2.2 oder 4.1.2.3 fallen, gibt es keine Anforderungen.

4.1.3 Voller Konformitätsnachweis

Ein voller Konformitätsnachweis für interoperable Fahrzeuge ist nach Tabelle 4 durchzuführen.

Tabelle 4 — Anwendbare Verfahren für den vollen Konformitätsnachweis von Fahrzeugen

Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung	Verfahren
$v_{tr} \leq 160 \text{ km/h}$	Kein Nachweis erforderlich
$160 \text{ km/h} < v_{tr} < 190 \text{ km/h}$	Nachweis durch – Versuche im 1:1-Maßstab nach 7.1.2.1 <u>oder</u> – Versuche im reduzierten Maßstab mit bewegten Modellen nach 7.1.2.2 <u>oder</u> – CFD-Simulationen nach 7.1.2.4
$190 \text{ km/h} \leq v_{tr}$	Nachweis durch Versuche im 1:1-Maßstab nach 7.1.2.1

4.1.4 Vereinfachter Konformitätsnachweis

Ein vereinfachter Konformitätsnachweis darf für Fahrzeuge durchgeführt werden, deren Auslegung im Vergleich zu Fahrzeugen, für die ein voller Konformitätsnachweis bereits vorliegt, geringfügig geändert wurde.

Bezüglich Druckänderungen neben dem Gleis sind die einzigen relevanten Unterschiede in der Auslegung Unterschiede in der Außengeometrie und in der Auslegungsgeschwindigkeit.

Der vereinfachte Konformitätsnachweis erfolgt entweder

- in Form einer Erklärung, dass die Auslegungsunterschiede keinen Einfluss auf die Druckänderungen neben dem Gleis haben; oder
- in Form einer vergleichenden Auswertung der Auslegungsunterschiede zum Fahrzeug, für das ein voller Konformitätsnachweis bereits vorliegt.

Wenn ein vereinfachter Konformitätsnachweis für interoperable Fahrzeuge durchgeführt wird, ist er nach Tabelle 5 vorzunehmen.

Tabelle 5 — Anwendbare Verfahren und Anforderungen für den vereinfachten Konformitätsnachweis von Fahrzeugen

Auslegungsunterschiede	Verfahren und Anforderungen
Unterschiede in der Außengeometrie ausschließlich an – Stellen, die sich stromabwärts von dem Ort befinden, an dem der größte Querschnitt erreicht wird – dem inneren Bereich des Zugunterbodens	Dokumentation der Unterschiede und Bezug auf vorliegenden vollen Konformitätsnachweis
Andere geringe Unterschiede in der Außengeometrie	Dokumentation der Unterschiede und Bezug auf vorliegenden vollen Konformitätsnachweis Bewertung des relativen Effekts von Unterschieden durch – Versuche im reduzierten Maßstab mit bewegten Modellen nach 7.1.2.2 – CFD-Simulationen nach 7.1.2.4 Nachweis und Dokumentation, dass (i) der Unterschied keine Änderungen von $\Delta p_{95\%}$ von mehr als $\pm 10\%$ zur Folge hat und (ii) dass die neue Auslegung, die untersucht wird, die in 4.1.2 aufgeführten Anforderungen (auf der Grundlage des ursprünglichen Wertes aus dem vollen Nachweis und des festgestellten relativen Unterschieds) noch erfüllt
Geringere Auslegungsgeschwindigkeit	Dokumentation der Unterschiede und Bezug auf vorliegenden vollen Konformitätsnachweis Nachweis und Dokumentation auf der Grundlage einer Analyse von ΔC_p , dass die neue Auslegung, die untersucht wird, die in 4.1.2 aufgeführten Anforderungen noch erfüllt
Höhere Auslegungsgeschwindigkeit – weniger als 10 % bei einem Zug mit ursprünglicher Auslegungsgeschwindigkeit von < 250 km/h – bei einem Zug mit ursprünglicher Auslegungsgeschwindigkeit von ≥ 250 km/h	Dokumentation der Unterschiede und Bezug auf vorliegenden vollen Konformitätsnachweis Nachweis und Dokumentation auf der Grundlage einer Analyse von ΔC_p , dass die neue Auslegung, die untersucht wird, die in 4.1.2 aufgeführten Anforderungen noch erfüllt

4.2 Begrenzung von Strömungseffekten neben dem Gleis

4.2.1 Allgemeines

Ein vorbeifahrender Zug erzeugt ein sich änderndes Strömungsfeld neben dem Gleis, das auf Personen und Objekte neben dem Gleisbett und auf Bahnsteigen, an denen er vorbeifährt, wirkt. Zur eindeutigen Definition der Schnittstelle zwischen den Teilsystemen Fahrzeuge und Infrastruktur müssen die zugverursachten Strömungseffekte neben dem Gleis bekannt sein und begrenzt werden.

Zur Beschreibung und Begrenzung der zugverursachten Strömungseffekte neben dem Gleis werden zwei Referenzfälle für die Fahrzeugbewertung festgelegt.

