

Studiengang Mechatronik

Modul 16:

FEM – Finite Elemente Methode

- 7. Übung -

Prof. Dr. Enno Wagner

15. Dezember 2025

Untersuchung Wärmeleitproblem

- Wärmeleitung in ebener Platte
- Kennenlernen der thermischen Randbedingungen
- Simulation Aufheizvorgang

Konstruktion einer Prozessorkühlung

- Freie Übungsaufgabe

Wärmeleitplatte

- Hauptmaße: 40 x 100 mm
- symmetrisch aufgebaut
- Dicke der Platte: 10 mm

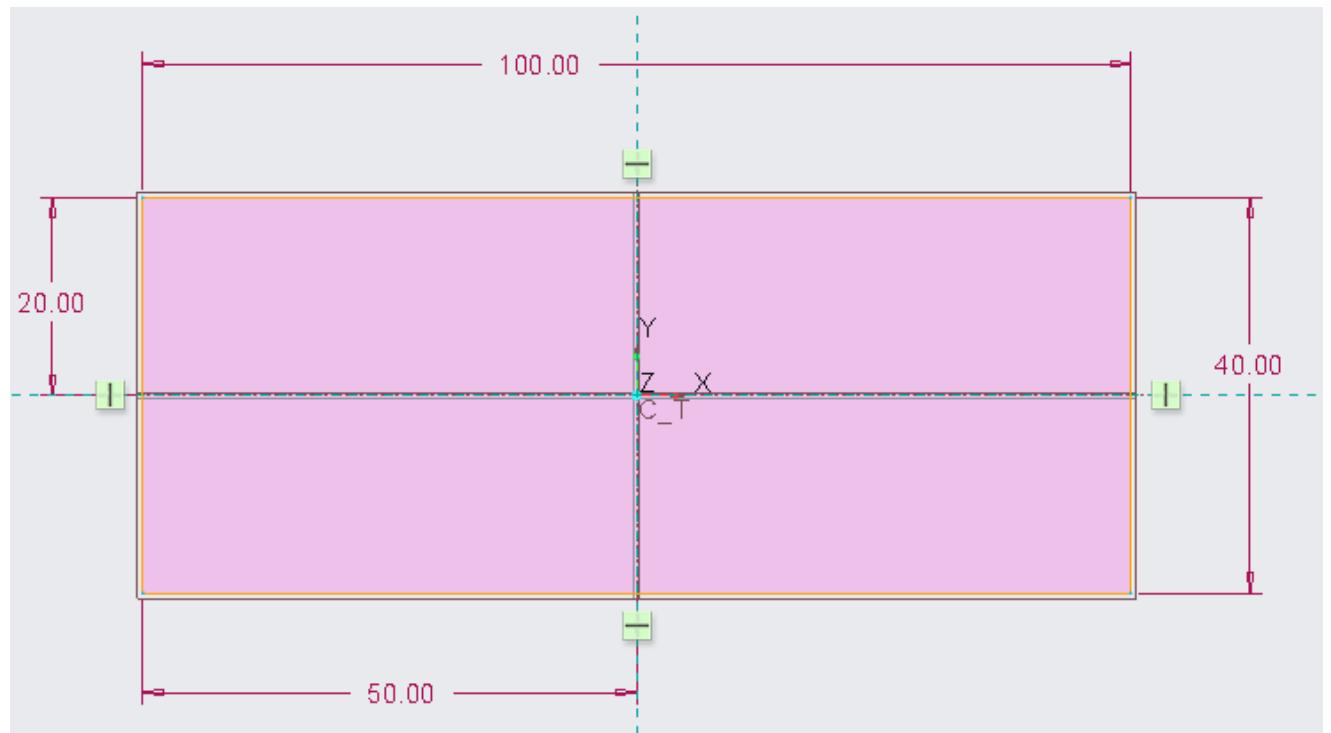
Materialangaben:

Werkstoff: Aluminium

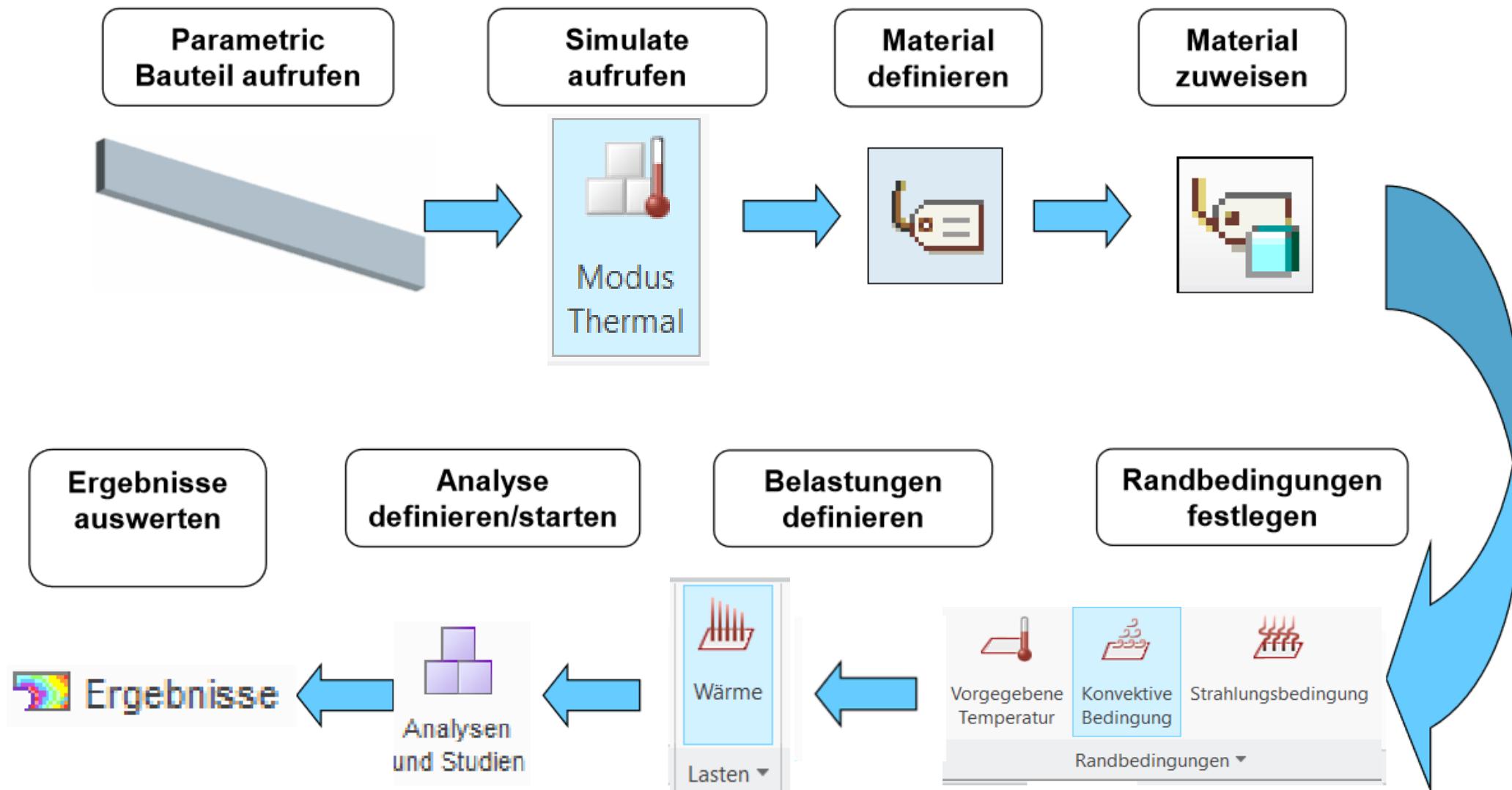
Wärmeleitfähigkeit: $\lambda = 230 \text{ W/(mK)}$

