



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG

# Wärmewende in Hamburg

Fünf Thesen und fünf Bausteine für eine erneuerbare  
und effiziente Fernwärmeversorgung

Dr. Martin Pehnt, Hamburger Energietisch, 26.09.2018





- **Unabhängiges Forschungs- und Beratungsinstitut**
- **Gegründet 1978**
- **Rd. 80 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Natur-, Ingenieur- und Sozialwissenschaften**



# Hamburg ist mit der Frage der Kohlesubstitution nicht allein...

... über 60 Kraftwerke mit Wärme aus Steinkohle.

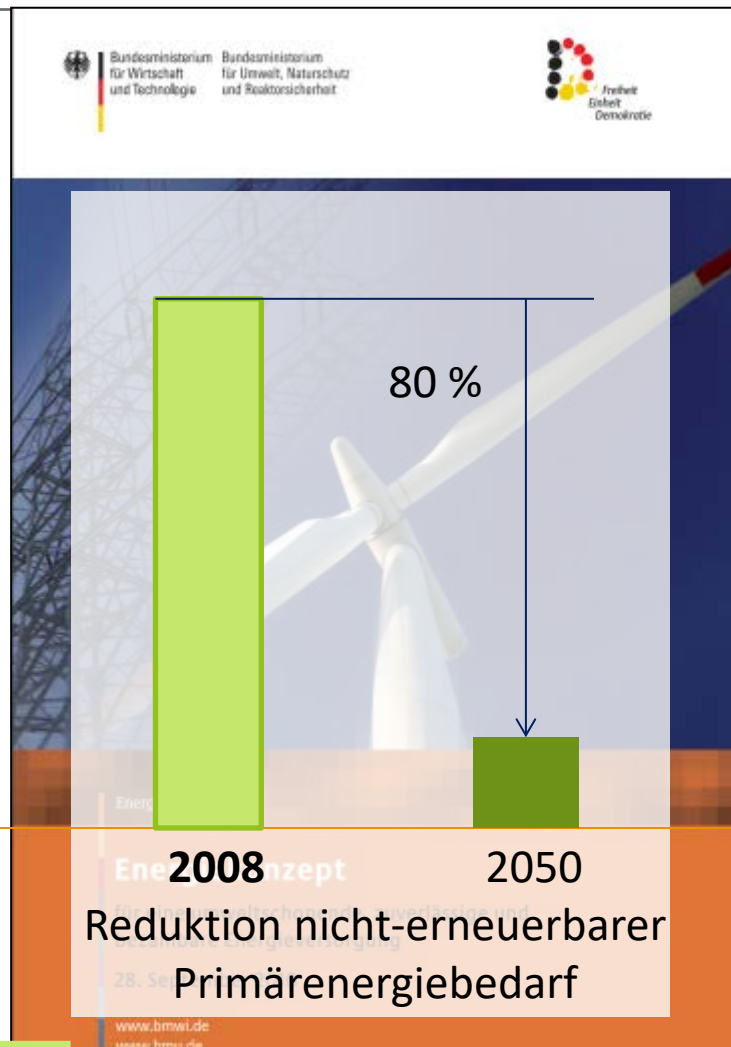
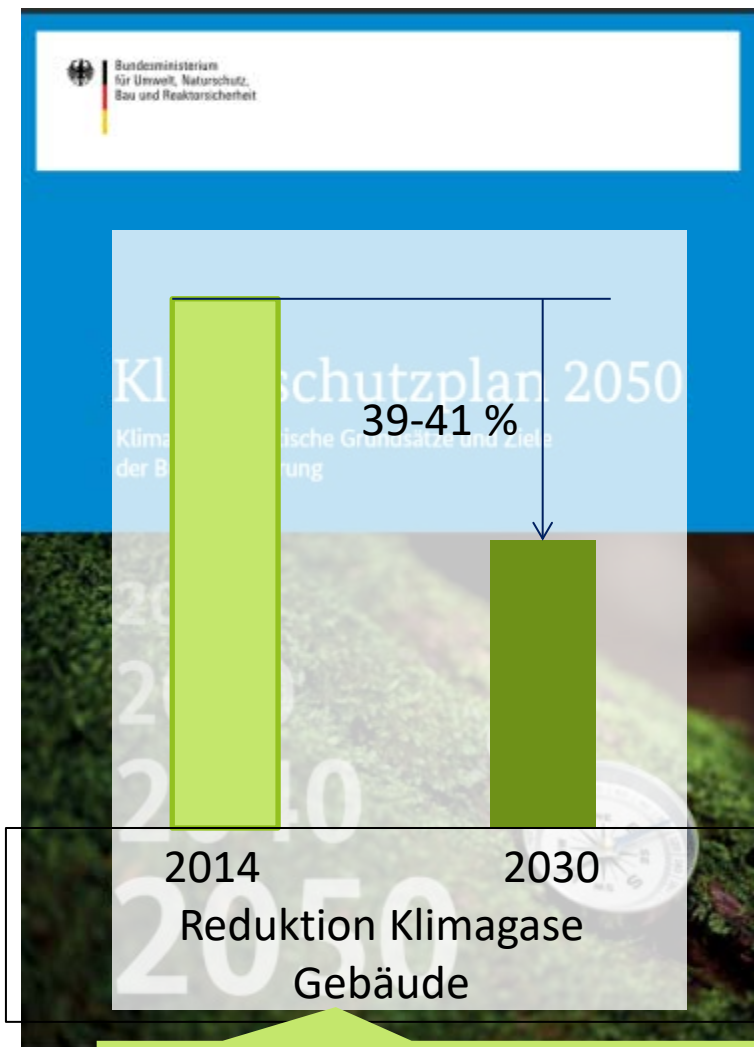


Unternehmen	Kraftwerksname	Inbetriebnahme	Leistung MW <sub>el</sub>	Wärmemenge TWh
GkM	GkM Block 9	2015	843	2,3
Uniper	Datteln 4	2020	1.055	1,3
Steag	Herne 4	1989	449	0,8
EnBW	Karlsruhe RDK 8	2014	842	0,4
EnBW	Heilbronn HLB 7	1985	778	0,3
Uniper	Staudinger 5	1992	510	0,3
EnBW	Rostock	1994	514	0,2
ENGIE	Zolling Block 5	1986	472	0,2
Steag	Walsum 10	2013	725	0,1
Currenta GmbH & Co. OHG	Leverkusen G-Kraftwerk	1962	103	2,1
SWM Services	München Nord 2	1991	333	2,0
Solvay Chemicals GmbH	Rheinberg	1975	79	1,6
Vattenfall	Tiefstack	1993	194	1,2
Vattenfall	Reuter West D	1987	282	1,0
Vattenfall	Reuter West E	1988	282	1,0
Currenta GmbH & Co. OHG	Krefeld-Uerdingen N 230	1971	110	1,0
Evonik	Kraftwerk II Block 3	1966	60	0,8
Uniper / Stadtwerke Kiel	Kiel	1970	323	0,8
Vattenfall	Wedel 1	1961	137	0,8
Infraserv GmbH & Co. Höchst KG	Höchst Block B	1989	66	0,7
Vattenfall	Moabit A	1990	89	0,7
Vattenfall	Wedel 2	1962	123	0,7
Braunschweiger Versorgungs	Braunschweig Mitte 1	1984	43	0,6
EnBW	Altbach Deizisau Block 2	1997	336	0,6
swb Erzeugung	KW Hastedt Block 15	1989	119	0,6
Evonik	Kraftwerk I Block 5	1983	60	0,6
Uniper	FWK Buer	1985	70	0,6
Sappi	Stockstadt	1969	25	0,6
Evonik Degussa GmbH	Marl Kraftwerk I Block 4	1971	296	0,5
Stadtwerke Hannover AG	GKH-Hannover 1	1989	136	0,5
Stadtwerke Hannover AG	GKH-Hannover 2	1989	136	0,5
Currenta GmbH & Co. OHG	Krefeld-Uerdingen L 57	1957	26	0,5
Volkswagen AG	HKW Nord Generator A	1962/2000	62	0,5
Volkswagen AG	HKW Nord Generator B	1962/2000	62	0,5
Steag	HKV Völklingen-Fenne	1989	211	0,5
Andere (29 Kraftwerke)				7,8

1

Um die Ziele der deutschen Wärmewende zu erreichen, müssen alle Register gezogen werden – auch in Hamburg.

# Ambitionierte Ziele der Wärmewende



**Für Paris Climate Agreement erforderlich**

**Zielverfehlung bedeutet Zertifikatszahlung!**

# Diese Ziele sind keine Kür, sondern dienen der Vermeidung volkswirtschaftlichen Schadens!

---



Fotos urheberrechtlich geschützt



19 TWh Wärmebedarf

Fernwärme

Rd. 4 TWh

Fernwärme in Hamburg ...  
... eine imposante Infrastruktur.

Versorgung von 470.000 Nutzeinheiten

Wärme aus:

HWK Wedel

HWK Tiefstack

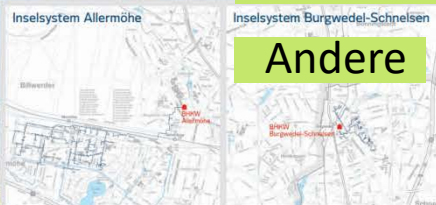
GuD Tiefstack

Müllverwertung

Andere



HKW Tiefstack



Inselsystem Allermöhe



Inselsystem Burgwedel-Schnelsen

A large green circle with a white outline, containing the white number '2', is positioned on the left side of the slide. It overlaps with a horizontal green bar that extends across the width of the slide.

# 2

Fernwärme aus Kohle muss zurückgefahren werden.



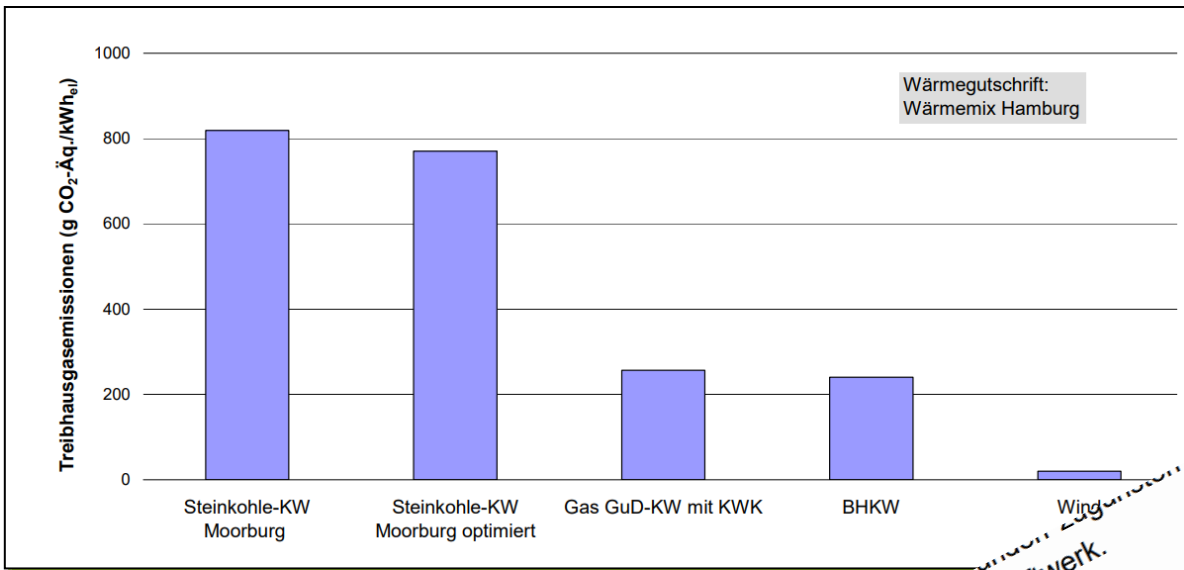
# ... ein bisschen Geschichte: unser Moorburg-Gutachten von 2007



## **Das Steinkohle-Kraftwerk Hamburg Moorburg und seine Alternativen**

**im Auftrag des  
Bund für Umwelt und Naturschutz e. V.**

# ... ein bisschen Geschichte: unser Moorburg-Gutachten von 2007



Preis, desto vorteilhafter das Gaskraftwerk.

