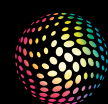


# PLANUNGSHILFE 13201



**TRILUX**  
SIMPLIFY YOUR LIGHT.

## Impressum

© TRILUX GmbH & Co. KG  
Heidestraße · D-59759 Arnsberg

TRILUX Akademie der TRILUX Vertrieb GmbH  
Heidestraße · D-59759 Arnsberg

Alle Rechte vorbehalten.  
Printed in Germany.

Herstellung: SL Medien GmbH, Möhnesee

Alle Angaben sind sorgfältig erstellt.  
Irrtum vorbehalten. Für Hinweise  
auf eventuelle Fehler sind wir stets dankbar.  
Farbabweichungen sind drucktechnisch bedingt.

DIN-, EN- und ISO-Normen sowie  
Harmonisierungsdokumente und Normen  
anderer CEN-Länder sind erhältlich bei der  
Beuth Verlag GmbH  
Am DIN-Platz  
Burggrafenstraße 6  
10787 Berlin

Gedruckt auf FSC®-zertifiziertem,  
nachhaltigem Recycling-Papier.





# VORWORT



75  
@trilux  
trilux.de

Komplexe technische Informationen aufzubereiten und aktiv in den Markt zu tragen, hat bei TRILUX Tradition. Bereits 1956 erschien der TRILUX LICHTRATGEBER mit Grundlagen über Licht- und Beleuchtungstechnik. Mit der „BELEUCHTUNGSPLANUNG – Lichttechnik · Elektrotechnik“ veröffentlichte TRILUX 1997 eine umfangreiche Planungshilfe zur Licht- und Beleuchtungstechnik, die auch angrenzende Gebiete der Elektrotechnik abdeckte.

Im Jahr 2005 erfolgte die Veröffentlichung der ersten Auflage der „TRILUX Planungshinweise 13201“ mit Erläuterungen und Anwendungshinweisen zur europäischen Straßenbeleuchtung. Die seit 2007 herausgegebene „BELEUCHTUNGSPRAXIS Innenbeleuchtung“ und die in 2009 folgende „BELEUCHTUNGSPRAXIS Außenbeleuchtung“ haben sich zu Standardwerken für gestandene und angehende Lichtfachleute etabliert.

Im vergangenen Jahrzehnt haben sich durch neue physiologische, arbeitsmedizinische und ergonomische Erkenntnisse erweiterte Anforderungen an den Gesundheits- und Arbeitsschutz ergeben. Zusammen mit den umwälzenden technologischen Innovationen in der Lichttechnik führte dies bereits zu einem wesentlichen Wandel im Beleuchtungsmarkt, der aufgrund der Digitalisierung weiterhin anhalten wird. Als Folge spiegeln sich die neuen Erkenntnisse und technologischen Möglichkeiten in Normen wieder. Diese wurden 2022 in der „BELEUCHTUNGSPRAXIS Innenbeleuchtung“ aufgegriffen. Im Jahr 2023 erschien diese Publikation „PLANUNGSHILFE 13201“. Insbesondere die erweiterten Möglichkeiten der „DIN 13201-1“ zur Anwendung adaptiver Beleuchtungslösungen werden dargestellt. Diese gewährleisten die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer\*innen und können zugleich helfen, neue Anforderungen des Klima- und Umweltschutzes zu berücksichtigen. Besonders hilfreich für die tägliche Arbeit sind die normenbasierten Hinweise zur neuen Systematik der Auswahl von Beleuchtungsklassen für die einzelnen Verkehrsflächen, die die Grundlage für eine korrekte Errichtung einer Beleuchtungsanlage bilden.

Seit über zehn Jahren vermittelt die TRILUX Akademie mit ihrem vielfältigen und umfassenden Weiterbildungsprogramm national und international Fachwissen, damit das richtige Planen, Errichten und Betreiben von Beleuchtung noch einfacher wird. Mittels der neuesten Publikationen der „BELEUCHTUNGSPRAXIS“ und der „PLANUNGSHILFE 13201“ möchten wir allen, die sich professionell mit Beleuchtung beschäftigen, jetzt zusätzlich ein hochaktuelles Informations- und Nachschlagewerk an die Hand geben – für Lichtlösungen, die mit noch mehr Qualität, Beleuchtungskomfort, Effizienz und Nachhaltigkeit begeistern.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im weiteren Verlauf dieser Publikation auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Daher gelten sämtliche Personenbezeichnungen gleichermaßen für alle Geschlechter.

TRILUX Akademie  
Arnsberg, im März 2023

### **Wiedergabe der Norm DIN 13201-1:2021-09**

„Straßenbeleuchtung – Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen“

Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V.  
Maßgebend für das Anwenden der DIN-Normen ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Vorwort</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Zu beleuchtende Flächen</b> .....	<b>13</b>
2.1 Verkehrsflächen .....	13
2.2 Angrenzende Flächen .....	13
2.3 Konfliktbereiche .....	13
2.4 Verkehrsberuhigte Flächen .....	13
2.5 Randstreifen .....	14
2.6 Wohnweg .....	14
2.7 Wohnstraße .....	14
2.8 Sammelstraße .....	15
2.9 Quartiersstraße .....	15
2.10 Dörfliche Hauptstraße .....	15
2.11 Örtliche Einfahrtstraße .....	15
2.12 Örtliche Geschäftsstraße .....	16
2.13 Hauptgeschäftsstraße .....	16
2.14 Gewerbestraße .....	16
2.15 Industriestraße .....	16
2.16 Verbindungsstraße .....	17
2.17 Anbaufreie Straße .....	17
<b>3 Bestimmung der lichttechnischen Anforderungen</b> .....	<b>19</b>
3.1 Schritt 1: Zuordnung der Verkehrsfläche zur Kategoriengruppe und Wahl der zu verwendenden Tabelle zur Bestimmung der Beleuchtungsklasse .....	20
3.2 Schritt 2: Auslegung der Basis- und variablen Auswahlparameter .....	20
3.2.1 Erläuterung der Auswahlparameter .....	22
3.3 Schritt 3: Auswahltabellen zur Ermittlung der Beleuchtungsklassen .....	24
3.3.1 Beleuchtungsklasse M .....	25
3.3.2 Beleuchtungsklasse C .....	26
3.3.3 Beleuchtungsklasse P .....	26
3.3.4 Auswahltabellen zur Ermittlung der Beleuchtungsklassen M und P .....	27
3.3.5 Ermittlung der Beleuchtungsklassen für Konfliktbereiche .....	42
3.3.6 Adaptive Beleuchtung .....	43
3.4 Schritt 4: Bestimmung der lichttechnischen Anforderungen .....	44
3.5 Beispiele zur Ermittlung von Beleuchtungsklassen .....	49
3.5.1 Beispiel zur Ermittlung der Beleuchtungsklasse einer örtlichen Geschäftsstraße (Hauptstraße) .....	49
3.5.2 Beispiel zur Ermittlung der Beleuchtungsklasse einer Wohnstraße (Anliegerstraße/ Erschließungsstraße) .....	52
3.5.3 Beispiel zur Ermittlung der Beleuchtungsklasse eines Radweges .....	55
3.6 Beispiel zur Ermittlung der Adaptationsstrecke .....	58

<b>4</b>	<b>Lichttechnische Güteermere und ihre Bestimmung</b> .....	<b>61</b>
4.1	Bestimmung der Leuchtdichte und deren Gleichmäßigkeit.....	61
4.1.1	Betrachtung des Beobachterstandorts zur Bestimmung der Leuchtdichte .....	63
4.1.2	Reflexionseigenschaften und Klassifizierung von Fahrbahnoberflächen.....	63
4.1.3	Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte .....	66
4.1.4	Blendungsbegrenzung .....	68
4.2	Beleuchtungsstärke .....	70
4.3	Lichtfarbe und Farbwiedergabeeigenschaften .....	71
4.4	Randbeleuchtungsstärkeverhältnis $R_{E1}$ .....	72
<b>5</b>	<b>Weitere relevante Verkehrsflächen</b> .....	<b>75</b>
5.1	Fußgängerüberwege .....	75
5.2	Querungshilfen .....	78
<b>6</b>	<b>Licht und Umwelt</b> .....	<b>81</b>
<b>7</b>	<b>Assistent zur Ermittlung der Beleuchtungsklassen</b> .....	<b>87</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>90</b>

# EINLEITUNG





## 1

# EINLEITUNG

Die wichtigste Aufgabe der Straßenbeleuchtung besteht darin, die Verkehrsteilnehmer – Fußgänger, Radfahrer und Kraftfahrer – in den Dunkelstunden vor Schäden an Leib, Leben und Gesundheit zu schützen. Zwischen der Qualität der Straßenbeleuchtung und der Verkehrssicherheit besteht ein wissenschaftlich erwiesener Zusammenhang. Durch eine gute Straßenbeleuchtung werden Personen, Hindernisse und Gefahrenquellen auf oder an der Fahrbahn rechtzeitig erkannt und der Verkehrsteilnehmer kann entsprechend reagieren. Gute Straßenbeleuchtung ist daher ein wirksames Mittel zur Reduzierung der Zahl und Schwere der Unfälle bei Dunkelheit und somit ein wesentlicher Beitrag zur Erfüllung der Verkehrssicherungspflicht.

Die Güteermerekmale für die Straßenbeleuchtung sind in der europäischen Norm **EN 13201** festgelegt. Vorrangig wird der Grundsatz verfolgt, dass die Qualität der Straßenbeleuchtung umso höher sein muss, je höher das Sicherheitsrisiko für die Verkehrsteilnehmer ist. Das wiederum wird wesentlich durch die Begegnung von Verkehrsteilnehmern unterschiedlicher Geschwindigkeit (zum Beispiel Fußgänger, Radfahrer, Kraftfahrzeuge) und die Kollisionsgefahr zwischen ihnen bestimmt.

Ob unbewusst oder gewollt fiel der Straßenbeleuchtung in der Vergangenheit, bedingt durch vorhandenes Streulicht, stets auch die nächtliche Gestaltung des urbanen Raumes in Kommunen zu, in dem sich Menschen bewegen, sich treffen und austauschen. Durch den Technologiewandel zur LED und der Lichtlenkung mittels Linse ist das Hauptaugenmerk vermehrt auf die Beleuchtung der eigentlichen Verkehrsfläche gerichtet, das urbane Umfeld in dem soziale Kontakte stattfinden und erlebt werden können, jedoch meistens vernachlässigt. Diesem Trend gilt es in den nächsten Jahren unter Berücksichtigung der weiteren Randbedingungen für Flora und Fauna und der Abwägung der örtlichen Bedürfnisse entgegenzuwirken. Gerade die erlebbaren urbanen Räume spielen in der Zukunft für den

Austausch der Menschen untereinander, eben für die sozialen Kontakte in einer Stadt oder Kommune, eine immens wichtige Rolle. Daher ist der Ausführung von „Urban City Lighting“-Systemen in Zukunft eine wesentliche Bedeutung beizumessen.

Straßenbeleuchtungsanlagen steuern in der Regel nur einen geringen Anteil zur Himmelaufhellung bei. Trotzdem tritt bezüglich der Beleuchtung in Städten und Kommunen immer mehr das Verständnis auf, dass bisherige Handlungsweisen neben dem Schutz des Menschen zukünftig auch um Belange des Schutzes der Umwelt zu ergänzen sind. Im Speziellen sind dies die Berücksichtigung der vorhandenen Fauna und die Möglichkeit des Erlebens der Dunkelheit.

Die Normenreihe der **EN 13201** und insbesondere **DIN 13201-1** schaffen mehr Möglichkeiten als je zuvor, eine breite Umsetzung der zuvor genannten Gesichtspunkte mit Hilfe von adaptiv wirksamen und ausgeführten Beleuchtungsanlagen zu realisieren, um auf verschiedene Anforderungen zu unterschiedlichen Zeiten reagieren zu können. Dazu bedarf es vorzugsweise das Vorgehen gemäß eines „Lighting System Design Process“ (LSDP – Planungsprozess für Beleuchtungssysteme), mit dessen Hilfe die fachliche Begleitung eines Beleuchtungsprojekts von ersten Überlegungen bis in den Betrieb der Anlage erfolgt und so alle relevanten Informationen während des Planungsprozesses einfließen können.

Mit Hilfe moderner Steuerungstechnologien lassen sich dabei die ggf. zeit- und jahreszeit- oder auch die ortsabhängigen erforderlichen Randbedingungen berücksichtigen und so eine Grundlage für „smarte“ Beleuchtungsanlagen schaffen. Bereits jetzt wird deutlich, dass eine Abwägung und ein Ausgleich zwischen den Individuen stattfinden muss, so dass es keine „Smart City“ ohne „Smart Lighting“ geben wird.

Gegenüber der in Deutschland bereits im Juni 2017 zurückgezogenen DIN 13201-1:2005-11 wurden

in der DIN 13201-1:2021-09 folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einordnung der verschiedenen Straßenkategorien gemäß der Kategoriengruppen der „Richtlinien für integrierte Netzgestaltung“ (RIN) sowie zusätzlicher Wegekategorien und Platzsituationen. Diese Einordnungen führen unter Beachtung verkehrsplanerischer Aspekte zu entsprechenden Auswahltabellen, mittels derer, unter Beachtung entsprechend spezifischer Planungsparameter, die entsprechenden Beleuchtungsklassen bestimmt werden können.
- b) Auswahl verschiedener Beleuchtungsklassen für die Beleuchtung einer Verkehrsfläche bei unterschiedlichen Gegebenheiten im Laufe der täglichen Dunkelheit.
- c) Umfassende Möglichkeiten der Umsetzung adaptiver Beleuchtungssituationen auf Basis der Auswahl von verkehrs-, umgebungsabhängigen und/oder umweltbedingten Parametern.
- d) Empfehlungen für vergleichbare Beleuchtungsklassen in Abhängigkeit des mittleren Leucht-

dichtekoeffizienten der Fahrbahnoberfläche (M- und C-Beleuchtungsklassen) oder des Reflexionsgrades der Oberfläche (P-Beleuchtungsklassen).

DIN 13201-1 gilt nur in Deutschland. Der einheitliche Beleuchtungsstandard der Teile 2 bis 5 der EN 13201 für die Straßenbeleuchtung wurde im europäischen Normungsgremium CEN festgelegt. Die Mitglieder von CEN sind verpflichtet, diese Normenteile als nationale Normen zu übernehmen. Die CEN-Mitglieder umfassen 34 europäischen Staaten: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Nordmazedonien, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Serbien, Schweden, der Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich von Großbritannien und von Zypern. Die Bearbeitung erfolgte im Technischen Komitee (TC) CEN/TC 169 (CEN – Comité Européen de Normalisation).



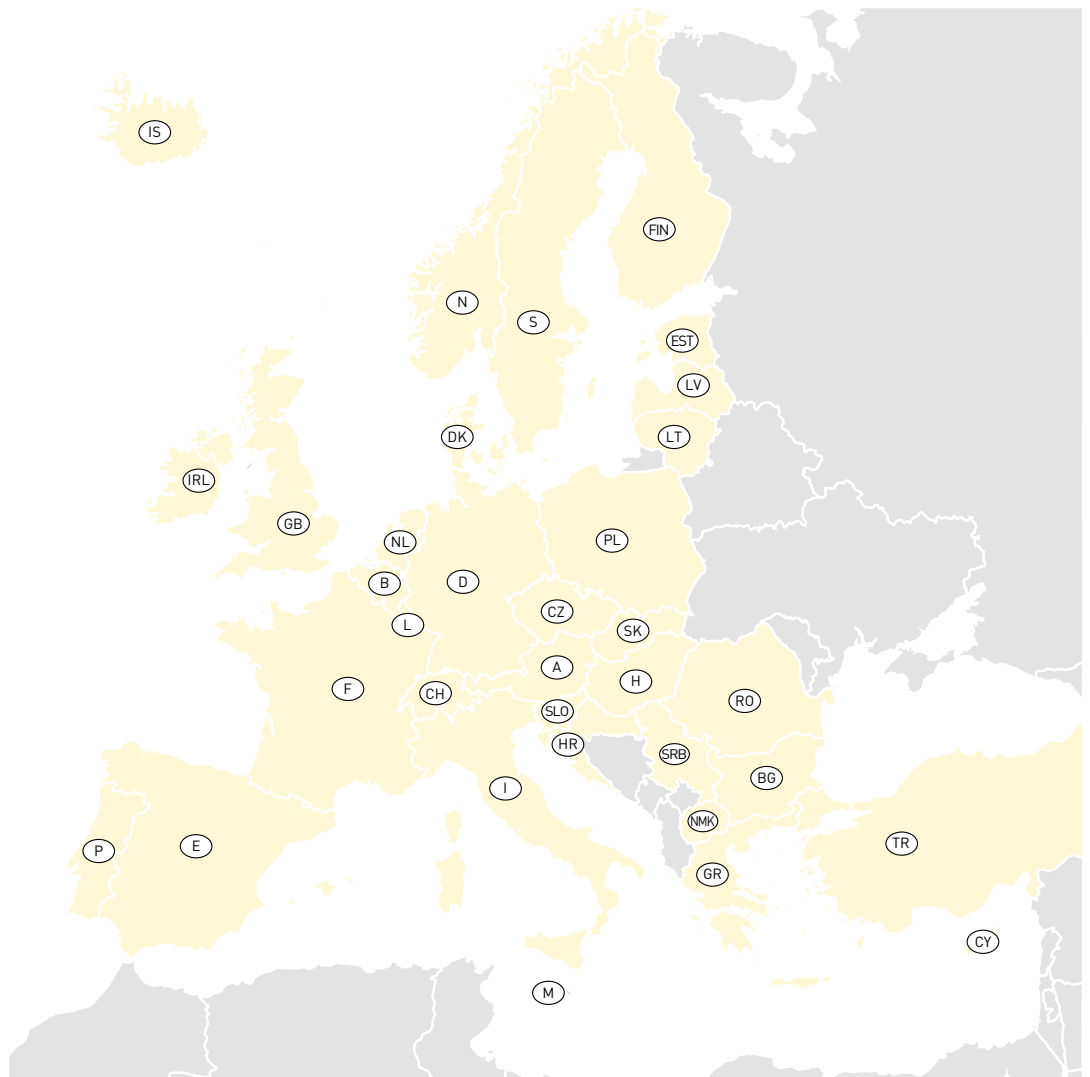
Die Normenreihe EN 13201 „Straßenbeleuchtung“ besteht aus fünf Teilen:

– Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen  
Dieser Teil ist als CEN-Report CEN/TR 13201-1 in englischer Sprache veröffentlicht und ist kein Standard im Sinne des allgemein anerkannten Standes der Technik. In Deutschland wurde statt dem CEN/TR 13201-1 die DIN 13201-1 veröffentlicht und damit als allgemein anerkannter Stand der Technik verbindlich gemacht. Dieser Teil 1 ist unabdingbare Voraussetzung für die Bestimmung der Gütemerkmale der Beleuchtung. Nur aufgrund der Straßenkategorie sowie verschiedener Basis- und variabler Entscheidungspara-

meter können die notwendigen Beleuchtungsklassen und damit die Gütemerkmale bestimmt werden.

- Teil 2: Gütemerkmale
- Teil 3: Berechnung der Gütemerkmale
- Teil 4: Methoden zur Messung der Gütemerkmale von Straßenbeleuchtungsanlagen
- Teil 5: Energieeffizienzindikatoren

Diese überarbeitete TRILUX Planungshilfe 13201 unterstützt bei der Festlegung von Werten für die Gütemerkmale der Beleuchtung in unterschiedlichen Arten von Verkehrsflächen und führt Schritt für Schritt durch die Ermittlungsprozedur.



**Bild 1:**  
Die CEN-Staaten  
in Europa

# ZU BELEUCHTENDE FLÄCHEN



## 2 ZU BELEUCHTENDE FLÄCHEN

Nach DIN 13201-1 unterscheiden sich die zu beleuchtenden Flächen in verschiedene Bereiche.

### 2.1 Verkehrsflächen

Verkehrsflächen sind jene Flächen, auf denen definitionsgemäß jeder zur Fortbewegung dienende Verkehr stattfinden soll. Dies können Fahrbahnen für den motorisierten Verkehr, Geh- und Radwege oder weitere Flächen sein. Ob diese jeweils getrennt voneinander betrachtet werden oder als gemeinsame Verkehrsfläche anzusehen sind, ist von den zuständigen Entscheidungsträgern anzugeben.

In der Regel werden separat geführte Verkehrsflächen für unterschiedliche Nutzer auch getrennt voneinander bewertet. Lediglich gemeinsam genutzte Verkehrsflächen werden üblicherweise auch gemeinsam betrachtet.

Sollten jedoch auch einzelne separate Flächen für unterschiedliche Verkehrsteilnehmer als gemeinsame Verkehrsfläche aufgefasst werden, empfiehlt es sich, neben dem Auswahlverfahren nach DIN 13201-1 auch die Berechnungsvorgaben nach DIN EN 13201-3:2016-06 auf die gesamte zu betrachtete Fläche anzuwenden.

### 2.2 Angrenzende Flächen

Werden die Fahrbahn für den motorisierten Verkehr und weitere Verkehrsflächen, wie z. B. Rad- und Gehwege als separate Verkehrsflächen betrachtet, so sind die weiteren Verkehrsflächen angrenzende Flächen an die Fahrbahn, auch wenn sie durch einen Grünstreifen getrennt sind. Die Hauptfläche dieser separat betrachteten Verkehrsflächen ist dabei die Fläche mit dem höchsten Beleuchtungsniveau. Das Auswahlverfahren zur Ermittlung des Beleuchtungsniveaus wird für die Hauptfläche angewendet. Daraus sind die Anforderungen an die Beleuchtung der übrigen Verkehrsflächen abzuleiten.

In der Praxis ist die Fahrbahn für den motorisierten Verkehr häufig die Hauptfläche, so das Rad- und Gehwege entlang einer Fahrbahn als angrenzende Fläche betrachtet werden können, auch wenn sie durch einen Grünstreifen getrennt sind.

Alternativ kann das Auswahlverfahren zur Bestimmung des Beleuchtungsniveaus für jede einzeln definierte Verkehrsfläche angewendet werden.

### 2.3 Konfliktbereiche

Konfliktbereiche sind die Teilflächen von Verkehrsflächen, die gemeinsam von Verkehrsteilnehmern unterschiedlicher Fortbewegungsgeschwindigkeiten genutzt werden. Dies können Verkehrsflächen sein, in denen Verkehrsströme des motorisierten Verkehrs zusammengeführt werden, wie beispielsweise bei Abbiege-, Einordnungs- und Beschleunigungsspuren oder solche Bereiche, in denen motorisierte und/oder nicht-motorisierte Verkehrsteilnehmer zusammengeführt werden bzw. sich kreuzen. Das notwendige Beleuchtungsniveau mit den entsprechenden Güteigenschaften ist für Konfliktbereiche separat zu ermitteln.

Werden in Konfliktbereichen höhere Beleuchtungsniveaus als in zu- oder abführenden Verkehrsflächen erreicht, sind in den angrenzenden Verkehrsflächen bei Vorliegen der entsprechenden Voraussetzungen entsprechende Adaptationsstrecken einzurichten.

### 2.4 Verkehrsberuhigte Flächen

Verkehrsberuhigte Flächen sind auch als verkehrsberuhigte Bereiche oder umgangssprachlich auch als Spielstraßen bekannt. Sie stellen eine Sonderform von Fußgängerverkehrsanlagen dar. Dabei handelt es sich typischerweise um einzelne Straßen oder Straßenabschnitte,

die überwiegend eine Aufenthalts- sowie Erschließungsfunktion aufweisen und auf denen nach der Straßenverkehrsordnung motorisierter Verkehr, Radfahrer und Fußgänger zulässig sind. Die Grenzen einer verkehrsberuhigten Fläche müssen definiert werden, damit die dort gültigen Beleuchtungsniveaus und übrige Anforderungen an die Gütemerkmale der Beleuchtung bestimmt werden können.

## 2.5 Randstreifen

Randstreifen sind angrenzende Flächen, für die keine besonderen lichttechnischen Anforderungen festgelegt sind, die jedoch im peripheren Bereich des Gesichtsfeldes zur Wahrnehmung der Vorgänge im gesamten Verkehrsraum angemessen beleuchtet werden müssen, insbesondere in Bereichen von Fahrbahnen für den motorisierten Verkehr sowie z. B. für Schnellradwege oder Radwege. Die Breite eines Randstreifen entspricht nach DIN EN 13201-3:2016-06 immer der Breite des angrenzenden Fahrstreifens.

Gemäß den „Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen“ (RASt 06) sind angebaute Stadtstraßen aus Gründen der öffentlichen Sicherheit und Ordnung und zur Verbesserung der Verkehrssicherheit immer mit einer angemessenen Beleuchtung auszustatten.

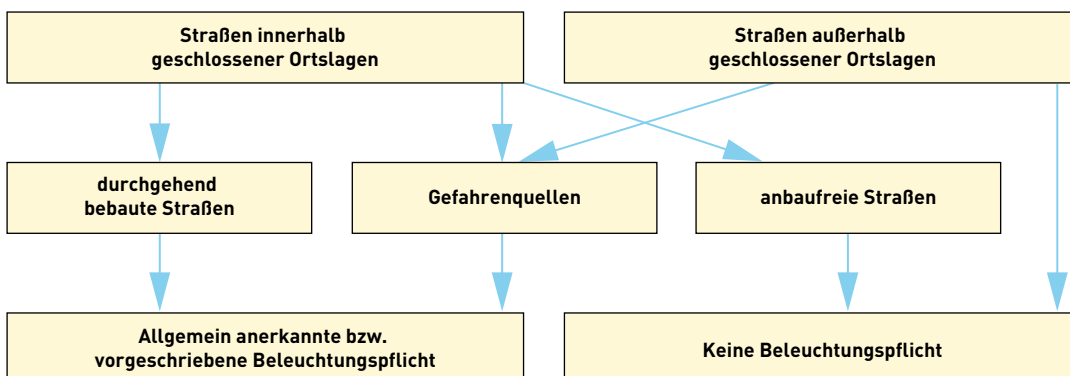
Nach RAST 06 werden auch folgende Straßenbezeichnungen verwendet.

## 2.6 Wohnweg

Ein Wohnweg ist von der Charakterisierung her als Erschließungsstraße einzustufen. Dieser hat in der Regel eine Länge bis ca. 100 m, dient ausschließlich dem Wohnen mittels Reihen- und Einzelhäusern und dem Nutzen oder dem Aufenthalt von unterschiedlichen (gemischten) Verkehrsteilnehmern, je nach Auslegung ggf. einem hohen Anteil nicht motorisierter Nutzer und einer maximalen Verkehrsstärke unter 150 Kfz/h.

## 2.7 Wohnstraße

Eine Wohnstraße ist als Erschließungsstraße einzustufen mit einer Länge bis ca. 300 m. Sie dient ausschließlich für Wohnzwecke mittels Zeilenbebauung, Reihen- oder Einzelhäusern und mit einer Verkehrsstärke unter 400 Kfz/h als Erschließung dieses Bereichs. Als besondere Nutzungsansprüche sind der Aufenthalt von Verkehrsteilnehmern sowie das Parken vorgesehen. Typischerweise befinden sich Wohnstraßen in Tempo 30-Zonen. Getrennte Radverkehrsanlagen sind nicht erforderlich, in besonderen Fällen können sie je nach Lage im Straßennetz auch als Fahrradstraße eingerichtet werden, wobei erhöhte Anforderungen an die Sicherheit zu erfüllen sind (s. RAST 06).



**Bild 2:** Beleuchtungspflicht für öffentliche Straßen

## 2.8 Sammelstraße

Eine Sammelstraße ist als Erschließungsstraße einzustufen. Sie hat je nach Siedlungsgröße eine Länge von 300 m bis zu 1.000 m mit einer vorgesehenen Verkehrsstärke von 400 Kfz/h bis 800 Kfz/h. Die überwiegende Nutzung umfasst Wohnen mit einzelnen Geschäften oder Gemeindebedarfseinrichtungen. Dabei gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Bebauungsformen, oft auch als Zeilenbebauung mittels langen Wohngebäuden quer zur Straße oder mehrgeschossigen Häusern, sogenannten Punkthäusern. Dies bedeutet neben dem individuellen motorisierten Verkehr, dem Radverkehr und dem meist auftretenden Linienbusverkehr insbesondere auch den Fußgängerlängsverkehr. Die typischen zulässigen Geschwindigkeiten von bis zu 50 km/h werden durch die halboffenen, straßenabgewandten Bauungen unterstützt. Durch die Schaffung häufigerer punktueller Überquerungshilfen entstehen Konfliktbereiche, z. B. durch kreuzende Schulwege, die auch die tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten dämpfen sollen.

## 2.9 Quartiersstraße

Eine Quartiersstraße ist als Erschließungsstraße oder Hauptverkehrsstraße mit einer Länge bis ca. 300 m einzustufen, mit Abschnittslängen zwischen 100 m und ca. 300 m sowie Straßenraumbreiten ab 12 m. Meist ist eine geschlossene, dichte Bebauung vorhanden, die zu Wohn-, Gewerbe- und Dienstleistungszwecken dient. Übliche Verkehrsstärken betragen 400 Kfz/h – 1.000 Kfz/h, wobei der Verkehr von Linienbussen und ggf. Schwerverkehr möglich sein kann. Aufgrund der hohen Nutzungsdichte ergibt sich in der Regel eine hohe Nachfrage nach entsprechenden Parkflächen im Straßenraum.

## 2.10 Dörfliche Hauptstraße

Die dörfliche Hauptstraße stellt eine ländlich geprägte Bau- und Siedlungsstruktur dar. Die Straßenräume haben dabei ein weites Spektrum von engen bis sehr weiten Straßenräumen und sind von 100 m bis mehrere Kilometer lang. Dabei kann die Verkehrsstärke zwischen 200 Kfz/h bis zu 1.000 Kfz/h variieren. Es gibt in der Regel keinen dominanten Nutzungsanspruch, sodass davon auszugehen ist, dass alle Arten von Verkehrsteilnehmern zu berücksichtigen sind, für Fußgänger ggf. auch mit Hilfe von Überquerungshilfen. Auch der Verkehr von Linienbussen ist in der Regel vorhanden. Typischerweise werden für Ortseinfahrtsbereiche oder im Falle von Querstraßen Maßnahmen zur Dämpfung der Geschwindigkeit vorgesehen, z. B. Mittelinseln oder kleine Kreisverkehre.

