

Optiken im Automobil

Mirco Götz, Karsten Eichhorn
Hella KGaA Hueck & Co., Lippstadt
<mailto:karsten.eichhorn@hella.de>

In diesem Beitrag wird gezeigt, welche Anforderungen bezüglich Lichttechnik sowie mechanischer und thermischer Belastbarkeit an Beleuchtungseinrichtungen für Kraftfahrzeuge gestellt werden. Aufgrund der hohen Stückzahlen in denen diese optischen Systeme produziert werden, ergeben sich sowohl bei dem Entwurf der Optiken, als auch bei der Fertigung hohe Ansprüche an Präzision und Qualität.

1 Einführung

Die Anforderungen an die Beleuchtungseinrichtungen im Automobil sind aufgrund der gesetzlichen Vorschriften und den vorherrschenden Umwelteinflüssen hoch. Eine besondere Herausforderung stellen die hohen Stückzahlen dar, mit denen die entsprechenden optischen Komponenten bei gleichbleibend hoher Qualität gefertigt werden müssen.

Geht man bei der Laufzeit eines Fahrzeugmodells von drei bis fünf Jahren aus, so variiert die Anzahl der gefertigten Fahrzeuge, abhängig von der jeweiligen Fahrzeugklasse, zwischen 1.000 und 500.000 Stück. Jedes dieser Fahrzeuge weist zumindest zwei Scheinwerfer und zwei Rückleuchten auf. Ohne Berücksichtigung von Varianten innerhalb eines bestimmten Fahrzeugmodells ergeben sich so zwischen einigen 1.000 und einigen 100.000 identischen Optiken bzw. Optikmodulen.

Entsprechend komplex sind die Ansprüche an den Entwurf und die Produktion der optischen Komponenten.

2 Optikkomponenten

Bei den externen Beleuchtungseinrichtungen am Kraftfahrzeug unterscheidet man zwischen Signal- und Scheinwerferlichtfunktionen. Signalfunktionen dienen dazu, die Erkennbarkeit des eigenen Fahrzeuges für andere Verkehrsteilnehmer zu optimieren. Scheinwerferlichtfunktionen haben die Aufgabe, die Wahrnehmung des Fahrers bei Dunkelheit zu erhöhen. Während bei den Signalfunktionen insbesondere das Styling der Leuchten von Bedeutung ist, stehen bei den Scheinwerferfunktionen die Vorgaben bezüglich Intensität und Gradient der Lichtverteilung im Mittelpunkt.

In Abb.1 sind exemplarisch die Komponenten eines Scheinwerfersystems dargestellt. Kernstück für die Erzeugung der Lichtfunktionen stellt dabei

das Reflexions- bzw. Projektionsmodul mit der entsprechenden Lichtquelle dar. Bei dem Entwurf des optischen Systems sind aber auch die Einflüsse der Zierflächen und Abschlusscheibe zu berücksichtigen.

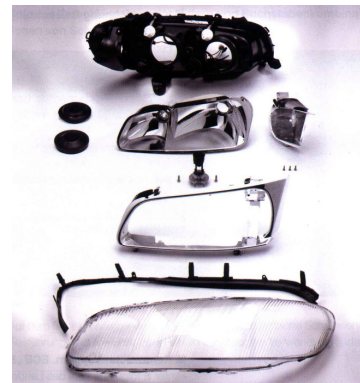


Abb. 1 Komponenten eines Scheinwerfersystems. Von oben nach unten: Gehäuse, Reflexions-Modul, Zierrahmen, Abschlusscheibe

3 Anforderungen

Die Vorgabe der Lichtverteilung hinsichtlich Winkelbereiche und Beleuchtungsstärken (Abb. 2) sind die wesentlichen Anforderungen an einen Scheinwerfer.

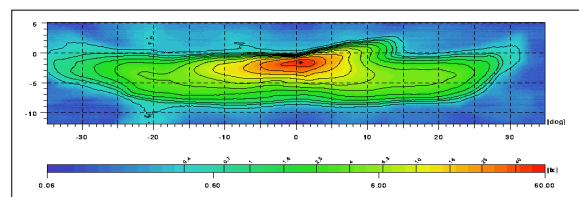


Abb. 2 Falschfarbendarstellung von Beleuchtungsoptiken über den Winkelbereich bei einer typischen Abblendlichtverteilung

Diese Vorgaben müssen unabhängig von den jeweiligen Umwelteinflüssen erreicht werden.

Anforderungen bezüglich der Umwelteinflüsse wie beispielsweise Schüttel- und Rütteltests, Schadgaseintrag, Widerstandsfähigkeit gegen Sand bzw. Steinschlag etc. sind im wesentlichen mit den Fahrzeugherstellern abgestimmt.

Typischerweise müssen Scheinwerfer einer mechanischen Belastung von bis zu dem Zehnfachen der Erdbeschleunigung, einem Temperaturbereich von -40°C bis zu $+110^{\circ}\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 0% bis 100% standhalten.

