

DIN 67524-1

ICS 93.080.40

Ersatz für
DIN 67524-1:1987-05**Beleuchtung von Straßentunneln und Unterführungen –
Teil 1: Allgemeine Gütemerkmale und Richtwerte**Lighting of street tunnels and underpasses –
Part 1: General quality characteristics and guide valuesEclairage des tunnels routiers et des passages souterrains –
Partie 1: Caractéristiques générales de qualité et valeurs de référence

Gesamtumfang 37 Seiten

Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
3.1 Bauliche Begriffe	5
3.2 Lichttechnische Begriffe	7
3.3 Verkehrstechnische und betriebliche Begriffe	7
4 Bewertungskriterien für die Beleuchtung	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Verkehrliche Bedingungen	9
4.3 Unterscheidung langer und kurzer Tunnel	10
4.4 Bauliche und örtliche Kriterien	11
5 Beleuchtung von langen Tunneln bei Tag	12
5.1 Allgemeines	12
5.2 Beleuchtung der Einsichtsstrecke	15
5.3 Beleuchtung der Übergangsstrecke	16
5.4 Beleuchtung der Tunnelinnenstrecke	16
5.5 Beleuchtung der Ausfahrtstrecke	17
5.6 Beleuchtung des Standstreifens	17
5.7 Gütemerkmale der Leuchtdichteverteilung	17
5.8 Blendungsbegrenzung	17
5.9 Flimmerbegrenzung	18
6 Beleuchtung von kurzen Tunneln bei Tag	18
6.1 Allgemeines	18
6.2 Lichtschleusen-Beleuchtung	19
7 Beleuchtung von Einhausungen, Galerien und Trogstrecken bei Tag	19
7.1 Bauliche Möglichkeiten	19
7.1.1 Offene Tageslicht-Beleuchtungssysteme	19
7.1.2 Geschlossene Tageslicht-Beleuchtungssysteme	21
7.2 Lichttechnische Anforderungen	21
7.2.1 Einsichtsstrecke	22
7.2.2 Übergangsstrecke	22
7.2.3 Innenstrecke	22
8 Beleuchtung bei Nacht	22
9 Notbeleuchtung	23
9.1 Allgemeines	23
9.2 Beleuchtung für Verkehrsflächen	23
9.2.1 Beleuchtung bei Ausfall der Netzstromversorgung	23
9.2.2 Beleuchtung bei allgemeinen Gefahrensituationen	23
9.3 Orientierungsbeleuchtung	23
9.4 Kennzeichnung der Flucht- und Rettungswege	24
9.4.1 Kennzeichnung der Notgehwege	24
9.4.2 Kennzeichnung der Notausgänge	25
9.4.3 Kennzeichnung der Rettungswege	25
10 Steuerung und Regelung	25
10.1 Allgemeines	25
10.2 Anpassungs-Faktor K	25
10.3 Beleuchtungssteuerung bzw. -regelung	26
10.3.1 Allgemeines	26
10.3.2 Steuerung	26

