

# SMART BUILDINGS, ERNEUERBARE ENERGIE UND KLIMAWANDEL

Wie simulieren wir den Energiebedarf von morgen?



# INHALT

Klimawandel in Deutschland

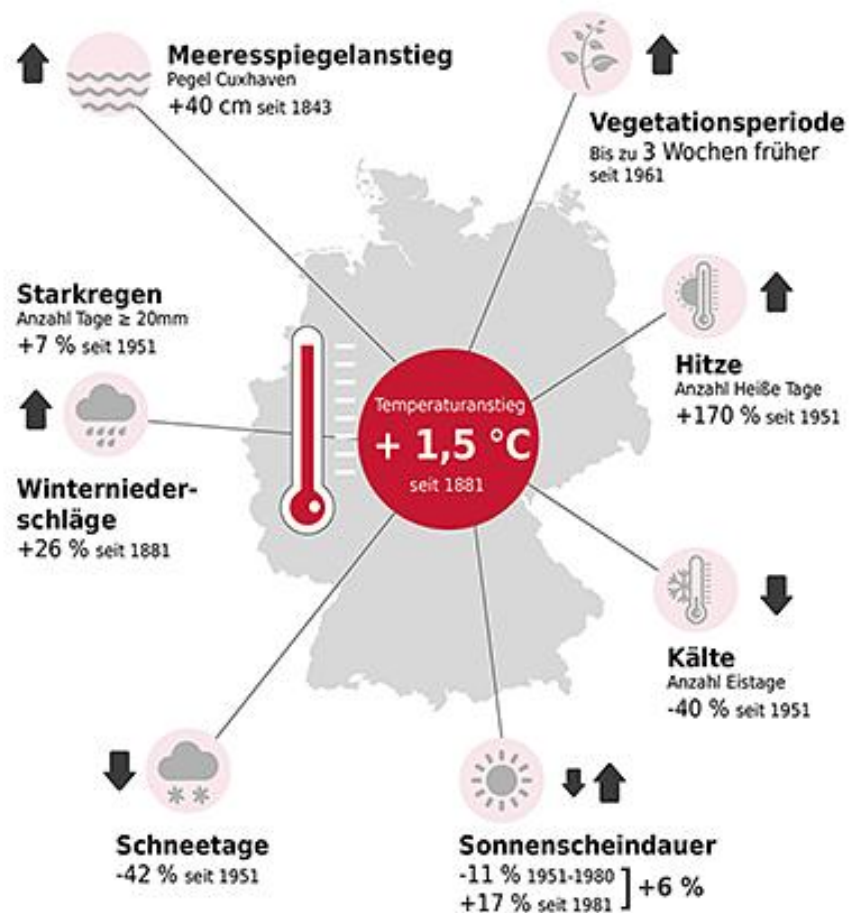
Sustainable Systems Library

Vom SmartHome bis zur Batteriefabrik

Klimadaten in Dymola

Zusammenfassung

# Deutschland im Klimawandel



www.dwd.de/klima  
Quelle: DWD (2019)

Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand



## ERDERWÄRMUNG

### So verändert sich das **Klima** in deiner Region\*



In ganz Deutschland werden all diese Wetterlagen durch den Klimawandel zunehmen. Aber je nach Region gibt es besondere Herausforderungen.

Quarks

\*wenn der Klimawandel weitergeht wie bisher  
Quellen: Umweltbundesamt, Deutscher Wetterdienst

WDR®

# AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS

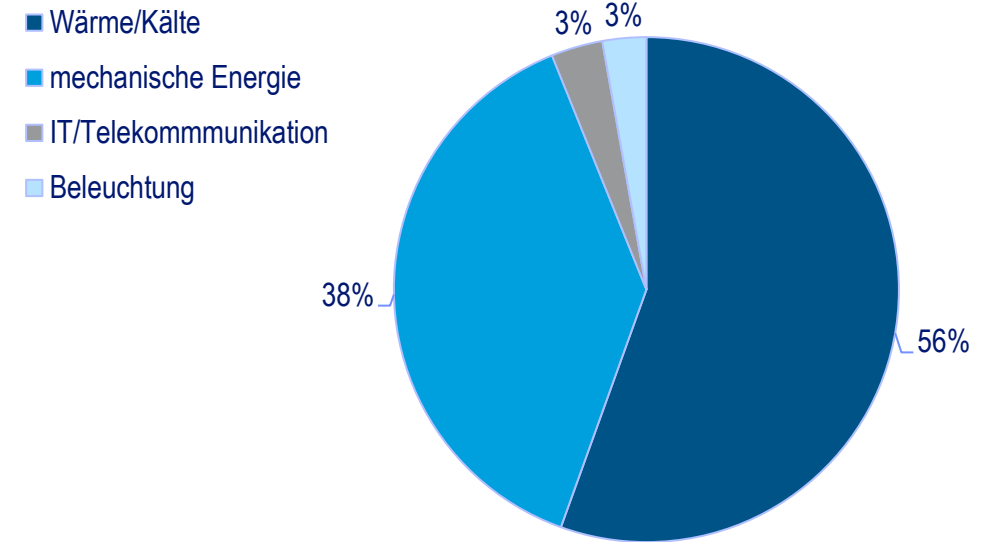
## Energiebedarf:

- Endenergiebedarf für Wärme → sinkt um 20% bis 2050 ?
- Steigender Kühlbedarf: 50%
- Fossil → elektrisch

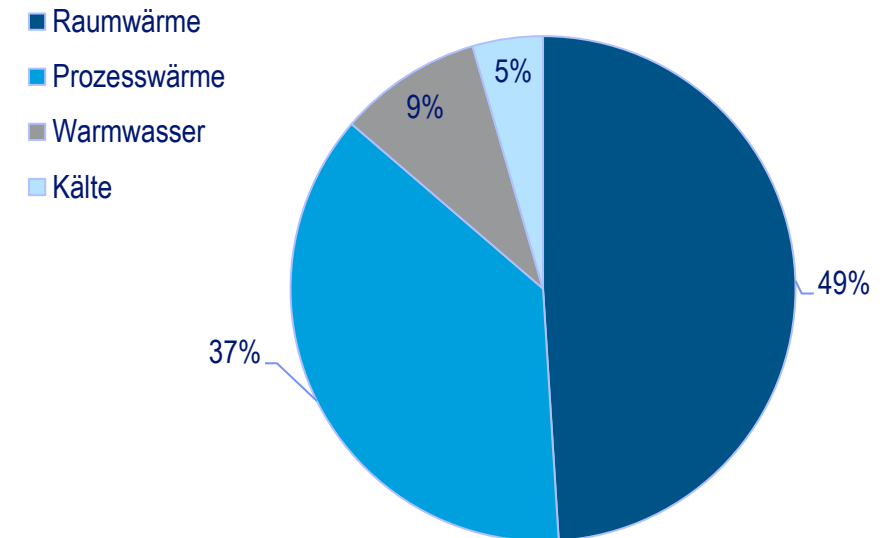
## Erneuerbare Energien:

- Höhere Strahlung, mehr Sonnenscheintage: höherer Ertrag bei Solarenergie
- Schlechterer Wirkungsgrad bei hohen Temperaturen
- Ausfall von Pumpspeicherkraftwerken
- Schnellere Alterung von Batterie-Speichern / höherer Kühlbedarf

