

DIN 67524-2

ICS 93.080.40

Ersatz für
DIN 67524-2:1992-08**Beleuchtung von Straßentunneln und Unterführungen –
Teil 2: Berechnung und Messung**Lighting of road tunnels and underpasses –
Part 2: Calculation and measurementEclairage des tunnels routiers et des passages souterrains –
Partie 2: Calcul et mesure

Gesamtumfang 19 Seiten

Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Berechnung der Tunnelbeleuchtung	5
4.1 Geometrie der Beleuchtungsanlage	5
4.2 Berechnung der Fahrbahnleuchtdichte	6
4.2.1 Bewertungsfeld, Beobachterstandort und Leuchtenanzahl für die Bewertung	6
4.2.2 Berechnung der örtlichen Leuchtdichte auf der Fahrbahn	7
4.2.3 Bestimmung der mittleren Leuchtdichte auf der Fahrbahn	9
4.2.4 Bestimmung der Längs- und Gesamtgleichmäßigkeit in der Tunnelinnenstrecke	9
4.2.5 Bestimmung der Quergleichmäßigkeit in einem Tunnelquerschnitt	10
4.2.6 Bestimmung des Leuchtdichteverhältnisses U_p	10
4.3 Berechnung der Leuchtdichten der Wände und der Decke	10
4.4 Berechnung von Beleuchtungsstärken	10
4.4.1 Allgemeines	10
4.4.2 Berechnung der Beleuchtungsstärke auf der Fahrbahn	11
4.4.3 Berechnung der Beleuchtungsstärke auf dem Standstreifen	11
4.4.4 Berechnung der Beleuchtungsstärke auf den Tunnelflächen	11
4.5 Lichtstrombilanz-Prüfung	12
4.6 Berechnung der von den Leuchten erzeugten äquivalenten Schleierleuchtdichte und der Blendungskenngröße	12
5 Steuerung und Regelung der Beleuchtung	13
5.1 Allgemeines	13
5.2 Abhängigkeit der Leuchtdichte in der Einsichts- und Übergangsstrecke von der Leuchtdichte im Außenraum	13
5.3 Leuchtdichte in der Tunnelinnenstrecke	14
6 Messung	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Anforderungen an die Messgeräte	15
6.2.1 Leuchtdichtemessgeräte und Leuchtdichtemesskameras	15
6.2.2 Beleuchtungsstärkemessgeräte	15
6.3 Leuchtdichtemessungen	15
6.3.1 Leuchtdichtemessungen von Standorten außerhalb des Tunnels	15
6.3.2 Messung einzelner und mittlerer Leuchtdichten	15
6.4 Beleuchtungsstärkemessungen	16
6.5 Messung der Versorgungsspannung	17
6.6 Messung der Temperatur	17
6.7 Messprotokoll	17
7 Auswertung	18
Literaturhinweise	19

Vorwort

Diese Norm wurde im Arbeitsausschuss NA 058-00-11 AA „FNL 11/FGSV 3.11.01 Außenbeleuchtung“ des Normenausschusses Lichttechnik (FNL) im DIN erarbeitet.

In diesem Dokument werden Empfehlungen zu folgenden Themen gegeben:

- Planung und Berechnung der Tunnelbeleuchtung;
- Von den Tageslichtverhältnissen abhängige Steuerung und Regelung der Tunnelbeleuchtung;
- Messung und Auswertung der für die Tunnelbeleuchtung wichtigen lichttechnischen Größen.

Änderungen

Gegenüber DIN 67524-2:1992-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) vollständige redaktionelle und inhaltliche Überarbeitung;
- b) Ergänzung der Bewertungsgrößen Quergleichmäßigkeit U_q und Leuchtdichteverhältnis U_p ;
- c) normative Bezugnahme auf DIN EN 13032-1, sowie DIN EN 13201-3 und DIN EN 13201-4.

Frühere Ausgaben

DIN 67524-2: 1992-08

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Berechnung und messtechnische Prüfung der in DIN 67524-1 enthaltenen Gütemerkmale der Beleuchtung von Tunneln fest.

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).

