

DYMOLA – Informationstag TU Wien, 21.10.2004

Dipl.-Ing. Anton Haumer

www.Haumer.at

Technisches Büro für Elektrotechnik
Elektrische Antriebstechnik

Die Entwicklung einer einfachen Bibliothek zur Modellierung von Kühlmittelströmen

- Warum DYMOLA / Modelica?
- Bisherige Arbeiten, Motivation
- Kühlmittelstrom-Bibliothek: Forderungen, Voraussetzungen
- Grundlagen und Aufbau der Bibliothek
- Ein einfaches Beispiel: Gleich- und Gegenstromkühler
- Ein komplexes Beispiel: Erwärmung eines Asynchronmotors
- Vergleich mit Messwerten
- Ausblick, Diskussion

Warum DYMOLA / Modelica?

- Simulation seit über 20 Jahren
- DYMOLA / Modelica seit ca. 3 Jahren (Kundenprojekt)
- physikalisch orientiert:
 - Connector (Schnittstelle) enthält Potentiale und Flussgrößen
 - Gleichungen statt Zuweisungen (z.B. Energiebilanzen)
 - connect: Knotenregeln (Fluss) und Maschenregeln (Potential)
- objektorientiert und modular
- stabile Simulation auch bei idealisierenden Annahmen
- integrierte Source:
 - Gleichungen + graphische Repräsentation + Dokumentation (HTML)
- multidisziplinär:
 - Regelungstechnik (Blocks)
 - Elektrotechnik
 - Mechanik (rotational, translational, 3D)
 - Thermodynamik
 - stetige Erweiterung: Modelica.Association www.modelica.org

Bisherige Arbeiten, Motivation

- Entwicklung einer Bibliothek für elektrische Maschinen
 - Teil der neuen Modelica Standard Library 2.1
- Auslegung von elektrischen Maschinen
 - Betrachtung der Erwärmung wird immer wichtiger
- Modelica.Thermal.HeatTransfer:
 - dynamische Modellierung 1-dimensionaler Wärmeströme
- Wesentlich für die Kühlung elektrische Maschinen:
 - Kühlmittelströme
- Möglichkeiten:
 - Temperaturen während eines Lastspiels
z.B. Fahrspiel eines Straßenbahn-Antriebsmotors

Kühlmittelstrom-Bibliothek: Forderungen, Voraussetzungen

- einfach zu handhaben
 - vordefinierte Medien (Luft, Wasser, ...)
 - leicht erweiterbar
 - Verzweigung und Mischung von Kühlmittelströmen
 - Umkehr der Strömungsrichtung
- inkompressible Medien, konstante Medienparameter:
 - spez. Wärme, Dichte, Wärmeleitfähigkeit, Viskosität
- keine Mischung verschiedener Medien
- kein Phasenübergang
- Druckdifferenzen nur zufolge Reibung
- keine Konkurrenz zur Modelica.Media / Modelica.Fluid

Grundlagen und Aufbau der Bibliothek

- Connector:

- Potentiale**

- Druck

- Temperatur

- Flussgrößen**

- Massestrom

- Energiestrom „simpleEnergyFlow“ $c_p \cdot \dot{m}$

- Grundgleichungen:

- Modelica addiert die zufließenden Masseströme

- Massestrombilanz:

- $\text{flowPort_a.mflow} + \text{flowPort_b.mflow} = 0;$

- Druckdifferenz $\sim$ Massestrom (laminar) bzw. Massestrom² (turbulent)

- Modelica addiert die zufließenden Energieströme

- Energiestrombilanz:

- $\text{flowPort_a.sEflow} + \text{flowPort_b.sEflow} + Q_{\text{flow}} = \text{medium.cp} \cdot \dot{m} \cdot \text{der}(T);$