Spez. Wärmekapazität: $c = 896 \text{ J/(kgK)}$

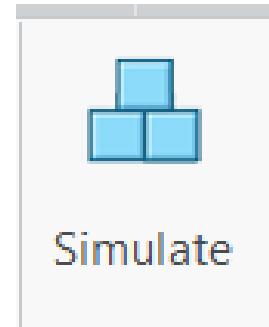
Dichte: $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$



Vorgehen bei der FEM „Thermal“



Simulate aufrufen



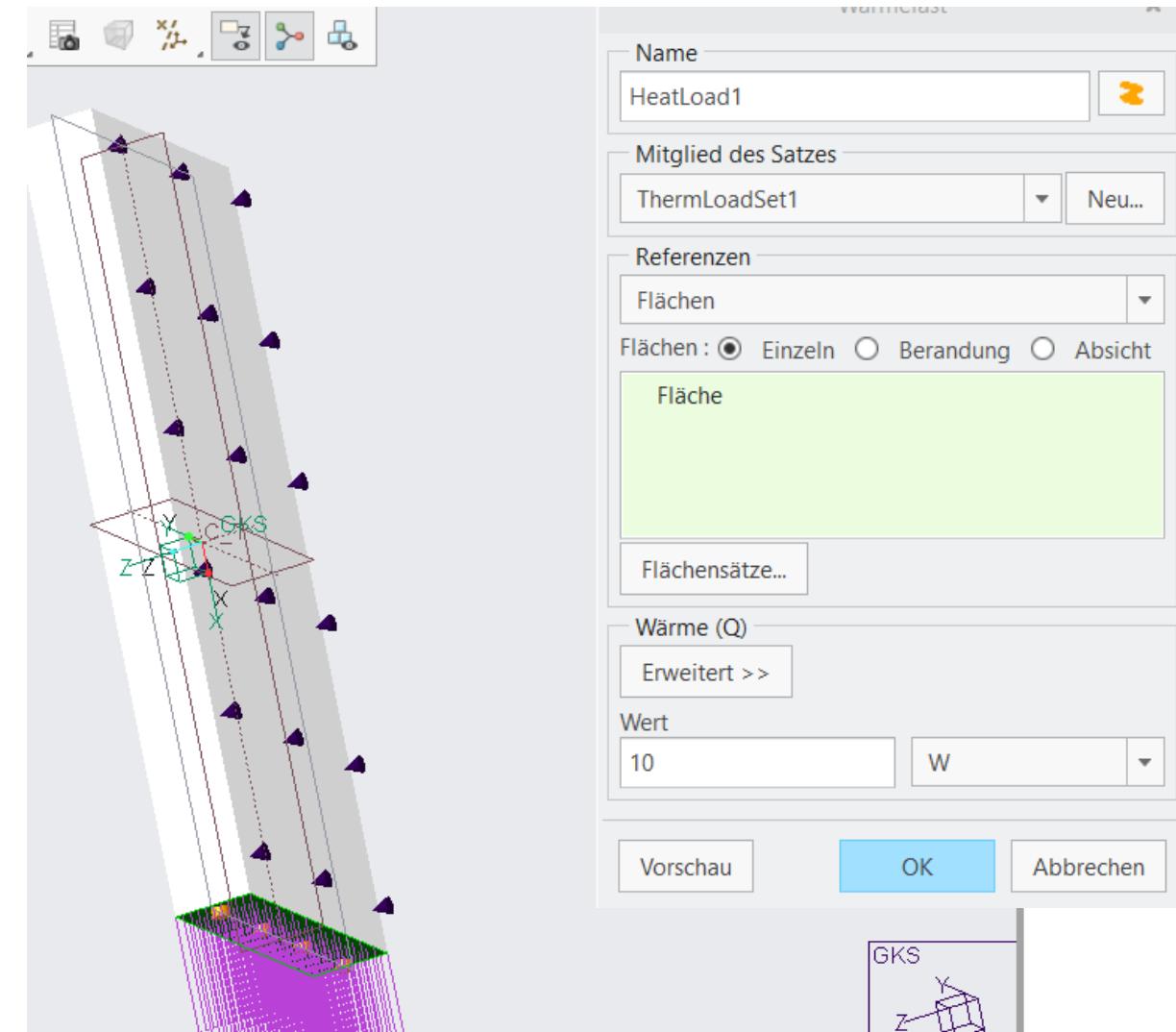
Modus: Thermal



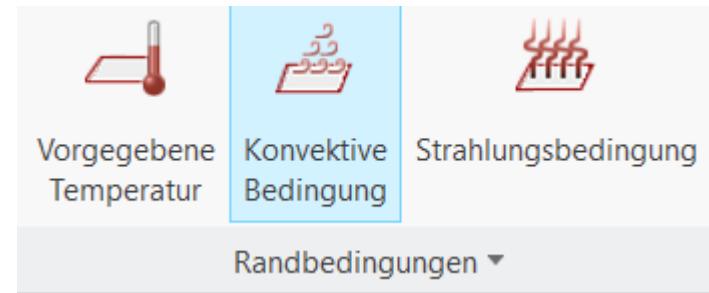
Wärmeeintrag aufbringen

Wärmelast definieren

- Last „Wärme“ auswählen
- Name: „HeatLoad1“
- Untere Fläche anwählen
- Wert: 10 W

