

# **Dynamische Bodenprojektionen mit DLP<sup>®</sup>-Technik für Fahrzeug- Außenbeleuchtung**



**Brandon Seiser**  
*Product Marketing Engineer*  
*Texas Instruments*

# Einführung

---

Dynamische Bodenprojektion ist eine Technologie, die jede Art von Muster innerhalb eines Moduls anzeigen kann. Mithilfe dieser Technik können neue innovative Anwendungsbereiche für Außenbeleuchtung erfunden werden wie zum Beispiel „Lichtteppiche“ zum Beleuchten der Umgebung eines Fahrzeugs oder Beleuchtung zur Projektion des Ladestands und der Reichweite bei Elektrofahrzeugen, Warnungen zum Reifendruck, Verkehrswarnungen, Blinkerfunktionen, Motorfunktionswarnleuchten, Füllstandanzeige/Reichweitenanzeige etc., die in einem Seitenspiegel angezeigt werden. Bodenbeleuchtung bietet außerdem noch weitere interessante Funktionen, die in Fahrzeugen eingesetzt werden können, um die Kommunikation von Fahrzeug und Fahrer und Fußgängern auf der Straße zu verbessern. Zu diesen Funktionen gehört neben der Winkelbeleuchtung, auch die Beleuchtung beim Rückwärtsfahren, Fahrzeugpersonalisierung und Parkleuchten.

Dynamische Bodenbeleuchtungssysteme ermöglichen hochauflösende Projektionen für eine klarere Kommunikation und sichereres Fahren. Außerdem ist es wichtig, dass derartige Systeme kompakt und gut integrierbar sind (sie sollten 50 mm Länge und 25 mm Breite und Höhe nicht überschreiten), um in Fahrzeugtüren, Seitenspiegeln, am vorderen oder hinterem Stoßbrett oder in den Vorder- und Hecklampen eingebaut werden zu können.

Die Fähigkeit der DLP®-Technologie, dynamische Inhalte auf dem Boden oder auf anderen Flächen um ein Fahrzeug zu projizieren, bietet eine Reihe von Vorteilen, darunter die Verbesserung der Kommunikation zwischen Fahrzeug und Fußgängern und die Übertragung komplexerer, intuitiver Nachrichten, z. B. in Form von Warntönen, mit denen der Fahrer der Umgebung seine Absicht signalisiert

## Kurzer Einblick in die Geschichte der Fahrzeugbeleuchtung

Die Lichttechnik im Kraftfahrzeug hat eine lange traditionsreiche Geschichte. Beleuchtungssysteme für Kraftfahrzeuge haben sich in den letzten Jahrzehnten immer wieder verbessert, so fand

die Lichttechnik vor allem in Rück-, Seiten- und Frontleuchten vielseitige Einsatzmöglichkeiten. Die Lichttechnik für Fahrzeugscheinwerfer entwickelten sich von Wolfram-Halogenlampen über hochintensive Entladungs-Glühbirnen bis hin zu hochleistungsfähigen weißen LEDs – mit verbessertem Lichtfluss, hohem Wirkungsgrad und längerer Lebensdauer.

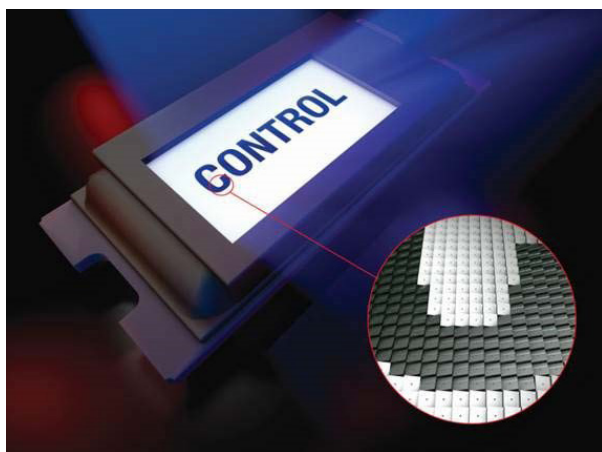
Viele Scheinwerfer nutzen integrierte Lichtquellenkonfigurationen mit einer reflektierenden Linse und einem Linsensystem, um Funktionen wie Fernlicht, Abblendlicht und Nebelleuchten zu versorgen. Ein ähnliches Layout dient der Kombination von Rückleuchten, zur Versorgung mehrerer Signalfunktionen sowie der Nebelschlussleuchten. Zur zusätzlich am Fahrzeug angebrachten Beleuchtung gehören unter anderem die Seitenspiegel-Beleuchtung für Blinker und nächtliche Beleuchtung, sowie die dritte Bremsleuchte (CHMSL). Zusätzlich dazu gibt es Einsatzmöglichkeiten für personalisierte Beleuchtungsfunktionen wie die Beleuchtung des Autoherstellerlogos und sogar die Lichtprojektion des Logos an den Innenseiten der Autotüren.

