

# Versorgungsanalyse Max Bögl

## Monoszenario P2G2P

## Paarszenario P2G2P + Batterie

Patrick Scholz

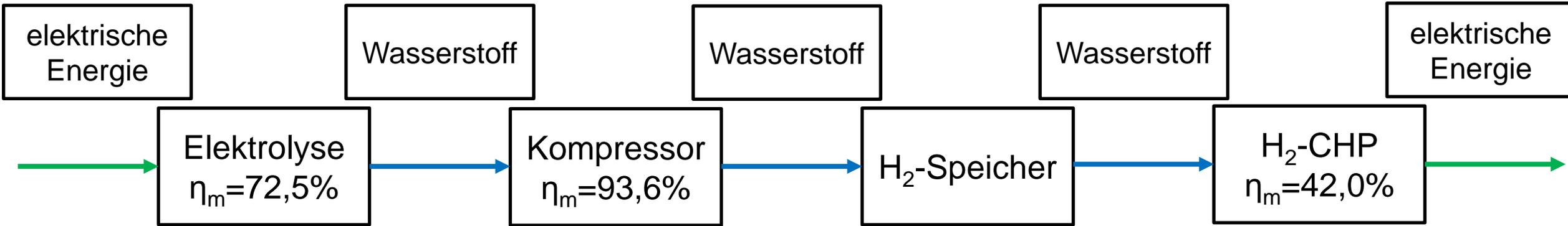
Fakultät Maschinenbau und Versorgungstechnik

28.06.2021

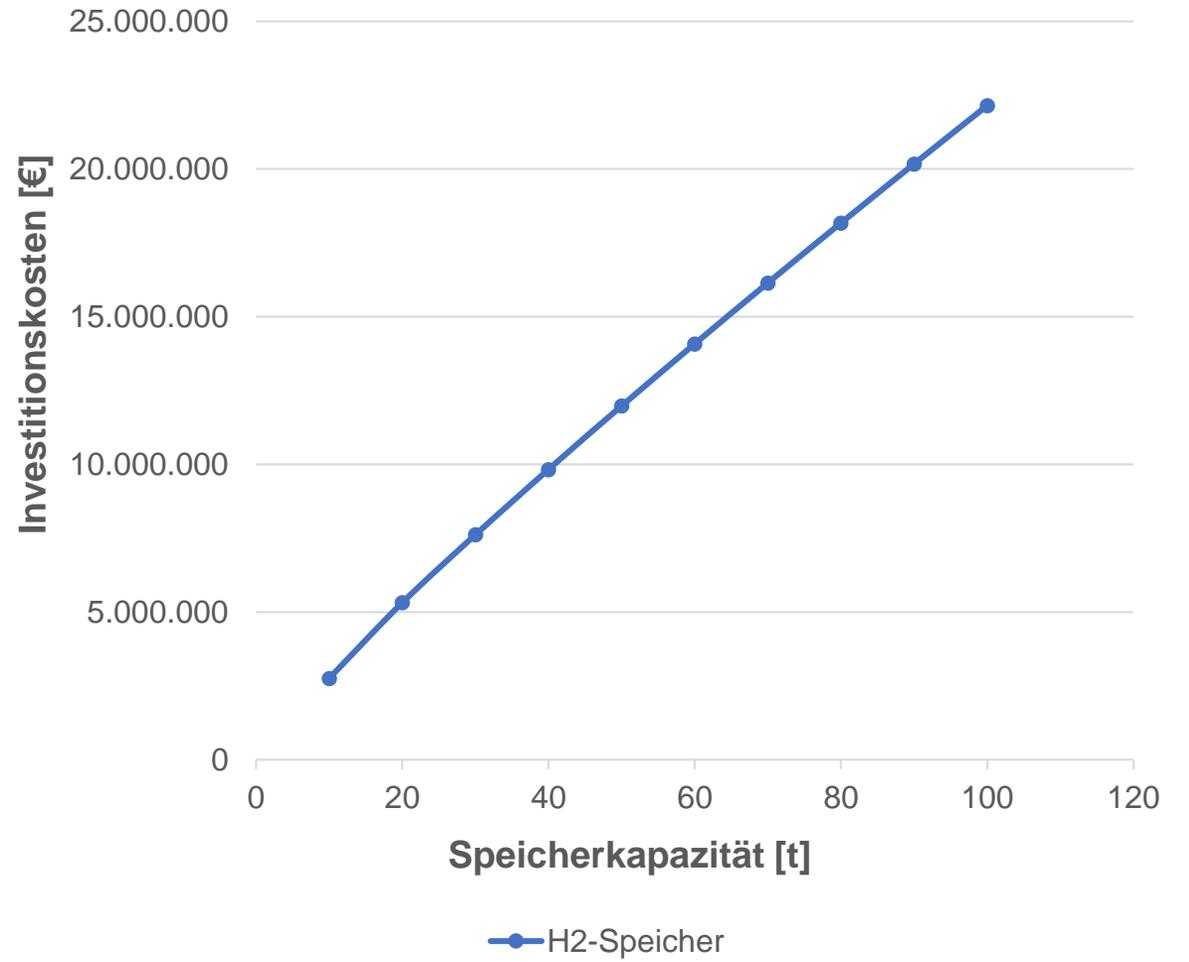
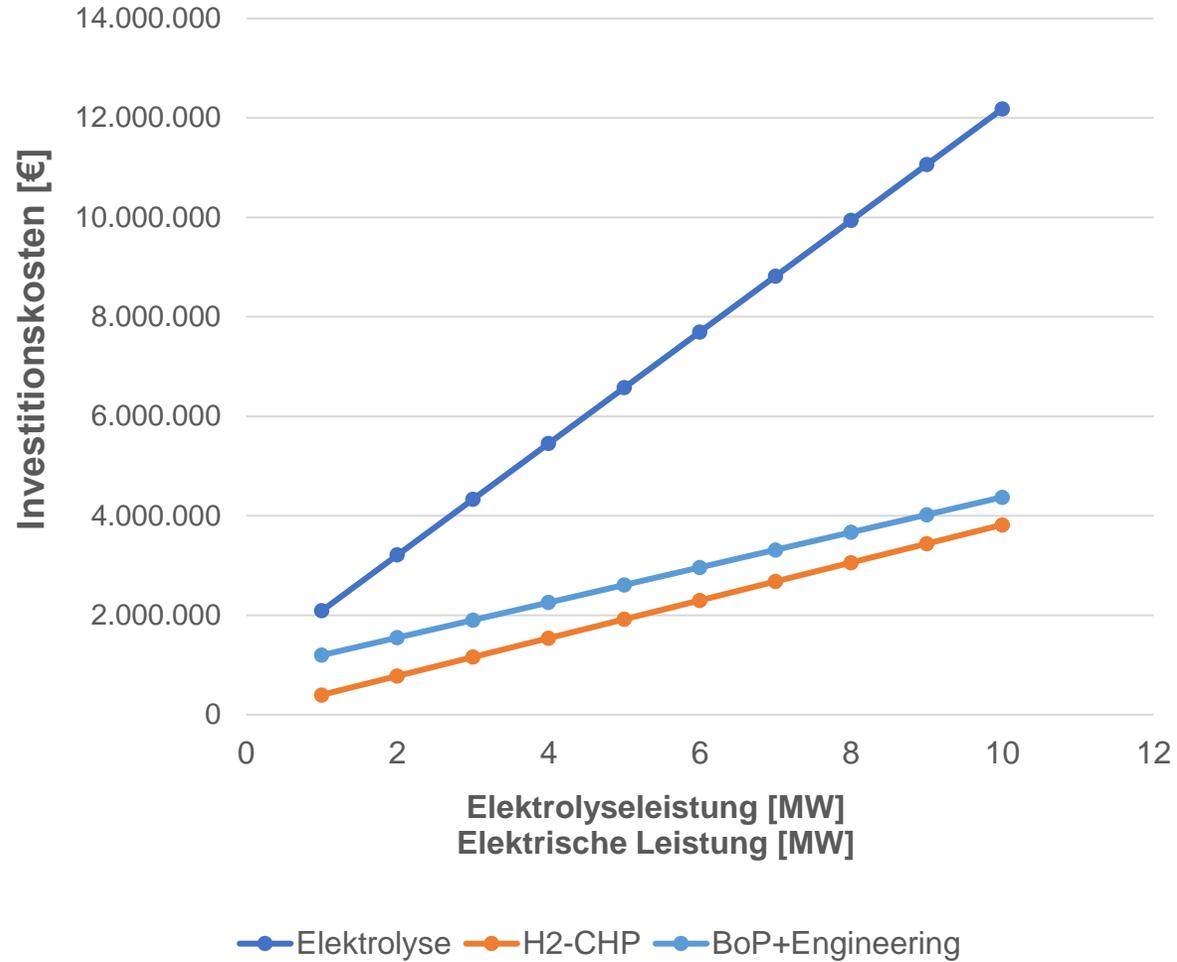
---