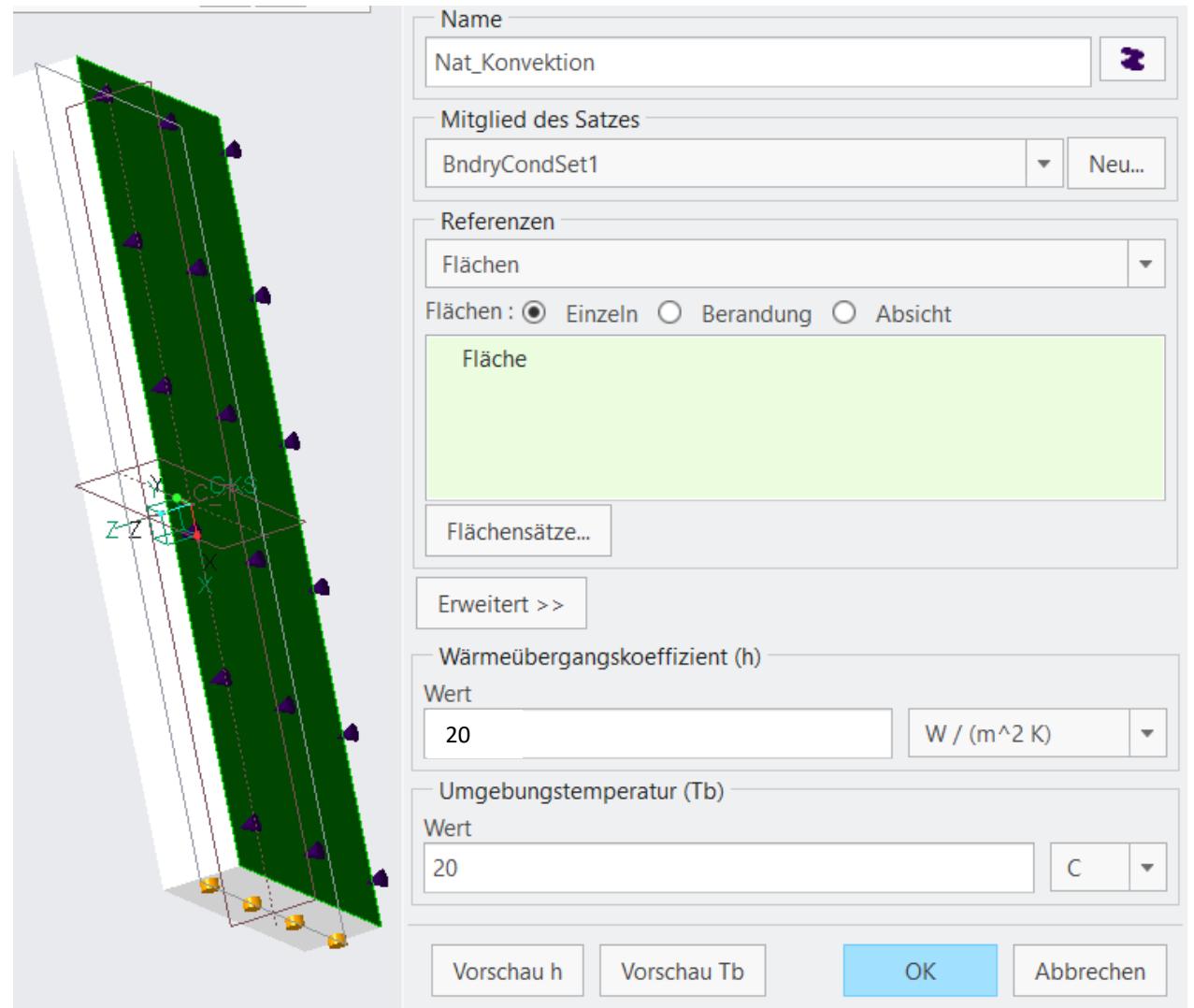


Randbedingung Definieren



Flächenbereiche für Natürliche Konvektion definieren

- Randbedingung Konvektive Bed.
- Große Seitenfläche wählen
- Wert: $20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Umgebungstemperatur: 20°C



