

# Perfekte Ausleuchtung

Frontscheinwerfer mit LED-Technik sind in modernen Fahrzeugen inzwischen Standard. Doch es gibt große Unterschiede. Wir stellen die verschiedenen Varianten und ihre Eigenschaften vor.



**Der Austausch eines defekten LED-Scheinwerfers ist oftmals alternativlos und fast immer sehr teuer.**

**Die LED-Technologie hat** in Rekordzeit Einzug in die Autoscheinwerfer gehalten und ist inzwischen auch in Kleinwagen zu finden. Die Zeiten der klassischen Halogen-Glühlampe scheinen gezählt, ebenso wie die der Xenon-Beleuchtung, die um die 2000er-Jahre für deutlich mehr Ausleuchtung auf der Straße sorgte.

Die Vorteile von Scheinwerfern mit LED-Technik liegen auf der Hand: Sie bieten nicht nur eine hohe Lichtausbeute und dadurch mehr Sicherheit, sondern sie haben im Regelfall eine deutlich längere Lebensdauer als Glühlampen und sie benötigen weniger Energie. Auch die Gestaltungsmöglichkeiten für Fahrzeugdesigner sind vielfältiger. Ein Nachteil der Technik: Ist eine Leuchtdiode des Scheinwerfers kaputt, muss im Regelfall der

komplette Scheinwerfer kostenaufwendig ausgetauscht werden.

## Kühlung erforderlich

LED ist nicht gleich LED, denn es gibt verschiedene Technologien (siehe Kasten auf S. 59), die zudem stetig weiterentwickelt werden. Auch beim Aufbau des Scheinwerfers gibt es große Unterschiede. Doch wie funktioniert eine LED eigentlich? Die Leuchtdiode wird auch „Lumineszenz-Diode“ genannt oder in Kurzform LED, was für „Light Emitting Diode“ (Licht emittierende Diode) steht. Wie die Glühbirne ist die LED in der Lage, elektrische Energie in Licht umzuwandeln. Nur wird das Licht nicht von einer Glühwendel produziert, sondern durch ein elektronisches Halbleiter-Bauele-

ment. Obwohl LEDs als Kaltlichtquelle bezeichnet werden, müssen sie im Regelfall gekühlt werden, da sonst die Lebensdauer leiden kann.

## Verschiedene Optiken

Einfache LED bestehen aus einem zylinderähnlichen Gehäuse, das an der Stelle, wo das Licht austritt, durch eine Halbkugel geschlossen ist. Neben dem LED-Chip kommen noch eine Reflektorwanne (mit Kontakt zur Kathode), ein Golddraht (Kontakt zur Anode) und eine Kunststofflinse, die Bauteile vereint und fixiert, zum Einsatz. Bei Hochleistungsdioden kommt hingegen ein großer Metallrohling zum Einsatz, der für eine bessere Wärmeregulierung sorgt und sie leichter abführt. Als Folge kann mehr Strom durch die Diode fließen, was eine großflächigere Lichtabstrahlung und höhere Lichtleistung zur Folge hat.

Die Lebensdauer der LED hängt stark vom jeweiligen Einsatzort und der zugeführten Stromdichte ab. Denn je höher der Stromfluss ist, desto mehr erwärmt sich die Diode, was zu einer verkürzten Lebensdauer führt. Es stehen verschiedene Optiken und Methoden zur Verfügung, das Licht einer Leuchtdiode im Scheinwerfer in eine bestimmte Richtung zu



**Design ist wichtig: Der LED-Scheinwerfer des Audi Q1 mit Tagfahrlicht.**



Foto: Mercedes-Benz

**Beamer statt Scheinwerfer: Matrix-LED-Scheinwerfer sind komplex aufgebaut.**

leiten. Die wichtigsten Verfahren sind dabei die Reflexion des Lichts, die Brechung des Lichts und eine Kombination aus beidem.

## Symbole projizieren

Auf dem Markt der LED-Scheinwerfer geht der Trend in zwei Richtungen: Zum einen gibt es im Einstiegsbereich Basis-Scheinwerfer, die auf LED-Technik basieren und wie ein Halogenscheinwerfer das Abblend- und Fernlicht ohne Steuerung auf die Straße werfen. Im Premiumsegment geht der Trend hingegen zu hochwertigen Matrix-LED-Scheinwerfern. Die Bezeichnung Matrix bezieht sich dabei auf die Anordnung der LED-Leuchten. Die Dioden sind in Tabellenform angeordnet, waagerechte Zeilen treffen auf senkrechte Spalten. Je nach Situation werden einzelne Segmente der Matrix vorübergehend abgedunkelt. Hauptmerkmal der Matrix-LED-Technik ist ein Chip, auf dem Mikrospiegel zu finden sind, die sich in unterschiedliche Richtungen lenken lassen. Je



Foto: Mercedes-Benz

**Der Matrix-LED-Chip kann über eine Million Mikrospiegel enthalten.**

## Verschiedene LED-Typen im Vergleich

LED ist nicht gleich LED: Je nach Einsatzbereich unterscheiden sich die Leuchtdioden in Aufbau, Leistung und Lebensdauer. Folgende Varianten sind geläufig:

### Bedrahtete Leuchtdiode

Bedrahtete Leuchtdioden sind der Vorreiter aller LEDs. Man verwendet sie heute noch in LED-Spots oder Leuchtstoffröhren.

### SuperFlux-LED

SuperFlux-LEDs sind leistungsstärker als einfache bedrahtete LEDs, da sie bis zu vier Chips (Halbleiter-Kristalle) haben. Da sie einen großen Abstrahlwinkel besitzen, eignen sie sich besonders gut für den Bereich der Flächenbeleuchtung.

### SMD-LED

Die Abkürzung SMD steht für „Surface Mounted Device“. Diese Diode wird, wie der Name sagt, auf Oberflächen eingesetzt. SMD-LEDs sind in Bezug auf die Stromdichte relativ unempfindlich und können intensiv leuchten. Einsatz: Blink-, Brems- oder Tagfahrlicht.

### High-Power-LED

High-Power-LEDs sind leistungsstarke und widerstandsfähige Leuchtdioden. Ihre außergewöhnliche Bauform erfordert jedoch ein effizientes Thermomanagement.

### COB-LED

Die „Chip-on-Board“-LED (COB) ist die am höchsten entwickelte Leuchtdiode, die sehr flexibel einsetzbar ist und auf der Platine befestigt wird. Der Abstrahlwinkel des ausgestrahlten Lichts ist bei COB-LEDs groß, die Leuchtkraft hoch und die Ausleuchtung homogen.

nach Güte des Systems lassen sich von etwas mehr als einem Dutzend zu einer Million Pixel separat ansteuern, die über eine Linse auf die Straße projiziert werden – wie bei einem Beamer.

Damit ist es möglich, bestimmte Bereiche temporär auf der Straße auszublenden, beispielsweise entgegenkommende Fahrzeuge, Schilder, Radfahrer oder Fußgänger. Dafür ist natürlich eine Kamera im Fahrzeug notwendig, die entgegenkommende Verkehrsteilnehmer erkennt. Man spricht hier auch vom blendfreien Fernlicht. Je nach Menge der Pixel lassen sich aber auch Symbole auf die Straße projizieren, um andere Verkehrsteilnehmer zu warnen oder ihnen etwas mitzuteilen. Je nach Hersteller haben Matrix-LED-Scheinwerfer unterschiedliche Bezeichnungen. Bei Audi spricht man beispielsweise nur von Matrix LED, während BMW vom

„adaptivem LED-Scheinwerfer“ spricht. Mercedes-Benz hat seine Matrix-LED-Scheinwerfer „Multibeam LED“ getauft, bei Volkswagen spricht man vom „IQ Light“.

Obwohl im Frontscheinwerferbereich die LED-Technik inzwischen ihren Siegeszug angetreten hat, sind auch andere Technologien wie Laserlicht beliebt, denn der Laser bietet einen enormen Vorteil: Er ist aufgrund seiner enormen Reichweite von bis zu 600 Metern besonders gut als Fernlicht geeignet. In einem Laserscheinwerfer der neuesten Generation ist wie bei Matrix-LED-Scheinwerfern ein dauerhaftes Fernlicht per Laser möglich. Das alleine hilft aber nicht weiter: LEDs werden weiterhin für die breite Basis-Fernlichtverteilung benötigt. Denn die Stärke des Laserlichts liegt in der hohen, eher punktuellen Reichweite mit hoher Leuchtdichte. *Alexander Junk*