

# Das Licht vom Chip –



## vom „Anzeigelämpchen“ zur Straßenbeleuchtung

**Leuchtdioden sind längst aus dem Status des „Anzeigelämpchens“ herausgetreten – sie erobern immer mehr klassische Einsatzbereiche herkömmlicher Beleuchtungsmittel bis hin zur Raum- und Außenbeleuchtung. Hohe Lichtleistungen, raffinierte Reflektoroptiken, ausgeklügelte Ansteuerschaltungen – wir zeigen in unserem Streifzug durch die Welt des LED-Lichts den Stand dieser Technik sowie aktuelle und kommende Anwendungen.**

### Licht auf den Punkt gebracht

Seit dem Erscheinen der LED fasziniert die kleine Halbleiterlichtquelle Techniker wie Anwender, weist sie doch gegenüber der bisher dominierenden Glühlampe enorme Vorteile auf, die eine vielfältige Anwendung erlauben.

Da ist zunächst die Lichterzeugung auf einer Fläche von weniger als einem Quadratmillimeter – das bedeutet echtes Punkt-

licht und eröffnet damit die einfache Möglichkeit, tatsächlich, ohne großen optischen Aufwand, extrem gerichtetes Licht zu erzeugen. Diese Lösung ist bei konventionellen Lichtquellen nur unter großem technischen Aufwand herbeizuführen. Welche Vor- und Nachteile diese Eigenschaft in sich birgt, werden wir noch diskutieren.

Die weiteren Vorteile werden vor allem in der Werbung meist in einem Atemzug genannt, wir wollen sie kurz einzeln beleuchten.

Da wäre zunächst die hohe Energieeffizienz. Gemessen an dem, was eine Leuchtdiode an Leistung aufnimmt, liegt sie in der Reihe der Leuchtmittel weit vorn, aber erstaunlicherweise nicht an der Spitze. Denn noch energieeffizienter sind die Fluoreszenzlampen. Und setzt man den Gesamt-Leistungsumsatz als Maßstab an, rangieren Leuchtdioden tatsächlich nur knapp vor der Halogenlampe. Das entgeht dem LED-Nutzer weitgehend, solange er sich mit den normalen Kleinleistungs-LEDs befasst. Die wenige Wärmeenergie, die die LED bei der Lichterzeugung produziert, wird über den relativ großen Gehäusekörper schnell an die Umgebung abgegeben, so dass die Wärmeerzeugung vernachlässigbar ist. Aber schon eine der modernen „einfachen“ Leuchtdioden, die mit Strömen bis 50 mA betrieben werden, erwärmen sich im Betrieb fühlbar. Und die derzeit leistungsfähigsten Leuchtdioden mit Leistungsaufnahmen bis 5 W bedürfen schon ausgeklügelter Kühlmaßnahmen, um die entstehende Abwärme abzuführen (Abbildung 1, zeigt gleichzeitig auch den prinzipiellen Aufbau dieser Leistungshalbleiter). Physik bleibt also doch Physik.

Dennoch ist die Leuchtdiode, die ja ihre besten Zeiten noch vor sich hat, derzeit in der Summe ihrer Eigenschaften unschlagbar. Dazu trägt die (bei richtiger Behandlung) sehr lange Lebensdauer von 50.000 bis 100.000 Betriebsstunden ebenso bei wie die weitgehende Unempfindlichkeit gegenüber Umwelteinflüssen wie etwa Vibrationen, wechselnde Temperaturen und natürlich die enorme Flexibilität für den Einsatz. Die Lebensdauer wird übrigens von den Herstellern als die Zeitdauer angegeben, bei der die LED noch eine Lichtausgangsleistung von 50 % erreicht – auch LEDs altern.

### Farbig und lichtstark

Einer der größten Vorteile der LED ist auch die „natürliche“ Farberzeugung durch die verschiedenen Materialien und Emis-



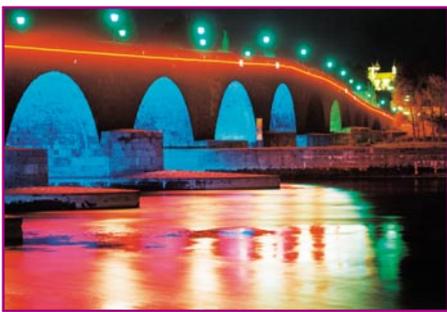
**Bild 1: Modernste LED-Leistungsmodulare mit ihren Träger-, Kühl- und Linsenzusätzen sind Hightech-Produkte erster Güte. Fotos: LUXEON**



