



**Kommunikation Produkt und Technologie**

Stefanie Melander  
Pressesprecherin Lichttechnologie  
Telefon: +49 841 89-38053  
E-Mail: [stefanie.melander@audi.de](mailto:stefanie.melander@audi.de)  
[www.audi-mediacyenter.com](http://www.audi-mediacyenter.com)

**Kommunikation Produkt und Technologie**

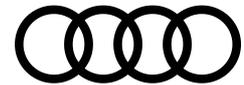
Christoph Lungwitz  
Pressesprecher Lichtdesign  
Telefon: +49 841 89 33827  
E-Mail: [christoph.lungwitz@audi.de](mailto:christoph.lungwitz@audi.de)

Dezember 2020

PRESSE-INFORMATION

## Markenprägende Ästhetik und kompromisslose Funktionalität: Wie Audi das Licht neu erfindet

<b>Kompakt informiert</b>	<b>2</b>
Neue Dimensionen in der Lichttechnologie	
<b>Lichtjahre Fortschritt</b>	<b>3</b>
▶ Scheinwerfer-Technik: Blick nach vorn	3
▶ Heckleuchten-Technik: Entwicklung von Signalfunktion zum Display	4
▶ Erlebnis für die Sinne: Design, Signatur und Dynamik	5
▶ Vielseitig und zukunftsorientiert: Sicherheit, Kommunikation und Interaktion	6
<b>Meilensteine</b>	<b>7</b>
Historische Wegmarken auf einen Blick	
<b>Glossar</b>	<b>8</b>
Begriffe der Lichttechnik	
<b>Interview</b>	<b>11</b>
Technology meets Design: Gespräch mit Stephan Berlitz und César Muntada	



Kompakt informiert

## **Neue Dimensionen der Lichttechnologie**

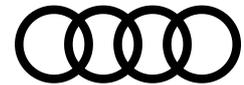
- **Digitalisierung des Lichts eröffnet facettenreiche Kommunikationskanäle**
- **Audi-Lichttechnik verbindet außergewöhnliches Design mit hoher Funktionalität**
- **Enge Zusammenarbeit zwischen Lichttechnik und -design als Erfolgsrezept**

**Audi stößt in eine neue Dimension der automobilen Lichttechnik vor. Ursprünglich diente die Fahrzeugbeleuchtung im Straßenverkehr vorrangig der Sicherheit aller Verkehrsteilnehmer. Mit der Digitalisierung von Scheinwerfern und Heckleuchten bieten sich ungekannte Perspektiven: Licht wird zum Medium der Außenkommunikation und Interaktion, personalisiert das Design und eröffnet dem Kunden neue Möglichkeiten der Gestaltung und Individualisierung.**

Das Licht hat einen regelrechten Technologiesprung gemacht: Dabei dauerte die Entwicklung vom Halogen-Licht über Xenon-Scheinwerfer bis hin zur LED-Technik im Auto weniger als zwei Jahrzehnte. Diese Meilensteine neuer Technologien brachten den Kunden einen spürbaren Mehrwert. Das Audi-Licht sorgte nicht mehr nur für eine immer bessere Sicht, sondern prägte auch das Gesicht der Modelle in jeder Epoche und erweiterte den Alltagsnutzen um eine ebenso kommunikative wie ästhetische Dimension.

Mit dem Wandel der Leuchtmittel haben sich Ausleuchtung und Energieeffizienz gleichermaßen verbessert. Die Digitalisierung bewirkt nun einen weiteren Innovationsschub und bringt völlig neue Gestaltungsmöglichkeiten: Licht wird intelligent. Mithilfe von Lichtsignalen interagiert das Auto mit seiner Umwelt. Schon 2003 bot der damalige A8 das adaptive light mit automatisch-dynamischer Leuchtweitenregulierung, bevor 2010 eine Kamera an der Windschutzscheibe andere Verkehrsteilnehmer erkannte. Zwei Jahre später untermauerte die Marke ihre Innovationskraft und Vorreiterrolle im R8: Die Einführung des dynamischen Blinkers, mit dem angezeigte Richtungswechsel schon aus dem Augenwinkel erkannt werden können, stellte einen erheblichen Sicherheitsgewinn dar – bis heute. Nach der Premiere im R8 LMX präsentierte Audi 2017 in der Luxuslimousine A8 die LED-Scheinwerfer in HD Matrix-Technologie mit dem Laser als Zusatz-Fernlicht – eine Weltinnovation in Großserie. Nun digitalisiert der Premium-Hersteller die Matrix LED-Scheinwerfer und erweitert die Vielfalt zusätzlich. Die digitalen OLED-Heckleuchten im neuen Q5 öffnen seit diesem Jahr die Tür zur Car-to-X-Kommunikation und erlauben erstmals bei Fahrzeug-Konfiguration neue wählbare Schlusslicht-Designs.

Audi leuchtet nicht nur die Straße intelligent aus, sondern verleiht seinen Modellen mit prägnanten Signaturen und dynamischen Lichtinszenierungen eine unverwechselbare Persönlichkeit. Schon heute erhalten Kunden optional und modellabhängig unterschiedliche Lichtsignaturen, weitere Differenzierungen folgen. Das dynamische Blinklicht oder die effektvollen Inszenierungen der Leaving- und Coming-Home-Funktionen beim Entriegeln und Verlassen des Autos geben dem Licht eine emotionale Note. In Zukunft werden Lichttechnologien das Fahren noch sicherer, die Individualität jedes Modells noch sichtbarer und die Außenkommunikation noch wirkungsvoller machen.