1. Power-to-Gas-to-Power - Anlage
2. Monoszenario P2G2P
3. Paarszenario P2G2P + Batteriespeicher
4. Vergleich der Szenarien
5. Fazit

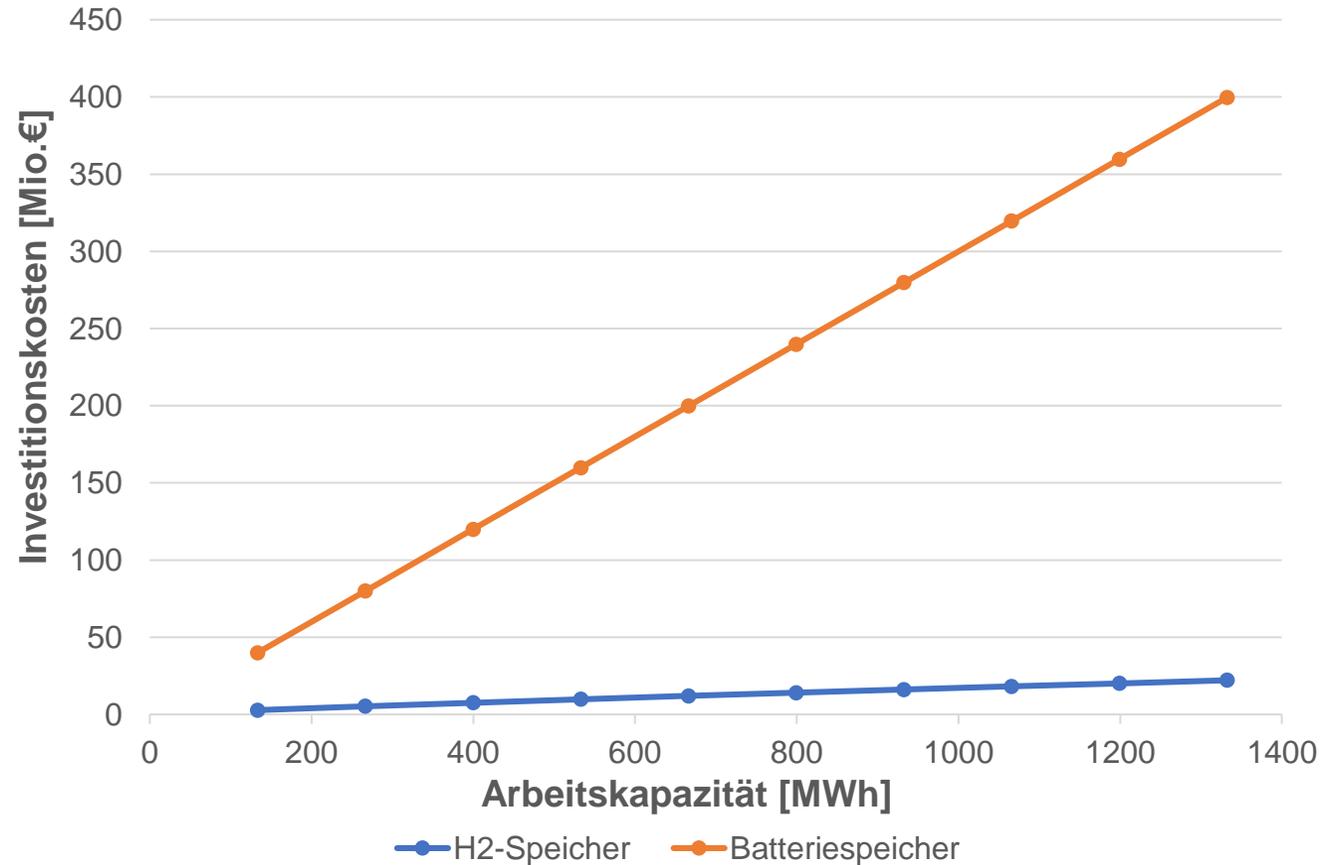
- Speichermöglichkeit auf Basis von Wasserstoff



