

DIN 13201-1



ICS 93.080.40

Ersatz für
die 2017-06 zurückgezogene
Norm
DIN 13201-1:2005-11

Straßenbeleuchtung – Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen

Road lighting –
Part 1: Selection of lighting classes

Eclairage public –
Partie 1: Sélection des classes d'éclairage

Gesamtumfang 38 Seiten

DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL)



Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Kategorisierung von Verkehrswegen	10
5 Zu beleuchtende Flächen und Randstreifen	11
5.1 Verkehrsflächen	11
5.2 Angrenzende Flächen	11
5.3 Konfliktbereiche	11
5.4 Verkehrsberuhigte Flächen	12
5.5 Randstreifen	12
6 Anforderungen an die Beleuchtung	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Parameter für die Auslegung der Beleuchtungsklassen	12
6.3 Erhöhte Anforderungen	14
6.4 Adaptationsstrecke	14
6.5 Auswirkungen des visuellen Umfeldes	15
7 Gütemerkmale	15
7.1 Allgemeines	15
7.2 Beleuchtungsniveau	15
7.3 Gleichmäßigkeit	16
7.4 Randbeleuchtungsstärkeverhältnis R_{EI}	16
7.5 Blendungsbegrenzung	16
7.6 Lichtfarbe und Farbwiedergabe	16
7.7 Visuelle Führung	17
7.8 Verhältnis zu angrenzenden Verkehrsflächen	17
7.9 Bemessungsbeleuchtungsklasse	17
7.10 Adaptive Beleuchtung	17
8 Beleuchtungsklassen	18
8.1 Allgemeines	18
8.2 Beleuchtungsklassen M	19
8.3 Beleuchtungsklassen C	23
8.4 Beleuchtungsklassen P	24
8.5 Beleuchtungsklassen für Konfliktbereiche	29
8.6 Beleuchtungsklassen von vergleichbarem Beleuchtungsniveau	30
Anhang A (informativ) Beispiele zur Auswahl der Beleuchtungsklassen M, C und P	32
A.1 Allgemeines	32
A.2 Straßenkategorie Hauptstraße, Ermittlung der Beleuchtungsklasse M	32
A.2.1 Beschreibung der Hauptstraßen-Situation	32
A.2.2 Festlegung der Parameter für die Bemessungsbeleuchtungsklasse für den Zeitraum Δt_0	32
A.2.3 Adaptive Beleuchtungsklasse für den Zeitraum Δt_1	32
A.2.4 Adaptive Beleuchtungsklasse für den Zeitraum Δt_2	33
A.2.5 Übersicht über die Auswahl und Bestimmung der Beleuchtungsklassen	33
A.3 Straßenkategorie Hauptstraße, Ermittlung der Beleuchtungsklasse C	35
A.4 Straßenkategorie Erschließungsstraße — Anliegerstraße	36
A.4.1 Beschreibung der Anliegerstraßen-Situation	36
A.4.2 Festlegung der Parameter für die Bemessungsbeleuchtungsklasse für den Zeitraum Δt_0	36
A.4.3 Adaptive Beleuchtungsklasse für den Zeitraum Δt_1	36
A.4.4 Adaptive Beleuchtung für den Zeitraum Δt_2	36
Literaturhinweise	38

Tabellen

Tabelle 1 — Zuordnung der Kategorien von Verkehrsflächen zu entsprechenden Auswahltabellen zur Bestimmung von Beleuchtungsklassen	11
Tabelle 2 — Zuordnung der Auswahlparameter zu den Kategorien von Verkehrsflächen zur Bestimmung von Beleuchtungsklassen	13
Tabelle 3 — Autobahn für Beleuchtungsklassen M	20
Tabelle 4 — Landstraße außerorts für Beleuchtungsklassen M	21
Tabelle 5 — Hauptverkehrsstraßen innerorts ≥ 50 km/h bis ≤ 70 km/h für Beleuchtungsklassen M	22
Tabelle 6 — Sammelstraßen innerorts > 30 km/h für Beleuchtungsklassen M	23
Tabelle 7 — Erschließungsstraßen ≤ 30 km/h (Sammelstraße) für Beleuchtungsklassen P	25
Tabelle 8 — Erschließungsstraßen (Anliegerstraße, verkehrsberuhigte Fläche) für Beleuchtungsklassen P	26
Tabelle 9 — Radwege für Beleuchtungsklassen P	27
Tabelle 10 — Fußgängerflächen (Gehwege und Fußgängerzonen) für Beleuchtungsklassen P . .	28
Tabelle 11 — Plätze ≤ 30 km/h (Parkplatz, Rastanlage, Bahnhofsvorplatz, Busbahnhof) für Beleuchtungsklassen P	29
Tabelle 12 — Beleuchtungsklassen vergleichbaren Beleuchtungs niveaus	31
Tabelle A.1 — Beispiel zur Anwendung von Tabelle 5 — Hauptverkehrsstraßen innerorts ≥ 50 km/h bis ≤ 70 km/h für Beleuchtungsklassen M	34
Tabelle A.2 — Beleuchtungsklassen vergleichbaren Beleuchtungs niveaus nach Tabelle 12	35
Tabelle A.3 — Beispiel zur Anwendung von Tabelle 8, Erschließungsstraßen (Anliegerstraße, verkehrsberuhigte Fläche) für Beleuchtungsklassen P	37

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom NA 058-00-11 AA „FNL/FGSV 3.02 Außenbeleuchtung“ im DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

DIN 13201¹ besteht unter dem allgemeinen Titel *Straßenbeleuchtung* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen (dieser Teil)
- Teil 2: Gütemerkmale
- Teil 3: Berechnung der Gütemerkmale
- Teil 4: Methoden zur Messung der Gütemerkmale von Straßenbeleuchtungsanlagen
- Teil 5: Energieeffizienzindikatoren

Diese Norm basiert inhaltlich auf dem technischen Bericht der CIE 115:2010, „*Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic*“ der CIE (Commission Internationale de l'Éclairage). Dieser Bericht wurde vom Komitee CIE/TC 4-44 „Management and Maintenance of Roadlighting“ der Division 4 „*Lighting and Signaling for Transport*“ erstellt. Für die deutsche Mitarbeit und das deutsche Votum in CIE und CEN war der NA 058-00-11 AA zuständig.

Der NA 058-00-11 AA entschied sich für eine nationale Veröffentlichung einer Deutschen Fassung als nationale Norm DIN 13201-1. Teil 2 bis Teil 5 der Normenreihe DIN EN 13201 sind zwischenzeitlich in Deutschland als EN-Norm veröffentlicht worden. Durch die Veröffentlichung von DIN 13201-1 wurde die Einheit der fünf Dokumente auf nationaler Basis wiederhergestellt.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber der 2017-06 bereits zurückgezogenen Norm DIN 13201-1:2005-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Zuordnung der verschiedenen Straßen- und Wegekategorien sowie Platzsituationen unter Beachtung verkehrsplanerischer Aspekte zu den jeweiligen Beleuchtungsklassen hinzugefügt. Gleichzeitig wurden in diesem Zusammenhang die erforderlichen Parameter an die jeweiligen Straßen- und Wegekategorien sowie Platzsituationen angepasst;
- b) Möglichkeit der Auswahl von verschiedenen Beleuchtungsklassen für die Beleuchtung einer Verkehrsfläche bei unterschiedlichen Gegebenheiten im Laufe der täglichen Dunkelstunden hinzugefügt;
- c) Möglichkeit der Realisierung adaptiver Beleuchtungssituationen auf Basis der Auswahl von verkehrs- und/oder umgebungsabhängigen Parametern hinzugefügt;

¹ Hierbei handelt es sich bei DIN 13201-1 um eine rein nationale Norm, wobei DIN EN 13201-2, -3, -4 und -5 auf europäischen Normen basieren.

- d) Empfehlungen für vergleichbare Beleuchtungsklassen unter Beachtung des mittleren Leuchtdichtekoeffizienten der Fahrbahnoberfläche (M- und C-Beleuchtungsklassen) oder des Reflexionsgrades der Oberfläche (P-Beleuchtungsklassen) hinzugefügt;
- e) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 5044: 1955-05, 1963-08, 1970-07, 1975-06
DIN 5044 Beiblatt: 1962-09, 1972-04
DIN 5044-1: 1981-09
DIN 5044-2: 1982-08
DIN 13201-1: 2005-11

Einleitung

Dieses Dokument enthält Vorgaben zur Auswahl der Beleuchtungsklassen und gibt Hinweise zu den damit verbundenen Aspekten. Es ist für ortsfeste Beleuchtungsanlagen anwendbar, die für die Nutzer von Verkehrsflächen im Freien, wie Straßen, Wege und Plätze, gute Sichtbedingungen bei Dunkelstunden sicherstellen und die Verkehrssicherheit, den Verkehrsfluss sowie die öffentliche Sicherheit unterstützen sollen.

Die Anforderungen an die Beleuchtung hängen von der Nutzung der betrachteten Fläche sowie von verkehrs-, zeit- und witterungsbedingten Umständen ab. Diesen Umständen kann durch die Verwendung von adaptiven Beleuchtungslösungen Rechnung getragen werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen für die Auswahl der in DIN EN 13201-2 definierten Beleuchtungsklassen M (motorisierter Verkehr), C (Konfliktbereiche) und P (Fußgänger- und Langsamfahrbereiche) fest.

Zu diesem Zweck werden für die relevanten Verkehrsflächen im Freien Parameter angegeben, die für die Beleuchtung relevant sind. Diese werden in der Regel von den zuständigen Behörden für öffentliche Verkehrsflächen oder von privaten Entscheidungsträgern für nicht öffentliche Verkehrsflächen zur Verfügung gestellt. Zur Vergleichbarkeit in der Anwendung der verschiedenen Beleuchtungsklassen legt dieses Dokument praktische Beziehungen in Form vergleichbarer Beleuchtungsklassen fest.

Dieses Dokument legt Anforderungen zur Auswahl der betrachteten Fläche, auf der die Beleuchtungsklassen nach DIN EN 13201-2 sowie die Berechnungsraster und -verfahren nach DIN EN 13201-3 und Energieeffizienzkriterien nach DIN EN 13201-5 angewendet werden sollen, fest.

Die in diesem Dokument verwendeten Parameter ermöglichen:

- a) die Beschreibung einer Beleuchtungssituation in Abhängigkeit von:
 - der Lage der betrachteten Fläche;
 - der verkehrlichen Verwendung der Fläche;
 - dem Einfluss der Umgebung;
- b) die besondere Berücksichtigung von Bedingungen, die den effektiven Energieeinsatz ermöglichen.

Dieses Dokument legt keine Kriterien fest, nach denen zu entscheiden ist, ob eine Verkehrsfläche zu beleuchten ist oder wie eine Beleuchtungsanlage zu verwenden ist.

Dieses Dokument ist nicht für die Beleuchtung von Fußgängerüberwegen anzuwenden. Für diese gelten DIN 67523-1 und DIN 67523-2.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 EN 13201-2:2016-06, *Straßenbeleuchtung — Teil 2: Gütemerkmale; Deutsche Fassung EN 13201-2:2015*

DIN EN 13201-3:2016-06, *Straßenbeleuchtung — Teil 3: Berechnung der Gütemerkmale; Deutsche Fassung EN 13201-3:2015*

DIN EN 13201-5, *Straßenbeleuchtung — Teil 5: Energieeffizienzindikatoren*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN 13201-2:2016-06 und DIN EN 13201-3:2016-06 und die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Bemessungsbeleuchtungsklasse

Klasse für die Auslegung von Mindestwerten der mittleren Leuchtdichte oder Beleuchtungsstärke für einen definierten Zeitraum t_0 im Tagesverlauf, in dem die höchste Anforderung an die Beleuchtung besteht

3.2

adaptive Beleuchtung

<Straßenbeleuchtung> Beleuchtung, die bereichsweise oder zeitlich an die sich ändernden Bedingungen angepasst wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Anpassungsbedingungen können Geschwindigkeit, Verkehrsaufkommen, Verkehrsart, Umgebungshelligkeit, Witterung und weitere Bedingungen sein.

