

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 |