



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.

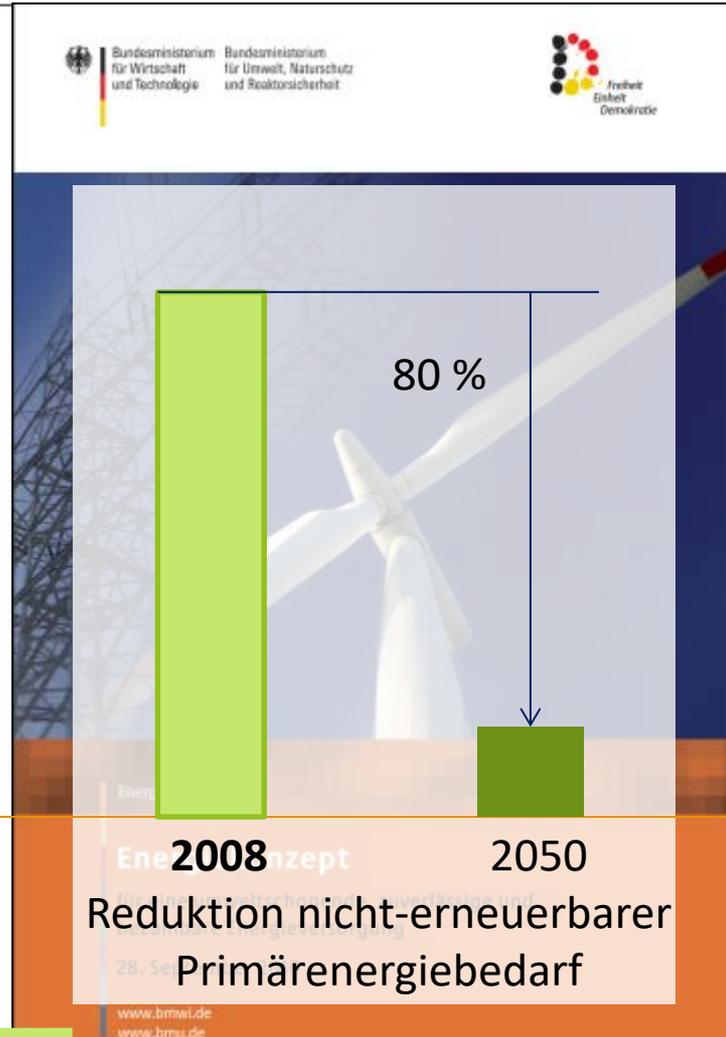
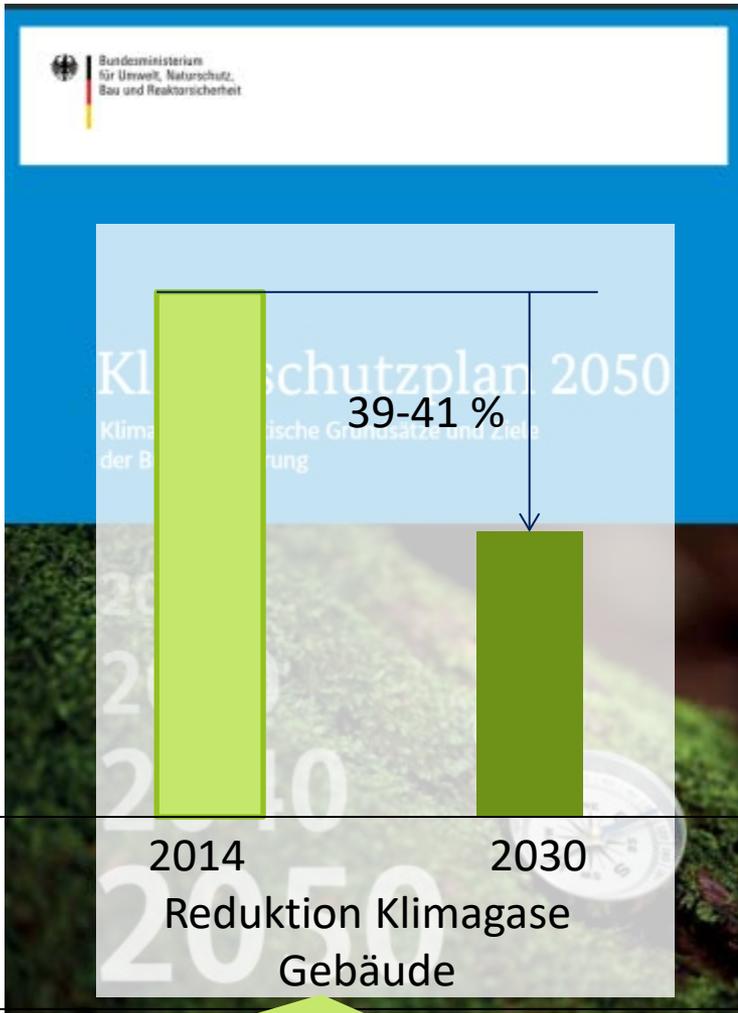


Unternehmen	Kraftwerksname	Inbetriebnahme	Leistung MW _{el}	Wärmemenge TWh
GkM	GkM Block 9	2015	843	2,3
Uniper	Datteln 4	2020	1.055	1,3
Steag	Herne 4	1989	449	0,8
EnBW	Karlsruhe RDK 8	2014	842	0,4
EnBW	Heilbronn HLB 7	1985	778	0,3
Uniper	Staudinger 5	1992	510	0,3
EnBW	Rostock	1994	514	0,2
ENGIE	Zolling 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

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



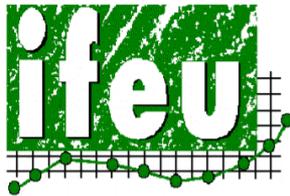
Inselsystem Burgwedel-Schnelsen

A large green circle 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 middle of the slide.

2

Fernwärme aus Kohle muss zurückgefahren werden.

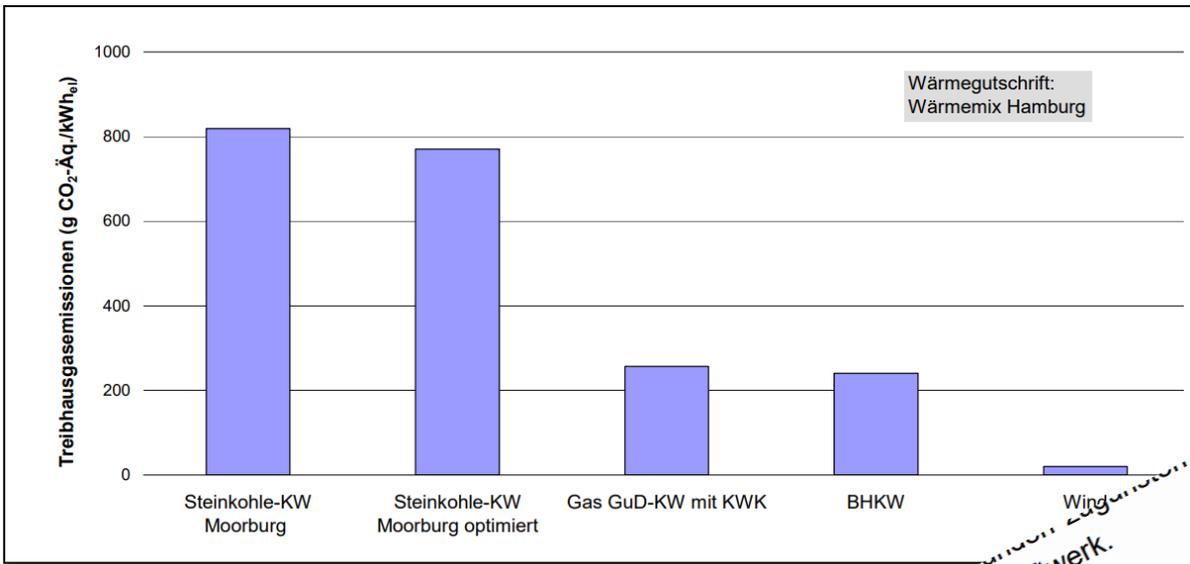
... ein bisschen Geschichte: unser Moorburg-Gutachten von 2007



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



wenn, bei geringeren Randkosten, der 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



Sept. 18:
> 20 €/t*

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.

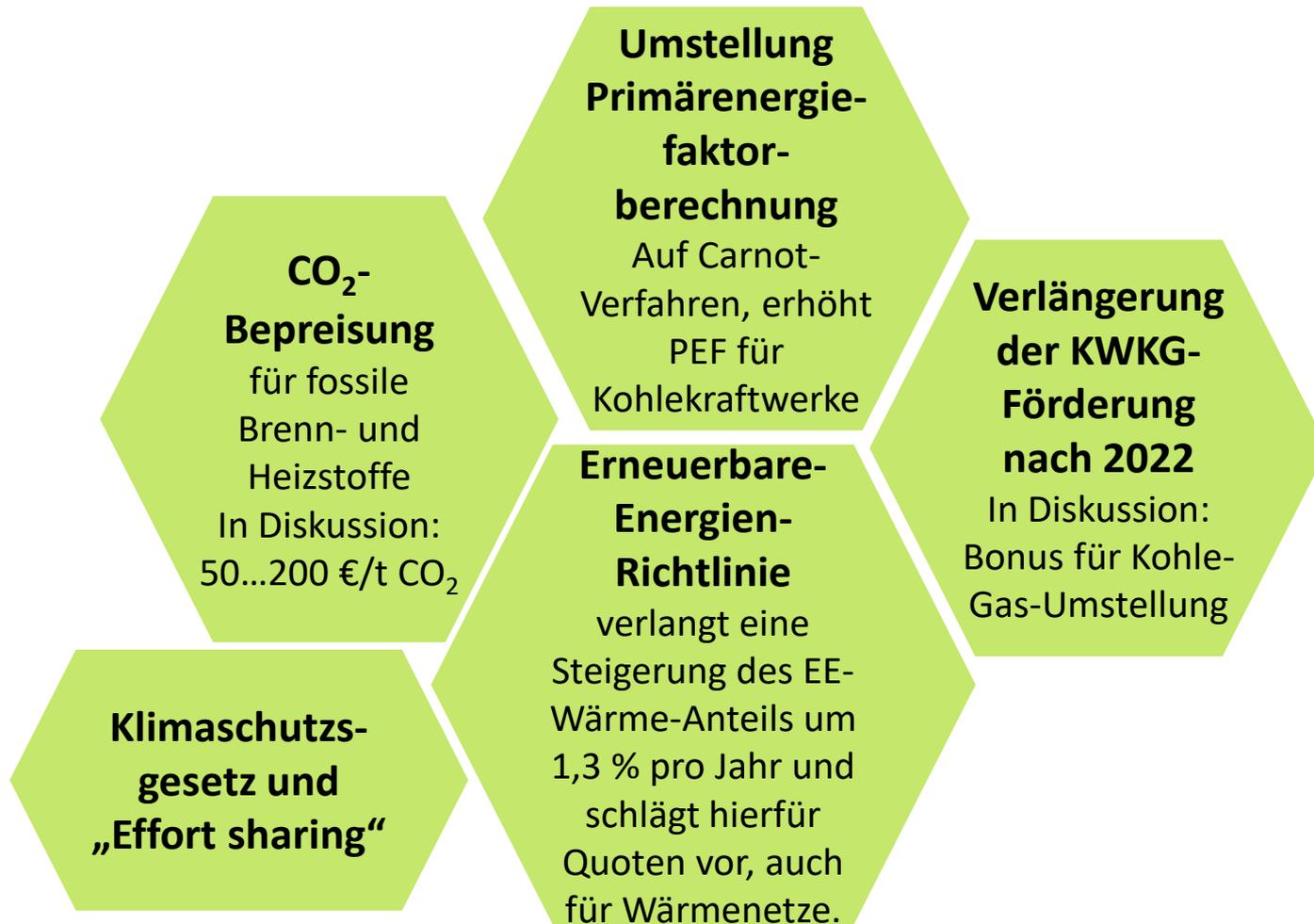
Steigende Wärmepreise der Wärme aus Steinkohle-KW sind die Folge.