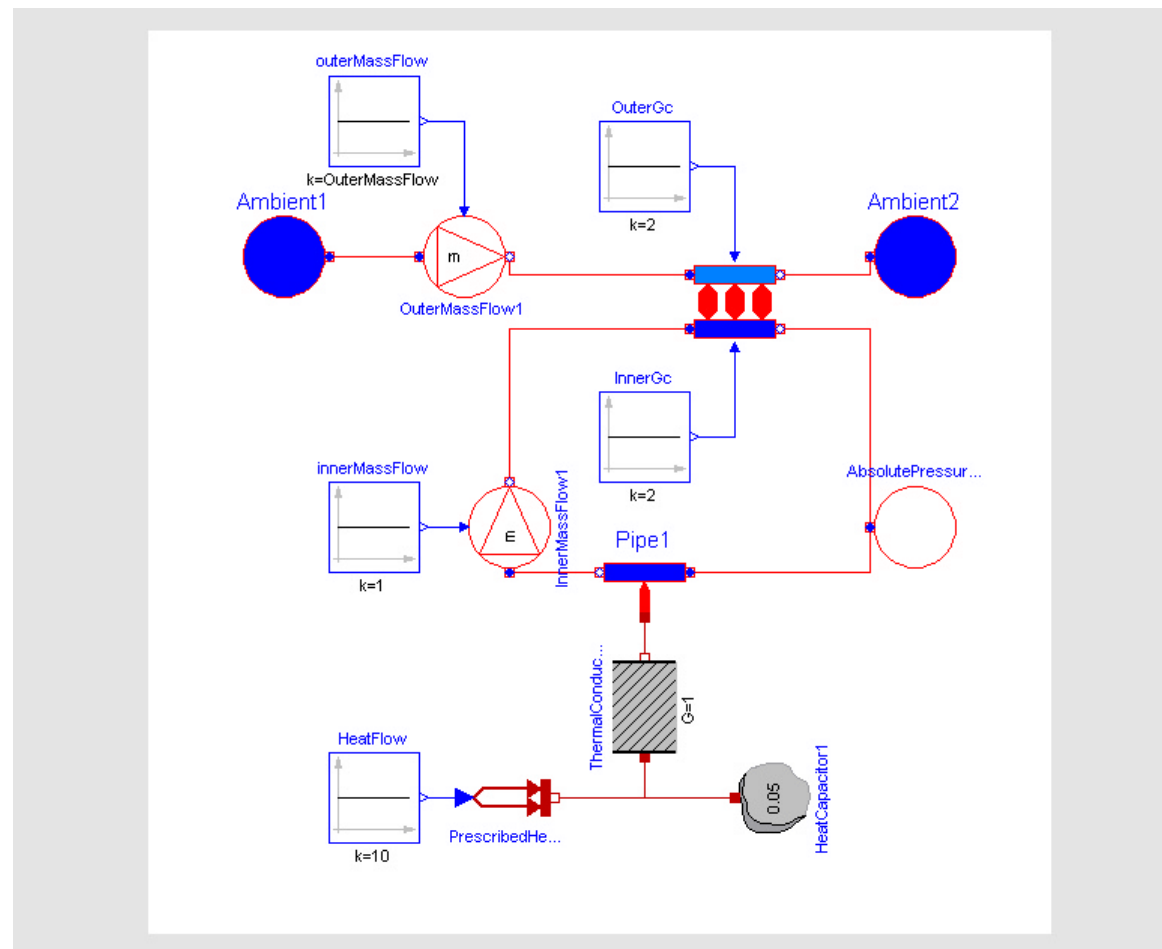
- Festlegung der Temperaturen – Beachtung der Mischungsregel:

- $\text{flowPort_a.sEflow} = \text{medium.cp} \cdot \text{semiLinear}(\text{flowPort_a.mflow}, \text{flowPort_a.T}, T);$

- $\text{flowPort_b.sEflow} = \text{medium.cp} \cdot \text{semiLinear}(\text{flowPort_b.mflow}, \text{flowPort_b.T}, T);$

