DIN EN 14067-5:2023-03 (D)

Bahnanwendungen - Aerodynamik - Teil 5: Anforderungen und Prüfverfahren für Aerodynamik im Tunnel; Deutsche Fassung EN 14067-5:2021 + AC:2023

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 5

1 Anwendungsbereich 6

2 Normative Verweisungen 6

3 Begriffe 6

4 Symbole und Abkürzungen 8

5 Anforderungen an Lokomotiven und Personenfahrzeuge 14
5.1 Begrenzung der Druckänderung im Tunnel 14
5.1.1 Allgemeines 14
5.1.2 Anforderungen 14
5.1.3 Vollständige Konformitätsbewertung 15
5.1.4 Vereinfachte Konformitätsbewertung 16
5.2 Begrenzung des Druckgradienten bei Einfahrt in den Tunnel (hinsichtlich Erzeugung von Mikrodruckwellen) 18
5.2.1 Allgemeines 18
5.2.2 Anforderungen 18
5.2.3 Vereinfachte Konformitätsbewertung 20
5.3 Festigkeit gegenüber aerodynamischen Lasten 21
5.3.1 Allgemeines 21
5.3.2 Anforderungen 22
5.3.3 Bestimmung außergewöhnlicher Belastungen 28
5.3.4 Bestimmung der Ermüdungslast 29
5.3.5 Bewertung im Fall von Änderungen 29

6 Anforderungen an die Infrastruktur 30
6.1 Begrenzung der Druckänderungen in Tunneln zur Erfüllung des Gesundheitskriteriums 30
6.1.1 Allgemeines 30
6.1.2 Anforderungen 30
6.1.3 Vollständige Konformitätsbewertung 32
6.1.4 Vereinfachte Konformitätsbewertung 33
6.2 Begrenzung des Druckgradienten bei Einfahrt in den Tunnel (in Bezug auf die Mikrodruckwellenerzeugung) 33
6.2.1 Allgemeines 33
6.2.2 Referenzfall 33
6.2.3 Anforderungen 34
6.2.4 Bewertung 34
6.3 Weitere Aspekte der Tunnelgestaltung 34
6.3.1 Allgemeines 34
6.3.2 Druckkomfort 34
6.3.3 Drucklasten auf Einbauten 35
6.3.4 Induzierte Luftströmungen 36
6.3.5 Fahrwiderstand 36
6.3.6 Kontaktkräfte zwischen Stromabnehmer und Oberleitung 37
6.3.7 Lüftung 37
6.3.8 Arbeitssicherheit 37
6.3.9 Lasten auf Fahrzeuge im Mischverkehr 37
6.4 Zusätzliche Aspekte für unterirdische Personenverkehrsanlagen 38