Endenergieverbrauch in Deutschland 2023



Aufteilung Wärmeenergieverbrauch 2023



# INHALT

Klimawandel in Deutschland

Sustainable Systems Library

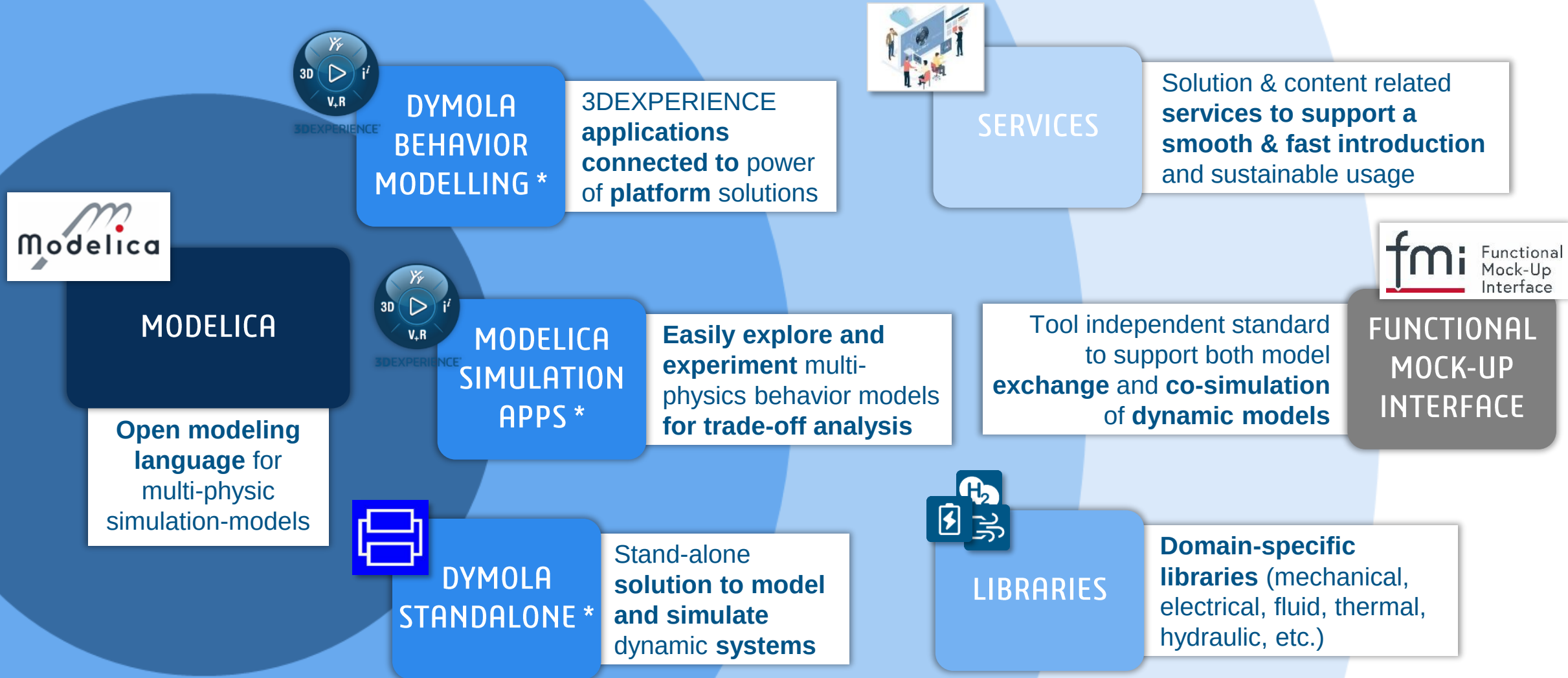
Vom SmartHome bis zur Batteriefabrik

Klimadaten in Dymola

Zusammenfassung

# CATIA SYSTEMS SIMULATION

## Framework



# SUSTAINABLE SUPPLY SYSTEMS LIBRARY

- **Einfache Modelle**

- “Heavy models kill exploration”
- Wenige Parameter, kurze Rechenzeiten
- Skalierbar + robust: ideal für große komplexe Systeme

- **Integrierte Energiesysteme**

- Vordefinierte, flexible Komponenten für Multi-Energie-Systeme
- Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Sektoren

- **Optimierung**

- Kosten und Emissionen
- Regelstrategien vor der Umsetzung

Thermal Grids



Mining



Smart Energy Homes



Data Centers



Marine



Aviation



Rail



Manufacturing



# INHALT

Klimawandel in Deutschland

Sustainable Systems Library

Vom SmartHome bis zur Batteriefabrik

Klimadaten in Dymola

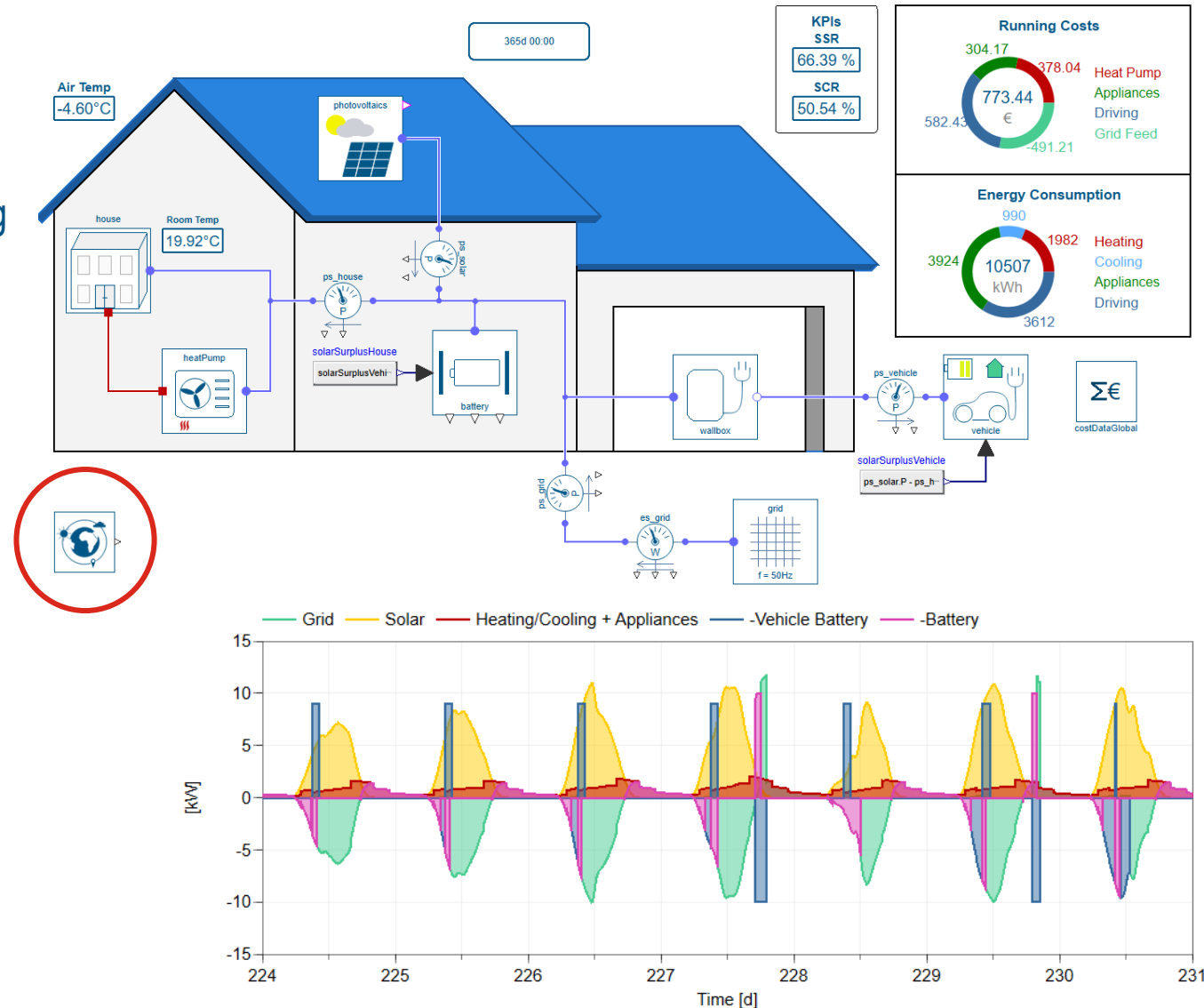
Zusammenfassung

# SMART ENERGY HOME

- **Gebäudemodell nach ISO 13790**
  - Thermische Trägheit, Sonneneinstrahlung, Lüftung
  - Verschiedene Gebäudetypen, Fenster...
- **Innere Lasten:**
  - Beleuchtung, Bewohner, Betrieb von Maschinen
- **Kosten:**
  - Investition + laufende Kosten, Erlöse
- **Emissionen**
  - Strom aus dem Netz