	Unterer Wirkungsgrad	Oberer Wirkungsgrad	Mittlerer Wirkungsgrad
Elektrolyse	70,0 %	75,0 %	72,5 %
Kompressor	93,0 %	94,1 %	93,6 %
H <sub>2</sub> -CHP	42,0 %	42,0 %	42,0 %
Gesamt	27,3 %	29,6 %	28,5 %



- Guter Langzeitspeicher
- Preislicher Vorteil gegenüber Batteriespeicherung



## Freiheitsgrade:

- Ausbau PV-Leistung
- Ausbau P2G2P-Anlage
  - Erhöhung Elektrolyseleistung
  - Vergrößerung Speicherkapazität
  - Erhöhung Rückverstromungsleistung

## Versorgungsgrundlagen:

- Speicherung von Wasserstoff zur Defizitüberbrückung
  - Langzeitspeicherung
  - nur bei hoher Marktpreisschwankung Eingriff in Wasserstoffspeicher
- Export / Verkauf in Überschussphasen

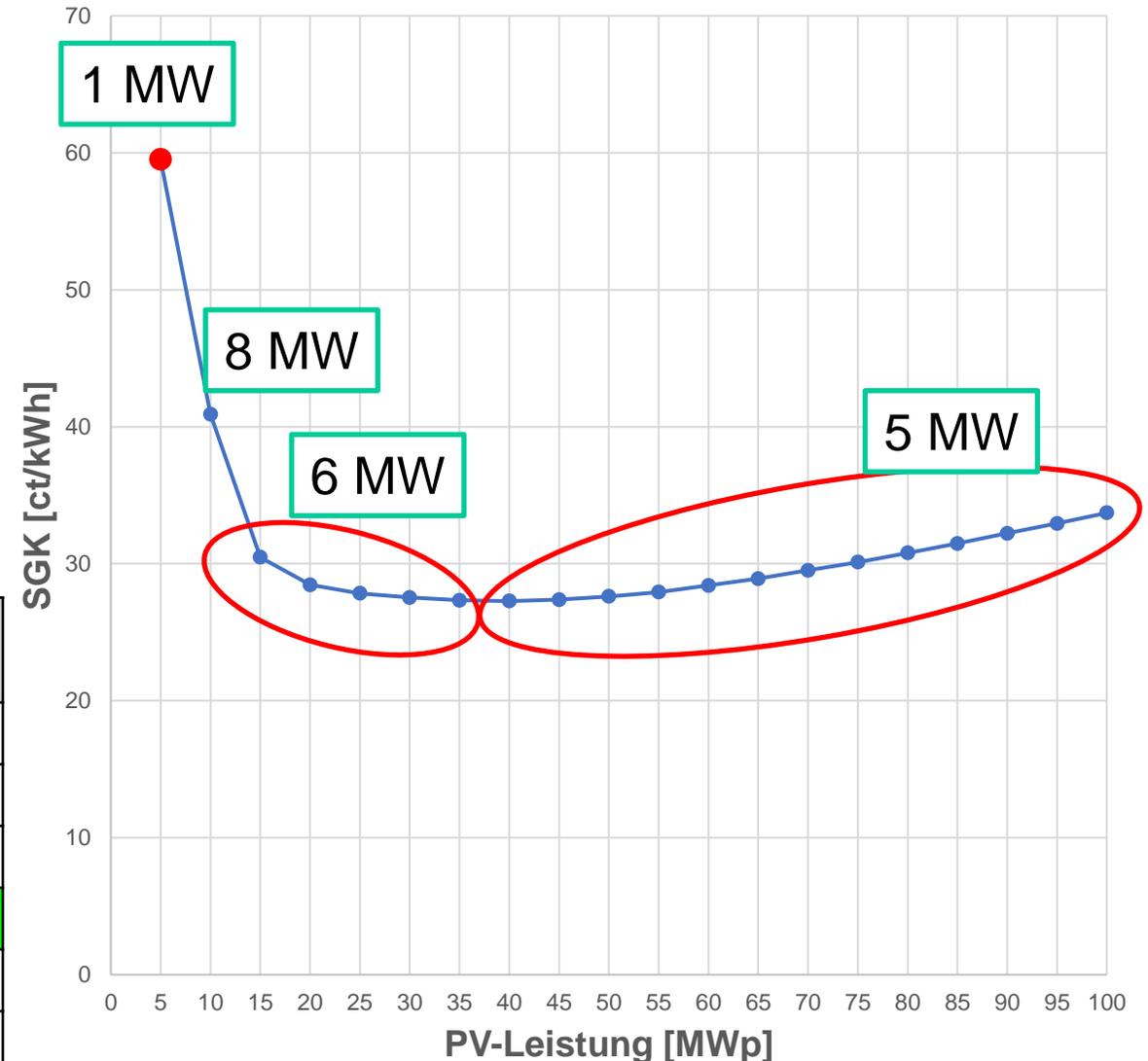
Optimum bei:

- PV-Leistung: 38,5 MWp
- Elektrolyseleistung: 5 MW
- Rückverstromungsleistung: 5,8 MW
- Wasserstofftankgröße: 107,25 t

