

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 Personenzüge	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-Barriersysteme 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	Bewertungsgrößen 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 $C_{x,tu}$	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 $\tau_{dyn} < 0,5$ s).....	90
B.3	Druckdichte Züge (allgemein $\tau_{dyn} > 0,5$ 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