**Ist das Kraftwerk erst einmal gebaut, muss der Betreiber versuchen, es möglichst gut auszulasten.**

Für den Betrieb eines Kraftwerkes sind die anfänglichen Investitionskosten nicht mehr rele-

# Steinkohle-Kraftwerke am zukünftigen Energiemarkt: Lock-In vermeiden!

## Emissionshandelspreise



## Kraftwerksauslastung

- sinkt durch stark steigende Wind- und PV-Stromeinspeisung
- KWK-Kraftwerke erhöhen die Abschaltung von EE-Strom!

## Sinkende Stromerlöse an der Börse

\* Je nach Brennstoffpreisen und Wirkungsgraden kann schon ein Zertifikatspreis von >30 €/t genügen, damit ein modernes Gas-Kraftwerk in der Einsatzreihenfolge vor Steinkohle-Kraftwerken liegt.

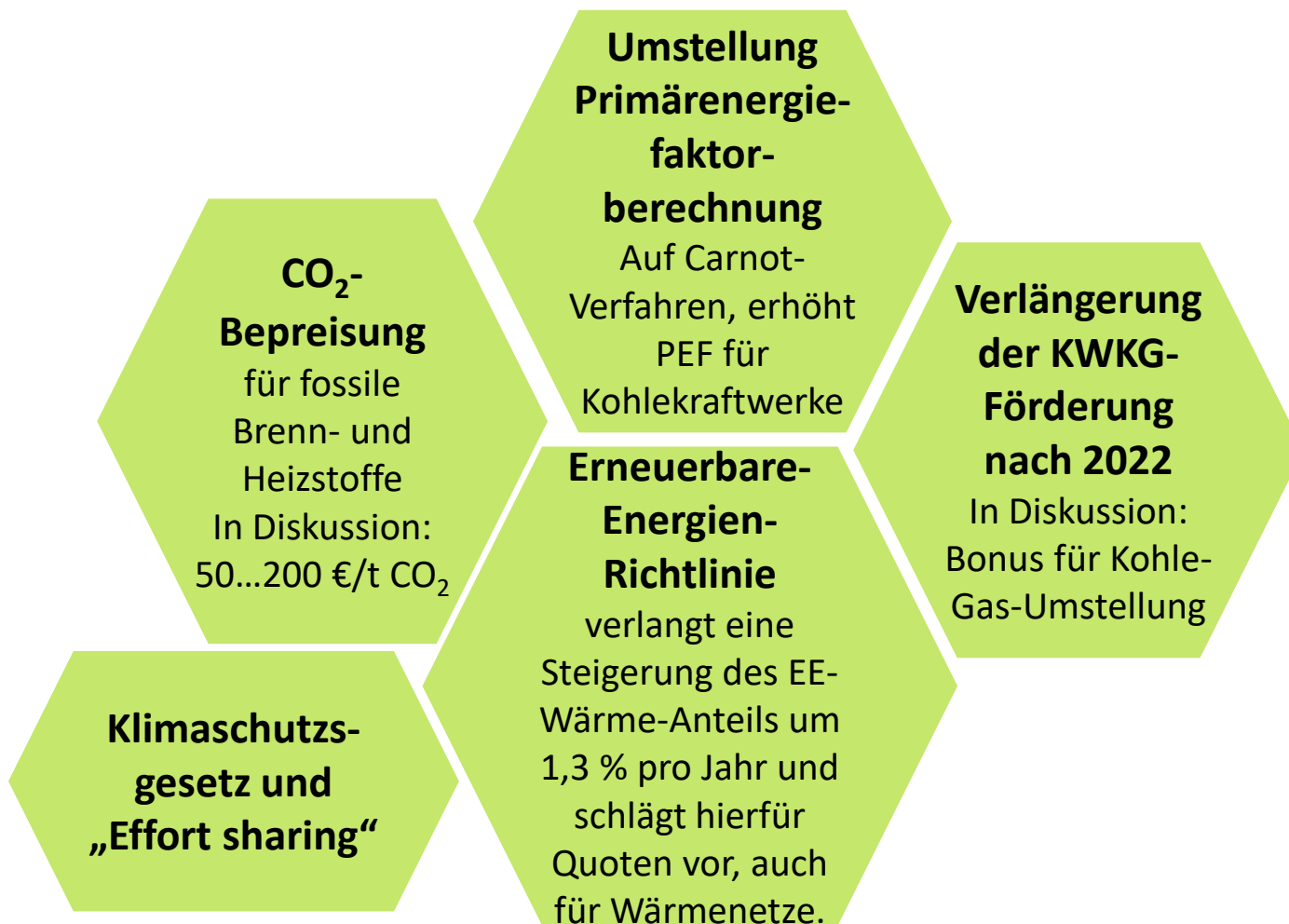
**Steigende Wärmepreise der Wärme aus Steinkohle-KW sind die Folge.**

A large green circle containing the white number '3' is positioned on the left side of the slide, partially overlapping a light green horizontal bar.

# 3

Zukünftige Rahmenbedingungen werden den ökonomischen Druck auf fossile Wärmebereitstellung kontinuierlich erhöhen.

# Politische Rahmenbedingungen der Wärmewende: Diskussionen





# Mehrere Bundesländer diskutieren über neue Wärme- oder Klimaschutzgesetze.

---



## Einführung einer systematischen Wärmeplanung und -regulierung

- In Dänemark geschieht dies seit den 1980ern; kommunale Wärmeplanung war der Grundstein des Erfolgs der dänischen Wärmepolitik.
- Regulierung der zulässigen Renditen
- Öffnung des Netzes für Dritte

## Einführung eines verpflichtenden EE-Anteils analog RES-Direktive und eines CO<sub>2</sub>-Grenzwertes

- Verpflichtende planbare Absenkung des CO<sub>2</sub>-Faktors
- Ausgleichsabgabe bei Nichterfüllung

# Hamburger Akteure sind mit der Frage der Kohlesubstitution nicht allein...

.... Verschiedene staatl. Förderprogramme unterstützen.



## KWKG-Förderung

- KWK-Bonus
- Wärmenetz/Speicher-Förderung
- Ausschreibung Innovative KWK

## Marktanreizprogramm

## Nationale Klimaschutzinitiative / Modellprojekte

## STEPup!

## KfW-Abwärmeförderung

Hamburger Förderprogramme,  
u. a. EE-Wärme

## Wärmenetze 4.0, Innovative KWK

EU-Programme usw.....

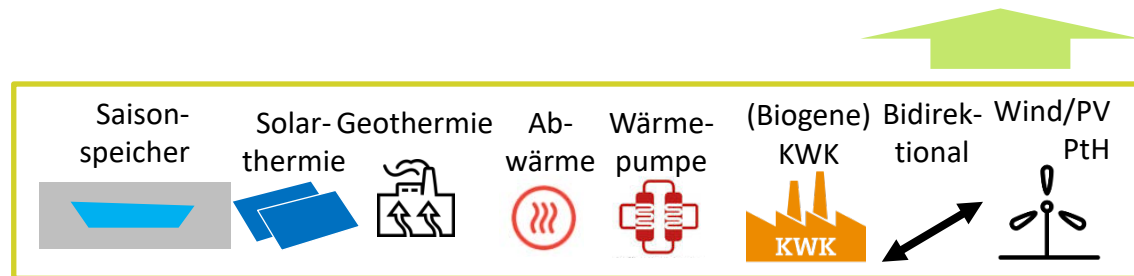
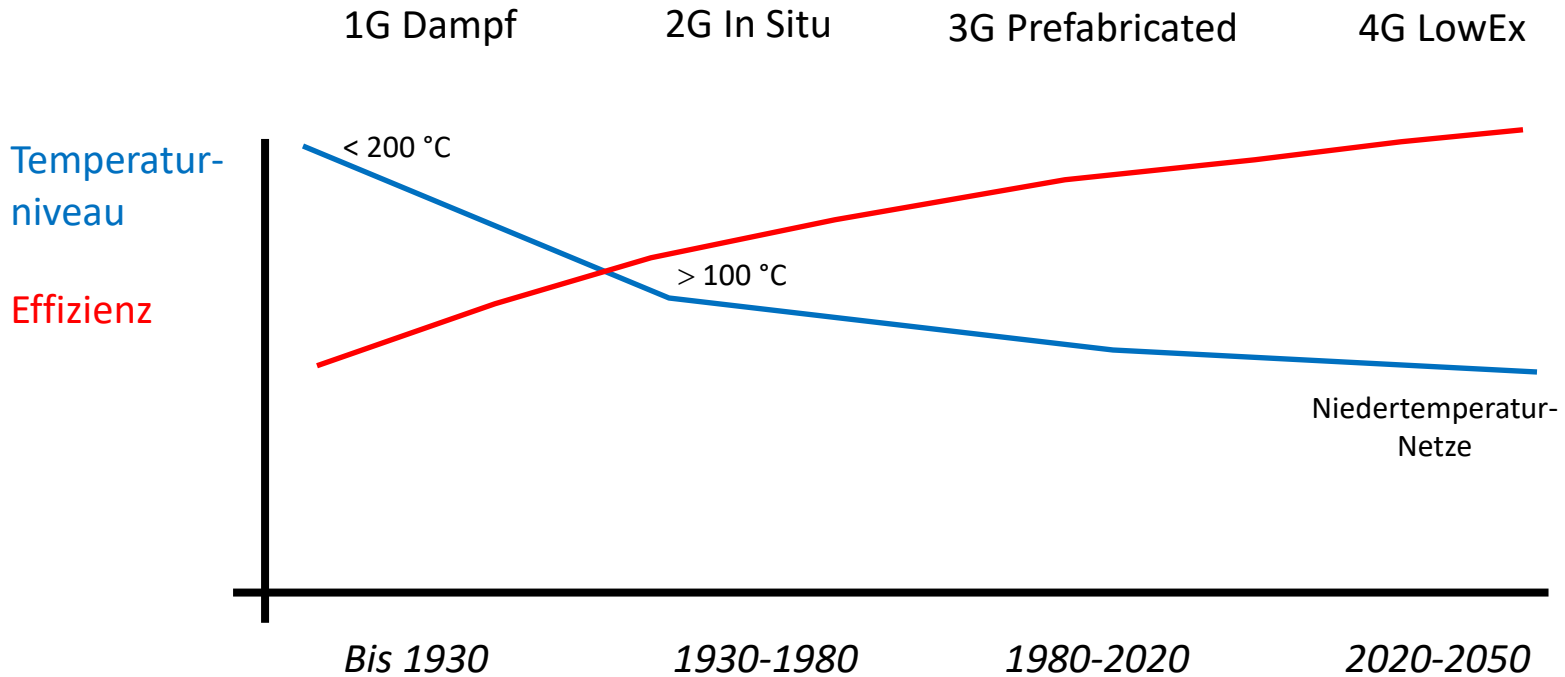
Nicht zu lange  
warten!

A large green circle containing the white number '4' is positioned on the left side of the slide. It overlaps with a light green horizontal bar that contains the main text.

# 4

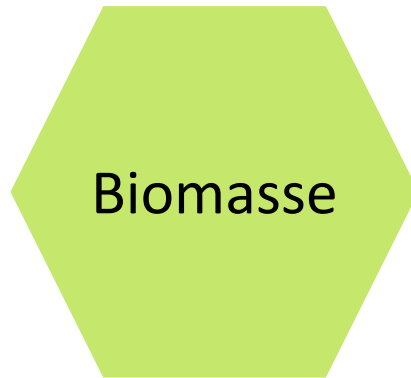
Eine Transformationsstrategie muss auf erneuerbare Energien, Abwärme und Speicher setzen.

