

---

# GROßWÄRMEPUMPEN FÜR DIE TIEFE GEOTHERMIE: TECHNIK, VERFÜGBARKEIT UND EINSATZMÖGLICHKEITEN

12.05.2022

---



Matthias Utri

[matthias.utri@ieg.fraunhofer.de](mailto: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](http://www.lr-online.de/nachrichten/brandenburg/landesamt-fuer-umwelt-co2-emissionen-in-brandenburg-auf-tiefststand-42412324.html)]

# Der einfache Wärmepumpenkreislauf

## Kompressions-Wärmepumpe:

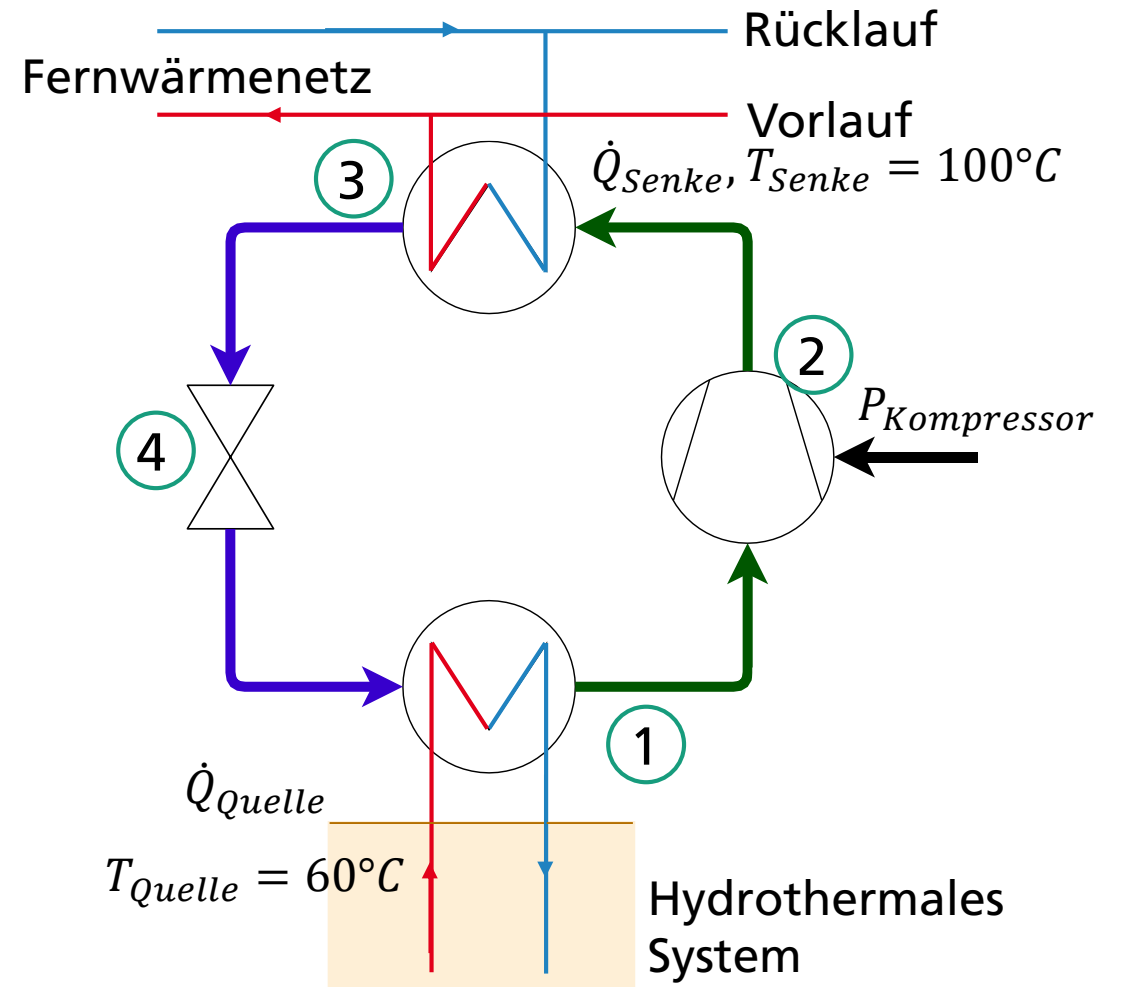
- Ermöglicht unter Zuhilfenahme von technischer Arbeit die Übertragung von Wärme von einem niedrigen Temperaturniveau auf ein System mit höherem Temperaturniveau