3.3

zulässige Geschwindigkeit

höchste zulässige Geschwindigkeit der Verkehrsteilnehmer

3.4

betrachtete Fläche

Fläche, die gezielt nach diesem Dokument betrachtet werden soll, wie z. B. Verkehrsflächen, angrenzende Flächen, verkehrsberuhigte Flächen, Konfliktbereiche, Randstreifen

3.5

Knotenpunkt

bauliche Anlage, die der Verknüpfung von Verkehrswegen dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Folgende Arten von Knotenpunkten sind üblich:

- Planfreier Knotenpunkt: Knotenpunkt, bei dem alle Kreuzungs-, Linksab- und Linkseinbiegevorgänge von Fahrzeugströmen durch Über- oder Unterführungsbauwerke vermieden werden;
- Plangleicher Knotenpunkt: Knotenpunkt, bei dem der Verkehr nur in einer Ebene abgewickelt wird;
- Teilplanfreier Knotenpunkt: Planfreier Knotenpunkt, bei dem ein Teil der Kreuzungs-, Linksab- und Linkseinbiegevorgänge von Fahrzeugströmen durch Über- oder Unterführungsbauwerke vermieden wird;
- Kreuzung: Vierarmiger plangleicher Knotenpunkt.

[QUELLE: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Begriffsbestimmungen — Teil: Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb, Köln: FGSV-Verlag (2012)]

3.6

Verkehrsfluss von Fahrzeugen

Bewegung von Fahrzeugen

Anmerkung 1 zum Begriff: Es kann sich um beschleunigte oder gleichförmige Bewegungen unterschiedlicher Richtungen handeln.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Verkehrsfluss von Fahrzeugen ist eine Teilmenge des Verkehrsablaufes, zu dem auch nicht bewegte Verkehrsvorgänge zählen (z. B. Warten oder ruhender Verkehr).

3.7

Verkehrsaufkommen

Größe, die durch die *Verkehrsstärke* (3.7.1) oder die *Verkehrsdichte* (3.7.2) beschrieben wird

3.7.1**Verkehrsstärke**

Anzahl der Verkehrselemente, die einen bestimmten Querschnitt einer Verkehrsfläche innerhalb einer bestimmten Zeitspanne durchfließen

Anmerkung 1 zum Begriff: Verkehrselemente sind unterschiedliche Verkehrsteilnehmer, z. B. KFZ, Radfahrer, Fußgänger.

Anmerkung 2 zum Begriff: Sie wird häufig in der Einheit Fahrzeuge je Stunde beziehungsweise Elemente je Stunde angegeben.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Verkehrsstärke ist eine lokale Kenngröße. Sie gilt für einen bestimmten Zeitraum eines bestimmten Beobachtungsquerschnittes.

3.7.2**Verkehrsdichte**

Anzahl der Verkehrselemente, die sich zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem bestimmten Streckenabschnitt einer Verkehrsfläche befinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird häufig in der Einheit Fahrzeuge je Kilometer beziehungsweise Elemente je Kilometer angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Verkehrsdichte ist eine räumliche Kenngröße. Sie ist eine Momentaufnahme eines Streckenabschnittes zu einem bestimmten Zeitpunkt.

3.8**Verkehrsart und Zusammensetzung**

Gruppen von unterschiedlichen Verkehrselementen und deren Zusammensetzung

3.8.1**Verkehrsart**

Gruppe von Verkehrselementen mit gleichen Merkmalen

Anmerkung 1 zum Begriff: Verkehrselemente sind unterschiedliche Verkehrsteilnehmer, z. B. KFZ, Radfahrer, Fußgänger.

3.8.2**Zusammensetzung**

unterschiedliche Verkehrsarten auf einer gemeinsamen Verkehrsfläche

BEISPIEL Die Zusammensetzung ist „gemischt“ (z. B. motorisierte Fahrzeuge und Radfahrer) oder im Gegensatz „nicht gemischt“ (z. B. nur „motorisierter Verkehr“).

3.9**Trennung der Richtungsfahrbahnen**

bauliche Trennung zwischen den Richtungsfahrbahnen

3.10**visuelle Führung**

Maßnahmen, die dem Verkehrsteilnehmer hinreichende Informationen über den Straßenverlauf vermitteln

Anmerkung 1 zum Begriff: Die visuelle Führung auf einer Straße beeinflusst die Schwierigkeit der Fahraufgabe. Die visuelle Führung kann z. B. durch Fahrbahnmarkierungen, Schutzplanken oder durch entsprechende Positionierung von Leuchten zur optischen Linienführung erreicht werden.

3.11

Schwierigkeit der Fahraufgabe

Aufwand, den der Verkehrsteilnehmer unter Berücksichtigung der vorhandenen visuellen Informationen leisten muss, um seinen Fahrstreifen und seine Fahrrichtung zu wählen und um seine Geschwindigkeit und Position auf der Fahrbahn zu halten oder zu ändern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Schwierigkeit der Fahraufgabe kann durch visuelle Führungsmaßnahmen zur Nutzung einer Straße verringert werden. Erhöhen kann sich die Schwierigkeit der Fahraufgabe insbesondere durch komplexe Verkehrsführung unterschiedlicher Verkehrsteilnehmer auf der Verkehrsfläche, z. B. durch Sonderflächen oder Schienenführung des Nahverkehrs, Abbiegestreifen, Radwege auf der Fahrbahn und Überwege für Radfahrer und Fußgänger.

3.12

Gesichtserkennung

Schtaufgabe von Fußgängern zur Erkennung von Gesichtern aus einer größeren Entfernung

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Gesichtserkennung ist überall ein Minimum an Beleuchtung in einer Entfernung, ab der ein Gesicht erkennbar ist, erforderlich. Die Entfernung zur Erkennung von Gesichtern beträgt typischerweise bis zu 10 m, als wahrgenommener Beginn der Privatsphäre.

3.13

Leuchtdichte der Umgebung

geschätzte Verteilung der Leuchtdichte im Umfeld zur bewerteten Straßensituation, z. B. durch Industrieanlagen, Geschäftsfenster, Sportanlagen etc.

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Einschätzung der Leuchtdichte der Umgebung ist es wichtig, ob diese eine stark inhomogene oder homogene Leuchtdichteverteilung in variierenden Blickrichtungen (Gesichtsfeldern) von Objekten besitzt, die zu Gefährdungen führen könnten.

3.14

erhöhte Anforderungen

besondere Bedingungen, die dem Verkehrsteilnehmer die visuelle Wahrnehmung erschweren, die Beleuchtungssituation auf der betrachteten Fläche beeinflussen und/oder das Sicherheitsgefühl beeinträchtigen

Anmerkung 1 zum Begriff: Detaillierte Beschreibungen zu erhöhten Anforderungen sind unter 6.3 aufgeführt.

3.15

Adaptation

Vorgang der Anpassung des visuellen Systems an veränderte Sehbedingungen

[QUELLE: DIN 5340:1998-04]

3.16

Dunkelstunden

Zeitraum, in dem das ausgewählte Beleuchtungsniveau durch Tageslicht nicht mehr sichergestellt ist

4 Kategorisierung von Verkehrswegen

Eine Aufteilung der Verkehrswege im Freien erfolgt seitens der Verkehrsplanung in verschiedenen Kategorien. In Tabelle 1 sind diese Kategorien mit einem Verweis auf weitere Tabellen gegeben, die die Parameter zur Bestimmung der Beleuchtungsklasse enthalten und zur Festlegung der Beleuchtungsklasse dienen.

Tabelle 1 — Zuordnung der Kategorien von Verkehrsflächen zu entsprechenden Auswahltabellen zur Bestimmung von Beleuchtungsklassen

Abkürzung ^a	Kategoriengruppe	Kategorie	Tabelle
AS	Autobahnen	Alle	3
LS	Landstraßen (außerorts)	Alle	4
HS	Hauptverkehrsstraßen	Ortsdurchfahrten, innergemeindliche Hauptverkehrsstraßen ≥50 km/h bis ≤70 km/h	5
ES	Erschließungsstraßen	Sammelstraßen >30 km/h	6
		Sammelstraßen ≤30 km/h	7
		Anliegerstraße und verkehrsberuhigte Fläche	8
—	Radwege	Inner- und außergemeindliche Radverkehrsflächen	9
—	Gehwege	Inner- und außergemeindliche Gehwege	10
—	sonstige Verkehrsflächen	Plätze mit Bereichen des öffentlichen Personenverkehrs und Park- und Rastplätze Konfliktbereiche, z. B. Knotenpunkte, siehe Abschnitt 8.5	11
^a Abkürzungen entsprechend Kategoriengruppen der Verkehrswege für den Kfz-Verkehr der Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN), sofern diese vorhanden sind.			

5 Zu beleuchtende Flächen und Randstreifen

5.1 Verkehrsflächen

Verkehrsflächen sind Flächen, die dem Verkehr dienen oder zu dienen bestimmt sind. Sie können Fahrbahnen für den motorisierten Verkehr, Geh- und Radwege sowie weitere Flächen beinhalten. Ob die Fahrbahnen, Gehwege usw. getrennt voneinander betrachtet werden oder als gemeinsame Verkehrsfläche anzusehen sind, ist von den zuständigen Entscheidungsträgern anzugeben.

Wenn die einzelnen Verkehrsflächen des Straßenraumes als gemeinsame Verkehrsfläche aufgefasst werden, sollte das Auswahlverfahren nach diesem Dokument sowie die Berechnungsvorgaben nach DIN EN 13201-3:2016-06 auch auf die betrachtete Fläche des gesamten Straßenraums gemeinsam angewandt werden.

5.2 Angrenzende Flächen

Werden die Fahrbahn für den motorisierten Verkehr und weitere Verkehrsflächen, z. B. Rad- und Gehwege, bezüglich ihrer Bewertung als separate Flächen betrachtet, so sind dies die an die Fahrbahn angrenzenden Flächen, auch wenn sie durch einen Grünstreifen getrennt sind.

Die Hauptfläche ist die Fläche mit dem höchsten Beleuchtungsniveau. Das Auswahlverfahren wird für die Hauptfläche angewendet, woraus dann die Anforderungen an die Beleuchtung der übrigen Flächen abzuleiten sind. Alternativ kann das Auswahlverfahren für jede einzeln definierte Verkehrsfläche angewendet werden.

5.3 Konfliktbereiche

Konfliktbereiche sind Teilflächen einer Straßenverkehrsanlage, die aus der Überlagerung der Bewegungsflächen mit zum Teil unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Verkehrsteilnehmer entstehen. Sie können in Verkehrsflächen auftreten, in denen Verkehrsströme des motorisierten Verkehrs zusammengeführt werden, Abbiege-, Einordnungs- und Beschleunigungsspuren vorhanden sind oder Bereiche von motorisierten und/oder nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmern zusammengeführt werden bzw. sich kreuzen. Die notwendige Beleuchtungsklasse ist separat zu ermitteln.

Die mit Konfliktbereichen verbundenen Verkehrswege sind bei Vorliegen der entsprechenden Voraussetzungen, z. B. bei höheren Beleuchtungsniveaus der Konfliktbereiche, mit einer Adaptationsstrecke nach 6.4 auszustatten.

