

# **Technische Information**

*Licht – Scheinwerfer*



*Ideen für das  
Auto der Zukunft*

## Aufgaben der Frontbeleuchtung

Scheinwerfer bringen Licht in den Verkehrsraum vor dem Fahrzeug. Dabei müssen sie den Bedürfnissen aller Verkehrsteilnehmer gerecht werden. Insbesondere Abblendlicht-Funktionen unterliegen gesetzlichen Vorgaben, die den Gegenverkehr vor störender Blendung schützen.

„Die Nacht zum Tag machen“ durch Maximierung der Lichtleistung ist deshalb nur mit berechtigten Einschränkungen möglich. Nur im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben können Gefahrensituationen bei schlechter Sicht durch Verbesserungen an vielen Parametern der Scheinwerfertechnik schrittweise entschärft werden.

Im Scheinwerfer lassen sich folgende Licht-Funktionen kombinieren:

### Funktionen zum Sehen

**1 Abblendlicht** ist neben der Standard-Funktion auch bereits als erweiterte Funktion aus dem Baukasten des **Variablen intelligenten Lichtsystems VARILIS®** in Serie verfügbar:

**1a** Statisches Kurvenlicht als zusätzliches Abblendlicht-Element

**1b** Dynamisches Kurvenlicht als schwenkendes Abblendlicht

**1c** Abbiegelicht ist zulassungstechnisch eine Leuchtenfunktion, wird aber auch gern im Scheinwerfer integriert.

Neue Lichtfunktionen sind für den Einsatz ab 2007 vorbereitet.

**2 Fernlicht** kann auch schwenkbar als Kurvenlicht ausgeführt werden, vorwiegend in kombinierten Systemen. Zur Begrenzung des Maximalwerts im öffentlichen Verkehrsraum, auch in Verbindung mit Zusatz-Fernscheinwerfern, hat der Gesetzgeber eine Referenzzahl vorgegeben. Im Rallye- und Off-Road-Bereich sind diese Einschränkungen nicht relevant; hier wird die Leistung nur durch technische Rahmenbedingungen wie z. B. Bauraum, Temperatur oder verfügbare Leuchtmittel begrenzt.

**3 Nebellicht** wird auch als Zusatzscheinwerfer eingesetzt. Die Regelung R19 ist zur Zeit in Diskussion; sie soll den neuen Technologien und Marktanforderungen angepasst werden.

### Funktionen zum Gesehen werden

**4 Positionslicht** wird oft von einer im Fernlichtreflektor angeordneten separaten Lampe erzeugt. Diese Funktion bietet sich aber auch an, Styling-Elemente zu erzeugen oder neue Technologien einzuführen.

**5 Tagfahrlicht** senkt Unfallzahlen und ist jetzt weltweit zulässig. Bei spezieller Auslegung dieser Funktion bleibt der zusätzliche Energieverbrauch gering.

**6 Blinkleuchte** und **Seitenmarkierungslicht** lassen sich auch innerhalb des Scheinwerfers anordnen und werden oft als spezielle Styling-Elemente genutzt.



Zusatzscheinwerfer



Hauptscheinwerfer

## Lichtquellen

Basis des Scheinwerferlichts ist die Lichtquelle. Ihre Geometrie bestimmt, welche optischen Systeme sinnvoll zur Verteilung des Lichtstroms im Verkehrsraum einsetzbar sind. Deshalb arbeiten unsere Spezialisten schon bei der Vorplanung für neue Leuchtmittel-Typen und -Varianten weltweit eng mit den Spezifizierungsgremien zusammen. Hierdurch tragen sie bei zur ganzheitlichen Optimierung neuer Lichtkonzepte.

Mittlerweile können wir für Scheinwerfer 3 Leuchtmittel-Familien unterscheiden:

- **Glühlampen**, meist als Halogenlampen, sind aufgrund ihres relativ geringen Preises weit verbreitet und werden auch weiterhin gern eingesetzt. Entwicklungsziel ist hier oft die Minimierung der Toleranzen zum Einsatz mit FF®-Systemen.
- **Xenon-Lampen** sind als D2-Lampe und als D1-System mit integrierter Zündelektronik verfügbar. In jedem Fall ist eine Zusatzelektronik erforderlich.



