



powered by klima+  
energie  
fonds

# Szenarien Workshop

23.1.2026, online



## Agenda

- 09:30-09:45 Begrüßung und Vorstellungsrunde
- 09:45-10:30 Vorstellung des Projektes
- 10:30-11:25 Szenariendesign
- 11:25-11:30 Wrap-up



## Projektüberblick



# Projektüberblick



## A Comprehensive Analysis of Options for a Fair Heat Transition in Austria (Fair-Heat)

- Gefördert im ACRP16
- Projektpartner: WIFO, AIT, e-think
- Laufzeit: November 2024 – April 2027
- Website: <https://fair-heat.wifo.ac.at/>

## Projektziele

- Analyse der Verteilungswirkungen der Wärmewende in Österreich
- Entwicklung und Analyse von Unterstützungsmaßnahmen für vulnerable Haushalte
- Analyse von Finanzierungsoptionen

## Forschungsfragen

- Durch welche Maßnahmenkombinationen kann eine Dekarbonisierung von Wohngebäuden bis 2040 erreicht werden, unter expliziter Berücksichtigung von Fernwärme und -kälte sowie der Interaktion mit dem Stromsektor?
- Wie hoch ist der Investitionsbedarf für die Dekarbonisierung von Wohngebäuden? Wie teilt er sich zwischen Gebäudesektor und in der Energieversorgungsinfrastruktur auf?
- Inwieweit sind Maßnahmen erforderlich, um vulnerable Haushalte bei der Wärmewende zu unterstützen und die Belastung durch hohe Investitionskosten für gebäudeseitige Maßnahmen und potenziell höhere Kosten für Fernwärme abzumildern?
- Welche Mechanismen sind unter Berücksichtigung von ökonomischer Effizienz und Fairness geeignet, um die Kosten der Dekarbonisierung auf die verschiedenen Akteure aufzuteilen?

## Methodik

- Modellbasierte Simulationen von Optionen für eine Dekarbonisierung der österreichischen Wohngebäude bis 2040 unter
  - expliziter Berücksichtigung von Fernwärme und -kälte und den Wechselwirkungen mit dem Stromsektor
  - Berücksichtigung aktueller Erkenntnisse und Daten zu Klimaauswirkungen auf den Wärme- und Kältebedarf
- Erweiterungen des makroökonomischen Modells DYNK, des Gebäudebestandsmodells Invert/EE-Lab und des Energiesystemmodells IESopt und Kopplung der drei Modelle

# Projektablauf

Analyse der Rahmenbedingungen  
(rechtl. Rahmen, Kosten)

Anpassung der Modelle

Entwicklung von Szenarien

Modellierung der Szenarien

Ergebnisanalyse und Entwicklung  
von Politikempfehlungen



## Modelle

Gebäudebestandsmodell

Invert/EE-Lab



# Das Gebäudebestandsmodell Invert/EE-Lab

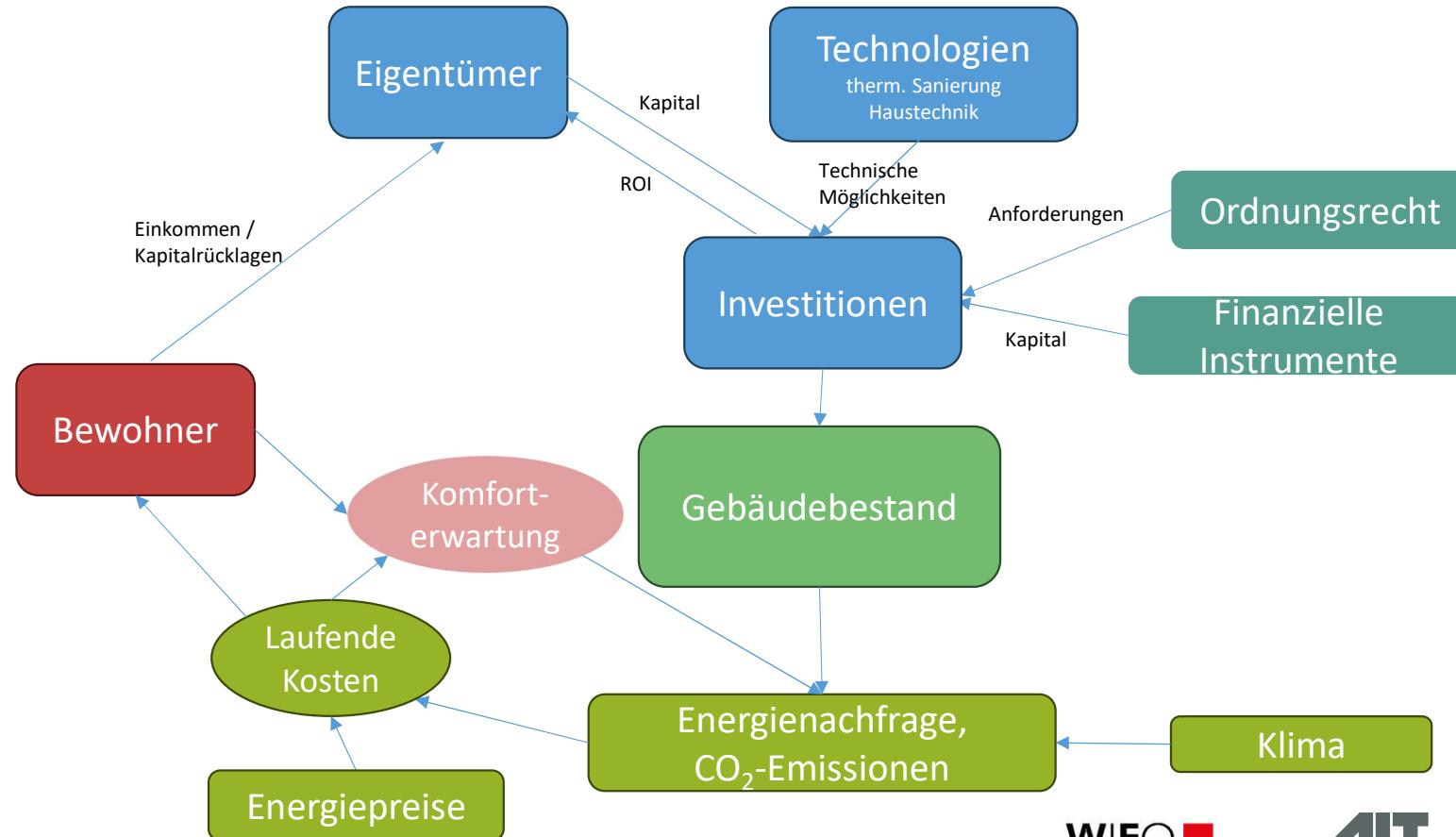
## ■ Techno-ökonomisches Simulationsmodell

