

# Welche Auswirkungen hat eine gebäudeübergreifende Betrachtung von Solarthermie auf deren Wirtschaftlichkeit?

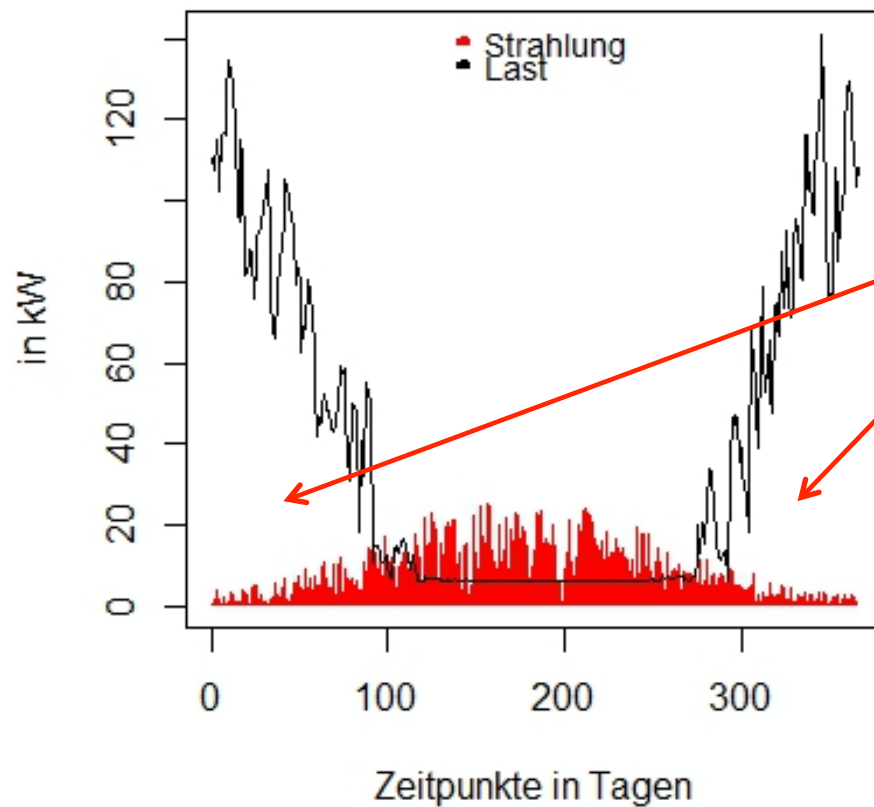
Sara Fritz  
Kathrin de Bruyn

EnInnov 2014  
13. Symposium Energieinnovation  
TU Graz, 14.02.2014



# Motivation

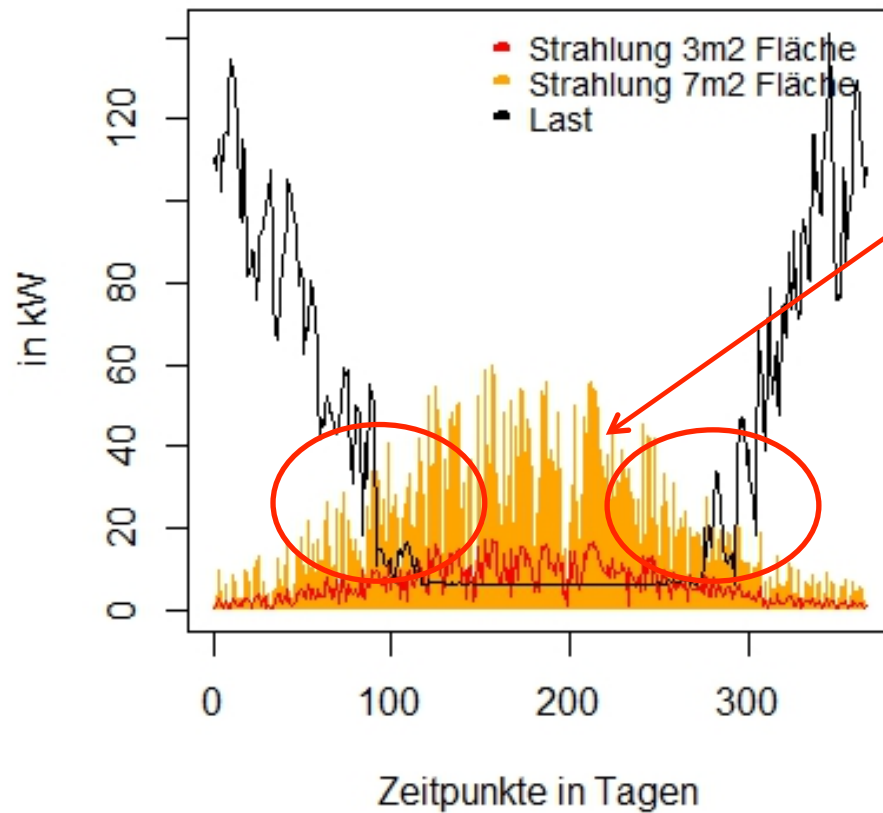
## 1 Gebäude - 3 m2 Kollektorfläche



Um auch im Winter einen nennenswerten Anteil der Energienachfrage decken zu können, muss die Anlage größer ausgelegt werden!

# Motivation

## 1 Gebäude - 7m2 Kollektorfläche



Die hohen solaren Erträge zu Zeiten niedriger Energienachfrage nach Warmwasser und Raumwärme

## Fragestellung

- Welche Auswirkungen hat die Betrachtung von mehreren Endverbrauchern auf die Wirtschaftlichkeit einer Solarthermie-Anlage unter Berücksichtigung der geeigneten Anlagendimensionierung und zusätzlichen Leitungsverlusten?
- Wie schauen die rechtlichen Rahmenbedingungen in Österreich für gebäudeübergreifenden Energieaustausch aus?

