

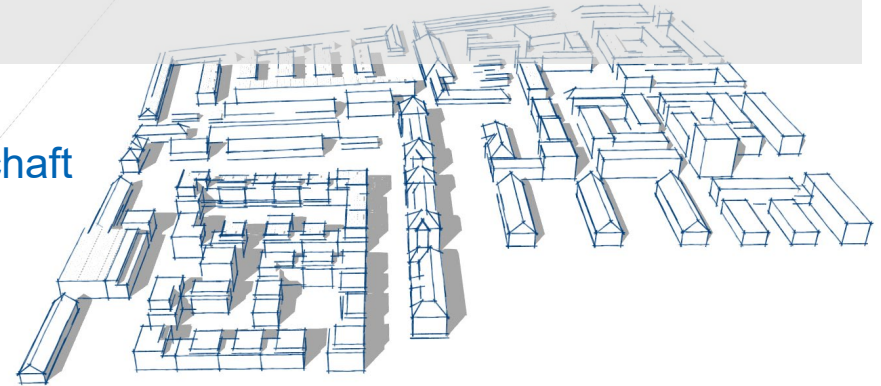
Berliner Energietage 2019

4. Erneuerbar Versorgt

Entwicklung eines Strom- und Wärmekonzeptes auf Quartiersebene unter Berücksichtigung von Sektorenkopplung für den Lagarde Campus Bamberg

Stefan Loskarn, Stadtwerke Bamberg GmbH

Jan Kaiser, Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE



Berlin, 20.05.2019

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Entwicklungsziele für den Lagarde Campus seitens der Stadtwerke Bamberg in Bezug auf das Energiesystem

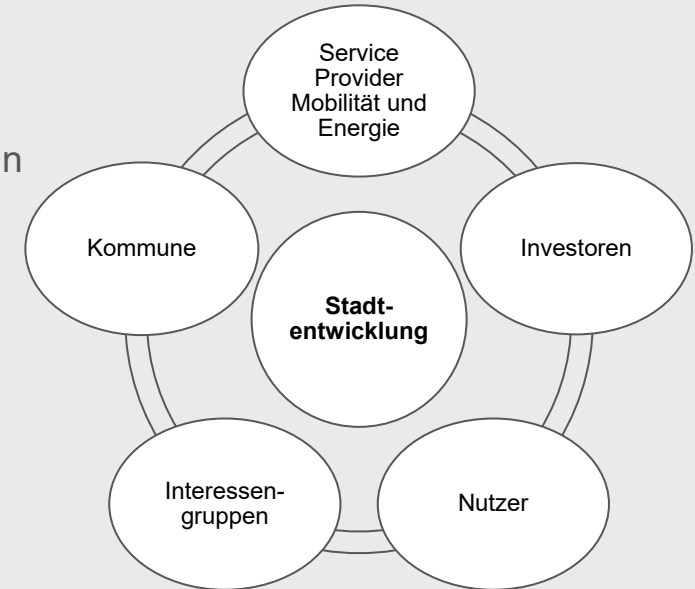
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Konversion der ehemaligen US-Kaserne Bamberg

- Entwicklung und **Integration** eines intelligenten Heizsystems in die **bestehende und neue Gebäudestruktur**
- **Integration** dieses gekoppelten Multi-Energie-Systems in **bestehende** Gas-, Strom- und Wärme-Netzstrukturen
- Untersuchung und Berücksichtigung der **Akzeptanz** und Bedürfnisse der **beteiligten Akteure**



Quelle: Chirine Etezadzadeh: Smart City – Stadt der Zukunft?; Springer Vieweg; Wiesbaden 2015