Halogen H7



Xenon D2S

- **Leuchtdioden** haben mittlerweile eine ausreichend hohe Leuchtdichte erreicht, um sie auch für Scheinwerferfunktionen einsetzen zu können. Eine Zusammenfassung zum Thema LED finden Sie auf den Seiten 8 und 9.

### Halogen-Lampen

	Lampe	Lichtfunktion	Bauform	el. Leistung, Lichtstrom
	H1	Fernlicht Nebellicht	Axialwendel	55 W, 800 lm
	H3	Fernlicht Nebellicht	Transversalwendel	55 W, 1.450 lm
	H4	Abblendlicht + Fernlicht	2 x Axialwendel	60 W/55 W 1.650 lm/1.000 lm
	H7	Alle Scheinwerfer- Lichtfunktionen	Axialwendel	50 W, 1.500 lm
	H8	Nebellicht (u. U. Abblendlicht)	Axialwendel	35 W, 800 lm
	H9	Fernlicht	Axialwendel	65 W, 2.100 lm
	H11	Alle Scheinwerfer- Lichtfunktionen	Axialwendel	50 W, 1.350 lm
	HB3	Fernlicht	Axialwendel	60 W, 1.860 lm
	HB4	Abblendlicht Nebellicht	Axialwendel	51 W, 1.095 lm
	NDF H13	Abblendlicht Fernlicht	2 x Axialwendel	75 W/68 W 1.700 lm/1.100 lm

Zusammenstellung der gebräuchlichsten Halogenlampen

### Xenon-Lampen



D1/D3

D2/D4

- D2S Einsatz in Projektionssystemen**
- D2R Einsatz in Reflektionssystemen (Abschatterlackierung auf Glaskolben)**
- D1S Einsatz in Projektionssystemen (Zünder integriert)**
- D1R Einsatz in Reflektionssystemen (Zünder integriert/Abschatterlackierung auf Glaskolben)**

Im Vergleich zu Halogen-Lampen bieten die Xenon-Lampen folgende Vorteile:

- Nahezu dreifacher Lichtstrom (Lichtmenge/Lichtleistung)
- Hohe Lichtausbeute (lichttechnischer Wirkungsgrad)
- Mit nur 35 W deutlich geringere elektrische Leistungsaufnahme
- Geringere thermische Systembelastung
- Wesentlich höhere Lebensdauer
- Die Lichtfarbe entspricht annähernd der des Tageslichts

## Vorgeschriebene Zusatzsysteme im Fahrzeug

Zur Vermeidung gefährlicher Blendung hat der Gesetzgeber bei Überschreitung eines lichttechnischen Grenzwertes die Zusatzsysteme „automatische Leuchtweite-Regelung“ und „Scheinwerfer-Reinigungsanlage“ vorgeschrieben. Hella bietet zu diesen beiden Systemen unterschiedliche Lösungskonzepte und Integrationsmöglichkeiten an.

### Scheinwerfer-Reinigungsanlage

Seit 1972 entwickelt und liefert Hella Scheinwerfer-Reinigungsanlagen, die nach dem Strahlwasserprinzip funktionieren und die Scheiben kratzerfrei reinigen. Die Düsen können auch verdeckt installiert sein. Ihre Betriebsposition wird von unseren Spezialisten im Labor und per Simulation festgelegt. Der hochstandardisierte „Systembaukasten Scheinwerferreinigung“ ermöglicht für nahezu jeden Anwendungsfall optimierte Lösungen hinsichtlich Funktionalität, Kosten und Design.