Neue stationäre Wärmeanalyse

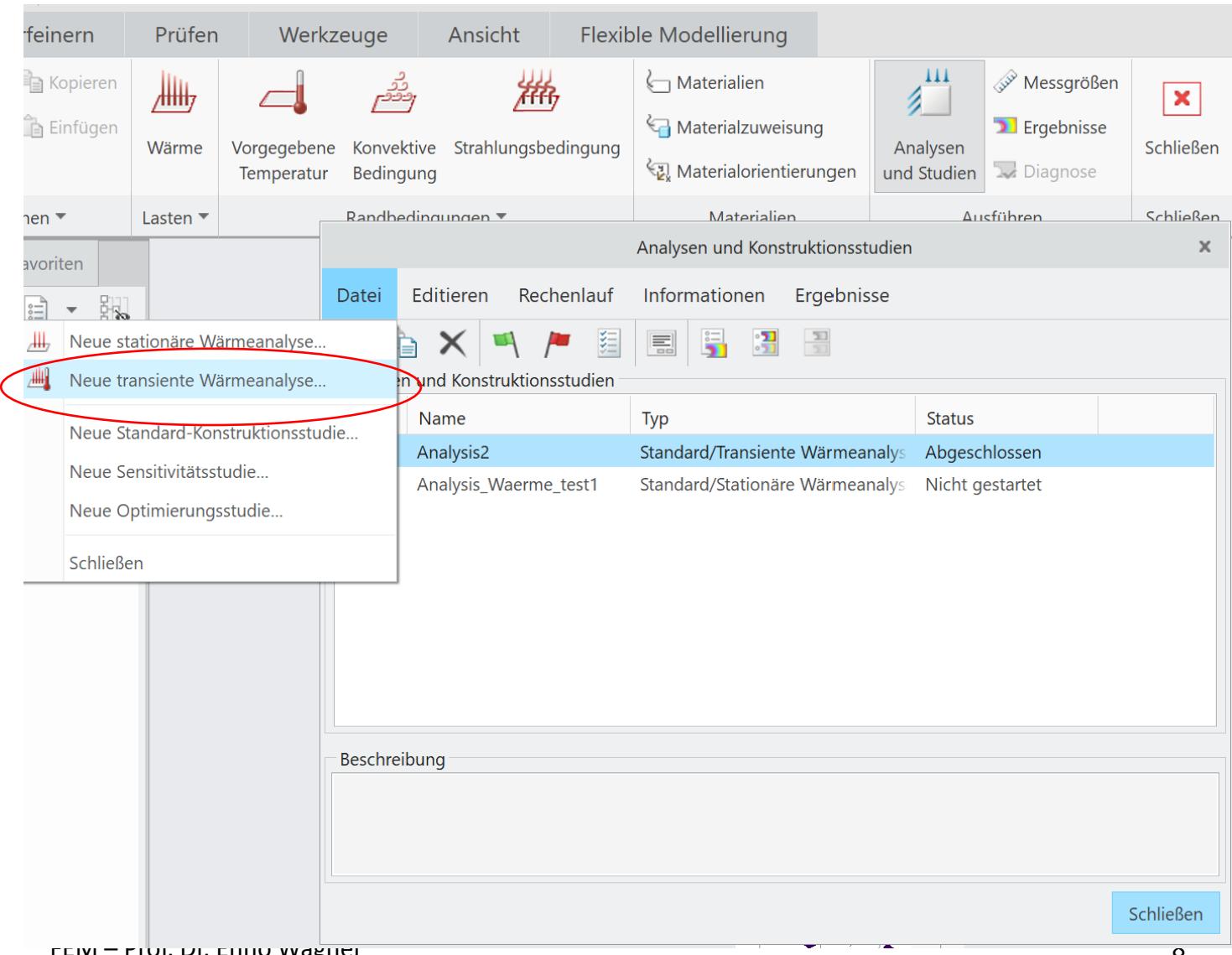
Alternativ:

Neue transiente Wärmeanalyse

=> Zeitverlauf (neu!)