	Seite
10.3.3 Regelung	26
10.4 Notlaufeigenschaften der Beleuchtungssteuerung bzw. -regelung	27
11 Hinweise zur baulichen Gestaltung	27
12 Betrieb und Wartung	28
Anhang A (normativ) Zusammenhang zwischen L_{20} und der Einsichtsstreckenleuchtdichte L_{th}	29
Allgemeines	31
A.1 Näherungsverfahren A	31
A.2 Näherungsverfahren B	33
Anhang B (normativ) Einfluss der Wandreflexionsgrade	34
Anhang C (informativ) Datenaufzeichnung	35
Anhang D (informativ) Ermittlung der Haltesichtweite	36
Literaturhinweise	37
 Bilder	
Bild 1 — Tunnelstrecke	9
Bild 2 — Grenzfall für Kurztunnel nach Gleichung 3.a bei Haltesichtweite 60 m Breite/Höhe/ Länge des Tunnels: 10 m/5 m/169 m	11
Bild 3 — Grenzfall für Kurztunnel nach Gleichung 3.b bei Haltesichtweite 100 m Breite/Höhe/ Länge des Tunnels: 15 m/5 m/129 m	11
Bild 4 — Gesichtsfeld des Kraftfahrers aus der Haltesichtweite 100 m vor dem Portal Breite/ Höhe des Tunnels: 10 m/ 5m, Verbauungshöhenwinkel: 6,9°	13
Bild 5 — Bestimmung des Verbauungshöhenwinkels	13
Bild 6 — Rettungszeichen zur Kennzeichnung der Notgehwege, Maße in Millimeter bei Mindestgröße	24
 Tabellen	
Tabelle 1 — Anpassungs-Faktoren $K_{v,i}$ zur Klassifizierung von Tunneln	14
Tabelle 2 — Wartungswerte der Fahrbahnleuchtdichte der Einsichtsstrecke $L_{th,1}$ für mittlere Verkehrsbedingungen ($K_v = 1$) in Abhängigkeit von Fahrtrichtung, Verbauungshöhenwinkel, Umgebungsszenarien und Haltesichtweite	15
Tabelle 3 — Mindestwerte der mittleren Fahrbahnleuchtdichte für die Tunnelinnenstrecke am Tag	17
Tabelle 4 — Rasterabmessungen	20
Tabelle 5 — Globalbeleuchtungsstärke	21
Tabelle A.1 — $K_L = L_{th} / L_{20}$ in Abhängigkeit von Fahrtrichtung, Verbauungshöhenwinkel, Umgebungsszenarien und Haltesichtweite	29
Tabelle A.2 — Leuchtdichtewerte der Anteile in der L_{20} -Fläche	32
Tabelle A.3 — Leuchtdichtewerte der L_{20} -Fläche in cd/m^2 in Abhängigkeit des Himmelsanteils, der Fahrtrichtung und der Haltesichtweite bei vorwiegender Vegetation, dunkler Bebauung und heller Bebauung in der Portalumgebung	33
Tabelle B.1 — Reflexionsgrad bei Reinigungshäufigkeit	34
Tabelle C.1 — Messgrößen und Parameter für die Steuerung und Regelung	35

Vorwort

Diese Norm ist im Arbeitskreis NA 058-00-11-03 AK „FNL/AK 11.3 /FGSV 3.11.01.1 Tunnelbeleuchtung“ des Ausschusses NA 058-00-11 AA „FNL 11/FGSV 3.11.01 Außenbeleuchtung“ des Normenausschusses Lichttechnik (FNL) im DIN erarbeitet worden.

Änderungen

Gegenüber DIN 67524-1:1987-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) neue Definition kurzer/ langer Tunnel;
- b) Festlegung der Einsichtsstreckenleuchtdichte in Abhängigkeit von der L20-Leuchtdichte;
- c) Neugliederung der die Einsichtsstreckenleuchtdichte beeinflussenden baulichen und verkehrlichen Parameter;
- d) Ersatz der Nennwerte der Leuchtdichte durch Wartungswerte und Anpassungsfaktoren für die Planung;
- e) Aufnahme der Lichtschleusenbeleuchtung und der Beleuchtung von Einhausungen, Galerien und Trogstrecken;
- f) Aufnahme von Anforderungen an die Notbeleuchtung;
- g) Festlegungen zur Steuerung und Regelung sowie zu Betrieb und Wartung.

Frühere Ausgaben

DIN 67524: 1972-06

DIN 67524-1: 1987-05

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Beleuchtung von Tunneln und Unterführungen für Kraftfahrzeugverkehr. Weil Tunnel und Unterführungen lichttechnisch gleichartig zu behandeln sind, wird im Folgenden nur von Tunneln gesprochen.

ANMERKUNG Es ist nicht Aufgabe dieser Norm Aussagen darüber zu machen, ob ein Tunnel zu beleuchten ist. Die Notwendigkeit einen Tunnel zu beleuchten, wird im Allgemeinen von der zuständigen Behörde festgestellt.

