



# Exakte Bauteiltemperierung mittels Peltiertechnologie

**UWE**  
*electronic*

Uwe Burkhartsmaier

18. März 2010

**THERMAL MANAGEMENT IN ELEKTRONISCHEN  
SCHALTKEISEN UND LED-SYSTEMEN**

materials valley

# Inhalt

## **I. Grundlagen**

- 1) Aufbau eines Peltierelements
- 2) Betriebsmodi
- 3) Wärmefluss am Halbleiterpaar
- 4) Aufbau einer Peltiertemperierung

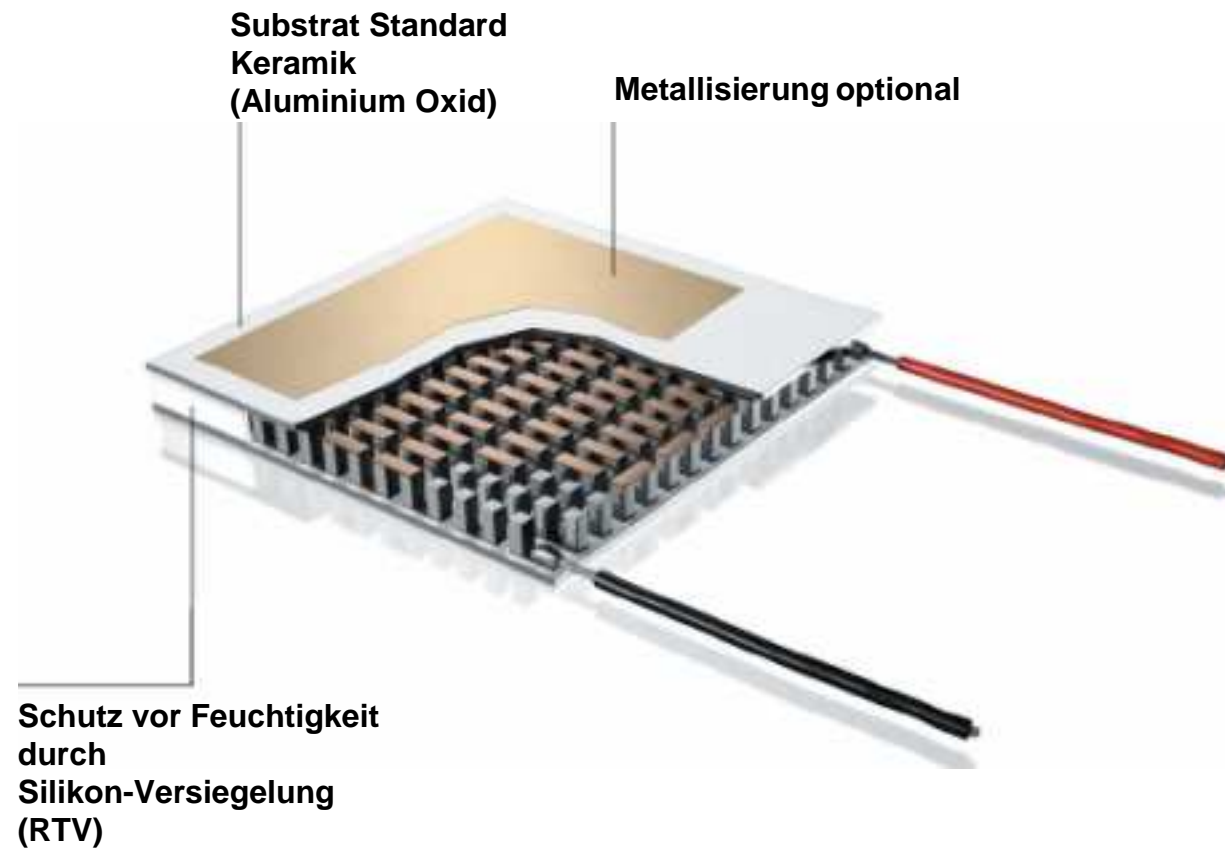
## **II. Vorgehensweise zu Auslegung**

- 1) Analyse des Bauteils
- 2) Optimierung der Messfühlerplatzierung
- 3) Auswahl des Reglers, Netzteils und Lastrelais
- 4) Auswahl des Kühlkörpers und der Lüfter
- 5) Auswahl des Peltierelements