## Inhalt

- Projekt GebEn und Definition verschiedener Varianten zum gebäudeübergreifenden Energieaustausch
- Methode und Annahmen
- Ergebnisse
- Schlussfolgerungen und Ausblick
- Exkurs: Rechtliche Analyse

## Inhalt

- **Projekt GebEn und Definition verschiedener Varianten zum gebäudeübergreifenden Energieaustausch**
  - Methode und Annahmen
  - Ergebnisse
  - Schlussfolgerungen und Ausblick
  - Exkurs: Rechtliche Analyse

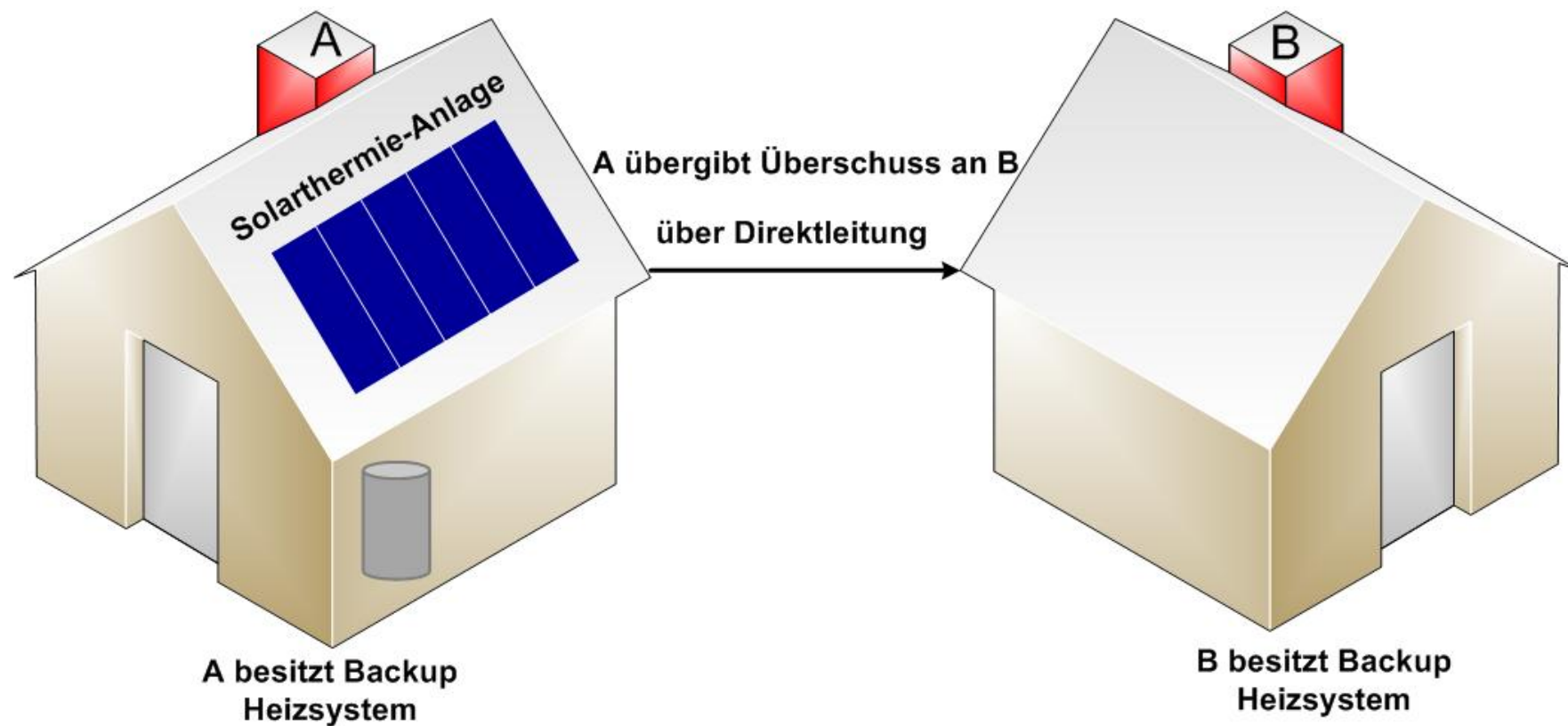
## GebEn: Gebäudeübergreifender Energieaustausch

- **Konsortialpartner:** Energie Institut an der Johannes Kepler Universität Linz, Energy Economics Group der TU Wien, Energie AG Oberösterreich
- Entwicklung eines **Analyserahmen** für die **interdisziplinäre Analyse (rechtlich, technologisch und wirtschaftlich)** für die Bewertung unterschiedlicher, gebäudeübergreifender Systemkonfigurationen im Bereich **Wärme und Strom**
- Als Ergebnis dieser Analyse wird ein **Katalog** der auf Bundes- wie auch auf Länderebene notwendigen **rechtlichen Anpassungserfordernisse** sowie ein modular aufgebauter **Kriterienkatalog für Musterverträge** vorgelegt!



