

# Power to X

Jakob Geißendörfer

Projekt  
Energietechnik

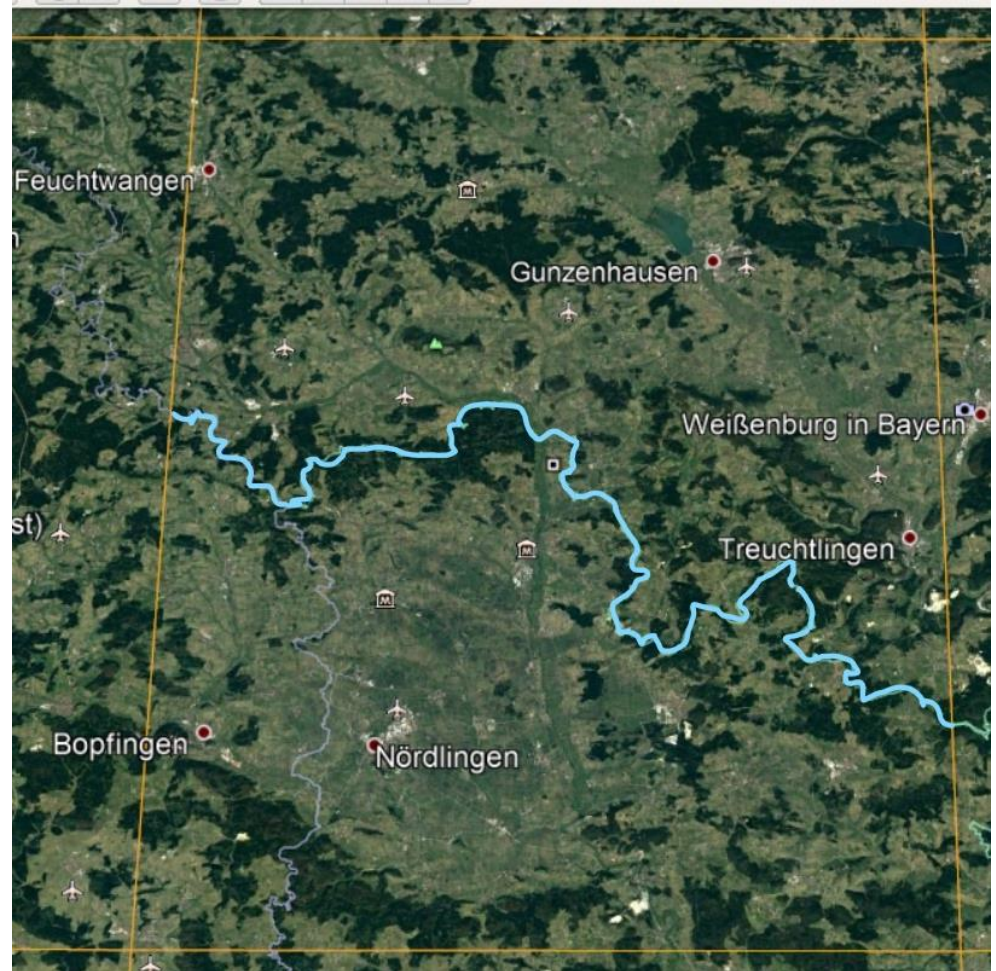
Energiekonferenz  
30.06.2020



Quelle: <https://pixabay.com/de/>

Gebietsmittelpunkt:

- $10,625^\circ$  Östliche Länge
- $49,0^\circ$  Nördliche Breite
- Gebiet über der türkis-blauen Linie
- Größte Städte sind Gunzenhausen, Treuchtlingen und Feuchtwangen

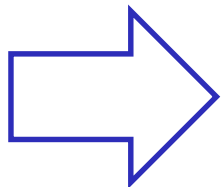


Quelle: Screenshot des MERRA-2-Quadrats

| Anlagenanzahl  | Summe 2018 erzeugter Energie [MWh] | Benutzungsgrad |
|----------------|------------------------------------|----------------|
| Laufwasser: 32 | 1 265                              | 21,27%         |
| Wind: 61       | 127 737                            | 16,93%         |
| Sonne: 12078   | 270 445                            | 11,33%         |
| Biomasse: 158  | 697 155                            | 94,12%         |

$\Sigma$  1,09 TWh Energie wurden erzeugt

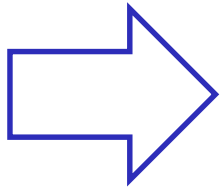
→ Verbrauch bei 592,5 GWh



**Untersuchungsgebiet ist bereits regenerativ versorgt!**

$\Sigma$  1,09 TWh Energie wurden erzeugt

→ Verbrauch bei 592,5 GWh



Untersuchungsgebiet ist  
regenerativ versorgt!