## **III. Applikationen**

# Grundlagen

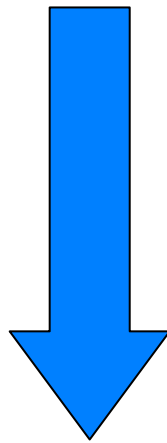
## Aufbau eines Peltierelements



# Grundlagen

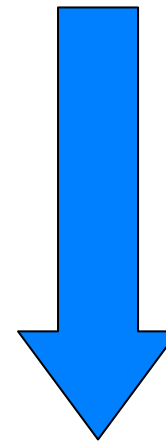
## Betriebsmodi:

Heizen und Kühlen

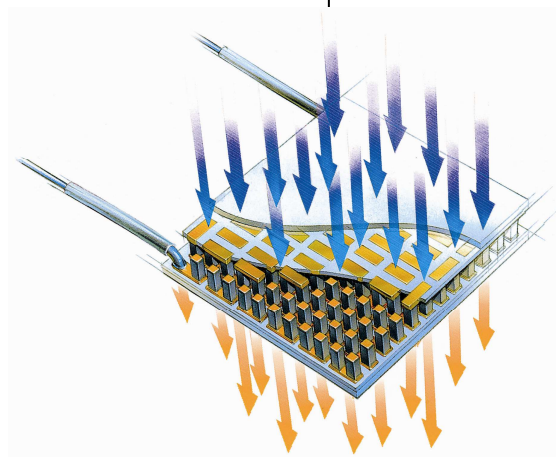


Peltier Effekt

Energieerzeugung



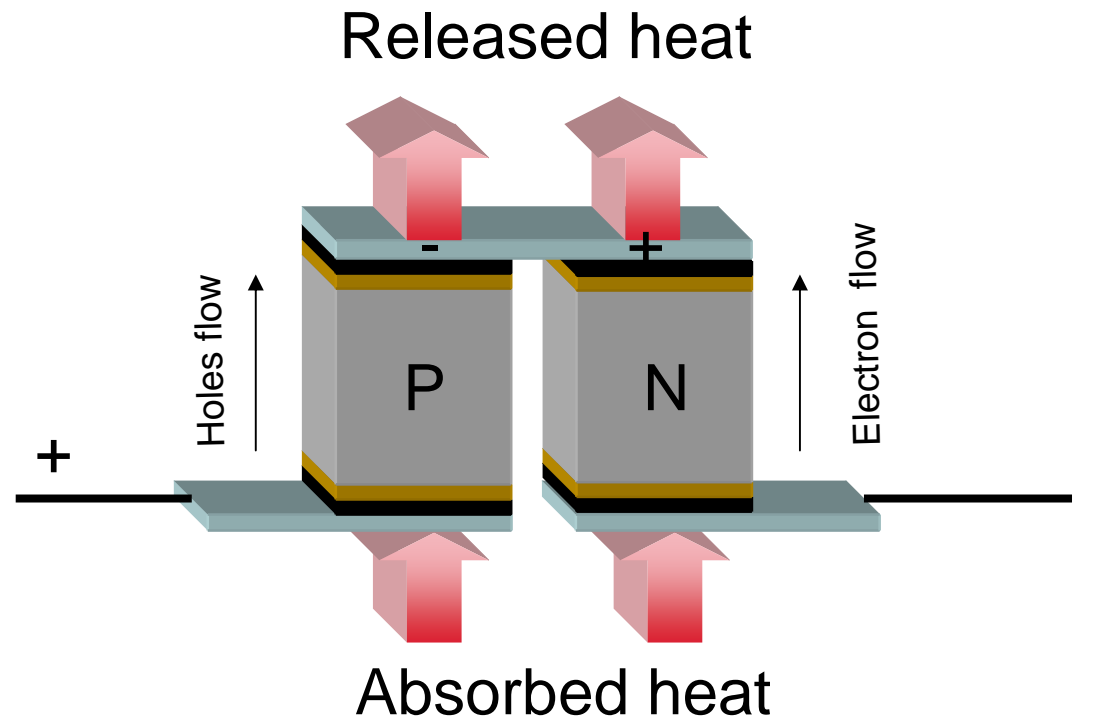
Seebeck Effekt



Physikalisch basierend auf:

# Grundlagen

## Wärmefluss am Halbleiter-Paar



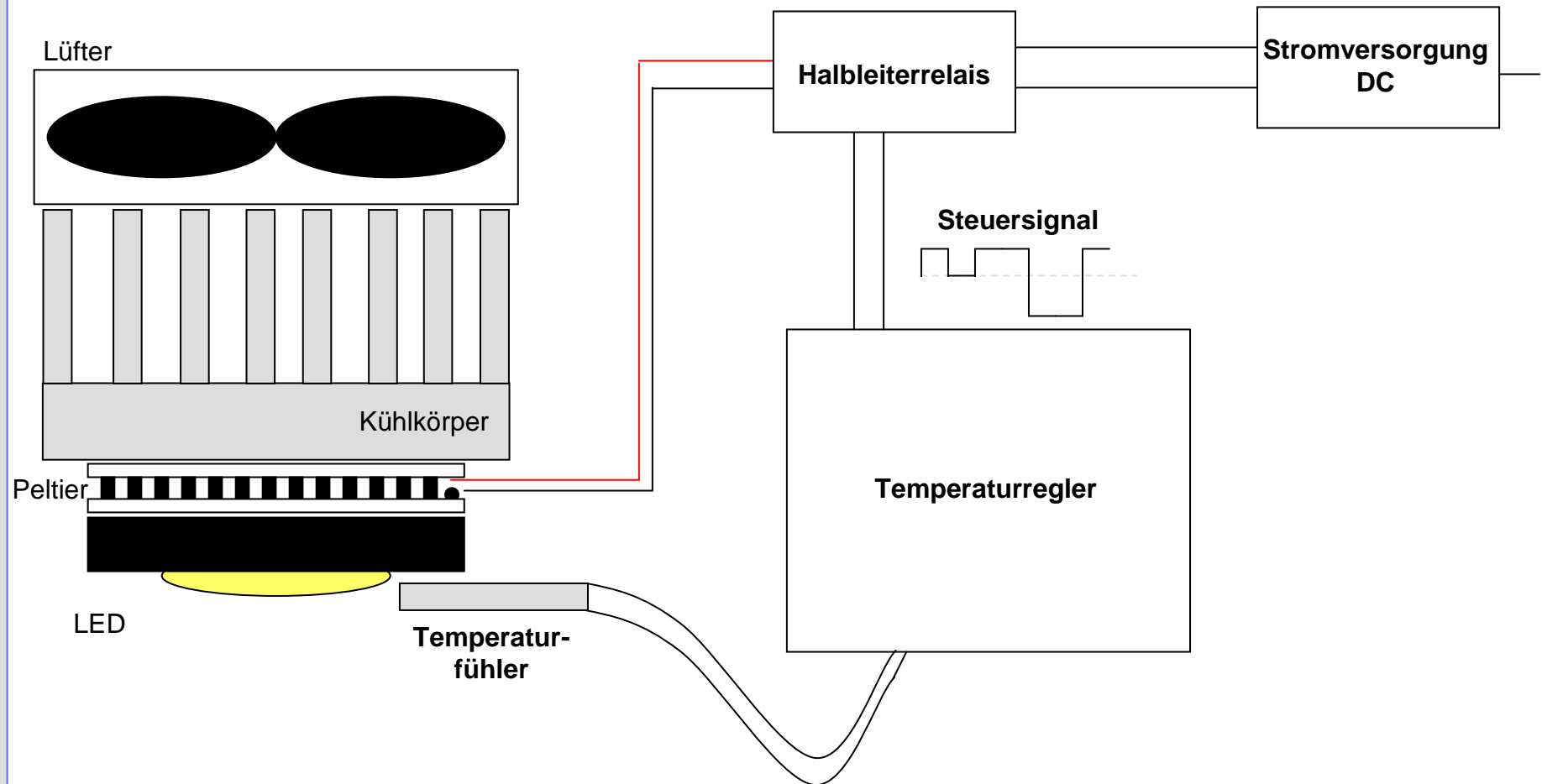
# Grundlagen

## Allgemeine technische Spezifikationen

- Lebensdauer: 200.000 Stunden
- 4x4mm bis 62x62mm
- RoHS konform
- 0,4 bis 226 Watt
- Temperaturbereich: -130°C bis +200°C
- Sonderbauformen und Kaskadenmodelle

