

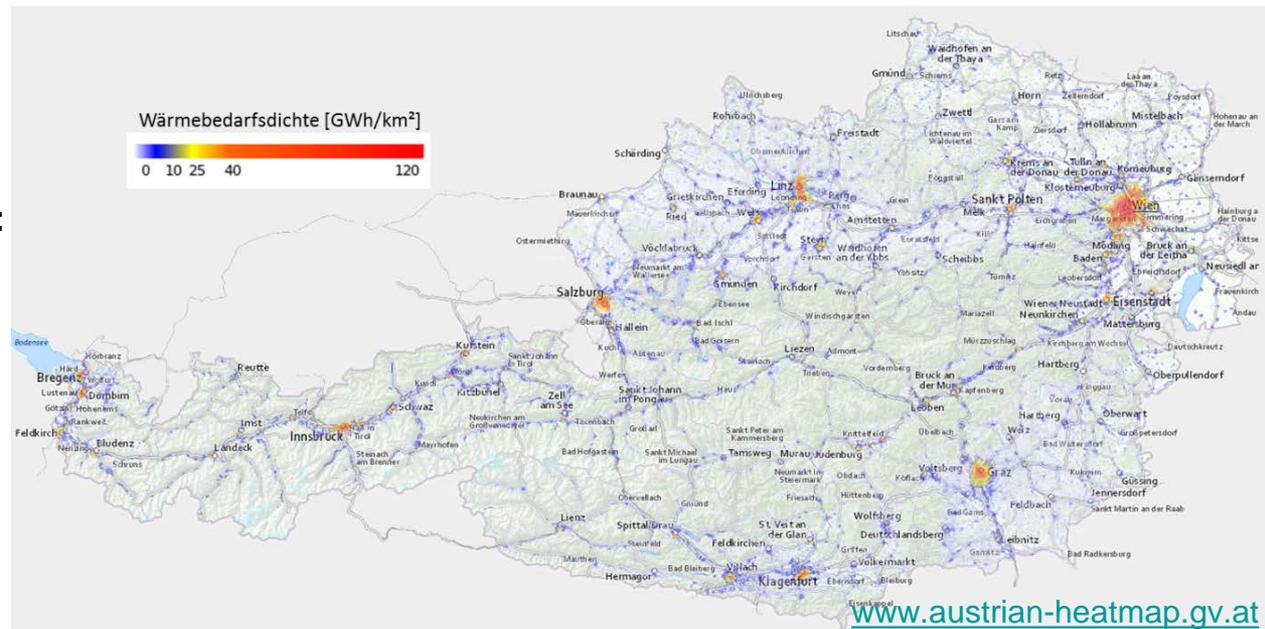
# Fernwärme in Österreich – Status quo und Perspektiven bis 2050

*Michael Hartner, Richard Büchele, Reinhard Haas, Marcus Hummel, Ricki Hirner, Andreas Müller, Sara Fritz, Sebastian Forthuber, Lukas Kranzl, Eric Aichinger, Gerhard Totschnig*

**TU Wien**

## Projekte zu Wärme/Fernwärme:

- Potenzialbewertung – BMWFW
- Mapping Heat and Cooling – EU
- ProgRESHeat – EU
- Power2Heat Pot – FFG
- SolarGrids – FFG
- AutRES 100
- URBEM
- etc.

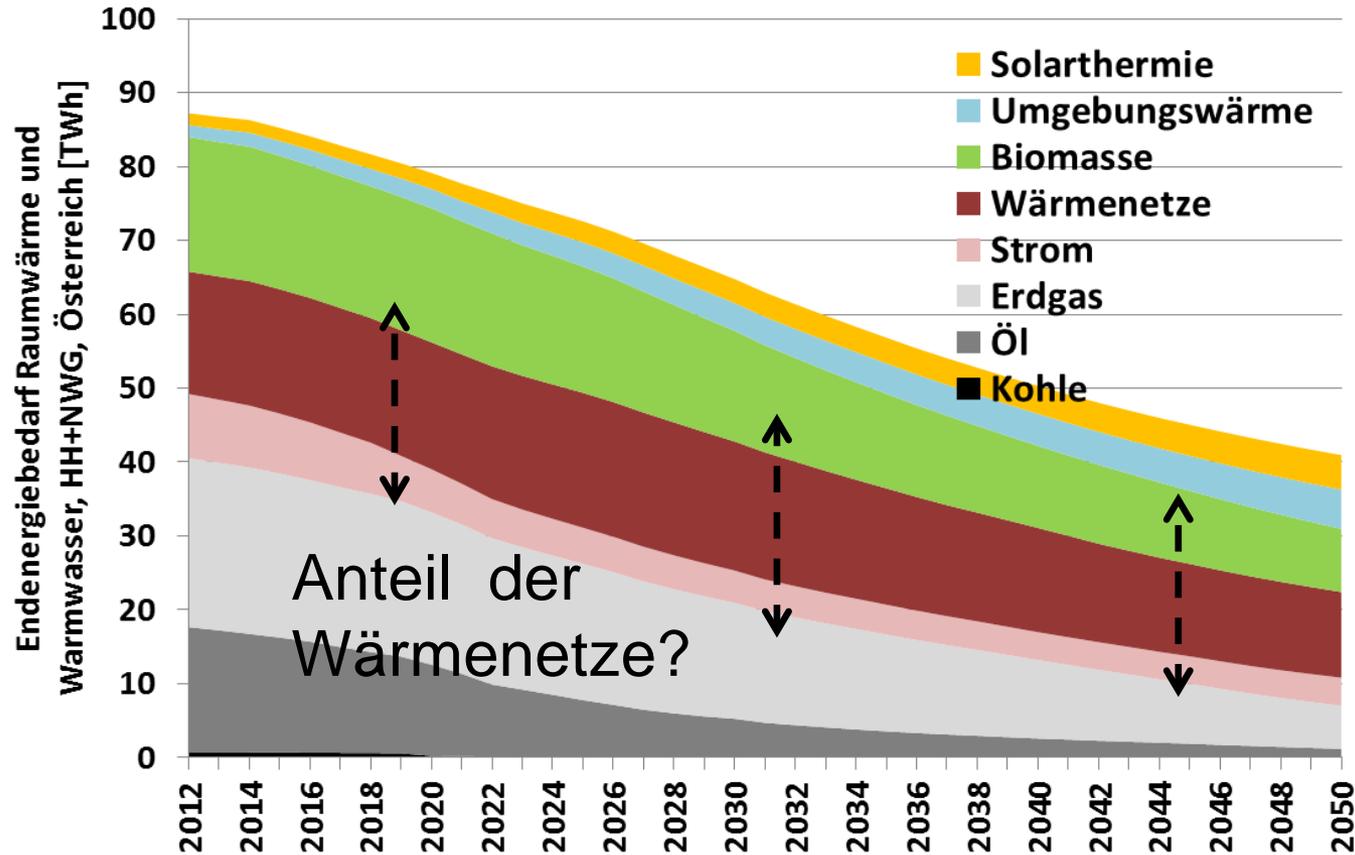


## Perspektiven für Wärmeversorgung bis 2050?

- **Klimaziele** erfordern eine **fast vollständige Dekarbonisierung** des Wärme- und Stromsektors **bis 2050**
- **Starker Rückgang des Wärmedarfs (bis zu >50%)** durch
  - Effizienzmaßnahmen Gebäudebestand
  - Klimaerwärmung (ca. 10% Rückgang der Heizgradtage seit 1980)
- **Rolle der Fernwärme im Gesamtsystem?**

# Klimaziele und Wärmebedarfsentwicklung bis 2050?

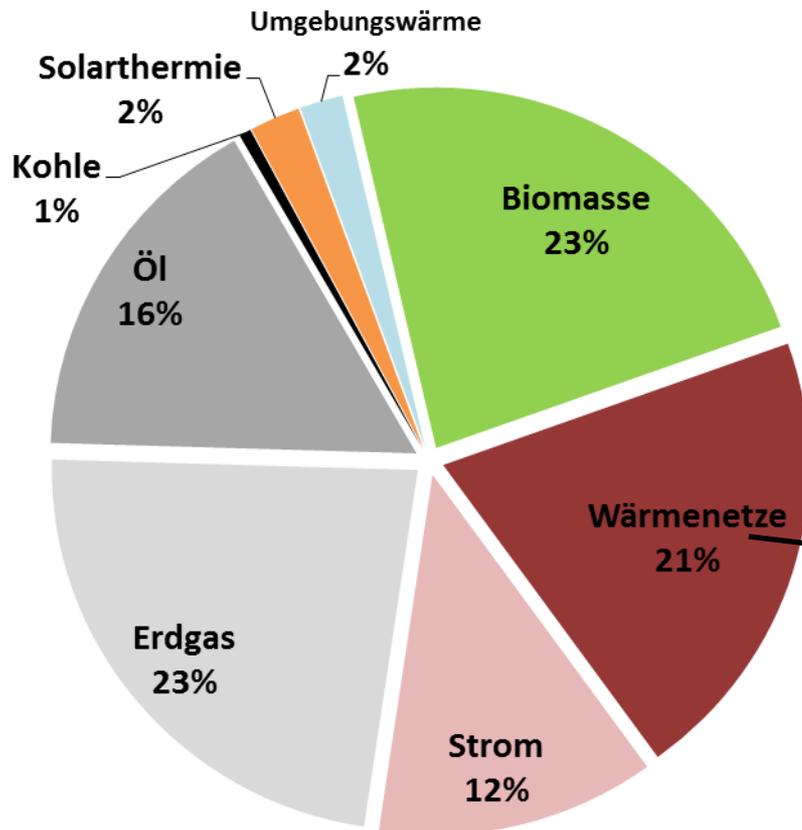
Ambitioniertes Szenario – Reduktion der THG-Emission >80%



Quelle: Monmech Szenarien - WAMplus

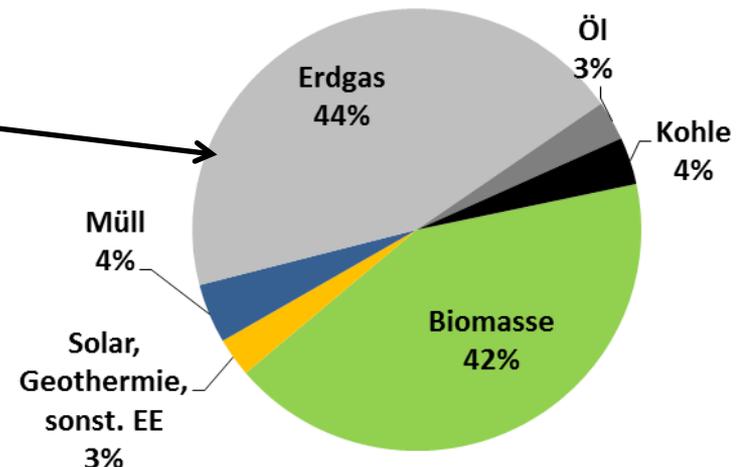
# Wärme/Fernwärme in Österreich Status quo

Endenergiebedarf für Raumwärme  
und Warmwasser 2012: 88 TWh



- 53% fossil bei Primärenergiebetrachtung
- Fernwärme <50% Erneuerbar
- Hoher KWK Anteil >60%

