



Wärmewende wirtschaftlich gestalten

Erfahrungen und Erkenntnisse aus drei Jahren
Trafoplanung und zwei Jahren Wärmeplanung

03.12.2025

EEB ENERKO

Energiewirtschaftliche
Beratung GmbH

EEB ENERKO • ENTWICKELN, BEWERTEN, REALISIEREN

Aldenhoven und Berlin • rd. 50 Mitarbeitende • seit 1980 unabhängig tätig

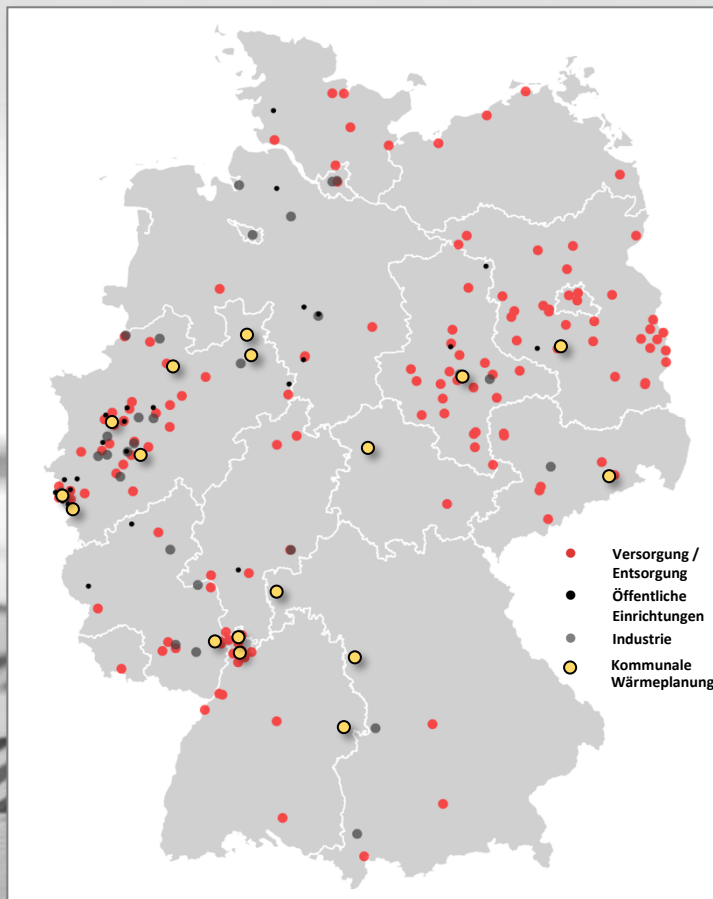


changing energy

Konzepte
und
Gutachten

Energie-
wirtschaftliche
Beratung

Technische
Planung



- **Kommunale Wärmeplanungen**, u.a. Heidelberg, Aachen, Münster, Solingen, Pirna, Lemgo, Aschaffenburg, Mülheim a.d.R.
- **BEW-Trafopläne** und BEW-Machbarkeitsstudien, u.a. Ludwigshafen, Lübeck, Aachen, Speyer, Cottbus, Schwedt, Mülheim a.d.R.
- **Fern- und Nahwärmekonzepte**
- **Quartierskonzepte**
- **Technische Planung** von Großwärmepumpen, Wärmespeichern, Solarthermieanlagen, Biomasse-Anlagen, KWK-Anlagen, ...

- Rückblick
 - Zwei Jahre kommunale Wärmeplanung – Zwischenfazit
 - Drei Jahre BEW-Transformationsplanung – Technologiemix, Kosten, Perspektiven
- Ausblick
 - Ein kurzes Praxisbeispiel – Mit Flusswärme 10.000 Haushalte versorgen
 - Ausblick auf die Kosten der Wärmewende

Kommunale Wärmeplanung

Zum Einstieg: Was nicht geht, wissen alle sehr gut ...

Das möchte niemand:



Das aber auch nicht



Und das auch nicht !



Ziel: ein ausgewogener Mix aus Energieeffizienz, zentraler und dezentraler Versorgung

Bildquellen: Dall-E, Microsoft Copilot

Das Zielszenario

Die Brücke zwischen „Machbarem“ und „Wünschenswertem“



Wärmenetzzeignung
Bottom Up Betrachtung
der Bedarfsstrukturen




Wärmeerzeugung
Integration
der Wärmepotenziale



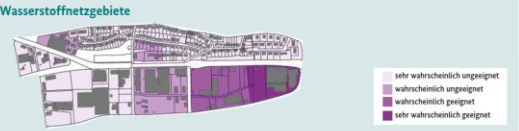
Nahwärmelösungen
Fokusquartier-
betrachtungen

Karte nach §19 WPG
Wärmeversorgungsarten im Zieljahr 2045

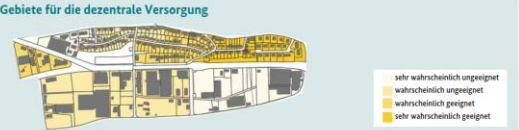
Wärmenetzgebiete



Wasserstoffnetzgebiete




Gebiete für die dezentrale Versorgung



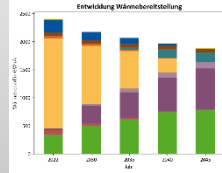
Karte nach §18 WPG
Einteilung des beplanten Gebietes
in Wärmeversorgungsgebiete
inkl. zeitliche Aufteilung