Konversion des Lagarde Campus Bamberg

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

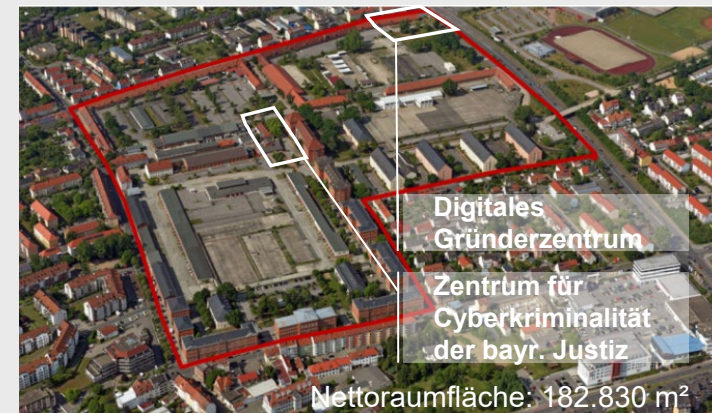
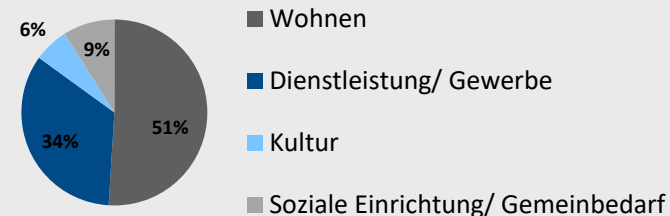
2017

- Entwicklung und Konsolidierung eines Qualitäts-Handbuches für Investoren

2018

- Start der Machbarkeitsstudie im Rahmen des Förder-Programmes „Wärmenetze 4.0“ des BMWi¹

Bedarfe	Jahresenergiebedarf (MWh)
Heizwärme und TWW	10.874
Kühlung (Wohnen)	917
Elektrisch (ohne WP und E-Kfz)	8.226
Photovoltaik (Ost-West)	1.565



1) BMWi, Förderbekanntmachung zu den Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0 (2017)

Quelle: Google Maps,
abgerufen am 15.09.2018

Rahmenbedingungen „Wärmenetze 4.0“

Gefördert durch:

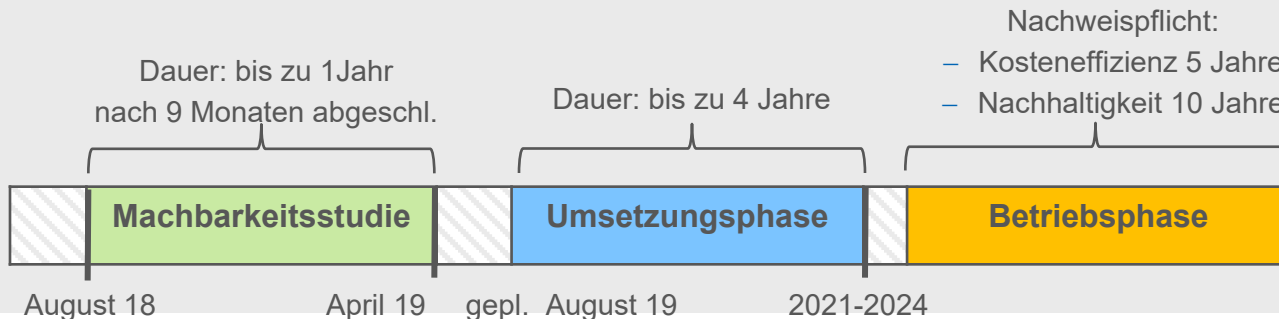


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ziele innerhalb des Modellvorhabens

- Wärme aus Wärmenetzen zu möglichst geringen Kosten (< 12 ct/kWh (brutto) Vollkosten)
- Hoher Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeerzeugung (> 50 %)
- Repräsentative Größe des Quartiers (> 3 GWh oder > 100 Abnehmer)

