

EIFER: **Syed Monjur Murshed**, Andreas Koch, Beata Sliz-Szkliniarz, Jochen Wendel
fbta: Amar Abdul-Zahra, Andreas Wagner
IIP: Kai Mainzer, Russell McKenna, Wolf Fichtner

Energetische Gebäudeanalyse mit 3D-Modellen und Energieplanung im Stadtquartier - Reallabor 131 Karlsruhe*



10. CEB-Energieeffizienz-Kongress
Block 2D: Energieeffiziente Gebäude und Quartiere
Karlsruhe, 29.06.2017

**Forschung im Rahmen des Projektes „Reallabor R131: KIT findet Stadt“*



1. Einführung: Ziele und methodisches Vorgehen des Energiekonzept des Reallabor 131
2. Energetische Gebäudeanalyse mit 3D-Modellen
3. Wärmebedarfsanalyse
4. Potenzial der energetischen Sanierung von Mehrfamilienhäusern in der Oststadt
5. Fazit

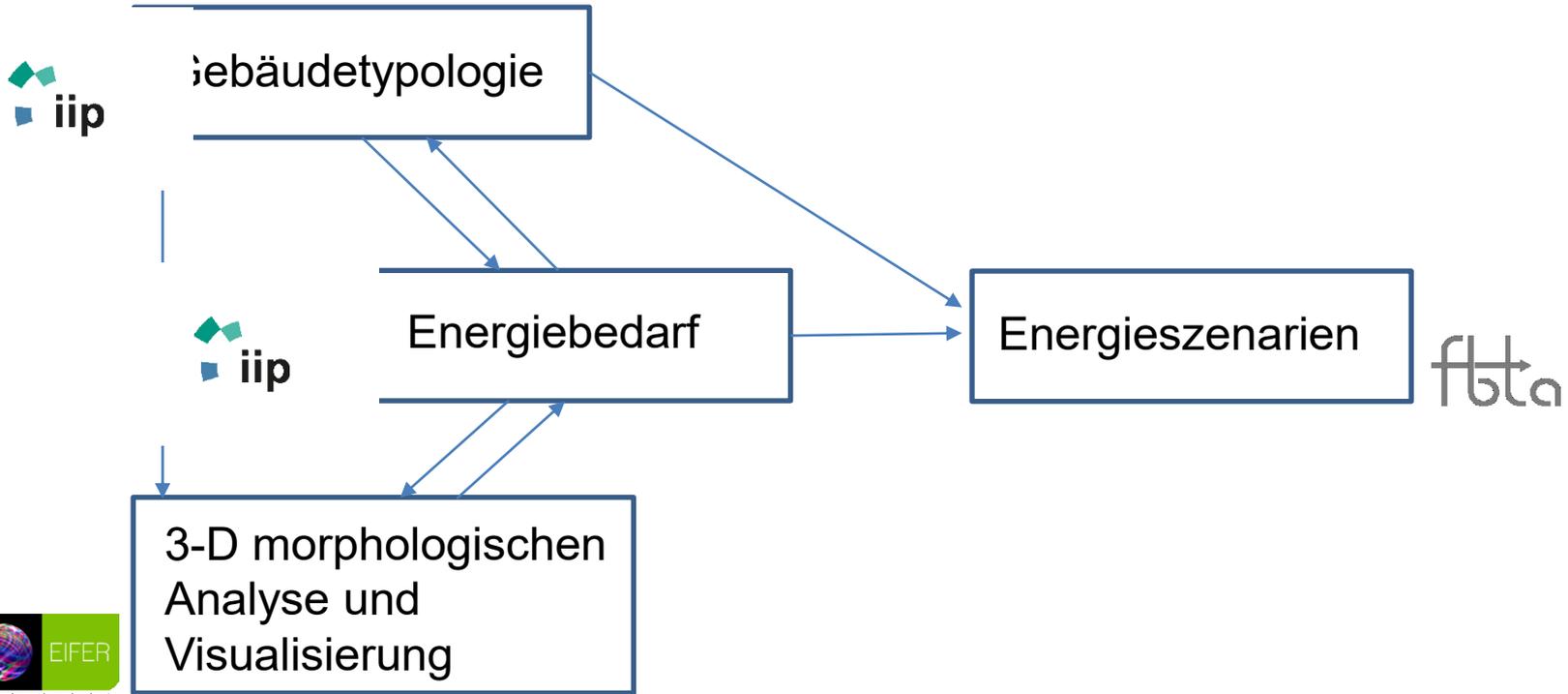


Ziel:

- Senkung des Bedarfs nicht-erneuerbarer Ressourcen zur Energieerzeugung im Quartier

Methodisches Vorgehen:

- Vorbereitung einer **3D-Geodaten-Infrastruktur** zur Energetischen Gebäudeanalyse
- Entwicklung eines **Energiemodells**, um die bestehende Nachfrage zu charakterisieren und abzubilden
- Szenarien für die Entwicklung und Analyse eines **Energieversorgungskonzepts** für das Quartier werden erstellt und dienen der Ermittlung spezifischer Potentiale



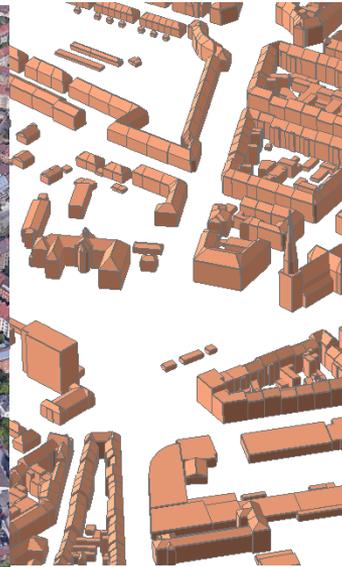
2. Energetische Gebäudeanalyse mit 3D-Modellen



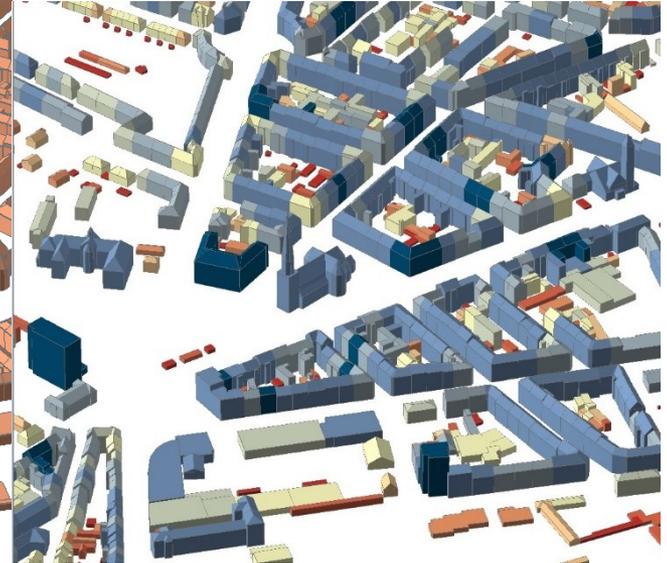
EIFER



GoogleEarth



CityGML
Stadt Karlsruhe



Energetische Analyse
Eigene Darstellung



Auf Basis des generierten 3D-Stadtmodelles wurden verschiedene Methoden angewandt:

1. Geometrische Berechnungen

- Gebäudevolumen
- Gebäudefläche zu Gebäudevolumen Verhältnisse (S/V)



