

Lumineszenz-Dioden - die Leuchtmittel von morgen?

Willy Reisen*

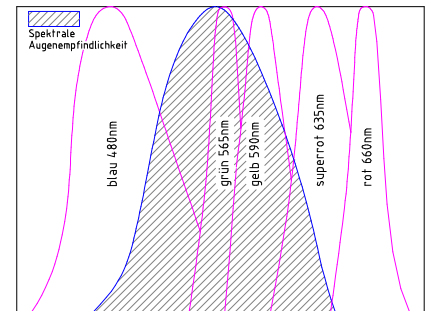
1997 wurde ein neues Halbleiter-Bauelement in den Markt gebracht - die weiße Lumineszenzdiode.

Allgemeines zur LED-Technik

LED steht als Kürzel für "Light Emitting Diode" in deutsch "Licht aussendende Diode. Die Lumineszenzdiode -kurz "LED" genannt- ist eine Halbleiterdiode, die in Durchlassrichtung betrieben wird und nach Anlegen der Durchlassspannung aus der Sperrschicht heraus Licht emittiert (pn-Lumineszenz). Je nach verwendetem

Halbleiterwerkstoff liegt die Strahlung im unsichtbaren Infrarotbereich oder im sichtbaren Bereich. Dabei geben die Halbleiterwerkstoffe in Wirkung mit dem entsprechenden Dotierungsmaterial den Spektralbereich des ausgesandten Lichtes vor:

Basismaterial	Dotierung	Farbe	Wellenlänge in nm
Galliumarsenid (GaAs)	Phosphor (P)	rot	655
Galliumphosphid (GaP)	Stickstoff (N)	grün	555
Galliumnitrid		blau	465



Lumineszenzdioden strahlen monochromatisches (einfarbiges, zu einer Spektrallinie gehörendes) Licht ab (s. hierzu die obige Grafik).

Für viele Anwendungsgebiete fehlte als letztes Glied in der Kette der optoelektronischen Bauelemente die **weiße** LED.

Die Realisierung eben dieser weißen Leuchtdiode scheiterte an ihrer monochromatischen Eigenschaft. Da die Lichtfarbe "Weiß" als Summe aller Spektralfarben definiert ist ließ sich -basierend auf der vorhandenen Technologie- mit der monochromatischen LED kein weißes Licht erzeugen.

Ein einziger zusätzlicher Arbeitsgang im Produktionsprozess erwies sich dann jedoch als der richtige Lösungsansatz. Unter Verwendung einer blauen Leuchtdiode wurde ein Nanotröpfchen (s. hierzu die untere Skizze) eines

Lumineszenzfarbstoffes -der empfangenes Licht in einer anderen Wellenlänge wieder abstrahlt und diese in gelbliche Strahlen umgewandelt- auf den Chip gegeben. Gelb und das restliche Blau vereinigten sich zu einem weißlichen Ton. Mit unterschiedlichen Lumineszenzfarbstoffen können heute nahezu alle Mischfarben hergestellt werden.

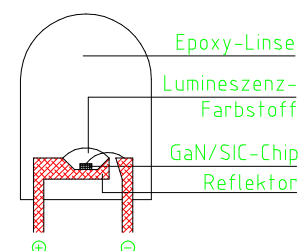
Federführend in der o.g. Entwicklung war hier das Fraunhofer-Institut für angewandte Festkörperphysik in Freiburg unter Mitwirkung eines großen deutschen Elektrokonzerns.

Als weiterer lichttechnischer Zwischenschritt in diese Richtung wurde von anderen Unternehmen -ähnlich wie in der Farbfernsehtechnik- mit einer Kombination farbiger LED's (Rot, Grün und Blau RGB) gearbeitet. Durch unterschiedliche Helligkeiten der Leuchtdioden war die Realisierung weißen Licht's LED-stückzahl-abhängig, ansteuerungstechnisch diffizil und teuer.

