

# **Was Sie schon immer über LED-Scheinwerfer wissen wollten**

2018 NOLDEN Cars & Concepts GmbH

**NOLDEN**  
cars & concepts

## Liebe NOLDEN-Interessenten,

mit dieser Kurz-Broschüre möchten wir Ihnen ein Basiswissen mit den wichtigsten Aspekten rund um LED-Scheinwerfer vermitteln. Die grundlegendsten Begriffe und Themen sollen Ihnen eine Hilfestellung sein, sich beim Thema LED-Scheinwerfer orientieren zu können und die für Sie passendste Auswahl an Produkten vorzunehmen. Neben Grundbegriffen erfahren Sie allerlei wissenswertes rund um LED Technik und bekommen so eine ganzheitliche Übersicht über alles, was Sie beachten und bedenken sollten.

Gerne stehen wir Ihnen zur Verfügung, sollten Sie weitere Fragen haben.

## Warum LED-Scheinwerfer?

Die Nutzung von LED-Scheinwerfern bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich, welche im folgenden erläutert werden sollen. Die Licht-Performance ist bei LED-Scheinwerfern wesentlich besser als bei klassischen Leuchtmitteln wie Halogen oder Xenon. LED-Scheinwerfer erzeugen je nach Typ ein deutlich weißeres Licht bei gleichzeitig homogener Ausleuchtung. Dies sorgt für ein sicheres, angenehmes und ermüdungsfreies Fahren.

Besonders der Punkt der erhöhten Fahrsicherheit ist ein wesentlicher Punkt für LED-Scheinwerfer. Natürlich haben Scheinwerfer in LED-Technik auch eine Reihe von technologischen Vorteilen. Durch die wesentlich geringere Leistungsaufnahme bzw. Stromverbrauch „verbraucht“ Ihr Fahrzeug weniger Strom (und dadurch Treibstoff), was nicht nur Ihren Geldbeutel schont, sondern auch der Umwelt zu Gute kommt. LED-Scheinwerfer verfügen über eine sehr viel höhere Lebenserwartung als konventionelle Leuchtmittel, es ist mit einer durchschnittlichen Lebensdauer von ca. 30.000 Betriebsstunden zu rechnen. Bei konventionellen Leuchtmitteln ist die erwartete Lebensdauer für Xenon oftmals unter 10% der Lebensdauer von LED-Scheinwerfern, die Lebensdauer von Halogen-Leuchtmitteln liegt sogar bei nur 2-4% der Lebensdauer von LED-Scheinwerfern.

Neben der Lebensdauer gibt es bei konventionellen Leuchtmitteln auch weitere Begleiterscheinungen wie ein beschleunigter Alterungsprozess auf Grund der Hitze im Inneren des Leuchtmittels, oder die zusätzlich vorgeschriebene Ausrüstung mit einer Leuchtweitenregulierung und einer Streuscheibenreinigungsanlage (s.u.). Dies treibt die Kosten der Integration eines Xenon-Scheinwerfer-System deutlich in die Höhe. Besonders wichtig ist die Lebensdauer und die damit verbundene Kostenersparnis bei LED-Scheinwerfern, wenn sie in gewerblichen Bereichen wie dem ÖPNV Anwendung findet. Hier müssen defekte Leuchtmittel aus Sicherheitsgründen meist umgehend ersetzt werden, beim vor Ort Einsatz durch Service Mitarbeiter entstehen oftmals sehr hohen Kosten und der laufende Betrieb wird beeinträchtigt. Um die genaue Höhe des Kostenvorteils zu ermitteln, erstellt Nolden Cars & Concepts für seine gewerblichen Kunden auf Wunsch eine individuelle Amortisationsrechnung für den geplanten Wechsel auf LED-Beleuchtung.



