

# LED-Scheinwerfer

## Inhaltsverzeichnis

- [1 Funktionsprinzip](#)
- [2 Aufbau](#)
- [3 Einsatz](#)
- [4 Lebensdauer](#)
- [5 LED-Scheinwerfer an Fahrzeugen](#)
  - [5.1 Personenkraftwagen](#)
    - [5.1.1 Geschichte](#)
    - [5.1.2 Elektrisch gesteuerte LED-Scheinwerfer](#)
    - [5.1.3 Marktanteil](#)
  - [5.2 Motorräder](#)
  - [5.3 Eisenbahnfahrzeuge](#)
  - [5.4 Fahrräder](#)
    - [5.4.1 Standlicht und Tagfahrlicht](#)
    - [5.4.2 Gesetzliche Anforderungen](#)
- [6 LED-Scheinwerfer in Sportstätten](#)
- [7 Vor- und Nachteile von LED-Scheinwerfern](#)
  - [7.1 Vorteile](#)
  - [7.2 Nachteile](#)

LED-Scheinwerfer sind Scheinwerfer, bei denen Leuchtdioden (kurz: LEDs, d. h. Licht emittierende Dioden, englisch light emitting diode) als Leuchtmittel eingesetzt werden.

## **1 Funktionsprinzip**

LEDs sind lichtemittierende Halbleiter-Bauelemente. Fließt durch die Diode elektrischer Strom in Durchlassrichtung, so strahlt sie Licht, Infrarotstrahlung oder auch Ultraviolettstrahlung ab. Die Wellenlänge des Lichts hängt vom Halbleitermaterial und der [Dotierung](#) ab. Elektrische Energie wird, im Vergleich zu [Glühlampen](#), mit relativ geringen Wärmeverlusten in [Licht](#) umgewandelt. Dabei wird Licht sehr schmalbandig emittiert, sodass einfarbige LED häufig Rot, Grün und Blau leuchten. Zur Erzeugung von breitbandigem bzw. weißem Licht können entweder unterschiedlich farbiger LEDs ihre Farbspektren überlagern oder es werden einfarbige LED mit [photolumineszierendem](#) Farbstoff kombiniert. Damit kann kurzwelliges, höherenergetisches Licht wie das blaue Licht der LED in langwelligeres Licht umgewandelt werden. Die Wahl der Leuchtstoffe kann variieren und legt die Farbtemperatur des emittierten Lichtes fest. Da einzelne, kleinere LEDs im Vergleich zu [Glüh-](#) oder [Xenon-Gasentladungslampen](#) einen geringen [Lichtstrom](#) besitzen, werden meist mehrere LEDs flächig gebündelt in sogenannten LED-Modulen zusammengeschaltet. Dabei kann jede LED mit einer eigenen Bündelungsoptik versehen oder eine gemeinsame Optik für das gesamte Modul verwendet werden.<sup>[1]</sup>



LED-Scheinwerfer an einem PKW

## 2 Aufbau



Innenansicht eines Auto-LED-Scheinwerfers mit Linsen-, Spiegel- und Lichtleitersystemen

Die LEDs werden im Scheinwerfer mit verschiedenen Optiken kombiniert, um gebündeltes Licht zu erzeugen. Zur Bündelung können [Linsen](#), [Parabolspiegel](#) oder verschiedene Kombinationen daraus für jede einzelne LED oder auch für ganze Module verwendet werden. Die einzelnen Abstrahlcharakteristiken mitteln sich mit ihren Fehlern (Ausrichtung und Abstrahlwinkel) zur Gesamt-Richtwirkung, die bisher jedoch noch weit geringer ist als die mit Glühlampen oder Gasentladungslampen (Hochdruck-Kurzbogenlampen) erreichbare. Bei größeren LED-Scheinwerfern ist ein Thermomanagement notwendig, da LEDs aufbaubedingt temperaturempfindlich sind. Häufig werden einfache Kühlkörper verwendet, um eine ausreichende Kühlung sicherzustellen. Auch kann das Gehäuse bzw. der Geräteträger als Kühlkörper genutzt werden. Die LEDs werden in kleineren Gruppen [in Reihe](#) und diese wiederum parallel zu einer Matrix (*array*) zusammengeschaltet und aus einer [Konstantstromquelle](#) mit Schutzschaltungen versorgt. Bei Gleichstrom besteht die Stromquelle im einfachsten Fall aus einem Widerstand, bei größeren Scheinwerfern einer elektronischen Schaltung oder einem [Schaltregler](#). Wird Wechselstrom verwendet, sind elektronische [Vorschaltgeräte](#) notwendig, welche im einfachsten Fall aus Kleinst[transformator](#), Vorschalt-[Kondensator](#), einem [Gleichrichter](#) und einem Glättungskondensator bestehen.