## 2.11 Örtliche Einfahrtstraße

Eine typische, meist geradlinig verlaufende Hauptverkehrsstraße mit Abschnittslängen von 200 m bis 800 m und höheren Geschwindigkeiten, in der Regel mindestens 50 km/h sowie einer Verkehrsstärke von 400 Kfz/h bis 1.800 Kfz/h inklusive Linienbusverkehr. Es kann eine sehr unterschiedlich Dichte der Bebauung vorhanden sein. Vorrangig ist meistens eine gemischte für Gewerbe- und Wohnnutzung, weniger der Geschäftsbesatz. Es gibt ein breites Spektrum an Straßenraumprofilen, wobei häufig ausreichende Flächen für Seitenräume, z. B. zur Führung separater Radwege oder dem punktuellen Parkbedarf gegeben sind. Häufig werden unterschiedliche Maßnahmen zur Dämpfung der Geschwindigkeit umgesetzt, beispielsweise Mittelinseln, kleine Kreisverkehre oder Überquerungshilfen.

## 2.12 Örtliche Geschäftsstraße

Mit Längen von 300 m bis 600 m und typischen Verkehrsstärken zwischen 400 Kfz/h bis über 2.600 Kfz/h fallen örtliche Hauptstraßen unter die Kategorie „Erschließungs- oder Hauptverkehrsstraße“. Sie liegen in Stadtteilzentren oder in Zentren von Klein- und Mittelstädten mit einer geschlossenen Bauweise bei praktisch durchgängigen Geschäftsbesatz. Die Nutzungsansprüche liegen bei Fußgängerlängs- und -querverkehr, Parken, Liefern und Laden sowie dem ÖPNV mit Bus und/oder Straßenbahn. Im Straßenverlauf finden sich häufig Querungsmöglichkeiten wieder, z. B. Querungshilfen oder Fußgängerüberwege. Häufig sind zudem anschließende Parkbereiche aufgrund der Geschäftsnutzung vorhanden, oft auch beidseitig der Straße, entweder entlang der Fahrbahn, in anderen Fällen auch in Schrägaufstellung (siehe Bild 3).

## 2.13 Hauptgeschäftsstraße

Sie gilt als Erschließungs- oder Hauptstraße in Zentren von Groß- und Mittelstädten. In der Regel ist entlang der Straße ein dichter Geschäftsbesatz in geschlossener Bauweise. Wohnnutzung sind hier nur in Ausnahmen anzutreffen. Je nach Stadtgröße kann sie zwischen 300 m und 1.000 m lang sein und die Verkehrsstärke zwischen 800 Kfz/h bis 2.600 Kfz/h betragen. Für Hauptgeschäftsstraßen sind üblicherweise die Nutzungsarten Fußgängerlängs- und -querverkehr, Parken, Liefern und Laden, Radverkehr, öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV) sowie

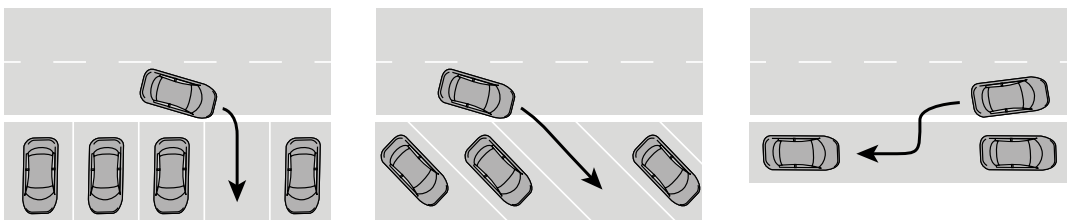
die Aufenthaltsfunktion vorzusehen. In großstädtischen Zentren können Hauptgeschäftsstraßen auch dem ÖPNV per Linienbusse oder Straßenbahnen vorbehalten werden, wobei in solchen Fällen oft Taxi-, Liefer- und Fahrradverkehr zugelassen sind. Aus diesen Gründen können die Querschnitte des Straßenraums durch eine entsprechende Seitenraumgestaltung sehr groß sein.

## 2.14 Gewerbestraße

Eine Gewerbestraße ist eine typische Erschließungsstraße/(Hauptverkehrsstraße), in der sich überwiegend große parzellierte Grundstücke und Einzelgebäude befinden. Mit einer Verkehrsstärke von 400 Kfz/h bis 1800 Kfz/h gliedern sich auf rund 200 m bis 1.000 m langen, „autoaffinen“ Straßenabschnitten mit geringer Anzahl von Querbezügen Büros, Handels- und Freizeiteinrichtungen, sodass Nutzungen wie Liefer- und Ladeverkehr sowie Besucherparken zu berücksichtigen sind. Trotz des privaten Parkangebots mit häufig ein- und ausfahrendem Fahrzeugverkehr ist oft ein öffentliches Parkraumangebot sinnvoll.

## 2.15 Industriestraße

Eine Industriestraße mit Längen zwischen 500 m bis 1.000 m kann je nach Frequenz sowohl als Erschließungs- oder Hauptverkehrsstraße eingestuft werden. Typisch sind groß parzellierte Grundstücke mit Gebäudekomplexen für produzierendes Gewerbe und Industrie. Verkehrsstärken von 800 Kfz/h bis 2.600 Kfz/h mit meist



**Bild 3:**  
Arten der Fahrzeugaufstellung, von links nach rechts: Senkrechtaufstellung, Schrägaufstellung, Längsaufstellung (nach § 12 StVO)



großem Schwerverkehrsaufkommen sind die Regel. Daher sind in diesen Bereichen breite Fahrbahnen und/oder Parkstreifen (2.50 m bzw. 3.00 m) zum Bewegen oder Abstellen für LKW erforderlich. Sehr oft ist auch Linienbusverkehr vorhanden. Haltestellen müssen daher ausreichend dimensioniert und gesichert sein. Außer zu Beginn und Ende von Arbeitszeiten sind regelmäßiger Fußgänger- und Radverkehr nicht zu erwarten, sodass kein ausgeprägter Überquerungsbedarf besteht.

### 2.16 Verbindungsstraße

Sie gilt als Hauptverkehrsstraße mit gemischter Bebauungsform mittlerer bis geringer Dichte. Auf einer Länge von 500 m bis 1.000 m kann eine Verkehrsstärke von 800 Kfz/h bis 2.600 Kfz/h erreicht werden. Vorherrschend ist die Verbindungsfunktion vom Stadt- bzw. Ortsrand ins jeweilige Zentrum, wobei die wechselnden Abschnitte unterschiedliche städtebaulicher Charakteristiken aufweisen können. Wohn- und Gewerbenutzung mit Parkplätzen auf Privatgrundstücken sind typisch. Oft sind aufgrund der Verbindungsfunktion höhere Geschwindigkeiten

von 50 km/h oder sogar 70 km/h zulässig. Daher sind für die Nutzung des ÖPNV die Haltestellen entsprechend zu dimensionieren, gebündelte Überquerungshilfen für Fußgänger zu schaffen und für den Radverkehr entsprechende Radverkehrsanlagen vorzusehen.

### 2.17 Anbaufreie Straße

Die anbaufreie Straße ist eine Hauptverkehrsstraße mit straßenabgewandter Bebauung sowie unbebauten Parzellen im Vorfeld oder innerhalb bebauter Gebiete. Sie ist ausgelegt auf Verkehrsstärken von 800 Kfz/h bis 2.600 Kfz/h mit Linienbusverkehr und teilweise einem hohen Anteil von Schwerverkehr. Fußgänger und Radfahrer werden auf separaten, teilweise jedoch auch gemeinsamen Rad- und Gehwegen geführt. Üblicherweise besteht kein ausgeprägter Querungsbedarf. Eine Ausnahme können Freizeiteinrichtungen darstellen, in denen geeignete Querungshilfen vorzusehen sind. In diesen Bereichen, wie auch an Haltestellen oder bei höheren zulässigen Geschwindigkeiten als 50 km/h, muss ein erhöhtes Maß an die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer gewährleistet werden.



# BESTIMMUNG DER LICHTTECHNISCHEN ANFORDERUNGEN



## 3

## BESTIMMUNG DER LICHTTECHNISCHEN ANFORDERUNGEN

Eine der wesentlichen Aufgaben der Planung der Beleuchtung von Verkehrsflächen ist die Bestimmung der Beleuchtungsklasse, mit der die Werte für die lichttechnischen Gütemerkmale der Beleuchtung für die Flächen ermittelt werden.

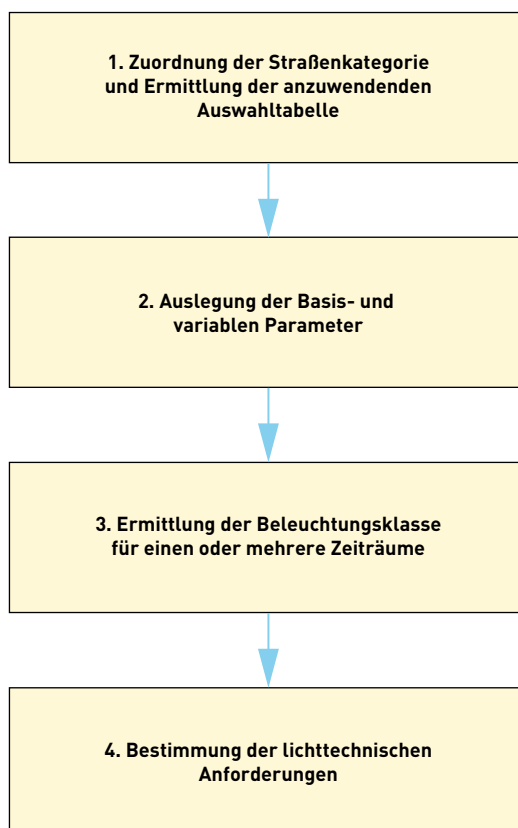
Die Prozedur zur Bestimmung der vorzusehenden Werte für die Gütemerkmale der Beleuchtung einer Verkehrsfläche gliedert sich in folgende Schritte:

- Zunächst muss der zu beleuchtende Bereich einer Kategorie von Verkehrsflächen zugeordnet werden, um die entsprechende Auswahl-tabelle zu ermitteln, die zur Bestimmung der Beleuchtungsklasse benötigt wird.
- In der ermittelten Auswahl-tabelle zur Bestimmung der Beleuchtungsklasse sind Basis- und variable Parameter festgelegt. Je nach Auswahl-tabelle für die unterschiedlichen Verkehrsflächen können verschiedene Zusam-

mensetzungen der Parameter für die Bewertung wichtig sein. Insbesondere die variablen Parameter können sich während der Dunkelstunden verändern, sodass sich für verschiedene Zeiträume unterschiedliche Anforderungen an die Beleuchtung ergeben können.

- Für die jeweiligen Zeiträume werden für die unterschiedlich ausgelegten Parameter jeweils Wichtungswerte ermittelt, mit deren Hilfe die jeweils notwendigen Beleuchtungsklassen ermittelt werden können.
- Abschließend werden für die ermittelten Beleuchtungsklassen die lichttechnischen Anforderungen nach DIN EN 13201-2 bestimmt.

In den folgenden Kapiteln ist der Auswahlprozess bis zur Bestimmung der Werte für die jeweils notwendigen lichttechnischen Gütemerkmale der zu beleuchtenden Verkehrsfläche Schritt für Schritt dargestellt.



**Bild 4:** Prozedur zur Bestimmung lichttechnischer Gütemerkmale für Verkehrsflächen

### 3.1 Schritt 1: Zuordnung der Verkehrsfläche zur Kategoriengruppe und Wahl der zu verwendenden Tabelle zur Bestimmung der Beleuchtungsklasse

Die Einstufung der zu beleuchtenden Straßen erfolgt entsprechend der Kategoriengruppen der Verkehrswege für den Kfz-Verkehr gemäß der „Richtlinie für integrierte Netzgestaltung“ (RIN). Darüber hinausgehende Verkehrsflächen sind gemäß der weiteren Kategoriengruppen nach Tabelle 3.1 zuzuordnen.

Die Einstufungen der Verkehrsflächen und auch die Informationen zu weiteren benötigten Parametern werden in der Regel von den zuständigen Behörden für öffentliche Verkehrsflächen oder von privaten Entscheidungsträgern für nicht öffentliche Verkehrsflächen zur Verfügung gestellt.

Mit Hilfe der Tabelle 3.1 werden den jeweiligen Verkehrsflächen die Auswahltabellen zugewiesen, in denen weitere Bewertungsparameter aufgeführt sind, die jeweils speziell auf die zu betrachtende Fläche abgestimmt sind.

### 3.2 Schritt 2: Auslegung der Basis- und variablen Auswahlparameter

Die den Kategoriengruppen zugeordneten Auswahltabellen beinhalten zur Ermittlung der Beleuchtungsklassen weitere Bewertungsparameter. Dabei handelt es sich um Basis- (Auswahl-) und variable Parameter, die je nach Kategorie einer Verkehrsfläche variieren und sich unterschiedlich zusammensetzen können, wie Tabelle 3.2 zeigt.

Die Basisparameter werden bereits für die verkehrstechnische (bauliche) Auslegung der Verkehrsfläche benötigt und sind daher typischerweise festgelegt.

Zur Auslegung der Beleuchtungsklasse werden die Basisparameter (Auswahlparameter) und die variablen Parameter jedoch gemeinsam bewertet und festgelegt. Ergeben sich im zeitlichen Ablauf der Dunkelstunden und im Verlauf des Jahres Änderungen in Bezug auf die Auslegung der Basis- und der variablen Parameter, können für verschiedene Zeiträume unterschiedliche Beleuchtungsklassen, damit unterschiedliche Anforderungen an die Beleuchtung realisiert und so adaptive Beleuchtungslösungen ermöglicht werden.

Abkürzung <sup>1</sup>	Kategoriengruppe	Kategorie	Tabelle
AS	Autobahnen	Alle	3.3
LS	Landstraßen (außerorts)	Alle	3.4
HS	Hauptverkehrsstraßen	Ortsdurchfahrten, innergemeindliche Hauptverkehrsstraßen $\geq 50\text{km/h}$ bis $\leq 70\text{km/h}$	3.5
ES	Erschließungsstraßen	Sammelstraße $> 30\text{km/h}$	3.6
		Sammelstraße $\leq 30\text{km/h}$	3.7
		Anliegerstraße und verkehrsberuhigte Bereiche	3.8
-	Radwege	Inner- und außergemeindliche Radverkehrsflächen	3.9
-	Gehwege	Inner- und außergemeindliche Gehwege	3.10
	sonstige Verkehrsflächen	Plätze mit Bereichen des öffentlichen Personenverkehrs und Park- und Rastplätze; Konfliktbereiche, z. B. Knotenpunkte, siehe Kapitel 3.3.5	3.11

<sup>1</sup> Abkürzungen (1. Tabellenspalte) entsprechend den Kategoriengruppen der Verkehrswege für den Kfz-Verkehr der „Richtlinien für integrierte Netzgestaltung“ (RIN), sofern diese vorhanden sind.

**Tabelle 3.1** Zuordnung von Verkehrsflächen zu Kategoriengruppen und der Auswahl entsprechender Tabellen zur Bestimmung von Beleuchtungsklassen

<b>Kategorien- gruppe</b>	<b>Autobahn</b>	<b>Land- straße</b>	<b>Haupt- verkehrs- straße ≥ 50 km/h bis ≤ 70 km/h</b>	<b>Sammel- straße &gt; 30 km/h</b>	<b>Sammel- straße ≤ 30 km/h</b>	<b>Anlieger- straße</b>	<b>Radweg</b>	<b>Gehweg</b>	<b>Plätze ≤ 30 km/h</b>	<b>Konflikt- bereiche</b>
<b>Benötigte Auswahlparameter</b>										
für Auswahltabelle/ Kapitel	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.3.5
Maximal zulässige Geschwindigkeit	x	x	x	x	x	x			x	x
Abstand Knotenpunkte	x									
Anzahl der Knotenpunkte		x								
Trennung Richtungsfahrbahnen		x	x	x	x	x				x
Anzahl Fahrstreifen je Fahrtrichtung			x							
Betriebsart Ein-/ Zweirichtungsverkehr							x			x
Gehrichtung								x		
Bauliche Abgren- zung oder räumlich getrennt zu angrenzenden Verkehrsflächen							x			
Verkehrsaufkommen		x	x	x	x	x				x
Verkehrsfluss Radfahrer							x			x
Verkehrsfluss Fußgänger								x	x	x
Verkehrsarten und deren Zusammensetzung		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
Aufenthaltsfunktion								x		
Erhöhte Anforderungen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabelle 3.2 Zuordnung der Auswahlparameter zur Bestimmung von Beleuchtungsklassen zu den Kategorien von Verkehrsflächen

### 3.2.1 Erläuterung der Auswahlparameter

**Maximal zulässige Geschwindigkeit:** Die höchste zulässige Geschwindigkeit der Verkehrsteilnehmer.

**Abstand Knotenpunkte und Anzahl der Knotenpunkte:** Je häufiger Knotenpunkte auftreten, desto größer ist die Kollisionsgefahr, aufgrund dessen die Beleuchtung besser ausgelegt sein muss.

Knotenpunkte können Kreuzungen und/oder Ein- oder Ausfahrbereiche sein, bei denen sich Verkehrsteilnehmer auf einer Ebene begegnen. Es sind aber auch Bereiche, bei denen links abbiegende, links einbiegende oder direkte Kreuzungsvorgänge von Fahrzeugen durch Über- oder Unterführungsbauwerke ganz oder teilweise vermieden werden.

**Trennung Richtungsfahrbahnen:** Ist nur dann gegeben, wenn die Fahrbahnen in die unterschiedlichen Fahrrichtungen durch bauliche Maßnahmen voneinander getrennt sind. Eine Markierung stellt keine Trennung der Richtungsfahrbahnen dar.

**Anzahl Fahrstreifen je Fahrrichtung:** Die Anzahl der Fahrstreifen je Fahrrichtung für den fließenden Verkehr, d. h. Park-, Stand- oder Seitenstreifen werden bei der Anzahl nicht berücksichtigt.

**Betriebsart Ein-/Zweirichtungsverkehr:** Bewegen sich alle Fahrzeuge bzw. Fahrräder in die gleiche Richtung (Einrichtungsverkehr) oder ist mit Gegenverkehr (Zweirichtungsverkehr) zu rechnen.

**Gehrichtung:** Bewegen sich die Personen überwiegend in die gleiche Richtung oder handelt es sich eher um einen Platzcharakter bei der die Gehrichtung nicht definiert ist.

**Bauliche Abgrenzung oder räumlich getrennt zu angrenzenden Verkehrsflächen:** Verläuft ein Radweg ohne räumliche Trennung zur Straße oder ist er baulich abgegrenzt, z. B. durch Leitplanken.

**Verkehrsaufkommen und Verkehrsfluss Radfahrer/Fußgänger:** Größen, die durch die Verkehrsstärke (häufig in der Einheit Fahrzeuge/Stunde bzw. Elemente/Stunde angegeben) oder die Verkehrsdichte (häufig in der Einheit Fahrzeuge/km bzw. Elemente/km angegeben) beschrieben wird. Üblicherweise werden diese mit Hilfe von Zahlen aus vorherigen Verkehrszählungen oder Abschätzungen von zukünftigen Verkehrsströmen ermittelt. **Das normale Verkehrsaufkommen** oder der **normale Verkehrsfluss Radfahrer** bzw. **Fußgänger** ist der auftretende Fall des **maximalen (geplanten) Verkehrsaufkommens**, auf das die Verkehrsfläche ausgelegt ist. Typischerweise wird das normale Verkehrsaufkommen dem Zeitraum  $\Delta t_0$  zugeordnet. Ein **geringes Verkehrsaufkommen** oder **geringer Verkehrsfluss Radfahrer** bzw. **Fußgänger** sollte deutlich vom maximalen Verkehrsaufkommen bzw. maximalen Verkehrsfluss nach unten abweichen, also höchstens 50 Prozent oder weniger der maximalen Werte betragen.

**Verkehrsarten und deren Zusammensetzung:** Die **Verkehrsart** ist eine Gruppe von Verkehrsteilnehmern mit gleichen Merkmalen, insbesondere betreffend ihrer Fortbewegungsgeschwindigkeit. Die **Zusammensetzung** beschreibt unterschiedliche Verkehrsarten auf einer gemeinsamen Verkehrsfläche, also typischerweise Verkehrsteilnehmer mit unterschiedlichen Fortbewegungsgeschwindigkeiten. Die **Zusammensetzung der Verkehrsarten** wird beschrieben durch

- gemischt, hoher Anteil nicht motorisiert: Radfahrer oder Radfahrer und Fußgänger zusammen, jeweils mit einem deutlich höheren Anteil als der motorisierte Verkehr (z. B. 70/30 Prozent) auf einer gemeinsamen Verkehrsfläche (häufig in Städten mit Hochschulen/Universitäten)
- gemischt: z. B. motorisierte Fahrzeuge und Radfahrer (immer dann der Fall, wenn eine bestimmte Verkehrsart nicht ausgeschlossen ist)
- nur motorisierter Verkehr: ausschließlich motorbetriebene Fahrzeuge

**Leuchtdichte der Umgebung:** Geschätztes Leuchtdichteniveau des Umfeldes im Vergleich zur bewertenden Verkehrsfläche, wobei zu beachten ist, ob es sich im Umfeld um eine stark inhomogene oder homogene Leuchtdichteverteilung in variierenden Blickrichtungen von Objekten handelt, die zu Gefährdungen führen könnten. Dies könnte in Industrieanlagen, bei Vorhandensein von Geschäftsfenstern, Werbeanlagen oder auch in Bereichen von Sportanlagen der Fall sein.

**Parkende Fahrzeuge:** Auf der zu beleuchtenden Straßenfläche parkende Fahrzeuge bedeuten zusätzliche Unfallgefahren, etwa durch spontan auf die Straße tretende Fußgänger. Parkende Fahrzeuge auf dafür angelegten angrenzenden Parkstreifen sind davon nicht betroffen, sofern Straße und Parkstreifen nicht als eine Verkehrsfläche bewertet werden.

**Gesichtserkennung erforderlich:** Fußgängerbereiche werden dann als sicherer akzeptiert, wenn das Verhalten der Passanten und deren Absichten rechtzeitig erkannt werden. Körperliche Bewegungen und Gesichtsausdrücke müssen daher bereits aus einer größeren Entfernung erkennbar sein. Typischerweise ist von 10 m auszugehen, was dem wahrgenommenen Beginn der Privatsphäre entspricht. Daraus folgt, dass entgegenkommende Personen entsprechend beleuchtet sein müssen.

Ist eine Gesichtserkennung erforderlich so sind die zusätzlichen Anforderungen an die halbzylindrische Beleuchtungsstärke  $E_{sc,min}$  zu berücksichtigen.



**Aufenthaltsfunktion:** Regelmäßig verweilende Fußgänger im Bereich der Verkehrsfläche (z. B. in Bereichen von Schaufenstern, in Bereichen mit Außengastronomie oder sonstigen Bereichen urbanen Erlebens) oder ein Aufenthalt von Kindern in verkehrsberuhigten Zonen (z. B. sogenannten Spielstraßen).

**Erhöhte Anforderungen:** Besondere Bedingungen, die die visuelle Wahrnehmung des Verkehrsraumes und damit die Fahraufgabe erschweren.

Erhöhte Anforderungen können z. B. durch bauliche Gegebenheiten auftreten. Dabei kann es sich z. B. um beengte Straßen handeln oder es können bauliche Verengungen von Verkehrsflächen sein, die den nutzbaren Verkehrsraum beeinträchtigen, z. B. durch Poller oder Umlaufsperrern auf Radwegen. Auch Bodenschweller oder schlechte Verkehrsflächen gehören dazu, z. B. qualitativ schlechte, unbefestigte oder unebene Oberflächen von Geh- und Radwegen oder Aufpflasterungen für den Kraftfahrzeugverkehr. Auch die kritische Linienführung z. B. von Straßen mit geringen Kurvenradien gelten als erhöhte Anforderungen.

Erhöhte Anforderungen können auch durch betriebliche und verkehrliche Bedingungen auftreten, die den einfachen Verkehrsablauf und die Interaktion von Verkehrsteilnehmern betreffen. Dies können beispielsweise Bereiche sein, in denen Wechsel von Kraftfahrzeugen über mehr als einen Fahrstreifen erfolgen können. Auch Bereiche, in denen unübersichtliche Ein- und Ausparkvorgänge stattfinden, begründen erhöhte Beleuchtungsanforderungen, z. B. Schräg- oder Querparkstände an Hauptverkehrsstraßen, Parkflächen direkt neben Radverkehrsflächen, häufig wechselndes Kurzzeitparken oder Halten (z. B. in Bereichen von Bahnhofsvorplätzen). Weitere Beispiele sind Einbahnstraßen mit erlaubtem Radverkehr in Gegenrichtung, Straßen mit erhöhtem Querungsaufkommen von Fußgängern und Radfahrern außerhalb von Knotenpunkten oder gesicherten Querungsstellen, Bereiche an Haltestellen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) in Mittellage von Straßen, in denen

Fahrgäste die Fahrbahn betreten müssen oder Straßenbereiche mit regelmäßigem Aufenthalt von Personen auf der Straße (starke Aufenthaltsfunktion), z. B. eines verkehrsberuhigten Bereiches für Kinder.

Erhöhte Anforderungen an die Beleuchtungsanforderungen einer Verkehrsfläche können auch bei ungünstiger Wirkung von Beleuchtungsanlagen im Sichtfeld der Nutzer vorliegen, die sie irreführen, ablenken, stören oder belästigen können. Dies kann durch leuchtende Anzeigeflächen, Sportstättenbeleuchtung oder die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien verursacht werden.

Auch wenn das Sicherheitsgefühl der Nutzer auf der betrachteten Fläche und in ihrer unmittelbaren Umgebung erhöht werden soll, ist dies als eine erhöhte Anforderung einzustufen.

### 3.3 Schritt 3: Auswahltabellen zur Ermittlung der Beleuchtungsklassen

Die unterschiedlichen Auswahltabellen (Tabellen 3.3 bis 3.11) zur Ermittlung der Beleuchtungsklassen sind auf die entsprechend benannten Verkehrsflächen abgestimmt und ebenen mittels ihrer jeweiligen Basis- (Auswahl-) und variablen Parameter den Weg zur Ermittlung der Werte für die Gütemerkmale der Beleuchtung.

Zur Auslegung der „normalen“ Beleuchtungsklasse erfolgt mittels Basis- (Auswahl-) Parametern, die für das maximale Verkehrsaufkommen und die ungünstigste Auslegung der Bewertungsparameter der Verkehrsfläche zu berücksichtigen sind, sowie aus variablen Parametern, die für die Verkehrsflächensituation mit den höchsten zu erwartenden Beleuchtungsparametern ausgewählt werden. Beide Arten von Parametern können sich jedoch zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten ändern, sodass zu unterschiedlichen Zeiträumen verschiedene Beleuchtungsklassen ermittelt werden sollten.



Ändert sich z. B. der Basisparameter „Geschwindigkeit“ während des Betriebes der Beleuchtung zu einem niedrigeren Wert, kann diese temporäre Änderung der Gewichtung berücksichtigt werden. Die Auslegung der Beleuchtung muss jedoch in jedem Falle für die höchste zulässige Geschwindigkeit der Verkehrsfläche erfolgen.

In Deutschland werden nach DIN 13201-1 Anforderungen für die Auswahl der in DIN EN 13201-2 definierten Beleuchtungsklassen M (motorisierter Verkehr), C (Konfliktbereiche) und P (Fußgänger- und Langsamfahrbereiche) festgelegt. Ihnen sind als wesentliche lichttechnische Planungsgrößen die Kriterien Leuchtdichte (M-Beleuchtungsklassen) oder die horizontale Beleuchtungsstärke (P- und C-Beleuchtungsklassen) sowie für die halbzyklrische Beleuchtungsstärke zur Gesichtserkennung oder die vertikale Beleuchtungsstärke (P-Beleuchtungsklassen) zugewiesen.



### 3.3.1 Beleuchtungsklasse M

Die Beleuchtungsklasse M ist für Fahrer von motorisierten Fahrzeugen auf Verkehrswegen mit mittleren bis hohen Fahrgeschwindigkeiten vorgesehen. Sie ist für die Tabellen 3.3 bis 3.6 vorgesehen.

Die Anwendung der Beleuchtungsklasse M ist abhängig von

- der Nutzung der betrachteten Fläche
- der Verkehrsart
- der Tageszeit und
- weiteren Parametern.

Zur Ermittlung der Beleuchtungsklasse M ergeben sich in den Tabellen 3.3 bis 3.6 auf Grund der situativen Bewertung der Gegebenheiten mit Hilfe der Basis- und variablen Parameter bestimmte Wichtungswerte  $V_{WS}$ .

Der Betrachtungszeitraum  $\Delta t_0$  mit den gegebenen Parametern für die maximale Auslegung der Verkehrsfläche ist der jeweilige Ausgangswert der Beleuchtungsklasse M mit den höchsten Anforderungen an die Beleuchtung (Bemessungsbeleuchtungsklasse).

Für weitere Zeiträume  $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_i$  sollten die unterschiedlichen Anforderungen an die Beleuchtung berücksichtigt werden. Weitere Details dazu sind im Kapitel „Adaptive Beleuchtung“ (siehe Kapitel 3.3.6) aufgeführt.

Die Nummer der Beleuchtungsklasse M wird wie folgt berechnet:

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

Beträgt die Summe der Wichtungswerte  $V_{WS} \leq 0$ , so ist Beleuchtungsklasse **M6** zu verwenden. Ist  $V_{WS} \geq 5$ , so ist die Beleuchtungsklasse **M1** zu wählen.

Die Gütemerkmale der Beleuchtungsklasse M sind:

- mittlere Fahrbahnleuchtdichte  $\bar{L}$
- Gesamtgleichmäßigkeit der Leuchtdichte  $U_o$  (für trockene bzw. nasse Zustände)
- Längsgleichmäßigkeit der Leuchtdichte  $U_l$  (für trockenen Zustand)
- Schwellenwerterhöhung (TI)  $f_{TI}$
- Randbeleuchtungsstärkeverhältnis (EIR)  $R_{EI}$

Unter bestimmten Gegebenheiten (kurviger Straßenverlauf, unterschiedliche Fahrbahnoberflächen) ist eine Bewertung nach der Fahrbahnleuchtdichte nicht praktikabel. In diesen Fällen ist die jeweils vergleichbare Beleuchtungsklasse C anzuwenden.

### 3.3.2 Beleuchtungsklasse C

Falls eine Bewertung der Fahrbahnleuchtdichte einer Verkehrsfläche aufgrund ihrer Gegebenheiten nicht möglich ist, ist statt der Beleuchtungsklasse M die Beleuchtungsklasse C anzuwenden.