## Variante 1: Lieferant

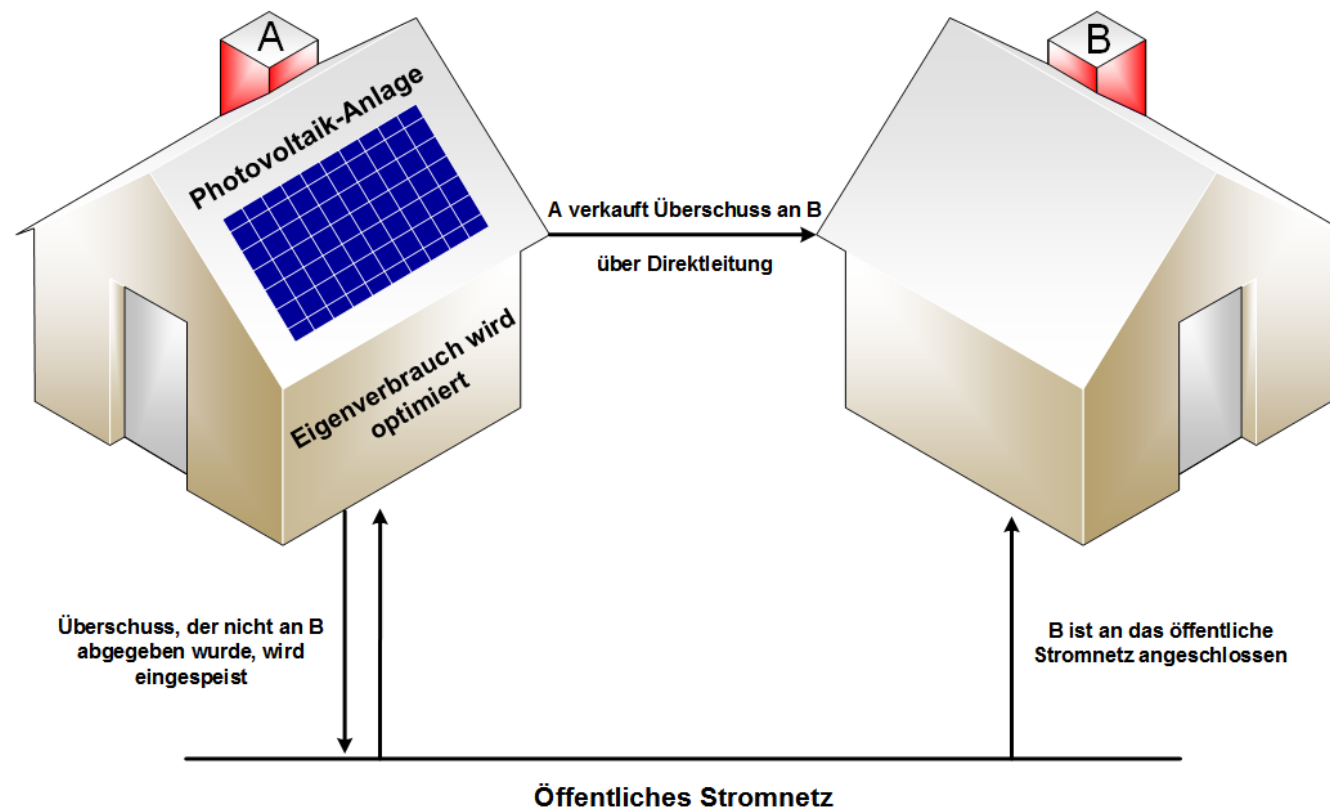
B ist über eine Direktleitung mit A verbunden und besitzt ein eigenes Backup Heizsystem, um den Energiebedarf abzudecken.





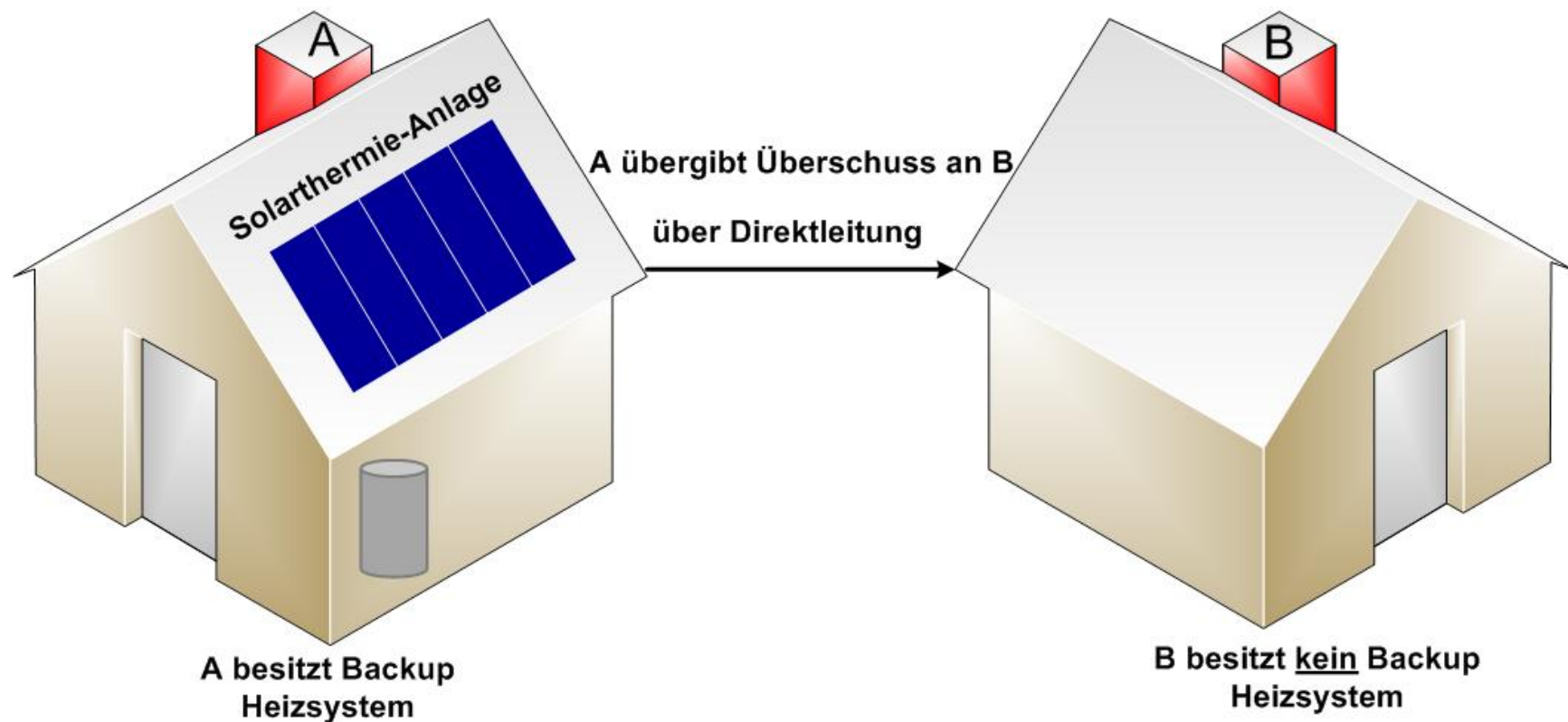
## Variante 1: Strom

B ist über eine Direktleitung mit A verbunden und besitzt zusätzlich einen Zugang zum öffentlichen Netz.