## Welchen Einfluss hat der Klimawandel ...

- Auf den Energieverbrauch?
- Auf die optimale Batteriekapazität?
  - › Gesamtkosten
  - › Jährliche Einnahmen
  - › Emissionen



# KLIMADATEN

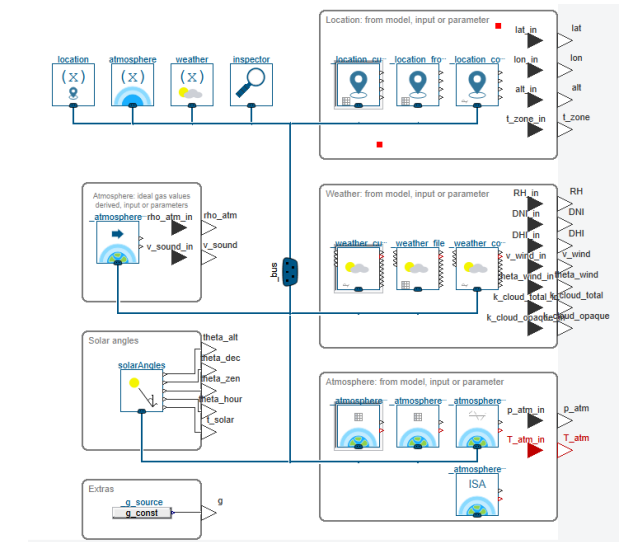
*DymolaModels.Geophysics.Environment*

## TRY – Test referential years DWD

- Temperaturen, Sonnenstrahlung,...
- Prognosen für 2045
- Aufgelöst in 1km<sup>2</sup> Zonen
- Wärmeinseleffekt in Städten
- Umwandeln: <https://aixweather.eonerc.rwth-aachen.de/>

## Einschränkungen:

- Schwankungen von Jahr zu Jahr  $\cong$  mittelfristigen Änderungen.
- Vorhersage der Temperaturentwicklung **robust**, andere Daten ?
- Energiepreisschwankungen, veränderte politische Rahmenbedingungen, Steuergesetze können Effekte überlagern



Create a weatherfile for your simulations.

Select your input format

DWD-Historical (Open Data Pull)

DWD-Forecast (Open Data Pull)

DWD-Test Reference Year (Upload)

Energy Plus Weather File (Upload)

E.ON Research Center Weather Station Aachen  
(Data Pull)

Station ID (ID List): 15000

Start date:

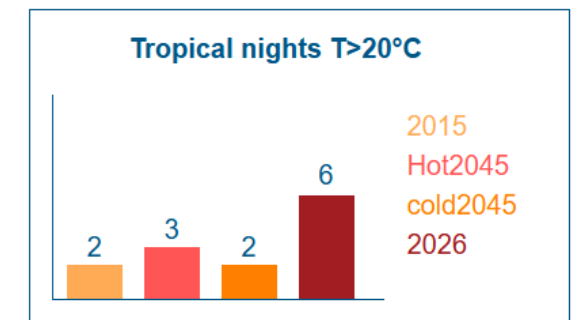
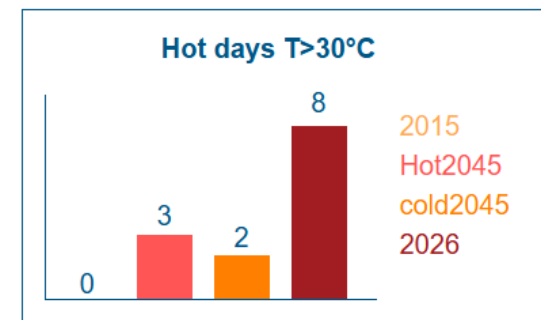
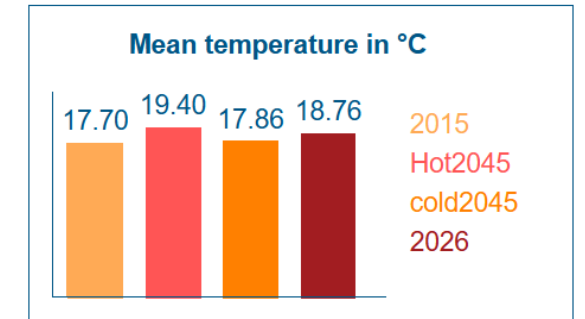
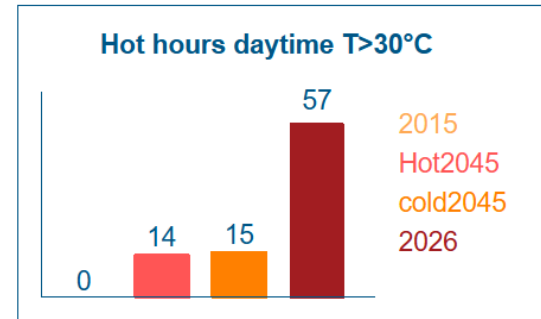
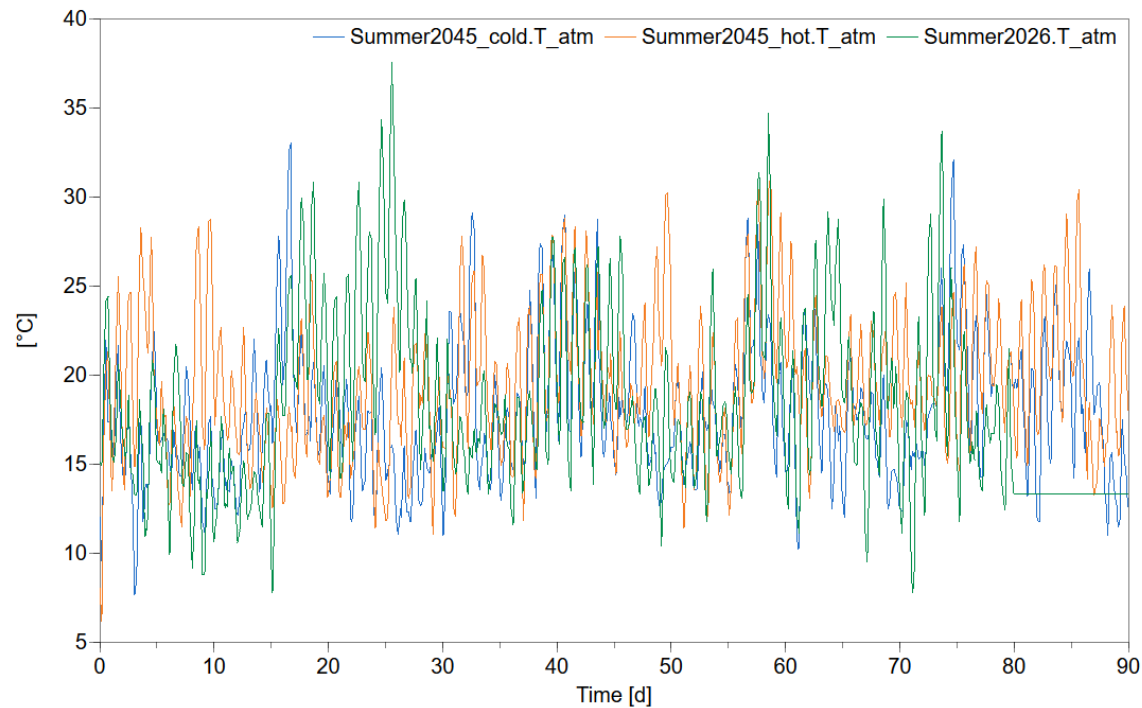
End date:

Output format: ReaderTMY3-Modelica (.mos) v

Download weather data Plot data availability

# HAMBURG BARMBEK IM SOMMER

- 80 Tage: 01.06 - bis 16.8.
- Aktuelle Daten Fuhlsbüttel ID 1975
- TRY: 2015 , 2045 warm/kalt



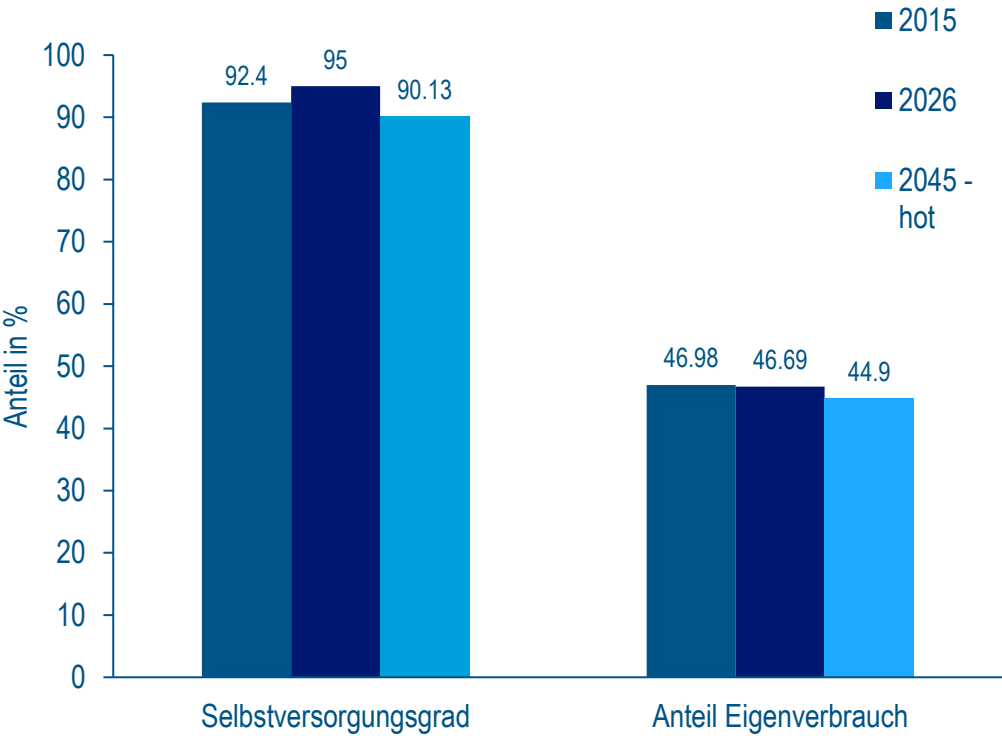
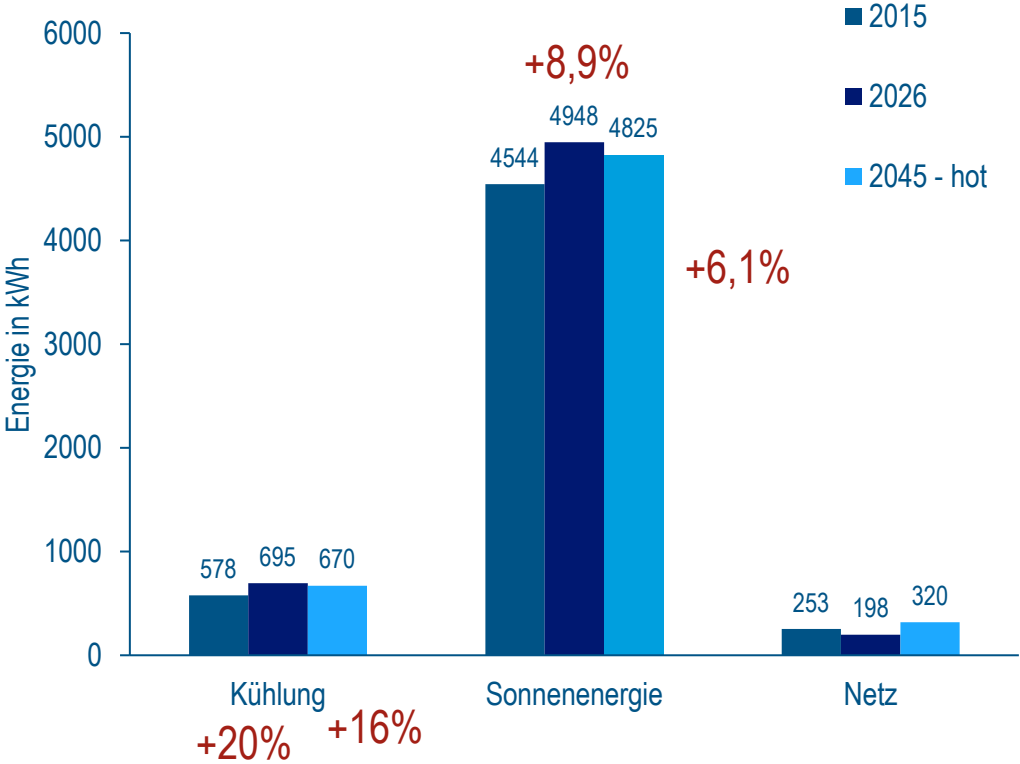
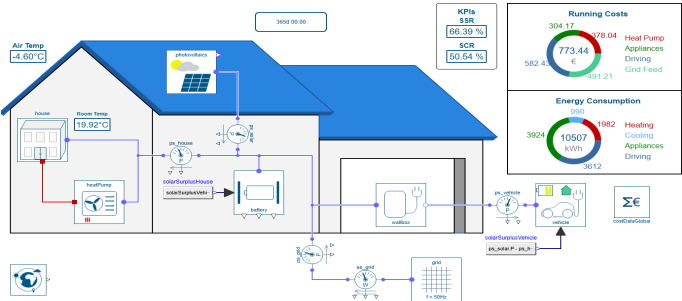
**Höhere Kühllast**



