

Internationaler ETG-Kongress 2019

Das Gesamtsystem im Fokus
der Energiewende

Entwicklung eines Strom-, Wärme- und Mobilitätskonzeptes auf
Stadtteilebene unter Berücksichtigung von Sektorenkopplung für den
Lagarde Campus Bamberg



Daniel Then

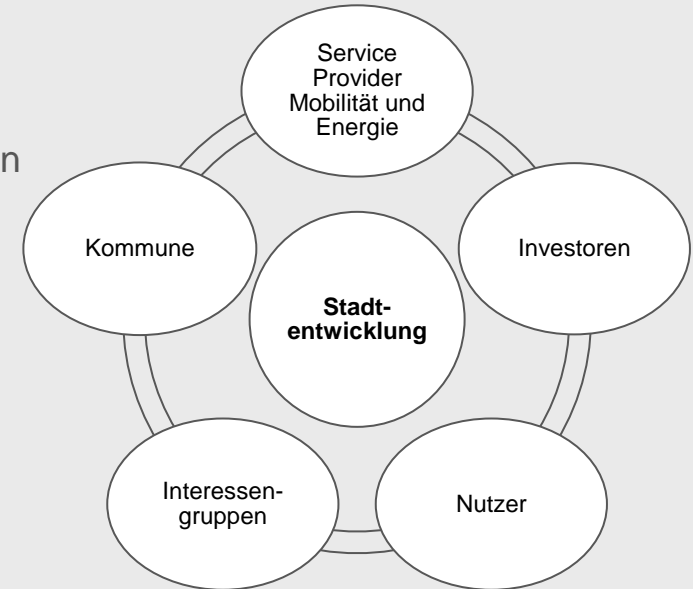
Esslingen am Neckar, 09.05.2018



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

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 Wärmenetzstrukturen
- 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

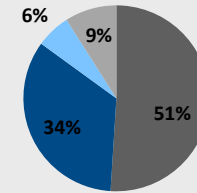
2017

- 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	10874
Kühlung (Wohnen)	917
Elektrisch (ohne WP und E-Kfz)	8226
Photovoltaik (Ost-West)	1565



- Wohnen
- Dienstleistung/ Gewerbe
- Kultur
- Soziale Einrichtung/ Gemeinbedarf



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

Quelle: Google Maps,
abgerufen am 15.09.2018

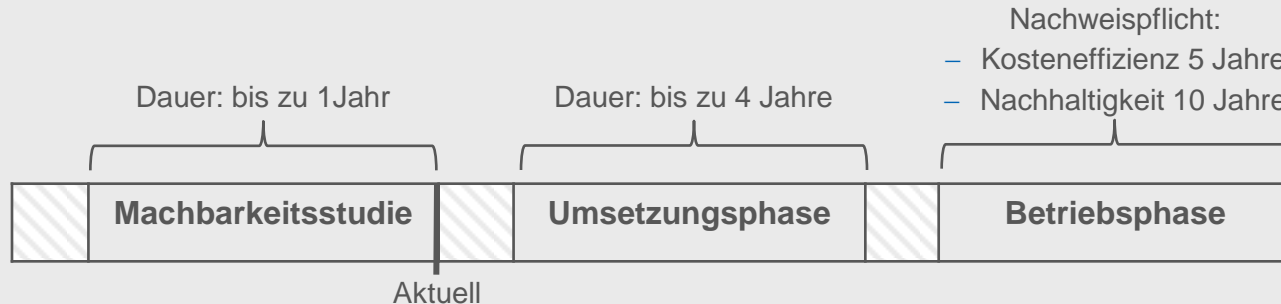


Rahmenbedingungen „Wärmenetze 4.0“

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

- 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)

Untersuchung und Berücksichtigung von Akzeptanz und Bedürfnissen der beteiligten Akteure

Zielsetzung

Einbeziehung der Bedarfe und Vorstellungen potentieller Bewohner/-innen in die Entwicklung des Versorgungskonzeptes.

Methode

Großflächige Online-Befragung mit einer Stichprobenszusammensetzung ($n = 601$, Durchschnittsalter = 48,6 Jahre), die im Hinblick auf die soziodemografischen und infrastrukturellen Merkmale Bamberg's Bevölkerung repräsentiert.