Lichttechnologien

## **Von der Glühlampe zur digitalen Hightech-Anwendung: Lichtjahre Fortschritt mit Audi**

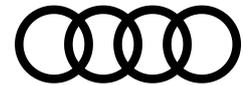
Halogen-Glühlampen erlaubten erste technische Verbesserungen, die sich auch auf das Erscheinungsbild von Automobilen auswirkten. Die Designer konnten mit Freiform-Scheinwerfern in den Achtzigerjahren und klaren Abdeckscheiben Ende der Neunzigerjahre das Gesicht der Audi-Modelle immer stärker durch das Licht prägen. Die Xenon-Scheinwerfer der zweiten Generation im Audi A8 von 1994 und die schwenkbaren Module ab 2003 waren Entwicklungssprünge, die die Lichtqualität und das Kundenerlebnis auf ein neues Niveau hoben. Die 2008 eingeführte Technologie des LED-Lichts nutzte Audi zu einem echten Quantensprung. Es löste die zuvor unsegmentierten und unteilbaren Leuchteinheiten ab. Dabei übertrafen Wirkungsgrad, Reichweite und Ausleuchtung die Werte der vorherigen Scheinwerfer deutlich. Neben diesem technischen Fortschritt erlaubten Leuchtdioden weit höhere Freiheiten bei der Gestaltung der Lichtquelle. Licht als Designelement bekam eine viel stärkere Bedeutung. Die Segmentierung als Matrix und die Digitalisierung erweiterten die Perspektive nochmals. Die Lichter eines Audi dienen nicht mehr nur der Beleuchtung. Sie schaffen ein neues Kundenerlebnis, indem sie erstmals eine Außenkommunikation mitsamt sozialer Interaktion wie auch eine Vielzahl an wählbaren Lichtdesigns ermöglichen.

### **Scheinwerfer-Technik: Blick nach vorn**

Erstmals hat Audi 2004 im Tagfahrlicht des Audi A8 Leuchtdioden in LED-Scheinwerfern eingesetzt. Lichtemittierende Dioden sind Halbleiter, die elektrische Energie unmittelbar in Licht umwandeln können. Sie arbeiten besonders effizient: Ihre Energieaufnahme ist gering, die Lichtausbeute hoch. 2008 folgten die ersten Voll-LED-Scheinwerfer im Audi R8. Serienmäßig haben heute alle Baureihen – bis auf den Audi A1 als Einsteigermodell – Scheinwerfer mit LED-Technologie. 2013 erhielt Audi als erster Automobilhersteller das Zertifikat der Europäischen Union für den Einsatz der LED-Technik als Öko-Innovation.

Leuchtdioden sind bis heute die Grundlage der Scheinwerfertechnik. Während der Fernlichtassistent durch Erkennung des Gegenverkehrs seine Funktion automatisch an- oder abschaltet, ebneten die Matrix LED-Scheinwerfer 2013 im Audi A8 den Weg für neue Anwendungen. Die 25 einzelnen Leuchtdioden des Fernlichts ließen sich einzeln zu- oder abschalten, alternativ auch dimmen. Hochpräzise erfasst das Lichtsystem damals wie heute per Kamera andere Verkehrsteilnehmer, vermeidet eine Blendung durch das Abschalten einzelner Dioden und leuchtet die Straße dennoch immer hell aus. Navigationsbasiert reagiert es auf die jeweilige Fahrsituation und verteilt das Licht prädiktiv entsprechend den Streckendaten. Beim intelligenten Kurvenlicht verschiebt sich der Fokuspunkt des Lichts schon beim Lenkeinschlag in Richtung Kurvenverlauf.

Der Laser als Zusatz-Fernlicht, der 2014 erstmals in der limitierten Edition Audi R8 LMX erschien, verdoppelte die Reichweite. Der A8 bündelte 2017 die neuesten Ideen: Heckleuchten



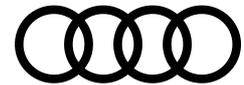
mit OLED-Technologie und HD Matrix LED-Scheinwerfer mit dem Audi Laser als Zusatz-Fernlicht verkörpert den Benchmark im Wettbewerb. Dafür integriert jeder Scheinwerfer zweimal 16 kleine, einzeln regelbare Leuchtdioden und erzeugt somit ein mehrzeiliges Matrix LED-Fernlicht. Kurven-, Stadt- und Autobahnlicht stellt das System mit höchster Präzision dar und ergänzt das Fernlicht durch eine noch exaktere Ausblendung anderer Verkehrsteilnehmer. Der Laser ist ab 70 km/h aktiv und leuchtet als Spot rund 600 Meter weit.