Dies ist notwendig bei:

- Konfliktbereichen
- Kurvigem Straßenverlauf
- Unterschiedliche Fahrbahnoberflächen innerhalb kurzer Abschnitte

Die Gütemerkmale der Beleuchtungsklasse C sind:

- Mittlere Beleuchtungsstärke  $\bar{E}$
- Gesamtgleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke  $U_o$

Um die Beleuchtungsklasse C zu ermitteln, wird zunächst die Beleuchtungsklasse M bestimmt. Anschließend erfolgt die Auswahl der Beleuchtungsklasse C mit Hilfe der Tabelle 3.12 für „Beleuchtungsklassen vergleichbarer Beleuchtungsniveaus“.

Zur Bestimmung der Beleuchtungsklasse C für Konfliktbereiche siehe Kapitel 3.3.5.

### 3.3.3 Beleuchtungsklasse P

Die Beleuchtungsklasse P ist für Bereiche anzuwenden, die von motorisierten Verkehrsteilnehmern mit einer Geschwindigkeit bis 50 km/h oder von Fußgängern und Radfahrern genutzt werden, z. B.:

- Sammelstraßen
- Wohn- und Anliegerstraßen
- verkehrsberuhigte Zonen (Spielstraßen)
- Parkstreifen (längs und quer zur Fahrbahn)
- Parkplätze
- Rastanlagen
- Rad- und Gehwege
- Schulhöfe
- Fußgängerzonen
- ...

In vielen Punkten weichen die Sehaufgabe und die Bedürfnisse der Fußgänger von denen der motorisierten Verkehrsteilnehmer ab. Die Fortbewegungsgeschwindigkeit von Fußgängern gegenüber motorisierten Verkehrsteilnehmern ist üblicherweise viel geringer. So sind sichtbare Hindernisse viel näher und damit ist die Erkennungsgeschwindigkeit gegenüber dem Kraftfahrer von geringerer Bedeutung. Für Radfahrer oder Nutzer von Elektrofahrrädern bzw. E-Scootern ist eine solche Abweichung der Sehaufgabe nicht zwingend gegeben. Die Gegebenheiten für einzelne Bereiche spiegeln sich jeweils in den Tabellen 3.7 bis 3.11 wieder.

Zur Ermittlung der Beleuchtungsklasse P ergeben sich aufgrund der situativen Bewertung der örtlichen und verkehrstechnischen Gegebenheiten mithilfe der Basis- und variablen Parameter bestimmte Wichtungswerte  $V_{ws}$ .

Der Betrachtungszeitraum  $\Delta t_0$  mit den gegebenen Parametern für die maximale Auslegung der Verkehrsfläche ist der jeweilige Ausgangswert der Beleuchtungsklasse P mit den höchsten Anforderungen an die Beleuchtung (Bemessungsbeleuchtungsklasse).

Für weitere Zeiträume  $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots, \Delta t_i$  sollten die unterschiedlichen Anforderungen an die Beleuchtung berücksichtigt werden. Weitere Details dazu sind im Kapitel „Adaptive Beleuchtung“ (siehe Kapitel 3.3.6) aufgeführt.

Die Nummer der Beleuchtungsklasse P wird wie folgt berechnet:

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

Beträgt die Summe der Wichtungswerte  $V_{WS} \leq 0$ , so ist Beleuchtungsklasse **P6** zu verwenden. Ist  $V_{WS} \geq 5$ , so ist die Beleuchtungsklasse **P1** zu wählen.

Die Güteigenschaften der Beleuchtungsklasse P sind:

- mittlere Beleuchtungsstärke  $\bar{E}$
- minimale Beleuchtungsstärke  $E_{min}$
- minimale vertikale Beleuchtungsstärke  $E_{v,min}$  (optional)
- minimale halbzyklrische Beleuchtungsstärke  $E_{sc,min}$  (optional, Gesichtserkennung)

### 3.3.4 Auswahltabellen zur Ermittlung der Beleuchtungsklassen M und P

Auf den folgenden Seiten sind die Tabellen 3.3 bis 3.11 für die Kategorien der Verkehrsflächen mit ihren jeweils zu bewertenden Basis-(Auswahl-) und variablen Parametern aufgeführt. Eine abweichende Anzahl von Zeiträumen zur Ermittlung unterschiedlicher Beleuchtungsklassen ist zulässig.



### Autobahn für Beleuchtungsklassen M

Projektname:

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			
<b>Zwischenwert</b>					
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Zeitraum		
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$
Leuchtdichte der Umgebung	Stark inhomogen	0			
	Homogen	-1			
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1			
	Nicht vorhanden	0			
<b>Summe der Wichtungswerte <math>V_{WS}</math></b>					
<b>Beleuchtungsklasse <math>M = 6 - V_{WS}</math></b>					
<b>Wartungswert der Leuchtdichte [cd/m<sup>2</sup>]</b>					

**Tabelle 3.3**  
Auswahltabelle  
Autobahn für Beleuch-  
tungsklasse M

Ein möglicher Standstreifen kann entweder in die zu beleuchtende Fläche einbezogen werden oder mittels Randbeleuchtungsstärkeverhältnis  $R_{EI}$  berücksichtigt werden.

#### Empfohlene Leuchten:



Lumega IQ 70N



Jovie 70



Cuvia 60

**Landstraße außerorts für Beleuchtungsklassen M**

Projektname:

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/h	1			
	≤ 3 je km/h	0			
<b>Zwischenwert</b>					
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Zeitraum		
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$
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			
<b>Summe der Wichtungswerte <math>V_{WS}</math></b>					
<b>Beleuchtungsklasse <math>M = 6 - V_{WS}</math></b>					
<b>Wartungswert der Leuchtdichte [cd/m<sup>2</sup>]</b>					

Die für verschiedene Zeiträume realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.

**Tabelle 3.4**  
Landstraße außerorts  
für Beleuchtungs-  
klassen M

Landstraßen können unterschiedliche Abschnitte umfassen. Innerorts ist die Landstraße als Hauptverkehrsstraße zu bewerten und umfasst

dabei auch unbebaute Verbindungsstrecken zwischen verschiedenen Ortsteilen in Städten/Gemeinden.

**Empfohlene Leuchten:**

Lumega IQ 70N



Jovie 70



Cuvia 60

### Hauptverkehrsstraßen innerorts $\geq 50$ km/h bis $\leq 70$ km/h für Beleuchtungsklassen M

Projektname:

Auswahlparameter	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Gewählte Wichtungswerte		
Anzahl Fahrstreifen je Richtung (für den fließenden Verkehr)	>1	1			
	1	0			
Trennung der Richtungsfahrbahnen	Nein	1			
	Ja	0			
<b>Zwischenwert</b>					
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Zeitraum		
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$
Verkehrsaufkommen	Normal	0			
	Gering	-1			
Zulässige Geschwindigkeit	> 30 km/h	0			
	reduziert auf $\leq 30$ 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			
<b>Summe der Wichtungswerte <math>V_{WS}</math></b>					
<b>Beleuchtungsklasse <math>M = 6 - V_{WS}</math></b>					
<b>Wartungswert der Leuchtdichte [cd/m<sup>2</sup>]</b>					

Die für verschiedene Zeiträume realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.

Für Hauptverkehrsstraßen mit einer zulässigen Geschwindigkeit  $> 70$  km/h gelten erhöhte Anforderungen.

**Tabelle 3.5**  
Hauptverkehrsstraßen  
innerorts  $\geq 50$  km/h  
bis  $\leq 70$  km/h für  
Beleuchtungs-  
klassen M

#### Empfohlene Leuchten:



Lumega IQ 70N



Jovie 70



Cuvia 60

**Sammelstraßen innerorts > 30km/h für Beleuchtungsklassen M**

Projektname:

Auswahlparameter	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Gewählte Wichtungswerte		
Trennung der Richtungsfahrbahnen	Nein	0			
	Ja	-1			
<b>Zwischenwert</b>					
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Zeitraum		
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$
Verkehrsaufkommen	Normal	0			
	Gering	-1			
Zulässige Geschwindigkeit	> 30 km/h	0			
	reduziert auf $\leq 30$ 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			
<b>Summe der Wichtungswerte <math>V_{ws}</math></b>					
<b>Beleuchtungsklasse <math>M = 6 - V_{ws}</math></b>					
<b>Wartungswert der Leuchtdichte [cd/m<sup>2</sup>]</b>					

**Tabelle 3.6**  
Sammelstraßen  
innerorts > 30km/h  
für Beleuchtungs-  
klassen M

Die für verschiedene Zeiträume realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.

**Empfohlene Leuchten:**

Lumega IQ 70N



Jovie 70



Cuvia 60

**Erschließungsstraßen ≤ 30 km/h (Sammelstraße) für Beleuchtungsklassen P**

Projektname:

Auswahlparameter	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Gewählte Wichtungswerte		
Trennung der Richtungsfahrbahnen	Nein	1			
	Ja	0			
<b>Zwischenwert</b>					
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Zeitraum		
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$
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 <sup>1</sup>			
	Nicht erforderlich	Keine zusätzlichen Anforderungen			
<b>Summe der Wichtungswerte <math>V_{WS}</math></b>					
<b>Beleuchtungsklasse</b> $P = 6 - V_{WS}$					
<b>Wartungswert der Beleuchtungsstärke</b> [lx]					

Die für verschiedene Zeiträume realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.

<sup>1</sup> Ist eine Gesichtserkennung erforderlich, so sind die Werte der minimalen halbzyklischen Beleuchtungsstärken ( $E_{sc,min}$ ) der jeweils ermittelten Beleuchtungsklassen P einzuhalten (s. Tabelle 3.15).

**Tabelle 3.7**  
Erschließungsstraßen  
≤ 30 km/h (Sammel-  
straße) für Beleuch-  
tungsklassen P



**Empfohlene Leuchten:**



**Lumega IQ 50N**



**Jovie 50**



**Cuvia 40**



**Publisca**



**Lumantix**



**98er-Baureihe**



### Erschließungsstraßen (Anliegerstraße, verkehrsberuhigte Fläche) für Beleuchtungsklassen P

Projektname:

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			
<b>Zwischenwert</b>					
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Zeitraum		
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$
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 <sup>1</sup>			
	Nicht erforderlich	Keine zusätzlichen Anforderungen			
<b>Summe der Wichtungswerte <math>V_{WS}</math></b>					
<b>Beleuchtungsklasse</b> $P = 6 - V_{WS}$					
<b>Wartungswert der Beleuchtungsstärke</b> [lx]					

Die für verschiedene Zeiträume realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.

<sup>1</sup> Ist eine Gesichtserkennung erforderlich, so sind die Werte der minimalen halbzyklischen Beleuchtungsstärken ( $E_{sc,min}$ ) der jeweils ermittelten Beleuchtungsklassen P einzuhalten (s. Tabelle 3.15).

**Tabelle 3.8**  
Erschließungsstraßen  
(Anliegerstraße,  
verkehrsberuhigte  
Fläche) für Beleuch-  
tungsklassen P

**Empfohlene Leuchten:**



**Lumega IQ 50N**



**Jovie 50**



**Cuvia 40**



**Publisca**



**Lumantix**



**98er-Baureihe**



### Radwege für Beleuchtungsklassen P

Projektname:

Auswahlparameter	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_W$	Gewählte Wichtungswerte		
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$
<b>Betriebsart</b>	Zweirichtungsverkehr	1			
	Einrichtungsverkehr	0			
<b>Lagebezug zu angrenzenden Verkehrsflächen</b>	Sonstige	1			
	Bauliche Abgrenzung oder räumlich getrennt <sup>1</sup>	0			
<b>Zwischenwert</b>					
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_W$	Zeitraum		
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$
<b>Verkehrsfluss Radfahrer</b>	Normal	0			
	Gering	-1			
<b>Verkehrsart/ Zusammensetzung</b>	Radfahrer und Fußgänger	1			
	Nur Radfahrer	0			
<b>Leuchtdichte der Umgebung</b>	Stark inhomogen	0			
	Homogen	-1			
<b>Erhöhte Anforderungen</b>	Vorhanden	1			
	Nicht vorhanden	0			
<b>Summe der Wichtungswerte <math>V_{WS}</math></b>					
<b>Beleuchtungsklasse <math>P = 6 - V_{WS}</math></b>					
<b>Wartungswert der Beleuchtungsstärke [lx]</b>					

Die für verschiedene Zeiträume realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.

Als „Radfahrstreifen“ und „Schutzstreifen“ („Angebotsstreifen“) bezeichnete Radverkehrsflächen sind beleuchtungstechnisch als zur Fahrbahn gehörig zu betrachten und als eine Verkehrsfläche zu bewerten.

<sup>1</sup> Die mögliche bauliche Abgrenzung erfolgt durch Gitter, Geländer, Schutzeinrichtungen und ähnliches oder durch einen räumlichen Abstand von mindestens 1,5 m zu den umliegenden Verkehrsflächen.

**Tabelle 3.9**  
Radwege für  
Beleuchtungs-  
klassen P

**Empfohlene Leuchten:**



**Lumega IQ 50N**



**Jovie 50**



**Cuvia 40**



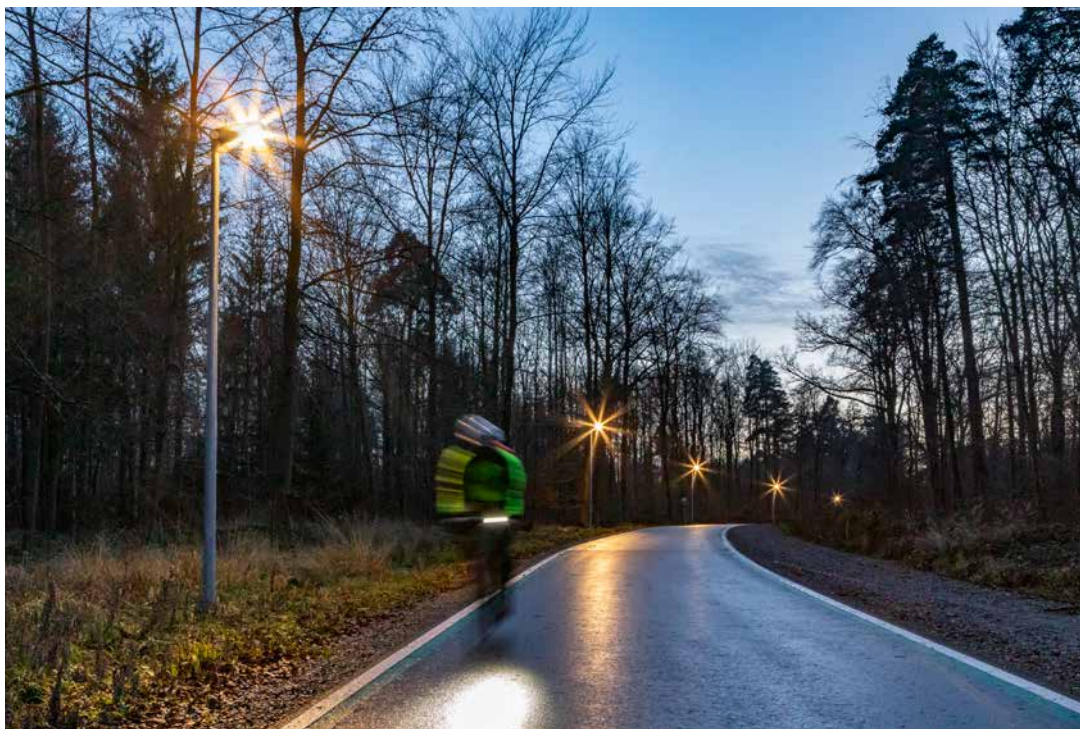
**Publisca**



**Lumantix**



**98er-Baureihe**



### Fußgängerflächen (Gehwege und Fußgängerzonen) für Beleuchtungsklassen P

Projektname:

Auswahlparameter	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Gewählte Wichtungswerte		
Gehrichtungen	Mehrere verschiedene Gehrichtungen	1			
	Überwiegend linienhaft gehende Personen	0			
<b>Zwischenwert</b>					
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Zeitraum		
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$
Verkehrsart/ Zusammensetzung	Gemischt	1			
	Nur Fußgänger	0			
Verkehrsfluss Fußgänger	Normal	0			
	Gering	-1			
Aufenthaltfunktion	Bedeutsam <sup>2</sup>	1			
	Nicht relevant	0			
Leuchtdichte der Umgebung	Stark inhomogen	0			
	Homogen	-1			
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1			
	Nicht vorhanden	0			
Gesichtserkennung	Erforderlich	Zusätzliche Anforderungen <sup>1</sup>			
	Nicht erforderlich	Keine zusätzlichen Anforderungen			
<b>Summe der Wichtungswerte <math>V_{ws}</math></b>					
<b>Beleuchtungsklasse</b> $P = 6 - V_{ws}$					
<b>Wartungswert der Beleuchtungsstärke [lx]</b>					

Die für verschiedene Zeiträume realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.

<sup>1</sup> Ist eine Gesichtserkennung erforderlich, so sind die Werte der minimalen halbzyklischen Beleuchtungsstärken ( $E_{sc,min}$ ) der jeweils ermittelten Beleuchtungsklassen P einzuhalten (siehe Tabelle 3.15).

<sup>2</sup> Durch Schaufenster, Sehenswürdigkeiten oder entsprechende Ausstattung (z. B. Stadtmöblierung) regelmäßig verweilende Fußgänger.

**Tabelle 3.10**  
Fußgängerflächen  
(Gehwege und  
Fußgängerzonen)  
für Beleuchtungs-  
klassen P

Aus gestalterischen oder repräsentativen Gründen kann es sinnvoll sein, Bereiche von Fußgängerzonen mit höheren Anforderungen zu beleuchten, z. B. durch die Realisierung vertikaler Beleuchtung von Fassaden zur Stei-

gerung der Aufenthaltsqualität und der Wahrnehmung der Urbanität. Außerhalb der Geschäfts- bzw. vorgesehenen Nutzungszeiten können die nicht mehr benötigten Anteile der Beleuchtung ggf. reduziert werden.

**Empfohlene Leuchten:**



**Lumega IQ 50N**



**Jovie 50**



**Cuvia 40**



**Publisca**



**Lumantix**



**98er-Baureihe**



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

Projektname:

Auswahlparameter	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_W$	Gewählte Wichtungswerte		
Zulässige Geschwindigkeit	> Schrittgeschwindigkeit	2			
	Schrittgeschwindigkeit	1			
<b>Zwischenwert</b>					
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_W$	Zeitraum		
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$
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 <sup>1</sup>			
	Nicht erforderlich	Keine zusätzlichen Anforderungen			
<b>Summe der Wichtungswerte <math>V_{WS}</math></b>					
<b>Beleuchtungsklasse</b> $P = 6 - V_{WS}$					
<b>Wartungswert der Beleuchtungsstärke</b> [lx]					

Die für verschiedene Zeiträume realisierten Beleuchtungsklassen dürfen sich um nicht mehr als drei Stufen der Beleuchtungsklassen verändern.

<sup>1</sup> Ist eine Gesichtserkennung erforderlich, so sind die Werte der minimalen halbzyklischen Beleuchtungsstärken ( $E_{sc,min}$ ) der jeweils ermittelten Beleuchtungsklassen P einzuhalten (s. Tabelle 3.15).

**Tabelle 3.11**  
Plätze ≤ 30 km/h  
(Parkplatz, Rast-  
anlage, Bahnhofsvorplatz, Busbahnhof)  
für Beleuchtungs-  
klassen P



**Empfohlene Leuchten:**



**Lumega IQ 70N**



**Jovie 70**



**Cuvia 60**



**Lumega IQ 50N**



**Jovie 50**



**Cuvia 40**



### 3.3.5 Ermittlung der Beleuchtungsklassen für Konfliktbereiche

Innerstädtische Straßen sind selten Verkehrswege mit ungehinderter Geradeausfahrt. Sie sind meist hindernis- und konfliktbelastete Verkehrswege, denn sie bestehen aus einer Vielzahl von Einmündungen, Kreuzungen und weiteren Kollisionsmöglichkeiten, wie z. B. feststehenden Objekten der Straßen- und Verkehrssicherheitsausstattung.

Konfliktbereiche bieten dabei ein hohes Potential für Unfälle von Kraftfahrzeugen untereinander sowie mit Fußgängern, Radfahrern und anderen Verkehrsteilnehmern, insbesondere dann, wenn die Verkehrsfläche von unterschiedlichen Arten von Verkehrsteilnehmern genutzt wird bzw. die einzelnen individuellen Verkehrsflächen der verschiedenen Nutzerarten sich kreuzen. Durch deren unterschiedliche Verhaltensweisen, Geschwindigkeiten und Helligkeitskontrasten zur Umgebung ist nicht nur eine höhere Aufmerksamkeit von Verkehrsteilnehmern sondern auch eine bessere Beleuchtung als von Verkehrswegen ohne Kollisionsgefahr erforderlich. Eine sorgfältige Betrachtung der jeweiligen Situation ist daher erforderlich.

Weitere Beispiele von Konfliktbereichen im Zuge eines Straßenverlaufes sind:

- Fußgängerüberwege
- Fußgänger-Querungshilfen (Mittelinseln)
- Kreuzungen und Einmündungen
- Kreisverkehrsanlagen
- Bereichen mit sich verändernder Breite der Fahrbahn oder Anzahl der Fahrstreifen

Für die notwendigen Sehaufgaben von Verkehrsteilnehmern innerhalb eines Konfliktbereichs ist die Berechnung der Fahrbahnleuchtdichte nicht praktikabel. Daher erfolgt dessen lichttechnische Auslegung und Bewertung mittels eines Beleuchtungsstärkeverfahrens.

**C-Beleuchtungsklassen** kommen üblicherweise zur Anwendung, wenn sich ein Konfliktbereich im Verlauf von Straßen befindet, die üblicherweise nach dem Leuchtdichteverfahren bewertet werden und im Konfliktbereich zudem überwiegend die Nutzung von motorisierten Verkehrsteilnehmern vorherrscht. Die Auslegung der Beleuchtung im Konfliktbereich erfolgt unter Berücksichtigung der Beleuchtungsanforderungen für die zuführenden Verkehrsflächen, die entsprechend der M-Beleuchtungsklassen bewertet werden. Für den Konfliktbereich selbst ist dabei – in Bezug auf die lichttechnischen Anforderungen – eine um

#### Beleuchtungsklassen vergleichbaren Beleuchtungsniveaus

Beleuchtungsklasse M	-	-	M1	M2	M3	M4	M5	M6	-	-	-
<b>mittleres Leuchtdichteniveau</b> cd/m <sup>2</sup>	<b>5,00</b>	<b>3,00</b>	<b>2,00</b>	<b>1,50</b>	<b>1,00</b>	<b>0,75</b>	<b>0,50</b>	<b>0,30</b>	<b>0,20</b>	<b>0,15</b>	<b>0,10</b>
Beleuchtungsklasse C mit C2 <sup>1</sup> , q <sub>0</sub> = 0,05 cd/(m <sup>2</sup> · lx)	-	-	C0	C1	C2	C3	C4	C5	-	-	-
Beleuchtungsklasse C mit C2 <sup>1</sup> , q <sub>0</sub> = 0,07 cd/(m <sup>2</sup> · lx)	-	C0	C1	C2	C3	C4	C5	-	-	-	-
Beleuchtungsklasse C mit C2 <sup>1</sup> , q <sub>0</sub> = 0,09 cd/(m <sup>2</sup> · lx)	C0	C1	C2	C3	C4	C5	-	-	-	-	-
Beleuchtungsklasse P für p = 0,15	-	-	C0 <sup>2</sup>	C1 <sup>2</sup>	C2 <sup>2</sup>	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Beleuchtungsklasse P für p = 0,20	-	C0 <sup>2</sup>	C1 <sup>2</sup>	C2 <sup>2</sup>	P1	P2	P3	P4	P5	P6	-
Beleuchtungsklasse P für p = 0,30	C0 <sup>2</sup>	C1 <sup>2</sup>	C2 <sup>2</sup>	P1	P2	P3	P4	P5	P6	-	-

<sup>1</sup> Standard-R-Tabelle C2, siehe CIE 144:2001

<sup>2</sup> 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.

**Tabelle 3.12:**  
Beleuchtungsklassen  
vergleichbaren  
Beleuchtungsniveaus

mindestens eine Stufe bessere Beleuchtungsklasse zu wählen, als die Beleuchtungsklasse für die zuführende Verkehrsfläche mit den höchsten lichttechnischen Anforderungen. Dabei ist eine Verbesserung der Aufmerksamkeit das Ziel. Besonders trifft dies auf M-Beleuchtungsklassen mit niedrigen Beleuchtungsniveaus und Konfliktbereiche mit komplexem Verkehrsgeschehen zu. Sollte eine der zuführenden Straßen bereits auf eine Beleuchtungsklasse M1 und damit auf die höchsten lichttechnischen Anforderungen ausgelegt sein, so ist keine weitere Erhöhung der Anforderungen mehr notwendig und die Beleuchtungsklasse M1 ist auch für den Konfliktbereich anzuwenden.

Die Bestimmung der vergleichbaren C-Beleuchtungsklasse für den Konfliktbereich erfolgt dann, in dem ein Zusammenhang zwischen der mittleren Fahrbahnleuchtdichte der gewählten Beleuchtungsklasse M und der mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke der zu bestimmenden Beleuchtungsklasse C hergestellt wird. Die wesentliche Abhängigkeit zwischen beiden Größen ist der mittlere Leuchtdichtekoeffizient  $q_0$  der Fahrbahnoberfläche. In Tabelle 3.12 sind die Zusammenhänge näher dargestellt.

**P-Beleuchtungsklassen** für Konfliktbereiche werden verwendet, wenn sich diese im Verlauf von Verkehrsflächen befinden, die nach Beleuchtungsklassen P bewertet werden. Ein Konfliktbereich ist dabei mit mindestens der Beleuchtungsklasse einer der zuführenden Straßen oder anderer Zufahrten zu beleuchten, die die höchsten lichttechnischen Anforderungen vorgibt. Dabei ist für den Konfliktbereich eine Gleichmäßigkeit  $U_0 \geq 0,20$  zu erreichen.

Ist auf den zuführenden Straßen oder sonstiger Zufahrten zum Konfliktbereich keine Beleuchtung vorhanden, sollte der Konfliktbereich dennoch mindestens mit den Vorgaben für die Beleuchtungsklasse P6 bei einer Gleichmäßigkeit  $U_0 \geq 0,20$  beleuchtet werden. Eine entsprechende Adaptionsstrecke (siehe Kapitel 3.6) ist, sofern erforderlich, vorzusehen.

Sind die in den Tabellen 3.9 und 3.10 für Fußgänger- und Radfahreranwendungen definierten P-Beleuchtungsklassen zur Beleuchtung von Konfliktbereichen nicht angebracht, können in diesen Fällen die Gütemerkmale der C-Beleuchtungsklassen verwendet werden.

### 3.3.6 Adaptive Beleuchtung

Die zuvor aufgeführten Parameterwerte der Beleuchtungsklassen können sich in Abhängigkeit verschiedener Anwendungs- und Umgebungsbedingungen innerhalb der Dunkelstunden ändern, sodass sich für unterschiedliche Zeiträume verschiedene Anforderungen und Empfehlungen an die Beleuchtung ergeben können.

Für die eigentliche Betrachtung der Verkehrsflächen bedeutet dies, dass gegenüber der Festlegung der Beleuchtungsklasse mit den höchsten Anforderungen an die Gütemerkmale der Beleuchtung zum Zeitraum  $\Delta t_0$  (Bemessungsbeleuchtungsklasse) bei Änderungen der Parameter für andere Zeiträume auch alternative Beleuchtungsklassen mit geringeren Anforderungen umgesetzt werden können, sofern nicht bereits die Beleuchtungsklasse mit den niedrigsten Anforderungen vorliegt. Dies kann jeweils entsprechend der aktuellen Gegebenheiten auch in mehreren Stufen geschehen, wobei zu berücksichtigen ist, dass unmittelbare Sprünge des Beleuchtungsniveaus um mehr als einen Faktor von 2,5 nicht zulässig sind, um die entsprechende Adaptation des Auges zu beachten.

Darüber hinaus kann die adaptive Auslegung der Beleuchtung angewendet werden, wenn sich die Bedingungen bezüglich der notwendigen Lichtverteilung auf der Verkehrsfläche oder für angrenzende Flächen verändern, z. B. auf der Verkehrsfläche aufgrund unterschiedlicher Witterungszustände oder auf angrenzenden Flächen zur temporären Schaffung einer urbanen Umgebung, um die Aufenthaltsqualität für Menschen zu steigern.

Bei der Anwendung von adaptiven Beleuchtungslösungen ist darauf zu achten, dass bei einer Absenkung oder Erhöhung des mittleren Helligkeitsniveaus die anderen Qualitätskriterien der vorgegebenen M-, C- oder P-Beleuchtungsklassen nicht unterschritten werden.

Unter anderem können folgende Parameter 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 (homogen oder inhomogen)
- visuelle Führung
- Gesichtserkennung
- Witterungsbedingungen (trockene oder nasse Fahrbahn)
- Beleuchtung vorhandener angrenzender vertikaler Flächen (Fassaden) zur Schaffung urbaner Aufenthaltsbereiche für den Menschen
- gesetzliche oder umweltbedingte Einflüsse

Aufgrund der Adaptation des Auges sollte geprüft werden, ob die Steuerung oder Regelung der Beleuchtung zwischen den verschiedenen Stufen auch kontinuierlich erfolgen kann.

Tritt ein regelmäßiges Schema in den Schwankungen der Parameter auf, wie es z. B. aufgrund von Verkehrszählungen oder fundierten Annahmen in vielen Wohngebieten der Fall ist, so reicht ein einfaches, zeitabhängiges Steuerungssystem bereits aus. Angesichts dieser vielfältigen Hintergründe und Anforderungen wird deutlich, dass adaptive Beleuchtungssysteme in Zukunft deutlich an Bedeutung gewinnen.

In anderen Situationen ist einem Steuerungs- oder Regelungssystem Vorrang zu geben, welches mit einer Echtzeitdatenerfassung verknüpft ist und interaktiv auf die jeweiligen Ereignisse reagieren kann.

Zudem bietet es sich an, in bestimmten Situationen das Zuschalten der Beleuchtungsklasse mit den höchsten Anforderungen an die Güteigenschaften der Beleuchtung zu ermöglichen, z. B. im Zuge von Bauarbeiten, schweren Unfällen oder sonstigen Aktivitäten von Einsatz- und Rettungskräften, ungünstigen Wetterverhältnissen oder schlechter Sicht.