Erhebungsdaten

Quantitativ

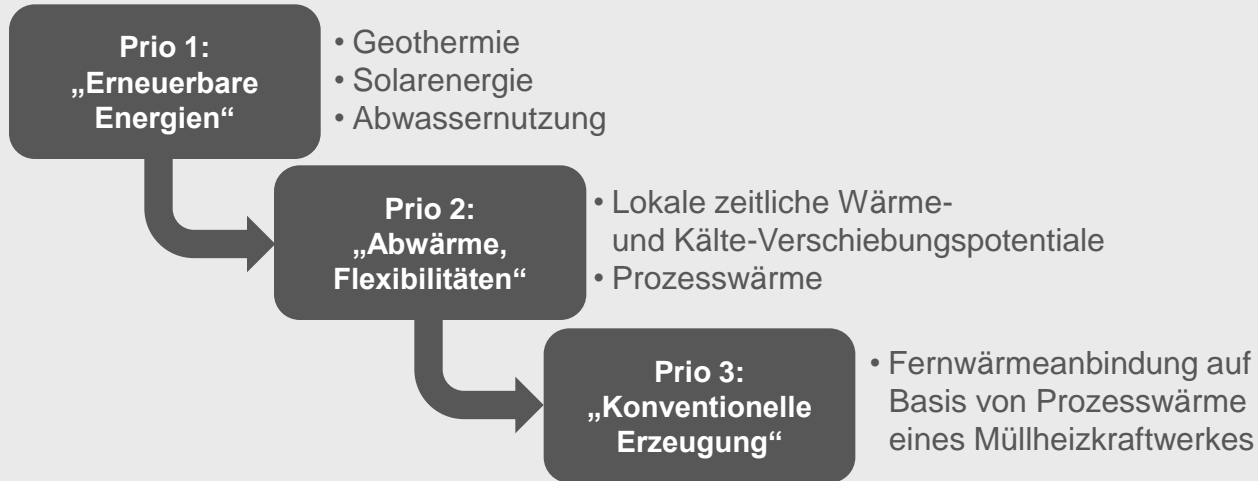
- Einstellungen der Befragten zu generellen Produkt- und Anbietermerkmalen
- Einstellungen der Befragten zu Licht und Wärme
- Einstellungen der Befragten zu Mobilitätskonzepten

Qualitativ

- Vorstellungen potenzieller Nutzer bezüglich eines ökologisch-innovativen Wohnviertels (Lagarde Community)
- Investoreninterviews

Potentialanalyse Wärmequellen

Suche und Priorisierung von Wärmequellen

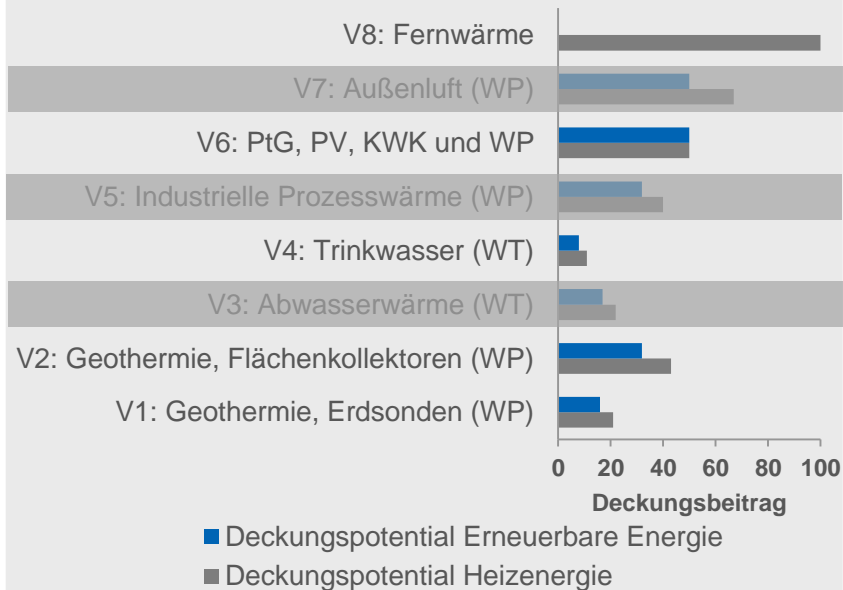


Potentialanalyse Wärmequellen

Benchmarking anhand Potentialen und Nachhaltigkeit (Vorbewertung)

