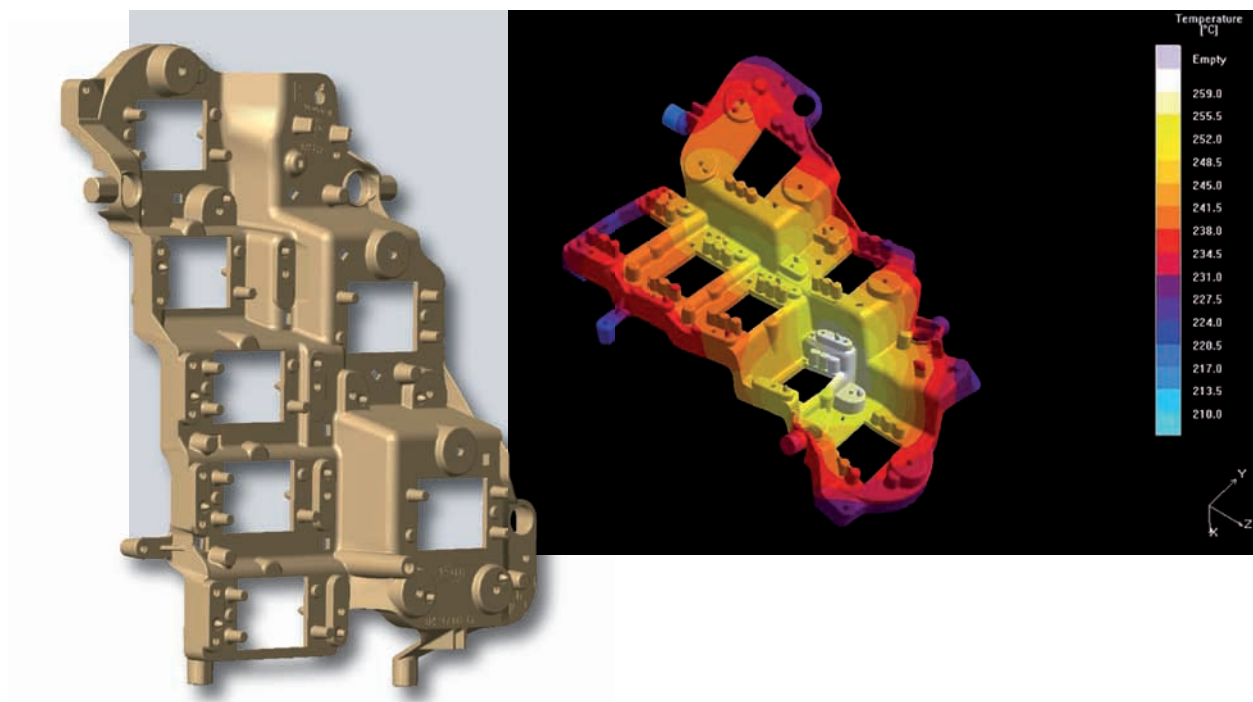


erstellt am 23.07.2010  
Autor Georg von Rügen

# LED-Scheinwerferträger aus Aluminiumdruckguss:

## Hohe Anforderungen an Präzision und Funktionsintegration



# LED-Scheinwerferträger aus Aluminiumdruckguss:

## Hohe Anforderungen an Präzision und Funktionsintegration

Trägereinheiten für LED-Scheinwerfer sind komplexe Baueinheiten, die hochpräzise gefertigt sein müssen und zusätzliche Funktionen wie z.B. die Wärmeabfuhr übernehmen. Sowohl bei der Entwicklung als auch bei der Produktion dieser Aluminium-Druckgussbauteile sind daher hohe Anforderungen zu erfüllen.

