



Wat zegt Lumen per Watt?

LED-verlichting kan tientallen procenten efficiënter

LED-fabrikanten zijn bezig om de lumen-per-Watt-verhouding steeds verder op te voeren, een ontwikkeling die we alleen maar toe kunnen juichen, immers hoe meer licht er per Watt wordt geproduceerd hoe beter. Dit is slechts één factor, want voor de gebruiker is het belangrijk om het totale ontwerp en kostenspectrum te overzien. Een gunstige prijs voor een product dat lang meegaat, uitgedrukt in lumen per Euro per jaar met licht dat schijnt op de juiste plaats is in feite waar het om draait.

Auteur: Jan Zijderveld

Het uitdrukken van het rendement in Lumen per Watt bij het toepassen van LED's vormt slechts een deel van het totale verhaal als we het hebben over een lamp of armatuur. Uiteindelijk is het belangrijk wat de gebruiker betaalt voor de lichtbron en, of het licht ook daar komt waar u het wilt hebben? Wordt er geen licht verspild, dat wil zeggen wordt er misschien ook een deel van een ruimte verlicht, waar het licht geen nut heeft? Een fraai voorbeeld is het magazijn dat te zien is in figuur 1. Hier is de verlichting vooral van belang in de gangpaden, hetgeen vraagt om een armatuur met een smalle lichtbundel (figuur 2), want de bovenkant van de stellingen hoeft niet vol verlicht te worden. Daarnaast is het van belang hoeveel koeling er nodig is om een lichtbron gedurende lange tijd te laten branden op een zo efficiënt mogelijke manier.

Bepalend voor het rendement van het totaal is:

- De efficiency van de LED-driver (voeding)
- De lichtopbrengst van de LED of LED-module
- De warmteontwikkeling van het armatuur of de lamp, waarmee ook het rendement wordt beïnvloed, alsmede de totale levensduur
- De efficiency van de optiek, de verliezen in de lens
- Komt het licht op de juiste plaats?
- De lichtafname als gevolg van veroudering van de lichtbron. Deze kan gunstig worden beïnvloed door een lage bedrijfstemperatuur en door ingebouwde intelligentie in het systeem, waarbij het licht alleen aangaat als dit nodig is (al of niet gedimd).

Figuur 3 geeft aan hoe een LED-lamp of LED-armatuur is opgebouwd. Stel, u heeft een LED of meerdere LED's met een vermogen van 10 W en de specificatie is 100 L/W bij 25 °C. We bekijken de verliezen per onderdeel en gaan uit van veel voorkomende praktijkwaarden.

(1) De LED-driver. Een veel voorkomende waarde voor het rendement is 85% (factor 0,85).

(2) De optiek. Dit bestaat veelal uit een of meerdere power-LED's met eigen lens, met daarop vaak een extra lens (figuur 4). Zit hier dan ook nog een glasplaat voor, zoals bij straatverlichtingarmaturen, dan is 20% verlies (factor 0,8) al snel het resultaat. Op

de foto staat een high power-LED met een eigen lens en hierop komt dan een losse lens. De uitlijning is zelden optimaal en dit geeft o.a. interne reflecties en licht dat niet juist gefocuseerd wordt.

(3) De LED module. Als gevolg van warmteontwikkeling wordt de LED-module (3a en 3b) 60 °C (dus de plaats waar het koeloppervlak van de LED op de koeling zit gemonteerd bij 3c, (dus niet de temperatuur van de behuizing of koelribben!) waardoor u nog eens 16% (factor 0,84) verliest (zie grafiek figuur 5).

De uitkomst is dan (LED-vermogen x rendement LED-driver x verlies optiek x warmteverlies) $10 \times 0,85 \times 0,80 \times 0,84 = 0,571$ W aan effectief vermogen en dus afgerond minder dan 60 Lm/W. Dan hebben we het nog niet gehad over de lichtverdeling, met andere woorden, wordt het te verlichten oppervlak effectief verlicht of gaat er veel verloren als gevolg van "strooilicht"?

