

# Early stage optimization for urban district renovation in Germany



M.Sc. André Müller

Institute for Housing and Environment, Darmstadt, Germany

Institute of Concrete and Masonry Structures, Technical University of Darmstadt, Germany

E<sup>4</sup>Q

Einbindung erneuerbarer Energieträger  
in die Energieversorgung vernetzter Quartiere

Project: Integration of renewable energies into the energy supply for interconnected districts



Institut für  
**Massivbau**



Supported by:



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Climate Action

on the basis of a decision  
by the German Bundestag

# Agenda

## Introduction

## Aim and scope of project E<sup>4</sup>Q

## Methodology

## E<sup>4</sup>Q early stage evaluation tool

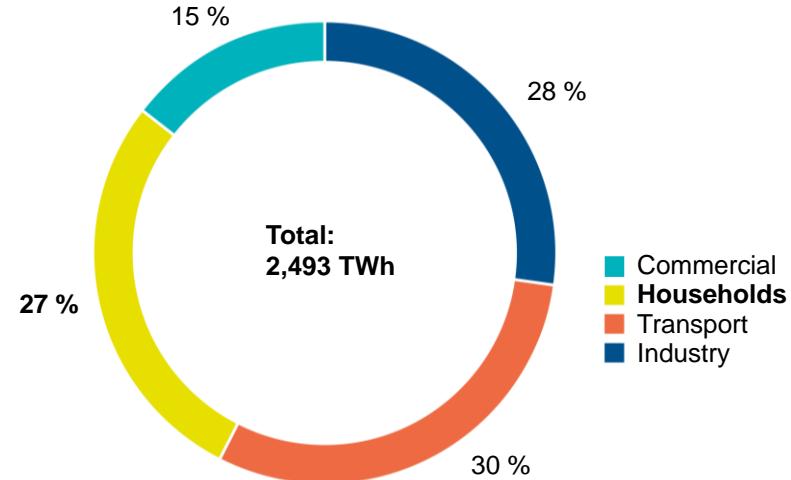
## Urban district analysis

## Conclusion

## Introduction

- Climate crisis hits societies in Europe and globally
- Carbon emissions massively have to be reduced to achieve Paris agreement
- German legislation aiming on climate neutral building stocks until 2045
- District level has shown potentials to increase efficiency while lowering costs of renovation concepts

Final energy consumption by sectors in Germany (2019)



Source: German Energy Agency (2022) – Building Report 2022 (translated and highlighted)

# Introduction

**E<sup>4</sup>Q**

Einbindung erneuerbarer Energieträger  
in die Energieversorgung vernetzter Quartiere



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Institut für  
**Massivbau**

 **IWU**

 **Fraunhofer**  
IEE

**House  
of Energy**

 entega\*

 LCEE  
LIFE CYCLE ENGINEERING  
EXPERTS GMBH

 **bauverein AG**  
darmstadt

 TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT  
Institut für  
Politikwissenschaften

**e.on**

 **ABG nova**

 INTELLIGENT  
ENERGY SYSTEM  
SERVICES

 Offenbach  
am Main  
**OF**

Supported by:

 Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Climate Action

on the basis of a decision  
by the German Bundestag

## Project leaders



**Johannes Koert M.Sc.**

 koert@massivbau.tu-darmstadt.de

 +49 6151 16-21405



**André Müller M.Sc.**

 a.mueller@iwu.de

 +49 6151 2904-18

## Aim and scope of project E<sup>4</sup>Q

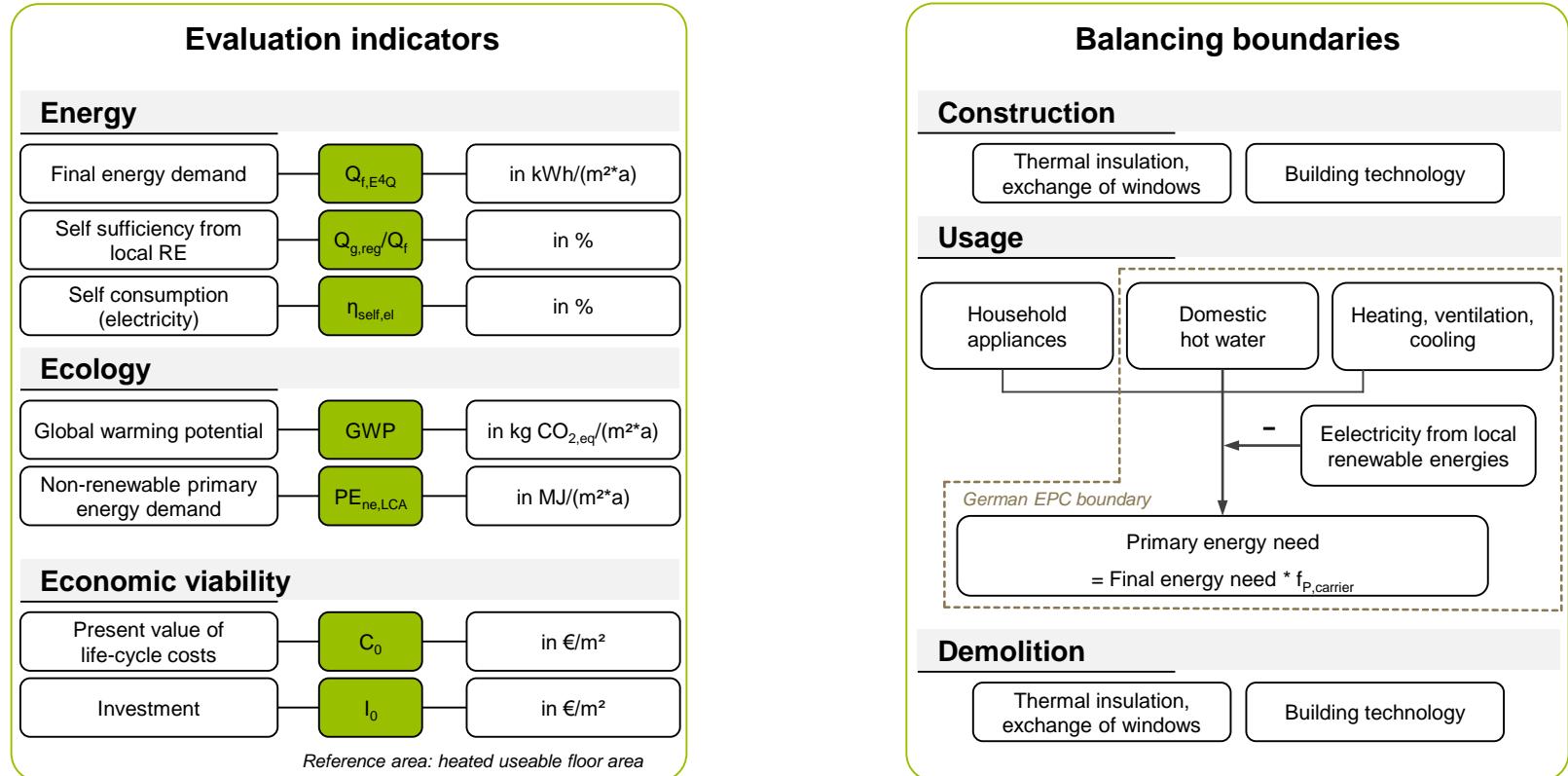
### ■ Aims

- Identify renovation concepts for districts which contribute to achieving climate mitigation targets while preserving economic feasibility
- Supporting stakeholders in district renovation planning in early project phases