Starttemperatur: 20°C

Genauigkeit 0,001

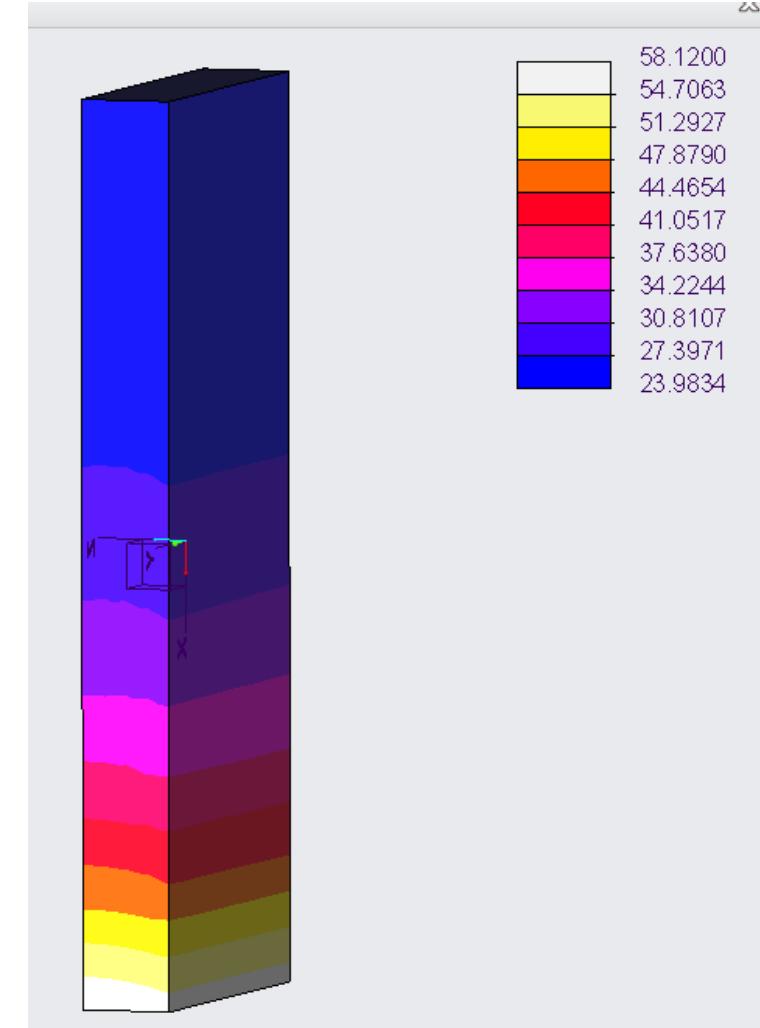


Ergebnis

- Farbfeld Temperatur anzeigen

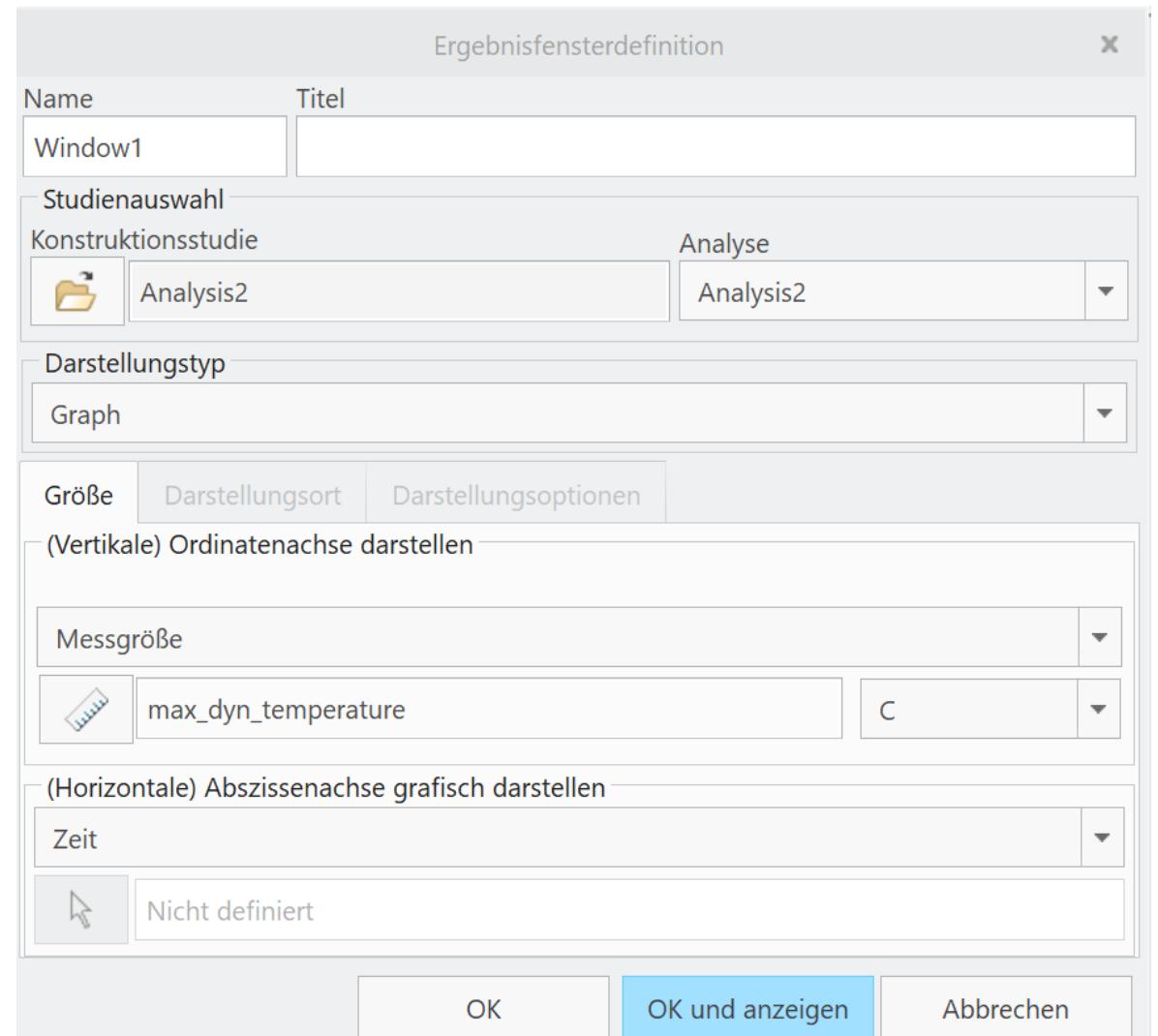
Interpretation:

- Gute Wärmeleitung über Materialdicke
- Schlechte Wärmeleitung über die Höhe