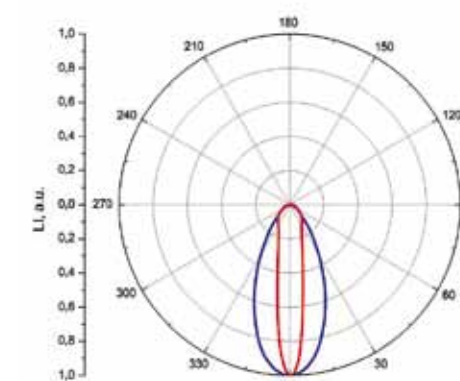
Als gevolg van hoge temperaturen kan de lichtopbrengst van de LED over de levensduur tot 30% afnemen. Als de koeling goed in orde is, wordt dit proces fors vertraagd en geven de LED's gedurende langere tijd meer licht met als resultaat slechts 15% minder lichtopbrengst na 50.000 branduren. Dit is een veel betere waarde dan die van de meeste gasontladinglampen die bovendien vaak een levensduur van hooguit 10.000 uur hebben.

De meeste LED-drivers zitten qua rendement dicht bij elkaar in de buurt namelijk tussen de 80 en 90%, bij optimale belasting. Als een LED-driver in deellast werkt (dus het totale vermogen van de LED's wijkt significant af van het maximale vermogen van de LED-driver), kan dat een ongunstig effect hebben op het rendement. Het is dus van groot belang niet alleen naar de prijs van de LED-driver te kijken, maar ook naar de geschiktheid om met een specifieke LED-module samen te werken.

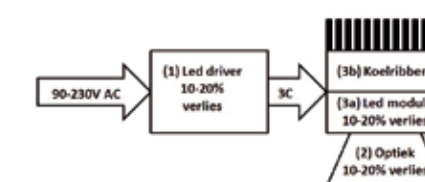
Doorgaans zijn LED-lampen met hoge vermogens voorzien van veel koelmateriaal. Dit is meestal aluminium met een groot aantal koelribben om een zo groot mogelijke warmteafgifte te bewerkstelligen. Dit ziet men uiteraard terug in de kostprijs en de productie en transportkosten kunnen hier een substantieel deel van uitmaken. De LED-modulen in figuur 6 daarentegen hebben slechts een klein koeloppervlak nodig, omdat de LED's



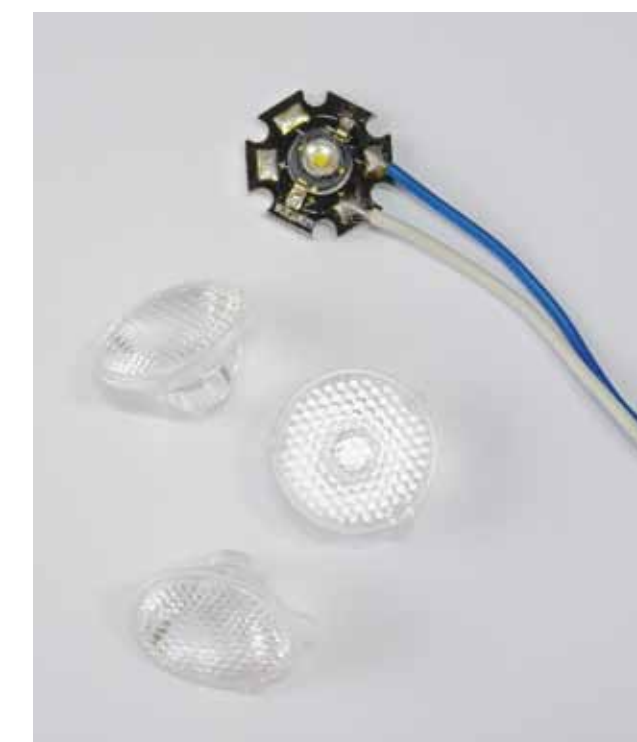
Figuur 1. In een magazijn is vooral licht in de gangpaden nodig en niet bovenop de stellingen.