4.2.2 Anforderungen

4.2.2.1 Referenzfälle

Bei den Standardbegrenzungslinien GA, GB, GC nach EN 15273 sind die Referenzfälle wie folgt:

- Fall 1: das ungestörte Strömungsfeld, das bei nicht-vorhandenen anderen Objekten durch einen vorbeifahrenden Zug an einer 3 m von der Gleismitte entfernten Stelle auf geradem Gleis mit Regelbettungsquerschnitt verursacht wird. Der vertikale Abstand zwischen SO und dem angrenzenden Boden muss in dem Bereich von 0,50 m bis 1,00 m liegen.
- Fall 2: das ungestörte Strömungsfeld, das bei nicht-vorhandenen anderen Objekten auf einem Bahnsteig durch einen vorbeifahrenden Zug an einer 3 m von der Gleismitte entfernten Stelle auf geradem Gleis verursacht wird. Der Nachweis ist entweder auf einem Bahnsteig der Höhe von 240 mm über SO oder niedriger, falls vorhanden, zu führen; oder der Nachweisführende muss die niedrigste Bahnsteighöhe, an der der Zug vorbeifährt, für die Nachweisführung bestimmen.

Die auftretenden Luftströmungen werden durch die obere Grenze des 95 %-Vertrauensintervalls für die größte horizontale Strömungsgeschwindigkeit beschrieben. Die größte horizontale Strömungsgeschwindigkeit $U_{95\%}$ bezieht sich auf die gesamte Vorbeifahrt des Zuges und seine Nachlaufeffekte.

4.2.2.2 Nicht-trennbare oder vordefinierte Zugverbände

Ein nicht-trennbarer oder vordefinierter Zugverband voller Länge, der mit Referenzgeschwindigkeit auf geradem Gleis mit Regelbettungsquerschnitt im Freien fährt, darf während der Vorbeifahrt des gesamten Zuges einschließlich Nachlaufeffekte keine größte horizontale Strömungsgeschwindigkeit verursachen, die zur Überschreitung des in Tabelle 6 aufgeführten Wertes $U_{95\%,\max}$ in einer Höhe von 0,20 m über SO führt. Bei nicht-symmetrischen Zugverbänden gilt die Anforderung für jede mögliche Fahrtrichtung.

Tabelle 6 — Größte zulässige horizontale Strömungsgeschwindigkeit $U_{95\%,\max}$ bei nicht-trennbaren oder vordefinierten Zugverbänden abhängig von der Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung für Fall 1

Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung	Zulässige horizontale Strömungsgeschwindigkeit $U_{95\%,\max}$ bei Referenzgeschwindigkeit	Referenzgeschwindigkeit
$v_{tr} \leq 160 \text{ km/h}$	Keine Anforderung	
$160 \text{ km/h} < v_{tr} < 250 \text{ km/h}$	$U_{95\%,\max} = 20 \text{ m/s}$	Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung
$250 \text{ km/h} \leq v_{tr}$	$U_{95\%,\max} = 22 \text{ m/s}$	300 km/h oder, falls geringer, bei Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung

Ein nicht-trennbarer oder vordefinierter Zugverband voller Länge, der mit Referenzgeschwindigkeit an einem Bahnsteig im Freien vorbeifährt, darf während der Vorbeifahrt des gesamten Zuges einschließlich Nachlaufeffekte keine größte horizontale Strömungsgeschwindigkeit verursachen, die zur Überschreitung des in Tabelle 7 aufgeführten Wertes $U_{95\%,\max}$ in einer Höhe von 1,20 m über dem Bahnsteig führt. Bei nicht-symmetrischen Zugverbänden gilt die Anforderung für jede mögliche Fahrtrichtung.

Tabelle 7 — Größte zulässige horizontale Strömungsgeschwindigkeit $U_{95\%,\max}$ bei nicht-trennbaren oder vordefinierten Zugverbänden abhängig von der Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung für Fall 2

Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung	Zulässige horizontale Strömungsgeschwindigkeit $U_{95\%,\max}$ bei Referenzgeschwindigkeit	Referenzgeschwindigkeit
$v_{tr} \leq 160 \text{ km/h}$	Keine Anforderung	
$160 \text{ km/h} \leq v_{tr}$	$U_{95\%,\max} = 15,5 \text{ m/s}$	200 km/h oder, falls geringer, bei Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung

4.2.2.3 Einzelfahrzeuge mit Führerraum

Offener Punkt auf europäischer Ebene. / Unterliegt nationalen Regelungen.

4.2.2.4 Andere Personenfahrzeuge

Offener Punkt auf europäischer Ebene. / Unterliegt nationalen Regelungen.

4.2.3 Voller Konformitätsnachweis

Ein voller Konformitätsnachweis für Fahrzeuge ist nach Tabelle 8 durchzuführen.

Tabelle 8 — Anwendbare Verfahren für den vollen Konformitätsnachweis von Fahrzeugen

Höchstgeschwindigkeit gemäß Auslegung	Verfahren
$v_{tr} \leq 160 \text{ km/h}$	Kein Nachweis erforderlich
$160 \text{ km/h} \leq v_{tr}$	Nachweis durch Versuche im 1:1-Maßstab nach 7.1.2.1

4.2.4 Vereinfachter Konformitätsnachweis

Ein vereinfachter Konformitätsnachweis darf für Fahrzeuge durchgeführt werden, deren Auslegung im Vergleich zu Fahrzeugen, für die ein voller Konformitätsnachweis bereits vorliegt, geringfügig geändert wurde.

Bezüglich der horizontalen Strömungsgeschwindigkeiten neben dem Gleis sind die einzigen relevanten Unterschiede in der Auslegung Unterschiede in der Außengeometrie und in der Auslegungsgeschwindigkeit.

Der vereinfachte Konformitätsnachweis erfolgt entweder

- in Form einer Erklärung, dass die Auslegungsunterschiede keinen Einfluss auf die horizontalen Strömungsgeschwindigkeiten neben dem Gleis haben; oder
- in Form einer vergleichenden Auswertung der Auslegungsunterschiede zum Fahrzeug, für das ein voller Konformitätsnachweis bereits vorliegt.