Bei höherwertigen Scheinwerfern ermöglicht die Elektronik viele Funktionen, wie etwa eine Lichtstromnachführung zur Vorbeugung der Degradation der LED, eine Helligkeitsregelung und bei mehrfarbigen Scheinwerfern die kontinuierliche Änderung der Lichtfarbe durch additive Farbmischung von LEDs der Grundfarben Rot, Grün und Blau.

## 3 Einsatz

LED-Scheinwerfer ersetzen zunehmend andere [Scheinwerfer](#), weil sie langsamer altern, weniger Wärmeverluste haben und gegenüber Glühlampen weniger Energie für den gleichen Lichtstrom benötigen. LED-Scheinwerfer werden in Effektbeleuchtungen, Lichtshows, Bühne und Diskotheken in Kombination mit [Lichtsteuerungen](#) verwendet. Es sind keine Farbwechselmechanik oder Farbfilter mehr notwendig. Auch [Operationsleuchten](#) verwenden LED. Die Lichtmikroskopie nutzt kleine LED-Strahler. Kleine LED-Scheinwerfer ersetzen zunehmend Halogen-Kaltlichtspiegellampen für Netzbetrieb und für Betrieb an einem 12-Volt-Netztransformator, wie er auch für Halogen-Niedervolt-Systeme verwendet wird. Ringförmige Leuchten aus vielen selbstbündelnden weißen oder einfarbigen LEDs werden bei der Objekterkennung in der Automatisierungstechnik eingesetzt.

[Infrarot-LED](#)-Scheinwerfer werden zum Objektschutz mittels Überwachungskameras eingesetzt.

## 4 Lebensdauer

Einzel-LEDs haben je nach Herstellerangabe eine Lebensdauer von bis zu 100.000 Stunden. Die Angaben beziehen sich dabei immer auf die Lichtstromabnahme der LED, sodass diese problemlos über ihre angegebene Lebensdauer betrieben werden können. Dabei sinkt der Wirkungsgrad und somit die Lichtausbeute. Auch sind die vorgeschalteten Elektronik den gleichen Umgebungsbedingungen ausgesetzt und altern ebenso. Die Lebensdauer der LED ist stark temperaturabhängig. LEDs in Leuchtmitteln werden häufig bei Temperaturen über 74° Celsius betrieben, wodurch sich ihre Lebensdauer auf 15.000 bis 45.000 Stunden reduziert.

Im Wechselstromnetz wird mit [Gleichrichtern](#) und [stromkonstanten Abwärtswandlern](#) gearbeitet, um sie verlustarm im optimalen Betriebszustand zu halten.[2]

## 5 LED-Scheinwerfer an Fahrzeugen

Bei der [Fahrzeugbeleuchtung](#) sind LED-Scheinwerfer technisch möglich und finden immer weitere Verbreitung. Lange Zeit waren die LED zu schwach und die Geometrie des Lichtkegels ([Abblendlicht](#)) bereitete Schwierigkeiten. Inzwischen sind besonders bei Personenkraftwagen auch adaptive LED-Scheinwerfer in Gebrauch, die gegenüber konventionellen Scheinwerfern Vorteile bieten.

Die Leuchtgeometrie und die Funktionen werden mit [Spiegeln](#) oder [Linsen](#) realisiert. Aufgrund der schnellen Steuerbarkeit vieler einzelner LED kann oft auf bewegte Teile verzichtet werden.

Eine KFZ-Halogenglühlampe mit 55 W erzeugt einen Lichtstrom von ca. 1.200 bis 1.500 Lumen, eine LED-Lampe erreicht bis zu 3.000 Lumen.[3]

### 5.1 Personenkraftwagen

#### 5.1.1 Geschichte



LED-Scheinwerfer des Acura RLX

1992 wurden LEDs für die [Dritte Bremsleuchte](#) eingesetzt.

1998 kamen die ersten Kombinationsheckleuchten auf den Markt, in denen Rücklicht, Blinker und Bremslicht von LEDs übernommen wurde ([Maserati 3200 GT](#)).<sup>[4]</sup>



Audi-Studie LeMans aus dem Jahr 2003, der Basis für den R8 und schon damals mit LED-Scheinwerfern

Seit den 2000er Jahren werden in [Rückleuchten](#) als Rücklicht, Bremslicht, Standlicht und Blinker verbreitet LED verwendet.

Erst im Jahre 2003 präsentierte das Unternehmen [Hella](#) auf der [IAA](#) in [Frankfurt am Main](#) den ersten **Voll-LED-Hauptscheinwerfer**, der die lichttechnischen Anforderungen des Gesetzgebers erfüllte.

2005 stellte die Fa. Hella einen LED-Scheinwerfer vor, der beim [Abblendlicht](#) die gleiche Lichtleistung wie ein Xenonscheinwerfer erzielt. Der damit bestückte [Golf-V-Prototyp](#) zeigte, dass die technischen Möglichkeiten für Voll-LED-Scheinwerfer vorhanden waren.

Ende 2006 zeigten [Audi/Automotive Lighting](#) den [Audi R8](#) mit optionalem Voll-LED-Scheinwerfer mit integriertem Blinker, Positionslicht und Tagfahrlicht, verfügbar ab Sommer 2008. Auch der [Lexus LS 600h](#) hatte serienmäßig LED-[Abblendlicht](#) und war ab Sommer 2007 erhältlich.

Daimlers [Mercedes-Benz C 218](#) hatte das sogenannte [Intelligent Light System](#) als Sonderausstattung. Adaptive LED-Scheinwerfer gab es seit 2011 beim Audi A6 (hier *Adaptive Forward Lighting* genannt), im [BMW F12](#), bei BMW, ab 2012 war [Rolls-Royce](#) (BMW) der erste Hersteller, der eine gesamte Baureihe serienmäßig mit (Voll-)LED-Scheinwerfern ausstattet.

2015 führte Opel als erster Hersteller ein Voll-LED-Matrix-Lichtsystem in der Kompaktklasse beim [Opel Astra K](#) ein.[5]

### 5.1.2 Elektrisch gesteuerte LED-Scheinwerfer



[Audi A4](#): Matrix-LED-Scheinwerfer

? Hauptartikel: [Blendfreies Fernlicht](#)

Elektrisch gesteuerte LED-Scheinwerfer wurden Ende 2013 eingeführt: ein Scheinwerfer besteht aus mehreren LED-Modulen, wovon ein Teil separat angesteuert werden kann, wodurch die Fahrbahn automatisch mit angepasster Lichtverteilung und Lichtweite ausgeleuchtet werden kann, ohne dabei den Gegenverkehr zu blenden. Gesteuert werden die Scheinwerfer über eine Kamera, die hinter der Frontscheibe angebracht ist. Steuergeräte erzeugen daraus die Leuchtgeometrie. Das aktive [Kurvenlicht](#) kann dadurch vorausschauend arbeiten. Ein sogenanntes Kreisverkehrlicht kann anhand von Daten aus dem Navigationsgerät Kreisverkehre erkennen und den Lichtkegel entsprechend anpassen.[6] Beispiele: Audi Matrix LED[7], Mercedes-Benz Multibeam-LED ab 2014.[8]

Seit 2012 werden Voll-LED-Scheinwerfer aber auch zunehmend in der Kompaktklasse wie beispielsweise im [Seat Leon III](#), [Audi A3 8V](#) oder [Opel Astra K](#) als Sonderausstattung angeboten.

### 5.1.3 Marktanteil

Trotz der neuen Möglichkeiten im Bereich der LED-Technik – beispielsweise im Design – hatten das 1991 eingeführte [Xenonlicht](#) (mit 38 %) und Halogen-Scheinwerfer 2016 weiterhin einen hohen Anteil an den

Neuzulassungen.[9] Neben der Verringerung der thermischen Verlustleistung der Hochleistungs-LEDs wird von Herstellern an Lösungen ohne aktive Kühlung gearbeitet.[10]

Der Austausch der weit verbreiteten Halogenlampen in Autoscheinwerfern durch LED-[Retrofits](#) ist in Europa verboten. 2017 zeigte eine ADAC-Studie viele Vorteile – besonders für die Verkehrssicherheit. Geprüft wurden LED-Modelle von Osram, Philips, Nighteye und Ring in H4-/H7-Scheinwerfern.[11]

## 5.2 Motorräder

Ab März 2011 wurden LED mit passivem Kühlkörper in einem Zusatzscheinwerfer erstmals bei einem [Motorrad](#), dem [BMW R 1200 GS \(K25\)](#) und dem [BMW K 1600 GT](#), eingesetzt. Seit dem Modelljahr 2013 führt [BMW](#) in der [BMW R 1200 GS \(K50\)](#) erstmals auch einen Hauptscheinwerfer mit LED in der Aufpreisliste. Dieser Scheinwerfer wird mittels eines Lüfters aktiv gekühlt. Seit 2017 bietet der passiv gekühlte J.-W.-Speaker-Scheinwerfer mittels Lagesensoren adaptives [Kurvenlicht](#) für Motorräder. Voll-LED-Scheinwerfer kamen ab 2015 allmählich auch serienmäßig für Motorräder in den Handel, u. a. im Honda CRF 1000L Africa Twin, Multistrada 1200 und BMW R 1250 GS. Neben anderem schreibt der Gesetzgeber nicht auswechselbare LEDs in einem verklebten Gehäuse vor. Sie müssen manipulationssicher nach ECE-Regelung R 87 sein.[12]

## 5.3 Eisenbahnfahrzeuge



Lokomotive [Baureihe 189](#) mit LED-Scheinwerfern

Die Lokomotive 101 047 wurde im Dezember 2009 mit LED-Signalleuchten und einer Signalleuchtenheizung ausgerüstet. An diesem Versuchsträger soll getestet werden, ob die Umrüstung für alle Lokomotiven dieser Baureihe wirtschaftlich ist. Das UIC-Spitzensignal in LED-Technik ist bereits aus anderen Baureihen bekannt und wird bei der [Baureihe 101](#) mit warmweißen LEDs bestückt, die den aktuellen Stand der [LED-Technik](#) darstellen. Neu ist die Verwendung von LEDs für den Fernscheinwerfer, die weltweit erstmals in der Schienenfahrzeugtechnik Anwendung findet. Damit die Signalleuchten auch bei Schneefall und Eisbildung sichtbar bleiben, wurde diese Lokomotive mit einer temperaturgesteuerten Signalleuchtenheizung ausgestattet.[13] Die unterschiedlichen Beleuchtungsvorschriften in der EU machen es nötig, für länderübergreifende Mehrsystemfahrzeuge auf begrenztem Raum eine möglichst große Anzahl von Farben und Helligkeiten erzeugen zu können. Auf einer Platine lassen sich viele verschiedenfarbige LEDs unterbringen und auch dimmen. Das wird z. B. bei der [Siemens ES64F4](#) angewandt.

Weitere mit LED-Scheinwerfern ausgerüstete Lokomotiven sind die [ÖBB 1144](#) sowie die neue [Mariazeller Bahn](#) „Die Himmelstreppe“.

## 5.4 Fahrräder



Fahrradrücklicht mit [Leuchtdioden](#) und Standlicht-Energieversorgung durch [Doppelschicht-Kondensator](#)

LEDs wurden an Fahrradscheinwerfer zunächst zusätzlich zur Glühlampe für das Standlicht verwendet. Seit 2007 sind LED-Scheinwerfer für die [Fahrradbeleuchtung](#) erhältlich. Möglich gemacht hat das die Verfügbarkeit weißer LEDs mit 3 W Leistung. Mit ihnen ist die [Lichtausbeute](#) höher als diejenige guter Halogenscheinwerfer. Die meisten Fahrrad-LED-Scheinwerfer verwenden einen [Freiformreflektor](#) zur Formung der Lichtverteilung.

Fahrradscheinwerfer mit rotationssymmetrischer Optik sind für den Straßenverkehr untauglich und werden hauptsächlich an [Mountainbikes](#) benutzt.

### 5.4.1 Standlicht und Tagfahrlicht

Bei vielen LED-Scheinwerfern übernimmt die Scheinwerfer-LED zusätzlich die Funktion eines Standlichtes. Liefert der Dynamo keine Energie, so wird die LED einige Minuten lang von einem [Doppelschichtkondensator](#) gespeist, der während der Fahrt aufgeladen wird; das Standlicht hat eine deutlich verringerte Helligkeit. Einige LED-Scheinwerfer haben eine zusätzliche LED für ein Tagfahrlicht, welches eine andere Helligkeit als das Nachtfahrlicht hat.

### 5.4.2 Gesetzliche Anforderungen



Dieser Artikel oder Absatz stellt die [Situation in Deutschland](#) dar. [Hilf mit](#), die Situation in anderen Staaten zu schildern.

Die gesetzlichen Anforderungen in Deutschland regeln die [StVZO § 67](#) und die [TA 23](#). So muss seit 2006 die Lichtleistung im Kernausleuchtungsbereich [mindestens 10 Lux](#) betragen. Auch die Lichtverteilung ist in der TA 23 festgelegt. Sie soll eine gute Ausleuchtung der [Fahrbahn](#) gewährleisten, ohne dass Gegenverkehr geblendet wird. Die elektrische Leistung zugelassener Beleuchtungsanlagen muss mindestens 3 W betragen, wobei 2,4 W auf die Frontleuchte entfallen (TA 4, Abs. 13). Die gängigen Naben- oder Seitendynamos haben eine Leistung von 3 W bei 0,5 Ampere; 6 Volt.

## 6 LED-Scheinwerfer in Sportstätten

Seit dem Jahr 2014 kommen vermehrt auch LED-Flutlichtsysteme auf kommunalen Sportanlagen zum Einsatz. Die [Flutlichtanlage](#) der [Allianz Arena](#) in [München](#) bestand bis Sommer 2017 aus [Halogen-Metaldampflampen](#) und wurde mit LED-Scheinwerfern modernisiert. Den im Vergleich zu [Natriumdampf-Hochdrucklampen](#) höheren Investitionskosten bei der Anschaffung stehen niedrigere Betriebs- und Wartungskosten gegenüber. Die Investitionskosten für eine Flutlichtanlage mit Halogen-Metaldampflampen liegt für einen Fußballplatz mit Flutlicht der Beleuchtungskategorie III bei ca. 57.000 Euro, eine Installation mit LED-Flutlicht ist im Vergleich um ca. 30.000 Euro teurer und liegt bei 87.000 Euro<sup>[14]</sup>. Bei einer Flutlichtanlage in deutschen Stadien sind LED-Flutlichtsysteme aktuell noch selten zu finden – anders als etwa in der englischen Premier League.

## 7 Vor- und Nachteile von LED-Scheinwerfern

### 7.1 Vorteile

- lange Betriebsdauer (bis zu ca. 50.000 Stunden, kein Totalausfall)
- hohe Energieeffizienz
- hohe mechanische Robustheit
- unterschiedliche, effizient ohne Filter erzeugte Lichtfarben möglich
- erweiterte Designmöglichkeiten wegen geringer Verlustwärme
- verzögerungsfreies Ein- und Ausschalten
- kein Lebensdauerverlust durch häufiges Ein- und Ausschalten
- es wird nur ein sehr geringer Anteil an [Ultraviolett](#) und kein [Infrarot](#) erzeugt
- hohe Effizienz im Teillastbetrieb (leicht höherer Wirkungsgrad als bei Vollast)
- LED-Scheinwerfer benötigen keine Schutzgläser gegen umherfliegende Glassplitter.

### 7.2 Nachteile



Dieser Artikel oder nachfolgende Abschnitt ist nicht hinreichend mit [Belegen](#) (beispielsweise [Einzelnachweisen](#)) ausgestattet. Angaben ohne ausreichenden Beleg könnten demnächst entfernt werden. Bitte hilf Wikipedia, indem du die Angaben recherchierst und gute Belege einfügst.

- LED-Scheinwerfer haben im Vergleich mit anderen Scheinwerfern höhere Anschaffungskosten. Ein Grund dafür ist die technologisch aufwendige Herstellung der LED.
- Die Verlustwärme ist bei LED-Scheinwerfern schwierig abzuführen. Die Temperatur im LED-Kristall darf etwa 150 °C nicht übersteigen. Daher ist bei Außenleuchten und hoher Umgebungstemperatur ein großer [Kühlkörper](#), teils mit aktiver Kühlung (Ventilator) notwendig.<sup>[15][16]</sup>

- LED-Scheinwerfer besitzen bei gleichem Lichtstrom wegen der Kühlung ein größeres Gehäuse als Glüh- oder Gasentladungslampen.
- Die Effizienz und auch die Lebensdauer von LEDs sinkt mit steigender Temperatur.
- Die [Reihenschaltung](#) der LED bedingt ein erhöhtes Ausfallrisiko des gesamten Stranges.

#### Nachweise/Links

##### Weblinks

- [Informationen und Videos von Hella zu verschiedenen Scheinwerfer Lichtquellen](#)
- [LED-Scheinwerfer in der Veranstaltungstechnik und Akzeptanz in der Kunst](#) (Memento vom 4. Mai 2011 im [Internet Archive](#)), hbernstaedt.de, archiviert vom Original
- [Abstrahlwinkel bei LED-Leuchtmitteln und Ihre Bedeutung](#), ledroom.de blog 2011, archiviert vom Original

##### Einzelnachweise

1. Jürgen Gausemeier, Klaus Feldmann (Hrsg.): *Integrative Entwicklung räumlicher elektronischer Baugruppen*. Hanser Fachbuchverlag, München u. a. 2006, [ISBN 3-446-40467-8](#), S. 40.
2. Hellmuth Nordwig: [Leuchtstoffe für die weiße LED](#) in [dradio](#) „[Forschung aktuell!](#)“ vom 4. Dezember 2013
3. [LED-Scheinwerfer: Blendende Aussichten](#) Die Zeit, am 13. Dezember 2017
4. [Maserati 3200GT Boomerang Taillights \(1998\)](#). In: [cardesignnews.com](#). 8. November 2017, abgerufen am 22. März 2018 (englisch): „Affectionately known as the ‘boomerang’ lights, the taillights were not only an unusual shape, but also included one of the first major uses of LED technology. [...] Set out across the rear quarter panel and boot lid, the outer section of taillight housed the LEDs and made up the tail lamps, brake lamps and indicators.“
5. [Opel LED-Matrix-Licht Intellilux](#) (Memento vom 4. März 2016 im [Internet Archive](#))
6. [Neuer Mercedes-Benz CLS mit Multibeam-LED-Technik](#) (Memento vom 5. Dezember 2014 im [Internet Archive](#)) auto-fokus.com, 17. Juni 2014
7. [Audi A8 erstrahlt in neuem Licht](#) (Memento vom 9. Januar 2015 im [Internet Archive](#))
8. (Seite nicht mehr abrufbar, Suche in Webarchiven: [media.daimler.com/dcmmedia/0-921-1708962-49-1712129-1-0-0-0-0-0-0-0-1-0-0-0-0-0.html](#))
9. [DAT-Report 2016](#). Deutsche Automobil Treuhand, 27. Januar 2016, abgerufen am 15. April 2019.
10. In: *Automobil Produktion*.Nr. 7–8, 2011, S. 54.
11. [ADAC-Studie zur Nachrüstung mit LED-Lampen](#) focus.de, am 16. Dezember 2017, abgerufen am 12. April 2019
12. [TFL legal, LED auf dem Vormarsch, Xenon: übersprungen](#) motorradreisefuehrer.de, am 13. März 2019
13. In: *DB Bahn – Tf Aktuell*. 26. Dezember 2009, S. 2.
14. [Was kostet eine Flutlichtanlage? | Sportstättenrechner](#). In: [sportstaettenrechner.de](#). Abgerufen am 4. Oktober 2016.
15. <https://www.automobil-industri...d-scheinwerfern-a-393706/>
16. <https://www.automobil-industri...heinwerfern-a-393706/?p=2>

#### Zitatangabe

Zitatangabe

Seite „LED-Scheinwerfer“. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie.  
Bearbeitungsstand: 16. Mai 2021, 10:32 UTC. URL:  
<https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=LED-Scheinwerfer&oldid=212028140> (Abgerufen: 28.  
Juni 2021, 12:30 UTC)