

Moderneste Scheinwerfertechnik

Perfekte Ausleuchtung

Die Leuchtdioden-Technologie ist längst in allen Fahrzeugkategorien anzutreffen. Vom einfachen Tagfahr-, Abblend- und Fernlicht mit einzelnen Hochleistungs-LED bis zum komplexen Aktiv-Matrix-LED-Scheinwerfer mit Projektionsteil reicht die Palette, um die Fahrbahn optimal auszuleuchten. Für die Werkstatt gilt es, beim Einstellen einiges zu beachten und im Aftersales ist die Technologie eine Herausforderung. Einzelne Leuchtmittel können nicht mehr getauscht, sondern oft nur der komplette Scheinwerfer ersetzt werden. **Andreas Senger**

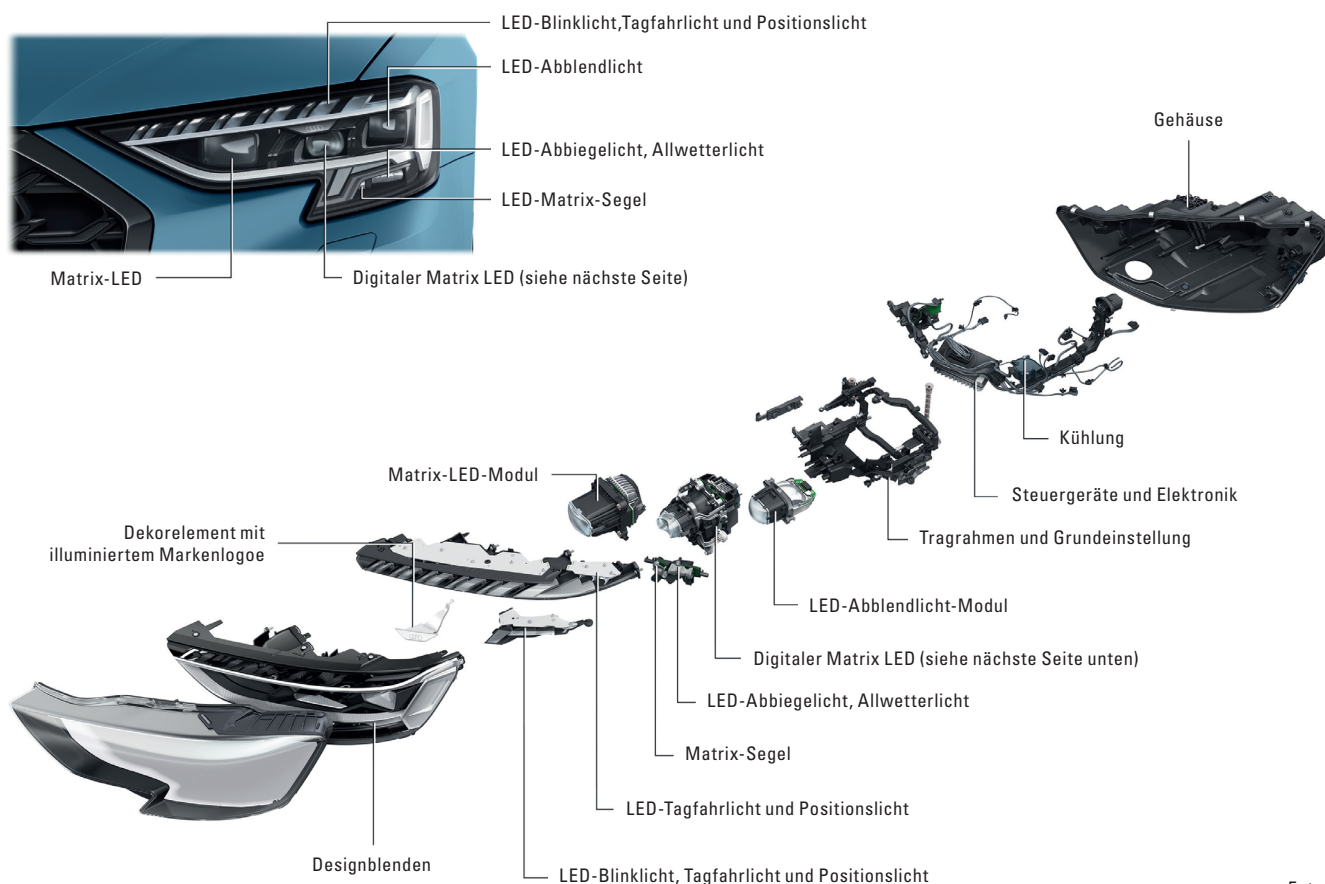


Foto: Audi

Die modernen Scheinwerfersysteme sorgen für perfekte Fahrbahnausleuchtung und damit hohe, aktive Sicherheit. Wer nachts mit einem Aktiv-Matrix-LED-System unterwegs ist, möchte es nicht mehr missen. Das Vorfeld wird kontinuierlich mit vollflächigem und harmonischem Fernlicht ausgeleuchtet und wenn sich vor dem Fahrzeug andere Verkehrsteilnehmende bewegen, erkennt die Frontkamera hinter der Windschutzscheibe diese. Um die anderen Verkehrsteilnehmenden nicht zu blenden, werden einzelne LED-Arrays durch das Lichtsteuergerät abgedimmt oder ausgeschaltet. Wenige Hersteller wie Audi oder

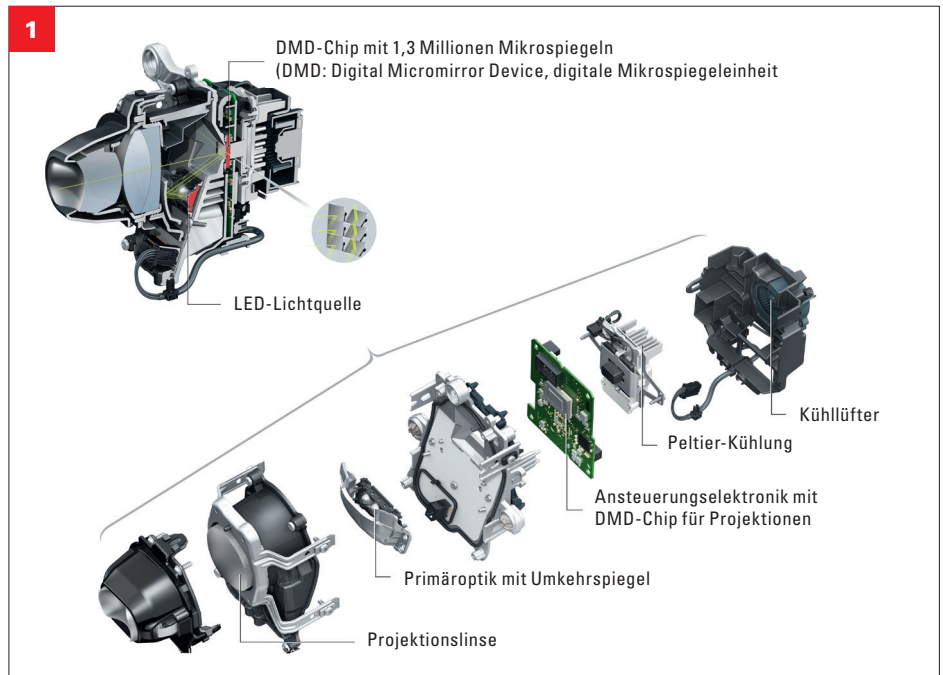
BMW bieten zudem Laserlichter an, die eine Ausleuchtung bis zu 600 Meter erlauben und damit die Nacht zum Tage werden lassen (bei gerader Streckenführung). Auch einfache Systeme setzen auf lichtstarke LED-Einheiten. Die konventionellen Halogenscheinwerfer mit Freiflächenreflektoren verabschieden sich vom Markt.

Die Technologie wird nun durch eine neue Lichttechnologie erweitert: Nicht einzelne LED-Einheiten sorgen für eine möglichst homogene Lichtverteilung vor dem Fahrzeug, sondern Mikrospiegel auf einem Chip vertei-

len die Lichtstrahlen einer zentralen Lichtquelle. Mehrere Hochleistungs-LED versorgen die Millionen von Spiegelchen auf dem DMD-Chip mit Licht, welche einzeln gesteuert dieses Licht nach vorne projizieren. DMD steht für die englische Bezeichnung Digital Micromirror Device, was übersetzt so viel heisst wie digitale Mikrospiegeleinheit.

Diese Flächenlichtmodulatoren besitzen quadratische Kleinstspiegel mit einer Kantenlänge von wenigen Mikrometern. Jeder der rund 1,3 Millionen Spiegel entspricht dabei einem Lichtpixel. Durch elektrostatische An-

- 1 Das Digitale Matrix LED Modul erlaubt, Symbole oder Zeichen auf die Strasse zu projizieren. Das Element arbeitet als Flächenlichtmodulator. Eine starke Hintergrundbeleuchtung beleuchtet den DMD-Chip, auf dem Mikrospiegel das Licht einzeln bündeln und auslenken können. Eine Primäroptik und ein Umkehrspiegel lassen die Lichtstrahlen zur Projektionslinse. Mit dieser Lichttechnologie lassen sich punktgenaue Objekte anleuchten oder dynamische Lichtkegel erzeugen.
- 2 Ein Beispiel für den Einsatz eines solchen Moduls zeigt das Orientierungslicht, das bei Baustellen die Fahrspur zusätzlich ausleuchtet und den Fahrer unterstützt, der temporären Spur zu folgen.
- 3 Auch Fussgänger können, erkannt durch die Frontkamera oder durch den Nachtsichtassistenten, durch einen Lichtkegel hervorgehoben und damit die Sicherheit erhöht werden. Fotos: Audi



steuerung kann jedes Mikrospiegelchen nach vorne/hinten oder seitlich gekippt werden. Die von der zentralen Lichtquelle emittierten Lichtstrahlen werden über einen Umkehrspiegel auf den DMD geleitet, der die Lichtstrahlen einzeln nach vorne auf die Fahrbahn reflektiert. Eine Projektionslinse bündelt die Lichtstrahlen des digitalen Matrix-Lichts. Durch Überlappung einzelner Bildpunkte auf der Fahrbahn entsteht ein hellerer Punkt. Dadurch lassen sich Lichtbilder erzeugen, die den Fahrer unterstützen. Beispielsweise lassen sich Symbole auf die Fahrbahn projizieren oder Fahrbahnverengungen markieren. Zudem können auch Fussgänger oder andere Gefahren blitzschnell wie mit einem Spot-scheinwerfer angeleuchtet werden, um die Sicherheit zu erhöhen.

Matrix-Licht, Digitaler Matrix: Da ahnen der Ersatzteilspezialist und die Werkstattmitarbeitenden, dass nicht nur eine neue Lichttechnologie Einzug gehalten hat, sondern sich auch punkto Aftersales und Einstellmöglichkeiten wie auch Reparatur einiges geändert hat. Um es vorweg zu nehmen: Die neuen Lichttechnologien stellen Hightech dar. Fahrzeugbesitzer, deren Scheinwerfer nach der Garantie den Dienst quittieren, müssen tief ins Portemonnaie greifen. Weder bei den bisherigen Matrixscheinwerfern mit ihrer Vielzahl von Einzel-LED zum Ausblenden von einzelnen Segmenten noch beim Flächenlicht können die Scheinwerfer geöffnet und einzelne Komponenten oder Leuchtmittel gewechselt werden. Der Grund: Die Hightech-Scheinwerfer werden beim Zulieferer quasi unter Reinraumverhältnissen zusammengebaut und nach der Fertigung wird das Gehäuse verschweisst/verleimt. Funktioniert ein LED-Array nicht mehr, bleibt dieser Ausleuchtungsteil dunkel. Sind



