

SCHEINWERFERTECHNIK

Licht gestalten

Die Entwicklung neuer Scheinwerfertechnologie hat Fahrt aufgenommen. Mussten Autolampen früher nur Licht machen, sind sie heute Fahrerassistenzsystem, Designelement und Energiespareinheit.



Eindrucksvoll: adaptive Hell-Dunkelgrenze bei Gegenverkehr

Bis in die 1960er-Jahre hinein war die Lichtausbeute von Autoscheinwerfern aus heutiger Sicht sehr bescheiden. Die einfache Glühlampentechnik war defektanfällig, die Wirkung eher diffus. Das änderte sich mit der Einführung der Halogen-Leuchtmittel, die Philips Anfang der 1960er-Jahre erstmals vorstellte, aber erst ab den 1970er-Jahren in der Fahrzeugbeleuchtung einsetzte. Sie erzielen nicht nur eine höhere Lichtausbeute, sondern auch eine

längere Lebensdauer. Neben den Halogen-Reflexionssystemen kommen in Fahrzeugen auch Scheinwerfer mit einem Bi-Halogen-Projektionssystem zum Einsatz. Sie erzeugen Abblend- und Fernlicht mit nur einem Projektionsmodul und sind bis heute vor allem in den günstigeren Fahrzeugmodellen im Einsatz – und werden es auf absehbare Zeit auch bleiben.

Anders sieht das bei den Xenonscheinwerfern aus. Laut „The Hansen Report on Automotive Electronics“ vom Oktober 2016 waren 2015 weltweit 21 Prozent der Fahrzeuge mit Xenonlicht ausgerüstet, 75 Prozent mit Halogenlicht und nur vier Prozent mit LED-Licht. Bis 2025 prognostiziert die Studie einen Rückgang bei Xenon auf 15 Prozent, der Anteil der LED-Scheinwerfer wird auf 34 Prozent steigen und die Hälfte aller Fahrzeuge wird nach wie vor mit Halogenlicht ausgerüstet sein.

PROGNOSE

Experten erwarten, dass bis zum Jahr 2025 der Anteil von Xenon auf 15 Prozent zurückgehen werde, der Anteil der LED-Scheinwerfer auf 34 Prozent steige und die Hälfte aller Autos immer noch mit Halogenlicht auf den Straßen fahre.

Experten gehen davon aus, dass Xenonlampen nach und nach durch LED-Technik ersetzt werden, während Halogenlicht vor allem in kostensensiblen Baureihen erhalten bleibt.

Evolutionsstufe

Dass Xenonlicht in der Automobilgeschichte vermutlich nur eine Evolutionsstufe auf dem Weg zur weiteren Verbreitung der LED-Technik bleiben wird, liegt nicht an der Lichtqualität. Es ist deutlich heller, erlaubt durch Projektionstechnik schärfere Hell-Dunkel-Grenzen und größere Reichweiten und verbraucht weniger Strom als herkömmliche H4-Lampen. Allerdings ist die Technik aufwändig. Die Scheinwerfer müssen über eine automatische oder dynamische Leuchtweitenregulierung zur korrekten Scheinwerfereinstellung verfügen, die dazu notwendigen Stellmotoren treiben das Gewicht der Scheinwerfer in die Höhe. Und: Eine Reinigungsanlage ist obligatorisch, um Streulicht und Blendung des Gegenverkehrs auszuschließen.

Mit der Einführung des dynamischen Kurvenlichts im Jahr 2003 war der erste Schritt in Richtung Assistenzsystem getan, es folgte wenig später das „Adaptive Frontlighting System“ (AFS) von Hella. Damit wurde die Lichtverteilung in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Lenkeinschlag an die jeweilige Situation angepasst. Seit 2009 sind kamerabasierte Systeme am Markt, die eine adaptive Hell-Dunkel-Grenze (aHDG) erzeugen, wodurch der Lichtkegel vor entgegenkommenden oder vorausfahrenden Fahrzeugen endet. Das blendfreie Fernlicht ist eine Weiterentwicklung dieser Technik.

Große Potenziale

Schon Anfang der 1990er-Jahre hielt die LED-Technik Einzug in die Fahrzeugbeleuchtung, wenn auch zunächst nur als dritte Bremsleuchte. Doch die LED-Technik hat aufgrund der großen Potenziale,



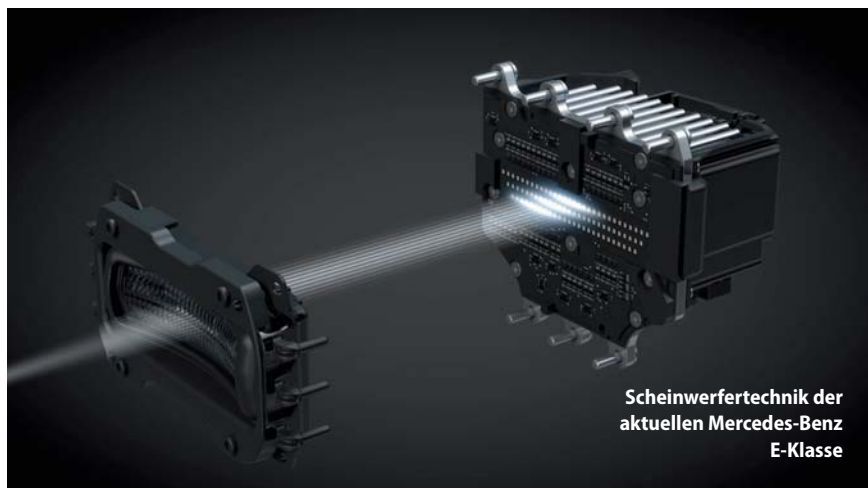
**Der Klassiker:
Halogenleuchtmittel von Osram**