Im Audi e-tron, dem ersten vollelektrischen Modell der Marke, hatte der Digitale Matrix LED-Scheinwerfer mit Digital Micromirror Device (DMD) im Jahr 2019 seine Premiere. Audi gelang damit erneut eine Weltinnovation in Großserie bei Fahr- und Fernlicht, da erstmals die aus Video-Beamern bekannte DMD-Technik in einem Automobil verbaut wurde. Ihr Herzstück ist ein kleiner Chip, der 1,3 Millionen Mikrospiegel mit einer Kantenlänge von jeweils nur einigen Hundertstelmillimetern integriert. Mithilfe elektrostatischer Felder lässt sich jeder einzelne von ihnen pro Sekunde bis zu 5.000-mal kippen. Je nach Stellung gelangt das Licht aus drei Hochleistungs-LED über speziell berechnete Linsen und einen Freiform-Reflektor gebündelt auf den DMD-Chip. Von da erreicht das Licht entweder über Linsen die Straße oder einen Absorber, der es ausblendet. Damit einher gehen gleich drei Innovationen mit hohem Kundennutzen. Diese Technik kann über die bekannten, aber noch präziser darstellbaren Funktionen hinaus auf Schnellstraßen – sprich in Deutschland auf Autobahnen – eine Art „Lichtteppich“ vor das Fahrzeug projizieren. Dieses sogenannte Spurlicht leuchtet den eigenen Fahrstreifen hell aus, erweitert sich dynamisch beim Spurwechsel und erhöht so die Verkehrssicherheit. Innovation Nummer zwei: Das Orientierungslicht erleichtert das Spurhalten insbesondere in engen Stellen, indem es die Position im eigenen Fahrstreifen als Begrenzungstreifen anzeigt. Die dritte Neuerung: In Verbindung mit dem optionalen Nachtsichtassistenten kommt das Markierungslicht zum Einsatz. Es erkennt Passanten in Fahrbahnnähe und weist den Fahrer mit einem präzisen Lichtkegel auf sie hin.

### **Heckleuchten-Technik: Entwicklung von Signalfunktion zum Display**

Ähnlich wie die Scheinwerfer haben sich auch die Schlussleuchten bei Audi rasant entwickelt. 2011 verliehen LEDs den Heckleuchten des Audi A6 eine neue optische Homogenität und steigerten die Effizienz der Lichttechnik. Auch der übrige Verkehr profitiert davon: Das LED-Bremslicht spricht verzögerungsfrei an und damit zwei Zehntelsekunden schneller als eine Glühlampe. Dadurch kann der nachfolgende Fahrer früher reagieren. Entsprechend verlängert sich bei 100 km/h die Strecke, auf der ein nachfolgendes Auto bremsen kann, um fast sechs Meter. 2012 hielt das Blinklicht mit dynamischer Anzeige im Audi R8 Einzug. Diese Pionierleistung, bei der Audi eng mit den Zulassungsbehörden zusammengearbeitet hat, wurde zum Standard. Insbesondere auf Distanz und bei Nacht sind Richtungswechsel für den nachfolgenden Verkehr durch die Bewegung des Blinklichts noch eindeutiger erkennbar.

Eine neue Epoche begann 2016 mit den OLED-Heckleuchten im Audi TT RS. Das Licht der Leuchtdioden, die aus organischem Material bestehen, ist überaus homogen und präzise. OLED-Lichtquellen sind ultradünne Flächenlichtquellen und benötigen keine Reflektoren. Diese Technik ist effizient, leicht und optisch eindrucksvoll. 2020 digitalisierte Audi als



erster Hersteller die Heckleuchten und macht sie damit zu einem Display, das bei Gestaltung, Personalisierung und Sicherheit neue Perspektiven eröffnet. Durch die erhöhte Segmentierung der digitalen OLEDs auf jetzt 18 Segmente pro Leuchte lassen sich erstmals unterschiedliche Schlusslicht-Designs realisieren. Beim Kauf des Q5 können die Kunden zwischen drei Schlusslicht-Signaturen wählen. Unabhängig davon lässt sich im Modus „dynamic“ in Audi drive select eine besonders sportliche Signatur einstellen. Darüber hinaus bietet die Annäherungserkennung erhöhte Sicherheit im Straßenverkehr: Steht der Q5, und ein anderer Verkehrsteilnehmer nähert sich von hinten auf weniger als zwei Meter, werden alle OLED-Segmente aktiviert. Somit wird die sichtbare Fläche vergrößert und die Wahrnehmbarkeit erhöht. Voraussetzung für die Funktion Annäherungserkennung ist, dass das Auto eines der beiden Assistenzsysteme Adaptive Cruise Control oder Active Lane Assist an Bord hat. Mit einer einzigen Hardware lassen sich hier insgesamt fünf verschiedene Erscheinungsbilder schaffen.

### **Erlebnis für die Sinne: Design, Signatur und Dynamik**

Ein oder aus – das waren die Lichtoptionen für Stand-, Ablend- und Fernlicht im analogen Zeitalter. Funktionen über das reine Sehen und Gesehen-Werden hinaus existierten kaum. Der Gestaltung waren bis in die Achtzigerjahre enge Grenzen gesetzt. Kleinere Lichtquellen bahnten den Weg für immer individuellere und prägnantere Designs. Halogen-Glühlampen ermöglichten Freiformscheinwerfer. Die klaren Abdeckscheiben ab Ende der Neunzigerjahre und die kleinen Xenon-Leuchten verliehen den Scheinwerfern von Audi ein pupillenähnliches Aussehen. Sie erlaubten kompaktere Scheinwerferformen und Bauteilanordnungen. Erstmals entstand im Bereich Licht ein Optionsgeschäft und damit eine Differenzierungsmöglichkeit, die im Einklang mit dem technischen Fortschritt den Premiumcharakter der Marke untermauert.