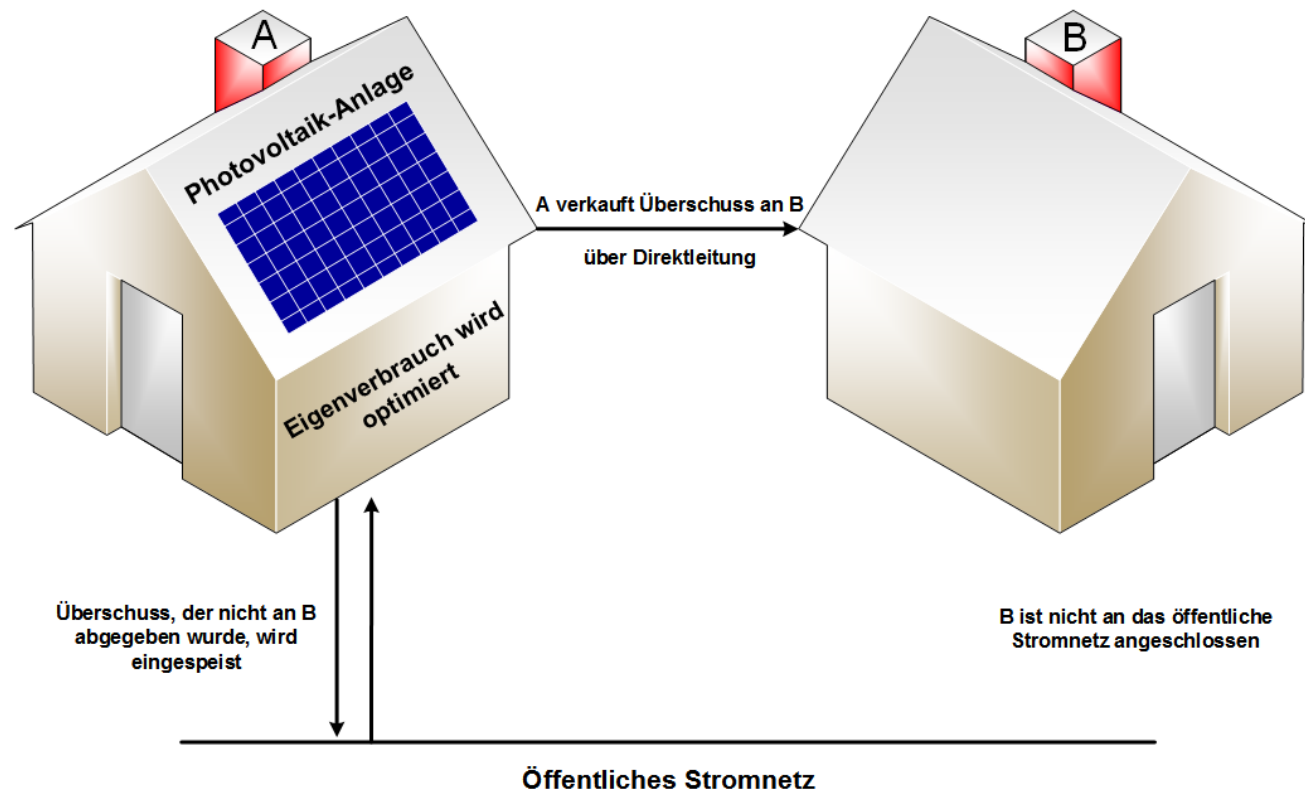
## Variante 2: Versorger

B ist über eine Direktleitung mit A verbunden und besitzt zusätzlich kein Backup Heizsystem. Die Versorgung wird von A übernommen.



## Variante 2: Strom

B ist über eine Direktleitung mit A verbunden und besitzt keinen Zugang zum öffentlichen Netz.



## Inhalt

- Projekt GebEn und Definition verschiedener Varianten zum gebäudeübergreifenden Energieaustausch
- **Methode und Annahmen**
- Ergebnisse
- Schlussfolgerungen und Ausblick
- Exkurs: Rechtliche Analyse