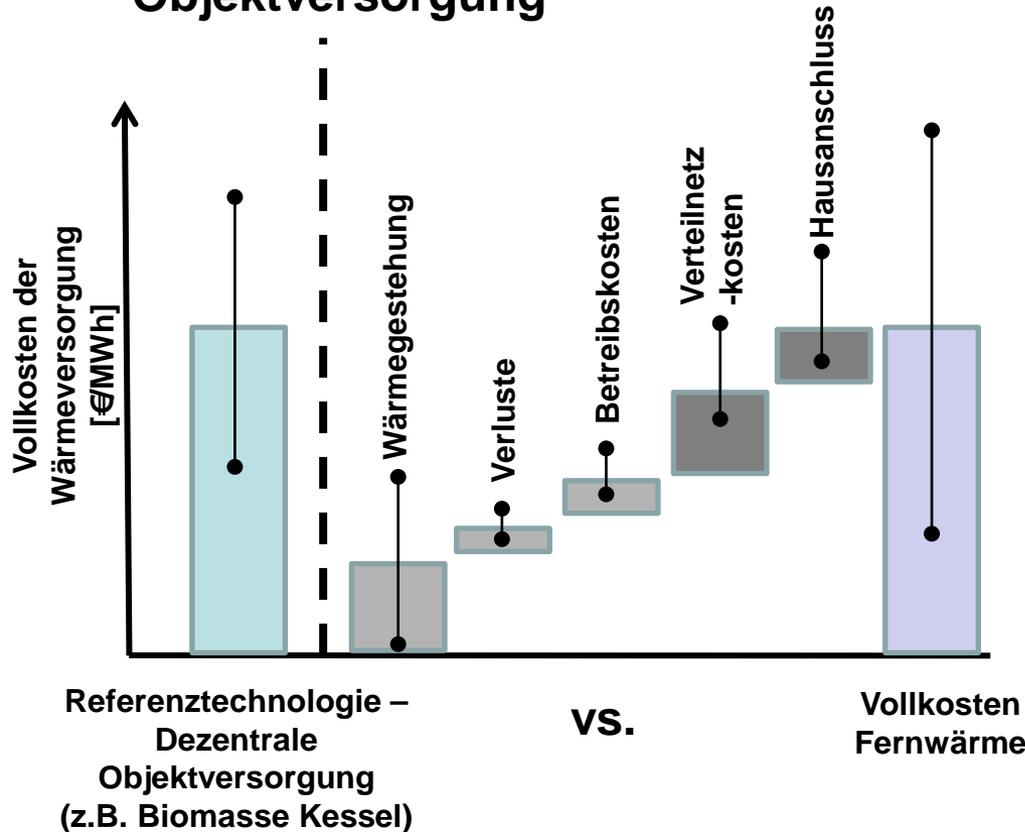
Energieträgermix Wärmernetze  
Gesamt ca. 18 TWh



Quelle: Mapping Heating and Cooling

# Fernwärmepotenziale

## 1) Ergeben sich aus regionalem Kostenvergleich zu dezentraler Objektversorgung



## 2) Teilweise auch andere Vorteile gegenüber rein dezentraler Wärmeversorgung

- Integration von Abwärme und Erneuerbarer
- Kopplung mit Stromsystem
- Feinstaub und sonstige Emissionen

Potenzialerhebung durch Verschneidung zwischen **regionaler Wärmenachfrage und -angebot.**

Wichtigste Einflussfaktoren:

- **Günstige, effiziente Wärmequellen**
- **Siedlungs- bzw. Wärmedichte**
- **Wärmemenge**

# Fernwärmepotenziale Hauptregionen bis 2025

## Kriterien:

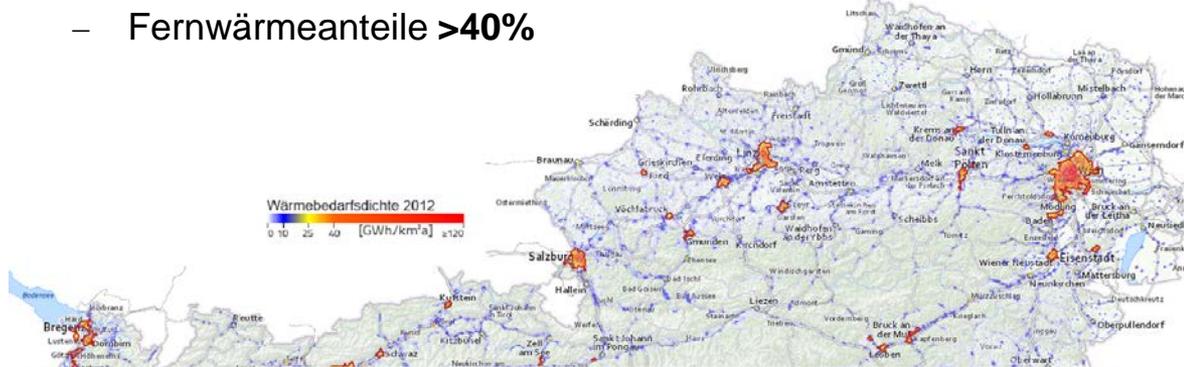
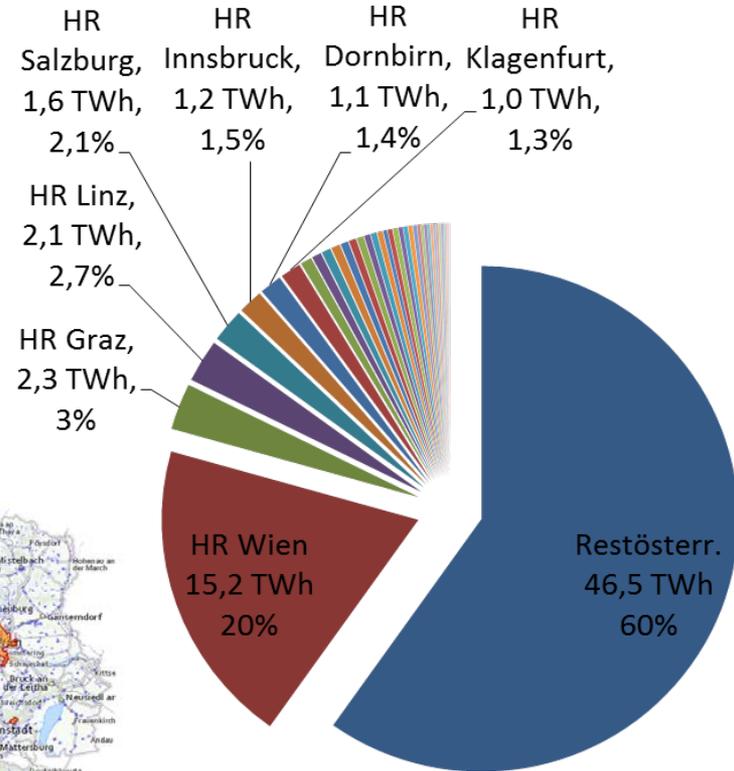
- Wärmedichte > 10 GWh/km<sup>2</sup>
- Bebauungsdichte > (0.25)
- Wärmebedarf > 10 GWh/a

## 38 Fernwärme-Hauptregionen in Österreich mit

- 40% des Raumwärme und Warmwasserbedarfs
- Fernwärme-Potenzial von bis zu **28 TWh**

## Potenzial aber auch in Restösterreich:

- Gesamt ca. 35 bis 40 TWh mit Netzkosten < 20 €/MWh
- Fernwärmeanteile > 40%



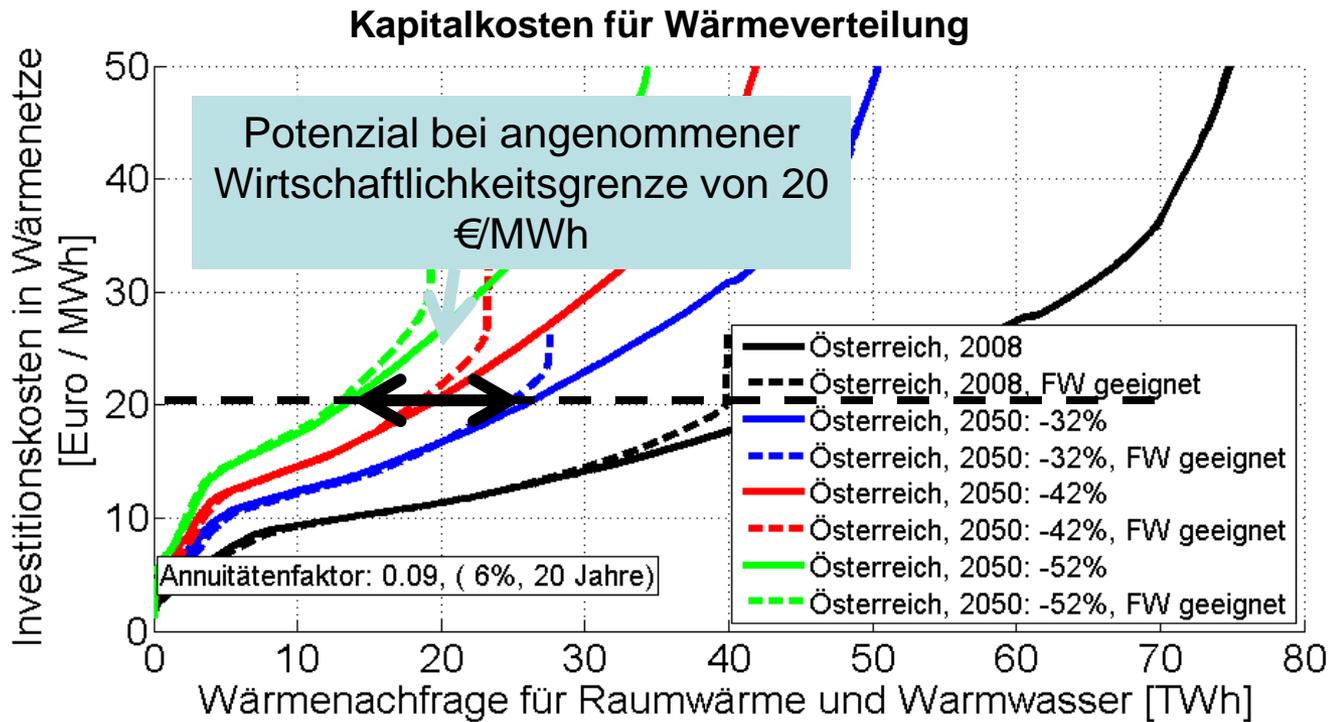
[www.austrian-heatmap.gv.at](http://www.austrian-heatmap.gv.at)

Quelle: FWKWK - Potenzialbewertung

## Fernwärmepotenziale bis 2050?

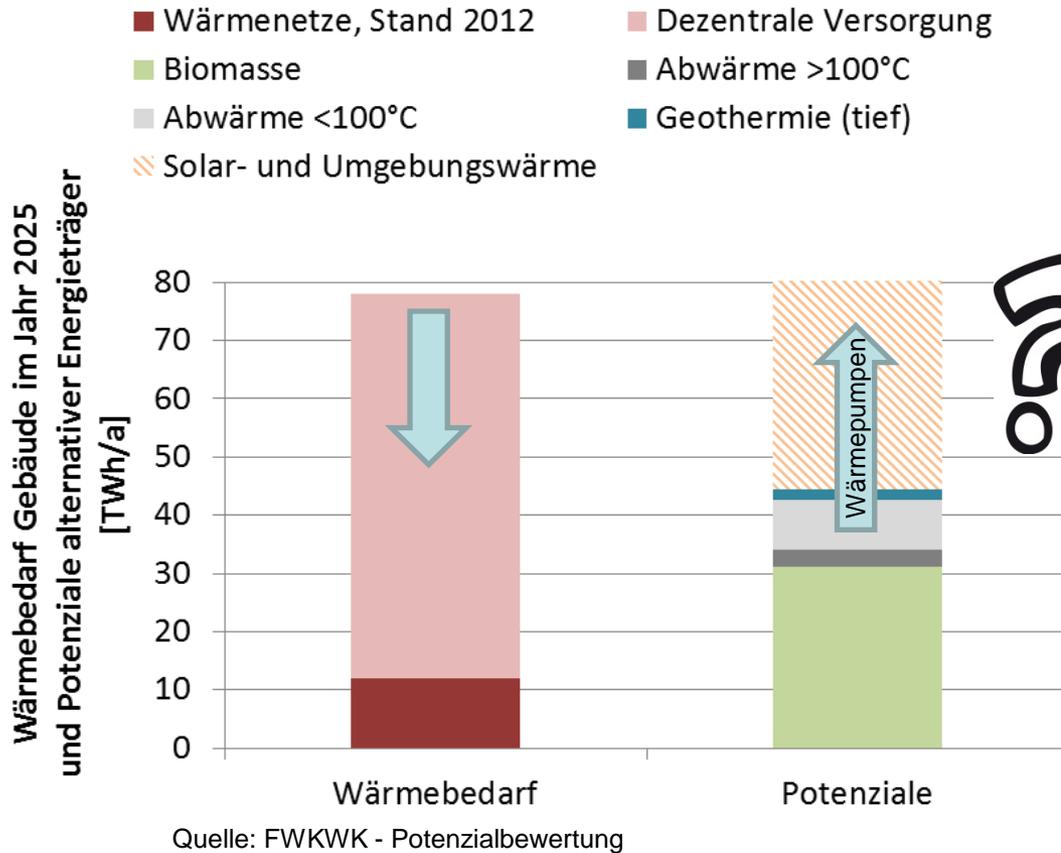
- Derzeit Nachfragepotenzial von **35 bis 40 TWh/a** mit Netzinvestitionskosten von  $<20$  €/MWh.a belieferbar
- Reduziert sich auf **13 - 24 TWh/a**  
Rückgangs des Wärmebedarfs bis **Kapitalkosten für Wärmeverteilung**  
jeweils  $>30\%$  des Wärmebedarfs
- Sinkende Nachfrage macht Investitionen in Infrastruktur tendenziell unattraktiver. Ausbau nur bei entsprechend hohen Anschlussgraden wirtschaftlich
- Verdichtung/Ausbau der Wärmenetze bei bestehenden Erzeugungskapazitäten möglich
- Trotz Rückgang der Wärmenachfrage besteht weiteres Ausbaupotenzial bis zum Jahr 2050