Die Segmentierung und Modularisierung schafft gestalterische Freiheiten beim Fahrzeugdesign und fördert eine neue Kreativität bei Design und Animation des Lichts. In Kombination mit der Digitalisierung entstanden neue Funktionalitäten wie Lichtsignaturen sowie dynamische Lichtinszenierungen. Typisch für Audi: Alle Lichtsignaturen sind absolut präzise und homogen gezeichnet. Sie betonen die Breite des Fahrzeugs durch markante horizontale Linien sowie Akzente an der Außenseite. Im Zusammenspiel formen diese Segmente einen Körper. Das sorgt dafür, dass das Fahrzeug optisch breiter wirkt und damit satt auf der Straße steht.

Gestalterische Innovationen und Kundenerlebnis gehen stets mit maximaler Funktionalität und hohem Kundennutzen einher. 2004 formte das LED-Tagfahrlicht erstmals das Gesicht von Audi und verbesserte die Sichtbarkeit. Heute sind im A3 als erster Baureihe bei den Matrix LED-Scheinwerfern mit nur einer Hardware modell- und line-spezifische Signaturen im Tagfahrlicht darstellbar.

Ein neues Kundenerlebnis schuf die dynamische Lichtinszenierung der Leaving- und Coming-Home-Funktion im Audi A7 Sportback und A8. Beim Entriegeln und Verlassen des Autos aktiviert sich diese Funktion. Die digitalen Matrix LED-Scheinwerfer mit DMD-Technik für den Audi e-tron bieten bei den erweiterten dynamischen Lichtinszenierungen inzwischen fünf unterschiedliche Begrüßungsszenarien. Sie können als Projektionen auf der Wand oder dem Boden erscheinen.



Mit dieser Vielfalt und Innovationskraft ist und bleibt Audi nicht nur die weltweit führende Marke in der automobilen Lichttechnologie, sondern macht diesen Vorsprung durch Technik auch in der Gestaltung der Lichtsignaturen und ihrer dynamischen Inszenierung sichtbar.

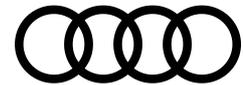
### **Vielseitig und zukunftsorientiert: Sicherheit, Kommunikation und Interaktion**

Licht steht bei Audi für eine Symbiose aus Technik, Design, Sicherheit und Kundenerlebnis. Die Vernetzung sorgt dabei für Intelligenz. Aus Leuchten werden Displays, aus einer eindimensionalen Signal- und Warnfunktion von einst entsteht in Zukunft eine vielseitige Kommunikation mit der Außenwelt. Ob an der Front oder am Heck: Schon heute hat dank frei wählbarer digitaler Signaturen mit einheitlicher Hardware ein Variantenreichtum innerhalb der Baureihen Einzug gehalten. Für die Zukunft ist denkbar, dass Besitzer über das MMI zwischen einer Vielzahl an Signaturen wechseln oder individuelle Designs verwirklichen können. Audi-e-tron-Kunden haben bereits die Möglichkeit, über die myAudi App zusätzliche Lichtfunktionen auch nach dem Kauf des Fahrzeugs hinzubuchen – jederzeit und ganz flexibel. Weitere Modelle werden folgen.

Der digitale Matrix LED-Scheinwerfer mit DMD-Technik bietet schon heute Projektionen zur gezielten Spurführung und Orientierung, die der Entlastung des Fahrers und der Unfallvermeidung dienen. In die Zukunft gedacht, kann diese Technologie mit weiteren Ideen die Aufmerksamkeit des Fahrers und die Rücksichtnahme der Verkehrsteilnehmer untereinander verbessern.

Mit der Annäherungserkennung im Audi Q5 ist auch die Car-to-X-Kommunikation der Heckleuchten seit 2020 Realität. Voraussetzung für die Funktion Annäherungserkennung ist, dass das Auto eines der beiden Assistenzsysteme Adaptive Cruise Control oder Active Lane Assist an Bord hat. Audi rückt damit den Menschen in den Mittelpunkt und ebnet mit den digitalen OLED-Heckleuchten den Weg in ein neues Zeitalter. Die Rückleuchten entwickeln sich zu einem Darstellungsmedium. Und dieses lässt sich in der nächsten Entwicklungsstufe um vielseitige Funktionen erweitern. Die digitale OLED wird mittelfristig über mehr als 60 Segmente verfügen, von denen jedes einzeln ansteuerbar und gezielt aktivierbar ist. Neben der vielseitigen Gestaltung und Personalisierung von Lichtdesigns kann die digitale OLED künftig beispielsweise andere Verkehrsteilnehmer frühzeitig auf lokale Gefahren wie Glätte oder ein Stauende hinweisen.

Noch weiter in die Zukunft geblickt, arbeitet Audi an der flexiblen digitalen OLED. Anstelle des ca. 0,7 Millimeter dünnen, aber starren Trägermaterials können hier flexible Substrate wie Dünnglas, Kunststoff- oder Metallfolien eingesetzt werden, die sich in eine oder mehrere Richtungen biegen lassen. Diese neue Möglichkeit räumt größere gestalterische Freiheiten bei den Heckleuchten-Designs ein. Die Kerneigenschaften der Technologie bleiben erhalten, das geringe Gewicht der bislang zweidimensionalen OLED-Displays ebenso. Erstmals kann das erzeugte Licht dreidimensional strahlen. Flexible digitale OLEDs erleichtern die Integration der „Displayfläche“ bis in die Fahrzeugflanken. Damit wird der nutzbare Bereich zur Personalisierung des Lichtdesigns und für die Kommunikation mit dem Umfeld in Zukunft nochmals sichtlich vergrößert.



