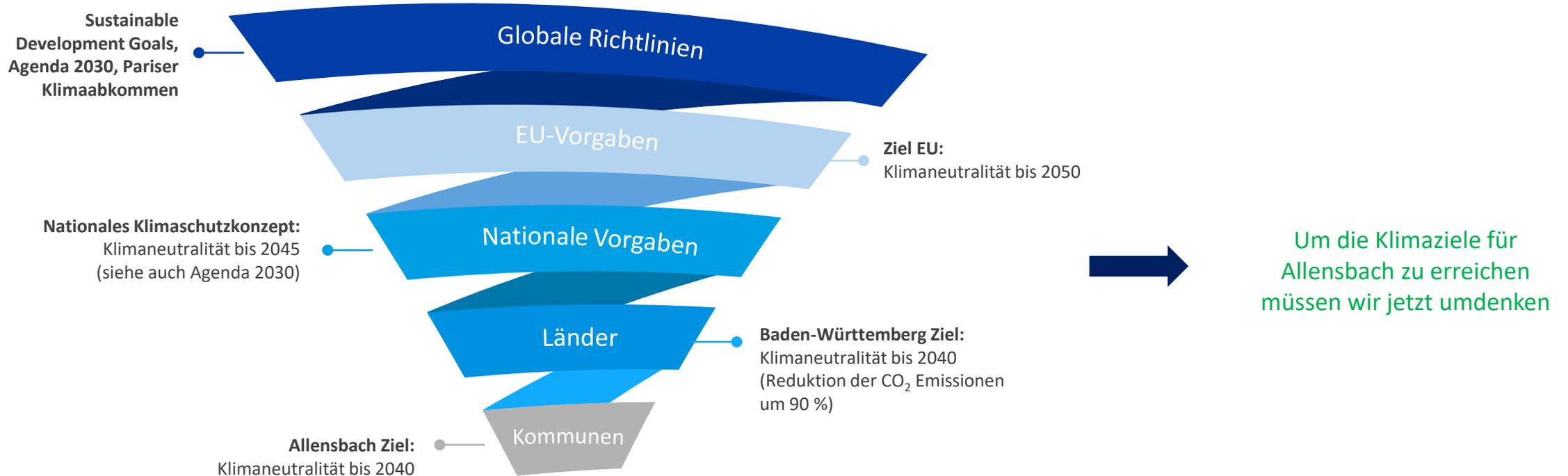


**KALTBRUNN - WÄRMENETZ 4.0  
VARIANTENVERGLEICH**

**THOMAS SCHILD | ANIKA ZWIENER**



# WARUM MUSS SICH ETWAS ÄNDERN?



**Wir müssen GLOBAL denken, und LOKAL handeln**



# WARUM MUSS SICH ETWAS ÄNDERN?

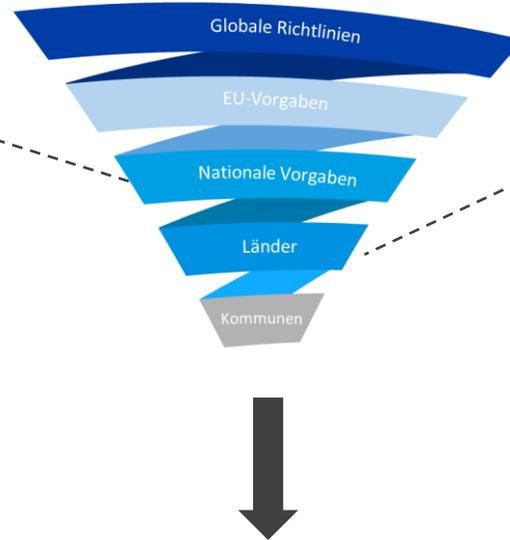
## Gebäudeenergiegesetz (GEG)

**§72 Heizkessel<sup>1</sup>** mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen

- welche **vor dem 1. Januar 1991** eingebaut worden sind, **müssen ausgetauscht** werden
- welche **nach dem 1. Januar 1991** eingebaut worden sind, müssen nach **spätestens 30 Jahren ausgetauscht** werden

Heizkessel mit Heizöl oder mit festem fossilem Brennstoff dürfen **ab 2026 nicht mehr eingebaut** werden

<sup>1</sup> nicht anzuwenden auf Niedertemperatur-Heizkessel sowie heizungstechnische Anlagen, deren Nennleistung weniger als 4 Kilowatt oder mehr als 400 Kilowatt beträgt.



Strengere gesetzliche Regelungen führen dazu, dass jeder in den kommenden Jahren sein Heizungssystem (Heizkessel mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen) anpassen muss.

**Frage: Wie müssen und wollen wir zukünftig heizen?**

## Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) Baden-Württemberg

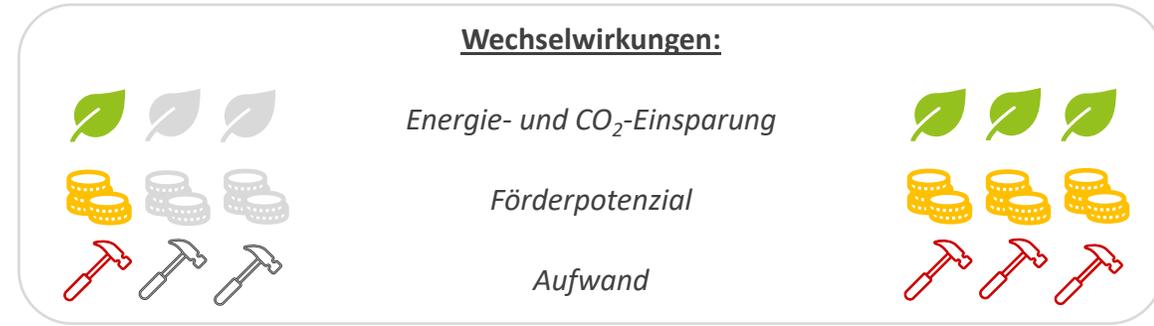
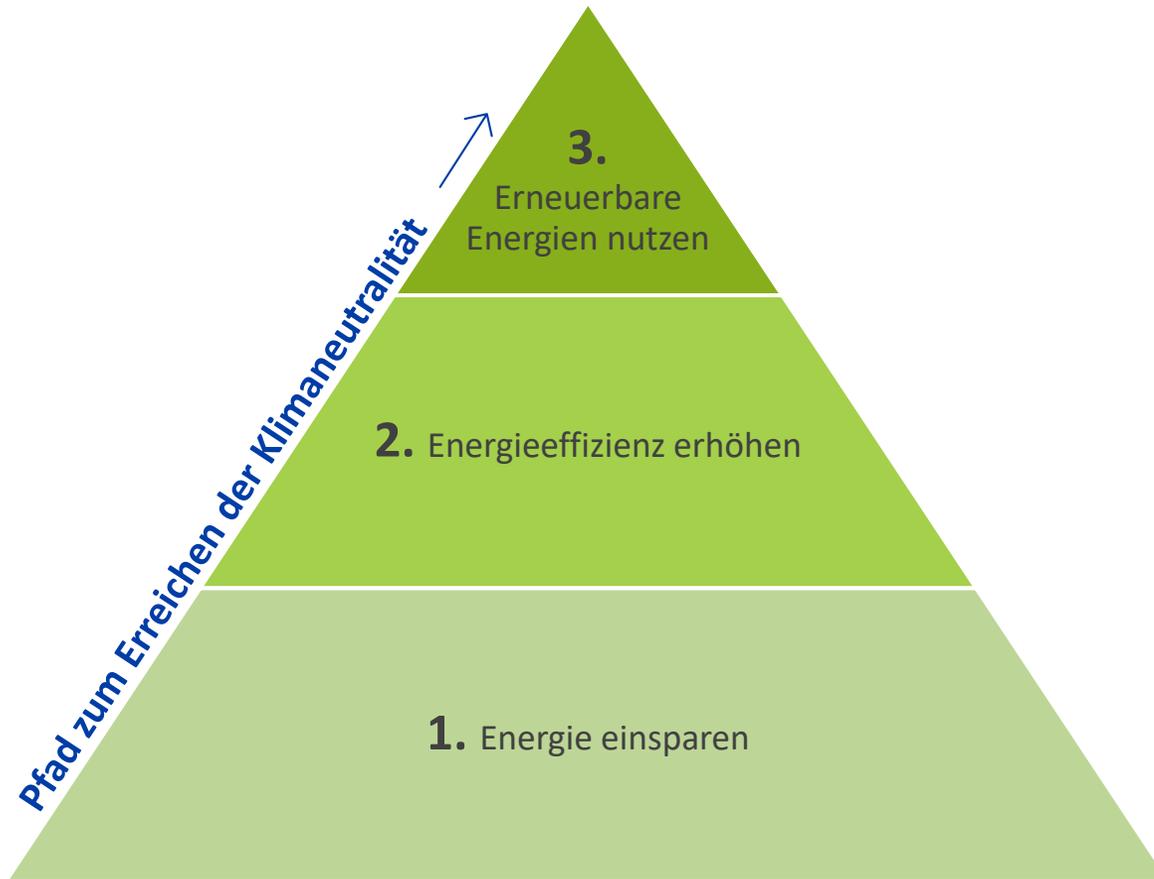
**§4 Nach Austausch** oder nachträglichen Einbau einer Heizanlage muss entweder

- mindestens **15 %** des jährlichen Energiebedarfs **aus erneuerbaren Energien** gedeckt werden (z.B. Solarthermie), **oder**
- der **Wärmeenergiebedarf** um mindestens **15% reduziert** werden



# ENERGETISCHE SANIERUNG

## 3 Stufen zur Klimaneutralität



### Einzelmaßnahmen:

- Austausch Bestandskessel
- Einbau Pelletkessel oder Hybrid-systeme mit Solarthermie

### Maßnahmenpakete:

- Austausch Bestandskessel
- Einbau Wärmepumpensystem (Luft/Wasser, Sole/Wasser o.Ä.)
- **Anschluss Nahwärmenetz**

### Einzelmaßnahmen und Maßnahmen im Paket:

- Dämmung von Verteilleitungen
- Hydraulischer Abgleich
- Austausch bestehender Heizkörper gegen Niedertemperaturheizkörper (Absenkung von Vorlauftemperaturen)

### Einzelmaßnahmen:

- Austausch Fenster
- Dämmung oberste Geschoss-decke
- Dämmung Kellerdecke
- Außenwanddämmung

### Maßnahmenpakete:

- Umfangreiche Maßnahmen zur Ertüchtigung der Gebäudehülle (Fassade, Fenster, Dach)
- Austausch Heizkörper



# ENERGETISCHE SANIERUNG

## Kostenabschätzung

### FENSTERAUSTAUSCH

250-700 €/m<sup>2</sup> Bauteil



### DACHDÄMMUNG

100-200 €/m<sup>2</sup> Bauteil

### FASSADENDÄMMUNG

80-250 €/m<sup>2</sup> Bauteil

### KELLERDECKENDÄMMUNG

50 - 180 €/m<sup>2</sup> Bauteil

### Preisindikation:

- Die angegebenen Kosten sind abhängig vom jetzigen Baustandard des Gebäudes und dem Ziel-Gebäudestandard der Sanierung (z.B. GEG-Referenzgebäude, KfW 55 oder KfW 40)
- Eine genaue Preisindikation muss für jedes Gebäude individuell ermittelt werden und kann nicht pauschal angegeben werden
- Derzeitigen Preisanstiege können nicht abgebildet werden
- **Verschiedene Förderungen für eine energetische Sanierung vorhanden**
- **Individuelle Gebäudeberatung** durch Energieberater insbesondere für Fachwerkhäuser (ggf. vom Wärmenetzbetreiber)

Quelle:

(1) BBSR-Online-Publikation Nr. 16/2017, Preisniveau 2011 (verrechnet mit Baupreisindex aus <https://www-genesis.destatis.de>)

(2) [Modernisierungskosten berechnen](https://www.modernisierungskostenberechnen.de) | Wüstenrot ([wuestenrot.de](https://www.wuestenrot.de))



# WELCHE MÖGLICHKEITEN ZUM HEIZEN GIBT ES? WAS IST ZU BEACHTEN?

EINZELLÖSUNGEN						GESAMTLÖSUNG
Fossile Brennstoffe			Regenerative Brennstoffe	Strombasiert	Nahwärmenetz	
<b>Heizöl</b>	<b>Erdgas</b>	<b>Flüssiges Gas</b>	<b>Biomasse (z.B. Pellets)</b>	<b>Wärmepumpe</b>	<b>Wärmepumpe oder Biomasse</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>- Klimaschädlich</li><li>- Gesetzlich verboten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Klimaschädlich</li><li>- Nicht vorhanden in Kaltbrunn</li><li>- Noch nicht verboten, aber Regelungen werden strikter</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Klimaschädlich</li><li>- Nischenanwendung</li><li>- Noch nicht verboten, aber Regelungen werden strikter</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>+ Für alle Temperaturanforderungen</li><li>- Platz im Haus notwendig</li><li>- CO<sub>2</sub>-Emissionen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>+ Keine CO<sub>2</sub>-Emissionen mit Ökostrom</li><li>- Mehr Platzbedarf für Außeneinheit</li><li>- Risiko störender Geräuschkulisse im Ort</li><li>- Sichtbarkeit von Außeneinheiten</li><li>! Kompatibilität mit individueller Vorlauftemperatur</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>+ Kommune stellt Flächen bereit</li><li>+ Bürger muss sich „nur anschließen“</li><li>+ Keine CO<sub>2</sub>-Emissionen mit Ökostrom</li><li>+ Keine Sichtbaren Außenkomponenten</li><li>! Kompatibilität mit individueller Vorlauftemperatur</li></ul>	



Die Kosten für einen Anschluss an ein Nahwärmenetz sind vergleichbar mit den Kosten einer Wärmepumpe als Einzellösung. Der Aufwand zur Umsetzung obliegt dann jedoch bei jedem einzelnen Bürger. (s. Seite 17)



# VARIANTEN ÜBERSICHT - NAHWÄRMENETZ

## BIOMASSEN - VARIANTEN



Biomasse



**100 %  
Biomasse**

**Nicht förderfähig**

Hohe Kosten & technisch  
ungünstigere Variante

Solarthermie



**Biomasse +  
Solarthermie**

**Förderfähig**

Hohe Kosten & technisch  
ungünstigere Variante

Power to Heat

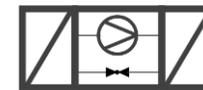


**Biomasse +  
Power to Heat (P2H)**

**Nicht förderfähig**

## Wärmepumpen - VARIANTEN

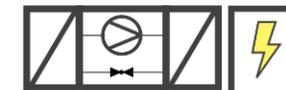
Erdsondenfeld



**Zentrale  
Wärmepumpe**

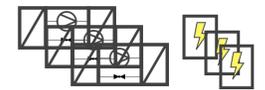
**Förderfähig**

Hohe Kosten & technisch  
ungünstigere Variante



**Zentrale  
Wärmepumpe + P2H  
(mit/ohne Contracting)**

**Förderfähig**



**Kalte Nahwärme +  
Power to Heat  
(mit/ohne Contracting)**

**Förderfähig**

# ////// TECHNOLOGIE Biomassen



Hinweis: Abbildungen dienen nur der Veranschaulichung, die dargestellten Hersteller und Produkte sind rein zufällig ausgewählt.



Bild-Quelle: eta.co.at

Exemplarische Darstellung der benötigten Fläche für Solarthermie (ca. 5.000 m<sup>2</sup>)

**Hinweis:**  
Hackschnitzel sollten nur aus nachhaltiger Forstwirtschaft verwendet werden





# ALLGEMEINE HINWEISE

## Biomasse



- Durch die Verwendung von Feuerungstechnik können hohe Vorlauftemperaturen erzeugt werden, bei einer Biomassenbefeuernng können praktisch alle Gebäude an das Wärmenetz angeschlossen werden (Achtung: mit der Vorlauftemperatur steigen die Verteilverluste signifikant)
- Brennstoff (Holzhackschnitzel) kann zu großen Teilen regional aus den umliegenden Forstflächen bereitgestellt werden (Achtung: Rohstoffkonkurrenz zu anderen Wertschöpfungsketten und ggf. Biomasse-Feuerungen (Radolfzell), Zukäufe mit längeren Transportwegen verbunden)



- Holzhackschnitzel sind nur dann regenerative Energiequelle, wenn diese aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammen
- aufgrund der Holzverarbeitung und –transport bleibt auf Sicht ein CO<sub>2</sub>-Footprint bestehen
- Brennstofflieferung von Hackschnitzeln erfordert logistischen Aufwand (Lieferung im Winter z.T. wöchentlich)
- Es wird auch zukünftig Emissionen aus Verbrennung (Schornstein) im Ort geben



# TECHNOLOGIE

## Zentrale Wärmepumpe



Bild-Quelle: ethz.ch

Hinweis: Abbildungen dienen nur der Veranschaulichung, die dargestellten Hersteller und Produkte sind rein zufällig ausgewählt.

Bild-Quelle: gea.com, Red Astrum



Bild-Quelle: glood.de



Bild-Quelle: eta.co.at

**Hinweis:**  
Wärmepumpen haben einen hohen Stromverbrauch und sind nur CO2-Neutral bei der Nutzung von Ökostrom





# TECHNOLOGIE

## Dezentrale Wärmepumpe



Bild-Quelle: ethz.ch



Bild-Quelle: [Wärmepumpe: Alle Infos auf einen Blick | Viessmann](#)

**Hinweis:**  
Wärmepumpen haben  
einen hohen  
Stromverbrauch und sind  
nur CO2-Neutral bei der  
Nutzung von Ökostrom

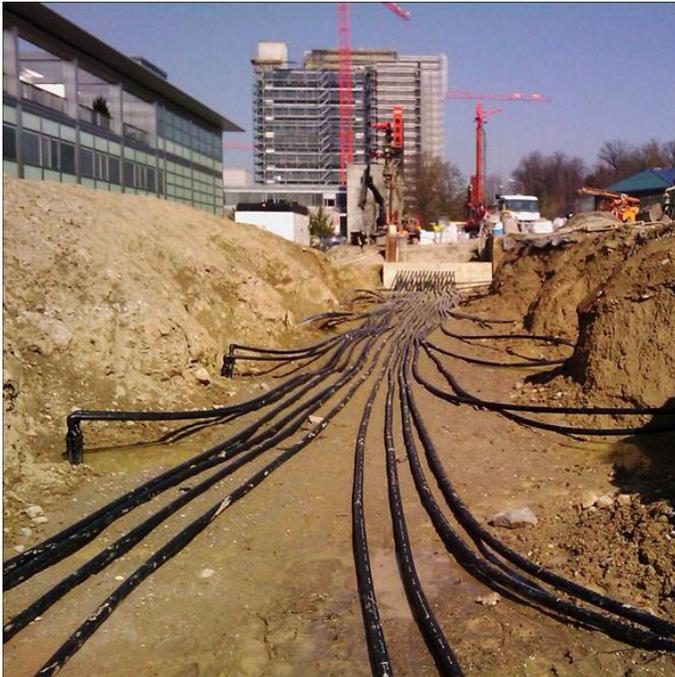


Hinweis: Abbildungen dienen nur der Veranschaulichung, die dargestellten Hersteller und Produkte sind rein zufällig ausgewählt.

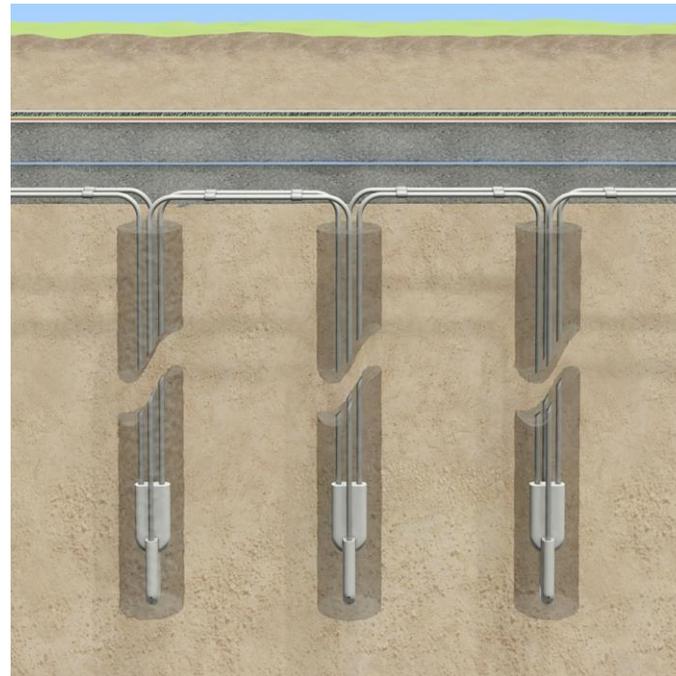


# TECHNOLOGIE

## Wärmepumpe – Bauweise Erdsondenfeld



[Science City nutzt Boden als Wärmespeicher \(ethz.ch\)](#)