### Inhaltsverzeichnis

Vielfältige Anforderungen .....	3
„Thermomanagement“ ist gefragt .....	3
Höchste Präzision, geringer Verzug .....	4
Möglichst wenig Nachbearbeitungsschritte und Fügekomponenten .....	4
Beengte Einbauräume .....	5
Sauberkeit ist Pflicht .....	5
Umsetzung der Anforderungen: Frühestmögliche Kooperation ist sinnvoll .....	5
Wichtiger Entwicklungsschritt: Verformungs- und Verzugstudie .....	6
Umfassende Qualitätsuntersuchungen und -analysen .....	6
Fazit: Weitere Projekte werden folgen .....	7

# LED-Scheinwerferträger aus Aluminiumdruckguss:

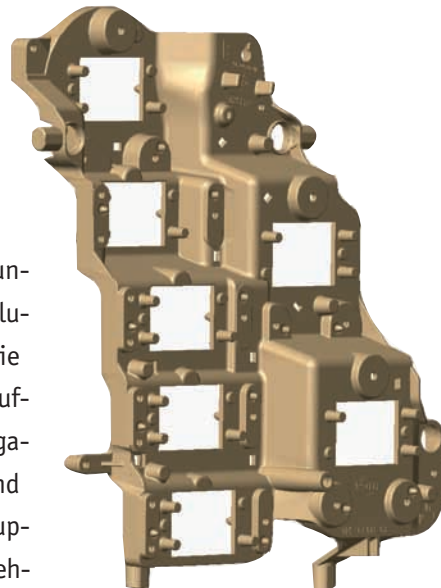
## Hohe Anforderungen an Präzision und Funktionsintegration

In den vergangenen zwei Jahren wurden erste Serienfahrzeuge mit Scheinwerfern in LED-Technologie vorgestellt. Den Anfang machte der Cadillac Escalade, es folgten u. a. Fahrzeuge von Audi. Die Vorteile dieser neuen Lichttechnik liegen auf der Hand: Der Energieverbrauch der LED-Lampen ist sehr niedrig, die Ausleuchtung hervorragend und der Platzbedarf gering.

### Vielfältige Anforderungen

Allerdings mussten nicht nur die Lichttechniker Herausforderungen meistern, bis die Serieneinführung gelang. Auch an den Aluminium-Druckguss werden hohe Anforderungen gestellt, weil die Träger der LED-Scheinwerfer eine sehr komplexe Formgebung aufweisen und neben der reinen Bauteilträgerfunktion weitere Aufgaben übernehmen. Diese Anforderungen, welche die Präzision und Sauberkeit ebenso betreffen wie die Festigkeit der Trägerbaugruppen, sind derart hoch, dass auch spezialisierte Druckgießunternehmen an verfahrensbedingte Grenzen stoßen.

Welche Herausforderungen hier konkret zu lösen sind, zeigt der LED-Scheinwerferträger des Cadillac Escalade, den die Schött Druckguss GmbH im Auftrag eines führenden Systemlieferanten der Lichttechnik fertigt.



*Der LED-Scheinwerferträger für den Cadillac Escalade ist ein komplexes Bauteil, in dem insgesamt 35 Hochleistungs-LED befestigt sind und das Zusatzfunktionen z. B. der gezielten Wärmeabfuhr übernimmt.*

### „Thermomanagement“ ist gefragt

Eine Hauptfunktion des LED-Scheinwerferträgers ist die Wärmeabfuhr: Die LEDs selbst entwickeln große Wärmemengen, die gezielt aufgenommen und abgeleitet werden müssen. Wichtig ist hier vor Allem die Bildung eines „Kondensators“, d.h. eines Wärmespeichers für kurzzeitige Energiespitzen. Dafür eignet sich Aluminium wegen seiner physikalischen Kennwerte prinzipiell sehr gut: Auch in der Elektronik ver-

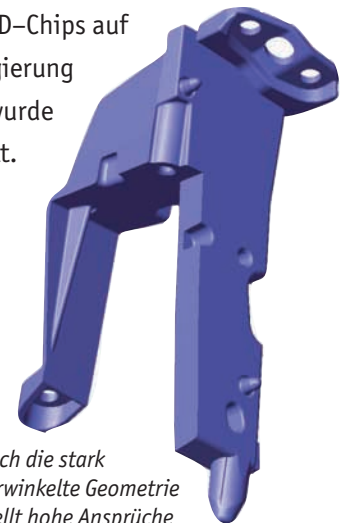


*Das Gussteil – hier ein Ausschnitt – zeichnet sich durch massive Wärmespeicher und filigrane Verrippung aus*

wendet man häufig Kühlkörper aus diesem Werkstoff, die über eine freie oder erzwungene Konvektion ein definiertes „Thermomanagement“ erreichen und ein Überhitzen der umgebenden Bauteile verhindern.