Gründe für den Überschuss:

- Niedrige Bevölkerungszahl / Km<sup>2</sup>
- Kleine Unternehmen und Handwerksbetriebe
- Sehr hohe Biogasanlagendichte

Kritischste Wetterjahre führen zur Speicherleerung von 14,5 Tagesladungen

→ Speicher mit Power to X mit 16 Tagesladung

$$\text{Tagesladung} = \frac{\text{Jahresverbrauch}}{365 \text{ Tage}} = \frac{592,5 \text{ GWh}}{365} = 1,62 \text{ GWh}$$

$$\text{Geforderte Speicherkapazität} = 16 * 1,62 \text{ GWh} = 25,92 \text{ GWh}$$

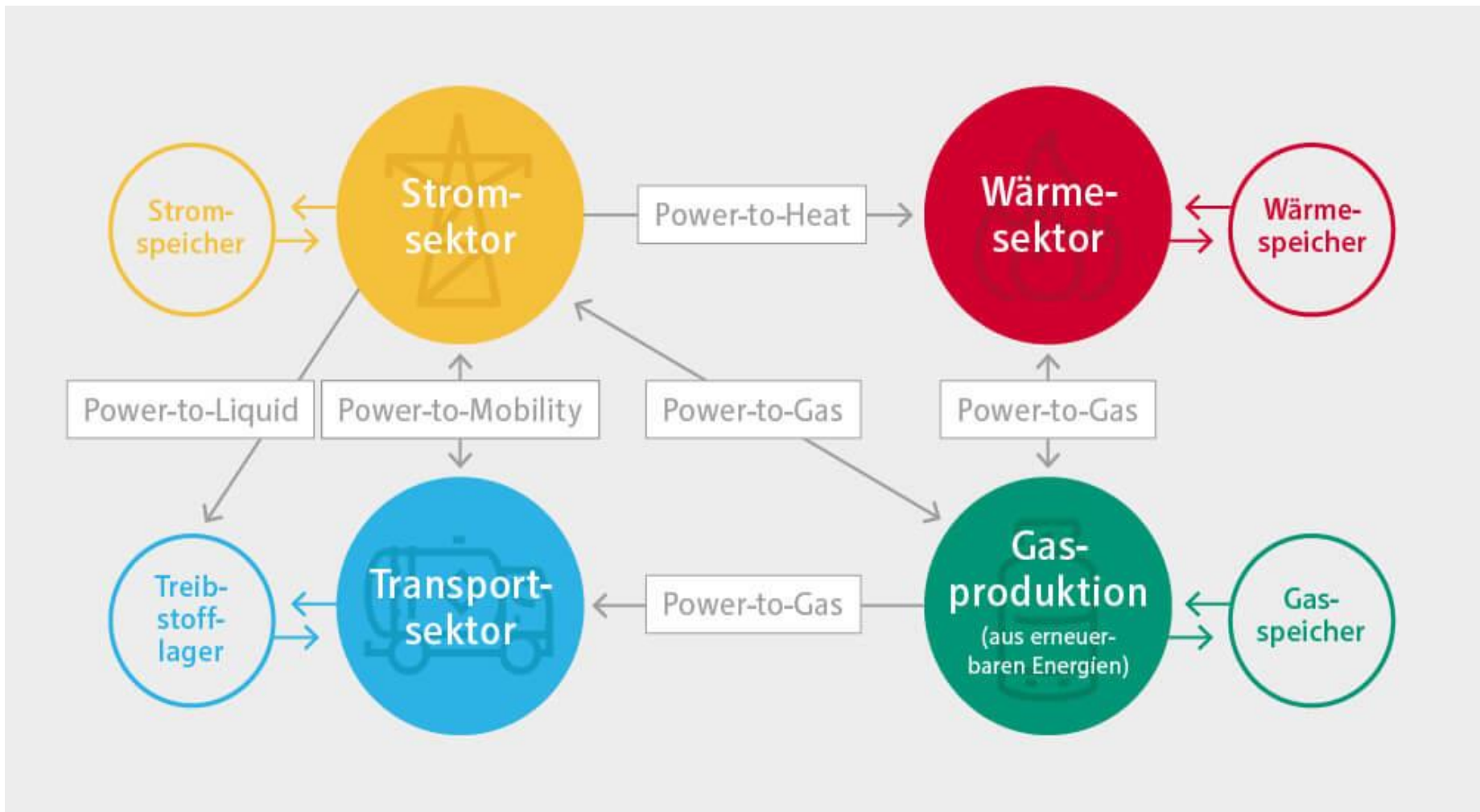
---

Definition: Die Umwandlung überschüssiger Energie in speicherbare Medien, um diese bei Bedarf wieder zurück zu verstromen

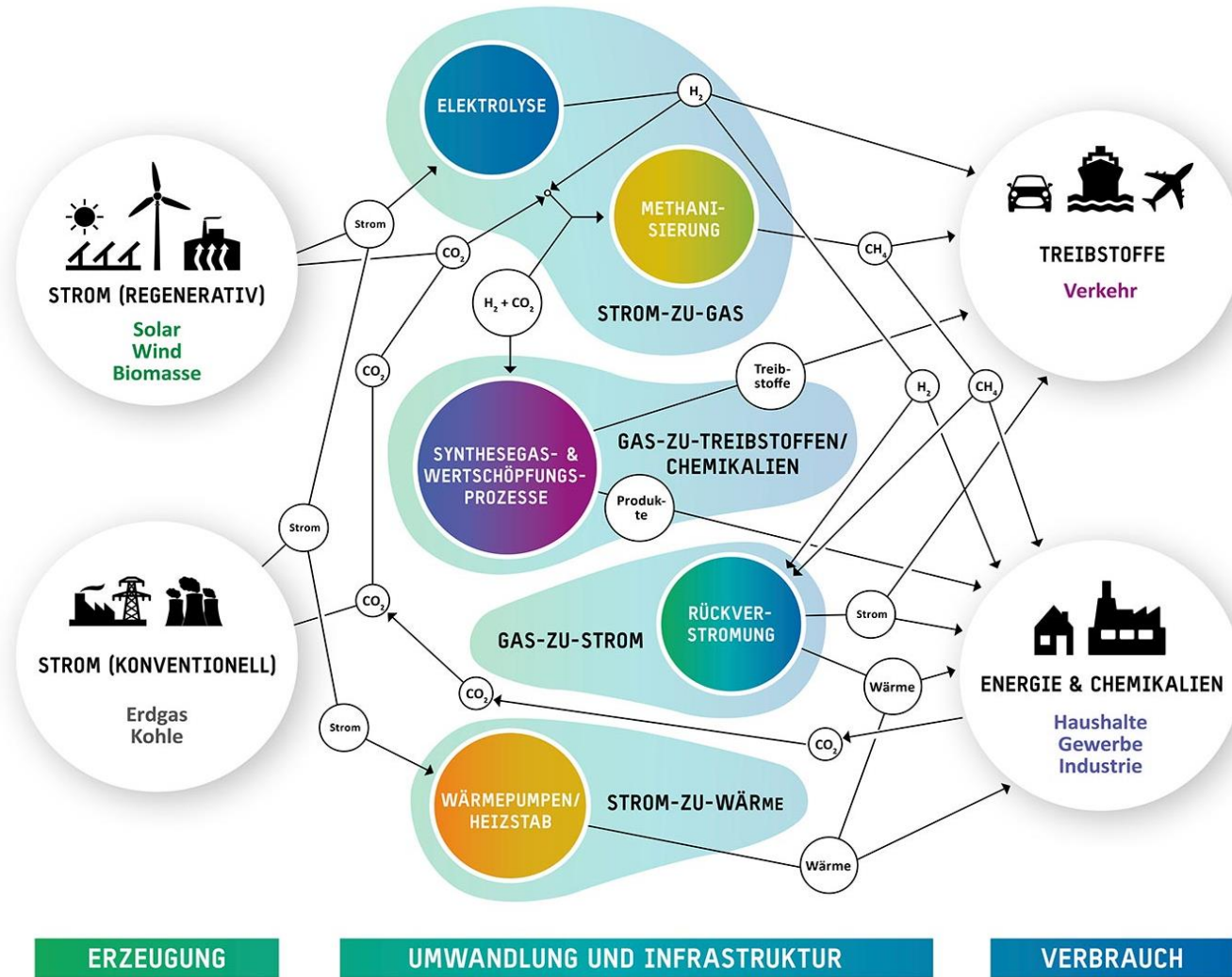
Gesamtwirkungsgrad: 30 % → relativ niedrig