# Vision: Wärmenetze der 4. Generation



# Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung

---

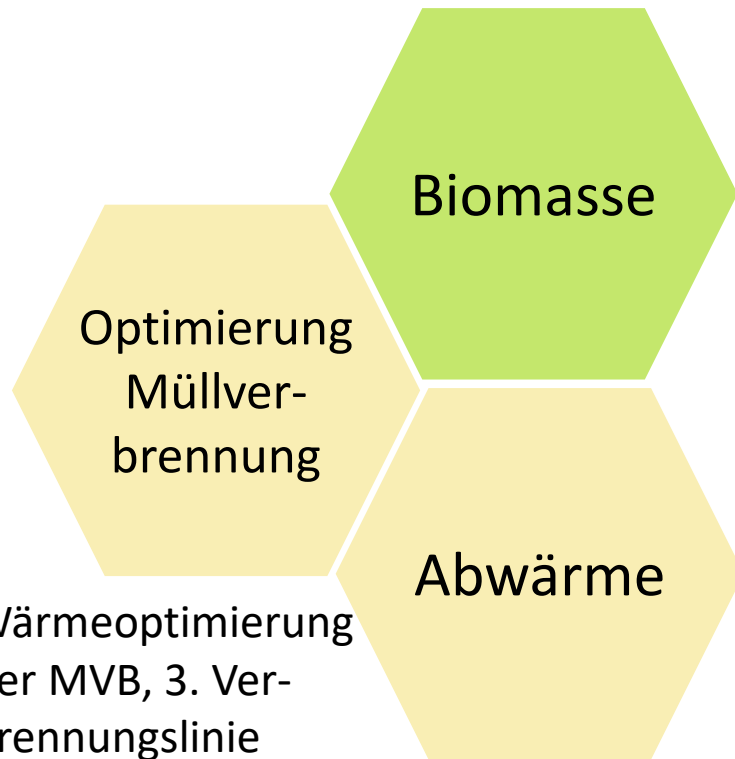


Grünabfälle  
Stroh, multivalente Verbrennung  
Altholz  
Vergärbare Reststoffe  
Ersatzbrennstoffe



# Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung

---

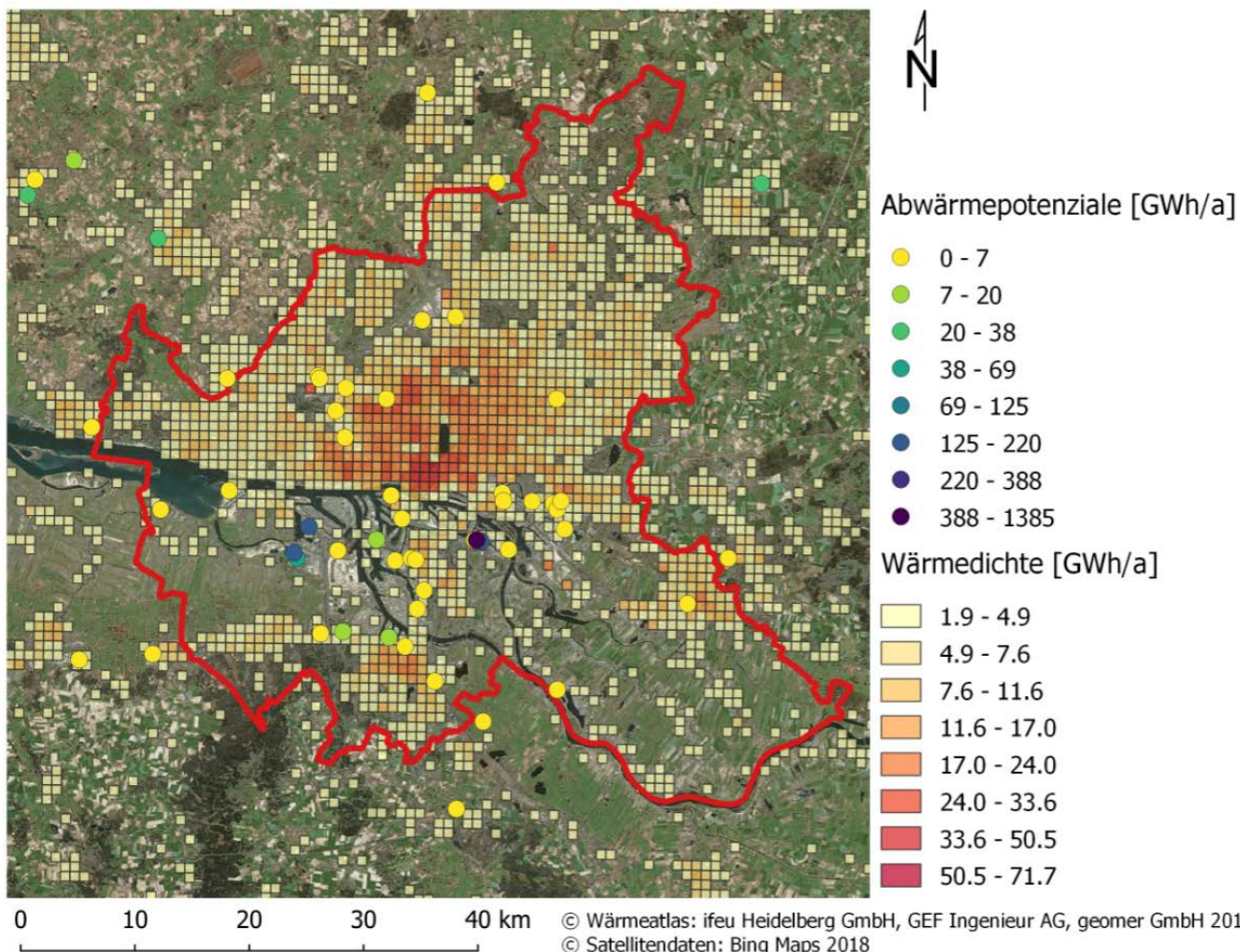


Wärmeoptimierung  
der MVB, 3. Ver-  
brennungslinie

Aurubis: Nutzung der  
zusätzlichen Abwärmemengen  
Weitere Abwärmequellen

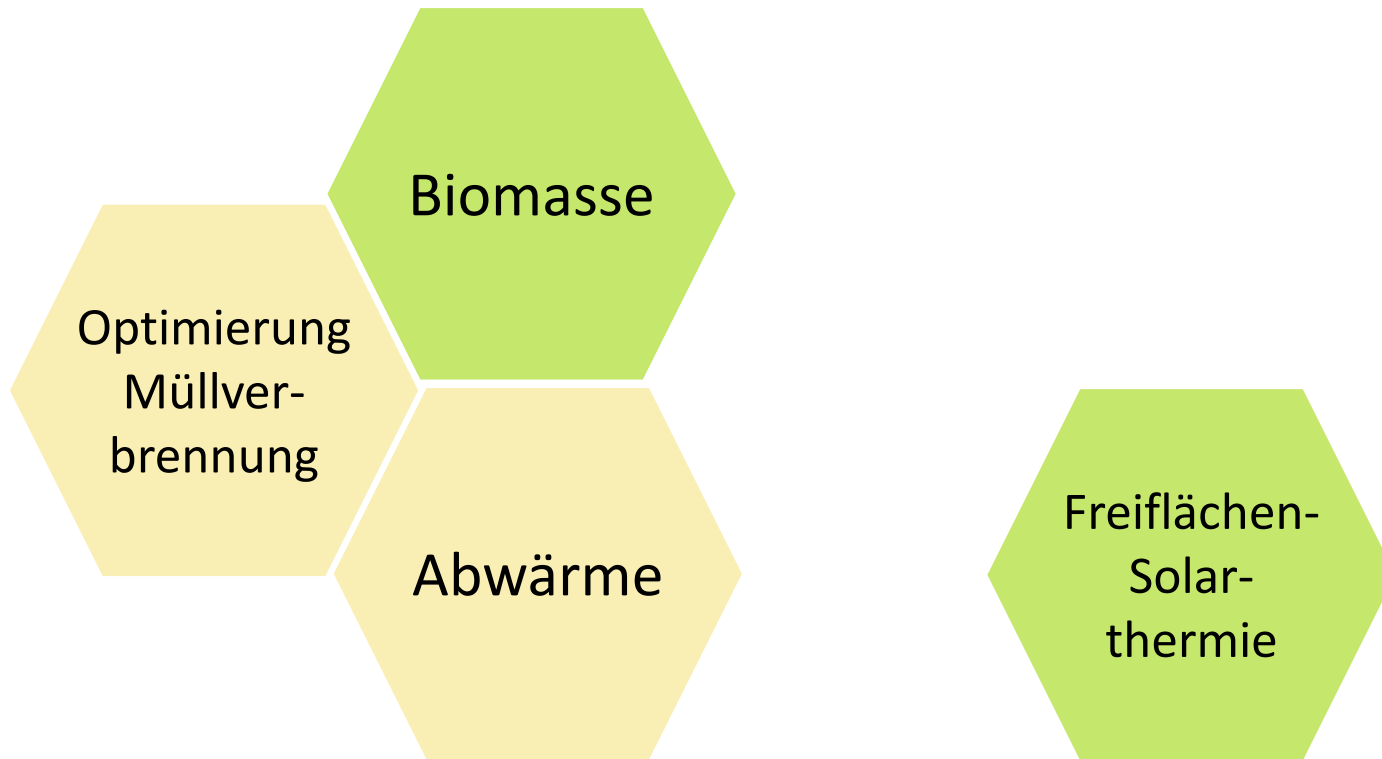
# Abwärme in Hamburg

NENIA Abwärmeatlas: Theor. Abwärmepotenziale nach BImSchG, PRTR und El.Wärme ohne Berücksichtigung der praktischen Nutzbarkeit



# Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung

---



# Großflächen-Solarthermie

Dronninglund



Dachanlage

Freifläche

Kollektorkosten  
pro  $m^2$

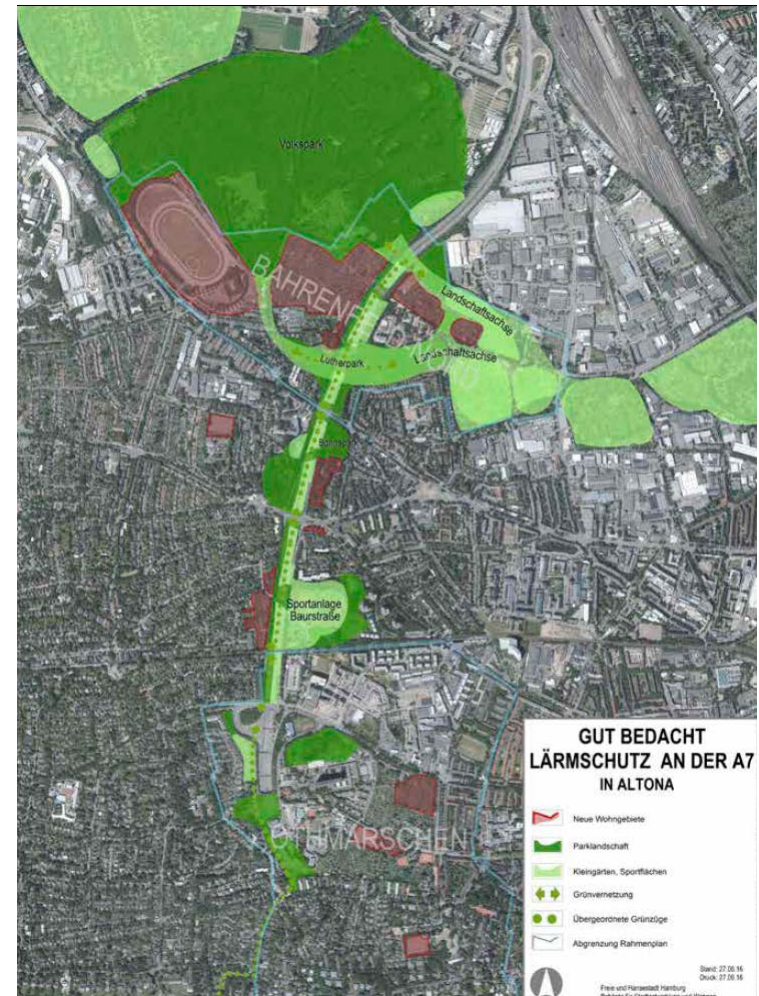




# Big Solar Graz /Biotop-Solarthermie A7



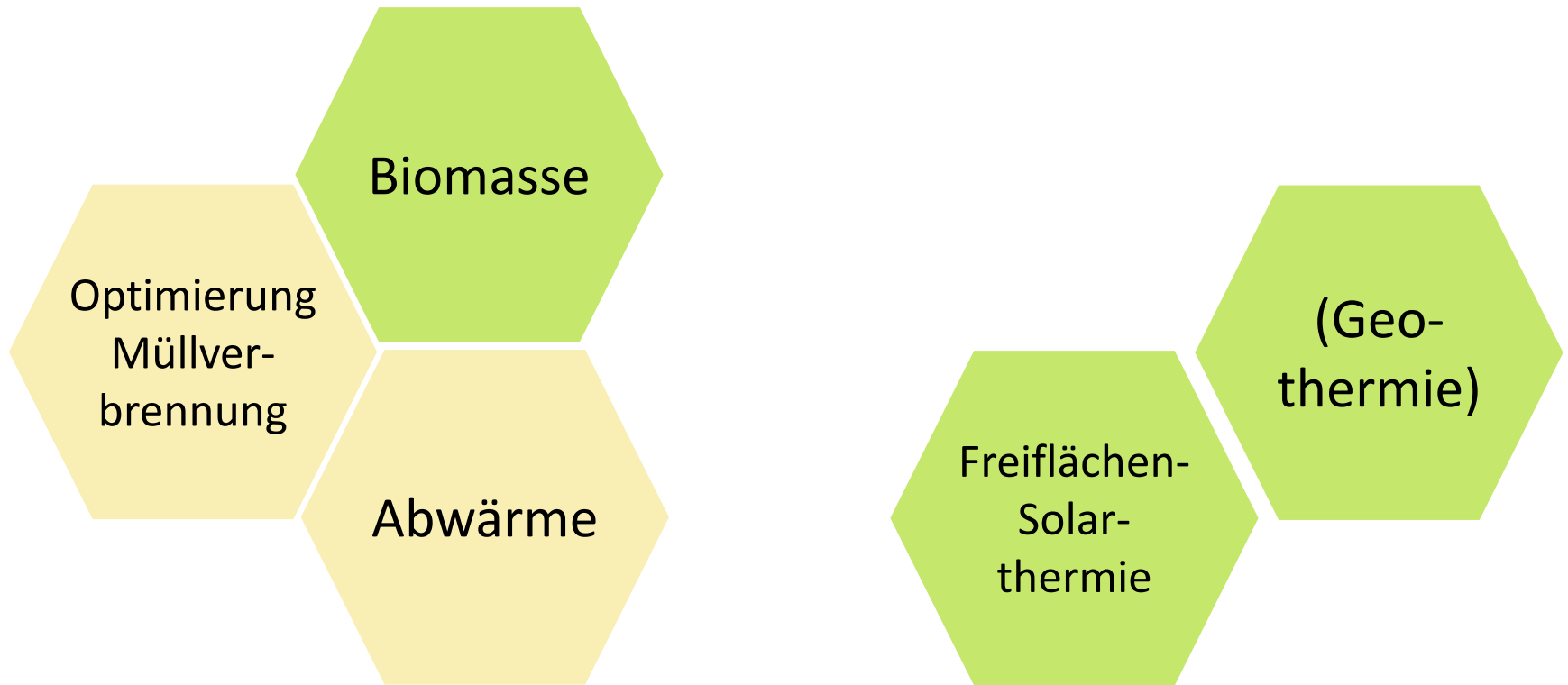
Foto Graz: größter Solarspeicher  
Abbildung urheberrechtlich geschützt



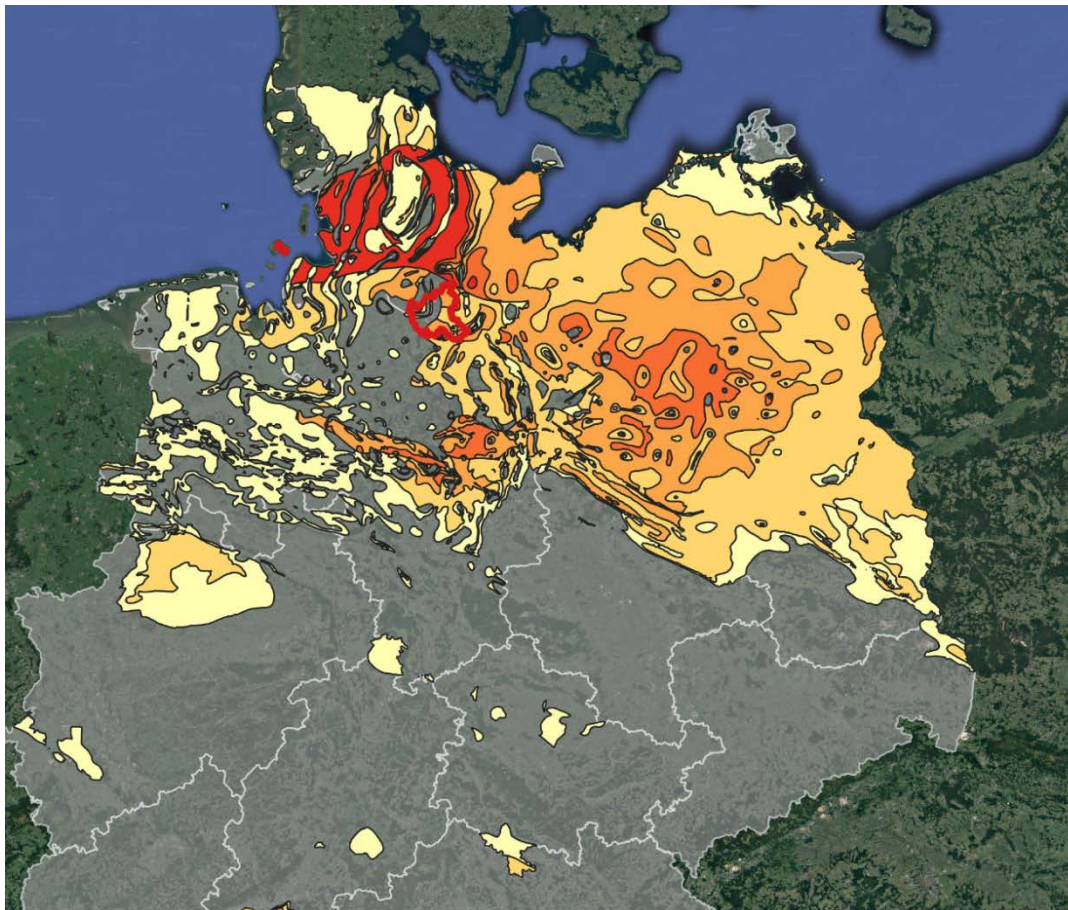


# Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung

---

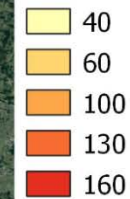


# Tiefe Geothermie in Hamburg



Fokus derzeit:  
Separate Nutzung in Wilhelmsburg.

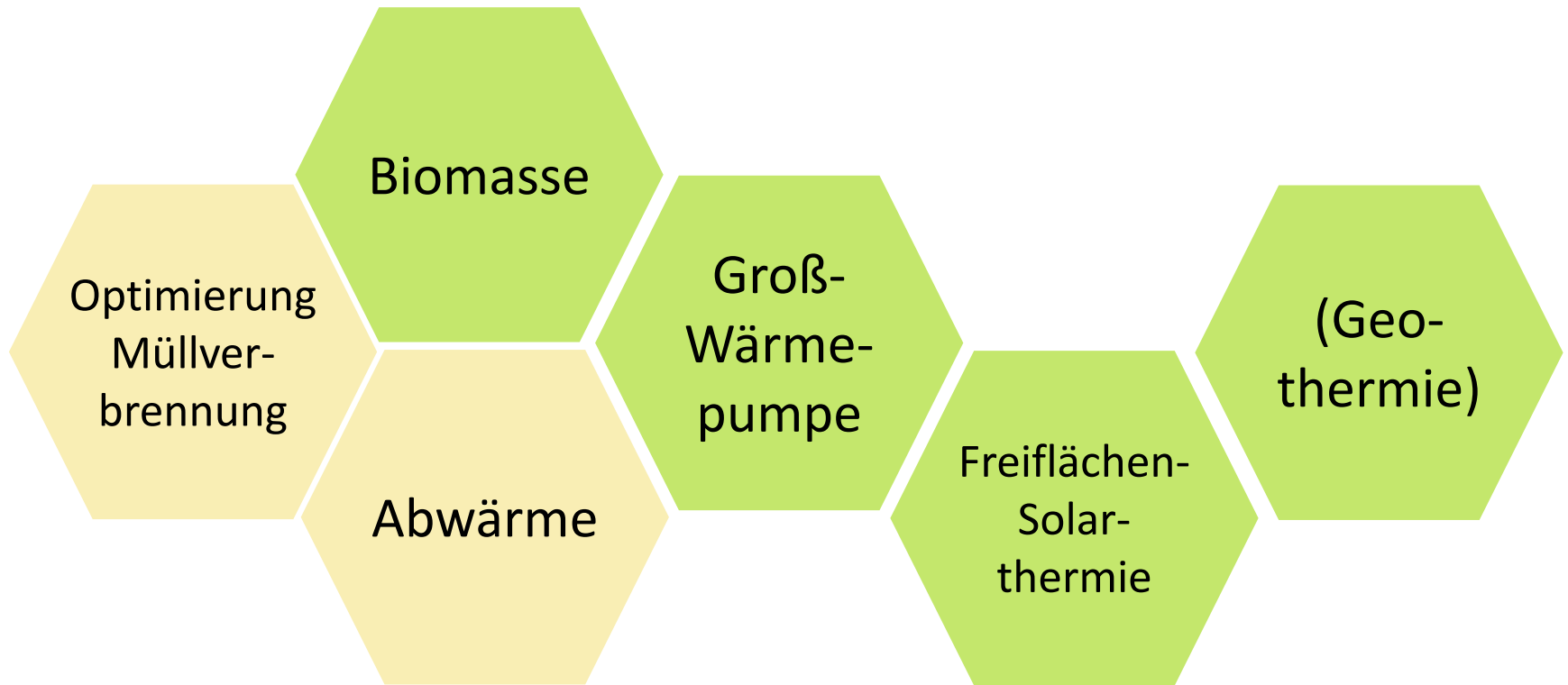
Temperatur hydrothormaler Reservoirs [°C]



100 200 300 400 km

© GeotIs: Agemar und Schulz 2014 (LIAG)

# Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung



# Umweltwärme in Hamburg

---

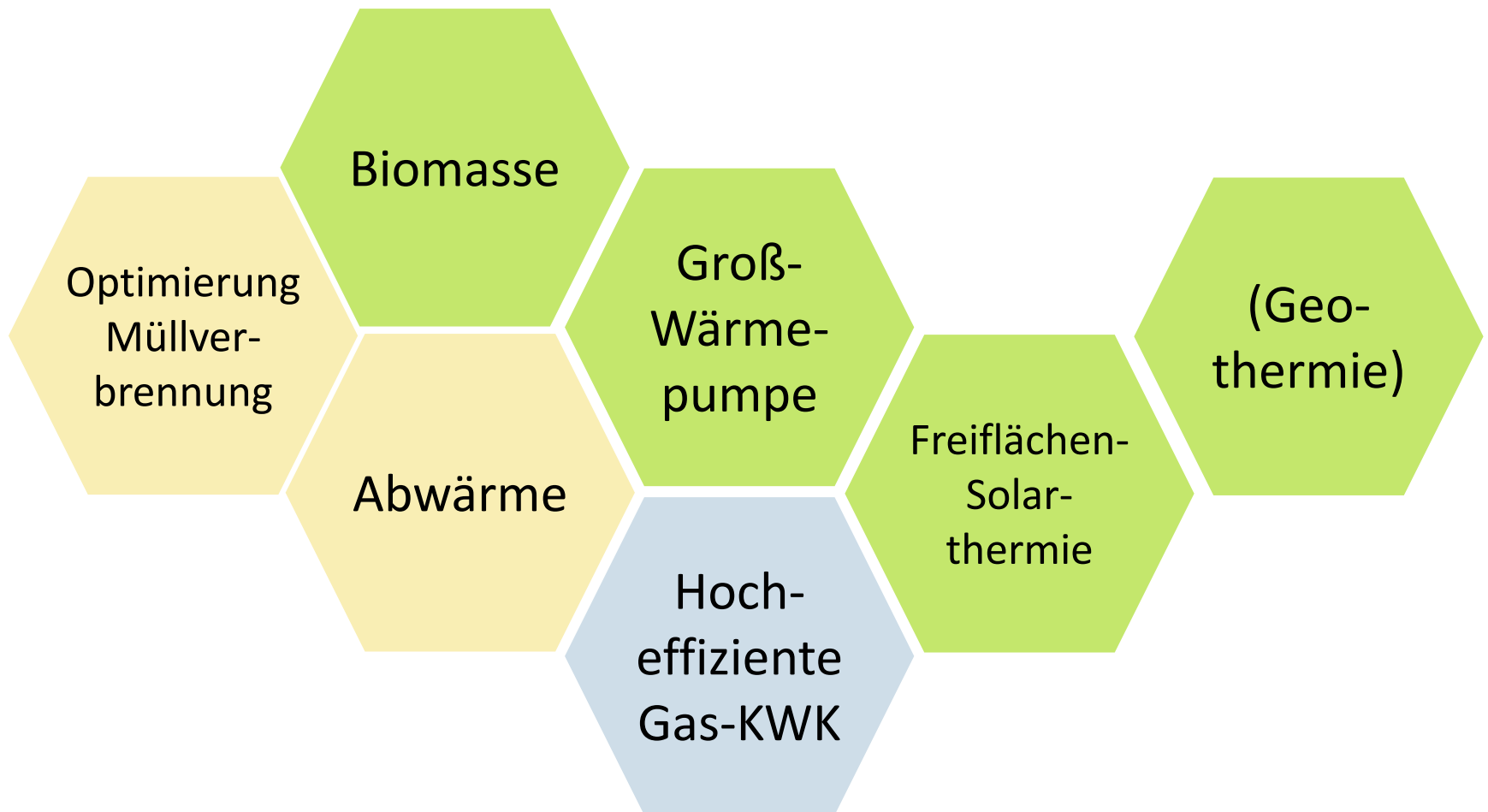
## Nutzung von Niedertemperaturwärme mit Wärmepumpen

**Vorteile:** Ganzjährig, kontinuierlich, regelbar

**Nachteile:** Stromkosten (heute), Nachheizung (bei Netzeinspeisung in Hauptnetz)

- **Wärmequelle z. B. Abwasser-  
Wärme, Elbe, Abluft (Elbtunnel, U-  
Bahn, Gewerbe, ...)**
- **Auch Kopplung Wärmepumpe mit  
Eigenstromnutzung möglich,  
flexible Betriebsweise für Nutzung  
von EE-Strom**
- **Beispiel Hammarby:**
  - 7 Wärmepumpen produzieren  
1,25 TWh Wärme/a mit COP 3,5

# Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung





# Beispiel Kieler Küstenkraftwerk

## Flexibilität in Zeit, Ort und Nutzen



20 Gasmotoren mit Nennleistung  
 $190 \text{ MW}_{\text{el}}$  und  $192 \text{ MW}_{\text{th}}$ ,

Effizienz 45 % elektr., 45 % thermisch

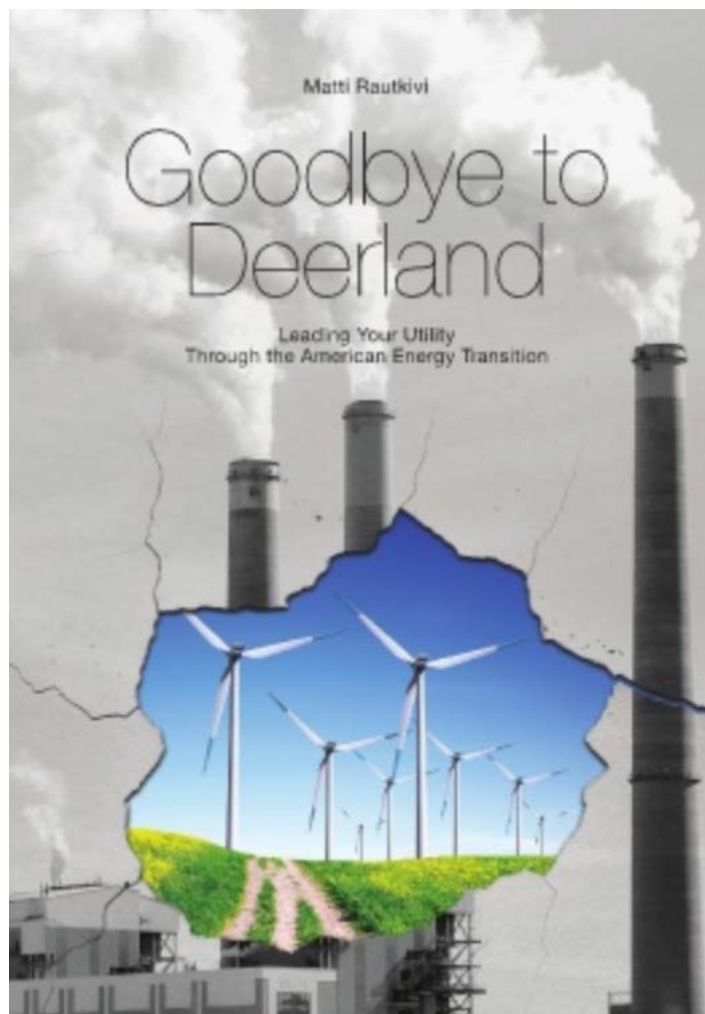
**Tagesflexibilität:** Lastrampe in  
weniger als 5 min.

**Standortflexibilität** durch Abbau und  
Verschiebung einzelner Module

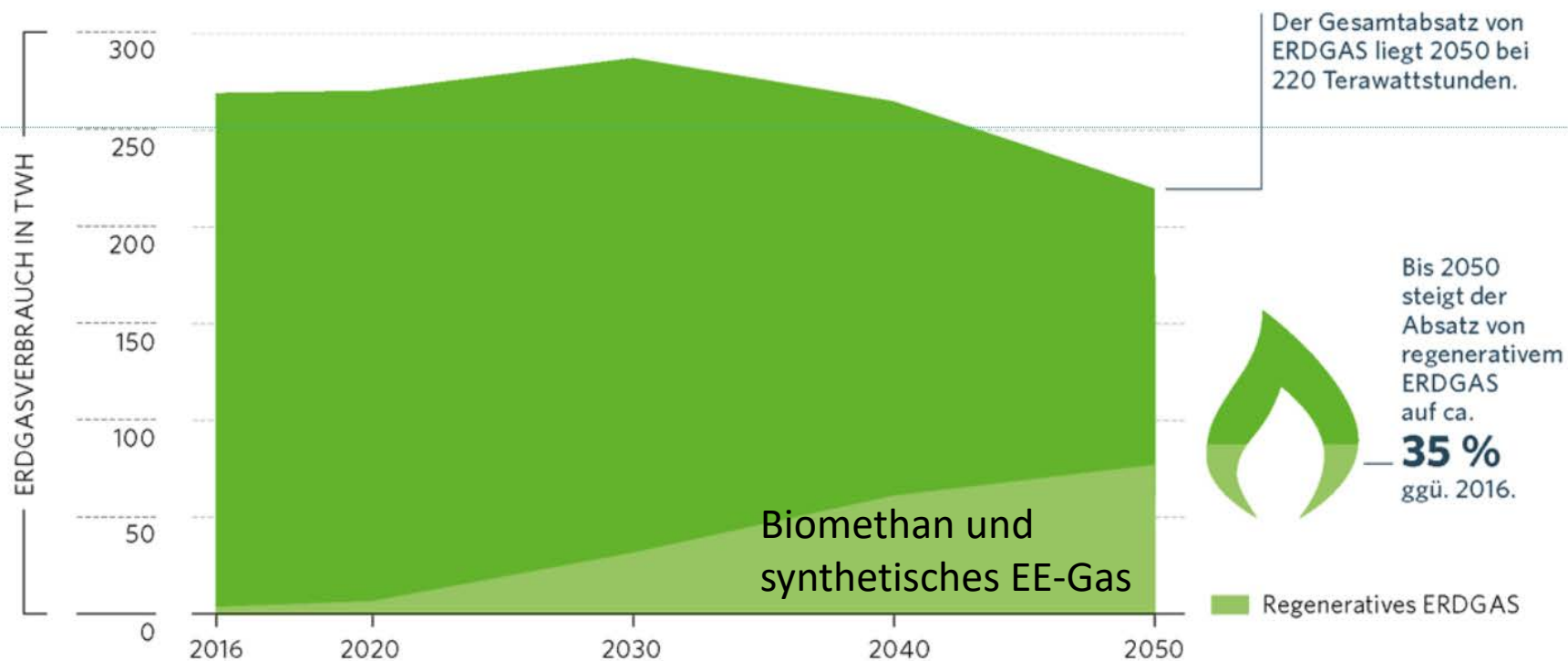
**Strom-Wärme-Flexibilität** durch  
Wärmespeicher ( $30.000 \text{ m}^3$ ,  $1,5 \text{ GWh}$ )

Kürzere **Bauzeit** (Laufzeit KWKG!)

**Nutzen statt Abregeln** mit  
Elektrodenkessel



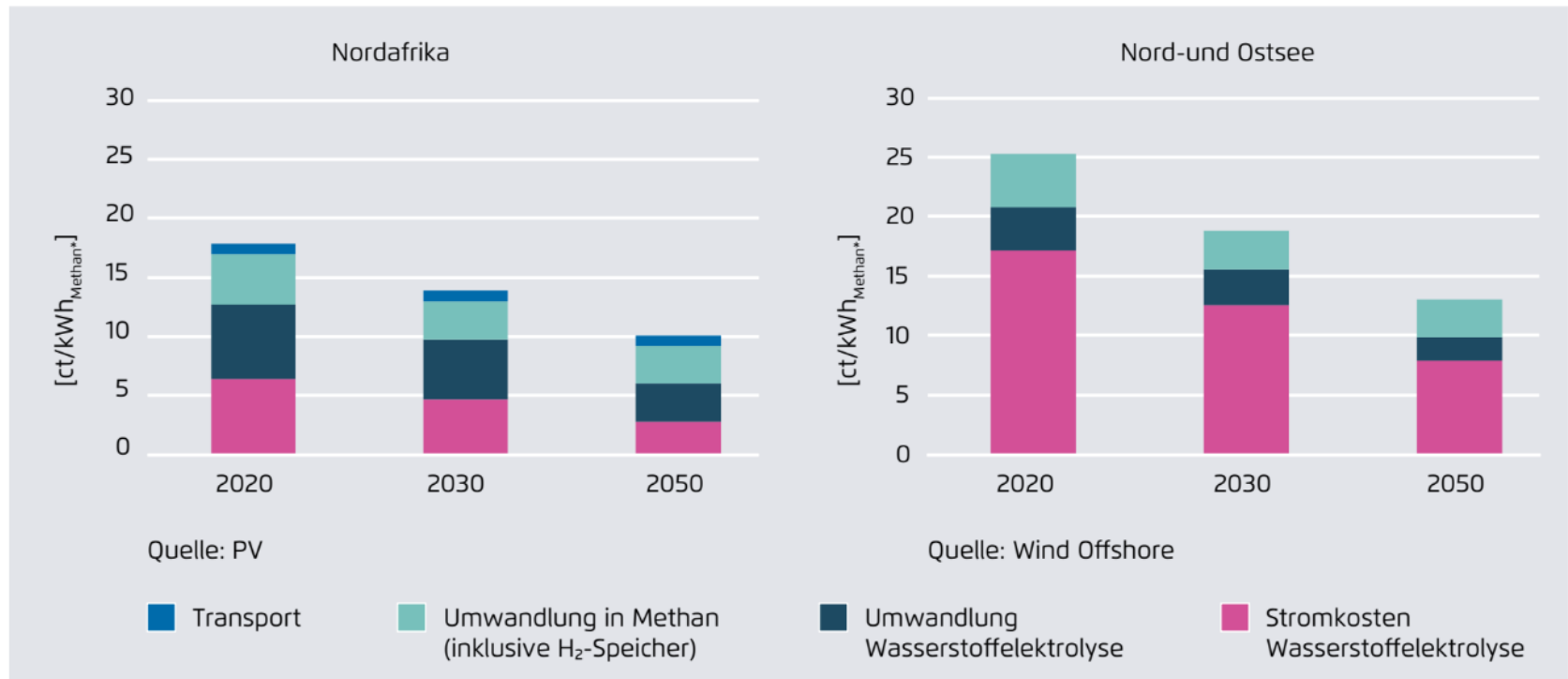
# Frage: Künftige Gasversorgung nach 2030



Achtung: Um eine Durchdringung mit Shale gas, LNG usw. zu verhindern, ist eine CO<sub>2</sub>-Steuer bzw. Erneuerbaren-Quote wichtig!

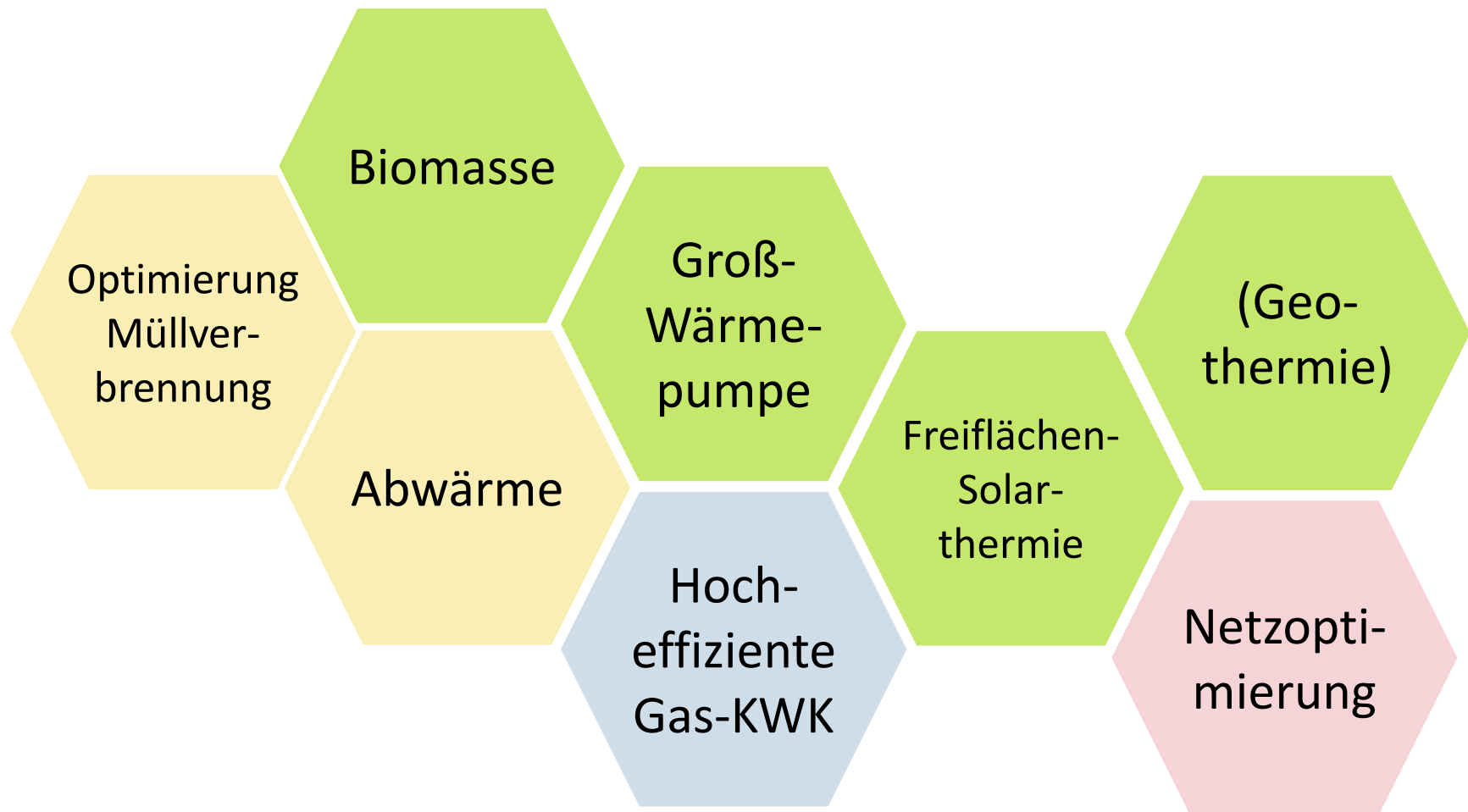
# Kosten von erneuerbarem synthetischen Gas und Wasserstoff

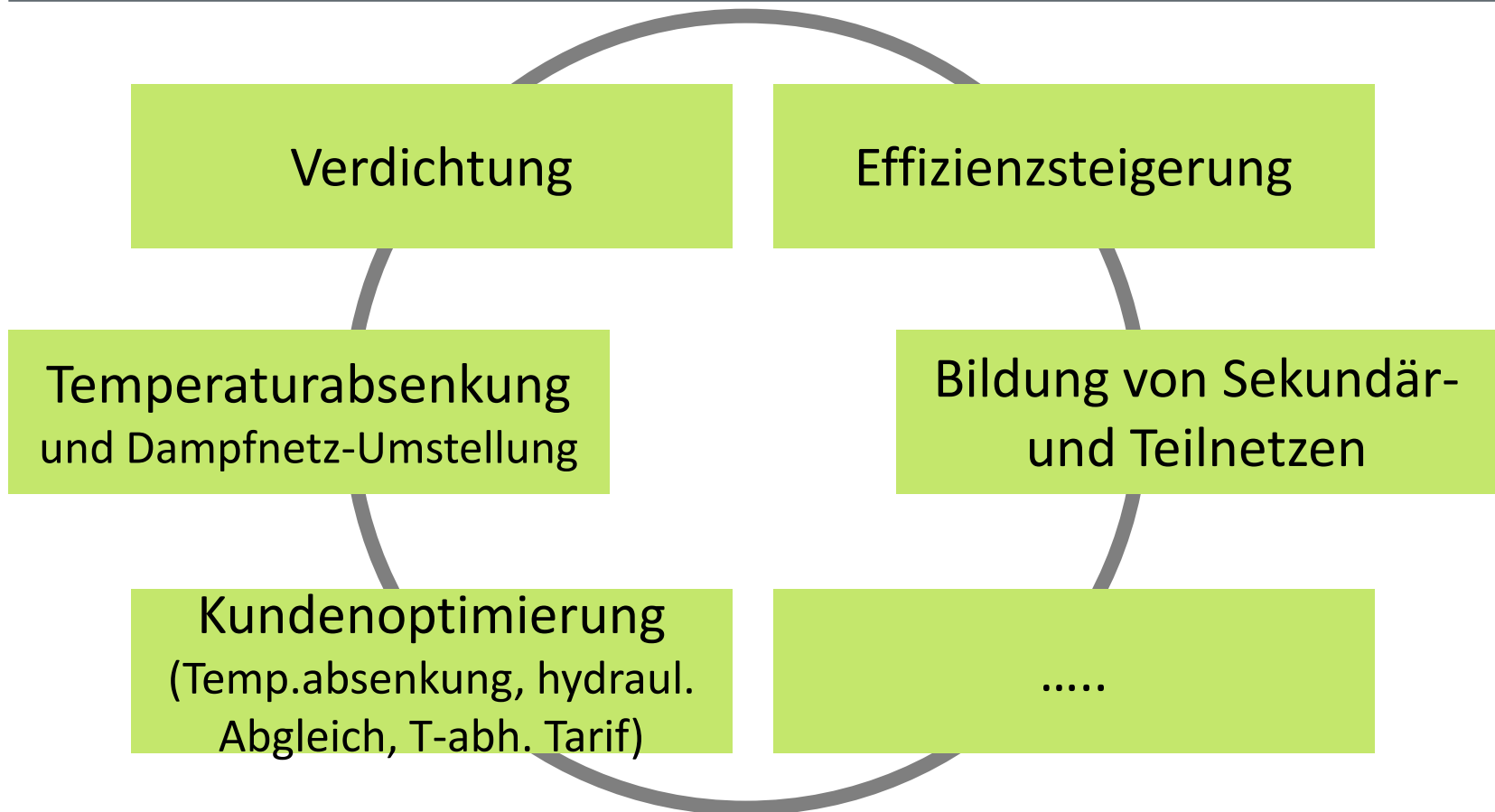
Kostenvergleich für synthetisches Methan im Referenzfall (ct<sub>2017</sub> /kWh Methan)



<https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/ptgptl-rechner/>

# Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung





Temperaturabsenkung ist perspektivisch wesentlich für die Einbindung von Solar, Abwärme, Wärmepumpen, Langzeitspeichern.

Tabelle 3-3: Bewertungsversuch der Einzelschritte zur Netztransformation hin zu niedrigeren Temperaturniveaus (Bewertung 1 = gering, 5 = hoch, Potenzial: liefert unmittelbaren Beitrag zur Temperaturveränderung,

Maßnahme	Aufwand	Schwierigkeiten	Potential	Priorität	Reihenfolge
$T_{RL}$ -Absenkung bei Großkunden	3	3	3	5	1
$T_{RL}$ -Absenkung bei einzelnen Kunden durch TWW-Veränderung	3	4	3	3	2
$T_{RL}$ -Absenkung bei einzelnen Kunden Heizsystem-Veränderung	4	4	3	4	3
$T_{RL}$ -Absenkung in Netzteilen (z.B. mit Dreileitersystemen)	3	2	2	3	4
$T_{VL}$ -Absenkung bei Einzelkunden	5	5	4	5	5
$T_{VL}$ -Absenkung in Netzteilen	4	2	5	5	6

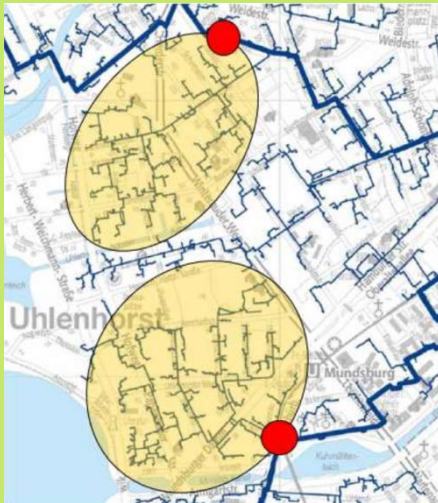


<https://www.ifeu.de/projekt/transformation-fernwaerme/>



- Von einem Primärnetz durch Wärmeübertrager hydraulisch entkoppelt und ggf. mit in das Sekundärnetz einspeisenden Wärmeerzeugern ausgestattet.