# Fernwärmepotenziale bis 2050



Quelle: Solargrids

# Potenziale für Fernwärme - Angebot



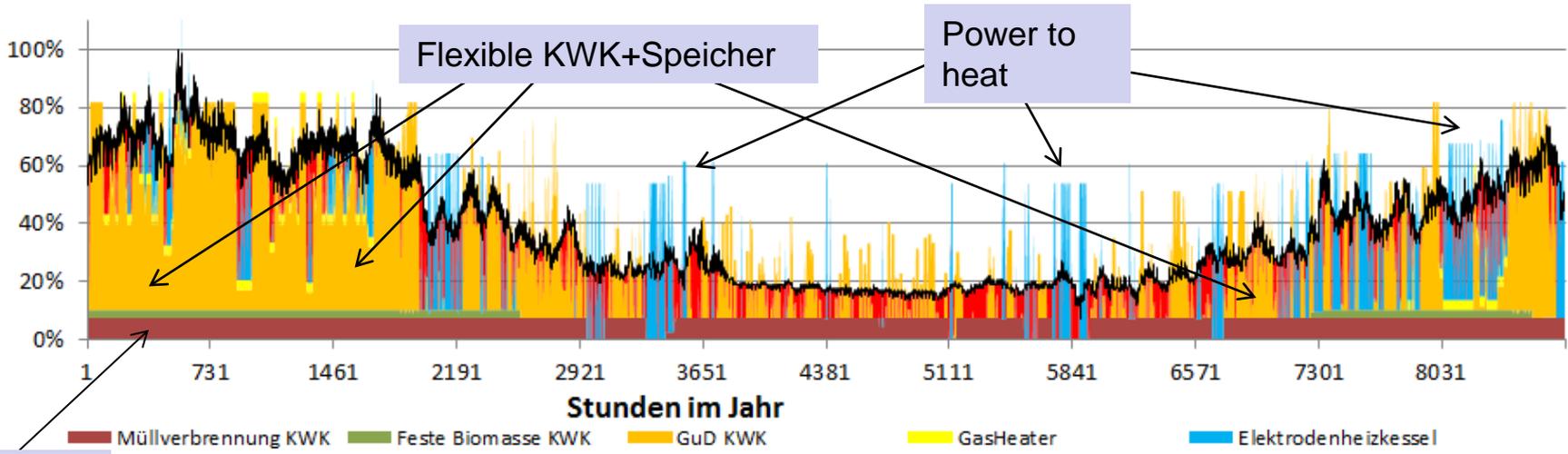
Wärmebedarf in Gebäuden kann in Zukunft grundsätzlich von alternativen Energieträgern gedeckt werden und beinahe vollständig dekarbonisiert werden.

Aber es gibt noch viele offene Fragen:

- Biomassepotenzial
- Abwärme Hindernisse
- Deckungsgrad der Solarthermie
- Flexibler Einsatz mehrerer Wärmequellen innerhalb der Netze
- Kopplung mit Stromsystem durch flexible KWKs und P2H

# Fernwärme – Kopplung mit Stromsystem

Fernwärmeinspeisung



Möglichst  
effiziente  
Baseload

Quelle: AUTRes, P2H Pot, Modell HiReps

Simulationslauf eines beispielhaften FW-Netzes mit 80% Emissionsreduktion im Vergleich zu 2010 im Strom und Wärmesektor:

- P2H hat signifikanten Anteil... aber nur wenn PV und Wind im Strombereich dementsprechend ausgebaut werden
- Hoher KWK Anteil von 57% der Wärmegestehung in diesem Beispielnetz
  - Was ist die langfristige Rolle der gasbefeuerten KWK?

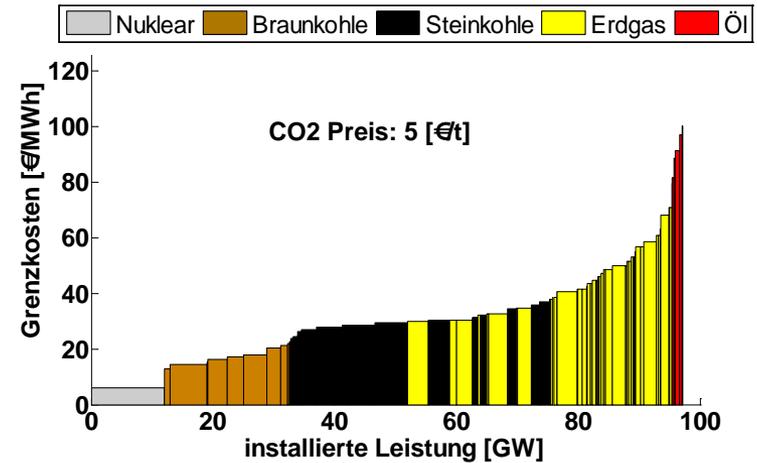
# Fernwärme – KWK Potenziale

## Technische Potenziale 2025:

	Wärme [TWh <sub>th</sub> ]	
	Reduziertes Potenzial	Bei maximal FW
Hauptregionen	12.7	25.3
Nebenregionen	8.7	31.7
<b>Gesamt</b>	<b>21.4</b>	<b>57.1</b>
	Strom [TWh <sub>el</sub> ]	
	Reduziertes Potenzial	Bei maximal FW
Hauptregionen	14.5	30.7
Nebenregionen	4.4	18.5
<b>Gesamt</b>	<b>19.0</b>	<b>49.2</b>

Quelle: FWKWK - Potenzialbewertung

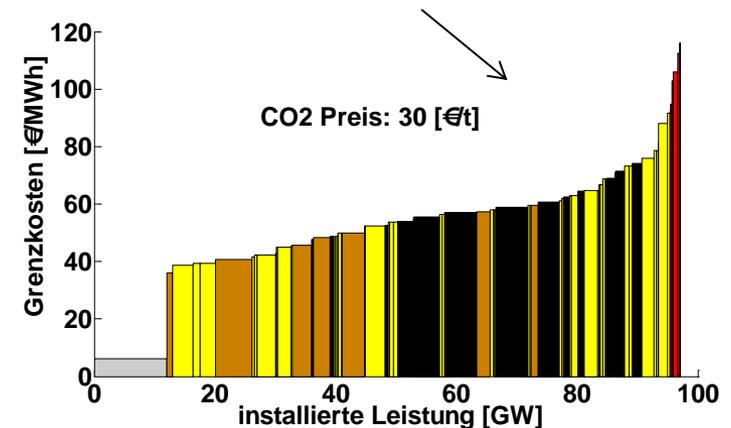
- **Theoretisch mögliche KWK-Stromerzeugung übersteigt die residuale Stromnachfrage** deutlich, sinnvoller Anteil maximal im Bereich des reduzierten Potenzials (im Bereich 20% bis 28% der Stromerzeugung)
- Einschränkung von KWK Strom durch **sinkende Residuallasten**
- Signifikanter **Ausbau der KWK** bei momentanen Energie/CO<sub>2</sub>-Preisen ohne zusätzliche Maßnahmen **nicht zu erwarten**



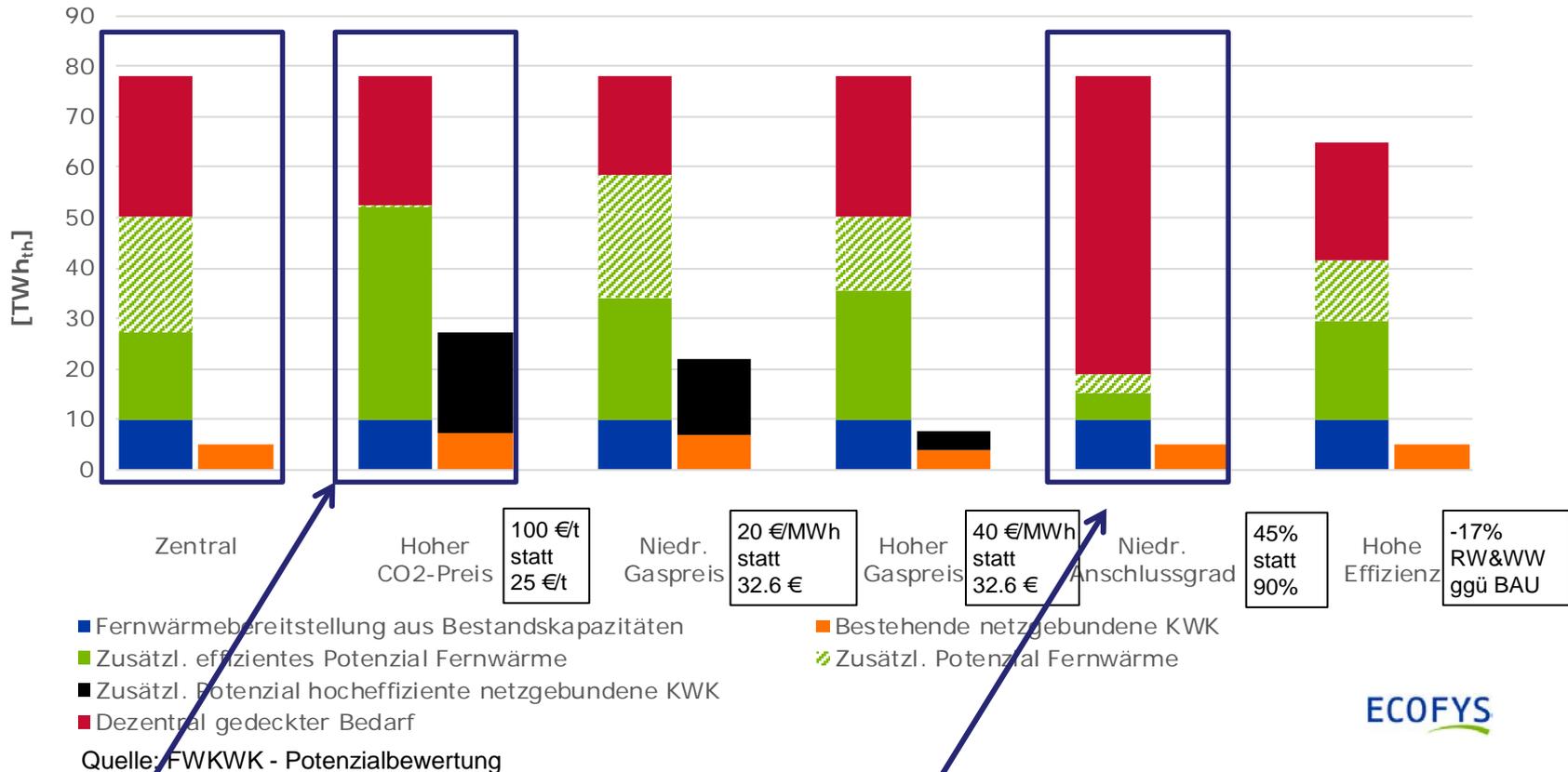
### Gas vs. Kohle vs. CO2 Preis

- Gasbefeuerte KWKs haben derzeit gegenüber (ebenfalls flexiblen) Kohlekraftwerken höhere Grenzkosten
- ökonomische Anreize ≠ Effizienz beim Brennstoffeinsatz.

