

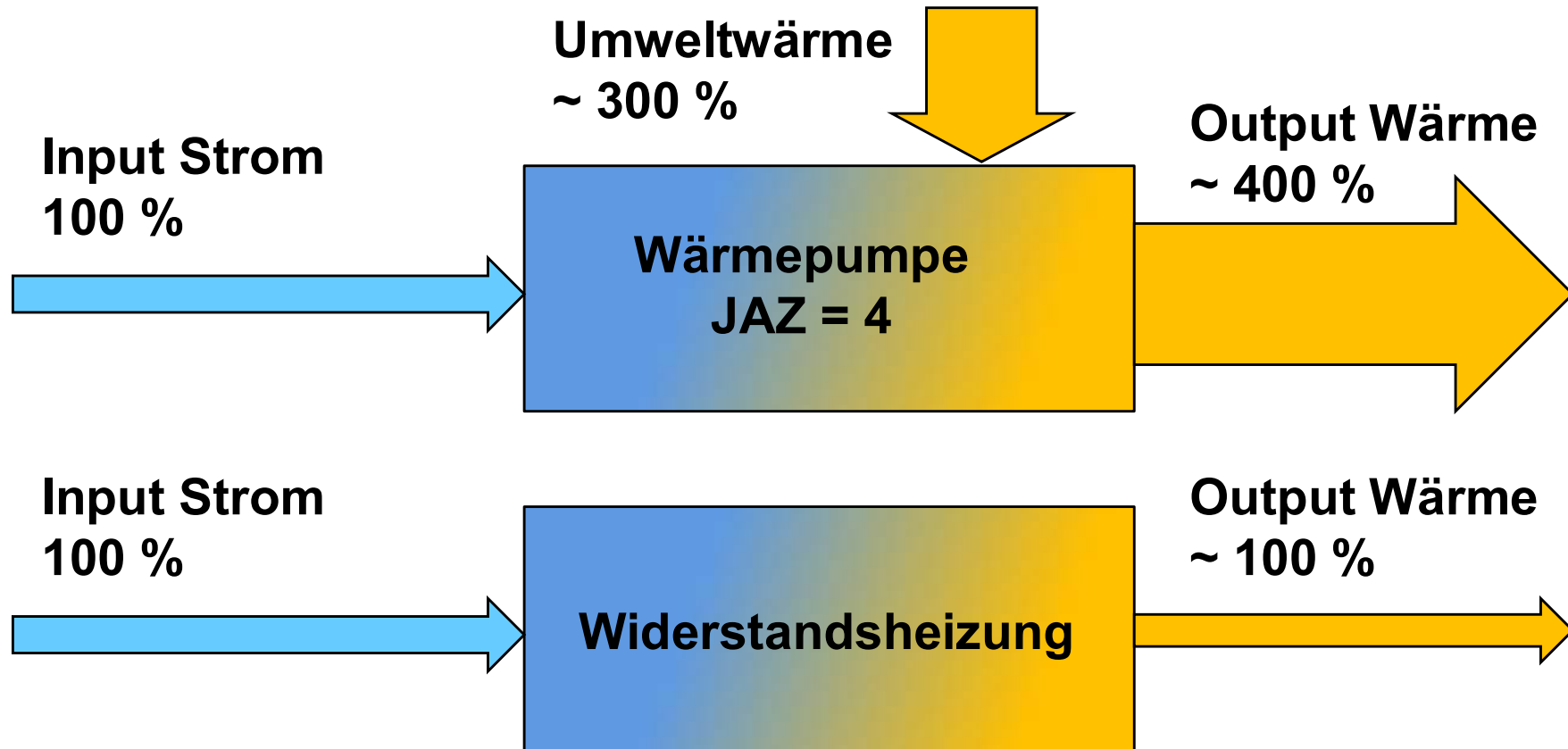
# Stromdirektheizung und Hybridsysteme

Dr. Martin Kleimaier  
9. Dialogplattform PtH  
30. Nov. 2023



**VDE** ETG

# Beispiele für Power-to-Heat (direkte Sektorenkopplung )



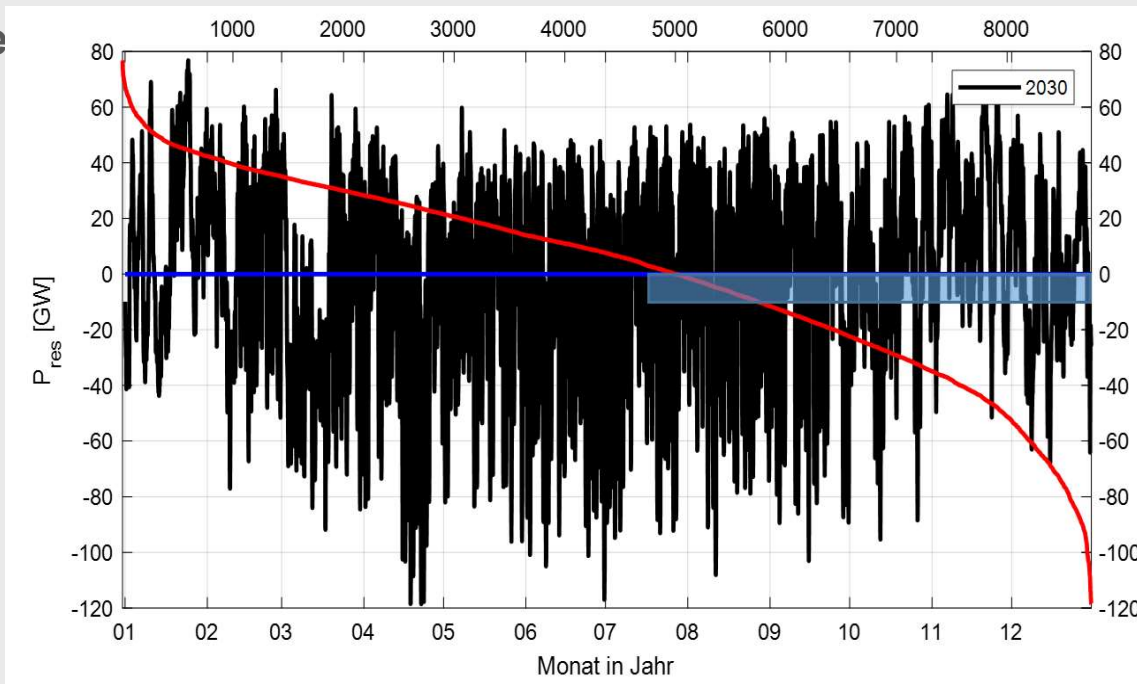


**Warum sollten wir uns mit Strom-Direktheizsystemen befassen, obwohl doch die el. Wärmepumpe deutlich effizienter ist?**

# Entwicklung der Residuallast



## Ergebnisse 2030



- PV: 200 GW
- Wind: 120 GW (onshore)
- Wind: 30 GW (offshore)

Residuallastverlauf für 2030 unter Annahme der Ziele aus dem Koalitionsvertrag 11/2021, Last- und Wetterdaten wie 2019 zusätzlich: Energiebedarf für eine Elektrolyseurleistung von 10 GW mit 4.000 Vollaststunden (blau)

Quelle: ETG-Hintergrundpapier: Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung und Entwicklung der Residuallast

