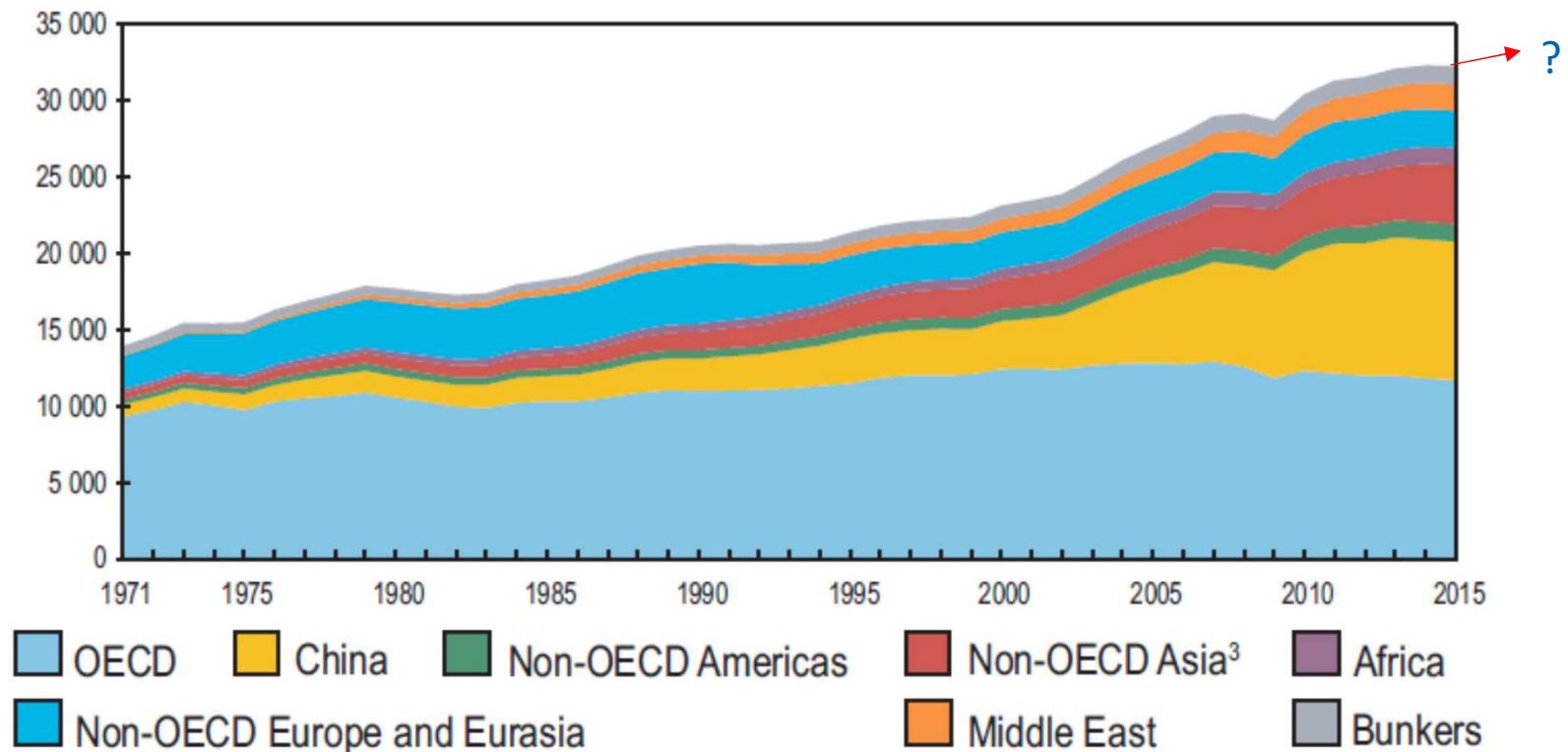


Leuphana Energieforum 6. September 2018

All electric society? Wege für die Wärmewende!

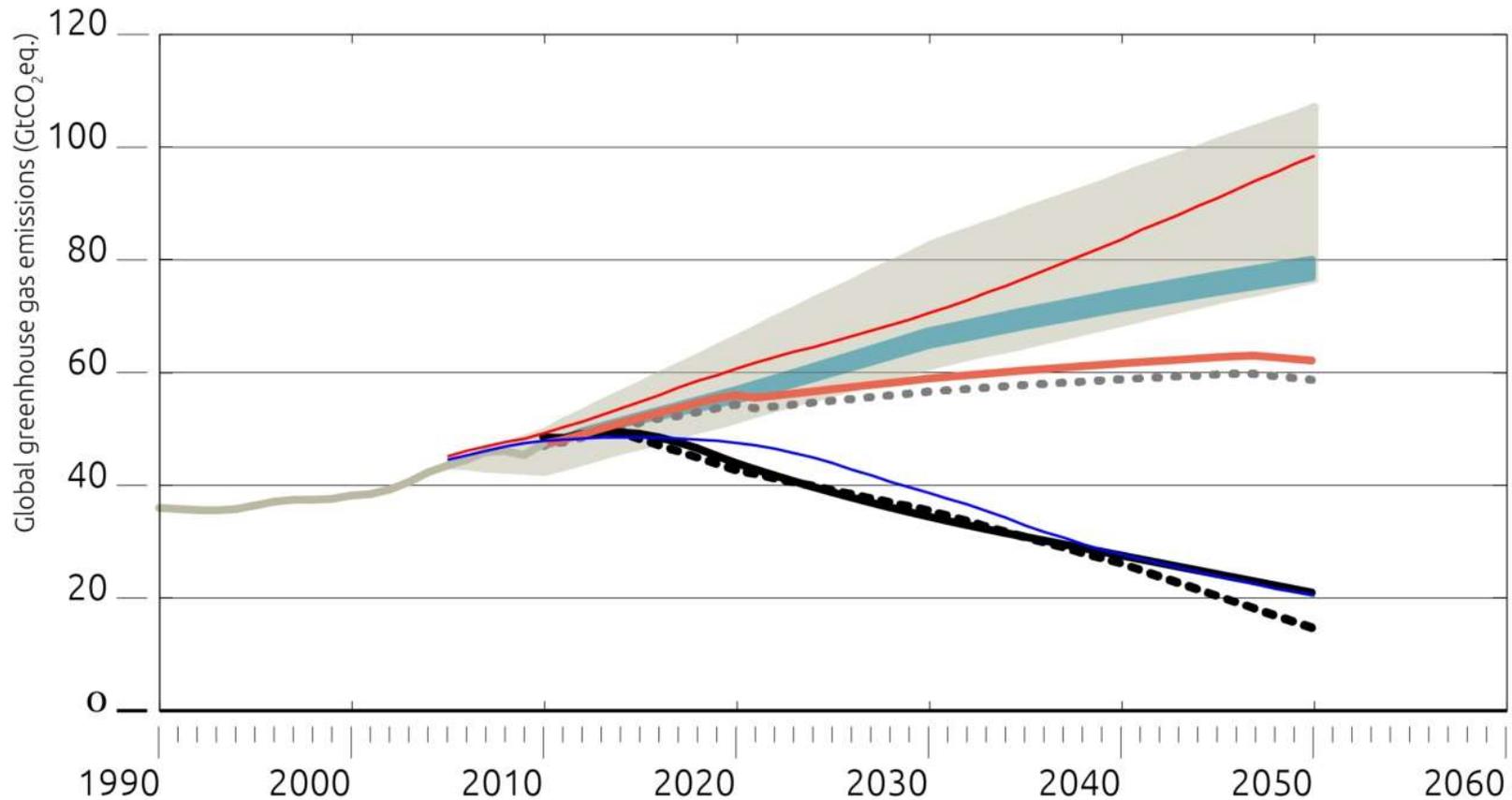
Lernen
mit weitem
Horizont

World¹ CO₂ emissions from fuel combustion² from 1971 to 2015
by region (Mt of CO₂)



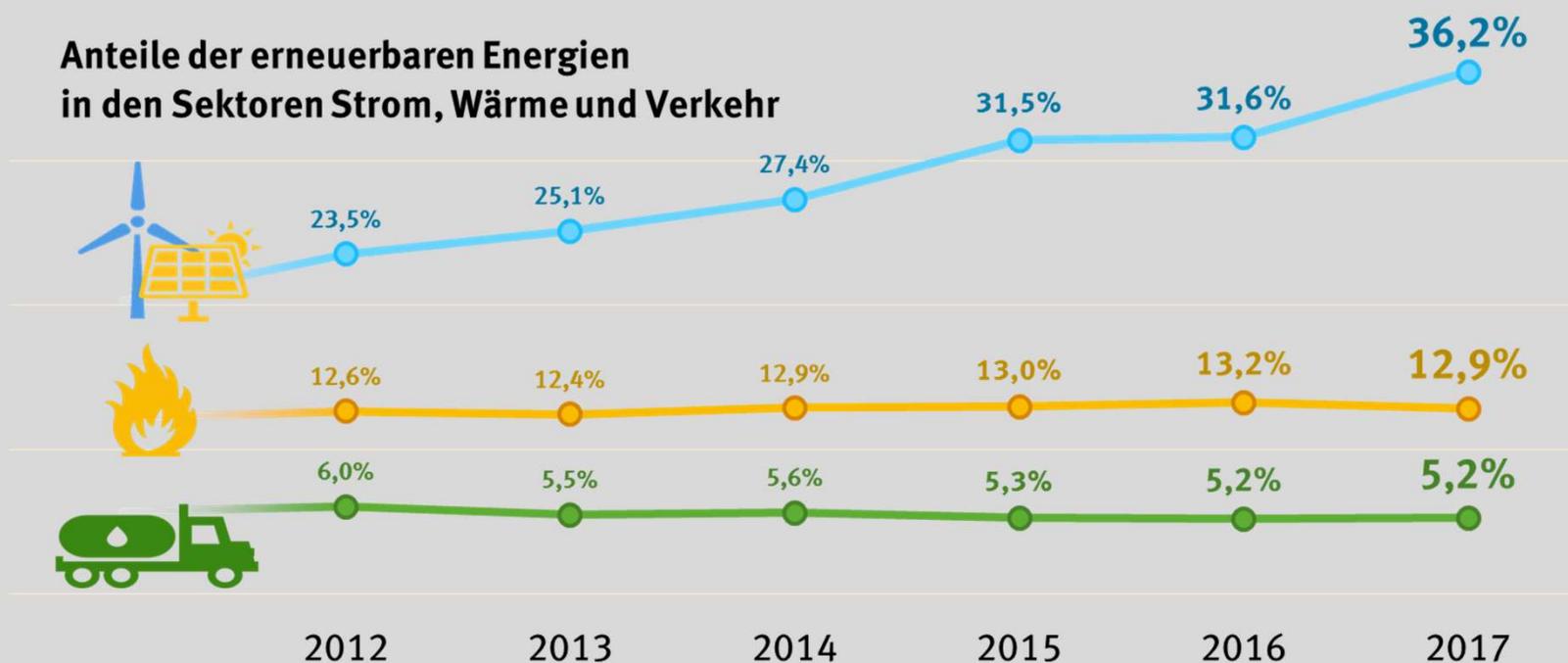
[IEA 2017]