Einteilung des beplanten Gebietes in voraussichtliche Wärmeversorgungsgebiete

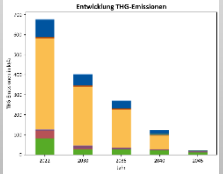


Zeitliche Bilanzierung
Wärme, Endenergie, CO₂

Entwicklung Wärmebereitstellung

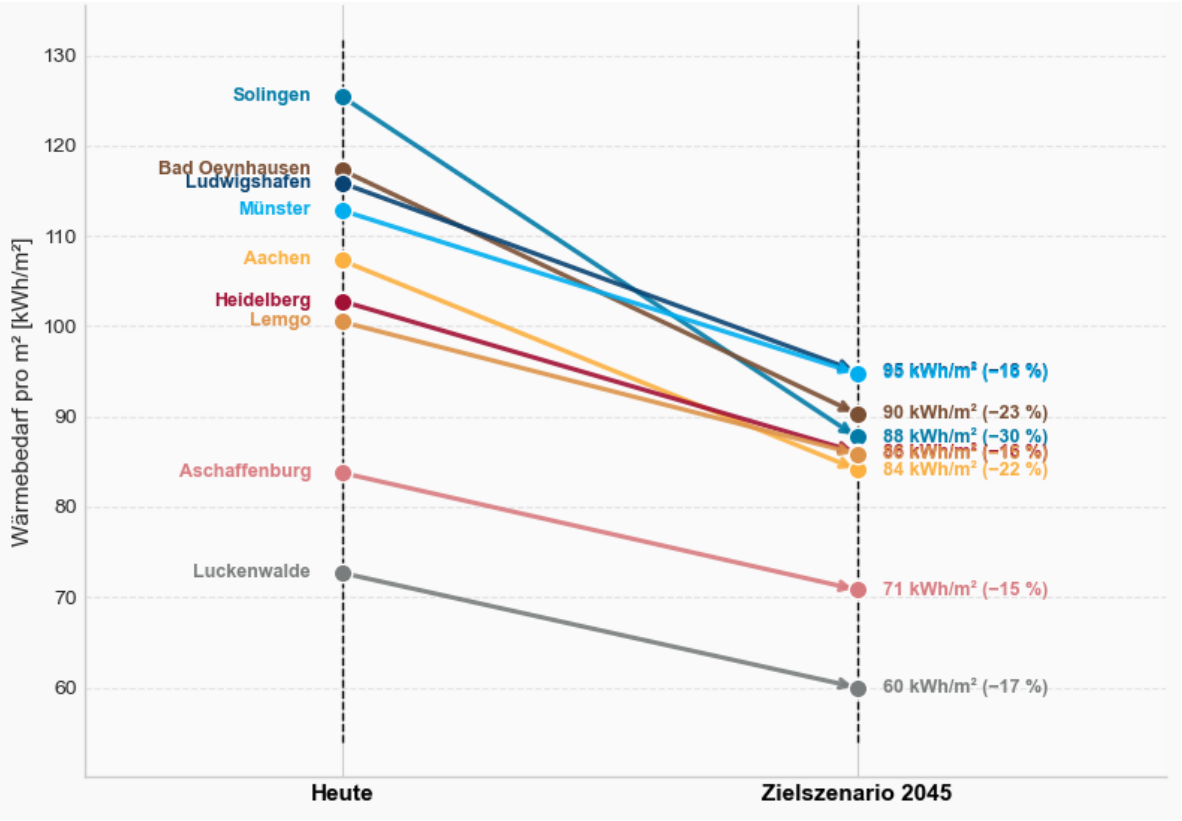


Entwicklung THG-Emissionen

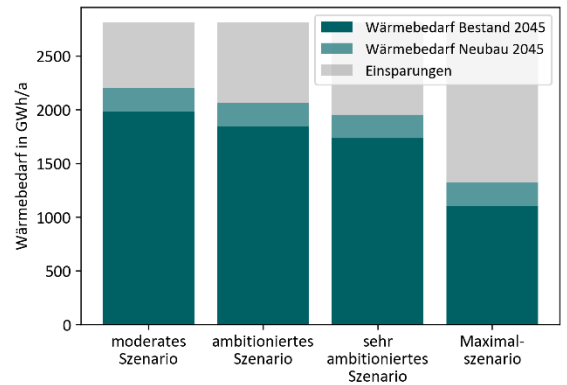
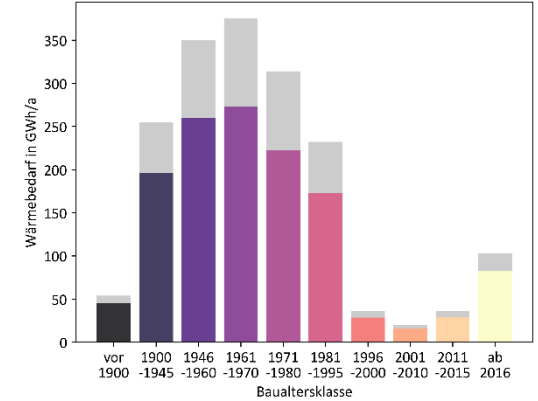