Scheinwerfer-Reinigungsanlage in Funktion



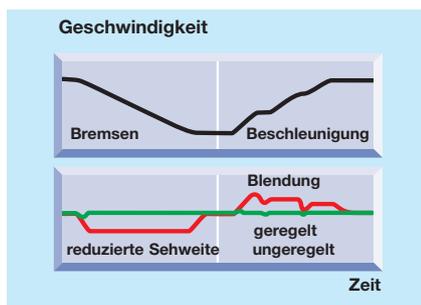
Elektronische Komponenten für LWR-Systeme

### Automatische Leuchtweiteregelung

Die seit 1993 in Neufahrzeugen vorgeschriebenen Leuchtweiteregler müssen bei leistungsstarken Scheinwerfern automatisch funktionieren. Hierfür gibt es zwei Leistungsstufen:

1. Die automatische Leuchtweiteregelung bewirkt, dass der Neigungswinkel der optischen Systeme im Scheinwerfer unabhängig vom Beladungszustand des Fahrzeugs automatisch immer der vorgeschriebenen und von der Werkstatt angepassten Grundeinstellung entspricht. Ein induktiver Achssensor misst beim Beladen des Fahrzeugs die Einfederung der Hinterachse und liefert die Daten an das Leuchtweiteregelungs- (LWR-) Steuergerät. Dies steuert in jedem Scheinwerfer einen Leuchtweite- (LW-) Steller.

2. Erhöhten Komfort bietet die dynamische Leuchtweiteregelung. Sie reagiert auch auf kurzzeitige Neigungsänderungen aufgrund von Brems- und Beschleunigungsvorgängen. Die Neigung der optischen Systeme wird dadurch auch während der Fahrt angepasst. In der Regel wird hier ein weiterer Fahrzeugniveausensor an der Vorderachse in Kombination mit intelligenten Schrittmotoren (ISM) eingesetzt.



Scheinwerfer mit und ohne dynamische LWR beim Bremsen und Beschleunigen

## Optische Systeme im Scheinwerfer

Das optische System eines Scheinwerfers hat die Aufgabe, einen möglichst großen Teil des von der Lichtquelle abgegebenen Lichtstroms (Lichtmenge) aufzufangen, das Lichtbündel zu formen und im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben in die Bereiche des Verkehrsraums zu lenken, in denen es benötigt wird. Hella-eigene Software zur Berechnung der optischen Systeme ermöglicht dem Entwickler eine vergleichende Bewertung alternativer Lösungsansätze. Die Ergebnisse dieser Simulation tragen bei zur Entscheidung für das zu Bauraum, Kostenziel und Design am besten passende Konzept.



Freiflächen-Reflektor (FF®)



Projektionsmodule



OPTIMO



Bi-Halogen Blende

### Unterschiedliche optische Systeme:

#### ■ Paraboloid-Reflektor

Die Lichtquelle ist in der Nähe des Brennpunktes positioniert. Der resultierende Strahlengang des projizierten Lichts ist annähernd parallel. Die Lichtverteilung wird durch optisch wirksame Elemente in der Abschlusscheibe erzeugt.

#### ■ Freiflächen-Reflektor (FF®)

Bei diesem Reflektorkonzept ist jedem Bereich im Reflektor ein Bereich der Fahrbahnausleuchtung direkt zugeordnet. Die Oberfläche des Reflektors wird auf Basis sogenannter Ablenkungsstrategien mit Hilfe des Computers berechnet. Es ergeben sich keine Regelgeometrien, sondern „Freie Flächen“ (FF®). Die von HELLA entwickelte Berechnungssoftware „Helios“ wird ständig für neue FF®-Konzepte erweitert.

#### ■ Projektionssystem

Der Reflektor besitzt in diesem System keine Regelgeometrie, sondern ist ein Freifächensystem (FF®). Er sammelt das Licht, welches von der Lichtquelle in der Nähe einer ersten Brennebene erzeugt wird. Das Licht wird in eine zweite Brennebene projiziert, in der sich eine Blende befindet. Die Kontur der Blende wird über eine Linse auf die Fahrbahn abgebildet.

Die kontinuierliche Weiterentwicklung der Projektionssysteme führte bei Hella zu einer erweiterbaren Reihe individueller Module. Mit standardisierten Schnittstellen zum Scheinwerfer kann jeder Kunde seiner eigenen Lichtphilosophie so nahe kommen, wie Kostenrahmen und Bauraum des jeweiligen Projekts es zulassen. Sogar innerhalb einer Scheinwerfer-Baureihe sind mit einfachen Mitteln Differenzierungen möglich. Neben dem bekannten HKM stehen jetzt auch die Baureihen OPTIMO und HKMcompact zur Auswahl.