DIN 5032-7, *Lichtmessung — Klasseneinteilung von Beleuchtungsstärke- und Leuchtdichtemessgeräten*

DIN 67524-1:2008-07, *Beleuchtung von Straßentunneln und Unterführungen — Teil 1: Allgemeine Gütemerkmale und Richtwerte*

DIN EN 13032-1, *Licht und Beleuchtung — Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten — Teil 1: Messung und Datenformat*

DIN EN 13201-3, *Straßenbeleuchtung — Teil 3: Berechnung der Gütemerkmale*

DIN EN 13201-4, *Straßenbeleuchtung — Teil 4: Methoden zur Messung der Gütemerkmale von Straßenbeleuchtungsanlagen*

CIE 144:2000¹⁾, *Reflexionseigenschaften von Straßenoberflächen und Straßenmarkierungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Begriffe nach DIN 67524-1, DIN EN 13032-1, DIN EN 13201-3 und DIN EN 13201-4 und die folgenden Begriffe.

3.1

Fahrbahn im Tunnel

alle Flächen im Tunnelquerschnitt für den fließenden Verkehr

[DIN 67524-1]

3.2

Standstreifen/Seitenstreifen

Streifen, der an den äußersten Fahrstreifen niveaugleich angrenzt und nicht für den fließenden Verkehr vorgesehen ist

[DIN 67524-1]

3.3

Leuchtdichte-Verhältnis

U_p

Verhältnis der mittleren Leuchtdichte eines Fahrbahnquerschnittes zu der an diesem Querschnitt sich aus dem relativen Verlauf der Leuchtdichte in Fahrtrichtung in der Einsichts- und Übergangsstrecke ergebenden Fahrbahnleuchtdichte

1) zu beziehen bei der LiTG, Deutsche Lichttechnische Gesellschaft, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin

3.4**Quergleichmäßigkeit** U_q

Verhältnis der minimalen Leuchtdichte zur mittleren Leuchtdichte in den Fahrbahnquerschnitten

3.5**Längsgleichmäßigkeit** U_l

Verhältnis der minimalen Fahrbahnleuchtdichte zur maximalen Fahrbahnleuchtdichte in der Mitte eines Fahrstreifens in einem Bewertungsfeld in der Tunnelinnenstrecke

3.6**Gesamtgleichmäßigkeit** U_o

Verhältnis der minimalen Fahrbahnleuchtdichte zur mittleren Fahrbahnleuchtdichte in einem Bewertungsfeld in der Tunnelinnenstrecke

3.7**Blendungskenngröße** B

Verhältnis der äquivalenten Schleierleuchtdichte am Auge des Beobachters zur Fahrbahnleuchtdichte an der Stelle, die der Beobachter unter einem Grad Beobachtungswinkel sieht

3.8**Fahrbahnleuchtdichte** L_F

mittlere Leuchtdichte auf der Fahrbahn im Tunnelquerschnitt an der Stelle, die der Beobachter unter 1° Beobachtungswinkel sieht, in cd/m^2

[DIN 67524-1]

4 Berechnung der Tunnelbeleuchtung**4.1 Geometrie der Beleuchtungsanlage**

Die geometrischen Angaben über die Beleuchtungsanlage und den beleuchteten Tunnel sind zur Berechnung von Beleuchtungsstärke und Leuchtdichte erforderlich. Dazu wird ein rechtwinkliges Koordinatensystem festgelegt, dessen erste Achse (x) in Richtung der Fahrbahnachse in einem gegebenen Tunnelquerschnitt in Höhe der Fahrbahnoberfläche, dessen zweite Achse (y) in derselben Höhe senkrecht zur Fahrbahnachse und dessen dritte Achse (z) schließlich vertikal nach oben weist (siehe Bild 1).

Die Lage eines jeden Punktes auf der Fahrbahnoberfläche ($z = 0$) wird dann durch seine x -, y -Koordinaten, die Lage eines jeden Wand- und Deckenpunktes durch seine Koordinaten x , y und z angegeben. Für die Wand- und Deckenpunkte muss außerdem noch die Richtung der Normalen der Flächenelemente bekannt sein, auf denen sie liegen.

Die Lage einer jeden Leuchte wird ebenfalls durch ihre Koordinaten x , y , z angegeben. Zusätzlich muss bekannt sein, um welche Winkel die Leuchte gegenüber ihrer Ausgangs- bzw. Messlage verdreht ist, wobei die Reihenfolge der Drehungen nach DIN EN 13201-3 erfolgt:

- 1) Drehung um die senkrechte Achse um den Winkel ψ ;
- 2) Drehung um eine zur x -Achse parallelen Achse (für $\psi = 0$) um den Winkel δ (Neigung);
- 3) Drehung um eine zur y -Achse parallelen horizontalen Achse (für $\delta = \psi = 0$) um den Winkel χ (Drehung um die Leuchtenachse).

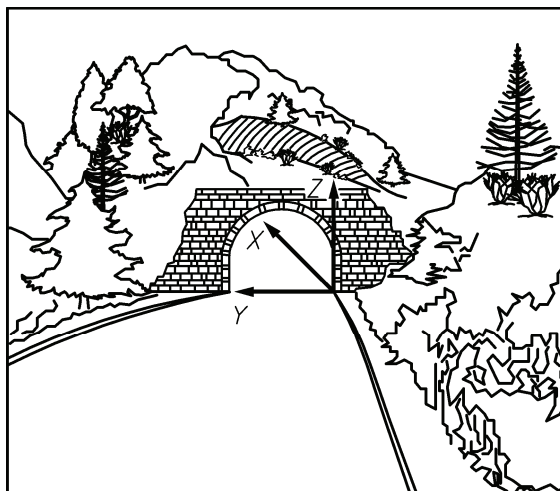


Bild 1 — Beispiel für die Lage eines rechtwinkligen Koordinatensystems an der Tunneleinfahrt

4.2 Berechnung der Fahrbahnleuchtdichte

4.2.1 Bewertungsfeld, Beobachterstandort und Leuchtenanzahl für die Bewertung

In Tunnelabschnitten, in denen, vom Beobachter aus gesehen, die Leuchtdichte über 100 m oder mehr konstant ist, können für die Ermittlung der Leuchtdichte-Verteilungen die Festlegungen nach DIN EN 13201-3, wie sie für die Straßenbeleuchtung üblich sind, übernommen werden. Dabei genügt es, die Leuchtdichte in einem Abschnitt von einem ganzen Vielfachen des Leuchtenabstands, mindestens aber 20 m Länge, zu berechnen, wobei das Bewertungsfeld in Tunnellängsrichtung jeweils 60 m vor dem Beobachter an der ersten Leuchte im betrachteten Abschnitt beginnt.

In Tunnelabschnitten mit nichtkonstanten Lichtpunktabständen und/oder in denen größere Leuchtdichtegradien auftreten, ist die Berechnung der Fahrbahnleuchtdichten nicht unter der Annahme fester Beobachter für ein verkürztes Bewertungsfeld durchzuführen, sondern das Konzept des bewegten Beobachters in Anwendung zu bringen. Hierbei wird jeweils der Mittelwert der Leuchtdichten in einem kurzen Streifen (die Länge des Streifens entspricht dem Abstand der Berechnungspunkte in Richtung der Fahrbahnachse) quer zur Fahrtrichtung über die gesamte Fahrbahnbreite ermittelt. Der Beobachter ist dabei soweit vor den Berechnungspunkten anzunehmen, dass er unter 1° geneigt auf die Fahrbahn blickt.

ANMERKUNG 1 Für Tunnel im Verlauf von Stadtstraßen bei üblicherweise geringeren Geschwindigkeiten zwischen 30 km/h und 50 km/h und damit einhergehenden kürzeren Haltesichtweiten kann die Berechnung der Fahrbahnleuchtdichten nach dem Konzept des bewegten Beobachters auch unter der Annahme erfolgen, dass der Beobachter unter 3° geneigt auf die Fahrbahn blickt. Für diesen Fall ist die Kenntnis der Reflexionseigenschaft der Fahrbahnoberfläche für den Beobachtungswinkel von 3° erforderlich.

Quer zur Fahrbahnachse muss der Beobachter in der Mitte eines jeden Fahrstreifens in einer Höhe von 1,50 m angenommen werden (siehe Bild 2).

Die Bewertungsfelder werden in deckungsgleiche Teilrechtecke unterteilt, in deren Mittelpunkten die Berechnungspunkte liegen. Der Längsabstand der Berechnungspunkte ist in den Tunnelabschnitten mit konstanten Lichtpunktabständen gleich einem Zehntel des Lichtpunktabstandes, in allen anderen Fällen darf der Längsabstand der Berechnungspunkte 3,00 m nicht überschreiten.

ANMERKUNG 2 Für Blickrichtungen von 3° unterhalb der Horizontalen sollte der Längsabstand der Berechnungspunkte 1,00 m nicht überschreiten.