### Anders bei höherem CO<sub>2</sub> Preis



# Wirtschaftlichkeit der Potenziale bis 2025



- CO<sub>2</sub>-Preis führt zu Anreizen in Richtung effizienter Potentiale (KWK wirtschaftlich)
- Anschlussgrad spielt wichtigste Rolle (steigende spezifische Verteilnetzkosten)

## Schlussfolgerungen

- Es bestehen beträchtliche **Potenziale für Fernwärme trotz** signifikantem **Rückgang des Wärmebedarfs**
- Fernwärme nur wirtschaftlich bei **hohen Anschlussgraden**
- **Flexibler Einsatz** der Erzeugungstechnologien bringt signifikante Vorteile bei hohen erneuerbaren Anteilen und spricht für (flexible) Wärmenetze
- Rolle der **gasbefeueren KWK** hängt sehr stark von **Kohlekapazitäten** am Strommarkt und **klimapolitischen Zielen/Maßnahmen** ab
- Weitgehende **Dekarbonisierung ist langfristig möglich** – mit hohen politischen Anstrengungen und Zusatzkosten
- Maßnahmen müssen aber aufgrund der langen technischen Lebensdauern bereits jetzt getroffen werden – **Wärmestrategie!**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

[www.eeg.tuwien.ac.at](http://www.eeg.tuwien.ac.at)

Michael Hartner

[hartner@eeg.tuwien.ac.at](mailto:hartner@eeg.tuwien.ac.at)

## Referenzen

Büchele, R., Hartner, M., Hummel, M., Hirner, R., Kranzl, L., Haas, R., Müller, A., Ponweiser, K., Bons, M., Grave, K., Slingerland, E., Deng, Y., Blok, K., 2015. **Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK** und effizienter Fernwärme- und Fernkälteversorgung. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Wien. [www.austrian-heatmap.gv.at](http://www.austrian-heatmap.gv.at)

H2020-Projekt progRESsHEAT ([www.progressheat.eu](http://www.progressheat.eu)) Supporting the **progress of renewable energies for heating and cooling in the EU** on a local level

**Mapping EU H&C supply:** Mapping and analysis of the current and future (2020-2030) heating / cooling fuel deployment (fossil and renewables), EC service contract ENER/C2/2014-641/SI2.697512, laufendes Projekt

Müller, A., Kranzl, L., 2015. Energieszenarien bis 2050: **Wärmebedarf der Kleinverbraucher**. Ein Projekt im Rahmen der Erstellung von energiewirtschaftlichen Inputparametern und Szenarien zur Erfüllung der Berichtspflichten des Monitoring Mechanisms. Wien.

Müller, A., Büchele R., Kranzl, L., Totschnig G., Mauthner F., Heimrath R., Halmdienst C., 2014: **Solargrids** Endbericht

P2H-Pot: **Potenziale**, Wirtschaftlichkeit und Systemlösungen für **Power-to-Heat**, laufendes Projekt

**Weitere Projekte unter:**

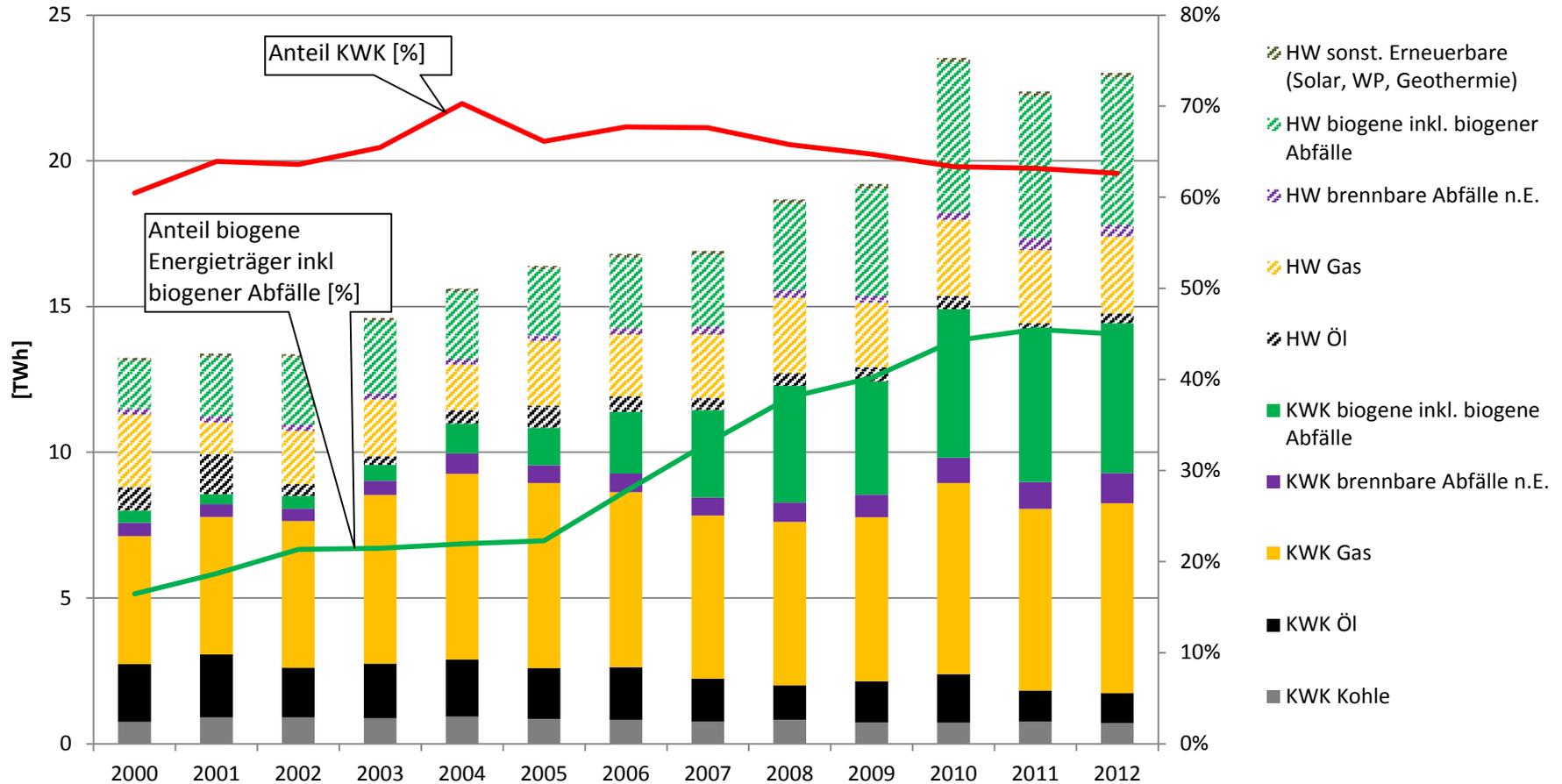
- [www.eeg.tuwien.ac.at](http://www.eeg.tuwien.ac.at)
- <http://invert.at/projects.php>

## Links

- [www.eeg.tuwien.ac.at](http://www.eeg.tuwien.ac.at)
- [www.invert.at](http://www.invert.at)
- [www.austrian-heatmap.gv.at](http://www.austrian-heatmap.gv.at)
- [www.progressheat.eu](http://www.progressheat.eu)
- [www.briskee.eu](http://www.briskee.eu)
- [www.entranze.eu](http://www.entranze.eu)
- [www.eeg.tuwien.ac.at/solargrids](http://www.eeg.tuwien.ac.at/solargrids)
- [www.eeg.tuwien.ac.at/HIREPS](http://www.eeg.tuwien.ac.at/HIREPS)
- [www.eeg.tuwien.ac.at/monmech](http://www.eeg.tuwien.ac.at/monmech)

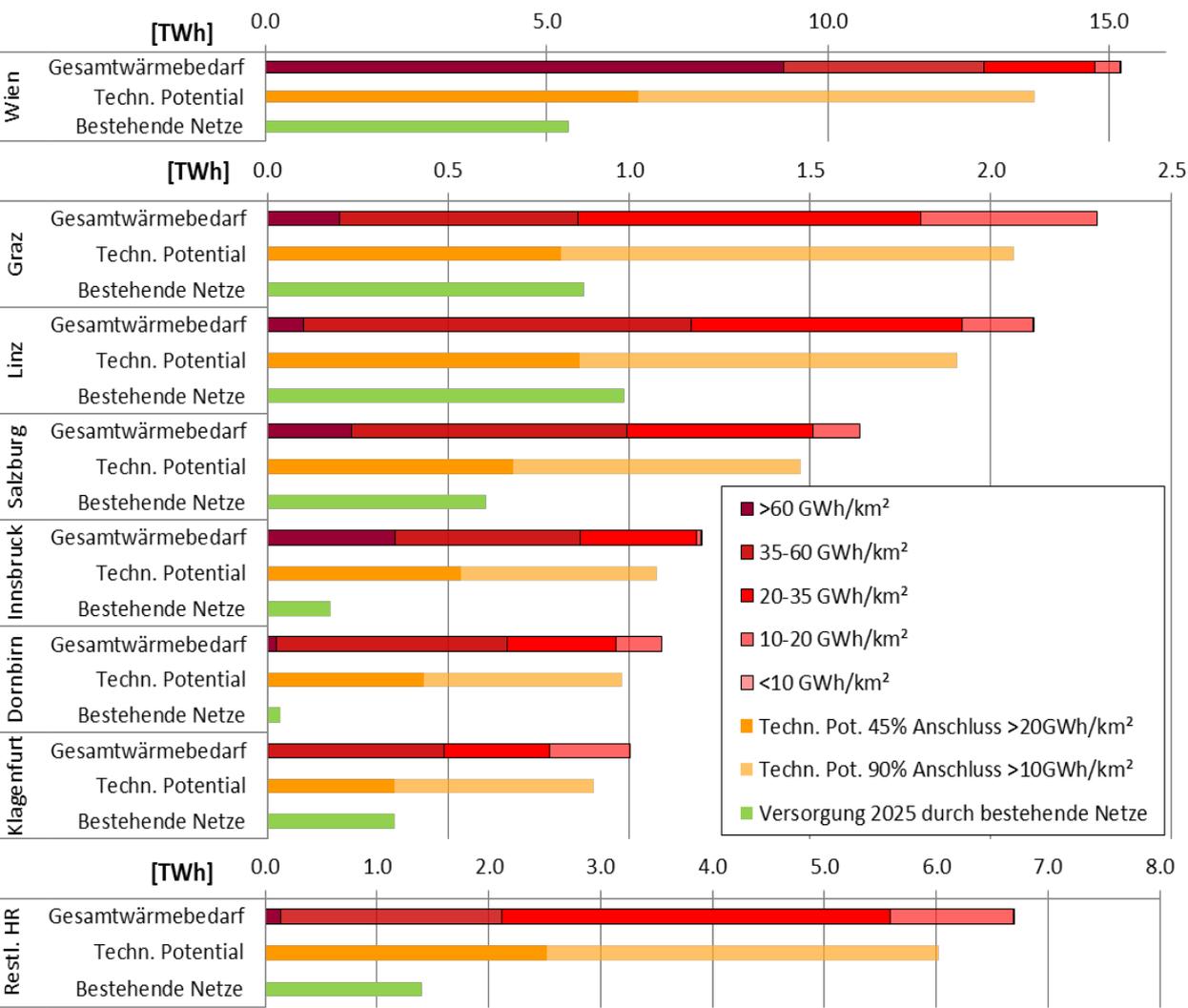
# Zusätzliche Folien

# Fernwärme und KWK Status quo

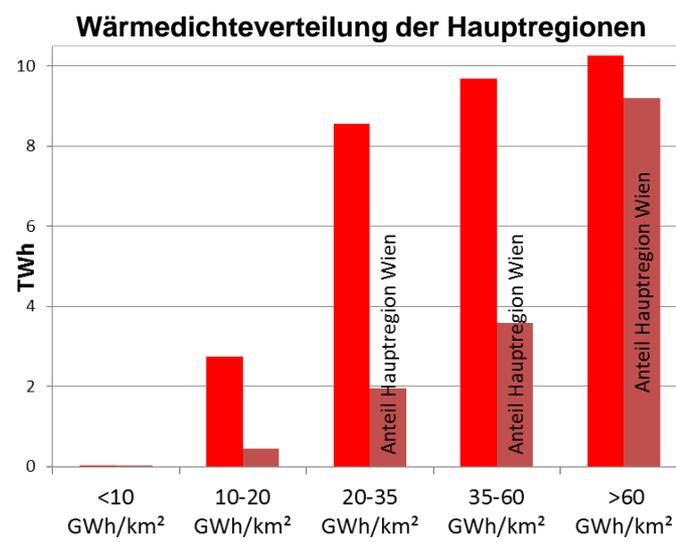


- Starker Anstieg der Fernwärmeversorgung seit dem Jahr 2000
- Vorwiegend zurückzuführen auf relativ kleine mit Biomasse versorgten Wärmenetze: KWKs und Heizwerke
- Hohe KWK Anteile von 60-70% der Wärmebereitstellung. Erneuerbaren Anteil auf ca. 45% gestiegen