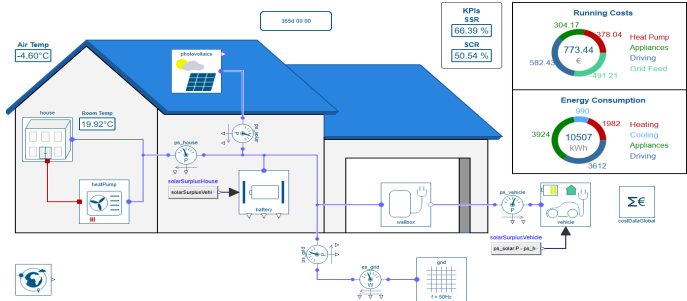
**Freie Nachtlüftung**

# ERGEBNISSE SOMMER HAMBURG

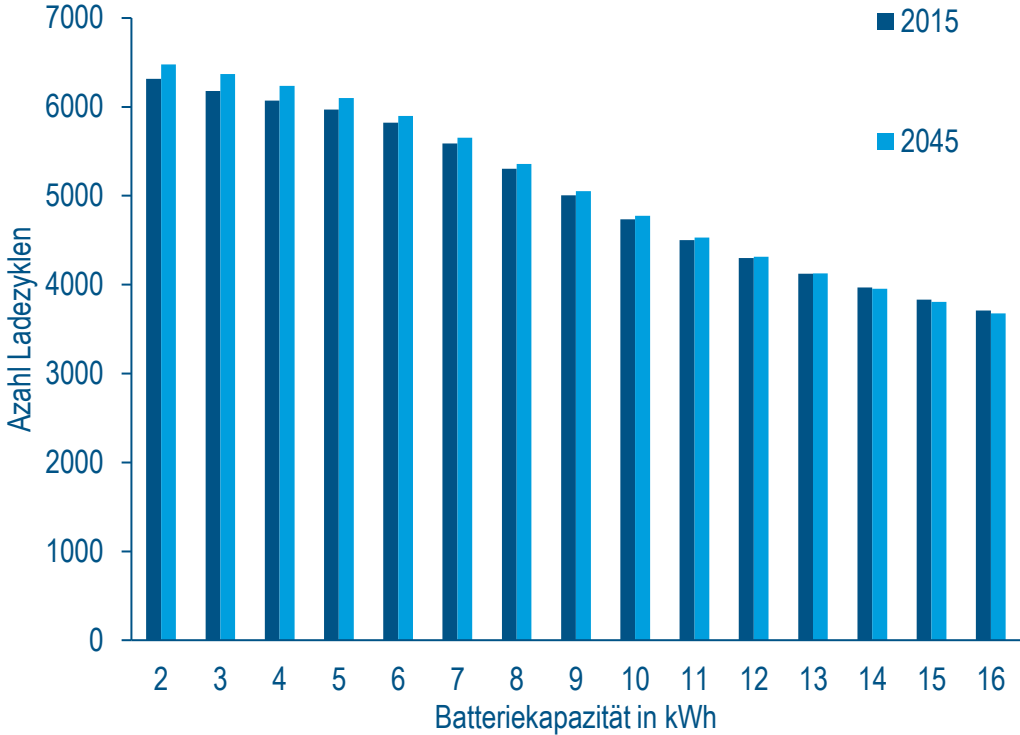
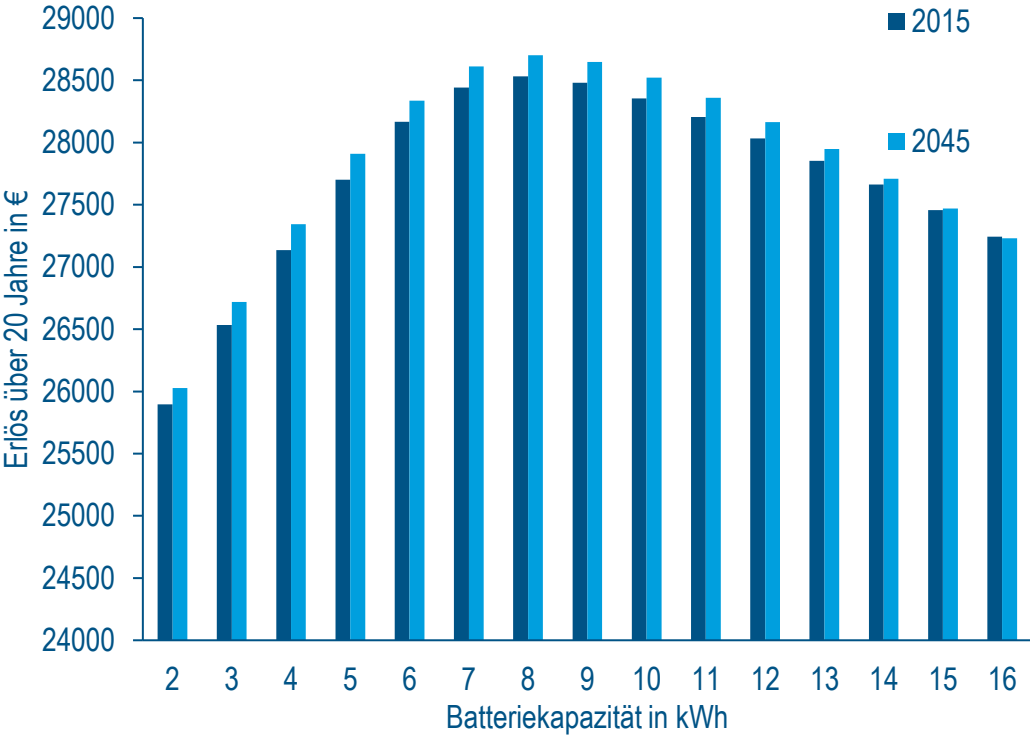
T<sub>i</sub> = 20°C, 1.6. bis 16.8.



