
GROßWÄRMEPUMPEN FÜR DIE TIEFE GEOTHERMIE: TECHNIK, VERFÜGBARKEIT UND EINSATZMÖGLICHKEITEN

12.05.2022



Matthias Utri

matthias.utri@ieg.fraunhofer.de

13. Norddeutsche Geothermietagung

Großwärmepumpen für die tiefe Geothermie

Inhalt:

- Motivation und Einordnung von Großwärmepumpen
- Einsatzmöglichkeiten in der Wärmewende
- Verfügbare Wärmepumpentechnologien und Wirtschaftlichkeit
- Zusammenfassung und Ausblick

Großwärmepumpen für die Fern- und Prozesswärmeversorgung

- Motivation:
 - Mit dem Ausstieg aus der Kohleverstromung entfallen im Bereich der Fernwärmeversorgung etwa $13,3 \text{ GW}_{\text{th}}$ an gesicherter Wärmeleistung
→ Großwärmepumpen stellen vielversprechende Alternative dar
 - Reduzierung von Abhängigkeiten in der Energieversorgung



[www.lr-online.de/nachrichten/brandenburg/landesamt-fuer-umwelt-co2-emissionen-in-brandenburg-auf-tiefststand-42412324.html]

Der einfache Wärmepumpenkreislauf

Kompressions-Wärmepumpe:

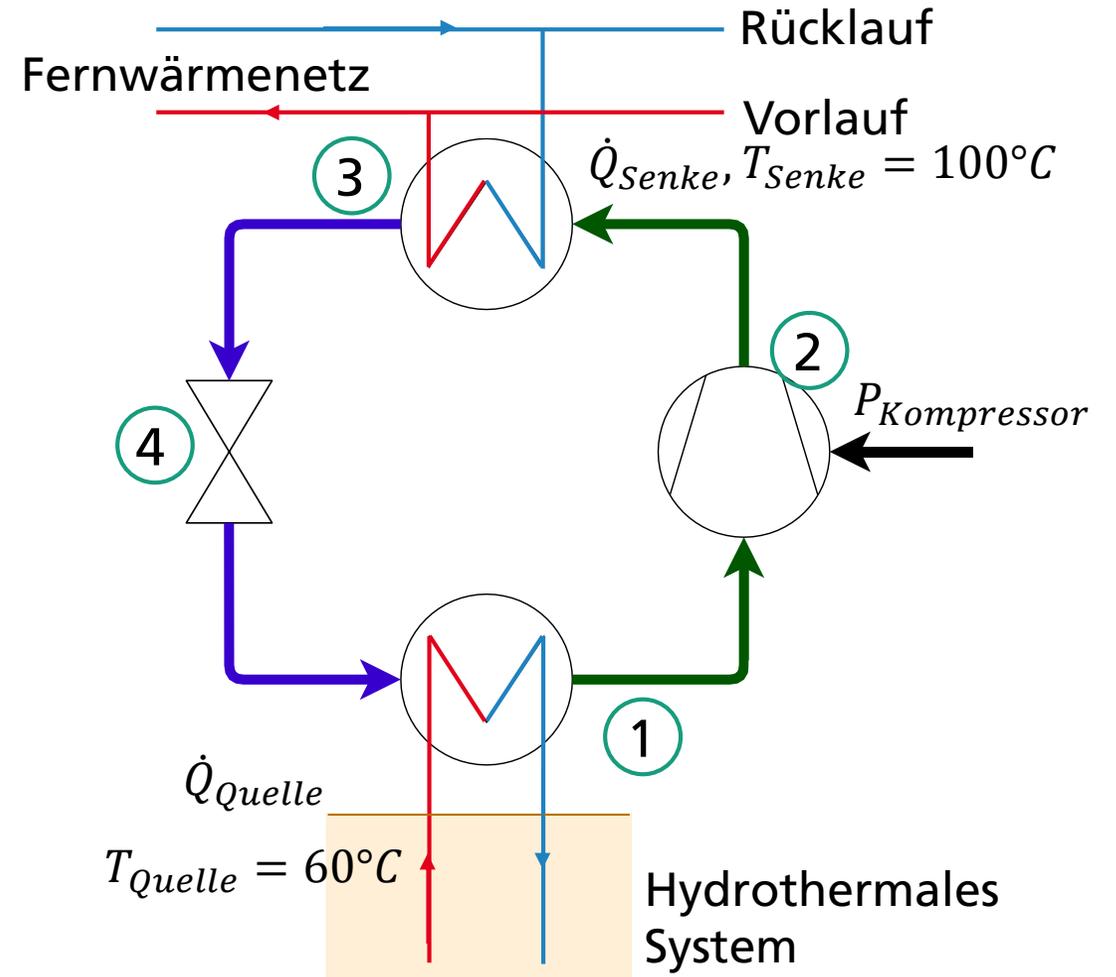
- Ermöglicht unter Zuhilfenahme von technischer Arbeit die Übertragung von Wärme von einem niedrigen Temperaturniveau auf ein System mit höherem Temperaturniveau