Das Element, daß viele Jahre als reiner Anzeigeindikator galt, steht heute als leistungsfähiges Leuchtmittel zur Verfügung (s. hierzu die nachfolgende Tabelle). Der Lichtstrom konnte im Zuge der weiteren Entwicklung um das hundertfache erhöht werden. Physikalisch -so schätzt man- ist innerhalb der nächsten 10 Jahre ein Erhöhen des Lichtstromes um den Faktor 2 - 3 -basierend auf dem heutigen Entwicklungsstand- realistisch zu erwarten. Damit würde die LED bezüglich ihrer lichttechnischen Daten die Halogen-Lichttechnik überholen und folglich hinsichtlich der Energiebilanz in Leuchtstofflampen-Dimensionen vordringen.

Lichtstrom verschiedenfarbiger LED's (bezogen auf den spektralen Anteil)

weiße LED		8 lm/W
blaue LED		10 lm/W
grüne LED		15 lm/W
rote LED		25 lm/W
zum Vergleich		
25W-Glühlampe	(200lm/25W)	8 lm/W
20W-Halogen-Stiftsockellampe	(320lm/20W)	16 lm/W
23W-Kompakt-Leuchtstofflampe	(1500lm/23W)	65 lm/W



Märkte

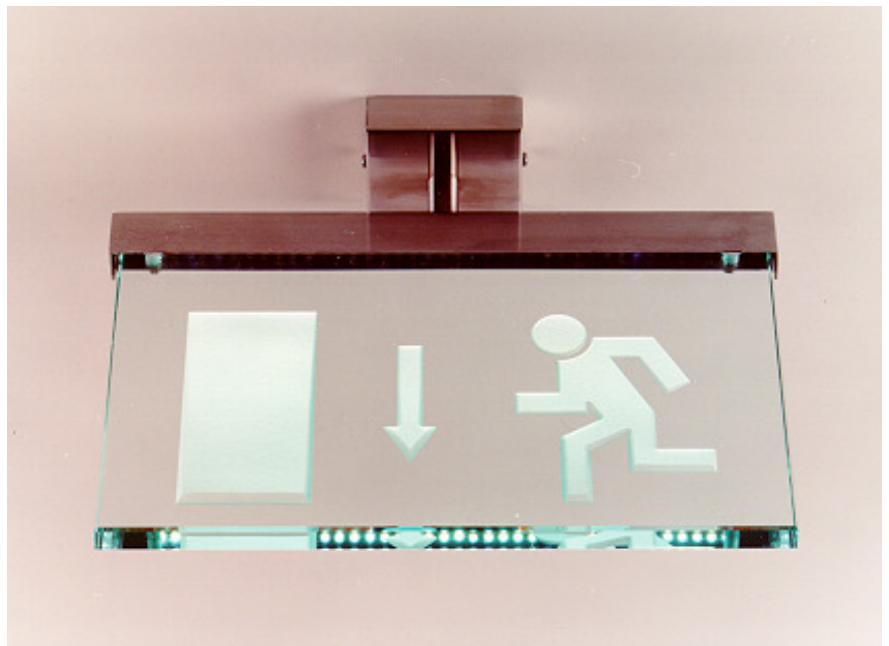
Neue Produkte bedingen neue Märkte und so kann man für nachfolgende Marktsegmente hinsichtlich

des Einsatzes der "LED-Lichttechnik" mit erheblichen Umsatzzuwachsraten rechnen.

- Automobilindustrie (z.B. Einsatz im Armaturenbrett)
- Großbilddisplays z.B. in Stadien mit Leuchtdichten von 5000cd/m² (TV 700cd/m²);
- Verkehrszeichen, Signalanlagen, Leitsysteme
- **Backlight - also Hintergrundbeleuchtung, Leuchten**
- Scanner, Kopierer

Anwendung in der Lichttechnik

- Strahlerleuchten mit definierten Beleuchtungsaufgaben (Museums- Vitrinenbeleuchtung, Beleuchtung von empfindlichen Materialien wie Fotoapparate, Leder- Bekleidungsware)
- Rettungszeichenleuchten (s. hierzu Foto 1,2)
- Kühltheckenbeleuchtung
- Handleuchten für rauhen Werkstattbetrieb
- Sternenhimmel als preiswerte Alternative zu Glasfaseroptic-Systeme
- Leseleuchten u.s.w.