A large green circle with a white outline containing the white number '3', serving as a section header.

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 CO₂-Grenzwertes

- Verpflichtende planbare Absenkung des CO₂-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.....

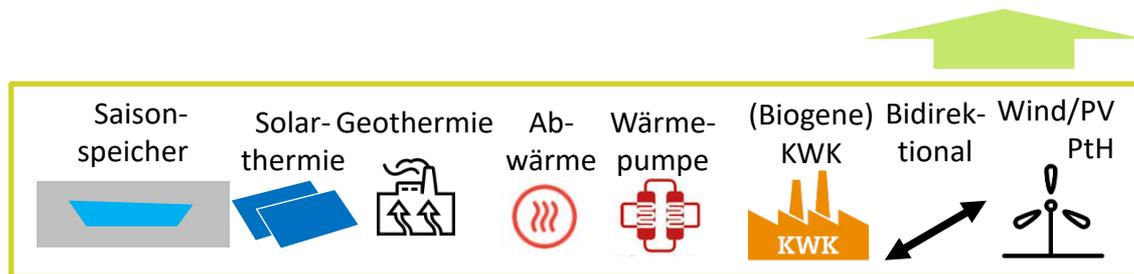
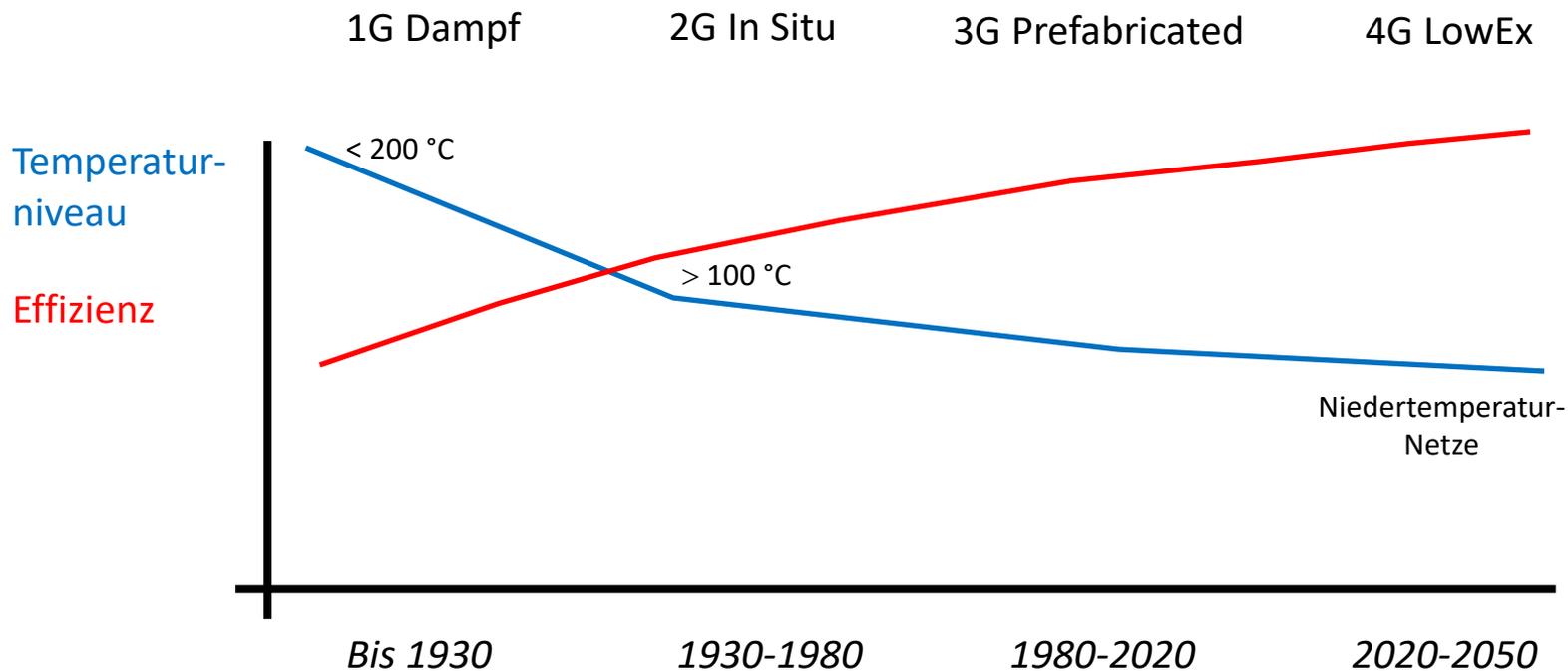
Nicht zu lange
warten!

A large green circle with a white outline, containing the white number '4'.

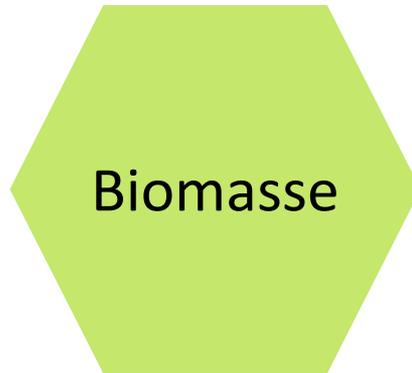
4

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

Vision: Wärmenetze der 4. Generation

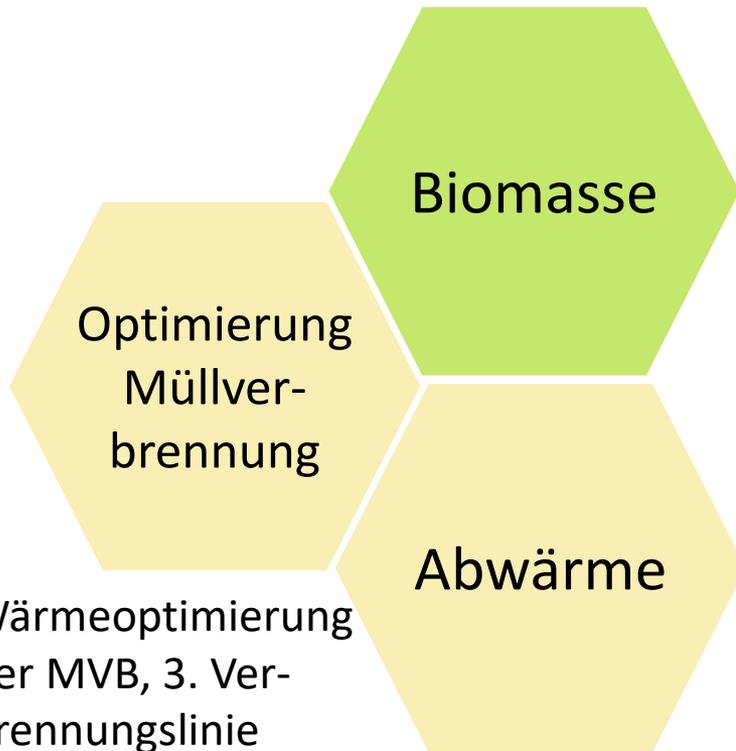


Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung



Grünabfälle
Stroh, multivalente Verbrennung
Altholz
Vergärbare Reststoffe
Ersatzbrennstoffe

Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung



Optimierung
Müllver-
brennung

Biomasse

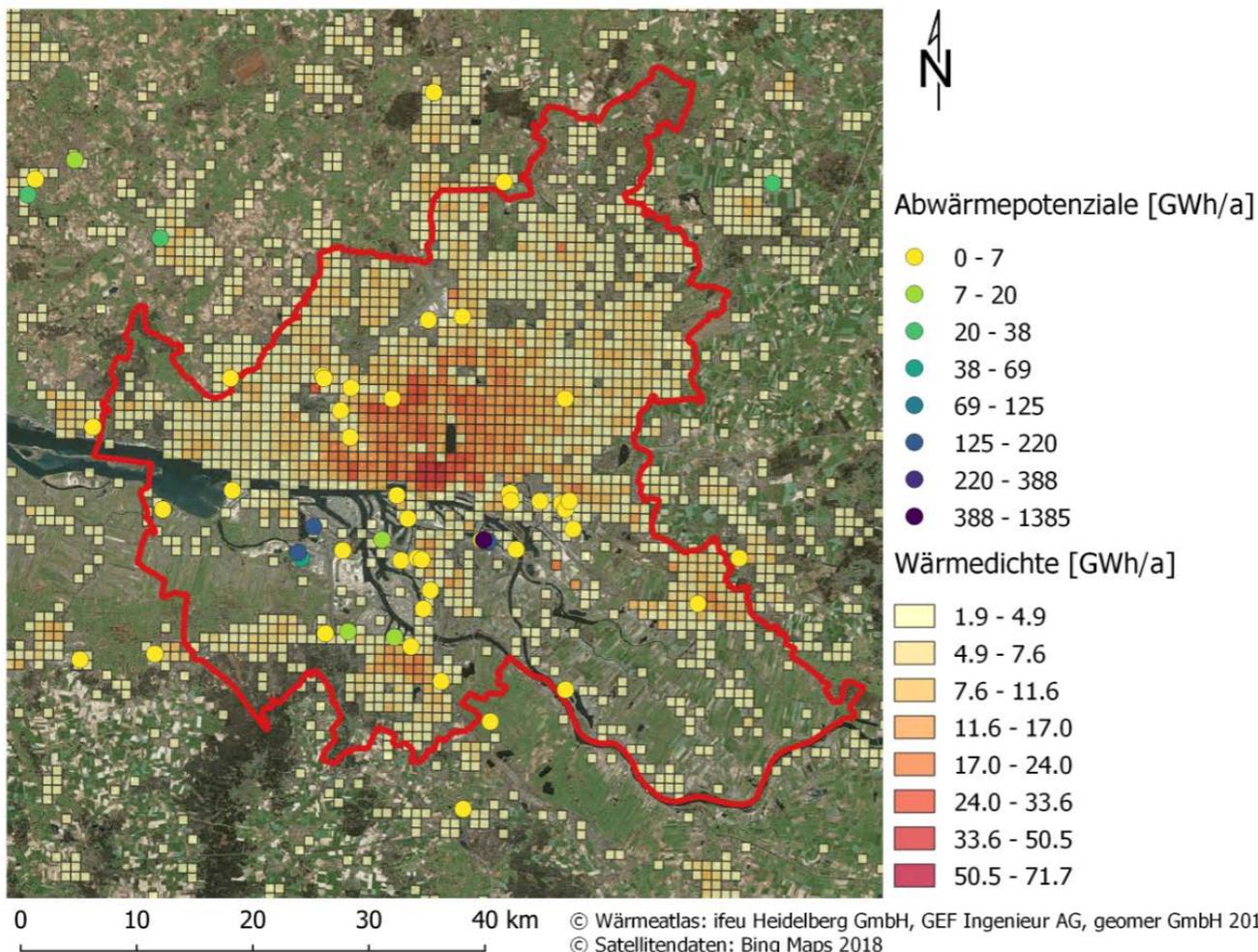
Abwärme

Wärmeoptimierung
der MVB, 3. Ver-
brennungslinie

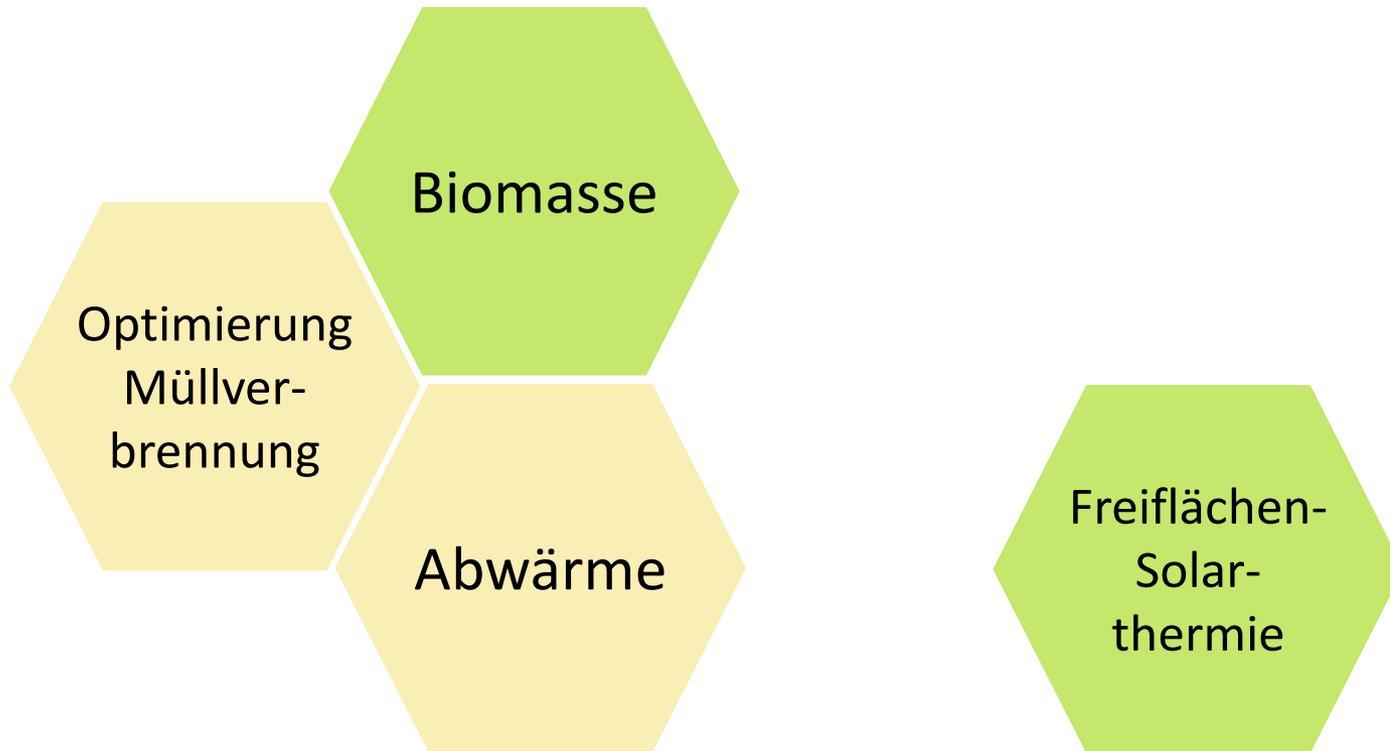
Aurubis: Nutzung der
zusätzlichen Abwärmemengen
Weitere Abwärmequellen