5.4 Verkehrsberuhigte Flächen

Verkehrsberuhigte Flächen sind Verkehrsflächen innerhalb eines abgegrenzten Gebiets, einzelne Straßen oder Straßenabschnitte, die überwiegend eine Aufenthalts- und Erschließungsfunktion aufweisen und auf denen nach Straßenverkehrsordnung motorisierter Verkehr, Radfahrer und Fußgänger zulässig sind. Die Grenzen einer verkehrsberuhigten Fläche müssen definiert werden, damit die dort gültige Beleuchtungsklasse ermittelt und angewandt werden kann.

ANMERKUNG Verkehrsberuhigte Flächen sind auch als verkehrsberuhigte Bereiche bekannt.

5.5 Randstreifen

Für den Fall einer notwendigen Bestimmung des Randbeleuchtungsstärkeverhältnis R_{EI} (siehe 7.4) ist es notwendig, die Breite der jeweils lichttechnisch relevanten Randstreifen zu betrachten.

ANMERKUNG Die Breite entspricht nach DIN EN 13201-3:2016-06 immer der Breite des angrenzenden Fahrstreifens.

6 Anforderungen an die Beleuchtung

6.1 Allgemeines

Nach dieser Normenreihe geplante und errichtete Straßenbeleuchtung hat einen positiven Einfluss auf die Sicherheit, die Unversehrtheit von Leben und Sachen sowie auf die Lebensqualität der Menschen. Dies trifft insbesondere auf Konfliktbereiche zu. Flora und Fauna hingegen sollen möglichst gering beeinflusst werden. Berücksichtigt ist das bereits in DIN EN 13201-2:2016-06 bei der Auslegung der Gütemerkmale der Außenbeleuchtung, die durch eine Reihe von photometrischen Anforderungen definiert sind. Diese Anforderungen hängen von den visuellen Erfordernissen spezifischer Straßennutzer in verschiedenen Arten von Verkehrsflächen und deren Umgebungsbedingungen ab, die jeweils zu verschiedenen Nacht- und Jahreszeiten variieren können. Um für entsprechende Gegebenheiten die notwendigen Gütemerkmale und deren Auslegung festzulegen, sind entsprechende Auswahlparameter notwendig.

6.2 Parameter für die Auslegung der Beleuchtungsklassen

Für die Auslegung der Beleuchtung mit Hilfe von Parametern werden nachfolgende Informationen nach Tabelle 2 benötigt, die je nach Kategorie einer Verkehrsfläche variieren und sich unterschiedlich zusammensetzen können. Ergeben sich im zeitlichen Ablauf der Dunkelstunden grundlegende Änderungen bezüglich der Informationen, sollten diese dokumentiert werden, um die Beleuchtungsanlage entsprechend betreiben zu können (siehe 7.10 zur adaptiven Beleuchtung).

Tabelle 2 — Zuordnung der Auswahlparameter zu den Kategorien von Verkehrsflächen zur Bestimmung von Beleuchtungsklassen

Benötigte Auswahlparameter/ Kategorien von Verkehrsfläche	Autobahn	Land- straße	Hauptverkehrs- straße ≥50 km/h bis ≤70 km/h	Sammelstraße		Anlieger- straße	Radweg	Gehweg	Plätze ≤30 km/h	Konflikt- bereiche
				>30 km/h	≤30 km/h					
Zugehörige(r) Tabelle bzw. Abschnitt	Tabelle 3	Tabelle 4	Tabelle 5	Tabelle 6	Tabelle 7	Tabelle 8	Tabelle 9	Tabelle 10	Tabelle 11	Abschnitt 8.5
Maximal zulässige Geschwindigkeit	X	X	X	X	X	X			X	X
Abstand Knotenpunkte	X									
Anzahl der Knotenpunkte		X								
Trennung Richtungsfahrbahn		X	X	X	X	X				X
Anzahl Fahrstreifen je Fahrtrichtung			X							
Betriebsart Ein-/Zweirichtungsverkehr							X			X
Gehrichtung								X		
Bauliche Abgrenzung oder räumlich getrennt zu angrenzenden Verkehrsflächen							X			
Verkehrsaufkommen		X	X	X	X	X				X
Verkehrsfluss Radfahrer							X			X
Verkehrsfluss Fußgänger								X	X	X
Zusammensetzung der Verkehrsarten		X	X	X	X	X				X
Radfahrer und Fußgänger/nur Radfahrer							X			
Fußgänger und Radfahrer/nur Fußgänger								X		
Leuchtdichte der Umgebung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Parkende Fahrzeuge			X	X	X	X				X
Gesichtserkennung erforderlich					X	X		X	X	X
Aufenthaltswirkung								X		
Erhöhte Anforderungen (Details siehe 6.3)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

6.3 Erhöhte Anforderungen

Erhöhte Anforderungen an die Beleuchtung bestehen, wenn Bedingungen vorliegen, durch die die Fahraufgabe, die Nutzung oder die Wahrnehmung des Verkehrsraumes sowie relevanter angrenzender Bereiche schwieriger als die typischen Bedingungen sind. Die daraus resultierenden Einschränkungen (z. B. eine Beeinträchtigung der visuellen Führung oder eine reduzierte Verkehrssicherheit) können in vielen Fällen durch eine entsprechende Berücksichtigung bei der Auslegung der Beleuchtungsklasse im Vorgehen nach Abschnitt 8 gemindert werden.

Zu erhöhten Anforderungen können bauliche, betriebliche und verkehrliche sowie lichttechnische Bedingungen beitragen.

Bauliche Bedingungen, die zu erhöhten Beleuchtungsanforderungen führen können, sind gegenüber den typischen ortsüblichen Verhältnissen reduzierte Straßenquerschnitte und Straßenräume einschließlich verminderter seitlicher oder oberer Sicherheitsräume (z. B. häufige Engstellen im Radweg oder besonders beengte Straßen). Weiterhin gehören dazu Bedingungen, die das Wahrnehmen der Fahrbahn, ihres Verlaufes, der Grenzen des eigenen Fahrstreifens und des nutzbaren Verkehrsraumes beeinträchtigen (z. B. Poller und Umlaufsperrern auf Radwegen oder Einbauten zur Verkehrsberuhigung bzw. Geschwindigkeitsdämpfung des Kraftverkehrs). Schließlich können auch Bedingungen, die die Befahrbarkeit und Leichtigkeit des Verkehrsablaufes für bestimmte oder alle zugelassenen Nutzer beeinträchtigen, erhöhte Beleuchtungsanforderungen begründen. Dies betrifft sowohl die Verkehrsfläche (z. B. qualitativ schlechte, unbefestigte oder unebene Oberflächen von Geh- und Radwegen oder Aufpflasterungen für den Kraftfahrzeugverkehr) als auch die Linienführung (z. B. Straßen mit Kurven sehr geringer Radien mit erschwerter Befahrbarkeit für den Schwerverkehr und ähnliches).

Betriebliche und verkehrliche Bedingungen betreffen den Verkehrsablauf und die Interaktion von Verkehrsteilnehmern. Beispielsweise Wechsel von Kraftfahrzeugen über mehr als einen Fahrstreifen (z. B. bei drei und mehr Fahrstreifen je Richtung), unübersichtliche Ein- und Ausparkvorgänge (z. B. Schräg- oder Querparkstände an Hauptverkehrsstraßen, Parkflächen direkt neben Radverkehrsflächen) oder häufig wechselndes Kurzzeitparken oder Halten (z. B. in Bereichen von Bahnhofsvorplätzen) können erhöhte Beleuchtungsanforderungen begründen. Weiterhin können durch Begegnungsverkehr auf beengtem Raum erhöhte Beleuchtungsanforderungen entstehen (z. B. Einbahnstraßen mit erlaubtem Radverkehr in Gegenrichtung oder Straßen im Zweirichtungsbetrieb mit Querschnitten schmaler als zwei Fahrzeuge). Außerdem kann ein erhöhtes Querungsaufkommen (Fußgänger, Radfahrer) über Straßen außerhalb der Knotenpunkte und gesicherten Querungsstellen sowie regelmäßiges Betreten der Fahrbahn durch Fahrgäste (z. B. an Haltestellen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) in Mittellage) oder der regelmäßige Aufenthalt von Personen auf der Straße (z. B. starke Aufenthaltsfunktion eines verkehrsberuhigten Bereiches für Kinder) zu erhöhten Beleuchtungsanforderungen führen.

Lichttechnische Bedingungen für erhöhte Beleuchtungsanforderungen können bei ungünstiger Wirkung von Beleuchtungsanlagen im Sichtfeld der Nutzer vorliegen, die sie irreführen, ablenken, stören oder belästigen (z. B. durch beleuchtete oder selbstleuchtende Anzeigeflächen, Sportstättenbeleuchtung oder die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien). Erhöhte Anforderungen können schließlich auch vorliegen, wenn das Sicherheitsgefühl der Nutzer auf der betrachteten Fläche und in ihrer unmittelbaren Umgebung erhöht werden soll. Dazu kann es notwendig sein, neben der Anpassung der Beleuchtungsintensität auch weitere Aspekte einer das Sicherheitsgefühl unterstützenden Lichtplanung zu betrachten, wie z. B. Vermeidung von dunklen Bereichen, Erhöhung der vertikalen Beleuchtungsstärken, Blendungsfreiheit usw.

6.4 Adaptationsstrecke

Für einen sicheren Verkehrsablauf kommt dem Beginn und dem Ende einer beleuchteten Strecke eine besondere Bedeutung zu, da sich das menschliche Auge einer Veränderung der Leuchtdichte im Gesichtsfeld nur mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung anpassen kann. Aus diesem Grund muss für die Adaptation an ein anderes Leuchtdichteniveau, besonders für den Übergang von beleuchteter zu unbeleuchteter Straße, ausreichend Zeit vorhanden sein. Der Zeitbedarf hängt von dem Leuchtdichteunterschied ab. Die Länge der Adaptationsstrecke hängt damit von dem Leuchtdichteunterschied und der gefahrenen Geschwindigkeit ab.

Eine Adaptationsstrecke im Verlauf einer Straße ist in der Regel dann notwendig, wenn die zulässige Fahrgeschwindigkeit ≥ 50 km/h und die Bemessungs-Leuchtdichte $\geq 0,75$ cd/m² beträgt sowie die mittlere Leuchtdichte des davor oder danach liegenden Anschlussstückes weniger als 20 % dieser Leuchtdichte beträgt und die Bedingungen für erhöhte Anforderungen zutreffen.

ANMERKUNG Für die beschriebenen Bedingungen (Fahrgeschwindigkeit = 50 km/h, Leuchtdichte $\geq 0,75$ cd/m²) hat sich eine Wegstrecke bewährt, die innerhalb von 3 s zurückgelegt wird. Dies entspricht einer Strecke von etwa 41 m.

Liegt eine C- oder P-Beleuchtungsklasse vor, dann ist die vergleichbare Beleuchtungsklasse M nach Tabelle 12 zu bestimmen und die Adaptationsbeleuchtung entsprechend danach auszuführen.

6.5 Auswirkungen des visuellen Umfeldes

Die Gestaltung des visuellen Umfeldes einer betrachteten Verkehrsfläche kann erhebliche Auswirkungen auf die Anstrengung des Verkehrsteilnehmers bewirken, seine Fahrgeschwindigkeit und sein Fahrverhalten aufgrund der Informationsquellen (z. B. Verkehrshinweise) entsprechend einzustellen.

Wenn Lichteinwirkungen ungeeigneter Beleuchtungssituationen die Schleierleuchtdichte am Auge erhöhen und diese Störung nicht zu beseitigen ist, sind geeignete Maßnahmen zu treffen.

ANMERKUNG 1 Mögliche Maßnahmen sind:

- Reduzierung der Geschwindigkeit;
- Erhöhung des Beleuchtungsniveaus;
- bauliche Maßnahmen.