- Österr. Gebäudebestand durch Gebäudearchetypen abgebildet
  - Z.B: „Unsanierter Geschoßwohnbau der Baualtersklasse 1971-1980 in Wien mit Fernwärmeanschluss“
- Technische Modellierung des Wärmebedarfes und Energieverbrauchs für Heizen, Warmwasser und Klimatisierung
  - Monatliches Verfahren
- Unterschiedliche Nutzer
  - Z.B. Bewohner in kleinen Wohngebäuden
- Unterschiedliche Eigentümer
  - Z.B. Eigentümer bewohnt Eigentumswohnung, Kommerzieller Eigentümer - Vermietung an einkommensschwache Bewohner
- Modellendogene Investitionsentscheidungen
  - Lebensdauer von Bauteilen
  - Entscheidungen getrieben durch Technologieverfügbarkeiten, Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen und ordnungsrechtliche Anforderungen

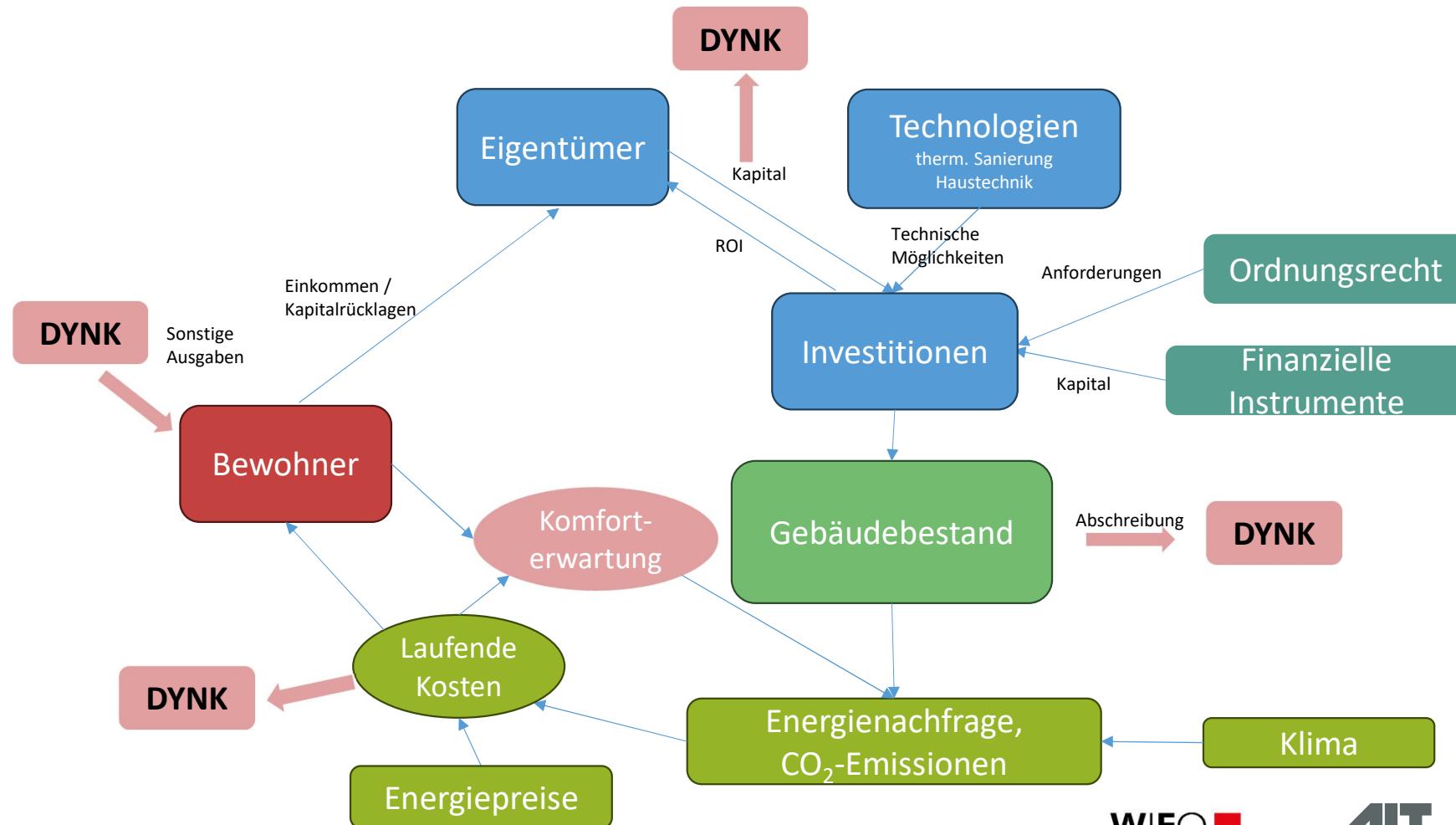
## ■ Invert in Fair-Heat

- Verknüpfung mit Makro-Modell
  - Kosten und Einkommen
- Verknüpfung mit Energiesystemmodell
  - Monatliche Energieflüsse
- Fokus auf
  - Investitionsverhalten von unterschiedlichen Gruppen
    - Unterschiedliche Umlegung von Investitionen an Bewohner
    - Unterschiedliche Ansparquoten für Investitionen – individuelle Kapitalertragserwartung
  - Auswirkungen von unterschiedlichen Gebäudezuständen auf unterschiedliche Einkommensquintile