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

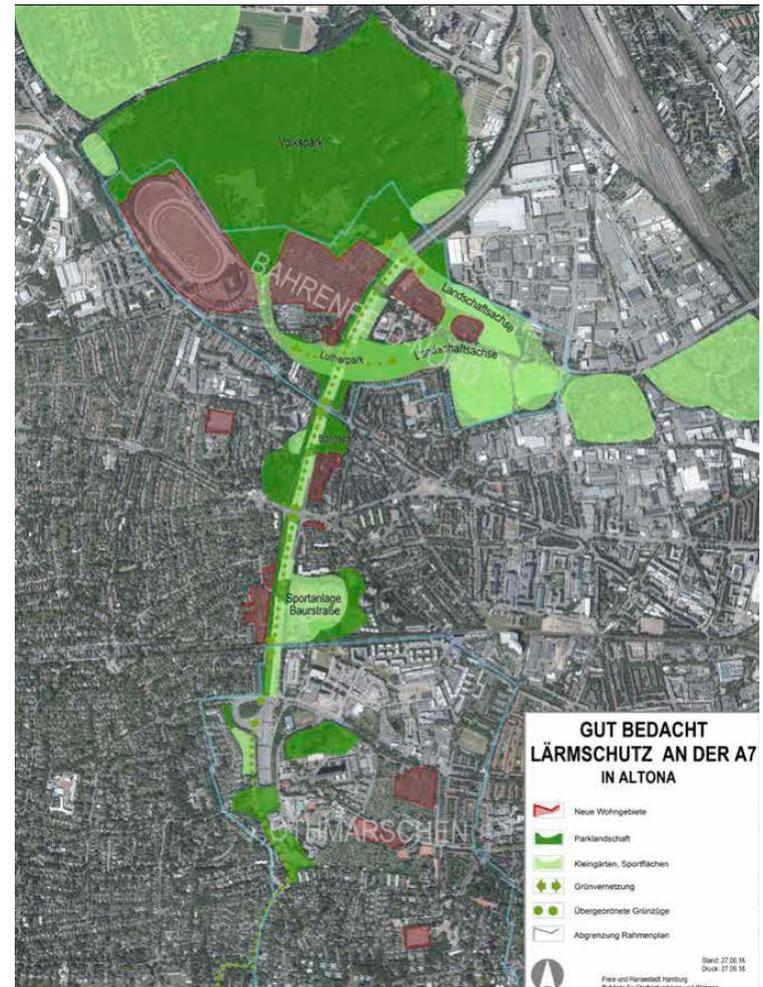
Kollektorkosten
pro m^2



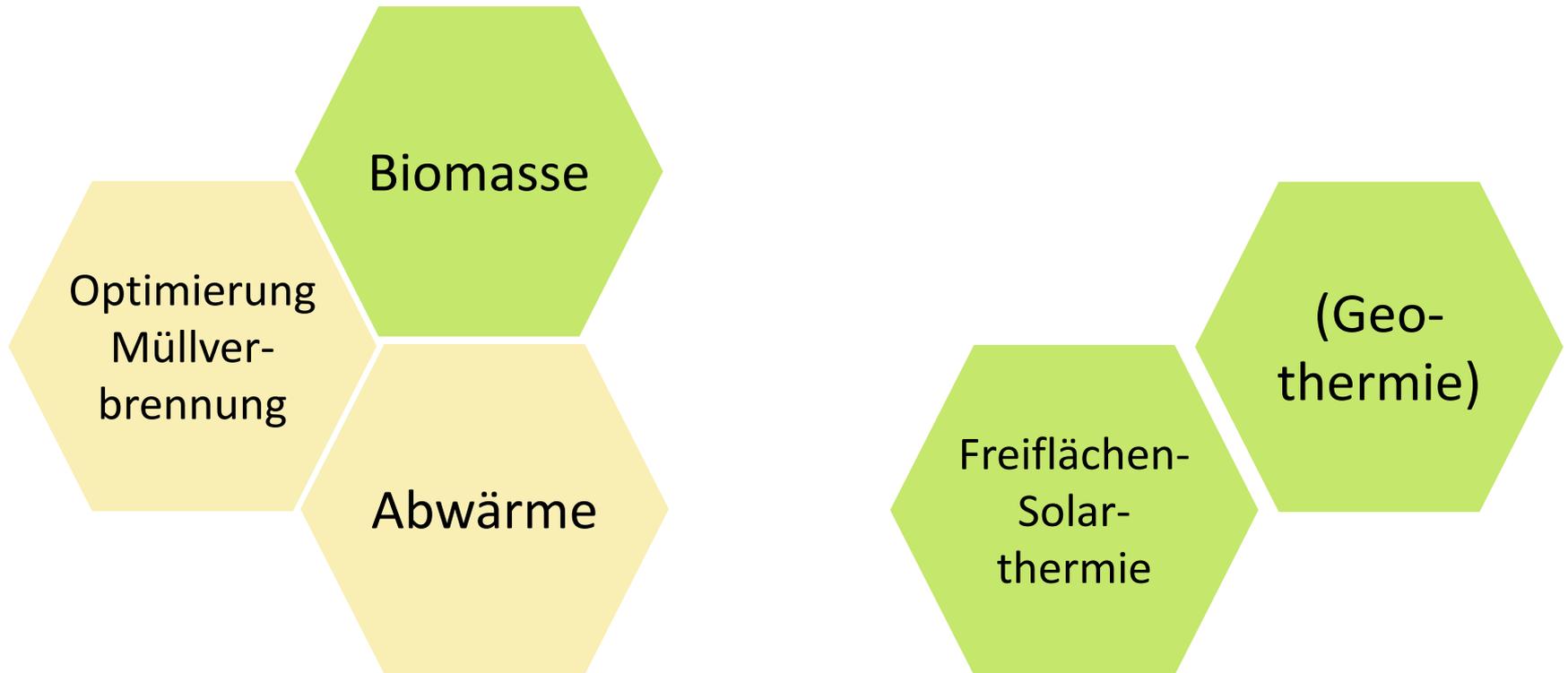
Big Solar Graz /Biotop-Solarthermie A7



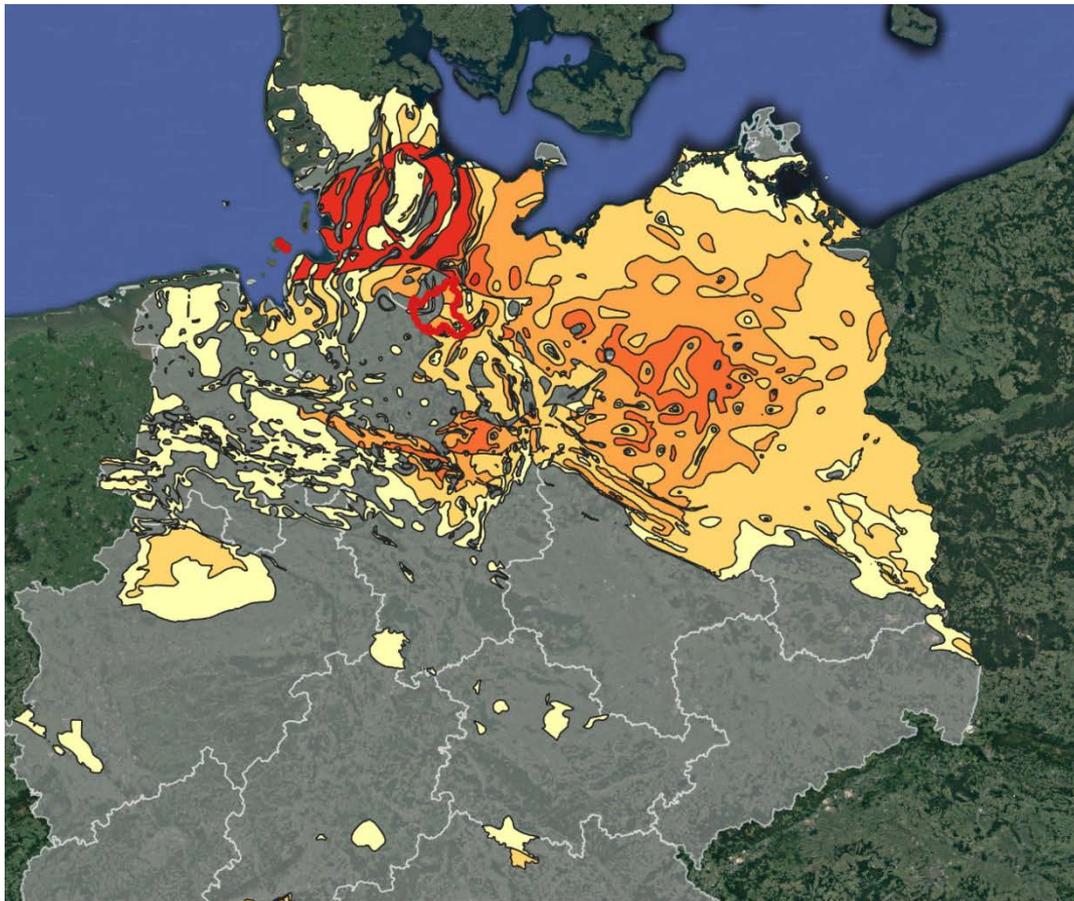
Foto Graz: größter Solarspeicher
Abbildung urheberrechtlich geschützt



Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung

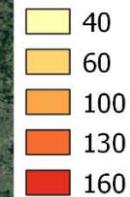


Tiefe Geothermie in Hamburg



Fokus derzeit:
Separate Nutzung in Wilhelmsburg.

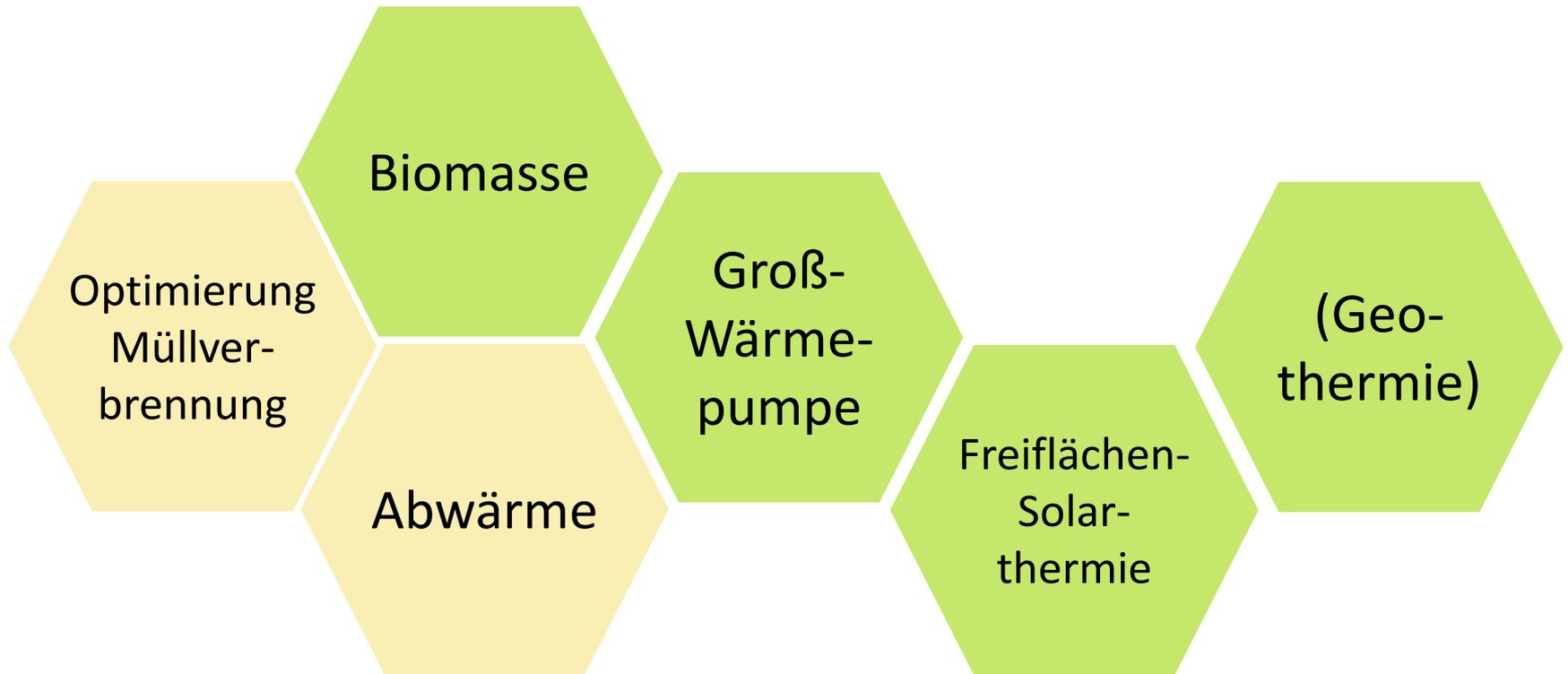
Temperatur hydrothormaler Reservoirs [°C]



100 200 300 400 km

© GeotIs: Agemar und Schulz 2014 (LIAG)

Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung



Umweltwärme in Hamburg

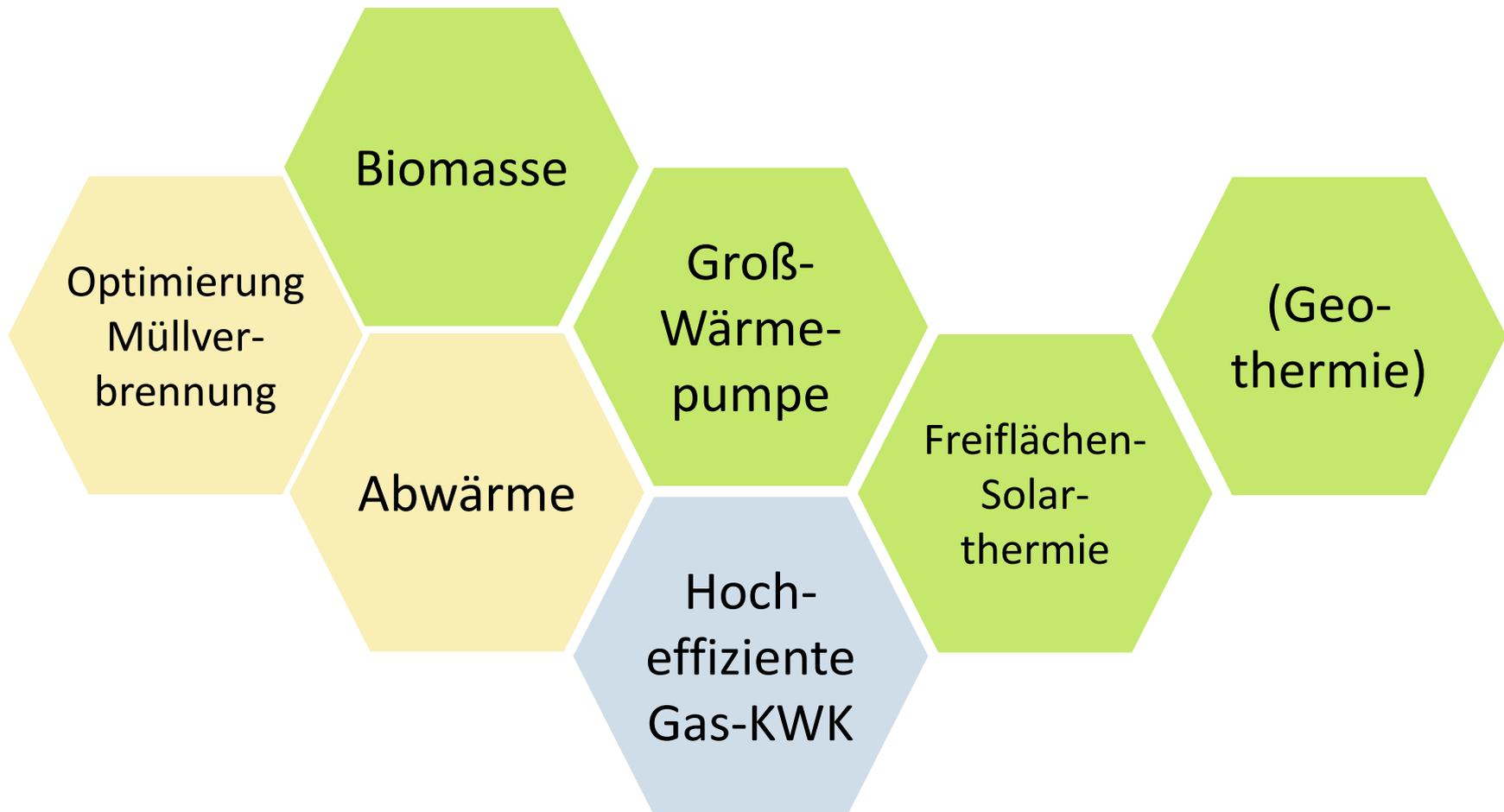
Nutzung von Niedertemperaturwärme mit Wärmepumpen

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

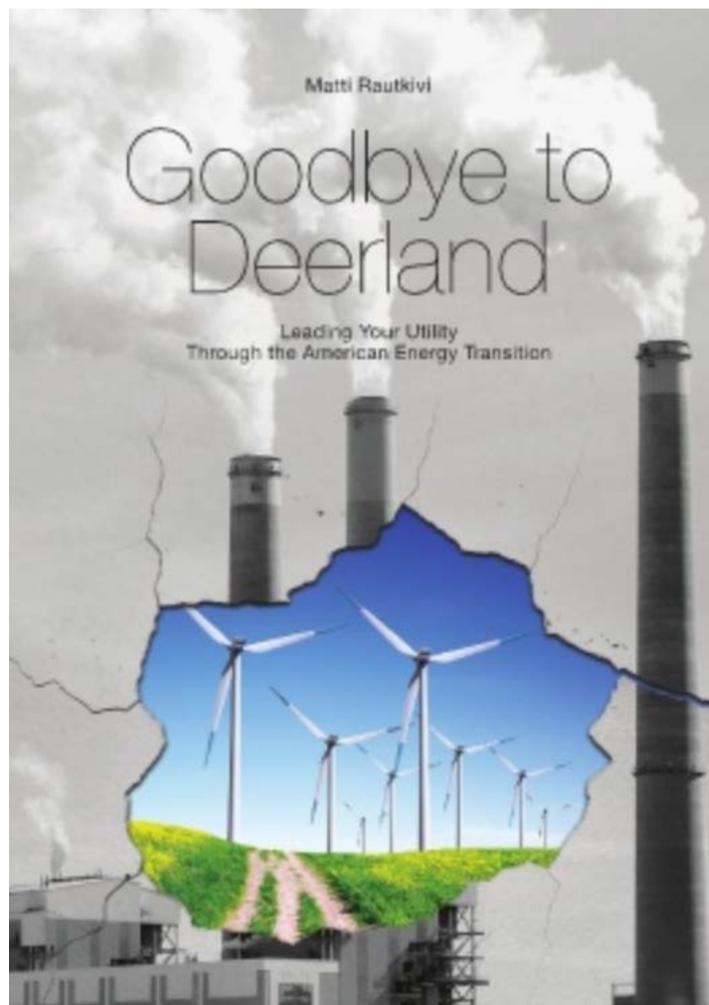
Tagesflexibilität: Lastrampe in
weniger als 5 min.

Standortflexibilität durch Abbau und
Verschiebung einzelner Module

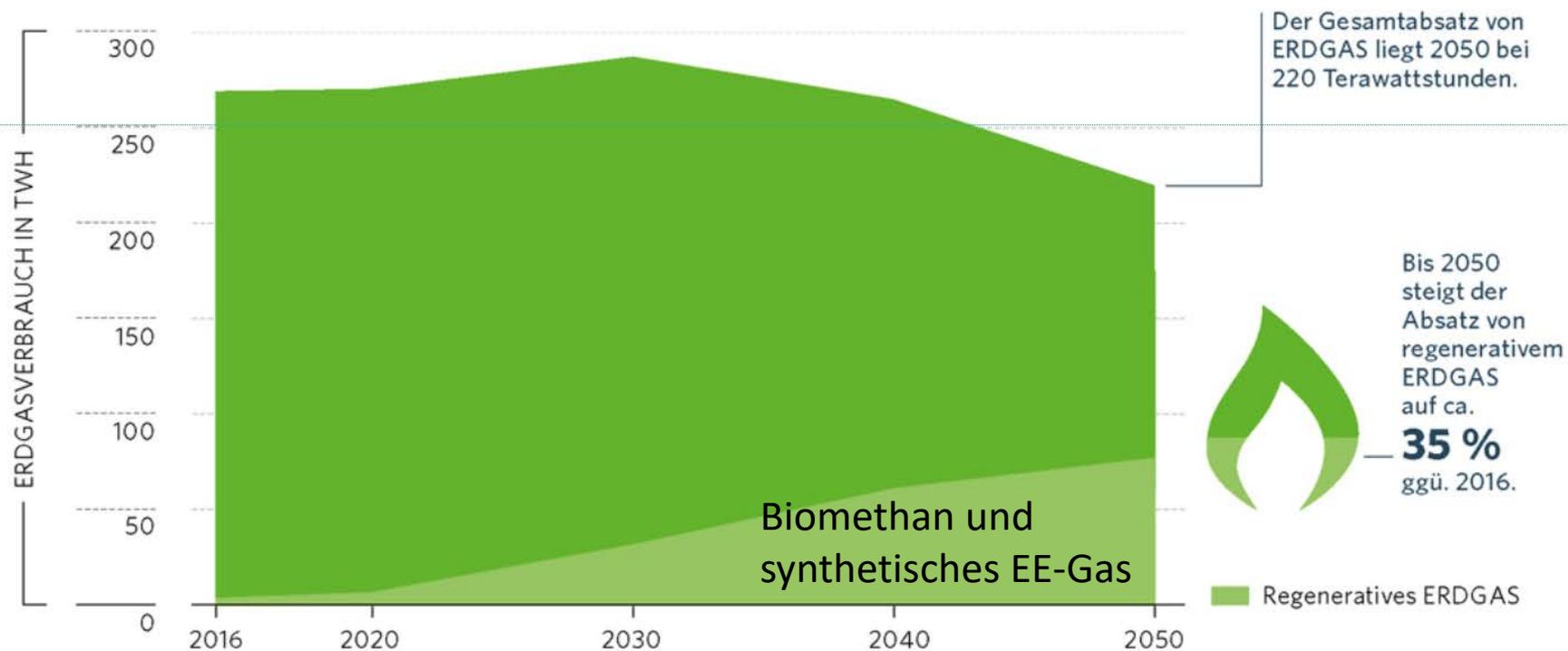
Strom-Wärme-Flexibilität durch
Wärmespeicher (30.000 m^3 , 1,5
GWh)

Kürzere **Bauzeit** (Laufzeit KWKG!)

Nutzen statt Abregeln mit
Elektrodenkessel



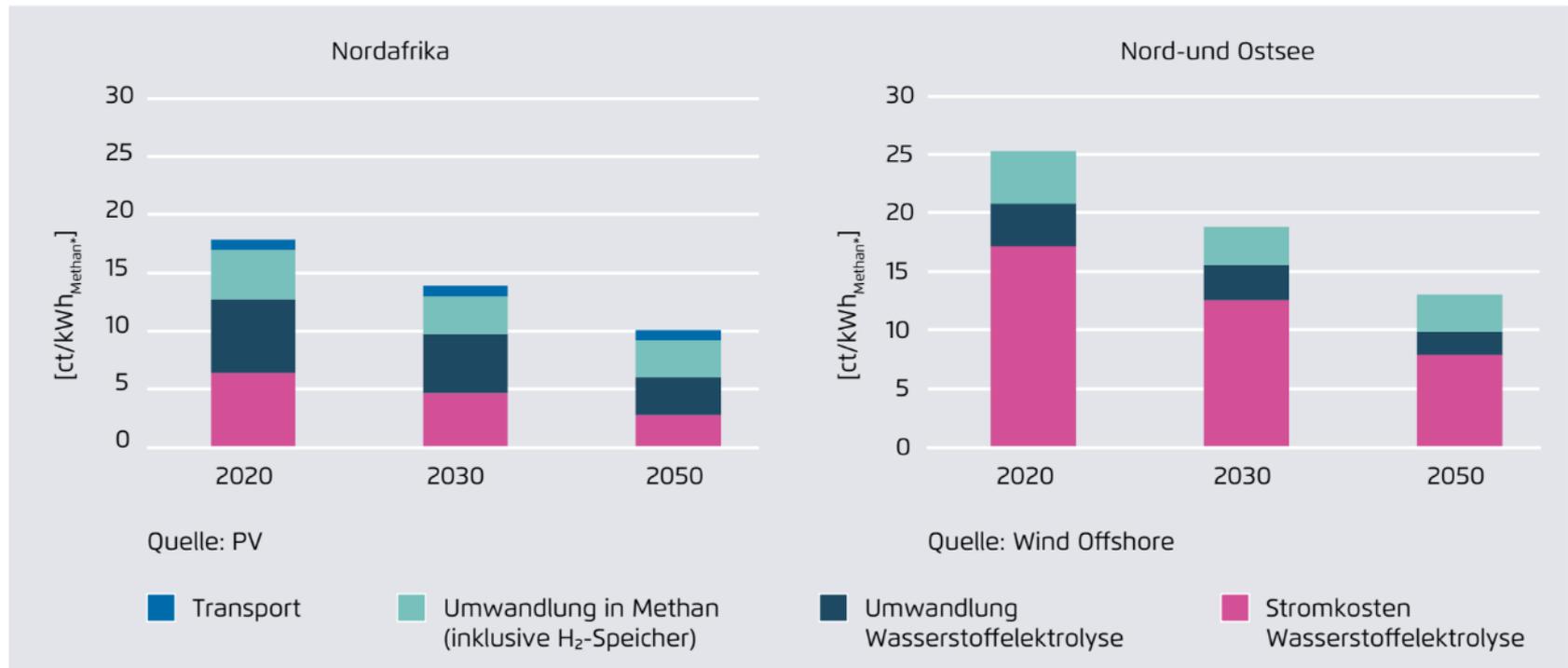
Frage: Künftige Gasversorgung nach 2030



Achtung: Um eine Durchdringung mit Shale gas, LNG usw. zu verhindern, ist eine CO₂-Steuer bzw. Erneuerbaren-Quote wichtig!