Beleuchtungssysteme in Fahrzeugen unterliegen den Vorschriften der National Highway Traffic Safety

Administration oder für Europa der von der Wirtschaftskommission für Europa herausgegebenen ECE-Prüfzeichen für genehmigungspflichtige Bauteile. Die Sicherheitsanforderungen für Scheinwerfer sind auch strenger geworden, indem nun zusätzliche Regelungen hinsichtlich der vorgeschriebenen Lichtform und präzisen Belichtungsmessung einzuhalten sind. Beleuchtungsdesigner müssen einerseits diese Regelungen einhalten und andererseits bei der Entwicklung neuer Beleuchtungssysteme den Anforderungen der Hersteller an praktische und ästhetische Aspekte gerecht werden. Mithilfe der DLP-Technik können Designer diese Anforderungen relativ einfach erfüllen, indem jede Lichtquelle mit einem digitalen Mikrospiegel-Baustein (DMD) versehen wird. Der DMD (Digital Micromirror Device) ist ein programmierbares Mikrospiegelarray, das die Gesamtfunktionen von Lichtprojektoren verbessern kann.

## DLP-Technik auf einen Blick

DLP-Technik kann dynamische Inhalte mithilfe von DMDs anzeigen. Auf einem solchen DMD befinden sich bis zu 8,3 Millionen rechtwinklig angeordneter, mikroskopisch kleiner Spiegel. Mit Hilfe einer winzigen Elektrode unter dem jeweiligen Spiegel (**Abbildung 1**) werden diese bewegt. Dazu kommen Bildverarbeitung, Speicher, Lichtquelle



**Abbildung 1.** Bei der DLP-Technik werden mit hoher Geschwindigkeit Millionen von beweglichen Mikrospiegeln gesteuert, um hochauflösende Bilder/Projektionen zu erzeugen.

und Projektionsoptik, die zur Steuerung des Systems und zur Anzeige der dynamischen Inhalte verwendet werden.

DMDs replizieren Muster mithilfe von individuell umgeschalteten Mikrospiegel, die die Pixel des projizierten Inhalts repräsentieren. Lassen Sie uns fünf Möglichkeiten untersuchen, bei denen die DLP-Technologie für Beleuchtungssysteme in Fahrzeugen einen erheblichen Wert hat.

### Reprogrammierbarkeit

Die DLP-Technik kann den Inhalt dynamisch ändern, ohne die angeschlossene Optik zu verändern. Die Vorteile der DLP-Technik wird besonders offensichtlich beim Vergleich mit herkömmlichen, statischen Projektionstechnologien, wie z. B. der Gobo-Technologie (eng. „goes before optics“), die oft für Bühnenbeleuchtung verwendet wird. Ein Gobo-Projektor verwendet eine Maske, die in einen Scheinwerfer oder Projektor eingesteckt wird, um auf der Bühne oder zu Werbezwecken Logos, Muster, Texte oder Bilder darzustellen. Diese Art der Projektionstechnologie wird bereits für Autotürleuchten (sogenannte Puddle Lights) verwendet. Der Nachteil dieser Technologie besteht jedoch darin, dass die Bilder nicht modifizierbar sind, sodass für jedes zu erzeugende Bild ein neues Modul eingesetzt werden muss.

DLP-Technik hingegen ist komplett programmierbar und modifizierbar, sodass mehrere verschiedene Bilder zu unterschiedlichen Zeiten projiziert werden können. So ist es zum Beispiel möglich, personalisierte Beleuchtung in der Lichtbasis des Seitenspiegels zu erzeugen, die gleichzeitig als ein Signal beim Öffnen der Türe fungieren kann oder es können sogar zusätzliche komplexe Beleuchtungsoptionen je nach Anforderungen der Kunden oder je nach Straßenverhältnissen integriert werden. Wenn beispielsweise eine Tür geöffnet wird oder der Fahrer die Hand auf den Türgriff legt, wird eine Warnung projiziert, dass die Tür geöffnet wird. Eine solche Funktion ist besonders nützlich für Autos, die in der Nähe von Radwegen geparkt sind.