**Bild 2:** Erzeugt warmweißes Licht für angenehmes Ambiente – „OSRAM Dragon ww“, Foto: OSRAM

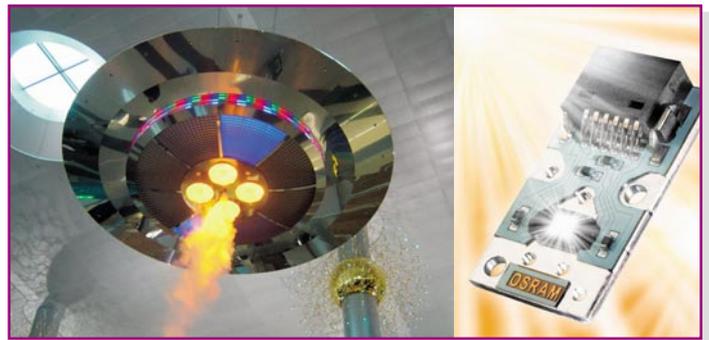
sionsverfahren. Man benötigt hier gegenüber der konventionellen Lampe, die grundsätzlich weiß strahlt, keine dämpfenden Filter – wieder eine Effizienzsteigerung und ein Glücksfall für Leuchtdesigner, wie wir noch sehen werden. Lediglich bei der so wichtigen Leucht-„Farbe“ Weiß tun sich Leuchtdioden schwer. Denn die wird nun mal von keinem bisher bekannten Halbleitermaterial erzeugt. So behilft man sich hier mit einer Mischfarbenerzeugung nach dem RGB-Schema bzw. speziellen Beschichtungsmaterialien, z. B. Phosphor, was aus Blau Weiß macht. Letztere haben allerdings den Vorteil, dass man recht einfach verschiedene Farbtemperaturen einstellen kann. So gibt es inzwischen z. B. den in Abbildung 2 gezeigten OSRAM-Chip mit der Lichtfarbe Warmweiß, die insbesondere im Wohn-Ambiente besonders geschätzt ist. Während normale weiße LEDs wie die im Titelbild gezeigte „Dragon“ von OSRAM eine Farbtemperatur von 6500 bis 8000 K bei einem Lichtstrom von 40 lm aufweisen, erzeugt die „Golden Dragon“ eine Farbtemperatur von 3200 K, was dem Warmweiß von Halogen- und Leuchtstofflampen entspricht. Und mit einem Lichtstrom von 23 lm reiht sich die „Golden Dragon“ mit vorn ein in der Leistungsfähigkeit moderner Leuchtdioden.

Womit wir beim Thema Lichtstärke wären, eines der bedeutendsten Kriterien für den Anwender. Dazu ist vorab der wichtige Vergleichswert von ca. 25 lm/W zu nennen, der zur Halogenlampe gehört. Wenn man nun die Daten der derzeit leistungsfähigsten Leuchtdioden betrachtet,



**Bild 3:** Überzeugende Demonstration der LED-Technik – Donaubrücke in Regensburg, u. a. mit fast 22.000 LEDs. Foto: OSRAM

**Bild 4:** Lichtstark und besonders für effektvolle Projektionen geeignet – RGB-LED-Modul „OSTAR“, Foto: OSRAM



findet man bereits jetzt einen Wert von bis zu 50 lm/W. Allerdings muss man dann auch mehrere dieser LEDs einsetzen, um z. B. eine einzige 50-W-Halogenlampe zu ersetzen. Das ist derzeit noch sehr teuer und benötigt viel Platz. Deshalb u. a. werden wir diese LEDs auch vorerst nicht in Frontscheinwerfern von Autos finden, obwohl die ersten Schritte dazu schon gemacht sind.

Was modernste Leuchtdioden leisten können, demonstriert z. B. OSRAM in spektakulären Lichtinstallationen. Abbildung 3 zeigt die Donaubrücke in Regensburg, die u. a. von fast 22.000 Hochleistungs-LEDs erleuchtet wurde. Und in Abbildung 4 ist eine Lichtinstallation im Flughafen von Dubai zu sehen, die u. a. auch mit RGB-Flagschiff „OSTAR“ aufgebaut ist, das mit Ansteuerung und Kühlung 30 x 10 mm misst und starke 120 lm Lichtstrom erreicht. „OSTAR“ ist aufgrund des enormen Lichtstroms besonders gut für Projektionsanwendungen, etwa im Show-Bereich, geeignet.



**Bild 5:** RGB-LEDs erzeugen das gesamte RGB-Farbspektrum inkl. Weiß.

Und LUXEON, Hersteller von weit verbreiteten Leistungs-LEDs, wie sie z. B. in Abbildung 1 zu sehen sind, wirbt u. a. mit dem Einsatz seiner Power-LEDs als Blitzlicht beim Fotografieren.