CO₂-Emissionen / Klimawandel



- Historic emissions
 - Reference range*
 - Pledge pathway (CAT assessment)
 - Likely below 2°C
 - 50% chance below 1.5°C in 2100
 - RCP2.6
 - RCP8.5
 - Action incl. conditional pledges & national policies
 - Current policy projections (CAT assessment)
- * Harmonized 90% range of recent reference scenarios from the literature.
- © www.climateactiontracker.org/
Ecofys/Climate Analytics/PIK

Anteile der erneuerbaren Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr



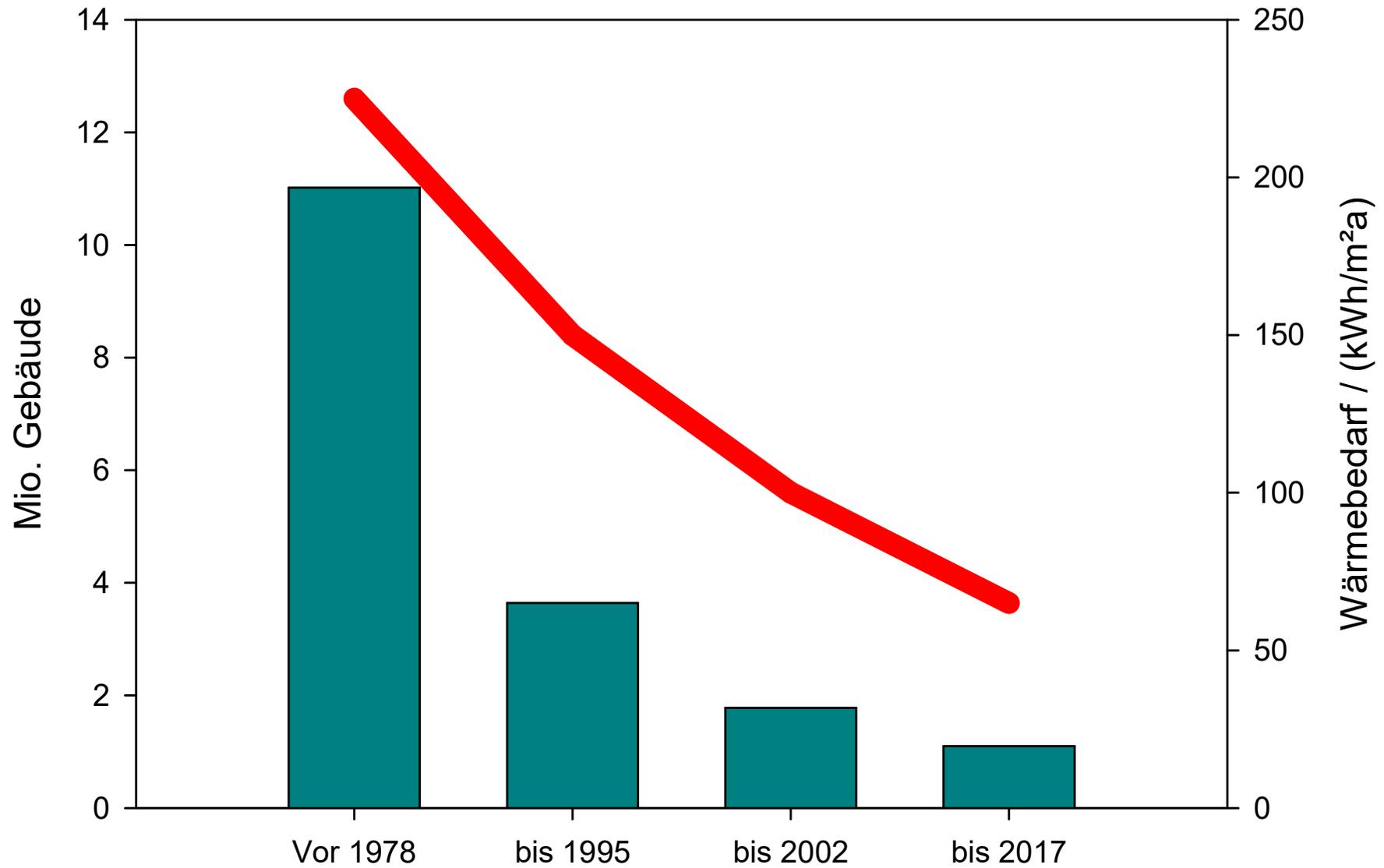
[UBA / AGEE-Stat]

Strom 512 TWh, 36,2 % EE

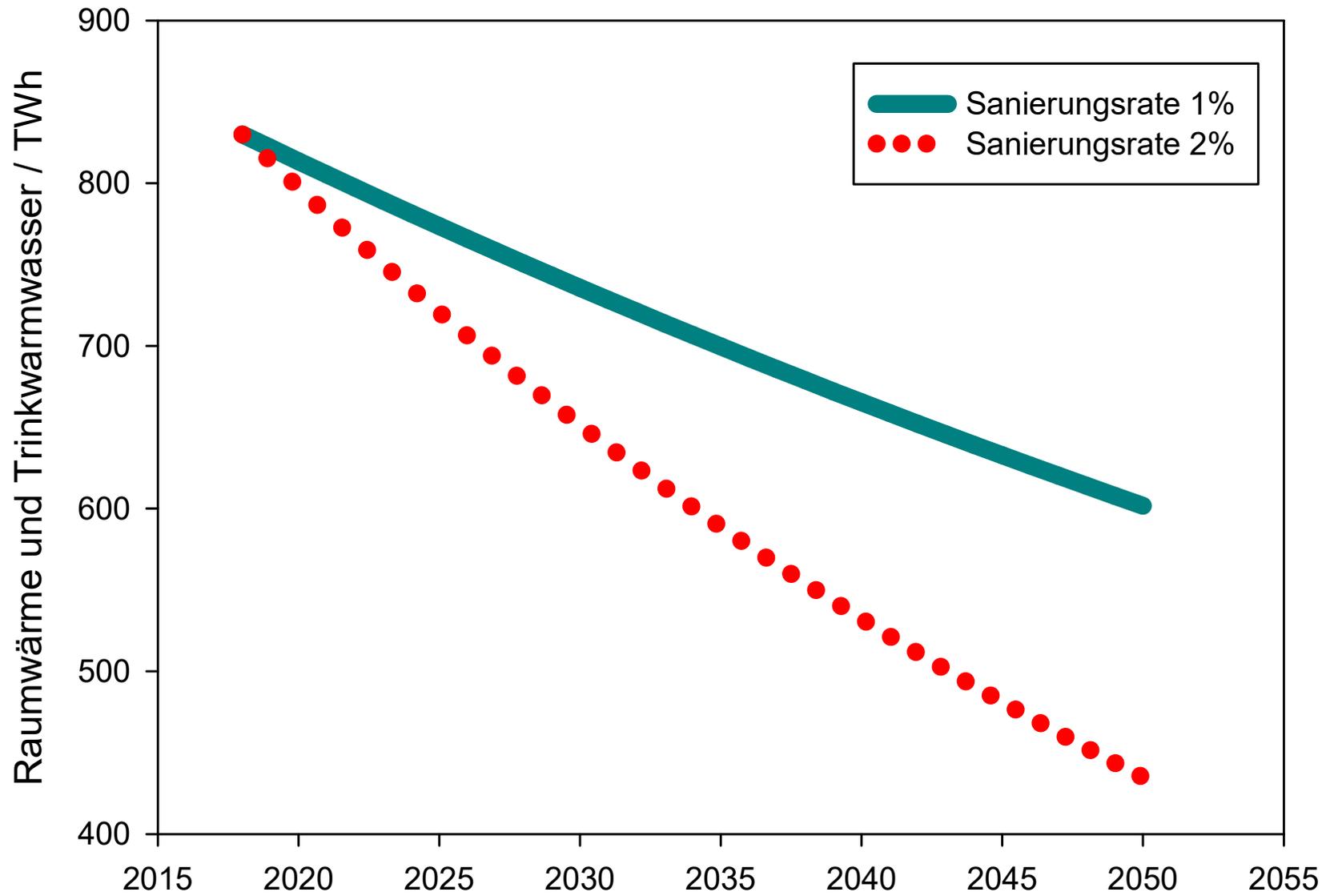
Wärme 1.373 TWh, 12,9 % EE
(Raumwärme und Trinkwarmwasser 830 TWh)

Mobilität 748 TWh/a, 5,2 % EE

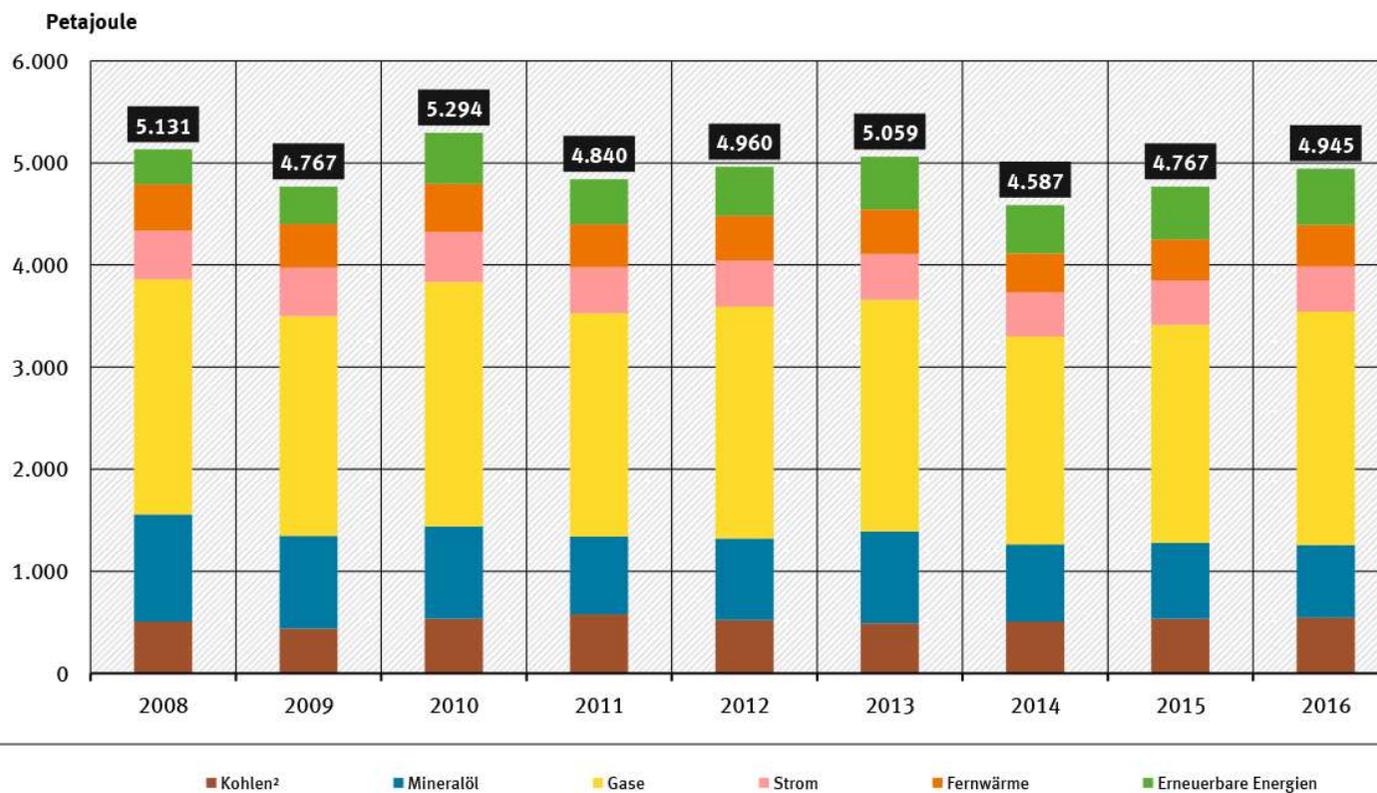
Gebäudebestand und Energieverbrauch



Effizienzpotentiale im Wärmebereich?