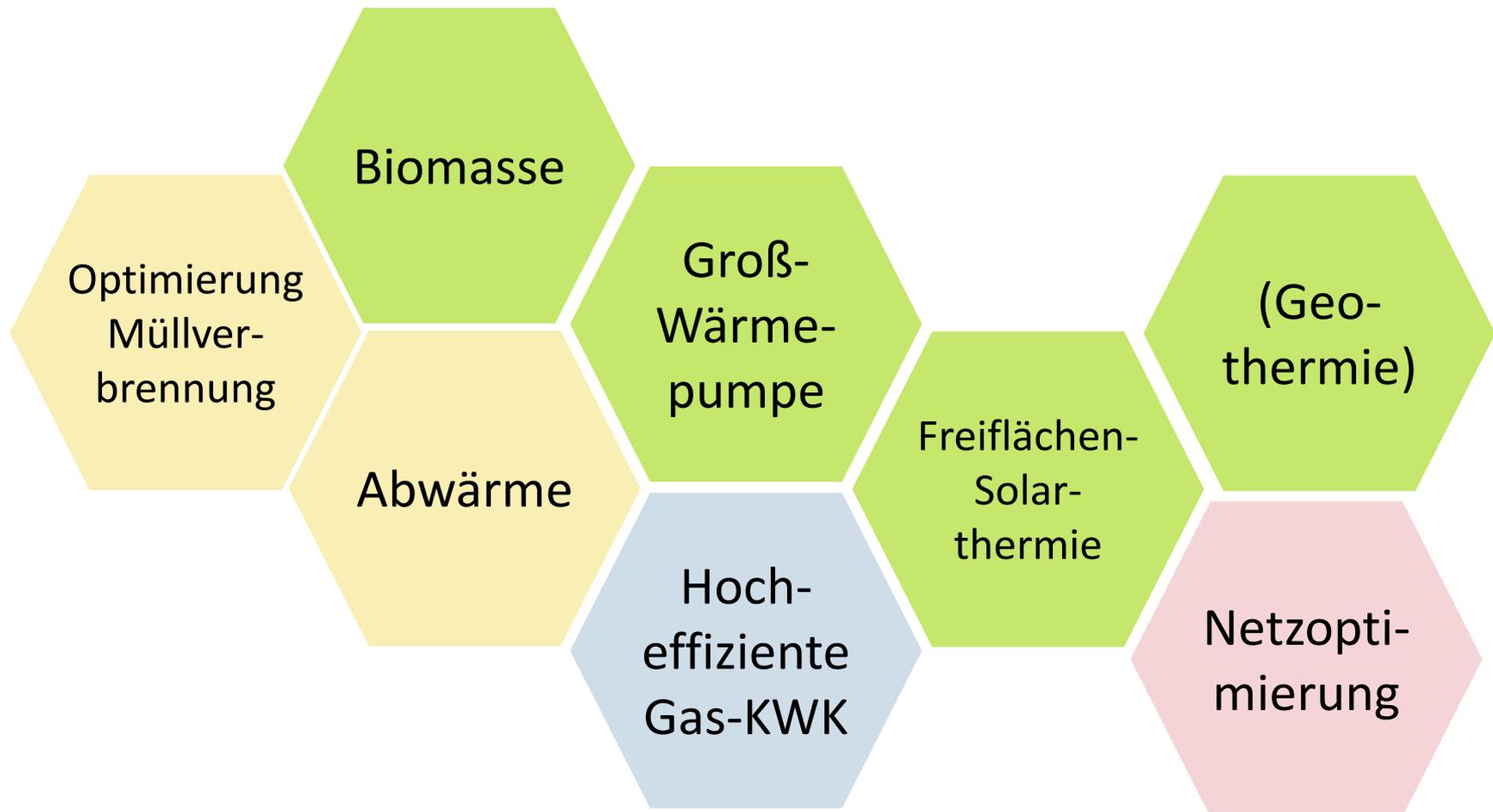
Kosten von erneuerbarem synthetischen Gas und Wasserstoff

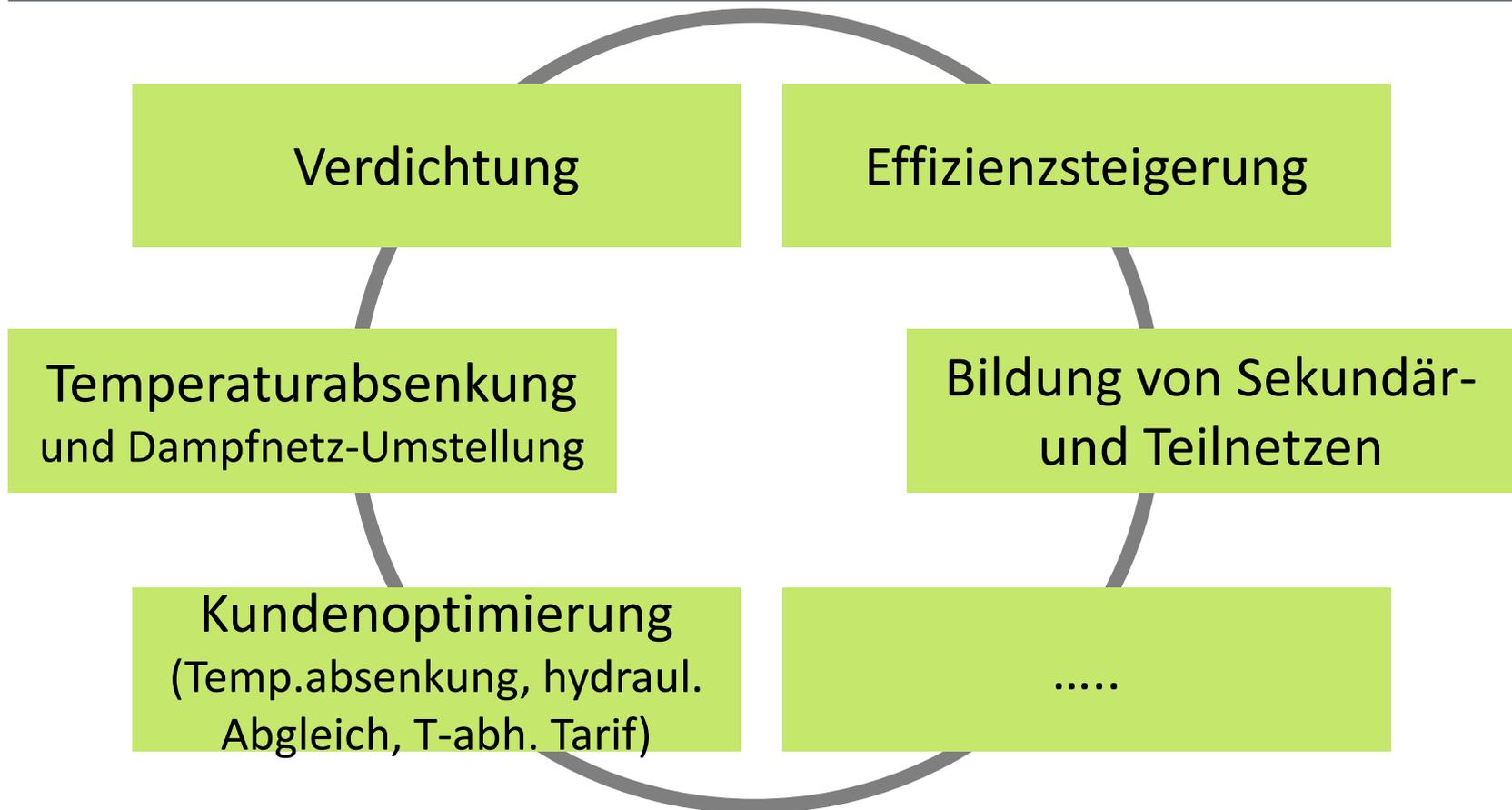
Kostenvergleich für synthetisches Methan im Referenzfall (ct₂₀₁₇ /kWh Methan)



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

Elemente der klimaschonenden Wärmeversorgung





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

Temperaturabsenkung

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

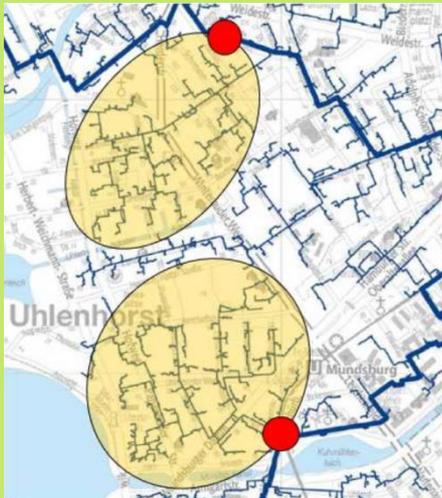
Maßnahme	Aufwand	Schwierigkeiten	Potential	Priorität	Reihenfolge
T_{RL} -Absenkung bei Großkunden	3	3	3	5	1
T_{RL} -Absenkung bei einzelnen Kunden durch TWW-Veränderung	3	4	3	3	2
T_{RL} -Absenkung bei einzelnen Kunden Heizsystem-Veränderung	4	4	3	4	3
T_{RL} -Absenkung in Netzteilen (z.B. mit Dreileitersystemen)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



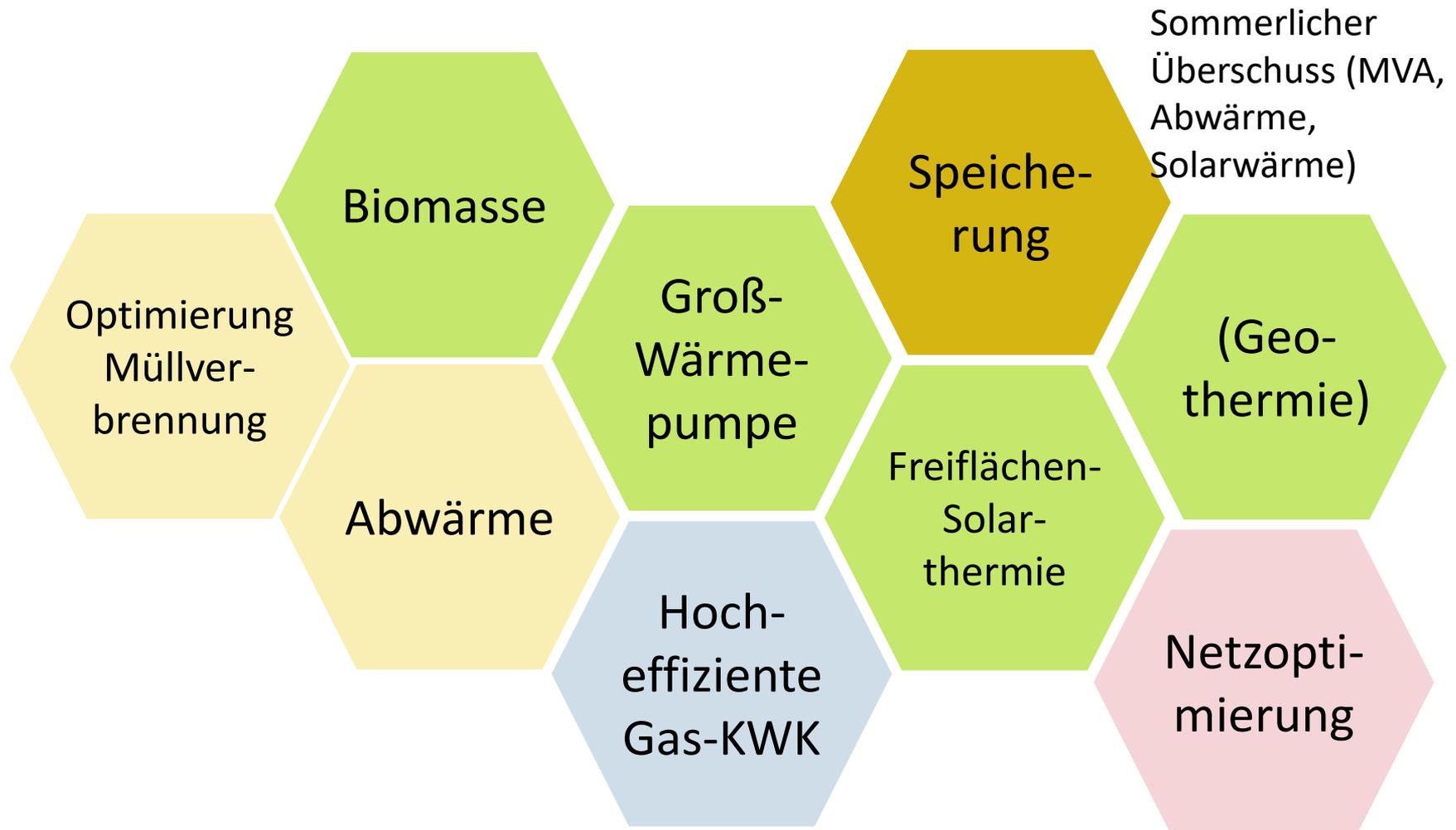
Vorteile:

- Temperaturabsenkung
- Effizienzsteigerung
- Versorgung und Absicherung aus Primärnetz

Förderprogramm Wärmenetze 4.0

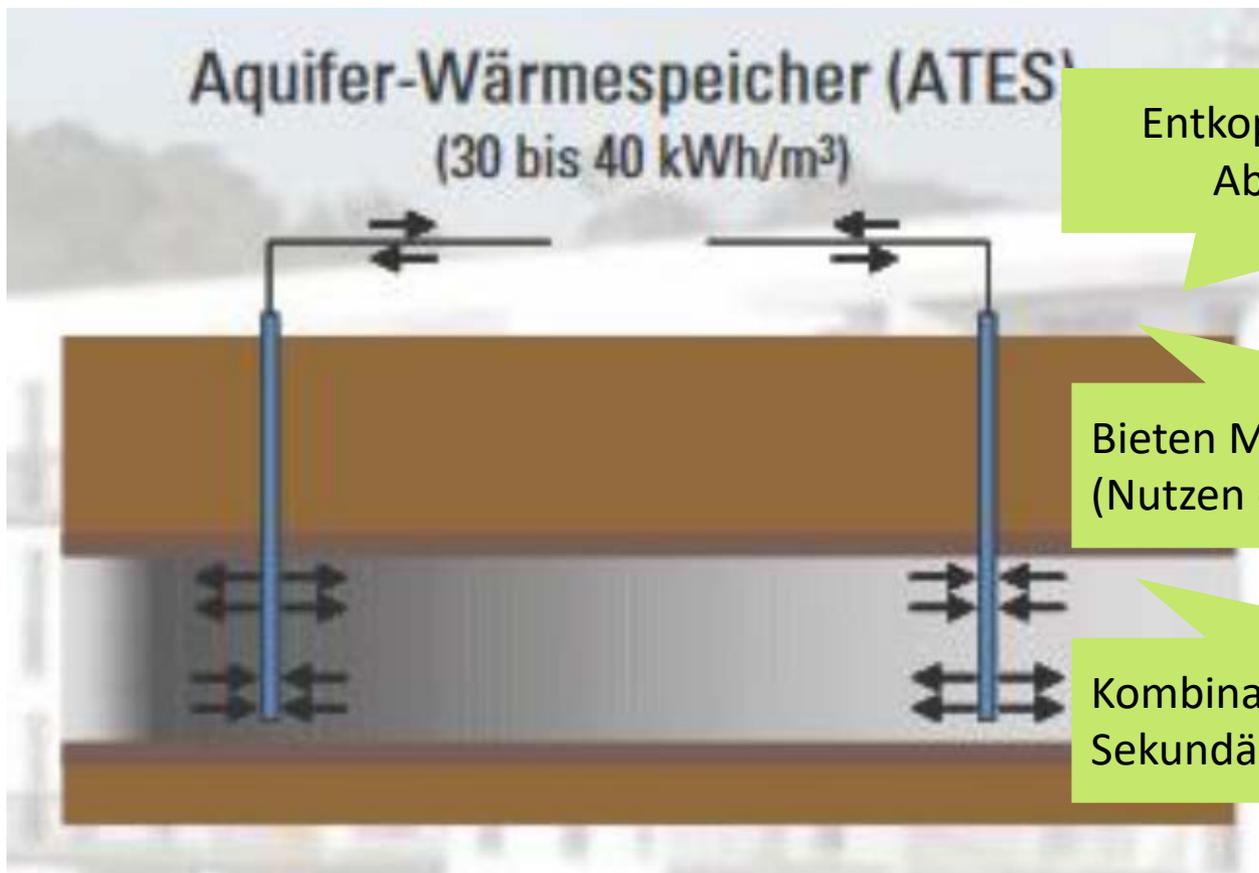
Ab einem Anteil von 50 % Erneuerbare und Abwärme werden Erzeugungsanlagen, Netzbau, Speicher und kundenseitige Maßnahmen mit bis zu 50 % (bei Innovationen sogar mehr) gefördert.

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

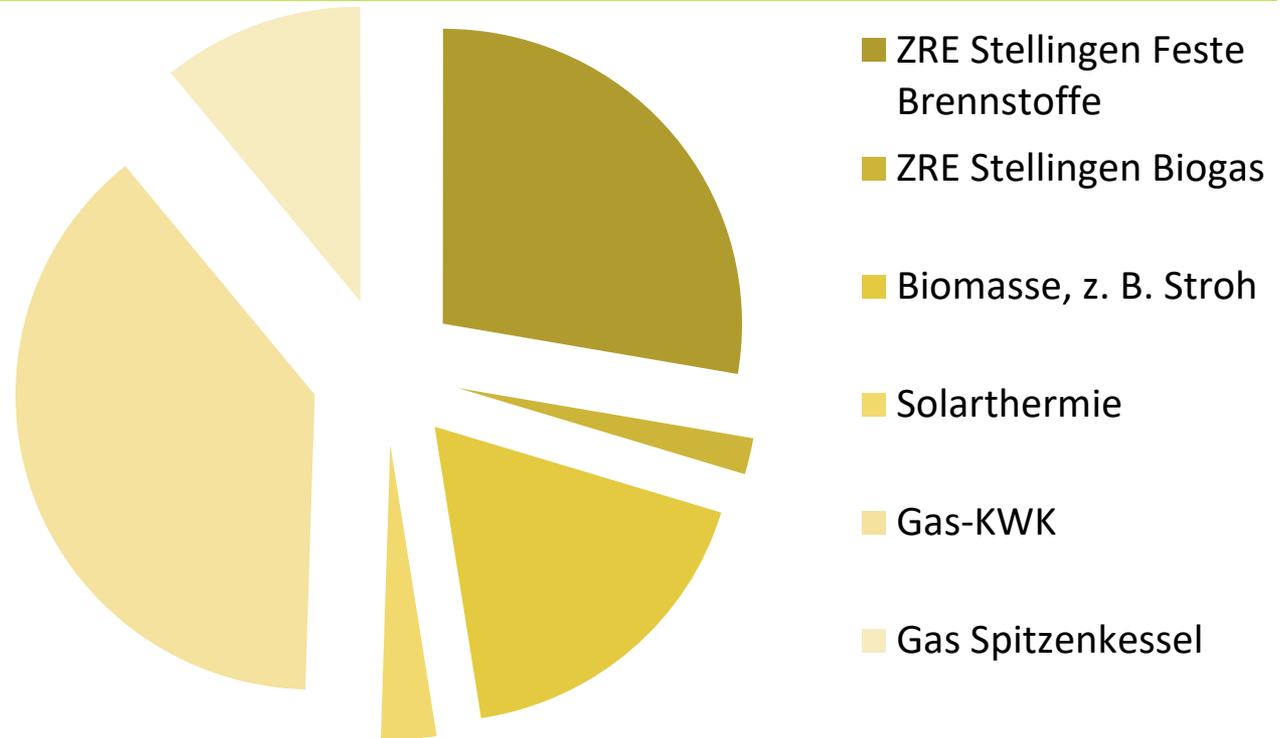
Aus Bausteinen wird ein Gesamtbild...

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 _{th}	ca. 15
Abfallwirtschaftliches Konzept Stellingen	Euro/MWh _{th}	ca. 15–20
MVA Rugenberger Damm	Euro/MWh _{th}	ca. 15–20
Umbau MVA Borsigstraße	Euro/MWh _{th}	ca. 15
Abwasser-Wärmepumpe Dradenau	Euro/MWh _{th}	ca. 25–30
Erdgas-KWK	Euro/MWh _{th}	ca. 25
Mehrkosten Trasse Elb-Querung	Euro/MWh _{th}	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 CO₂-Steuer (würde bei fossilen Energieträgern zu Mehrkosten zwischen 10 und 40 €/MWh bedeuten) Der Inanspruchnahme staatlicher Förderung