## Methode

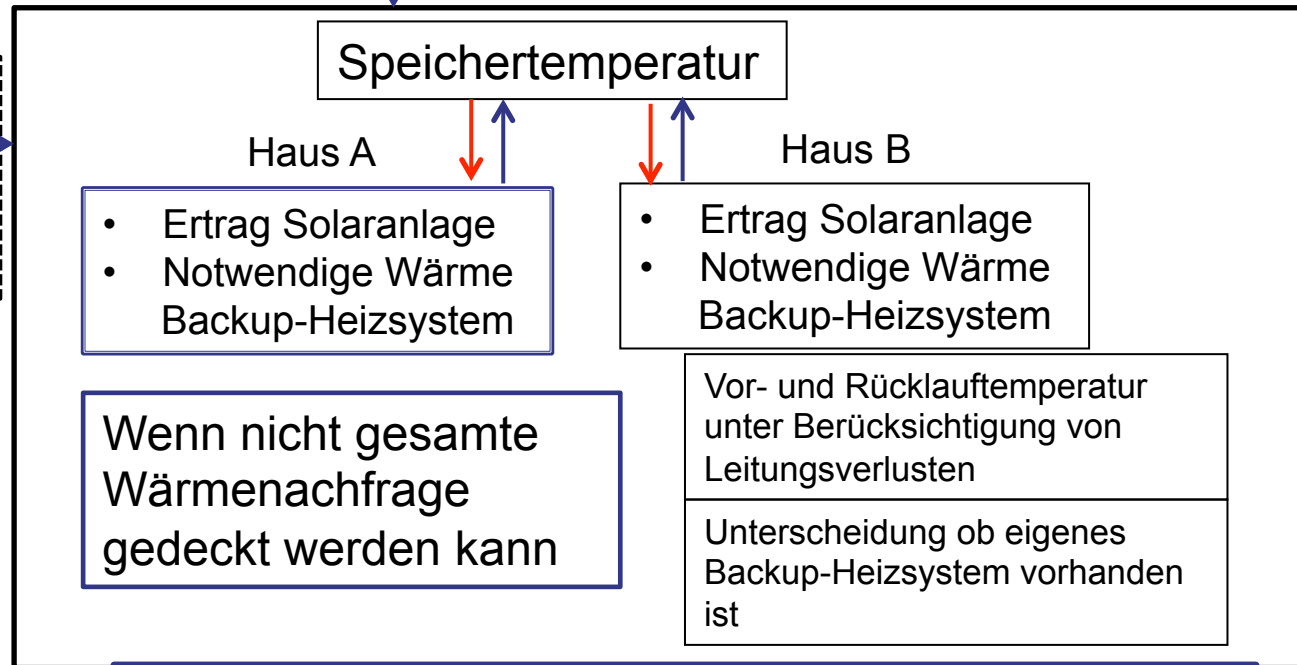
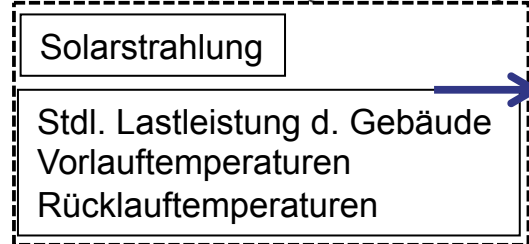
- Techno-ökonomisches Simulationsmodell **SoLiS**: Entwickelt im Rahmen des Projekts SolarFoods (Source:Hummel M. et al. Reducing Fuel Consumption in Industry: Assessment of the Economic Efficiency of the Integration of Solar Thermal Energy into Industrial Processes. Verfügbar unter: [http://fr.energytaxincentives.org/files/proceedings/2013/data/papers/4\\_070.pdf](http://fr.energytaxincentives.org/files/proceedings/2013/data/papers/4_070.pdf))
- Auf **stündlicher** Basis werden die solaren Erträge für Brauchwasser und Raumwärme ermittelt
- Bei zu niedrigem Temperaturniveau im Speicher wird das Wasser mit einem Gaskessel nachgewärmt
- Frischwasserbereitung wird mittels Frischwasserstation durchgeführt. Im Modell ist die Frischwasserstation sequentiell nach dem Gaskessel geschaltet
- Wirtschaftlichkeitsanalyse mittels Barwertmethode

## Ermittlung der Solaren Erträge

$t_0$ :

- Anzahl Abnehmer
- Distanz
- Systemgröße
- Weitere techn. Parameter

$\forall t, t \in (0, \dots, 8760)$ :



- Gesamte solar genutzte Wärme in kWh pro Jahr
- Gesamte Wärme die ohne Solaranlage zur Verfügung gestellt wird in kWh pro Jahr

Gebäude mit Solaranlage

## Wirtschaftlichkeitsanalyse

### Variante 1: Lieferant

$$K_0 = -Inv_{Sys} + \sum_{t=1}^T \frac{Q_{SolErtrag,t}}{\eta} \cdot \frac{1}{(1+r)^t} * p_t$$

$$K_{0,Förderung} = -Inv_{Sys} + \phi F\u00f6rderung + \sum_{t=1}^T \frac{Q_{SolErtrag,t}}{\eta} \cdot \frac{1}{(1+r)^t} * p_t$$

$$Inv_{Sys} = Inv_{ST} + Inv_{Netz} * l$$

$K_0$  ... Barwert im Jahr  $t = 0$

$K_{0,F\u00f6rderung}$  ... Barwert mit F\u00f6rderung  
im Jahr  $t = 0$

$T$  ... Betrachtungshorizont in Jahren  
 $t$  ... Jahr

$Inv_{Sys}$  ... Investitionen Solarsystem

$Inv_{ST}$  ... Investition Solarthermieanlage

$Inv_{Netz}$  ... Investition Direktleitung

$p_t$  ... Energiepreis Zeitpunkt  $t$

$\phi F\u00f6rderung$  ... Durchschnittliche F\u00f6rderung

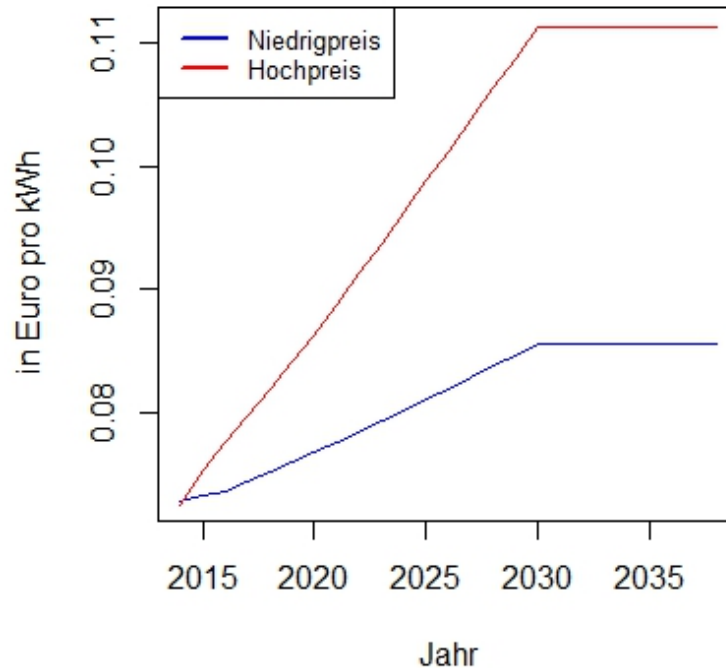
$Q_{SolErtrag,t}$  ... Ertrag Solaranlage  
im Jahr  $t$