nur einzelne Hochleistungs-LED betroffen, kann dies für den Kunden noch akzeptabel sein. Ganze Partien, die ausgefallen sind, haben den Ersatz des Scheinwerfers zur Folge, der mehrere Tausend Franken kostet. Ob sich dies bei einem achtjährigen Fahrzeug noch lohnt?

Auch in der Werkstatt stehen die Mitarbeitenden vor neuen Herausforderungen. Viele Hersteller verlangen, dass für die Lichteinstellung ein teures, digitales Lichteinstellgerät verwendet wird. Die neuen Geräte weisen dabei statt einer einfachen Hell-Dunkel-Markierung auf der Einstellfläche zur Überprüfung der Einstellhöhe und -neigung eine Kamera auf, die das emittierte Lichtbild aufnehmen. Für eine Erstbeurteilung oder Kontrolle, ob die Lichthöhe stimmt, reicht aber meist ein einfaches und konventionelles Lichteinstellgerät. Bei den meisten Automobilherstellern ist dazu nicht einmal ein Diagnostester nötig, um das Lichtsteuergerät anzuweisen, dass das Einstelllicht mit der Hell-Dunkel-Grenze (mit oder ohne 15°-Winkel auf der rechten Seite) ausgegeben wird. Meist wird durch die geöffnete Motorhaube bei eingeschalteter

Zündung und eingeschaltetem Ablendlicht durch das Lichtsteuergerät automatisch ein Einstelllicht für die Kontrolle eingestellt.

Stimmt die Höhe (Elevation) oder die seitliche Ausrichtung (Azimut) nicht, ist aber die manuelle Einstellung mittels Schraubendreher oder Imbusschlüssel nicht immer möglich: Um die präzise Einstellung vorzunehmen, muss der Werkstattprofi mit dem Diagnostester die Einstellroutinen starten, das digitale Lichteinstellgerät gemäss Herstellervorgaben ausrichten und wenn das Fahrzeug über eine Luftfederung verfügt, auch die Luftfederbeine auf die Einstellhöhe fahren lassen. Durch manuelle Kontrolle mittels Meterstab und Messung bei allen vier Rädern (meist Boden bis Kotflügelkante) wird zudem überprüft, ob die Grundeinstellung des Luftfahrwerks stimmt. Der Scheinwerfer gibt danach bei den meisten Herstellern ein spezielles Lichtbild aus, das von der eingebauten Kamera des Lichtanalysegerätes aufgenommen wird.

Fortsetzung Seite 12

Bei einigen Automobilherstellern gibt bei diesem Vorgang das Lichteinstellgerät auch einen Wert an, der danach im Lichtsteuergerät via Diagnosetester als Kalibrationsvorgang eingegeben werden muss. Damit wird die Ausrichtung des Scheinwerfers gegenüber der Karosserie oder sogar gegenüber der geometrischen Fahrachse abgespeichert, damit die verschiedenen Lichtbilder wieder korrekt auf die Fahrbahn und Umgebung ausgegeben werden. Für die Grundeinstellung des Scheinwerfers verfügen die modernen Systeme über zwei Grundeinstellungsschrauben für die Elevation und den Azimut. Diese sind ab Werk eingestellt und in der Regel sind bei einem unfallfreien Fahrzeug keine Nachjustierungen nötig. Für die Werkstatt-Crew bedeutet dies: Grundsätzlich ohne Tester und digitalem Lichteinstellgerät nie an den Einstellschrauben drehen! Das System funktioniert danach nicht mehr einwandfrei und kann zu Blendungen im Strassenverkehr führen.