- Ab der halben Höhe Raumtemperatur angenähert
- Lokale Erhitzung bei Wärmeeintrag unten



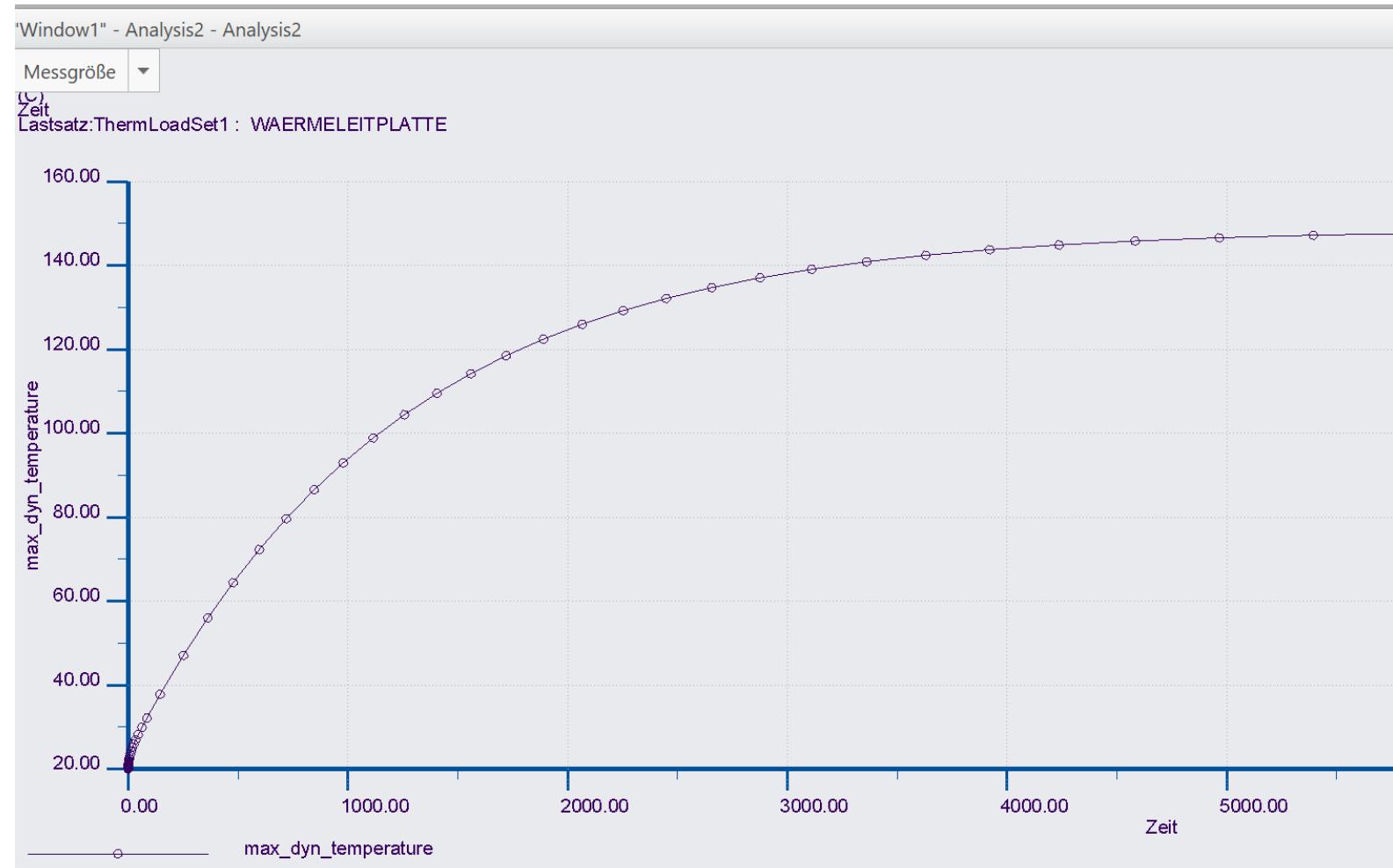
Darstellung des Zeitverlaufs

- Ergebnisfenster-Definition
- Darstellungstyp: Graph
- Messgröße => max_dyn_temp.
- Darstellung über die Zeit