$l$  ... L\u00e4nge Direktleitung

$\eta$  ... Effizienz Backup – Heizsystem

## Daten und Annahmen

Annahme Entwicklung Gaspreis



- Betrachtungszeitraum  $T=25$
- Zinssatz  $r = 5\%$
- Gebäude: EFH, 85 m<sup>2</sup>, Standort Wien, Neubau 2000, 2 Geschosse, Vorlauftemperatur Heizsystem 60°C, Rücklauftemperatur 45°C.
  - Heizwärmebedarf ~9700 kWh/Jahr
  - Warmwasserbedarf ~1900 kWh/Jahr
- 70l Speicher/m<sup>2</sup> Kollektorfläche
- Effizienzfaktor Gaskessel: 0.78
- Leitung
  - Heizungsrohr DN 15
  - 20 mm Isolierung,  $\lambda = 0.35 \text{ W}/(\text{m} * \text{K})$
  - Kellerverlegung
- Kosten Solarsystem: 617 €/m<sup>2</sup>
- Kosten Kellerverlegung: 150 €/m
- Kosten Heizungsrohr DN15: 16.1 €/m
- Gaspreis: Hochpreis-Szenario

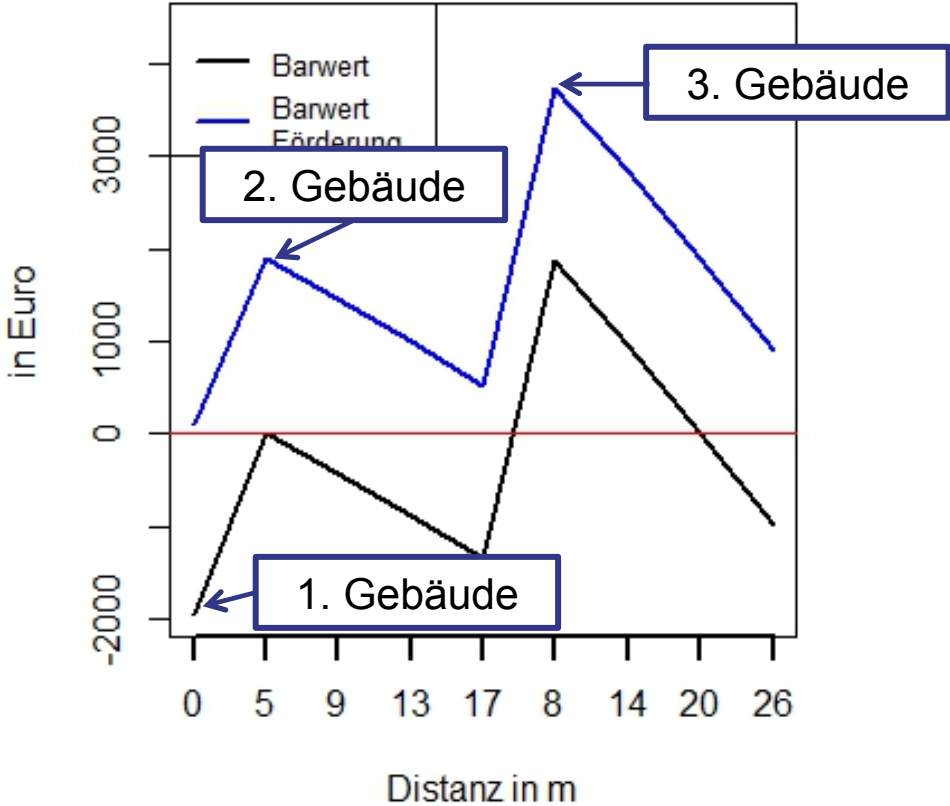


## Inhalt

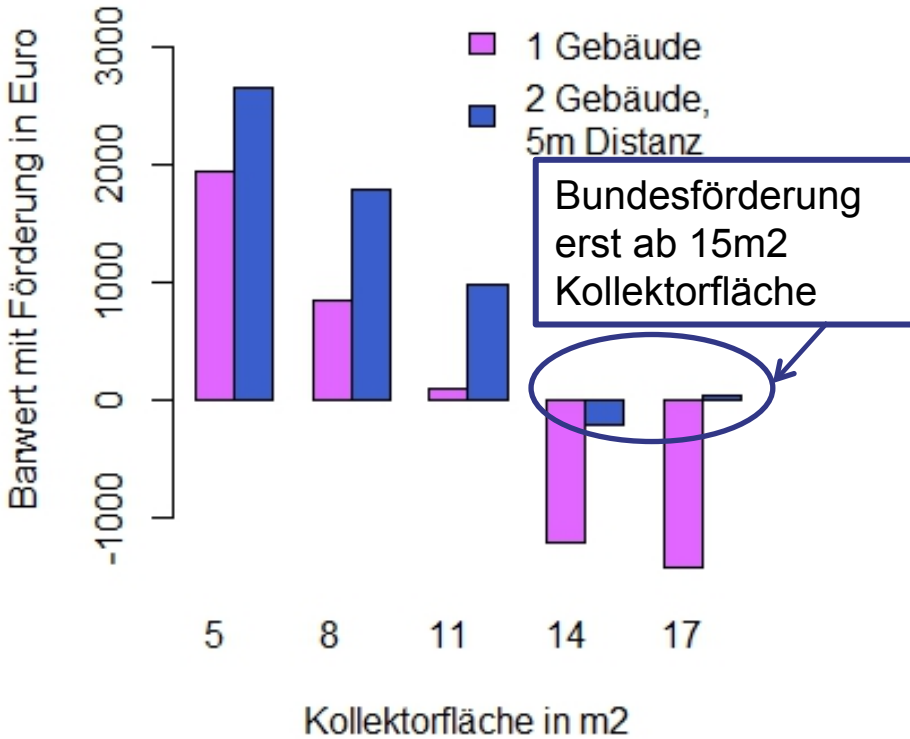
- Projekt GebEn und Definition verschiedener Varianten zum gebäudeübergreifenden Energieaustausch
- Methode und Annahmen
- **Ergebnisse**
- Schlussfolgerungen und Ausblick
- Exkurs: Rechtliche Analyse