## Zulässigkeit/ Verbau / Eintragung / Teilegutachten

Jegliche Beleuchtung an einem Fahrzeug muss die ECE R48 erfüllen. Dort ist u.a. geregelt:



- Anzahl der Scheinwerfer (z.B. Abblendscheinwerfer 2 Stück, Vorne)
- zulässiger Anbauort (z.B. Abstand Seite, Höhe)
- erforderlichen Sichtbarkeitswinkel (aus welchen Winkel müssen z.B. Blinker sichtbar sein)
- erforderlichen Abstrahlwinkel (Nebelscheinwerfer muss z.B. 45° nach Aussen abstrahlen können)
- Schaltung (wann darf, oder muss etwas funktionieren)

Detaillierte Informationen gibt es dazu hier: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:42016X1723&from=DE>

Beziehen wir uns hier auf den Austausch von vorhandenen Halogenscheinwerfer auf LED-Scheinwerfer (z.B. Defender, Wrangler, Mercedes G, u.a.), erfüllen die Halogenscheinwerfer alle Anforderungen der ECE R48, da dies vom Hersteller geprüft wurde und in der Fahrzeugzulassung bestätigt wurde. Ersetzen Sie nun den Halogenscheinwerfer, ändern sich i.d.R. keines der oben ausgeführten Kriterien und damit entspricht der verbaute LED-Scheinwerfer immer noch der ECE R48. Handelt es sich um einen kompletten Umbau eines Fahrzeugs und nicht nur um den einfachen Wechsel der Scheinwerfer, muss die ECE R48 erfüllt werden und das muss im Zweifel nachgewiesen werden. Dies kann eigentlich nur durch einen Fachmann erfolgen. Die Verpflichtung zur Einhaltung der ECE R48 obliegt dem Einbauer des Scheinwerfer und nicht dem Hersteller des Scheinwerfers.

### Kondensatbildung

Jeder Scheinwerfer lagert im Laufe der Zeit Feuchtigkeit ein. Die Feuchtigkeit gelangt durch Dichtungen, Kabel, oder auch jegliche Kunststoffelemente in den Scheinwerfer. Je weniger der Scheinwerfer genutzt wird, desto mehr Feuchtigkeit lagern sich an.

Ein Beispiel: Besonders kritisch sind z.B. über den Winter eingelagerte Wohnmobile. Nach einer Weile kommt es zur sichtbaren Kondensatbildung auf der Scheinwerfer-Abschlusscheibe. Bei einem konventionellen eingeschalteten Scheinwerfer entsteht Hitze und das Kondensat löst sich in der warmen Luft. Durch den Überdruck im Scheinwerfer wird die Feuchtigkeit wieder aus dem Scheinwerfer "gedrückt" und das Kondensat verschwindet wieder.

LED-Scheinwerfer haben dazu Belüftungselemente. Da bei LED-Scheinwerfern deutlich weniger Hitze erzeugt wird als bei einem Halogenscheinwerfer, sind LED-Scheinwerfer auch kritischer bezüglich Kondensatbildung.

Grundsätzlich ist die Kondensatbildung in einem Scheinwerfer normal und unkritisch, solange es nicht zu „Tropfenbildung“ kommt und das Kondensat nach einer längeren Betriebszeit des Scheinwerfers wieder verschwindet. Sämtliche Erstausrüster verweisen inzwischen auf diese Thematik bei LED-Scheinwerfern in Ihren Handbüchern.



### Eis und Schnee

Jeder kennt Situationen beim Fahren im Schneegestöber, wenn sich Scheinwerfer bei hoher Luftfeuchtigkeit und Temperaturen um den Gefrierpunkt auch schon einmal mit Schnee „zusetzen“. Schnee und Eis spielen bei LED-Scheinwerfern eine besondere Rolle, während es bei Halogen- und Xenon-Scheinwerfern auf Grund der höheren Temperatur des Scheinwerfers ein vernachlässigbares Problem ist.

Maßgeblich für ein „Zusetzen“ des Scheinwerfers ist die Einbausituation des Scheinwerfers bzw. ob Eis und Schnee baubedingt zu den Seiten ausweichen können.

Auch wenn bei gängigen LED-Scheinwerfern derzeit noch keine zuverlässige Lösung gefunden wurde, dem „Zusetzen“ bei Eis und Schnee entgegenzuwirken, überwiegen bei 99% der Nutzungsdauer die Vorteile von LED-Scheinwerfern.