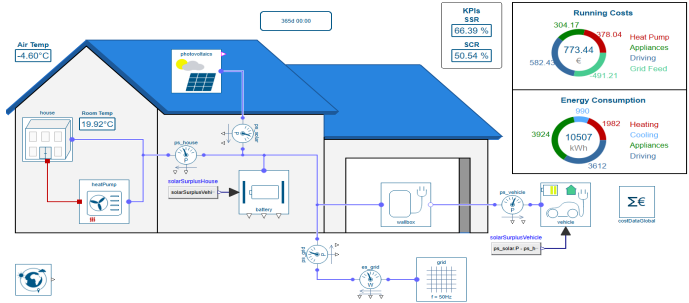
# OPTIMALE BATTERIEGRÖßE



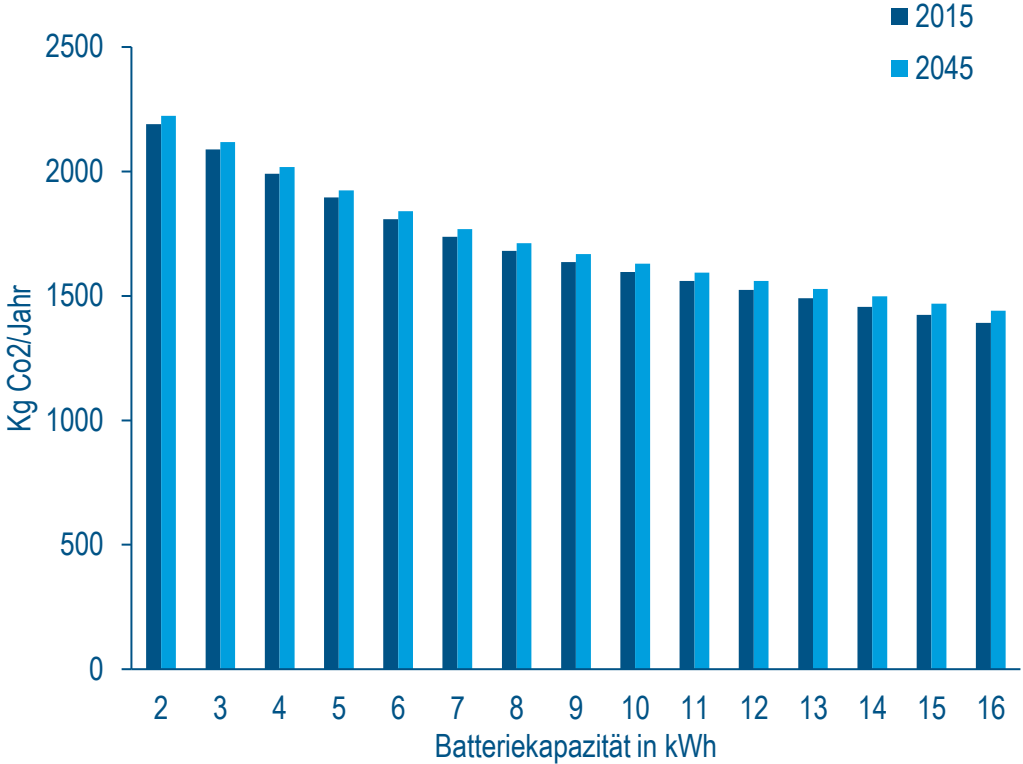
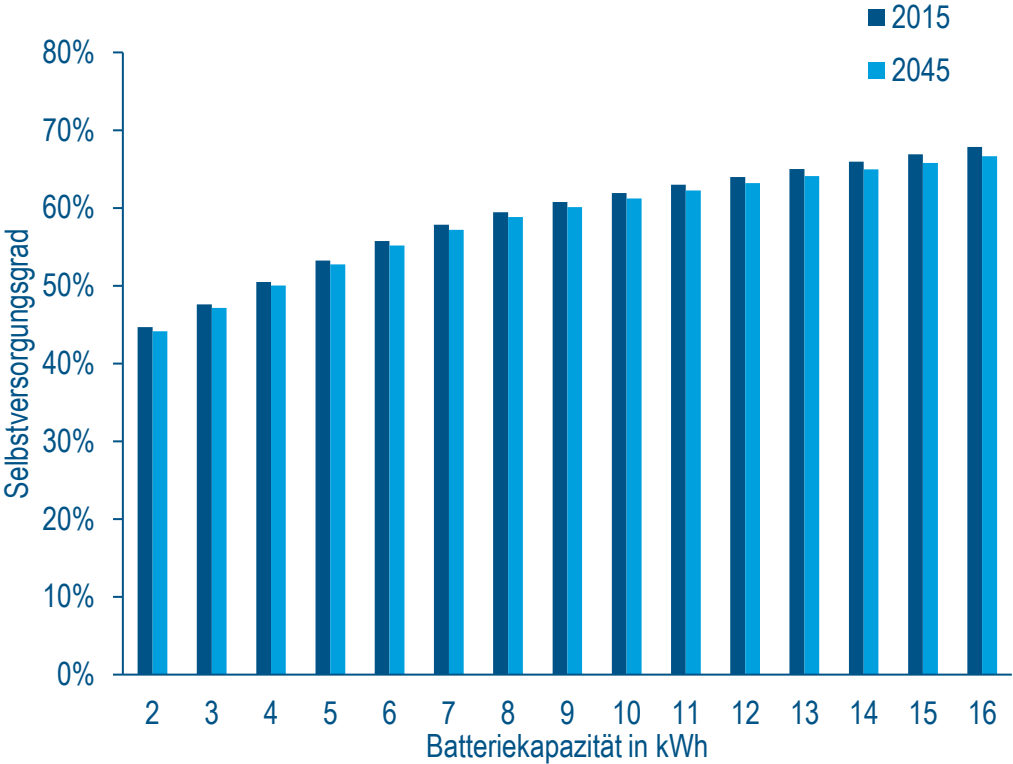
20 Jahre, Variation der Kapazität von 2kWh bis 16 kWh, Preis pro kWh: 500€ , inkl. Wartungskosten



# OPTIMALE BATTERIEGRÖÖE

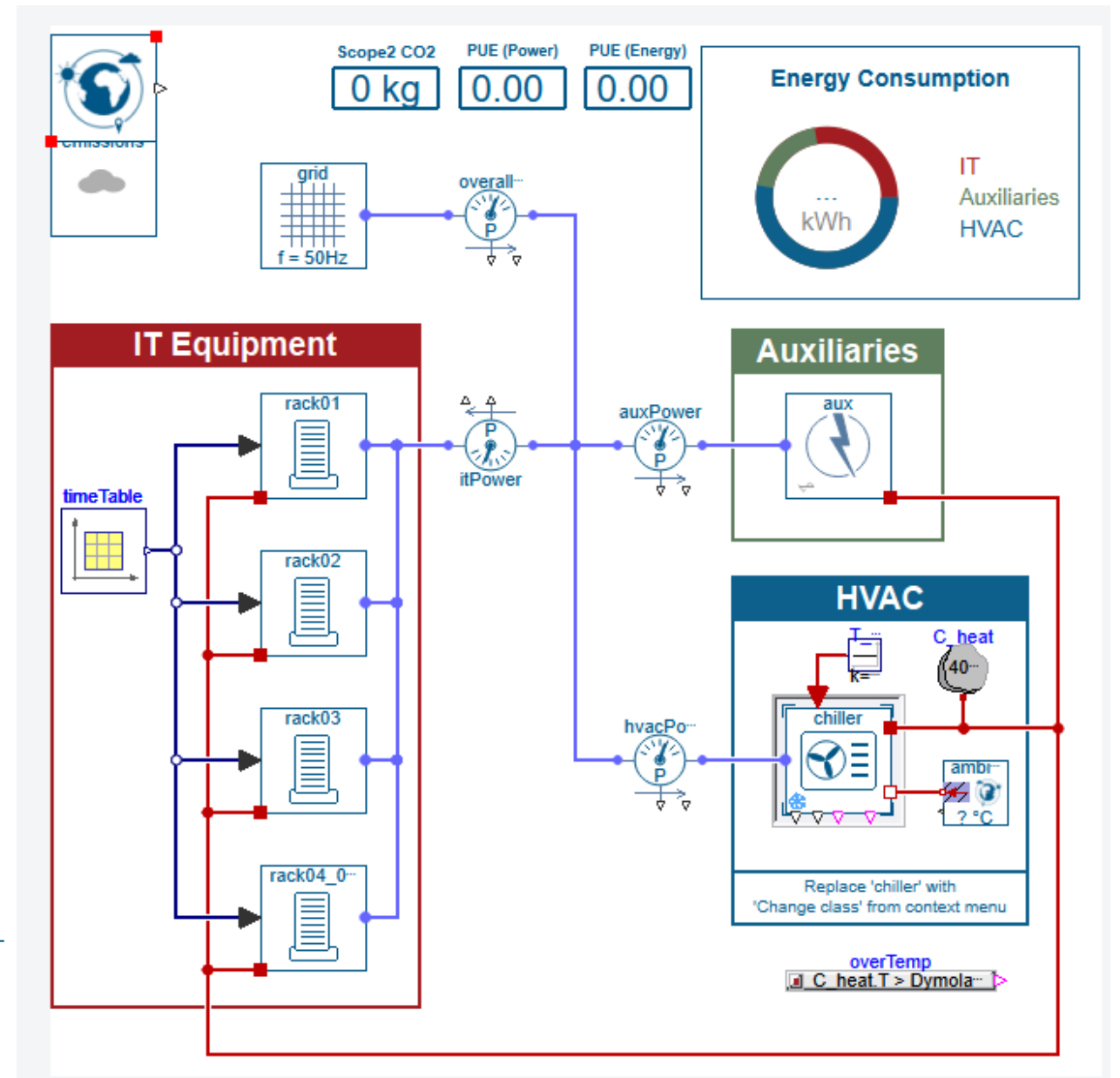
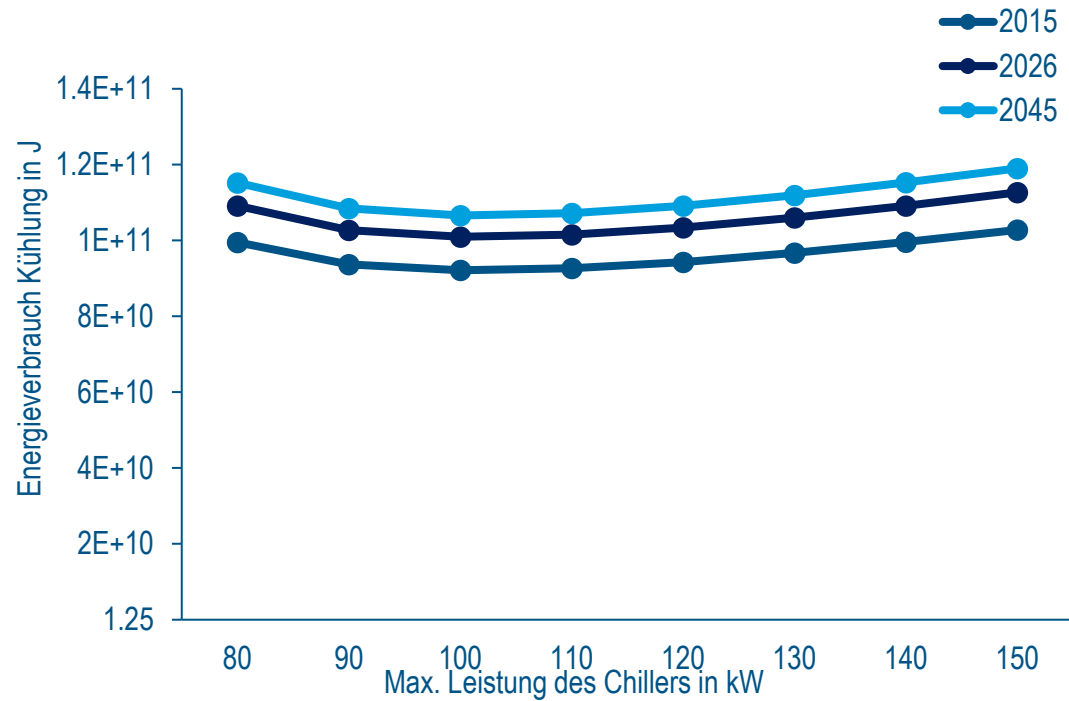