Querauswertung I: die Einsparpotenziale im KWP

Typische Einsparpotenziale– Energiestandards sind besser, als meist angenommen



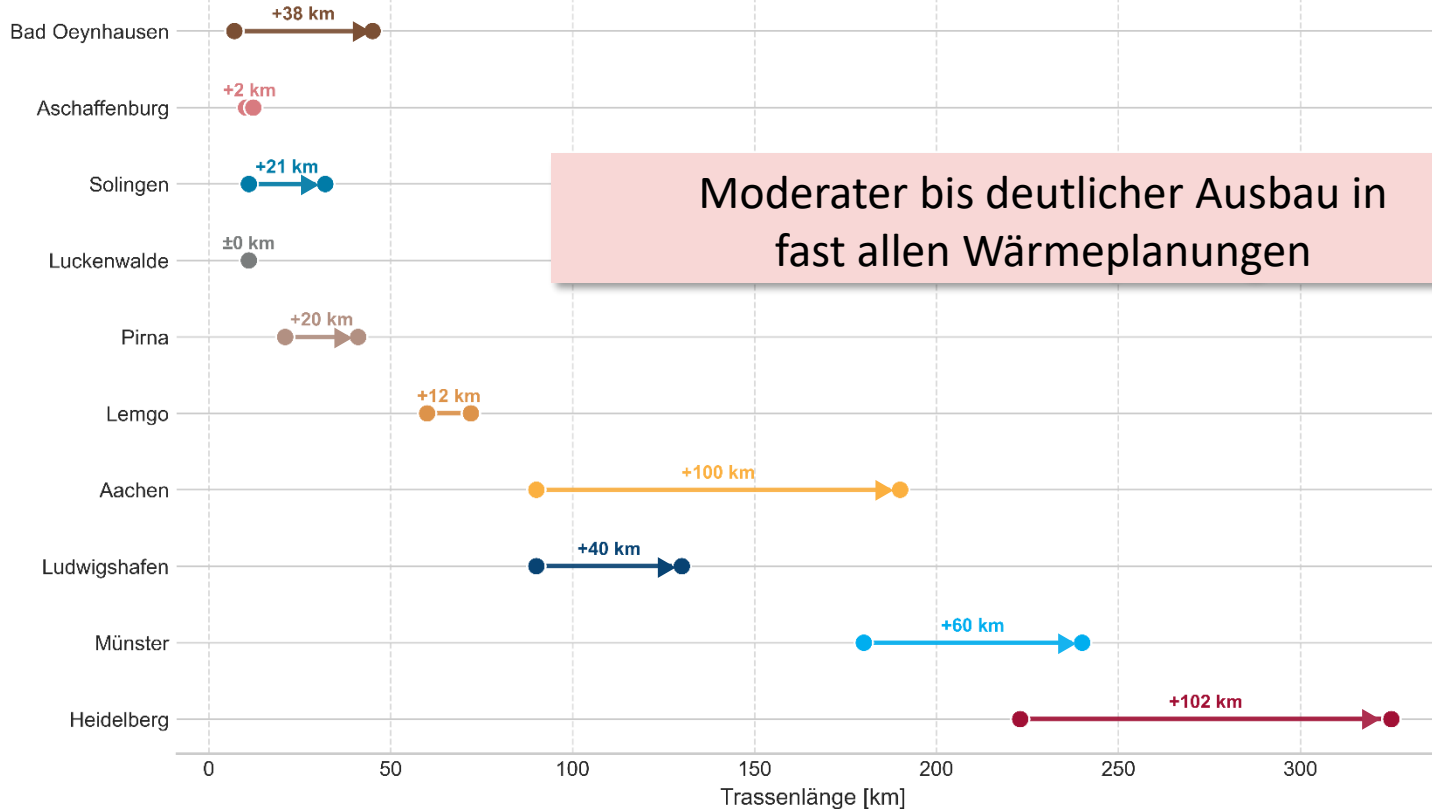
Beispielerggebnisse KWP Münster



Querauswertung II : Der Wärmenetzausbau

Szenarien für den Wärmenetzausbau bis zum Zielszenario

Entwicklung der Trassenlänge im Zielszenario bis 2045



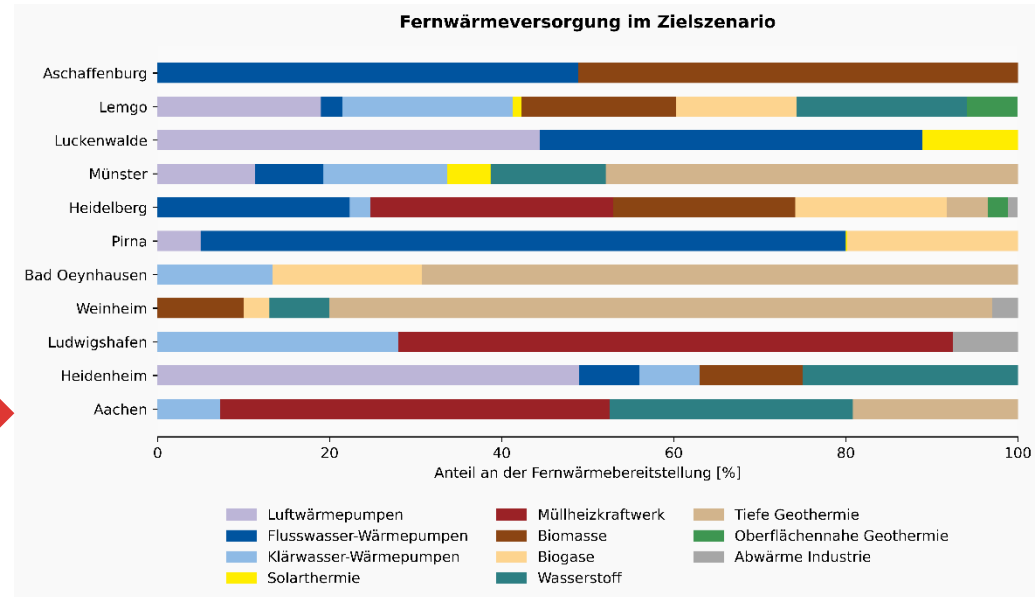
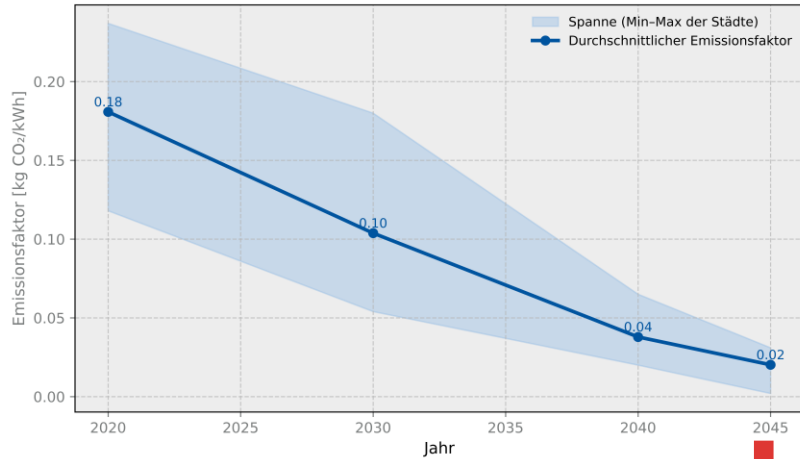
Moderater bis deutlicher Ausbau in fast allen Wärmeplanungen

Querauswertung III: die Fernwärmeerzeugung im Zielszenario



Bunter Mix: Potenzielle Fernwärmeerzeugung in ENERKO-Projekten

Entwicklung der durchschnittlichen Emissionsfaktoren für Fernwärme



Querauswertung IV : Die Wärmeerzeugung insgesamt

Dezentrale Wärmepumpen und Fernwärmeausbau dominieren

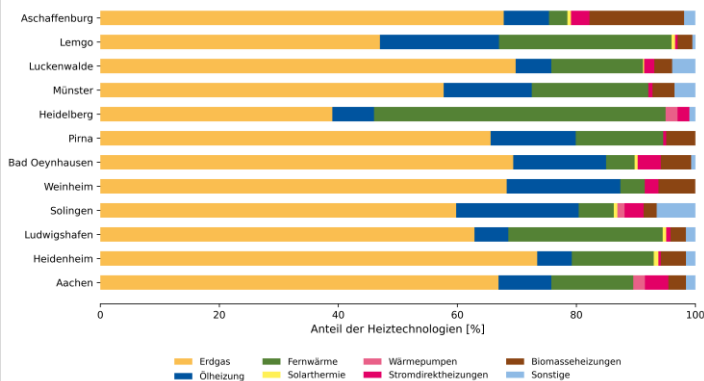
Alte Versorgungswelt:

Wärme aus überwiegend fossilen Energieträgern

- Erdgas
 - Heizöl
 - Fernwärme (meist fossil)
- Geringe Anteile von
- Wärmepumpen
 - Biomasse
 - Solarthermie



Heutige Heizungsstruktur im Städtevergleich



Kommunaler Wärmeplan

- Gesamtstädtische Leitlinie
- dezentrale und zentrale Bausteine
- Verantwortlich: Kommune

Transformationsplan FW

- Detailliertere technisch-wirtschaftliche Planung FW
- Verantwortlich: Netzbetreiber

Gemeinsame Hauptfragen:

Wo eignen sich Wärmenetze ?
 Wie ist der Erzeugungsmix ?
 Welche Rolle spielen die Gasnetze ?
 Ist das noch bezahlbar ?