ANMERKUNG 2 Trotz optimaler visueller Führung durch die Straße und ergänzender Maßnahmen können komplexe Sehaufgaben auftreten, z. B. hervorgerufen durch störende Leuchtdichten von Lichtwerbeanlagen, Leuchtsäulen, Sportstättenbeleuchtung, angestrahlte oder selbstleuchtende Gebäude sowie durch Wendemanöver oder Fußgängerquerungshilfen. Als Folge kann dies Schwierigkeiten bei der Erkennung von besonders wichtigen Sehobjekten erzeugen, z. B. von Lichtsignalanlagen oder anderen Straßennutzern, die gerade ihre Bewegungsrichtung ändern. Störende Leuchtdichten, z. B. auch von Lichtsignalanlagen selbst, können dazu führen, dass auf der Verkehrsfläche ein höheres Beleuchtungsniveau erzeugt werden muss. Eine gute visuelle Führung durch die Straßenbeleuchtung erleichtert die Orientierung und verringert derartige Schwierigkeiten.

7 Güte Merkmale

7.1 Allgemeines

Mit dem Erreichen der Anforderungen der entsprechenden Güte Merkmale der Beleuchtung sind die Mindestanforderungen an die Beleuchtung der Verkehrsfläche sichergestellt, um die Verkehrsfläche ausreichend sicher nutzen zu können. Die Darstellung der erreichten Güte Merkmale der Beleuchtung lässt zudem eine Einschätzung über die Qualität der umgesetzten Beleuchtung einer Verkehrsfläche zu.

7.2 Beleuchtungsniveau

Das Beleuchtungsniveau wird durch die mittlere Beleuchtungsstärke \overline{E} bzw. durch die mittlere Fahrbahnleuchtdichte \overline{L} auf der Fläche mit einer entsprechenden Sehaufgabe beschrieben. Die Höhe des auszuwählenden Beleuchtungsniveaus hängt von den Sehaufgaben im Bereich der Verkehrs- und angrenzenden Flächen sowie der Art der Verkehrsfläche, deren Kategorisierung und weiteren Einflussgrößen ab.

ANMERKUNG Die Definition dieser Begriffe erfolgt in DIN EN 13201-2:2016-06.

7.3 Gleichmäßigkeit

Die Gleichmäßigkeit einer Beleuchtung wird für Verkehrsflächen, die mittels Leuchtdichte bewertet werden, durch die Längsgleichmäßigkeit U_1 und die Gesamtgleichmäßigkeit U_o dargestellt. Zur Ermittlung der Gleichmäßigkeit für Verkehrsflächen, die mittels Beleuchtungsstärke bewertet werden, ist entweder die Gesamtgleichmäßigkeit U_o oder die zur mittleren Beleuchtungsstärke \bar{E} ins Verhältnis gesetzte minimale Beleuchtungsstärke E_{\min} ausschlaggebend.

ANMERKUNG Die Definition der aufgeführten Größen zur Bestimmung der Gleichmäßigkeit im Sinne dieses Dokumentes erfolgt in DIN EN 13201-2:2016-06.

7.4 Randbeleuchtungsstärkeverhältnis R_{EI}

Ein ausreichendes Randbeleuchtungsstärkeverhältnis ermöglicht die ausreichende Wahrnehmung von möglichen Hindernissen oder Geschehnissen in Randbereichen neben einer Verkehrsfläche. Es dient damit dem Schutz von Körper, Gesundheit, Leben oder Eigentum und damit der Sicherheit von Nutzern auf und neben der eigentlichen Verkehrsfläche. Das Randbeleuchtungsstärkeverhältnis wird für Verkehrsflächen angewendet, die mittels Leuchtdichte bewertet werden und an deren Seiten keine angrenzenden Verkehrsflächen mit eigenen Beleuchtungskriterien definiert sind.

ANMERKUNG 1 Der Begriff Randbeleuchtungsstärkeverhältnis ist in DIN EN 13201-2:2016-06 definiert.

ANMERKUNG 2 Die Vorgehensweise zur Ermittlung des Randbeleuchtungsstärkeverhältnisses ist in DIN EN 13201-3:2016-06 beschrieben.

ANMERKUNG 3 Die energetische Betrachtung des Randbeleuchtungsstärkeverhältnisses ist in DIN EN 13201-5 und DIN EN 13032-5 enthalten.

7.5 Blendungsbegrenzung

Für Verkehrsflächen, die mittels Leuchtdichte bewertet werden, dürfen die Höchstwerte für die Schwellenwerterhöhung f_{TI} nach DIN EN 13201-2:2016-06, Tabelle 1 nicht überschritten werden.

Für Verkehrsflächen, die mittels Beleuchtungsstärke bewertet werden, sollten die Werte für die Schwellenwerterhöhung f_{TI} nach DIN EN 13201-2:2016-06, Anhang C, Tabelle C.1 bzw. Tabelle C.2 nicht überschritten werden.

DIN EN 13201-2:2016-06, Anhang A enthält Empfehlungen zu maximalen Lichtstärken bzw. maximalen Blendindizes für Situationen, in denen die Bewertung der Blendung durch die Schwellenwerterhöhung f_{TI} nicht praktikabel erscheint.

7.6 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Der Einfluss der Lichtart auf die Sehfunktion und die Blendempfindung ist im Bereich der Straßenbeleuchtung im Allgemeinen eher gering.

Die Farbwiedergabeeigenschaft von Lichtquellen kann von Bedeutung sein, wenn der Verkehrsteilnehmer auf das Erkennen von Farbkontrasten, z. B. bei Verkehrszeichen und Hindernissen mit geringem Hell/Dunkel-Kontrast, angewiesen ist.

In bewohnten Straßen oder Bereichen mit einem hohen Fußgängeranteil sollte auf die Farbwiedergabeeigenschaft geachtet werden, wenn die Beleuchtung auch zur Gesichtserkennung dient oder im Zusammenhang mit der farblichen Gestaltung des Verkehrsraumes zusätzlich ästhetische Anforderungen zu erfüllen hat.

7.7 Visuelle Führung

Zur Verstärkung der visuellen Führung im Verlauf eines Straßenzuges und zur Verdeutlichung besonderer Verkehrsbereiche (Kreuzungen, Einmündungen, Fußgängerüberwege u. ä.) können auch die voneinander abweichenden Lichtfarben unterschiedlicher Lichtquellen herangezogen werden.

7.8 Verhältnis zu angrenzenden Verkehrsflächen

Zwischen angrenzenden Flächen darf das Verhältnis zwischen den jeweiligen mittleren Leuchtdichteniveaus nicht größer als 2,5 sein, um eine adäquate Beleuchtung der Verkehrsumgebung im Verhältnis der unterschiedlichen Verkehrsflächen sicherzustellen. Die Fläche mit den höchsten Anforderungen an die Beleuchtung ist die Referenzfläche. Zur Umsetzung der Verhältnisse der mittleren Leuchtdichteniveaus von angrenzenden Flächen enthält Tabelle 12 Empfehlungen zur Beleuchtung auf der Grundlage vergleichbarer Beleuchtungsniveaus von Leuchtdichte und horizontaler Beleuchtungsstärke. Dabei werden die Beleuchtungsklassen M, C und P verwendet.

Wenn keine angrenzenden Verkehrsflächen definiert und für die Referenzfläche eine Beleuchtungsklasse M ausgewählt wurde, ist das Randbeleuchtungsstärkeverhältnis R_{EI} (siehe 7.4) nach DIN EN 13201-3:2016-06 zu berechnen und zu dokumentieren.

7.9 Bemessungsbeleuchtungsklasse

Die Ermittlung der Beleuchtungsklasse im Zeitraum Δt_0 , auf die die Beleuchtungsanlage auszulegen ist, erfolgt mit allen Kriterien der für die Straßenkategorie entsprechenden Parametern, die bei der ausgelegten Situation im ungünstigsten Fall auftreten können. Das führt für die betrachtete Straßensituation zur Anwendung der höchsten erforderlichen Beleuchtungsparameter, der normalen Beleuchtungsklasse. Zur Vereinfachung wurden in diesem Dokument nur die Hauptparameter für den normalen motorisierten Verkehr, Konfliktzonen, Fußgängerbereiche und verkehrsberuhigte Bereiche aufgenommen.

Abweichend zur Bewertung der Situation für die Bemessungsbeleuchtungsklasse im Zeitraum Δt_0 können temporäre Veränderungen in den Parametern eine Absenkung der mittleren Leuchtdichte oder Beleuchtungsstärke gegenüber dem Ursprungswert ermöglichen. Dies ergibt sich durch die Ermittlung einer der Situation angemessenen zusätzlichen neuen (adaptiven) Beleuchtungsklasse mit geringeren Anforderungen.

7.10 Adaptive Beleuchtung

Die Parameterwerte der Beleuchtungsklassen können sich innerhalb der Dunkelstunden abhängig von den verschiedenen Anwendungs- und Umgebungsbedingungen ändern. Somit können auch Anforderungen und Empfehlungen an die Beleuchtung während dieser Zeitabschnitte angepasst werden.

Über die Bemessungsbeleuchtungsklasse zum Zeitraum der Auslegung Δt_0 hinaus besteht mit einer adaptiven Beleuchtung die Möglichkeit, auf veränderte Umgebungsparameter einzugehen und alternative Beleuchtungsklassen für bestimmte Zeiträume festzulegen, sofern nicht bereits die niedrigste Beleuchtungsklasse vorliegt. Dadurch kann z. B. Energie eingespart sowie die Umwelt durch geringeres Streulicht entlastet werden. Darüber hinaus kann die adaptive Beleuchtung angewendet werden, wenn sich die Bedingungen bezüglich der notwendigen Lichtverteilung auf der Verkehrsfläche oder für angrenzende Flächen verändern. Beispiele für deren Anwendung können dem Anhang A entnommen werden.

Über eine Anpassung der Parameter und damit der Wichtungswerte kann für einen i -ten Zeitraum Δt_i eine neue Beleuchtungsklasse mit den gleichen Tabellen wie für die Bemessungsbeleuchtungsklassen ermittelt werden. Diese neue Beleuchtungsklasse gilt solange, bis sich ein oder mehrere Parameter signifikant ändern. Dann ist eine den aktuellen Gegebenheiten angepasste Beleuchtungsklasse anzuwenden. Dabei sind unmittelbare Sprünge des Beleuchtungsniveaus um mehr als einen Faktor von 2,5 nicht zulässig. Eine entsprechende Adaptation des Auges ist zu beachten und die Änderung kann auch mittels einer Steuerung oder Regelung kontinuierlich erfolgen.

Bei Verwendung einer adaptiven Beleuchtung ist zusätzlich darauf zu achten, dass bei einer Absenkung oder Erhöhung des mittleren Helligkeitsniveaus nicht die anderen Qualitätskriterien der vorgegebenen M-, C- oder P-Beleuchtungsklassen unterschritten werden. Eine Verringerung des Lichtstromes einer jeden Lichtquelle um denselben Betrag durch Verwendung einer einheitlichen Steuerungstechnologie hat keinen Einfluss auf den relativen Objektkontrast. U. a. die folgenden Parameter können für eine adaptive Beleuchtung berücksichtigt werden, sofern sie keine unmittelbaren Auswirkungen für die sichere Nutzung der Verkehrsfläche haben:

- Geschwindigkeit der Verkehrsteilnehmer;
- ein geringeres Verkehrsaufkommen;
- Zusammensetzung des Verkehrs (Verkehrsart);
- parkende Fahrzeuge;
- Leuchtdichte der Umgebung;
- visuelle Führung;
- Gesichtserkennung¹;
- Witterungsbedingungen (trockene oder nasse Fahrbahn);
- gesetzliche oder umweltbedingte Einflüsse.

Bei der Verwendung adaptiver Beleuchtung sollten auch die Niveaus auf den angrenzenden Flächen inklusive auf evtl. vorhandenen vertikalen Flächen (Fassaden) in die Überlegungen einbezogen werden.

Zusätzlich oder anstatt einer adaptiven Beleuchtung kann durch die Reduzierung des Lichtstromes einer Lichtquelle unter Beachtung der zeitlichen Abhängigkeit des Wartungsfaktors in Form der Verschmutzung der Leuchte und dem Rückgang des Lichtstromes Energie eingespart werden.

Ist ein Schema in den Schwankungen der Parameter bekannt, das z. B. auf Aufzeichnungen der Verkehrszählungen, auf Wetterdaten oder auf fundierten Annahmen basiert, wie es z. B. in vielen Wohngebieten der Fall ist, reicht ein einfaches zeitabhängiges Steuerungssystem bereits aus.

In anderen Situationen ist einem Steuerungs- oder Regelungssystem, das mit einer Echtzeitdatenerfassung verknüpft ist und interaktiv auf Ereignisse reagiert, Vorrang zu geben. Dieses System sollte auch das Zuschalten der Bemessungsbeleuchtungsklasse zum Zeitraum Δt_0 im Zuge von Bauarbeiten, schweren Unfällen, ungünstigem Wetterverhältnissen oder schlechter Sicht ermöglichen.

8 Beleuchtungsklassen

8.1 Allgemeines

Die Empfehlungen an die Beleuchtung sind auf jede betrachtete Fläche abgestimmt. Für jede Kategorie, die in Tabelle 1 klassifiziert ist, werden spezifische Parameter in Tabelle 3 bis Tabelle 11 angegeben, die zur Auswahl einer Beleuchtungsklasse führen. Beispiele von Beleuchtungssituationen mit adaptiver Beleuchtung werden in Anhang A aufgeführt.

Zur Auslegung der normalen Beleuchtungsklasse werden die unter den Auswahlparametern und den variablen Parametern für die adaptive Beleuchtung aufgeführten Optionen gemeinsam entsprechend der gegebenen Vorgaben bzw. der festzulegenden Größen verwendet. Ergeben sich im zeitlichen Ablauf der Dunkelstunden grundlegende Änderungen bezüglich der Auslegung der Parameter, können diese für bestimmte Zeitab-

1 Sofern die Beleuchtungssituation der entsprechenden Beleuchtungsklasse dies fordert.

schnitte neu bestimmt werden. Dies kann für die Auswahlparameter und die variablen Parameter für die adaptive Beleuchtung in den Tabellen zutreffen.

Alle angegebenen Werte für die Gütemerkmale in den gewählten Beleuchtungsklassen mit Ausnahme der Schwellenwerterhöhung sind Mindestwerte. Erhöhte Anforderungen können z. B. durch die Gestaltung des visuellen Umfeldes, der visuellen Führung oder der Gestaltung des Straßenraumes bestehen.

Die Auslegung der Beleuchtung für die Verkehrsfläche erfolgt in einem ersten Bearbeitungsschritt mittels Auswahlparametern, die für das maximale Verkehrsaufkommen und die ungünstigste Auslegung der Bewertungsparameter der Verkehrsfläche zu berücksichtigen sind, sowie aus variablen Auswahlparametern, für die im ersten Bearbeitungsschritt die Straßensituation mit den höchsten zu erwartenden Beleuchtungsparametern ausgewählt werden, die sich jedoch zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten ändern können. Ändert sich während des Betriebes der Beleuchtung der Auswahlparameter „Geschwindigkeit“, so kann dieser in einem zweiten Schritt ebenfalls für eine temporäre Änderung der Gewichtung verwendet werden. Die Auslegung der Beleuchtung muss jedoch in jedem Falle für die höchste zulässige Geschwindigkeit der Verkehrsfläche erfolgen. In diesem zweiten Schritt können auch die variablen Auswahlparameter in Abhängigkeit der jeweils vorkommenden bzw. zu erwartenden Gegebenheiten ermittelt werden.

8.2 Beleuchtungsklassen M

Die Beleuchtungsklasse M ist für Fahrer von motorisierten Fahrzeugen auf Verkehrswegen mit mittleren bis hohen Fahrgeschwindigkeiten gedacht. Die Anwendung der M-Klasse ist von der Nutzung der zu betrachtenden Fläche, der Verkehrsart, der Tageszeit und weiteren Parametern abhängig. Die zu ermittelnde Beleuchtungsklasse hat nach der Straßenkategorie entsprechend Tabelle 1 und folgenden Parametern über Tabelle 3 bis Tabelle 6 zu erfolgen.

Für die Ermittlung der Beleuchtungsklasse ergeben sich nach der gegebenen Straßenkategorie und den situativen Gegebenheiten bestimmte Wichtungswerte (V_W). Der Betrachtungszeitraum Δt_0 und die damit verbundenen Parameter ist der Ausgangswert für die Bestimmung der Beleuchtungsklasse mit den höchsten Anforderungen an die Beleuchtung (Bemessungsbeleuchtungsklasse). Für abweichende Parameter in anderen Zeiträumen Δt_i sollte 7.10 (adaptive Beleuchtung) berücksichtigt werden.

Die Nummer der Beleuchtungsklasse M wird daher wie folgt berechnet:

$$M = 6 - V_{WS}$$

Dabei ist V_{WS} die Summe aller Wichtungswerte V_W . Ist $V_{WS} < 0$, dann ist eine Beleuchtungsklasse M6 anzusetzen. Ist $V_{WS} > 5$, so ist die Beleuchtungsklasse M1 anzuwenden.

Tabelle 3 — Autobahn für Beleuchtungsklassen M

Auswahlparameter	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Gewählte Wichtungswerte	
Zulässige Geschwindigkeit	>100 km/h	2		
	≤100 km/h	1		
Knotenpunktdichte	Abstand zwischen Knotenpunkten <3 km	1		
	Abstand zwischen Knotenpunkten ≥3 km	0		
Zwischenwert				
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Zeitraum	
			Δt_0	Δt_1
Leuchtdichte der Umgebung	stark inhomogen	0		
	Homogen	-1		
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1		
	nicht vorhanden	0		
Summe der Wichtungswerte V_{WS}				
Beleuchtungsklasse $M = 6 - V_{WS}$				

ANMERKUNG Bei Vorhandensein eines Standstreifens kann dieser mit in die zu beleuchtende Fläche einbezogen werden. Alternativ kann das Verfahren des Randbeleuchtungsstärkeverhältnis R_{EI} angewendet werden.

Tabelle 4 — Landstraße außerorts für Beleuchtungsklassen M

Auswahlparameter	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Gewählte Wichtungswerte	
Zulässige Geschwindigkeit	>80 km/h	1		
	≤80 km/h	0		
Trennung der Richtungsfahrbahnen	Nein	1		
	Ja	0		
Anzahl Knotenpunkte	>3 je km	1		
	≤3 je km	0		
Zwischenwert				
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Zeitraum	
			Δt_0	Δt_1
Verkehrsaufkommen	Normal	0		
	Gering	-1		
Verkehrsart/Zusammensetzung	gemischt, hoher Anteil nicht motorisiert	2		
	Gemischt	1		
	nur motorisierter Verkehr	0		
Leuchtdichte der Umgebung	stark inhomogen	0		
	Homogen	-1		
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1		
	nicht vorhanden	0		
Summe der Wichtungswerte V_{WS}				
Beleuchtungsklasse $M = 6 - V_{WS}$				
Die zu verschiedenen Zeiten realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.				

ANMERKUNG Eine Landstraße kann unterschiedliche Abschnitte umfassen. Innerorts wird die Landstraße zur Hauptverkehrsstraße und umfasst auch unbebaute Verbindungsstrecken zwischen verschiedenen Ortsteilen in Städten/Gemeinden.

Tabelle 5 — Hauptverkehrsstraßen innerorts ≥ 50 km/h bis ≤ 70 km/h für Beleuchtungsklassen M

Auswahlparameter	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Gewählte Wichtungswerte	
Anzahl Fahrstreifen je Richtung ^a	>1	1		
	1	0		
Trennung der Richtungsfahrbahnen	Nein	1		
	Ja	0		
Zwischenwert				
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Zeitraum	
			Δt_0	Δt_1
Verkehrsaufkommen	Normal	0		
	Gering	-1		
Zulässige Geschwindigkeit	>30 km/h	0		
	reduziert auf ≤ 30 km/h	-1		
Verkehrsart/Zusammensetzung	gemischt, hoher Anteil nicht motorisiert	2		
	Gemischt	1		
	nur motorisierter Verkehr	0		
Leuchtdichte der Umgebung	stark inhomogen	0		
	Homogen	-1		
Parkende Fahrzeuge	Zulässig	1		
	nicht zulässig	0		
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1		
	nicht vorhanden	0		
Summe der Wichtungswerte V_{WS}				
Beleuchtungsklasse $M = 6 - V_{WS}$				
Die zu verschiedenen Zeiten realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.				
ANMERKUNG Für Hauptverkehrsstraßen mit einer zulässigen Geschwindigkeit >70 km/h gelten erhöhte Anforderungen.				
^a Für den fließenden Verkehr.				

Tabelle 6 — Sammelstraßen innerorts >30 km/h für Beleuchtungsklassen M

Auswahlparameter	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Gewählte Wichtungswerte	
Trennung der Richtungsfahrbahnen	Nein	0		
	Ja	-1		
Zwischenwert				
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Zeitraum	
			Δt_0	Δt_1
Verkehrsaufkommen	Normal	0		
	Gering	-1		
Zulässige Geschwindigkeit	>30 km/h	0		
	reduziert auf ≤30 km/h	-1		
Verkehrsart/Zusammensetzung	gemischt, hoher Anteil nicht motorisiert	2		
	Gemischt	1		
	nur motorisierter Verkehr	0		
Leuchtdichte der Umgebung	stark inhomogen	0		
	Homogen	-1		
Parkende Fahrzeuge	Zulässig	1		
	nicht zulässig	0		
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1		
	nicht vorhanden	0		
Summe der Wichtungswerte V_{WS}				
Beleuchtungsklasse $M = 6 - V_{WS}$				
Die zu verschiedenen Zeiten realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.				

Unter bestimmten Gegebenheiten, z. B. kurvigem Straßenverlauf oder unterschiedlichen Oberflächen, ist eine Bewertung nach der Fahrbahnleuchtdichte nicht praktikabel. Für diese Fälle ist 8.3 sowie die nach den in DIN EN 13201-2:2016-06 beschriebenen allgemeinen Regeln Beleuchtungsklasse C anzuwenden.

8.3 Beleuchtungsklassen C

Die Beleuchtungsklassen C sind für Verkehrsflächen anzuwenden, für die eine Bewertung entsprechend Fahrbahnleuchtdichte aufgrund ihrer Gegebenheiten nicht unmittelbar möglich ist, z. B. aufgrund von Konfliktbereichen, ihres Straßenverlaufs oder unterschiedlicher Fahrbahnoberflächen innerhalb kurzer Abschnitte. Stattdessen sind die Vorgaben für die mittlere Beleuchtungsstärke (\bar{E}) und die Gesamtgleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke (U_0) zu bestimmen.

Dazu werden zunächst die Beleuchtungsklassen M nach 8.2 ermittelt. Anschließend erfolgt die Auswahl der vergleichbaren Beleuchtungsklasse C nach Tabelle 12 (in 8.6).

Für Konfliktbereiche ist 8.5 anzuwenden.

8.4 Beleuchtungsklassen P

Die Beleuchtungsklassen P gelten für Bereiche, die von motorisierten Verkehrsteilnehmern genutzt werden, die sich mit einer Geschwindigkeit bis 50 km/h, z. B. auf Sammelstraßen, Wohn- und Anliegerstraßen, Parkstreifen sowie in Parkbuchten längs oder quer zur Fahrbahn bewegen. Sie sind auch für Schulhöfe und Bereiche vorgesehen, die von Fußgängern und Radfahrern genutzt werden.