- Besteht mindestens aus:

1. Verdampfer
2. Kompressor
3. Kondensator
4. Drosselventil

- Leistungszahl: $COP = \frac{\dot{Q}_{Senke}}{P_{Kompressor}}$

- Groß-WP: hier ab 500 kW und 80°C



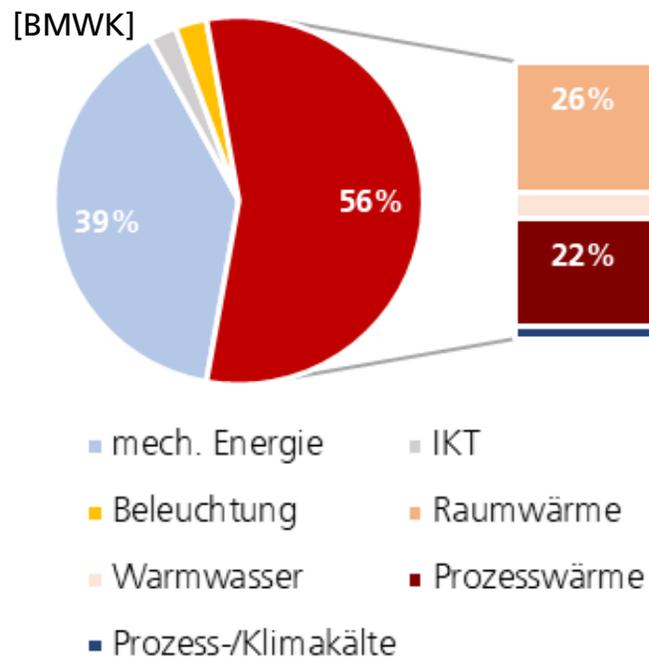
Großwärmepumpen für die tiefe Geothermie

Inhalt:

- Motivation und Einordnung von Großwärmepumpen
- Einsatzmöglichkeiten in der Wärmewende
- Verfügbare Wärmepumpentechnologien und Wirtschaftlichkeit
- Zusammenfassung und Ausblick

Potential für Wärmepumpen in der Wärmeversorgung

Endenergieverbrauch 2019 (2.514 TWh) nach Anwendung



Status Quo (2019)

Gesamt	1.400 TWh/a
Raumwärme	658 TWh/a
Prozesswärme	541 TWh/a
Warmwasser	130 TWh/a
Kälte	63 TWh/a

Kommunale Wärmewende:

- Raumwärme 658 TWh/a (> 2.100 h/a)
- Warmwasser 130 TWh/a (8.600 h/a)