T ... Austrittstemperatur des Mediums

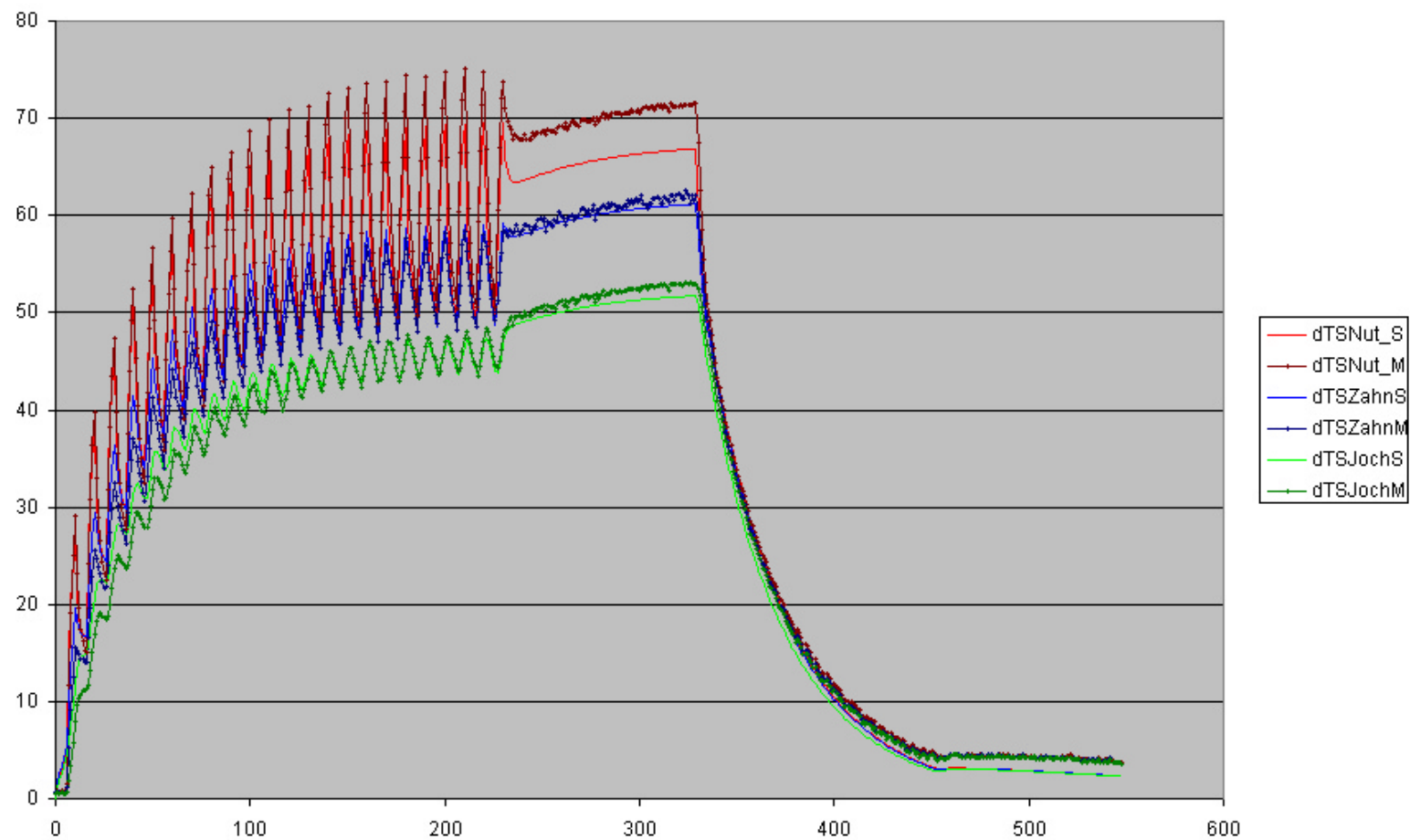
Ein einfaches Beispiel: Gleich- und Gegenstromkühler



www.Haumer.at



Vergleich mit Messwerten



Ausblick, Diskussion

- Ausblick:
 - Abgleich mit Messungen / verbesserte Parameterberechnung
 - Kopplung des elektromagnetischen Modells mit dem thermischen Modell

•Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

•Für Fragen stehe ich gerne zur Verfügung:

www.Haumer.at
A.Haumer@Haumer.at