#### ■ Bi-Xenon® und Bi-Halogen

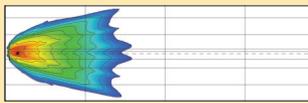
Bei diesen Typen ist die Blende mit einem beweglichen Abschatter ausgerüstet. Das Modul kann somit von Abblendlicht auf Fernlicht umgeschaltet werden.

#### Variables Lichtsystem VARILIS®

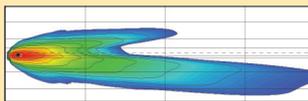
Alle Projektionsmodule können auf Wunsch auch als dynamisches Kurvenlicht in einem Schwenkmodul befestigt werden. Auch für Reflexionssysteme ist diese Option in Vorbereitung. Hierzu ist eine separate Technische Information verfügbar. Ebenso lassen sich in Kombination mit individuell abgestimmten Zusatz-Systemen, zum Beispiel für statisches Kurvenlicht, erweiterte Lichtverteilungen verwirklichen.



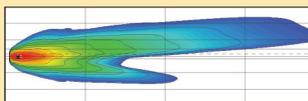
VARIOX® Modul



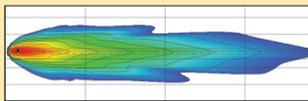
Stadtlicht



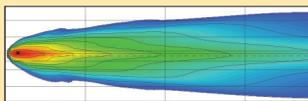
Landstraßenlicht ES



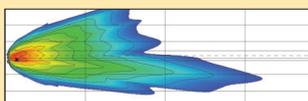
Landstraßenlicht LES



Autobahnlicht



Fernlicht



Schlechtwetterlicht

## VARIOX®

Die für ca. 2007 erwartete AFS-Gesetzgebung ermöglicht neben den derzeitigen Lichtfunktionen Abblendlicht und Fernlicht eine fahrsituationsabhängige Fahrbahnausleuchtung. Durch adaptive Lichtverteilungen wird der Straßenverlauf dem Bedarf entsprechend optimal ausgeleuchtet und damit die aktive Sicherheit erhöht. Hella realisiert dies mit nur einem schwenkbaren AFS-Projektionsmodul mit variabler Xenon-Lichtverteilung. Dieses VARIOX®-Modul erzeugt mit einer Freiflächenwalze alle AFS-Lichtfunktionen:

- Stadtlicht ist breit und ohne Asymmetrie, abgestimmt auf beleuchtete Stadtstraßen.
- Landstraßenlicht nutzt die neuen Möglichkeiten zur verbesserten Ausleuchtung der Straße und der Seitenbereiche bei Überlandfahrt.
- Autobahnlicht besitzt eine erhöhte Reichweite im Zentrum für weitere Sicht: Bis zu 110 m entfernte Objekte können auf der gesamten Fahrbahnbreite erkannt werden; zusätzlich wurde die Asymmetrie entfernt, die auf Autobahnen eher störend für den überholten Verkehr ist.
- Fernlicht ist als Standard-Lichtfunktion mit einem Maximalwert von ca. 140 lx auch in Xenon-Qualität verfügbar.
- Schlechtwetterlicht liegt in der Reichweite zwischen Stadt- und Landstraßenlicht. Die breite Lichtverteilung, leicht nach außen geschwenkt, ermöglicht eine bessere Orientierung am Fahrbahnrand; zusätzlich wird die Blendung des Gegenverkehrs durch von der Straße reflektiertes Licht reduziert.

Scheinwerfer mit dem VARIOX®-Modul benötigen keine Varianten für Rechts- oder Linksverkehr, denn alle Funktionen sind vollwertig enthalten.