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Innovation	O	+	++	++	+	+++	---	--
Image	O	+	++	O	++	+++	---	--
Kühlung	+++	+++	++	---	---	+	-	---
Platzbedarf	-	---	++	++	+++	+	O	+++
Energielieferung	++	++	O	+	---	+++	++	--
Lokale Emission (Schall/CO ₂)	+++	+++	+++	+++	+++	+	-	+++
Deckungsbeitrag Heizenergie	--	O	--	---	-	O	+	+++
Deckungsbeitrag EE	--	-	--	---	-	O	O	---
Summe	O	++	++	-	+	+++	---	--

Maximale mögliche Deckungsraten



Techno-ökonomische Bewertung des Sektorkopplungspotentials

Ziel der Untersuchung

- Analyse der Wechselwirkung zwischen Gebäude und Netzinfrastruktur für verschiedene Systemkonfigurationen
- Analyse der Nutzung der PV-Energie für:
 - Elektrischen Eigenverbrauch
 - Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen (V2, V3, V4)
 - Gaserzeugung mittels PtG (V6)

Gegenstand der Untersuchung

Unterscheidung mehrerer Anlagenkonfigurationen von PV-Anlagen, elektrischen Eigenverbrauch, elektrischen Wärmepumpen und Batteriespeichern

- Zentralität der Anlagenstandorte: Zentral vs. Dezentral
- Priorisierung der Nutzung der PV-Energie für Wärmegegestung

Im zentralen Konzept werden Netzentgelte und Steuern, die durch Nutzung des öffentlichen Netzes entstehen vernachlässigt.

Grad der Nutzung der PV-Energie für Wärmegegestung

		PV-Last	PV-Last-WP	PV-Last-WP (WP hat Priorität)
Zentralität Anlagen Standort	Betriebskonfiguration			
	Anlagenkonfiguration			
	Dezentral			
	Zentral	Exemplarische Darstellung auf der nächsten Folie		

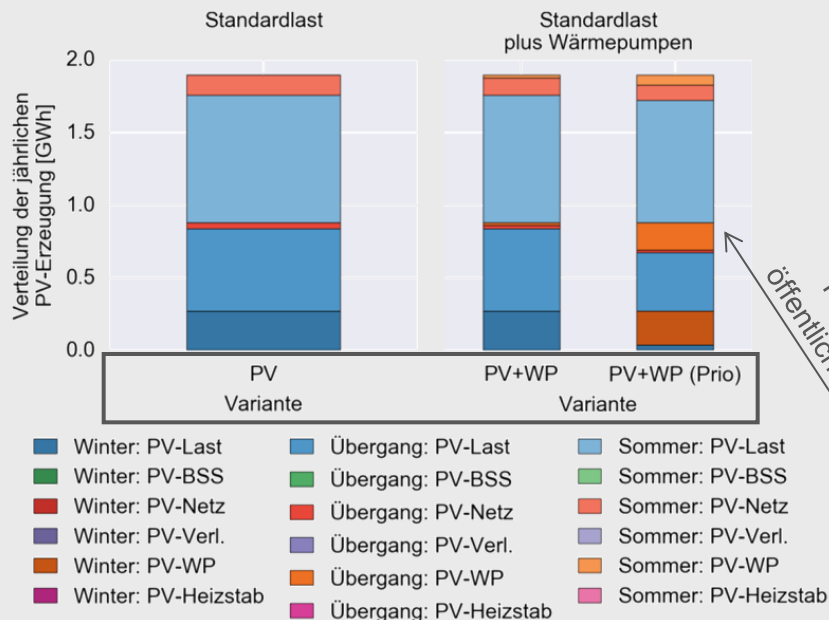
Methode

Nutzung eines Optimierungsmodells zur techno-ökonomischen Auslegung von Energiesystemen (siehe OptIn-Tool^{1,2})

- 1) Jan von Appen, et. al.: Sizing and improved grid integration of residential PV systems with heat pumps and battery storage systems, IEEE Transactions on energy conversion
- 2) Jan von Appen, Incentive design, sizing and grid integration of residential PV systems with heat pumps and battery storage systems, 15th International Conference on the European Energy Market (EEM) 2018