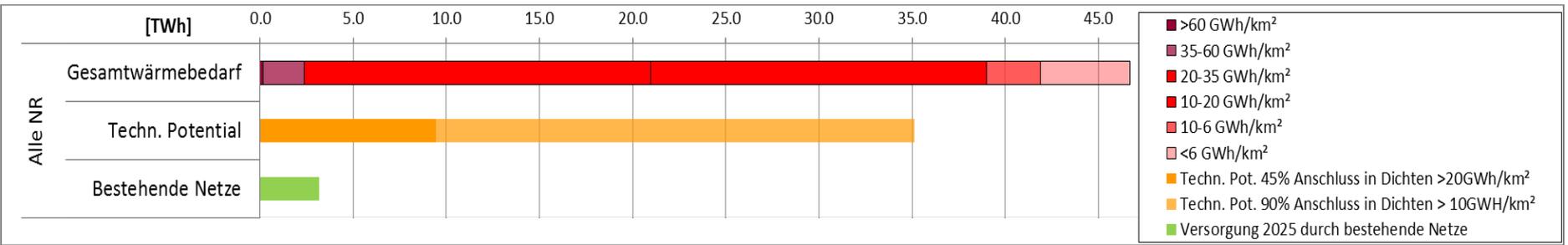
# Ergebnisse Fernwärmepotenziale - Technisch



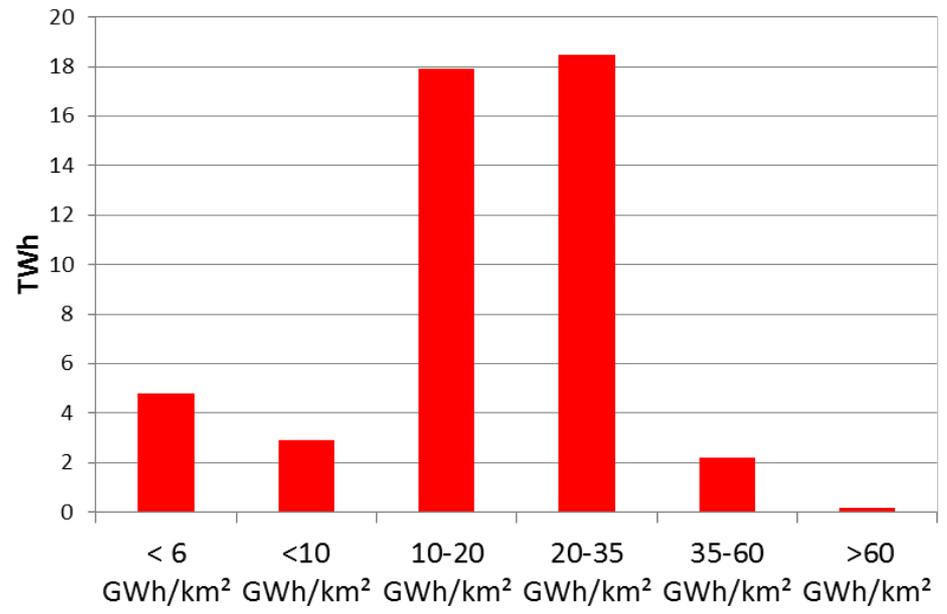
BAU 2025	Bedarf RW&WW [TWh]	techn. Potential reduziert/ges [TWh]	Netz-versorgt [TWh]
Hauptregionen	31.4	13 / 28	9.8
Nebenregionen	46.3	9.5 / 35	3.2
Gesamt	77.7	22.5 / 63	13.0



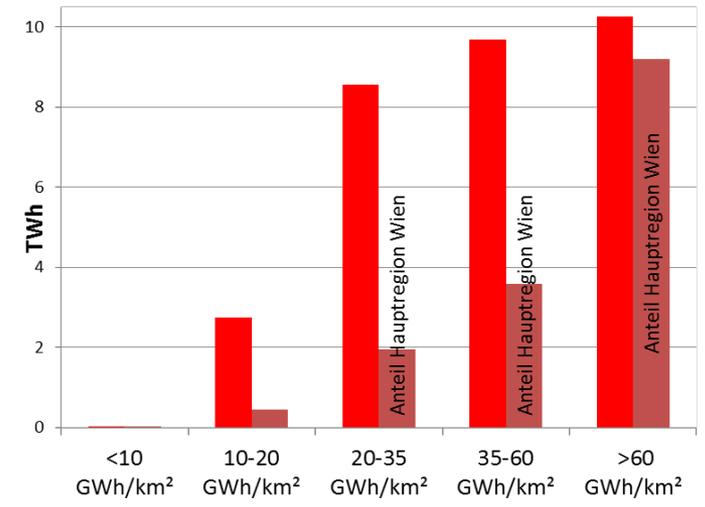
# Ergebnisse Fernwärmepotenziale Nebenregionen