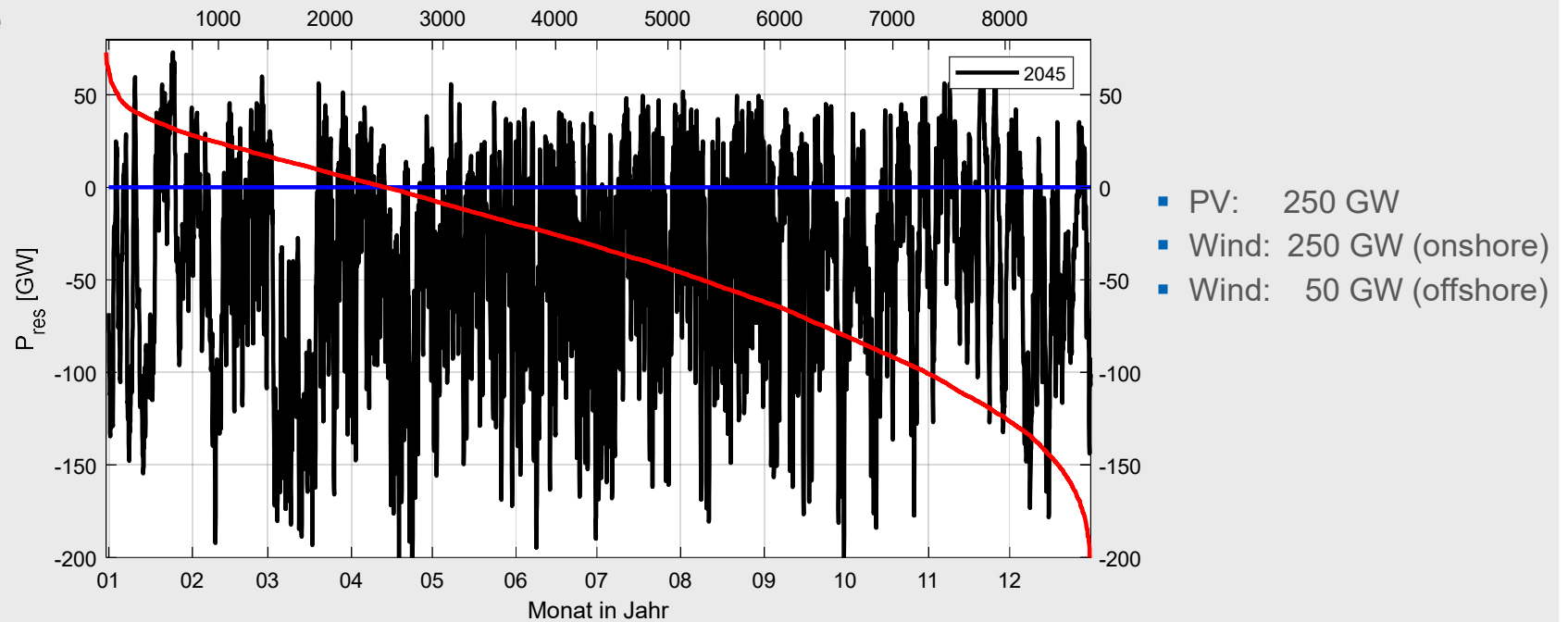


# Entwicklung der Residuallast



## Ergebnisse

2045



*Residuallastverlauf für 2045, Last- und Wetterdaten wie 2019*

Quelle: ETG-Hintergrundpapier: Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung und Entwicklung der Residuallast



# Verfügbarkeit von EE-Strom für Power-to-Heat



- **EE-Strom ist volatil (insbes. PV und Wind)**
- **EE-Strom ist nicht immer verfügbar**
  - **Tag / Nacht**
  - **Sommer / Winter**
  - **kalte und trockene Dunkelflaute (in Wintermonaten)**
- **EE-Überschüsse sind nicht überall verfügbar (regionale Unterschiede)  
aktuell PV-Überschüsse in den Sommermonaten und Wind im Norden**
  - **Nutzung bevorzugt erzeugungsnah (zur Vermeidung von Netzüberlastungen)**
- **Die Substitution fossiler Strom-Erzeugung durch EE-Strom sollte Vorrang haben.**
  - **Für E-Heizer sollte nur negative Residuallast („EE-Überschüsse“) genutzt werden.**
  - **Für Wärmepumpen mit hohem COP kann auch Strom aus einem Gaskraftwerk genutzt werden.**

# Power-to-Heat im Gebäudesektor



- Wärmeerzeuger:**
- zentrale oder dezentrale Systeme sind möglich
  - Nutzung lokaler (dezentraler) EE-Quellen möglich (Eigenstrom-Nutzung)
  - Elektroheizer: Gebäude, Fernwärme, Prozesswärme  
verschiedene Technologien (i.d.R. el. Widerstand):  
Durchlauferhitzer, Infrarotheizungen, Flächenheizungen (Wand, Decke)  
Heizstab (Heizpatrone), ...
  - Wärmepumpen: Einzelraum (Klimaanlagen), Gebäude, Fernwärme
- Wärmeverteilung:**
- Wärmenetze (verschiedene Temperaturbereiche)
  - Einzelraumheizung (ohne Wärmenetz)
- Speicherung:**
- Wärme-Speicher (Warmwasser- oder Hochtemperaturspeicher)  
(evtl. in Zukunft auch Latentwärmespeicher)  
Speicherung großer Energiemengen für längere Zeit ist kaum möglich,  
bzw. sehr aufwändig

# Power-to-Heat (Systemvergleich)



- Vorteile:**
- Wärmepumpen: hoher COP durch Nutzung von Umweltwärme od. Abwärme neben Wärmeerzeugung ist ggf. auch eine Kühlung (z.B. im Sommer) möglich erfordert nicht unbedingt die Nutzung von EE-Strom
  - E-Heizer: keine oder nur geringe Umwandlungsverluste (besser als Wasserstoff), alle Temperaturbereiche, langlebig, geringer Platzbedarf, geringer Installationsaufwand, sehr kostengünstige Energiewandler
    - könnten prinzipiell auch die Nutzung kurzer Erzeugungsspitzen ermöglichen
- Nachteile:**
- Wärmepumpen: relativ hohe Investitionskosten, Temperaturniveau begrenzt, evtl. Zusatzkosten für Fußbodenheizung, Platzbedarf, evtl. Geräuschprobleme, COP temperaturabhängig (insbes. bei Luft-Wasser-WP)
    - evtl. Zusatzheizung an besonders kalten Tagen erforderlich
  - E-Heizer: i.d.R. nur bei Verwendung von EE-Strom (EE-Überschüsse) sinnvoll im aktuellen Strompreissystem: keine Anreize zur Nutzung bei EE-Überschüssen Netzüberlastungen müssen vermieden werden



## Hybride Systeme

**Nutzung der jeweils besten Option, in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit der fluktuierenden erneuerbaren Energieträger:**

Bei EE-Überschuss-Situationen: direkte Nutzung von EE-Strom mit Power-to-Heat-System.

Bei EE-Mangel-Situationen: Nutzung alternativer Energieträger im vorhandenen System. Bis ausreichend „grüner“ Wasserstoff oder andere klimaneutrale Energieträger zur Verfügung stehen, ist während einer Übergangszeit weiterhin die Nutzung fossiler Energieträger möglich (kann sukzessive mit dem EE-Ausbau reduziert werden).

Vorhandene Heizsysteme können weiter genutzt werden. Es ist lediglich eine Ergänzung durch einen kostengünstigen E-Heizer erforderlich (oder aufwändiger: Wärmepumpe).