Eigene Darstellung

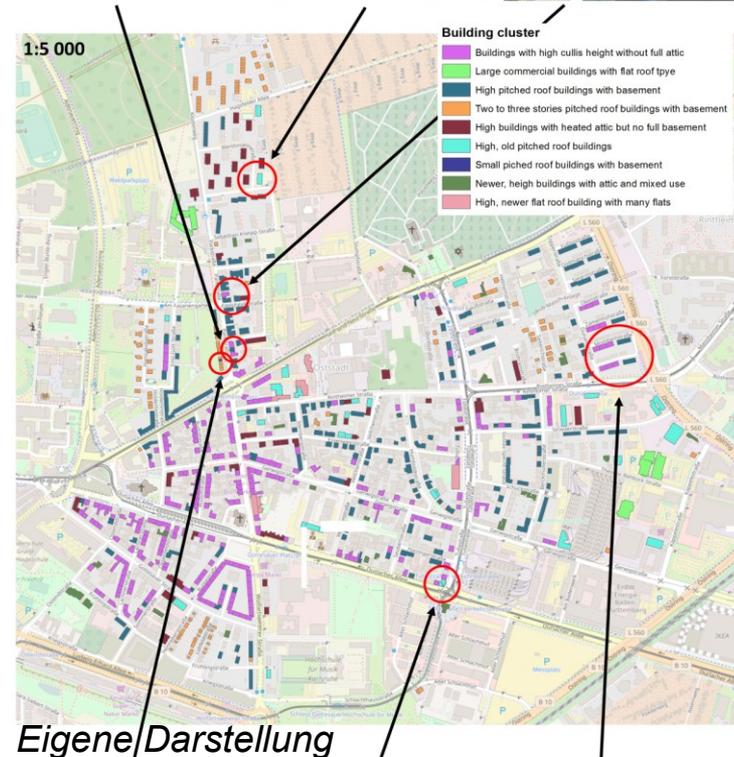


Eigene Darstellung



2. Statistische Analyse

- Datenanreicherung
 - Begehungsdaten
 - Marktforschungsdaten
 - Wärmebedarfsanalyse
- Korrelationsanalyse
- Regressionsanalyse
- Cluster-Analyse





Verortung des Wärmebedarfs aller Wohngebäude

- Welche Gebäude gibt es in der Oststadt?
- Welche spezifischen Eigenschaften haben unterschiedliche Gebäudetypen?
- Welche Besonderheiten zeichnen die Gebäude in der Oststadt aus?
- Wie bestimmt das lokale Klima letztlich den Wärmebedarf eines Gebäudes?



Eigene Darstellung

Quelle: Eigene Darstellung mit Daten von GGM & Zensus 2011

Haustypenmatrix: Baualters- und Größenklassen

Baualtersklasse		EFH	RH	MFH	GMH	HH
		Basis-Typen				
A	... 1859	EFH_A	RH_A	MFH_A	GMH_A	HH_A
B	1860 ... 1918	EFH_B	RH_B	MFH_B	GMH_B	HH_B
C	1919 ... 1948	EFH_C	RH_C	MFH_C	GMH_C	HH_C
D	1949 ... 1957	EFH_D	RH_D	MFH_D	GMH_D	HH_D
E	1958 ... 1968	EFH_E	RH_E	MFH_E	GMH_E	HH_E
F	1969 ... 1978	EFH_F	RH_F	MFH_F	GMH_F	HH_F