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 4844-1:2005-05, *Graphische Symbole — Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen — Teil 1: Gestaltungsgrundlagen für Sicherheitszeichen zur Anwendung in Arbeitsstätten und in öffentlichen Bereichen*

DIN 5034 (alle Teile), *Tageslicht in Innenräumen*

DIN 5034-2, *Tageslicht in Innenräumen; Grundlagen*

DIN 13201-1, *Straßenbeleuchtung — Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen*

DIN 19226-4:1994-02, *Leittechnik — Regelungstechnik und Steuerungstechnik — Teil 4: Begriffe für Regelungs- und Steuerungssysteme*

DIN EN 50171 (VDE 0558-508), *Zentrale Stromversorgungssysteme*

CEN/CR 14380, *Angewandte Lichttechnik — Tunnelbeleuchtung*

CIE 88:2004¹⁾ *Guide for the lighting of road tunnels and underpasses*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten folgende Begriffe.

3.1 Bauliche Begriffe

3.1.1

Annäherungsstrecke

Strecke mit der Länge der Haltesichtweite unmittelbar vor der Tunneleinfahrt

3.1.2

Ausfahrtsstrecke

Strecke, die an die Tunnelinnenstrecke anschließt und ab der die Beleuchtungsverhältnisse (der Adaptationszustand) merklich von den Beleuchtungsverhältnissen der Tunnelausfahrt bestimmt werden

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

3.1.3

Einhausung

bauliche Begrenzungen seitlich und oberhalb des Fahrweges, die meist aus Gründen des Umweltschutzes errichtet werden

3.1.4

Einsichtsstrecke

Strecke mit der Länge der Haltesichtweite unmittelbar hinter der Tunneleinfahrt

3.1.5

Fahrbahn im Tunnel

alle Flächen im Tunnelquerschnitt für den fließenden Verkehr

3.1.6

Standstreifen

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

3.1.7

Fluchtweg

<Tunnelbeleuchtung> Weg im Verkehrsraum, wie der Notgehweg oder auch Teile der Fahrbahn, die von Personen oder Rettungskräften genutzt werden können, die zum Notausgang führen

3.1.8

Galerie

tunnelartiges Verkehrsbauwerk, das teilweise seitlich offen ist und bei dem aus dieser Richtung Tageslichteinfall möglich ist

3.1.9

Lichtschleuse

Unterbrechung der Tunnelstrecke zum Zweck des Tageslichteinfalls oder deren Simulation durch Kunstlicht

3.1.10

Notausgang

<Tunnelbeleuchtung> Übergang vom Fluchtweg im Verkehrsraum zum Rettungsweg, der entweder ins Freie direkt bzw. über Querschläge in die andere Tunnelröhre oder zu Rettungsschächten oder Rettungsstollen führt

3.1.11

Notgehweg

<Tunnelbeleuchtung> Gehweg seitlich der Fahrbahn im Tunnel

3.1.12

Rettungsweg

<Tunnelbeleuchtung> im Notfall für Rettungszwecke vorgesehener Weg, der vom Notausgang direkt oder über sichere Bereiche ins Freie führt

3.1.13

Rettungszeichen

Sicherheitszeichen, das den Rettungsweg oder Notausgang, den Weg zu einer Erste-Hilfe-Einrichtung oder diese Einrichtung selbst kennzeichnet

[DIN 4844-1:2005-05]

3.1.14

Trogstrecke

beidseitig durch Stützbauwerke begrenztes, abgesenktes, langgestrecktes Verkehrsbauwerk das durch Abdeckungen teilweise nach oben geschlossen sein kann

3.1.15**Tunnelinnenstrecke**

Strecke, die an die Übergangsstrecke anschließt, am Beginn der Ausfahrtstrecke endet und den Kernbereich des Tunnels darstellt

3.1.16**Tunnelstrecke**

umfasst die Einsichtsstrecke, Übergangsstrecke, Tunnelinnenstrecke und die Ausfahrtstrecke

3.1.17**Tunnelportal**

Beginn bzw. Ende des Tunnelbauwerkes

3.1.18**Übergangsstrecke**

Strecke, innerhalb der die Leuchtdichte vom Endniveau der Einsichtsstrecke auf das Leuchtdichteniveau der Tunnelinnenstrecke abgesenkt wird