## Infrarot-Nachtsichtsystem ADILIS®

Konventionelles Abblendlicht unterliegt einer gesetzlichen Anbauvorschrift, um andere Verkehrsteilnehmer nicht zu blenden, wodurch die maximale Reichweite auf etwa 60 m begrenzt ist. Trotz dieser Vorschrift werden Autofahrer des öfteren von falsch eingestellten Scheinwerfern des Gegenverkehrs geblendet. Mit dem Ergebnis, dass der Autofahrer die Szenerie in die er hineinfährt nur bedingt einsehen kann. Einer der Gründe für immer noch überdurchschnittlich viele Unfälle bei Dunkelheit.

Den Überblick in solch komplexen Verkehrssituationen bewahrt das Infrarot-Nachtsichtsystem ADILIS® von Hella. Es leuchtet fernlichtartig den Verkehrsraum vor dem Fahrzeug mit Infrarotstrahlung aus, nimmt die Szenerie mit einer Kamera auf und gibt die gewonnene Information auf einem geeigneten Display wieder. Neben relevanten Objekten, wie Personen und Hindernissen, gibt das System orientierende Hilfestellung, indem auch Straßenverläufe, Fahrbahnmarkierungen und Verkehrszeichen sichtbar werden. Dadurch erhält der Fahrer eine Sichtweite von etwa 150 m – ohne den Gegenverkehr und andere Verkehrsteilnehmer zu blenden.

Durch die Ausleuchtung der Szenerie mit Infrarotstrahlung unterscheidet sich ein aktives Nachtsichtsystem wie ADILIS® sehr von der Darstellungsweise eines passiven Nachtsichtsystems: Der Fahrer erhält ein sehr natürliches, intuitiv interpretierbares Bild, in dem neben den bereits erwähnten Objekten vor allem auch thermisch kalte Gegenstände sichtbar sind.



Verbesserte Sicht durch ADILIS®

Zukünftig wird ADILIS® in der Lage sein, im Fahrschlauch befindliche Objekte zu detektieren und davor zu warnen. Darüber hinaus werden zukünftig auch Inhalte von Verkehrszeichen erkannt werden und dem Fahrer zur Verfügung gestellt.

ADILIS® – ein System für mehr Komfort und aktive Sicherheit. Mehr Information finden Sie in unserer separaten Information zu ADILIS®.

### LED-Systeme



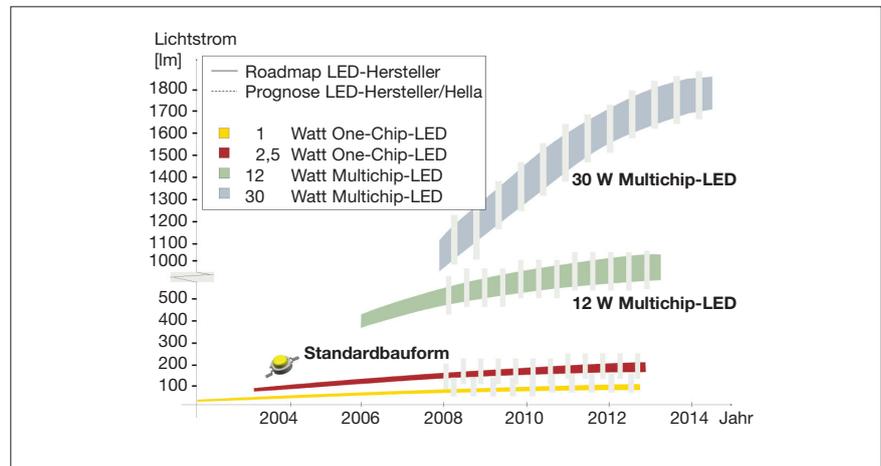
Erste Serien-Anwendung mit High Power LEDs im Scheinwerfer

LEDs werden bei Hella seit 1992 als Lichtquelle für Signalfunktionen im Heckbereich eingesetzt. Der Einsatz im Frontbereich war bisher an der zu geringen Leistungsfähigkeit der LEDs gescheitert. Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung hat sich die Situation in den letzten Jahren deutlich geändert. 2003 hat Hella die weltweit erste Anwendung mit High Power LEDs im Scheinwerfer in einem Serienprojekt realisiert.

Die LED-Technologie befindet sich zur Zeit an einem Wendepunkt. High Power LEDs sind heute nicht nur für Signalfunktion sondern auch für Hauptlichtfunktionen interessant. Bei der Betrachtung der Roadmaps der LED-Lieferanten wird deutlich, dass LEDs in absehbarer Zeit eine echte Alternative zu Halogen- bzw. zu Xenonlichtquellen darstellen.

Lichtquelle	Lichtstrom [lm]	Wirkungsgrad [lm/W]	Geometrie [mm]	Max. Leuchtdichte [Mcd/m²]
 Halogen-Glühlampe H7	1100	26	~ 1,4 x 4,1 (Zylinder)	~ 30
 Gas-enladungslampe D2S	3200	91	~ 1,2 x 4,2 (Torus)	~ 90
 Licht emittierende Diode (LED)	65 (2004) 80 (2005) 122 (2006)	~ 27 (2004) ~ 33 (2005) ~ 51 (2006)	~ 1,2 x 1,2 (Quadrat)	~ 12 (2004) ~ 15 (2005) ~ 13 (2006)

LEDs im Vergleich zu anderen 5W-Lichtquellen



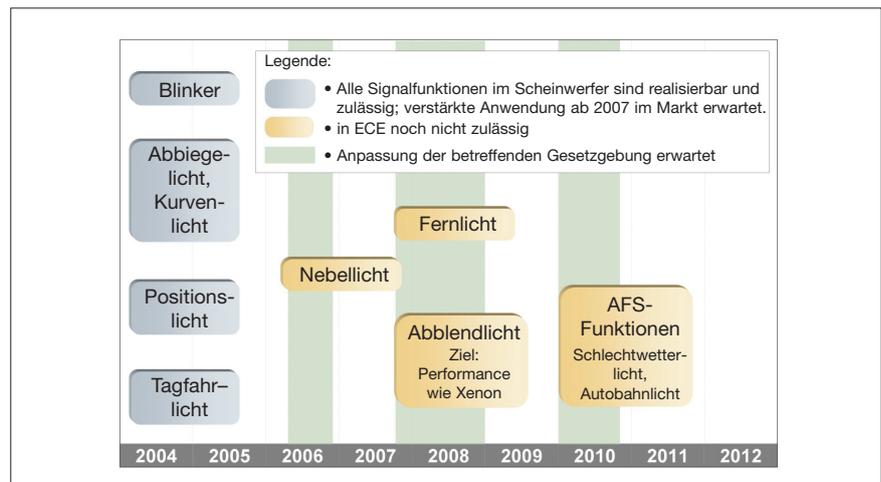
Roadmap: LED Licht-Performance

Für den Einsatz für Hauptlichtfunktionen sind Standardbaufornen nur bedingt einsetzbar. Besser geeignet sind spezielle Bauformen, die in Zusammenarbeit mit den LED-Herstellern entwickelt werden. Erfolgreich erprobt wurden solche LEDs in einem Prototypen auf Basis eines Serienscheinwerfers. Das auf der Titelseite gezeigte System erreicht über 90 % der Performance eines Xenon-Systems.



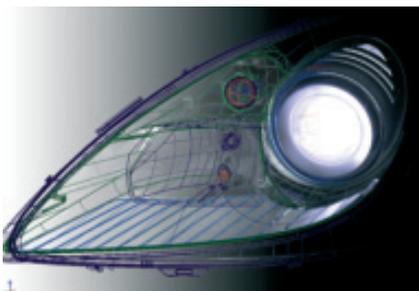
Weitere Beispiele für LED-Signalfunktionen im Scheinwerfer:  
Tagfahrlicht und Blinklicht, Design-Muster

Bei der Einführung der LED als Lichtquelle für Scheinwerferfunktionen ist neben der technischen Herausforderung auch die Gesetzgebung zu beachten. Nach SAE-Richtlinien sind heute sowohl Signal- als auch Hauptlichtfunktionen in LED-Technik erlaubt. Die Zulassung der Hauptlichtfunktionen nach ECE-Richtlinien wird in den nächsten Jahren erwartet. Signalfunktionen sind bereits heute zulässig.