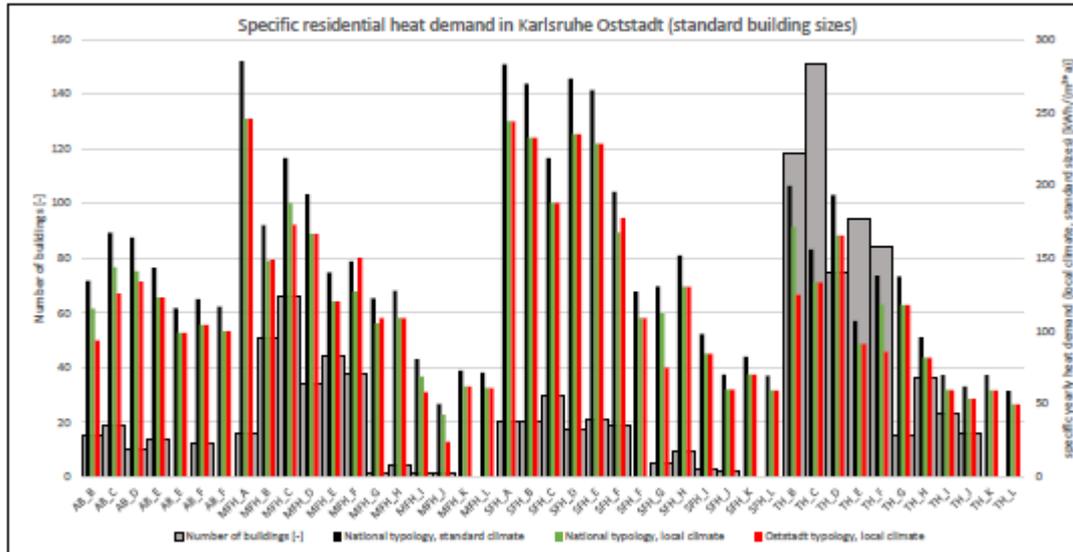
IWU



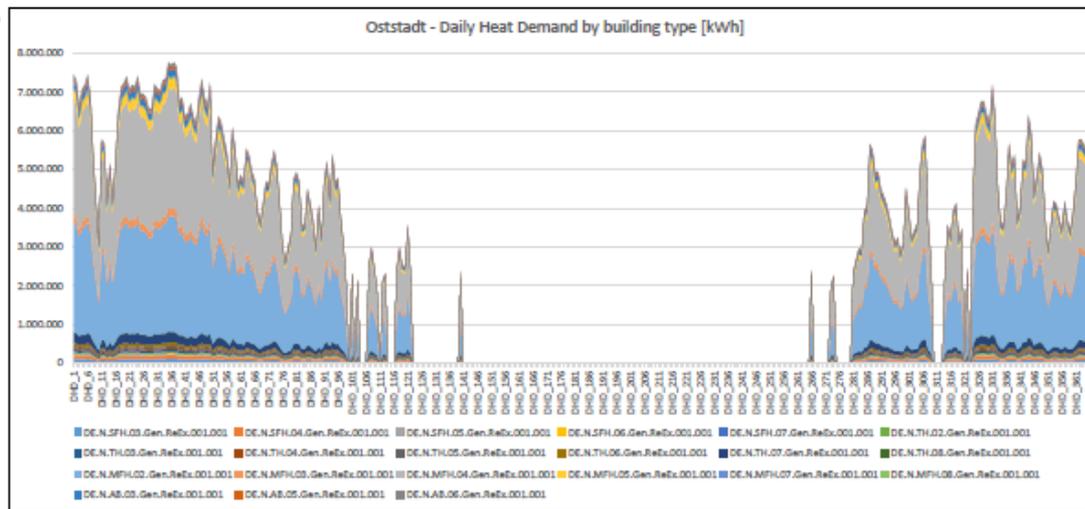
- Nur für Wohngebäude wird der Wärmebedarf berechnet
 - Pro Gebäudetyp
 - Täglich und jährlich
- 1.198 Gebäude von 4882 sind Wohngebäude (inkl. Garagen und Gartenhäuser)



Eigene Darstellung



Jährlicher spezifischer Wärmebedarf pro Gebäudetyp
Eigene Darstellung



Täglicher spezifischer Wärmebedarf pro Gebäudetyp
Eigene Darstellung



- ca. 80% aller Wohnungen in der Oststadt sind in Mehrfamilienhäusern (MFH)
- den größten Anteil (43%) bilden Gebäude mit 7 – 12 Wohnungen
- 80% aller Wohngebäude wurden vor 1970 errichtet
- größte Anteile am Energieverbrauch: Heizen (57%) und Warmwasser (25%)