# Grundlagen

## Aufbau einer Peltiertemperierung



# Vorgehensweise zur Auslegung

- Aber wie wird das ganze jetzt „Exakt“?
- Wie exakt kann „Exakt“ eigentlich sein?
- Wie geht man vor, um möglichst „Exakt“ zu realisieren?



# Vorgehensweise zur Auslegung

## 1. Schritt: Analyse des Bauteils

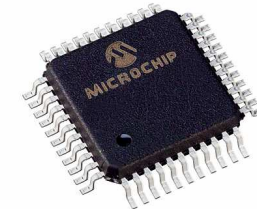
### A) Gleichmäßige Verlustleistung; konstante Bauteiltemperatur

- Temperaturstabilität mit einfacher Ansteuerung erreichbar
- Einfache Optimierung des Gesamtsystems auf diesen Betriebszustand
- Temperaturgenauigkeit bis  $0.1^{\circ}\text{C}$



### B) Ungleichmäßige Verlustleistung; möglichst niedrige Bauteiltemperatur

- Temperaturstabilität zweitrangig
- Steuerung ohne Temperaturfühler möglich
- Optimierung des Systems durch Peltierelement/ Kühler Kombination



### C) Ungleichmäßige Verlustleistung; konstante Temperatur

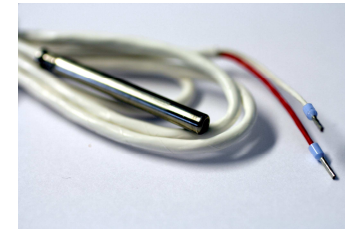
- Temperaturstabilität stark abhängig von der Qualität der Regelung
- Optimierung des Systems hin zum optimalen Betriebszustand
- Erreichbare Temperaturstabilität bis  $0.5^{\circ}\text{C}$



# Vorgehensweise zur Auslegung

## 2. Schritt: Optimierung der Messfühlerplatzierung

**Wo soll die Temperatur „Exakt“ sein?**



**Generell gilt:** Die Genauigkeit der Messung bestimmt direkt die Genauigkeit der Temperierung.

### **Möglichkeiten zur Temperaturmessungsoptimierung:**

- Anbringung möglichst direkt am Bauteil
- Möglichst verlustfreier Wärmeübergang
- Geringe Masse des Messfühlers zur schnellen Temperaturanpassung
- Messung der „Off-Set“ Temperaturdifferenz zwischen Messtemperatur und tatsächlicher Temperatur

# Vorgehensweise zur Auslegung

## 3. Schritt: Auswahl der Komponenten (Regler, Netzteil und Lastrelais)

### A) Regler:

- Durchführung einer automatischen Parametrierung am gewünschten Betriebspunkt  
Vorsicht: Heizleistung ist circa 3 – 4 mal höher als die Peltierkühlleistung
- Einstellung auf PWM–Steuerung im Bereich 1kHz – 5kHz zur schnellen Steuerung und Schonung des Peltierelements



### B) Netzteil:

- Analog regelbares Netzteil der Versorgungsspannung
- einfachere Realisierung durch PWM

### C) Lastrelais:

- Normalerweise Halbleiterrelais zur Realisierung vieler und schneller Schaltzyklen
- Für Heiz- und Kühlbetrieb muss das Relais in der Lage sein, die Versorgungsspannung umzupolen



# Vorgehensweise zur Auslegung

## 4. Schritt: Auswahl des Kühlkörper und Lüfter

### A) Kühlkörper:

- Möglichst geringer Wärmewiderstand bezogen auf die Fläche des Peltierelements
- Masse des Kühlkörpers an die benötigte Regelgeschwindigkeit anpassen
- je größer die Masse desto mehr gespeicherte Wärme im System