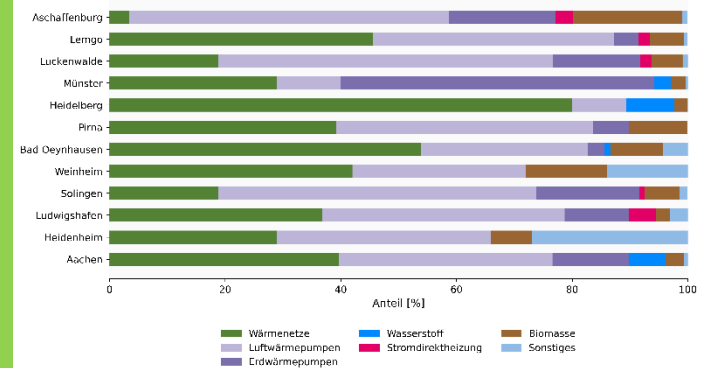
Neue Versorgungswelt:

Wärme aus erneuerbaren Energieträgern

- Fern- & Nahwärme aus EE
- Wärmepumpen
- Geothermie
- Biomasse, Biogas
- Solarthermie
- Wasserstoff



Technologieanteile im Zielszenario



Bestätigt: Kommunale Wärmeplanung und Fernwärmetransformation gehören zusammen

Kommunale Wärmeplanung

*Technologieübergreifende Wärmestrategie und
übergeordnete Potenzialanalyse –
gesamtes Gemeindegebiet*

BEW-Transformationsplan*

Fernwärmenetze

*für Fernwärme geeignete Potenzialanalyse und
Technologiebewertung und konkrete Wirtschaftliche
Maßnahmenbewertungen und Planungen –
Fernwärmegebiet und Ausbaupotenziale*

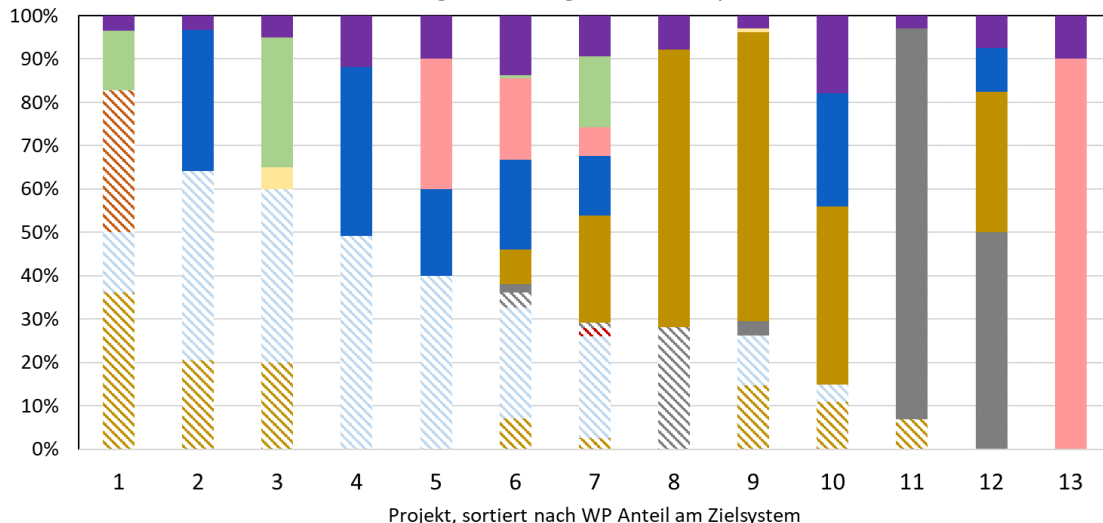
*) Transformationsplan Wärmenetze, gefördert durch Bundesprogramm effiziente Wärmenetze (BEW) mit >16 Gebäuden / > 100 WE

Querauswertung BEW-Projekte

Lösungsraum klimaneutrale Fernwärme in BEW-Projekten – ähnlich wie in KWP !

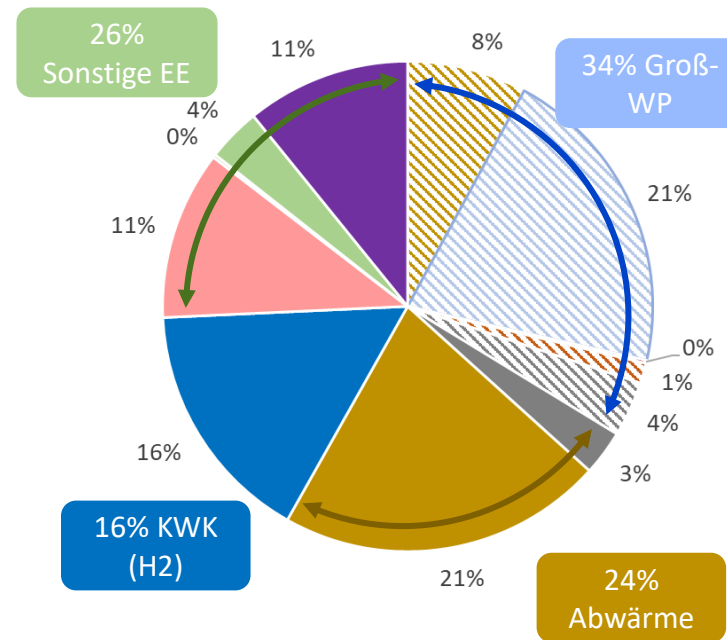
● Auswahl aktueller Projekte*, z.T. vorläufiger Ergebnisse und nicht repräsentativ !

Anteile Erzeugertechnologien am Soll-System 2045



- WP Abwärme Kläranlage
- WP Oberflächenwasser
- Erd- und Luft WP
- Geothermie mit WP
- Abwärme mit WP
- Abwärme direkt
- MVA Abwärme
- KWK mit H2
- Tiefe Geothermie
- Solarthermie
- Biomasse
- Spitzenwärme

Mengengewichtetes Erzeugerportfolio 2045



*) Basis: aktuelle Projekte mit zusammen rd. 7 TWh Wärmeerzeugung

- Rückblick
 - Zwei Jahre kommunale Wärmeplanung – Zwischenfazit
 - Drei Jahre BEW-Transformationsplanung – Technologiemix, Kosten, Perspektiven
- Ausblick
 - Ein kurzes Praxisbeispiel – mit Flusswärme 10.000 Haushalte versorgen
 - Ausblick auf die Kosten der Wärmewende

Praxisbeispiel : Die Fluss-Wärmepumpe Heidelberg

Ausgangslage



Quelle: Stadtwerke Heidelberg, mit frdl. Genehmigung

Flusswärmepumpen

Wichtiger Bestandteil der Wärmewende

Ein Baustein **klimaneutraler Wärmeversorgung** sind Flusswärmepumpen, die für die Transformation zu einer vollständig „grünen“ Fernwärme benötigt werden. Sie beziehen rund zwei Drittel der Energie zum Heizen aus der Umwelt, das heißt, aus dem Fluss. Um die kostenlose Umweltwärme nutzbar zu machen, benötigen Wärmepumpen nur rund ein Drittel der erzeugten Wärmemenge als Strom für den Antrieb der Wärmepumpe. Stammt dieser aus erneuerbaren Energiequellen, ist die erzeugte Wärme Kohlenstoffdioxid-neutral.



Standortuntersuchung in Heidelberg

Die Stadt Heidelberg und die Stadtwerke Heidelberg prüfen aktuell den Einsatz von Flusswärmepumpen an verschiedenen Neckarstandorten. In einer ersten Vorprüfung wurden viele Kriterien berücksichtigt wie die Nähe zum Neckar, die Möglichkeit des Anschlusses an Fernwärme-Hauptleitungen, baulich-technische Anforderungen, der Platzbedarf für die Anlagentechnik, Auswirkungen auf die Schifffahrt, Hochwasserschutz und weitere wasserrechtliche Aspekte, Naturschutz, Nutzungskonkurrenzen, städtebauliche Aspekte und Auswirkungen auf den Straßenverkehr.