Verschiedene Energieszenarien

Optimierung baulicher
Wärmeschutz

Einsatz erneuerbarer
Energien

Heizsystem

Simulationen für ein typisches MFH

5 Geschosse mit je 3 Wohneinheiten (insgesamt 1.218 m² Nutzfläche, Fensterflächenanteil an Gebäudehülle 20%)

Simulationen für Gesamte Oststadt

Untersuchte Heizsysteme

Elektro-Direktheizung, Gas-Zentralheizung, Luft-Wasserwärmepumpe

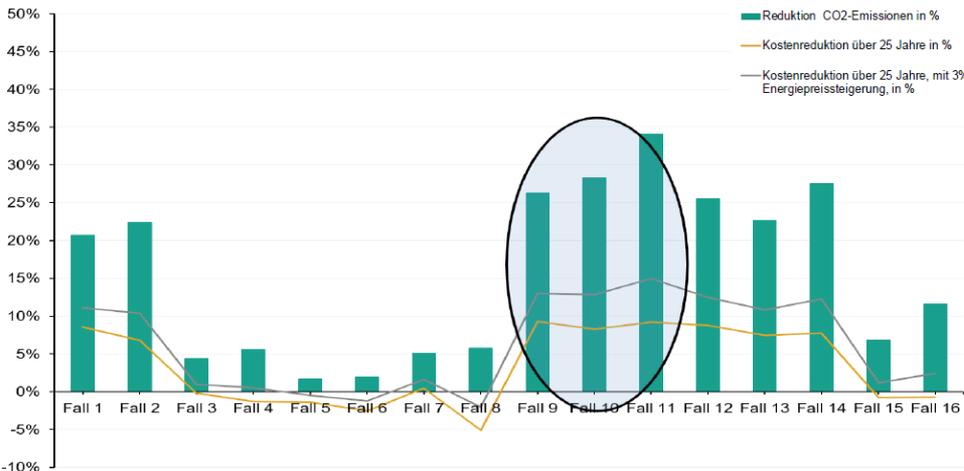
Untersuchte Dämmung

	Außenwand	Dach	Kellerdecke	Fenster
Ist-Zustand	ungedämmt	ungedämmt	ungedämmt	Isolierverglasung
Variante 1	12 cm Dämmung	12 cm Dämmung	8 cm Dämmung	Wärmeschutzverglasung
Variante 2	24 cm Dämmung	30 cm Dämmung	12 cm Dämmung	Wärmeschutzverglasung (3-fach)



Optimierung baulicher Wärmeschutz

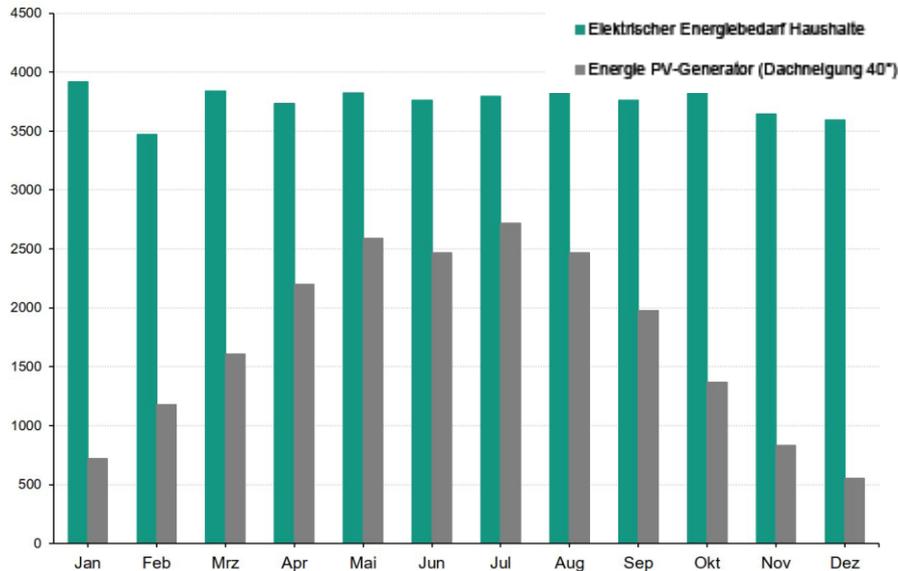
- Reduktion der CO₂-Emissionen um 25 – 30% und der Kosten (Investitionen Dämmung und Energiekosten) um 10 – 15% (Betrachtungszeitraum 25 Jahre), Optimum liegt bei gemäßigten Dämmmaßnahmen
- Kostenschwankungen von $\pm 25\%$ für Dämmung beeinflussen das Ergebnis, d.h. die Relationen zwischen den Fällen, nicht (nur das absolute Kostenniveau)
- Betrachtungen bei Annahme einer Gas-Zentralheizung im Gebäude, Effekte sind deutlich stärker ausgeprägt, wenn als Referenz eine Elektro-Direktheizung angenommen wird