Zeitplan



Methodik für die Machbarkeitsstudie

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- **Analyse der lokalen Rahmenbedingungen**
- **Analyse des Strom-, Wärme-, Kälte- und Mobilitätsbedarfs**
- Untersuchung und Berücksichtigung von Akzeptanz und Bedürfnissen der beteiligten Akteure
- **Analyse potenzieller Energiequellen, Speicherpotenziale**
- **Analyse von Sektorkopplungs-Potentialen**
- **Techno-ökonomische Bewertung von Versorgungsvarianten**
- **Bewertung von regulatorischen Aspekten**
- Analyse und Bewertung von Geschäftsmodellen für den System-Betreiber

Präsentation ausgewählter Ansätze



Quelle: Stadt Bamberg,
Qualitätshandbuch Lagarde Campus (2017)

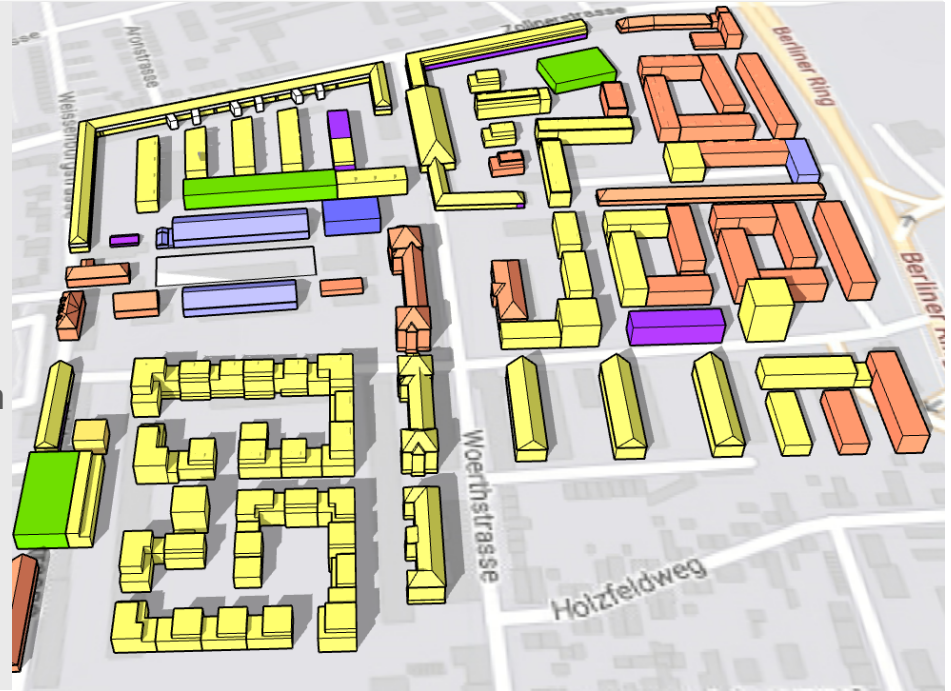
Charakteristik des neuen Quartiers

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- Heterogene Bebauung 70% Neubau
30% Bestand, teilw. Denkmalschutz
- Heterogene Nutzung 59% Wohnen
34% Gewerbe Büro, 4% Handel, 3% Kultur
- Verschiedene Baustandards (KfW40 – EnEV16)
- Wärmebedarf 10 GWh (3,5 GWh im derzeitigem Versorgungsgebiet „Lagarde-West“)
- Teilw. Hochtemperaturversorgung notwendig
- NT-Versorgung allein mithilfe Geothermie nicht ausreichend