Durch den Einsatz adaptiver Beleuchtungssysteme und der Auslegung der Beleuchtung auf die jeweiligen Gegebenheiten können nicht nur die sicherheitstechnischen Bedürfnisse der Verkehrsteilnehmer erfüllt und die Bedürfnisse von Menschen nach urbanem Leben befriedigt werden, sondern zweifellos auch der Energiebedarf für die Beleuchtung verringert und die Umwelt durch geringeres Streulicht entlastet werden.

### 3.4 Schritt 4: Bestimmung der lichttechnischen Anforderungen

Eine Beleuchtungsklasse wird mittels verschiedener photometrischer Anforderungen beschrieben, die von den visuellen Bedürfnissen der spezifischen Nutzer der Verkehrsfläche und deren Umgebung abhängig sind. Diese visuellen Bedürfnisse können zu verschiedenen Dunkel- und Jahreszeiten variieren, sodass sich auch die Empfehlungen während dieser Zeiten verändern können.

Die Beleuchtungsklassen mit ihren jeweiligen Güteigenschaften an die Beleuchtung sind in DIN EN 13201-2 definiert:

#### **Güteigenschaften der Beleuchtungsklassen M:**

- mittlere Fahrbahnleuchtdichte  $\bar{L}$
- Gesamtgleichmäßigkeit der Leuchtdichte  $U_0$  (für trockene bzw. nasse Zustände)
- Längsgleichmäßigkeit der Leuchtdichte  $U_l$  (für trockenen Zustand)
- Schwellenwerterhöhung (TI)  $f_{TI}$
- Randbeleuchtungsstärkeverhältnis (EIR)  $R_{EI}$

**Gütemerkmale der Beleuchtungsklassen C:**

- Mittlere Beleuchtungsstärke  $\bar{E}$
- Gesamtgleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke  $U_o$

**Gütemerkmale der Beleuchtungsklassen P:**

- mittlere Beleuchtungsstärke  $\bar{E}$
- minimale Beleuchtungsstärke  $E_{\min}$
- minimale vertikale Beleuchtungsstärke  $E_{v,\min}$  (optional)
- minimale halbzylindrische Beleuchtungsstärke  $E_{sc,\min}$  (optional, falls Gesichtserkennung erforderlich)

**Gütemerkmale der Beleuchtungsklassen SC:**

- minimale halbzylindrische Beleuchtungsstärke  $E_{sc,\min}$

**Gütemerkmale der Beleuchtungsklassen EV:**

- minimale vertikale Beleuchtungsstärke  $E_{v,\min}$

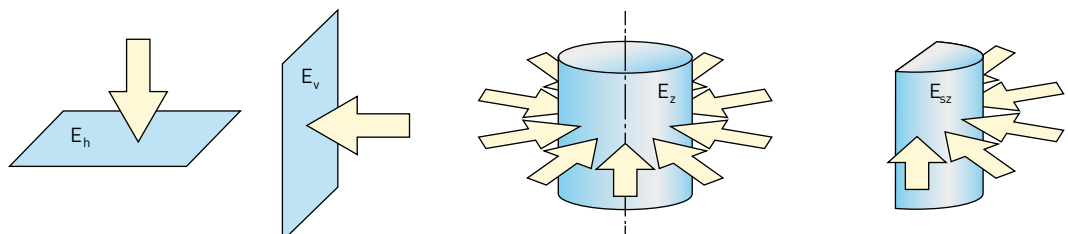
In Deutschland werden vorrangig die Beleuchtungsklassen M (motorisierter Verkehr), C (Konfliktbereiche) und P (Fußgänger- und Langsamfahrbereiche) festgelegt.

Zusätzlich können die **SC-Beleuchtungsklassen** (Fußgängerflächen) verwendet werden, um die Gesichtserkennung zu verbessern und das Sicherheitsgefühl zu erhöhen. Die dafür vorgesehene minimale halbzylindrische Beleuchtungsstärke  $E_{sc,\min}$  ist in einer Höhe von 1,5 m oberhalb der Verkehrsfläche zu bewerten. Auf Gehwegen wird sie in Richtung der Hauptbewegungsrichtungen betrachtet, auf größeren Verkehrsflächen wie in Fußgängerzonen empfiehlt sich ebenfalls eine Bewertung in den

Hauptbewegungsrichtungen und ggf. in rechtwinkligen Bewegungsrichtungen dazu.

Die **EV-Beleuchtungsklassen** (vertikale Oberflächen) sind ebenfalls als zusätzliche Beleuchtungsklassen für die Fälle vorgesehen, in denen Bewertungen vertikaler Oberflächen erforderlich werden können, wie dies z. B. in Anschlussstellen oder auch Mautstellen geschehen kann. Die Bewertungsgröße ist in diesen Fällen die minimale vertikale Beleuchtungsstärke  $E_{v,\min}$ .

Neben ihren spezifischen Anwendungsflächen können **SC-** und **EV-Beleuchtungsklassen** ggf. auch die gesamte Verkehrsfläche einschließen, wie die Fahrbahnen von Anwohnerstraßen und die Flächen zwischen Fahrbahnen, Fußwegen und Radwegen.



**Bild 5:** Typisch betrachtete Arten der Beleuchtungsstärke

### M-Beleuchtungsklassen

Klasse	Fahrbahnleuchtdichte bei trockener und nasser Straßenoberfläche			Physiologische Blendung (Schwellenwert- erhöhung)	Beleuchtung der Umgebung (Randbeleuch- tungsstärke Verhältnis)	
	Trockene Zustände		Nass			Trockene Zustände
	$\bar{L}$ [Wartungswert] cd/m <sup>2</sup>	$U_0$ [Mindestwert]	$U_l^a$ [Mindestwert]	$U_{ow}^b$ [Mindestwert]	$f_{Tl}^c$ [Höchstwert] %	$R_{El}^d$ [Mindestwert]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

<sup>a</sup> Längsgleichmäßigkeit ( $U_l$ ) liefert ein Maß der Wahrnehmbarkeit des wiederholten Musters heller und dunkler Streifen auf der Straßenoberfläche und ist als solche nur für die visuellen Bedingungen auf langen ununterbrochenen Abschnitten der Straße relevant und sollte daher nur unter diesen Umständen angewandt werden. Die in der Spalte angegebenen Werte sind der empfohlene Mindestwert für die spezifische Beleuchtungsklasse; allerdings dürfen sie geändert werden, wo spezifische, die Straßenführung oder -nutzung betreffende Umstände durch Analyse bestimmt werden oder wo spezielle nationale Anforderungen betroffen sind.

<sup>b</sup> Dies ist das einzige Kriterium bei nasser Straßenoberfläche. In Übereinstimmung mit speziellen nationalen Anforderungen darf es zusätzlich zu den Kriterien bei trockenem Zustand angewendet werden. Die in der Spalte angegebenen Werte dürfen geändert werden, wenn spezielle nationale Anforderungen betroffen sind.

<sup>c</sup> Die in der Spalte  $f_{Tl}$  angegebenen Werte sind der empfohlene Höchstwert für die spezifische Beleuchtungsklasse, allerdings dürfen sie geändert werden, wo spezielle nationale Anforderungen betroffen sind.

<sup>d</sup> Dieses Kriterium muss nur angewandt werden, wo es keine an die Fahrbahn angrenzenden Verkehrsbereiche mit eigenen Beleuchtungsanforderungen gibt. Die gezeigten Werte sind Standard-Vorgabewerte und dürfen geändert werden, wo spezielle nationale oder Einzelplananforderungen spezifiziert sind. Derartige Werte können höher oder niedriger als die angegebenen Werte sein, allerdings sollte sichergestellt werden, dass eine adäquate Beleuchtung dieser Bereiche erfolgt.

**Tabelle 3.13:**  
M-Beleuchtungs-  
klassen,  
Gütermerkmale

### C-Beleuchtungsklassen

Klasse	Horizontale Beleuchtungsstärke (bezogen auf die Fahrbahnbeleuchtungsstärke)	
	$\bar{E}$ [Wartungswert] lx	$U_0$ [Mindestwert]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

**Tabelle 3.14:**  
C-Beleuchtungs-  
klassen,  
Gütermerkmale

Die C-Beleuchtungsklassen werden hauptsächlich für Straßen des motorisierten Verkehrs in den Fällen vorgesehen, in denen Berechnungen für die Fahrbahnleuchtdichte nicht praktikabel sind. Dies ist typischerweise der Fall, wenn Sichtweiten weniger als 60 m betragen oder wenn mehrere Beobachterpositionen zu berücksichtigen sind. In diesen Fällen findet die Bestimmung der entsprechenden C-Beleuchtungsklasse statt, in dem in einem ersten Schritt eine M-Beleuchtungsklasse für die Straße ermittelt wird und anschließend mit Hilfe der Tabelle 3.12 und unter

Berücksichtigung des entsprechenden mittleren Leuchtdichtekoeffizienten  $q_0$  der Fahrbahnoberfläche die vergleichbare C-Beleuchtungsklasse ermittelt wird.

Die C-Beleuchtungsklassen sind gleichzeitig auch für die Nutzer in Konfliktbereichen vorgesehen. Außerdem finden C-Beleuchtungsklassen in den Fällen für Fußgänger und Radfahrer Anwendung, in denen P-Beleuchtungsklassen nicht angebracht sind.

**P-Beleuchtungsklassen**

Klasse	Horizontale Beleuchtungsstärke			Zusätzliche Anforderungen falls Gesichtserkennung erforderlich ist	
	$\bar{E}^a$ [Wartungswert] lx	$E_{\min}$ [Wartungswert] lx	$U_o^b$ [Mindestwert]	$E_{v,\min}$ minimale vertikale Beleuchtungsstärke [Wartungswert] lx	$E_{sc,\min}$ minimale halb- zylindrische Beleuchtungsstärke [Wartungswert] lx
P1	15,0	3,00	0,20	5,0	3,0
P2	10,0	2,00	0,20	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	0,20	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	0,20	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	0,20	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,20	0,6	0,4
P7 <sup>c</sup>	unbestimmte Anforderung	unbestimmte Anforderung	unbestimmte Anforderung		

<sup>a</sup> Um eine gewisse Gleichmäßigkeit sicherzustellen, darf der tatsächliche Wert der mittleren Beleuchtungsstärke das 1,5-fache des für die Klasse vorgesehenen Wartungswertes der Beleuchtungsstärke nicht überschreiten.

<sup>b</sup> In der aktuellen Bearbeitung der EN 13201-2 auf europäischer Ebene zeichnet sich ab, dass zukünftig statt der minimalen Beleuchtungsstärke  $E_{\min}$  die Gesamtgleichmäßigkeit  $U_o$  verwendet wird.

<sup>c</sup> Die Beleuchtungsklasse P7 findet in Deutschland keine Anwendung.

**Tabelle 3.15:**  
P-Beleuchtungs-  
klassen,  
Gütemerkmale

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.



### HS-Beleuchtungsklassen

Klasse	Halbsphärische Beleuchtungsstärke	
	$\bar{E}_{hs}$ [Wartungswert] lx	$U_o$ [Minimalwert]
HS1/HS1 <sup>a</sup>	5,00	0,15/0,25 <sup>a</sup>
HS2/HS2 <sup>a</sup>	2,50	0,15/0,25 <sup>a</sup>
HS3	1,00	0,15
HS4	unbestimmte Anforderung	unbestimmte Anforderung

Die HS-Beleuchtungsklassen werden nur in Dänemark verwendet

<sup>a</sup> Die aktuelle Bearbeitung der EN 13201-2 auf europäischer Ebene zeigt, dass Dänemark zukünftig zusätzlich HS1+ und HS2+-Beleuchtungsklassen mit erhöhten Werten für die Gesamtgleichmäßigkeit anwenden wird.

**Tabelle 3.16:**  
HS-Beleuchtungs-  
klassen,  
Gütemerkmale  
(finden in Deutschland  
keine Anwendung)

### SC-Beleuchtungsklassen

Klasse	Halbzylindrische Beleuchtungsstärke
	$E_{sc,min}$ [Wartungswert] lx
SC1	10,0
SC2	7,50
SC3	5,00
SC4	3,00
SC5	2,00
SC6	1,50
SC7	1,00
SC8	0,75
SC9	0,50

**Tabelle 3.17:**  
SC-Beleuchtungs-  
klassen,  
Gütemerkmale

### EV-Beleuchtungsklassen

Klasse	Vertikale Beleuchtungsstärke
	$E_{v,min}$ [Wartungswert] lx
EV1	50
EV2	30
EV3	10,0
EV4	7,50
EV5	5,00
EV6	0,50

**Tabelle 3.18:**  
EV-Beleuchtungs-  
klassen,  
Gütemerkmale



### 3.5 Beispiele zur Ermittlung von Beleuchtungsklassen

Die Handhabung zur Ermittlung der Beleuchtungsklasse, auf die eine Beleuchtungsanlage maximal auszulegen ist sowie die Möglichkeiten zur Bestimmung von Beleuchtungsklassen für Zeiträume mit geringeren Anforderungen an die Beleuchtung und die darüber hinausgehenden Anwendungsmöglichkeiten sollen anhand dreier Beispiele aufgezeigt werden:

- Örtliche Geschäftsstraße
- Wohnstraße
- Radweg

#### 3.5.1 Beispiel zur Ermittlung der Beleuchtungsklasse einer örtlichen Geschäftsstraße (Hauptstraße)

Zu beleuchten ist eine örtliche zweispurige Geschäftsstraße mit Gegenverkehr im Stadtzentrum einer mittelgroßen Stadt. Neben dem motorisierten Verkehr treten Fußgängerlängs- und mittels Fußgängerüberwege auch Fußgängerquerverkehr auf. Ferner gibt es unmittelbar am Fahrbahnrand Parkmöglichkeiten in gekennzeichneten Bereichen, Lieferverkehr und den öffentlichen Nahverkehr mittels Bussen. Aufgrund der zeitlich unterschiedlichen Nutzerfrequenzen gilt von 21:00 Uhr bis 5:00 Uhr eine zulässige Geschwindigkeit von 50 km/h, in der restlichen Zeit eine zulässige Geschwindigkeit von 30 km/h. Die Straße wurde seitens der örtlichen Behörden als eine Hauptstraße eingestuft.

Die maximale verkehrstechnische Auslegung dieser Hauptstraße ist aufgrund des Nutzerverhaltens vor Ort für einen Zeitraum zwischen 16:00 Uhr und 19:00 Uhr festgelegt worden. Dies ist der Zeitraum mit dem höchsten, also dem für die Auslegung „normalen“ Verkehrsaufkommen. Dieser Zeitraum wird daher als Auslegungszeitraum  $\Delta t_0$  herangezogen (siehe Tabelle 3.19). In diesem Zeitraum gilt eine zulässige Geschwindigkeit von 30 km/h. Nutzer der Straße sind der

motorisierte Fahrzeugverkehr, Radfahrer und Fußgänger. Daher gilt, dass die Verkehrsart generell einer „gemischten“ Zusammensetzung entspricht. In diesem Zeitraum herrscht zudem durch unterschiedliche Schaufensterbeleuchtung eine „stark inhomogene“ Leuchtdichte in der Umgebung. Während des ganzen Tages muss auch mit „parkenden Fahrzeugen“ gerechnet werden. Die aufgrund zu dieser Zeit vorherrschende Häufigkeit von unübersichtlichen Ein- und Ausparkvorgängen ist als „erhöhte Anforderung“ an die Wahrnehmungsbedingungen und die notwendige Beleuchtung einzustufen. Für diesen Zeitraum lässt sich mittels dieser Angaben ein Wert für die Summe der Wichtungswerte  $V_{WS}$  von 3 ermitteln, mit dessen Hilfe die notwendige Beleuchtungsklasse M3 bestimmt werden kann (siehe Tabelle 3.19).

Die Nutzerfrequenz der Straße nimmt im Zeitraum  $\Delta t_1$  von 19:00 Uhr bis 22:00 Uhr ab, jedoch nicht in der Größenordnung, dass eine andere Einstufung sinnvoll ist. Für diesen Zeitraum nimmt aufgrund abnehmender Nutzung durch Geschäftskunden jedoch auch die Häufigkeit von unübersichtlichen Ein- und Ausparkvorgängen ab, sodass diesbezüglich keine „erhöhten Anforderungen“ an die Wahrnehmungsbedingungen notwendig sind. Dadurch verringert sich die Summe der Wichtungswerte  $V_{WS}$  auf 2, was zu einer Beleuchtungsklasse M4 führt.

Für den Zeitraum  $\Delta t_2$  von 22:00 Uhr bis 5:30 Uhr verringert sich das Verkehrsaufkommen erheblich auf deutlich unter 50 Prozent des Wertes innerhalb des Zeitraums  $\Delta t_0$ . Die zulässige Geschwindigkeit steigt auf 50 km/h. Die Schaufensterbeleuchtung wird innerhalb dieser Zeit deutlich gemindert, sodass auch die Leuchtdichte der Umgebung als „homogener“ wahrgenommen wird. Unter Berücksichtigung dieser Hintergründe ergibt sich eine Summe der Wichtungswerte  $V_{WS}$  von 1 und eine Beleuchtungsklasse M5.

Für den morgendlichen Zeitraum  $\Delta t_3$  von 5:30 Uhr ergeben sich je nach Jahreszeit bis zur Abschaltung aufgrund ausreichenden Tageslichts folgende Gesichtspunkte: Zwar gilt wieder

eine zulässige Geschwindigkeit von 30 km/h, jedoch ist durch den beginnenden Berufsverkehr die Auswahloption für das Verkehrsaufkommen wieder als „normal“ einzustufen. Aufgrund diverser Liefer- und Ladetätigkeiten tritt für die Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer erneut eine „stark inhomogene“ Leuchtdichte der Umgebung sowie aufgrund der Tätigkeiten auf der Verkehrsfläche weitere „erhöhte Anforderungen“ auf. Dies führt erneut zu einer Summe der Wichtungswerte  $V_{WS}$  von 3 und zu einer Beleuchtungsklasse M3 (siehe Tabelle 3.19).

Da für diese Art der örtlichen Geschäftsstraße die Bewertung nach dem Leuchtdichteverfahren nicht immer praktikabel erscheint, können im

Nachgang jeweils die entsprechenden vergleichbaren C-Beleuchtungsklassen ermittelt werden. In diesem Beispiel wird davon ausgegangen, dass ein mittlerer Leuchtdichtekoeffizient  $q_0$  von  $0,07 \text{ cd}/(\text{m}^2 \cdot \text{lx})$  für die Fahrbahn vorhanden ist. Somit ergeben sich die in Tabelle 3.20 markierten Beleuchtungsklassen.

Benachbarte Verkehrsflächen können unterschiedliche Anforderungen an die Leuchtdichte oder die horizontalen Beleuchtungsstärke haben. Sollen zusätzlich zur Hauptverkehrsfläche mit den höchsten Anforderungen an die Gütemerkmale der Beleuchtung auch die Beleuchtungsklassen für **angrenzende Flächen** (s. Kapitel 2.2) bestimmt werden, so ist dies ebenfalls mittels

#### Beispiel – Bestimmung der Beleuchtungsklasse für eine örtliche Geschäftsstraße (Hauptstraße)

Auswahlparameter	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Gewählte Wichtungswerte			
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$	$\Delta t_3$
Anzahl Fahrstreifen je Richtung (für den fließenden Verkehr)	>1	1	0			
	1	0				
Trennung der Richtungsfahrbahnen	Nein	1	1			
	Ja	0				
<b>Zwischenwert</b>			1			
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_w$	Zeitraum			
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$	$\Delta t_3$
Verkehrsaufkommen	Normal	0	0	0	-1	0
	Gering	-1				
Zulässige Geschwindigkeit	> 30 km/h	0	-1	-1	0	-1
	reduziert auf $\leq 30 \text{ km/h}$	-1				
Verkehrsart/ Zusammensetzung	gemischt, hoher Anteil nicht motorisiert	2	1	1	1	1
	Gemischt	1				
	Nur motorisierter Verkehr	0				
Leuchtdichte der Umgebung	Stark inhomogen	0	0	0	-1	0
	Homogen	-1				
Parkende Fahrzeuge	Zulässig	1	1	1	1	1
	Nicht zulässig	0				
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1	1	0	0	1
	Nicht vorhanden	0				
<b>Summe der Wichtungswerte <math>V_{WS}</math></b>			3	2	1	3
<b>Beleuchtungsklasse <math>M = 6 - V_{WS}</math></b>			M3	M4	M5	M3
<b>Wartungswert der Leuchtdichte [cd/m<sup>2</sup>]</b>			1,00	0,75	0,50	1,00

**Tabelle 3.19:**  
Beispiel zur Bestimmung der Beleuchtungsklasse für eine örtliche Geschäftsstraße (Hauptstraße)

der Tabelle 3.12 für Beleuchtungsklassen mit vergleichbaren Beleuchtungsniveaus möglich. Dabei soll das Verhältnis der mittleren Leuchtdichteniveaus aneinandergrenzender Verkehrsflächen nicht größer als maximal 2,5 sein. Die Verbindung zwischen Leuchtdichte und horizontaler Beleuchtungsstärke der P-Beleuchtungsklassen, wie sie zur Bewertung von Gehwegen vorgesehen sind, gilt der Reflexionsgrad  $\rho$  als vergleichbare Größe. Für diese Betrachtung beträgt dieser Wert 0,20. Damit lassen sich für den angrenzenden Gehweg an der örtlichen Geschäftsstraße für alle zuvor aufgeführten

Zeiträume die vergleichbaren P-Beleuchtungsklassen ermitteln. In Tabelle 3.21 ist das Verfahren zur Bestimmung der P-Beleuchtungsklasse für die Beleuchtungsklasse mit den höchsten Anforderungen an die Beleuchtung dargestellt. Das Verfahren ist für weitere Beleuchtungsklassen in ähnlicher Weise anzuwenden.

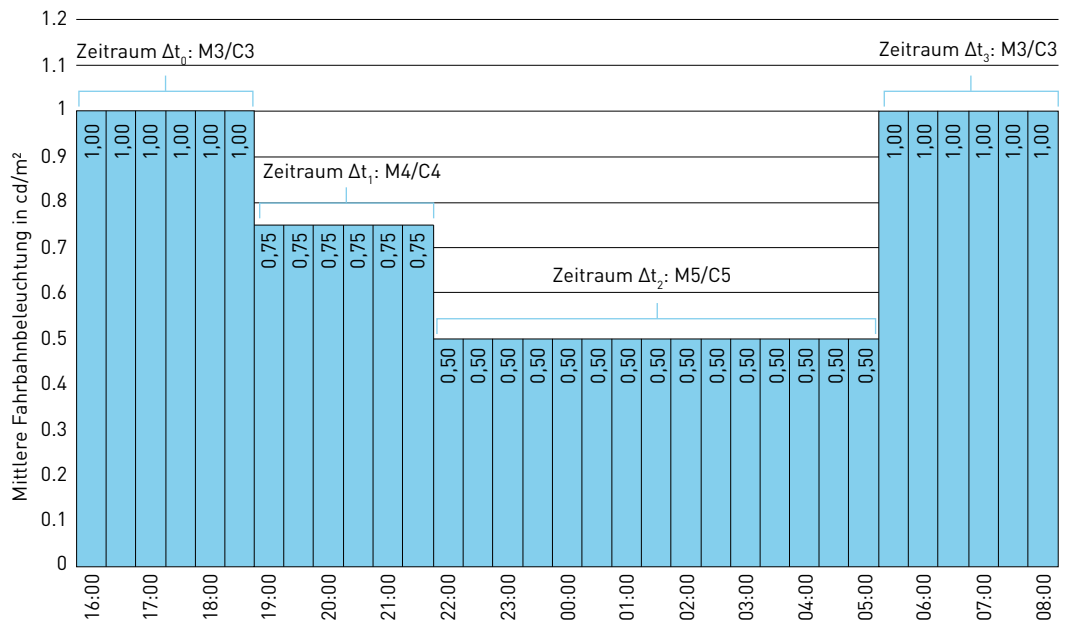
**Auszug Beleuchtungsklassen vergleichbaren Beleuchtungsniveaus**

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 $C2^1$ , $q_0 = 0,05 cd/(m^2 \cdot lx)$	-	-	C0	C1	C2	C3	C4	C5	-	-	-
Beleuchtungsklasse C mit $C2^1$ , $q_0 = 0,07 cd/(m^2 \cdot lx)$	-	C0	C1	C2	C3	C4	C5	-	-	-	-
Wartungswert der Beleuchtungsstärke [lx]	-	-	-	-	15,0	10,0	7,50	-	-	-	-
Beleuchtungsklasse C mit $C2^1$ , $q_0 = 0,09 cd/(m^2 \cdot lx)$	C0	C1	C2	C3	C4	C5	-	-	-	-	-

**Tabelle 3.20:**  
Auszug Beleuchtungsklassen vergleichbaren Beleuchtungsniveaus

<sup>1</sup> Standard-R-Tabelle C2, siehe CIE 144:2001

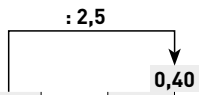
<sup>2</sup> Verwendet wird der Wartungswert der Beleuchtungsstärke  $\bar{E}$  der jeweiligen Beleuchtungsklasse C bei einer Gleichmäßigkeit der minimalen Beleuchtungsstärke  $E_{min}$  zum Wartungswert der Beleuchtungsstärke  $\bar{E}$  von 0,2.



**Bild 6:** Zeiträume unterschiedlicher Beleuchtungsklassen für eine örtliche Geschäftsstraße (Hauptstraße)

**Auszug Beleuchtungsklassen vergleichbaren Beleuchtungsniveaus**

Beleuchtungsklasse M	-	-	M1	M2	M3	M4	M5	M6	-	-	-
mittleres Leuchtdichteniveau cd/m <sup>2</sup>	5,00	3,00	2,00	1,50	1,00	0,75	0,50	0,30	0,20	0,15	0,10
Beleuchtungsklasse P für ρ = 0,15	-	-	C0a	C1a	C2a	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Beleuchtungsklasse P für ρ = 0,20	-	C0 <sup>a</sup>	C1 <sup>a</sup>	C2 <sup>a</sup>	P1	P2	P3	P4	P5	P6	-
Wartungswert der Beleuchtungsstärke [lx]	-	C0 <sup>a</sup>	C1 <sup>a</sup>	C2 <sup>a</sup>	P1	P2	P3	P4	P5	P6	-
Beleuchtungsklasse P für ρ = 0,30	C0 <sup>a</sup>	C1 <sup>a</sup>	C2 <sup>a</sup>	P1	P2	P3	P4	P5	P6	-	-



**Tabelle 3.21:** Auszug Beleuchtungsklassen vergleichbaren Beleuchtungsniveaus

Die Ermittlung von P-Beleuchtungsklassen für die beidseitigen Gehwege entlang der örtlichen Geschäftsstraße führt zu folgenden Ergebnissen:

$\Delta t_0$  und  $\Delta t_3$ :  $M3 = 1,00 \text{ cd/m}^2 : 2,5 = 0,40 \text{ cd/m}^2 \rightarrow 0,50 \text{ cd/m}^2 \rightarrow M5 \rightarrow P3 = 7,50 \text{ lx}$

$\Delta t_1$ :  $M4 = 0,75 \text{ cd/m}^2 : 2,5 = 0,30 \text{ cd/m}^2 \rightarrow M6 \rightarrow P4 = 5,00 \text{ lx}$

$\Delta t_2$ :  $M5 = 0,50 \text{ cd/m}^2 : 2,5 = 0,20 \text{ cd/m}^2 \rightarrow$  unbenannt  $\rightarrow P5 = 3,00 \text{ lx}$

Alternativ zum Verfahren mittels vergleichbarer Beleuchtungsniveaus kann die Bestimmung der Beleuchtungsklasse und damit des Beleuchtungsniveaus auch für jede einzeln definierte Verkehrsfläche separat angewendet werden.

Sind angrenzende Flächen nicht definiert und die Fahrbahn nach einer M-Beleuchtungsklasse eingestuft, so ist das Randbeleuchtungsstärkeverhältnis  $R_{EI}$  zu ermitteln (siehe Kapitel 4.4).

### 3.5.2 Beispiel zur Ermittlung der Beleuchtungsklasse einer Wohnstraße (Anliegerstraße/ Erschließungsstraße)

Eine Wohnstraße, oft auch als Anliegerstraße bezeichnet, ist als Erschließungsstraße einzustufen, mit deren Hilfe in diesem Beispiel die Zufahrt zu Häusern einer typischen Siedlung erreicht

werden soll. Die vorgesehenen Nutzungsansprüche umfassen den motorisierten Fahrzeugverkehr, Radfahrer und Fußgänger, den Aufenthalt von Verkehrsteilnehmern, das Parken in entsprechend gekennzeichneten Bereichen sowie Zufahrten auf die jeweiligen Grundstücke. Es gibt keine getrennten Rad- oder Gehwegbereiche. Die zulässige Geschwindigkeit beträgt 30 km/h.

Die Auslegung der maximal notwendigen Anforderungen an die Beleuchtung erfolgt für den Zeitraum  $\Delta t_0$ , in dem die höchste Nutzerfrequenz auftritt. Das ist in diesem Fall der Zeitraum von 6:30 Uhr bis 8:30 Uhr mit Beginn des überwiegenden Berufsverkehrs und einer Vielzahl von Schülern auf dem Weg zum Unterricht. Eine vergleichbare Nutzerfrequenz kann auch am Nachmittag von ca. 16:00 Uhr und am frühen Abend auftreten, wenn die Bewohner aufgrund des Arbeitendes zurückkehren und die Wohnstraße gleichzeitig von anderen Anwohnern für Aufenthaltszwecke genutzt wird, weshalb auch das Kriterium der Gesichtserkennung zu beachten ist. Je nach Jahres- und Tageszeit besteht die Möglichkeit, dass während dieser Zeiträume eine Beleuchtung notwendig ist und sich die Dauer der Zeiträume insbesondere am Abend verschieben oder verlängern können. Zusätzlich zu diesen Betrachtungen sollte eine derartige Anpassung mittels einer adaptiven Beleuchtungssteuerung geschehen. In diesem Beispiel wird für den Abendbereich ein Zeitraum  $\Delta t_2$  von 16:00 Uhr bis 20:30 Uhr angenommen, welcher ab dem Herbst auftreten könnte. Das Verkehrsaufkommen für die Zeiträume  $\Delta t_0$  und  $\Delta t_2$  ist

aufgrund der maximalen Nutzerfrequenz mit „normal“ zu bewerten. Grundsätzlich ist eine „gemischte Zusammensetzung“ der verschiedenen Verkehrsteilnehmer (Verkehrsarten) vorgesehen. „Parkende Fahrzeuge“ sind ebenfalls während des ganzen Tages „zulässig“ und werden insbesondere in den Dunkelstunden vorhanden sein. Im Wohngebiet herrscht zudem eine homogene Leuchtdichteverteilung in der Umgebung der Verkehrsfläche. Unter Beachtung dieser Gegebenheiten ergibt die Summe der Wichtungswerte  $V_{WS}$  einen Wert von 1, wodurch sich eine Beleuchtungsklasse P5 ergibt (siehe Tabelle 3.22).