Apropos RGB. Da es technologisch inzwischen keine Herausforderung mehr darstellt, LEDs herzustellen, die je nach Ansteuerung die Grundfarben Rot, Grün und Blau sowie alle ihre Mischfarben (siehe Abbildung 5) abgeben können, dominieren diese nicht nur die ursprünglich angepeilte Anwendung „Videowand“, sondern werden für alle denkbaren Effektanwendungen eingesetzt. So kann man sehr

einfach Farbwechsel erzeugen, Raumstimmungen herstellen oder durch unterschiedliche Farben entsprechende Signalwirkungen generieren. Derartige RGB-LED-Anordnungen findet man entweder als Einzel-elemente oder als Arrays aus vielen Leuchtdioden (Abbildung 6) auf dem Markt.

Und letztlich sorgen schließlich ausge-



**Bild 6:** Auf LED-Arrays findet man eine Vielzahl von einfarbigen oder RGB-LEDs, die sich hervorragend für eigene Applikationen einsetzen lassen.

klügelte Lichtführungen, Projektions- und Reflektoroptiken zusätzlich zu den integrierten Reflektoren für die gewünschte Lichtführung. Dabei kommt es auch stark auf die eigentliche Abstrahlcharakteristik der Leuchtdiode an, die je nach Typ mehr oder weniger breit ausfällt.

Will man als Anwender diese leistungsstarken Bauelemente in eigenen Applikationen einsetzen, sollte man sich im Übrigen strikt an die Herstellervorschriften zu Spannungs- bzw. Stromversorgung, Umgebungstemperatur und Kühlbedingungen halten, um lange Freude am bis zu 50 Euro teuren Bauteil zu haben. Insbesondere der Kühlung ist großes Augenmerk zu schenken, denn LED-Temperaturen bis 120 °C wollen sicher abgeführt sein. Renommier-te Hersteller wie OSRAM, PHILIPS oder LUXEON geben hier vor allem über ihre Internet-Seiten jede fachliche Unterstützung, um die nominelle Lebensdauer der LEDs auch zu erreichen.

### LEDs auf Rädern

Recht unauffällig ziehen leistungsfähige LEDs seit einigen Jahren in das Exterieur unserer Autos ein. Nachdem BMW



**Bild 7: Bei einigen Herstellern schon Stand der Technik – LED-Heckleuchten.**  
Fotos: DaimlerChrysler, HELLA, Peugeot, BMW



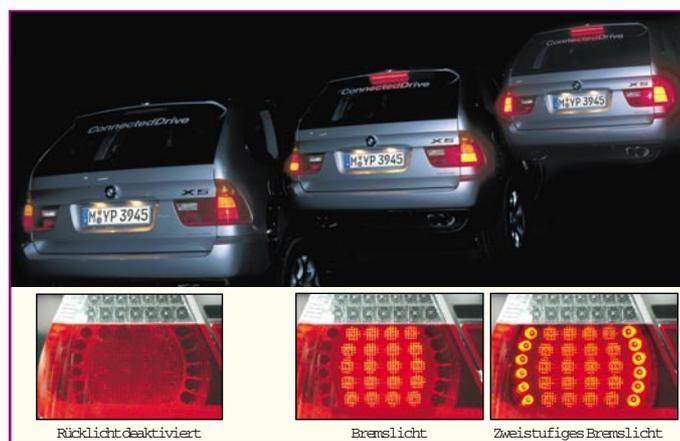
**Bild 8: Bringt Sicherheit – dritte Bremsleuchte in LED-Technik**

mit dem Z8 (dem „Bond-Auto“) den Anfang gemacht hatte, statten nach und nach immer mehr Hersteller bestimmte Fahrzeuge ihrer Modellpalette mit LED-Heckleuchten aus (Abbildung 7). Konsequenz

gehen z. B. VW beim Phaeton oder BMW beim 7er und einigen 3er-Modellen zu Werke. Hier agieren nämlich nur noch Leuchtdioden in der Heckleuchte, während sich andere Hersteller auf die Bremsleuchte oder gar nur die dritte Bremsleuchte beschränken. Immerhin macht das gegenüber der Glühlampe bereits Sinn. Denn mit einer Ansprechzeit von 15 bis 20 ms gegenüber der von Glühlampen, die bis zu 0,3 s erreichen kann, ergibt sich ein deutlicher Sicherheitsgewinn für den Nachfah-



**Bild 9: Überzeugend und nicht zu übersehen – LED-Blinklicht**



**Bild 10: Stufenweise warnen – LED-Heckleuchten signalisieren, wie stark der Vordermann bremst, und machen aufmerksam.** Fotos: BMW

renden – erfährt dieser doch deutlich eher vom eingeleiteten Bremsvorgang des vorn Fahrenen. So ergibt etwa eine viertel Sekunde bei 100 km/h einen Bremsweggewinn von immerhin ca. 7 m, bei 150 km/h sind das schon 10 m und bei 200 km/h fast 14 m, also gut drei Fahrzeuglängen! Das kann mehr als entscheidend sein. Beobachten Sie einmal im Stop-and-go-Verkehr die Fahrzeuge vor Ihnen. Wer ein drittes Bremslicht (Abbildung 8) mit LED-Technik hat, dessen eigentliche Bremsleuchten leuchten sichtbar später als die dritte Bremsleuchte. Und man vergleiche das Blinken einer LED-Blinkleuchte, beispielsweise am 3er-BMW (Cou-

pé/Cabrio) mit dem einer mit Glühlampen bestückten Leuchte. Blitzschnell schalten die LEDs, während die Glühlampe auf- und ab leuchtet.