Eigene Darstellung



Einsatz erneuerbarer Energien



- Bei dem betrachteten MFH können 46% des jährlichen Haushaltsstroms gedeckt werden, es gibt keine Überschüsse im Sommer
- Wenn der Bedarf von 3.000 auf 2.000 kWh/a reduziert wird (z.B. durch energiesparende Geräte), steigert sich der Deckungsanteil auf 69%, von Mai bis August wird (in der Bilanz!) eine Volldeckung erreicht

Eigene Darstellung



Potenzial der energetischen Sanierung von **Mehrfamilien-Wohngebäuden** in der Oststadt:

- Reduktion der CO₂-Emissionen für Heizung und Warmwasser zwischen 86% und 78%, je nach betrachtetem Referenzszenario
- Einsatz von PV in der Oststadt: elektrischer Energiebedarf ca. 28.451 MWh/a bei 2.500 kWh/a je Haushalt nutzbare Dachfläche für PV ca. 374.869 m²



Erzeugung von ca. 44.533 MWh/a (unter Berücksichtigung realer vorhandener Orientierungen und Dachneigungen), d.h. bilanzieller Überschuss von 16.082 MWh/a



- Austausch mit Oststadt-Bürgern war sehr positiv
- Mögliche Anwendung als „Test Case“ in der Oststadt, weitere Verbreitung von der Projektergebnisse
- Präsentationsstand im „Networking Village“ Session der EUSEW 2017 Konferenz
- Wissenschaftliche Veröffentlichung auf der European Conference on Sustainability, Energy & the Environment – ECSEE2017
- Zweifache Auszeichnung für Karlsruher Reallabor: „Projekt Nachhaltigkeit 2017“ und „Transformationsprojekten“





Vielen Dank

Amar Abdul-Zahra, Andreas Koch, Andreas Wagner, Beata Sliz-Szkliniarz, Jochen Wendel, Kai Mainzer, Russell McKenna, Syed Monjur Murshed, Wolf Fichtner

Contact: murshed@eifer.org

EIFER

Emmy-Noether-Straße 11

76131 Karlsruhe

Germany

www.eifer.org

Copyright © EIFER 2015



Back ups

Copyright © EIFER 2015



29.06.2017

| Energetische Gebäudeanalyse mit 3D-Modellen
und Energieplanung im Stadtquartier





Dataset variables

Market research data

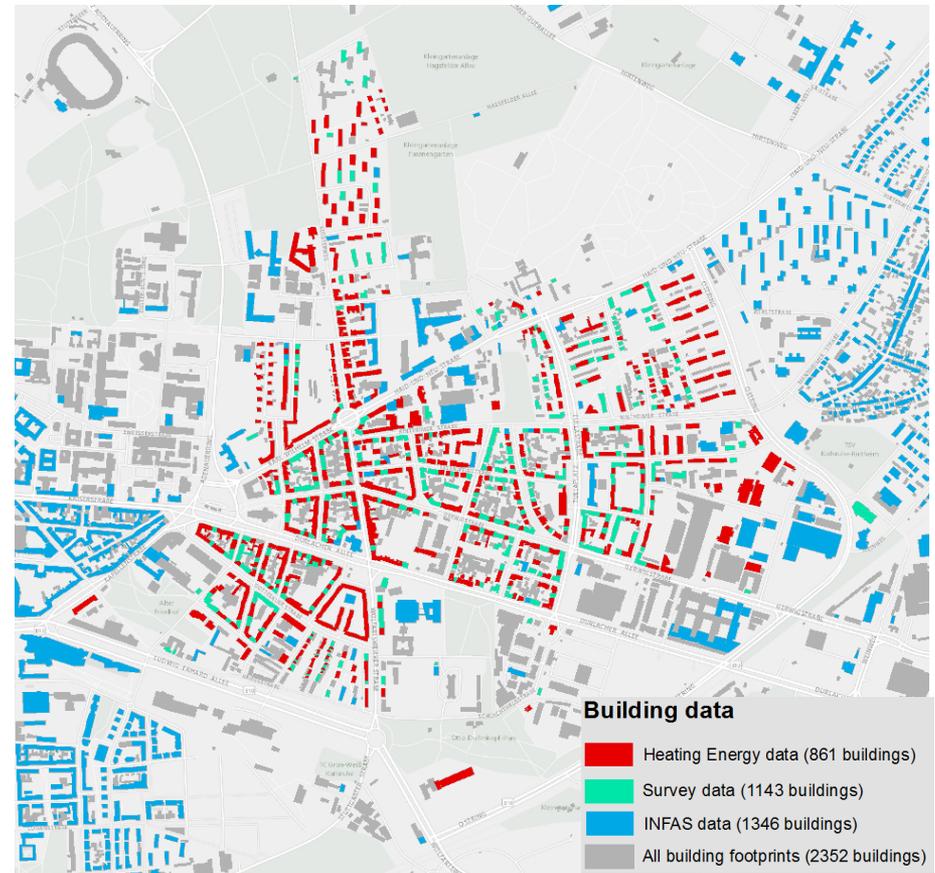
- Building type
- Building age
- Number of flats
- Number of commercial units