Mit Blick auf die Fertigungsgenauigkeit hat diese Anforderung zur Folge, dass das Gussteil nur geringste Anteile an inneren Fehlern und Unregelmäßigkeiten wie Poren oder Lunker aufweisen darf. Die im Vorfeld definierte und berechnete Kühlleistung des Trägerbauteils muss zum Teil über sehr eng beschränkte und vom Kunden vorgegebene Einbauträume erreicht werden.

Besonders kritisch ist unter diesem Aspekt der Wärmeübergang von den LED-Chips auf das Gussteil. Aus diesem Grund empfiehlt sich der Einsatz einer Aluminiumlegierung mit besten wärmetechnischen Kennwerten. Im Falle des Cadillac Escalade wurde die Legierung 230D mit einem Wärmeleitwert von 130 bis 170 W/mK gewählt.



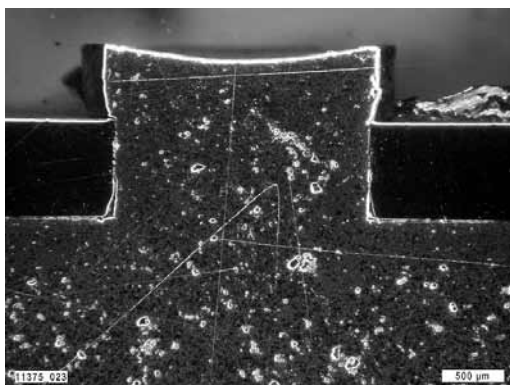
*Auch die stark verwinkelte Geometrie stellt hohe Ansprüche an den Gießprozess*

## Höchste Präzision, geringer Verzug

Das LED-Licht entsteht aus mehreren Einzelkegeln, für den Fahrer muss sich aber ein schattenfreies Lichtbild vor dem Fahrzeug ohne Dopplungen an den „Fügestellen“ der einzelnen Lichtkegel ergeben. Aus dieser Tatsache resultiert die Forderung nach sehr engen Positionstoleranzen für die Aufnahme der Einzel-LED-Träger und nach einer hohen Eigensteifigkeit des gesamten Trägers.

## Möglichst wenig Nachbearbeitungsschritte und Fügekomponenten

Da jeder Bearbeitungsprozess Kosten verursacht, sind NC- Nachbearbeitungsschritte von Gussteilen in der gesamten Automobilindustrie möglichst zu vermeiden. Die geforderten Oberflächeneigenschaften und Abmessungen sollen also im optimalen Fall direkt aus dem Druckgussprozess heraus erzeugt werden.



Dasselbe gilt für die Anzahl und Größe von Fügekomponenten: Beim Gewindeformen im Druckgussteil sollte mit kleinstmöglichen Bohrungsdurchmessern gearbeitet werden. Im optimalen Fall verzichtet man ganz auf die Schraubtechnik und setzt ein prozesssicheres Nietsystem ein.

*Für die Verbindung der Komponenten sorgt ein prozesssicheres Nietsystem. Im Bild die Makroskopie eines Nietschliffs.*

## Beengte Einbauträume

Das immer dichtere „Packaging“ im Automobil hat auch zur Folge, dass der LED-Träger – der in der Diagonalen rund 400 mm misst und sieben LED-Platinen mit je fünf Hochleistungs-Leuchtdioden einschließlich Reflektoren aufnimmt – exakt in die Umgebungsstruktur eingepasst werden muss. Deshalb müssen die geforderten Bauteileigenschaften unter großen Restriktionen beim Einbauraum erreicht werden. Konkret heißt das: Das Bauteil ist stark verwinkelt und verzweigt.

