Chili

Experimentelles

Chili-Lichtformeln

Ein Versuch den LED-Bedarf einer Anzucht zu berechnen und LED-Auswahl

Bitte selber nachdenken und prüfen! Ich bin kein LED-Fachmann!

Ein neuerer Versuch von mir, Licht in das LED-Dunkel zu bringen, ist hier!

Ich bin gelernter Elektriker und arbeite in der Computerbranche. Von daher ist das hier verbreitete "Wissen" sehr wackelig! Ich bitte um Nachsicht, aber auch um Korrekturen! Bitte mailen!

Stand 2014 gibt es zum Glück viele Leute, die weitaus mehr Ahnung vom Thema haben, als ich und es auch publizieren. Ein Hinweis von Malte: Sucht mal nach "Sehlicht versus Wuchslicht".

Ich mache mal mit meinem "Wissen" hier weiter.

Formeln zum Thema Licht mit LEDs

Alte Formeln für LEDs weniger geeignet	sr = 2*¶*(1-cos(α/2)) I = Φ/(4*¶*sr) E = I*sr/r²	sr: Raumwinkel (Steradiant) α: Öffnungswinkel Lichtquelle [°][Grad] I: Lichtstärke [cd][Candela] Φ: Lichtstrom [lm][Lumen] E: Beleuchtungsstärke [lx][Lux] r: Abstand [m][Meter]
Neue Formeln für LEDs besser geeignet	Φe = Qe/dt Ω = A/r² Ie = Φe/Ω Ee = Φe/A Le = Φe²/(A*Ω)	Φe : Strahlungsleistung [W][Watt] Qe : abgestrahlte Energie [J][Joule] dt : Zeiteinheit [s] Ω : Raumwinkel [sr] A : (Detektor-)Fläche [m²] r : Entfernung [m] Ie : Strahlstärke [W/sr] Ee : Bestrahlungsstärke [W/m²] Le : Strahldichte [W/m² sr]

Die grau hinterlegte Formel werden von mir nicht wirklich genutzt und dienen höchstens zum Verständnis. Die letzte Formel wird nun doch von mir genutzt, nachdem ich das Thema Berechnung in einer weiteren Seite neu angegangen bin.

An einem Beispiel möchte ich hier den Versuch starten, mittels aktueller Erkenntnisse (Mai 2012) den Bedarf an LEDs für die Anzucht von Chilis zu errechnen. Dass das nicht auf die Kommastelle genau geht, wird jedem klar sein, der diese Art von Berechnung schon durchgeführt hat! Wollen wir mal sehen, wie weit wir kommen. Vielleicht kann mir jemand dabei helfen. Aber selbst bei den LED-Herstellern scheint noch nicht alles klar zu sein. Es fehlen vielfach noch Werte für die Strahlstärke! Die Strahlungsleistung habe ich bisher noch nie angegeben gesehen.

Bei den Formeln der Radiometrie ("Neue Formeln") wird von punktförmigen Lichtquellen ausgegangen, was die LED eigentlich nicht ist. Außerdem wird noch von einer ausgestrahlten Wellenlänge ausgegangen (wie beim Laser) und nicht von einem Frequenzbereich, wie bei LEDs üblich. Auch aus diesen Gründen ist eine genaue Berechnung schwierig.

Wenn ausschließlich Lichtquellen mit gleicher Farbe verglichen werden sollen, darf man auch ganz einfach mit Lumen rechnen!

Wer tiefer einsteigen will, kann ja mal nach einem LED-Handbuch im Internet suchen!

Mein Versuch einer Berechnung an Hand eines Beispiels (1):

Gegeben sind ein Mini-Gewächshaus mit dem Innenmaß von 36 cm x 22 cm bei einem Abstand zu den LEDs im Deckel von 10 cm. Es soll nur das dunkelblaue Licht berechnet werden. Das weiße Licht wird aus Erkenntnissen der Praxis hinzugefügt. Die LEDs haben einen Öffnungswinkel von 120 Grad, was ich aber nur zur Berechnung der optimalen LED-Höhe brauche.

Hier eine Aufstellung von zusammengesuchten, geschätzten und errechneten Daten, aus meinen alten blauen Winger-LEDs und einer aktuelleren Luxeon-LED. Beide sind royal-blau und beide werden als 1 Watt LEDs betrieben:

Lichtstrom	Strahlstärke	Strahlungsleistung	Bestrahlungsstärke
20 lm	(425 mW)	unbekannt	(wird jetzt berechnet)

Fangen wir mit den Werten aus der obenstehenden Formelsammlung an. Die Einheiten schenke ich mir.

Ω = A/r²
Ω=0,36*0,22/(0,1)²**=7,92**
Soweit nur zum Aufwärmen!

Wichtiger ist die Bestrahlungsstärke! Versuch macht kluch!
Ee = Φe/A
Φe hab ich aber nicht, bekomme ich durch Umstellen der folgenden Formel:
Ie = Φe/Ω
Φe=Ie*Ω
Φe=0,425*7,92=3,366
Damit können wir jetzt endlich die **Beleuchtungsstärke** errechnen:
Ee=3,366/0,0792=

42,5 W/m²
Bei bisher geplanten 8 blauen LEDs für ein Mini-Gewächshaus ergeben sich
340 W/m².
Diesen Wert werde ich zukünftig für meine Planungen von blauen LEDs verwenden.
Im Notfall muss 8 * 20 lm = 160 lm für die blauen herhalten.