Für den Zeitraum  $\Delta t_1$  verringert sich die allgemeine Nutzerfrequenz erheblich auf deutlich unter 50 Prozent des Wertes innerhalb des Zeitraums  $\Delta t_0$ . Aus diesem Grund kann ein „geringes“ Verkehrsaufkommen gewählt wer-

den. Daraus ergibt sich für die Summe der Wichtungswerte  $V_{WS}$  einen Wert von 0, wodurch sich eine Beleuchtungsklasse P6 ergibt (siehe Tabelle 3.22).

Darüber hinaus wird für die Zeiträume  $\Delta t_0$  und  $\Delta t_2$  gefordert, dass auf die Gesichtserkennung Wert gelegt wird, um dem Sicherheitsbedürfnis aber auch dem urbanen Austausch gerecht zu werden. Für die Beleuchtungsklasse P5 mit einem Wartungswert der Beleuchtungsstärke von 3 lx wird somit eine halbzyklische Beleuchtungsstärke  $E_{sc,min}$  von 0.60 lx erforderlich (siehe Tabelle 3.23). Die Realisierung ist entweder mittels der verwendeten Leuchte zur Erfüllung der horizontal wirksamen Beleuchtungsanforderungen umzusetzen oder alternativ über Leuchten mit zusätzlichen Anteilen für die vertikale Lichtverteilung, um die Werte für die halbzyklische Beleuchtungsstärke zu erfüllen.



### Beispiel Erschließungsstraßen (Anliegerstrasse, verkehrsberuhigte Fläche) für Beleuchtungsklassen P

Auswahlparameter	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_W$	Gewählte Wichtungswerte		
Zulässige Geschwindigkeit	> 30 km/h	1	0		
	≤ 30 km/h	0			
	Schrittgeschwindigkeit	-1			
Trennung der Richtungsfahrbahnen	Nein	1	1		
	Ja	0			
<b>Zwischenwert</b>			1		
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_W$	Zeitraum		
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$
Verkehrsaufkommen	Normal	0	0	-1	0
	Gering	-1			
Verkehrsart/ Zusammensetzung	gemischt, hoher Anteil nicht motorisiert	1	0	0	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 <sup>1</sup>	ja	nein	ja
	Nicht erforderlich	Keine zusätzlichen Anforderungen			
<b>Summe der Wichtungswerte <math>V_{WS}</math></b>			1	0	1
<b>Beleuchtungsklasse</b> $P = 6 - V_{WS}$			P5	P6	P5
<b>Wartungswert der Beleuchtungsstärke</b> [lx]			3,00	2,00	3,00

<sup>1</sup> Ist eine Gesichtserkennung erforderlich, so sind die Werte der minimalen halbzylindrischen Beleuchtungsstärken ( $E_{sc,min}$ ) der jeweils ermittelten Beleuchtungsklassen P einzuhalten.

**Tabelle 3.20:**  
Beispiel zur  
Erschließungsstraßen  
(Anliegerstrasse,  
verkehrsberuhigte  
Fläche) für Beleuch-  
tungsklassen P

### Auszug P-Beleuchtungsklassen

Klasse	Horizontale Beleuchtungsstärke			Zusätzliche Anforderungen falls Gesichtserkennung erforderlich ist	
	$E^a$ [Wartungswert] lx	$E_{min}$ [Wartungswert] lx	$U_o^b$ [Mindestwert]	$E_{v,min}$ minimale vertikale Beleuchtungsstärke [Wartungswert] lx	$E_{sc,min}$ minimale halb- zylindrische Beleuchtungsstärke [Wartungswert] lx
P5	3,00	0,60	0,20	1,00	0,60

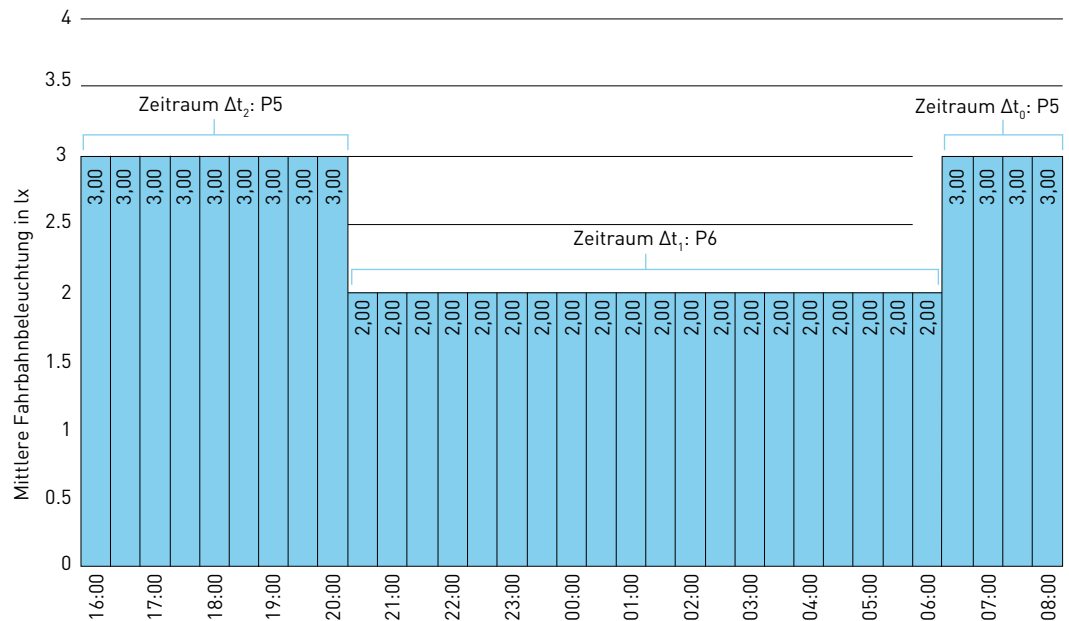
<sup>a</sup> Um eine gewisse Gleichmäßigkeit sicherzustellen, darf der tatsächliche Wert der mittleren Beleuchtungsstärke das 1,5-fache des für die Klasse vorgesehenen Wartungswertes der Beleuchtungsstärke nicht überschreiten.

<sup>b</sup> In der aktuellen Bearbeitung der EN 13201-2 auf europäischer Ebene zeichnet sich ab, dass zukünftig statt der minimalen Beleuchtungsstärke  $E_{min}$  die Gesamtgleichmäßigkeit  $U_o$  verwendet wird.

<sup>c</sup> Die Beleuchtungsklasse P7 findet in Deutschland keine Anwendung.

**Tabelle 3.23:**  
Auszug aus  
P-Beleuchtungs-  
klassen,  
Gütemerkmale

**Bild 7:**  
Zeiträume unterschiedlicher  
Beleuchtungsklassen  
für eine Wohnstraße  
(Anliegerstraße/  
Erschließungsstraße)



### 3.5.3 Beispiel zur Ermittlung der Beleuchtungsklasse eines Radweges

Eine Stadt entscheidet sich, zentrale, jedoch mehrere Kilometer auseinander befindliche Ortsteile mittels eines Radweges zu verbinden: Die Nutzung durch Fußgänger ist ebenfalls vorgesehen. Größtenteils handelt es sich dabei um einen selbstständig geführten Radweg abseits von Straßen. In einigen Bereichen führt er mit mehr als 2 m Abstand parallel zu unbeleuchteten anbaufreien Verbindungsstraßen zwischen den Ortsteilen. Der Radweg soll entsprechend der „Empfehlungen für Radverkehrsanlagen“ (ERA 2010) ausgelegt werden und während des ganzen Jahres bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen dem regelmäßigen Alltagsradverkehr von Berufspendlern und Schülern dienen. Insbesondere aufgrund der im Winterhalbjahr in der Dunkelheit befindlichen Hauptnutzungszeiten wird eine ortsfeste Beleuchtung vorgesehen, um den grundlegenden Entwurfsanforderungen nach ERA 2010 bezüglich der objektiven Verkehrssicherheit des Radverkehrs zu entsprechen und die Akzeptanz der Nutzer sicherzustellen.

Die Gewährleistung guter Sichtverhältnisse und das Erkennen baulicher Gegebenheiten, wie z. B. den Verlauf und die Begrenzung des Radweges, sollen erreicht werden. Aufgrund der straßenunabhängigen Führung ist die Beleuchtung aus Gründen der sozialen Sicherheit notwendig. In den Bereichen der straßenbegleitenden Führung des Radweges soll dessen Beleuchtung für den Radfahrer zusätzlich der Blendwirkung von Kraftfahrzeugscheinwerfer entgegenkommender Fahrzeuge entgegenwirken. Als durchschnittliche Reisegeschwindigkeit für den Radfahrer sollen mindestens 20 km/h ermöglicht werden.

Für die maximale Auslegung der Beleuchtung wird der Zeitraum  $\Delta t_0$  von 6:30 Uhr bis 8:30 Uhr herangezogen, auch wenn die Beleuchtung zu diesen Zeiten im Sommerhalbjahr in der Regel nicht benötigt wird. Zu dieser Zeit sei jedoch auch im Winterhalbjahr mit der höchsten Nutzerfrequenz durch Berufspendler und Schüler zu rechnen, also dem „normalen“ Verkehrsfluss von Radfahrern. Generell ist in diesem Fall auch die erhöhte Anforderung aufgrund der gewünschten Steigerung des subjektiven Sicherheitsgefühls der Nutzer zu berücksichtigen. Mittels der auf-

geführten Gegebenheiten und der sich daraus ergebenden Bewertungsparameter lässt sich eine Summe der Wichtungswerte  $V_{WS}$  von 2 ermitteln, was eine Beleuchtungsklasse P4 zur Folge hat (siehe Tabelle 3.24).

Für einen Zeitraum  $\Delta t_1$  von 16:00 Uhr bis 19:30 Uhr verteilt sich die Anzahl der Nutzer, jedoch wird mit einer Nutzerfrequenz oberhalb von 50 Prozent der maximalen Nutzerfrequenz am Morgen gerechnet. Eine Änderung der Wichtungswerte  $V_{WS}$  erfolgt daher nicht, sodass die Beleuchtungsklasse für  $\Delta t_1$  der Beleuchtungsklasse des Zeitraumes  $\Delta t_0$  entspricht, also der Beleuchtungsklasse P4. Dies ist zudem angemessen, da in diesem Zeitraum ggf. mit einer höheren Anzahl von Fußgängern zu rechnen sei.

Für den Zeitraum  $\Delta t_2$  von 19:30 Uhr bis 6:30 Uhr wird in diesem Fall mit einem deutlich „geringeren“ Verkehrsfluss von Radfahrern gerechnet.

So kann eine Summe der Wichtungswerte  $V_{WS}$  von 1 ermittelt werden, sodass eine Beleuchtungsklasse P5 zu ermitteln ist.

Es wird damit gerechnet, dass im Zeitraum  $\Delta t_2^*$  von 22:00 Uhr bis 5:30 Uhr nur eine geringe Anzahl von Radfahrern den Radweg nutzen. Daher sollen die jeweiligen Nutzer in diesem Zeitraum sensordetektiert erfasst werden und die Leuchten in einem ausreichend großen Abschnitt vor dem Nutzer auf die Beleuchtungsstärke nach Beleuchtungsklasse P5 hochgeregelt und nach Verlassen des Bereichs auch wieder heruntergeregelt werden.

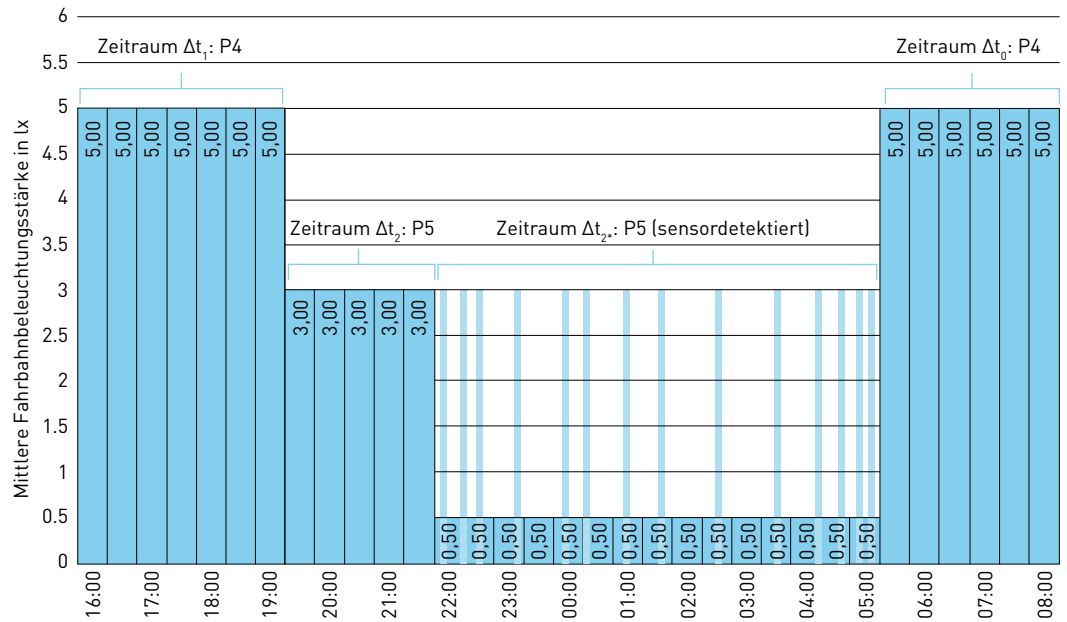
#### Beispiel – Bestimmung Beleuchtungsklasse P für Radwege

Auswahlparameter	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_W$	Gewählte Wichtungswerte			
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$	$\Delta t_2^*$
Betriebsart	Zweirichtungsverkehr	1	0	0	-1	-1
	Einrichtungsverkehr	0				
Lagebezug zu angrenzenden Verkehrsflächen	Sonstige	1	1	1	1	1
	Bauliche Abgrenzung oder räumlich getrennt	0				
<b>Zwischenwert</b>			1			
Variable Parameter für die adaptive Beleuchtung	Optionen/ Auswahlmöglichkeit	Wichtungswert $V_W$	Zeitraum			
			$\Delta t_0$	$\Delta t_1$	$\Delta t_2$	$\Delta t_2^*$
Verkehrsfluss Radfahrer	Normal	0	2	2	1	1
	Gering	-1				
Verkehrsart/ Zusammensetzung	Radfahrer und Fußgänger	1	P4	P4	P5	P5
	Nur Radfahrer	0				
Leuchtdichte der Umgebung	Stark inhomogen	0	5,00	5,00	3,00	3,00
	Homogen	-1				
Erhöhte Anforderungen	Vorhanden	1	5,00	5,00	3,00	3,00
	Nicht vorhanden	0				
<b>Summe der Wichtungswerte <math>V_{WS}</math></b>			2	2	1	1
<b>Beleuchtungsklasse <math>P = 6 - V_{WS}</math></b>			P4	P4	P5	P5
<b>Wartungswert der Beleuchtungs- stärke [lx]</b>			5,00	5,00	3,00	3,00

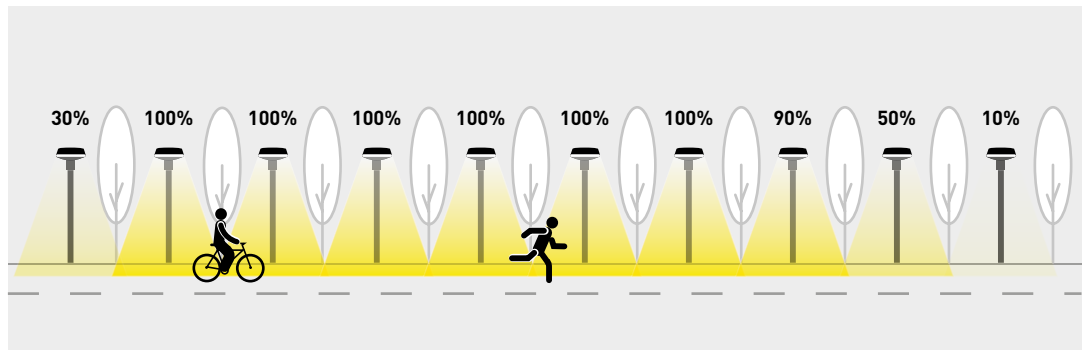
**Tabelle 3.24:**  
Beispiel zur  
Bestimmung der  
Beleuchtungsklassen  
P für Radwege



**Bild 8:** Zeiträume unterschiedlicher Beleuchtungsklassen für einen Radweg und Darstellung der Zeiten sensordetektierter Nutzer



**Bild 9:** Darstellung Funktion „Mitlaufendes“ oder „Mitfahrendes“ Licht



### 3.6 Beispiel zur Ermittlung der Adaptationsstrecke

Nach der Festlegung der Beleuchtungsklasse für eine Hauptverkehrsfläche ist zu prüfen, ob entsprechende Adaptationsstrecken berücksichtigt werden müssen, um einen sicheren Verkehrsablauf am Beginn und am Ende einer beleuchteten Strecke zu ermöglichen, da sich das menschliche Auge einer Veränderung der Leuchtdichte im Gesichtsfeld nur mit einer zeitlichen Verzögerung anpassen kann. Insbesondere für die Adaptation an ein niedrigeres Leuchtdichteniveau, wie dies für den Übergang von beleuchteten zu unbeleuchteten Straßenabschnitten auftritt, muss ausreichend Zeit vorhanden sein. Der Zeitbedarf hängt von dem Leuchtdichteunterschied ab. Die Länge der Adaptationsstrecke hängt damit vom Leuchtdichteunterschied und der gefahrenen Geschwindigkeit ab.

Eine Adaptationsstrecke im Verlauf einer Straße ist in der Regel dann notwendig, wenn die zulässige Geschwindigkeit  $\geq 50$  km/h und die Fahrbahnleuchtdichte  $\geq 0,75$  cd/m<sup>2</sup> beträgt, zudem die mittlere Leuchtdichte des davor oder danach liegenden Anschlussstückes weniger als 20 Prozent dieser Leuchtdichte beträgt und die Bedingungen für erhöhte Anforderungen zutreffen, wie dies aufgrund verkehrsdämpfender Maßnahmen z. B. durch Mittelinseln häufig der Fall ist. Für die beschriebenen Bedingungen hat sich für ortsauswärtsführende Straßen von beleuchteten zu unbeleuchteten Straßenabschnitten mindestens eine Wegstrecke bewährt, die innerhalb

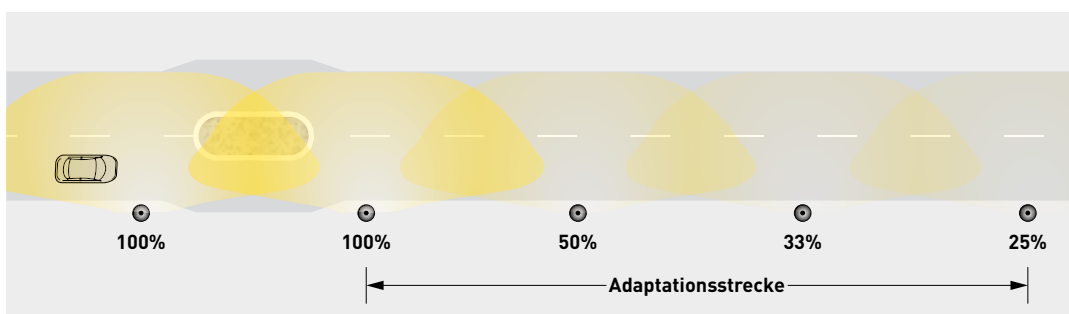
von 3 s zurückgelegt wird. Bei einer zulässigen Geschwindigkeit von 50 km/h ergibt sich so eine Strecke von etwa 42 m als Adaptationsstrecke.

In der Regel wird dies mit einer zusätzlichen Leuchte im Anschluss an den regulär beleuchteten Abschnitt der Straße mit einer Leuchtdichte von 0,75 cd/m<sup>2</sup> erreicht. Dabei sollte die für den Adaptationszweck verwendete Leuchte auf einen Lichtstrom von 50 Prozent gegenüber den Leuchten des regulären Abschnitts reduziert sein (siehe Bild 10).

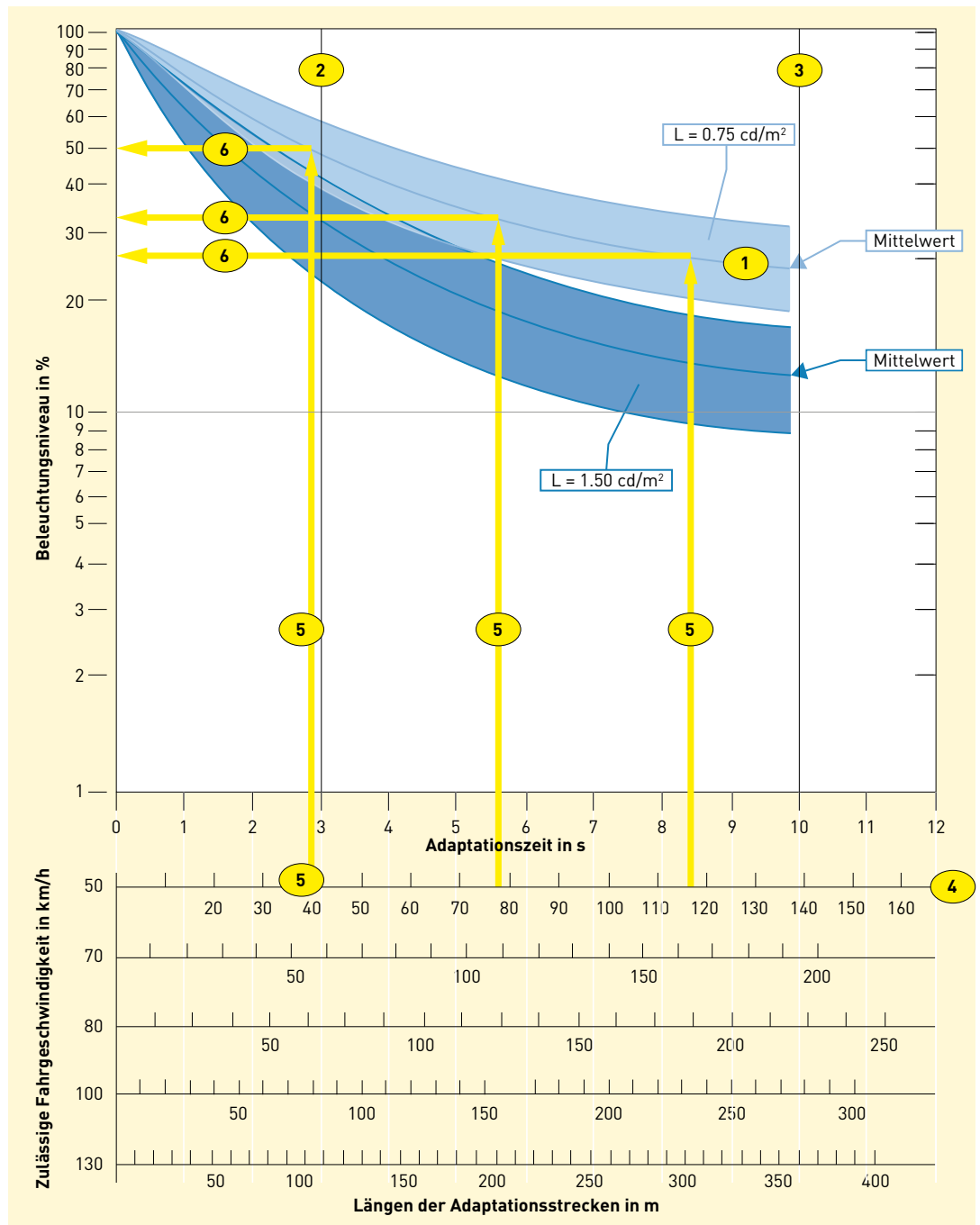
Eine längere, über 10 s zurückgelegte Adaptationsstrecke ist zur Erhöhung der Sicherheit ratsam. In diesem Fall werden für eine zulässige Geschwindigkeit von 50 km/h drei Leuchten für die Adaptationsstrecke benötigt (siehe Bild 10). Dabei sollten die für den Adaptationszweck verwendeten Leuchten folgende Lichtstromabstufungen gegenüber den Leuchten des regulär mit einer Leuchtdichte von 0,75 cd/m<sup>2</sup> beleuchteten Abschnitt der Straße besitzen (siehe Bild 11):

- Adaptations-Leuchte 1: 50 %
- Adaptations-Leuchte 2: 33 %
- Adaptations-Leuchte 3: 25 %

Liegt eine Beleuchtungsklasse C oder P vor, so ist die vergleichbare Beleuchtungsklasse M nach Tabelle 3.12 heranzuziehen und die Adaptationsbeleuchtung entsprechend zu bestimmen.



**Bild 11:**  
Schematischer Verlauf  
des Beleuchtungsniveaus einer in  
10 s zurückgelegten  
Adaptationsstrecke  
bei 50 km/h



**Bild 10:** Abstufung des Beleuchtungslevels in der Adaptationsstrecke

- 1: Auswahl der Adaptationskurve für eine mittlere Fahrbahnleuchtdichte von  $0,753/\text{m}^2$
- 2: Betrachtung der Adaptationszeit von 3 Sekunden
- 3: Betrachtung der Adaptationszeit von 10 Sekunden
- 4: Auswahl der zulässigen Geschwindigkeit von 50 km/h
- 5: Lichtpunktabstände (Mastabstände) eintragen, hier beispielhaft 39 m und Vielfache davon
- 6: Bestimmung der Beleuchtungslevels der einzelnen Leuchten in der Adaptationsstrecke



# LICHTTECHNISCHE GÜTEMERKMALE UND IHRE BESTIMMUNG

## 4

# LICHTTECHNISCHE GÜTEMERKMALE UND IHRE BESTIMMUNG

Trotz unterschiedlicher Anforderungen an die Beleuchtung von Verkehrswegen muss die Außenbeleuchtung grundsätzlich ein Mindestniveau an Sehleistung ermöglichen. Dazu sind folgende Voraussetzungen nötig:

- Das Sehobjekt soll wahrgenommen werden, wozu es einen Mindestkontrast (Leuchtdichteunterschied) zu seiner Umgebung aufweisen muss, sei es die Verkehrsfläche als solche oder Personen bzw. Gegenstände auf der Verkehrsfläche.
- Die Details des Sehobjekts sollen mit einer hinreichenden Sicherheit erkannt werden können.
- Das Sehobjekt soll schnell genug wahrgenommen werden können.

Physiologisch ausgedrückt bedeutet dies, dass die Unterschiedsempfindlichkeit, die Sehschärfe des Auges und die Wahrnehmungsgeschwindigkeit Schwellenwerte überschreiten müssen, die von der (Adaptations-) Leuchtdichte abhängig sind.

Voraussetzung für gute Beleuchtung ist also die Einhaltung von Mindestanforderungen an die Güte der Beleuchtung. Diese sind als quantitative und qualitative Gütemerkmale definiert und in europäischen und nationalen Normen und Regelwerken enthalten (siehe Literaturverzeichnis).

Die wichtigsten Gütemerkmale der Beleuchtung von Verkehrsflächen sind:

- Beleuchtungsniveau, beschrieben durch die Leuchtdichte oder die Beleuchtungsstärke und deren jeweilige Gleichmäßigkeit,
- Begrenzung der Blendung,
- Lichtfarben und Farbwiedergabe.

Zusätzlich zu diesen Gütemerkmalen sind noch weitere Merkmale der Beleuchtungsanlage entscheidend für die Abwicklung eines reibungslosen Verkehrs. Dazu gehört insbesondere die

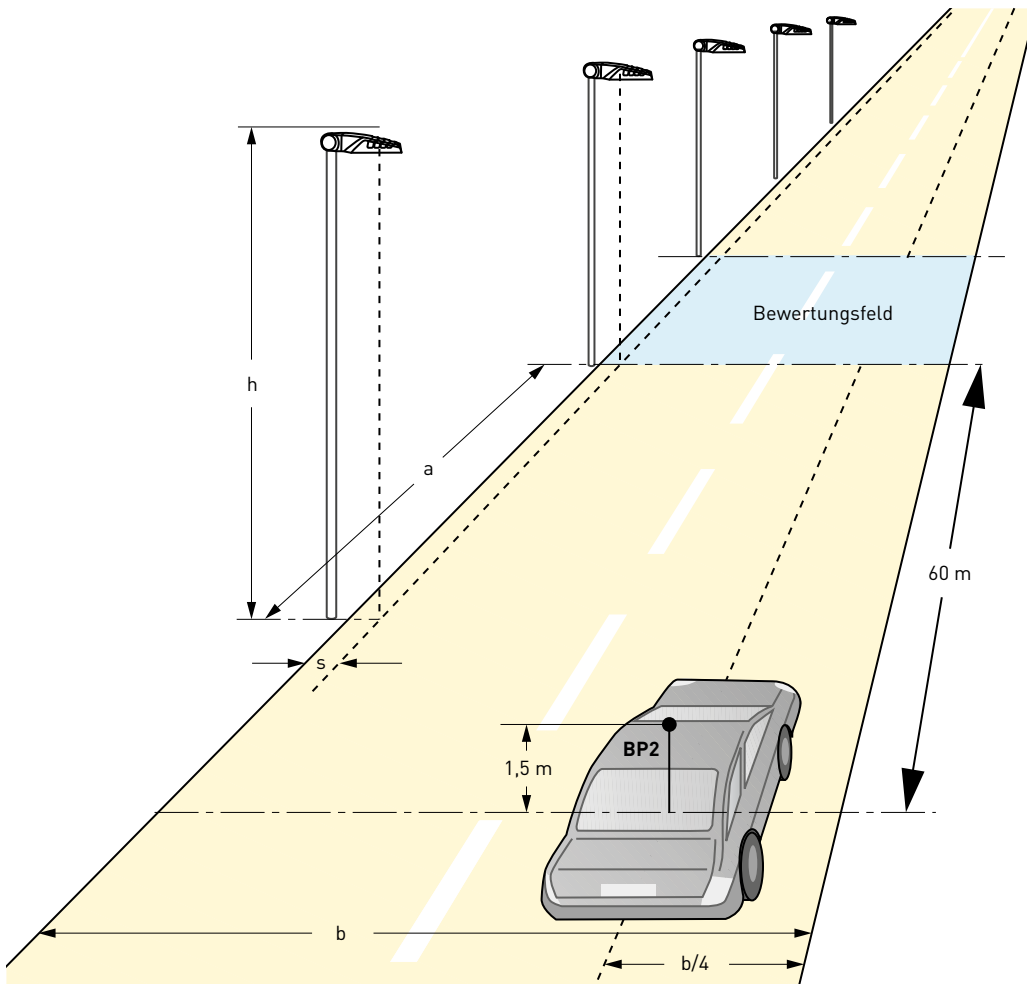
visuelle Führung und Wahrnehmung. So markieren Leuchten mit höherem Leuchtenlichtstrom oder anderer Lichtfarbe Kreuzungen bzw. andere Konfliktzonen und steigern schon aus großer Entfernung die Aufmerksamkeit. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Beleuchtung von Fußgängerüberwegen. Auch zur Verbesserung der optischen Linienführung der Straße kann es notwendig sein, zusätzliche Leuchten einzusetzen, um beispielsweise eine kurvenreiche Strecke rechtzeitig erkennbar zu machen.

Die Gütemerkmale der Beleuchtung gelten für die Dunkelheit. Die Mindestwerte einzelner Gütemerkmale können sich während der Nacht und der Jahreszeiten ändern, zum Beispiel aufgrund des veränderten Verkehrsaufkommens oder der Umgebungsleuchtdichte.

## 4.1 Bestimmung der Leuchtdichte und deren Gleichmäßigkeit

Die Leuchtdichte und deren Gleichmäßigkeit auf der Fahrbahnoberfläche ist die maßgebende lichttechnische Größe für den Helligkeitseindruck und für die Sehleistung. Sie nimmt direkt Einfluss auf die Anzahl der Unfälle in den Dunkelstunden. Eine Erhöhung der Leuchtdichte z. B. von  $1 \text{ cd/m}^2$  auf  $2 \text{ cd/m}^2$  verringert die Anzahl der Unfälle in der Dunkelheit um etwa ein Drittel.

Die Planung der lichttechnischen Anlagendaten geht von der Zuordnung der Straße zu den baulichen und verkehrlichen Kriterien gemäß DIN EN 13201 aus. Die Bewertung der Straßenbeleuchtung durch das Kriterium **Leuchtdichte** (Leuchtdichtetechnik) geht von den Wahrnehmungsbedingungen des Kraftfahrers am Beobachterstandort und den Reflexionseigenschaften des Fahrbahnbelages aus.

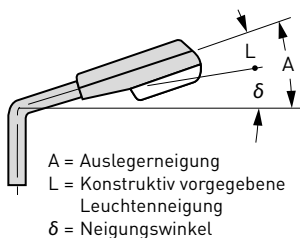


**Bild 12:**  
Geometrische  
Voraussetzungen  
für die Bewertung  
der Leuchtdichte  
auf der Fahrbahn

**BP** lichtpunktferne Beobachterposition

a	Lichtpunktferne in m	Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Lichtpunkten einer Fahrbahnseite
b	Fahrbahnbreite in m	Abstand zwischen den Fahrbahnbegrenzungen. Parkstreifen, Radwege und Fußwege zählen nicht zur Fahrbahn.
h	Lichtpunkthöhe in m	Abstand des Lichtschwerpunktes der Leuchte von der Fahrbahnoberfläche.
s	Lichtpunktüberhang in m	Abstand zwischen der Projektion des Lichtschwerpunktes der Leuchten auf die Fahrbahnoberfläche und dem Fahrbahnrand. Befindet sich der Lichtpunkt außerhalb der Fahrbahn, ist s negativ anzugeben.

$\delta$	Neigungswinkel	Winkel, um den die Leuchte gegen die Horizontale geneigt ist. Alle Leuchten werden bei $\delta = 0^\circ$ photometriert. Das gilt auch für solche Leuchten, deren Lichtaustrittsflächen gegenüber der Horizontalen geneigt sind bzw. solche, die konstruktiv vorgegebene Leuchtenneigungen aufweisen. Abweichungen von dieser Messlage sind in den objektspezifischen Computerplanungen entsprechend zu berücksichtigen.
----------	----------------	--



Es kann nur unter folgenden Bedingungen angewandt werden:

- ein ausreichend gerades und ebenes Fahrbahnstück mit gleichen Reflexionseigenschaften,
- ein repräsentativer Leuchtenabstand (Bewertungsfeld) zwischen zwei Leuchten, deren erste Leuchte sich 60 m vor dem Beobachter befindet, und
- ein nach DIN EN 13201-3 festgelegter Beobachterstandort in 1,5 m über der Fahrbahn auf der Mittellinie des betreffenden Fahrstreifens, die bei zwei Fahrstreifen  $\frac{1}{4}$  der Fahrbahnbreite ( $b/4$ ) vom rechten Fahrbahnrand entfernt ist (siehe Bild 12).

#### 4.1.1 Betrachtung des Beobachterstandorts zur Bestimmung der Leuchtdichte

Die Berechnung der Leuchtdichte, deren Längs- und Gesamtgleichmäßigkeit sowie die Schwellenwerterhöhung  $f_{\text{Tl}}$  erfolgt aus der Beobachterposition in dem zugeordneten Bewertungsfeld (Systematik siehe Bild 12).

In Bild 13 sind die zu betrachtenden Beobachterstandorte (jeder Fahrspur), die entsprechenden Bewertungsfelder und die Anordnungen von Leuchten für unterschiedliche Straßengeometrien (Straßenquerschnitte) nach EN 13201-3 dargestellt. Die für die Beobachterstandorte ermittelten geringsten Wartungswerte für die

Leuchtdichte und deren Gleichmäßigkeiten sowie der höchste Neuwert für die Schwellenwerterhöhung  $f_{\text{Tl}}$  bestimmen die Güte der Beleuchtungsanlage.

In Bild 13 ist der Beobachterstandort grundsätzlich auf der linken Seite dargestellt. Damit wird die europäische Norm einerseits auch dem Linksverkehr (z. B. in Großbritannien und Zypern) gerecht und andererseits ist wegen der Symmetrie das Berechnungsergebnis für den mastnahen Beobachter  $x_1$  bzw. mastfernen Beobachter  $x_2$  unabhängig von seiner Fahrtrichtung gleich, wie dies Bild 13b zeigt.

#### 4.1.2 Reflexionseigenschaften und Klassifizierung von Fahrbahnoberflächen

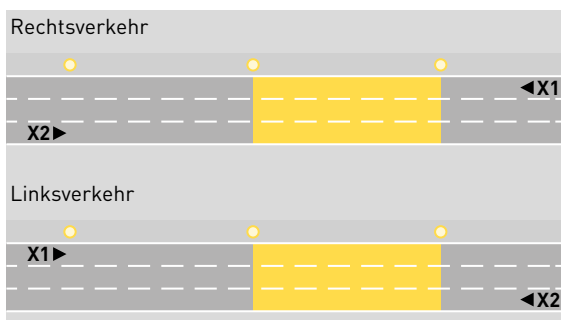
Die **Leuchtdichte L** der Fahrbahn wird durch die **Beleuchtungsstärke E** und die **Reflexionseigenschaften**  $q(\gamma, \varphi)$  der Fahrbahnoberfläche bestimmt.

$$L = q(\gamma, \varphi) \cdot E$$

Die Beleuchtungsstärke  $E$  ist abhängig von der räumlichen Lichtstärkeverteilung  $I(\gamma, \varphi)$  der Leuchten, dem Lichtstrom aus den verwendeten Leuchten und der Geometrie der Beleuchtungsanlage (siehe Bild 14).

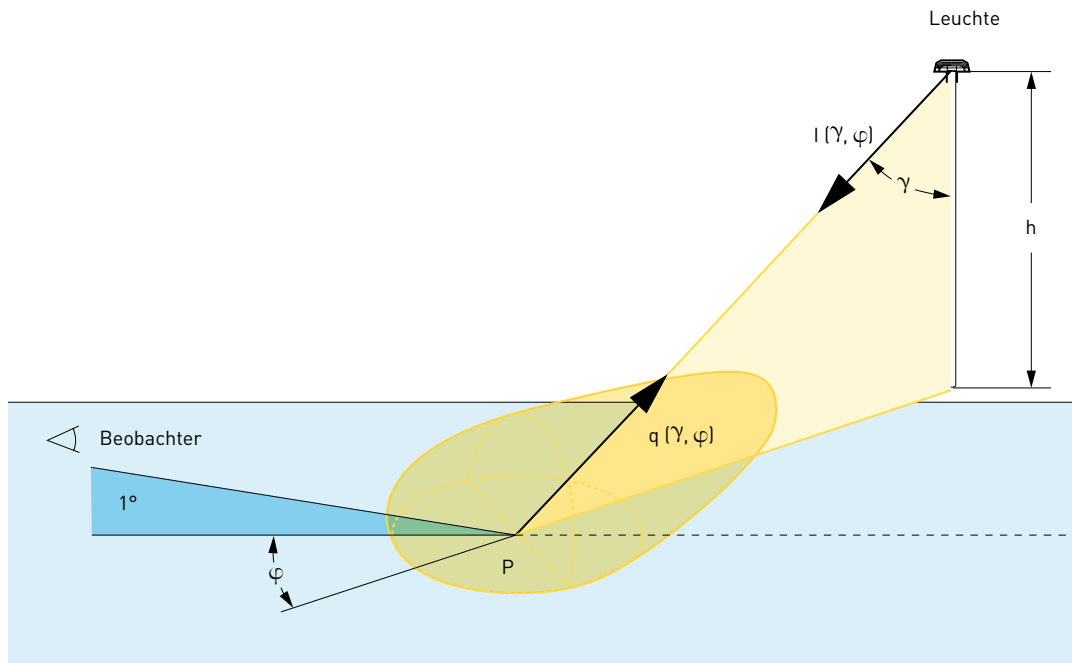
Straßengeometrie		Leuchtenanordnung
1		Leuchten über dem Mittelstreifen angeordnet
2		Leuchten einseitig angeordnet
3		Leuchten beidseitig gegenüberliegend angeordnet
4		Leuchten beidseitig versetzt angeordnet
5		Leuchten einseitig angeordnet
6		Leuchten beidseitig gegenüberliegend angeordnet
7		Leuchten beidseitig versetzt angeordnet

**Bild 13 a:** Beobachterstandort x und Bewertungsfeld für verschiedene Straßengeometrien und Leuchtenanordnungen nach DIN EN 13201-3 zur Bestimmung der Güteermkmale der Straßenbeleuchtung nach dem Kriterium Leuchtdichte



**Bild 13 b:** Beispielhafte Beobachterstandorte x für ein Bewertungsfeld für Links- und Rechtsverkehr zur Bestimmung der Güteermkmale der Straßenbeleuchtung nach dem Kriterium Leuchtdichte





**Bild 14:** Darstellung des räumlichen Leuchtdichtekoeffizienten  $q(\gamma, \varphi)$

**Klassifizierung trockener Fahrbahnbeläge**

Belag	S1	S2	$\kappa_p$	$q_0$ in $\frac{cd}{m^2 * lx}$	Beispiele für Fahrbahnbeläge
R1	$\leq 0,45$	$\leq 1,65$	$\leq 0,22$	$0,10 \pm 0,03$	streuend, z. B. Zementbeton, rau, Splittabstreuung
R2	$0,45 < S1 < 0,90$	$1,65 < S2 < 2,15$	$0,22 < \kappa_p \leq 0,33$	$0,07 \pm 0,02$	Schwach streuend, z. B. neuer Gussasphalt, Splittabstreuung mit Feinstruktur, Asphaltbeton
R3	$0,90 < S1 < 1,35$	$2,15 < S2 < 2,75$	$0,33 < \kappa_p \leq 0,44$	$0,08 \pm 0,02$	Leicht spiegelnd, z. B. abgefahrener Asphaltfeinbeton
R4	$1,35 < S1 < 1,80$	$2,75 < S2 < 3,55$	$0,44 < \kappa_p \leq 0,55$	$0,08 \pm 0,02$	Spiegelnd, z. B. abgefahrener Gussasphalt, Oberflächen mit vorwiegend glatter und polierter Struktur
C1	0,24	1,30	0,11	0,10	ersetzt R1
C2	0,97	2,13	0,33	0,07	ersetzt R2 bis R4

**Tabelle 4.1:** Klassifizierung trockener Fahrbahnbeläge

Die Reflexionseigenschaften der Fahrbahnoberfläche werden durch den Leuchtdichtekoeffizienten  $q(\gamma, \varphi)$  beschrieben. Dieser ist im Wesentlichen von der Lichteinfallrichtung  $\gamma$ , dem Ebenenwinkel der Betrachterrichtung  $\varphi$  und dem Beobachtungswinkel ( $1^\circ$  zur Horizontalen) abhängig und ist in Bild 14 als räumliche Reflexionsindikatritz dargestellt.

Folgende Größen kennzeichnen die Reflexionseigenschaften von Fahrbahnoberflächen:

- Leuchtdichtekoeffizient  $q_0$ , der quasi das Volumen der Reflexionsindikatritz  $q(\gamma, \varphi)$  repräsentiert und den über alle Lichteinfallswinkel gemittelten (integrierten), also den Gesamtreflexionsgrad ohne Berücksichtigung von diffusen und spiegelnden Anteilen beschreibt,
- Spiegelfaktoren  $S1$  und  $S2$  bzw.  $\kappa_p$ , die die Form der Reflexionsindikatritz und damit den spiegelnden Anteil beschreiben.

$S1$  ist das Verhältnis des Leuchtdichtekoeffizienten  $q(\gamma, \varphi)$  unter  $\varphi = 0^\circ$  und bei Lichteinfall unter  $\gamma = 63,5^\circ$  und  $q(0,0)$  bei senkrechtem Lichteinfall.

$S2$  ist der Quotient aus dem mittleren Leuchtdichtekoeffizienten  $q_0$  und dem Leuchtdichtekoeffizienten  $q(0,0)$  bei senkrechtem Lichteinfall.

$$q_0 = \frac{1}{\Omega} \int q(\gamma, \varphi) d\omega$$

$$S1 = \frac{q(63,5,0)}{q(0,0)}$$

$$S2 = \frac{q_0}{q(0,0)}$$

$$\kappa_p = \log S2$$

Mittels dieser Größen sind die Fahrbahnbeläge der Klassen R1 bis R4 bzw. C1 und C2 definiert (siehe Tabelle 4.1). Die Klasseneinteilungen trockener Fahrbahnen erfolgen aufgrund des Spiegelfaktors  $\kappa_p$  und des mittleren Leuchtdichtekoeffizienten  $q_0$ . Stark streuend reflektierende, raue Oberflächen sind gekennzeichnet durch niedrige  $\kappa_p$ -Werte, stark spiegelnd reflektierende, glatte Oberflächen durch hohe  $\kappa_p$ -Werte.

Helle Fahrbahnmaterialien (z. B. mit Quarzanteilen) weisen hohe, dunkle Fahrbahnmaterialien (z. B. mit dunklen mineralischen Füllstoffen) niedrige mittlere Leuchtdichtekoeffizienten  $q_0$  auf. Die Werte von  $\kappa_p$  und  $q_0$  können sich im Laufe der Nutzung der Fahrbahn durch Reifenabrieb, Ölschichten, Verschmutzungen, Feuchtigkeit usw. erheblich ändern.

Fehlen die Angaben zu den Reflexionseigenschaften der Fahrbahnoberfläche, wird in der Praxis als Standard der Belag C2 mit einem mittleren Leuchtdichtekoeffizienten von  $q_0 = 0,07 \text{ cd}/(\text{m}^2 \cdot \text{lx})$  vorausgesetzt.

Für nasse Fahrbahnen sind bisher keine anerkannten Klassifizierungen vorhanden, für feuchte Fahrbahnen sind z. B. in nordeuropäischen Staaten W-Klassen definiert.

### 4.1.3 Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte

Wichtig für das Wahrnehmen von Fahrzeugen, Personen und Gegenständen auf der Fahrbahn ist die örtliche **Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte**. Während sich das Auge in einem gewissen Umfang an veränderte mittlere Leuchtdichten anpassen kann, entstehen aus der Sicht des Kraftfahrers als Folge ungenügender Leuchtdichtegleichmäßigkeit Tarnzonen, die jedoch nicht als solche wahrgenommen werden. Diese bilden Gefahrenquellen für Kraftfahrer und Fußgänger.

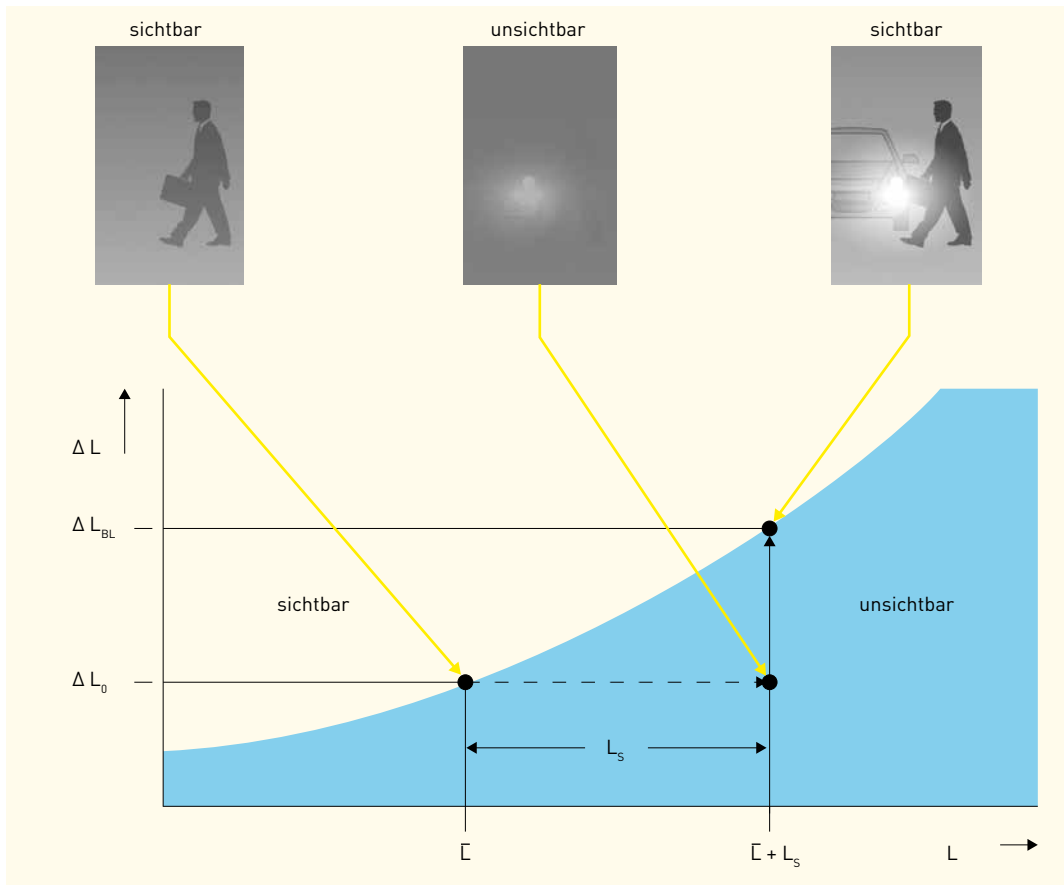
Tarnzonen entstehen durch ungenügend beleuchtete Bereiche der Fahrbahn, vor deren Hintergrund Personen und Hindernisse aufgrund zu geringer Kontraste nicht wahrgenommen werden können (siehe auch Bild 16). Tarnzonen entstehen auch durch Abschalten einzelner Lichtpunkte. Dadurch wird das Verkehrsrisiko wesentlich erhöht, weil dem Kraftfahrer vielleicht der Verlauf der Straße suggeriert wird, dieser aber im sicheren Vertrauen auf seine Sehleistung auf beleuchteten Straßen in diese Tarnzonen fährt und vorhandene Hindernisse

nicht rechtzeitig erkennen kann. Daher verletzen solche Abschaltungen, etwa aus Gründen der Kosteneinsparung, die Verkehrssicherungspflicht des für die Verkehrswege verantwortlichen Verkehrslastträgers.

Für die vor dem Kraftfahrer liegende Fahrspur gelten daher besondere Anforderungen an die gleichmäßige Verteilung der Leuchtdichte. Die Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte auf der Fahrbahn wird durch die Längsgleichmäßigkeit und die Gesamtgleichmäßigkeit definiert.

Die **Längsgleichmäßigkeit**  $U_l$  bezieht sich auf die Mitte des Fahrstreifens, auf die sich die Aufmerksamkeit des Kraftfahrers im Wesentlichen konzentriert. Sie wird durch das Verhältnis der minimalen Leuchtdichte  $L_{l,min}$  zur maximalen Leuchtdichte  $L_{l,max}$  auf dieser Linie beschrieben:  $U_l = L_{l,min}/L_{l,max}$ .

Die **Gesamtgleichmäßigkeit**  $U_0 = L_{min}/\bar{L}$  gilt für die gesamte Bewertungsfläche. Eine unzureichende Gesamtgleichmäßigkeit kennzeichnet Tarnzonen – vornehmlich am Fahrbahnrand. Dadurch wird das rechtzeitige Erkennen z. B. von Fußgängern, die spontan auf die Fahrbahn treten, erschwert oder gar unmöglich gemacht.



**Bild 15:**  
Zur Erläuterung  
des Verfahrens  
zur Bestimmung  
der Schwellenerhöhung  $f_{T1}$

#### 4.1.4 Blendungsbegrenzung

Je nach Grad der Blendung können Unbehagen, Unsicherheit und Ermüdung (psychologische Blendung), aber auch eine merkbare Herabsetzung der Sehleistung (physiologische Blendung) auftreten. Die Verkehrssicherheit kann durch Blendung also erheblich beeinträchtigt werden. Daher muss die Blendung also begrenzt werden.

In der Straßenbeleuchtung geht die Blendungsbewertung von einer vorgegebenen Blickrichtung des Kraftfahrers aus. Die dafür ermittelte, prozentuale Schwellenwerterhöhung  $f_{TI}$  (threshold increment) wird als Bewertungsgröße für die physiologische Blendung herangezogen und in den betreffenden Normen (z. B. DIN EN 13201) limitiert.

Die Bewertung der physiologischen Blendung erfolgt durch die prozentuale Schwellenwerterhöhung ( $f_{TI}$  – threshold increment). Diesem Verfahren liegen folgende Erkenntnisse zugrunde:

Bei einer blendfreien Straßenbeleuchtung adaptiert das Auge auf die mittlere Fahrbahnleuchtdichte  $L$ . Ein Sehobjekt auf der Fahrbahn ist gerade sichtbar, wenn es gegenüber seiner Umgebung einen Leuchtdichteunterschied (Schwellenwert) von  $\Delta L_0$  aufweist.

Befinden sich dagegen Blendlichtquellen im Gesichtsfeld, erzeugen diese im Augeninneren ein Streulicht, das sich wie ein „Schleier“ auf die Netzhaut legt. Diese zusätzliche „Schleierleuchtdichte“  $L_S$  bewirkt, dass das Auge auf ein höheres Niveau  $\bar{L}+L_S$  adaptiert, obwohl die mittlere Fahrbahnleuchtdichte  $\bar{L}$  unverändert bleibt. Das Sehobjekt mit dem Leuchtdichteunterschied  $\Delta L_0$  gegenüber seiner Umgebung wird unsichtbar. Der notwendige Leuchtdichteunterschied muss bei Blendung auf  $\Delta L_{BL}$  erhöht werden, um dieses Objekt wieder wahrnehmen zu können.

Die Erhöhung um  $\Delta L_{BL} - \Delta L_0$  kann bei gegebener mittlerer Fahrbahnleuchtdichte  $\bar{L}$  als Maß für die Blendwirkung herangezogen werden.

Die prozentuale Schwellenwerterhöhung  $f_{TI}$  (threshold increment) von  $\Delta L_0$  auf  $\Delta L_{BL}$  ist als Maß für die physiologische Blendung eingeführt und berechnet sich nach der Formel:

$$f_{TI} = \frac{\Delta L_{BL} - \Delta L_0}{\Delta L_0} \cdot 100$$

In DIN EN 13201-3 ist eine Berechnungsformel für  $f_{TI}$  angegeben, die von der mittleren Neuwert-Fahrbahnleuchtdichte  $\bar{L}$  und der Schleierleuchtdichte  $L_S$  ausgeht.

$$f_{TI} = 65 \cdot \frac{L_S}{(\bar{L})^{0,8}} \%$$

Das  $f_{TI}$ -Verfahren berücksichtigt die allgemein bekannte Tatsache, dass bei höherer Fahrbahnleuchtdichte auch höhere Lichtstärken von Blendlichtquellen und damit auch höhere Schleierleuchtdichten zugelassen werden können, ohne die Güte der Blendungsbegrenzung unzulässig zu beeinträchtigen.

Hohe  $f_{TI}$ -Werte bedeuten eine größere Schwellenwerterhöhung und sind damit ein Hinweis auf eine mögliche Blendgefahr. Für höher eingestufte Straßen nach Beleuchtungsklasse M1 und M2 wird eine Schwellenwerterhöhung  $f_{TI}$  bis max. 10 Prozent, für Beleuchtungsklasse M3, M4 und M5 bis max. 15 Prozent und für Beleuchtungsklasse M6 bis max. 20 Prozent vorgegeben.

Ein klassischer Fall, in dem die zuvor beschriebenen Gegebenheiten zutreffen, ist z. B. das Ausschalten jeder zweiten Leuchte aus Energieeinspargründen, wie bereits in Kapitel 4.1.3 (Gleichmäßigkeit) näher ausgeführt. Es entstehen Tarnzonen, vor deren Hintergrund Personen und Hindernisse aufgrund zu geringer Kontraste

**Bild 16:**  
Gute Straßen-  
beleuchtung (links)  
und Tarnzonen durch  
Abschalten jeder  
zweiten Leuchte  
(rechts), in denen  
Personen oder  
Hindernisse nicht  
erkannt werden



nicht wahrgenommen werden können (siehe Bild 16). Derartige Abschaltungen gefährden nicht nur Menschenleben, sondern verletzen auch die Verkehrssicherungspflicht des für die Verkehrswege verantwortlichen Verkehrsträgers.

In den Fällen, in denen das Verfahren zur Bestimmung der Schwellenwerterhöhung  $f_{T1}$  nicht angewendet werden kann, zum Beispiel weil die Beobachtungsbedingungen von denen eines Kraftfahrers auf der Straße abweichen, sieht DIN EN 13201-2 die **Lichtstärkeklassen** G\*1 bis G\*6 zur Beurteilung der physiologischen Blendung vor (siehe Tabelle 4.2). Diese Beurteilung gilt auch zur Vermeidung störender Lichtimmissionen in Richtungen, in denen Licht weder erforderlich noch erwünscht ist. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der störenden Wirkungen der Straßenbeleuchtung im freien Gelände, in

ländlichen und vorstädtischen Bereichen und in Wohngebieten. Die Lichtstärkeklassen gelten auch für Lichtimmissionen oberhalb der Horizontalen, die in der Atmosphäre gestreut werden und die Sicht der Sterne und astronomische Beobachtungen behindern können.

Die Lichtstärkeklassen G\*1 bis G\*3 entsprechen „teilabgeschirmten“ bis „abgeschirmten“ Leuchten. Die Klassen G\*4 bis G\*6 entsprechen stärker abgeschirmten Leuchten. DIN EN 13201-2 legt keine Mindestanforderung in Bezug auf die Einhaltung einer bestimmten Lichtstärkeklasse fest. Die Lichtstärkeklassen bestimmen ganz wesentlich die visuelle Qualität der Beleuchtung. Sie sind vom Planer in Abstimmung mit dem Betreiber der Anlage zu vereinbaren. Die Wahl der Darstellung G\*i mit „Sternchen“ in der DIN EN 13201-2 erfolgte, um eine Verwechslung mit anderen normativen Größen zu vermeiden.

#### Lichtstärkeklassen nach DIN EN 13201-2

Lichtstärkeklasse	Maximale Lichtstärke <sup>a</sup> in cd/klm (siehe Anmerkung)			Weitere Anforderungen
	≥ 70° <sup>b</sup>	≥ 80° <sup>b</sup>	≥ 90° <sup>b</sup>	
G*1		200	50	keine
G*2		150	30	keine
G*3		100	20	keine
G*4	500	100	10	I = 0 <sup>c</sup> oberhalb 95° <sup>b</sup>
G*5	350	100	10	I = 0 <sup>c</sup> oberhalb 95° <sup>b</sup>
G*6	350	100	0 <sup>c</sup>	I = 0 <sup>c</sup> oberhalb 90° <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Lichtstärken werden für jede Richtung, die bei gebrauchsfähig installierter Leuchte den angegebenen Winkel mit der unteren Vertikalen bildet (senkrechte Bezugslinie), angegeben.

<sup>b</sup> Jede Richtung, die bei gebrauchsfähig installierter Leuchte den angegebenen Winkel mit der unteren Vertikalen bildet.

<sup>c</sup> Lichtstärken bis zu 1 cd/klm können als Null erachtet werden.

**Tabelle 4.2:**  
Lichtstärkeklassen  
nach DIN EN 13201-2

### Blendindexklassen nach DIN 13201-2

Blendindexklasse	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Maximaler Blendindex in cd/m	-	7.000	5.500	4.000	2.000	1.000	500

Tabelle 4.3:  
Blendindexklassen  
nach DIN EN 13201-2

Um auch die psychologische Blendung zu bewerten, enthält DIN EN 13201-2 eine Bewertungsmethode mit **Blendindexklassen** D0 bis D6 (siehe Tabelle 4.3). Die Blendindexklasse wird durch den Blendindex bestimmt. Der Blendindex wird wie folgt berechnet:

$$\text{Blendindex} = \frac{I}{A^{0,5}}$$

Die Lichtstärke  $I$  in cd ist die maximale Lichtstärke in alle Richtungen um die Leuchte und bei einem Ausstrahlungswinkel von  $85^\circ$  (gemessen gegen die Senkrechte).

$A$  ist die Projektion der leuchtenden Fläche der Leuchte in der Ebene senkrecht zur Lichtstärke  $I$  in  $\text{m}^2$ .