Aber sehr flexible Anwendung bei dem Zielprodukt:

→ Power to Heat // Power to Liquid // Power to Gas








Quelle: <https://www.en-former.com/strom-der-neue-brennstoff/>

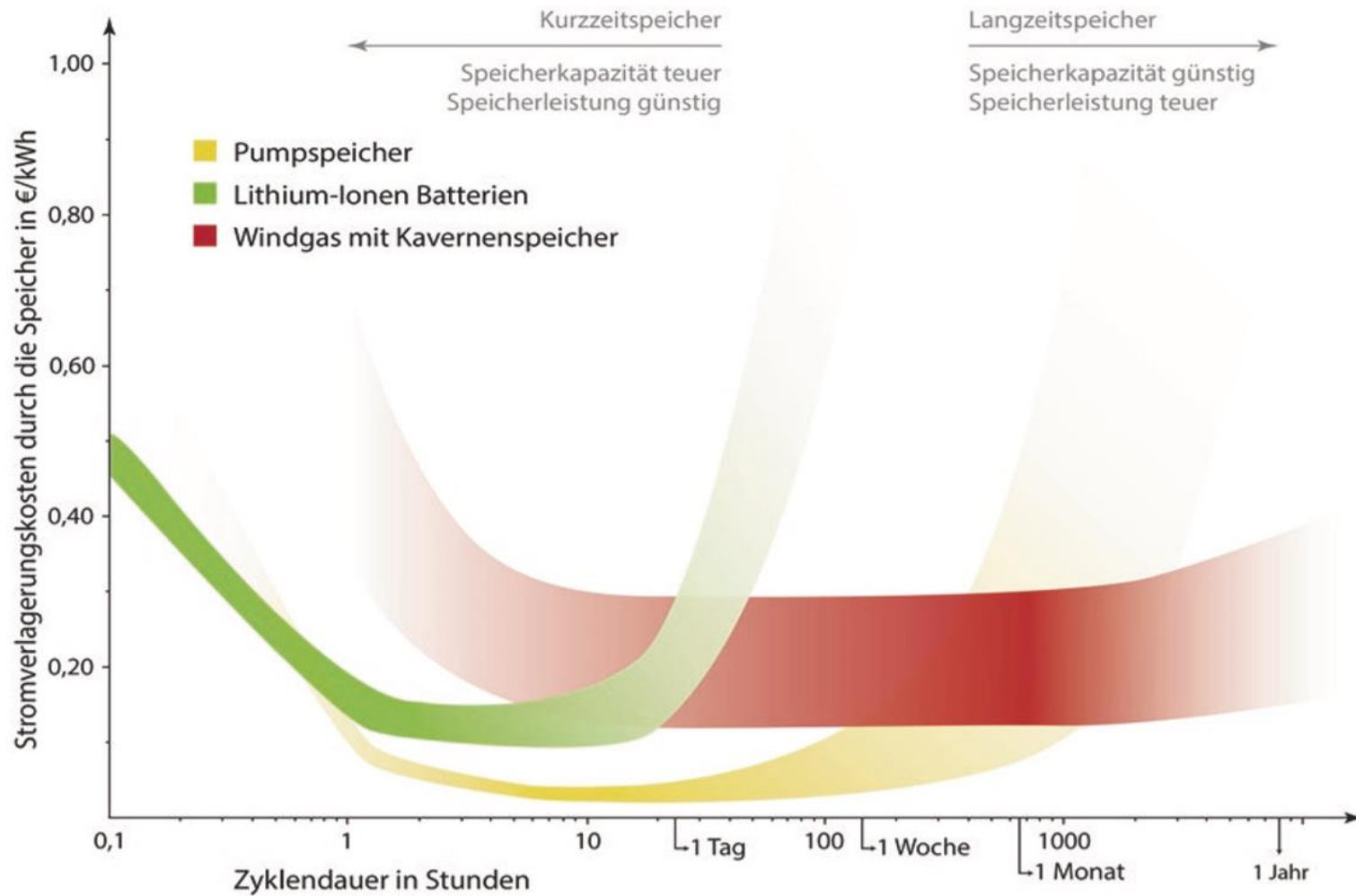


Quelle : <http://strom-zu-gas-und-waerme.de/>



|                            | ELEKTROLYSE   |   |  | METHANISIERUNG  |   |
|----------------------------|---|---|--|---|---|
| IST-SITUATION              | Alkalische Elektrolyse  | PEM-Elektrolyse   | Hochtemperatur-Elektrolyse (SOEC)  | Katalytische Methanisierung   | Biologische Methanisierung  |
| Technology Readiness Level |  9 |  8 |  6 |  8 |  7 |
| Vorteile                   | kostengünstig (große Anlagen), langjährige Erfahrung                                | kompakte Bauweise, bessere Dynamik, gute Skalierbarkeit, keine Korrosion            | bei Nutzung der Abwärme effizienter und kostengünstiger                              | gute Skalierbarkeit, hochwertige Abwärme  | robust, flexibel, schnelle Reaktionszeit  |
| Herausforderungen          | Laugen, Kaltstart- und Teillastverhalten  | teure Werkstoffe, Materialanforderungen   | Prozess bei hoher Temperatur   | teure Werkstoffe, geringe Flexibilität, Reinheit der Eingangsgase                     | biologisches System, bisher noch keine Multi-MW-Anlage realisiert                     |
| Wirkungsgrad               | 62 – 82 %   | 65 – 82 %   | 65 – 85 %  | 77 – 83 %   | 77 – 80 %   |

Quelle: <https://www.powertogas.info/power-to-gas/die-technologie/>



Quelle: Sterner, Michael; Stadler, Ingo; Energiespeicher, 2017

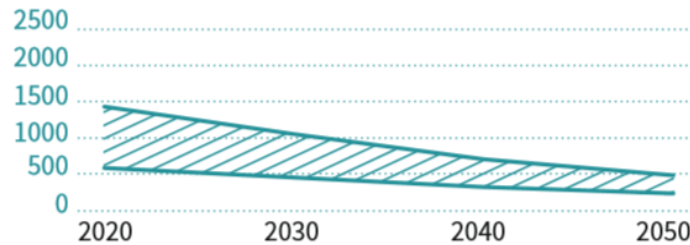
|                            | ELEKTROLYSE  |  |   | METHANISIERUNG  |   |
|----------------------------|--|--|---|---|---|