Drei Standorte werden vertiefend geprüft

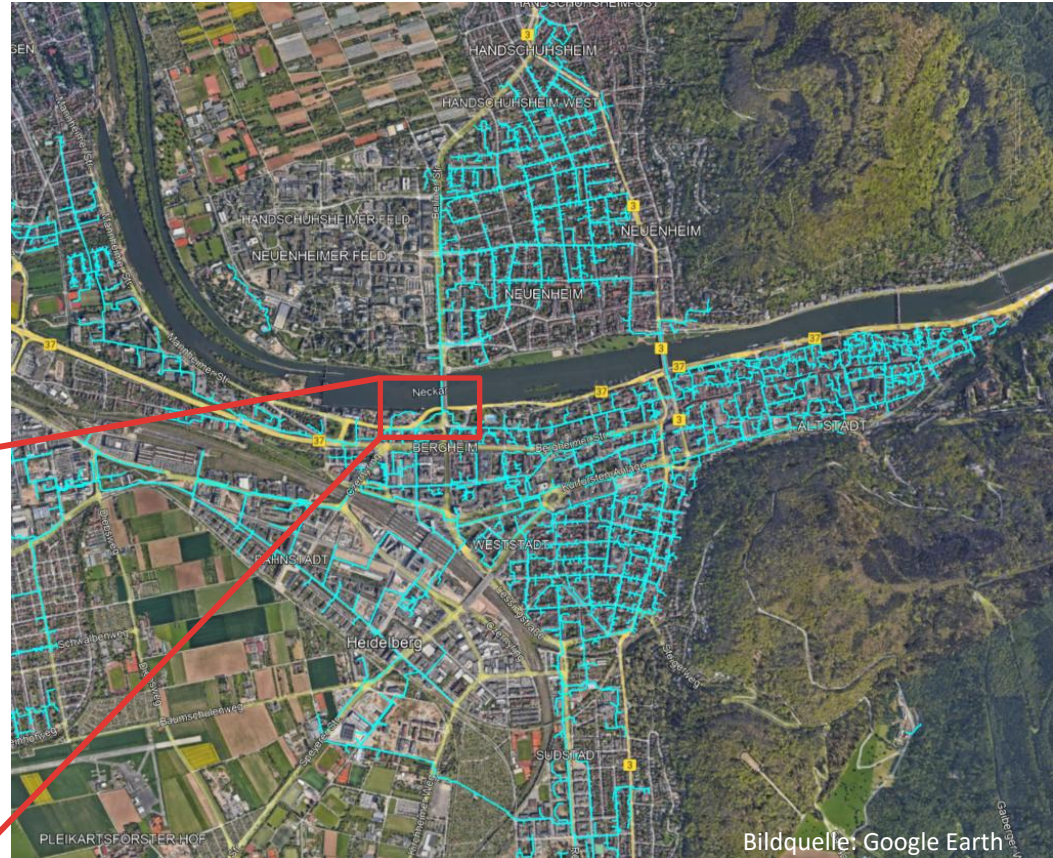
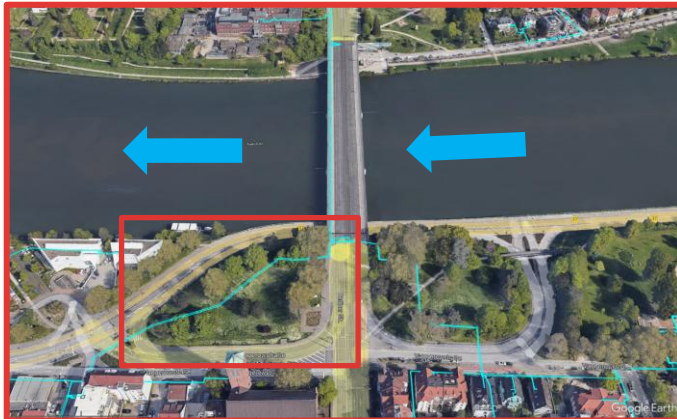
Neben Standorten an Land in Verbindung mit Entnahme- und Einleitungsbauwerken im Uferbereich sind auch bauliche Anlagen im Fluss oder schwimmende Konstruktionen denkbar. Diese müssten außerhalb des Fahrwassers im Fluss verankert werden und mit wechselnden Wasserständen ihre Höhenlage verändern, wie bei schwimmenden Kaianlagen (Pontons). Von zwischenzeitlich sechs möglichen **Standorten** (420 KB) kommen drei näher in Betracht: der Bereich des Klärwerks Nord des Abwasserzweckverbands, das südwestliche Kleeblatt der Brückenauffahrt zur Ernst-Walz-Brücke und ein Standort am Neckarufer des Universitätscampus Im Neuenheimer Feld.

Quelle: Stadt Heidelberg: <https://www.heidelberg.de/HD/Leben/flusswaermepumpe.html>

Praxisbeispiel : Die Fluss-Wärmepumpe Heidelberg

Lage, Wärmequelle und Fernwärmenetz

- Wärmequelle: Neckar (Bundeswasserstraße)
- Freifläche: neben Ernst-Walz-Brücke
- Direkte Anbindung in das Fernwärmenetz möglich
- Projekt aktuell in Genehmigungsplanung
- BEW Bewilligung M2 liegt vor