die in ihr stecken, eine rasante Entwicklung genommen. Es ist nicht die Lichtausbeute, die LED-Leuchten so interessant macht, denn die liegt derzeit etwa auf Xenon-Niveau. Vielmehr ist LED-Licht sehr exakt lenkbar, die Baugröße (Design) und der Anteil beweglicher Teile im Scheinwerfer (Gewicht) lassen sich weiter reduzieren. Vor allem im Hinblick auf Elektroautos, wo jedes Watt in Sachen Stromverbrauch zählt, ist die Energieeffizienz ein weiteres wichtiges Argument. Und schließlich halten die Leuchtdioden laut Hella um ein Vielfaches länger als Xenon- und erst recht Halogenleuchtmittel, im Idealfall ein Fahrzeugleben lang.

Fanden LED-Leuchten zunächst als Bremslicht, Rückleuchten und Tagfahrlicht den Weg ins Auto, so kommen heute bereits erste Voll-LED-Scheinwerfer zum Einsatz. Bereits in einigen Mittelklassemodellen wie dem Opel Mokka wird LED als Ablend- und Fernlicht angeboten, in der Oberklasse kommen zunehmend adaptive Systeme zum Einsatz, die über AFS oder blendfreies Fernlicht verfügen. Dies ermöglicht ein dynamisches, situationsangepasstes Licht wie Abbiege-, Stadt-, Landstraßen-, Autobahn- oder Schlechtwetterlicht, umgesetzt über eine drehbare Walze zwischen Lichtquelle und Linse, die den Lichtkegel entsprechend steuert. In Kombination mit Kamera und Bildverarbeitung lassen sich gezielte Bereiche ausblenden und sogar dem detektierten Verkehrsteilnehmer, wie etwa Gegenverkehr, dynamisch folgen.

Ohne Mechanik

Während bei den genannten Techniken der Lichtkegel immer noch mittels Mechanik gesteuert wird, arbeiten Matrix-LED-



Scheinwerfertechnik der aktuellen Mercedes-Benz E-Klasse

Scheinwerfer rein elektronisch. Kameragesteuert werden einzelne der zwischen 25 und 85 Leuchtdioden angesteuert, können selektiv abgeschaltet oder gedimmt werden. Dabei kann der Autofahrer permanent das Fernlicht nutzen ohne zu blenden, der Lichtkegel passt sich automatisch jeder Situation an. Das Matrix-Licht wird somit zum echten Fahrassistenten.

Nächster großer Schritt

Doch das ist noch nicht die Spitze der Entwicklung. Derzeit arbeiten Daimler, Hella, Osram zusammen mit dem Softwarehersteller Infineon sowie der Fraunhofer-Gesellschaft an einem hochauflösenden LED-Scheinwerfer mit 3.072 Lichtpunkten, der sich noch genauer an Verkehrssituationen anpasst, ohne dass der Fahrer eingreifen muss.

Während diese Technik noch im Entwicklungsstadium steckt, leuchtet bereits ein neuer Stern am Scheinwerferhimmel: Laserlicht wird derzeit von den Herstellern als der nächste große Schritt nach LED bezeichnet. Bislang erhältlich als Fernlicht im i8 und 7er von BMW sowie im Audi R8 LMS, ist es noch ein absoluter Exot. Größter Vorteil: Die Laserdioden sind um das Zehnfache kleiner als LED bei größerer Leuchtdichte. So können Scheinwerfer mit Lasertechnik noch kleiner designt werden, erreichen aber deutlich größere Reichweiten. Aber aus Sicherheitsgründen ist die Lichtstärke begrenzt und übertrifft Xenon- oder LED-Licht nicht. Ob sich die kostspielige Technik durchsetzt, bleibt deshalb abzuwarten.

OLED-Technologie bietet vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten bei Rücklichtern.

Werkstattgeschäft

Mit der Umsetzung der neuen Scheinwerferrichtlinie und der notwendigen Investition in neue Einstellgeräte sind die Werkstätten für neue Technologien gerüstet. Laut Bosch wird der Marktanteil von Halogen und Xenon zwar leicht zurückgehen, aber in den kommenden Jahren immer noch den größten Anteil haben. Damit bleibt das Ersatzteilgeschäft in diesem Bereich zunächst erhalten. LED findet aus Kostengründen nur langsam größere Verbreitung bei den OEM, im Retrofit-Bereich (Nachrüstung älterer Fahrzeugmodelle) erwartet Bosch einen steigenden Bedarf und damit neue Einnahmelmöglichkeiten für Werkstätten. Osram arbeitet diesbezüglich an vielen Stellen daran mit, eine Normung im Rahmen der ECE zu erwirken. Für die längeren Wechselzyklen bei LED- und Xenonlampen sieht Osram außerdem einen Ausgleich durch werthaltigere Verkäufe, die der Hersteller durch Produktreihen und Werbemaßnahmen für den freien Werkstattmarkt unterstützt. Zudem bieten die Hersteller Halogen- und Xenon-Ersatzlampen mit gesteigerter Lichtleistung an. Für mehr Durchblick beim Kunden.

Dieter Vähröder