Und dass diese Art der Blinkleuchte lichttechnisch up to date ist, sieht man in Abbildung 9 wohl überdeutlich. Wir haben das Ganze fototechnisch noch einmal anders aufgenommen (Mitte), und siehe da, hier arbeiten allein in der Blinkleuchte tatsächlich 28 Hochleistungs-LEDs, in der Vergrößerung noch einmal deutlich zu sehen.

Dass man mit derartiger Technik noch mehr anstellen kann, zeigt wiederum BMW. Zuerst nur in den USA zugelassen und nach langem Sträuben der Behörden nun auch in Deutschland, lassen X5, 7er und die erwähnten 3er unterschiedliche Signalbilder bei unterschiedlicher Bremsintensität aufleuchten (Abbildung 10). BMW nennt dies „Brake Force Display“, es erhöht die Sicherheit weiter, wird der Nachfolgende doch noch intensiver aufmerksam gemacht, je schärfer vor ihm gebremst wird. Auch einige japanische Hersteller, die ja traditionell stark auf den amerikanischen Markt – immer Vorreiter im Ausprobieren technischer Neuerungen – ausgerichtet sind, haben solche Lösungen im Programm.

Inzwischen haben auch zahlreiche Nachrüster reagiert und bieten für viele Fahrzeuge, etwa von VW, Opel, Ford, BMW, Nachrüstleuchten in Teil- oder Voll-LED-Bestückung an. Vorsicht – auf die ABE achten, sonst gibt's Ärger mit TÜV und Versicherung! BMW bietet u. a. für den 3er selbst Nachrüstätze an, die zwar teuer sind, aber den neuesten Stand der Technik an Bord holen.



**Bild 11: LED-Rück- und Signal- leuchten lösen zahlreiche Beleuchtungsprobleme.** Foto: HELLA



**Bild 12: LED-Power im Frontscheinwerfer – Positions-/Tagfahrlicht im Audi A8. Foto: HELLA**

Einer der Vorreiter der rollenden LED-Technik ist traditionell Ausrüster und Erstausstatter HELLA. Die Firma bietet nicht nur für verschiedene Fahrzeuge, u. a. für den in Abbildung 7 zu sehenden VW Lupo, Erst- und Nachrüstlösungen an, sondern hat auch ein umfangreiches Zusatzleuchtersortiment im Programm. So auch Anhänger- und Trailer-Heckleuchten, Warn- und Orientierungsleuchten (Abbildung 11) und Stand-/Tagfahrleuchten in LED-Technik. Besonders Letztere läuten eine Wende an der Fahrzeugfront ein. Nach den bekannten Standlicht-Ringen von BMW bietet HELLA jetzt eine aus 5 Hochleistungs-LEDs bestehende Tagfahr-/Orientierungsleuchte im normalen Frontscheinwerfer des Audi A8 an, die ein sehr markantes und weithin sichtbares Erkennungsmerkmal darstellt (Abbildung 12).

Mit ihrer zur letzten IAA vorgestellten Studie eines vollständig mit LED-Modulen bestückten Frontscheinwerfers (Abbildung 13) klopft HELLA (wie übrigens auch weitere Zulieferer, z. B. VALEO) bereits recht deutlich an die Tür zum LED-Scheinwerfer. Der Scheinwerfer ist mit zahlreichen Hochleistungsmodulen bestückt, denen verschiedene Aufgaben wie Abblend- und Fernlicht, Tagfahrlicht, Blinken und Orientierungs-/Standlicht zugeordnet sind. Leider geben die Bilder die tatsächlich beeindruckende Wirkung nur unzureichend wieder – hier ist der Schritt zum leistungsfähigen LED-Scheinwerfer und damit auch zu neuen Designmöglichkeiten nicht mehr weit. Insider sprechen von Markteinführungen nicht vor 2010, zumal auch noch Gesetzeshürden der EG beseitigt werden müssen, die die Zusam-



**Bild 13: Als Studie funktioniert er schon – Frontscheinwerfer komplett in LED-Technik. Fotos: HELLA**

mensetzung von Scheinwerfern aus mehreren Teilen verbieten. Denn noch sind selbst mit den heute leistungsfähigsten LED-Modulen mit ihren 40 lm/W die erforderlichen Lichtströme nur in einer Anordnung von großen LED-Gruppen erreichbar.