Kommunaler Bedarf: **788 TWh/a**

→ rund 80% der Heiz- und Fernheizwerke noch nicht nachhaltig aufgestellt

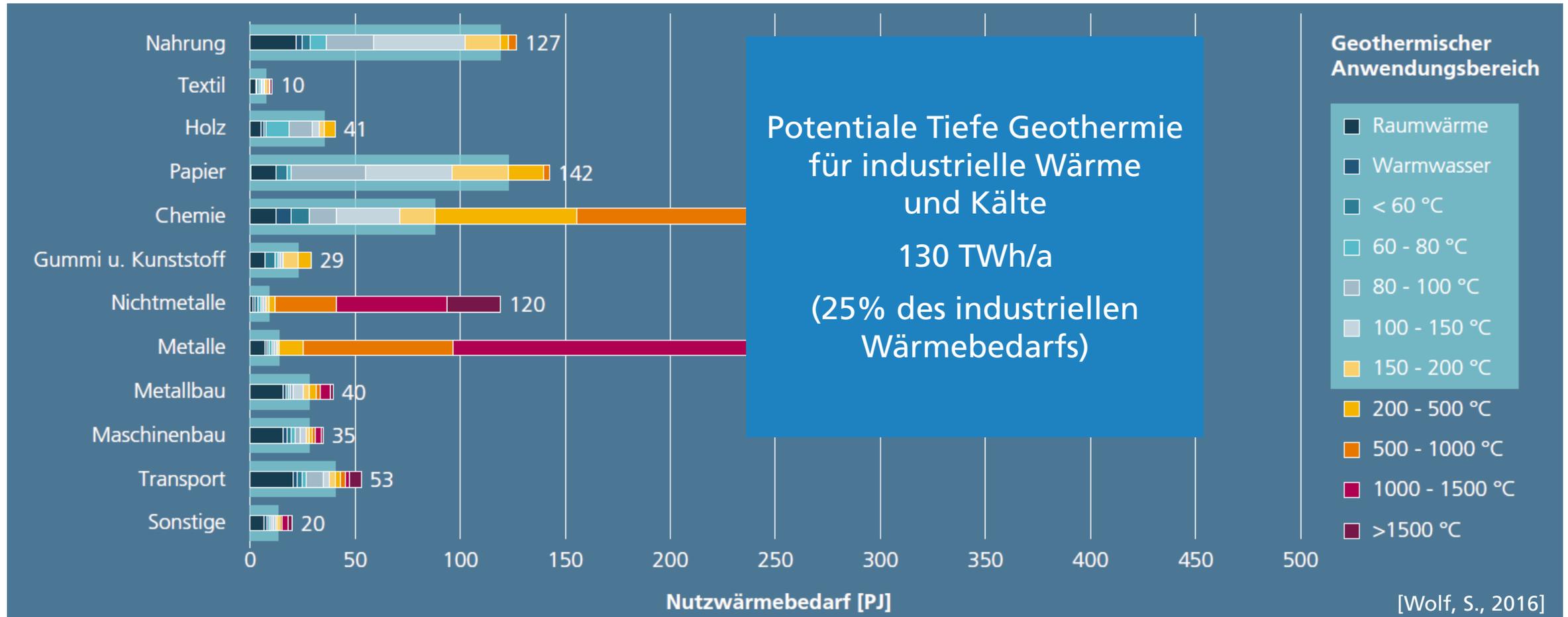
→ Wärmepumpen für benötigte Temperaturniveaus verfügbar

Industrielle Wärmewende:

- Prozesswärme 541 TWh/a (8.600 h/a)
- Kälte 63 TWh/a (8.600 h/a)

Industrieller Bedarf: **604 TWh/a**

Industrielle Wärmewende – Temperaturniveaus



→ Wärmepumpentechnologie auf den nötigen Temperaturniveaus nur teilweise vorhanden

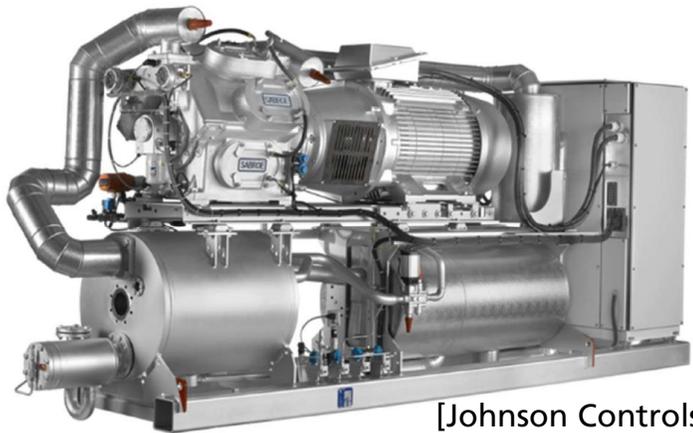
Großwärmepumpen für die tiefe Geothermie

Inhalt:

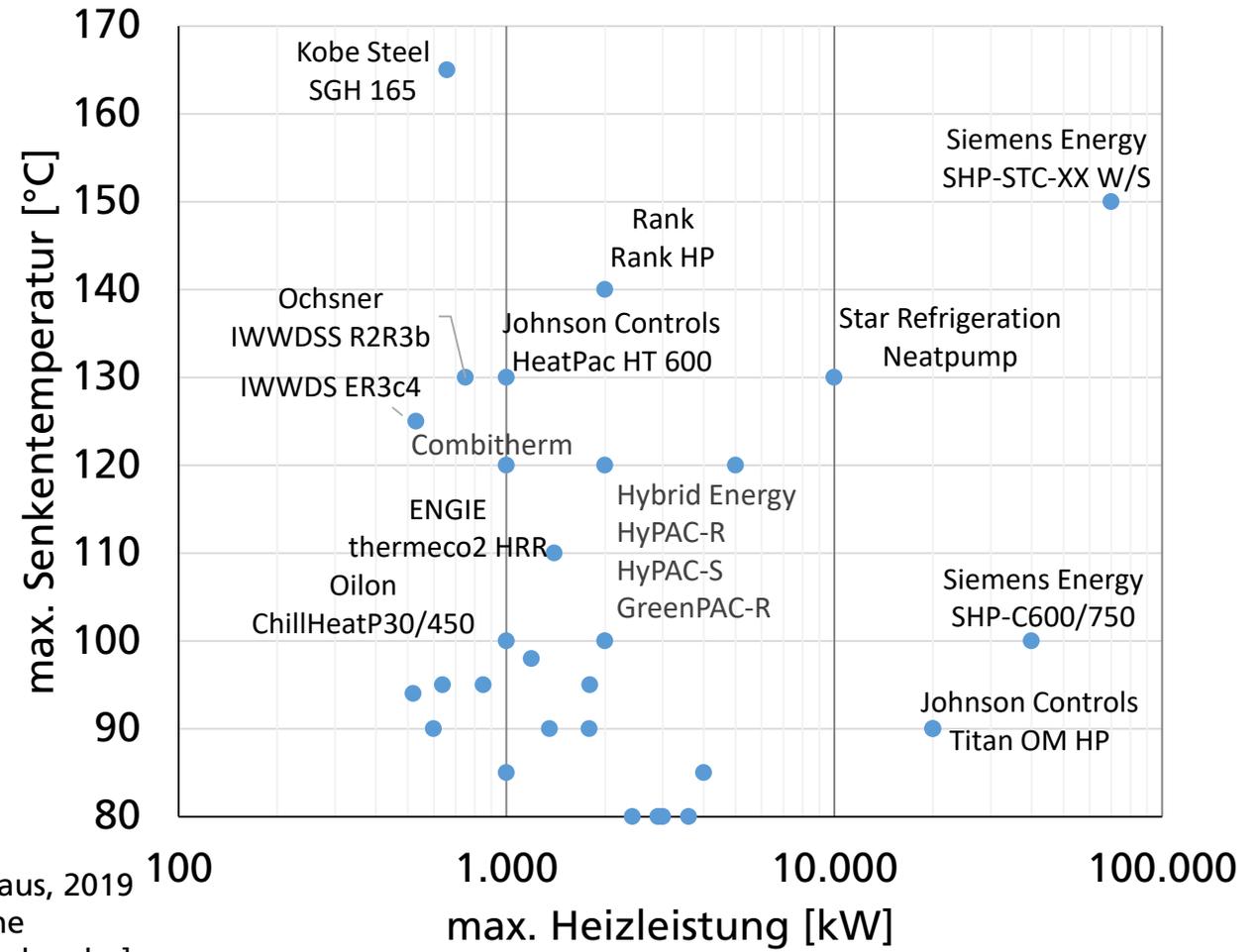
- Motivation und Einordnung von Großwärmepumpen
- Einsatzmöglichkeiten in der Wärmewende
- **Verfügbare Wärmepumpentechnologien und Wirtschaftlichkeit**
- Zusammenfassung und Ausblick

Verfügbare Großwärmepumpen

- Wenige Hersteller für Temperaturen oberhalb 100°C
- Ab 150°C: Prototypenstatus
 - Industribedarf bis 200°C noch nicht vollständig bedienbar
- Wärmepumpen in großen Leistungsklassen (bis 70 MW) verfügbar



[Johnson Controls]