[Nachhaltige Wärme und Kälte dank Erdsonden-Wärmepumpe für die AndreasKlinik](#)

Probebohrung:

- Maximale Tiefe 180 m
- Wärmeleitfähigkeit: 2,35 W/m/K



Potenzielle Standortmöglichkeiten der Erdsonden in Kaltbrunn



# ALLGEMEINE HINWEISE

## Wärmepumpe



- Wärme kann vollständig aus regenerativ erzeugtem Strom erzeugt werden und ist dann selbst vollständig regenerativ
- Keine CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Wärmeerzeugung (De-karbonisierte Wärmeerzeugung)
- Einkopplung eines hohen Anteils lokal verfügbarer Umweltwärme (Erdwärme)
- Geringe Vorlauftemperaturen reduzieren die Verteilverluste signifikant
- Keine Brennstofflogistik erforderlich, keine lokalen Emissionen durch Feuerungstechnik
- Bei dezentralem Wärmepumpensystem sind aufgrund des geringen Temperaturniveaus im Netz die Verteilverluste minimal, hierbei besteht auch die Möglichkeit der Gebäudekühlung (bei entsprechender Installationen im Gebäude) (Achtung:
- Zentrale Wärmepumpensysteme erfordern geringeren Aufwand in den einzelnen Gebäuden und nutzen Synergieeffekte bereits in der Anlagenauslegung



- Bestandsgebäude müssen mit geringeren Vorlauftemperaturen auskommen (Achtung: laut Studie von Fraunhofer erfüllen Gebäude aus den 70ern in der Regel bereits diese Voraussetzung)
- Für ältere Gebäude können flankierende Sanierungsmaßnahmen erforderlich werden, bevor ein Anschluss möglich/empfehlenswert ist (Achtung: hierfür gibt es zusätzliche Fördermöglichkeiten, oft sind die Voraussetzungen bereits im Rahmen von Sanierung/Modernisierung geschaffen worden; erfordert die Betrachtung des Einzelfalls)



# KOSTEN-SENSITIVITÄTSANALYSE

## Kosten-Sensitivitätsanalyse:

- Preissteigerungsrate (Wartung & Instandhaltung)
- Aufschlag auf Unvorhergesehenes
- Aufschlag auf temporär erhöhte Baukosten
- Betriebskosten nach VDI + teilweise Abgleich mit Erfahrungswerten
- Annahme reduzierter Tiefbaukosten, da Gemeinde Tiefbauarbeiten aufgeschoben hat