Techno-ökonomische Bewertung des Sektorkopplungspotentials (Gesamtes Lagarde Areal)

Ergebnisse der saisonalen Energieanalyse für die zentrale Variante



Erkenntnisse

- Zentrales Konzept hebt Flexibilitäten, aufgrund unterschiedlicher Nutzungstypen der Einzelgebäude
- Nutzung von PV-Energie für Wärmegestehung abh. der Priorisierung (Kum. Jährliche PV-Erzeugung = 1,9 GWh)
 - PV+WP: Winter: 1 MWh, Übergang: 15 MWh, Sommer: 20 MWh
 - PV+WP (Prio): Winter: 235 MWh, Übergang: 186 MWh, Sommer: 69 MWh

Problematisch bei zentraler Variante: Entkopplung von Wärme- und Stromsektor durch rechtliche Rahmenbedingungen nötig.

Nutzung des öffentlichen Netzes

Resultierende Netzinfrastruktur

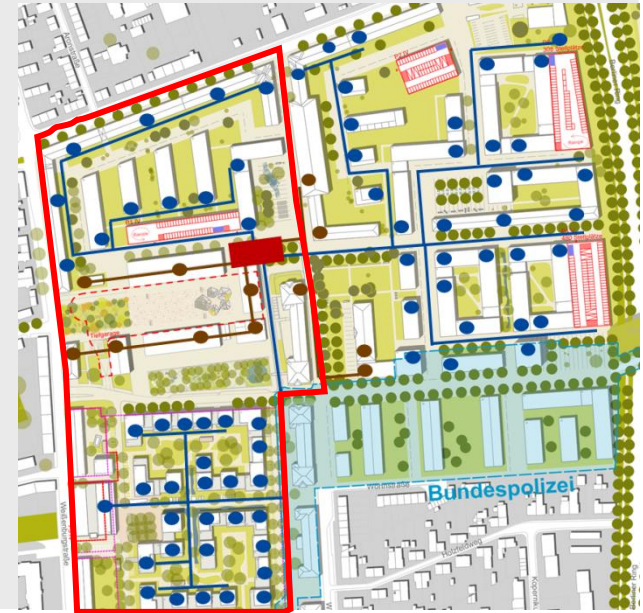
Strom

Aufbau eines „elektrischen Betriebsnetzes“ für die Kopplung der Wärme-erzeugungsanlagen