### Korrekte Scheinwerfereinstellung und Scheinwerfereinstellgeräte

In vielen Werkstätten sind noch die bekannten, analogen Scheinwerfereinstellgeräte zu finden. Diese funktionieren auch tadellos bei Halogen-Scheinwerfern. Für Xenon- und LED-Scheinwerfer braucht es allerdings etwas anderes, z.B. auf Kamertechnik basierte Einstellgeräte. Es ist schwierig, einen LED-Scheinwerfer an einem analogen Scheinwerfereinstellgerät einzustellen da die Hell-Dunkel-Grenze bei einem LED-Scheinwerfer von einem „Blausaum“ begleitet wird. Bauartbedingt durch das verwendete Linienmaterial oder der Art der Lichtverteilung (Reflektor - oder Projektor/Linsen-Technologie) kann der „Blausaum“ mehr oder weniger ausgeprägt sein. Das erschwert die korrekte Scheinwerfereinstellung. Im Zweifel sind die Scheinwerfer zu hoch oder zu niedrig eingestellt und damit eine Gefahr für Fahrer und andere Verkehrsteilnehmer.

Die Firma BOSCH hat hier z.B. geeignete digitale Scheinwerfereinstellgeräte für LED- und XENON-Scheinwerfer.

<https://www.headlighttester.com/de/bosch-automotive-aftermarket/>

## Wechsel des Halogenleuchtmittels gegen ein LED-Leuchtmittel

Jeder kennt sie: Es gibt LED-Leuchtmittel, welche in gängige Aufnahmen von Halogenleuchtmitteln, wie z.B. H4, H7 u.a. passen. Das hört sich erst einmal nach einer guten, preiswerten und schnellen Lösung an. Aber Achtung! Diese Lösung ist fast immer illegal und das Fahrzeug verliert seine Gesamtzulassung.

Auf jedem Scheinwerfer ist vermerkt, mit welchem Leuchtmittel der Scheinwerfer geprüft und zugelassen wurde. Ein Scheinwerfer ist auch immer nur mit diesem Typ Leuchtmittel zugelassen. Somit erlischt die Zulassung, wenn ein LED-Leuchtmittel eingebaut wird. Unabhängig davon, ist die Lichtverteilung bei derartigen Lösungen oft stark abweichend von der Originalausleuchtung, weiterhin ist eine Blendung und somit Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer nicht ausgeschlossen.

## Defekt einzelner LED's in einem LED Scheinwerfer

LED-Scheinwerfer nutzen fast immer multiple LEDs. LED-Scheinwerfer sind so konstruiert, dass der Austausch einzelner Komponenten auf Grund der hohen Lebenserwartung und Zuverlässigkeit der Scheinwerfer nicht eingeplant ist.

Eine konzeptuelle Änderung würde zu weit aus höheren Kosten und zusätzlich neue Schwachstellen, wie etwa Dichtungen etc., führen. Nicht zuletzt würde das Ausfallrisiko des Scheinwerfers durch derartige konzeptuelle Änderungen wieder steigen.

Kommt es somit zum Teilausfall eines LED-Scheinwerfers, muss in aller Regel der gesamte Scheinwerfer getauscht werden.

## Zulassungspflicht und Kennzeichnung von Scheinwerfern / Elektronik

### ECE

Im Geltungsbereich der ECE muss jeder Typ Scheinwerfer (ausser Arbeitsscheinwerfer) eine Zulassung besitzen und die entsprechenden Zulassungskennzeichen müssen sichtbar am Scheinwerfer angebracht sein. Jede Lichtfunktion, hat ein eigenes Zulassungskennzeichen.

Besitzt ein Scheinwerfer z.B. Abblend- und Fernlicht („Bi-LED“) in einem Scheinwerfer, müssen auch 2 Zulassungskennzeichnungen für die Lichttechnik vorhanden sein. Gleiches gilt für jegliche Elektronik, welche an das Bordnetz angeschlossen wird. Jeder LED-Scheinwerfer besitzt auch eine Elektronik. Diese muss eine Zulassung für die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) haben. Damit wird sichergestellt, dass der Scheinwerfer keine Störungen im Bordnetz verursacht und auch bei externen Störungen (z.B. Funk, GPS, GSM, u.a.) im Fahrzeug einwandfrei funktioniert. Somit muss jeder LED-Scheinwerfer mindestens zwei Zulassungskennzeichnungen (einmal Lichttechnik, einmal Elektronik) haben. Eine fehlende EMV-Zulassung gibt es leider noch sehr häufig. Auch Arbeitsscheinwerfer benötigen eine EMV-Zulassung.