- 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

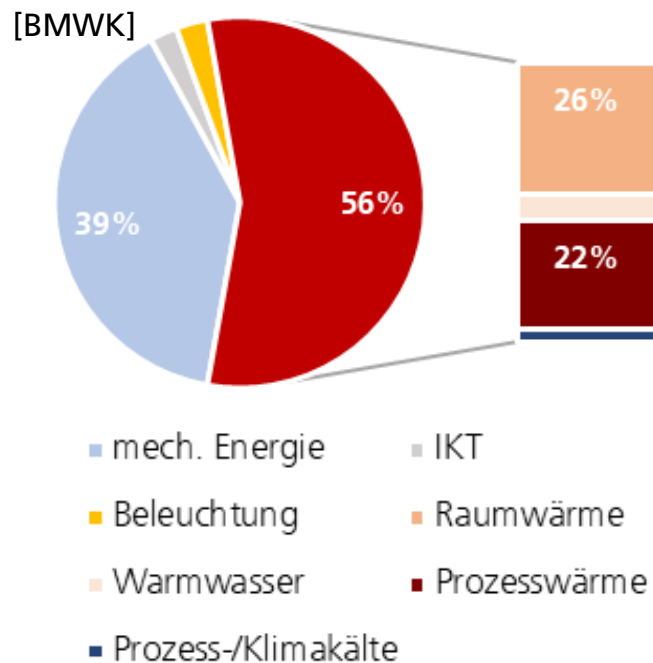
---

## 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

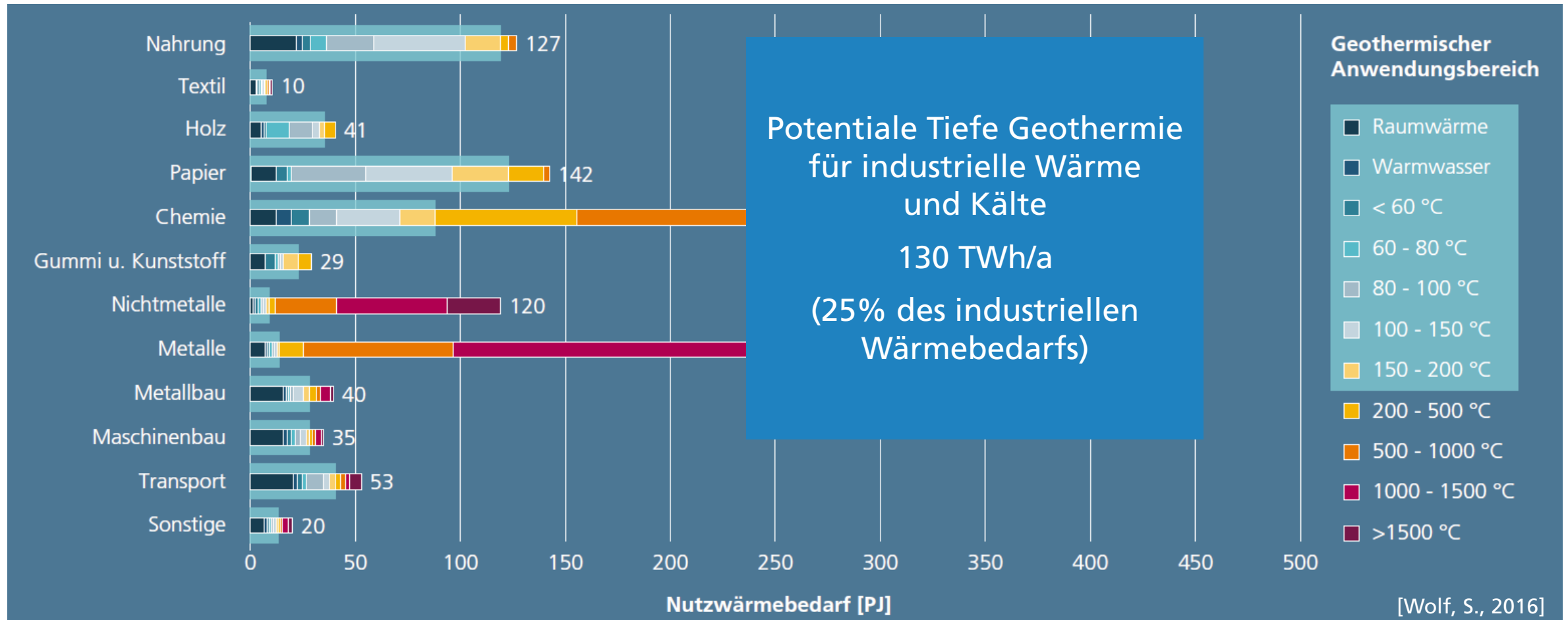
→ Wärmepumpen für benötigte Temperaturniveaus verfügbar