**Roadmap: LED-Einsatz im Frontbereich**

**Styling**



**Rendering**

Die Definition des Stylings spielt eine entscheidende Rolle im Entwicklungsprozess eines Scheinwerfers. Ziel für jeden Fahrzeughersteller ist einerseits die Identifikation „seines“ Fahrzeuges, andererseits eine Differenzierung zu Fahrzeugen anderer Hersteller. In enger Zusammenarbeit werden zunächst mehrere Gestaltungskonzepte entwickelt. Oft steuert Hella aus der eigenen Design-Abteilung entscheidende Impulse zur Meinungsbildung bei. Natürlich gibt es hier oft physikalische Grenzen, die von Spezialisten aufgezeigt und gemeinsam diskutiert werden.

Lichtleistung und Design ergänzen sich unter Nutzung und kreativer Anpassung modernster und konventioneller Technologien zu einem den Vorgaben entsprechend optimierten Scheinwerfersystem. Gemeinsame Erarbeitung der Entwürfe unter Beteiligung aller Fachabteilungen schon in der Konzeptphase führt sehr schnell zu zufriedenstellenden und auch technologisch abgesicherten Lösungen.

**Dynamic Design Concept DDC**



**Modularer Aufbau, vorbereitet für Anwendung des DDC**

Neue Technologien bieten die Möglichkeit der individuellen Anpassung an unterschiedliche Ausstattungsvarianten. Ziel des DDC ist die modulare Konzeption eines Scheinwerfers, um Einzelfunktionen zum Zweck der Aufrüstung auf eine höherwertige Variante oder als Modellpflegemaßnahme austauschen zu können. Hella bietet hierzu umfassende Konzepte und Stylingvarianten.

## Fußgängerschutz

Zum verbesserten Schutz von Fußgängern bei möglichen Kollisionen gelten schon heute für die kommenden Fahrzeugbaureihen erhöhte Sicherheitsanforderungen. Die entsprechenden EU-Richtlinien (Direktive 2003/102/EC) werden künftig noch erweitert werden.

Hella hat im Rahmen umfangreicher Untersuchungen mit Tests und Simulationen das Know-how erworben, das zur Optimierung von Scheinwerfern bezüglich der geforderten Eigenschaften benötigt wird.

Auch zu diesem Thema gibt es eine separate Technische Information, in der die Zusammenhänge deutlich werden.



**Projektbeispiel mit Berücksichtigung des Fußgängerschutzes, Simulation**

## Licht-Elektronik

Einfache Scheinwerfer lassen sich auch heute noch mit einem Schalter ein- und ausschalten. Für zusätzliche Funktionen darf der Fahrer nicht mit weiteren Bedienelementen belastet werden. Deshalb müssen diese Funktionen elektronisch gesteuert werden. Hella hat für das variable intelligente Lichtsystem VARILIS® passende Steuergeräte und Konzepte für unterschiedliche System-Architekturen. Die Signale kommen aus dem jeweiligen Datenbus-System des Fahrzeugs. Kombinationen insbesondere mit Vorschaltgeräten für spezielle Leuchtmittel und Leuchtweiteregler bieten sich an.

Weitere Details hierzu finden Sie in unserer speziellen Broschüre „Licht-Elektronik“.



**Elektronische Komponenten für LWR-Systeme**



**Elektronische Komponente für Xenon-Systeme**



**Elektronische Komponenten für VARILISO®-Systeme**

**Hella KGaA** Hueck & Co.  
Rixbecker Straße 75  
59552 Lippstadt/Germany

Tel.: +49 (0) 29 41/38-0  
Fax: +49 (0) 29 41/38-71 33  
E-Mail: [info.oe@hella.com](mailto:info.oe@hella.com)  
Internet: [www.hella.de](http://www.hella.de)

Für technische Rückfragen:  
Tel.: +49 (0) 29 41/38-71 81



**Ideen für das  
Auto der Zukunft**