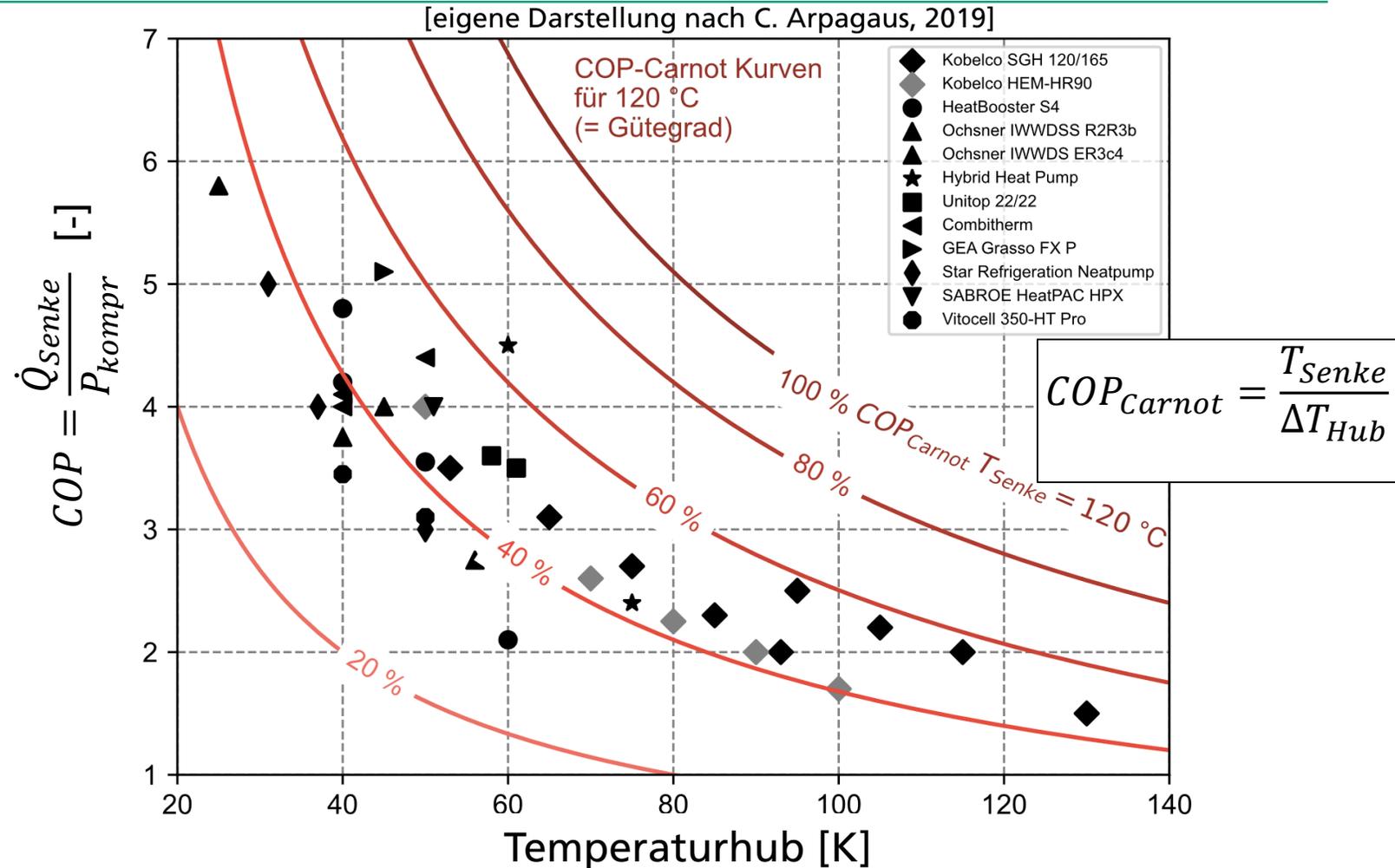


[C. Arpagaus, 2019 und eigene Internetrecherche]

Effizienz von Großwärmepumpen und Entwicklungsbedarfe

Entwicklungsbedarfe:

- Erhöhung der Senktemp.
- COP-Verbesserungen durch Entwicklung von
 - Kompressoren
 - Wärmeübertrager
 - Schmiermittel
 - Kältemittel
- Regelungsstrategien
- Standardisierung von Anwendungsfällen