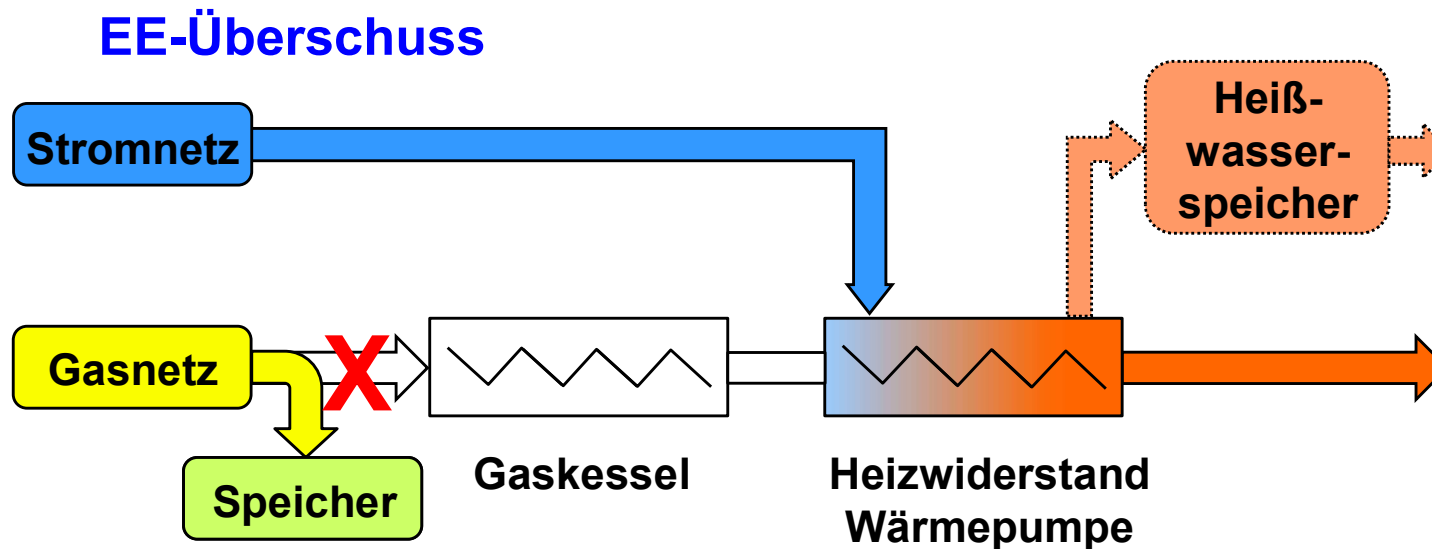
Überlastungen im Stromnetz können vermieden werden (abschaltbare Leistung).

Kurzzeitspeicherung wird durch Wärmespeicher ermöglicht.

Langzeitspeicherung wird durch das alternative Heizsystem erschlossen:

Speicherung der substituierten Brennstoffe während der Zeit mit E-Heizung

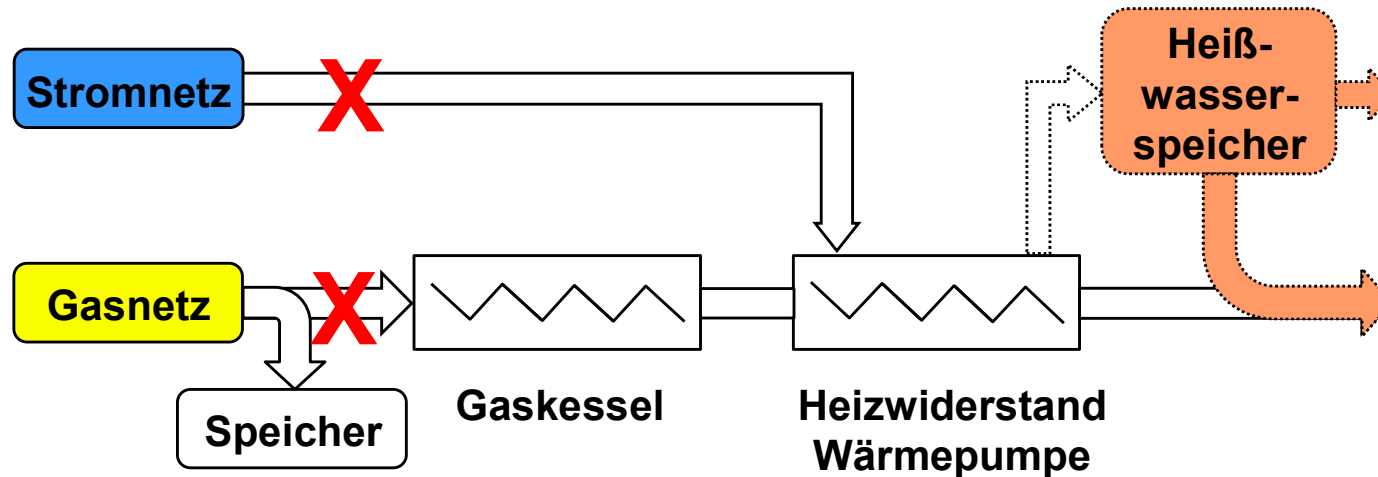
# Hybride Wärme-Systeme (Beispiel mit Gasheizung)