Auf den Hecks unserer Fahrzeuge darf das Thema allerdings als „durch“ gelten, in den nächsten Jahren werden sich nach und nach wohl weitere Hersteller dem Trend der Premiumhersteller anschließen – eines der Hauptprobleme ist dem Vernehmen nach auch das der Lieferfähigkeit der Halbleiterhersteller. Erst wenn diese in Mengen liefern können, sinken auch die Preise und eine LED-Heckleuchte kostet dann nicht mehr über 400 Euro wie derzeit.



**Bild 15: Besser sichtbar, zuverlässiger, wartungsarm und kostengünstig – die Umrüstung deutscher Städte auf LED-Ampeln beginnt. Foto: SIEMENS**

Die Vorteile für den Fahrer liegen auf der Hand – mehr Sicherheit und nie mehr Glühlampenwechsel! Nicht umsonst prangt auf meiner fest verklebten LED-Heckleuchte die Meinung des Herstellers dazu: Lifetime Part – nach seiner Auffassung so zuverlässig, dass es nichts auszutauschen gibt.

Aber nicht nur dem Autofahrer bringen die LEDs mehr Sicherheit, auch die Motorradfahrer, für die erkannt zu werden eine Lebensversicherung ist, profitieren davon. Neben den gegenüber den Serien-„Funzeln“ mancher Hersteller deutlich helleren und schnelleren Heckleuchten macht LED-Technik Accessoires wie z. B. das Funk-Helmbremslicht (Abbildung 14) möglich. Hier wird in die Heckleuchte eine LED-Leuchte mit integriertem Funksender eingesetzt, der das Bremssignal blitzschnell an die für viele Autofahrer deutlich besser sichtbare Helm-LED-Leuchte überträgt.

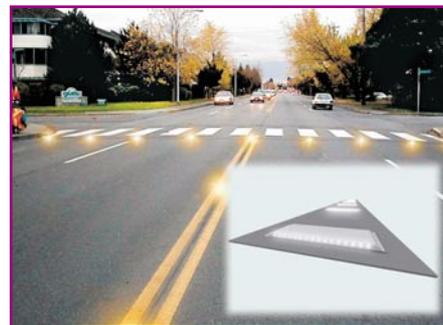


**Bild 14: Sicherheit dank blitzschneller LED am richtigen Platz – Funk-Helmbremsleuchte für Motorradfahrer.**

Auch die arbeitet mit Hochleistungs-LEDs und wird wohl kaum übersehen.

### LEDs auf der Straße

Ja, man findet sie mehr und mehr auch im öffentlichen Verkehrsraum – auch hier übernehmen sie immer öfter die Parts der Glühlampe. Allgegenwärtig sind sie als Anzeigen in modernen Busbahnhöfen und



**Bild 16: Das PHILIPS-DRM-System soll den Verkehr sicherer und flexibler regelbar machen. Foto: PHILIPS**

Bussen, als Wechselverkehrszeichen und zunehmend als Verkehrsampeln (Abbildung 15). Skandinavien-Touristen sind sie lange bekannt, in deutschen Städten rollt derzeit die Umrüstungswelle an, denn erst jetzt haben sich die Argumente der geringeren laufenden Kosten (weniger Wartung und bis zu 75 % Energieeinsparung) und der höheren Zuverlässigkeit bei den deutschen Verkehrsplanern durchgesetzt. Für den Verkehrsteilnehmer bieten die Neuen weitere unschätzbare Vorteile. Denn die LED-Technik macht eine weitgehend blendfreie Konstruktion möglich, so werden durch dunkle Innenbeschichtungen und Freiform-Flächen außen Reflexionen weitgehend vermieden und man erkennt das Ampellicht auch bei tief stehender (Thema Phantomlicht: Ist jetzt Rot oder nicht?) oder voll strahlender Sonne auch



**Bild 17: Das COMPANION-System warnt mit LED-Signalen rechtzeitig vor Gefahren. Foto: BMW**

dann, wenn man als Erster vor der Ampel steht – das Hupkonzert der hinten Anstehenden entfällt hier ...

Dazu kommt die hohe Redundanz durch die bis zu 200 Leuchtdioden in den Ampeln. Fallen hier ein paar aus, gibt die Ampel immer noch ihr eindeutiges Signal aus. Eigentlich könnte man dank der Vielfarb-Fähigkeit der LEDs auch die Ampeln auf eine Anzeige statt der üblichen drei oder zwei reduzieren – dem steht allein die dann fehlende Signalbildererkennung durch Farb-Fehlsichtige entgegen.