Es gibt jedoch Anbieter, die nur das Zulassungskennzeichen für eine EMV-Zulassung aufbringen und damit suggerieren einen zugelassenen Scheinwerfer anzubieten, obwohl dieser keine lichttechnische Zulassung hat.

Bei einem Fahrzeug mit nicht zugelassenen Scheinwerfern kann die gesamte Zulassung und damit auch der Versicherungsschutz hinfällig sein.



Die Abbildung rechts zeigt typische Zulassungsmerkmale:

A = Lichtfunktion Positionslicht  
02 00= Revisionsnummer  
13677 = Typenprüfnummer

E4 = Herkunftsland (hier: Niederlande)  
RL = Lichtfunktion Tagfahrleuchte

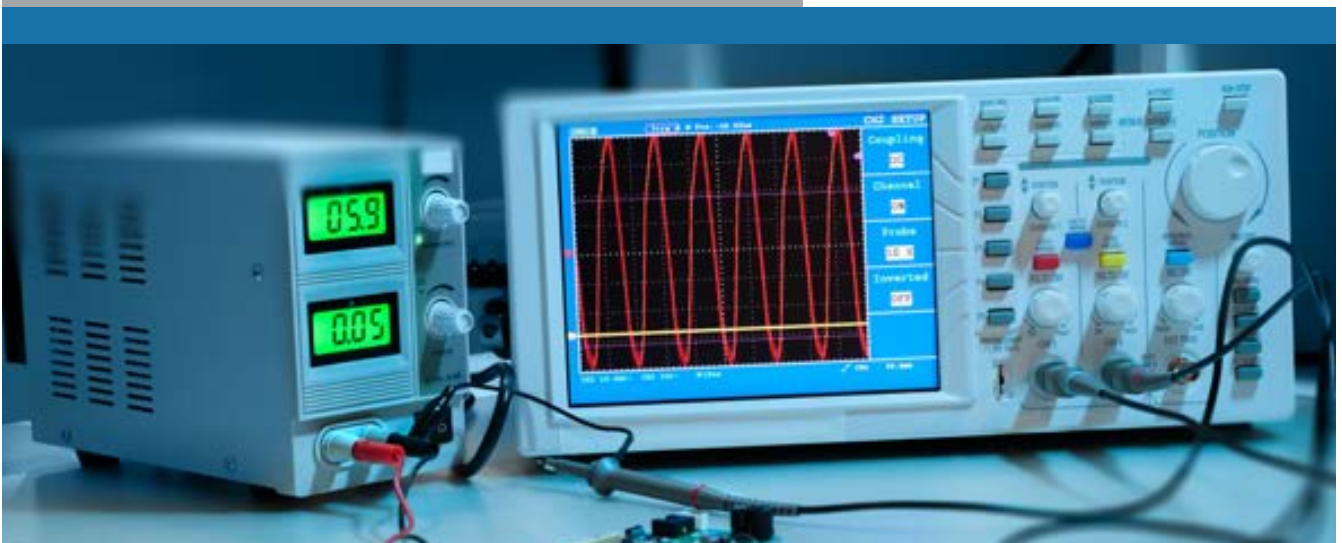
## Gefälschte Zulassungskennzeichen



Abbildung zeigt eine Fälschung der ECE Homologations-Kennzeichnungen

Gefälschte Zulassungskennzeichen sind für den Laien leider schwer zu erkennen, sie kommen jedoch häufig vor. Oft werden erfundene Zulassungskennzeichen verwendet, oder es werden für verschiedene Scheinwerfer die gleichen Kennzeichnungen verwendet.

Jede ECE-Zulassung ist registriert und damit nachprüfbar, im Zweifel lassen Sie sich die Zulassungsurkunde von der zulassenden Behörde zusenden. Dies ist allerdings recht kompliziert und wenig erfolgversprechend.