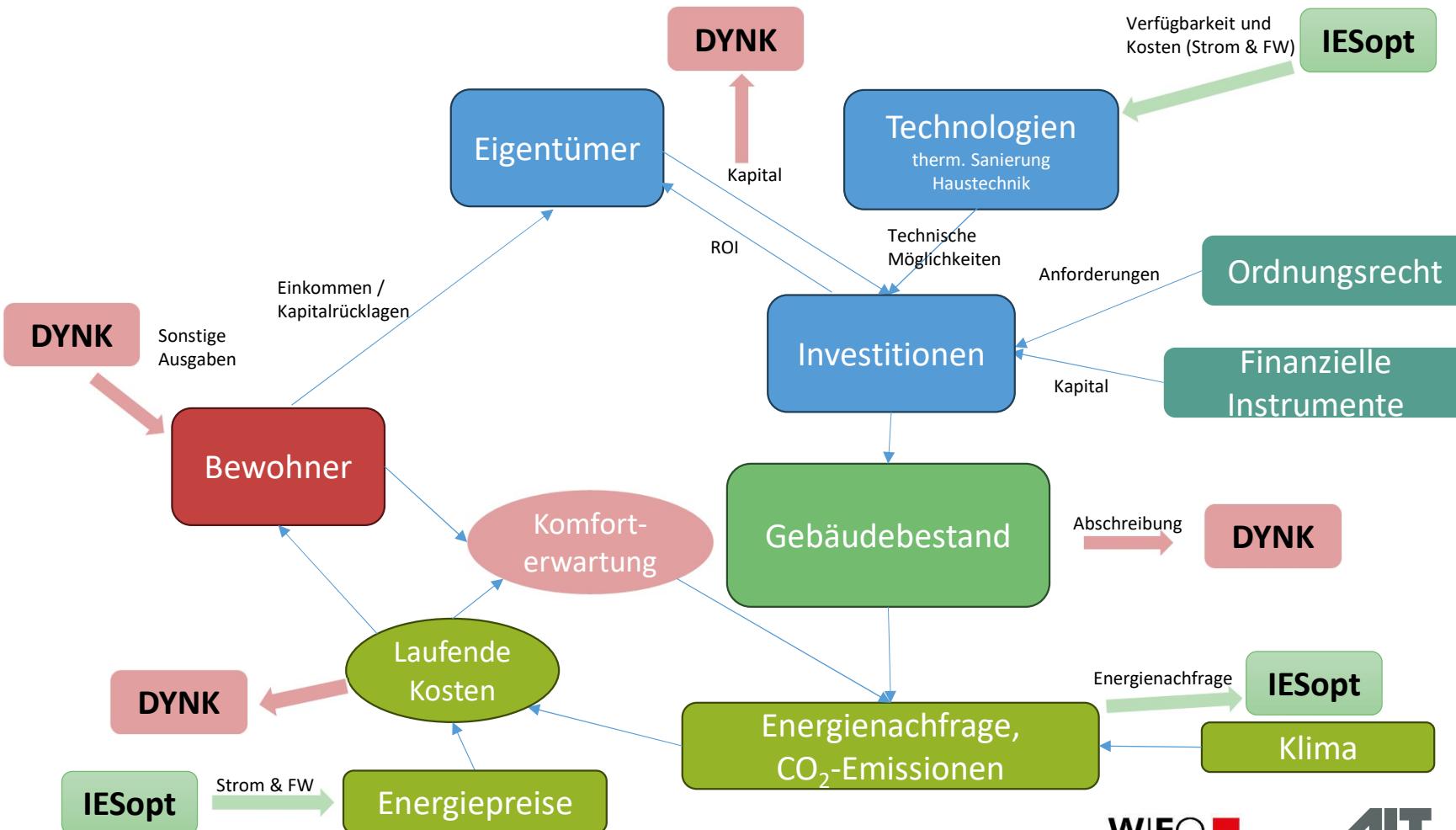
# Invert Modell



# Invert Modell



# Invert Modell





## Modelle

Europäisches Strommarktmodell  
(inkl. FernwärmeverSORGUNG in Österreich)

IESopt-Europe



# Das europäische Strommarktmodell IESopt-Europe

- Techno-ökonomisches Optimierungsmodell

## **IESopt** (Integrated Energy System Optimisation):

- **Integrierter Modellierungsrahmen** zur Optimierung von Energiesystemen (Strom, Wärme, Gas/H<sub>2</sub>).
- **Ganzheitlicher Ansatz:** Abbildung der zunehmenden Komplexität von Energieangebot, -nachfrage, Infrastruktur und Speichertechnologien.
- **Hohe Flexibilität:** Modularer Aufbau zur Anpassung an unterschiedliche Forschungs- und Anwendungsszenarien.
- **Kontinuierliche Weiterentwicklung**, u. a. bei:
  - Modellierung von Fernwärmenetzen
  - Strommarktmodellierung (Europäische Trendszenarien, Flexibilitätsanalysen)
  - Modellvergleiche (z. B. Balmoral, APG)
- **Verschiedene Modellvarianten** verfügbar:
  - IESopt-Europe (europäischer Strommarkt)
  - IESopt-DHC (lokale Wärme-/Kältenetze)
  - IESopt-H2 (Gas- und Wasserstoffmärkte)
- **Open Source verfügbar** (Julia & Python):
  - [github.com/ait-energy/IESopt.jl](https://github.com/ait-energy/IESopt.jl)
  - [github.com/ait-energy/iesopt](https://github.com/ait-energy/iesopt)

- **IESopt-Europe in Fair-Heat**

- Verknüpfung mit Makro-Modell DYNK
  - CAPEX und OPEX (Strom- und Fernwärme), Nachfrageelastizität als Input für IESopt
- Verknüpfung mit Gebäudemodell Invert/EE-Lab
  - Strom- und Fernwärmepreise, Fernwärmeverbrauch als Input für IESopt
- Fokus auf
  - Verbesserung des modellhaften Abbilds von Dekarbonisierungsoptionen im Fernwärmebereich
  - Stilisiertes Abbild des österreichischen Fernwärmemarkts:
    - einige große Fernwärmenetze mit deziertem Modellabbild
    - zahlreiche kleine Fern- und Nahwärmenetze in aggregierter Form