Darstellung

- Temperatur Zeitverlauf
- Über Ansicht => zoomen
- Abschätzung: Wie lange braucht die Platte um eine stationären Zustand zu erreichen?



Zusatzaufgabe

Konstruktion einer Prozessorkühlung

Prozessor (CPU)

Abmessungen: 50 x 50 x 5 (mm)

Eckenfase: 2x45°

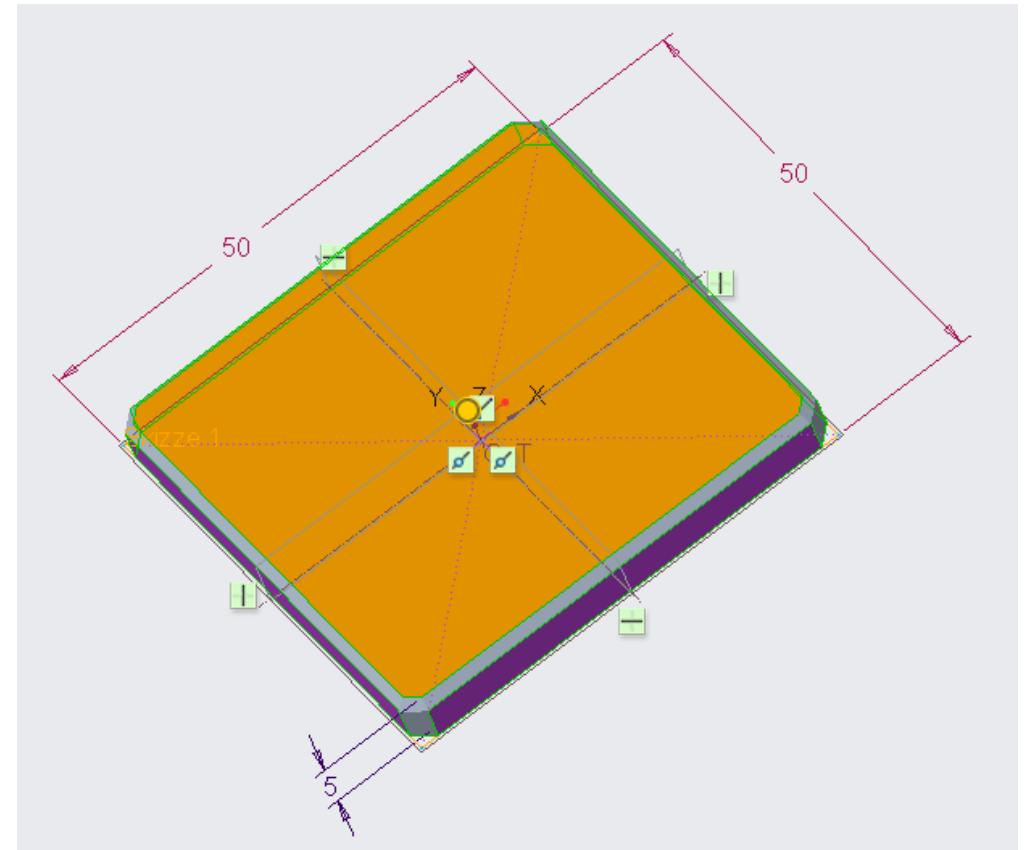
Kantenfase Oberseite: 1x45°

Material: Silizium

Thermische Leistung: 30 W

Max. CPU Temperatur: 85°C

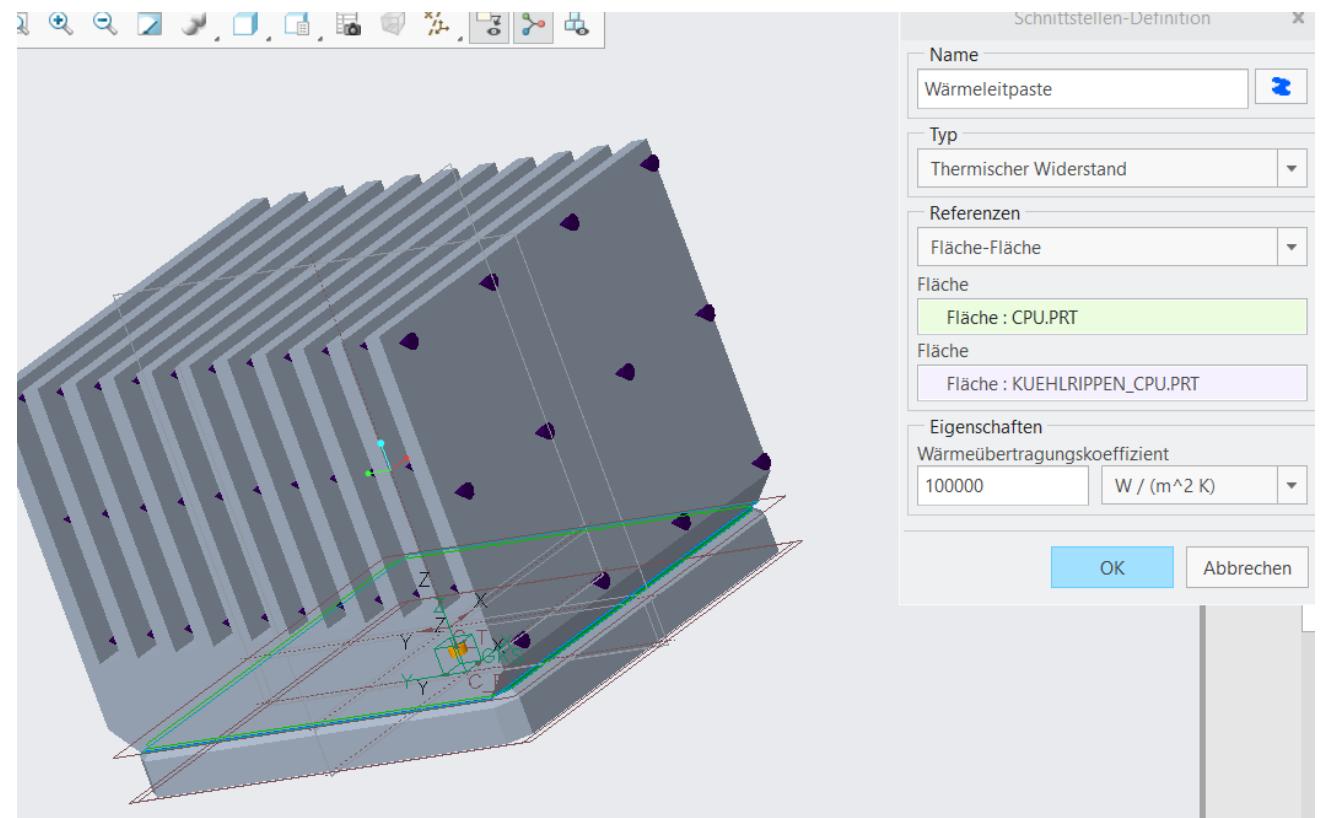
Umgebungstemperatur: 30°C



Aufgaben:

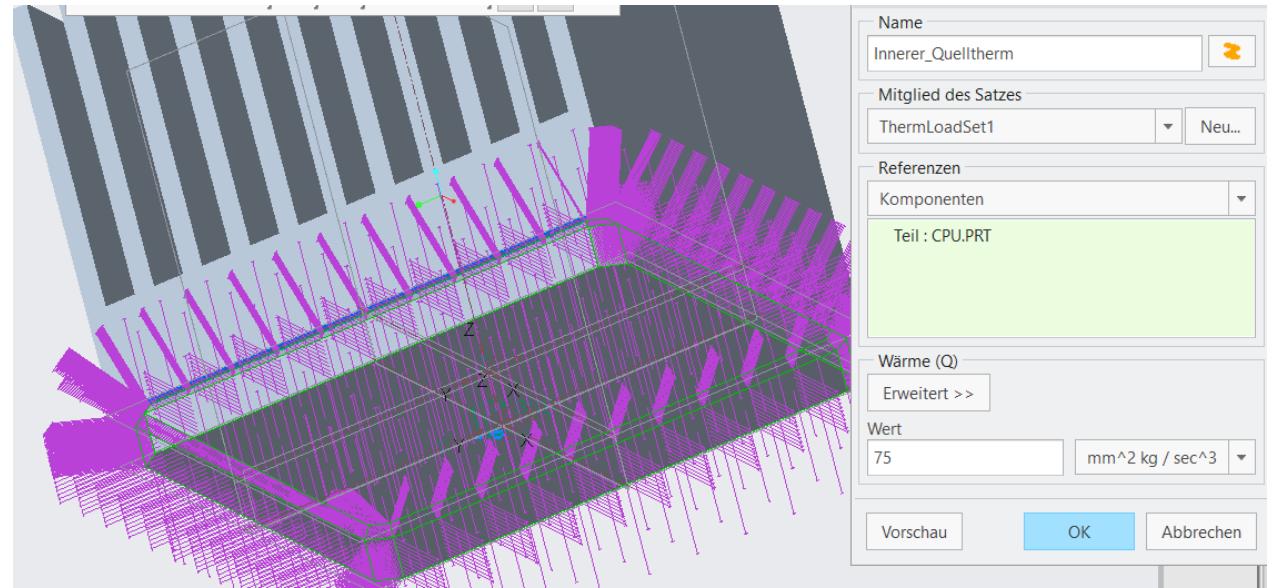
1. Gestalten Sie ein geeigneten Wärmeübertrager
2. Finden Sie realistische Werte für die Wärmeübergangskoeffizienten (Literatur, Internet, etc.)

Schnittstelle zwischen zwei Komponenten (Zusammenbau)

