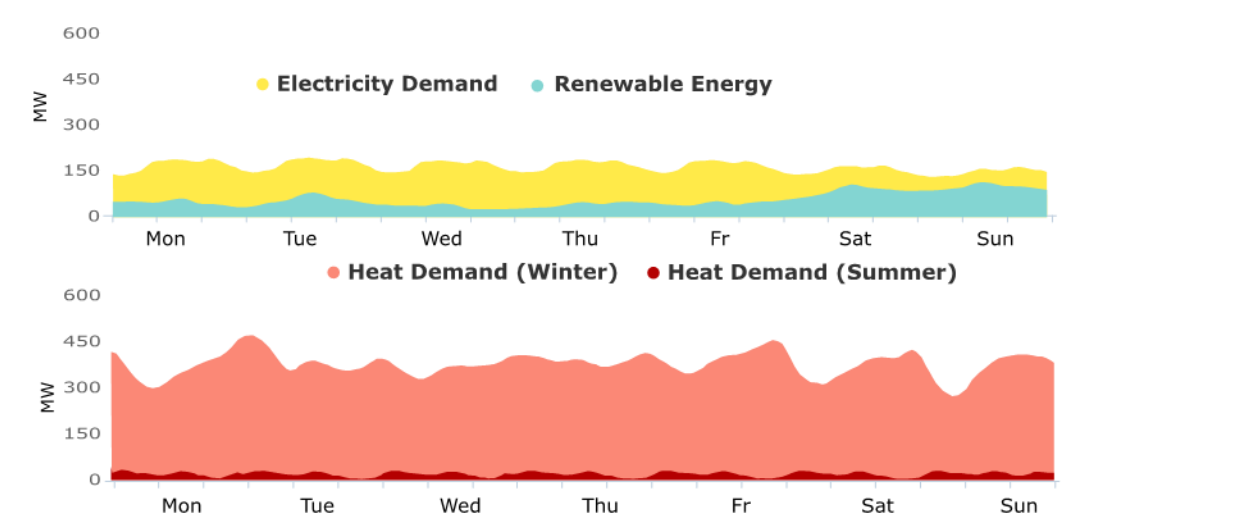


Modellierung und Simulation von Sektorenkopplungslösungen mit Hilfe von Open Standard Bauteilbibliotheken

ENERGIEBEDARF EINER NORDEUROPAISCHEN GROßSTADT



Technische Fragestellung

Die Einspeisung fluktuierender erneuerbarer Energie in das elektrische Versorgungssystem führt zu Herausforderungen, die beispielsweise durch Speichertechnologien, aber auch durch Verschiebung in andere Versorgungssektoren lösbar sind. Zur Entwicklung von Technologien und deren Betrieb, eignen sich Modellierungsansätze. Die Programmiersprache Modelica wurde für die Lösung dynamischer physikalischer Problemstellungen in unterschiedlichen Bereichen entwickelt und wurde bereits erfolgreich für die Entwicklung von Sektorenkopplungstechnologien und deren Betrieb eingesetzt.

Werkzeuge zur Lösung

Models

Libraries for the grid and its components

Computational engines

Powerful back-end for multiple analyses

OPTIMICA COMPILER TOOLKIT

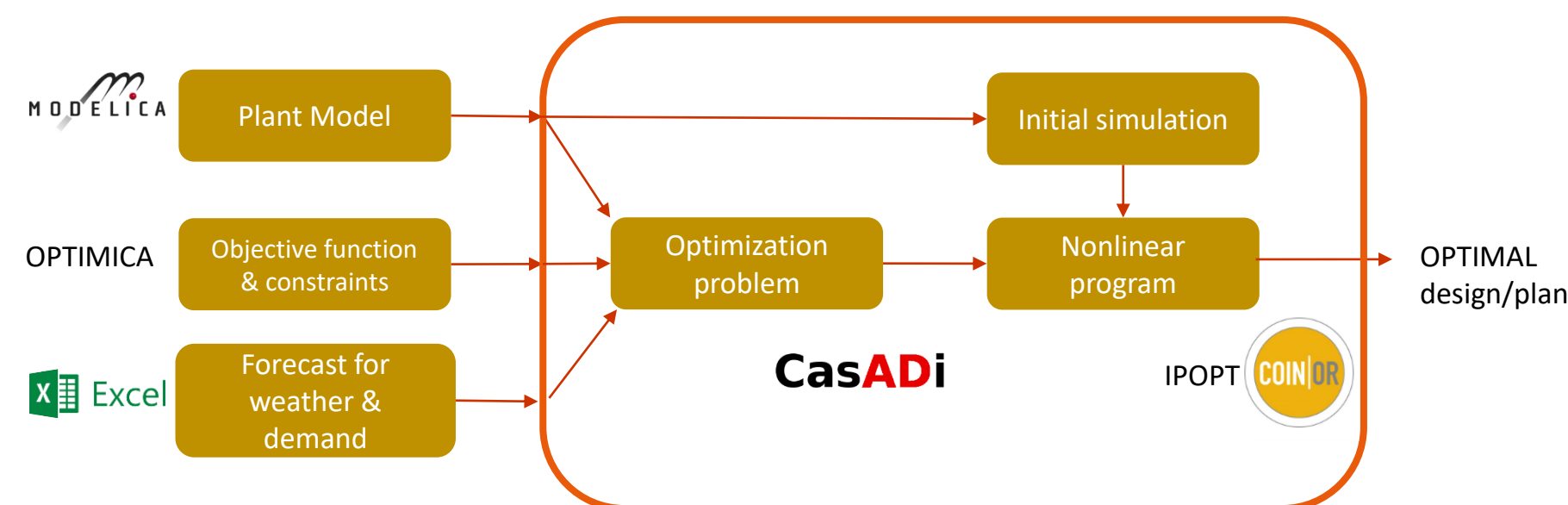
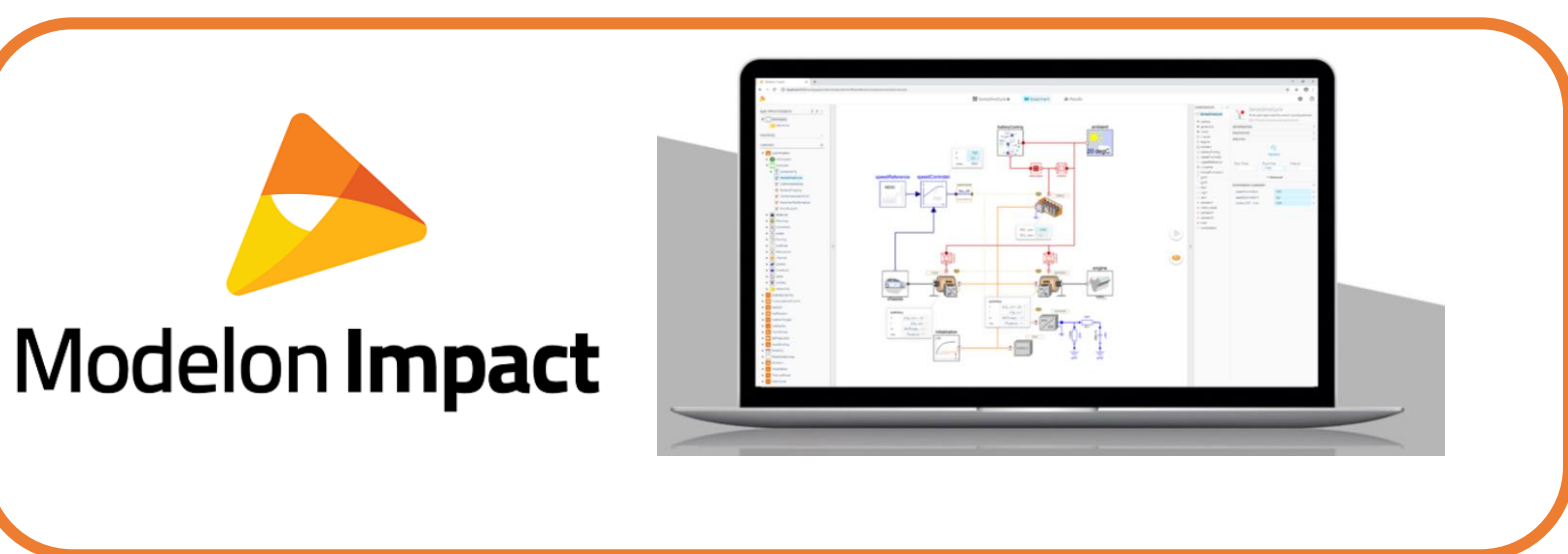
- Dynamic simulation
- Dynamic optimization
- Steady-state simulation
- Steady-state optimization

User Experience

Web-based authoring tool

Jupyter workflow

Web-app



Optimierung

Modelica Konzept



Modellierungssprache

- Physikalisch- und gleichungsbasiert
- Informationsfluss über grafisches Verbinden
- Abdeckung verschiedener Anwendungsgebiete (mechanisch, thermisch, elektrisch)

Synchronisierte GUI und Programmiersprache

- Schneller Systemmodelleraufbau über grafische Komponenten per Drag&Drop
- Parallele Code-Anpassungen jederzeit möglich
- In Modellen integrierte Dokumentation

```

model Spring "Linear 3D rotational spring"
  extends Modelica.Mechanics.Rotational.Interfaces.PartialCompliant;
  parameter SI.RotationalSpringConstant(critical_angle, start_angle);
  "Spring constant";
  parameter SI.Angle phi_rel=0 "Unstretched spring angle";
  equation
    tau = c*(phi_rel - phi_rel0);
  annotation {
    documentation(info="<html>

```

Effiziente Modellierung

- Separierung von physikalischen Modellgleichungen und Lösungsalgorithmen
- Flexible Modelle aufgrund akausaler Sprachstruktur
- Verschiedene Ansätze zur beschleunigten Modellerstellung mittels konfigurierbarer Vorlagen

Beispiel: Optimale Sektorenkopplung

System

Formulierung

$$\min_{m_{fuel}, Q_{heat}, P_{fuel}} \int_0^T m_{fuel}^{direct} P_{fuel}^{direct}(t) + m_{fuel}^{cogen} P_{fuel}^{cogen}(t) + P_e P_e + u^2 dt$$

Ziel

Optimierung des Betriebs von Kraftwerk, Batterie und KWK-Anlage sowie thermischen Speicher zur Kostenminimierung.

Zeithorizont: 2 Tage
Sampling time: 15 min
Lösungszeit: ~20 s

Ergebnisse

Micro-grid

Simulation Settings

Battery Capacity [MWh]: 20
Latitude: 55.798798553
PV-scaling factor: 300
Days: 5

Configuration

Diesel generator

Optimization Settings

Peak Shave Rate [%]: 20
Days: 5
Problem Selection: Peak Shaving, Economic Dispatch, Demand Charge

Simulate **Optimize**

Modelon

Producers	Consumers	Economy
PV [MWh]: 79	Load [MWh]: 888	Cost: El. [€]: 59320
DieselGen [MWh]: 90		Cost: Diesel [€]: 36405
Grid [MWh]: 711		Fuel [kg]: 19901

Power Summary

Anwendungsbeispiele bei Kunden und Partnern

“Modelon’s established authority and credibility in energy systems modeling and their pace for developing a cloud-based platform [Modelon Impact] aligned with our roadmap and mission – to bring advanced thermal energy and storage systems to a global market with speed and assurance.”

Emmanuel Jacquemoud
Technical Project Lead ETES – MAN Energy Solutions

BLOG

The Future of Microgrids

Georgia Tech Researchers Prove Microgrid Efficiency Design With a Digital Twin, Powered by Modelon

Guest Blog by Michael Bakhanov, PhD.

Georgia Tech | Aerospace Systems Design Laboratory

CASE STUDY

Power Grid Resiliency: Enabled by the Clean Energy Storage System of the Future

Malta Inc. aims to diversify power grids using stored clean energy. Modelon simulation software plays a critical role in design and development.