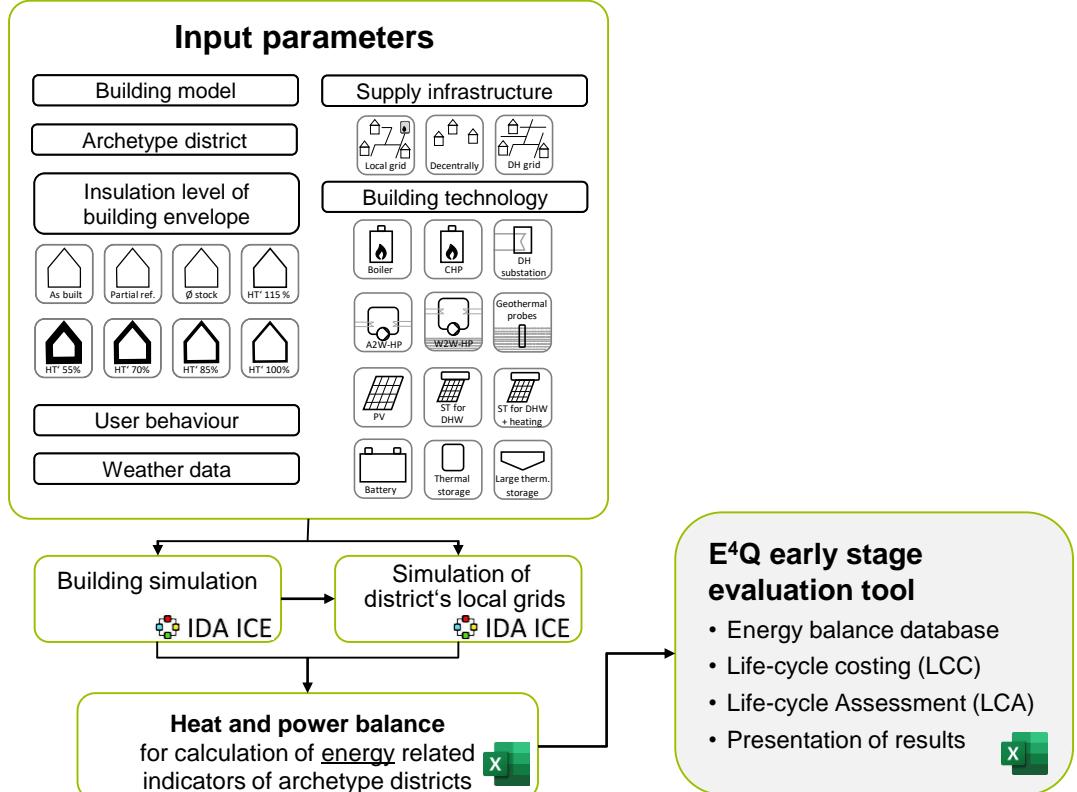
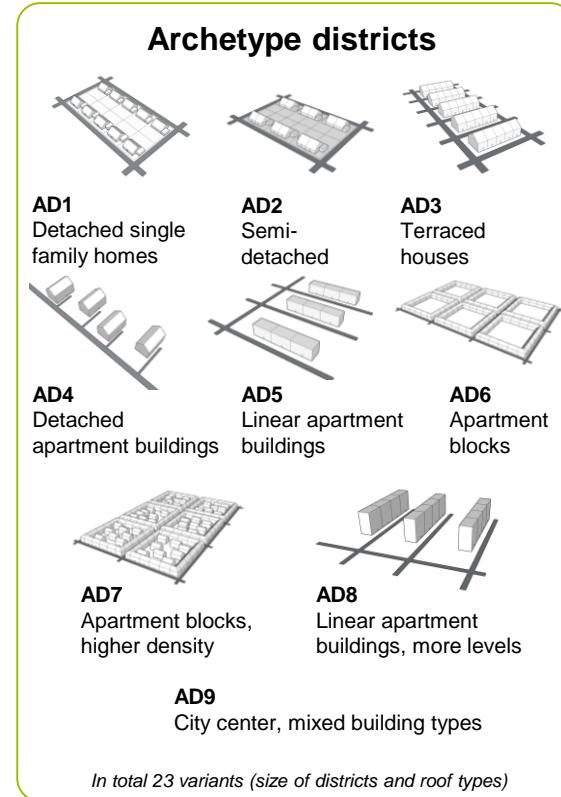
### ■ Scope

- Focus lies on urban settings
- Only market-available technologies shall be reflected
- Evaluation of local renewable energy sources for heat and power production shall be sound

# E<sup>4</sup>Q Methodology



# E<sup>4</sup>Q Methodology



# E<sup>4</sup>Q early stage evaluation tool

## E4Q Tool - energetische Quartiersauswahl

Bitte führen Sie die folgenden vier Schritte aus, um für ein Quartier eine Umwelt- und Energieversorgungskonzepte durchzuführen.

**Schritt 1:** Erstellen Sie das zu untersuchende Quartier. Dazu können Sie einen Typquartieren auswählen.

### TQ6a Blockrandbebauung (Schrägdach) g

Anzahl	Gebäudetyp	Baualter	Zustand	NGF in m <sup>2</sup>
1	Blockrand	vor 1978	und Decke OG	14070

Versorgungskonzept: Nahwärmenetz mit Zwei Kessel im bivalenten Betrieb  
TWW dezentral, Flächenheizung

Abkürzungen: WP - Wärmepumpe ; BHKW - Blockheizkraftwerk ; RLT - Raum

**Schritt 2:** Definieren Sie die zu untersuchenden Versorgungskonzepte. Sie Möglichkeit bis zu vier Versorgungs- und Sanierungskonzepte für den Variantenvergleich auszuwählen.