Meilensteine

## Die Lichtentwicklung bei Audi

- **1994** Xenon-Scheinwerfer der zweiten Generation im Audi A8
- **2003** Audi adaptive light mit automatisch-dynamischer Leuchtweitenregulierung im Audi A8
- **2004** LED-Tagfahrlicht im Audi A8 W12
- **2007** Tagfahrlicht „Perlenkette“ als Leuchtenband im Audi A4
- **2008** Voll-LED-Scheinwerfer im Audi R8, Angebot mittlerweile baureihenübergreifend
- **2010** LED-Scheinwerfer mit adaptive light im Audi A8; Vernetzung der Scheinwerfer mit den Navigationsdaten
- **2011** Optisch homogene LED-Heckleuchten im Audi A6
- **2012** Blinklicht mit dynamischer Anzeige im Audi R8
- **2013** Voll-LED-Scheinwerfer für die Kompaktklasse im Audi A3  
EU bestätigt Audi als erstem Hersteller LED-Technik als Öko-Innovation  
Audi Matrix LED-Scheinwerfer mit adaptivem Fernlicht im Audi A8
- **2014** Laser als Zusatz-Fernlicht im Audi R8 LMX
- **2015** Eröffnung des Lichtassistenten-Zentrums mit 120 Meter langem Lichtkanal
- **2016** OLED-Heckleuchten im Audi TT RS
- **2017** HD Matrix LED-Scheinwerfer inklusive Laser als Zusatz-Fernlicht im Audi A8  
Dynamische Lichtinszenierung: Leaving- und Coming-Home-Funktionen im Audi A8
- **2019** Digitale Matrix LED-Scheinwerfer (DML) im Audi e-tron und e-tron Sportback
- **2020** Digitale Tagfahrlicht-Signaturen im Audi A3  
Digitale OLED-Technologie im Audi Q5



Glossar

## **Begriffe der Lichttechnik**

### **Scheinwerfer**

#### **Halogen-Scheinwerfer**

Halogen-Scheinwerfer besitzen als Lichtquelle Glühlampen, deren Licht meist in einem mit Aluminium bedampften Reflektor gebündelt wird. Halogen-Lampen bestehen aus einem dünnen Wolfram-Glühdraht, der sich in einem luftdichten, mit Halogen-Gas gefüllten Glaskolben befindet. Wenn Spannung anliegt, fließt Strom. Durch seinen Ohm'schen Widerstand erhitzt sich der Draht und strahlt Licht mit ca. 2.700 Kelvin ab. Das Edelgas Halogen schützt diese Glühwendel vor Oxidation und ermöglicht mehr Lichtausbeute. Weil der Glaskolben äußerst hohen Temperaturen standhalten kann, erreichen Halogen-Lampen sehr hohe Lichtleistungen.

#### **Xenon-Scheinwerfer**

Xenon-Scheinwerfer sind Gasentladungslampen. In einem mit Xenon-Gas gefüllten Quarz-Glaskolben brennt zwischen zwei Wolfram-Elektroden ein konzentrierter Lichtbogen. Er liefert mit einer Farbtemperatur von ca. 4.200 Kelvin ein viel helleres Licht und somit eine bessere Fahrbahnausleuchtung als Halogen-Scheinwerfer mit Glühlampen. Dabei ist der Energieverbrauch von Xenon-Scheinwerfern etwa 20 Prozent niedriger, ihre Lebensdauer zugleich wesentlich höher als die der zuvor üblichen Lampen mit ihrer Glühwendel.

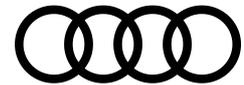
#### **LED-Scheinwerfer**

LED (light emitting diode) sind Lumineszenzstrahler. Die Lichterzeugung entsteht durch Zufuhr von elektrischer Energie ohne Mechanik im Halbleiterkristall. Mit der Entwicklung der blauen Leuchtdiode 1993 war es möglich, alle Lichtfarben zu realisieren. Ein kleines aufgebracht Phosphorplättchen konvertiert einen Teil des blauen Lichts in gelbes Licht, sodass die Gesamtfarbe Weiß ergibt. Damit war der Einsatz in Scheinwerfern möglich.

LED-Scheinwerfer bieten gegenüber Xenon-Scheinwerfern eine größere Sichtweite, eine hohe Effizienz sowie Vorteile bei Sicherheit und Komfort. Ihre Farbtemperatur von 5.500 Kelvin ähnelt dem Tageslicht. Deswegen ermüden die Augen kaum, was den Fahrer bei Dunkelheit und schlechter Witterung unterstützt. Bei Nebel und Niederschlag reduzieren LED-Scheinwerfer die Eigenblendung. Das Abblendlicht beansprucht pro Einheit nur rund 2 mal 20 Watt, erheblich weniger als herkömmliches Halogen-Licht. Die Durchlass-Spannung bei einer weißen LED im Scheinwerfer liegt üblicherweise zwischen 3,0 und 3,5 Volt. Je nach LED-Typ kann es Abweichungen geben. Die Leuchtdioden sind wartungsfrei und auf die Lebensdauer des Autos ausgelegt.