Ermittlung eines *Best Case* und *Worst Case* Szenarios

## Potenzielle weitere Kosteneinsparung:

- Stromkosten

## Nicht Quantifizierbare Einsparpotenziale:

- Etablierung von Smart Grid
- Digitalisierung
- Fördergelder für Sanierung

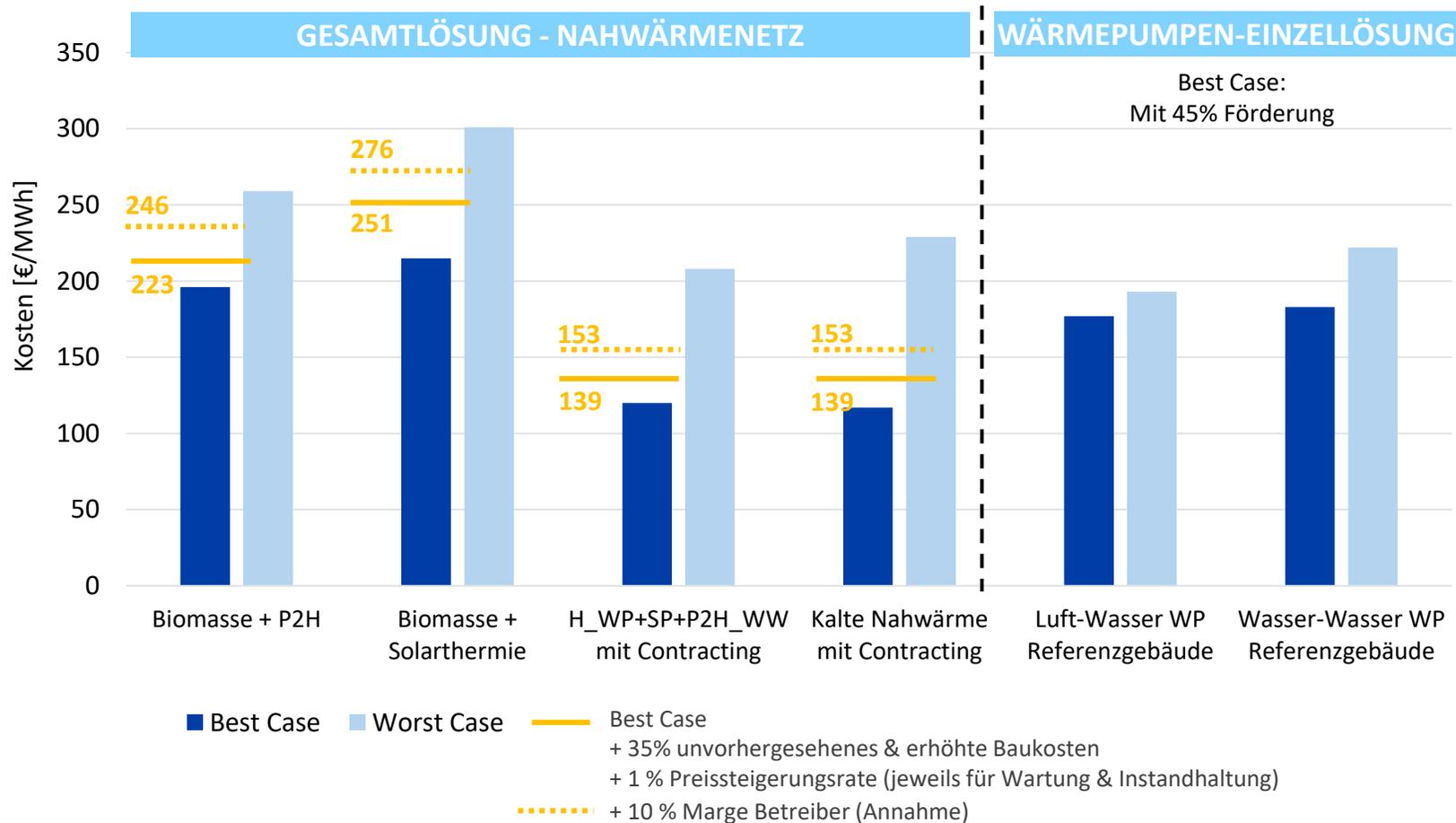


*Vertiefung für favorisierte Variante*



# KOSTEN-SENSITIVITÄTSANALYSE

## Kosten-Sensitivitätsanalyse



### Hinweis:

- Gesamtenergiesystem (= Ø Kosten von Kunde & Betreiber)
- **Worst Case:** maximale Preissteigerungsrate (2,5% jeweils für Wartung & Instandhaltung), 35% unvorhergesehenes + temporär erhöhte Baukosten, Betriebskosten nach VDI
- **Best Case:** minimale Preissteigerungsrate, 0% unvorhergesehenes + temporär erhöhte Baukosten, Betriebskosten nach VDI mit Abgleich an Erfahrungswerte