20 Jahre, Variation der Kapazität von 2kWh bis 16 kWh, Preis pro kWh: 500€ , inkl. Wartungskosten



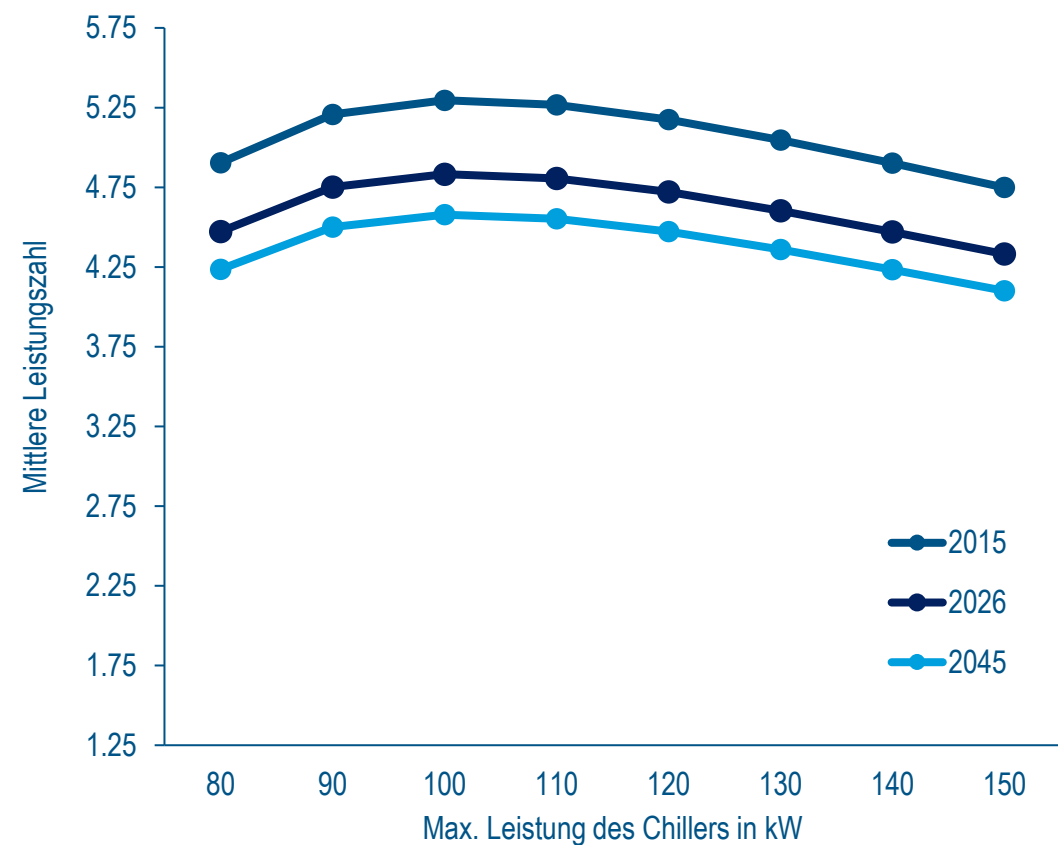
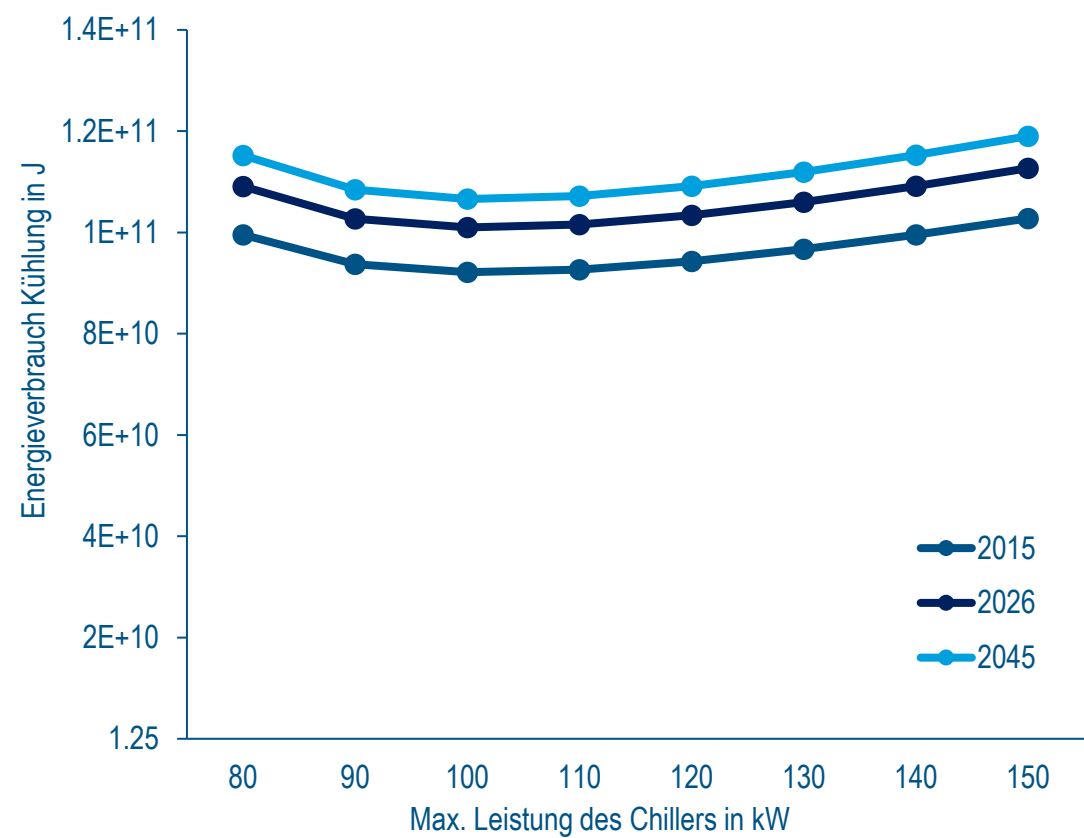
# DATENCENTER