27,3 ct/kWh

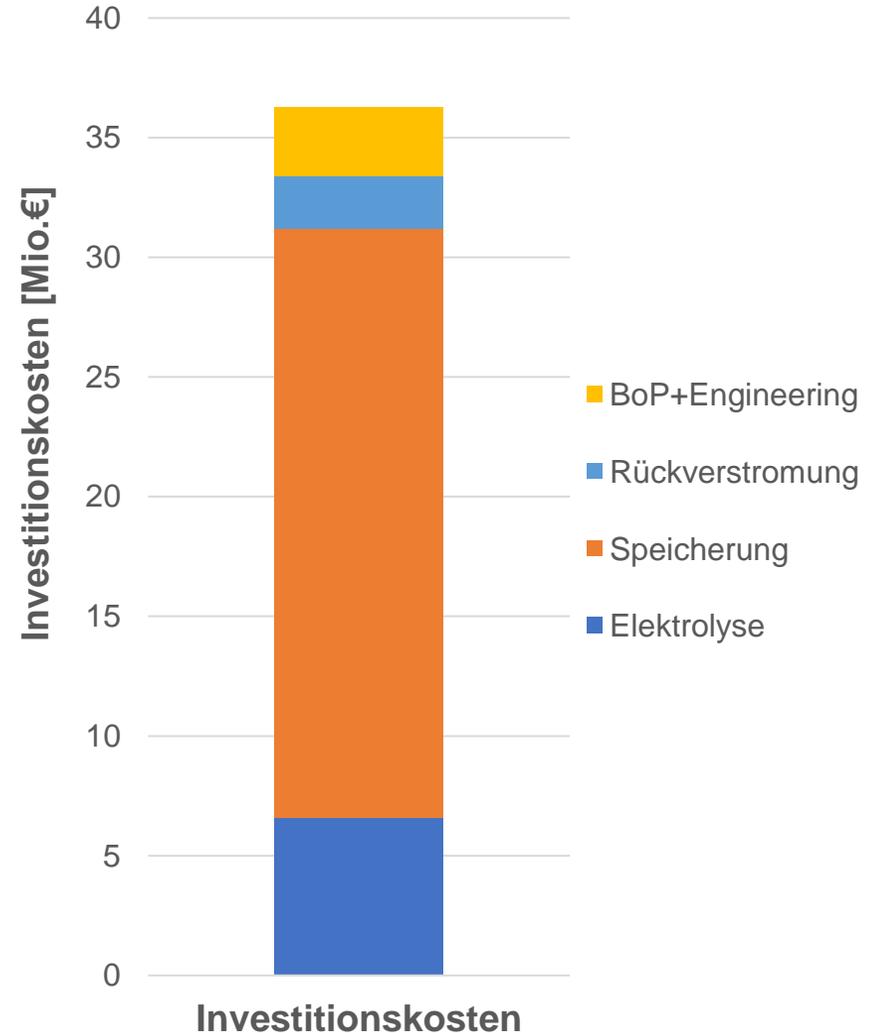
PV \ P2G2P	25	30	35	40	35	50
2	43,68	41,52	39,86	38,61	37,67	37,00
3	33,52	31,19	29,51	28,69	28,33	28,17
4	28,17	27,62	27,48	27,46	27,59	27,84
5	27,84	27,55	27,34	27,28	27,38	27,62
6	279,05	27,54	27,33	27,32	27,45	27,73
7	280,48	27,68	27,55	27,58	27,71	27,99

Einheiten: PV [MWp], P2G2P-Elektrolyse [MW], SGK [ct/kWh]



## Investitionskosten:

- Gesamtinvestition: 36.300.000 €
  - Elektrolyseleistung: 6.580.000 €
  - Wasserstoffspeicher: 24.600.000 €
  - Rückverstromung: 2.220.000 €
  - BoP+Engineering: 2.900.000 €



## Speicherkosten:

- Annuität: 2.115.000 €
- Betrieb: 288.000 €

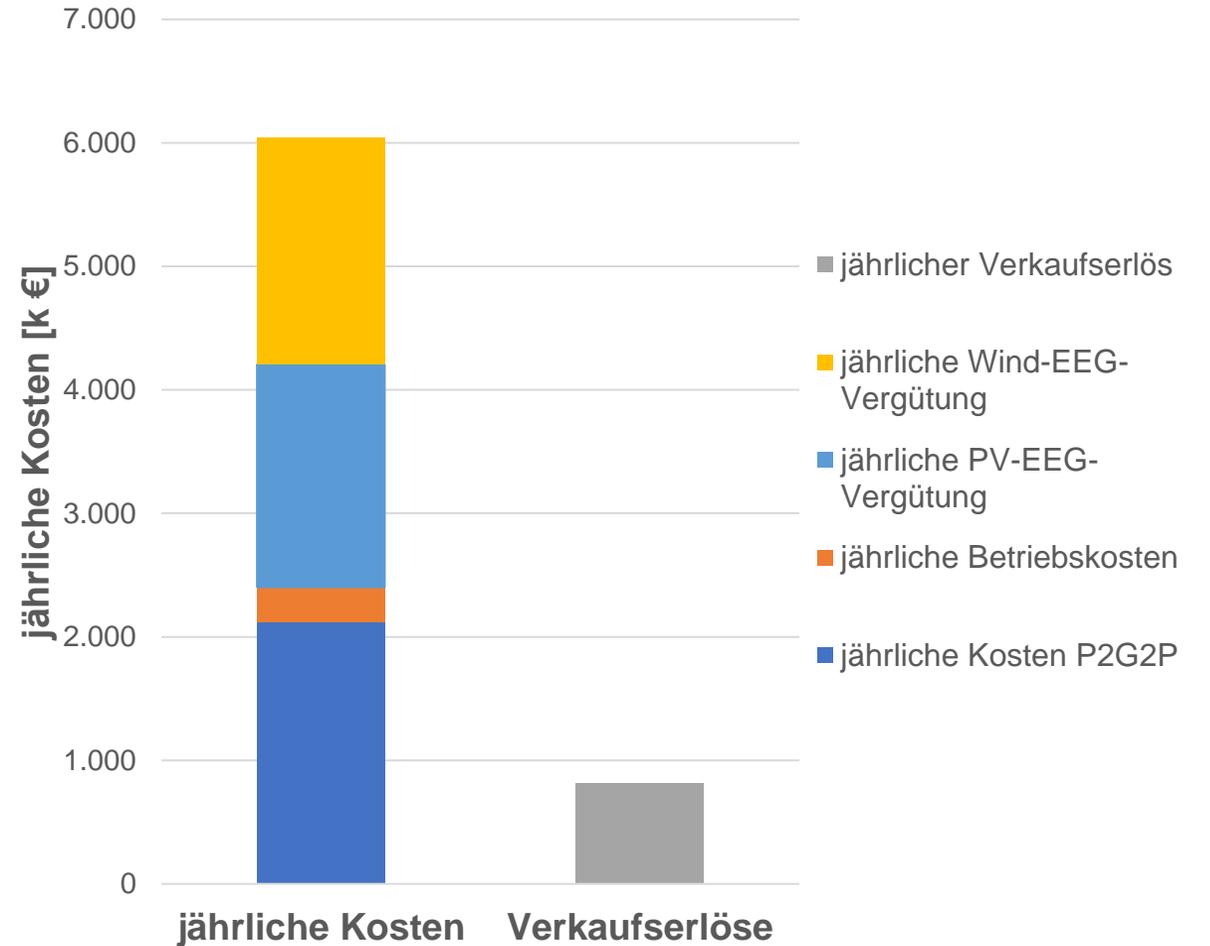
## EEG-Vergütung:

- PV-Leistung: 1.805.000 €
- Windleistung: 1.835.000 €
- Gesamt: 3.640.000 €

## Verkaufserlöse:

- 812.000 €

27,3 ct/kWh



## Freiheitsgrade:

- Ausbau PV-Leistung
- Ausbau P2G2P-Anlage
- Ausbau Batteriespeicher

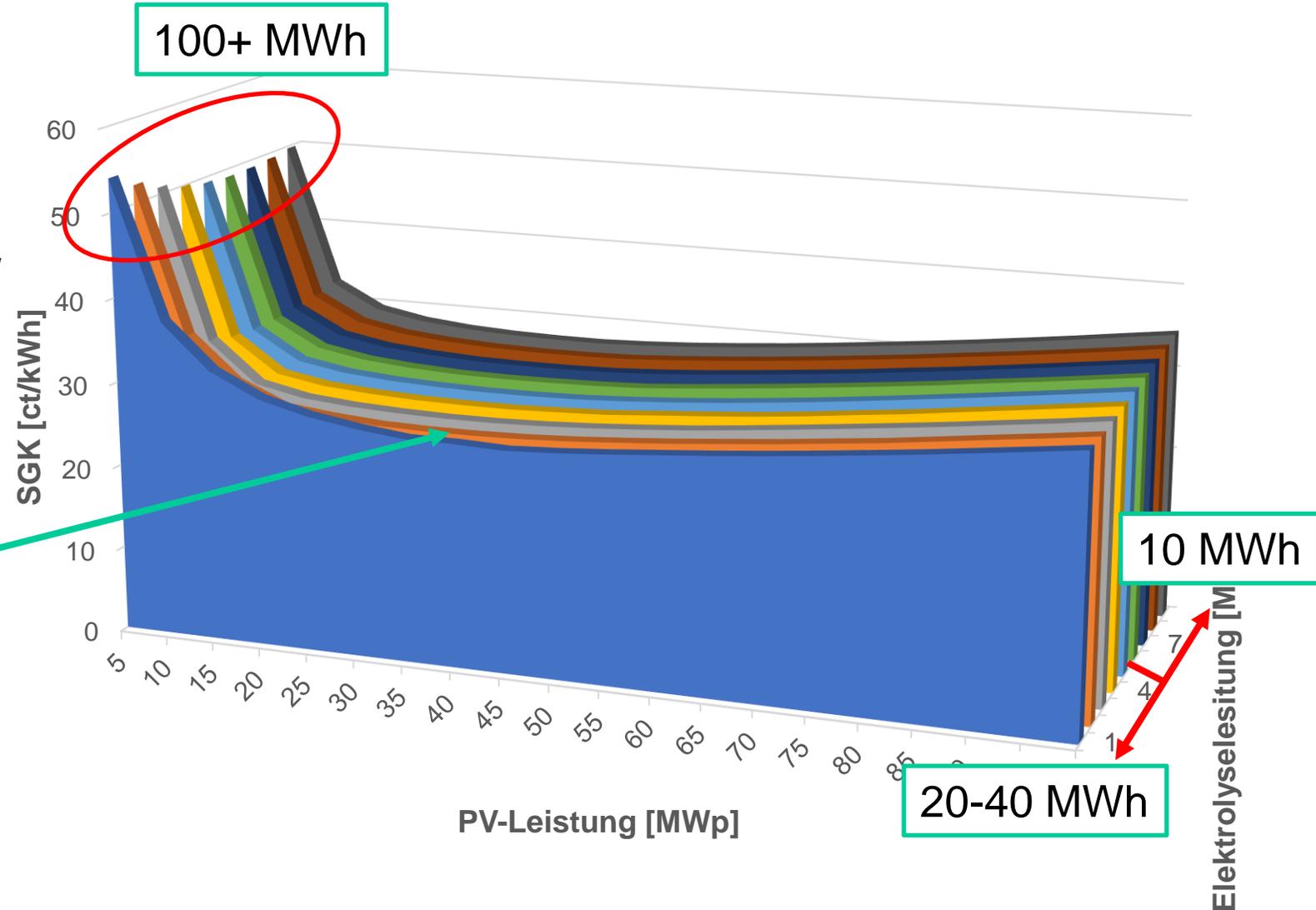
## Versorgungsgrundlagen:

- Speicherung von Wasserstoff zur Defizitüberbrückung
  - Langzeitspeicherung
  - nur bei hoher Marktpreisschwankung Eingriff in Wasserstoffspeicher
- Energiespeicherung in der Batterie
  - Für kurze Defizitphasen
  - Zur Steigerung des Exporterlös → Verbesserung der Exportbewirtschaftung
- Export / Verkauf in Überschussphasen

Optimum bei:

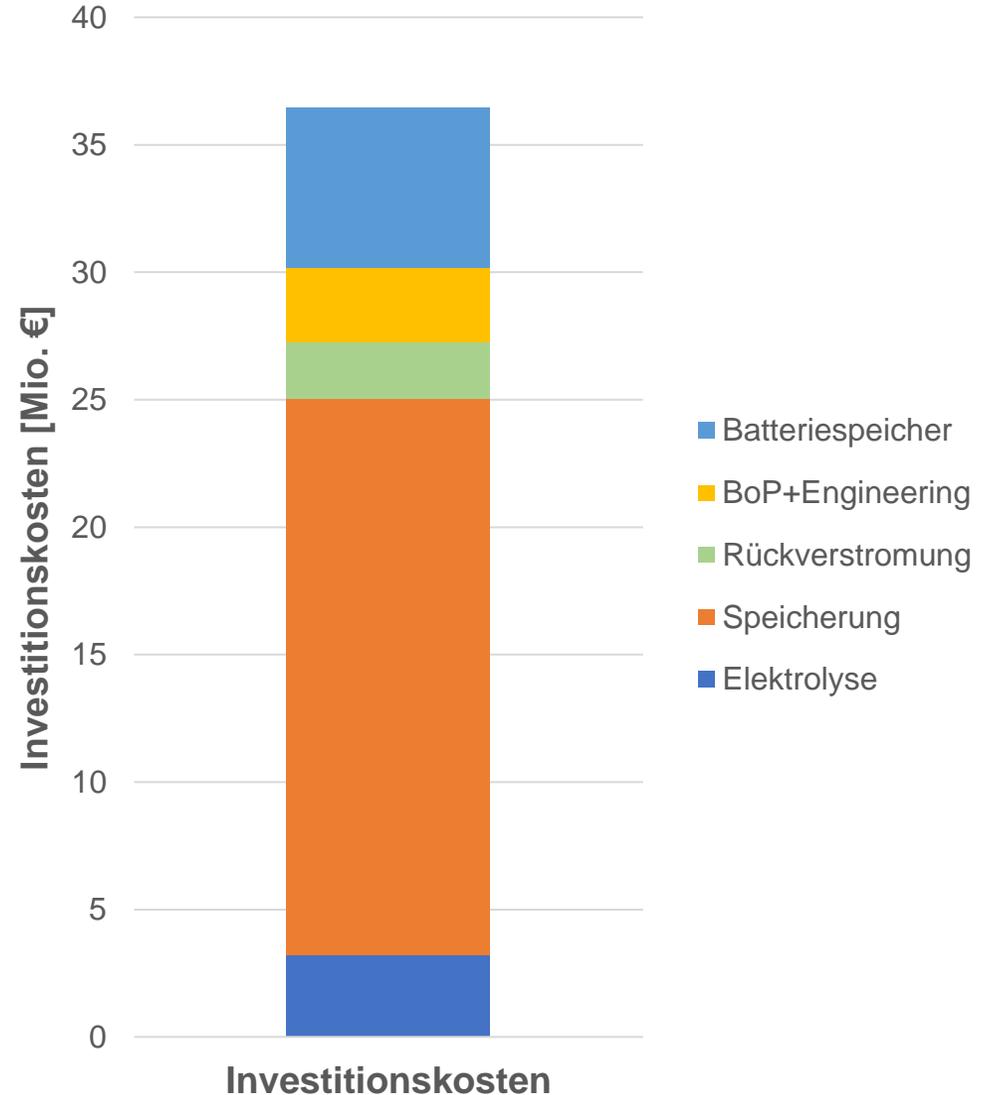
- PV-Leistung: 37,5 MWp
- Elektrolyseleistung: 2 MW
- Rückverstromungsleistung: 5,8 MW
- Wasserstofftankgröße: 93,7 t
- Batteriekapazität: 21 MWh

25,9 ct/kWh



## Investitionskosten:

- Gesamtinvestition: 36.450.000 €
  - Elektrolyseleistung: 3.210.000 €
  - Wasserstoffspeicher: 21.820.000 €
  - Rückverstromung: 2.220.000 €
  - BoP+Engineering: 2.900.000 €
  - Batterie: 6.300.000 €



## Speicherkosten:

- Annuität – P2G2P: 1.760.000 €
- Betrieb – P2G2P: 202.000 €
- Annuität – Batterie: 367.000 €
- Betrieb – Batterie: 63.000 €