Wärmeverbrauch¹ nach Energieträgern

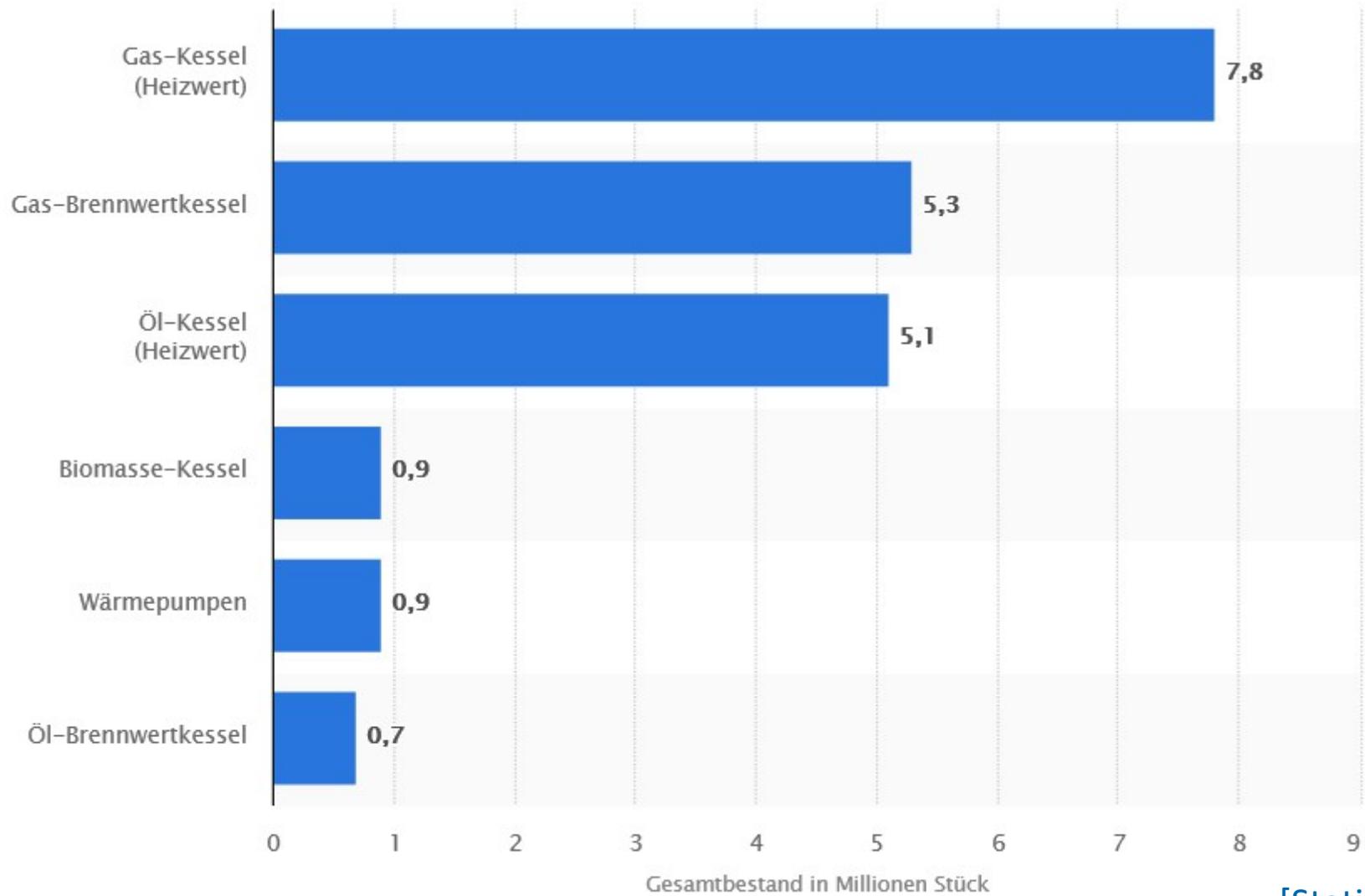


¹ ohne Kälteanwendungen
² und sonstige Energieträger

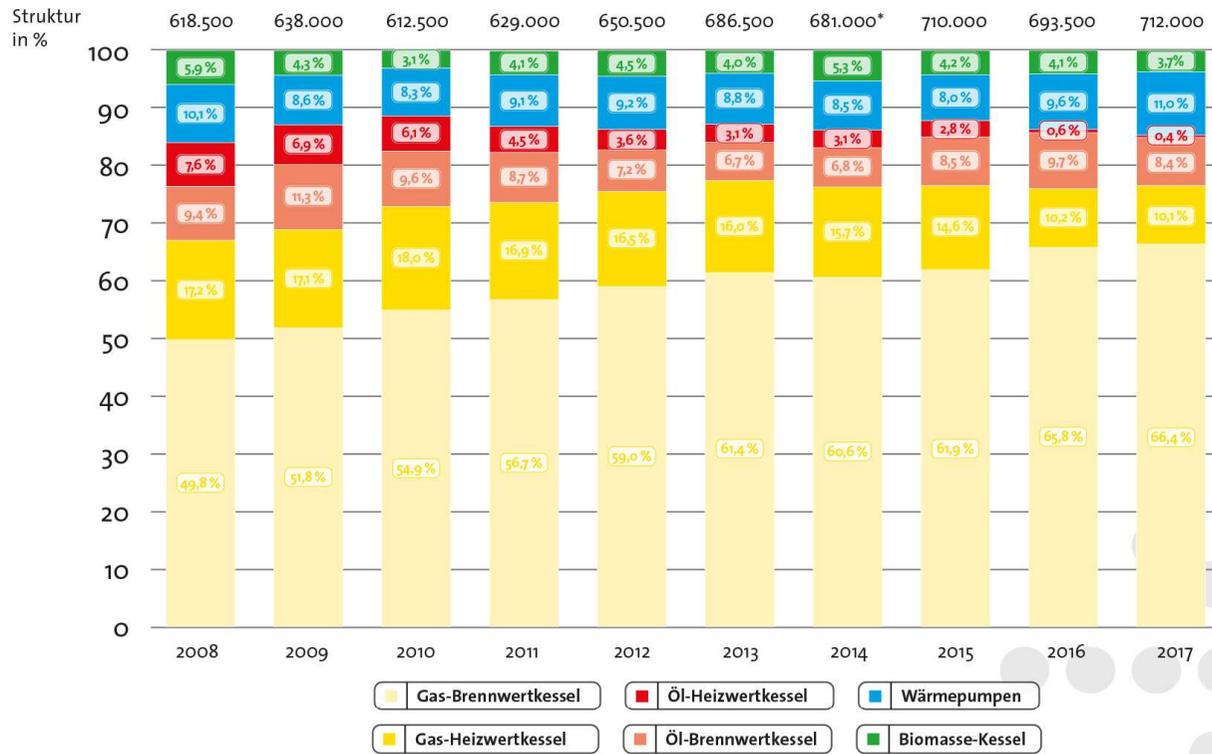
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2016, Stand 11/2017

[UBA / AGEE-Stat]

Wärmeerzeugung Gebäudebestand 2016:



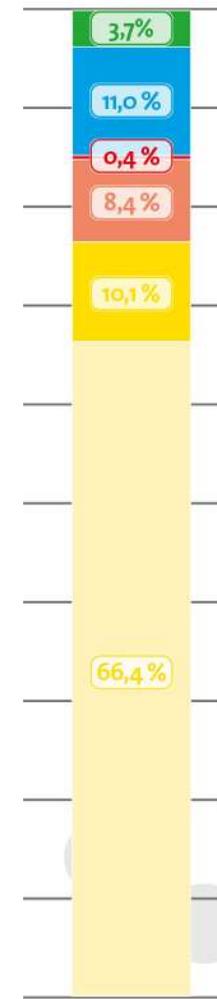
[Statistica]



* Eine Erweiterung des Meldekreises in der Produktstatistik „Biomassekessel“ im Jahr 2014 führte zu höheren Stückzahlen im Vergleich zum Vorjahr. Die prozentuale Entwicklung zum Vorjahr ist aber negativ.

10-Jahres-Verlauf Absatz Wärmeerzeuger Deutschland

712.000



2017

2001 (!)