# Das europäische Strommarktmodell IESopt-Europe

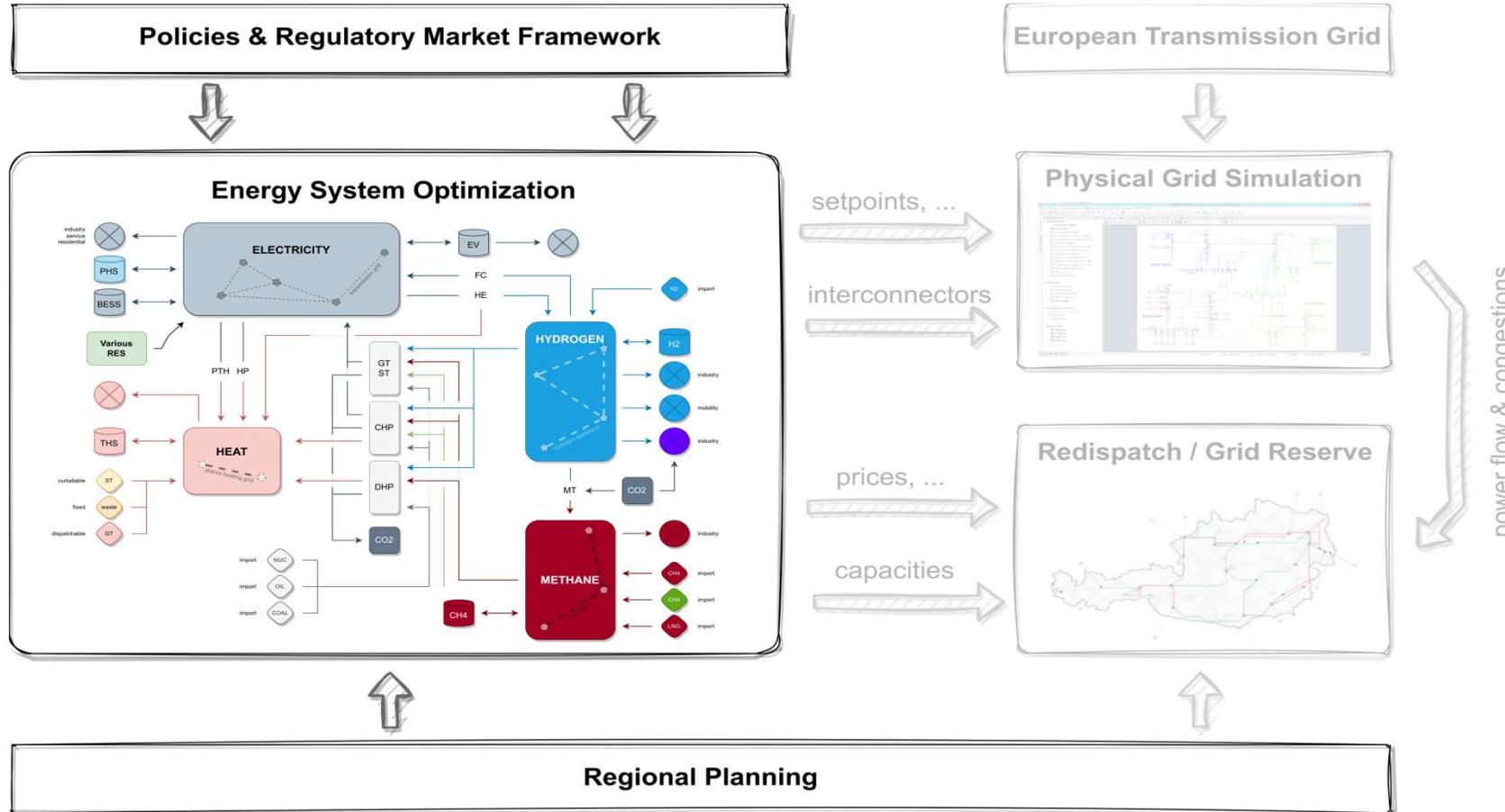
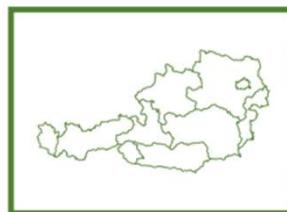


Abbildung: Schematischer Überblick zum integrierten Energiesystemoptimierungsrahmen IESopt.



## Berücksichtigung des Klimawandels in der Fair-Heat Modellierung

basierend auf Ergebnissen  
des FFG-Forschungsprojekts



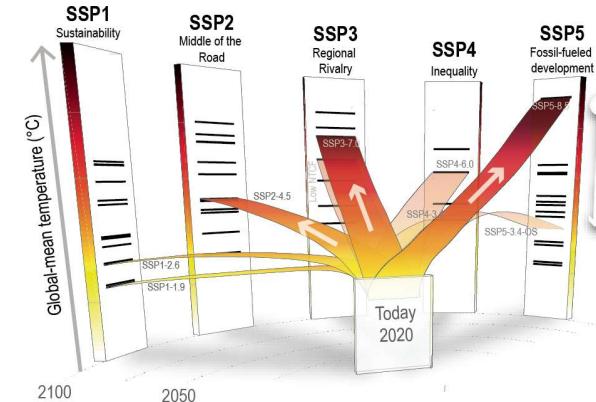
### ROBINE

Regionsspezifische Impactuntersuchung  
von Klimawandel für eine  
ROBuste und INtegrale Energieinfrastruktur



# Die Studie im Kurzüberblick

- **Regionsspezifische Impactuntersuchung von Klimawandel für eine robuste und integrale Energieinfrastruktur in Österreich (ROBINE)**
  - **Ziel:** Bereitstellung fundierter Entscheidungsgrundlagen für klimawandelrobuste Energieinfrastruktur sowie Inputs für weiterführende Projekte (z. B. Fair-Heat).
  - **Nutzung hochauflösender Klimadaten** (1-km-Raster, mehrere regionale Klimamodelle) und Global Warming Levels (GWL-1 bis GWL-4) zur Bewertung künftiger Klimazustände.
  - **Erstellung von Klima- und Gefahrenindikatoren** (Hitze, Kälte, Dürre, Niederschlag, Wind, Muren etc.) zur quantitativen Abschätzung von Risiken für das Energiesystem.
  - **Bewertung der Auswirkungen auf energierelevante Sektoren**, darunter:
    - Heiz- und Kühlbedarf (regionale Veränderungen),
    - Wasserkraft (Saisonalität & Vollaststunden),
    - Windenergie, PV, Residuallast.
  - **Weblink:** [ROBINE Regionsspezifische Impactuntersuchung von Klimawandel für eine robuste und integrale Energieinfrastruktur in Österreich - AIT Austrian Institute Of Technology](#)



Quelle: Adaptiert von IPCC AR6, 2021, Chapter 1.

## ▪ Global Warming Levels (GWLs) - ein neues Konzept für die Klimafolgenforschung

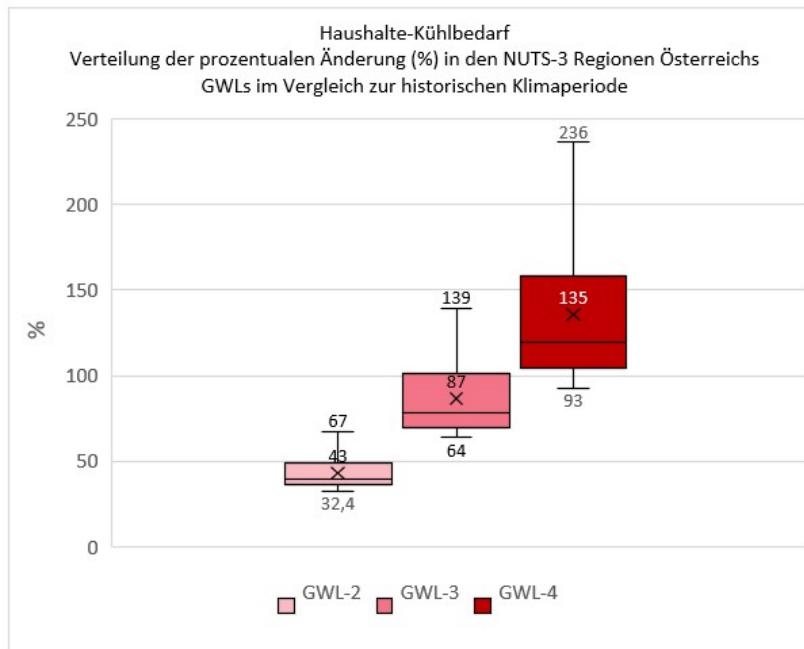
- Vielzahl an Emissions- und Adaptionsszenarien (z.B. 9 verschiedene Szenarien in ROBINE) erschwert Vergleichbarkeit → **GWL-Konzept vereinfacht Kommunikation von Klimaauswirkungen.**
- **GWL = 20-Jahresperiode**, in der eine bestimmte globale Erwärmung gegenüber 1850–1900 erreicht wird.
- **Unterschiedliche Szenarien** erreichen dasselbe GWL zu unterschiedlichen Zeiten, zeigen aber **ähnliche Klimasignale**.
- **Historischer GWL-1.0 °C:** 2001–2020 erreicht.
- **Projektionen:**
  - GWL-1.5 °C: ~2025
  - GWL-2.0 °C: 2025 bis 2040
  - 2024 überschritt erstmals dauerhaft die Marke von 1.5 °C globaler Erwärmung.