Dass LEDs aber auch zur besseren Verkehrlenkung und zu erhöhter Sicherheit beitragen können, beweisen viel versprechende Projekte etwa von PHILIPS oder BMW. Fährt man im Eindhovener Raum, kann es schon einmal passieren, dass bei Stau die Fahrbahnmarkierungen anfangen zu blinken und eine neue Spur eröffnet wird. Das wurde dann von der Verkehrsleitzentrale ausgelöst, um den Stau zu entzerren. Das PHILIPS-Straßenprojekt DRM (Dynamic Road Module) ermöglicht durch flexibel einsetzbare, überfahr- und belastbare LED-Einheiten auch die Lösung anderer Probleme, etwa, wie in Abbildung 16



**Bild 18: Beleuchtet 25 m Gehweg – LED-Straßenlaterne „Millennio“. Foto: Hess Form+Licht**

gezeigt, eine verbesserte Warnung vor gefährlichen Situationen, Kreuzungen, Fußgängerüberwegen usw.

Schon lange im Münchner Raum und in Oberitalien im Einsatz ist das System COMPANION (Abbildung 17). Hier warnen mit Leuchtdioden bestückte Baken links und rechts vor gefährlichen Situationen auf der folgenden Strecke. So hat man z. B. erfolgreich Stauunfälle nach Kurven bekämpfen können. Wenn die Baken, z. B. auch im Nebel, aufblinken, nimmt jeder den Fuß vom Gas. Auch hier kommen Hochleistungs-LEDs zum Einsatz, die auch fast jeden Nebel wirkungsvoll überwinden. Denn aufgrund der spektralen Lage der LEDs und ihrer punktförmigen Abstrahlung sind diese weiter sichtbar als die zusätzlich durch Streuscheiben gedämpften Glühlampen. Nutzen Sie einmal die



**Bild 19: LEDs ersetzen Leuchtstoffröhren in der Werbung. Foto: Messe Frankfurt, Petra Welzel**

Gelegenheit, bei leichtem Nebel auf der Autobahn ein Fahrzeug mit LED-Heckleuchten im Vergleich zu einem mit normalen Leuchten zu beobachten. Die LEDs sind länger zu sehen und schneller identifizierbar.

Und da wir gerade auf der Straße sind, sehen Sie da mal gelegentlich hoch, vielleicht hat auch Ihre Stadt damit angefangen, auf strom- und wartungsarme LED-Straßenlaternen umzurüsten?

Gibt's nicht? Gibt es! Die mit mehreren Innovations- und Designpreisen ausgezeichnete Straßenlaterne „Millennio“ von „Hess Form+Licht“ (Abbildung 18) ist tatsächlich mit LEDs bestückt und liefert so viel Licht, dass ein Mastabstand von 25 m erreicht werden kann. Sie verteilt



**Bild 21: LED-Orientierungsbeleuchtung: Diskret, praktisch, wasserdicht und wegweisend – RGB-LED-Module im Drainagesystem. Fotos: ACO Drain/Insta**



**Bild 20: Traumkombination: Hightech-Plexiglas und LEDs als Werbeträger. Foto: Röhm GmbH**

warmweißes Licht aus 4,5 m Höhe gleichmäßig und breit strahlend ohne Blendung auf die Nutzfläche. Das erledigen 450 Hochleistungs-LEDs und eine Speziallinse. Was eine Stadt hier bei einer Neuanschaffung oder Umrüstung im Betrieb sparen kann, liegt auf der Hand, vergegenwärtigt man sich nochmals die genannten Werte der Verkehrsampel.

### Beleuchtet, beworben und geleitet

Für den Betrachter unsichtbar, haben auch im Inneren von Werbetafeln, Leuchtreklamen usw. die LEDs vielfach das Regiment übernommen. Wie das konstruktiv aussieht, illustriert ein in Abbildung 19 gezeigtes Exponat der Frankfurter Messe „Light+Building“ 2004.

Was sich aus der perfekten Kombination aus LED-Technik und Plexiglas machen lässt, kann man in Abbildung 20 sehen. Selbst so großflächige Werbetafeln lassen sich durch eine geeignete Material-Technik-Kombination so beleuchten, dass man eher die bekannten Leuchtstoff- oder Neonröhren darin vermutet.

Auch die Orientierung in der Dunkelheit ist ein Betätigungsfeld für LED-Leuchten-Designer. Abbildung 21 zeigt mehrere hervorragende Beispiele von ACO Drain/



**Bild 22: Robuste Wandeinbau-Leuchten für die Weg- und Treppenbeleuchtung. Foto: www.erco.com**

Insta, wie man mit in Standard-Entwässerungsanlagen eingebrachten, wasserdichten und überfahrbaren RGB-LED-Modulen wechselnde Leit- und Lichtwirkungen hervorrufen kann. Was RGB hier kann, illustriert insbesondere das Bild des Messestands.