Zielsetzung des Vorhabens:

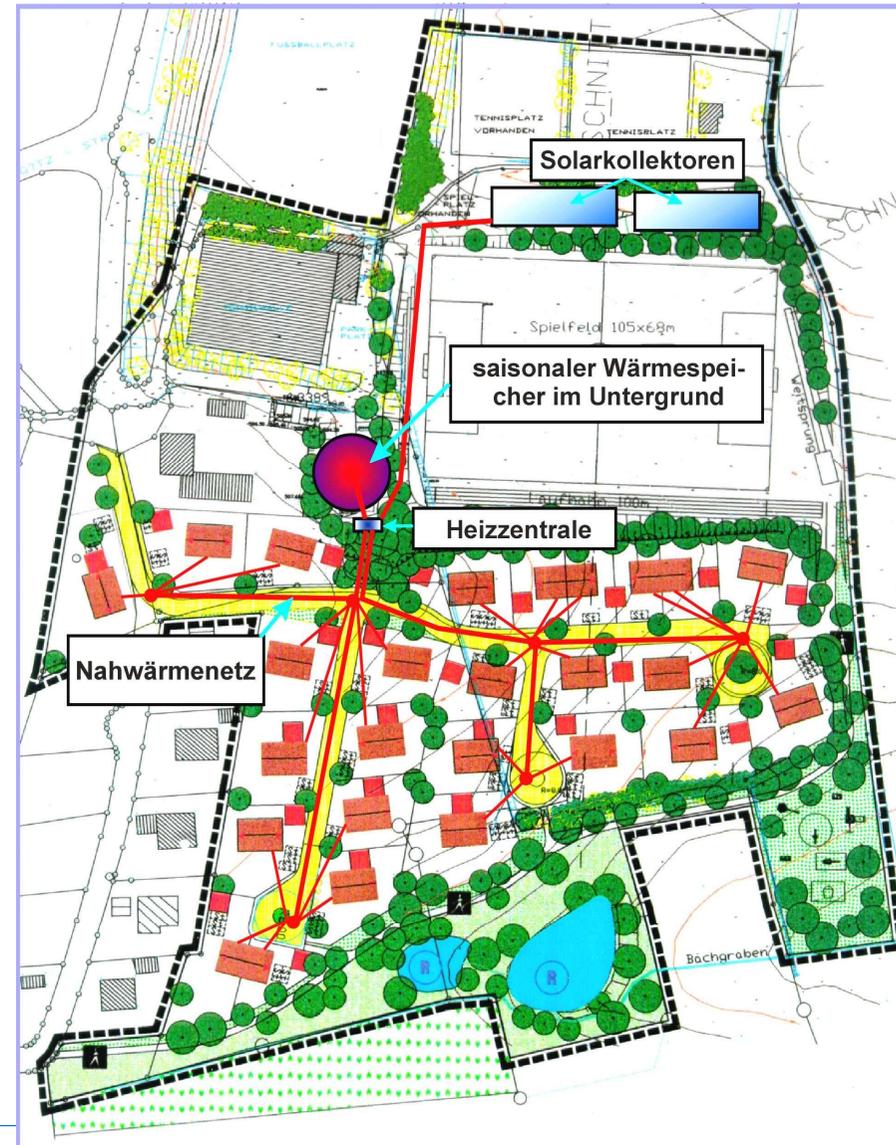
- Primärenergieeinsparung durch verbesserten Wärmeschutz,
- Einsatz von Solarenergie
- Einsatz von Wärmepumpen
- Kostenneutral für Verbraucher

Art der Bebauung:

- 20 Einfamilien- und
5 Doppelhäuser

Wärmebedarf:

- Niedrigenergiehausstandard
- Heizwärme 385 MWh/a
- Brauchwasser: 102 MWh/a
- **Summe: 487 MWh/a**



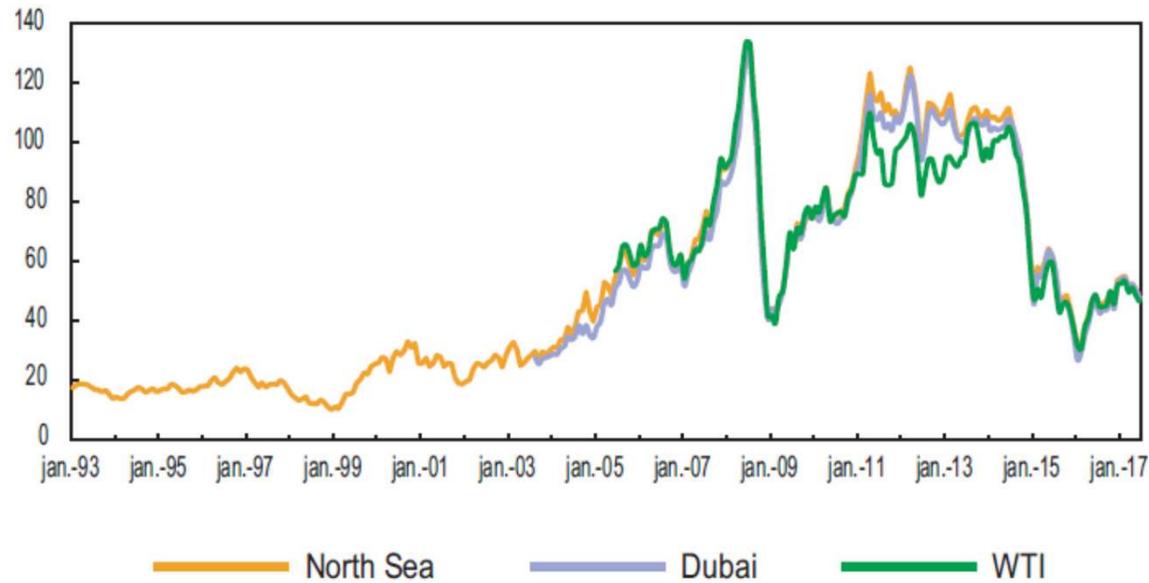
Der Grund: Fossile Brennstoffe und entsprechende Kessel sind momentan grenzenlos günstig!

- Gas 1,8 c/kWh ohne Abgaben für Großabnehmer, 5 c/kWh für Haushalte
- Gas-Brennwertgerät ca. 2000-5000 €

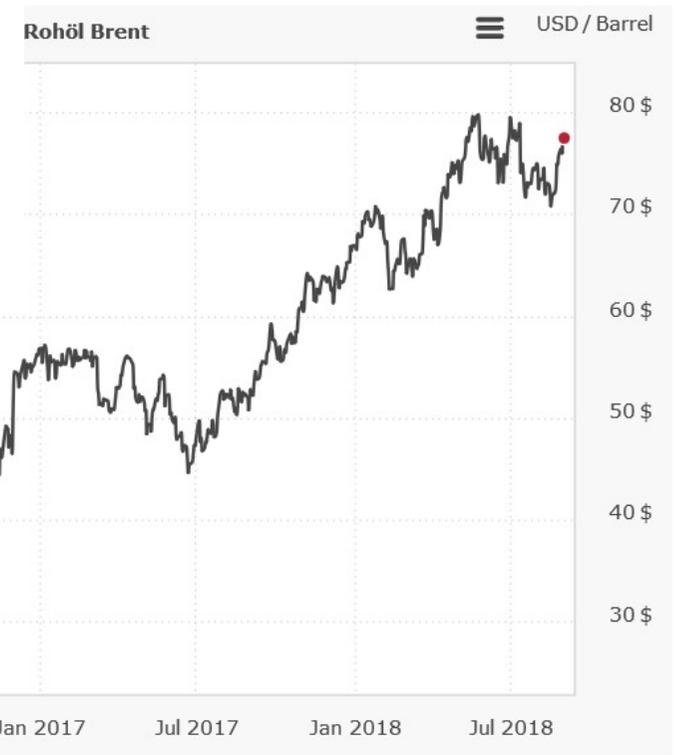
- Vergleich Wärmepumpe:
- Investition min. 10.000 €
- Strom 20-25 c/kWh im Wärmepumpentarif (bei COP 3,5 dann 6-7 c/kWh Wärme)
- Bei sehr niedrigen Außentemperaturen zusätzlich teure direkte el. Beheizung

Ölpreisentwicklung 1993-2018

Average key crude oil spot prices in USD/barrel



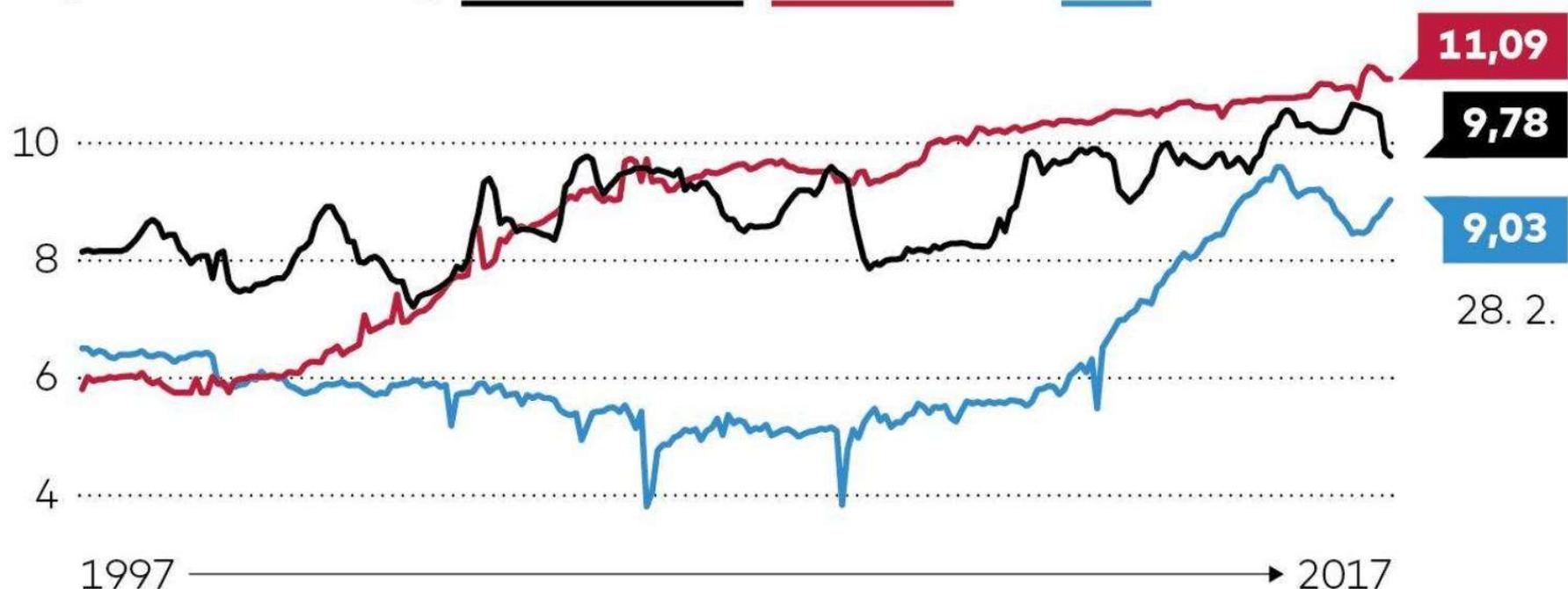
[esyoil 2018]



[IEA 2017]