### 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

---

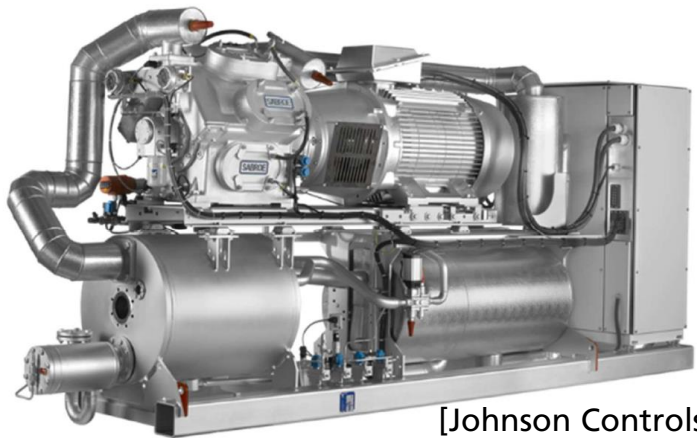
## Inhalt:

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

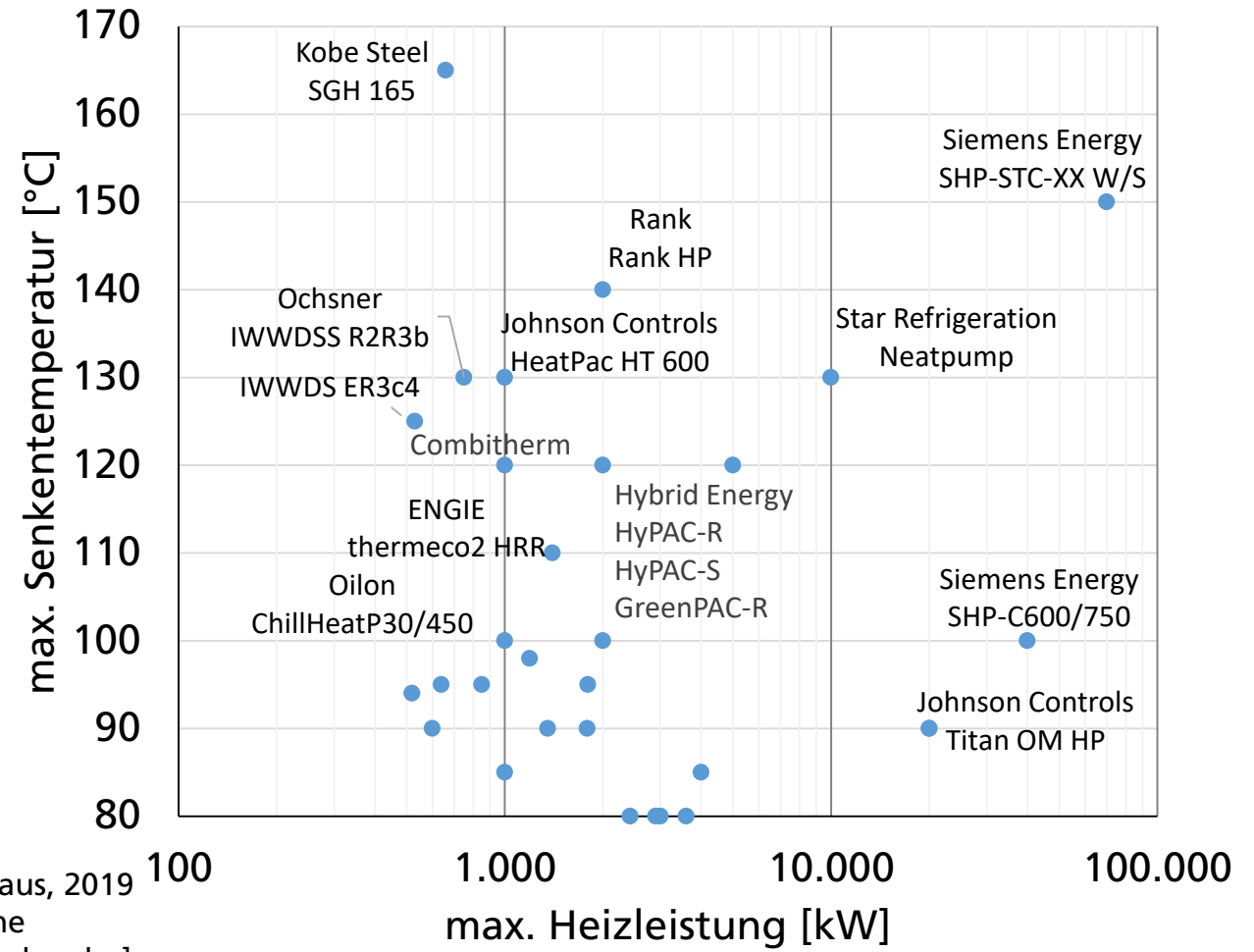


# Verfügbare Großwärmepumpen

- 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]

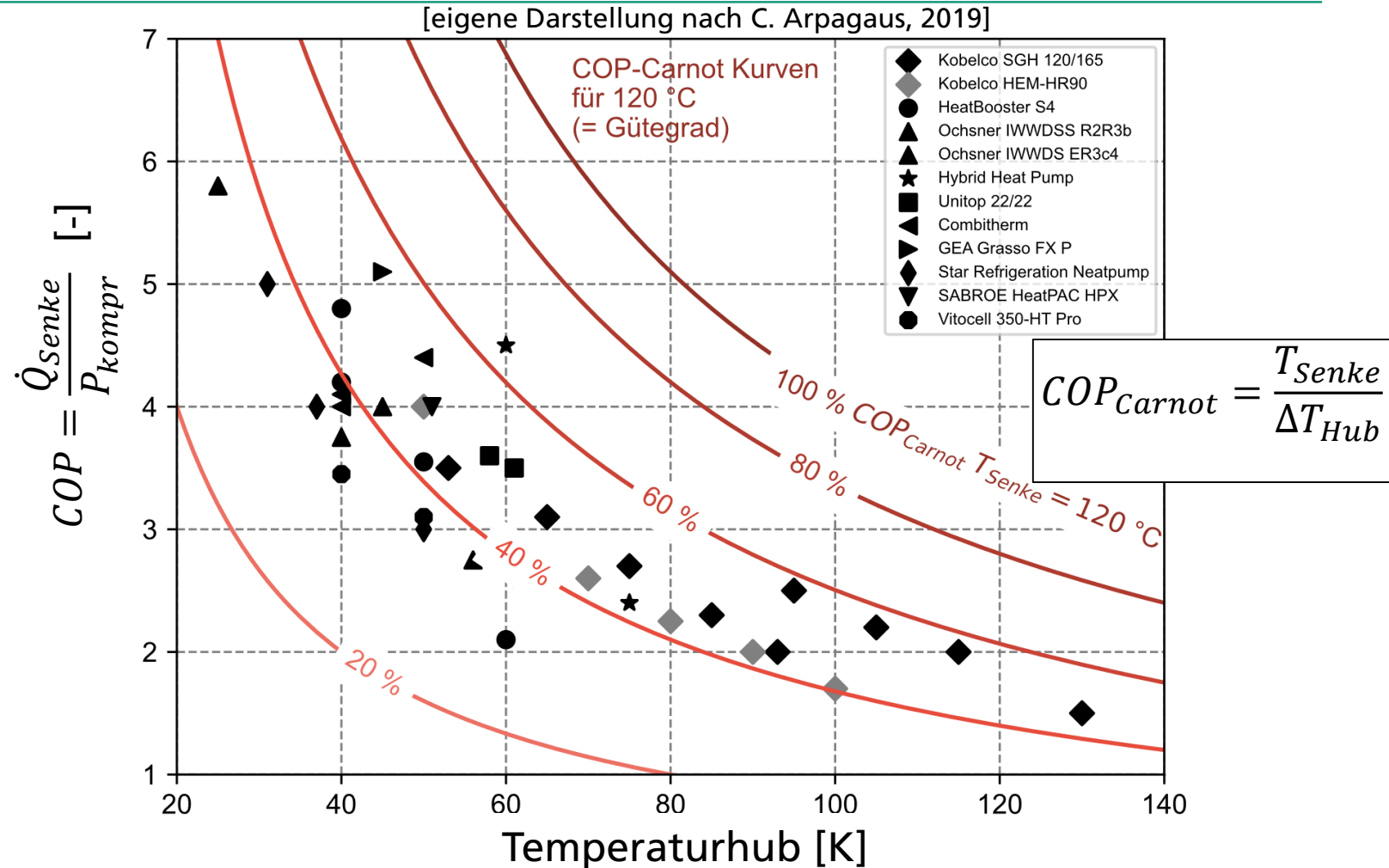


[C. Arpagaus, 2019 und eigene Internetrecherche]

# 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

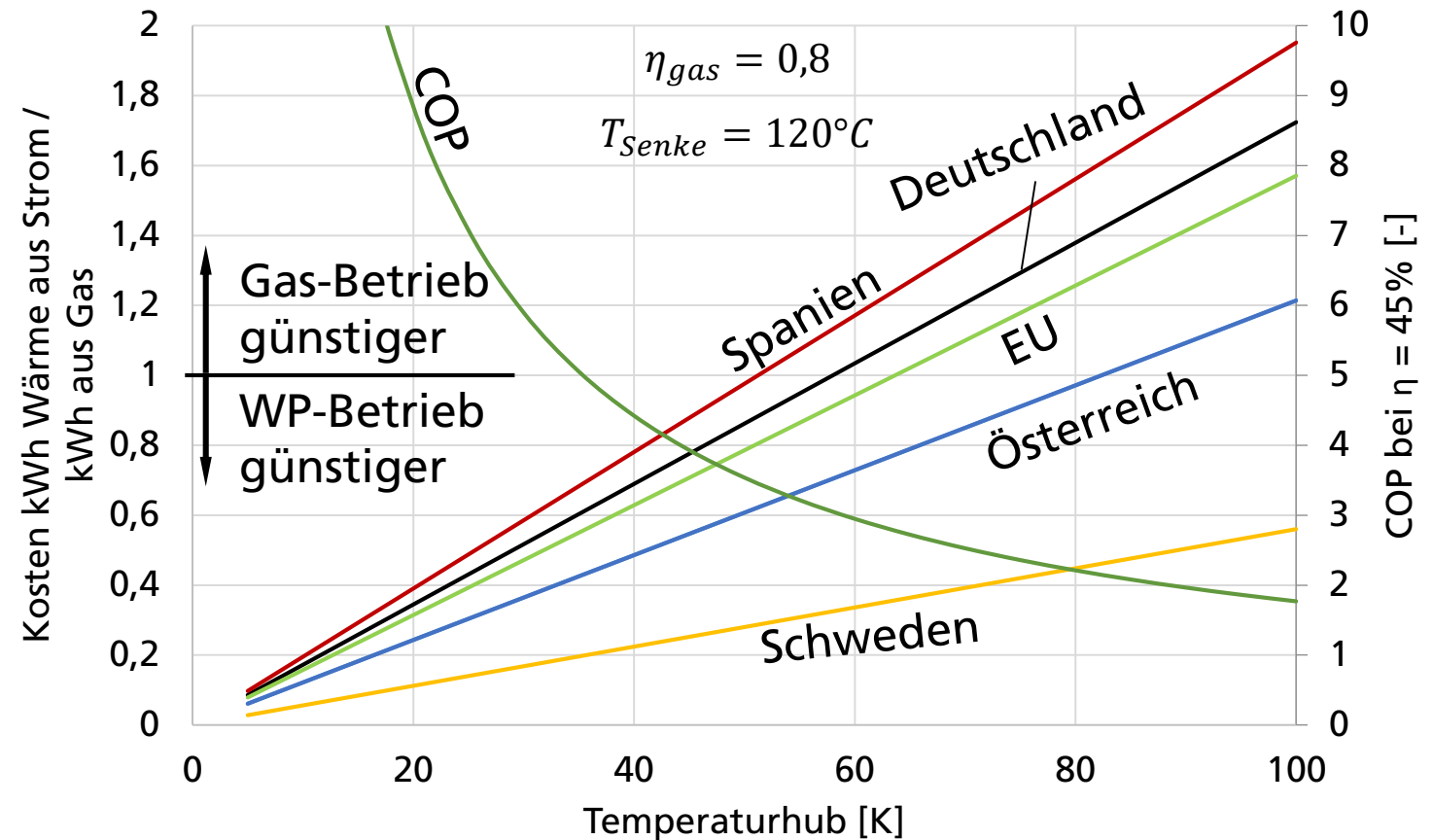
## ■ Hemmnisse für die Verbreitung von Großwärmepumpen:

- 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](mailto:matthias.utri@ieg.fraunhofer.de)