Nächster Versuch einer Berechnung an Hand eines Beispiels (2):

Dieses Mal geht es einfach nur um weißes Licht mit der Farbe "daylight". Ein Beispiel dazu für meinen 10Watt-LED-Fluter:
Die Box hat Innenmaße von 60 cm x 25 cm und der Abstand wird mit 20 cm angenommen. Ich möchte gerne Ie haben.

$Ie = \Phi e/\Omega$

$Ee = \Phi e/A$

$\Phi e=Ee*A=340*0,15=51$

$\Omega = A/r^2=0,15/0,04=3,75$

$Ie=51/3,75=$

13,6 W/sr also Faktor 4 im Vergleich zu vorher!
Das erscheint mir im Vergleich zu vorher (8*0,425=3,4) wegen der größeren Fläche und wegen des größeren Abstands plausibel. Mit welchen LEDs ich das machen soll, weiß ich nicht. Leider habe ich keine Strahlstärke vom Hersteller!

Anders gerechnet:
16 * 100 lm = 1600 lm
16 weiße 1Watt-LEDs mit je 100 lm haben das kleine Minigewächshaus ausreichend "bestrahlt".
Bei Faktor 4 ergibt sich 6400 lm. Das sind dann ca. sechs 1000lm-Fluter. Ich kann nur einen bieten. Den Rest muss das momentan nur selten vorhandene Sonnenlicht machen! Zwei Fluter mit vertikalen Abstand von 10 cm und horizontalem Abstand voneinander von 30 cm sollten ein praxisnaher Wert sein!

Auf 1 m² gerechnet ergeben sich bei voriger Rechnung mit 6 Flutern gut 40000 lm. Wenn man 50Watt-LED-Fluter mit 4000 lm nutzt, braucht man davon 10 Stück für einen Quadratmeter! Das sind 500 Watt und ca. 5000 Euro Anschaffungskosten! Laufende Stromkosten kommen hinzu. Das kann nicht wirtschaftlich sein!

Als Beispiel für Rechenfaule (nur als grobe Vereinfachung geeignet):

Wenn ich in meiner Box mit gut **10 cm Abstand** und **10W an LED-Leistung** eine Fläche von gut **600 qcm** "bestrahle", wie viel Leistung brauchst Du dann für **1000 qcm** bei **20cm** Abstand und ansonsten gleichen weiteren Bedingungen?

Jetzt könnte es peinlich werden, falls ich mich vertue!
Wenn man 10 W für 600 qcm braucht, braucht man 1000/600*10 für 1000 qcm. Soll heißen 16,7 W. Da der Abstand jetzt aber doppelt so hoch ist, wie vorher und außerdem quadratisch in die Rechnung eingeht, ergibt sich 16,7*2*2.
Also benötigt man in diesem Beispiel rund 66,8 Watt an "LED-Leistung".
Hierbei gibt es aber keinerlei Berücksichtigung von eventuell unterschiedlichen Farben, Winkeln und noch anderen Parametern. Es ist wirklich nur ein sehr stark vereinfachtes Beispiel!

Dazu fällt mir nur eines ein:

Liebe Sonne - scheine!

LED-Auswahl für Experimentierfreudige

Auf Grund einer Mail eines Interessierten, der sich seine LEDs selber aussuchen wollte und dem bei der darauf folgenden Nutzung LEDs gestorben waren, habe ich das Thema neu beleuchtet (wie passend!) und hier kurz kommentiert.

Als ich mit den LEDs im Gewächshaus anfing, waren nach Leistung klassifizierte LEDs Standard. Heutzutage können viele LEDs mit unterschiedlichen Strömen beschickt werden und damit unterschiedliche Leistung erbringen. Das ergibt eine Vielzahl von Betriebsströmen und ebenso Betriebsspannungen. Letzteres ist mir durch den Interessierten erst richtig bewusst geworden. In den vergangenen Jahren hatte ich meistens Winger mit Winger oder Huey Jann mit Huey Jann gemischt und zufälligerweise hatten diese immer die gleiche Spannung! Lediglich einmal hatte ich mit Osram experimentiert und anscheinend Glück gehabt. So mein Zwischenstand vor meiner Nachfrage.

Von der Verwendung der Winger-LEDs rate ich wegen der möglicherweise abfallenden Lupen ab, auch wenn der Hersteller davon in der Vergangenheit nichts wissen wollte. Im Dezember 2016 hat mich das rund 30 Euro und ein paar Stunden Arbeit gekostet!

Auf Nachfrage an meinen LED-Lieferanten (Luxeon, Seoul, Nichia), der mit diesem Problem aber gar nichts zu tun und nur aus Kulanz die Frage beantwortet hatte, ergab, dass mein bisheriges Verständnis richtig war. Es ist lediglich die Höhe des konstanten Stroms wichtig und nicht die Spannung der LED. Mit diesem Strom muss natürlich jede LED in der Reihenschaltung klarkommen können! Insofern behalte ich dann "LUXEON Rebel LXML PR01 0500, royalblau" für € 5.- und "Seoul Z-LED P4, weiß" für € 4.- bei, wobei letztere durch "Nichia NS6W183BT" für € 3,50.- hätte ersetzt werden können.

Um noch einmal den Fall mit den defekten LEDs aufzunehmen, es wird vermutet, dass entweder die Kühlung zu schwach war oder dass das Netzteil eine Spannungs- oder Stromspitze geliefert hatte. Ich tippe auf Letzteres.

Eine Anleitung zur Berechnung von Power-LEDs ist hier.