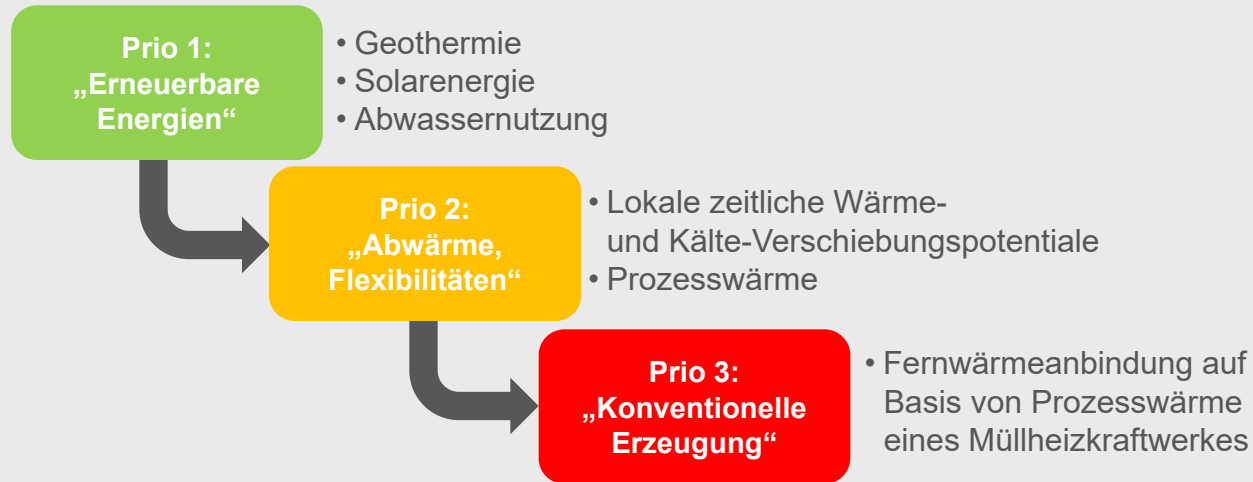
Potentialanalyse Wärmequellen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Suche und Priorisierung von Wärmequellen



Vorgehensweise für die technisch-ökonomische Bewertung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Analyse der Randbedingungen

- Wärme- und Kältebedarfe
- Temperaturbedarfe
- Klima heute und zukünftig
- Potenzielle Erneuerbare Energie
- Potentiale für Lastverschiebung
- Sektorkopplungspotentiale -> Hier Verknüpfung Strom- und Wärmenetz, Elektromobilität mitdenken

Methoden

- Automatisierte thermische Simulation mit Hilfe eigens programmiertem Tool (IEE)
- Geologische Untersuchungen
- Untersuchungen zu industrieller Abwärme
- Sichtung weiterer Wärmequellen
- Dynamische Simulation Erdwärme
- Optimierungsrechnungen zu Sektorkopplung PV, Speichergrößen Erzeugereinsatz (optIN-Tool IEE)