Entsprechend hoch sind die Ansprüche an die optischen Systeme bezüglich der Materialien sowie der Ausrichtung der Komponenten zueinander.

4 Systembetrachtung

In Abb.3 ist die prinzipielle Funktionsweise eines Reflexions- bzw. Projektionsscheinwerfers dargestellt.

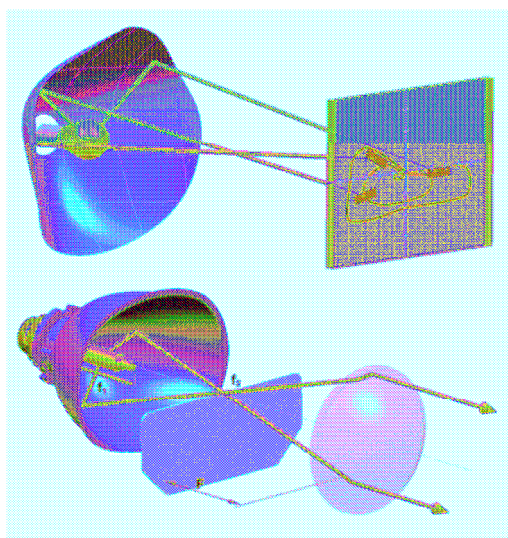


Abb. 3 Prinzipdarstellung von Scheinwerfermodulen. Oben: Reflexionssystem. Unten: Projektionssystem

Um eine hochwertige Lichtverteilung unter allen umweltspezifischen Einflüssen zu erzielen, ist es notwendig, die kritischen Einflussfaktoren zu identifizieren und entsprechend zu bearbeiten.

Bei einem Reflexionssystem ergibt sich die Lichtverteilung beispielsweise aus einer Überlagerung der direkten Abbildung der Lichtquellenwendel (bzw. des Gasentladungsbogens).

Einen wesentlichen Einfluss auf die Lichtverteilung haben Material und Beschaffenheit der Reflektoroberfläche. Um eine Substratoberfläche wie glasfaserverstärkte Duroplaste oder Metall-Druckguss mit Oberflächenrauigkeiten im Mikrometerbereich zu erhalten, müssen diese Oberflächen lackiert werden. Abb. 4 zeigt den Ausschnitt aus einer Reflektoroberfläche, der einen lackierten und einen unlackierten Bereich aufweist. In der elektronen-

mikroskopischen Aufnahme ist der Einfluss der Lackierung deutlich erkennbar.

Erst nach dem Lackieren der Reflektoroberfläche ist das Metallisieren des Reflektors und das anschließende Aufbringen einer Schutzschicht sinnvoll.

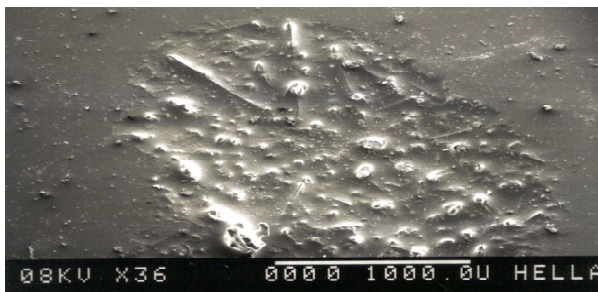


Abb. 4 Reflektoroberfläche mit partiellen Lackierfehlern

Ein Projektionssystem enthält neben einem ellipsoiden Reflektor auch einen Abschatter, der zwecks Erzeugung einer Hell-Dunkel-Grenze (HDG) mit Hilfe einer Linse in den Verkehrsraum abgebildet wird.

Hier hat zusätzlich zur Reflektoroberfläche auch die Position des Shutters bezüglich der Brennebene der Linse einen essentiellen Einfluss auf die Lichtverteilung. Eine Verschiebung der Relativposition Shutter-Linse um einige Zehntel Millimeter kann aufgrund der spektralen Dispersion der Linse bereits einen unerwünschten Farbsaum an der HDG erzeugen oder aber diese sogar verschieben, so dass die gesetzlich geforderten Höchstwerte bezüglich der Blendung des Gegenverkehrs überschritten werden.

5 Zusammenfassung

Für den Automobilbereich ist die Produktion von hochwertigen optischen Systemen in großen Stückzahlen notwendig. Diese Optiken unterliegen hohen Ansprüchen bezüglich ihrer Qualität und Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen auch im Hinblick auf die Herstellungskosten. Um die gesetzlichen Vorgaben unter Berücksichtigung aller automobilspezifischen Anforderungen erfüllen zu können und ein sicheres und komfortables Fahren bei Nacht zu gewährleisten, ist eine präzise Fertigung und Justage der Komponenten auf qualitativ höchstem Niveau erforderlich.

6 Literatur

- [1] Hella Licht / Hella Lighting
Research & Development Review 2000