### B) Lüfter:

- Möglichst große Luftleistung zur Unterstützung des Wärmewiderstands des Kühlkörpers
- Unterstützung der Regelung durch Steuerung der Lüftergeschwindigkeit meist nicht sinnvoll
- Generell: Betrieb einer thermoelektrischen Kühlung ohne Lüfter nur selten sinnvoll



# Vorgehensweise zur Auslegung

## 5. Schritt: Auswahl des Peltierelements



### **A) Mechanische Auswahl und Adaptierung:**

- Die Abmaße des Peltierelements sollten der zu temperierenden Fläche entsprechen, sie aber nicht überschreiten
- Anbringung des Elementes auf der Applikation mittels Thermal-Interface-Material oder Löten

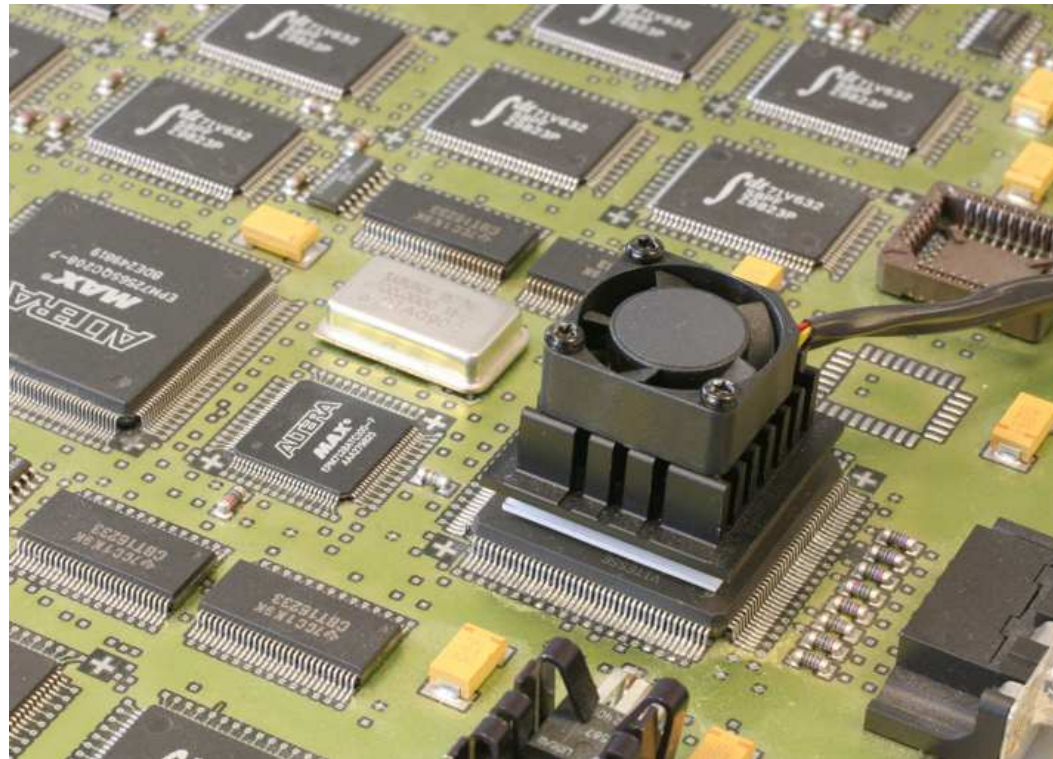
### **B) Elektrisch:**

- Abstimmung der elektrischen Aufnahmeleistung mit dem Wärmewiderstand des Kühlkörpers
- Generell sollten Peltierelemente so „schwach“ wie möglich ausgelegt sein, um die Belastung des Kühlkörpers durch reine Verlustleistung des Peltierelements gering zu halten.

# Applikationen

**Chiptemperierung**

**Veränderliche Verlustleistung – hohe Temperaturstabilität**





**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

**UWE**  
***electronic***

***aus Freude am Support***