#### **Matrix LED-Scheinwerfer**

Die Matrix LED-Scheinwerfer erzeugen das Fernlicht mit kleinen Leuchtdioden, die modellabhängig in gemeinsamen Reflektoren oder Linsen gebündelt sind. Sie leuchten die Straße stets optimal und blendfrei aus. Sobald die Kamera an der Windschutzscheibe andere



Fahrzeuge oder Ortschaften erkennt, schaltet das Steuergerät einzelne LEDs partiell ab oder dimmt sie in vielen Stufen. Damit sind mehrere Millionen Lichtverteilungen möglich. Das Matrix LED-Licht blendet andere Fahrzeuge aus, leuchtet aber die Bereiche zwischen und neben ihnen voll aus. Weitere Leuchtdioden des Matrix LED-Scheinwerfers übernehmen die Funktion des Rangierlichts, das den seitlichen Bereich vor dem Auto beim Rückwärtsfahren ausleuchtet, sowie die Funktion des Allwetterlichts. Letzteres verringert die Eigenblendung bei schlechten Sichtverhältnissen und bietet eine breitere Ausleuchtung als Nebelscheinwerfer bei gleichzeitig vierfacher Reichweite. Das dynamische Kurvenlicht entsteht durch Verschieben des Lichtschwerpunkts in Richtung des Kurvenverlaufs. Das Abbiegelicht aktiviert sich prädiktiv kurz vor Erreichen der Kreuzung. Darüber hinaus verfügen die Matrix LED-Scheinwerfer über das dynamische Blinklicht sowie dynamische Lichtinszenierungen beim Entriegeln und Verlassen des Fahrzeugs.

### **HD Matrix LED-Scheinwerfer**

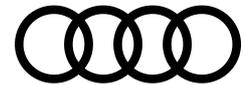
Beim A8 hat Audi im Jahr 2017 die Matrix LED-Scheinwerfer zum HD Matrix LED-Scheinwerfer weiterentwickelt. Hier integriert jeder Scheinwerfer zweimal 16 kleine, einzeln regelbare Leuchtdioden zur mehrzeiligen Steuerung des Fernlichts. Sie sitzen in zwei Zeilen in einem gemeinsamen Gehäuse. Dank dieser neuen Anordnung und dank des ebenfalls variabel ansteuerbaren Abblendlichts leuchten die HD Matrix LED-Scheinwerfer die Straße noch präziser und besser angepasst an die Situation aus.

### **Audi Laserlicht**

Das Audi Laserlicht bezeichnet das Zusatz-Fernlicht, das mit dem HD Matrix-LED-Scheinwerfer zusammenarbeitet. Dieser Laser verdoppelt die Reichweite des Fernlichts. Ein kleines Laser-Modul in jedem Scheinwerfer erzeugt einen Lichtkegel, der als Spot rund 600 Meter weit leuchtet. Der Fahrer kann Kontraste besser erkennen und ermüdet weniger schnell. Ab einer Geschwindigkeit von 70 km/h schaltet sich der Laser zu und bietet mehr Sicht und Sicherheit. Erkennt eine Kamera hinter der Windschutzscheibe andere Verkehrsteilnehmer, blendet der Laser automatisch ab.

### **Digitale Matrix LED-Scheinwerfer mit DMD-Technik**

Der digitale Matrix LED-Scheinwerfer kann das Kurven-, Stadt- und Autobahnlicht als Ausprägungen des Abblendlichts mit höchster Präzision darstellen. Er ergänzt das Fernlicht durch eine noch exaktere Ausblendung anderer Verkehrsteilnehmer. DMD steht für Digital Micromirror Device, einen Chip aus 1,3 Millionen Mikrospiegeln, der Projektionen aus dem Scheinwerfer erst möglich macht. Er zerlegt das Licht in winzige Pixel und ermöglicht neuartige Funktionen wie das Spurlicht, das Orientierungslicht und das Markierungslicht. Diese Innovationen unterstützen den Fahrer und erhöhen die Sicherheit im Straßenverkehr.



## Heckleuchten

### **OLED-Heckleuchten**

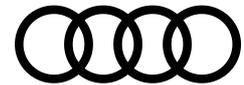
OLEDs sind organische Leuchtdioden (organic light emitting diodes), die weniger als einen Millimeter dünn sind. Ihr Name ergibt sich aus dem organischen Halbleitermaterial, aus dem sie bestehen. Bereits eine niedrige elektrische Spannung von 3 bis 4 Volt genügt, um die dünnen Schichten leuchten zu lassen. Im Gegensatz zu Punktlichtquellen wie LEDs sind OLEDs Flächenstrahler. Dadurch ist das Licht so homogen wie noch nie und lässt sich in einzeln dimmbare Segmente unterteilen. Es benötigt keine Optiken wie Reflektoren oder Lichtleiter und macht OLED-Einheiten effizient und leicht. Ihr Debüt gaben die OLED-Heckleuchten im Audi TT RS 2016 mit insgesamt 12 Segmenten pro Leuchte. Im Audi A8 2017 waren es bereits 16 Segmente.

