# Simulationssoftware

## Problemstellung

Bei einem Schweißvorgang hängt die Breite und Tiefe der Schweißnaht von den erzeugten Materialtemperaturen sowie den zu erreichenden Temperaturschwellen ab. Die erzeugten Materialtemperaturen und zu erreichenden Temperaturschwellen ergeben sich wiederum aus unterschiedlichen Material- und Schweißeigenschaften. Grundsätzlich lassen sich die erzeugten Materialtemperaturen durch mathematische Modelle präzise vorhersagen. Jedoch sind diese Modelle nicht für analytische Methoden geeignet, weshalb es schwer ist die Ausdehnung der Schweißnaht praktisch zu bestimmen. Aus diesem Grund soll eine numerische Methode entwickelt werden, um die Ausdehnung der Schweißnaht möglichst genau abschätzen zu können.

## Temperaturmodell

Das allgemeine Modell für die Berechnung der Materialtemperatur an einer beliebigen Materialposition ist definiert nach Matsuda et al. 1979 durch die Funktion

.

In dieser Funktion stellen die Variablen die Ausgangstemperatur des Materials, die Wärmeleitfähigkeit des Materials, die Wärmeleitzahl des Materials und die Schweißgeschwindigkeit in -Richtung dar. Des Weiteren definiert die Variable die Anzahl der punktförmigen Wärmequellen, durch welche die in der Realität kontinuierliche Wärmequelle approximiert wird. Die Variablen für beschreiben dabei die Wärmebeiträge der einzelnen Wärmequellen und berechnen sich durch die Gleichung

.

Zudem beschreiben die Variablen für die Positionen der einzelnen Wärmequellen. Die Berechnung der Positionen unterscheidet sich für unterschiedliche Schweißkopfbewegungen. Im Rahmen dieser Arbeit werden Linearpendel und Kreispendel betrachtet. Für das Linearpendel errechnen sich die Positionen durch die Gleichungen

und und mit .

Für das Kreispendel berechnen sich die Position hingegen durch die Gleichung

und und mit .

In diesen Gleichungen repräsentiert die Variable mit den Pendelradius. Schließlich beschreiben die Funktionen für die Distanzen der beliebigen Materialposition zu den Positionen der einzelnen Wärmequellen und berechnen sich durch die Funktion

.

## Berechnungsverfahren

Die numerische Methode für die Abschätzung der Breite und Tiefe der Schweißnaht auf Basis des Temperaturmodells teilt sich in drei wesentliche Schritte auf. Im ersten Schritt wird die Ausdehnung der Schweißnaht in -Richtung bestimmt. Im zweiten Schritt wird die Ausdehnung der Schweißnaht in -Richtung abgeleitet. Im dritten und letzten Schritt wird schließlich die Ausdehnung der Schweißnaht in -Richtung abgeschätzt. Im folgenden sind die drei Schritte detaillierter beschrieben.

### Schritt 1: Ausdehnung in -Richtung

TODO

### Schritt 2: Ausdehnung in -Richtung

TODO

### Schritt 3: Ausdehnung in -Richtung

TODO