3.1.19**Unterführungen**

Verkehrsweg, der andere Verkehrswege planfrei unterquert

3.1.20**Verbauungshöhenwinkel**

entspricht dem Höhenwinkel zwischen der zur Fahrbahnoberfläche parallelen Blickrichtung des Kraftfahrers zum Tunnelportal aus der Haltesichtweite und der mittleren Grenzlinie zwischen Himmel und der Verbauungssilhouette im Gesichtsfeld des Kraftfahrers

3.2 Lichttechnische Begriffe**3.2.1****Symmetrische Beleuchtung**

nach CIE 88:2004 Abschnitt 5.4

3.2.2**Gegenstrahlbeleuchtung**

nach CIE 88:2004 Abschnitt 5.4

3.2.3**Mitstrahlbeleuchtung**

nach CIE 88:2004 Abschnitt 5.4

3.3 Verkehrstechnische und betriebliche Begriffe**3.3.1****Haltesichtweite**

HSW

Strecke, die der Kraftfahrer benötigt, um sein Fahrzeug vor einem unerwarteten Hindernis auf der Fahrbahn zum Halten bringen zu können

3.3.2**Durchschnittlicher täglicher Verkehr**

DTV

auf alle Tage des Jahres bezogener Mittelwert der einen Straßenquerschnitt täglich passierenden Fahrzeuge in Kfz/24 h

3.3.3

Regelung

Vorgang, bei dem fortlaufend eine Größe, die Regelgröße (die zu regelnde Größe), erfasst, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße, verglichen und im Sinne einer Angleichung an die Führungsgröße beeinflusst wird. Kennzeichen für das Regeln ist der geschlossene Wirkungsablauf, bei dem die Regelgröße im Wirkungsweg des Regelkreises fortlaufend sich selbst beeinflusst

[DIN 19226-4,1994-02]

3.4

Anpassungs-Faktoren

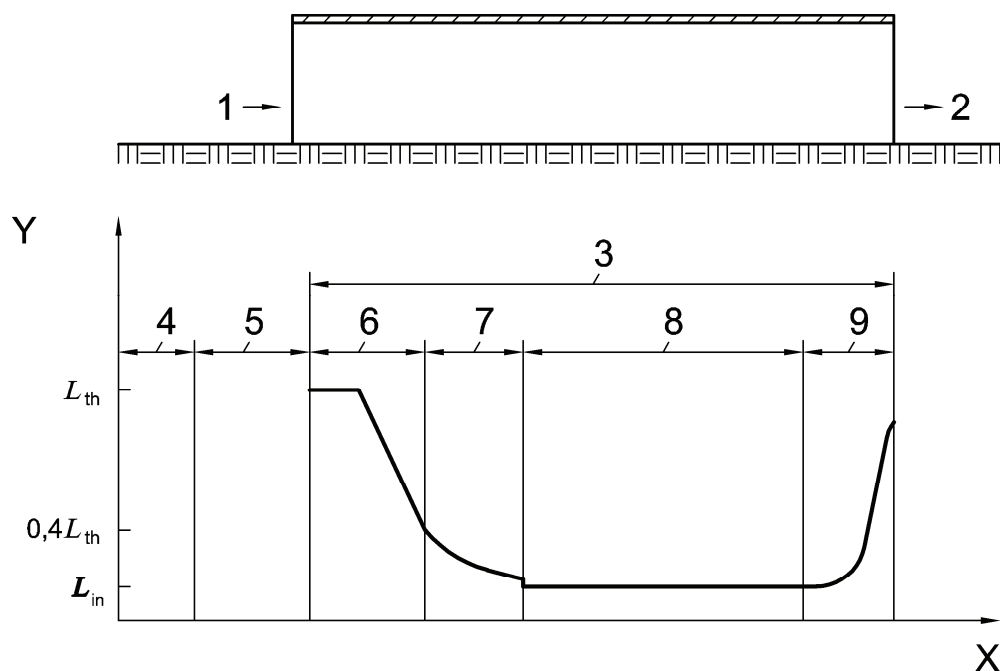
K_0	Anpassungs-Faktor der Planung
K_{ist}	Anpassungs-Faktor für die Steuer- bzw. Regelung
K_L	Anpassungs-Faktor für das Leuchtdichteverhältnis Einsichtstrecke / L_{20}
K_v	Anpassungs-Faktor für die verkehrlichen Bedingungen

