

Sehen und gesehen werden

Moderne Autoscheinwerfer sind nicht nur optisch eine Pracht, sondern sie bieten auch mehr Sicherheit durch bessere Lichtverteilung.

Im Straßenverkehr ist Überblick gefragt und zwar in jeder Situation. Scheinwerfer leisten dazu einen fundamentalen Beitrag, sie sollen die Straße bestmöglich ausleuchten, ohne den Gegenverkehr zu blenden. Schon auf den ersten Blick fällt auf, dass moderne Scheinwerfer nichts mehr mit den klobig wirkenden Leuchten der Vergangenheit zu tun haben: Statt geriffelten Streuglasscheiben kommen heute transparente Abdeckscheiben aus Kunststoff zum Einsatz, mit denen sich alle Wünsche der Designer verwirklichen lassen. Die Scheinwerfer sehen aber nicht nur schicker aus, sondern sie zeichnen sich vor allem durch eine deutlich bessere Lichtverteilung aus.

Licht aus – Spot an!

Bis vor einigen Jahren sorgten vor allem Paraboloid-Reflektoren mit einer gläsernen Streuscheibe als Abdeckung und eine Halogen-Doppelfaden-Glühlampe für das



Alaska Stock Images

Autoscheinwerfer tragen maßgeblich zur Fahrsicherheit bei. Denn je heller und gleichmäßiger sie die Straße aus-

leuchten, desto schneller können Autofahrer auf Hindernisse reagieren und Unfälle verhindern.

richtige Licht im Straßenverkehr. In diesem als Bilux bezeichneten Scheinwerfersystem sind Fern- und Abblendlicht in nur einem Spot vereinigt. Die Halogenlampe ist so in den Reflektor eingebaut, dass sich der Fernlichtfaden im Brennpunkt des parabolischen Reflektors befindet. Bei eingeschaltetem Abblendlicht fließt lediglich durch den Abblendfaden ein Strom. Eine Abdeckpfanne schirmt das vom Glühfaden emittierte Licht von unten ab, sodass nur die nach oben und zu den Seiten gerichtete Strahlung am Parabolspiegel reflektiert wird (Abb. 1). Die Streuscheibe fächert dieses Licht auf und sorgt für eine homogenere Ausleuchtung des direkt vor dem Auto liegenden Fahrbahnabschnitts. Bei zugeschaltetem Fernlicht fließt auch durch den Fernlichtfaden Strom. Da dieser im Brennpunkt angeordnet ist, verlässt das Fernlicht den Reflektor parallel zu dessen optischer Achse. Daher trifft es verglichen mit dem Abblendlicht erst in größerer Entfernung auf die Straße, und zwar mit höherer Lichtintensität, da keine Blende sein Licht abschattet.

optimieren die Lichtabstrahlung im Nah- und Fernbereich und machen eine Streuscheibe unnötig (Abb. 2a). Stattdessen dienen kratzfeste, transparente Kunststoffe als Abdeckscheiben.

Doppelt gut dank Bi-Xenon

Anfang der 1990er-Jahre sorgten Xenon-Leuchten in Autoscheinwerfern – zunächst nur als Abblendlicht – für Aufsehen. Diese Gasentladungslampen bestehen in der Regel aus einem Quarzglas Kolben, in dem unter einem hohen Druck von rund 20 bar Xenon sowie geringe Mengen an Quecksilber und Metallsalzen eingeschlossen sind. Zwischen zwei Wolfram-Elektroden zündet ein Hochspannungsimpuls im Inneren einen Lichtbogen. Im Vergleich zum eher gelblichen Licht der Halogenlampe emittiert dieser ein Licht, das aufgrund seiner höheren Temperatur von rund 4100 K fast weiß erscheint und im Dauerbetrieb eine etwa doppelt so hohe Lichtleistung besitzt.