In der DIN EN 13201 wird keine bestimmte Blendindexklasse vorgeschrieben. Diese bestimmt den Komfort der Beleuchtungsanlage und ist vom Planer in Abstimmung mit dem Betreiber der Anlage festzulegen.

## 4.2 Beleuchtungsstärke

In vielen Fällen können die Voraussetzungen für eine Leuchtdichtebewertung nicht erfüllt werden, zum Beispiel in Einkaufsstraßen, komplexen Straßenkreuzungen, Kreisverkehrsplätzen und Stauräumen. In diesen Fällen erfolgt die Bewertung des Beleuchtungsniveaus mit der Beleuchtungsstärke und ihrer Gleichmäßigkeit.

Dabei werden folgende Arten der Beleuchtungsstärke unterschieden:

- horizontale Beleuchtungsstärke  $E_h$  (definiert als der Lichtstrom, bezogen auf die ebene, horizontale Fläche)
- vertikale Beleuchtungsstärke  $E_v$  (definiert als der Lichtstrom, bezogen auf die ebene, vertikale Fläche)
- zylindrische Beleuchtungsstärke  $E_z$  (definiert als der Lichtstrom, bezogen auf die gesamte, gekrümmte Fläche eines senkrecht stehenden Zylinders)
- halbzyklindrische (semi-cylindrical) Beleuchtungsstärke  $E_{sc}$  (definiert als der Lichtstrom, bezogen auf die gekrümmte Fläche eines senkrecht stehenden Halbzyklinders)
- halbsphärische Beleuchtungsstärke  $E_{hs}$  (definiert als der Lichtstrom, bezogen auf die gekrümmte Fläche einer Halbkugel, die auf der zu bewertenden Fläche liegt)

Die horizontale, vertikale und halbzyklindrische Beleuchtungsstärke sind richtungsabhängige Größen. Bei der zylindrischen und der halbsphärischen Beleuchtungsstärke ist diese Bezugsrichtung aufgehoben. Daher beschreiben diese Größen die Beleuchtung in ihrer räumlichen Wirkung. Die halbsphärische Beleuchtungsstärke ist die Bewertungsgrundlage für die HS-Beleuchtungsklassen und wird nur in Dänemark angewendet. Nach DIN 13201-1 findet sie in Deutschland keine Anwendung.

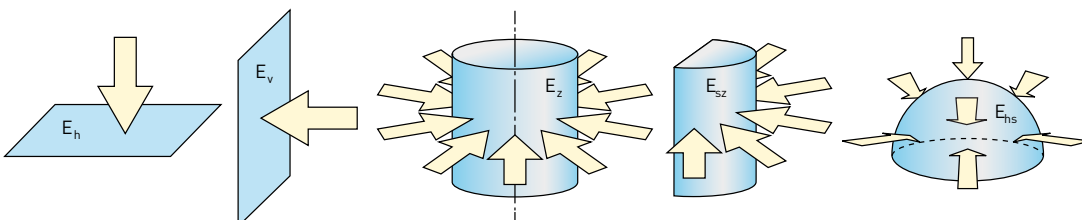


Bild 17:  
Arten der  
Beleuchtungsstärke

### 4.3 Lichtfarbe und Farbwiedergabeeigenschaften

Die Farbqualität annähernd weißen Lichts einer Lichtquelle wird durch zwei Eigenschaften gekennzeichnet:

- die Lichtfarbe der Lichtquelle selbst,
- die Farbwiedergabe, welche das farbige Aussehen von Gegenständen und Personen beeinflusst, die von dieser Lichtquelle beleuchtet werden.

Diese beiden Eigenschaften sind voneinander getrennt zu betrachten.

Die **Lichtfarbe** einer Lichtquelle bezieht sich auf die wahrgenommene Farbe (Farbart) des abgestrahlten Lichtes und wird durch die ähnlichste Farbtemperatur  $T_{cp}$  (temperature de couleur proximale) gekennzeichnet (siehe Tabelle 4.4). Die ähnlichste Farbtemperatur ist diejenige Temperatur, die erhitztes Platin annimmt, um in gleicher Farbe zu erscheinen wie die Lichtquelle.

Niedrige Farbtemperaturen beschreiben warme, gelb-rot-weiß erscheinende Lichtfarben, wie z. B. warm-weißen LED oder auch Natriumdampflampen.

Hohe Farbtemperaturen beschreiben kalte, also mehr weiß-blaue Lichtfarben, wie z. B. das Tageslicht mit etwa 6.500 K bei bedecktem Himmel, tageslicht-weiße LED oder Arten von Halogen-Metallampflampen.

Dazwischen liegen Leuchtmittel mit neutral-weißer Lichtfarbe, sowohl LED oder andere Leuchtmittel.

#### Lichtfarben von Lichtquellen

Lichtfarbe	Ähnlichste Farbtemperatur $T_{cp}$
warmweiß, ww	unter 3.300 K
neutralweiß, nw	3.300 K – 5.300 K
tageslichtweiß, tw	über 5.300 K

Tabelle 4.4:  
Lichtfarben  
von Lichtquellen

In den meisten europäischen Normen zur Beleuchtung werden keine Empfehlungen zur Lichtfarbe der zu verwendenden Lichtquellen gegeben, weil deren Auswahl stark von der Psychologie, der Ästhetik und dem, was in den unterschiedlichen Regionen Europas als natürlich angesehen wird, abhängt. Trotzdem: Die Wahl der Lichtfarbe der Lichtquellen erfolgt bisher vorrangig aufgrund wirtschaftlicher Aspekte, was in der Vergangenheit insbesondere für die in Europa weit verbreitete Natriumdampf-Hochdrucklampe in der Außenbeleuchtung galt. Jedoch hat sich inzwischen die LED als Lichtquelle für die Außenbeleuchtung etabliert, sowohl aufgrund der Lichtqualität als auch aus energetischen Gründen.

Typischerweise werden in der Außenbeleuchtung inzwischen LED-Lichtquellen mit Lichtfarben einer ähnlichsten Farbtemperatur  $T_{cp}$  von unter 2.000 K (ww) bis zu etwa 4.000 K (nw) verwendet. Die Anschlussleistung von LED-Lichtquellen unter 2.000 K können bei identischen Lichtströmen um bis zu über 60 Prozent höher ausfallen, als LED-Lichtquellen mit einer ähnlichsten Farbtemperatur von 4.000 K.

Trotz gleicher Lichtfarbe können Lichtquellen aufgrund unterschiedlicher spektraler Zusammensetzung ihrer Strahlung unterschiedliche **Farbwiedergabe-Eigenschaften** besitzen. Zur objektiven Kennzeichnung der Farbwiedergabe-Eigenschaften einer Lichtquelle wurde der allgemeine Farbwiedergabeindex  $R_a$  eingeführt. Der Farbwiedergabeindex bezeichnet das Maß der Übereinstimmung der gesehenen Körperfarbe mit ihrem Aussehen unter der jeweiligen Bezugslichtquelle. Zur Bestimmung des  $R_a$ -Wertes werden die gemessenen Farbverschiebungen von acht genormten Testfarben bestimmt, die sich ergeben, wenn die Testfarben mit der zu prüfenden Lichtquelle bzw. mit der Bezugslichtquelle beleuchtet werden. Je geringer die Abweichung ist, desto besser ist die Farbwiedergabe-Eigenschaft der geprüften Lichtquelle. Eine Lichtquelle mit  $R_a = 100$  gibt alle Farben wie unter der Bezugslichtquelle optimal wieder. Je niedriger der  $R_a$ -Wert ist, umso weniger gut werden die

Farben wiedergegeben. Zum Beispiel ist die Bezugslichtquelle für tageslichtweiße Lichtquellen das natürliche Tageslicht mit einer Farbtemperatur von 6.500 K, was einem bedeckten Himmel ohne Sonnenlicht entspricht. Für Lichtquellen mit einer Farbtemperatur  $< 5.000$  K ist die Bezugslichtart der sogenannte Planck'sche Strahler (Temperaturstrahler). Leuchtmittel mit ähnlichsten Farbtemperaturen  $T_{cp} < 2.000$  K haben oft deutlich niedrigere Farbwiedergabe-Eigenschaften  $R_a$  als Leuchtmittel ab ca. 2.000 K.

Sicherheitsfarben müssen immer als solche erkennbar sein. Daher müssen die Lichtquellen einen Farbwiedergabeindex von mindestens 20 aufweisen (siehe auch DIN ISO 3864-1, Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Teil 1: Gestaltungsgrundlagen für Sicherheitszeichen und Sicherheitsmarkierungen).

In den einschlägigen Normen zur Außenbeleuchtung sind in der Regel Mindestanforderungen an die Farbwiedergabe gestellt. Ausgenommen davon ist die Normenreihe DIN EN 13201 für die Straßenbeleuchtung, deren Ziel die Erhöhung der Sicherheit ist. Diese ist ursächlich mit der Sehleistung (Gütemerkmale: Leuchtdichte bzw. Beleuchtungsstärke) und weniger mit dem Sehkomfort (Gütemerkmal u. a. die Lichtfarbe und Farbwiedergabe) verknüpft. In Fußgängerbereichen hingegen spielt der Sehkomfort und damit die Lichtfarbe und Farbwiedergabe der

eingesetzten Leuchtmittel jedoch eine wichtigere Rolle für eine sichere Wahrnehmung und Akzeptanz derartiger Verkehrsbereiche.

Grundsätzlich soll die Beleuchtungsanlage eine Farbwiedergabe aufweisen, die

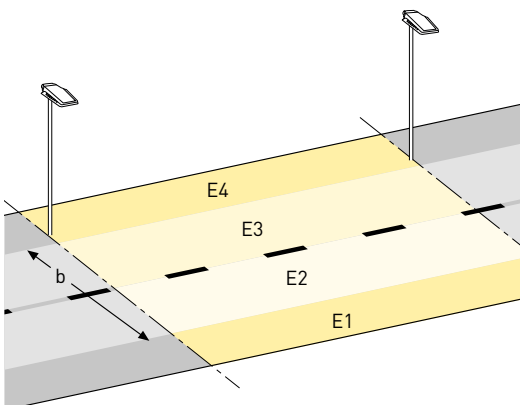
- das Führen von Fahrzeugen,
- die Orientierung der Fußgänger und
- die Identifikation von Personen (Gesichtserkennung) oder Objekten (z. B. Verkehrszeichen oder Hindernisse) ermöglicht.

Betreiber von Beleuchtungsanlagen wählen besondere Farbwiedergabe-Eigenschaften von Leuchtmittel auch aus Gründen des Beleuchtungskomforts oder möglicherweise wegen einer Kameraüberwachung aus. Inzwischen hat sich in der Praxis der Außenbeleuchtung mit der Einführung der LED-Technologie ein Wert von  $R_a \geq 70$  für die Farbwiedergabe-Eigenschaften durchgesetzt.

#### 4.4 Randbeleuchtungsstärkeverhältnis $R_{EI}$

Eine gute Straßenbeleuchtung beschränkt sich nicht nur auf die Beleuchtung der Fahrbahn, sondern bezieht einen Teil der angrenzenden Flächen mit ein, für die keine besonderen lichttechnischen Anforderungen festgelegt sind. Damit soll der Verkehrsraum auch im peripheren Bereich des Gesichtsfeldes angemessen beleuchtet werden. Das Randbeleuchtungsstärkeverhältnis  $R_{EI}$  (Ratio Edge Illumination) dient zur Beschreibung dieser verbesserten räumlichen Orientierung.

Das Randbeleuchtungsstärkeverhältnis  $R_{EI}$  wird nur für Verkehrsflächen angewendet, die nach Leuchtdichte (M-Beleuchtungsklassen) bewertet werden und an deren Seiten keine Bewertungsflächen mit eigenen Beleuchtungskriterien vorgeschrieben sind.



**Bild 18:**  
Zur Erläuterung des  
Randbeleuchtungs-  
stärkeverhältnisses  $R_{EI}$



Zur Bestimmung des Randbeleuchtungsstärkeverhältnisses ist eine Bewertung für jede Seite der Fahrbahn (Straße) vorzunehmen. Dazu werden am Rand jeder Fahrbahnseite jeweils die mittleren Beleuchtungsstärken der Flächen von zwei Längsstreifen (Randstreifen) bewertet. Ein Streifen befindet sich dabei auf der Fahrbahn, der andere Streifen neben der Fahrbahn.

Bild 18 zeigt exemplarisch die Lage der Randstreifen und deren Anordnung zur Berechnung des Randbeleuchtungsstärkeverhältnisses  $R_{EI}$ .

Das Randbeleuchtungsstärkeverhältnis  $R_{EI}$  berechnet sich nach DIN EN 13201-3, typischerweise als das Verhältnis der mittleren Beleuchtungsstärke der äußeren Fahrstreifen zu den jeweils angrenzenden Flächen, wobei diese die gleiche Breite wie die Fahrstreifen haben.

$$R_{EI12} = \frac{\bar{E}_1}{\bar{E}_2}$$

$$R_{EI43} = \frac{\bar{E}_4}{\bar{E}_3}$$

$$R_{EI} = \min(R_{EI12}; R_{EI43})$$

Bei zwei Richtungsfahrbahnen muss jede Seite der Fahrbahn die Mindestanforderungen an das Randbeleuchtungsstärkeverhältnis der jeweiligen M-Beleuchtungsklasse erfüllen. Daher muss der niedrigere Wert beider Fahrbahnseiten den Vorgaben für das Randbeleuchtungsstärkeverhältnis nach Tabelle 3.13 entsprechen.

Nur wenn der freie (Längs-) Streifen neben der Fahrbahn schmaler ist, ist auch die Breite des (Längs-) Streifens auf der Fahrbahn schmaler auszulegen. Die Breite aller vier Randstreifen muss gleich sein. Für Straßen mit Richtungstrennung werden beide Fahrbahnen zusammen als eine Fahrbahn betrachtet, es sei denn, der Abstand voneinander beträgt mehr als 10 m.



# WEITERE RELEVANTE VERKEHRSFLÄCHEN



## 5

**WEITERE RELEVANTE VERKEHRSFLÄCHEN****5.1  
Fußgängerüberwege**

Fußgängerüberwege FGÜ (auch Zebrastrifen genannt) sind eine von mehreren Möglichkeiten zur Sicherung des Fußgängers beim Überqueren der Fahrbahn. Seit geraumer Zeit wurden vor allem aus Kostengründen wieder vermehrt FGÜ angelegt. Gegenüber Fußgänger-Signalanlagen werden Ihre Kosten mit nur 20 – 30 Prozent an gegeben.

Nach der deutschen Straßenverkehrsordnung (StVO § 26) haben an Fußgängerüberwegen Fahrzeuge mit Ausnahme von Schienenfahrzeugen den Fußgängern sowie Fahrern von Krankenfahrstühlen oder Rollstühlen, welche den Überweg erkennbar benutzen wollen, das Überqueren der Fahrbahn zu ermöglichen. Dann dürfen sie nur mit mäßiger Geschwindigkeit heranfahren; wenn nötig müssen sie warten.

Diese Regelung macht nur Sinn, wenn der Fußgängerüberweg selbst und die Absicht der Fußgänger, den FGÜ zu betreten, vom Kraftfahrer auch erkannt werden. Dies setzt grundsätzlich die Kennzeichnung des FGÜ mit dem Zeichen 293 der StVO (weiße Streifen auf der Fahrbahn) und ausreichende Sicht des Überweges und dessen Wartebereiche für Fußgänger, d. h. auch deren Beleuchtung in der Dunkelheit, voraus.

Die Beleuchtung von Fußgängerüberwegen wird im Anhang von DIN EN 13201-2 erwähnt. Dabei wird auf die in einigen europäischen Ländern geltenden nationalen Standards mit detaillierten lichttechnischen Anforderungen und Planungsempfehlungen hingewiesen.

Konkrete Anforderungen werden in DIN EN 13201 nicht gegeben. Es wird jedoch empfohlen, Leuchten mit asymmetrischer Lichtstärkeverteilung vor dem FGÜ so anzuordnen, dass die Fußgänger aus der Sicht des Kraftfahrers angestrahlt werden und so ein Positivkontrast gegenüber dem dunkleren Fahrbahn hintergrund entsteht. Die Zonen, in denen Fußgänger vor Betreten des FGÜ warten, sind ebenso zu beleuchten.

Für die Beleuchtung von Fußgängerüberwegen sind in Deutschland folgende Richtlinie und Normen heranzuziehen:

- „Richtlinien für die Anlage und Ausstattung von Fußgängerüberwegen (R-FGÜ 2001)“, herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr.
- DIN 67523 „Beleuchtung von Fußgängerüberwegen (Zeichen 293 der Straßenverkehrsordnung StVO) mit Zusatzbeleuchtung“ (Teile 1 und 2).

Nach R-FGÜ 2001 dürfen FGÜ nur innerhalb geschlossener Ortschaften und bei maximal 50 km/h angelegt werden. Sie müssen bei 50 km/h (30 km/h) aus einer Entfernung von 100 m (50 m) erkennbar sein. Die ungehinderte Sicht zu den Warteflächen der Fußgänger (die sich außerhalb der Fahrbahn auf dem Randstreifen befinden) muss mindestens 50 m bei 50 km/h bzw. 30 m bei 30 km/h betragen. Sind diese Bedingungen aus örtlichen Gegebenheiten nicht realisierbar, dürfen Fußgängerüberwege nicht angeordnet werden.

Fußgängerüberwege müssen nach R-FGÜ 2001 beleuchtet sein, damit Fußgänger auch bei Dunkelheit und bei regennasser Fahrbahn auf dem Fußgängerüberweg und auf der Wartefläche am Straßenrand aus beiden Richtungen deutlich erkennbar sind – ebenso auch die Markierung des Fußgängerüberweges.

Hinsichtlich der Ausführung der Beleuchtung von Fußgängerüberwegen verweist die R-FGÜ auf die Norm DIN 67523. Damit hat diese Norm praktisch die gleiche rechtliche Verbindlichkeit.

DIN EN 13201-2 und DIN 67523 beschreiben grundsätzlich zwei Arten der Beleuchtung von Fußgängerüberwegen:

- **Negativkontrast:** Der Fußgänger wird nur gering beleuchtet und erscheint als dunkle Silhouette vor dem durch Beleuchtung aufgehellten Hintergrund.
- **Positivkontrast:** Der Fußgänger wird angestrahlt und erscheint hell vor dem durch die allgemeine Straßenbeleuchtung beleuchteten, meist dunkleren Hintergrund.

Wenn ein ausreichend hohes Beleuchtungsniveau auf der Straßenoberfläche vorhanden ist, können die Leuchten der Straßenbeleuchtung so positioniert werden, dass ein ausreichender Negativkontrast zwischen dem (dunklen) Fußgänger und dem hellen Hintergrund (Straßenoberfläche) entsteht. Nach DIN 67523 ist das der Fall, wenn der Straßenabschnitt 50 m vor und bis 50 m hinter dem Fußgängerüberweg während der gesamten Dunkelheit mit dem Wartungswert der mittleren Leuchtdichte  $\bar{L}$  von mind.  $1,5 \text{ cd/m}^2$ , einer Längsgleichmäßigkeit von  $U_l = 0,7$  und einer Gesamtgleichmäßigkeit von  $U_o = 0,4$  beleuchtet ist.

Wenn kein ausreichend hohes Beleuchtungsniveau auf der Straße vorhanden ist, so ist nach R-FGÜ 2001 und DIN 67523 eine Zusatzbeleuchtung vorzusehen, mit der der Fußgänger angestrahlt wird und damit ein Positivkontrast zwischen dem (hellen) Fußgänger und der (vergleichsweise dunklen) Straßenoberfläche entsteht. Dabei muss besonders auf die Begrenzung der Blendung der entgegenkommenden Fahrzeugführer geachtet werden.

Die Zusatzbeleuchtung muss einen Wartungswert der mittleren vertikalen Beleuchtungsstärke von mindestens  $30 \text{ lx}$  auf der Mittelachse und (wegen der Kinder) in  $1,0 \text{ m}$  Höhe über dem Fußgängerüberweg erzeugen – und zwar in Richtung des anfahrenden Fahrzeuges. An keinem der definierten Bewertungspunkte darf die vertikale Beleuchtungsstärke in  $1,0 \text{ m}$  Höhe über dem Boden den Wert  $4 \text{ lx}$  unterschreiten. Insbesondere gilt dieser Minimalwert für die Bewertungspunkte auch der angrenzenden Wartebereiche außerhalb der Fahrbahn im Abstand von  $1,0 \text{ m}$  vom Fußgängerüberweg.

$100 \text{ m}$  vor und  $100 \text{ m}$  hinter dem FGÜ muss der Wartungswert der Fahrbahnleuchtdichte  $\bar{L}$  mindestens  $0,3 \text{ cd/m}^2$  betragen, ggf. ist das Niveau der stationären Straßenbeleuchtung in diesem Streckenbereich anzuheben. Eine von der Straßenbeleuchtung deutlich abweichende Lichtfarbe der FGÜ-Beleuchtung kann die Aufmerksamkeit und Sicherheit zusätzlich zur Erhöhung des Beleuchtungsniveaus verbessern.

#### Anforderungen an die Beleuchtung von Fußgängerüberwegen nach DIN 67523-1 und DIN EN 13201-2

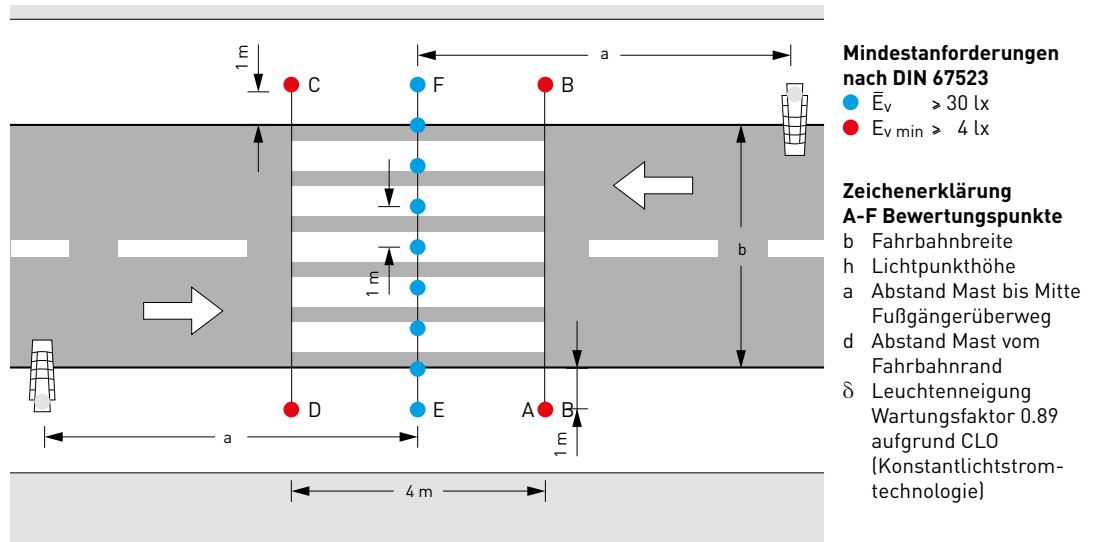
Fahrbahnleuchtdichte	Zusatzbeleuchtung für den FGÜ	Kontrast	Anmerkungen
mindestens $50 \text{ m}$ vor und $50 \text{ m}$ hinter dem FGÜ gilt – $\bar{L} \geq 1,5 \text{ cd/m}^2$ – $U_l \geq 0,7$ – $U_o \geq 0,4$ – $f_{Tl} \leq 10 \%$ – $R_{Ei} \geq 0,35$ $E_{v,\min} \geq 4 \text{ lx}$ an Bewertungspunkte E-F des FGÜ	nicht erforderlich	Negativkontrast	Die Fahrbahnleuchtdichte $\bar{L}$ und die weiteren Güteermerekmale $U_l$ , $U_o$ , $f_{Tl}$ und $R_{Ei}$ entsprechen den Anforderungen der Beleuchtungsklasse M2.
$\bar{L} \leq 1,5 \text{ cd/m}^2$	erforderlich mit – $\bar{E}_v \geq 30 \text{ lx}$ – $E_{v,\min} \geq 4 \text{ lx}$ – $100 \text{ m}$ vor und $100 \text{ m}$ nach dem FGÜ $\bar{L} \geq 0,3 \text{ cd/m}^2$	Positivkontrast	Bewertungsfläche ist der Fußgängerüberweg und die Warteflächen, Bewertungspunkte A-F

**Tabelle 5.1:**  
Anforderungen an die Beleuchtung von Fußgängerüberwegen nach DIN 67523-1 und DIN EN 13201-2

Bevorzugt werden schräg strahlende Leuchten, die jeweils aus der Sicht des anfahrenden Fahrzeugs vor dem Fußgängerüberweg installiert sind.

Bild 19 zeigt die in DIN 67523 festgelegten Eck- bzw. Bewertungspunkte für die Beleuchtung des FGÜ und der Warteflächen sowie die Bewertungs-

punkte in 1,0 m Abstand zueinander und in 1,0 m Höhe über der Mittelachse des FGÜ. Die Breite der Warteflächen für die Fußgänger beträgt jeweils 1,0 m ab den Fahrbahnrand. Ebenso sind die Planungsdaten für die Beleuchtung des FGÜ mit Leuchten spezieller asymmetrischer Lichtstärkeverteilung für hohe vertikale Beleuchtungsstärken auf dem Fußgänger dargestellt.



**Bild 19:** Bewertungspunkte an Fußgängerüberwegen

**Beispielberechnungen für Fußgängerüberwege**

Leuchte	Leuchtenneigung	b [m]	h [m]	d [m]	a [m]	$E_v$ [lx]	$E_{v, \text{min}}$ [lx]
LIQ 50N-FR1L/5600-740 6G1 ET	10°	6,5	6	1	4,5	36	7,37
LIQ 50N-FR1L/5600-740 6G1 ET	15°	6,5	6	2	5	35	7,01
LIQ 70N-FR1L/9100-740 10G1 ET	5°	6,5	8	1	6	36	11,6
LIQ 70N-FR1L/9100-740 10G1 ET	10°	6,5	8	2	6,5	36	12
LIQ 50N-FR1L/5600-740 6G1 ET	10°	7,5	6	1	6	34	4,56
LIQ 50N-FR1L/5600-740 6G1 ET	15°	7,5	6	2	6	32	5,01
LIQ 70N-FR1L/9100-740 10G1 ET	5°	7,5	8	1	6	35	8,59
LIQ 70N-FR1L/9100-740 10G1 ET	10°	7,5	8	2	7	35	8,26

Hinweis:

Grundsätzlich dürfen die Leuchten nicht direkt über dem Fußgängerüberweg angeordnet werden, weil damit nur horizontale Beleuchtungsstärken auf dem Kopf des Fußgängers erzeugt werden, die der Kraftfahrer nicht sieht.

**Tabelle 5.2:** Beispielberechnungen für Fußgängerüberwege

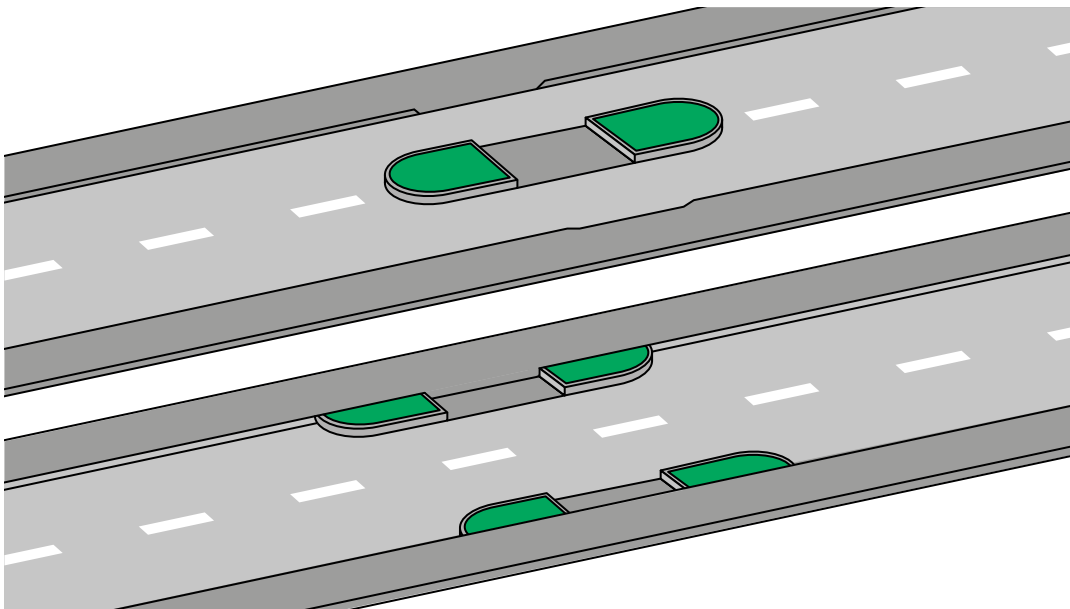
## 5.2 Querungshilfen

Fußgänger-Querungshilfen (FGQ) sind bauliche Einrichtungen auf der Straße, die den Fußgängerverkehr an dieser Stelle bündeln und unterstützen sollen. Meist werden dazu in der Mitte der Fahrbahn Verkehrsinseln (Fahrbahnsteiler) geschaffen, die von den Fußgängern als Wartezone für das Überqueren der nächsten Fahrbahn genutzt werden. Damit können sich vor allem ältere Menschen, Behinderte und Kinder besser auf die jeweilige Verkehrsrichtung der dadurch geteilten Straße konzentrieren. Auch bauliche Verengungen und zusätzliche Aufpflasterungen können das Überqueren der Fahrbahn erleichtern (Bild 20). Die Fahrbahnüberquerung ist nicht mit Fahrbahnmarkierungen (z. B. Zebrastreifen) gekennzeichnet. Daher erfüllen Stellen mit Querungshilfen zwar eine ähnliche Aufgabe wie Fußgängerüberwege, sind jedoch straßenverkehrsrechtlich anders eingestuft: Hier haben Fußgänger kein Vorrecht vor den Kraftfahrern.