4 Bewertungskriterien für die Beleuchtung

4.1 Allgemeines

Die Sehbedingungen und die Schwierigkeit der Fahraufgabe bei der Annäherung an, der Einfahrt in und der Durchfahrt durch den Tunnel werden hauptsächlich von den Verkehrsbedingungen, d. h. von der Geschwindigkeit, der Verkehrsstärke und Verkehrszusammensetzung sowie von den örtlichen Gegebenheiten, d. h. von der Gestaltung der unmittelbaren Umgebung der Tunneleinfahrt, der Straßenführung und der Verkehrsführung, beeinflusst.

Der Tunnel ist in verschiedene Tunnelstrecken gegliedert, die sich durch ihre lichttechnischen Anforderungen voneinander unterscheiden, siehe Bild 1.



Legende

- X Strecke
- Y Leuchtdichte
- 1 Tunneleinfahrt
- 2 Tunnelausfahrt
- 3 Tunnelstrecke
- 4 Freie Strecke
- 5 Annäherungsstrecke
- 6 Einsichtsstrecke
- 7 Übergangsstrecke
- 8 Tunnelinnenstrecke
- 9 Ausfahrtsstrecke

Bild 1 — Tunnelstrecke

4.2 Verkehrliche Bedingungen

Die Anforderungen an die Beleuchtung von Tunneln müssen der Schwierigkeit der Fahraufgabe und dem dadurch hervorgerufenen Unfallrisiko Rechnung tragen. Die Schwierigkeit der Fahraufgabe wird wesentlich von den Verkehrsbedingungen im Tunnel, also von der Verkehrsstärke, der Verkehrszusammensetzung und der Verkehrsführung, beeinflusst. Die Parameter gehen in die Bestimmung des erforderlichen Leuchtdichteniveaus in den verschiedenen Streckenabschnitten eines Tunnels ein (siehe Tabelle 1 und 5.1).

Als Maß für die Verkehrsstärke, nach der die Beleuchtung im Tunnel ausgelegt werden muss, ist die Anzahl N der Fahrzeuge anzusetzen, die den Tunnel je Stunde und Fahrstreifen in den Helligkeitsstunden durchfahren.

ANMERKUNG Dieser Wert kann unter der Annahme, dass 75 % des Verkehrs am Tage (12 h) abgewickelt werden, aus dem durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) und der Zahl der Fahrstreifen je Fahrtrichtung n abgeleitet werden, siehe Gleichung (1):

$$N = \frac{0,75 \cdot DTV}{12h \cdot 2 \cdot n} \quad (1)$$

Ist die Tagesganglinie (zeitliche Entwicklung der Verkehrsstärke innerhalb eines Tages) des Verkehrs bekannt, kann die Zahl N mit dem Anteil des DTV am Tage (12 h) x_T berechnet werden, siehe Gleichung (2):

$$N = \frac{x_T}{12h} \cdot \frac{DTV}{2 \cdot n} \quad (2)$$

Ein höheres Beleuchtungsniveau ist in den Tunnelabschnitten mit seitlichen Ein- und Ausfahrten jeweils im gesamten Bereich dieser Ein- bzw. Ausfahrten erforderlich.

Die Beeinträchtigung der Sehbedingungen, ausgelöst sowohl durch die Geschwindigkeitsdifferenzen der Fahrzeuge im Tunnel als auch durch einen hohen Schwerverkehrsanteil, erfordert ebenfalls ein höheres Beleuchtungsniveau im Tunnel.

4.3 Unterscheidung langer und kurzer Tunnel

An die Beleuchtung langer Tunnel (siehe Abschnitt 5) sind andere Anforderungen zu stellen als an die Beleuchtung kurzer Tunnel (siehe Abschnitt 6).

Als Kurztunnel im lichttechnischen Sinne gelten Tunnel und Unterführungen unabhängig von ihrer geometrischen Länge nur dann, wenn zwei Bedingungen erfüllt sind.