Für den Einsatz von Xenon-Lampen in Autos wurden neue Scheinwerfertypen entwickelt, welche optimal die Straße beleuchten, ohne den Gegenverkehr zu blenden. Ein solcher Reflektor

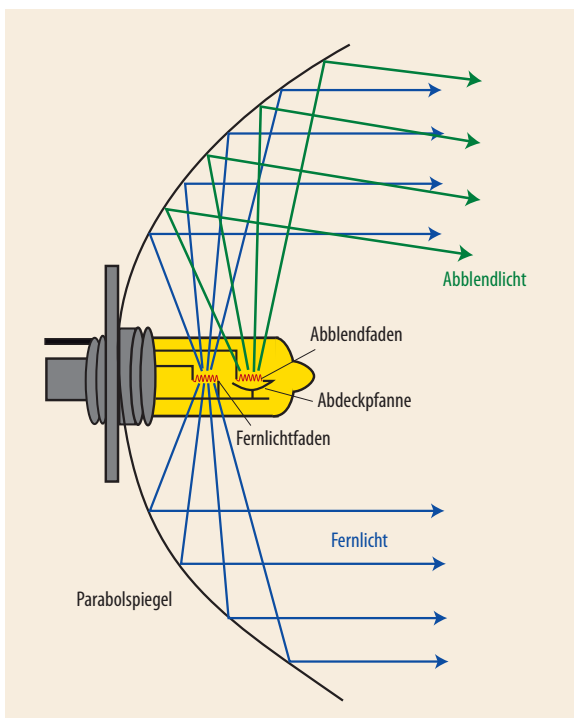


Abb. 1 Im Paraboloid-Reflektor mit Doppelfaden-Lampe sind zwei verschiedene Glühfäden für das weit reichende Fernlicht bzw. für das weniger intensive Abblendlicht verantwortlich. Eine Abdeckpfanne blendet einen Teil des Abblendlichts aus.

besteht im Wesentlichen aus einem elliptisch geformten Spiegel, aus der Xenon-Lampe und einer Linse (Abb. 2b). In solchen Systemen hängt die Lichtverteilung von der Position der Lichtquelle bezüglich des Brennpunktes ab: Befindet sich der Lichtbogen im vorderen Brennpunkt der Ellipse, werden die von ihm ausgehenden Lichtstrahlen zunächst in der zweiten Brennebene gesammelt und über eine asphärische Linse parallel zur optischen Achse des Systems auf die Straße gebracht. Wie beim Halogenlicht lässt sich auch bei den Xenon-Lampen durch eine Blende zwischen Abblend- und Fernlicht schalten (Bi-Xenon): Während beim Fernlicht der gesamte Lichtstrom des Lichtbogens genutzt wird, schattet beim Abblendlicht die Blende, die zwischen Lampe und Linse geschoben wird, das Lichtbündel ab. Eine Lichthupe lässt sich mit Bi-Xenon-Scheinwerfern allerdings nicht realisieren, da zwischen dem Zünden und dem Erreichen der vollen Helligkeit einige Sekunden vergehen können. Hierfür hilft daher standardmäßig eine Halogenlampe aus.

Da die Bi-Xenon-Spots viel intensiver leuchten, müssen Autos serienmäßig über eine Leuchtweitenregelung verfügen, die den Lichtstrahl an die jeweilige Beladung anpasst und eine Blendung des Gegenverkehrs verhindert. Das Xenonlicht ermöglicht eine Tageslicht ähnliche und breitere Fahrbahnausleuchtung bei schlechter Witterung und Dunkelheit und erhöht damit die Fahrsicherheit.

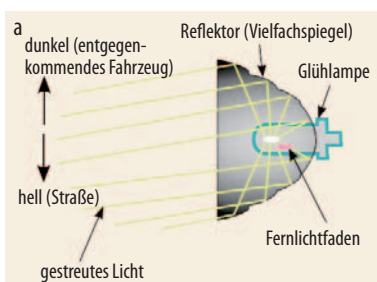


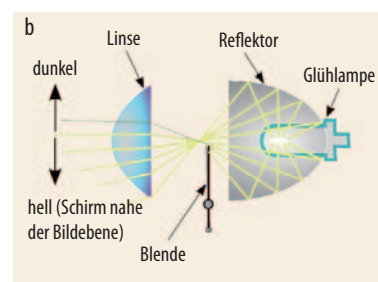
Abb. 2 Freiform-Reflektoren sorgen für eine bessere und gleichmäßige Lichtverteilung (a). Das Projektionssystem mit elliptischem Reflektor, Bi-Xenon-Lampe,