## Neu oder aufgeteilt



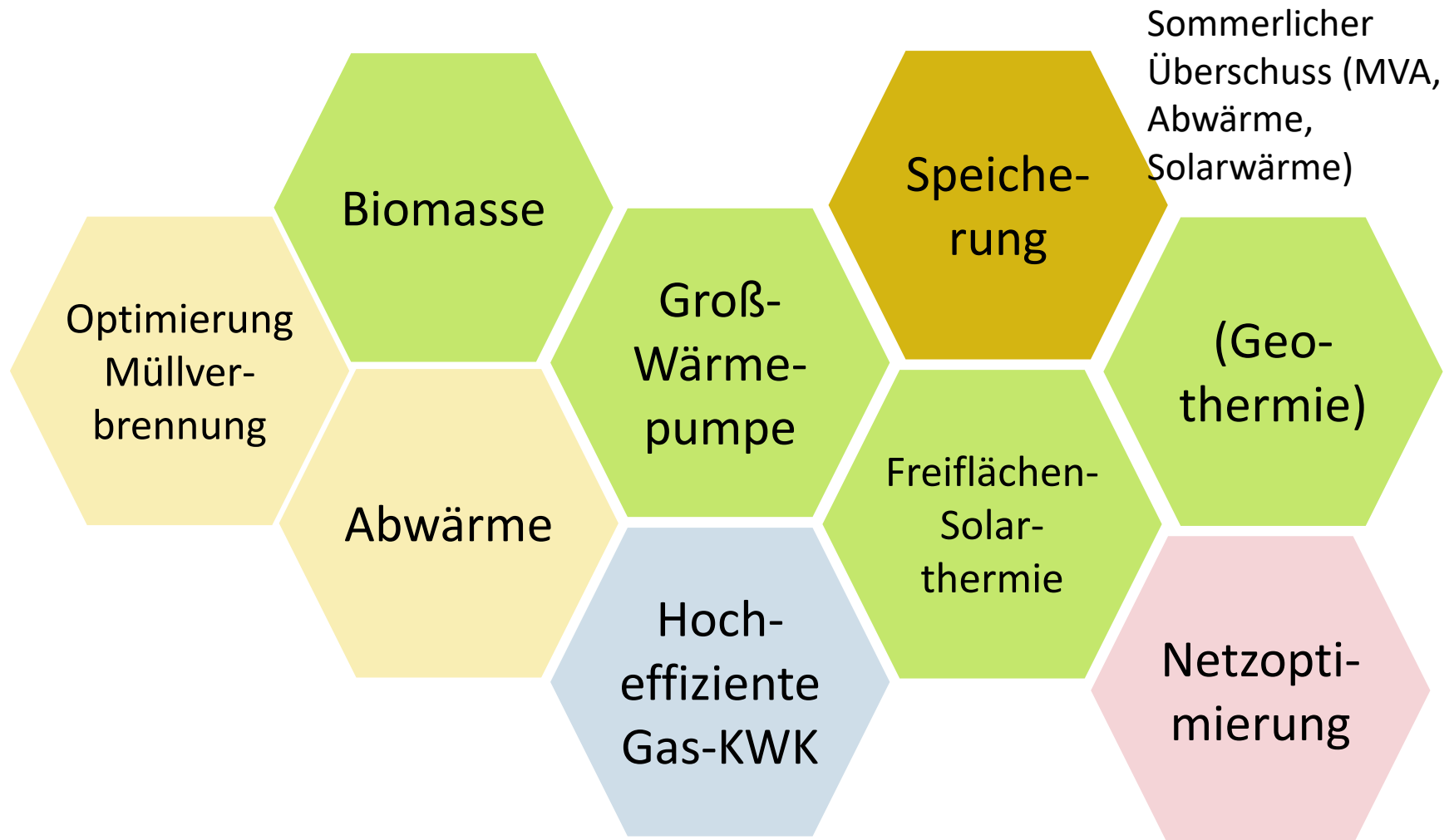
## Vorteile:

- Temperaturabsenkung
- Effizienzsteigerung
- Versorgung und Absicherung aus Primärnetz

## Förderprogramm Wärmenetze 4.0

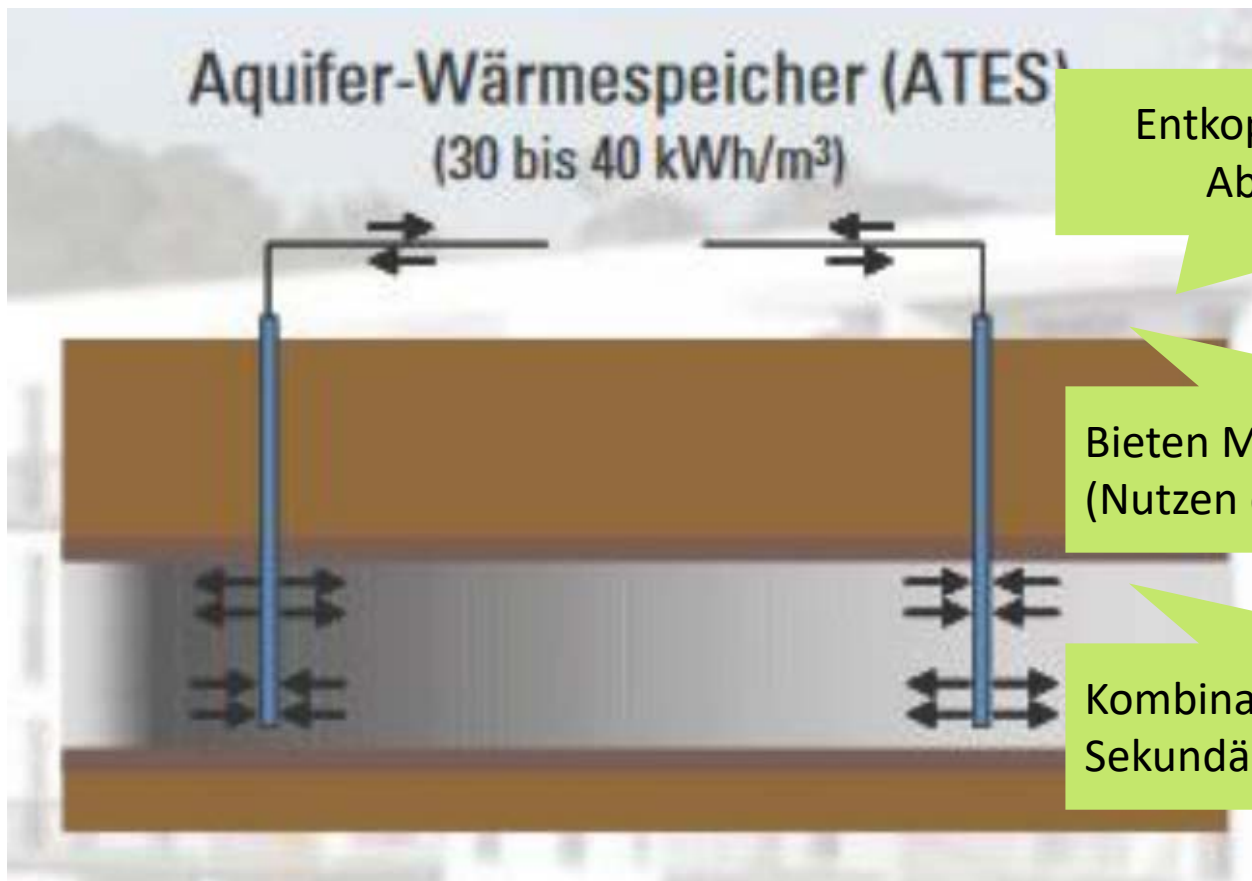
Ab einem Anteil von 50 % Erneuerbare und Abwärme werden Erzeugungsanlagen, Netzbau, Speicher und kundenseitige Maßnahmen mit bis zu 50 % (bei Innovationen sogar mehr) gefördert.

# Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung



# Erdbeckenspeicher in Dronninglund





Entkoppeln Angebot (Solar, Müll-Abwärme) und Nachfrage

Bieten Möglichkeit der Sektorkopplung (Nutzen des EE-Stroms statt Abregeln)

Kombination mit Niedertemperatur-Sekundärnetz besonders vorteilhaft

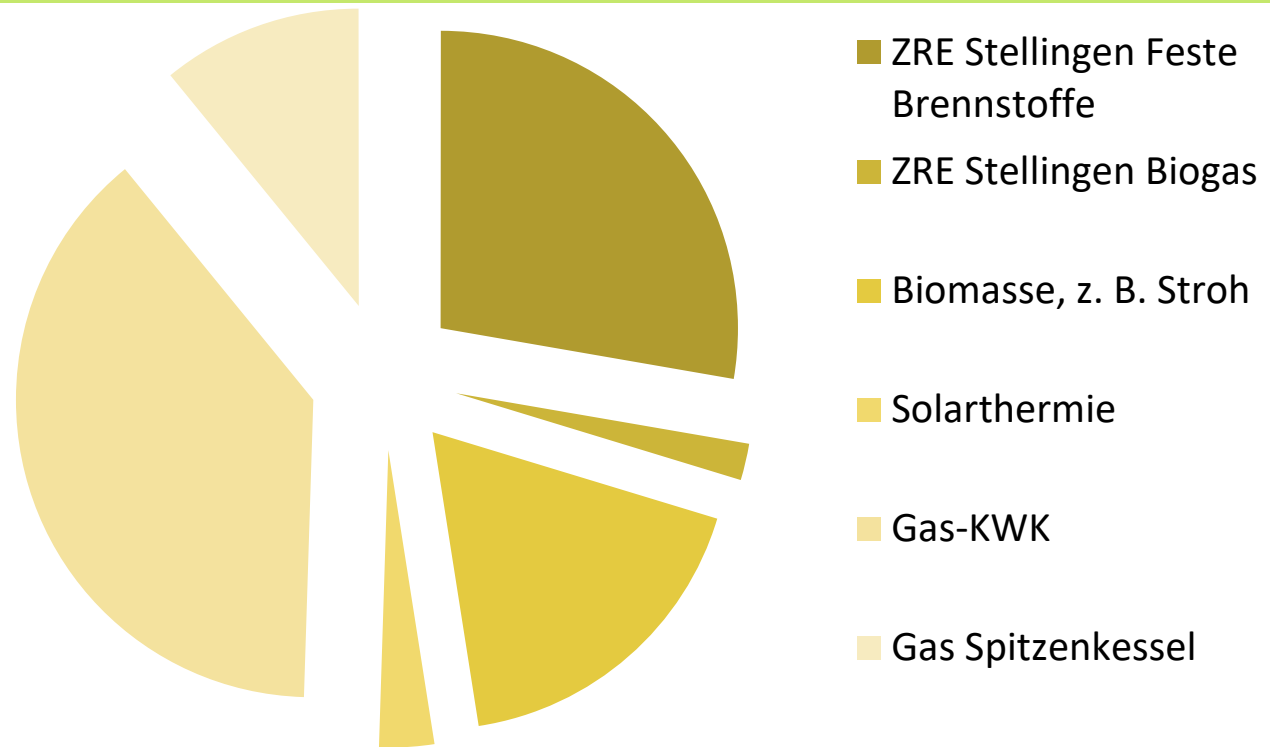
# Aus Bausteinen wird ein Gesamtbild...

## Beispiel: Schritt 1: HKW Wedel-Ersatz



Hydraulik Ost-West im Winter, Jahreszeitliche Erzeugung, Verlegekosten

### Schritt 1: Wedel-Ersatz



### Schritt 2: Tiefstackersatz: Einbindung Abwärme Aurubis, Einbindung weiterer EE

# Auswirkungen auf die Bereitstellungskosten

## Abschätzungen LBD 2018



Lösungsbestandteil	Einheit	Kostenbandbreite
Referenz-Wert in Wedel	Euro/MWh <sub>th</sub>	ca. 15
Abfallwirtschaftliches Konzept Stellingen	Euro/MWh <sub>th</sub>	ca. 15–20
MVA Rugenberger Damm	Euro/MWh <sub>th</sub>	ca. 15–20
Umbau MVA Borsigstraße	Euro/MWh <sub>th</sub>	ca. 15
Abwasser-Wärmepumpe Dradenau	Euro/MWh <sub>th</sub>	ca. 25–30
Erdgas-KWK	Euro/MWh <sub>th</sub>	ca. 25
Mehrkosten Trasse Elb-Querung	Euro/MWh <sub>th</sub>	ca. 5–10

Tabelle 9: Bandbreiten für Wärmegestehungskosten aus den Lösungsonten

„Ein realistischerer Wert für die Mehrkosten aus dem Bereich 10–15 Euro/MWh gegenüber den bestehenden Wärmegestehungskosten“

Zu bedenken: Wärmepreis abhängig von Renditeerwartung des Versorgers einer zukünftigen CO<sub>2</sub>-Steuer (würde bei fossilen Energieträgern zu Mehrkosten zwischen 10 und 40 €/MWh bedeuten) Der Inanspruchnahme staatlicher Förderung

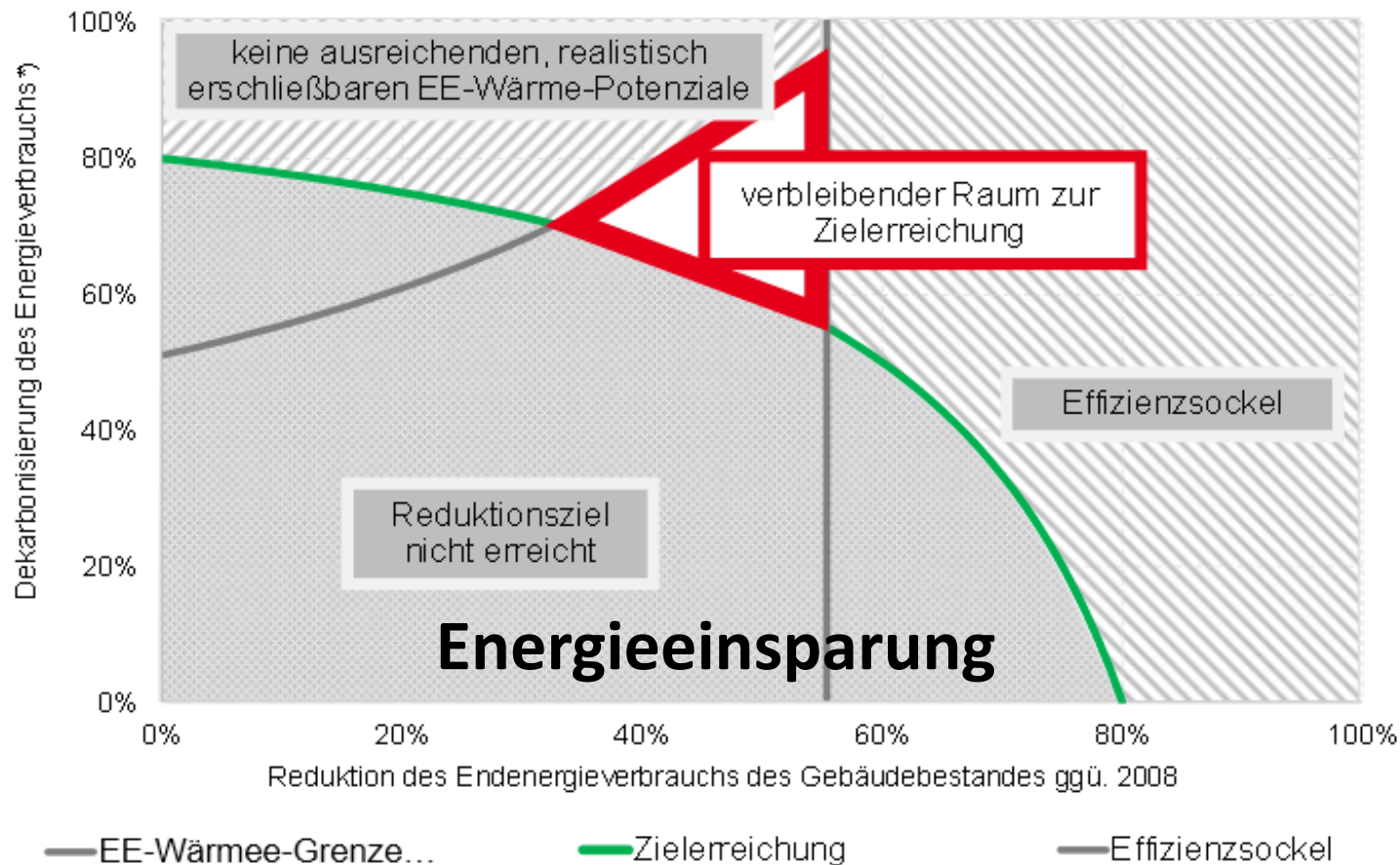
5

Damit eine Dekarbonisierung gelingt, müssen auch in wärmenetzversorgten Gebieten effizienzsteigernde Maßnahmen ergriffen werden.



# Die Ziele sind nur mit Erneuerbaren Energien *und* Effizienz zu erreichen.

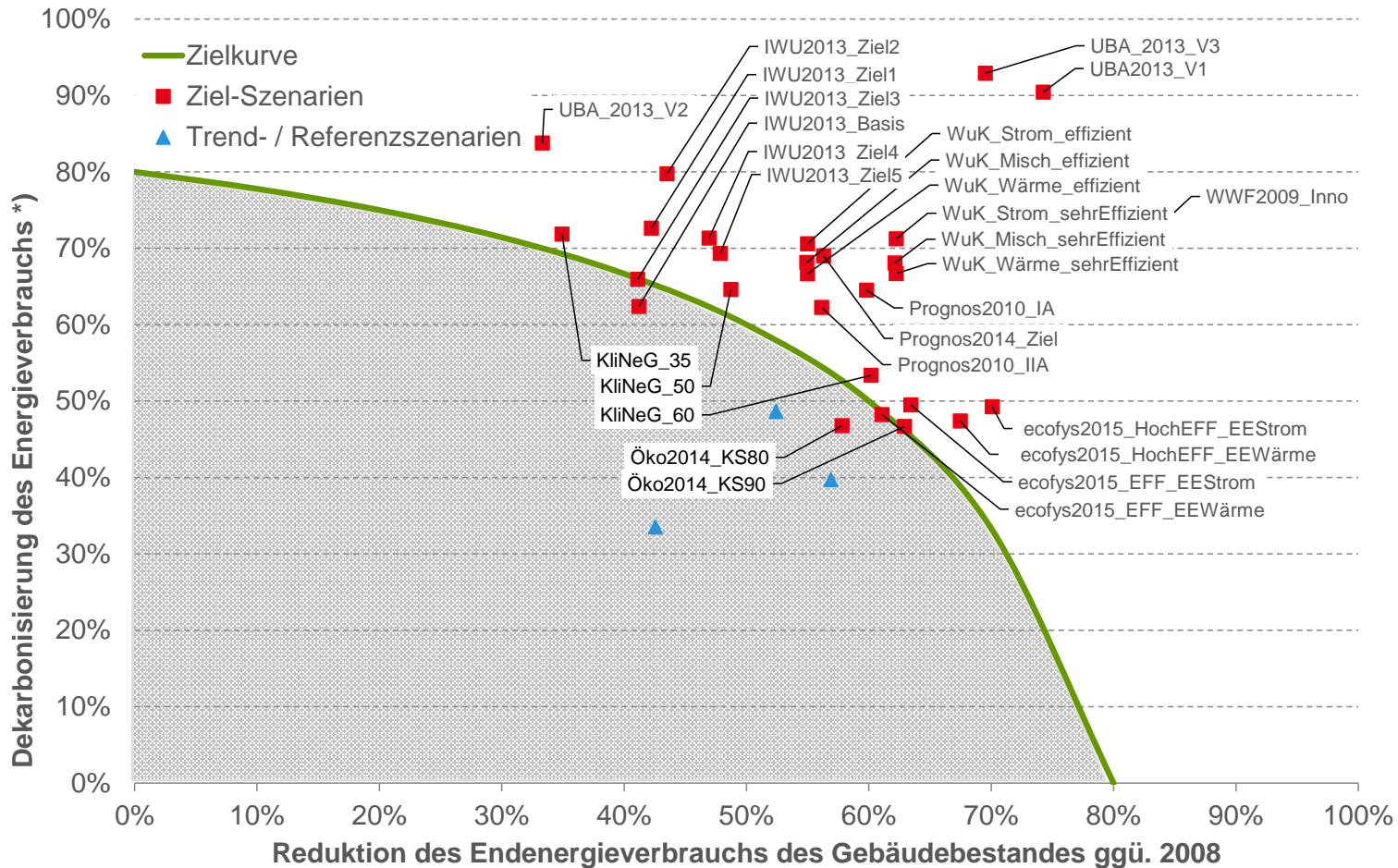
## Dekarbonisierung



\*) Reduktion des mittleren, nicht erneuerbaren Primärenergiefaktors der eingesetzten Energieträger ggü. 2008



# Balance aus Erneuerbaren und Energieeffizienz



\*) Reduktion des mittleren, nicht erneuerbaren Primärenergiefaktors der eingesetzten Energieträger ggü. 2008

# Warum wir auch in Fernwärmegebieten dringend Effizienz brauchen.

---



Die Erneuerbaren Energien-Potenziale reichen kurz- und mittelfristig ohne Effizienz nicht aus, um große urbane Wärmenetze zu versorgen.

- Biomasse bspw. wird dringend auch in der industriellen Prozesswärme, in der stofflichen Nutzung und im Verkehr benötigt.

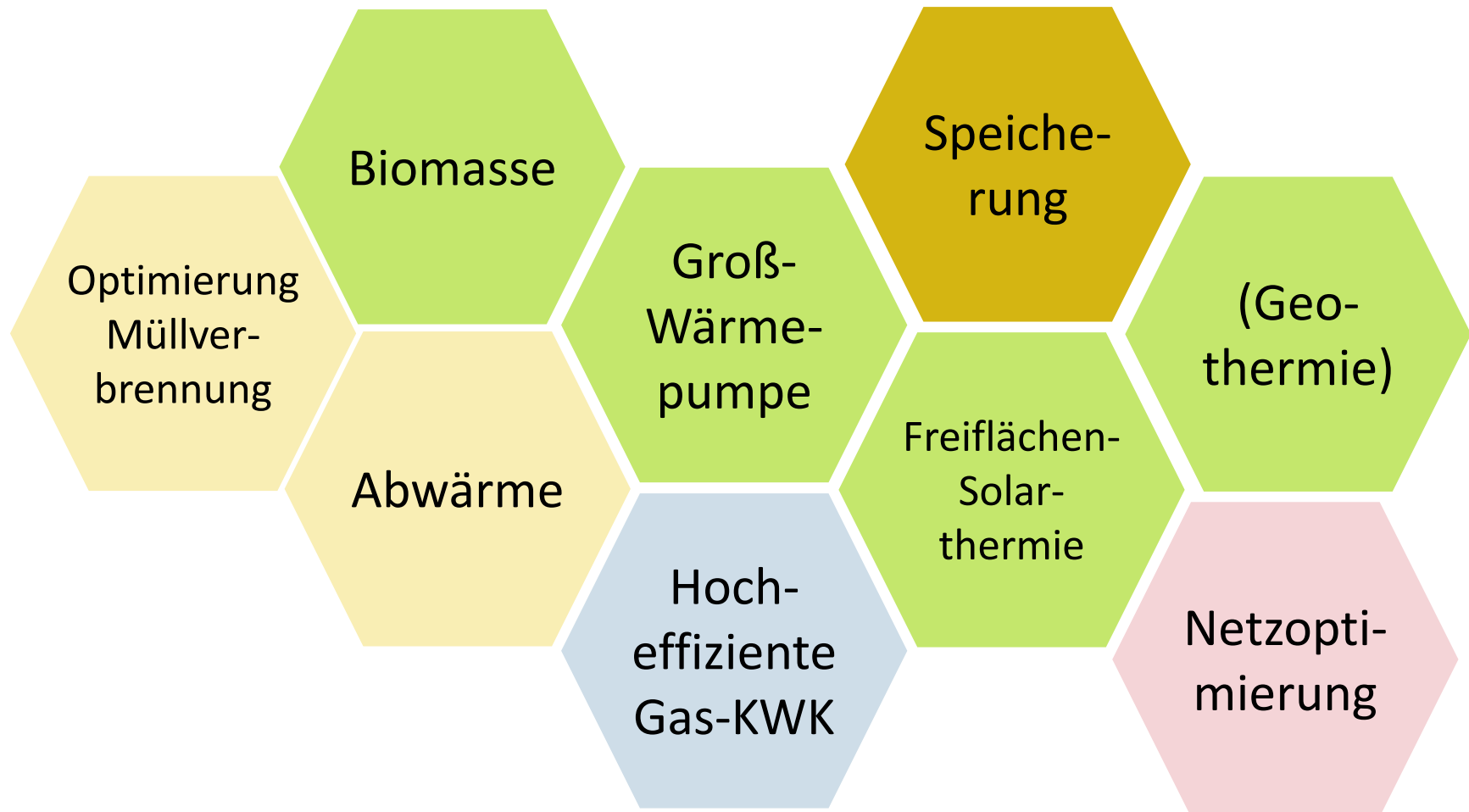
Durch Effizienz kann der fossile (Gas-)Anteil langfristig zurückgefahren werden.

- Die KWK kann flexibel und nach Anforderung des Strommarktes betrieben werden.

Effiziente Gebäudehüllen erlauben Nachverdichtung des Wärmenetzes. Optimierte Heizverteilung führt zu niedrigeren Temperaturanforderungen einzelner Gebäude.

Stärkere Entkopplung von den Energiepreisen

# Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung





INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG

---

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Dr. Martin Pehnt**

[martin.pehnt@ifeu.de](mailto:martin.pehnt@ifeu.de), Tel. +49 6221 4767-0

---



Wilckensstraße 3 69120 Heidelberg Telefon +49 (0)6 221. 47 67 - 0 Telefax +49 (0)6 221. 47 67 - 19 [www.ifeu.de](http://www.ifeu.de)