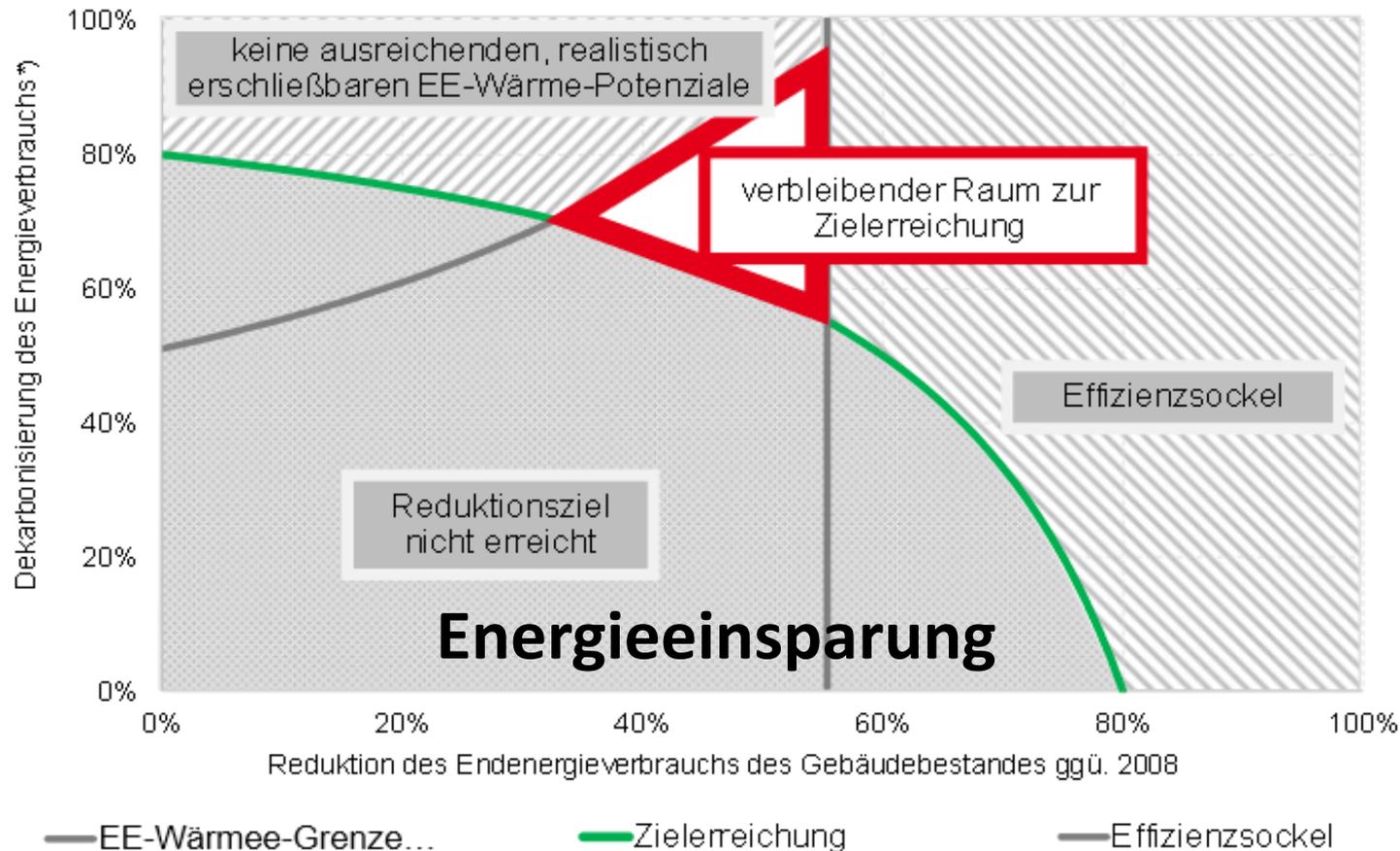
A large green circle with a white outline, containing the white number '5'.

5

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

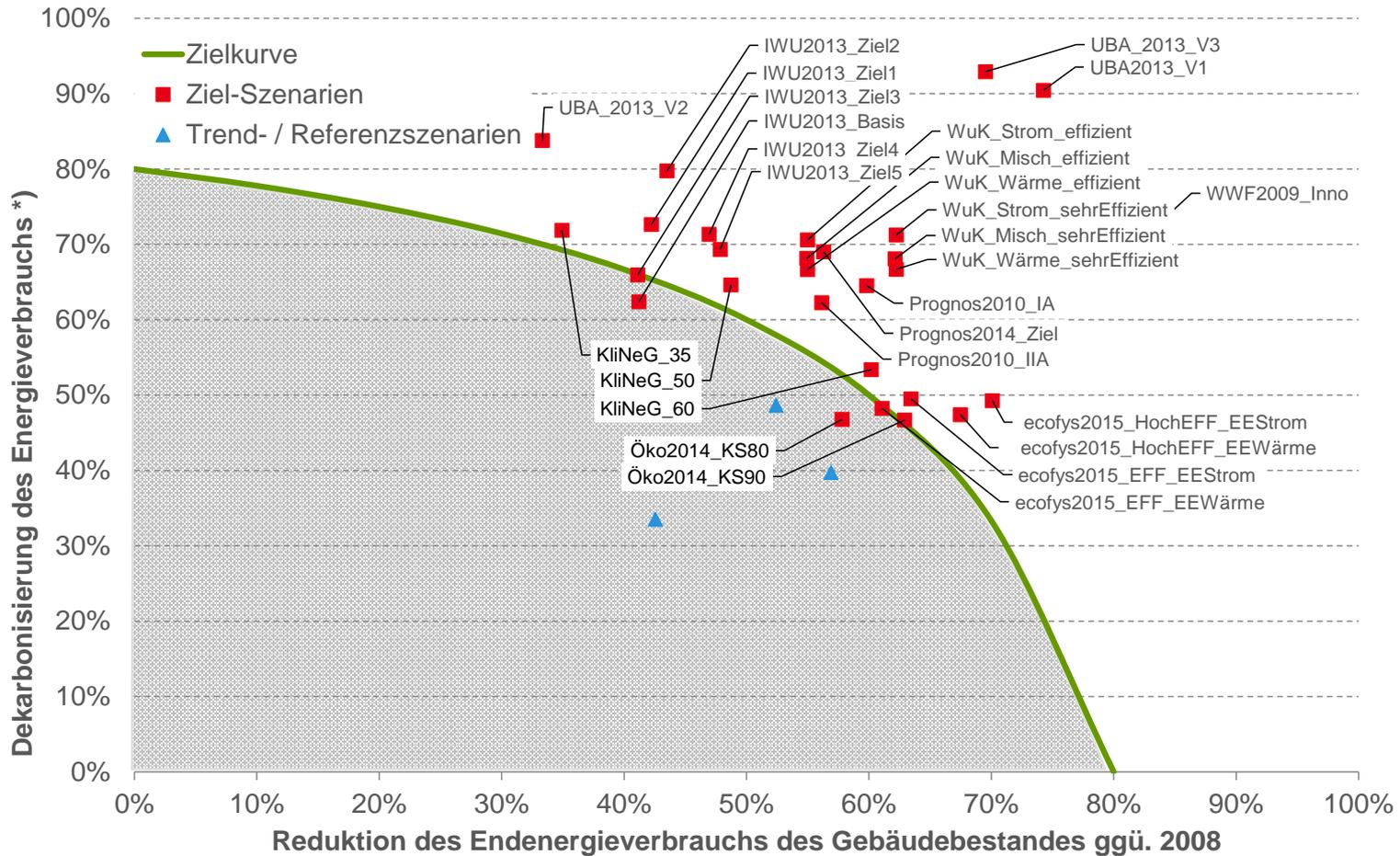
Die Ziele sind nur mit Erneuerbaren Energien *und* Effizienz zu erreichen.

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.

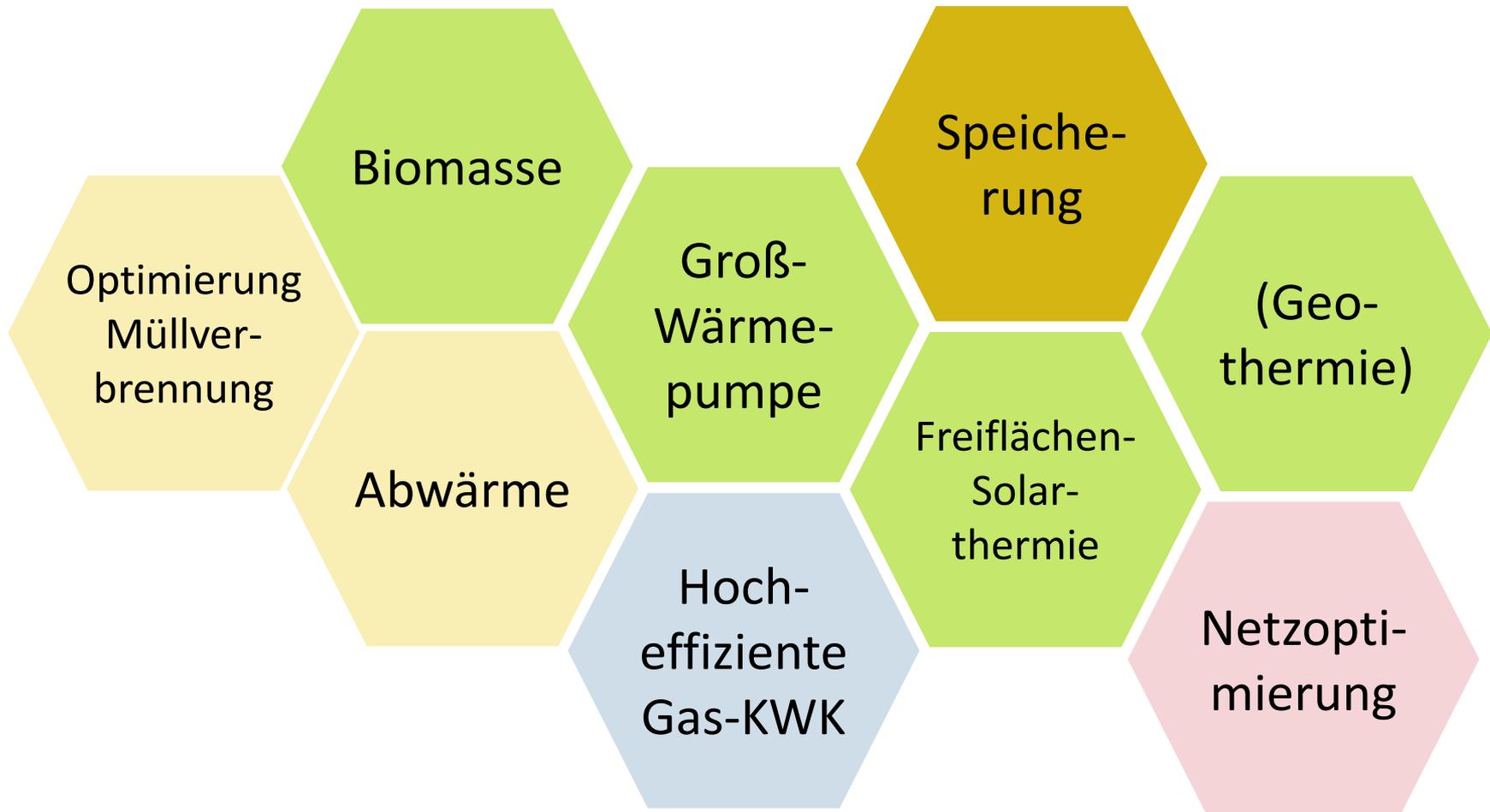
Durch Effizienz kann der fossile (Gas-)Anteil langfristig zurückgefahren werden.

- 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, Tel. +49 6221 4767-0