# Auswirkungen des Klimawandels auf den Kühlbedarf



## Haushalte Kühlbedarf:

- Verteilung gemäß den 35 NUTS-3 Regionen
- Prozentuale Änderungen in GWLs im Vergleich zur historischen Klimaperiode

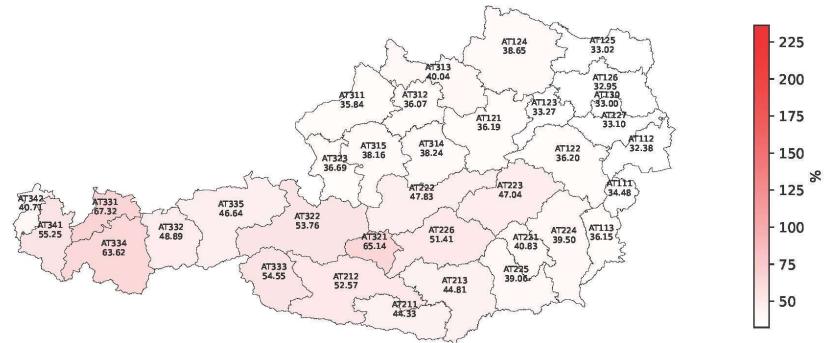


- Klimawandel erhöht stark den Kühlbedarf in allen NUTS-3 Regionen Österreichs

- Durchschnittliche Zunahme  
43 % (GWL-2)  
87 % (GWL-3)  
135% (GWL-4)

## Prozentuale Änderungen in GWL-2 und GWL-4 im Vergleich zur historischen Periode

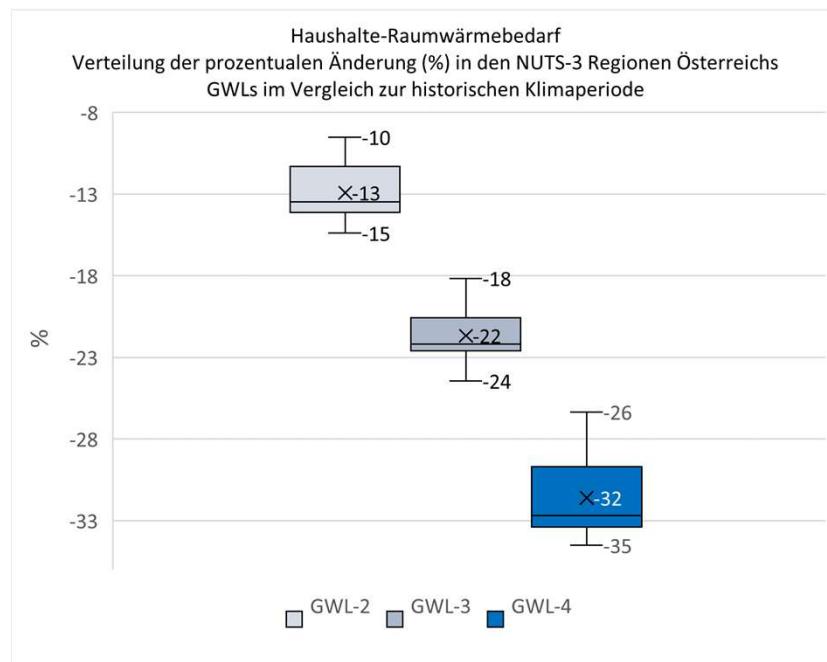
Demand: cooling\_residential - Change in % (GWL-2)



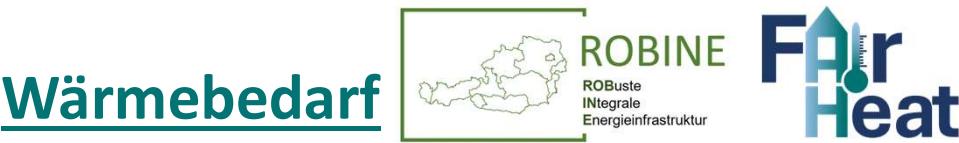
# Auswirkungen des Klimawandels auf den Wärmebedarf

## Haushalte Wärmebedarf:

- Verteilung gemäß den 35 NUTS-3 Regionen
- Prozentuale Änderungen in GWLs im Vergleich zur historischen Klimaperiode

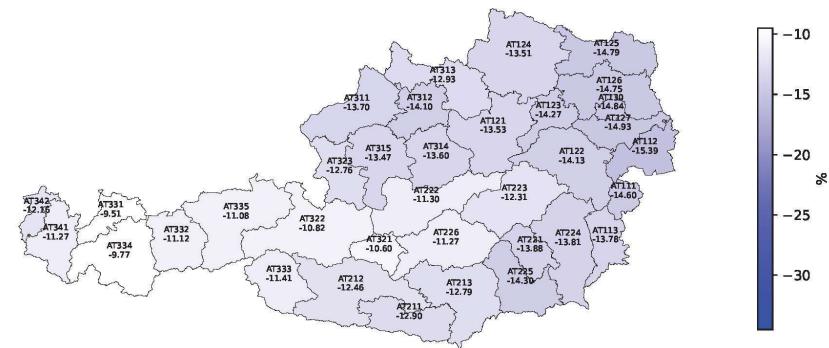


- Klimawandel reduziert Wärmebedarf in allen NUTS-3 Regionen Österreichs
- Durchschnittliche Abnahme  
13 % (GWL-2)  
22 % (GWL-3)  
32% (GWL-4)



## Prozentuale Änderungen in GWL-2 und GWL-4 im Vergleich zur historischen Periode

Demand: heating\_residential - Change in % (GWL-2)



Demand: heating\_residential - Change in % (GWL-4)