| IST-SITUATION              | Alkalische Elektrolyse                               | PEM-Elektrolyse  | Hochtemperatur-Elektrolyse (SOEC)                       | Katalytische Methanisierung                                       | Biologische Methanisierung  |
| Technology Readiness Level |  |  |   |   |   |
| Vorteile                   | kostengünstig (große Anlagen), langjährige Erfahrung | kompakte Bauweise, bessere Dynamik, gute Skalierbarkeit, keine Korrosion | bei Nutzung der Abwärme effizienter und kostengünstiger | gute Skalierbarkeit, hochwertige Abwärme                          | robust, flexibel, schnelle Reaktionszeit                          |
| Herausforderungen          | Laugen, Kaltstart- und Teillastverhalten             | teure Werkstoffe, Materialanforderungen                                  | Prozess bei hoher Temperatur                            | teure Werkstoffe, geringe Flexibilität, Reinheit der Eingangsgase | biologisches System, bisher noch keine Multi-MW-Anlage realisiert |
| Wirkungsgrad               | 62 – 82 %  | 65 – 82 %  | 65 – 85 %   | 77 – 83 %   | 77 – 80 %   |
| Investitionen              | 800 – 1.500 €/kW                                     | 900 – 1.850 €/kW   | 2.200 – 6.500 €/kW                                      | 400 – 1.230 €/kW  | 400 – 1.980 €/kW  |
|                            | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   | ↓   |
| PERSPEKTIVE                |  |  |   |   |   |
| Wirkungsgrad               | 78 – 84 %  | 75 – 84 %  | 87 – 95 %   | 77 – 90 %   | 79 – 90 %   |
| Investitionen              | 250 – 400 €/kW                                       | 300 – 700 €/kW   | 270 – 800 €/kW  | 130 – 400 €/kW  | 200 – 400 €/kW  |