- nicht genutztes Erdgas kann im (Speicher-)System bleiben → aus Erdgas wird Öko-Methan (“virtuelle Methanisierung“)  
→ die Einspeicherung erfolgt nur virtuell (bereits vorhanden)
- Synthetisches Erdgas muss nicht auf teuren und ineffizienten Umwegen (Elektrolyse, Methanisierung, Kompression) erzeugt und gespeichert werden!

# Hybride Wärme-Systeme (Beispiel mit Gasheizung)

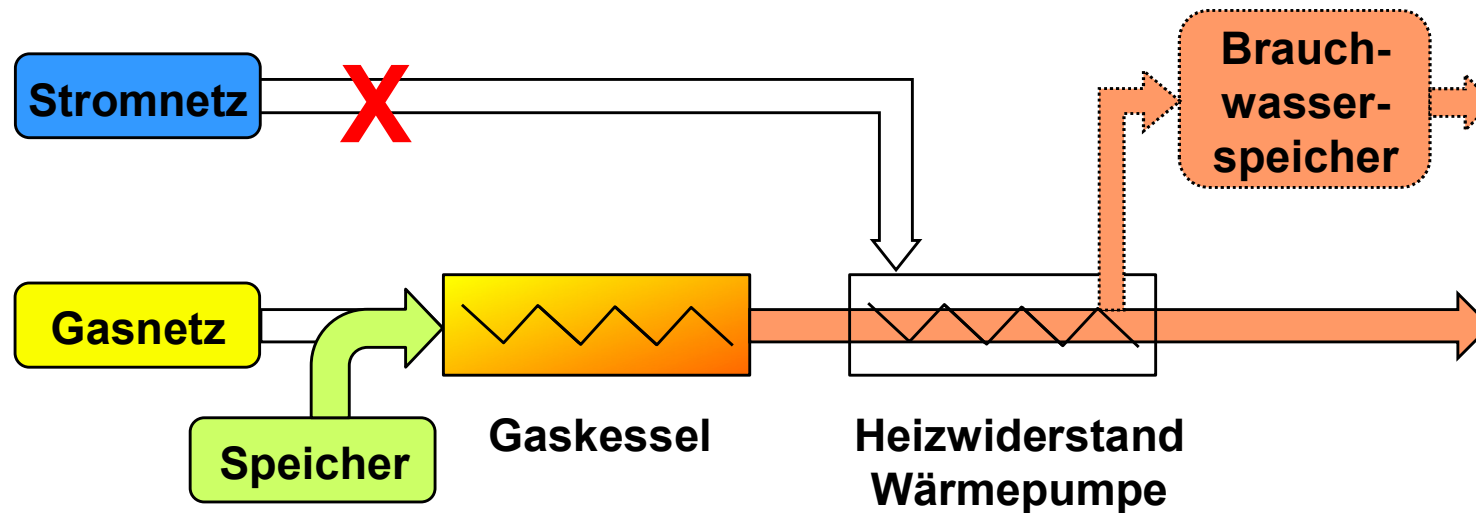
## Kurzfristiger EE-Mangel



- Kurzfristig (einige Stunden) kann der Heizwärme- bzw. Brauchwasserbedarf aus dem Speicher gedeckt werden
- Brauch-/Heizwasser-Speicher erforderlich (Größe?)
- Wärme könnte auch in einem wesentlich kompakteren Hochtemperaturspeicher (Blockspeicher) gespeichert werden