### **Digitale OLED-Heckleuchten**

Seit 2020 bietet Audi im Q5 digitale OLED-Heckleuchten an und ermöglicht dem Kunden erstmals eine Auswahl aus verschiedenen Schlusslicht-Designs mit nur einer einzigen Hardware. Im Gegensatz zur OLED-Heckleuchte im TT RS, wo jede Lichtfunktion über eine eigene Leitung versorgt wird, sind die digitalen OLED-Heckleuchten per Bussystem mit dem Bordnetzsteuergerät verbunden. Daher sind deutlich mehr Funktionen möglich. Die Technologie verfügt über eine größere Zahl einzeln ansteuerbarer Segmente als die 2016 erschienenen OLED-Heckleuchten. In einer Rückleuchte des Audi Q5 kommen drei Panels zum Einsatz, die jeweils sechs OLED-Segmente integrieren. Diese sind nun beliebig aktivierbar und stufenlos in der Helligkeit regelbar. Über klassische Signalfunktionen hinaus entsteht eine Kommunikation: Beim Q5 hat Audi erstmals eine Annäherungserkennung für den nachfolgenden Verkehr integriert. Voraussetzung für die Funktion Annäherungserkennung ist, dass das Auto eines der beiden Assistenzsysteme Adaptive Cruise Control oder Active Lane Assist an Bord hat. Künftig wird die digitale OLED mit mehr als 60 Segmenten eine ca. verzehnfachte Anzahl einzeln ansteuerbarer Bereiche aufweisen. Ermöglicht wird dies durch die erhöhte Leistungsfähigkeit der zukünftigen Fahrzeugelektronik und der speziell entwickelten OLED-Hardware. Neben der Personalisierung von Lichtdesigns kann die digitale OLED als Anzeigeelement in der Heckbeleuchtung und somit für die Car-to-X-Kommunikation genutzt werden. Mit Erlaubnis der Zulassungsbehörden könnten so zum Beispiel nachfolgende Verkehrsteilnehmer frühzeitig auf lokale Gefahren wie Glätte oder ein Stauende aufmerksam gemacht werden. Dank hoher Präzision, äußerst hohem Kontrast und großer Variabilität entwickeln sich die Heckleuchten sukzessive zu einem Display.

### **Zukunftstechnologie: Flexible digitale OLED-Heckleuchten**

Während digitale OLED-Heckleuchten ausschließlich zweidimensional in Leuchtkörper integriert werden können, erlauben neue biegbare Substrate bei flexiblen digitalen OLED-Heckleuchten erstmals eine Krümmung. Dieser neue Gestaltungsfreiraum lässt ein dreidimensionales Lichtdesign entstehen, das sich noch besser in die Karosserieform einfügt. Damit wird der nutzbare Bereich zur Personalisierung des Lichtdesigns und für die Kommunikation mit dem Umfeld in Zukunft nochmals sichtlich vergrößert. Die Kerneigenschaften der Technologie, perfekte Homogenität sowie hoher Kontrast, bleiben erhalten – selbst aus verschiedenen Blickwinkeln.



Interview

## **Zwischen künstlerischer Freiheit und Behörden: Lichtentwickler und -designer im Gespräch**

**Stephan Berlitz (Leiter Entwicklung Licht) und César Muntada (Leiter Lichtdesign) arbeiten bei Entwicklung und Gestaltung von Lichtsystemen eng zusammen. Ihr Austausch zeigt, wie Design und Funktionalität bei Audi Hand in Hand gehen.**

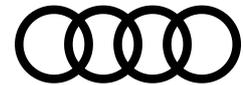
*Herr Berlitz, Herr Muntada, strenge Funktionalität beim Licht und schönes Design – passt das überhaupt zusammen?*

Stephan Berlitz: Bereits in der Vorentwicklung arbeiten wir als Techniker sehr eng mit dem Design zusammen. Die Fragestellungen: Was bringt uns eine neue Technologie funktional, aber auch gestalterisch? Licht bedeutet bei Audi zuallererst Sicherheit für Fahrer und Insassen, also sehen und gesehen werden. Unsere hochfunktionale Technik, denken Sie etwa an die HD Matrix LED-Scheinwerfer mit dem Audi Laser als Zusatz-Fernlicht, lässt sich aber auch gestalterisch reizvoll darstellen.

César Muntada: Lichttechnologie und Lichtdesign sind bei Audi nicht zu trennen. Licht wird zum sichtbaren Ausdruck von Vorsprung durch Technik. Wir verleihen dem Auto damit ein unverwechselbares Gesicht und schärfen den Charakter von Modell und Marke. Ein Audi muss in der Nacht schon auf den ersten Blick erkennbar sein, nah wie fern. Wir nutzen deshalb ein Prinzip, das die Wiedererkennung garantiert, dem Charakter des jeweiligen Fahrzeugs allerdings den nötigen Raum lässt. Konkret schafft Audi ein gesamthafes Lichtelebnis. Das fängt im Exterieur an und setzt sich im Interieur mit dem Kontur-Ambientelicht fort, bei dem der Kunde auf Wunsch eine individuelle Farbstimmung wählen kann.