Entwicklung eines Versorgungskonzeptes

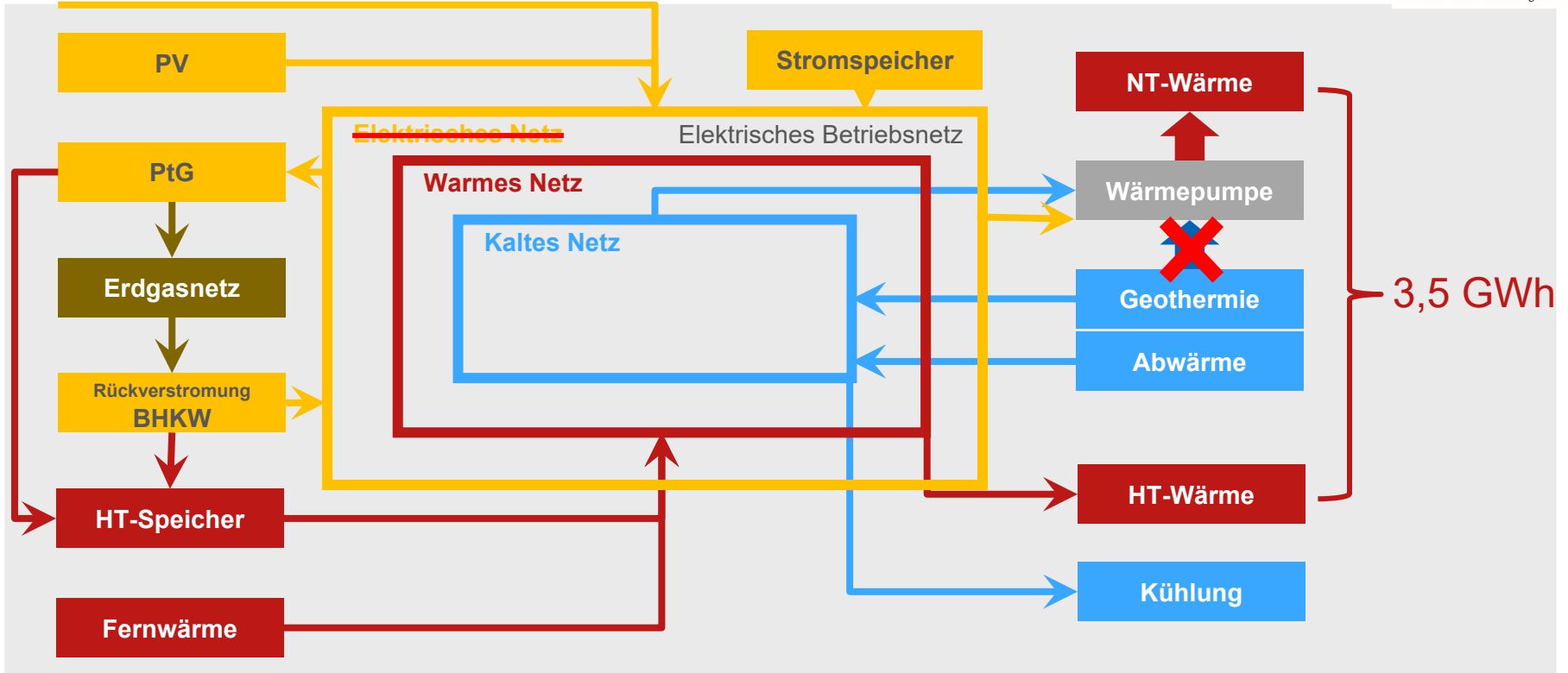
Energiekonzept Lagarde Campus

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Öffentliches Stromnetz



Strom

Aufbau eines „elektrischen Betriebsnetzes“ für die Kopplung der Wärmeerzeugungsanlagen

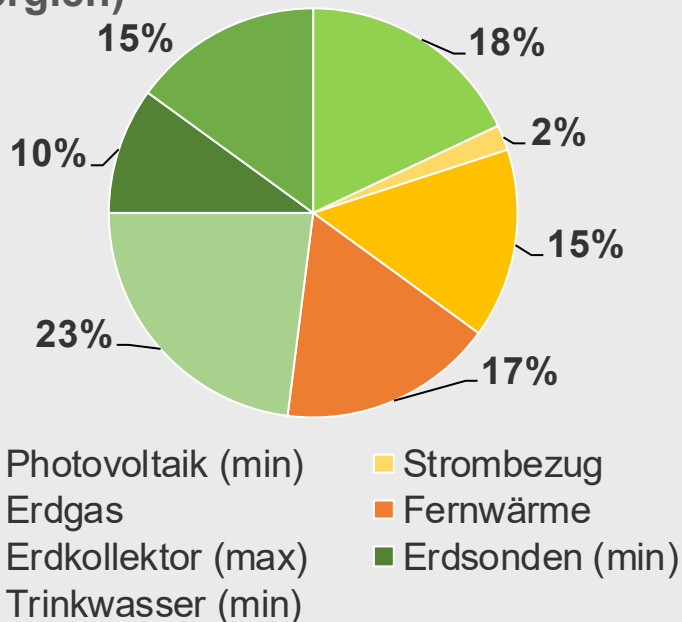
- Trennung von PV-Erzeugung für Wärmeerzeugung von Eigenverbrauch und sonst. PV-Anlagen und damit Verlust von Flexibilität im Gesamtsystem
- Ökonomische Ineffizienz des Gesamtsystems durch den Aufbau einer parallelen Netzinfrastruktur
- Wirtschaftlichkeit in Bezug auf das Wärmeversorgungssystem („Wärmenetze 4.0“) gegeben.

Wärme

- Kaltes Netz
- Warmes Netz
- Energiezentrale
- Parkpaletten
- Eingrenzung auf Lagarde-West
 - Grenze
 - Förderrahmen
 - Unsicherheiten
 - Stadtentwicklung



Deckungsbeiträge (66% Erneuerbare Energien)



Zentrale Erkenntnisse

- Deckungsraten Erneuerbarer Energien > 50% in urbanen Quartieren mit teilweiser Bestandsbebauung aus techno-ökonomischer Sicht möglich
- Aktueller ordnungspolitischer Rahmen hemmt die Umsetzung „sektorübergreifender Gesamtsystem Konzepte“

Ordnungspolitischer Rahmen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Entgelt/Umlage/Abgabe	Umlagekosten ohne Betriebsnetz	Umlagekosten mit Betriebsnetz
EEG-Umlage	6,405 ct/kWh	2,562 ct/kWh (red. 40 %)
Offshore	0,416 ct/kWh	entfällt
KWK-Umlage	0,280 ct/kWh	entfällt
Netznutzungsentgelt	5,170 ct/kWh	entfällt
§ 19 Umlage	0,305 ct/kWh	entfällt
abschaltbare Lasten	0,005 ct/kWh	entfällt
Stromsteuer	entfällt	entfällt
Konzessionsabgabe	1,660 ct/kWh	entfällt
Summe	14,241 ct/kWh	2,562 ct/kWh

- Investitionskosten Betriebsnetz: ca. 359.000 €, 40 Jahre Nutzung → ca. 13.000,-€/a
- Umlagekosten ohne Betriebsnetz: rund 63.000 €/a
- **Kostenvorteil von 50.000 €/a bzw. 2 ct/kWh Wärme**

Wirtschaftlichkeit

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Betrachtungszeitraum	20 Jahre	
Finanzierungszeitraum	10 Jahre	
Zinssatz Fremdkapital	3,00 %	
Wärmepreis ab dem 1. Jahr	83,63 €/MWh	➔ Vollkostenpreis: 100 €/MWh
Wärmepreis ab dem 10. Jahr	108,72 €/MWh	
Investitionssumme	8,34 Mio.	
<i>Eigenkapital</i>	<i>1,00 Mio.</i>	
<i>Fördermittel</i>	<i>3,54 Mio.</i>	➔ Förderquote: 42 %
<i>Einnahmen Hausanschlüsse</i>	<i>2,32 Mio.</i>	
<i>Fremdkapital</i>	<i>1,48 Mio.</i>	
		➔ Int. Zinsfuß: 3,47 %