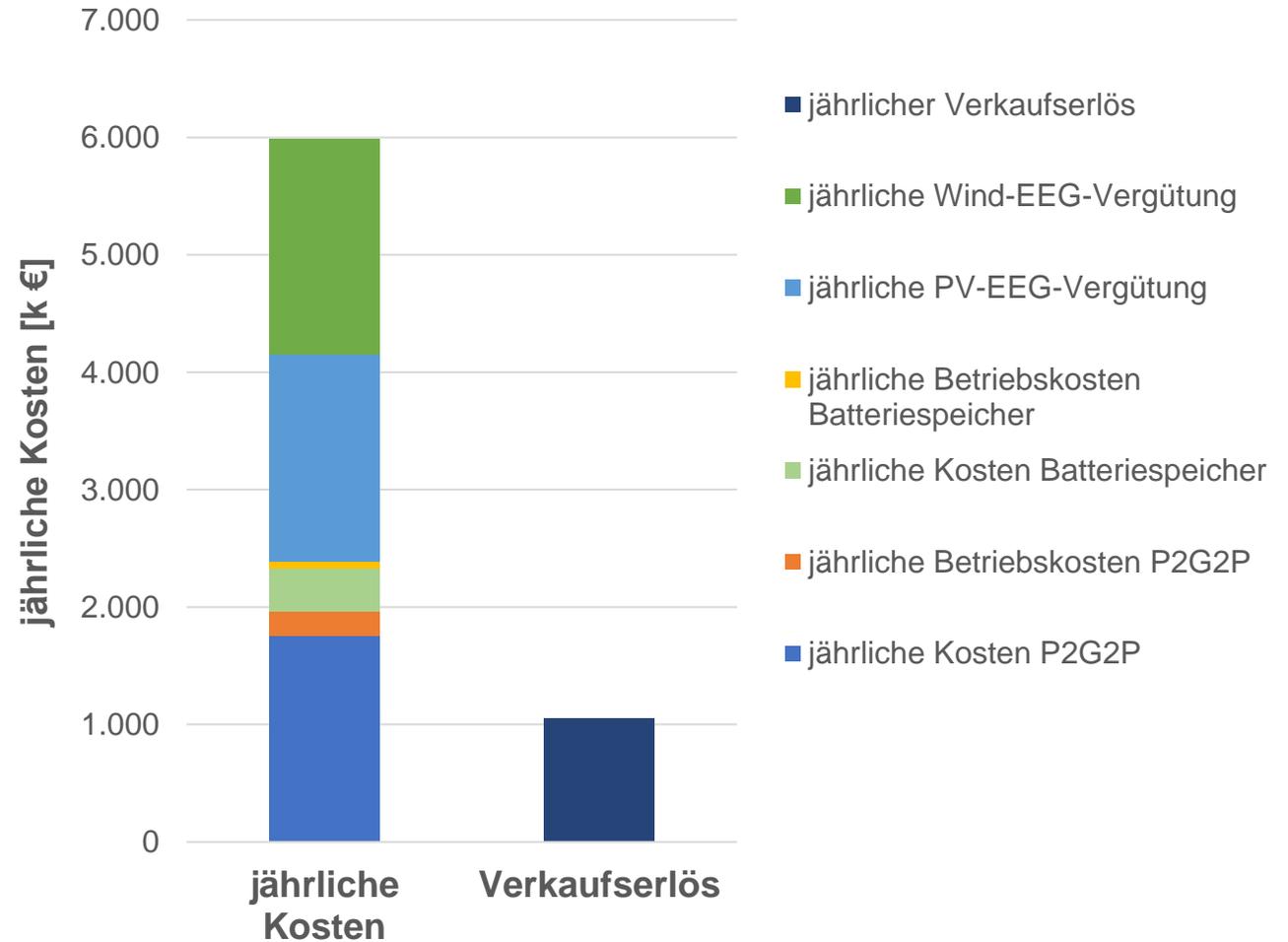
## EEG-Vergütung:

- PV-Leistung: 1.755.000 €
- Windleistung: 1.835.000 €
- Gesamt: 3.590.000 €

## Verkaufserlöse:

- 1.055.000 €

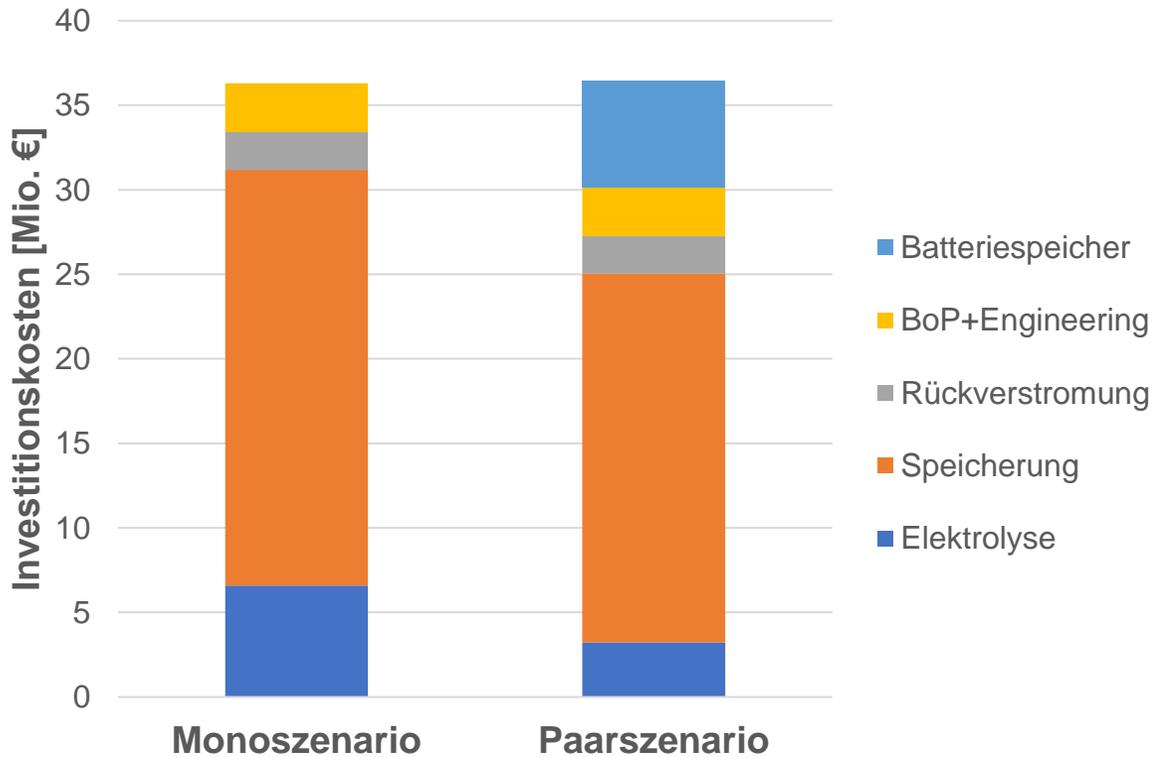
25,9 ct/kWh



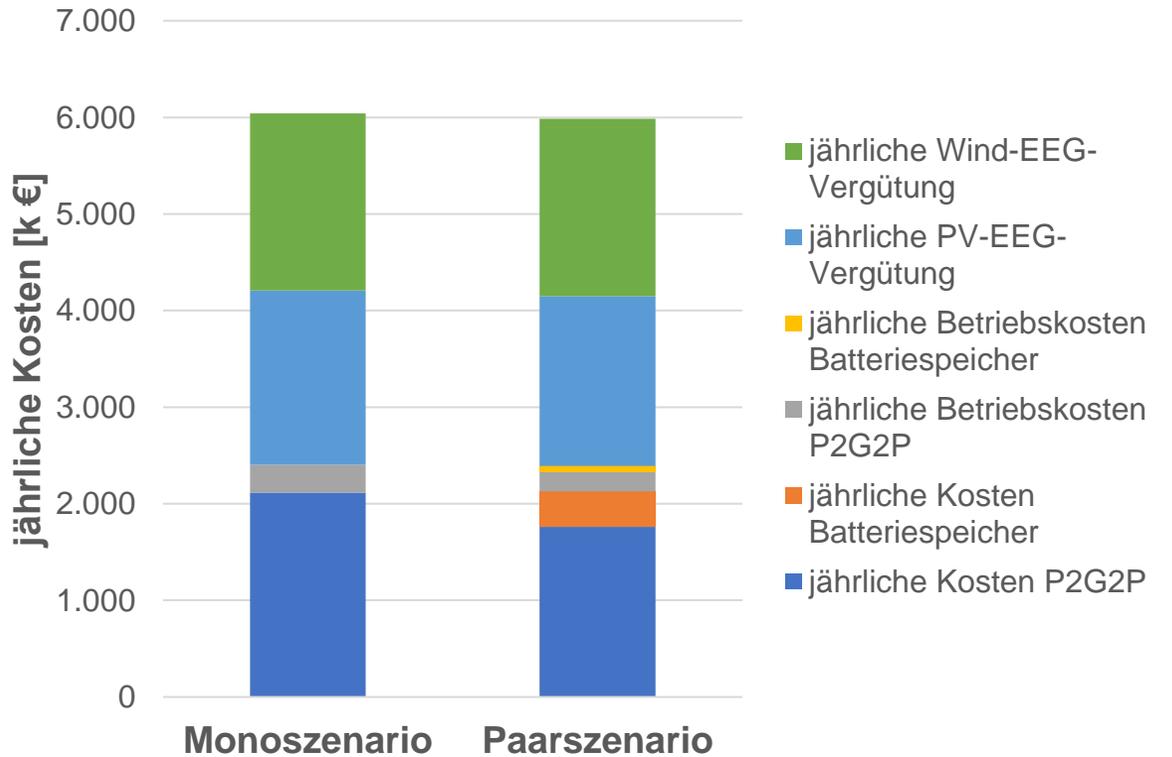
Warum ist das Paarszenario günstiger?

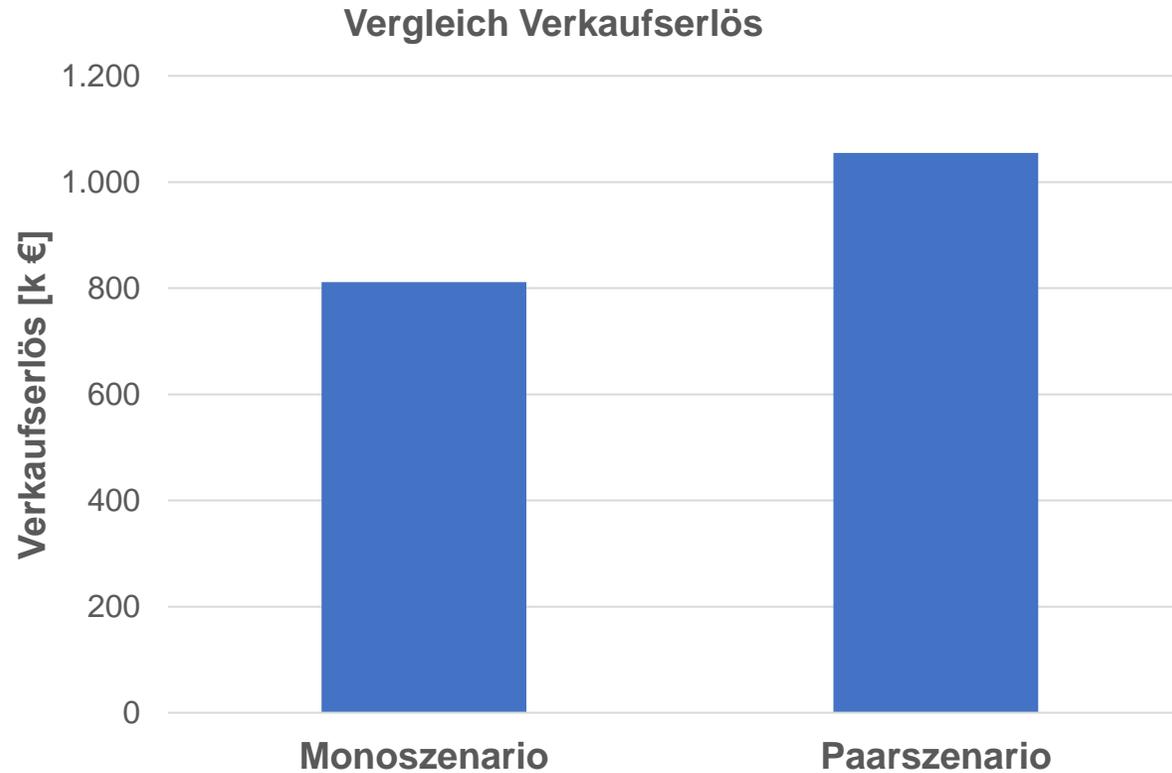
<p><b>Monoszenario:</b> 27,3 ct/kWh</p>	<p><b>Paarszenario</b> 25,9 ct/kWh</p>
---	--

Vergleich Investitionskosten



Vergleich jährliche Kosten





→ **Stromgestehungskosten: abhängig vom Verkaufserlös an der Strombörse**

- Machbarkeit der vollständigen Versorgung
  - Wirtschaftlichkeit noch nicht erreicht
    - Monoszenario: 27,3 ct/kWh > 17 ct/kWh
    - Paarszenario: 25,9 ct/kWh > 17 ct/kWh
- Mögliche Senkungen der Stromgestehungskosten:
  - Erhöhung des Exporterlös (steigende Strommarktpreise)
  - Senkung der Investitionskosten
    - Speicherkapazität Wasserstoff
    - Elektrolyseleistung
    - Kosten Batteriespeicher
  - Verbesserung des P2G2P Wirkungsgrad

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontaktinformation:

Patrick Scholz

[Privat: [patascho@web.de](mailto:patascho@web.de)]

[Hochschule: [scholzpa76199@th-nuernberg.de](mailto:scholzpa76199@th-nuernberg.de)]