### Quartiersversorgungskonzepte

1. Variante	
-------------	--

**Schritt 3 (optional):** Passen Sie die Randbedingungen für die ökonomische ökologische Bewertung der Varianten an.

**Schritt 4:** Starten Sie die Berechnung.

Typquartiersauswahl - Gebäudestruktur

Quartiertyp  
Wählen Sie ein Typquartier aus.  
TQ6a Blockrandbebauung (Schrägdach) geringer bis mittlerer Dichte - S

Standort und Ausrichtung der Gebäude  
Wählen Sie den Standort.  
Potsdam (Referenzstandort)

Definieren Sie die Ausrichtung der Gebäude  
nord - süd

Auswahl der Versorgungsvarianten  
Wie viele Varianten möchten Sie untersuchen? 3

Varianten 1 Variante 2 Variante 3

Varianten 2  
Energetisches Sanierungsniveau der Gebäudehülle  
HT 85% zum GEG Niveau

Gebäudeversorgung  
Wählen Sie den Wärmezeuger im Gebäude.  
Übergabestation

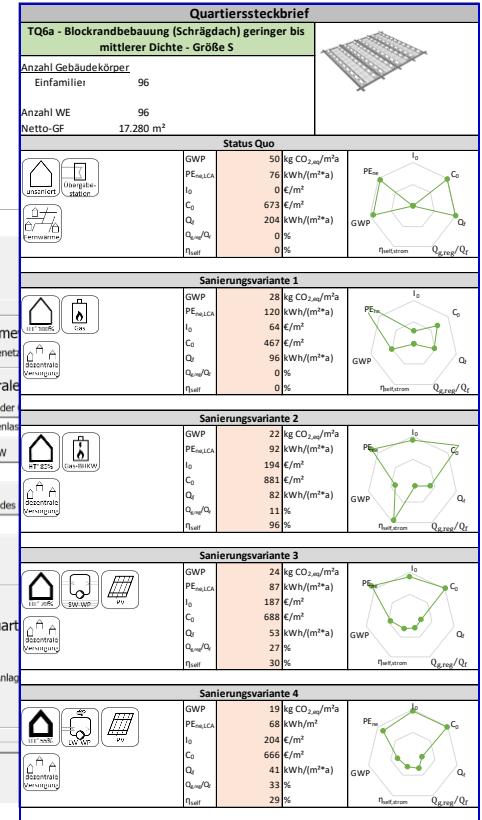
Wählen Sie die Art der Wärmeübergabe in den Räumen.  
Heizkörper VL max 60°C

Wählen Sie die Art der Trinkwarmwassererzeugung.  
zentral

Wird Solarenergie auf den Gebäudedächern eingesetzt?  
PV  
voll  
nein  
nur natürliche Lüftung

Gibt es ein Quartiersspeicher - Strom  
Gibt es zentrale PV Anlagen im Quartier?

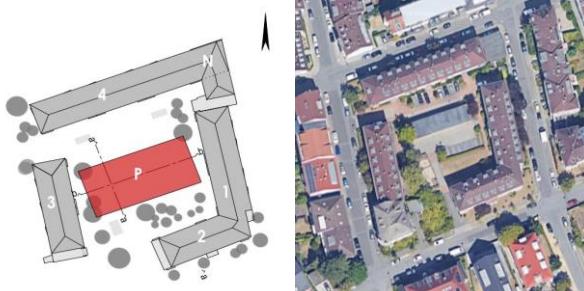
Abbrechen



# Urban district analysis - Demonstration

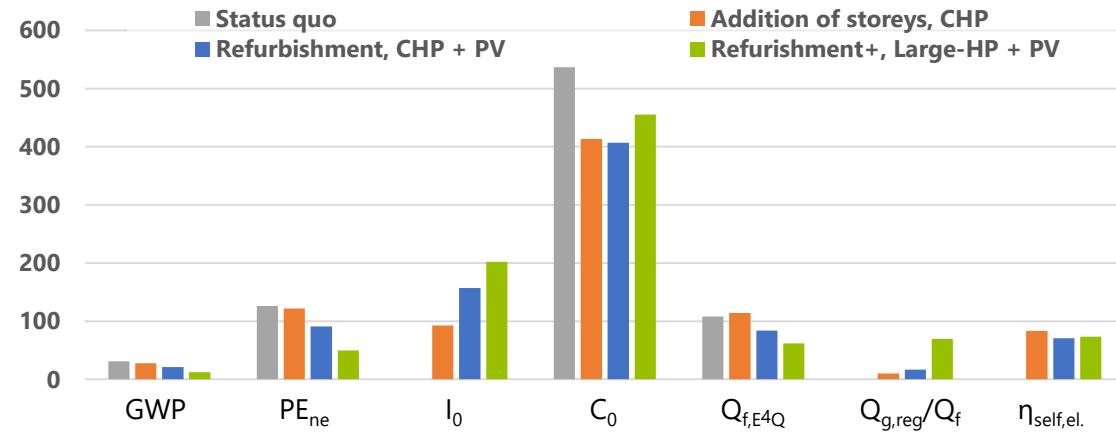
## Demonstration district

- Building complex from 1950s
- 4 buildings, 3 levels, 51 apartments
- ca. 3600 m<sup>2</sup> living area
- Refurbishment in the 1980s
- Local heating grid (gas boiler), DHW decentral electrically



Source: bauverein AG (left); Google Maps 2022 (right; Bilder © 2022 AeroWest, GeoBasis-DE/BKG, Maxar Technologies, Kartendaten © 2022)

## Results



- All concepts lower the lifecycle costs (C<sub>0</sub>)
- CHP and PV lead to C<sub>0</sub>- & GWP-reductions
- More ambitious refurbishment level needs additional investments achieving a small additional C<sub>0</sub> reduction
- Most ambitious refurbishment can be ,cross-financed‘

# Urban district analysis - Scenarios

## Aim

- Identifying universally advisable district renovation concepts
- Derive recommendations for stakeholders (public administration, local politics and enterprises)

## Scope

- 26 status quo input parameters for each of the 23 ADs
- >1 Mio. renovation concepts per AD

### Input parameters of the status quos

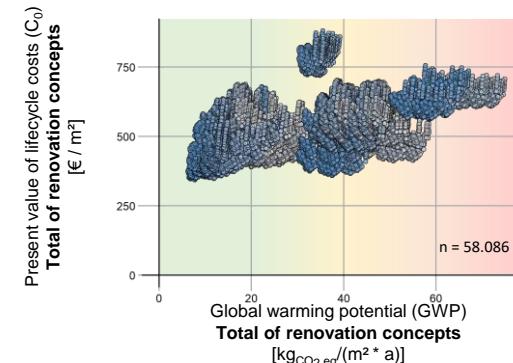
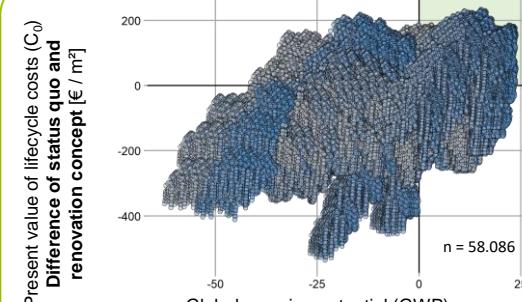
Insulation level of building envelope



Supply infrastructure



Building technology



- 2 evaluation criteria are needed

- better than status quo
- in line with national climate mitigation targets

## Results show

- Higher shares of local RE increase an economic viability ( $C_0$ ) while decreasing GWP
- Multiple renovation concepts fulfill both criteria

- **E<sup>4</sup>Q early stage evaluation tool** allows for
  - Assessments of district renovation concepts w/o demanding data acquisition
  - Generic recommendations on promising concepts are derived early in the planning process
  - identifying optimized renovation concepts based on a holistic set of indicators
- **Scenario analysis** shows, that
  - Highly ambitious concepts are technically possible and economically viable
  - Integrated district renovation concepts need new forms of stakeholder cooperation (*burden and profit sharing*)
  - Additional constraints have to be considered (*fossile phase-out and biomass potentials*)

# Thank you for your attention!



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Institut für  
**Massivbau**



Supported by:



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Climate Action

on the basis of a decision  
by the German Bundestag