Teuer, aber trendy

Der neueste Trend sind Scheinwerfer, bei denen LEDs (Light Emitting Diodes) die Halogen- oder Xenonlampen ersetzen (Abb. 3). Der Einsatz solcher Dioden in Autolampen ist allerdings nicht neu: Schon seit etwa 15 Jahren dienen rote Lumineszenzdioden, die im Gegensatz zu weißen längst über eine ausreichende Lichtleistung verfügen und sich kostengünstiger herstellen lassen, als Rückleuchten. In den letzten Jahren wurde die Lichtausbeute von weißen LEDs so erhöht, dass sie nun auch als Positions-, Abblend- und Fernlicht zum Einsatz kommen können. Seit diesem Jahr rücken Scheinwerfer auf LED-Basis die Luxusmodelle von Audi und Lexus serienmäßig ins rechte Licht.

Das weiße Licht entsteht dabei in einer additiven Farbmischung durch die Kombination von blau emittierenden InGaN-Chips mit passenden Phosphorkonvertern, die gelbes Licht erzeugen. Wie die Xenon-Lampe besitzt auch das weiße LED-Licht nahezu Tageslichtqualität. Weitere Vorteile der LEDs sind ihr geringer Stromverbrauch, ihre hohe Lebensdauer (etwa 100 000 Stunden) und die Möglichkeit, sie in räumlich begrenzte Gehäuse integrieren zu können. Da einzelne Leuchtdioden im Vergleich zu Halogen- bzw. Xenonlampen noch eine schwächere Lichtausbeute besitzen, sind im Scheinwerfer mehrere von ihnen zu einem Cluster zusammenschaltet.

Neuerdings werben die Automobilhersteller mit zusätzlichen Scheinwerferfunktionen wie Abbiege- und Kurvenlicht oder Multifunktionsleuchten, die eine



Blende und Linse (b) ermöglicht verglichen mit Freiform-Reflektoren die Konzeption besonders kleiner Scheinwerfer mit hoher Lichtleistung.



Abb. 3 Leuchtdioden sind der neueste Trend: So schmücken die futuristisch anmutenden Scheinwerfer auf LED-Basis das neue Sportcoupe R8.

optimale Ausleuchtung der Straße in jeder Fahrsituation versprechen. Das Abbiegelicht ist häufig als zusätzlicher, leicht nach außen gedrehter Spot in den beiden vorderen Scheinwerfern integriert. Bei stärker eingeschlagenem Lenkrad oder gesetztem Blinker wird es automatisch eingeschaltet und leuchtet den Abbiegebereich in einem weiteren Winkel aus.

Ein im wahrsten Sinne des Wortes besonderes Highlight ist das dynamische Kurvenlicht, bei dem schwenkbare Bi-Xenon-Scheinwerfer entsprechend der Fahrgeschwindigkeit und Lenkradeinstellung ausgerichtet werden. Dadurch erhöht sich die Ausleuchtung der Straße verglichen mit starren Scheinwerfern um bis zu 90 Prozent. Dies erlaubt es dem Fahrer, Hindernisse und Gefahrenquellen rechtzeitig zu erkennen.

Bei einer Weiterentwicklung dieser Technik registrieren integrierte Kameras den Fahrbahnverlauf, entgegenkommende sowie vorausfahrende Fahrzeuge und passen die Reichweite des Lichtkegels selbstständig der aktuellen Verkehrssituation an. Vorläufig sind solche zusätzlichen Scheinwerferfunktionen allerdings nur gegen Aufpreis bei gehobenen Mittel- und Oberklassewagen erhältlich. Aber auch das intelligenteste Licht wird den menschlichen Autofahrer nicht ersetzen können.

Katja Bammel

Dr. Katja Bammel, science & more redaktionsbüro, kb@science-and-more.de