## Modelle

Makroökonomisches Modell

DYNK

Linking & Features



# Das makroökonomische Modell „DYNK“

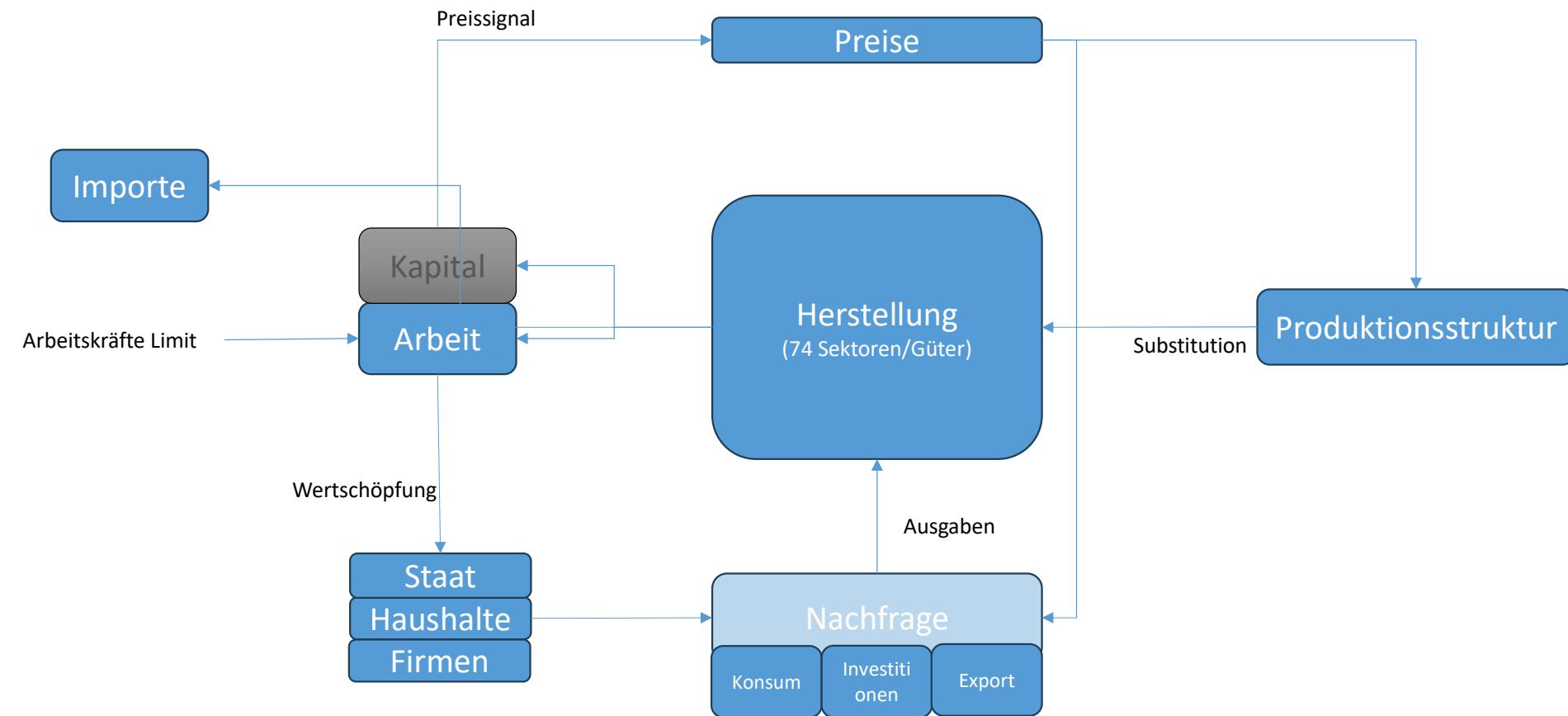
## ■ Erweitertes IO-Modell

- gesamte Wirtschaft **Österreichs**
  - 1-Land Modell
- Verflechtung von 90 **Sektoren**
- 60 **Haushaltstypen**
  - Quintil x Region x Gebäudetyp
- Güter- & Konsumenten**preise**
  - Preissignale durch Knappheit (Arbeitskraft)
  - Einkommens - & Gütersteuern
- **Produktionsfunktionen**
  - Faktorsubstitution
- **Jährliche Analyseschritte**
  - 2018 - 40

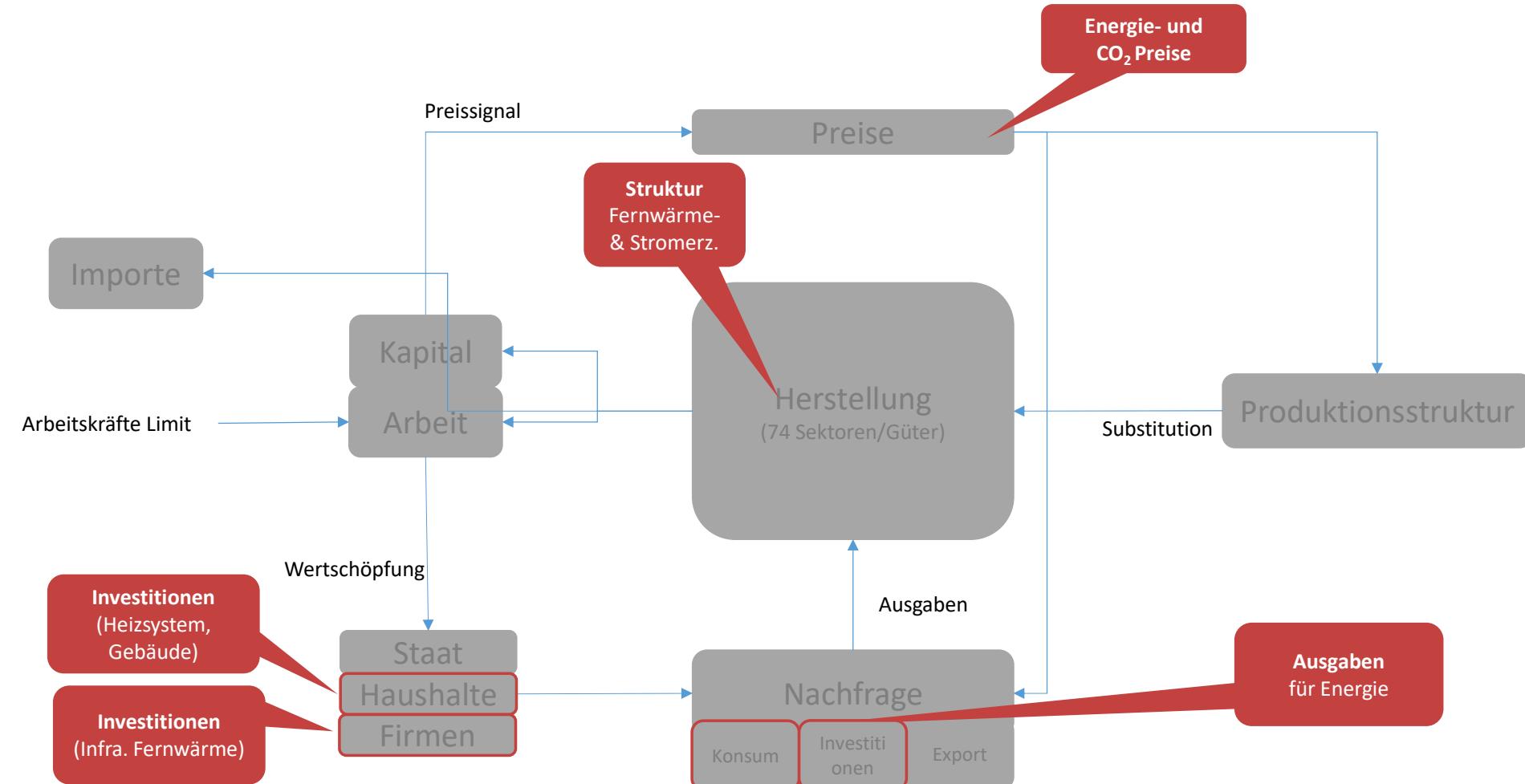
## ■ DYNK in Fair-Heat

- Verknüpfung mit Bottom-up Modellen
  - Energiekonsum
  - Preise/Subventionen
  - Investitionen
  - Energieerzeugung (Strom / Fernwärme)
- Ermittlung von
  - Makroökonomischen Effekten
  - Verteilungseffekten (Konsum- und Einkommenseffekten nach Haushaltsgruppe)

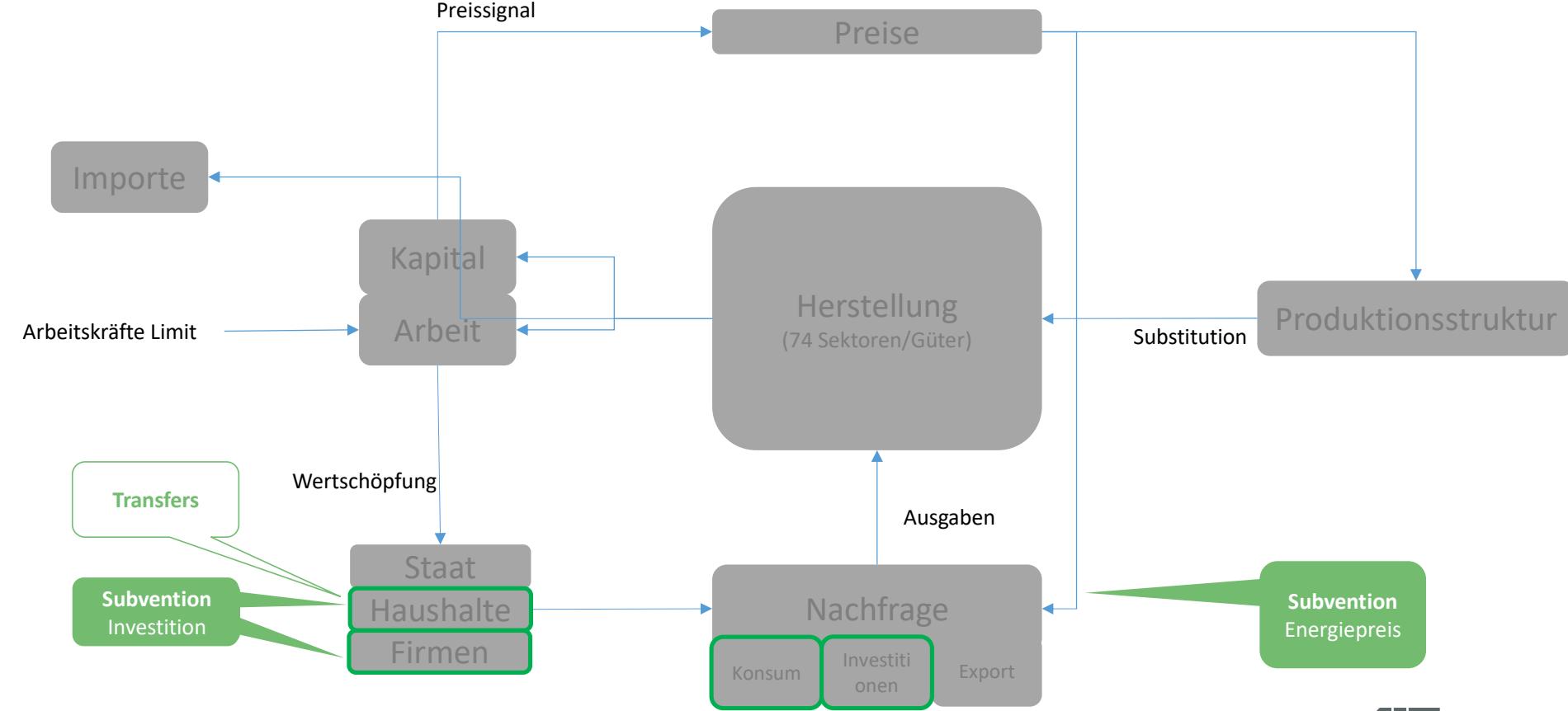
## Model Bereiche



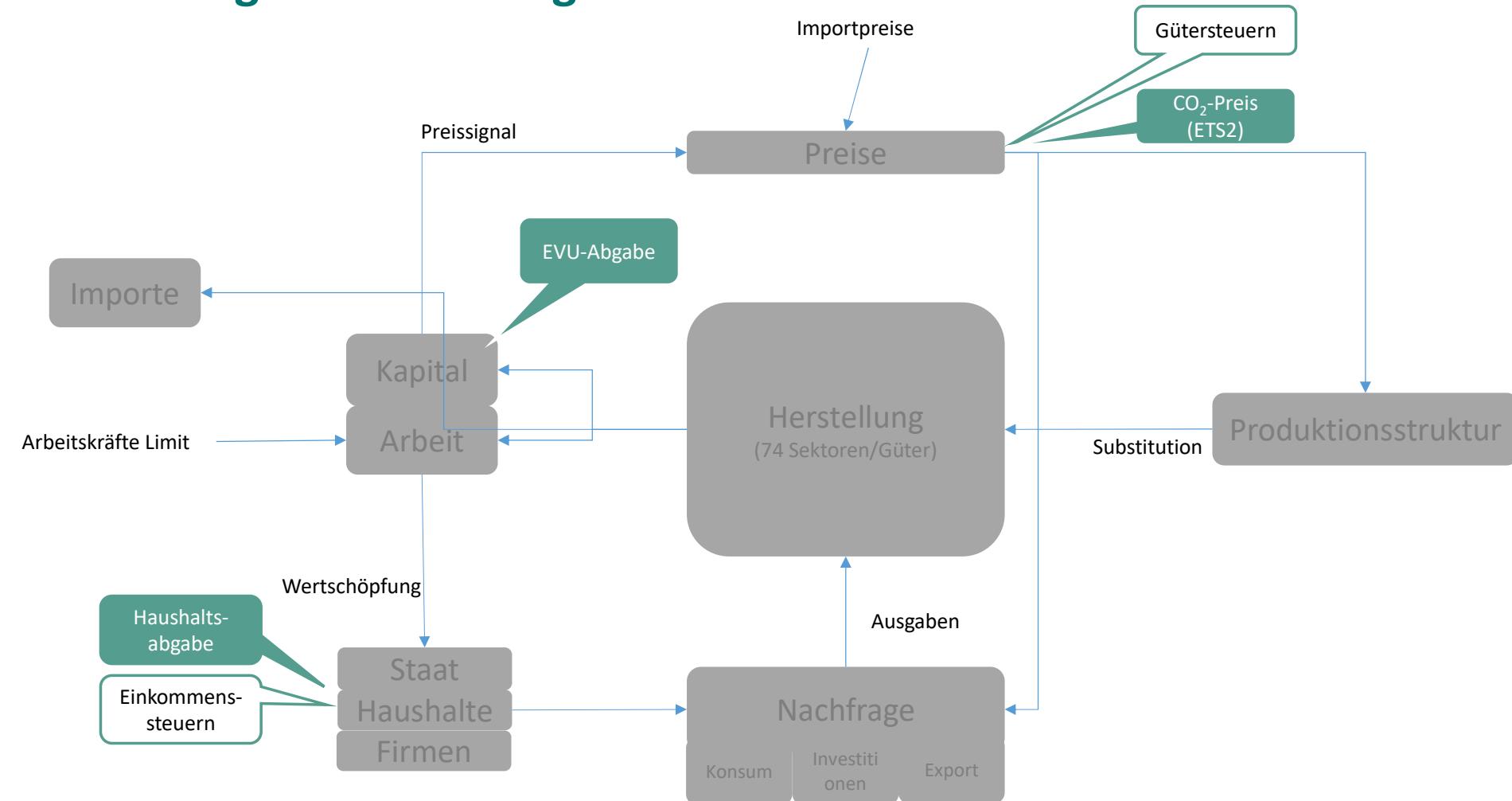
## Linking – exogene Daten



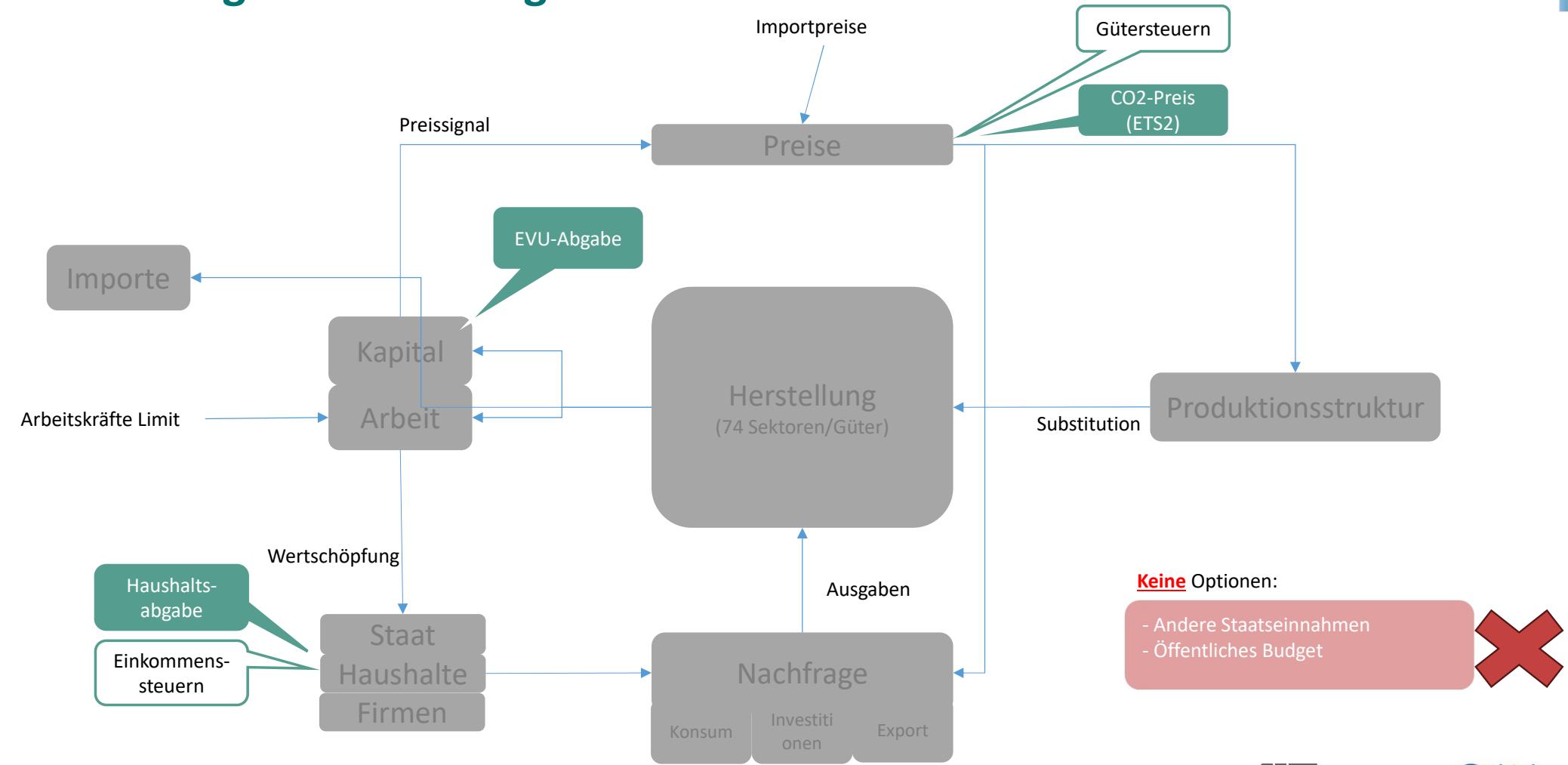
# Linking - Anpassungen



# Linking - Finanzierung



# Linking - Finanzierung





## Szenariendesign



## Fair-Heat Szenarien (I)

- Entwicklung von Szenarien für die Dekarbonisierung des Gebäudebestands und der FernwärmeverSORGUNG in Österreich
  - Politikinstrumente zur Dekarbonisierung von Wohngebäuden und Fernwärme, inklusive
  - Unterstützungsmaßnahmen für vulnerable Haushalte und
  - Finanzierungsoptionen (einschließlich EEGs)

## Fair-Heat Szenarien (II)