Wirtschaftlichkeit von Großwärmepumpen

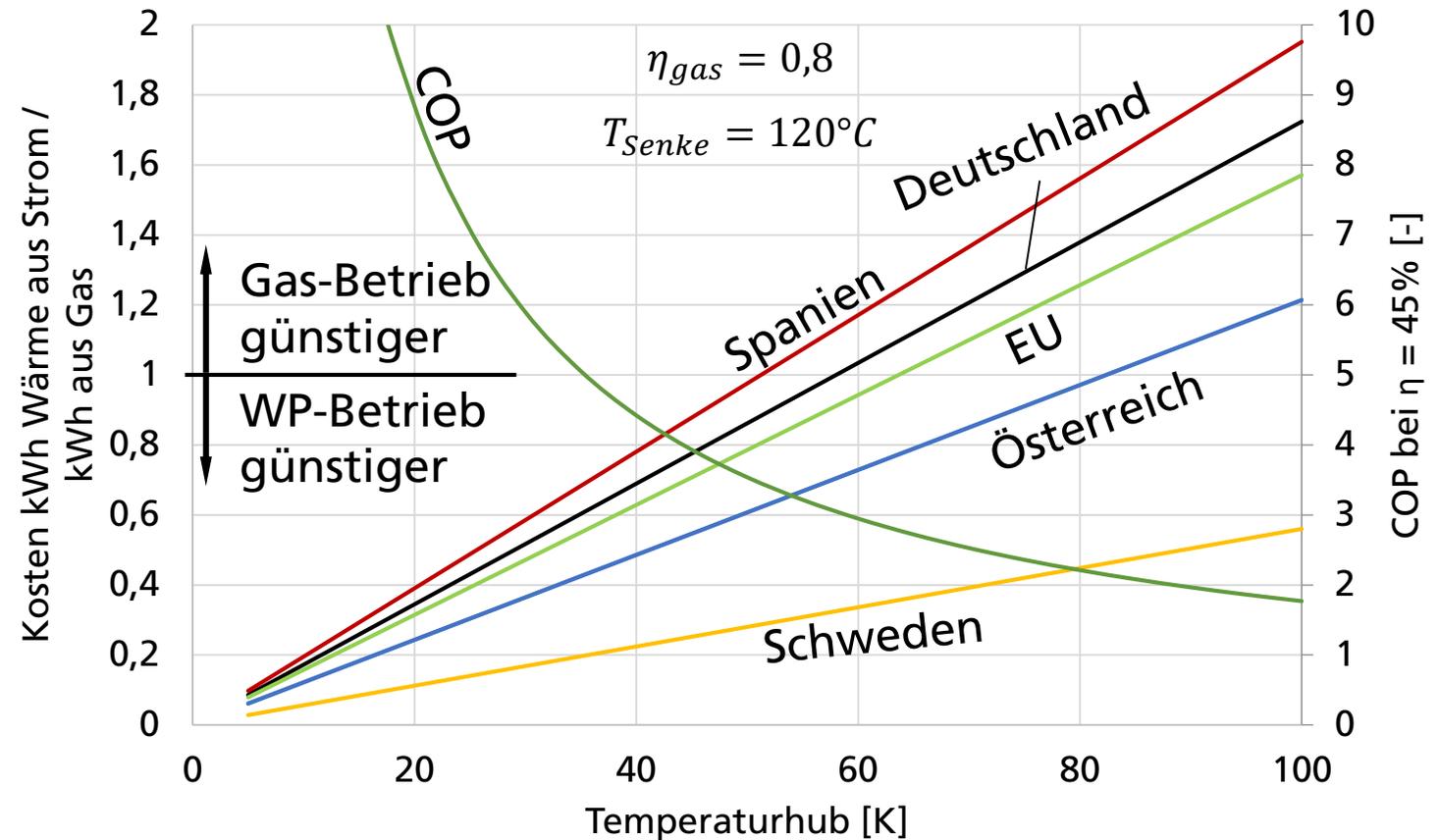
■ Hemmnisse für die Verbreitung von Großwärmepumpen:

- Hohe Herstellungskosten, teilweise Einzelstücke
- **Lange Amortisationszeiten / Gas bisher die günstigere Alternative**

Land	Kosten kWh Strom [€]	Kosten kWh Gas [€]	Verhältnis Strom / Gas
Schweden	0,0982	0,0793	1,2
Frankreich	0,1018	0,0504	2,0
Österreich	0,1278	0,0476	2,7
EU	0,1445	0,0416	3,5
Deutschland	0,1445	0,0379	3,8

[Eurostat 2021, non-household]

- **Spez. Invest für WP deutlich höher als für Gas!**



Zusammenfassung und Arbeiten am Fraunhofer IEG

- Großes Potential für Wärmepumpen in Kombination mit tiefer Geothermie in kommunaler und industrieller Wärmewende
- Hochtemperatur-Wärmepumpen bis ca. 150°C erprobt
- Ab ca. 150°C: Prototypenstatus und Entwicklungsbedarfe
- Effizienz nimmt mit steigendem Temperaturhub deutlich ab
- Hohe Herstellkosten und günstiges Gas hemmen (bisher) die weite Verbreitung

- Unterstützung von Kommunen und Unternehmen bei Potentialstudien und Umsetzungsprojekten
- Entwicklung von eigenen Hochtemperatur-Wärmepumpenkomponenten
- Demonstration der Machbarkeit in Reallaboren

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Matthias Utri

matthias.utri@ieg.fraunhofer.de