Die Sehaufgabe und die Bedürfnisse der Fußgänger weichen von denen der motorisierten Verkehrsteilnehmer in vielen Punkten ab. Die Geschwindigkeit, mit der sich Fußgänger bewegen, ist generell viel geringer. Sichtbare Hindernisse sind viel näher und damit ist die Erkennungsgeschwindigkeit gegenüber dem Kraftfahrer von geringerer Bedeutung. Dies spiegelt sich in der Auswahl der Parameter in den jeweiligen Tabellen wieder.

Die Auswahl der jeweiligen Beleuchtungsklasse hat nach der Straßenkategorie entsprechend Tabelle 1 und den jeweils zugehörigen Parametern der Tabelle 7 bis Tabelle 11 zu erfolgen.

Der Betrachtungszeitraum Δt_0 und die damit verbundenen Parameter sind der Ausgangswert für die Bestimmung der Beleuchtungsklasse mit den höchsten Anforderungen an die Beleuchtung. Für abweichende Parameter in anderen Zeiträumen Δt_i sollte 7.10 (adaptive Beleuchtung) berücksichtigt werden.

Für die Ermittlung der Beleuchtungsklasse ergeben sich nach der gegebenen Straßenkategorie und den situativen Gegebenheiten bestimmte Wichtungswerte (V_W).

Die Nummer der Beleuchtungsklasse P wird wie folgt berechnet:

$$\text{Nummer der Beleuchtungsklasse } P = 6 - V_{WS}$$

Dabei ist V_{WS} die Summe aller Wichtungswerte V_W . Ist $V_{WS} < 0$, dann ist eine Beleuchtungsklasse P6 anzusetzen. Ist $V_{WS} > 5$, so ist die Beleuchtungsklasse P1 anzuwenden.

Tabelle 7 — Erschließungsstraßen ≤30 km/h (Sammelstraße) für Beleuchtungsklassen P

Auswahlparameter	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Gewählte Wichtungswerte	
Trennung der Richtungsfahrbahnen	Nein	1		
	Ja	0		
Zwischenwert				
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Zeitraum	
			Δt_0	Δt_1
Verkehrsaufkommen	Normal	0		
	Gering	-1		
Verkehrsart/Zusammensetzung	gemischt, hoher Anteil nicht motorisiert	1		
	Gemischt	0		
Leuchtdichte der Umgebung	stark inhomogen	0		
	Homogen	-1		
Parkende Fahrzeuge	Zulässig	1		
	nicht zulässig	0		
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1		
	nicht vorhanden	0		
Gesichtserkennung	Erforderlich	zusätzliche Anforderungen ^a		
	nicht erforderlich	keine zusätzlichen Anforderungen		
Summe der Wichtungswerte V_{WS}				
Beleuchtungsklasse $P = 6 - V_{WS}$				
Die zu verschiedenen Zeiten realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.				
^a Die der jeweiligen P-Klasse in DIN EN 13201-2:2016-06, Tabelle 3 inklusive der nationalen Fußnote N2) zugeordneten Anforderungen bezüglich Gesichtserkennung müssen zusätzlich erfüllt werden				

Tabelle 8 — Erschließungsstraßen (Anliegerstraße, verkehrsberuhigte Fläche) für Beleuchtungsklassen P

Auswahlparameter	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Gewählte Wichtungswerte	
Zulässige Geschwindigkeit	>30 km/h	1		
	≤30 km/h	0		
	Schrittgeschwindigkeit	-1		
Trennung der Richtungsfahrbahnen	Nein	1		
	Ja	0		
Zwischenwert				
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Zeitraum	
			Δt_0	Δt_1
Verkehrsaufkommen	Normal	0		
	Gering	-1		
Verkehrsart/Zusammensetzung	gemischt, hoher Anteil nicht motorisiert	1		
	Gemischt	0		
Leuchtdichte der Umgebung	stark inhomogen	0		
	Homogen	-1		
Parkende Fahrzeuge	Zulässig	1		
	nicht zulässig	0		
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1		
	nicht vorhanden	0		
Gesichtserkennung	Erforderlich	zusätzliche Anforderungen ^a		
	nicht erforderlich	keine zusätzlichen Anforderungen		
Summe der Wichtungswerte V_{WS}				
Beleuchtungsklasse $P = 6 - V_{WS}$				
Die zu verschiedenen Zeiten realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.				
^a Die der jeweiligen P-Klasse in DIN EN 13201-2:2016-06, Tabelle 3 inklusive der nationalen Fußnote N2) zugeordneten Anforderungen bezüglich Gesichtserkennung müssen zusätzlich erfüllt werden				

Tabelle 9 — Radwege für Beleuchtungsklassen P

Auswahlparameter	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Gewählter Wichtungswert	
Betriebsart	Zweirichtungsverkehr	1		
	Einrichtungsverkehr	0		
Lagebezug zu angrenzenden Verkehrsflächen	Sonstige	1		
	bauliche Abgrenzung oder räumlich getrennt ^a	0		
Zwischenwert				
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Zeitraum	
			Δt_0	Δt_1
Radverkehrsfluss	Normal	0		
	Gering	-1		
Verkehrsart/Zusammensetzung	Radfahrer und Fußgänger	1		
	reiner Radverkehr	0		
Leuchtdichte der Umgebung	stark inhomogen	0		
	Homogen	-1		
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1		
	nicht vorhanden	0		
Summe der Wichtungswerte V_{WS}				
Beleuchtungsklasse $P = 6 - V_{WS}$				
Die beiden Radverkehrsflächen „Radfahrstreifen“ und „Schutzstreifen“ („Angebotsstreifen“) müssen beleuchtungstechnisch als zur Fahrbahn gehörig behandelt werden. Die zu verschiedenen Zeiten realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.				
^a Abgrenzung per Gitter, Geländer, Schutzeinrichtung und ähnliches oder räumlicher Abstand zu umliegenden Verkehrsflächen mind. 1,5 m				

Tabelle 10 — Fußgängerflächen (Gehwege und Fußgängerzonen) für Beleuchtungsklassen P

Auswahlparameter	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Gewählter Wichtungswert	
Gehrichtungen	mehrere verschiedene Gehrichtungen (z. B. Platzcharakter)	1		
	überwiegend linienhaft gehende Personen	0		
Zwischenwert				
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Zeitraum	
			Δt_0	Δt_1
Verkehrs- art/Zusammenset- zung	Gemischt	1		
	nur Fußgänger	0		
Verkehrsfluss Fußgänger	Normal	0		
	Gering	-1		
Aufenthaltsfunktion	Bedeutsam ^a	1		
	nicht relevant	0		
Leuchtdichte der Umgebung				
	stark inhomogen	0		
	Homogen	-1		
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1		
	nicht vorhanden	0		
Gesichtserkennung	Erforderlich	zusätzliche Anforderungen ^b		
	nicht erforderlich	keine zusätzlichen Anforderungen		
Summe der Wichtungswerte V_{WS}				
Beleuchtungsklasse $P = 6 - V_{WS}$				
Die zu verschiedenen Zeiten realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.				
^a regelmäßig verweilende Fußgänger (Schaufenster, Sehenswürdigkeiten usw.), ebenso bei entsprechenden Ausstattungen (Stadtmöblierung u. ä.) ^b Die der jeweiligen P-Klasse in DIN EN 13201-2:2016-06, Tabelle 3 inklusive der nationalen Fußnote N2) zugeordneten Anforderungen bezüglich Gesichtserkennung müssen zusätzlich erfüllt werden				

ANMERKUNG Aus gestalterischen oder repräsentativen Gründen kann es gewünscht sein, Bereiche für Fußgängerzonen mit höheren Anforderungen zu beleuchten. Zu bestimmten Zeiten, z. B. außerhalb von Geschäftszeiten, kann für diese Bereiche dann ebenfalls die Bewertung anhand der Bewertungsparameter erfolgen.

Tabelle 11 — Plätze ≤ 30 km/h (Parkplatz, Rastanlage, Bahnhofsvorplatz, Busbahnhof) für Beleuchtungsklassen P

Auswahlparameter	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Gewählter Wichtungswert	
Zulässige Geschwindigkeit	>Schrittgeschwindigkeit	2		
	Schrittgeschwindigkeit	1		
Zwischenwert				
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Zeitraum	
			Δt_0	Δt_1
Verkehrsfluss, Fußgänger	normal	1		
	gering	0		
Leuchtdichte der Umgebung	stark inhomogen	0		
	homogen	-1		
Erhöhte Anforderungen	vorhanden	1		
	nicht vorhanden	0		
Gesichtserkennung	erforderlich	zusätzliche Anforderungen ^a		
	nicht erforderlich	keine zusätzliche Anforderung		
Summe der Wichtungswerte V_{WS}				
Beleuchtungsklasse $P = 6 - V_{WS}$				
Die zu verschiedenen Zeiten realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.				
^a Die der jeweiligen P-Klasse in DIN EN 13201-2:2016-06, Tabelle 3 inklusive der nationalen Fußnote N2) zugeordneten Anforderungen bezüglich Gesichtserkennung müssen zusätzlich erfüllt werden				

Ergänzend zu DIN EN 13201-2:2016-06, Tabelle 3, Fußnote a, gilt:

Sollte der berechnete Wartungswert der Beleuchtungsstärke für die Beleuchtungsklasse P5 das 1,5-Fache des für die Beleuchtungsklasse vorgesehenen Wartungswertes der Beleuchtungsstärke überschreiten, ist dies zulässig, sofern in der Berechnung das Verhältnis des Wartungswertes der mittleren Beleuchtungsstärke zum Wartungswert der minimalen Beleuchtungsstärke einen Wert von 7,5 nicht überschreitet. Für alle Beleuchtungsklassen P gilt: Erreicht oder überschreitet der berechnete tatsächliche Wartungswert der mittleren Beleuchtungsstärke den Wartungswert der mittleren Beleuchtungsstärke einer Beleuchtungsklasse mit höheren Anforderungen, so sind deren Minimalwerte der Beleuchtungsstärken vorzusehen.

8.5 Beleuchtungsklassen für Konfliktbereiche

Die Auswahl der Beleuchtungsklassen für Konfliktbereiche bedarf einer besonderen Aufmerksamkeit. Eine sorgfältige Betrachtung der jeweiligen Situation ist erforderlich.

Die Beleuchtungsklassen C gelten vorrangig für Konfliktbereiche auf Verkehrswegen, die nach dem Leuchtdichteverfahren bewertet werden und deren Nutzer überwiegend motorisierte Verkehrsteilnehmer sind. Konfliktbereiche sind Bereiche, in denen sich Verkehrsströme kreuzen, trennen oder vereinen, z. B. Kreuzungen. Dazu zählen auch Abschnitte, in denen sich die Straßengeometrie aufgrund einer Erhöhung oder Verringerung der Anzahl an Fahrstreifen oder die Breite des einzelnen Fahrstreifens sowie der mehrstreifigen Straße ändert.

Die vorgenannten Bereiche bieten ein hohes Konfliktpotential durch Unfälle der Kraftfahrzeuge untereinander sowie mit Fußgängern, Radfahrern und anderen Verkehrsteilnehmern. Dazu gehören aber auch mögliche Kollisionen mit feststehenden Objekten der Straßen- und Verkehrssicherheitsausstattung.

Für Konfliktbereiche ist die Berechnung der Fahrbahnleuchtdichte nicht praktikabel. Daher erfolgt die Auslegung und Bewertung mittels Beleuchtungsstärkeverfahren für einen Teil oder den ganzen Konfliktbereich unter Berücksichtigung der Anforderungen hinsichtlich der Gütemerkmale der zuführenden Verkehrsflächen. Konfliktbereiche im Verlauf von Verkehrsflächen, die entsprechend Beleuchtungsklassen M bewertet werden, sind mindestens eine Beleuchtungsklasse höher zu beleuchten als die höchste Beleuchtungsklasse der zuführenden Verkehrsflächen. Dies betrifft insbesondere M-Beleuchtungsklassen mit niedrigen Beleuchtungsniveaus und Konfliktbereiche mit komplexem Verkehrsgeschehen.