Politischer Rohstoff

Tägliche Ölförderung Saudi Arabien, Russland und USA, in Mio. Fass



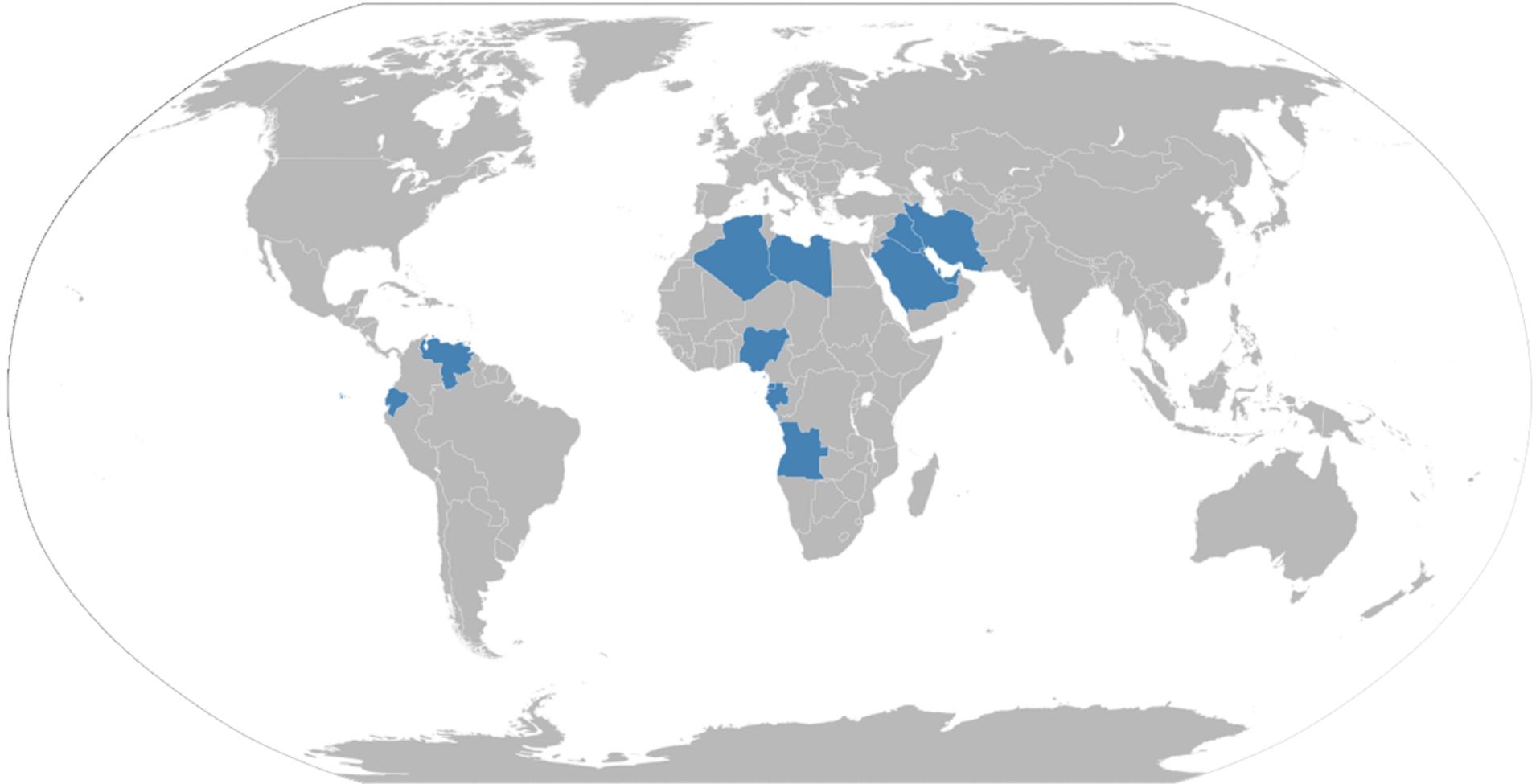
28. 2.

welt

Quelle: Bloomberg

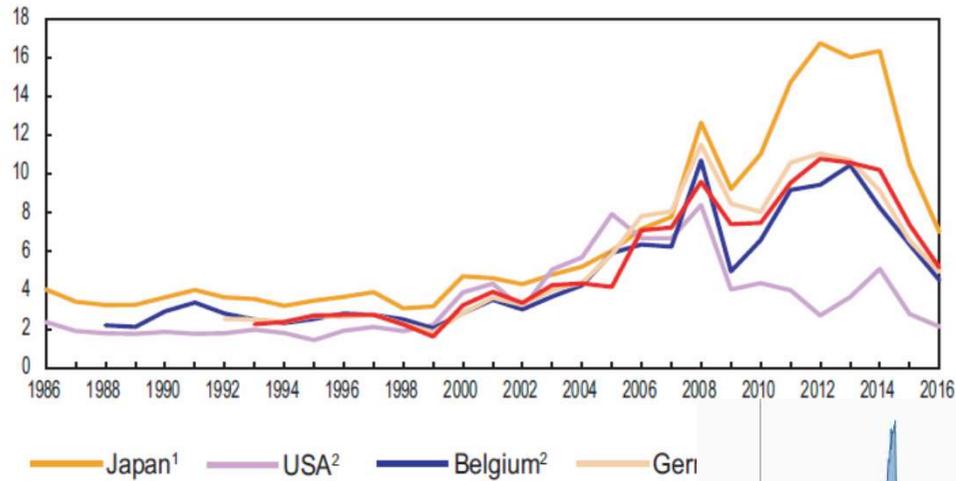
1 BBL = 140 Mtoe

Die OPEC



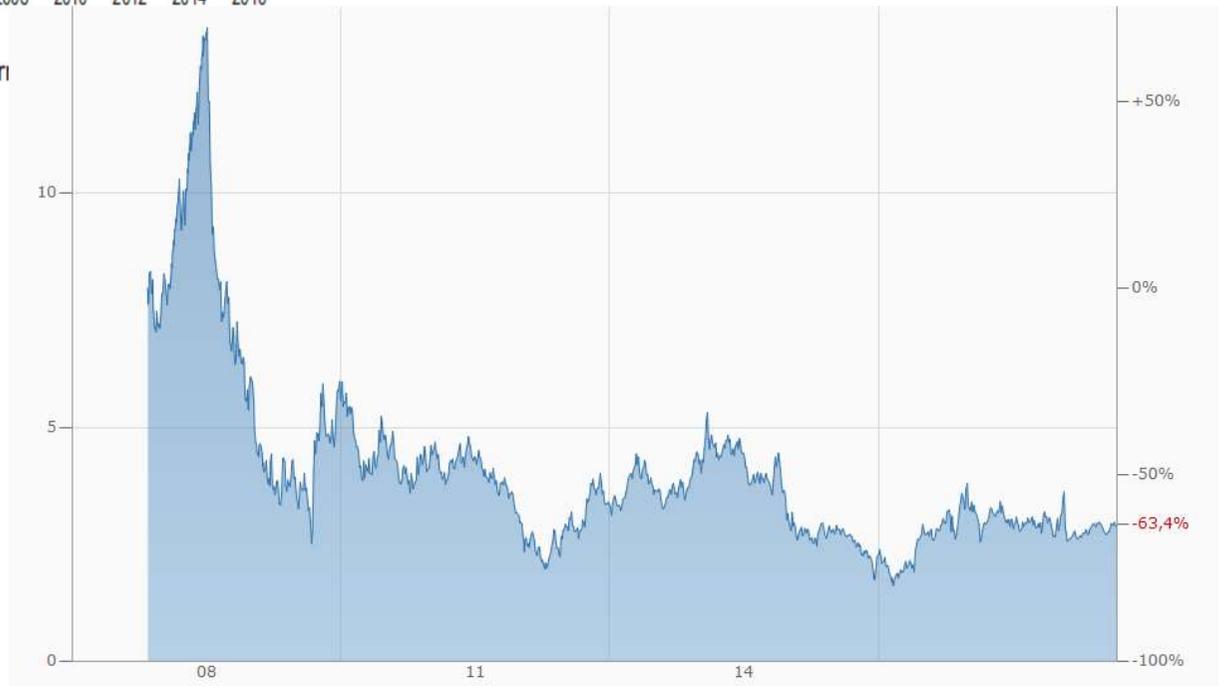
Gaspreisentwicklung 1986-2018

Average natural gas import prices in USD/MBtu



[finanzen.net 2018]

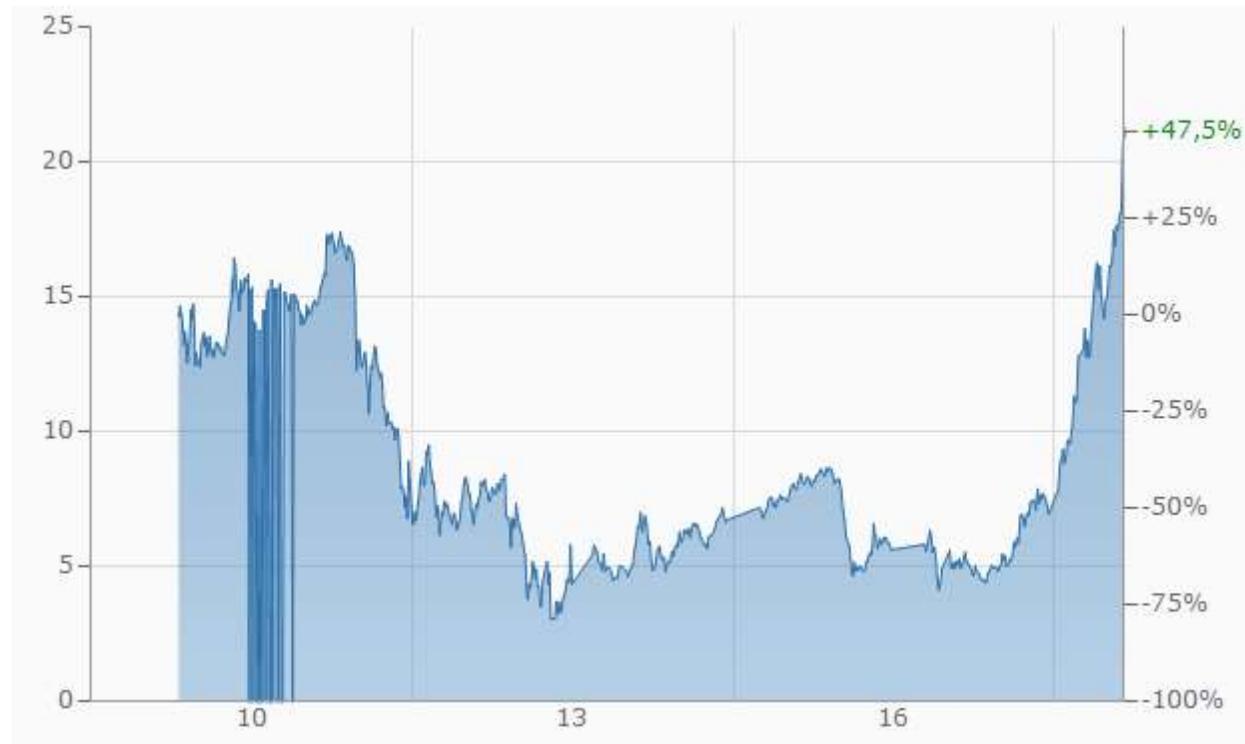
[IEA 2017]



Zwischenfazit:

- Peak-Oil nicht in Sicht (neu entdeckte Vorkommen in Texas und Bahrain)
- Durch Frackingboom gesunkene Preise brems(t)en die Wärmewende stark
- USA zwingt OPEC und Russland mit der Folge wohl langanhaltend relativ günstiger Ölpreise (nach jüngst 2 Jahren Aufwärtstrend)
- Jüngster Anstieg Folge von Spekulationen, nicht Knappheit.
- Gaspreis bleibt niedrig? Mglw. in Europa Aufwärtstrend durch Abbau der Förderung in Groningen!