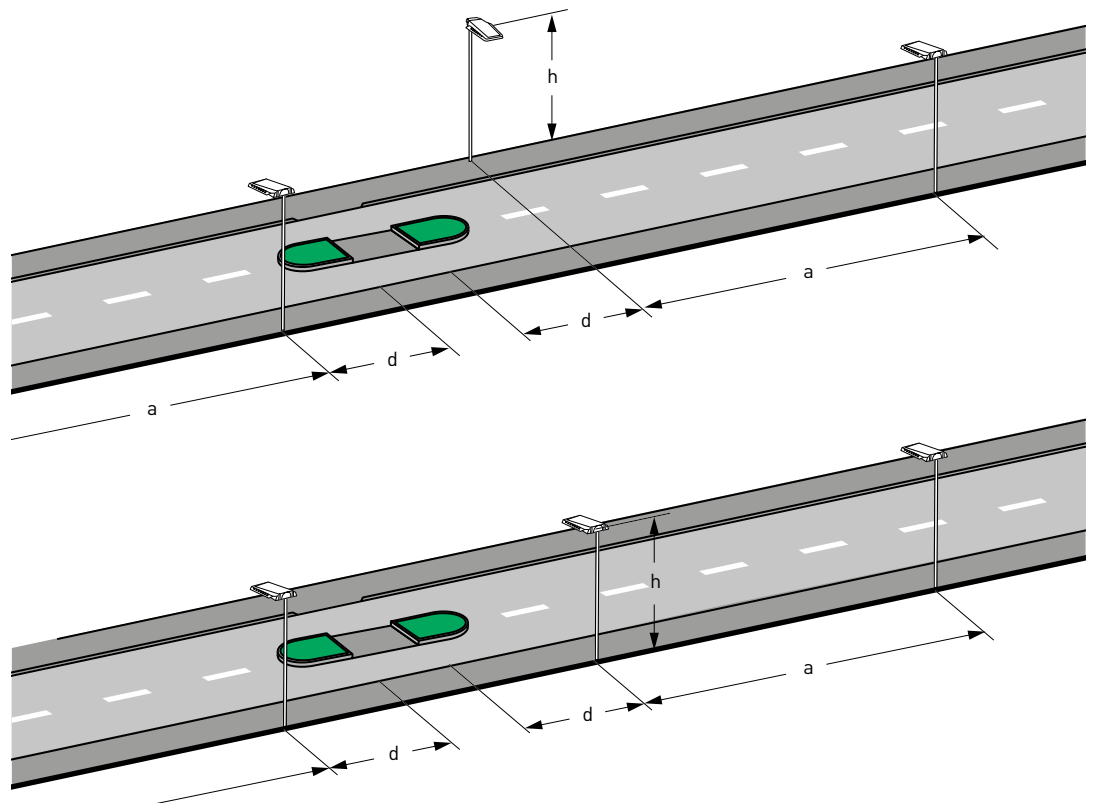
Im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht müssen Fußgänger-Querungshilfen nicht beleuchtet werden. Dennoch ist die Frage nach dem Vorteil einer Beleuchtung wichtig und wird sogar

teils kontrovers diskutiert. Für eine Beleuchtung spricht, dass der Kraftfahrer die Passanten rechtzeitig erkennen und entsprechend reagieren kann. Dagegen spricht, dass die Fußgänger ihre Aufmerksamkeit auf den fließenden Verkehr vernachlässigen, weil sie annehmen, die beleuchtete Fahrbahnquerung habe die gleiche Vorrechtsfunktion wie ein gekennzeichnete Fußgängerüberweg und der Kraftfahrer wird schon rechtzeitig anhalten. Durch diese Fehleinschätzung entsteht für sie eine erhöhte Unfallgefahr.

Die Lösung dieses scheinbaren Konflikts ist eine vertikale Beleuchtung im Bereich der Querung, die im Niveau deutlich unter dem Beleuchtungsniveau gekennzeichnete Fußgängerüberwege liegt, aber hoch genug ist, damit der Kraftfahrer die Verkehrssituation sicher übersehen und entsprechend reagieren kann. Anzustreben ist eine mittlere vertikale Beleuchtungsstärke von 10 lx in 1,0 m Höhe über der Fahrbahn, die bei geeigneter Anordnung der Leuchten zur Querungshilfe ohne Zusatzinstallationen, lediglich durch Verringerung der Mastabstände der Straßenbeleuchtung, erreicht werden kann. Der Abstand  $d$  (Bild 21) der zwei Leuchten zur Querungshilfe sollte etwa der Lichtpunkthöhe der Leuchten entsprechen.



**Bild 20:**  
Querungshilfen durch  
Mittelinsel (oben) oder  
Fahrbahneinengung



**Bild 21:**  
Anordnung der Leuchten für die Beleuchtung von Fußgänger-Querungshilfen ( $d = h$ )

# LICHT UND UMWELT





## 6

**LICHT UND UMWELT**

Nicht zuletzt durch das Inkrafttreten des geänderten Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) am 1. März 2022 hinsichtlich der erweiterten Bewertung der Lichtimmissionen, treten in den letzten Jahren vermehrt Fragen auf, wie eine Beleuchtungsanlage nicht nur ökonomisch sondern auch ökologisch sinnvoll ausgeführt werden sollte.

Die Umsetzung der Maßnahmen des BNatSchG, wie beispielsweise die Eindämmung von Lichtimmissionen oder die Erweiterung der Liste gesetzlich geschützter Biotope, erfordern weitere rechtliche Ergänzungen.

Bereits zuvor veröffentlichte Empfehlungen aus Bayern sowie das Naturschutzgesetz von Baden-Württemberg behandeln das Thema Lichtimmissionen, sorgen mit ihren allgemein formulierten Vorgaben für offene Fragen bei Planern und Betreibern und so für einige Irritationen und Verunsicherungen im Markt.

Insekten sind integraler Bestandteil der biologischen Vielfalt. Sie spielen in Ökosystemen eine sehr wichtige Rolle. Sowohl die Gesamtmasse der Insekten als auch deren Artenvielfalt ist in Deutschland in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen. Mit dem verabschiedeten Aktionsprogramm Insektenschutz hat sich die Bundesregierung die Aufgabe gesetzt, das Insektensterben umfassend zu bekämpfen. Ziel des Programms ist es, eine Trendumkehr beim Rückgang der Insekten und ihrer Artenvielfalt zu schaffen.

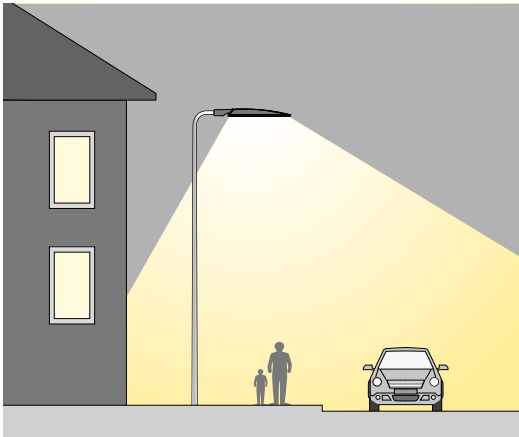
Diesen Zusammenhang behandelt das BNatSchG durch den neu eingeführten §41a den „Schutz von Tieren und Pflanzen vor nachteiligen Auswirkungen von Beleuchtungen“. Nach §54 des Gesetzes soll das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) mit Zustimmung des Bundesrates eine entsprechende Rechtsverordnung erstellen. Diese ist zum Zeitpunkt des Erscheinens dieser Publikation noch nicht verfügbar. Nach ersten Gesprächen scheint jedoch Konsens darüber zu bestehen, dass

zwischen schützenswerten, weniger schützenswerten und nicht betroffenen Gebieten unterschieden werden soll.

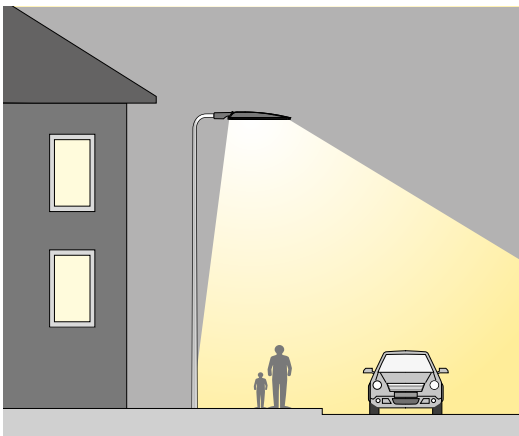
Eine Arbeitsgruppe des Fachverbandes Licht beim ZVEI e.V. (Verband der Elektro- und Digitalindustrie), bestehend aus Herstellern von Außenleuchten, Betreibern von Straßenbeleuchtungsanlagen sowie Wissenschaftlern aus dem Bereich Lichttechnik mit dem Schwerpunkt der Außenbeleuchtung, veröffentlichte im Februar 2022 ein erstes Positionspapier „Beleuchtung unter Naturschutzaspekten“. Das Papier gibt Hinweise zu aktuell diskutierten Themen der Beleuchtung in Bezug zum BNatSchG, den Rechtsverordnungen des Bundes und der Länder oder sonstiger Handlungsempfehlungen bzw. -vorgaben von Landkreisen. Dabei wurden Fragen gestellt, wie ökologisch und insektenfreundlich Beleuchtung sein kann? Dazu wurde ihre Wirkungen auf Natur- und Artenschutz bereits in vielen wissenschaftlichen Untersuchungen analysiert. Themen wie die Rhythmusverschiebung bei Mensch und Tier, die Anziehungskraft des Lichts auf Insekten, Fledermäuse aber auch Vögel sowie die Bildung von Lichtbarrieren für Fische wurden betrachtet.

Mit einem noch ausstehenden Informationspapier sollen die Positionen mit weiterreichenden Informationen, zusammengetragen aus vielen wissenschaftlichen Untersuchungen und Betrachtungen, untermauert werden.

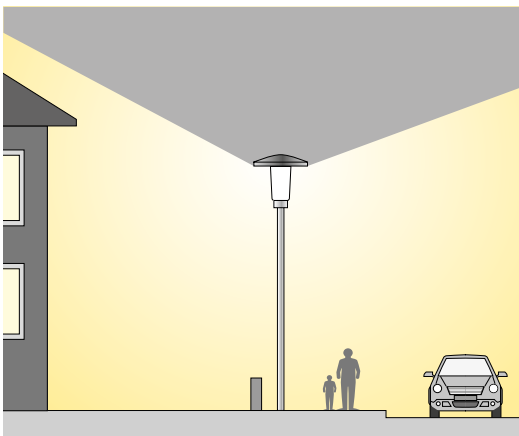
Zu diesem Zeitpunkt kann bereits als sicher angenommen werden, dass LED-Leuchten gegenüber Leuchten mit bereits in der Vergangenheit als „insektenfreundlich“ geltenden Natriumhochdrucklampen, bei vergleichbaren Lichtstärkeverteilungen der Leuchten, ein um etwa 40 Prozent (bei 6.000 K) bis 50 Prozent (bei 3.000 K) geringeres Anflugverhalten verschiedenster Insektenarten besitzen. Für einzelne Arten von Insekten können diese Werte jedoch erheblich abweichen. Mit einem auf die gesamte Tierwelt bezogenen Blick lässt sich die Festlegung auf eine bestimmte Lichtfarbe für die Außenbeleuchtung nicht rechtfertigen. Viel-



Zielgerichtete Lichtverteilung für den sicheren Betrieb und des urbanen Aufenthalts in den ersten Dunkelstunden.



In den späten Abendstunden wird das Licht durch adaptive Beleuchtung zielgerichteter und umweltschonender auf die Verkehrs- und direkt angrenzende Flächen reduziert.



Leuchte mit hohem indirektem Lichtanteil und vertikal leuchtenden Flächen, die bereits aus größerer Ferne sichtbar ist. In schützenswerten Gebieten nicht ratsam.

**Bild 22:** Unterschiedliche Lichtverteilung von Leuchten

mehr sind die Fragen zu stellen, wann, wo und in welcher Intensität Beleuchtung benötigt wird? Sie soll Verkehrsteilnehmern die sichere Nutzung von Verkehrsflächen ermöglichen, in bestimmten Gebieten temporär auch der Steigerung der Aufenthaltsqualität für den Menschen dienen, aber eben auch umweltbedingte Einflüsse berücksichtigen. Mit den erweiterten Möglichkeiten der DIN 13201-1 und der Anwendung adaptiver Beleuchtung sind die Grundlagen zur Berücksichtigung aller Beweggründe gegeben.

So sind in schützenswerten Gebieten insbesondere die Lichtstärkeverteilung der Leuchten zu beachten, Leuchten mit geringen Anteilen vertikal leuchtender Flächen auszuwählen, die notwendigen Beleuchtungsstärken oder Leuchtdichten sorgsam zu wählen, ggf. auch temporär anzupassen sowie Augenmerk auf die notwendige Lichtpunkthöhe zu legen.

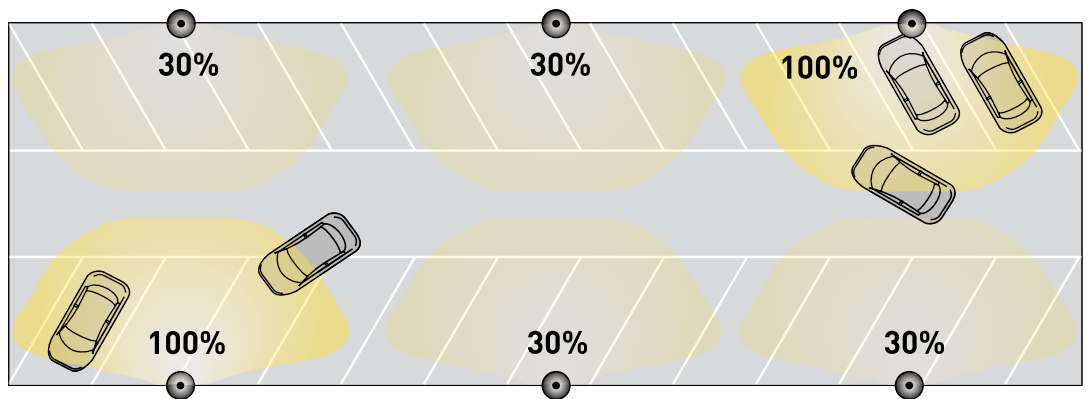
Durch die technologische Weiterentwicklung zur LED-Technologie stehen im Bereich der Licht- und Beleuchtungstechnik darüber hinaus erweiterte Möglichkeiten der Steuerungstechnologie zur Verfügung, mit deren Hilfe sich auch Verbesserungen für den Umweltschutz erreichen lassen. Ein Beispiel dafür ist das unter Kapitel 3.5.3 dargestellte „mitfahrende Licht“ auf Radwegen. Ein anderes ist die präsenzabhängige Steuerung eines Parkplatzbereiches (siehe Bild 23). Erfassen die Sensoren keine fahrenden Fahrzeuge oder gehende Personen, wird in den nicht genutzten Bereichen des Parkplatzes ein niedriges Dimmlevel zur Orientierung umgesetzt. Bei der Detektion von Personen oder Fahrzeugen, werden die Leuchten in den genutzten Bereichen auf die volle Beleuchtungsstärke hochgeregelt.

Diese Beispiele zeigen auf, dass es bereits heute möglich ist, eine sichere oder auch dem urbanen Aufenthalt dienende Beleuchtung mit den Anforderungen des Umwelt- und Artenschutzes zu vereinbaren.

Die Verminderung und die Kontrolle von Lichtimmissionen im Allgemeinen, insbesondere jedoch in schützenswerten Gebieten wie Naturschutzgebieten, Nationalparks oder sonstigen Randbereichen zur Natur ist das Ziel. In Naturschutzgebieten bzw. schützenswerten Gebieten von Nationalparks sollen Außenbeleuchtungsanlagen nur noch in begründeten Ausnahmefällen zugelassen werden, z. B. um die Verkehrssicherheit für Fußgänger, Rad- oder Autofahrer zu gewährleisten und der Verkehrssicherungspflicht zu entsprechen. In weiteren schützenswerten Gebieten müssen neu errichtete Beleuchtungen an Straßen und Wegen so gestaltet und ausgestattet werden, dass sie Tiere und Pflanzen umfassend vor Lichtimmissionen schützen. Dies trifft auch auf andere Außenbeleuchtungen von baulichen Anlagen und Grundstücken sowie beleuchteten oder lichtemittierenden Werbeanlagen zu. In

diesen Gebieten sind dann auch bestehende Beleuchtungsanlagen an öffentlichen Straßen und Wegen gemäß Anforderungen der derzeit noch nicht zur Verfügung stehenden Rechtsverordnung um- oder nachzurüsten.

Vor diesen Hintergründen hat die Arbeitsgruppe des Fachverbandes Licht beim ZVEI e. V. ein neues „Gebietszonenmodell zur Einstufung der Beleuchtung“ erarbeitet (siehe Tabelle 6.1). In diesem wurden die Begriffe und Hinweise aus dem Bundesnaturschutzgesetz BNatSchG, der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), der Internationalen Beleuchtungskommission (CIE), des Baugesetzbuches (BauG), der Baunutzungsverordnung (BauNVO), dem Umweltbundesamt (UBA) und vieler Forschungsergebnisse aufgenommen und zur Anwendung empfohlen.



**Bild 23:**  
Präsensabhängige  
Steuerung  
von Leuchten

### Empfehlung für ein neues Gebietszonenmodell zur Einstufung der Beleuchtung

In den Zonen E1 bis E4 gelten jeweils die anwendungs- und/oder objektspezifischen gesetzlichen Vorgaben, Richtlinien, technische Regeln für den Arbeitsschutz und Normen für die zu beleuchtenden Flächen. Städte und Gemeinden können aus einer Kombination mehrerer Zonen E0 bis E4 bestehen.

Zone	Beschreibung	E <sub>v,max</sub> Fassade durch Verkehrsbeleuchtung			Anstrahlung		Cut-Off	Lichtrichtung/ Aufstellort	ULR	Spektrum
		6-20 Uhr	20-22 Uhr	22-6 Uhr	20-22 Uhr	22-6 Uhr				
E0	Nationalparks, Biosphärenreservate, Naturparks, Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, DarkSky-Gebiete, Observatorien Ausgenommen innenliegende Siedlungsgebiete	kein Licht	kein Licht	kein Licht	nein	nein	n/a	n/a	n/a	n/a
E1	Sonderbauflächen (mit hohem Grünanteil ohne gewerblichen Charakter ohne großfl. Einzelhandel)	1	1	1	ja	nein	Full Cut Off	asymmetrische Lichtverteilung, Lichtschwerpunkt zur Verkehrsfläche  Aufstellort: Abstrahlung von der schützenswerten Fläche weg hin zur zu beleuchtenden Fläche	0 %	für das jeweilige Habitat geeignet
E2	allgemeine und besondere Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete, Dorfgebiete, Erholungsgebiete Ausgenommen innenliegende Gebiete nach Zone 0 und 1	3	3	1	ja	nein			2,5 %	für die jeweilige Beleuchtungsanwendung geeignet
E3	Mischgebiete Ausgenommen innenliegende Gebiete nach Zone 0 und 1	5	3	1	ja	nein			5 %	für die jeweilige Beleuchtungsanwendung geeignet
E4	Kerngebiete, Gewerbegebiete, Industriegebiete Ausgenommen innenliegende Gebiete nach Zone 0 und 1	15	15	5	ja	ja			15 %	für die jeweilige Beleuchtungsanwendung geeignet

Tabelle 6.1: Empfehlung für ein neues Gebietszonenmodell zur Einstufung der Beleuchtung



# ASSISTENT ZUR ERMITTLUNG DER BELEUCHTUNGS- KLASSEN



## 7 ASSISTENT ZUR ERMITTLUNG DER BELEUCHTUNGSKLASSEN

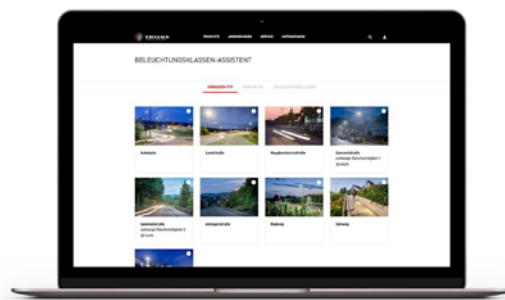
Der TRILUX-Online-Beleuchtungsklassen-Assistent 13201 ermöglicht die Ermittlung der Beleuchtungsklassen von Verkehrsflächen nach DIN 13201-1.

Die Bestimmung der Beleuchtungsklasse und der notwendigen lichttechnischen Anlagendaten erfolgt auf einfache Weise durch die Auswahl objektspezifischer Parameter.

Zu finden ist der TRILUX-Online-Beleuchtungsklassen-Assistent unter [www.trilux.com/beleuchtungsklassen-assistent](http://www.trilux.com/beleuchtungsklassen-assistent)

Nachfolgende Beispiele zeigen Bildschirmdarstellungen der Anwendung des Assistenten.

Bild 24:  
TRILUX-Online-  
Beleuchtungsklassen-  
Assistent 13201



### BELEUCHTUNGSKLASSEN ASSISTENT 13201

Bestimmen Sie jetzt die richtigen Beleuchtungsklassen für Ihre Straße zu verschiedenen Nachtzeitpunkten mit den Beleuchtungsklassen Assistent 13201.

**BELEUCHTUNGSKLASSE BESTIMMEN**

[www.trilux.com/beleuchtungsklassen-assistent](http://www.trilux.com/beleuchtungsklassen-assistent)

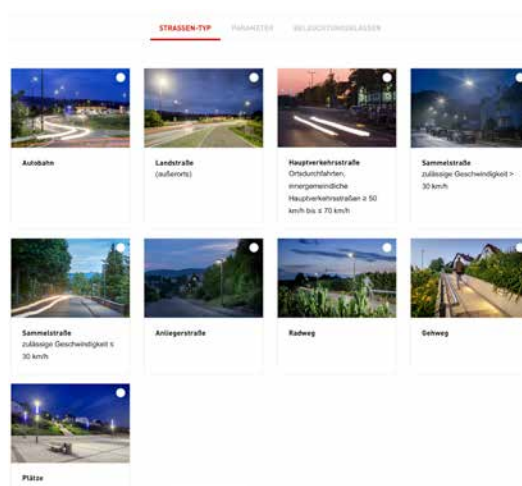


Bild 25: Auswahl des Straßentyps

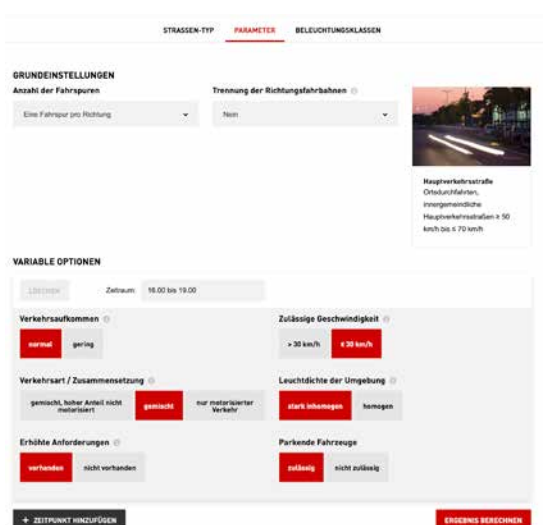


Bild 26: Auswahl Parameter und Zeiträume

VARIABLE OPTIONEN

**LÖSCHEN** Zeitraum: 16.00 bis 19.00

**Verkehrsaufkommen** ?  
 normal  gering

**Zulässige Geschwindigkeit** ?  
 > 30 km/h  ≤ 30 km/h

**Verkehrsart / Zusammensetzung** ?  
 gemischt, hoher Anteil nicht motorisiert  gemischt  nur motorisierter Verkehr

**Leuchtdichte der Umgebung** ?  
 stark inhomogen  homogen

**Erhöhte Anforderungen** ?  
 vorhanden  nicht vorhanden

**Parkende Fahrzeuge**  
 zulässig  nicht zulässig

**LÖSCHEN** Zeitraum: 19.00 bis 22.00

**Verkehrsaufkommen** ?  
 normal  gering

**Zulässige Geschwindigkeit** ?  
 > 30 km/h  ≤ 30 km/h

**Verkehrsart / Zusammensetzung** ?  
 gemischt, hoher Anteil nicht motorisiert  gemischt  nur motorisierter Verkehr

**Leuchtdichte der Umgebung** ?  
 stark inhomogen  homogen

**Erhöhte Anforderungen** ?  
 vorhanden  nicht vorhanden

**Parkende Fahrzeuge**  
 zulässig  nicht zulässig

**+ ZEITPUNKT HINZUFÜGEN** **ERGEBNIS BERECHNEN**

Bild 27:  
Einfügen weiterer Zeiträume ( $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots$ ) für die adaptive Beleuchtung

# M3

Hauptverkehrsstraße :  
Beleuchtungsklasse für den Zeitraum 16.00 bis 19.00

**PDF SPEICHERN**

**ZUM KONFIGURATOR**

# M4

Hauptverkehrsstraße :  
Beleuchtungsklasse für den Zeitraum 19.00 bis 22.00

**PDF SPEICHERN**

**ZUM KONFIGURATOR**

# M5

Hauptverkehrsstraße :  
Beleuchtungsklasse für den Zeitraum 22.00 bis 5.30

**PDF SPEICHERN**

**ZUM KONFIGURATOR**

# M3

Hauptverkehrsstraße :  
Beleuchtungsklasse für den Zeitraum 5.30 bis 8.00

**PDF SPEICHERN**

**ZUM KONFIGURATOR**

Bild 28:  
Darstellung der Beleuchtungsklassen für die verwendeten Zeiträume



**Bild 29:**  
Dokumentation  
der ausgewählten  
Parameter für die  
Beleuchtungsklasse  
für jeden gewählten  
Zeitraum



TRILUX Vertrieb GmbH, Postfach 1360, D-52751 Arnsberg

**STRASSENTYP HAUPTVERKEHRSSTRASSE (ZEITRAUM: 16.00 BIS 19.00)**

GRUNDEINSTELLUNGEN

PARAMETER	GEWÄHLTER WERT
Anzahl der Fahrspuren	Eine Fahrspur pro Richtung
Trennung der Richtungsfahrbahnen	Nein

VARIABLE OPTIONEN

PARAMETER	GEWÄHLTER WERT
Verkehrsaufkommen	normal
Zulässige Geschwindigkeit	≤ 30 km/h
Verkehrsart / Zusammensetzung	gemischt
Leuchtdichte der Umgebung	stark inhomogen
Erhöhte Anforderungen	vorhanden
Parkende Fahrzeuge	zulässig


**BERECHNETE BELEUCHTUNGSKLASSE**

M3

Nach der Auswahl der Beleuchtungsklassen mit dem „TRILUX-Online-Beleuchtungsklassen-Assistent 13201“ ist eine Verlinkung zum TRILUX-„Straßenkonfigurator“ unter dem Portal TRILUX ONE möglich, mit dessen Hilfe für die

vorher ermittelte Beleuchtungsklasse automatisch die bestmöglichen Lichtstärkeverteilungen für die gewünschte Leuchte vorgeschlagen und die entsprechenden lichttechnischen Ergebnisse dargestellt und dokumentiert werden können.

**Bild 30:**  
TRILUX-„Straßen-  
konfigurator“ mit  
der Möglichkeit der  
Auswahl der Leuchte  
mit vorgeschlagenen  
Linsenkombinationen


PRODUKTE ANWENDUNGEN SERVICE UNTERNEHMEN
🔍 🔄 🏠 ONE

Leuchtentyp ▼

Lumega IQ

LIQ 70 ▼

AB2L  AB5L  AB6L

AB7L  AB8L

Lichtfarbe ▼

4000 K (nw)

Schaltungsvariante ▼

LRA

Beleuchtungsklass ▼

DIN EN 13201 (2015)

▼

M3

Leuchtenanordnung ▼

einseitig

Straßenbreite ▼

7m

Lichtpunktüberhang ▼

-1m



M3

L	UO	UL	F <sub>TI</sub>	R <sub>EI</sub>
1.00	0.40	0.80	15	0.30

## 8 LITERATURVERZEICHNIS

DIN EN 12464-2, Ausgabe 2014-05

Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: Arbeitsplätze im Freien

DIN 13201-1, Ausgabe 2021-09

Straßenbeleuchtung – Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen

DIN EN 13201-2, Ausgabe 2016-06

Straßenbeleuchtung – Teil 2: Gütemerkmale

DIN EN 13201-3, Ausgabe 2016-06

Straßenbeleuchtung – Teil 3: Berechnung der Gütemerkmale

DIN EN 13201-4, Ausgabe 2016-06

Straßenbeleuchtung – Teil 4: Methoden zur Messung der Gütemerkmale von Straßenbeleuchtungsanlagen

DIN EN 13201-5, Ausgabe 2016-06

Straßenbeleuchtung – Teil 5: Energieeffizienzindikatoren

DIN 67523-1, Ausgabe 2010-06

Beleuchtung von Fußgängerüberwegen (Zeichen 293 StVO) mit Zusatzbeleuchtung Teil 1: Allgemeine Gütemerkmale und Richtwerte

DIN 67523-2, Ausgabe 2010-06

Beleuchtung von Fußgängerüberwegen (Zeichen 293 StVO) mit Zusatzbeleuchtung Teil 2: Berechnung und Messung

DIN EN 1436, Ausgabe 2018-03

Straßenmarkierungsmaterialien – Anforderungen an Markierungen auf Straßen und Prüfverfahren

DIN ISO 3864-1, Ausgabe 2012-06

Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Teil 1:  
Gestaltungsgrundlagen für Sicherheitszeichen und Sicherheitsmarkierungen

CIE 47, Ausgabe 1979

Road Lighting for wet conditions

CIE 150, Ausgabe 2017

Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations, 2<sup>nd</sup> Edition

CIE 154, Ausgabe 2003

Wartung von Außenbeleuchtungsanlagen

R-FGÜ, Ausgabe 2001

Richtlinien für die Anlage und Ausstattung von Fußgängerüberwegen

RASt 06, Ausgabe 2006

Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen

ERA, Ausgabe 2010

Empfehlungen für Radverkehrsanlagen

Bundesnaturschutzgesetz BNatSchG, Ausgabe 2021-08-18

Gesetz zum Schutz der Insektenvielfalt in Deutschland und zur Änderung weiterer Vorschriften

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), Ausgabe 2012

Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen

ZVEI e.V., Fachverband Licht, Ausgabe 2022-02

Positionspapier Beleuchtung unter Naturschutzaspekten



**TRILUX GmbH & Co. KG**

Heidestraße 4 · D-59759 Arnsberg  
Postfach 1960 · D-59753 Arnsberg  
Tel. +49 2932 301-0  
info@trilux.de · www.trilux.com

**TRILUX Akademie der TRILUX Vertrieb GmbH**

Heidestraße 4 · D-59759 Arnsberg  
Tel. +49 2932 301-9596  
akademie@trilux.com