Rettungszeichenleuchte, Gehäuse **Edelstahl** geschliffen; Piktogramm **FLOAT-Glas** tiefgestrahlt (auch Folie n. DIN) 230V;AC50Hz/DC; Leistungsaufnahme 3,5W; LM weiße LED - 5 Kreise, Lebensdauer > 50.000h bei Dauerbetrieb

Preis und Verfügbarkeit

Zur Zeit werden am Markt "Weiße LED's" offiziell nur als Produkt eines japanischen Unternehmens angeboten. Durch dessen derzeitige Monopolstellung und bedingt durch noch geringe Abnahmestückzahlen sind diese LED's zur Zeit noch sehr teuer und deswegen allein preislich noch kein ernstzunehmender Konkurrent für die klassischen Leuchtmittel.

Das Unternehmen des Verfassers entwickelt und produziert unter anderem bereits seit Mitte 1997 Leuchten mit weißer LED als Leuchtmittel. Besonders hochdekorative Rettungszeichenleuchten mit kantenseitiger Lichteinspeisung und einem filigranen Edelstahlgehäuse (s. Fotos) konnten mittels der LED-Technik in der Bauweise minimiert und aufgrund der technischen Eigenschaften dieser neuen Leuchtmittelgeneration für eine lange

Lebensdauer -ohne lästige und teure Wartungen- konzipiert werden. Eine systemadäquate kleine Zentral-Batterieanlage ist in Vorbereitung.

Ausblick

Zur Zeit kaum zur Kenntnis genommen, ist es jedoch nicht von der Hand zu weisen, daß sich in der Beleuchtungstechnik zur Zeit ein vollkommen neuer lukrativer Markt aufzeigt, der innovativ von einer Handvoll kleiner mittelständischer Unternehmen bearbeitet wird.

Bei genügend großer Produktakzeptanz ist es dann leider nur noch eine Frage der Zeit, bis -wie üblich- diese Wegbereiter dann von den großen Firmen überrollt werden.

Die Zukunftsvision -künstliche Beleuchtung aus flächigen dünnen Kristallscheiben zu erzeugen- ist in "nahe" Ferne gerückt.

Leuchtmittel-Eigenschaften

- kleine Baugröße, geringes Gewicht
- vibrationsunempfindlich, nahezu unzerbrechlich
- kurze Ansprechzeiten 10 -100ns (klassische LM 100ms), trägheitslos
- lange Lebensdauer (herstellerabhängig) ca.100.000h (ca. 11,4Jahre)
- kleinste Betriebstemperaturen
- niedrige Betriebsspannung
- Pulsbetrieb
- geringer Leistungsverbrauch
- keine schädliche UV- bzw. IR-Strahlung
- bei der 3 bzw. 5mm LED keine Reflektoren erforderlich
- plötzlicher Ausfall ist unwahrscheinlich
- verfügbare Produktionstechnik

Technische Daten der weißen LED (Ta=25°C, IF=20mA)

Farbtemperatur		6.500K; (3000 - 25.000K sind möglich durch Variieren der Lumineszenzfarbstoffdicke, bzw durch Mischen mit verschiedenfarbigen anderen z.B. gelben oder roten LED's)
Wellenlänge	Peakbereiche	ca. 465nm + 570 - 750nm
Lichtstrom		7,5lm/W
Abstrahlwinkel	Standard 3/5mm LED	+/-10°; +/-25°
Abstrahlwinkel	SMD-LED (bare chip)	+/-60°
Lebensdauer		max. 100.000h, (das Ende der Lebensdauer ist mit dem Absinken der Helligkeit auf 50% des Ursprungswertes definiert)

*Willy Reisen, FGL LiTG VDE ZVEI
INPROTEC GmbH & Co. KG, Lichttechnik und Elektromechnik, Niederkrüchten

Fotos: Gunnar Mitzner für INPROTEC

Veröffentlichung in der Fachzeitschrift „LICHT“ Heft 4/98 Seiten 302-304 (Weltlichtschau Hannover April '98)
Zusätzliche Informationen erhalten Sie übers Internet: <http://www.inprotec.de>