# Ergebnisse

Barwert in Abhängigkeit der Distanz und Anzahl der Gebäude, Kollektorfläche 11m<sup>2</sup>



Vergleich von unterschiedlichen Kollektordimensionierungen



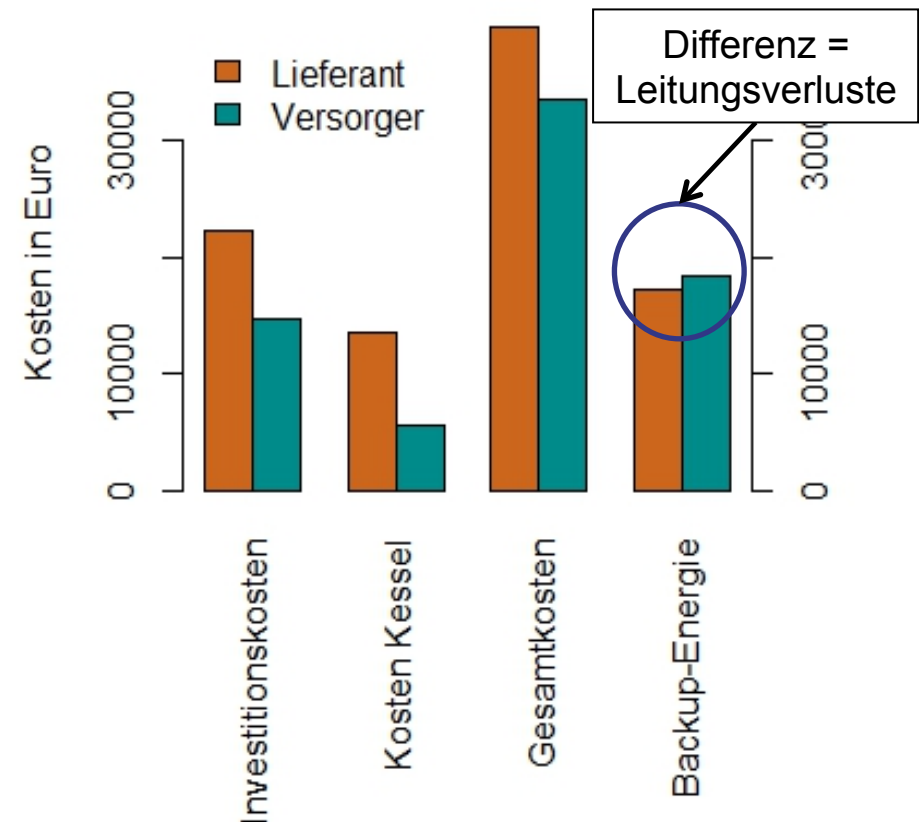
## Inhalt

- Projekt GebEn und Definition verschiedener Varianten zum gebäudeübergreifenden Energieaustausch
- Methode und Annahmen
- Ergebnisse
- **Schlussfolgerungen und Ausblick**
- Exkurs: Rechtliche Analyse

## Schlussfolgerungen

- Wirtschaftliche Verbesserung bei geringer Distanz möglich:
  - Bis ca. 20m Distanz zwischen den Gebäuden kann der solare Deckungsgrad einer Anlage verbessert werden
  - Potential Reihenhäuser:**  
3 Gebäude können bei geringer Distanz den Ertrag einer Solarthermie-Anlage nutzen.
  - Eine zentrale Energieversorgung ist bei Austausch des Heizsystems wirtschaftlich rentabel.

Lieferant vs. Versorger für 3 Gebäude  
Distanz 15m, und 5m<sup>2</sup> Kollektorfläche



## Ausblick

- **Vergleich weiterer Regionen mit den jeweiligen Förderungen, Strahlungs- und Lastprofilen, verschiedener Gebäude**
- Andere Art der Trinkwassereinbindung
- **Energieaustausch über bestehende Infrastruktur (Fernwärmenetz)**
- Kopplung der Solarthermie-Anlage mit Wärmepumpen
- Berücksichtigung von Nicht-Wohngebäuden und Abnehmern mit hoher Last im Sommer (Nachbar mit Pool?)
- Sensitivitätsanalyse

## Inhalt

- Projekt GebEn und Definition verschiedener Varianten zum gebäudeübergreifenden Energieaustausch
- Methode und Annahmen
- Ergebnisse
- Schlussfolgerungen und Ausblick
- **Exkurs: Rechtliche Analyse**

## Exkurs: Direktleitung (Strom) aus rechtlicher Sicht

- **Art. 2 Z 12 EitRL 1996:** Eine Direktleitung ist eine zusätzlich zum Verbundnetz (= Anzahl von Übertragungs- und Verteilernetzen, die durch eine oder mehrere Verbindungsleitungen miteinander verbunden sind, Art. 2 Z 11 EitRL 1996) errichtete Leitung.
  - Eine Direktleitung ist eine Parallelleitung und nicht Bestandteil des öffentlichen Stromnetzes.
  - Es darf nicht zu einer Verbindung der Direktleitung mit dem öffentlichen Stromnetz und damit nicht zu einer Vermischung des Stroms kommen.
  - Eine Direktleitung sollte ursprünglich den Wettbewerb fördern.