Wärmedichtevertelung in den Nebenregionen

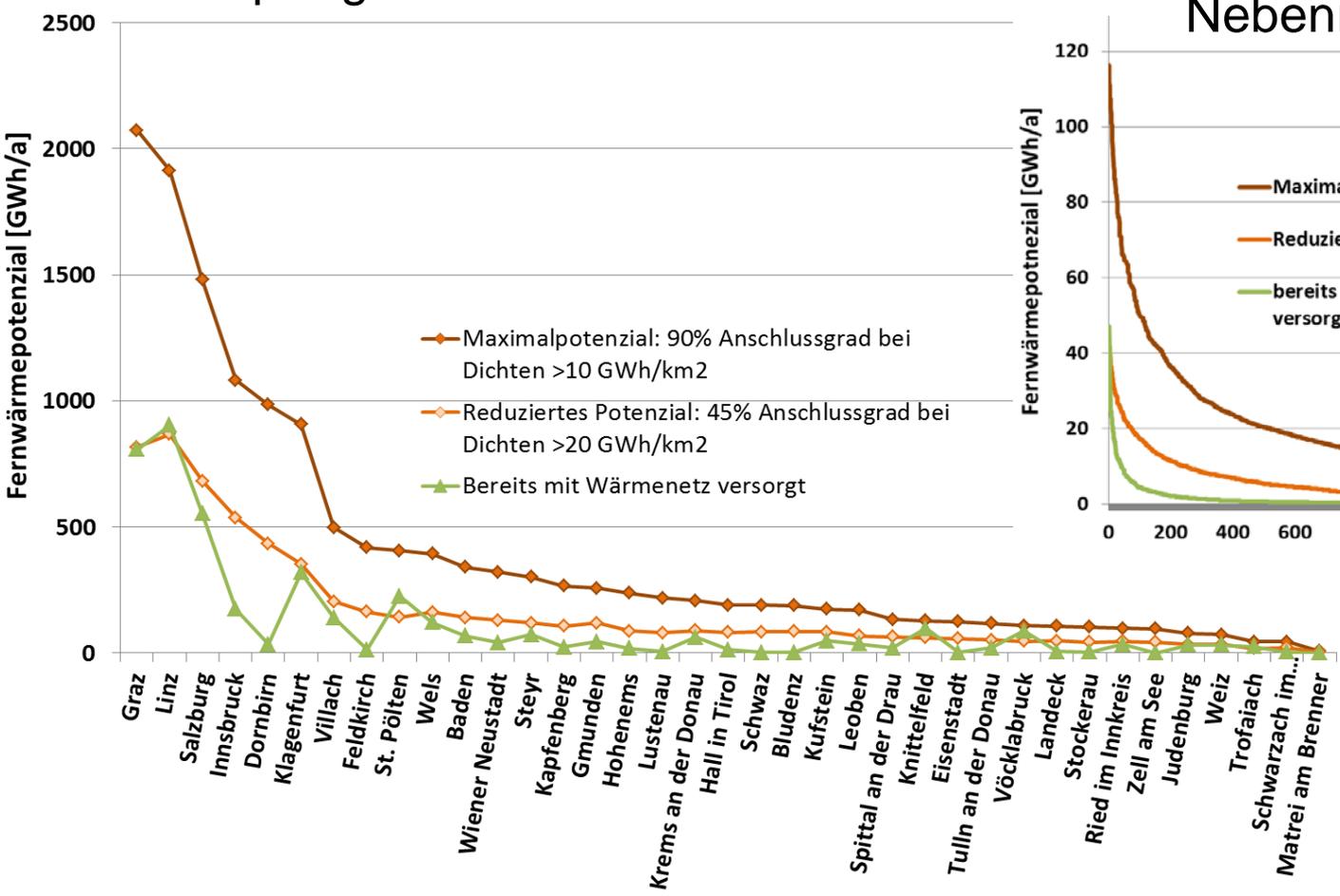


Wärmedichtevertelung der Hauptregionen

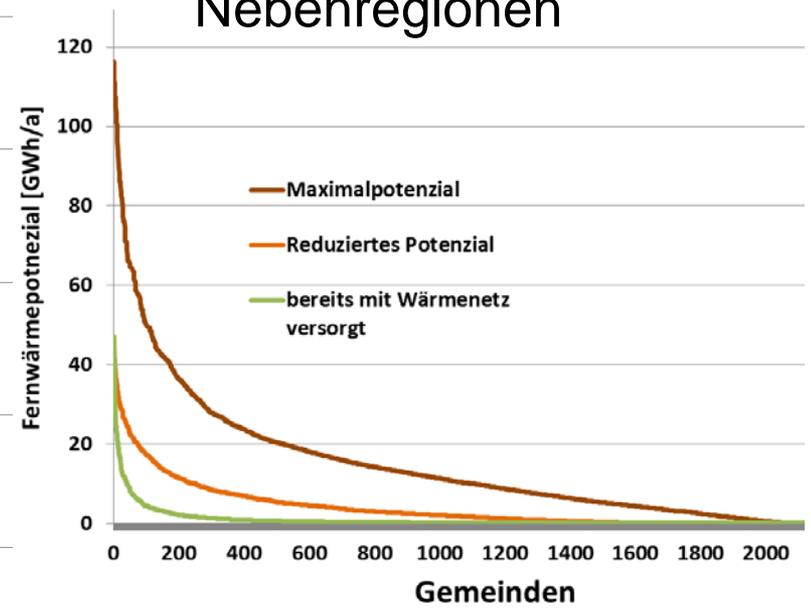


# Fernwärmepotenziale

## Hauptregionen

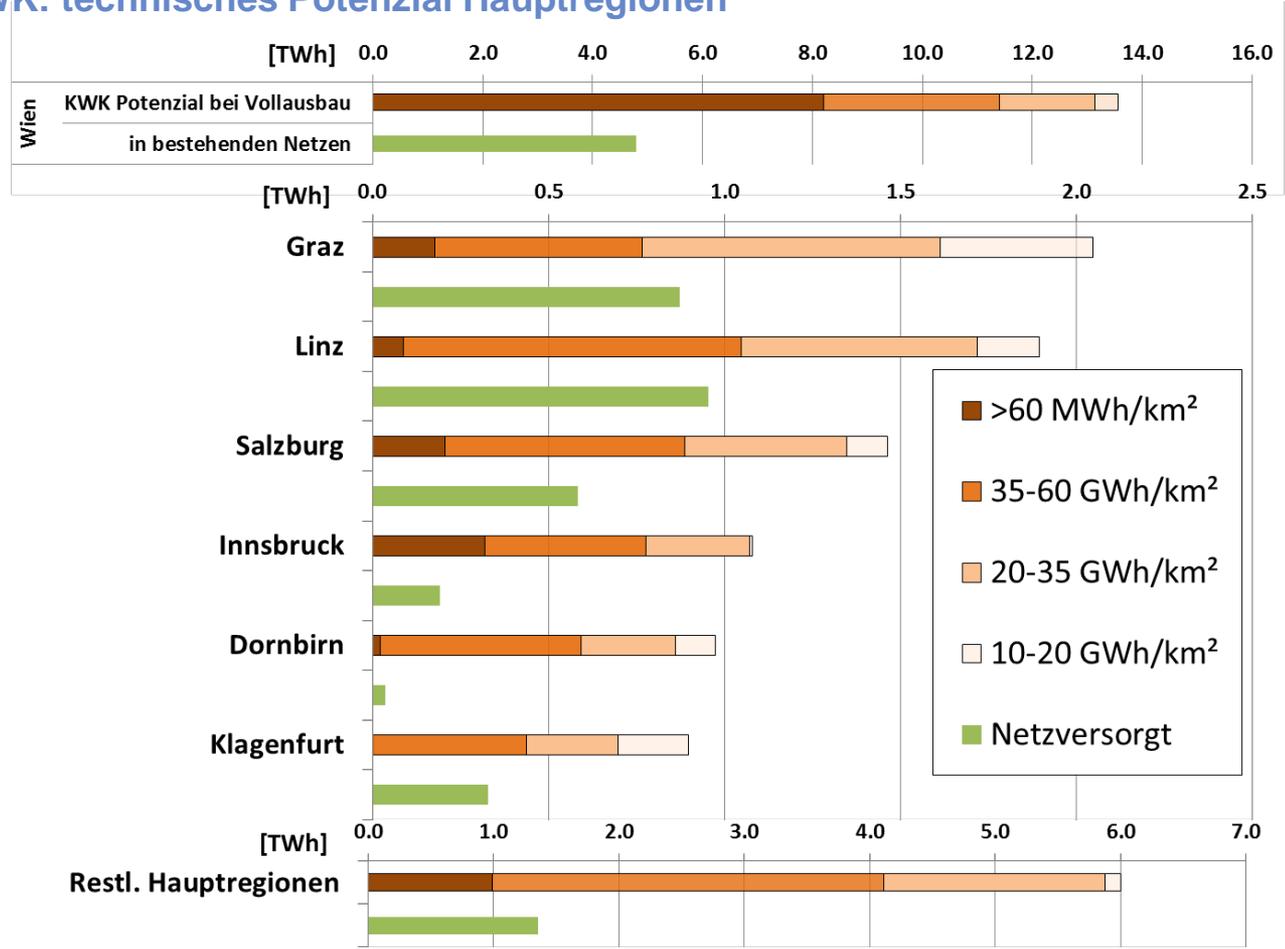


## Nebenregionen



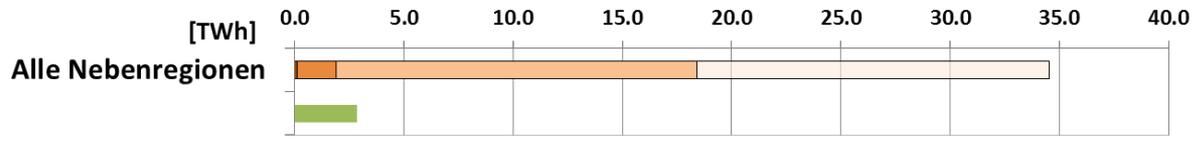
- Wien:**
- 13,8 TWh max,
  - 6,7 TWh reduziert
  - ca. 5 TWh bereits netzversorgt

### KWK: technisches Potenzial Hauptregionen



- Maximalpotenzial von **62.5 TWh**
- **28%** in Dichten >35 GWh/km<sup>2</sup>
- **52%** in Nebenregionen und Dichten zwischen 10 und 35 GWh/km<sup>2</sup>
- Reduziertes technisches Potenzial von **18 TWh**

### KWK: technisches Potenzial Nebenregionen



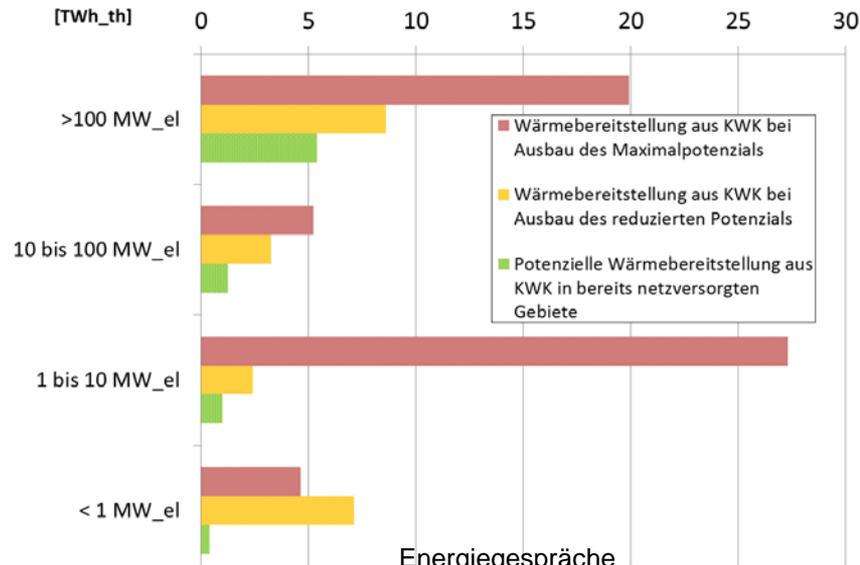
# KWK Potenziale

	Wärme [TWh <sub>th</sub> ]		
	Bereits netzversorgt	Reduziertes Potenzial	Bei maximal FW
Hauptregionen	7.3	12.7	25.3
Nebenregionen	0.7	8.7	31.7
<b>Gesamt</b>	<b>8.0</b>	<b>21.4</b>	<b>57.1</b>
	Strom [TWh <sub>el</sub> ]		
Hauptregionen	8.6	14.5	30.7
Nebenregionen	0.4	4.4	18.5
<b>Gesamt</b>	<b>8.9</b>	<b>19.0</b>	<b>49.2</b>

## Annahmen:

- 90% der Fernwärme aus KWK (VLH von 4300 bis 5600)
- Lastgänge basierend auf Regressionsmodellen und Temperaturen in stündlicher Auflösung
- KWK Leistungsklassen richten sich nach Wärmebedarf der Regionen
- Zeitlich konstante Stromkennzahlen:

## Leistungsklassen:

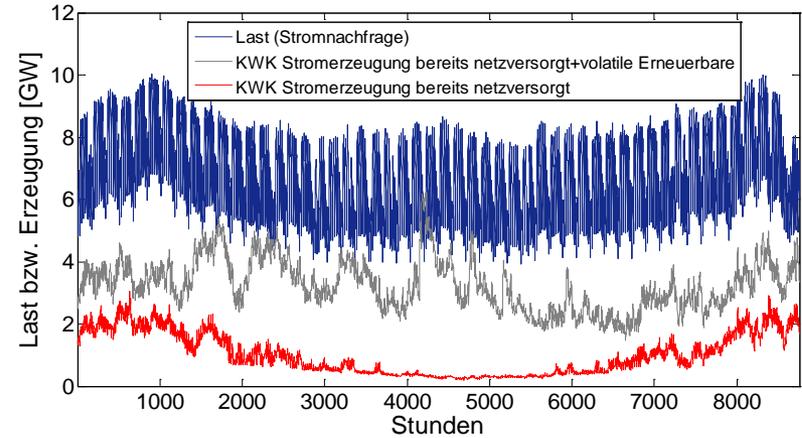


< 1 MW <sub>el</sub>	1 bis 10	10 bis 100	>100 MW <sub>el</sub>
0,49	0,6	0,83	1,32

# KWK Potenziale

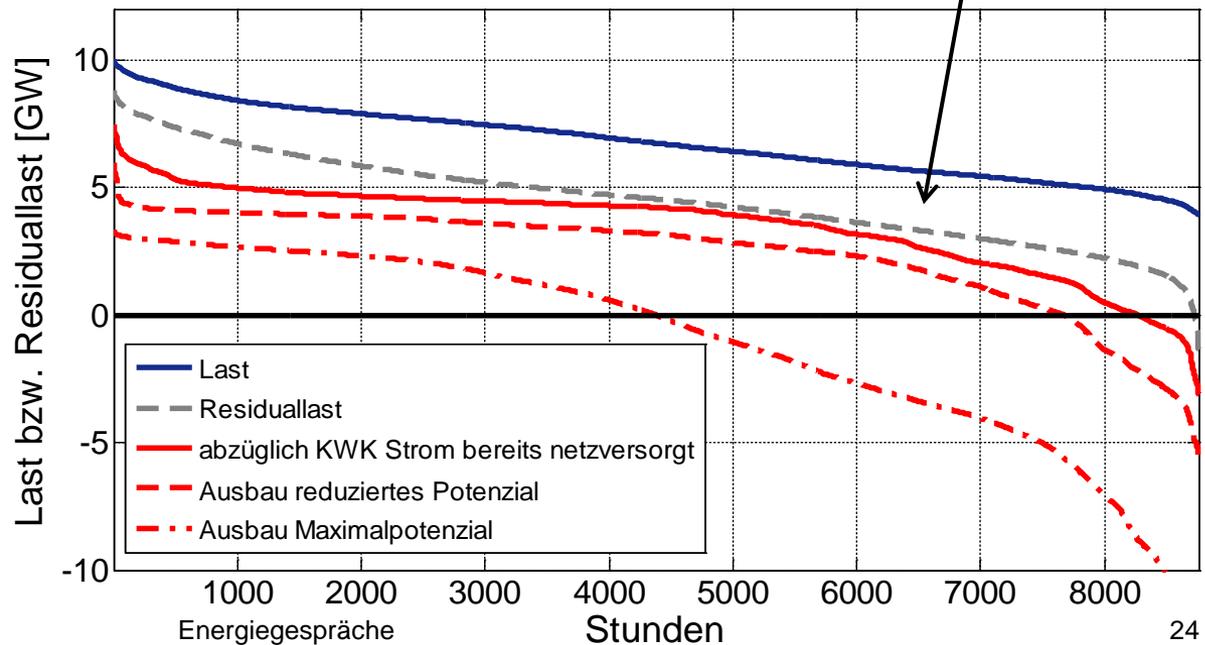
Aber **stromseitig** begrenztes Potenzial

	Bereits netzversorgt	Ausbau reduziertes techn. Potenzial	Ausbau technisches vollen Potenzials
Anteil KWK- Strom an Stromerzeugung	14%	28%	52%
Überschuss [TWh <sub>el</sub> ]	0,4	2,2	18