Als freier Garagist gilt der Tipp, dass mit dem analogen Gerät die Grundeinstellung grob überprüft werden kann. Sind Unsicher-

heiten da, ob das Licht stimmt oder nicht, besser mittels freiem Diagnostester arbeiten oder mit dem Markenvertreter Kontakt aufnehmen. Dass vor der Messung zudem der Reifendruck kontrolliert, die Beladung des Fahrzeuges überprüft und das Einstellgerät exakt im parallel zum Fahrzeug ausgerichtet werden muss, gehört zu den Lernzielen in der beruflichen Grundbildung. Um die Messung aber erfolgreich durchzuführen, ist ein ausnivellierter Werkstattboden nötig. Empfehlenswert ist es, das Lichteinstellgerät dort aufzustellen, wo die FAS-Sensor-Kalibrationen vorgenommen werden. Ausserdem ist es bei Karosserietieferlegungen durch Fahrwerksmodifikationen dringend notwendig, die Kalibrationseinstellung gemäss Herstellervorgaben durchzuführen.

Die Beleuchtungstechnologie hat in den vergangenen Jahren einen enormen Fortschritt erzielt. Die vorgestellten Scheinwerfertechniken sind nicht flächendeckend verfügbar. Erst in der Oberklasse sind die Hightech-Systeme im Serieneinsatz. In preissensiblen Fahrzeugkategorien werden die aufwendigen

Scheinwerfersysteme auch künftig nicht zu finden sein. Der Siegeszug, um die aktive Sicherheit zu erhöhen und die Anpassung des Preisniveaus durch höhere Stückzahlen nach unten, hat aber bereits gestartet. Auch Innenraumbeleuchtungen (Ambientlicht mit verschiedenen Stimmungsbildern) und die Ausbreitung der OLED-Technologie für Hecklichter wird einen weiteren Boom auslösen und somit die Automobiltechnik in diesem Bereich ebenfalls vorantreiben. <

- 4 Ein Lichteinstellgerät gehört zur Werkstattausrüstung dazu: Sowohl mit analogen Geräten (nur Simulation des 10-m-Abstands zu einer Einstellwand) oder digitalen Geräten (Kamera erfasst Lichtkegel) können konventionelle wie modernste Lichtsysteme geprüft werden. Wichtig dabei: Ein ebener Werkstattboden und eine präzise Ausrichtung des Geräts auf das Fahrzeug (im rechten Winkel) sind unbedingt einzuhalten. Foto: Beissbarth.
- 5 Das Einstellen des Scheinwerferlichts gehörte schon seit langem zum Werkstattalltag: Die Scheinwerferhöhe sowie die Neigung in Prozent müssen beim Lichteinstellgerät vor der Prüfung kalibriert werden. Foto: Mercedes-Benz
- 6 Ein konventionelles Einstellgerät bündelt die Lichtstrahlen über eine Fresnel-Linse (1) und simuliert damit auf ein paar Zentimetern Gehäuse einen Abstand zu einer Einstellwand von 10m. Durch das Drehrad (3) wird die Scheinwerferneigung in Prozent eingestellt, welche die Helldunkel-Messplatte im Gerät (2) dadurch nach oben oder unten verschiebt. Ein integrierter Lichtstärkensenor (4) misst die auftreffende Beleuchtungsstärke in Lux, um Leuchtmittel und Reflektor beurteilen zu können. Foto: Hella
- 7 Modernste Scheinwerfersysteme wie Aktiv-Matrix-LED werden vom Zulieferer unter grössten Reinheitsvorgaben zusammengebaut und können in der Regel nicht geöffnet werden. Entsprechend muss bei einem Ausfall eines Teilsystems, Beschädigung der Frontabdeckung oder Undichtigkeit der komplette Scheinwerfer ausgetauscht werden, was für den Kunden hohe Kosten zur Folge hat. Einzelne Ersatzteile sind von den Herstellern nicht erhältlich. Foto: Hella