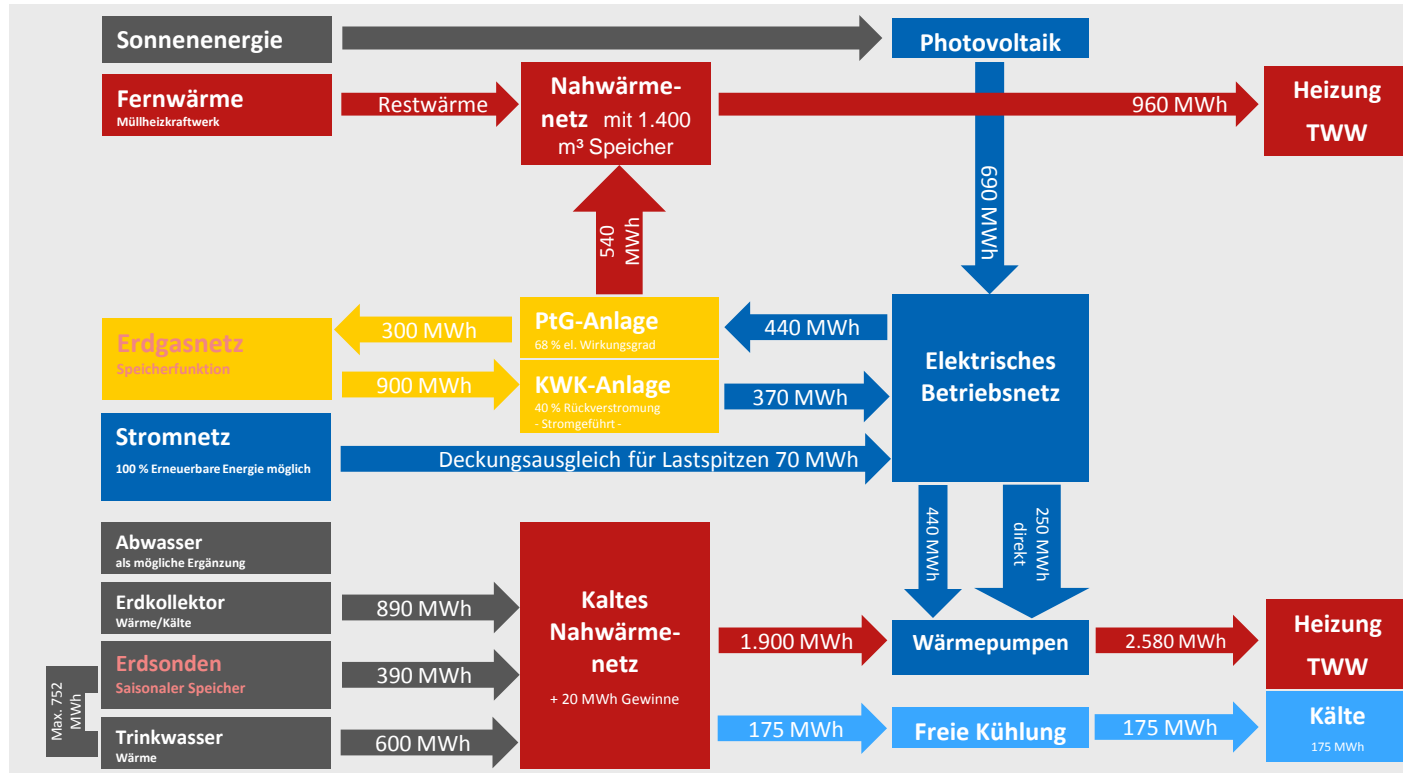
- Trennung von PV-Erzeugung für Wärmeerzeugung von Eigenverbrauch und sonst. PV-Anlagen und damit Verlust von Flexibilität im Gesamtsystem
- Ökonomische Ineffizienz des Gesamtsystems durch den Aufbau einer parallelen Netzinfrastruktur
- Wirtschaftlichkeit in Bezug auf das Wärmeversorgungssystem („Wärmenetze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

Wärme

- Kaltes-Sole-Netz —
- Warmes-Netz —
- Energiezentrale ■
- Parkpaletten □
- Eingrenzung auf Lagarde-West □
- Grenze
- Förderrahmen
- Unsicherheiten
- Stadtentwicklung

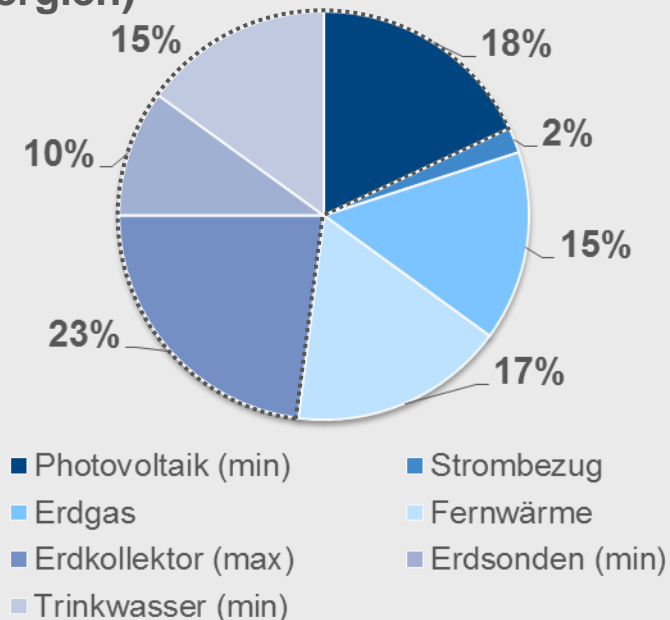


Resultierendes Wärmeversorgungskonzept



Resümee

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“

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

Internationaler ETG-Kongress 2019

Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!



Ansprechpartner:

Daniel Then

Fraunhofer IEE

Tel. +49 561 7294-275

daniel.then@iee.fraunhofer.de

Unsere Projektpartner:

