

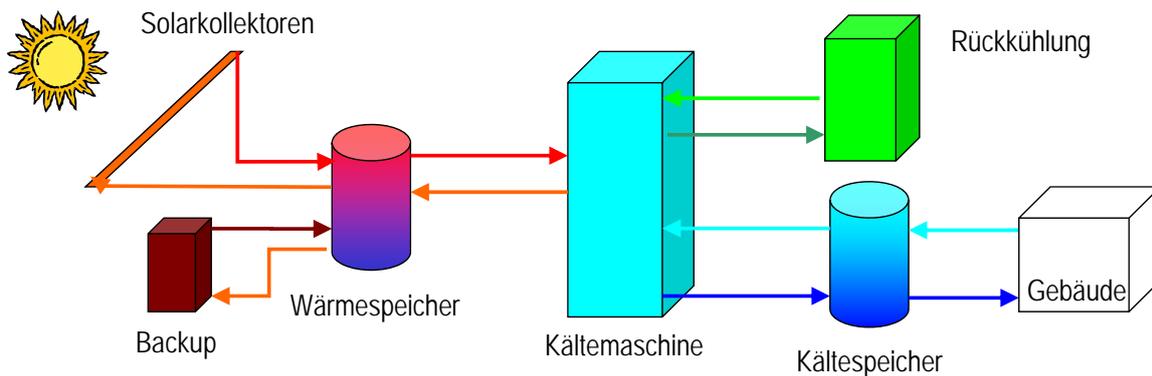


## Prinzip der „Solaren Kühlung“

Nutzung der durch die Sonne bereitgestellten Wärme zur Kälteerzeugung mit Hilfe einer thermisch angetriebenen Kältemaschine (z.B. Absorptionskältemaschine)

Positive Aspekte: Gleichzeitigkeit von hoher Solareinstrahlung und Kühlbedarf

Deutlich höherer Nutzungsgrad von Solaranlagen für Warmwasser und Raumheizung durch die zusätzliche Nutzung im Sommer



## Projekt „Solare Kühlung im Hardware-in-the-Loop-Test“ (SoCool-HIL)

### Ziele

- Sinnvolle Verschaltung, Dimensionierung der Komponenten
- Sinnvolle Regelstrategien

### Arbeitsschritte

- Dynamische Systemsimulationen
- Parametervariationen gemäß Design of Experiments
- Hardware-in-the-Loop-Tests

### Projektpartner

- Vaillant GmbH - Pilotanlage, Verwertung
- RWTH Aachen, Lehrstuhl für Technische Thermodynamik - Wissenschaftliche Begleitung

**Projektzeitraum:** Juli 2009 – Juni 2012

**Förderung:** BMBF (FHprofUnt-Programm)

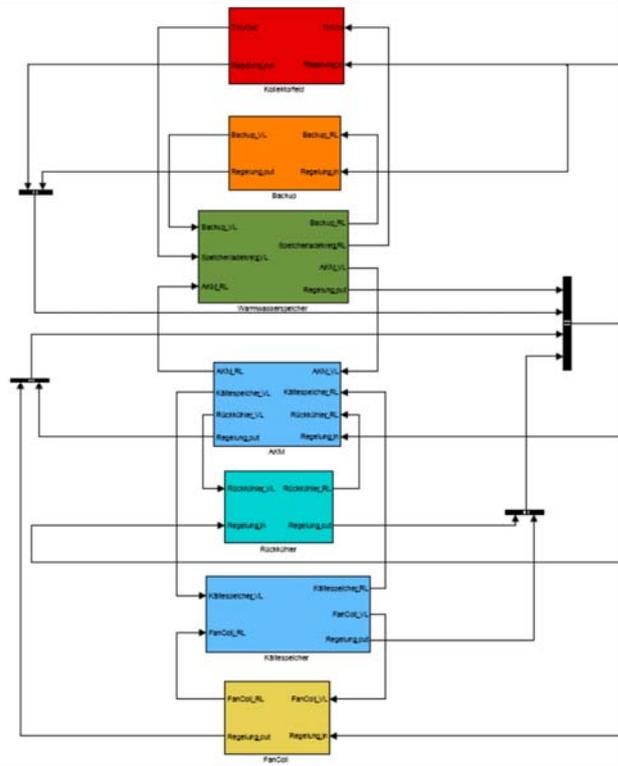




## Rechnersimulationen

Abbildung des Systems „Solare Kühlung“

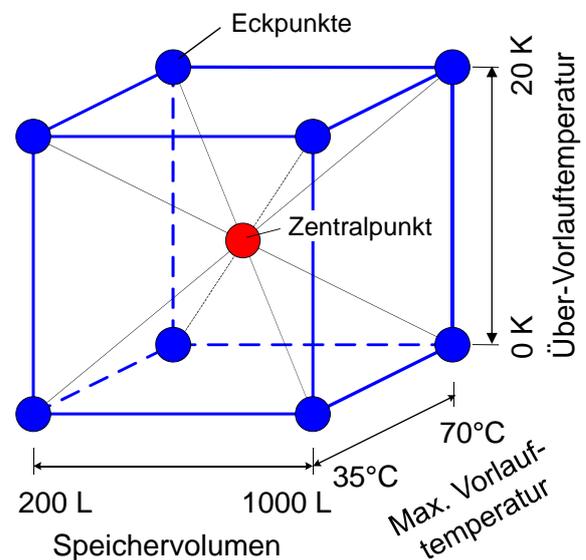
- unter Matlab/Simulink
- mit den Toolboxen:
  - Carnot (Komponenten, Thermodynamik)
  - Stateflow (Regelung)
- Erstellung neuer Modelle auf Basis von
  - physikalischen Zusammenhängen
  - Kennfeldern, die auf Messwerten basieren
  - z.B. Nasskühlturm, Hybridkühlturm, Trockenkühlturm, Fan-Coil, ...
- Validierung anhand von Messdaten der Pilotanlage bei Vaillant



## Parametervariationen mit Unterstützung von DoE (Design of Experiments)

- arbeitseffiziente Methodik für Parametervariationen
- vorteilhaft vor allem bei einer großen Anzahl an Einflussfaktoren
- Maxime: großer Erkenntnisgewinn bei minimiertem Aufwand
- auch mehrschrittig einsetzbar: Grobanalyse mit Screening-Plänen und anschließende Detailanalyse mit zentral zusammengesetzten Plänen

Beispiel:  
 faktorieller Plan mit 3 Einflussgrößen



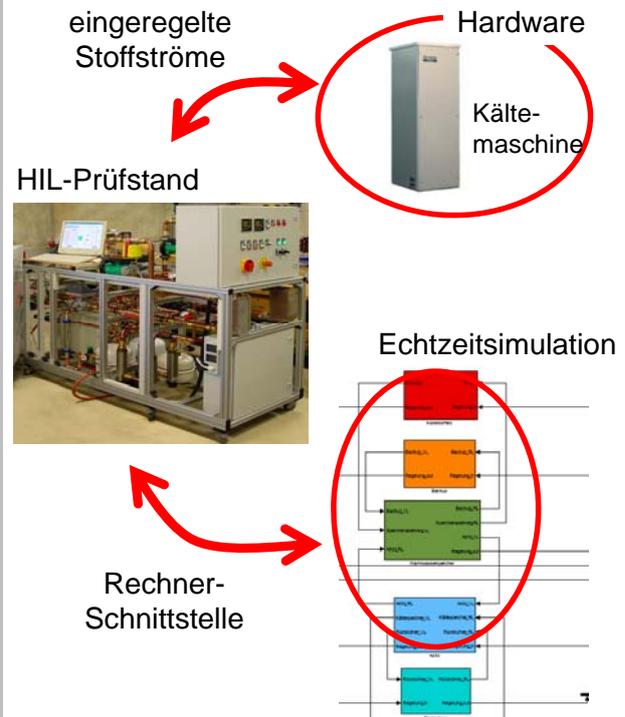


## Hardware-in-the-Loop-Feldtest im Labor

Realer Betrieb der 17,5 kW Absorptions-Kältemaschine von Yazaki in Kopplung mit der Echtzeitsimulation aller restlichen Systemkomponenten (Kollektorfeld, Rückkühlung, Gebäude, ...)

Vorteile:

- leicht veränderliche Feldtest-Randbedingungen z.B. bezüglich Gebäude, Wetter, Anlagenhydraulik und Regelung (in der Echtzeit-Simulation)
- unabhängig von aktueller Witterung und Jahreszeiten durchführbar
- geringer Betreuungsaufwand



## Hardware-in-the-Loop



HIL-Prüfstand für Wärmepumpen vorhanden, ausbaubar auf Solare Kühlung