Dem Thema Leiten hat sich auch ERCO verschrieben. Mit der „Axis Walklight“ (Abbildung 22) hat man eine wartungsfreie LED-Wandeinbauleuchte zur wirtschaftlichen und sicheren Beleuchtung von Bereichen wie Treppen, Rampen, Podesten, Fluren oder Wegen entwickelt. Der flache, breite Lichtkegel beleuchtet Fußwege oder Treppenstufen gleichmäßig bis zur Vorderkante. Das Reflektorsystem schirmt das LED-Modul dabei vollständig ab und sorgt so für optimalen Sehkomfort.

Aber längst erobern sich die LEDs ebenfalls den Sektor der Orientierungs- und Dekobeleuchtung im Außenbereich. Abbildung 23 zeigt einige Beispiele dazu. Dabei kommen leistungsfähige LED-Cluster, weiß oder farbig, zum Einsatz, die ein angenehmes Ambiente zaubern.

### Leben mit LEDs

Apropos Ambiente, leistungsfähige LED-Module erlauben eine Gestaltungsvielfalt für Lichtdesigner wie kein anderes Leuchtmittel, was Abbildung 24 anschaulich belegt. Je nach Stimmung kann man die RGB-Module so ansteuern, dass das entsprechende Ambiente entsteht.



**Bild 23: Dekorativ, orientierend und modern – LED-Boden- und -Pflasterleuchten.**



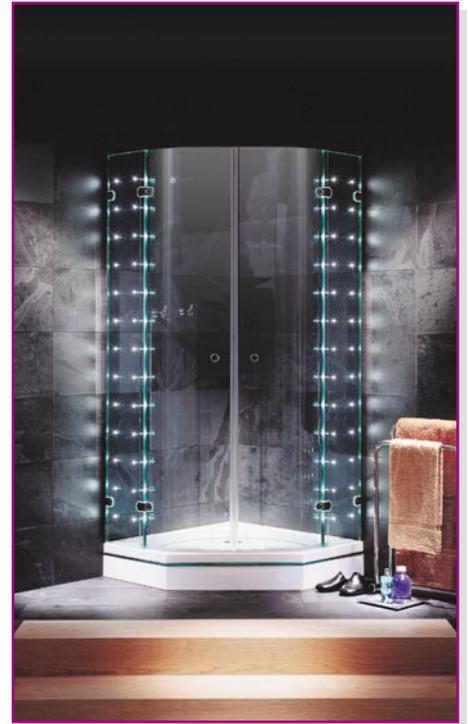
**Bild 24: Ambiente mit Licht zaubern – die richtige Aufgabe für RGB-Power-LEDs wie z. B. „OSTAR“. Foto: OSRAM**

Und längst sind die LEDs ja auch ins Haus eingezogen, hier vorwiegend als Effekt- und eben Ambiente-Beleuchtung. Was hier möglich ist, zeigen Beispiele wie die mit LED-Punkten bestückte Dusche „Sprinter S.Light“ von SPRINZ (Abbildung 25) oder die LED-Leuchterserie „PIN“ von BRUCK (Abbildung 26).

Ein angenehmes Ambiente vermitteln auch Wandeinbau- und Bodenstrahler in LED-Technik, wie in Abbildung 27 zu sehen, oder gleich das LED-Licht auf dem Tisch. Das kann der RGB-Wechsler in der Kerze ebenso sein (Abbildung 28) wie Designobjekte, etwa die Serie „e-motion“ von WMF (Abbildung 29).

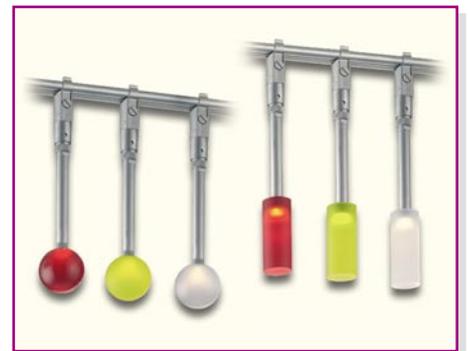
Auch wer hier selbst tätig werden will, findet reichlich LED-Technik für die direkte Umrüstung von Halogen- oder Glühlampenleuchten, für die Beleuchtung in Vitrinen, etwa durch LED-Stripes (siehe hierzu auch die Artikel „LED-Stripes“ und „LED-Dimmer“ in diesem Heft) oder LED-Module (Abbildung 30).