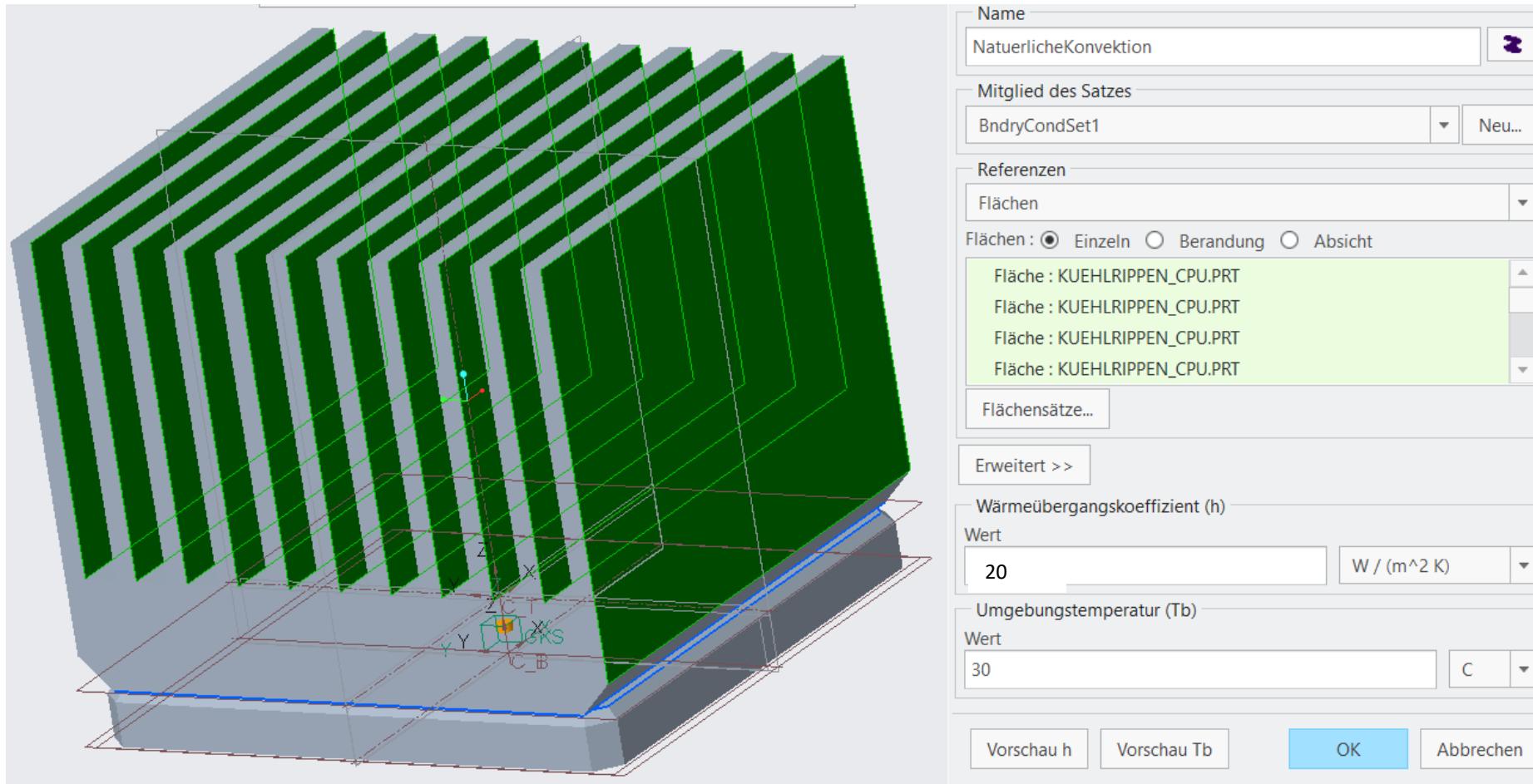


Interner Quellterm In der Komponente

In der CPU werden 30 W erzeugt



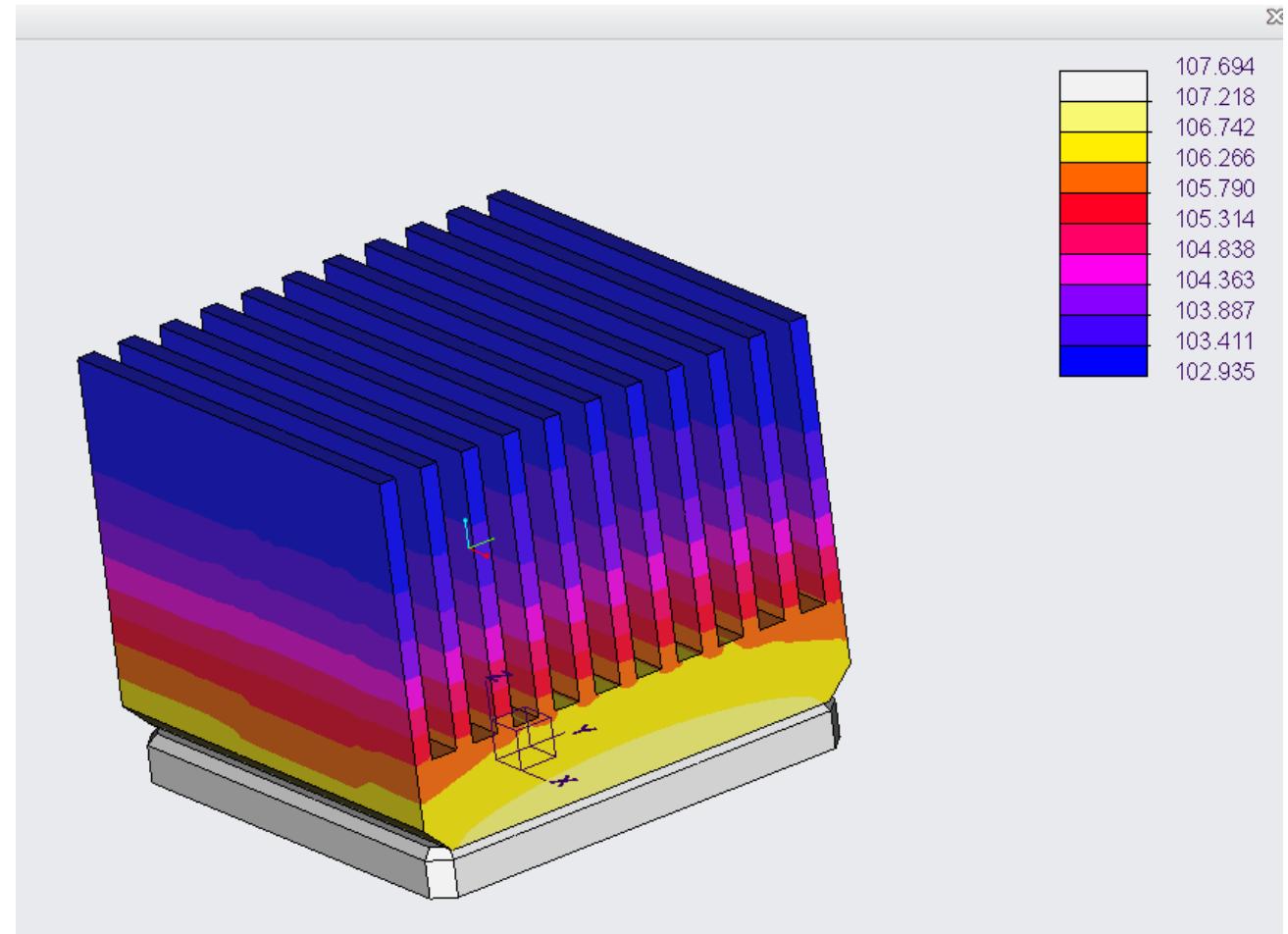
Randbedingung natürliche Konvektion



Ergebnis (Beispiel)

$$\alpha = 20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$T_{\max} = 107 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



Viel Erfolg !

Hinweis

Diese Folien sind ausschließlich für den internen Gebrauch im Rahmen der Lehrveranstaltung an der Frankfurt University of Applied Sciences bestimmt. Sie sind nur zugänglich mit Hilfe eines Passwortes, dass in der Vorlesung bekannt gegeben wird.