6.4.1 Druckänderungen 38
6.4.2 Induzierte Luftströmungen 38
6.4.3 Spezifischer Lastfall für Bahnsteig-Barrieresysteme aufgrund durchfahrender Züge 38
7 Prüf- und Nachweisverfahren 39
7.1 Allgemeines 39
7.2 Verfahren zur Bestimmung von Druckänderungen in Tunneln 40
7.2.1 Allgemeines 40
7.2.2 Messungen im Maßstab 1 : 1 an festen Orten in einem Tunnel 41
7.2.3 Messgeräte 43
7.2.4 Messungen im Maßstab 1 : 1 an der Außenseite des Zugs 45
7.2.5 Näherungsgleichungen 46
7.2.6 Bewertung durch numerische Simulation 47
7.2.7 Messungen im reduzierten Maßstab an festen Orten in einem Tunnel 48
7.3 Bewertung der maximalen Druckänderung (Fahrzeugreferenzfall) 48
7.3.1 Allgemeines 48
7.3.2 Transfer der Messwerte durch einen Faktor (Ansatz 1) 48
7.3.3 Transfer der Messwerte auf der Grundlage von A.3.3 (Ansatz 2) 49
7.3.4 Transfer durch Simulation (Ansatz 3) 50
7.3.5 Bewertung des zeitlichen Druckverlaufs 51
7.3.6 Bewertungssgrößen und Vergleich 55
7.4 Bewertung der maximalen Druckänderungen (Infrastrukturreferenzfall) 56
7.4.1 Allgemeines 56
7.4.2 Bewertungsverfahren 56
7.5 Bewertung des Druckgradienten eines in einen Tunnel einfahrenden Zugs (Fahrzeugreferenzfall, hinsichtlich der Erzeugung von Mikrodruckwellen) 58
7.5.1 Allgemeines 58
7.5.2 Bewertung durch Simulationen 58
7.5.3 Bewertung durch Prüfung im Modellmaßstab mit beweglichen Modellen 59
7.6 Bewertung von Mikrodruckwellen (Infrastrukturreferenzfall) 59
7.6.1 Allgemeines 59
7.6.2 Bewertung durch numerische Simulationen 60
7.6.3 Bewertung durch Prüfung im Modellmaßstab mit beweglichen Modellen 62
7.7 Bewertung der aerodynamischen Lasten 64
7.7.1 Bewertung der Belastung durch Starkwind 64
7.7.2 Bewertung von Vorbeifahrten auf offener Strecke für Ermüdungsbewertungen 65
7.7.3 Bewertung transienter Lasten in Tunneln 66
7.7.4 Bewertung von Ermüdungslasten 69
7.7.5 Bestimmung der schadensäquivalenten Lastamplitude für ein Betriebsszenario 72
7.7.6 Dokumentation 72
7.7.7 Vereinfachte Lastfälle 73
7.8 Bewertung der Druckdichtigkeit 74
7.8.1 Allgemeines 74
7.8.2 Dynamische Druckdichtigkeit 75
7.8.3 Äquivalente Leckagefläche 76
7.8.4 Prüfverfahren 76
7.8.5 Dynamische Prüfungen 79
Anhang A (informativ) Näherungsgleichungen 81
A.1 Allgemeines 81
A.2 SNCF-Ansatz 81
A.2.1 Einfahrt des Zugkopfes 81
A.2.2 Einfahrt des Zugkörpers 81
A.2.3 Einfahrt des Zughecks 82
A.3 Ansatz der TU Wien 82
A.3.1 Allgemeines 82
A.3.2 Symbole 82
A.3.3 Berechnung von Δp_N 83

A.3.4 Berechnung von Δp_{fr} ... 84
A.3.5 Berechnung von Δp_{T} ... 85
A.3.6 Berechnung des Widerstandsbeiwerts $C_{\mathrm{x,tu}}$ ... 86
A.4 GB-Ansatz unter Vernachlässigung der Änderung der Luftdichte und der Schallgeschwindigkeit ... 88
A.4.1 Allgemeines ... 88
A.4.2 Berechnung von Δp_{N} ... 89
A.4.3 Berechnung von Δp_{fr} ... 89
A.4.4 Berechnung von Δp_{T} ... 89

Anhang B (informativ) Kriterien für den Druckkomfort ... 90
B.1 Allgemeines ... 90
B.2 Nicht druckdichte Züge (allgemein $\tau_{\mathrm{dyn}} < 0{,}5$ s) ... 90
B.3 Druckdichte Züge (allgemein $\tau_{\mathrm{dyn}} > 0{,}5$ s) ... 90

Anhang C (informativ) Mikrodruckwelle ... 91
C.1 Allgemeines ... 91
C.2 Erzeugung von Kompressionswellen ... 91
C.3 Ausbreitung der Kompressionswelle ... 92
C.4 Mikrodruckwellenabstrahlung ... 92

Anhang D (informativ) Lasten für nicht druckdichte Züge bei Zugbegegnungen ... 94

Anhang E (informativ) Validierungsfälle für die Bewertung aerodynamischer Lasten ... 97
E.1 Allgemeines ... 97
E.2 Validierungsverfahren ... 97

Literaturhinweise ... 99