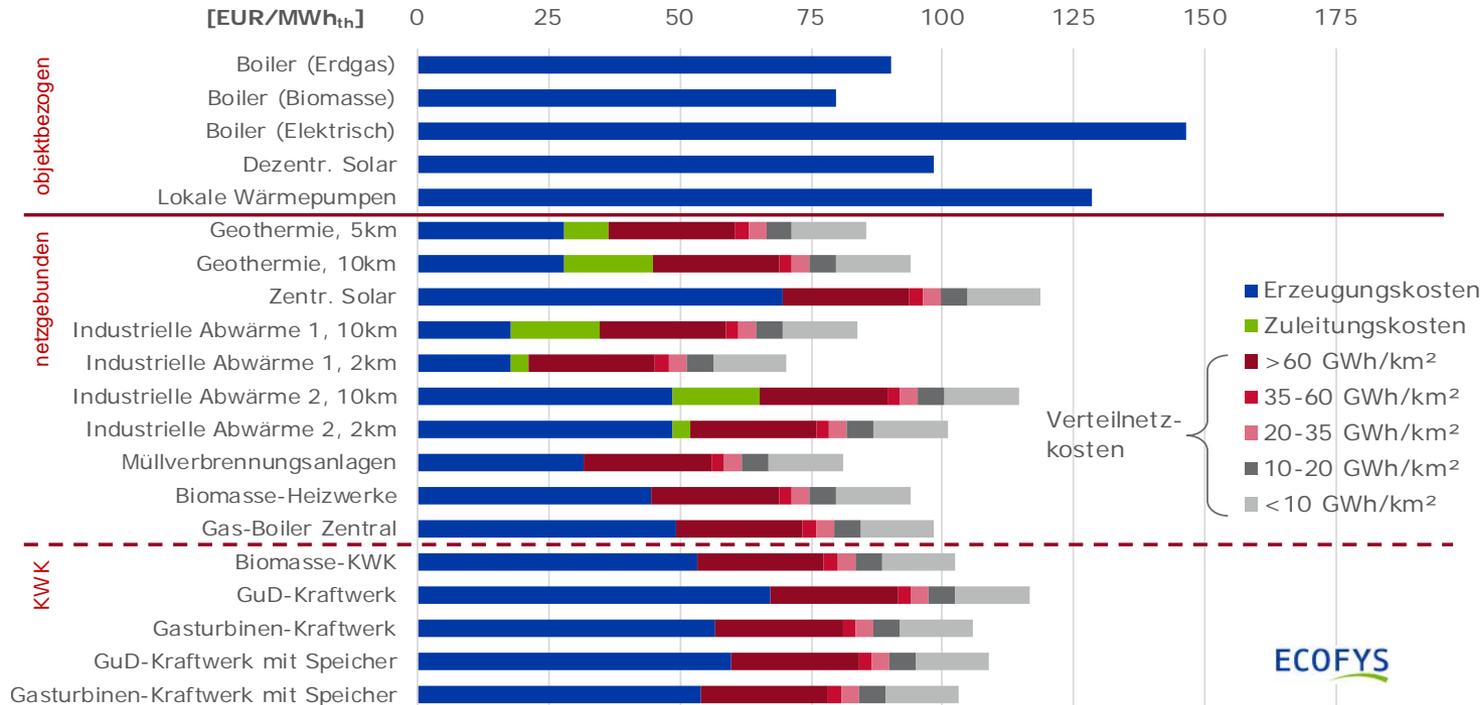
## Dauerlinien der Last abzüglich potenzieller KWK Stromerzeugung

- KWK Strom übersteigt Bedarf bei Ausschöpfung des Maximalpotenzials
- Konkurrenz KWK vs. Erneuerbare Energie
- Flexibilisierung der KWKs, Wärmespeicher
- KWK kompatible Stromerzeugung (Prognos et al. 2014) nimmt weiter ab



# Wirtschaftlichkeit der Potenziale

## Vergleich der Vollkosten dezentraler und netzgebundener Technologien



- Kostenunterschiede zwischen netzgebundener und dezentraler Versorgung liegen nicht weit auseinander
- Bei hohen Anschlussgraden (90%) ist Fernwärme bis zu Wärmedichten >20 GWh/km<sup>2</sup> konkurrenzfähig (volkswirtschaftliche Betrachtung)
- Bei bestehenden Anschlussgraden (im Bereich von 50%) verringert sich die Wettbewerbsfähigkeit stark – Rahmenbedingungen und Anreize für Anschlüsse sehr wichtig!

## Zusammenfassung

- **Großes technisches Potenzial** zum Ausbau der **Wärmenetze** und auch von **netzgebundenen KWKs** vorhanden
- **Kostenunterschied** zwischen Fernwärme und dezentraler Versorgung sind oft **gering** - Für eine wirtschaftliche Umsetzung der Fernwärmepotenziale bedarf es allerdings entsprechend **hoher Anschlussgrade!** (Energieraumplanung)
- Ökonomische Rahmenbedingungen machen (gasbefeuerte) KWKs **derzeit unwirtschaftlich** – mittelfristig eher keine Änderung zu erwarten, es sei denn die CO<sub>2</sub> Preise steigen stark an (>30 €/t)
- Vollausbau des KWK Potenzials nicht sinnvoll, da es stromseitig zu Überschüssen kommt. Definition eines KWK Ziels sollte die Wärmebedarfsentwicklung und den Ausbau erneuerbarer Energien berücksichtigen – Orientierung an KWK kompatibler Stromerzeugung
- **Ökonomische Anreize fördern derzeit nicht** unbedingt eine **energieeffiziente** Bereitstellung von Wärme – (billige Kohle, niedrige CO<sub>2</sub> Preise, Strompreise)

Detaillierergebnisse finden Sie unter: [www.austrian-heatmap.gv.at](http://www.austrian-heatmap.gv.at)

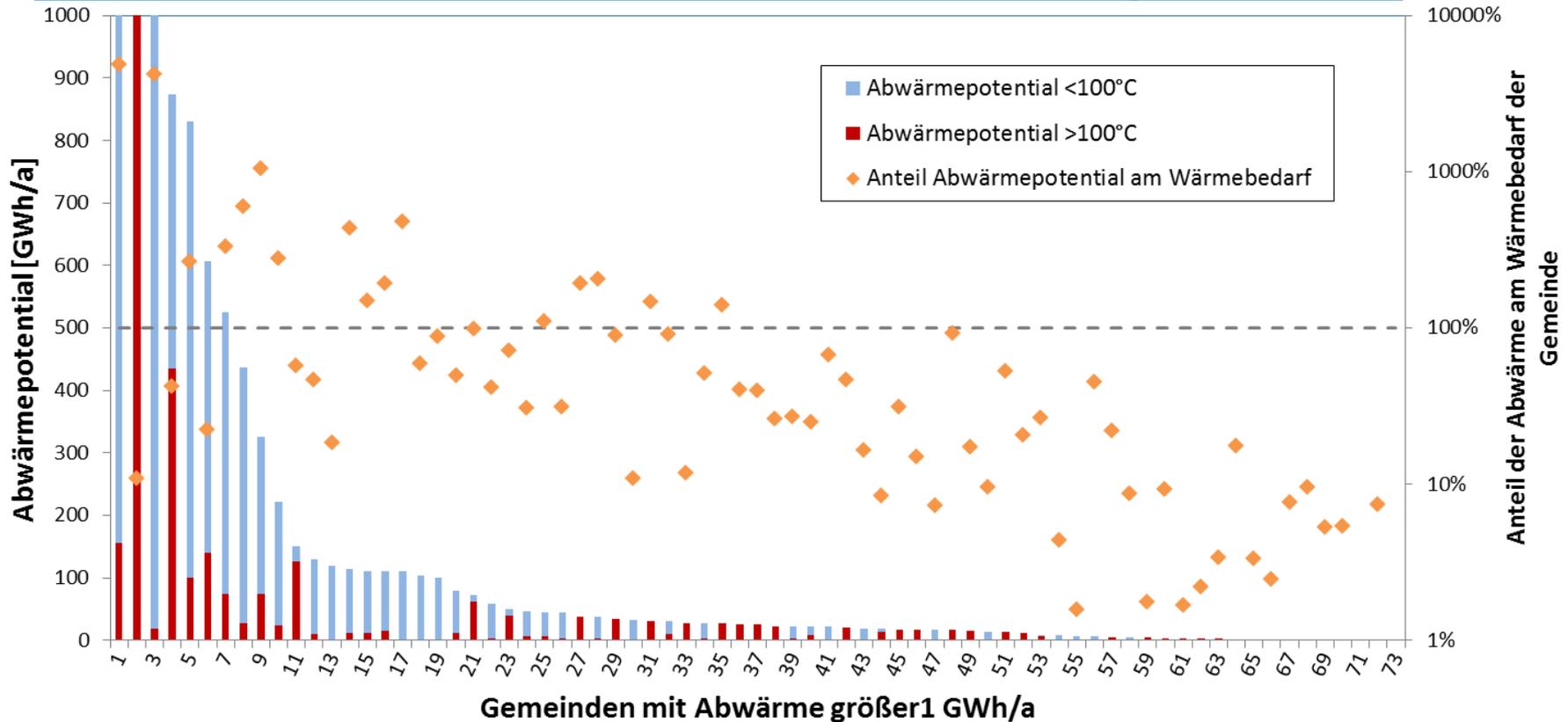
Wir bitten um Rückmeldungen zu den in der Karte dargestellten Ergebnissen, regelmäßige Updates der Daten werden durchgeführt.

## Industrieller Wärmebedarf und Abwärmepotenziale

- Abschätzung für die Standorte im ETS
- Ausgangspunkt ist die Hochrechnung des thermischen Bedarfs (über Produktmengen oder Emissionen)
- Wärmemengen aus Reststoffen (Ablauge, Gichtgas) die den Wärmebedarf übersteigen werden als extern nutzbares Potenzial angenommen

[GWh/a]	Potenzial >100° C	Potenzial <100° C	derzeit eingespeist
Metallherstellung und Verarbeitung	1.279	184	251
Chemische Industrie und Mineralölverarbeitung	707	3.826	905
Steine, Erden, Glas	415		22
Maschinen-, Stahlbau-, Fahrzeugindustrie	1	10	
Lebensmittelindustrie	0	11	
Papier- und Zellstoffindustrie	382	4.121	228
Holzverarbeitung	44	317	136
<b>Gesamt</b>	<b>2.828</b>	<b>8.469</b>	<b>1.542</b>

# Industrieller Wärmebedarf und Abwärmepotenziale

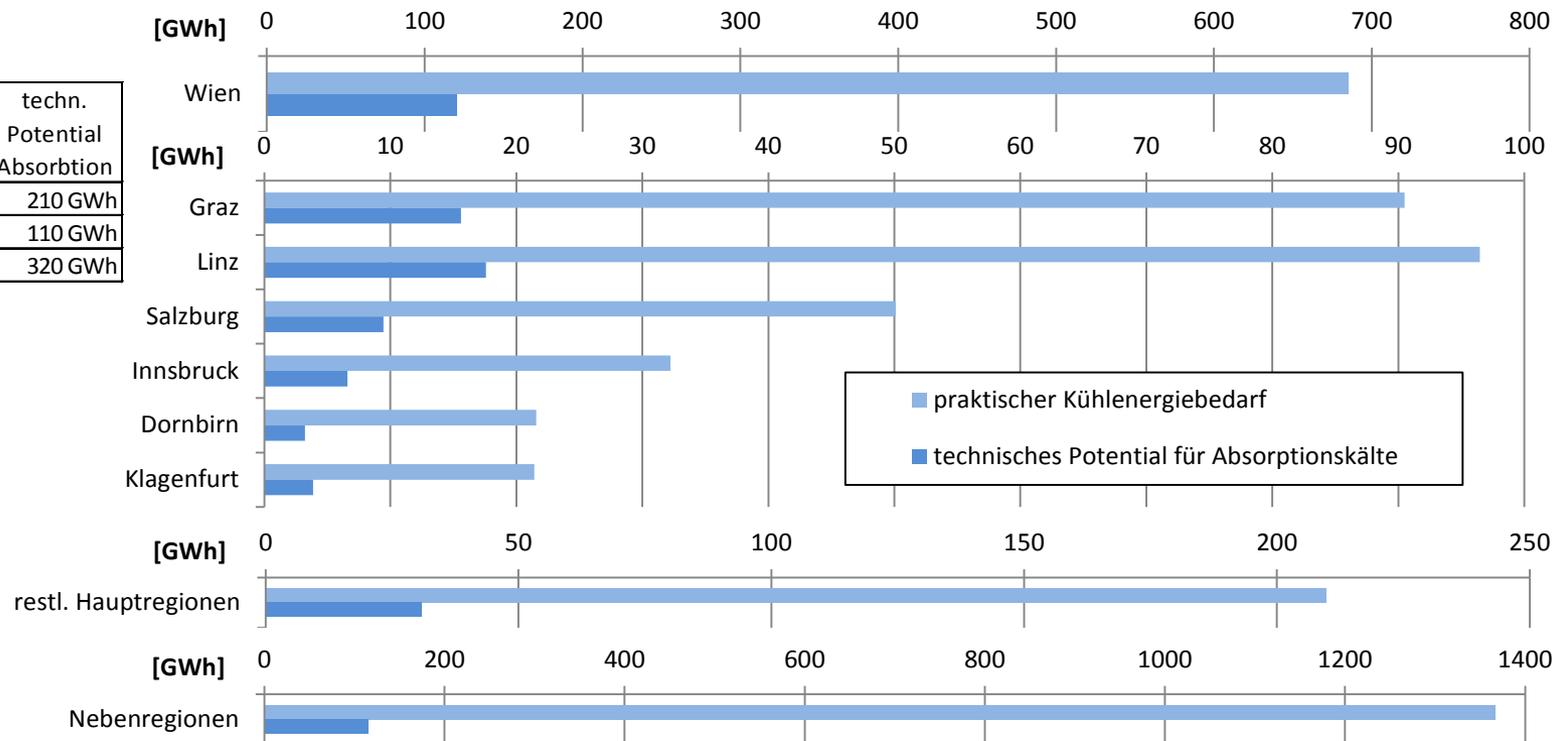


- Signifikante Abwärmepotenziale vorhanden – gesamt ca. 11,5 TWh (ca. 15% des Bedarfs in Gebäuden)
- Abschätzung des Aufwands zur Nutzung der Potenziale sehr schwierig
- Aus betriebswirtschaftlicher Sicht (Renditerwartungen, Abschreibungsdauern) werden die Projekte meist nicht positiv bewertet. Dazu weitere Barrieren: z.B. längerfristige vertraglich abgesicherte Lieferungen, Sicherung von Kapazitäten