*Neben technischen Grenzen und dem Budgetrahmen engt die Gesetzgebung mit weltweit teilweise erheblichen Unterschieden die Möglichkeiten der Lichtentwicklung ein. Wie bekommen Sie das unter einen Hut?*

Stephan Berlitz: Für jede Technologie gibt es in unterschiedlichen Ländern spezifische Anforderungen. Die weltweiten gesetzlichen Regelungen schreiben erforderliche Mindestflächen, Licht- und Blendwerte vor. Die Farbe ist je nach Funktion gesetzlich geregelt. Audi verwendet im Schlusslicht bewusst ein kräftiges Rot mit höherer Wellenlänge, um ein wertiges Erscheinungsbild und eine noch stärkere Differenzierung zum gelben Blinker zu generieren. Generell gilt aber, dass mit zunehmendem Funktions- und Gestaltungsspektrum auch die Zulassung komplexer wird und stets eine landesspezifische Einzelbetrachtung erfolgen muss. Ein schönes Beispiel dafür, dass der Gesetzgeber guten Ideen folgt, ist das dynamische Blinklicht. Audi hat die Behörden davon überzeugt, dass diese Idee ein Gewinn für die Sicherheit im Straßenverkehr ist. Damit gelang uns eine Weltneuheit. Anschließend haben viele Wettbewerber diese Funktion übernommen.



*Technologische Fortschritte bei der Hardware, aber auch die Digitalisierung heben das Thema Licht auf eine neue Stufe und schaffen faszinierende Möglichkeiten. Was verändert sich dadurch für Sie?*

Stephan Berlitz: Die Bedeutung der Lichttechnik befindet sich in einem grundlegenden Wandel. Durch die konsequente Digitalisierung erweitert sich die Perspektive von der fahrerzentrierten Sicherheit zur umfassenden Außenkommunikation und Personalisierung. Die Nutzung des Lichts verändert sich: Es wird zum Kommunikationsmittel und erhält damit eine soziale und emotionale Komponente. Das Licht wird verstärkt die Intentionen von Fahrer und Fahrzeug darstellen können. Schon heute verfügen wir über eine intelligente, hochadaptive Lichtsteuerung. Projektionen wie das Markierungslicht sind ein Beispiel für die neue Außenkommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmern. Und auch die digitale OLED zeigt, wie wir Car-to-X-Kommunikation mittels Licht realisieren können – ein Gedanke, der mit dem automatisierten Fahren noch an Bedeutung gewinnen kann.

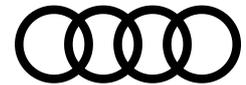
*Licht als Kommunikationssprache: Wie kann Verständigung auf der Straße ganz ohne Worte funktionieren?*

César Muntada: Mit seinen Augen kann der Mensch Informationen besonders schnell erfassen. Deshalb nutzen wir bei unseren Modellen das intelligente Zusammenspiel zwischen Licht und Umgebung. Das Ziel ist eine einfache und direkte Kommunikation, die kulturübergreifend und weltweit ohne Wörter verständlich ist. Die Digitalisierung wird wesentlich dazu beitragen, dass wir Licht in Bewegung setzen können und diese Kommunikation noch verständlicher machen. Man denke zum Beispiel an den wischenden Blinker, der mit seiner Bewegung an das Winken einer Hand erinnert. Licht wird damit zu einer universellen Sprache im Straßenverkehr – bei Tag und auch bei Nacht.

*Welche Zukunftsperspektiven dürfen Sie uns heute schon verraten?*

Stephan Berlitz: In den nächsten zehn Jahren wird LED weiterhin die bestimmende Lichttechnik sein. Zusätzlich gibt es noch zwei weitere Lichttechnologien. Auf der einen Seite steht die Laserlichtquelle, also die Weiterentwicklung in Richtung Hochleistung. Auf der anderen Seite ist es die OLED mit ihrer flächenhaften, homogenen Heckbeleuchtung, die uns einen großen Spielraum verschafft. Wir werden die digitale OLED weiterentwickeln und um neue Funktionen ergänzen. Darüber hinaus arbeiten wir bereits an der nächsten Generation, der flexiblen digitalen OLED.

César Muntada: Die flexiblen digitalen OLEDs bieten uns Designern neue Freiheiten, weil sie biegsam sind. Mit dieser Technik können wir die Heckleuchten noch besser in die Fahrzeugkontur integrieren und Dreidimensionalität erzeugen. Eine Kombination von einfachen Symbolen und dynamischen Bewegungen ist die Zukunftsperspektive der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Umwelt. Darüber hinaus wollen wir dem Kunden die Möglichkeit bieten, das Lichtdesign nach seinem persönlichen Geschmack zu gestalten – in der Zukunft noch mehr als heute.



---

Der Audi-Konzern mit seinen Marken Audi, Ducati und Lamborghini ist einer der erfolgreichsten Hersteller von Automobilen und Motorrädern im Premiumsegment. Er ist weltweit in mehr als 100 Märkten präsent und produziert an 17 Standorten in 11 Ländern. 100-prozentige Töchter der AUDI AG sind unter anderem die Audi Sport GmbH (Neckarsulm), die Automobili Lamborghini S.p.A. (Sant'Agata Bolognese/Italien) und die Ducati Motor Holding S.p.A. (Bologna/Italien).

2019 hat der Audi-Konzern rund 1,845 Millionen Automobile der Marke Audi sowie 8.205 Sportwagen der Marke Lamborghini und 53.183 Motorräder der Marke Ducati an Kunden ausgeliefert. Im Geschäftsjahr 2019 erzielte der Premiumhersteller bei einem Umsatz von € 55,7 Mrd. ein Operatives Ergebnis von € 4,5 Mrd. Zurzeit arbeiten weltweit rund 87.000 Menschen für das Unternehmen, davon 60.000 in Deutschland. Mit neuen Modellen, innovativen Mobilitätsangeboten und attraktiven Services wird Audi zum Anbieter nachhaltiger, individueller Premiummobilität.

---