



Potentialanalyse Energieversorgung des Neubaus der Realschule Geisenfeld

für den Landkreis Pfaffenhofen
im Rahmen des Klimaschutznetzwerkes

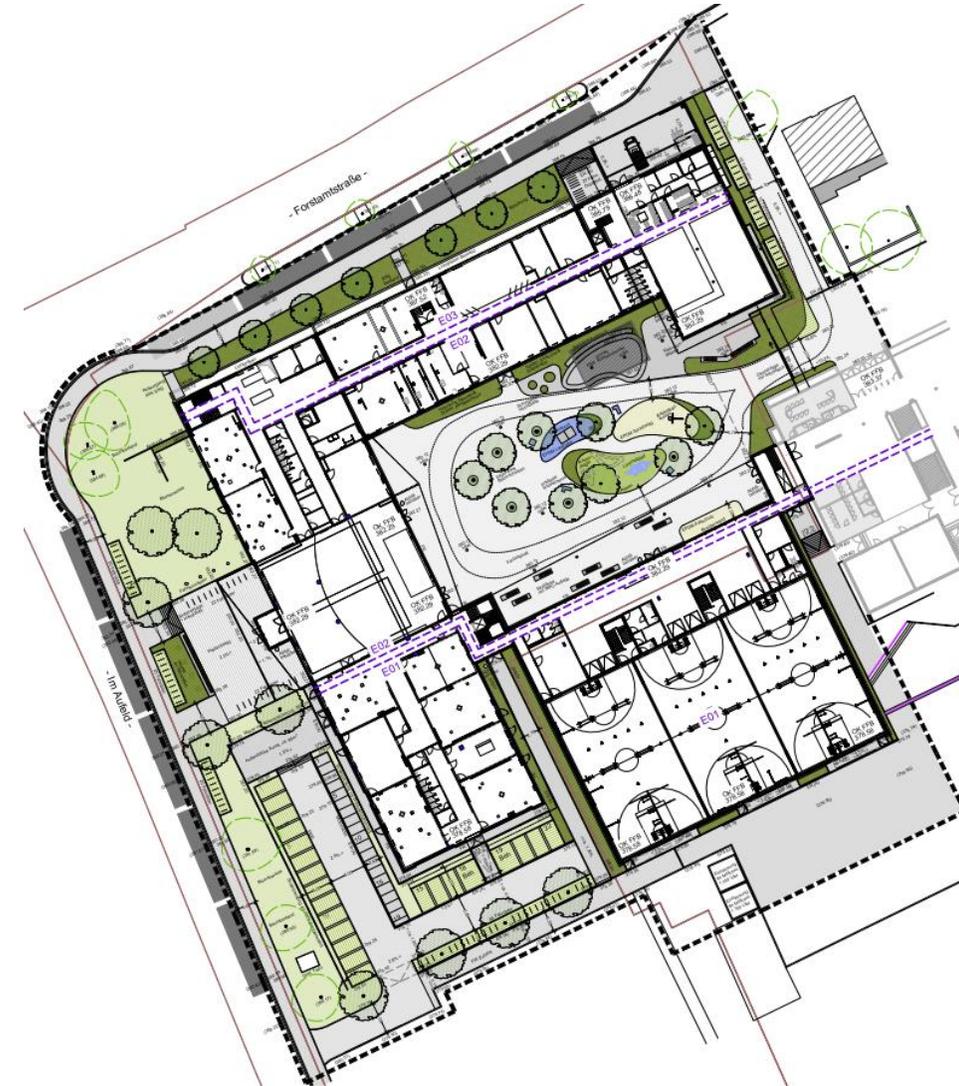
1. Allgemeine Projektbeschreibung
2. Potentialanalyse Stromspeicher
3. Potentialanalyse H₂-Speicher
4. Fazit & nächste Schritte