# VOR- UND NACHTEILE DER VARIANTEN

		GESAMTLÖSUNG - NAHWÄRMENETZ			EINZELLÖSUNG
Faktoren	Status Quo	Biomasse Varianten	Wärmepumpe zentral	Wärmepumpe dezentral	Wärmepumpen
CO <sub>2</sub> -Emissionen	~ 1.100 tCO <sub>2</sub> /a	38-40 tCO <sub>2</sub> /a	Keine CO <sub>2</sub> -Emissionen, wenn Ökostrom	Keine CO <sub>2</sub> -Emissionen, wenn Ökostrom	Keine CO <sub>2</sub> -Emissionen, wenn 100% Ökostrom
Lärmemissionen	-	Lokale Lärmemissionen (zentral geregelt)	Lokale Lärmemissionen (zentral geregelt)	-	Luft-Wasser WP können zu erhöhten Lärmemissionen führen
Geruchsemission	-	Lokale Geruchsemissionen	Keine Geruchsemissionen		
Begleitende Maßnahmen	-	Keine Sanierung nötig	Kompatibilität mit Netzvorlauftemperatur (~55°)	Kompatibilität mit individueller Wärmepumpenauslegung ausreichend	Kompatibilität mit individueller Vorlauftemperatur
Erweiterte Nutzen	-			Freikühlung möglich	Freikühlung möglich
Dorf Gestaltung	-	Technikgebäude	Technikgebäude	Kleine Technikzentrale, Wärmepumpen am Gebäude	Wärmepumpen am Gebäude
Sonstiges	-	Flächen werden von der Kommune bereit gestellt; Aufwand für Planung und Umsetzung durch die Kommune; Realisierung erfolgt durch den Betreiber, der Bürger muss sich „nur“ anschließen; Finanzierung, Risiko und Investition liegen beim Betreiber, der Eigentümer stellt nur die Fläche und zahlt die bezogene Wärme			Umsetzung liegt bei den Bürgern; durch Erdsonden ist die dortige Grundstücksnutzung nur eingeschränkt möglich



# HANDLUNGSEMPFEHLUNG

		GESAMTLÖSUNG - NAHWÄRMENETZ			EINZELLÖSUNG
Faktoren	Status Quo	Biomasse Varianten	Wärmepumpe zentral	Wärmepumpe dezentral	Wärmepumpen
CO <sub>2</sub> -Emissionen	~ 1.100 tCO <sub>2</sub> /a	38-40 tCO <sub>2</sub> /a	Keine CO <sub>2</sub> -Emissionen, wenn Ökostrom	Keine CO <sub>2</sub> -Emissionen, wenn Ökostrom	Keine CO <sub>2</sub> -Emissionen, wenn 100% Ökostrom
Lärmemissionen	-	Lokale Lärmemissionen (zentral geregelt)	Lokale Lärmemissionen (zentral geregelt)	-	Luft-Wasser WP können zu erhöhten Lärmemissionen führen
Geruchsemission	-	Lokale Geruchsemissionen		Keine Geruchsemissionen	
Begleitende Maßnahmen	-	Keine Sanierung nötig	Kompatibilität mit Netzvorlauftemperatur (~55°)	Kompatibilität mit individueller Wärmepumpenauslegung ausreichend	Kompatibilität mit individueller Vorlauftemperatur
Erweiterte Nutzen	-			Freikühlung möglich	Freikühlung möglich
Dorf Gestaltung	-	Technikgebäude	Technikgebäude	Kleine Technikzentrale, Wärmepumpen am Gebäude	Wärmepumpen am Gebäude
Sonstiges	-	Flächen werden von der Kommune bereit gestellt; Aufwand für Planung und Umsetzung durch die Kommune; Realisierung erfolgt durch den Betreiber, der Bürger muss sich „nur“ anschließen; Finanzierung, Risiko und Investition liegen beim Betreiber, der Eigentümer stellt nur die Fläche und zahlt die bezogene Wärme			Umsetzung liegt bei den Bürgern; durch Erdsonden ist die dortige Grundstücksnutzung nur eingeschränkt möglich

//////  
AUSBLICK

Dato – Okt. 2022  
Finalisierung der  
**Machbarkeitsstudie**  
(finale Untersuchung der  
ausgewählten Variante durch  
den Gemeinderat)

Start vsl. Sommer 2023  
**Netzausbau**  
- Energieberatungsgespräche  
ggf. durch Betreiber

Okt. 2022 – Juni 2023  
**Vergabeverfahren**

**Erste Netzanschlüsse**  
vsl. Winter 2024/2025

ERFOLGREICHE GEBÄUDE

LEBENSWERTE STÄDTE

RENDITESTARKE PORTFOLIOS

LEISTUNGSFÄHIGE INFRASTRUKTUR

ZUKUNFTSWEISENDE BERATUNG



DREES &  
SOMMER