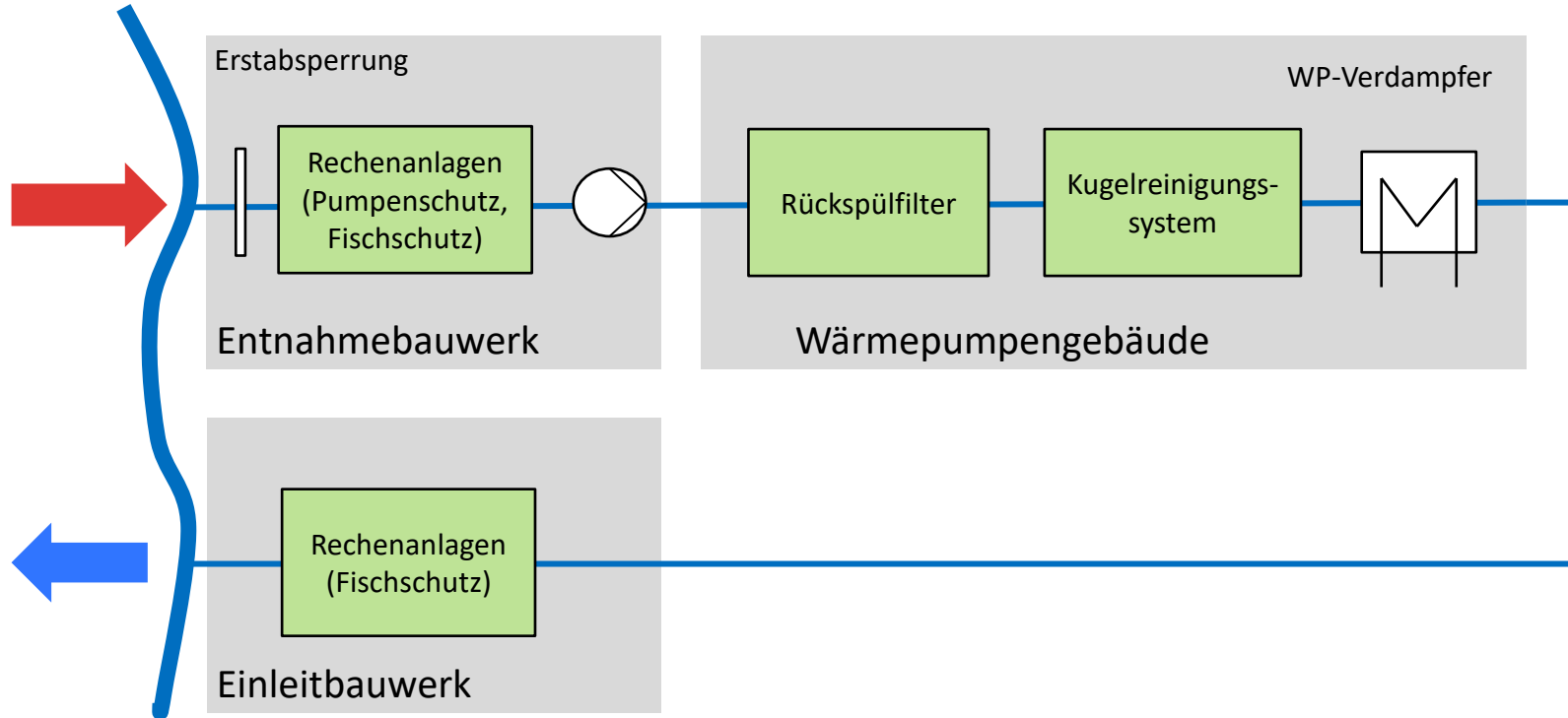


Bildquelle: Google Earth

Praxisbeispiel : Die Fluss-Wärmepumpe Heidelberg

Flusswassersystem

- Grobes Funktionsprinzip der Flusswassernutzung



Stakeholder im Genehmigungsverfahren



Ein Blick auf die Architektur

Die Story: Doppelnutzung als technisches Bauwerk und öffentlicher Bereich

- Technik kann „erlebt“ werden durch integrierten Fuß- und Fahrradweg
- öffentlicher Erholungsbereich mit Park und Bistro
=> Städtebauliche Einbettung und Co-Finanzierung der „nicht-Energie“ Bereiche
- Beton und CO₂ Einsparen am Bau durch Vorfertigung und gefaltete Stahlbetonflächen



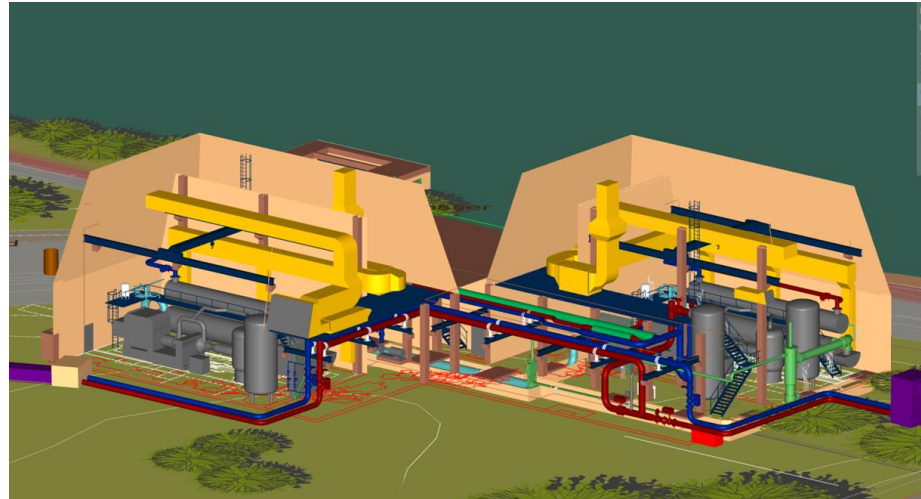
Ein Blick auf die Technik

Stand der technischen Planung

- Ausführung mit zwei modularen Wärmepumpen geplant
- Flusswasserentnahme mit automatisiertem Kugelreinigungssystem
- Entnahmebauwerk unter Berücksichtigung von Straßenquerung, Wasserschutzpolizei (Bootsanlager), Ruderverein, Strömungsverhalten Neckar, Baumbestand und Radwegsplanung



Bildquelle: CAD Planung ENERKO



Wärmewende wirtschaftlich gestalten

Zwischenfazit und Herausforderungen im BEW

BEW Teilprojekt Flusswärmepumpe in Heidelberg

- Die Flusswärmepumpe ist Kernelement der Transformationsplan der Stadtwerke Heidelberg
 - Ergänzung durch weitere Großwärmepumpen, Wärmebezug aus Mannheim und weitere Erzeuger.
- Erfahrungen aus der Planung:
 - aufwendige Genehmigungsverfahren mit Einbindung vieler Beteiligten
 - In der Genehmigungsplanung für Großwärmepumpen sind viele Schritte noch „Neuland“ für viele Beteiligte => der 24 Monate Zeitrahmen gem. BEW ist knapp !
 - Die Einbindung einer 30 MW Flusswärmepumpe „mitten in der Stadt“ ist planerisch herausfordernd, aber lösbar
- BEW-Modul 2 und 4 als nächste Umsetzungsschritte ab 2025 geplant => Bewilligung liegt nun vor

➤ **Die BEW-Betriebskostenförderung ist Basis der Wirtschaftlichkeit und Voraussetzung für bezahlbare Wärmepreise**

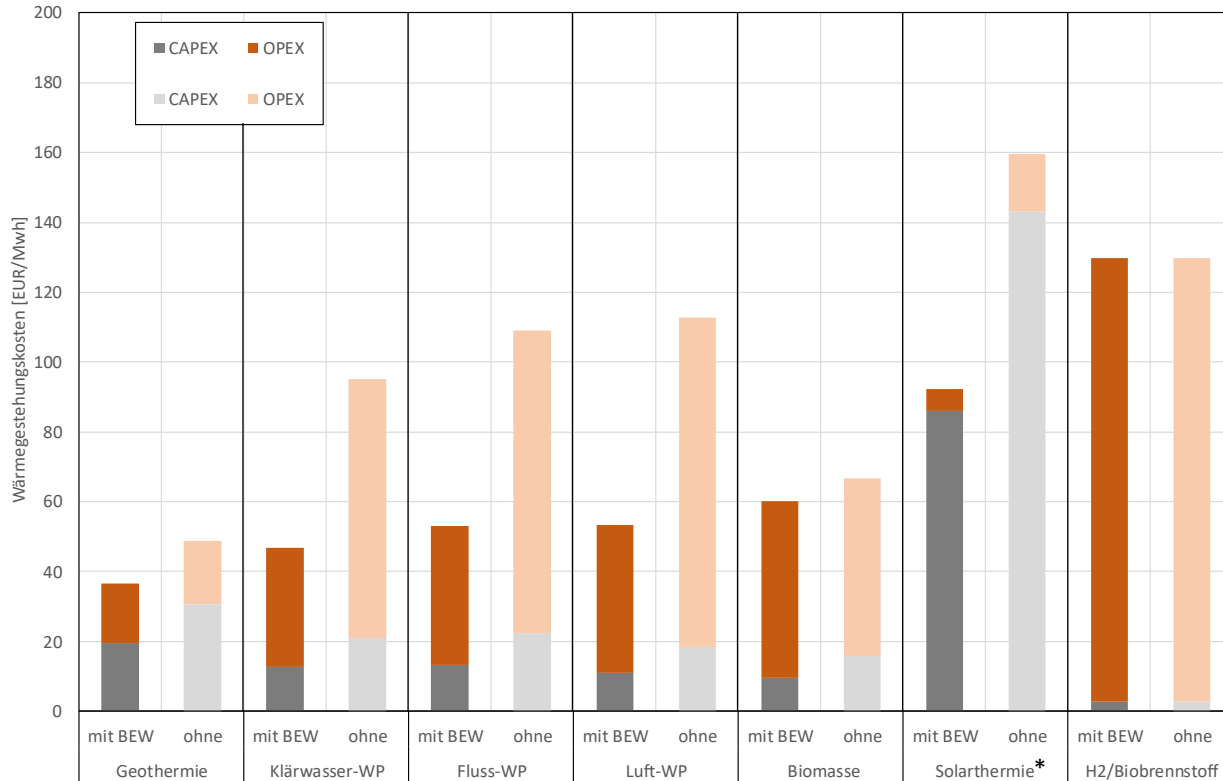
Typische Gestehungskosten im Vergleich

Gestehungskosten grüner Wärme – Annäherung an ein weites Feld.....

- Kapitalkosten CAPEX...
 - ...variieren meist zwischen 600...800 €/kW (Solarthermie) und 2.500 €/kW (Tiefe Geothermie, Erdsonden)
 - ...liegen bei Großwärmepumpenprojekt meist zwischen 1.200 und 2.000 €/kW
 - ...werden mit 40% gefördert (außer: Abwärme, Kesselanlagen)
 - ...hängen extrem stark von der Anlagenauslastung ab
- Betriebskosten OPEX...
 - ...liegen zwischen 10% (Solarthermie) und 90% (Biobrennstoffe) Anteil an Gestehungskosten
 - ...werden bei Großwärmepumpen durch **Betriebskostenförderung** entlastet (aber nur max. 10 a lang, dann wirkt sich eine schlechte Jahresarbeitszahl direkt auf die Betriebskosten aus...)

Typische Gesteungskosten im Vergleich

Ranking bei typischer Grundlast (7.500 VBh/a)



Eckpunkte:

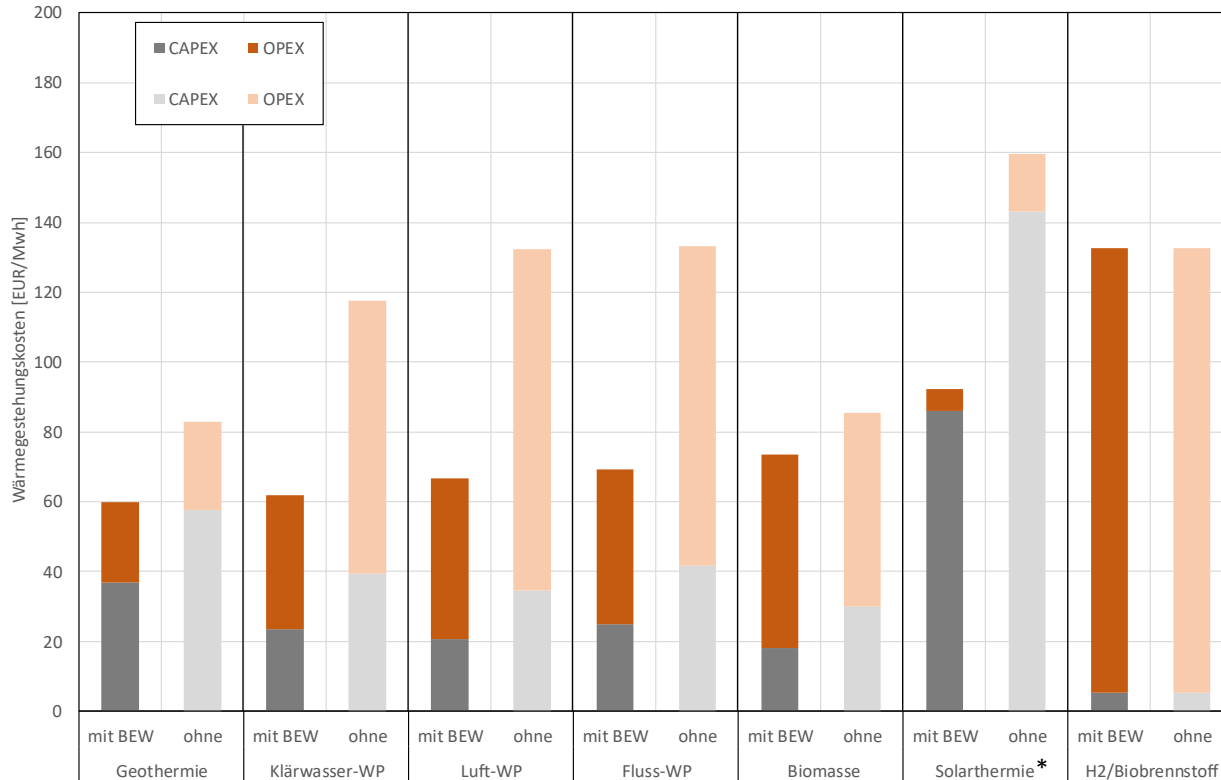
- 20 Jahre Betrachtungszeitraum, 6% Zins
- Typische Anlagenkennzahlen, abgeleitet aus mehreren BEW-Projekten
- Typische Investitionskosten, abgeleitet aus mehreren BEW-Projekten
- Betriebskostenzuschuss finanzmathematisch über 20 a gemittelt
- Bei Biomasse ohne Einschränkung der Betriebsdauern gerechnet
- Förderung immer mit 40% Investitionen und Betriebskostenzuschüssen, wo möglich
- Solarthermie immer mit rd. 800 Volllaststunden und sommerlastig
- Alles frei Erzeuger ohne FW-Anbindung
- Strom- und Brennstoffpreise:
 - WP-Strom: 18 ct/kWh
 - Hilfsstrom: 20 ct/kWh
 - Hackschnitzel: 100 €/t
 - Biobrennstoffe: 11 ct/kWh

Alle Werte beispielhaft, keine realen Projekte

* Solarthermie nicht vergleichbar (nur Sommerlastig)

Typische Gesteungskosten im Vergleich

Ranking bei typischer Mittellast (4.000 VBh/a)