Survey data

- Building footprint m^2
- Building volume m^3
- Cullis height
- Roof ridge height
- Roof type
- Basement
- Attic
- Attic heated

Geometric properties

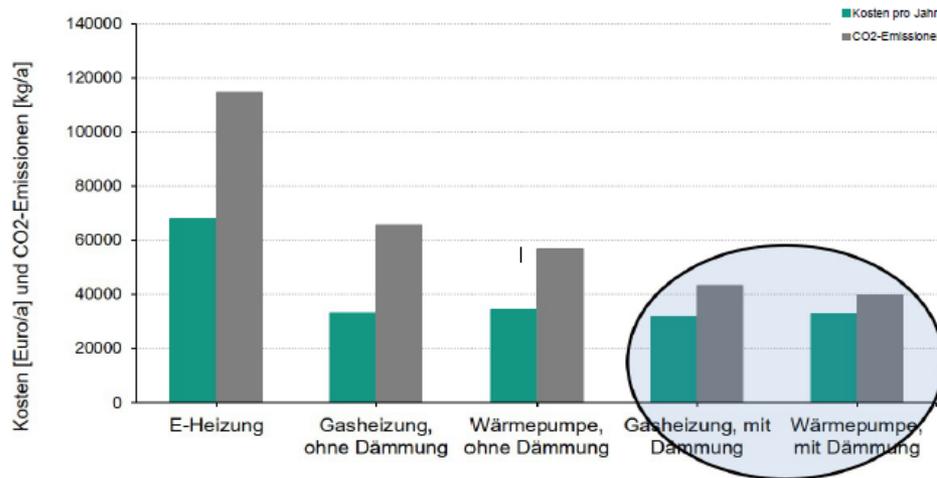
- Building volume including/excluding roof
- Building surface including/excluding roof
- Surface to volume ratio
- Shared surfaces