## Scheinwerfer-und Leuchtausfallkontrollsysteme

Möchte ein Fahrzeug in Europa auf öffentlichen Straßen unterwegs sein und dafür das ECE-Prüfzeichen erhalten, muss es unter anderem eine Ausfallkontrolle für die Beleuchtung an Bord haben. Das bedeutet ein System, das die Scheinwerfer und Blinkleuchten überwacht und im Falle eines Ausfalls den Fahrer unmissverständlich warnt – durch einen Warnton und eine entsprechende optische Meldung im Cockpit. Ein wenig problematisch wird es jedoch durch die Tatsache, dass Bordelektronik und Diagnosesysteme der meisten Fahrzeugmodelle auf konventionelle Leuchten ausgelegt sind. Also zum Beispiel auf Halogen-Blinkleuchten oder auch Xenon-Scheinwerfer.

Moderne LED-Einheiten sind jedoch wahre Wunderwerke, die unter anderem den Vorteil besitzen, weitaus weniger Energie zu verbrauchen. Diese geringere Last der LED stuft die Bordelektronik nun als „Störung“ ein, da sie die geringeren Leistungswerte als Indiz für einen Defekt ansieht.

Man könnte in die Kabelbäume Widerstände einbauen, doch das würde im besten Fall dazu führen, dass unnötig Leistung vernichtet würde. Der Einspareffekt einer LED-Lösung wäre dahin. Und im schlimmsten Fall könnten Widerstände sogar Schmorbrände verursachen. Deshalb ist diese Notlösung auch richtigerweise verboten.

## Pflicht einer Ausfallkontrolle von LED-Abblendscheinwerfern

Diese wird im Geltungsbereich der ECE zwingend gefordert. Ein Fahrzeug welches diese Forderung nicht erfüllt, kann ohne Versicherungsschutz sein. Die ECE fordert entweder eine Anzeige des defekten Scheinwerfers beim Fahrer (z.B. Kontrollleuchte). Oder der Scheinwerfer muss auch bei einem partiellen Defekt (z.B. Ausfall einer LED von Mehreren) vollständig abschalten.

LED-Abblendscheinwerfer haben ein integriertes Diagnosesystem und schalten bei einem partiellen Defekt ab.



## Anti-Flacker-Module (PWM-Glätter)

Alle Hauptscheinwerfer von Nolden Cars & Concepts haben elektronische Dämpfungselemente integriert, welche ein Flackern durch eine PWM oder Prüfpulse eines Diagnosesystems im Bordnetz bestmöglich verhindern oder reduzieren. Liefert das Bordnetz aber nicht mehr ausreichend Energie, um den Scheinwerfer stabil anzusteuern, kann ein Flackern nicht verhindert werden. Kommt es zum Flackern, können externe Zusatzmodule helfen, welche Nolden Cars & Concepts ebenfalls anbietet.

Neben Antiflicker-Modulen sind bei Nolden Cars & Concepts auch Kombimodule aus Antiflicker- Modulen und „LMS“ Modulen (Load Monitoring System, patentierte Nolden Cars & Concepts Lösung) verfügbar.

Diese Systeme arbeiten nach einem patentierten Verfahren und sind nicht mit im Handel verbreiteten Kondensatorlösungen vergleichbar. Kondensatorlösungen sind zwar sehr preisgünstig, oft gibt es jedoch Scheinwerferausfälle oder Fehlfunktionen, da beim Laden und Entladen der Kondensatoren kurzzeitig hohe Ströme fließen welche vom Scheinwerfersteuergerät, der Fahrzeugelektronik oder beiden als Fehler interpretiert werden.

Einige neue Scheinwerfer aus dem Nolden Cars & Concepts Portfolio haben einen Zusatzanschluss für Batterieplus und können damit jegliches Flackern unterbinden – und dies ohne externe Zusatzmodule.

## Thermisches Management / Luftführung



Abbildung zeigt „Kühlrippen“ eines LED-Scheinwerfers

Sowohl die Lichtausbeute wie auch die Lebensdauer eines LED-Moduls hängen entscheidend vom Thermomanagement ab. Der gezielte Einsatz von Kühlkörpern leistet einen grundlegenden Beitrag zum Thermomanagement. Wichtigster Faktor für die richtige Betriebstemperatur einer LED ist ein gutes Thermomanagement.

