

# Berechnungen

Dieser Teil der Dokumentation, zur Master-Projektarbeit Lichterführung, beschäftigt sich mit den Berechnungen für die Lichterführung

## Wärme Leitfähigkeit Berechnung

In dieser Berechnung würde zu Beginn der Projektarbeit auf Grundlage der Annahme eine Betrachtung durchgeführt wieviel Energie innerhalb der Laterne eingebracht werden kann und wie stark sich die Platinen aufheizen

## Wärme Übertragung Gehäuse nach Außen

Berechnung des Thermischen Widerstandes

$$R_{th} = \frac{l}{\lambda * A}$$

Wärmeleitung

$$\dot{Q} = \frac{\Delta T}{R_{th}}$$

Berechnung der Oberfläche

$$A_{ges} = A_g * 2 + A_s * 6$$

$$A_g = \frac{3*\sqrt{3}}{2} * a^2 \quad A_s = a * h$$

Formelzeichen	Annahmewert
a(Kantenlänge)	100mm
h(Höhe)	80mm
$\lambda_{Pla}$	0,2225W/m*K
$\lambda_{plexi}$	0,184W/m*K
L(wandstärke)	4mm

$$R_{th_{Plexi}} = 0,217 * \frac{K}{W} \quad R_{th_{Pla}} = 0,179 * \frac{K}{W}$$

Die Gesamtoberfläche ergibt sich zu  $A_{ges} = 0,0996m^2$  und wir gerundet mit  $0,1m^2$  angenommen.

Bei einer Umgebungstemperatur von 20°C und einer nicht zu überschreitenden ziel Temperatur von 60°C ergibt sich  $\Delta T=40K$ .

Aus der Formel für den Wärmeleitung uns den Material abhängigen Wärmewiederstandswerten ergibt sich bei einem  $\Delta T$  von 40K die Wärmeleitung wie folgt

$$\dot{Q}_{Plexi} = 184,33W$$

$$G_{th_{Plexi}} = \frac{\dot{Q}_{Plexi}}{\Delta T} = 4,6W/K$$

$$\dot{Q}_{Pla} = 223.46W$$

$$G_{th_{Pla}} = \frac{\dot{Q}_{Pla}}{\Delta T} = 5,58W/K$$

## Wärme Übertragung LED zur Laterne

Für die Betrachtung wie sehr sich der Innenraum der Laterne aufheizt wurde im folgenden der schlechter Wärmeleitwert  $G_{th}$  verwendet.

$$T_{La} = \frac{12W}{G_{th}} + T_{ref}$$

Die 12 W Leistung sind eine nominelle angebe der zu Verfügung stehenden Leistung über den Bus und die Referenz Temperatur wird mit 20°C angenommen, daraus ergibt sich

$$T_{La} = 22,6^\circ C \cong 23^\circ C$$

Die Temperatur der Platine und somit der LED ergib sich nach

$$T_{PCB} = T_{LA} + P * (R_{th_{PCB}} + R_{th_{Kühlner}})$$

Die überflcher der Platine ergbt sich wie folgt

$A = 0.02m * 0,04m * 2 = 0,0016m^2$  unter Vernachlässigung der sehr geringen Kantenflächen.

Be einem  $\lambda_{polyamid} = 0,12 * W/m * K$  und einer für einen Alu Kühlkörper mit 4 mal so großer Oberfläche wie die Platine stellt sich bei einer Maximalen Leistung von  $Q = 1,44W$  für die Weißen LED s die Temperatur wie folgt ein

$$T_{PCB} = 83^\circ C$$

Wenn man über den Wärmeübergangskoeffizient nur der PCB wir bei natürlicher Konvektion von  $h = 10 * \frac{W}{m^2 * K}$  zur Berechnung der Temperatur verwendet stellt sich eine  $\Delta T = \frac{Q}{h * A} = 90K$ . Wenn jedoch einen Alukühlkörper mit einem  $h_{alu} = \frac{59W}{M^2 K}$  mit einbezieht stellt sich die Differenz der Temperatur der PCB zum Innenraum wie folgt dar  $\Delta T = \frac{Q}{h_{alu} * A_{alu} + h_{PCB} * \frac{A_{PCB}}{2}} = 4,945K \cong 5K$

Bei den Temperatur Betrachtungen ist zu beachten das für die PCB als Werkstoff der Wärme Leitung reines Polyamid angenommen wurde was Verhältnismäßig zum Kupfer die wärme sehr schlecht leitet auch ist der fall hier das die Weißen LED voll ausgefahren werden nicht der Normalfall ist. Insgesamt wollten sich also die Temperaturen niedriger darstellen als in der Berechnung.

## Leuchtkraft nach LED, Stromfluss und Abstrahlwinkel

In dieser Berechnung sind für die Weißen, Grünen und Roten LED die jeweiligen Lichtstromwerte in Abhängigkeit des Stromflusses aus den Datenblatt Kurven aufgenommen wurden und in Abhängigkeit des Winkel außerhalb der Mitte die Leuchtkraft errechnet worden und mit den erforderlichen Leuchtkraftwerten abgeglichen

Bei weiß wird ein außer Peak wird von  $60^\circ$  angenommen da 6 weiße LED verwendet werden auf 2 Separate Kreise verteilt mit wechselseitiger Anordnung wodurch bei betreiben von nur einem Weißen Kreis der abstand zwischen den LED  $120^\circ$  beträgt man also  $60^\circ$  außerhalb eines Peaks ist.

Weiß bei einem Raumwinkel von  $180^\circ$

$I[\text{mA}]$	$\Phi_v[\text{lm}]$	$I_v[\text{cd}]$	$I_v[\text{cd}]$ bei $60^\circ$ außer peak(=50%)
700	200	31,83	15,9
600	180	28,6	14,3
500	160	25,4	12,7
400	135	21,5	10,75
300	110	17,5	8,75

Rot mit  $180^\circ$  Raumwinkel

$I[\text{mA}]$	$\Phi_v[\text{lm}]$	$I_v[\text{cd}]$	$I_v[\text{cd}]$ bei $60^\circ$ außer peak(=55%)
700	100	15,9	8,75
600	90	14,3	7,865
500	75	11,9	6,545
400	65	10,3	5,66
300	50	7,9	4,345
200	35	5,5	3,025

Grün mit  $180^\circ$  Raumwinkel

$I[\text{mA}]$	$\Phi_v[\text{lm}]$	$I_v[\text{cd}]$	$I_v[\text{cd}]$ bei $60^\circ$ außer peak(=55%)
600	135	21,4	11,77
500	115	18,3	10,065
400	95	15,1	8,36
300	75	11,9	6,545
200	50	7,9	4,345
100	30	4,7	2,58

Der Strom in der Ansteuerung ist so zu wählen das die Rot und Grüne LED minimum von 1,1cd und maximal 5,4cd erzeugen bei den weißen ist der Strom so zu wählen das minimum von 5,4cd maximal 65cd erreicht werden.