Die Erhöhung um eine Beleuchtungsklasse dient der Verbesserung der Aufmerksamkeit. Sollte die Straße mit den höchsten Anforderungen bereits nach M1 ausgelegt sein, so ist keine Erhöhung mehr notwendig und die Werte der Beleuchtungsklasse M1 sind anzuwenden. Alternativ können diese Konfliktbereiche auch mit der vergleichbaren Beleuchtungsklasse C beleuchtet werden. Dann gilt ebenfalls die vorgenannte Vorgehensweise.

Der Zusammenhang zwischen der mittleren Fahrbahnleuchtdichte der Beleuchtungsklassen M und der mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke der Beleuchtungsklassen C in Abhängigkeit des mittleren Leuchtdichtekoeffizienten q_0 der Fahrbahnoberfläche ist in Tabelle 12 näher beschrieben.

Konfliktbereiche im Verlauf von Verkehrsflächen, die nach Beleuchtungsklassen P bewertet werden, sind mit mindestens der höchsten Beleuchtungsklasse einer der zuführenden Straßen zu beleuchten. Für diesen Fall muss im Konfliktbereich eine Gleichmäßigkeit $U_0 \geq 0,20$ erreicht werden.

Ist auf der Straße oder der Zufahrt zum Konfliktbereich keine Beleuchtung vorhanden, sollte der Konfliktbereich dennoch mindestens mit den Vorgaben für P6 bei einer Gleichmäßigkeit $U_0 \geq 0,20$ beleuchtet werden. Eine entsprechende Adaptationsstrecke (siehe 6.4) ist, sofern erforderlich, vorzusehen.

In den Fällen für Fußgänger- und Radfahreranwendungen, in denen die in Tabelle 9 und Tabelle 10 definierten P-Klassen nicht zur Beleuchtung von Konfliktbereichen angebracht sind, können die Gütemerkmale der C-Beleuchtungsklassen verwendet werden.

8.6 Beleuchtungsklassen von vergleichbarem Beleuchtungsniveau

Angrenzende Verkehrsflächen können unterschiedliche Beleuchtungsanforderungen in Form einer Leuchtdichte oder einer horizontalen Beleuchtungsstärke aufweisen. Die Verbindung zwischen der Leuchtdichte und der horizontalen Beleuchtungsstärke in Konfliktbereichen stellt der mittlere Leuchtdichtekoeffizient q_0 der Fahrbahnoberfläche dar. Für die Beleuchtungsklassen P gilt der Reflexionsgrad ρ des Verkehrsweges als vergleichende Größe zu Fahrbahnoberfläche. In Tabelle 12 sind die vergleichbaren M-, C- und P-Beleuchtungsklassen unter Beachtung der Reflexionseigenschaften enthalten. Dazu sind die Angaben zum mittleren Leuchtdichtekoeffizienten oder des Reflexionsgrades für die Verkehrsfläche für die Planung zur Verfügung zu stellen.

ANMERKUNG Stehen Angaben zum mittleren Leuchtdichtekoeffizienten oder Reflexionsgrad nicht zur Verfügung, kann in Planungen für den mittleren Leuchtdichtekoeffizienten ein Wert von $q_0 = 0,05 \text{ cd/m}^2/\text{lx}$ oder für den Reflexionsgrad einen Wert von $\rho = 0,15$ verwendet werden.

Das Verhältnis der mittleren Leuchtdichteniveaus aneinandergrenzender Verkehrsflächen darf nicht größer als maximal 2,5 sein. Die mittleren Leuchtdichteniveaus können anhand Tabelle 12 ermittelt werden. Dabei gilt die Verkehrsfläche mit den höchsten Anforderungen als Referenz.

Wenn eine Straße als eine separate Fläche betrachtet wird, sind die angrenzenden Verkehrsflächen sinngemäß wie zuvor dargestellt in Relation dazu zu beleuchten. Dies gilt z. B. für angrenzende Fuß- und Radwege, die in diesem Fall eigene Anforderungen an eine Beleuchtungsklasse P aufweisen müssen.

Wenn keine Verkehrsflächen mit eigenen Anforderungen an die Fahrbahn angrenzen und eine M-Klasse ausgewählt wurde, ist das Randbeleuchtungsstärkeverhältnis R_{EI} nach DIN EN 13201-3 zu berücksichtigen.

Tabelle 12 — Beleuchtungsklassen vergleichbaren Beleuchtungsniveaus

Beleuchtungsklasse M	—	—	M1	M2	M3	M4	M5	M6	—	—	—
mittleres Leuchtdichteniveau cd/m^2	5,00	3,00	2,00	1,50	1,00	0,75	0,50	0,30	0,20	0,15	0,10
Beleuchtungsklasse C mit C2 ^a , $q_0 = 0,05 \text{ cd}/(\text{m}^2 \cdot \text{lx})$	—	—	C0	C1	C2	C3	C4	C5	—	—	—
Beleuchtungsklasse C mit C2 ^a , $q_0 = 0,07 \text{ cd}/(\text{m}^2 \cdot \text{lx})$	—	C0	C1	C2	C3	C4	C5	—	—	—	—
Beleuchtungsklasse C mit C2 ^a , $q_0 = 0,09 \text{ cd}/(\text{m}^2 \cdot \text{lx})$	C0	C1	C2	C3	C4	C5	—	—	—	—	—
Beleuchtungsklasse P für $\rho = 0,15$	—	—	C0 ^b	C1 ^b	C2 ^b	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Beleuchtungsklasse P für $\rho = 0,20$	—	C0 ^b	C1 ^b	C2 ^b	P1	P2	P3	P4	P5	P6	—
Beleuchtungsklasse P für $\rho = 0,30$	C0 ^b	C1 ^b	C2 ^b	P1	P2	P3	P4	P5	P6	—	—
^a Standard-R-Tabelle C2, siehe CIE 144:2001. ^b Verwendet wird der Wartungswert der Beleuchtungsstärke \bar{E} der jeweiligen Beleuchtungsklasse C bei einer Gleichmäßigkeit der minimalen Beleuchtungsstärke E_{\min} zum Wartungswert der Beleuchtungsstärke \bar{E} von 0,2.											

Wenn eine Fahrbahn als eigenständig betrachtete Fläche definiert wurde, sollten angrenzende Verkehrsflächen immer ebenfalls definiert werden, um eine adäquate Beleuchtung der Verkehrsumgebung im Verhältnis zur Fahrbahn sicherzustellen.

Anhang A (informativ)

Beispiele zur Auswahl der Beleuchtungsklassen M, C und P

A.1 Allgemeines

Im Anhang A werden mit Hilfe von Beispielen Möglichkeiten zur Auswahl der Bemessungsbeleuchtungsklasse und der adaptiven Beleuchtungsklassen für zwei Straßenkategorien (A.2 und A.4) erläutert. Zudem wird in A.3 die Ermittlung der Beleuchtungsklasse C aufgeführt, für die es keine separate Auswahltablette gibt, da die C-Beleuchtungsklasse in Abhängigkeit zum vergleichbaren Leuchtdichteniveau der M-Beleuchtungsklasse steht und auf dieser Basis zu bestimmen ist.

A.2 Straßenkategorie Hauptstraße, Ermittlung der Beleuchtungsklasse M

A.2.1 Beschreibung der Hauptstraßen-Situation

Innerorts, zugelassene Höchstgeschwindigkeit 50 km/h, zwei Fahrstreifen mit Gegenverkehr ohne Trennung der Richtungsfahrbahnen, parkende Fahrzeuge sind zugelassen, Gehwege rechts und links, Geschäfte und Gastronomie rechts und links der Gehwege.

Es erfolgt eine Bewertung verschiedener Zeiträume, Δt_0 von 05:00 Uhr bis 20:00 Uhr, Δt_1 zwischen 20:00 Uhr und 23:00 Uhr und Δt_2 zwischen 23:00 Uhr und 05:00 Uhr.

A.2.2 Festlegung der Parameter für die Bemessungsbeleuchtungsklasse für den Zeitraum Δt_0

- Zulässige Geschwindigkeit: 50 km/h
- Anzahl Fahrstreifen je Richtung für den fließenden Verkehr: 1 Fahrstreifen
- Trennung der Richtungsfahrbahnen: nein
- Verkehrsaufkommen: normal
- Verkehrsart/Zusammensetzung: gemischt
- Leuchtdichte der Umgebung: stark inhomogen,
- Parkende Fahrzeuge: zulässig
- Erhöhte Anforderungen: vorhanden, durch wechselndes Kurzzeitparken mit auf der Fahrbahn wartenden Fahrzeugen und erhöhtes Querungsaufkommen von Fußgängern an nicht speziell gekennzeichneten Stellen

A.2.3 Adaptive Beleuchtungsklasse für den Zeitraum Δt_1

Für den Zeitraum Δt_1 ändern sich folgende Auswahlparameter, die zu einer Absenkung des Beleuchtungs-niveaus führen:

- Leuchtdichte der Umgebung: homogen
- erhöhte Anforderungen: nicht vorhanden

A.2.4 Adaptive Beleuchtungsklasse für den Zeitraum Δt_2

Für den Zeitraum Δt_2 ändert sich gegenüber Zeitraum Δt_1 zusätzlich ein weiterer Parameter:

— Verkehrsaufkommen: gering

A.2.5 Übersicht über die Auswahl und Bestimmung der Beleuchtungsklassen

Die gewählten Parameter führen mittels entsprechender Handhabung der Tabelle 5 zu folgenden zeitlich abgestuften Beleuchtungsklassen nach Tabelle A.1 und Wartungswerten der Leuchtdichte in cd/m^2 :

Tabelle A.1 — Beispiel zur Anwendung von Tabelle 5 — Hauptverkehrsstraßen innerorts ≥ 50 km/h bis ≤ 70 km/h für Beleuchtungsklassen M

Auswahlparameter	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Gewählte Wichtungswerte		
Anzahl Fahrstreifen je Richtung ^a	>1	1	0		
	1	0			
Trennung der Richtungsfahrbahnen	nein	1	1		
	ja	0			
Zwischenwert			1		
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Zeitraum		
			Δt_0	Δt_1	Δt_2
Verkehrsaufkommen	normal	0	0	0	-1
	gering	-1			
Zulässige Geschwindigkeit	≥ 30 km/h	0	0	0	0
	reduziert auf ≤ 30 km/h	-1			
Verkehrsart/Zusammensetzung	gemischt, hoher Anteil nicht motorisiert	2	1	1	1
	gemischt	1			
	nur motorisierter Verkehr	0			
Leuchtdichte der Umgebung	stark inhomogen	0	0	-1	-1
	homogen	-1			
Parkende Fahrzeuge	zulässig	1	1	1	1
	nicht zulässig	0			
Erhöhte Anforderungen	vorhanden	1	1	0	0
	nicht vorhanden	0			
Summe der Wichtungswerte V_{WS}			4	2	1
Beleuchtungsklasse $M = 6 - V_{WS}$			2	4	5
Wartungswert der Leuchtdichte in cd/m^2			1,5	0,75	0,5
Die zu verschiedenen Zeiten realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.					
ANMERKUNG Für Hauptverkehrsstraßen mit einer zulässigen Geschwindigkeit >70 km/h gelten erhöhte Anforderungen.					
^a Für den fließenden Verkehr.					