Figuur 2. Een lamp met een kleine openingshoek zorgt er voor dat het licht op de gewenste plek komt.



Figuur 3. De opbouw van een LED-lamp.

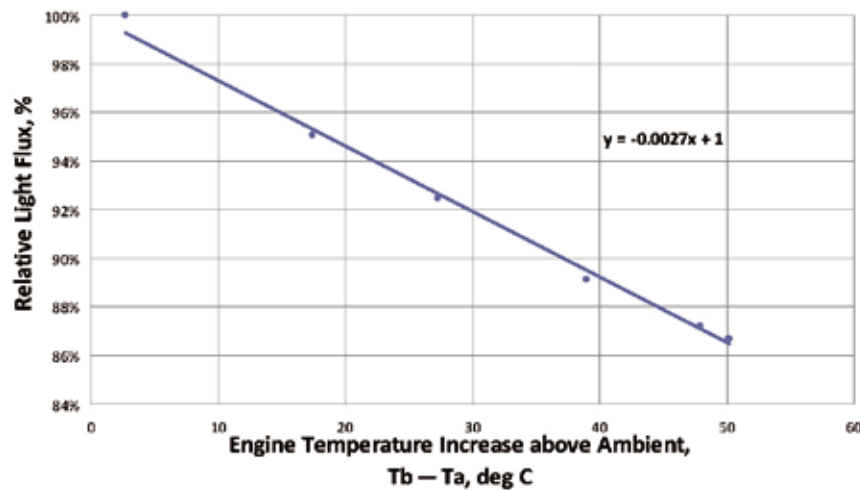


Figuur 4. Lenzen zorgen voor een verlaging van het rendement, maar bundelen wel weer het licht.

relatief ver uit elkaar staan en de LED-chips direct op de aluminium drager zijn gemonteerd. Aluminium is een uitstekend koellichaam. Verder zijn de LED's voorzien van een optiek dat is toegesneden op de applicatie en het juiste afstralpatroon (figuur 7).

Bij juiste toepassing van de LED-modulen is het mogelijk om een hoog rendement te halen, met een kortere terugverdientijd en een langere economische levensduur. Zoals eerder aangegeven, wordt het rendement voor een groot deel bepaald door de optiek en de temperatuur van de LED's. Als we uitgaan van een temperatuur van 45 °C van de LED-module (zie figuur 5) is het verlies geen 16%, maar 12% (factor 0,88) en door de uitgekiende optiek is het rendement 20% beter (dus i.p.v. factor 0,8 factor 1) dan in de eerdere berekening. We hebben hier de verliezen als gevolg van de warmte in de LED-driver buiten beschouwing gelaten. Vaak zit deze in de lampmodule, maar soms erbuiten. Wanneer de driver in of nabij de lampmodule zit en dus extra opwarmt, betekent dit los van een lager rendement tevens een kortere levensduur. De uitkomst is nu $10 \times 0,85 \times 1 \times 0,88 = 0,75$ ofwel 75 Lm/W. Dit kan in de praktijk betekenen dat er minder LED's nodig zijn, een LED-driver met een lager vermogen, minder koelmateriaal, kortom een ontwerp met een lagere kostprijs.

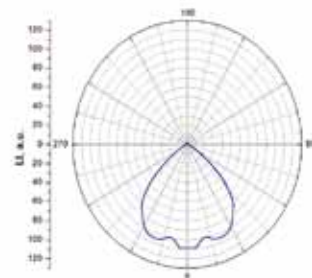
Voor meer informatie Jan Zijderveld
JZ Consultancy jan@jzconsultancy.nl
tel. 0180-325329 of 06-19492142.
JZ Consultancy is o.a. actief als
business developer van Light Engines
en Chess voor draadloze sensor
netwerken. <<



Figuur 5. Voor een LED is het belangrijk dat de temperatuur zo laag mogelijk is.



Figuur 6. Deze LED-modulen hebben slechts een klein koeloppervlak nodig.



Figuur 7. Deze LED-modulen zijn voorzien van een optiek dat is toegesneden op de applicatie.