# Hybride Wärme-Systeme (Beispiel mit Gasheizung)

## Längerfristiger EE-Mangel



- „**Virtuell gespeichertes Öko-Methan**“ kann im einfachsten Fall in einem Gaskessel (z.B. Brennwert-Kessel) genutzt werden
- besser aber auch aufwändiger wären noch KWK- oder Wärmepumpensysteme



## Hybride Systeme: weitere Beispiele

- **Heizungskessel: Strom, Gas (Wasserstoff), Öl, Biomasse (Holz)**
- **Warmwasserbereitung (incl. Aufheizung auf  $> 70^{\circ} \text{C}$ )**  
(zus. Nutzung auch für Waschmaschine und Geschirrspüler)
- **Nah- /Fernwärmesysteme (Bereits Praxis in Dänemark)**
- **Herde**
- **Hallenheizung (Strahlungsheizung)**
- **Prozesswärme (inkl. Industrieöfen)**
- **Absorptionskältemaschinen**
- **el. Wärmepumpe + Zusatzheizung (Gas, Öl, Holz)**
- **Elektro-Hybridfahrzeug (Batterie + Verbrenner)**  
vermeidet zusätzliche Kraftwerksleistung für das Laden der Batterie von  
E-Fahrzeugen bei EE-Mangel (auch während längerer Dunkelflauten)
- ...

## Fazit

- **Power-to-Heat mit E-Heizern macht i.d.R. nur Sinn, wenn hierfür EE-Überschuss-Strom eingesetzt werden kann bzw. wenn damit gegenüber der konventionellen Lösung (mit fossilen Energiequellen) eine CO<sub>2</sub>-Reduktion erzielt werden kann.**
  - ➔ **EE-Überschüsse sind auf absehbare Zeit nur sehr begrenzt verfügbar.**
  - ➔ **E-Heizer sind für einen flexiblen Betrieb bei fluktuierender EE-Erzeugung bestens geeignet**
- **E-Heizer sind die Alternative mit den geringsten Investitionskosten**
  - ➔ **E-Heizer können daher auch bei einem Betrieb mit geringen Volllaststunden zum Einsatz kommen und somit den Bedarf für Abregelung von EE-Spitzen reduzieren.**
  - ➔ **Hybride Systeme ermöglichen einen flexiblen Betrieb in allen Zeitbereichen ohne Komforteinbußen und erschließen auch die Langzeitspeicherung mit Brennstoffen.**
- **Aktuell fehlen jedoch noch attraktive Stromtarife und geeignete IT-Systeme zur Nutzung von Marktsignalen bei EE-Überschüssen und um lokale Netzüberlastungen zu vermeiden!**
  - ➔ **Solange Wärme mit fossilen Brennstoffen kostengünstiger erzeugt werden kann, lässt sich der Einsatz von E-Heizern (auch in Hybridsystemen) i.d.R. nicht wirtschaftlich darstellen.**  
**aktuelle Ausnahme: Eigenstromnutzung**

# Hinweis



**Zum Thema Power-to-Heat soll bei der ETG ein neuer Fachausschuss im FB V1 als FA V1.2 gegründet werden.**

**Hierzu soll es in Kürze einen Call for Experts geben.**

**Interessenten für eine Mitarbeit bitte melden:**

**Nachricht an: [martin.kleimaier@t-online.de](mailto:martin.kleimaier@t-online.de)**

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Wir gestalten die e-diale Zukunft.  
Machen Sie mit.

## Ihr Ansprechpartner:

Dr. Martin Kleimaier, [martin.kleimaier@t-online.de](mailto:martin.kleimaier@t-online.de)

**Vorsitzender ETG V1**



**VDE** ETG