Als Beispiel für die adaptive Beleuchtung einer Verkehrsfläche ergibt die Auswahl für den Zeitraum Δt_0 eine Bemessungsbeleuchtungsklasse M2 und damit einem Wartungswert der Leuchtdichte von $1,5 \text{ cd/m}^2$ sowie weitere Güteigenschaften dieser Beleuchtungsklasse nach DIN EN 13201-2, auf die die Beleuchtung auszulegen ist.

Für den Zeitraum Δt_1 ergibt sich eine Beleuchtungsklasse M4 mit einer Leuchtdichte von $0,75 \text{ cd/m}^2$ und den weiteren entsprechenden Güteigenschaften dieser Klasse sowie für den Zeitraum Δt_2 die Beleuchtungs-

klasse M5 mit einer Leuchtdichte von $0,5 \text{ cd/m}^2$ und den für diese Beleuchtungsklasse entsprechenden weiteren Güteigenschaften.

A.3 Straßenkategorie Hauptstraße, Ermittlung der Beleuchtungsklasse C

Zur Ermittlung der C-Beleuchtungsklasse, die angewendet wird, wenn die Bedingungen zur Anwendung des Leuchtdichteverfahrens nicht gegeben sind, z. B. in Konfliktbereichen oder bei kurvigem Verlauf eines Straßenabschnitts, wird zunächst eine Beleuchtungsklasse M mit Hilfe von Tabelle 3 bis Tabelle 6 ermittelt.

Für dieses Beispiel zur Bestimmung der C-Beleuchtungsklasse wird das unter Abschnitt A.2 aufgeführte Beispiel weiter betrachtet.

Die Tabelle A.2 (entspricht Tabelle 12 im Hauptteil dieser Norm) führt auf, welche Beleuchtungsklasse C dem Leuchtdichteniveau der entsprechenden Beleuchtungsklasse M entspricht.

Tabelle A.2 — Beleuchtungsklassen vergleichbaren Beleuchtungsniveaus nach Tabelle 12

Beleuchtungsklasse M	—	—	M1	M2	M3	M4	M5	M6	—	—	—
mittleres Leuchtdichteniveau cd/m^2	5,00	3,00	2,00	1,50	1,00	0,75	0,50	0,30	0,20	0,15	0,10
Beleuchtungsklasse C mit $C2^a$, $q_0 = 0,05 \text{ cd}/(\text{m}^2 \cdot \text{lx})$	—	—	C0	C1	C2	C3	C4	C5	—	—	—
Beleuchtungsklasse C mit $C2^a$, $q_0 = 0,07 \text{ cd}/(\text{m}^2 \cdot \text{lx})$	—	C0	C1	C2	C3	C4	C5	—	—	—	—
Beleuchtungsklasse C mit $C2^a$, $q_0 = 0,09 \text{ cd}/(\text{m}^2 \cdot \text{lx})$	C0	C1	C2	C3	C4	C5	—	—	—	—	—
Beleuchtungsklasse P für $\rho = 0,15$	—	—	C0 ^b	C1 ^b	C2 ^b	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Beleuchtungsklasse P für $\rho = 0,20$	—	C0 ^b	C1 ^b	C2 ^b	P1	P2	P3	P4	P5	P6	—
Beleuchtungsklasse P für $\rho = 0,30$	C0 ^b	C1 ^b	C2 ^b	P1	P2	P3	P4	P5	P6	—	—
^a Standard-R-Tabelle C2, siehe CIE 144:2001. ^b Verwendet wird der Wartungswert der Beleuchtungsstärke \bar{E} der jeweiligen Beleuchtungsklasse C bei einer Gleichmäßigkeit der minimalen Beleuchtungsstärke E_{\min} zum Wartungswert der Beleuchtungsstärke \bar{E} von 0,2.											

Da die Eigenschaften der Fahrbahnoberfläche und deren Reflexionseigenschaften in die Vergleichbarkeit einbezogen werden müssen, werden in Tabelle 12 die vergleichbaren Beleuchtungsklassen für verschiedene Fahrbahnreflexionen angegeben. Daraus ergeben sich für die Hauptstraße aus Abschnitt A.2 mit einer angenommenen Fahrbahnoberfläche C2 mit einem mittleren Leuchtdichtekoeffizienten $q_0 = 0,07 \text{ cd}/(\text{m}^2 \cdot \text{lx})$ folgende Beleuchtungsklassen C:

— Standardbeleuchtungsklasse (Zeitraum Δt_0) M2 — Vergleichbare C-Beleuchtungsklasse C2

Wartungswert der Beleuchtungsstärke $\bar{E} = 20,0 \text{ lx}$, Gesamtgleichmäßigkeit $U_0 \geq 0,40$

— Adaptive Beleuchtungsklasse (Zeitraum Δt_1) M4 — vergleichbare C-Beleuchtungsklasse C4

Beleuchtungsstärke $\bar{E} = 10,0 \text{ lx}$, Gesamtgleichmäßigkeit $U_0 \geq 0,40$

— Adaptive Beleuchtungsklasse (Zeitraum Δt_2) M5 — vergleichbare C-Beleuchtungsklasse C5

Beleuchtungsstärke $\bar{E} = 7,50 \text{ lx}$, Gesamtgleichmäßigkeit $U_0 \geq 0,40$

A.4 Straßenkategorie Erschließungsstraße — Anliegerstraße

A.4.1 Beschreibung der Anliegerstraßen-Situation

Innerorts, zugelassene Höchstgeschwindigkeit 30 km/h, zwei Fahrbahnen ohne Trennung der Richtungsfahrbahnen, parkende Fahrzeuge sind zugelassen, Gehwege rechts und links.

Es erfolgt eine Bewertung verschiedener Zeiträume, Δt_0 von 05:00 Uhr bis 19:00 Uhr, Δt_1 zwischen 19:00 Uhr und 22:00 Uhr, Δt_2 zwischen 22:00 Uhr und 05:00 Uhr.

A.4.2 Festlegung der Parameter für die Bemessungsbeleuchtungsklasse für den Zeitraum Δt_0

- Zulässige Geschwindigkeit: 30 km/h
- Trennung der Richtungsfahrbahnen: nein
- Verkehrsaufkommen: normal
- Verkehrsart/Zusammensetzung: gemischt, mit einem hohen Anteil nicht motorisiert
- Leuchtdichte der Umgebung: homogen
- Parkende Fahrzeuge: zulässig
- Erhöhte Anforderungen: nicht vorhanden
- Gesichtserkennung: nicht erforderlich, Anforderungen werden nicht gestellt und sind daher nicht gesondert zu betrachten

A.4.3 Adaptive Beleuchtungsklasse für den Zeitraum Δt_1

Für den Zeitraum Δt_1 ändert sich folgender Auswahlparameter, der zu einer Absenkung des Beleuchtungsniveaus führt:

- Verkehrsaufkommen: gering

Es befinden sich deutlich weniger Verkehrselemente auf der Fahrbahn

A.4.4 Adaptive Beleuchtung für den Zeitraum Δt_2

Für den Zeitraum Δt_2 ändert sich gegenüber Δt_1 ein weiterer Parameter:

- Verkehrsart/Zusammensetzung: gemischt.

Die gewählten Parameter führen mittels entsprechender Handhabung der Tabelle 8 zu folgenden zeitlich abgestuften Beleuchtungsklassen nach Tabelle A.3 und Wartungswerten der Beleuchtungsstärke in lx:

Tabelle A.3 — Beispiel zur Anwendung von Tabelle 8, Erschließungsstraßen (Anliegerstraße, verkehrsberuhigte Fläche) für Beleuchtungsklassen P

Auswahlparameter	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Gewählte Wichtungswerte		
Geschwindigkeit	>30 km/h	1	0		
	≤30 km/h	0			
	Schrittgeschwindigkeit	-1			
Trennung der Richtungsfahrbahnen	Nein	1	1		
	ja	0			
Zwischenwert			1		
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert V_W	Zeitraum		
			Δt_0	Δt_1	Δt_2
Verkehrsaufkommen	Normal	0	0	-1	-1
	gering	-1			
Verkehrsart/ Zusammensetzung	Gemischt, hoher Anteil nicht motorisiert	1	1	1	0
	Gemischt	0			
Leuchtdichte der Umgebung	stark inhomogen	0	-1	-1	-1
	homogen	-1			
Parkende Fahrzeuge	zulässig	1	1	1	1
	nicht zulässig	0			
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1	0	0	0
	Nicht vorhanden	0			
Gesichtserkennung	Erforderlich	Zusätzliche Anforderungen ^a			
	Nicht erforderlich	Keine zusätzlichen Anforderungen			
Summe der Wichtungswerte V_{WS}			2	1	0
Beleuchtungsklasse $P = 6 - V_{WS}$			4	5	6
Wartungswert der Beleuchtungsstärke in lx			5	3	2
Die zu verschiedenen Zeiten realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.					
^a Die der jeweiligen P-Klasse in DIN EN 13201-2:2016-06, Tabelle 3 inklusive der nationalen Fußnote N2) zugeordneten Anforderungen bezüglich Gesichtserkennung müssen zusätzlich erfüllt werden					

Als Beispiel für diese adaptive Beleuchtung einer Verkehrsfläche ergibt die Auswahl der Parameter für den Zeitraum Δt_0 nach DIN EN 13201-2 eine Bemessungsbeleuchtungsklasse P4 und damit einen Wartungswert der Beleuchtungsstärke \bar{E} von 5 lx und einer minimalen Beleuchtungsstärke E_{\min} von 1 lx sowie zusätzliche Anforderungen an weitere Gütemerkmale für die Fälle, in denen eine Gesichtserkennung erforderlich ist.

Für den Zeitraum Δt_1 ergibt sich eine Beleuchtungsklasse P5 mit einem Wartungswert der Beleuchtungsstärke \bar{E} von 3 lx und einer minimalen Beleuchtungsstärke E_{\min} von 0,60 lx sowie für den Zeitraum Δt_2 die Beleuchtungsklasse P6 mit einem Wartungswert der Beleuchtungsstärke von 2 lx und einer minimalen Beleuchtungsstärke von 0,40 lx sowie jeweils für die jeweiligen Beleuchtungsklassen weiteren Anforderungen an zusätzlich benötigte Gütemerkmale.

Literaturhinweise

DIN 5340:1998-04, *Begriffe der physiologischen Optik*

DIN 67523-1, *Beleuchtung von Fußgängerüberwegen (Zeichen 293 StVO) mit Zusatzbeleuchtung — Teil 1: Allgemeine Gütemerkmale und Richtwerte*

DIN 67523-2, *Beleuchtung von Fußgängerüberwegen (Zeichen 293 StVO) mit Zusatzbeleuchtung — Teil 2: Berechnung und Messung*

DIN EN 12665, *Licht und Beleuchtung — Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung*

DIN EN 13032-5, *Licht und Beleuchtung — Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten — Teil 5: Darstellung von Daten von Leuchten für den Einsatz in der Straßenbeleuchtung*

IEC 60050-845², *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch — Teil 845: Lichttechnik*

CIE 66:1984, *Road surfaces and lighting*

CIE 115:2010, *Lighting of roads for motor and pedestrian traffic*

CIE 144:2001, *Road surface and road marking reflection characteristics*

Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV-Verlag Köln, Ausgabe 2006

Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV-Verlag Köln, Ausgabe 2012

Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV-Verlag Köln, Ausgabe 2008

Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, FGSV-Verlag Köln, Ausgabe 2008

Begriffsbestimmungen — Teil: Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb. Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen, FGSV-Verlag Köln, Ausgabe 2012

LiTG-Publikation 40, Stockmar A., *Dynamic Light — towards Dynamic, Intelligent and Energy Efficient Urban Lighting — Handbook about Interpretation of EN 13201 and Room for Implementation of Dynamic Lighting, Ausgabe 2020*

Straßenverkehrsordnung (StVO)

² Identisch zu CIE S 017, *International Lighting Vocabulary*.