## Unterstützung für Vollfarben

Statische Projektionstechnologien sind typischerweise auf die Anzeige von Bildern in einer einzigen Farbe beschränkt. Zum Beispiel nutzt ein Gobo eine dichroitische Schablone für eine farbige Bildprojektion, aber die dichroitischen Filter können nur eine einzige Farbe erzeugen.

Bei der DLP-Technik werden Farben durch einen sehr schnell drehenden rot-, grün- und blau-LED- oder Laser-Farbfilter an das DMD geleitet. Das DMD verfügt über Schaltgeschwindigkeiten in der Größenordnung von wenigen Mikrosekunden und benötigt nur einen einzigen Bildwandler für alle drei Farben, um einzigartige Bilder und Videos zu erstellen.

## Lichtquellenunabhängig

Da die DLP-Technik reflektierend ist, kann sie mit jeder Art von Lichtquelle verwendet werden, so etwa auch mit LEDs und Laserdioden, die Lichtquellen, ältere Glüh- oder Gasentladungen in Front- und Rückleuchten ersetzen. Dank dieser Flexibilität kann DLP-Technik in einer ganzen Reihe von Anwendungen mit verschiedenen Illuminationstechniken über eine große Bandbreite von Wellenlängen eingesetzt werden. Dadurch entsteht eine beinahe unbegrenzte Anzahl an Darstellungsmöglichkeiten unter anderem mit sichtbarem und Nahinfrarot-Licht, in Beleuchtungssystemen für Fahrzeuge und Kommunikationssysteme.

## Bereits zugelassen

DMDs, DMD-Controller und Power-Management-Schaltungen für Fahrzeuge sind bereits für Betriebstemperaturen von  $-40\text{ °C}$  bis  $105\text{ °C}$  für Fahrzeuganwendungen zugelassen und sind für die erforderlichen Standards für elektrostatische Entladung für integrierte Schaltungen in Fahrzeugen ausgelegt. Dies ermöglicht die Integration der DLP-Technik in aktuelle Fahrzeugbeleuchtungssysteme.

## Kompakte Abmessungen

Eines der wichtigsten Argumente für viele Verbraucher ist aber der ästhetische Effekt einer guten Fahrzeugbeleuchtung. Obwohl spezielle Beleuchtung noch nicht zur Standardausrüstung von vielen Fahrzeugen gehört, ist sie ein Kernelement für Ästhetik und Design. Viel Zeit und Aufwand werden in das Design einer Fahrzeuglampe investiert, was oftmals dazu führt, dass es nur sehr wenig Platz für die Schaltungen und Kabel im Innenraum gibt. Das DLP-System passt ohne Weiteres in einen kleinen Steckplatz innen im Seitenspiegel oder kann an anderen Orten im und am Auto eingesetzt werden, wo oft Platzmangel herrscht.

## Anwendungsbeispiele für die DLP-Technik

Die Anwendungsbereiche für DLP-Technik in Fahrzeugen sind in Anbetracht der enormen Vorteile nahezu endlos. Hier finden Sie einige mögliche Anwendungen für die DLP-Technik allgemein und speziell in Fahrzeugbeleuchtungssystemen.

### Kleine Außenleuchten

Mithilfe von DLP-Technik kann die Funktionalität von kleinen Außenleuchten am Fahrzeug erheblich erweitert werden, z. B. durch Integration in die Innenverkleidung der Tür, in den Trittleisten oder der Unterseite des Seitenspiegels (**Abbildung 2**).



**Abbildung 2.** Kleine Außenbeleuchtung, die ein Logo vom Außenspiegel auf den Boden projiziert.

Die DLP-Technik besitzt die Fähigkeit, dynamische Bilder ohne zusätzliche Komponenten zu erzeugen und kann so in kleinen Außenleuchten zur Anzeige von niedrigem Reifendruck oder Warnungen bei offener Tür im Seitenspiegel, oder zur Projektion von Logos oder anderen Styling-Bildern und Videos von der Unterseite der Türverkleidung zum Einsatz kommen. Diese Funktionen können es Herstellern von Originalgeräten ermöglichen, Messaging und Brandingprojektionen von kleinen Außenleuchten anzuzeigen, anstatt statische Logos zu verwenden, die nur ein einzelnes Muster anzeigen und nicht für die Kommunikation mit Fußgängern oder Fahrern verwendet werden können.