## Exkurs: Direktleitung (Strom) aus rechtlicher Sicht

- **Art. 2 Z 15 EitRL 2009/§ 7 Abs. 1 Z 8 EIWOG 2010:** Eine Direktleitung ist entweder eine Leitung, die einen einzelnen Produktionsstandort mit einem einzelnen Kunden verbindet (1. Alt.) oder eine Leitung, die einen Erzeuger und ein Versorgungsunternehmen zum Zwecke der direkten Versorgung mit ihrer eigenen Betriebsstätte, ihren Tochterunternehmen und zugelassenen Kunden verbindet (2. Alt.).
  - Österr. Literatur/Judikatur zur 1. Alt.: Produktionsstandort und Kunde dürfen neben der Direktleitung nicht ans öffentl. Stromnetz angeschlossen sein.
  - Österr. Literatur/Judikatur zur 2. Alt.: Alle Beteiligten dürfen neben der Direktleitung auch ans öffentl. Stromnetz angeschlossen sein.
  - In der 2. Alt. sind beide „und“ als „oder“ zu lesen.



## Exkurs: Direktleitungen (Strom) aus rechtlicher Sicht

- **Art. 34 Abs. 1 EitRL 2009:** Alle Erzeuger und Versorgungsunternehmen sollen ihre eigenen Betriebsstätten, Tochterunternehmen und zugelassenen Kunden über eine Direktleitung versorgen können und alle zugelassenen Kunden sollen von einem Erzeuger- und einem Versorgungsunternehmen über eine Direktleitung versorgt werden können.
  - **§ 70 EIWOG 2010:** Die Ausführungsgesetze haben die Möglichkeit zur Errichtung und zum Betrieb von Direktleitungen zu regeln.
  - Diese weichen hinsichtlich Begriffsbestimmung (z.B. fehlt oft die Versorgung der (zugelassenen) Kunden) und Rechtsanspruch (häufig hat diesen nur der Erzeuger) von den unionsrechtlichen Vorgaben ab.
- Richtlinienkonforme Auslegung

## Exkurs: Direktleitungen (Strom) aus rechtlicher Sicht

### Schlussfolgerungen:

Die Varianten 1 und 2 (Strom) scheinen somit rechtlich möglich zu sein.

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

---

Dieses Projekt wird vom Programm “Haus der Zukunft Plus” des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie unterstützt.



## Quellenangaben

- Grundlage des Modells: (1)
  - Kosten für Solarthermieanlage: (2)
  - Kosten Kellerverlegung: (3)
  - Kosten für Heizungsrohre: (4)
  - Lastprofile für Brauchwasser und Raumwärme: (5)
  - Die stündliche Solarstrahlung: (6)
  - Kosten für Gasheizkessel: Invert/EE-Lab Modell, das von der Energy Economics Group entwickelt wurde
  - Förderungen: Daten der jeweiligen Bundesländer und des Bundes
1. Hummel M, Kranzl L, Hummel F, Brunner C, Fluch J, INTEC A. Reducing Fuel Consumption in Industry: Assessment of the Economic Efficiency of the Integration of Solar Thermal Energy into Industrial Processes. [zitiert 20. Januar 2014]; Verfügbar unter: [http://fr.energytaxincentives.org/files/proceedings/2013/data/papers/4\\_070.pdf](http://fr.energytaxincentives.org/files/proceedings/2013/data/papers/4_070.pdf)
  2. Biermayr P, Eberl M, Ehrig R, Fechner H, Kristöfel C, Leonhartsberger K, u. a. Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2012 [Internet]. Schriftenreihe „Berichte aus Energie- und Umweltforschung“ des BMVIT; 2013 [zitiert 20. Januar 2014]. Verfügbar unter: [http://www.nachhaltigwirtschaften.at/nw\\_pdf/1317\\_marketstatistik\\_2012.pdf](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/nw_pdf/1317_marketstatistik_2012.pdf)
  3. Fraunhofer UMSICHT (Hrsg.). Leitfaden Nahwärme [Internet]. [zitiert 13. Januar 2014]. Verfügbar unter: <http://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/OE200energie/leitfaden-nahwaerme.pdf>
  4. Villotti C. Integration industrieller Abwärme in Wärmeverteilnetze. Diplomarbeit TU Wien; 2013.
  5. Bointner R, Bednar T, Eikemeier S, Ghaemi S, Haas R, Harreither C, u. a. Gebäude maximaler Energieeffizienz mit integrierter erneuerbarer Energieerschließung [Internet]. Schriftenreihe „Berichte aus Energie- und Umweltforschung“ des BMVIT; 2011 [zitiert 20. Januar 2014]. Verfügbar unter: [http://www.energiesystemederzukunft.at/hdz\\_pdf/endbericht\\_1202\\_reduktion\\_wartungskosten.pdf](http://www.energiesystemederzukunft.at/hdz_pdf/endbericht_1202_reduktion_wartungskosten.pdf)
  6. SoDa - Solar Energy Services for Professionals [Internet]. SoDa. 2012 [zitiert 20. Januar 2014]. Verfügbar unter: [http://www.soda-is.com/eng/services/service\\_invoke/gui.php?xml\\_descript=chain\\_5a.xml#parameters](http://www.soda-is.com/eng/services/service_invoke/gui.php?xml_descript=chain_5a.xml#parameters)