Betrieb im Sommer, Variation der Kühlkapazität des Chillers

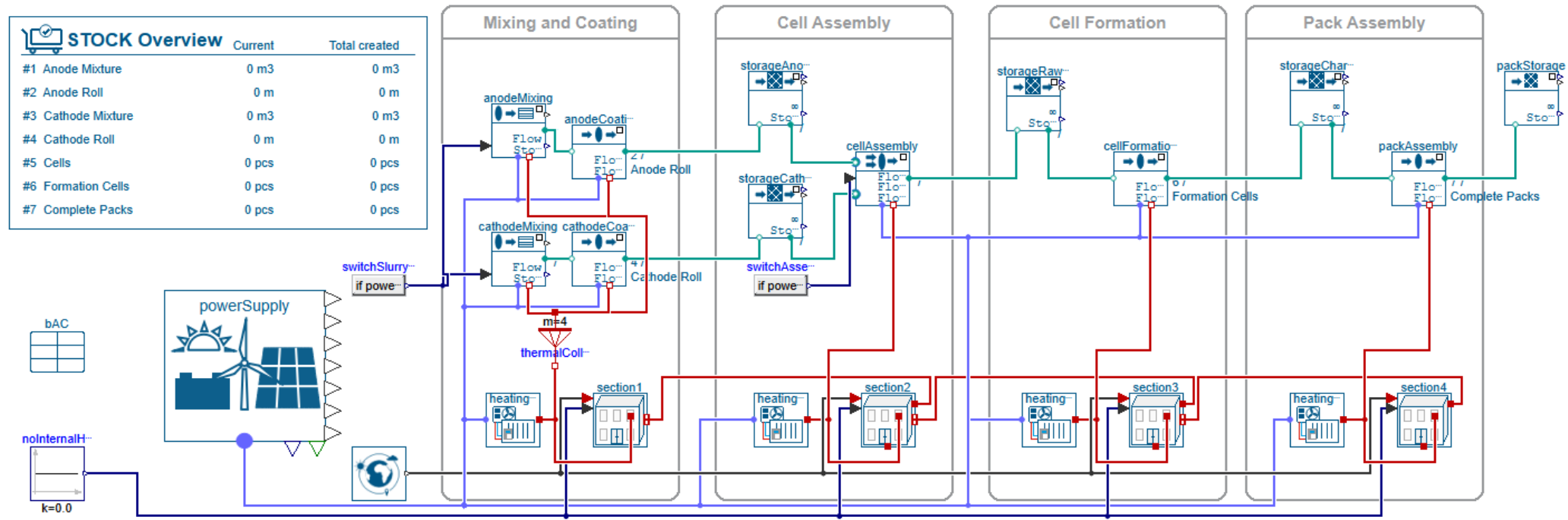


# DATENCENTER

Betrieb im Sommer, Variation der Kühlkapazität des Chillers



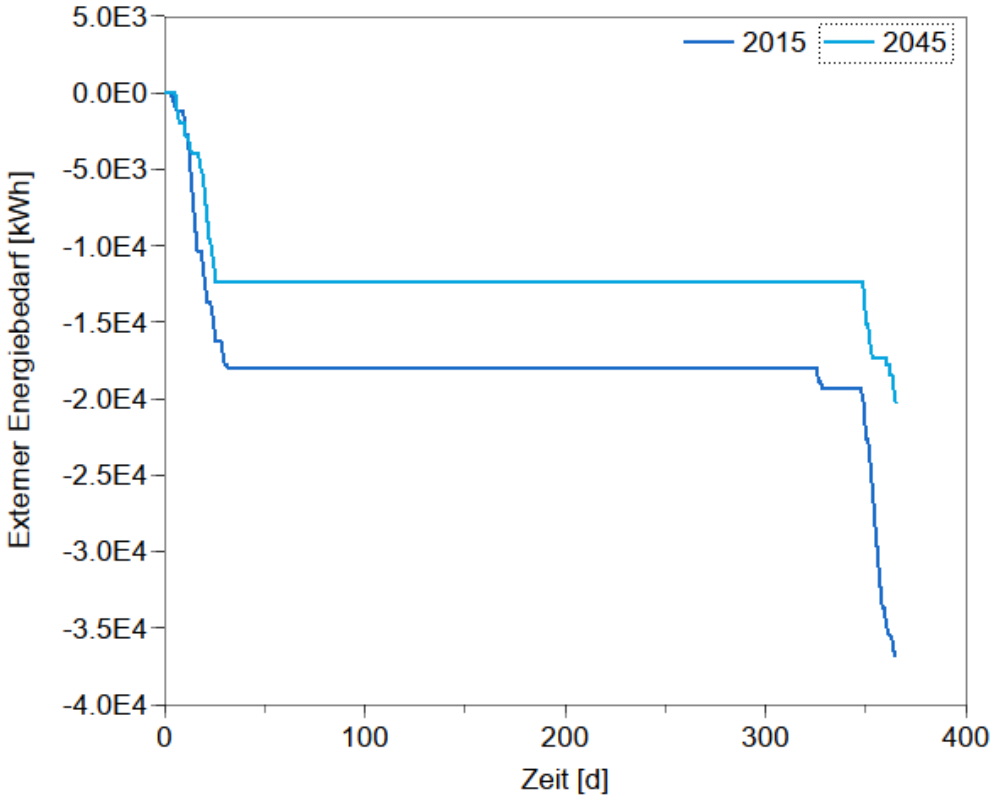
# BATTERIEPRODUKTION



- Autarker Betrieb bei ausreichend Sonne/Wind mit Batterie
- Abschalten von energieintensiven Produktionsschritten bei genug Vorrat und zu geringem SOC
- Hoher Wärmebedarf bei Mixing and Coating
- Kühlung der Halle

# BATTERIEPRODUKTION

Vergleich 2015 und 2045



|                        | 2015      | 2045           |
|------------------------|-----------|----------------|
| Anzahl Packs           | 125       | 126            |
| Externer Energiebedarf | 36800 kWh | 20300 kWh      |
| Kühlbedarf Halle       | 25 MWh    | 44 MWh +76%    |
| Heizbedarf             | 260 MWh   | 233 MWh - 10 % |

# ZUSAMMENFASSUNG

- **Lokale Unterschiede:** lokale Simulation erforderlich
  - Daten gut verfügbar
  - Kurze Rechenzeiten: Jahressimulationen für viele Szenarien möglich
- **Höhe der Änderungen** abhängig von Nutzerverhalten und Klima
  - Höherer Solarertrag  $\neq$  höherer Selbstversorgungsgrad
  - Emissionen + Kosten betrachten
  - Unterschied Haushalte / Industrie



# CATIA SYSTEM SIMULATION COMMUNITY

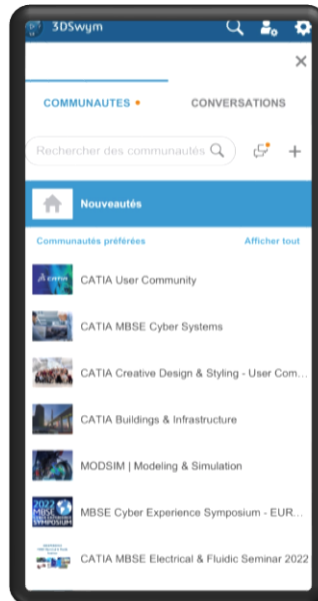
- Access to tutorials
- Learn customer best practices
- Watch the replay of past digital events
- Connect with other users
- Network with system simulation experts



**3DSwym App**

on Apple / Play Store

Get Access Everywhere, Anywhere,  
Anytime on All Devices



**JOIN**



**Virtual Worlds  
for Real Life**