Aber: Preise für CO₂-Emissionszertifikate steigen wieder!



- Pro Jahr 2,2 % weniger Zertifikate pro Jahr ab 2021
- Marktstabilisierungsreserve ab 1. Januar 2019 (bis zu 25 % weniger Zertifikate)
- Derzeit Spekulation (geringes Volumen, großer Hebel!)

Wie geht es weiter?

- Effizienzgewinne nutzenergieeitig nur durch entsprechende Verordnungen (EnEV 2021: Null-Energie-Gebäude)
- Ziel Bundesregierung 2050: Klimaneutraler Gebäudebestand!
- Erfolge und stark sinkende Preise im EE-Strom-Sektor gibt Hoffnung auf Dekarbonisierung

Aber:

- Schärfere Verordnungen für Sanierung haben bei niedrigen Energiepreisen einen bremsenden Effekt
- Sanierungsrate könnte bei niedrigen Energiepreisen langanhaltend niedrig bleiben!
- Dekarbonisierung durch EE-Strom ist effizienzabhängig!

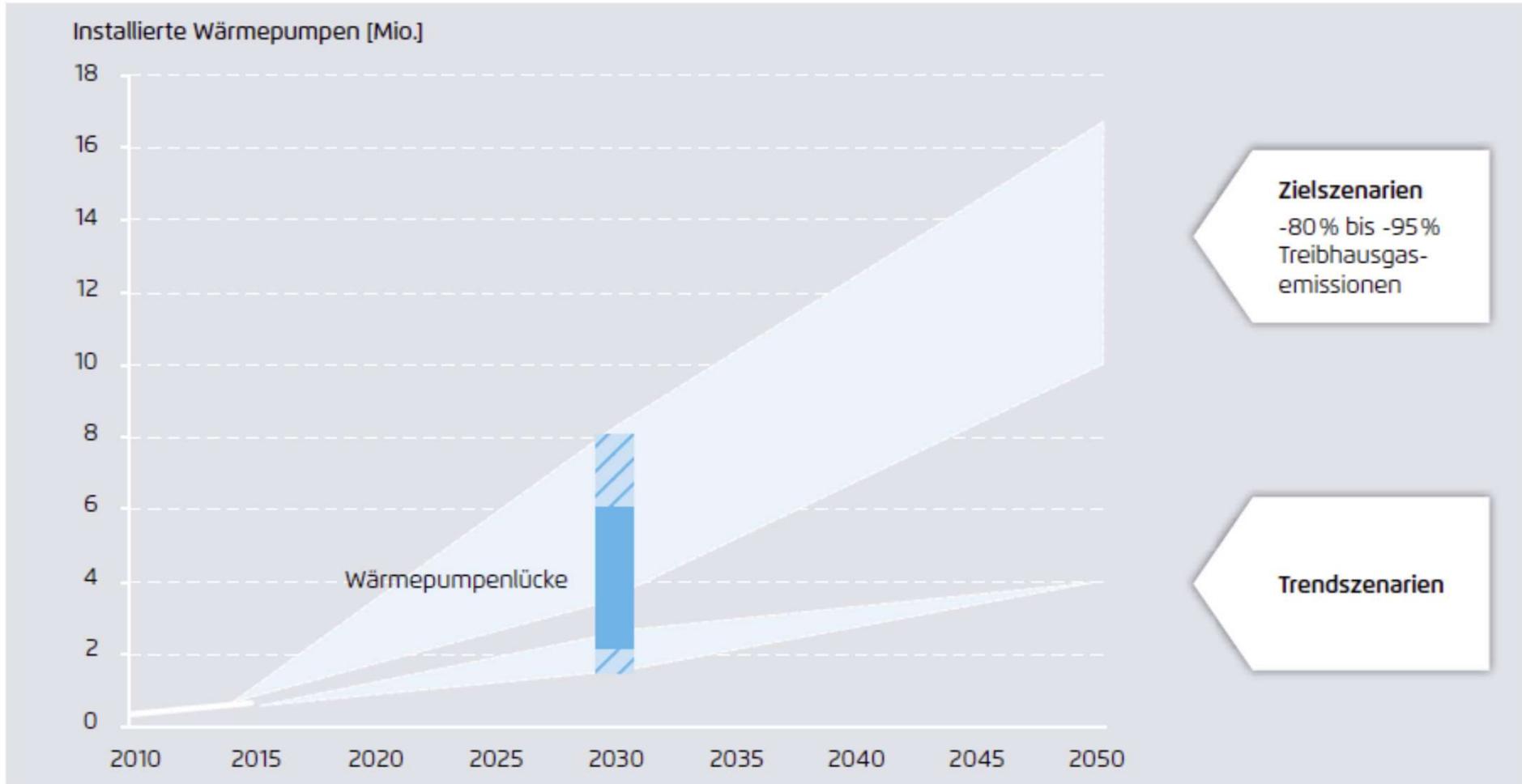
Nachhaltige und effiziente Wärmeerzeugung

Weg von Gas und Öl!

Neubau / geringer Bedarf	Altbau / hoher Bedarf
Strom (PV) / Wärmepumpe	BHKW / KWK
Biomasse (Holz)	Biomasse (Biogas/Holz)
Eher dezentral / wenig saisonal (weniger Heizlast)	Eher zentral / stärker saisonal (höhere Heizlast)
Kalte Nahwärme?	Nah- / Fernwärme

