Lösung Aufgabe 3.1.6.1-1 aus dem Skript von Herr D. Weber:

Folgende Punkte müssen berechnet werden:

1. Verlustleistung P_V
2. Temperatur des Gehäuses der Diode T_C
3. Thermischer Ableitwiderstand R_{thKU}
4. Kantenlänge L des Kühlblechs

1. Verlustleistung P_V

In der Kennlinie zeichnet man eine Gerade parallel zur Abszisse (X-Achse) und ermittelt den Schnittpunkt mit der Geraden. Hieraus ergibt sich die Spannung, bei welcher ein Strom von $50A$ durch die Diode fließt. Diese Spannung ist $U = 0{,}68V$. Das bedeutet, dass ein konstanter Strom von $50A$ durch das Bauteil fließt und eine konstante Spannung von $U = 0{,}68V$ abfällt. Damit kann die Verlustleistung P_V ermittelt werden: $\underline{\underline{P_V}} = I \cdot U = 50A \cdot 0{,}68V = \underline{\underline{34W}}$.

2. Temperatur des Gehäuses der Diode T_C

Auf Seite 3–24 des Skripts ist folgende Formel zu lesen: $(T_J - T_C) = P_V \cdot R_{thJC}$. Stellt man diese Gleichung nach der Gehäusetemperatur T_C um, so erhält man: $T_C = T_J - P_V \cdot R_{thJC}$. Setzt man alle Werte ein, so ergibt sich: $\underline{\underline{T_C}} = 180°C - 34W \cdot \frac{0{,}36°C}{W} = 180°C - 12{,}24°C = \underline{\underline{167{,}76°C}}$

3. Thermischer Ableitwiderstand R_{thKU}

Um den thermischer Ableitwiderstand R_{thCK} zu berechnen, muss man zuerst die Gleichung $P_V = \frac{T_J - T_U}{R_{thJC} + R_{thCK} + R_{thKU}}$ (siehe Seite 3–24 im Skript). Umgestellt lautet die Formel:

$$\underline{\underline{R_{thKU}}} = \frac{T_J - T_U}{P_V} - R_{thJC} - R_{thCK} = \frac{180°C - 45°C}{34W} - 0{,}36\tfrac{K}{W} - 0{,}12\tfrac{K}{W} = \frac{135K}{34W} = \underline{\underline{3{,}49\tfrac{K}{W}}}$$

4. Kantenlänge L des Kühlblechs

Die Gleichung für den thermischen Ableitwiderstand R_{thKU} ist mit $R_{thKU} \approx \frac{3{,}3}{\sqrt{\lambda \cdot d}} \cdot C^{0{,}25} + \frac{650}{A} \cdot C$ gegeben. Weil es ein quadratisches Kühlblech sein soll, ergibt sich die Fläche aus $A = L^2$. Stellt man diese Gleichung nach A (bzw. L) um, so lautet diese:

$$R_{thKU} = \frac{3{,}3}{\sqrt{\lambda \cdot d}} \cdot C^{0{,}25} + \frac{650}{A} \cdot C$$

$$\Leftrightarrow \frac{650}{A} \cdot C = R_{thKU} - \frac{3{,}3}{\sqrt{\lambda \cdot d}} \cdot C^{0{,}25}$$

$$\Leftrightarrow A = \frac{650 \cdot C}{R_{thKU} - \frac{3{,}3}{\sqrt{\lambda \cdot d}} \cdot C^{0{,}25}}$$

Jetzt gilt es daran, geeignete Werte für λ und C einzusetzen, damit die Fläche A minimal wird. Das geht dann, wenn C sehr klein ist, denn es steht mit einer höheren Potenz (nämlich 1) im Zähler als im Nenner (hier 0,25). Weiterhin muss die Differenz $R_{thKU} - \frac{3{,}3}{\sqrt{\lambda \cdot d}} \cdot C^{0{,}25}$ groß sein, damit der Nenner groß bleibt und der Quotient klein wird. Aus diesem Grund muss im Nenner ein großes λ eingesetzt werden. Es ergibt sich:

$$A = \frac{650 \cdot C}{R_{thKU} - \frac{3{,}3}{\sqrt{\lambda \cdot d}} \cdot C^{0{,}25}} = \frac{650 \cdot 0{,}43}{3{,}49\,\frac{K}{W} - \frac{3{,}3}{\sqrt{3{,}8\,\frac{W}{K \cdot cm} \cdot 0{,}5\,cm}} \cdot 0{,}43^{0{,}25}} = \frac{279{,}5}{3{,}49\,\frac{K}{W} - \frac{3{,}3}{\sqrt{3{,}8\,\frac{W}{K \cdot cm} \cdot 0{,}5\,cm}} \cdot 0{,}43^{0{,}25}}$$

$$\Leftrightarrow \underline{\underline{A}} = \frac{279{,}5}{3{,}48\,\frac{K}{W} - \frac{2{,}39}{\sqrt{\frac{W}{K} \cdot cm}} \cdot 0{,}43^{0{,}25}} = \frac{279{,}5}{3{,}49 - 1{,}93}\,cm^2 = \underline{\underline{179{,}1\overline{6}\,cm^2}}$$

Zuletzt nur mit Werten gerechnet, Einheiten führen zu keinem schlüssigen Ergebnis!

Daraus kann die Kantenlänge ermittelt werden:

$$A = L^2 \Leftrightarrow \underline{\underline{L}} = \sqrt{A} = \sqrt{179{,}1\overline{6}\,cm^2} = \underline{\underline{13{,}38\,cm}}$$