

# ADAM Research

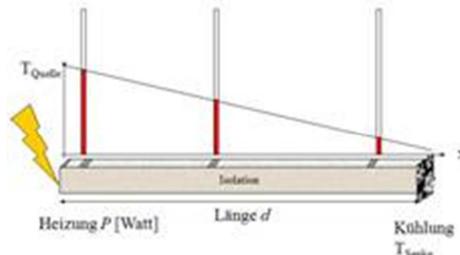
## Berechnungen und Dienstleistungen

### III. Wärmewiderstände hinterfragt

Die klassische Formel für den Wärmewiderstand „R<sub>th</sub>“ kennt jeder, der sich mit Elektronikkühlung beschäftigt: wenn  $d$  (in m) die Dicke einer Schicht ist,  $\lambda$  (in W/(m\*K)) die Wärmeleitfähigkeit des Materials und  $A$  (in m<sup>2</sup>) die Querschnittsfläche des Wärmedurchgangs, dann wird

$$R_{th} := \frac{d}{\lambda \cdot A}$$

definiert. Die Einheit ist bekanntermaßen K/W.



**Bild 1:** Experiment zur 1-dimensionalen Wärmeleitung in einem isolierten Stab.

*Aber aufgepasst:* die Formel stammt aus der Analyse der *eindimensionalen Wärmeleitung* längs eines Stabes (Bild 1), der auf der einen Seite geheizt und auf der anderen Seite gekühlt wird.

Der Temperaturunterschied, bzw. die gesuchte Temperatur an der Heizstelle folgt dann in Analogie zum Ohmschen Gesetz  $\Delta U = R \cdot I$  gemäß

$$T_{Quelle} - T_{Senke} = R_{th} \cdot P.$$

Leider ist sich nicht jeder im Klaren, dass diese Formel nur dann funktioniert:

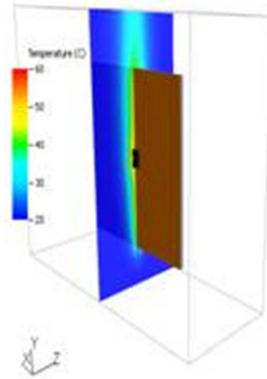
- wenn der Stab ringsherum isoliert ist, also keine sonstigen Wärmeverluste hat,
- und die Wärmequelle und –senke den gleichen Querschnitt haben wie die Übertragungsstrecke.

Diese beiden Voraussetzungen muß man auch für die Hintereinander- und Parallelschaltung von Wärmewiderstandsschichten fordern.

$$R_{\perp} := \sum_i R_i$$

$$R_{||}^{-1} := \sum_i R_i^{-1}$$

Solange keine Wärmespreizung möglich ist, d.h. alle Querschnitte gleich sind, ist die Summationsreihenfolge der  $R_i$  in der Tat egal. Sobald eine Schicht größer oder kleiner ist als andere, bricht das Konzept zusammen. Als einfaches Beispiel diene eine Platte aus einer FR4- und einer Cu-Schicht (Bild 2). Wenn eine kleine Wärmequelle auf der Cu-Schicht liegt, dann wird die Wärme erst gespreizt, an die Luft angegeben und dann durch die FR4-Schicht transportiert. Diese sich einstellende Temperatur ist wesentlich niedriger als wenn die Wärme erst durch die isolierende FR4 Schicht muss und dann im Cu gespreizt wird.



**Bild 4:** Bei Wärmespreizung auf Leiterplatten funktionieren die einfachen Rezepte nicht.

Diese 3-dimensionalen Wärmeausbreitungen sind mit Formeln kaum zu beschreiben und bedürfen der numerischen Simulation, z.B. mit unserer Software TRM.