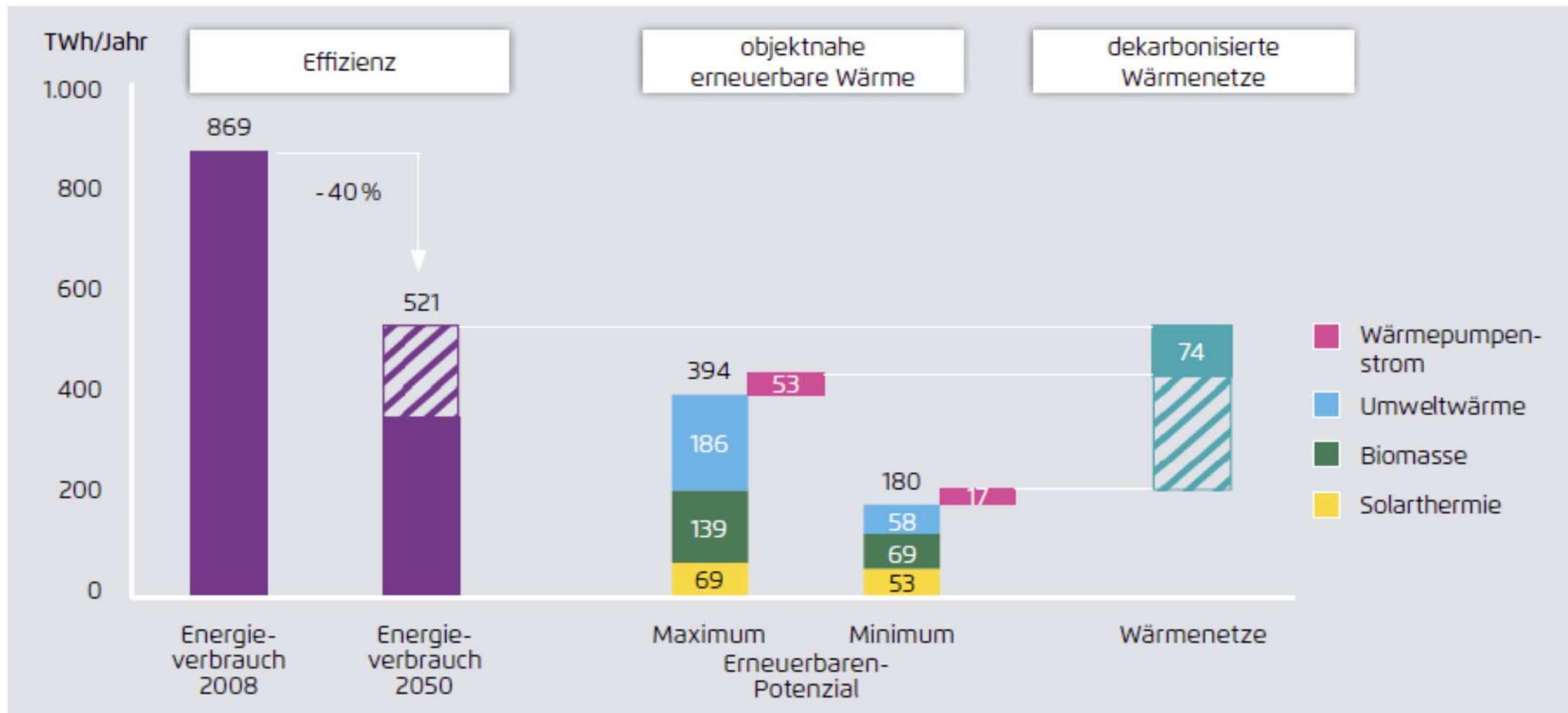


Zukünftige Wärmeversorgung



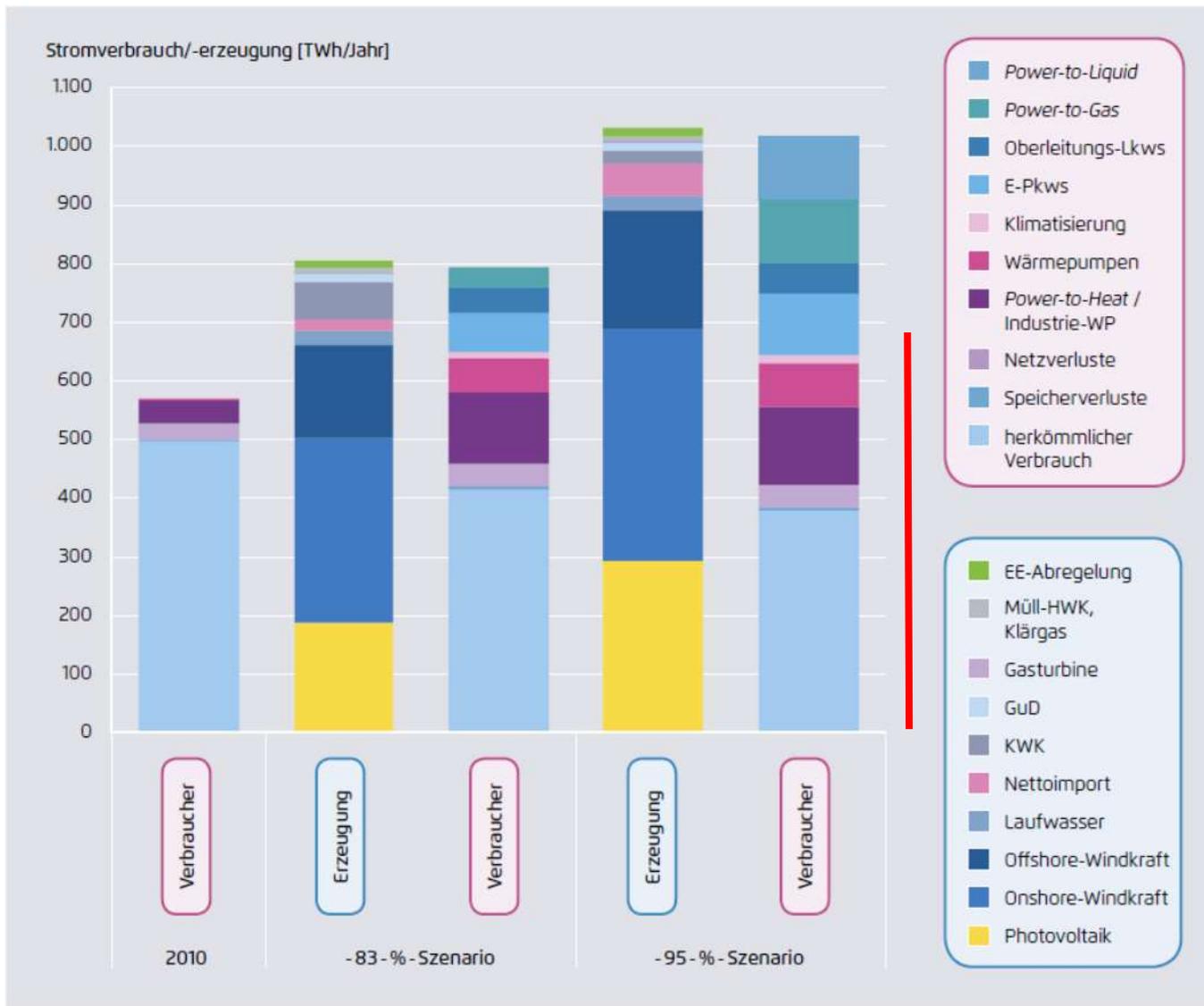
[Agora Energiewende]

Zukünftige Wärmeversorgung



[Agora Energiewende]

Strombedarf und -Erzeugung 2050



Ökologisches Potential UBA:

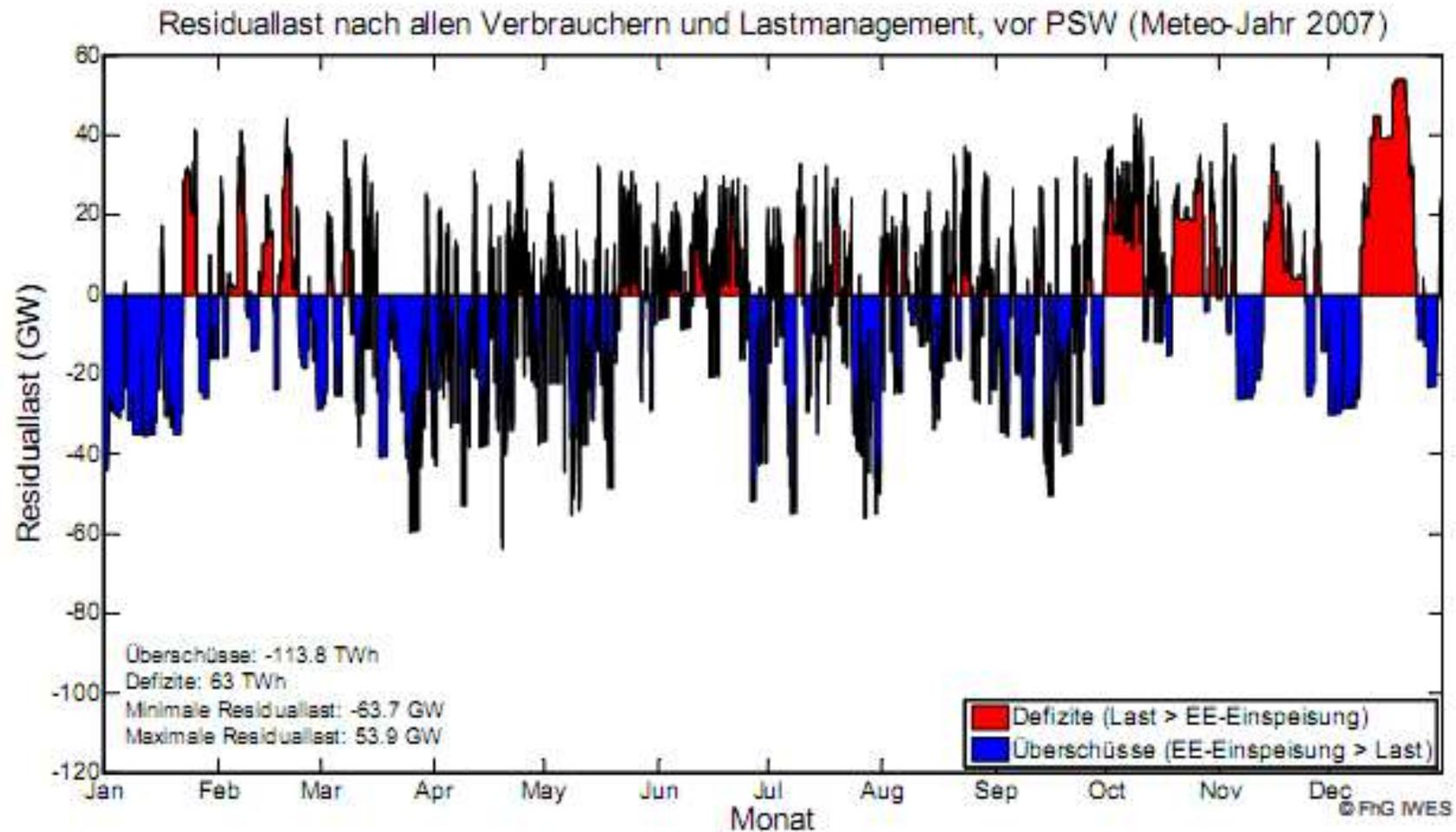
687 TWh/a

(wenig Biomasse)

[UBA 2010]

[Agora Energiewende]

Residuale Gesamtlast (unter Berücksichtigung von Lastmanagement und Pumpspeichern) für das Jahr 2050, basierend auf dem Wetter-Jahr 2009



Maximum des Speichers (bei Methan als ET) beträgt unter den getroffenen Annahmen 75 TWh

Wärmepumpenlücke?

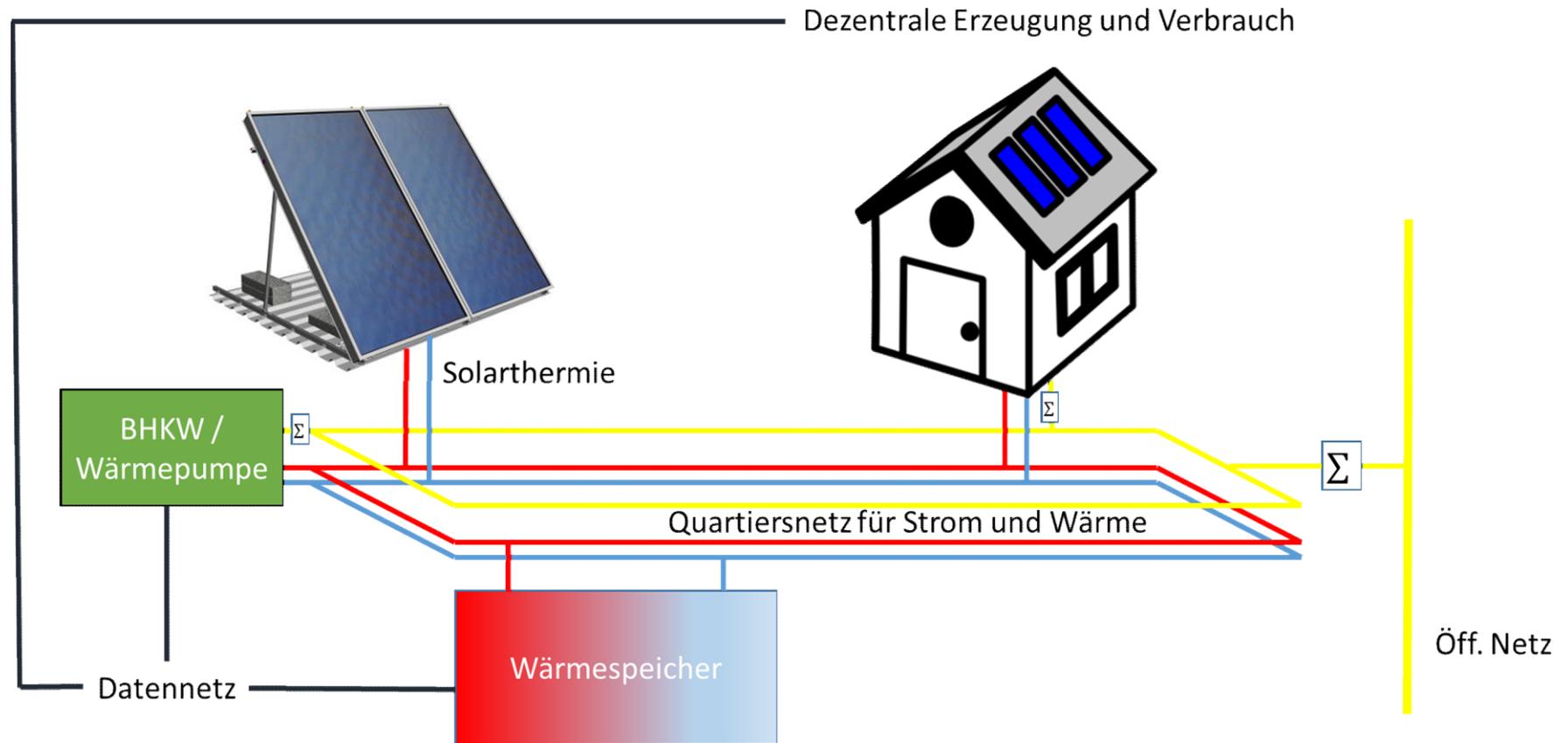
- Wärmepumpenabsatz an Sanierungs- und Neubaurate gekoppelt
(für hohe Wärmebedarfe und Wärmelasten unwirtschaftlich)
- Geringes Potential für Demand-Side-Management
(niedrige Temperaturen, daher geringe stromgeführte Speicherfähigkeit wärmebedarfsseitig)
- Größeres Potential bei größeren Speichern auf Quartiersebene!
(bspw. sinnvoll als Zusatzelement, dann keine Stromabhängigkeit)

Nexus 2018: Flexibilität und Kosten!