Zu hohe Temperaturen haben nachweislich einen direkten Einfluss auf Lebensdauer und Lichtstrom, sowohl bei einem einzelnen LED-Bauteil als auch dem komplexen LED-Modul. Aus diesem Grund ist es erforderlich, die Wärme durch konstruktive Maßnahmen (z.B. Kühlkörper) vom Halbleiterchip abzuleiten.

Grundsätzlich kann man sagen: Je kühler die LED betrieben wird, desto länger ist ihre Lebensdauer und umso höher ist ihre Lichtleistung. Entscheidend ist zudem die Umgebungstemperatur: Je wärmer es ist, umso wichtiger ist eine effiziente Wärmeableitung in der Leuchte.

Seriöse Hersteller vermerken die zulässige Umgebungstemperatur auf ihren Produkten bzw. in der Produktbeschreibung. Nur so können Lichtströme und Lebensdauern der LEDs optimal ausgeschöpft werden. Bei der Integration von LED-Scheinwerfern in Fahrzeuge sind die Einbauvorgaben des Herstellers somit genau zu beachten und es muss für ausreichend Kühlluft gesorgt werden.

Auf keinen Fall dürfen die Kühlkörper direkt im Kontakt mit Fahrzeugkomponenten sein, die vom Hersteller vorgeschriebenen Abstandsmaße sind einzuhalten.

## Lichtfarbe (Kelvin, K)

Unter Lichtfarbe versteht man die rein subjektive Wahrnehmung der Lichttemperatur. Mit LEDs lässt sich das komplette Spektrum von Warmweiß bis Tageslichtweiß abdecken. Für die Fahrzeugbeleuchtung ist die tageslichtähnliche Lichtfarbe von besonderer Bedeutung.

Zur besseren Verständlichkeit soll der Begriff der Lichtfarbe anhand eines Holzkohlegrills erläutert werden. Beim Anzünden eines Holzkohlegrills hat das Feuer eine niedrige Temperatur. Bei dieser niedrigen Temperatur ist die Farbe der Flamme rötlich/gelblich. Steigt die Temperatur des Feuers, werden die Flammen / Kohlen weißer.

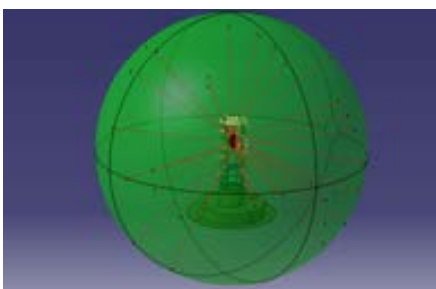
Warmweiß    Neutralweiß    Kaltweiß



## Lichtstrom (Lumen, lm)

Lumen beschreibt das komplette Licht, das von einer Lichtquelle, zu allen Seiten ausgestrahlt wird. Der Lumenwert liefert keine Aussage dazu, wie sich das Licht im Raum verteilt. Zu unterscheiden sind gemessene Lumen von errechneten Lumen. Nolden Cars & Concepts gibt stets die gemessenen Lumenzahlen an. Es handelt sich um eine „Sendegröße“.

Der Begriff des Lichtstroms lässt sich anhand der Unterscheidung von Abblend- und Fernlicht darstellen. Das Abblendlicht hat im allgemeinen einen höheren Lichtstrom als das Fernlicht, aber das Fernlicht ist aufgrund der Art und Weise, wie das Licht auf die Straße verteilt wird, heller.

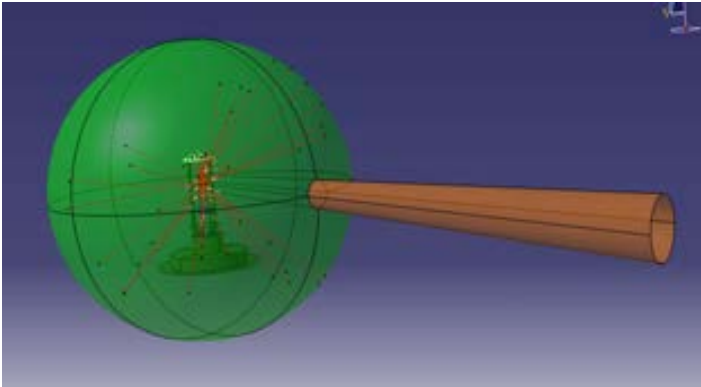


### Lichtstrom [Lumen, lm]

die Gesamtmenge an Licht, die von einer Lichtquelle in alle Richtungen emittiert wird.