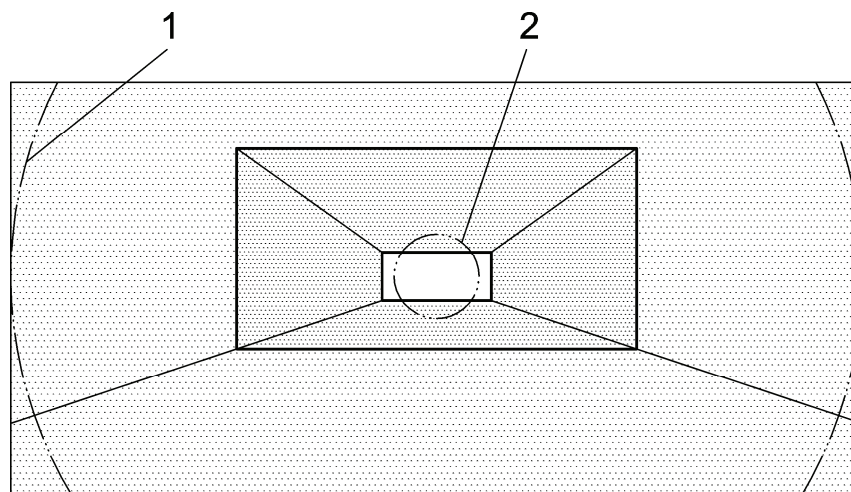
- Der Durchblick durch den Tunnel aus der Haltesichtweite des Kraftfahrers vor dem Einfahrtsportal muss gegeben sein. Dabei muss das am Tag hell erscheinende Ausfahrtsportal nahezu vollständig sichtbar sein.
- Das Sehfeld, unter dem das Ausfahrtsportal dem Kraftfahrer aus der Haltesichtweite vor dem Einfahrtsportal erscheint, sollte flächenmäßig mindestens die Fovea abdecken, deren Feldwinkel eine Ausdehnung von etwa 2° aufweist. Hiermit wird sichergestellt, dass die Helladaptation des Kraftfahrers beim Befahren des Tunnels weitgehend erhalten bleibt [1].

Unter einfachen Gegebenheiten (keine horizontale und/oder vertikale Krümmung des Fahrbahnverlaufes sowie vollständige Sichtbarkeit des Ausfahrtsportals) kann die Grenzlänge für Kurztunnel (LKT), bei denen das Verhältnis der Ausfahrtsportal-Breite (b_{PA}) zur Ausfahrtsportal-Höhe (h_{PA}) auf den Wert $b_{PA}/h_{PA} = 2$ begrenzt ist, mit folgender Näherung (siehe Gleichung (3a) und Bild 2) aus der sichtbaren Fläche des Ausfahrtsportals (A_{PA}) und der Haltesichtweite (HSW) ermittelt werden:

$$LKT \leq ((A_{PA} / \pi)^{0,5} / \tan(1^\circ)) - HSW \quad (3a)$$

Bei breiteren Ausfahrtsportalen $b_{PA}/h_{PA} > 2$ kann die Grenzlänge für Kurztunnel (LKT) mit folgender Näherung (siehe Gleichung (3b) und Bild 3) aus der Höhe des Ausfahrtsportals (h_{PA}) und der Haltesichtweite (HSW) ermittelt werden:

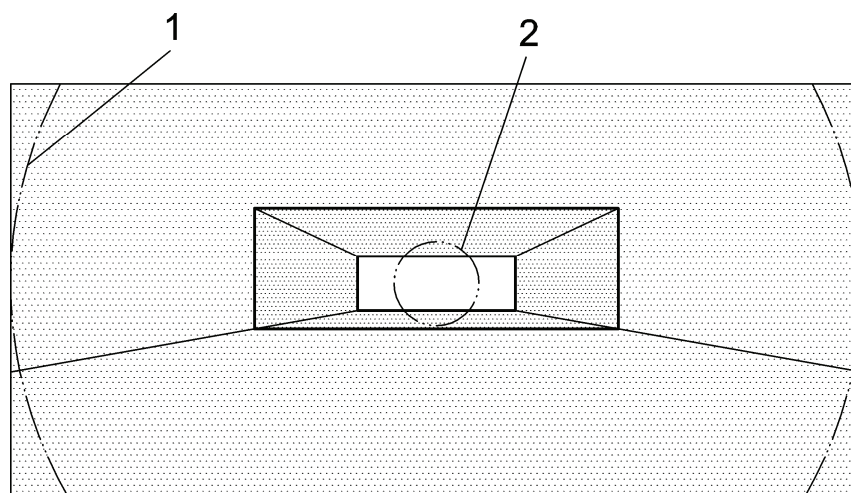
$$LKT \leq (0,8 \cdot h_{PA} / \tan(1^\circ)) - HSW \quad (3b)$$