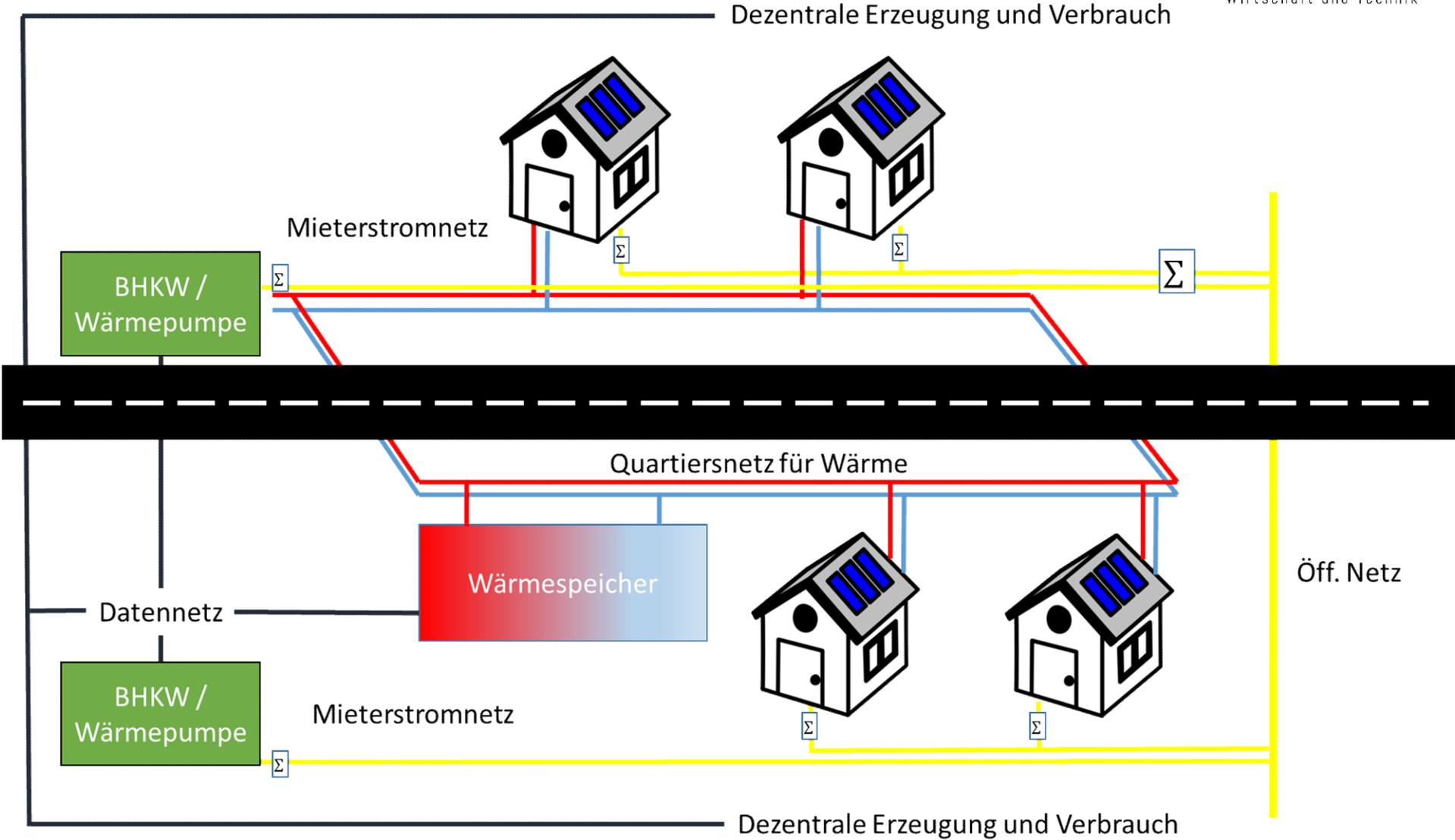
Warum Quartier? (Speicher-)Erstellungskosten:

	Speicher	Kosten	Spez. Kosten	Leistung
Kurzeit	Flywheels, Supercaps, SMES	Leistungsspeicher für Frequenzregelung / Stromqualität	> 1000 €/kWh	Bis 40 MW
	Lilon-Akku		400-800 €/kWh	Bis 50 MW
	Redox-Flow		100-800 €/kWh	Etwa 1 MW (theor. mehr)
	Bleiakku		100-200 €/kWh	<< 1 MW
	Wasserspeicher	300 L 50K 4,19 kJ/kg = 17,5 kWh ~ 1000 €	57 €/kWh	Etwa 30 kW
Saisonal	Wasserspeicher	5 GWh ~ 20 Mio. €	4 €/kWh	> 2 MW
	Erdsonden	6 MWh ~ 5000 €	0,83 €/kWh	Max. ca. 500 kW
	Aquifer	15 GWh ~ 2 Mio. €	0,13 €/kWh	Etwa 2 MW
	Kaverne H ₂	150.000 m ³ 80 bar 3 kWh/m ³ = 36 GWh ~ 20 Mio. €	0,56 €/kWh	Insg. min. 5 GW
	Kaverne CH ₄	150.000 m ³ 80 bar 10 kWh/m ³ = 120 GWh ~ 20 Mio. €	0,17 €/kWh	Insg. min. 15 GW

Idealtypisches Quartiersnetz



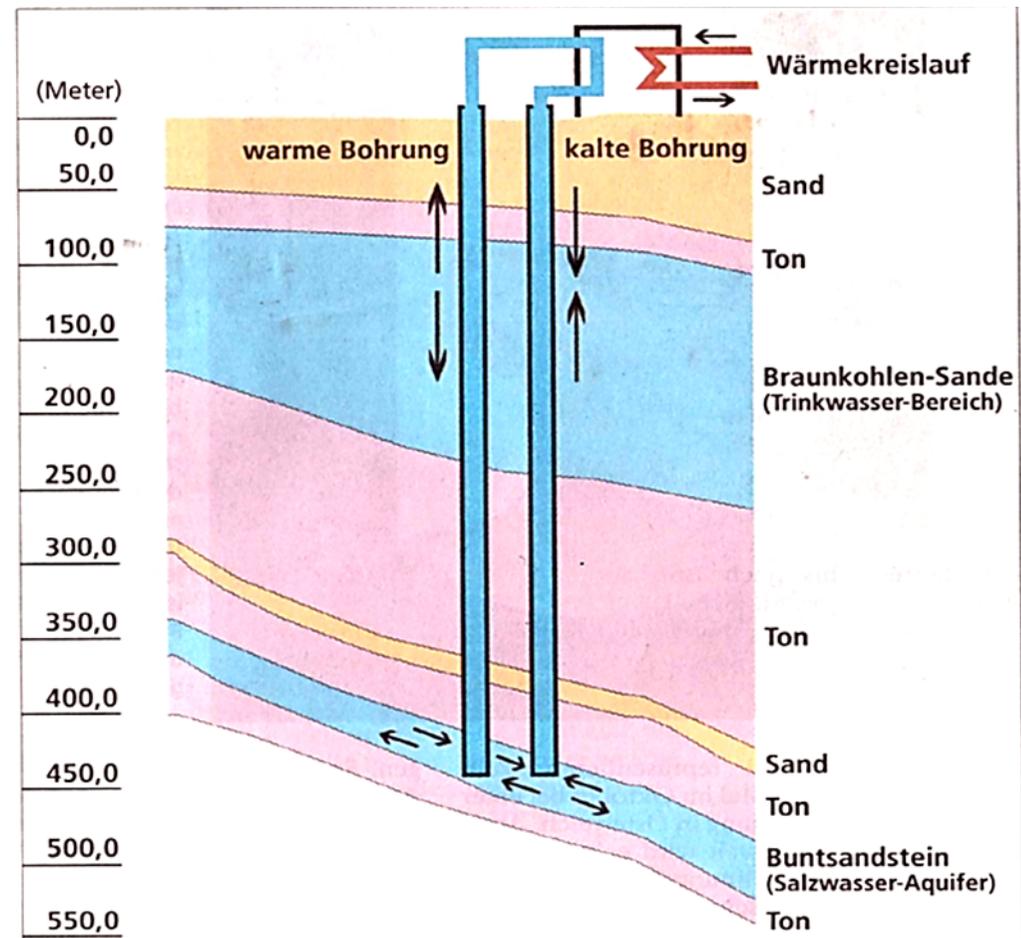
Derzeit mögliches Quartiersnetz



Aquifer-Wärmespeicherung für Wärmenetze

Den Speicher gibt es schon, es muss nur der Anschluss gelegt werden:

- Nur etwa 2 Mio. € Invest
- 1/40 der Kosten oberirdischer Speicher
- Vergleichsweise geringe Wärmeverluste (bei saisonaler Speicherung) etwa 75 % Effizienz
- Geringer Platzbedarf / oberirdisch kaum sichtbar!
- Speicherkosten 2-6 c/kWh
- Extrem kosteneffiziente Langzeit-Speicherkomponente für PtH und EE-KWK



[LZ LG 11.09.2015]

Effekte erneuerbares Methan + Wärmespeicher

Beispiel klimaneutraler Bockelsberg / Lüneburg

	w/o ATES	with ATES	f_{EM}	w/o ATES	with ATES
Biomethane (CHP)	16.6 GWh	23.3 GWh	80 g/kWh	1,328 t	1,864 t
Natural gas (vessels)	3.4 GWh	0.7 GWh	245 g/kWh	833 t	172 t
Electricity production (CHP)	6.4 GWh	9.2 GWh	- 821 g/kWh	- 5,254 t	- 7,553 t
Electricity consumption	2.7 GWh	2.7 GWh	5 g/kWh	14 t	14 t
(campus, renewable)	0.55 GWh PV	0.55 GWh PV	80 g/kWh	44 t	44 t
Cars and business trips				599 t	599 t
other				≈ 800 t	≈ 800 t
Balance				-1,636 t	-4,060 t

Fazit:

- Dekarbonisierung allein auf Basis von EE-Strom ist eine große Herausforderung! (Strom ist weiterhin knapp! Nach Biomasse kommt Wind unter Beschuss...)
- Lösung wäre verstärkter Ausbau vor allem photovoltaischer Erzeugung - solar Millenium (Dynamik ist da!)
- Quartierskonzepte sind für die Integration erneuerbarer, aber vor allem auch den Umbau der Wärmeinfrastruktur äußerst hilfreich (Integration günstiger saisonaler Speicher!)