### Lichtteppiche für Fahrzeuge

Die Seitenspiegel können für die Beleuchtung eines Fahrzeugs gleich mehrere Funktionen erfüllen; zum einen können in den Seitenspiegeln Blinker eingesetzt werden und zum anderen können die Seitenspiegel genutzt werden, um einen Lichtteppich an den Seiten des Fahrzeugs zu erzeugen, der die gesamte Länge des Fahrzeugs umspannt (**Abbildung 3**). Diese Art der Beleuchtung kann besonders dann hilfreich sein, wenn der Fahrer in einer schlecht beleuchteten Umgebung oder nachts ein- oder aussteigen möchte.



**Abbildung 3.** Lichtteppich für Fahrzeuge, der von mehreren Stellen im Fahrzeug aus projiziert wird.

### Warnhinweise für Fahrer und Fußgänger

Die DLP-Technik ist dem Blinken und der Kommunikation mit Handzeichen, wie sie zur Warnung von anderen Verkehrsteilnehmern im Straßenverkehr vielerorts verwendet werden, einen großen Schritt voraus. Warnanzeigen, die mithilfe von DLP-Technik erzeugt werden, können in Form von visuellen Informationen Dinge wie gefährliche Straßenverhältnisse oder spezielle Geschwindigkeitsbereiche um Baustellen oder Schulzonen anzeigen. Ein Fahrer könnte auch einen Zebrastreifen oder eine vorgefertigte Nachricht, die zum Beispiel „Safe to Cross“ (Überqueren sicher) am Boden anzeigt, projizieren um so direkt mit den Fußgängern zu kommunizieren, die die Straße überqueren möchten.

### Absichten veranschaulichen: Privatfahrzeuge

Wenn Absichten im Fahrverhalten visuell dargestellt werden können, können möglicherweise viele Unfälle verhindert werden, die aufgrund von Nervosität, Unentschlossenheit oder einfach aufgrund von schlechter Kommunikation zwischen den Verkehrsteilnehmern entstehen. Mithilfe von DLP-Technik können schwierig zu kommunizierende Fahrmanöver, wie zum Beispiel eine bevorstehende Kehrtwende oder ein Einparkmanöver, angezeigt werden. Taxis können Symbol-Projektion nutzen, um nachkommende Fahrzeuge im fließenden Verkehr zu warnen, dass das Fahrzeug gleich anhalten wird, und es kann eine Ankündigung auf den Boden projiziert werden, dass ein Fahrgast aussteigt.

Fahrzeuge, die aus Einfahrten mit einem toten Winkel herausfahren, könnten ihre Absicht, dass sie aus der Einfahrt herausfahren möchten, projizieren und so anderen Verkehrsteilnehmer ihre Absicht kommunizieren. Automatische Funktionen wie z. B. paralleles Einparken oder Rückwärtsfahren können als breite Streifen in Form eines Pfads rückwärts bis hin zu einer Parkposition auf den Boden projiziert werden. Die Absicht des Autofahrers wird für andere

Verkehrsteilnehmer klar verständlich kommuniziert (Abbildung 4).



**Abbildung 4.** Ein Fahrer kann seinen beabsichtigten Fahrweg anzeigen, indem ein Pfad auf dem Boden hinter seinem Fahrzeug durch die Heckleuchten projiziert wird.

### Absichten veranschaulichen:

#### Öffentliche Verkehrsmittel

Ein Feuerwehrauto, ein Krankenwagen oder ein Polizeifahrzeug könnten ihren genauen Fahrweg auf den Boden projizieren, sodass Fahrzeuge, die sich in der Nähe befinden, besser ausweichen können. Ein Polizeiauto könnte dem Fahrzeug vor ihm mitteilen, dass es entweder an der Seite anhalten oder die Fahrspur wechseln soll, um das Polizeiauto vorbeizulassen.