### Lichtemission (Candela, cd)

Candela beschreibt die Stärke der Lichtemission, die von einer Lichtquelle in eine bestimmte Richtung ausgesendet wird. Candela bezieht nur die Richtung ein, in der das Licht von der Quelle ausgesandt wird, und die Menge an Energie, die dieses gerichtete Licht enthält. Candela gibt keine Informationen bezüglich der Beleuchtung auf einer Oberfläche. Es handelt sich um eine „Sendegröße“.



**Lichtstärke [Candela, cd]**  
die Menge an Licht, die in einer bestimmten Richtung in einem Raumwinkel emittiert wird.

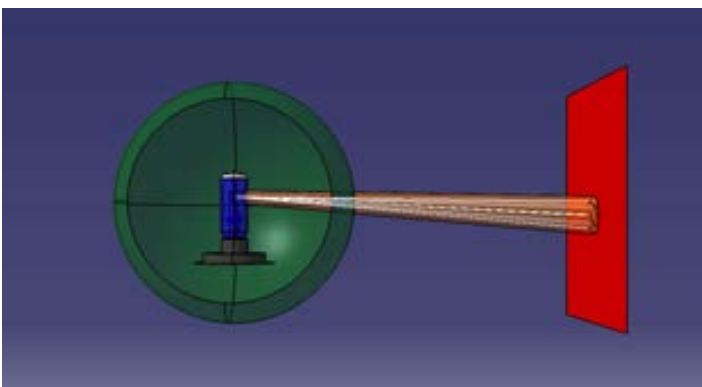
### Beleuchtungsstärke (Lux, lx)

Die Beleuchtungsstärke, gemessen in Lux, ist ein Maß für die Menge an Licht (Lichtstrom), die auf eine Oberfläche mit einer bestimmten Größe trifft.

$$\text{Lux} = \frac{\text{Lumen}}{\text{Fläche (m}^2\text{)}}$$

Die Beleuchtungsstärke ist umgekehrt proportional zur Oberfläche. Bleibt die Anzahl der Lumen (Lichtstrom) konstant und die Oberfläche ändert sich, ändert sich auch die Beleuchtungsstärke (Luxzahl). Es handelt sich um eine „Empfängergröße“. Die folgenden Beispiele nehmen eine konstante Oberfläche von 1 m<sup>2</sup> an, aber die Anzahl der Lumen von jeder Lichtquelle ändert sich:

- Vollmond: 0,25 lx
- Kerze: 1 lx
- Strassenbeleuchtung: 10 lx



**Beleuchtungsstärke [Lux, lx]**  
die Menge an Licht, die von einer Oberfläche mit einer definierten Größe empfangen wird.

### Geometrische Abstrahlwinkel

Winkel der geometrischen Sichtbarkeit sind jene Winkel, die den Bereich des Mindestraumwinkels abgrenzen, innerhalb dessen die sichtbare leuchtende Fläche der Leuchte sichtbar sein muss. Innerhalb der Winkel der geometrischen Sichtbarkeit darf sich kein Hindernis für das ausgestrahlte Licht befinden. Ein Beispiel für ein Hindernis ist ein Gitter vor dem Scheinwerfer (in diesem Fall bestünde konkret die Gefahr, dass die Gesamtzulassung des Fahrzeugs erlischt).

**NCC**



**Nolden Cars & Concepts GmbH**  
Robert-Perthel-Str. 27  
50739 Köln, Deutschland.

Tel: +0049(0)221 917 444 0  
Fax: +0049(0)221 917 444 33  
Mail: [info@noldengmbh.de](mailto:info@noldengmbh.de)  
[www.noldengmbh.de](http://www.noldengmbh.de)