Und wer für den Einstieg nur eine stromsparende Orientierungsbeleuchtung benö-



**Bild 25: Wohn- und Duschkultur pur – SPRINZ-Dusche mit LED-Punkten. Foto: SPRINZ**

tigt, wird hier ebenfalls fündig, z. B. mit der Funk-Orientierungsbeleuchtung von ELV. Die lässt sich in verschiedene Rich-



**Bild 26: Akzente setzen mit Pin-LED-Leuchten. Foto: BRUCK**

tungen in die Steckdose stecken, damit sind durch die weißen Leistungs-LEDs verschiedene Lichteffekte erzeugbar, und sie ist sogar über einen Funksender des FS20-Systems ansteuerbar.

### Mobil mit LED-Beleuchtung

Der geringe Stromverbrauch der LEDs brachte die Techniker natürlich schnell auf die Idee, dass diese sich ja ideal für den Batteriebetrieb eignen könnten. Denn eine Taschenlampe, die beispielsweise nur halb so viel Energie verbraucht, bedeutet weniger Batterieverbrauch, weniger Gewicht bei der Gebirgstour und letztendlich billigeren Betrieb der Leuchte. So wundert es nicht, dass heute Unmengen an LED-Ta-



**Bild 27: Elegantes Ambiente mit LED-Einbauleuchten**

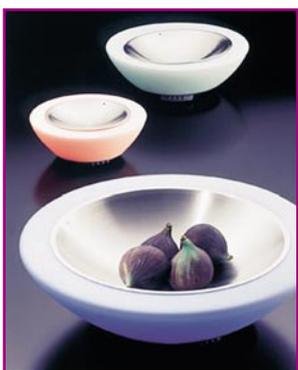
schenlampenversionen den Markt bevölkern (Abbildung 31). Das Licht dieser Lampen ist für die meisten Einsatzfälle ausreichend, wer gelegentlich „Flutlicht“ benötigt, greift zur Kombilampe mit integriertem Krypton-Strahler. Auch die bei vielen Aktivitäten beliebten Kopfleuchten erscheinen heute nicht mehr ohne LED-Bestückung auf dem Markt. Denn gerade hier, auf kurzen Distanzen und begrenztem Leuchtfeld, können die leistungsstarken weißen



**Bild 28: Hier treffen sich LED-Lichttechnologie und traditionelles, anheimelndes Kerzenlicht zu einem tollen Lifestyle-Ambiente.**

LEDs ihre Stärken ausspielen und stehen den Glühlampen in nichts mehr nach.

Das haben sich wohl auch die Produzenten von Fahrradbeleuchtung gesagt und



**Bild 29: Blickfang – mit LEDs illuminierte Schalen aus der e-motion-Reihe von WMF. Foto: WMF**



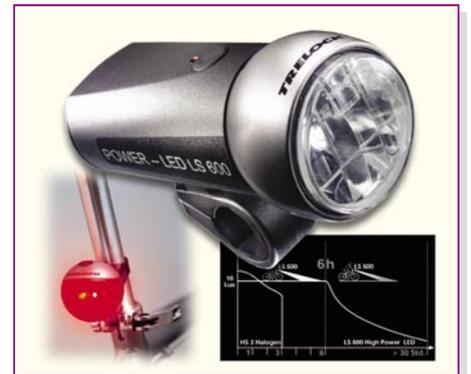
**Bild 30: Material für eigene LED-Applikationen gibt es genug – LED-Clusterleuchten, Stripes, Module ... Rechts im Bild die ELV-LED-Funk-Orientierungsleuchte.**



**Bild 31: LED-Taschen- und -Kopflampen laufen der Glühlampenleuchte den Rang ab.**

nun sogar nach den bereits länger auf dem Markt befindlichen LED-Rückstrahlern auch den ersten LED-Frontscheinwerfer auf den Markt gebracht (Abbildung 32). Der erfüllt alle Normen des Straßenverkehrs, ist also tatsächlich leuchtstark genug, um zugelassen zu werden. Damit bekommt selbst auf längeren Touren der Dynamo wohl nur noch im äußersten Notfall Arbeit, ansonsten fährt man entspannt mit Akkus oder Batterien und taghellem Frontlicht. Und dass die strahlend hellen LED-Rückleuchten ein absoluter Sicherheitsgewinn gegenüber den alten Glühlampen-Rückstrahlern sind, hat sich sicher schon allgemein herumgesprochen.

Fazit unseres Streifzugs durch die Welt der LED-Anwendungen: Die kleine Halbleiterleuchte beginnt gerade jetzt einen Siegeszug, an dessen Ende wohl die meisten traditionellen Leuchtmittel, allen voran die Glühlampe, reif für das Technik-Museum sein werden. **ELV**



**Bild 32: Hier ist selbst der Frontscheinwerfer in LED-Technik ausgeführt – stromsparende und sichere Fahrradbeleuchtung.**