## Ergebnisse Kältebedarf und Absorptionskälte

- Teil des Kühlbedarfes der voraussichtlich gedeckt wird (Hauptsächlich Nichtwohngebäude)
- Annahme: Absorptionskälte in 80% der „großen“ NWG möglich (Abschätzung des Anteils in der Größenordnung von 1000 VLH)

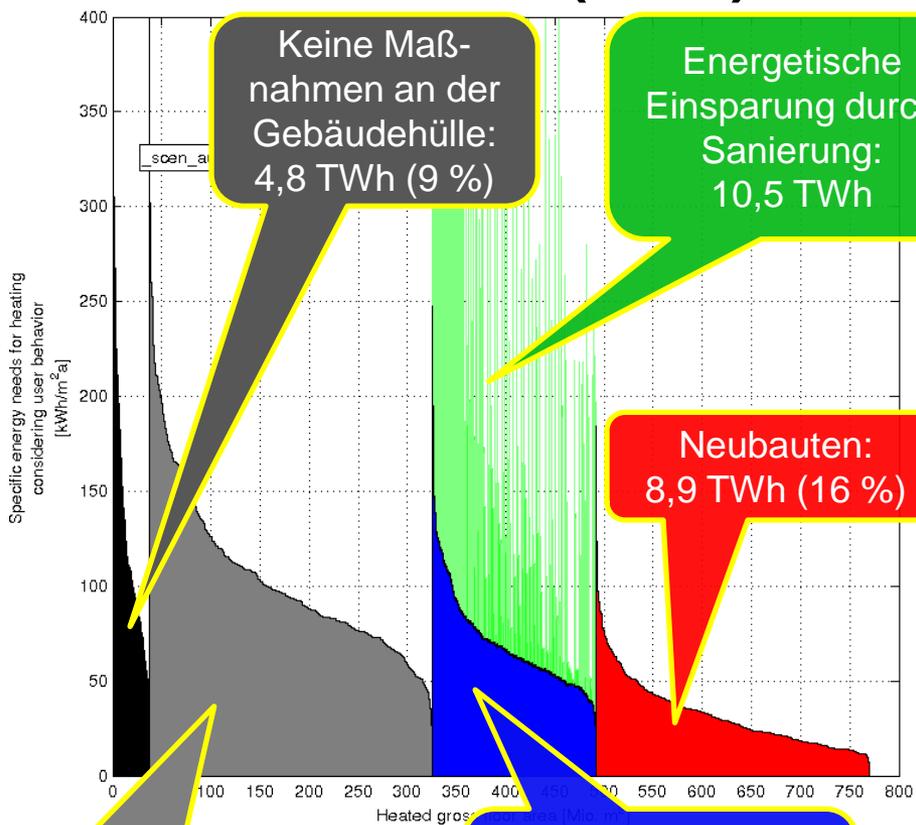
BAU 2025	praktischer Kühlbedarf	techn. Potential Absorbtion
Hauptregionen	1.200 GWh	210 GWh
Nebenregion	1.400 GWh	110 GWh
Gesamt	2.600 GWh	320 GWh



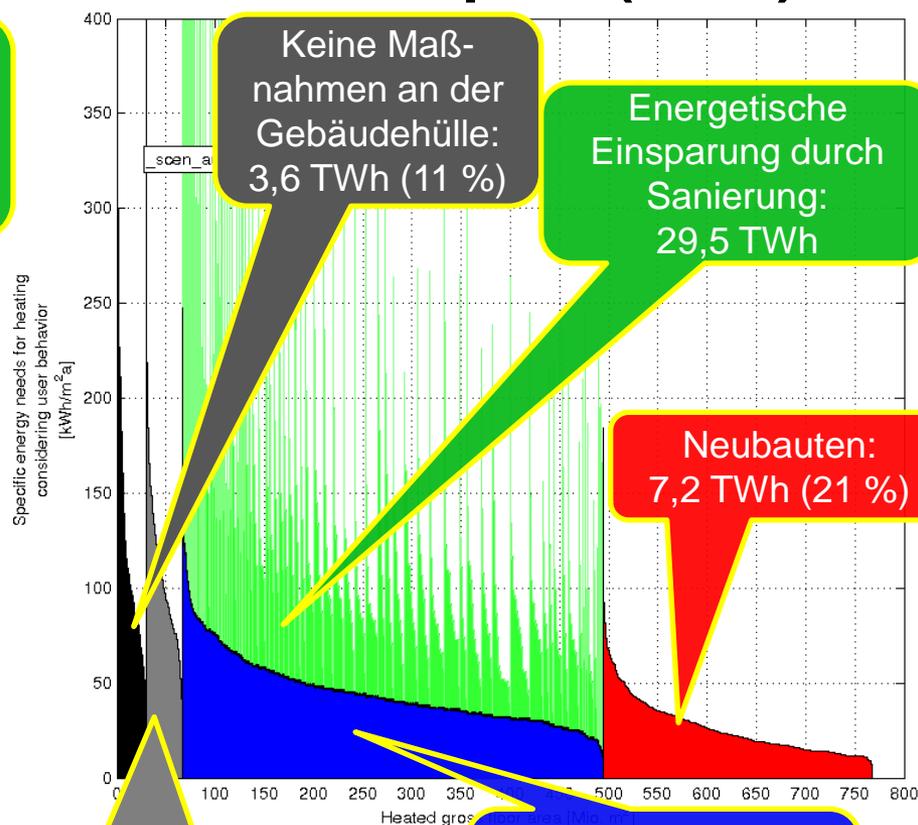
# Energiebedarf zur Raumwärmebereitstellung in AT

Quelle: Monmech – Energieszenarien bis 2050 – gerechnet mit Invert/EELab

## WEM (2050)



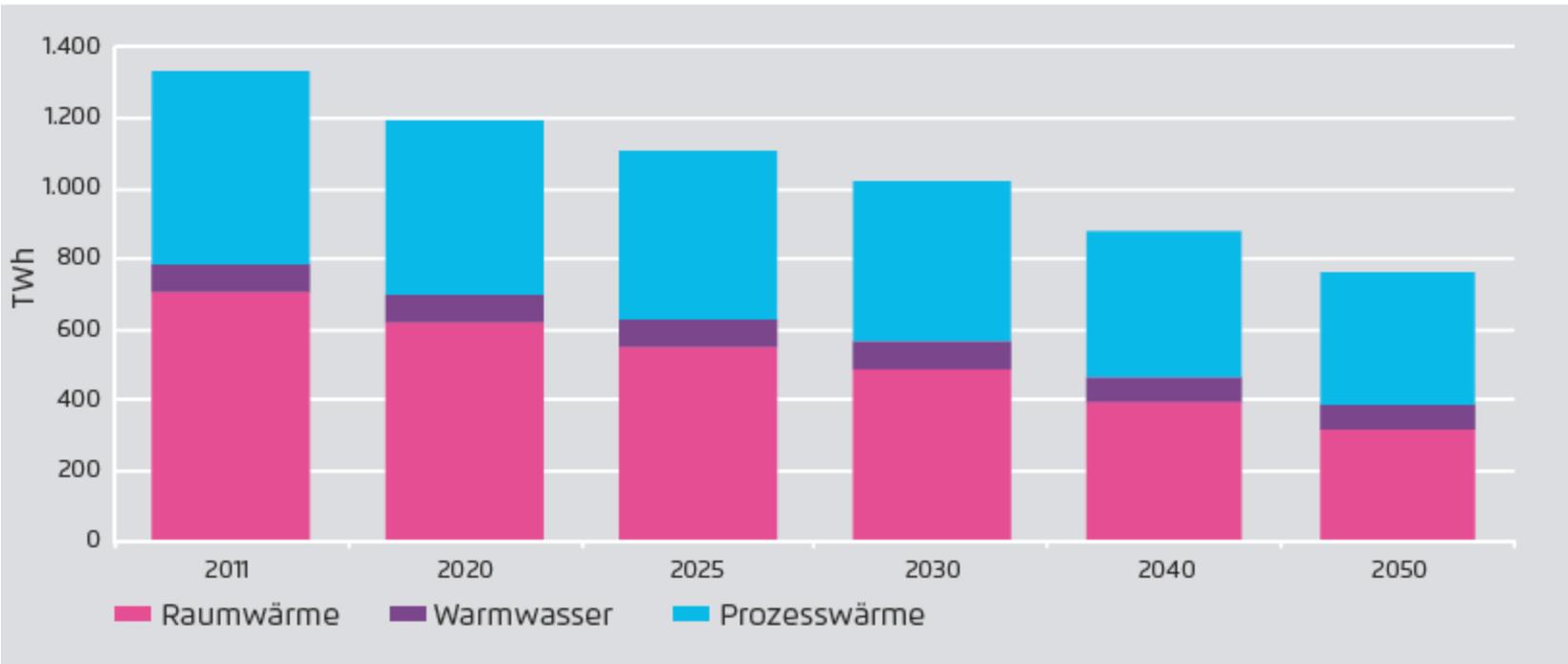
## WAM plus (2050)



## Wärmebedarf Deutschland

Entwicklung des Wärmebedarfs (Endenergiebedarf) entsprechend dem Zielszenario der Energiereferenzprognose des Bundeswirtschaftsministeriums

Abbildung 23



Prognos, EWI, GWS 2014

Quelle: LBD Beratungsgesellschaft mbH (2015): Die Rolle der Kraft-Wärme-Kopplung in der Energiewende. Studie im Auftrag von Agora Energiewende.

# Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe - Energy Economics Group (EEG)

- Themengebiet effiziente und CO<sub>2</sub> -arme Energieversorgung
  - **Potenzialbewertungen** technisch/ökonomisch: Wind, PV, Speicher, Abwärme, alternative Antriebe, Power to Heat etc.
  - **Marktanalysen**: Sind alternative Energieträger wettbewerbsfähig und wie kann deren Diffusion gefördert werden? Politikberatung
  - **Systemdenken**: Zusammenspiel der einzelnen Technologien im Energiesystem, Synergien zwischen Sektoren (zb. Strom-Wärme). Dynamische Simulationen über sehr lange Zeithorizonte auf Länder bzw. EU-Ebene.
- Methoden
  - Zeitlich und räumlich aufgelöste **Optimierungsmodelle** (v.a. Kraftwerkseinsatz bei Strom- und Fernwärmeversorgung)
  - **Simulationsmodelle**, Entscheidungsmodelle (z.B. Gebäudebestandsmodell inklusive Simulation von Konsumentenentscheidungen, Diffusionsbarrieren etc.)
  - Ökonometrische Methoden und **Regressionsmodelle** (Analyse empirischer Daten)