Dennoch müssen alle geforderten Eigenschaften an Festigkeit und Wärmeabfuhr über die gesamte Lebensdauer des Fahrzeugs gewährleistet sein.

## Sauberkeit ist Pflicht

Eine weitere Anforderung, die der Aluminiumgießer zu erfüllen hat, ist die definierte Bauteilsauberkeit, die schon deshalb erforderlich ist, um einen störungsfreien Dauerbetrieb der LED-Elektronik zu gewährleisten. Im konkreten Fall forderte der Kunde ein Ziel von 200 µm.

Dies bedingt nicht nur das Verhindern des Eintrags von Kontaminationen in den einzelnen Prozessschritten, sondern auch einen geschützten Bauteiltransport mit automatischer Entnahme. Vor allem nach dem Waschen ist höchste Sauberkeit beim gesamten Teile-Handling sicherzustellen.



Bei der Teilesauberkeit wird eine maximale Partikelgröße von 200 µm gefordert

Partikelimmission auf einer Fläche von 20 cm <sup>2</sup> innerhalb 1 Stunde			
Partikelart	Partikelgröße	Fertigungs-halle	Labor
		Anzahl der Partikel	Anzahl der Partikel
Späne, metallisch glänzend	50 - 100 µm	15	1
	100 - 200 µm	8	
	20 - 500 µm	1	
	> 500 µm		
sonstige feste Partikel	50 - 100 µm	8	4
	100 - 200 µm	2	
	20 - 500 µm		
	> 500 µm		
Fasern	100 - 200 µm	4	8
	200 - 200 µm		
	500 - 1000 µm	5	9
	> 1000 µm	2	5

Ergebnis einer Labormessung der Teilesauberkeit

## Umsetzung der Anforderungen: Frühestmögliche Kooperation ist sinnvoll

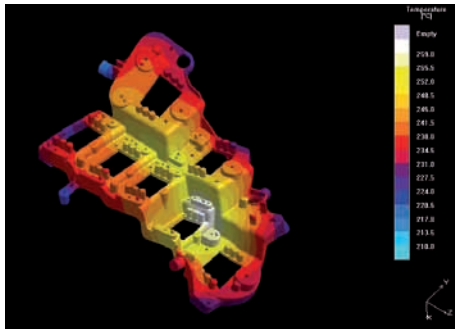
Dieser Anforderungskatalog zeigt: Auch für ein Unternehmen, das sich auf anspruchsvolle Automotive-Gussteile spezialisiert hat, ist die Fertigung von LED-Beleuchtungsträgern mit besonderen Herausforderungen verbunden. Hinzu kommt, dass der Kunde hier ebenfalls Neuland betritt und viele Bauteil- und Fertigungsparameter erst gemeinsam festgelegt werden müssen.

Aus diesem Grund empfiehlt sich eine möglichst frühe Kooperation zwischen Gießer und Systemlieferant. Genau dies ist bei der Entwicklung des LED-Trägers für den Cadillac Escalade geschehen. Schon in der Konzeptphase nahm der Kunde Kontakt mit der Schött Druckguss GmbH auf, und die konkreten Anforderungen an das Gussteil wurden frühzeitig festgelegt. In der Folge tauschten die Entwicklungsteams beider

Unternehmen regelmäßig Zwischenlösungen aus und bewerteten gemeinsam die technische Machbarkeit sowie die ökonomische Effizienz dieser Lösungen.