Quelle: <https://www.powertogas.info/power-to-gas/die-technologie/>

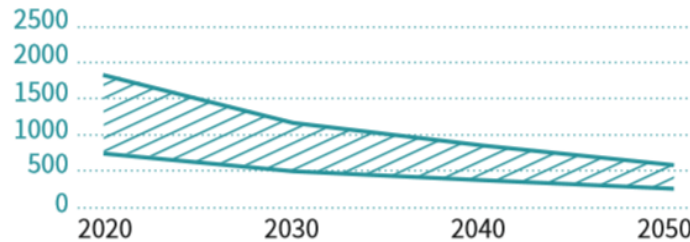
## Elektrolyse

Investitionskosten  
in €/kW

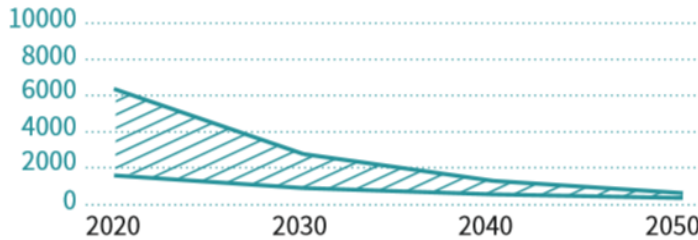
**Alkalisch**  
TRL<sup>4</sup> 9,  
Wirkungsgrad bis  
2050 von 82 % auf  
84 % ansteigend



**PEM**  
TRL 8,  
Wirkungsgrad bis  
2050 von 82 % auf  
84 % ansteigend



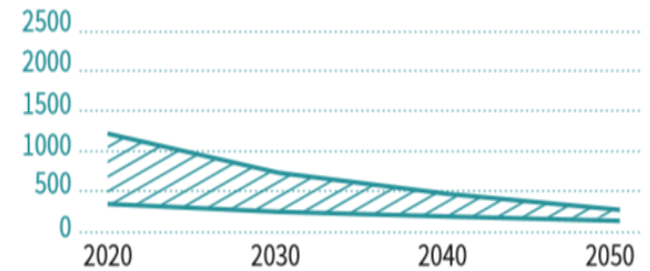
**SOEC**  
TRL 6,  
Wirkungsgrad bis  
2050 von 87 % auf  
95 % ansteigend



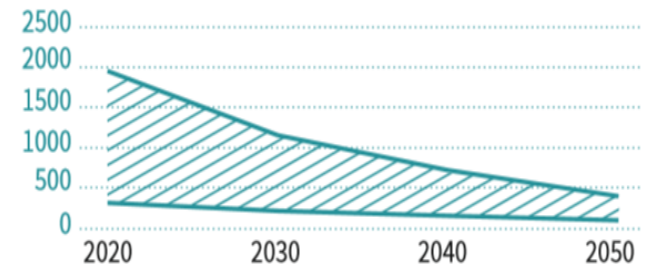
## Methanisierung

Investitionskosten  
in €/kW

**Katalytisch**  
TRL 8,  
Wirkungsgrad bis  
2050 von 83 % auf  
90 % ansteigend



**Biologisch**  
TRL 7,  
Wirkungsgrad bis  
2050 von 80 % auf  
87 % ansteigend



Quelle:

[https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264\\_Power\\_to\\_X\\_Technologien.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264_Power_to_X_Technologien.pdf)

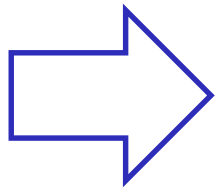
- 
- Speicherladeanlagen 2500 € / kW
  - Speicherentnahmeanlagen 1000 € / kW
  - Maximalleistungsanlagen 100 € / kW
  - Speicherkapazität 1€ / kWh

*Spezifische Kosten errechnet vom Excel – Tool für P2G2P = 5,5 Tsd.  $\frac{\text{€}}{\text{kW}}$*

*Nötige Investitionskosten =*

*Spezifische Kosten \* Durchschnittsverbrauch*

$$= 5551 \frac{\text{€}}{\text{kW}} * 67800 \text{ kW} = 376,36 \text{ Mio. €}$$



**Kosten insgesamt ca. 376,4 Mio. €**

- 
- Regenerative autarke Energieversorgung bereits realisiert
  - Sogar Überschuss und „Stromexport“ an umliegende Gebiete
  
  - Power to X ist keine Zukunftstechnologie mehr
  - Allerdings hohe Investitionskosten
  - Als Langzeitspeicher effizient, da Erdgasnetz vorhanden
  - Zukünftig CO<sub>2</sub> Bereitstellung berücksichtigen und den damit verbundenen Energiebedarf

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**