Legende

- 1 20°-Sehfeld
- 2 2°-Sehfeld

Bild 2 — Grenzfalle für Kurztunnel nach Gleichung (3a) bei Haltesichtweite 60 m
 Breite/Höhe/Länge des Tunnels: 10 m/5 m/169 m



Legende

- 1 20°-Sehfeld
- 2 2°-Sehfeld

Bild 3 — Grenzfalle für Kurztunnel nach Gleichung (3b) bei Haltesichtweite 100 m
 Breite/Höhe/Länge des Tunnels: 15 m/5 m/129 m

4.4 Bauliche und örtliche Kriterien

Der Verkehrsteilnehmer erfährt bei Annäherung an und Durchfahrt durch den Tunnel eine veränderte räumliche Wahrnehmung, da die üblichen, vertrauten Orientierungsmöglichkeiten nicht vorhanden sind. Die Durchfahrt kann angesichts fester Tunnelwände und fester Tunneldecke subjektiv als bedrohlich empfunden werden, letztlich können die Verkehrsteilnehmer durch Klaustrophobie in ihrer Leistungsfähigkeit deutlich

eingeschränkt werden. Die Sehbedingungen im Tunnel werden daher wesentlich durch das Verhältnis der Leuchtdichte der Tunnelwand zur Leuchtdichte der Fahrbahnoberfläche beeinflusst.

Für einen vor dem Tunnel befindlichen Kraftfahrer überlagert sich der Leuchtdichte in der Einsichtsstrecke des Tunnels ein Leuchtdichteschleier, der von Streulicht im Auge, Dunst vor der Tunneleinfahrt und Streulicht von der Windschutzscheibe herrührt. Das Streulicht im Auge und die daraus folgende äquivalente Schleierleuchtdichte werden von hohen Leuchtdichten im Gesichtsfeld des Kraftfahrers (siehe Bild 4) hervorgerufen.

Die äquivalente Schleierleuchtdichte, die eine Kontrastverminderung an Hindernissen in der Einsichtsstrecke des Tunnels bewirkt, hängt maßgebend von der Verbauungshöhe über der Einfahrt ab. Weitere Einflussgrößen sind die Fahrtrichtung bei der Einfahrt, der Reflexionsgrad und die Ausrichtung der Verbauungsoberflächen sowie der Haltesichtweite. Der Verbauungshöhenwinkel kennzeichnet die mittlere Höhe der Horizontlinie aus der Haltesichtweite vor dem Tunnelportal (siehe Bild 5).

Die Haltesichtweite kann nach Anhang D ermittelt werden.

Die äquivalente Schleierleuchtdichte dient als Basis für die Auslegung der Beleuchtung in der Einsichtsstrecke (siehe Tabelle 2).

5 Beleuchtung von langen Tunneln bei Tag

5.1 Allgemeines

Die Anforderungen an Beleuchtungsanlagen in langen Tunneln für die Beleuchtung bei Tag werden durch die verkehrlichen und baulichen Bedingungen sowie die Leuchtdichten im Gesichtsfeld des sich dem Tunnelportal nähernden Kraftfahrers (siehe Bild 4) bestimmt.

Die Steuerung bzw. Regelung der Beleuchtungsanlage kann nach Maßgabe des aktuellen Messwertes der Schleierleuchtdichte $L_{S\ddot{a}q}$, die von dem in Bild 4 dargestellten Gesichtsfeld in Haltesichtweite vor dem Tunnelportal erzeugt wird, oder näherungsweise nach Maßgabe des aktuellen Messwertes der mittleren Leuchtdichte im 20°-Bewertungsfeld L_{20} erfolgen (siehe 10.3).