## Wichtiger Entwicklungsschritt: Verformungs- und Verzugsstudie

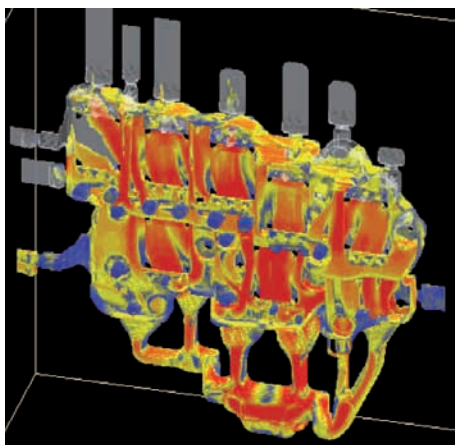
Auf die Abstimmung der Bauteilgeometrie folgt die Festlegung der gießtechnischen Merkmale an einem



*Durch rechnergestützte Verzugsstudien kann die Entwicklung abgesichert werden. Das spart eventuelle Iterationsschleifen im Konstruktionsprozess.*

3D-Modell. Hier gibt es inzwischen umfassende Möglichkeiten, um durch rechnergestützte Simulationen zuverlässig die gewünschten Bauteileigenschaften zu erreichen und ggfs. auch im Vorfeld das Bauteil zu optimieren, um eine wirtschaftliche Fertigung zu erreichen.

Wichtige Verfahrensschritte sind hier Verformungs- und Verzugsstudien, die aus den CAD-Daten des 3D-Gießlings generiert werden. Deren Ergebnisse haben in der Regel nochmals rückwirkenden Einfluss auf die Teilegeometrie und /oder die Gießtechnik. Die optimalen Füllergebnisse werden anschließend durch eine Füll- und Erstarrungssimulation abgesichert. Die Ergebnisse und Auswirkungen auf Teilefestigkeit und -funktion werden in Absprache mit dem Kunden nochmals diskutiert und ergeben in der Regel Änderungen in der Gestaltung der Gießtechnik. Mit dieser Form der Absicherung können bereits erste Abgussteile für den Aufbau von Funktions- und Fertigungsmustern verwendet werden.



*Mit Füll- und Erstarrungssimulationen wird im Vorfeld der Gießprozess simuliert.*

Um dem Kunden schnelle und kostengünstig erste reale Ergebnisse präsentieren zu können, nutzt Schött Muster-Formrahmen. In diesen Formrahmen kann man Teile in Kleinserienmengen bereits in Serienqualität gießen.

## Umfassende Qualitätsuntersuchungen und -analysen

Die mechanischen Kennwerte der Gussteile werden bezüglich spezifischer Kundenanforderung aus der FEM-Untersuchung sowohl röntgenologisch als auch durch Festigkeitsuntersuchungen belegt. Wenn noch umfassendere Untersuchungen erforderlich sind, arbeitet Schött mit wissenschaftlichen Partnern und Einrichtungen zusammen, die z. B. Computertomographien und rasterelektronenmikroskopische Analysen von Bauteilen durchführen. Auch metallurgische und chemische Analysen werden bei Bedarf bzw. in festgelegten Zeiträumen erstellt.

Dass jedes einzelne Serienbauteil im Hinblick auf alle relevanten Parameter geprüft wird, versteht sich von selbst. Eine individuelle Bauteilkennzeichnung ermöglicht die Rückverfolgbarkeit der Serienprodukte bis zum Einzelteil.

## **Fazit: Weitere Projekte werden folgen**

Die Erfahrungen, die Schött bei der Entwicklung des ersten serienmäßigen LED-Scheinwerferträgern aus Aluminiumdruckguss gesammelt hat, fließen selbstverständlich in die Folgeprojekte ein. Solche Projekte sind bereits in Arbeit. Zurzeit arbeitet Schött an LED-Scheinwerferträgern für eine Limousine der oberen Mittelklasse. Aufgrund der hervorragenden Eigenschaften von LED-Scheinwerfersystemen sowohl im Hinblick auf die Sicherheit als auch in Bezug auf Energieeffizienz steht zu erwarten, dass sich derartige Systeme in den kommenden Jahren auf breiterer Ebene durchsetzen werden.

*Bildnachweis:*

*Schött Druckguss GmbH, Menden*

*Autor:*

*Dipl.-Ing. Georg von Rüden, Schött Druckguss GmbH, Menden*