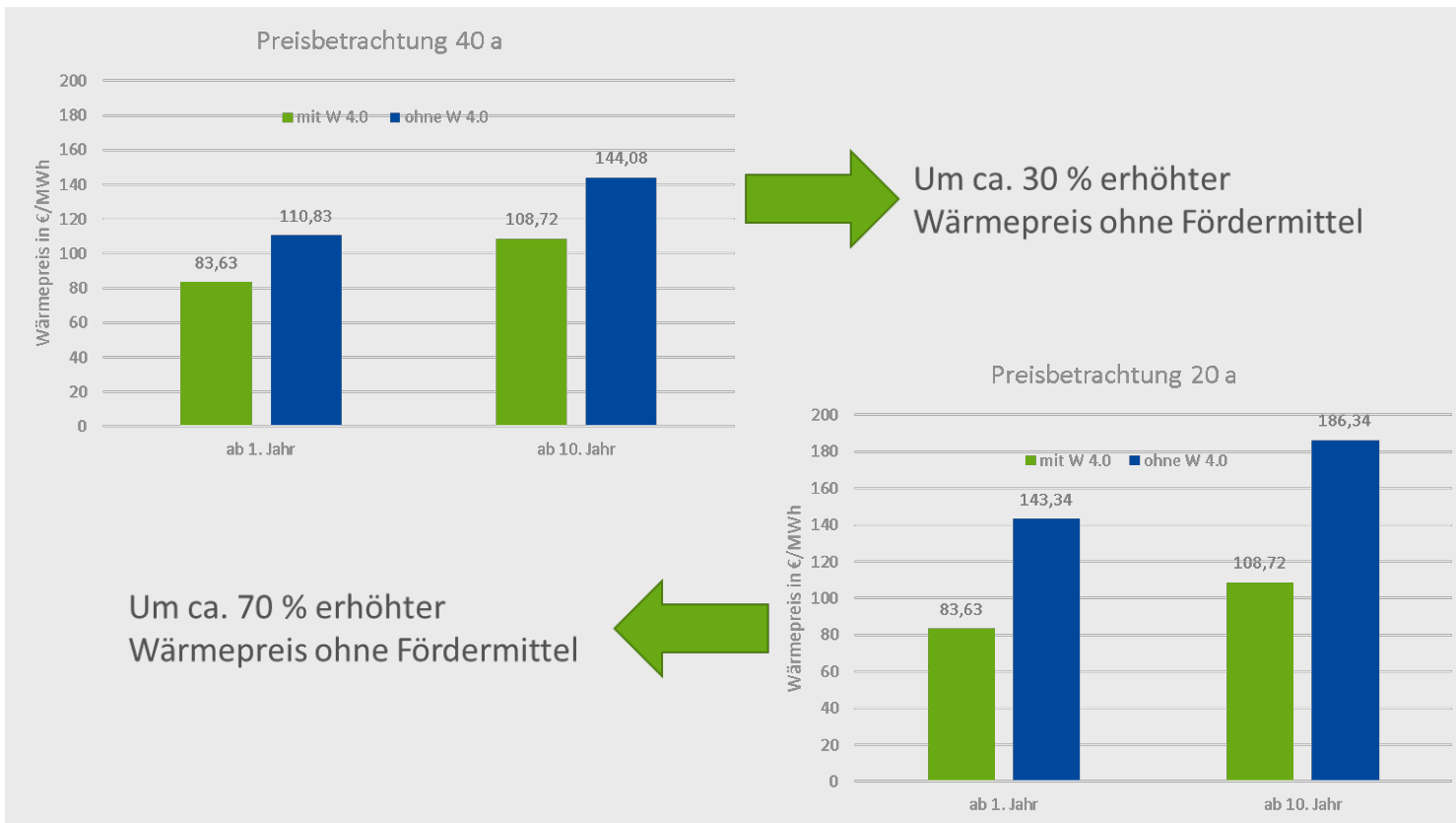
alle Preise netto

Vollkosten Kunde

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Wichtigste Hemmnisse für die Umsetzung

Gefördert durch:

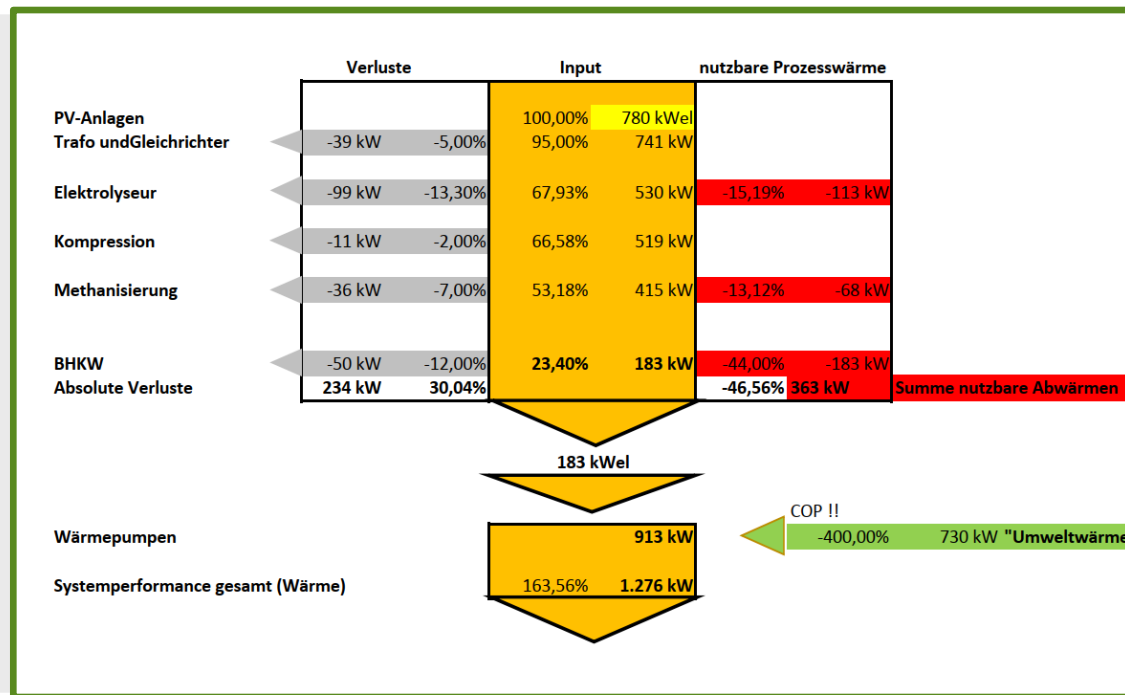


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- Gesetzlicher Rahmen und Leitplanken
 - Exponentielle Komplexität
 - Umlagen auf ökologische Energie nicht nachvollziehbar
 - Zu sehr auf Nutzer und einzelne Gebäude abgestellt
 - Sektorenkopplung nicht vorgesehen (Bilanzierung etc.)
- Potentielle Kunden
 - Ungewohnte Schnittstellen bis in die Gebäude
 - Wärmepumpen
 - Betriebsnetz
 - PV-Anlagen
 - Erdkollektoren und/oder Erdsonden

Nutzung der Vorteile durch PtG in Kombination eines Betriebsnetzes und Wärmepumpen

- Speicherung PV-Strom
→ saisonale Verschiebung
- Kombi PtG und WP
überkompensiert den Wirkungsgradpfad
→ Systemwirkungsgrad 163%!
- Betriebsnetz verhindert unwirtschaftliche Kosten



Ausblick

Nächste Schritte

- Abstimmung der Konzepte und Schnittstellen bezüglich der Technischen Gebäudeausstattung mit den Investoren
- Skizzenerstellung für die Umsetzungsphase innerhalb „Wärmenetze 4.0“
- Weiterentwicklung und Integration des Mobilitätskonzeptes

Danksagung

Die in diesem Beitrag vorgestellten Inhalte wurden vom BMWi im Rahmen des Programms "Wärmenetze 4.0" unterstützt. Die Autoren danken den Mitarbeitern der Projektpartner BUILD.ING Consultants + Innovators GmbH, des Fraunhofer IEE und der Universität Bamberg für die Zusammenarbeit innerhalb des Projekts.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ansprechpartner:

Stefan Loskarn

Jan Kaiser

Stadtwerke Bamberg Energie-
und Wasserversorgungs GmbH

+49 951 77-6144

stefan.loskarn@stadtwerke-bamberg.de

Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft
und Energiesystemtechnik IEE

+49 561 804-1872

Jan.kaiser@iee.fraunhofer.de

Unsere Projektpartner:

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