Eigene Darstellung



Heizsystem

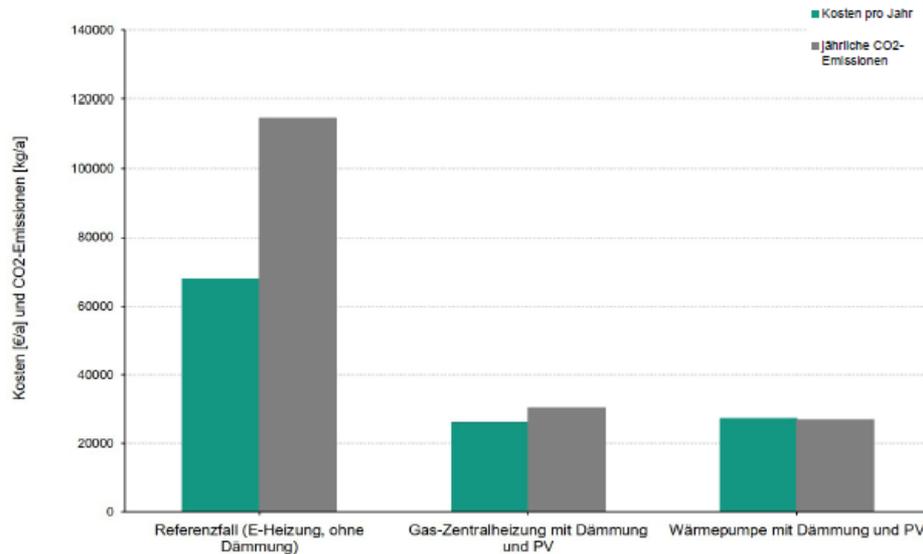


Eigene Darstellung

- Wechsel von Elektro-Direktheizung: Gas-Zentralheizung am günstigsten, Wärmepumpe etwas teurer, aber geringere CO2-Emissionen
- Wärmepumpe weist höchste Installationskosten auf, hat aber geringere Betriebskosten als Gasheizung
- Mit Wechsel von Elektro-Direktheizung auf Gas-Zentralheizung und Dämmung können CO2-Emissionen um ca. 62% und Gesamtkosten (Investitionskosten und Betriebskosten nach VDI 2067) um ca. 53% reduziert werden (Betrachtungszeitraum 20 Jahre)



Einsatz erneuerbarer Energien

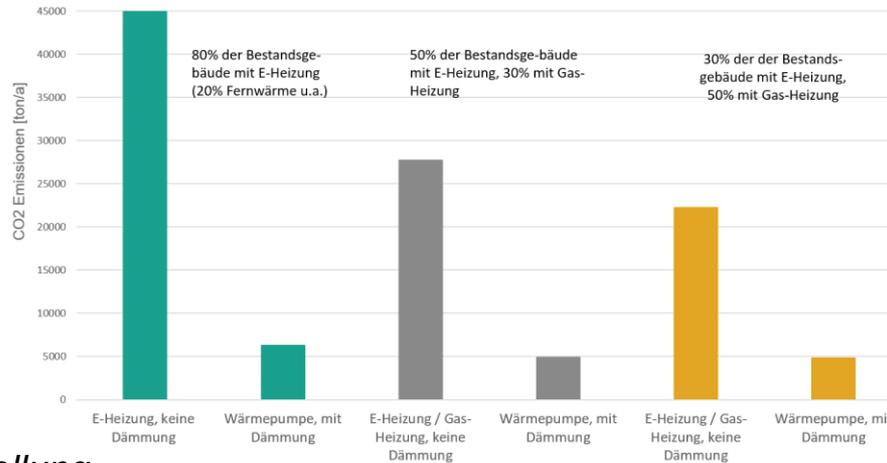


Eigene Darstellung

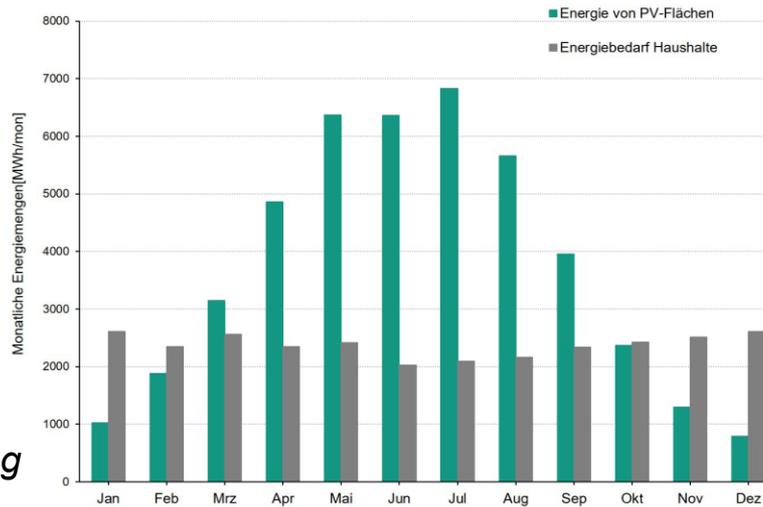
- Mit der PV-Anlage können die CO₂-Emissionen um 77% und die Kosten um 60% gegenüber dem Referenzfall reduziert werden
- Ausgangslage Referenzfall (Elektro-Direktheizung): Dämmung ökonomischer als PV-Anlage
- Ausgangslage Gas-Zentralheizung oder Wärmepumpe: PV-Anlage ökonomisch attraktiver als Dämmung, aber höhere CO₂-Emissionen



Betrachtung gesamte Oststadt



Eigene Darstellung



Eigene Darstellung