Eckpunkte:

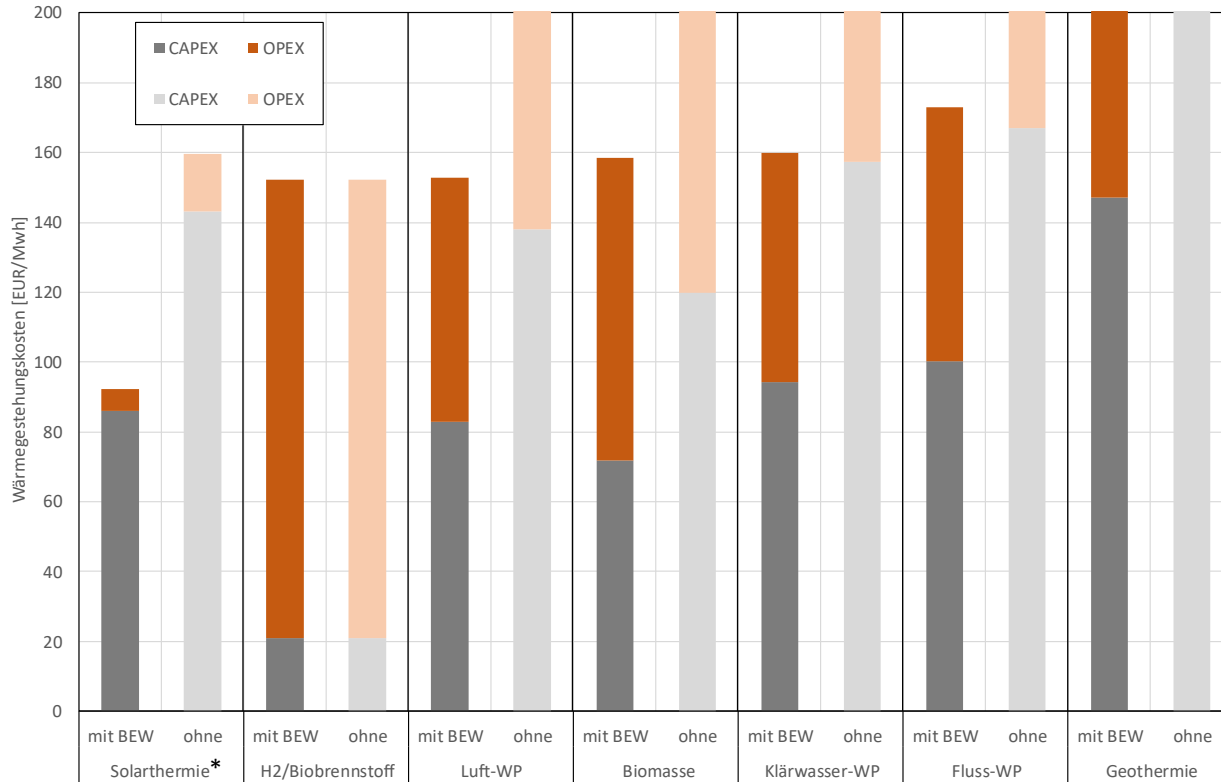
- 20 Jahre Betrachtungszeitraum, 6% Zins
- Typische Anlagenkennzahlen, abgeleitet aus mehreren BEW-Projekten
- Typische Investitionskosten, abgeleitet aus mehreren BEW-Projekten
- Betriebskostenzuschuss finanzmathematisch über 20 a gemittelt
- Bei Biomasse ohne Einschränkung der Betriebsdauern gerechnet
- Förderung immer mit 40% Investitionen und Betriebskostenzuschüssen, wo möglich
- Solarthermie immer mit rd. 800 Volllaststunden und sommerlastig
- Alles frei Erzeuger ohne FW-Anbindung
- Strom- und Brennstoffpreise:
 - WP-Strom: 18 ct/kWh
 - Hilfsstrom: 20 ct/kWh
 - Hackschnitzel: 100 €/t
 - Biobrennstoffe: 11 ct/kWh

Alle Werte beispielhaft, keine realen Projekte

* Solarthermie nicht vergleichbar (nur Sommerlastabdeckung)

Typische Gesteungskosten im Vergleich

Ranking bei typischer Spitzenlast (1.000 VBh/a)



Eckpunkte:

- 20 Jahre Betrachtungszeitraum, 6% Zins
- Typische Anlagenkennzahlen, abgeleitet aus mehreren BEW-Projekten
- Typische Investitionskosten, abgeleitet aus mehreren BEW-Projekten
- Betriebskostenzuschuss finanzmathematisch über 20 a gemittelt
- Bei Biomasse ohne Einschränkung der Betriebsdauern gerechnet
- Förderung immer mit 40% Investitionen und Betriebskostenzuschüssen, wo möglich
- Solarthermie immer mit rd. 800 Volllaststunden und sommerlastig
- Alles frei Erzeuger ohne FW-Anbindung
- Strom- und Brennstoffpreise:
 - WP-Strom: 18 ct/kWh
 - Hilfsstrom: 20 ct/kWh
 - Hackschnitzel: 100 €/t
 - Biobrennstoffe: 11 ct/kWh

Alle Werte beispielhaft, keine realen Projekte

* Solarthermie nicht vergleichbar, da keine Spitzenlast



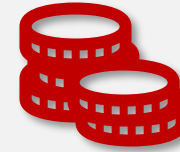
Idee

- Groß-WP als neue Basistechnologie
Prio 1: Kläranlage
Prio 2: Flusswasser
Prio 3: Sonstige Wärmequellen
- Geothermie & Abwärme wo möglich
- KWK mit H₂ Option und Wärmespeicher als Flex-Bausteine
- WP als Basistechnologie für dezentrale Heizungen
- Biomasse, Solarthermie, grünes Gas/Öl & PtH als Ergänzungsbausteine



Zeit

- Meilenstein 2026/2028 für Heizungen: in Sichtweite, aber hier voraussichtlich GEG Anpassung => Unsicherheit
- Meilenstein 2030 für FW: (30% Anforderung): ambitioniert !
- BEW Zeitrahmen z.T. etwas knapp und Modul-logik und nicht immer praxis-nah
- Anlagenbau: Engpässe bei Genehmigungsbehörden, Fachplanern und ausführenden Firmen
- Netzbau: dito, meist maximal 3-4 km/a Ausbau möglich



Geld

- Transformation erfordert Investitionen, aber...
- ... Gebäudesanierung grundsätzlich sinnvoll, aber meist teuerster Baustein
- ... KWKG mit unsicherer Verlängerung...
- ... BEW ist keine Gesetzesgrundlage ...
- ... BEG wird voraussichtlich angepasst
- ... Fremdfinanzierung wird ebenfalls schwieriger
- ... Wärmeversorgung muss bezahlbar bleiben



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Armin Kraft, Sarah Henn, Dr. Marius Maximini

EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH

Landstraße 20
52457 Aldenhoven

Telefon +49 (2464) 971-3
Mail info@enerko.de
Web enerko.de