

## DYMOLA – Informationstag TU Wien, 17.11.2005

**Dipl.-Ing. Anton Haumer**

[www.Haumer.at](http://www.Haumer.at)

Technisches Büro für Elektrotechnik  
Elektrische Antriebstechnik

### **InterDisciplinary Example**

**Demo-Beispiel mit Elektrotechnik, Mechanik und Thermodynamik  
Erwärmung eines DC-Motors im Aussetzbetrieb**

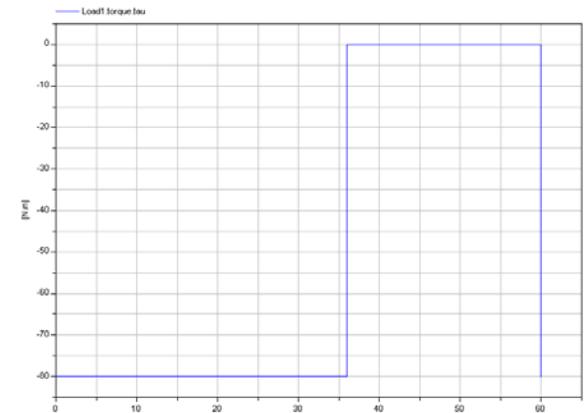
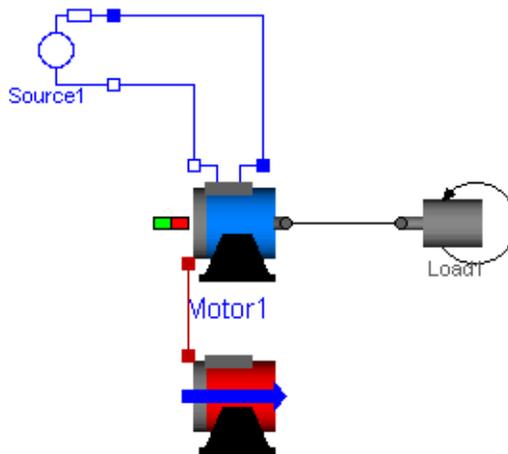
- Warum Dymola / Modelica?
- Motivation und Zielsetzung
- Entwicklung der Komponenten
- Entwicklung des Gesamtmodells
- Ergebnisse
- Diskussion

## Warum DYMOLA / Modelica?

- 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](http://www.modelica.org)

## Motivation / Zielsetzung

- Dynamische Erwärmung eines DC-Motors im Durchlaufbetrieb mit Aussetzbelastung S6
- Analyse der Benötigten Komponenten:
  - DC-Motor (elektromagnetisch/mechanisches Modell)
  - Thermisches Modell des DC-Motors
  - Elektrische Anspeisung des DC-Motors
  - Mechanische Belastung des DC-Motors



## Entwicklung der Komponenten: DC-Motor (elektromagnetisch / mechanisches Modell)

• `Modelica.Electrical.Machines.BasicMachines.DCMachines.DC_PermanentMagnet`

### • Anpassungen:

- Austausch des Ankerwiderstandes (temperaturabhängig)

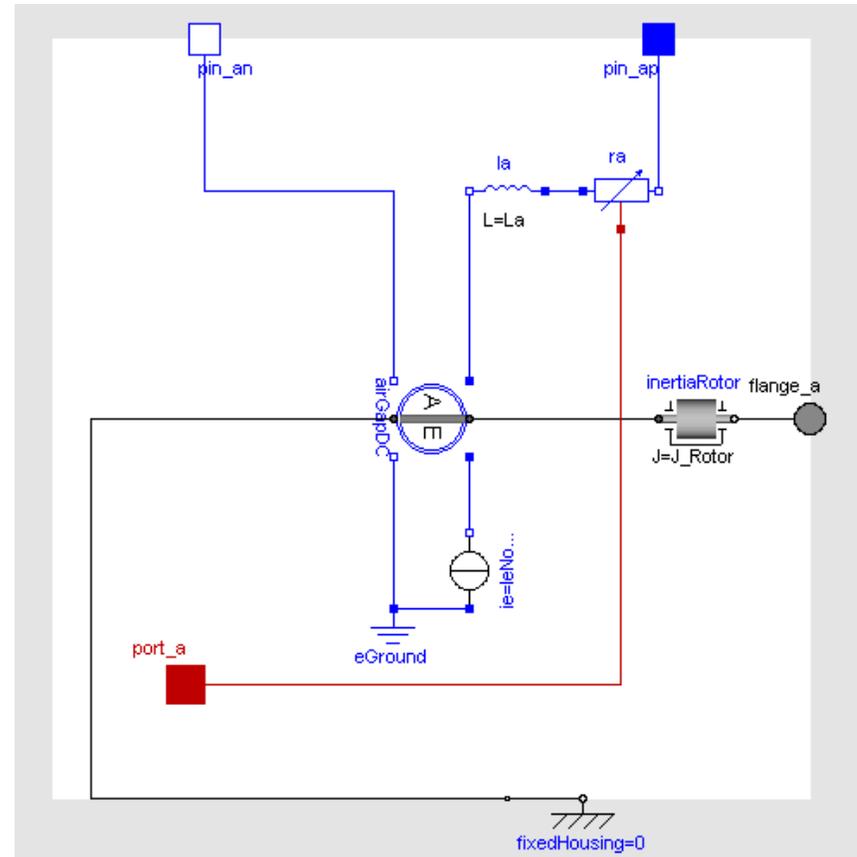
$$R(T) = R(T_{\text{Ref}}) \cdot [1 + \alpha \cdot (T - T_{\text{Ref}})]$$

$$\frac{R(T)}{R(T_{\text{Ref}})} = \frac{235^{\circ}\text{C} + T^{\circ}\text{C}}{235^{\circ}\text{C} + T_{\text{Ref}}^{\circ}\text{C}} = 1 + \frac{T - T_{\text{Ref}}}{235^{\circ}\text{C} + T_{\text{Ref}}^{\circ}\text{C}}$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{1}{235^{\circ}\text{C} + T_{\text{Ref}}^{\circ}\text{C}}$$

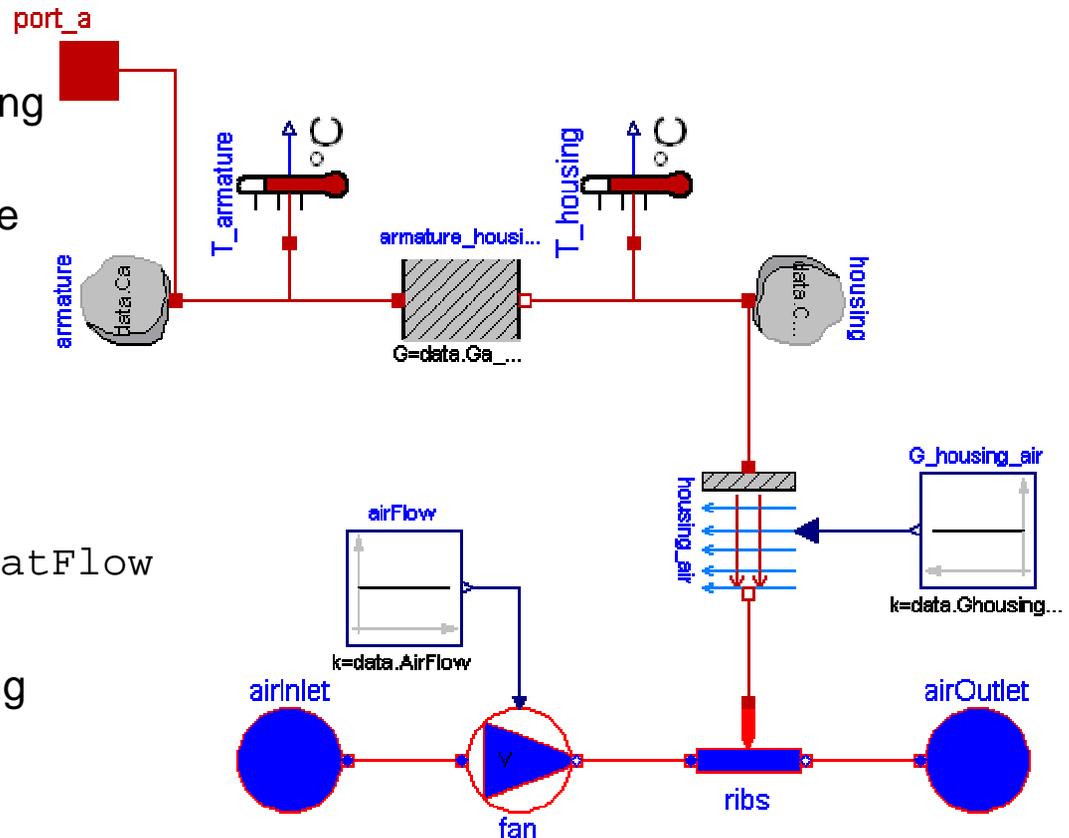
- Thermischer Connector zur Kopplung mit dem thermischen Modell

- Parametrierung über Record data
- Start mit Leerlaufdrehzahl



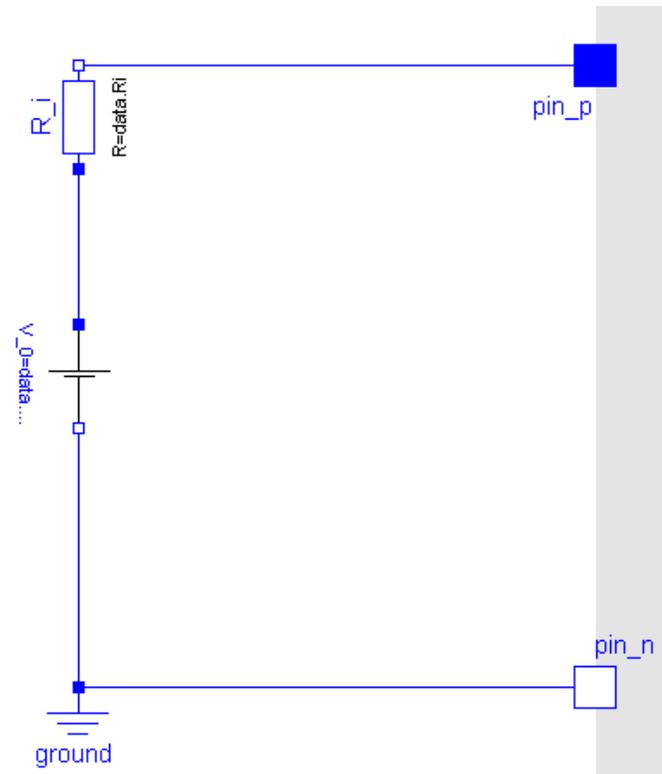
## Entwicklung der Komponenten: Thermisches Modell des DC-Motors

- Modelica.Thermal.HeatTransfer
- Thermischer Connector
- Thermische Kapazität der Wicklung
- Thermischer Leitwert  
Wicklung  $\leftrightarrow$  Blechpaket/Gehäuse
- Thermische Kapazität des  
Blechpaketes / Gehäuse
- Thermischer Leitwert  
Blechpaket/Gehäuse  $\leftrightarrow$  Kühlluft
- Modelica.Thermal.FluidHeatFlow
- Kühlluftstrom
  - Ansaugen aus der Umgebung
  - Lüfter (Kühlluftmenge)
  - Überströmen des Gehäuses
  - Ausblasen in die Umgebung



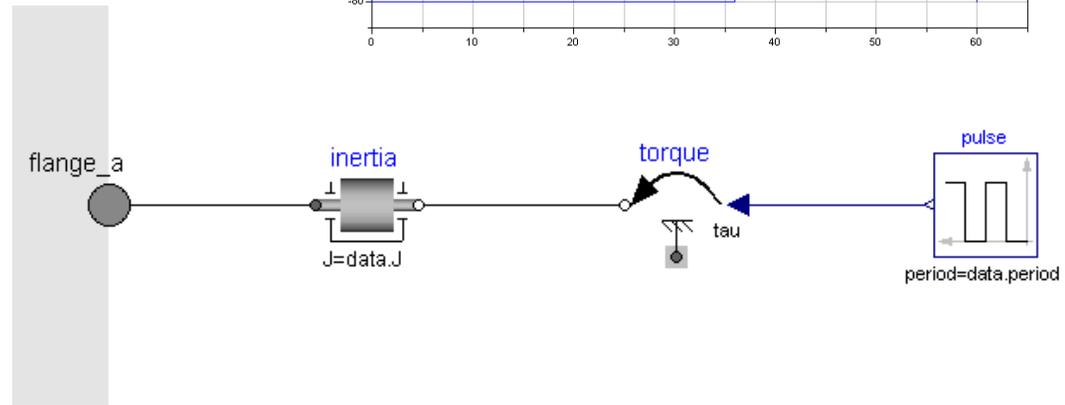
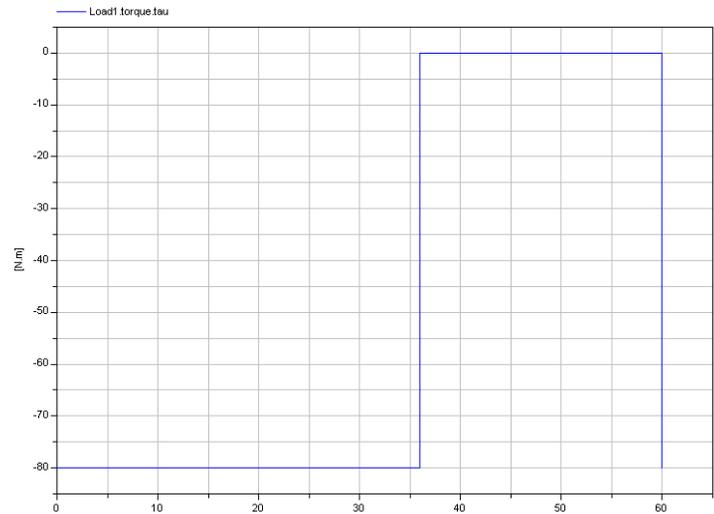
## Entwicklung der Komponenten: Elektrische Anspeisung des DC-Motors

- `Modelica.Electrical.Analog`
- Anschlussklemmen
- Gleichspannungsquelle
- Innenwiderstand
- Masse (ground)



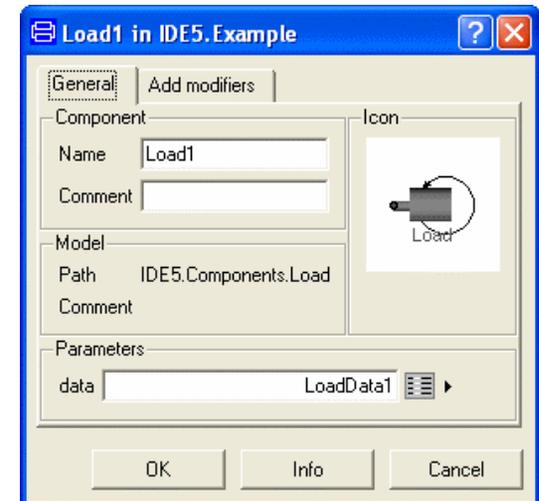
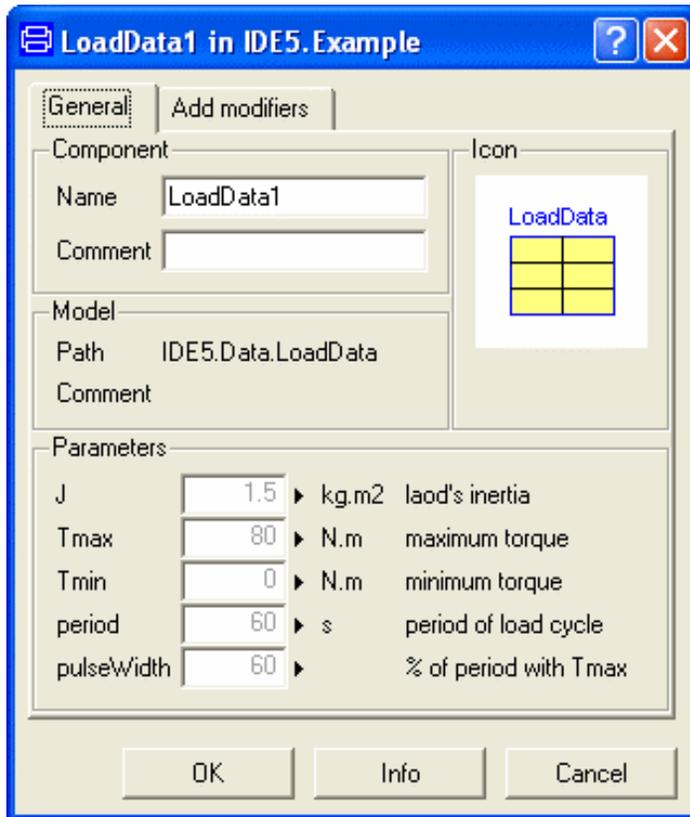
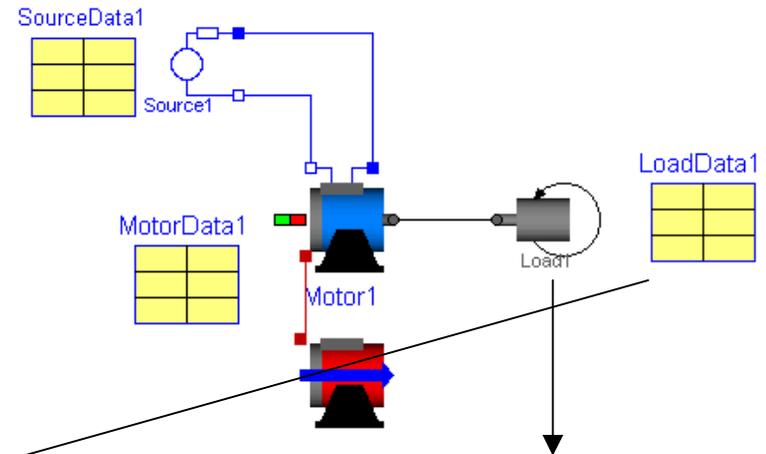
## Entwicklung der Komponenten: Mechanische Belastung des DC-Motors

- Modelica.Mechanics.Rotational
- Trägheitsmoment
- Drehmoment (bremsend)
- Zeitverlauf des Drehmomentes



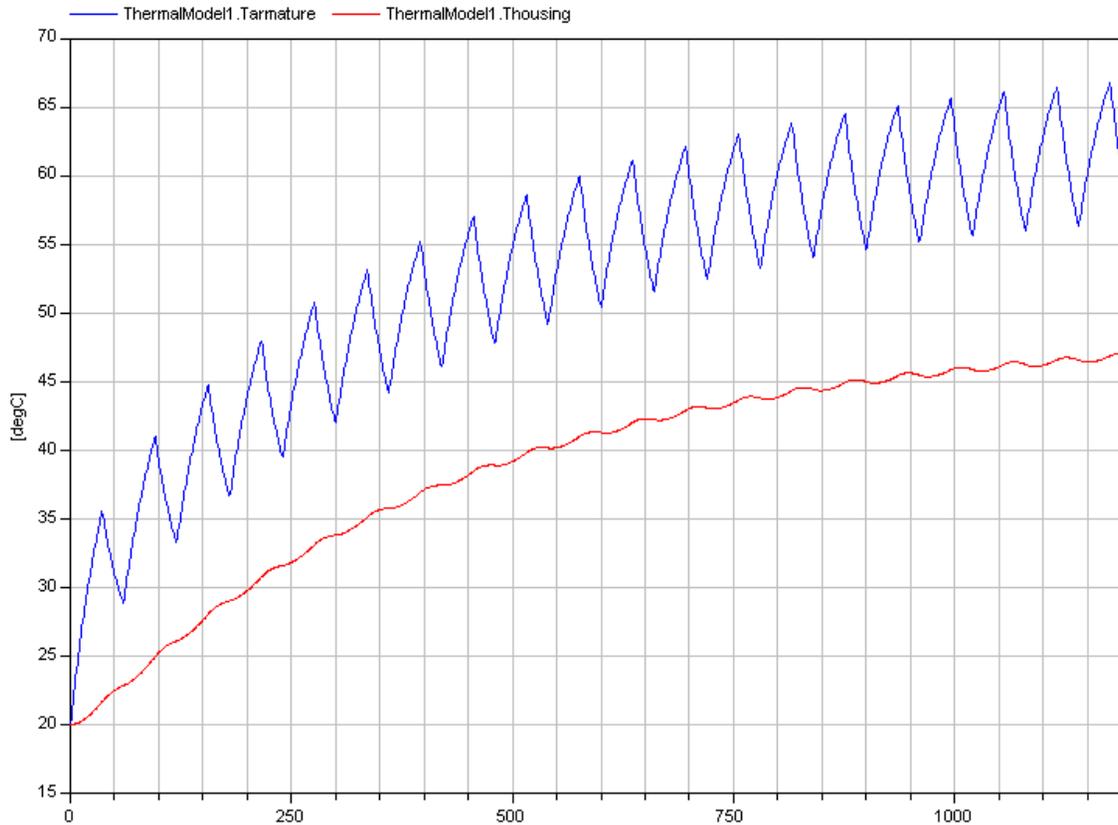
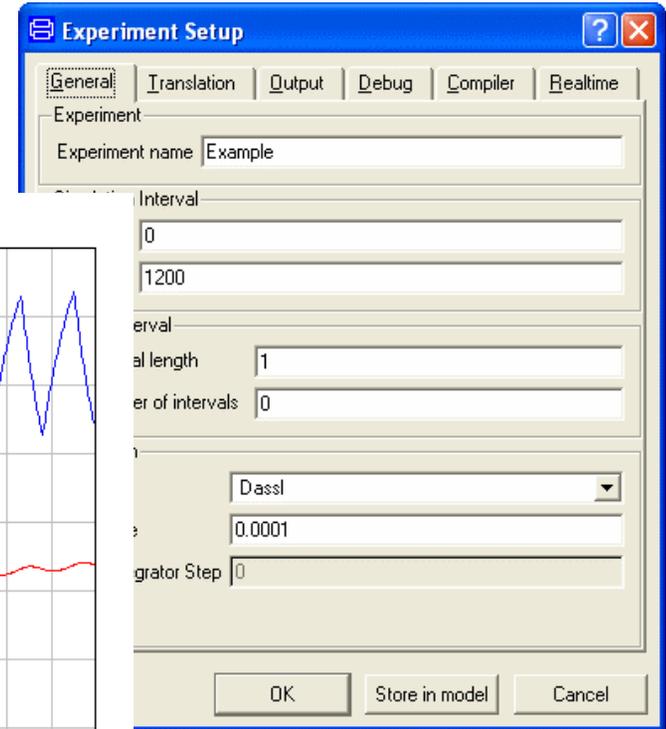
## Entwicklung der Gesamtmodells

- Drag – and – drop der Komponenten
- Parametrierung über records



# Ergebnisse

- Simulationsparameter einstellen
- Ergebnisse plotten



## Diskussion

- Zwischenschritte sind dokumentiert
  - IDE0 strukturiertes leeres package
  - IDE1 DC-Motor (elektromagnetisch / mechanisches Modell)
  - IDE2 Thermisches Modell des DC-Motors
  - IDE3 Elektrische Anspeisung des DC-Motors
  - IDE4 Mechanische Belastung des DC-Motors
  - IDE5 Gesamtmodells
- **Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**
- Für Fragen stehe ich gerne zur Verfügung:

[www.Haumer.at](http://www.Haumer.at)

[A.Haumer@Haumer.at](mailto:A.Haumer@Haumer.at)