Große Fahrzeuge, wie z. B. Busse und Traktoren mit Anhängern, die bei einer Kurve zurückfahren müssen, damit sie um die Kurve kommen, könnten ihre Absicht rückwärts zu fahren, Fahrern, die ihnen entgegen kommen, mitteilen, sodass diese warten oder zurückfahren können. Busse können einen Pfad von und zu Bushaltestellen auf den Boden projizieren, damit Fahrer, die sich in der Nähe befinden, genau sehen können, wo sie hinfahren wollen. Traktoren mit Anhängern mit überdimensionalen Lasten könnten die genaue Größe des von ihnen benötigten Platzes projizieren, sodass andere Verkehrsteilnehmer genau sehen können, wieviel Platz der Traktor beim Durchfahren einer engen Straßen benötigt.

Schulbusse könnten Projektionen verwenden, um auf den erhöhten Sicherheitsbedarf der Insassen hinzuweisen. Ein Schulbus könnte zum Beispiel anstelle eines Stoppzeichens auf nur einer Fahrspur Stoppzeichen auf alle Fahrspuren projizieren.

### Routenplanung

Ein DLP-Subsystem kann Autofahrer bei der Navigation unterstützen, indem es das Sichtfeld des Fahrers durch Grafiken wie z. B. der Projektion von Fahrspurbegrenzungen wo es keine gibt, erweitert. Diese Idee könnte mithilfe von visuellen Echtzeit-Richtungsangaben umgesetzt werden. Der Fahrer erhält Richtungsangaben und gleichzeitig erfahren die sich in der Nähe befindenden Fahrzeuge, was der Fahrer als nächstes tun wird.

### Fazit

Die dynamische Bodenprojektion ist der nächste Schritt in Sachen Fahrzeugbeleuchtung; sie stellt die logische Weiterentwicklung der adaptiven Scheinwerfertechnologie dar. Die Möglichkeit mit Projektionslinsen, die sich einzeln und individuell zur Lichtquelle anordnen lassen, Millionen von Pixeln steuern zu können, eröffnet eine beinahe unbegrenzte Anzahl an Darstellungsmöglichkeiten und Anwendungen dieser Technologie in Fahrzeugbeleuchtungssystemen. Im Vergleich zu anderen, statischen Projektionstechnologien wie Gobo bietet die DLP-Technologie weitaus mehr Flexibilität mit einer hochauflösenden, reprogrammierbaren multichromatischen Plattform in einem platzsparenden Gehäuse. Darüber hinaus zeichnet sich die DLP-Technik im Gegensatz zu dynamischen Digitalprojektionstechnologien durch ihre relative Kosteneffizienz, ihre Flexibilität bei unterschiedlichen Lichtquellen und ihre hohe Effizienz aus.

DLP-Chipsätze sind außerdem schon für Fahrzeuganwendungen mit benutzerdefinierten Eigenschaften zugelassen, was die Marktreife eines Produkts, das mit dieser Technologie entwickelt wird,

verkürzen sollte. Die Fahrzeugbeleuchtungsindustrie kann potentiell große Vorteile mit dem Einsatz von räumlichen Modulatoren für Licht wie DMDs für anpassbare Projektionsstrahlen und Nachrichten-/Symbolprojektion erzielen.

## Weitere Ressourcen

- [„Erstellen von hochauflösenden adaptiven Scheinwerfern mit DLP-Technik“](#)
- [„Symbol-Projektion mit hochauflösenden Scheinwerfern mit DLP-Technik“](#)

**Wichtiger Hinweis:** Für den Verkauf der hier beschriebenen Produkte und Dienstleistungen von Texas Instruments Incorporated und seiner Tochterunternehmen gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen von TI. Kunden wird empfohlen, vor Bestellungen die aktuellen und umfassenden Informationen über TI-Produkte und -Dienstleistungen einzuholen. TI übernimmt keine Haftung für Anwendungsunterstützung, Kundenanwendungen oder Produktdesigns, Softwareleistung oder Verletzung von Patenten. Die Veröffentlichung von Informationen über Produkte oder Dienstleistungen anderer Unternehmen bedeutet keine Freigabe, Garantie oder Empfehlung durch TI.

Der Plattformbalken ist eine Marke und DLP ist ein eingetragenes Markenzeichen von Texas Instruments. Alle anderen Marken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

## IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, or other requirements. These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to TI's Terms of Sale ([www.ti.com/legal/termsofsale.html](http://www.ti.com/legal/termsofsale.html)) or other applicable terms available either on [ti.com](http://ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2020, Texas Instruments Incorporated