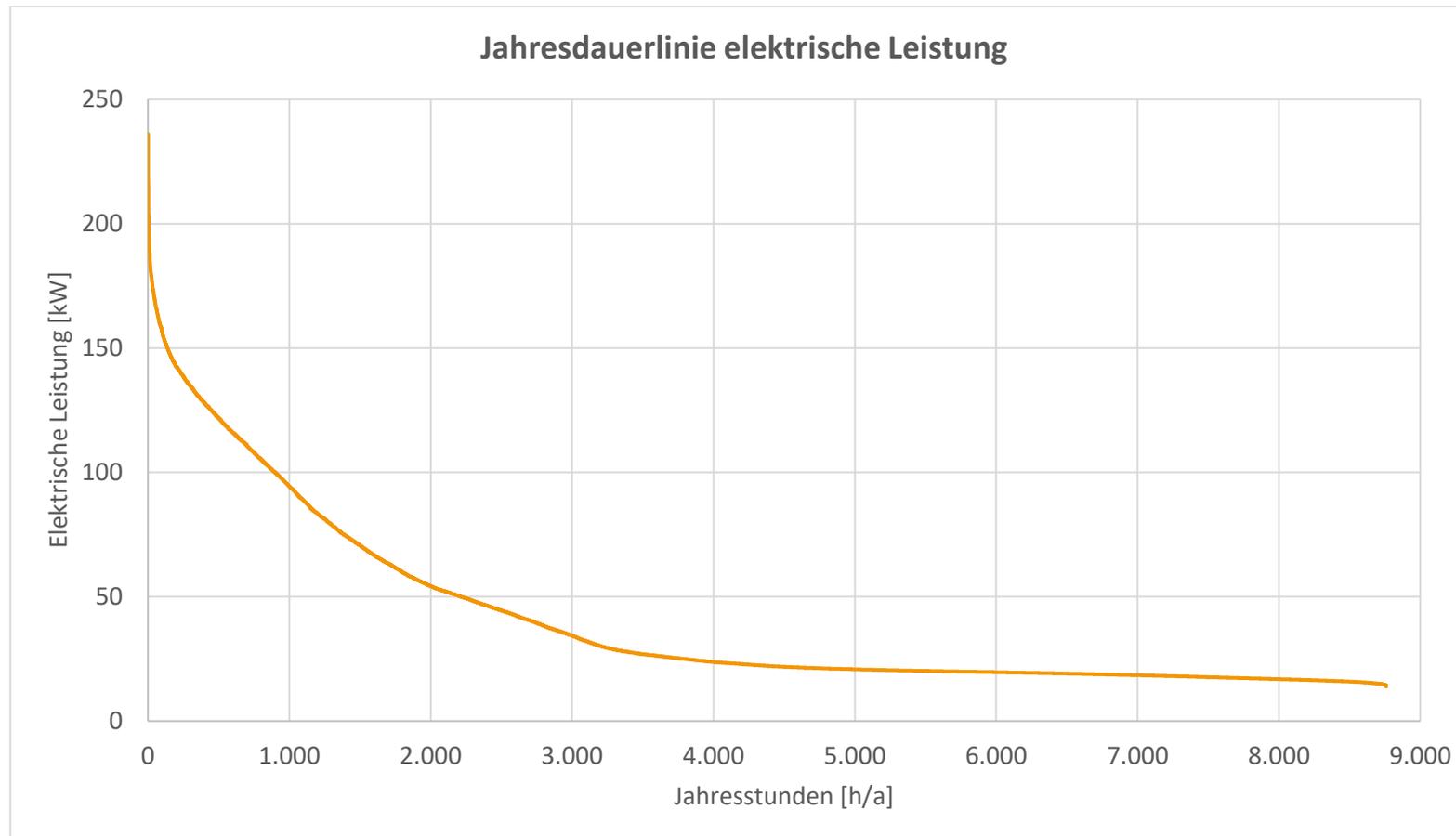
Ziel ist

- Konzeptvergleich Stromspeicher vs. H₂-Speicher im kleinen Leistungsbereich

Aktueller Stand:

- Stromüberschuss bei reiner PV-Anlagennutzung beträgt ca. 110.000 kWh/a
- Wärmeversorgung soll über bestehendes Wärmenetz erfolgen
- Simulationsdaten für PV-Anlage (250 kWp) sowie Verbrauchsprofil für zukünftiges Schulgebäude wurde seitens *VE plan GmbH* zur Verfügung gestellt
- Technische Daten zur H₂-Erzeugung wurden von *ostermeier H2hydrogen Solutions GmbH* zur Verfügung gestellt

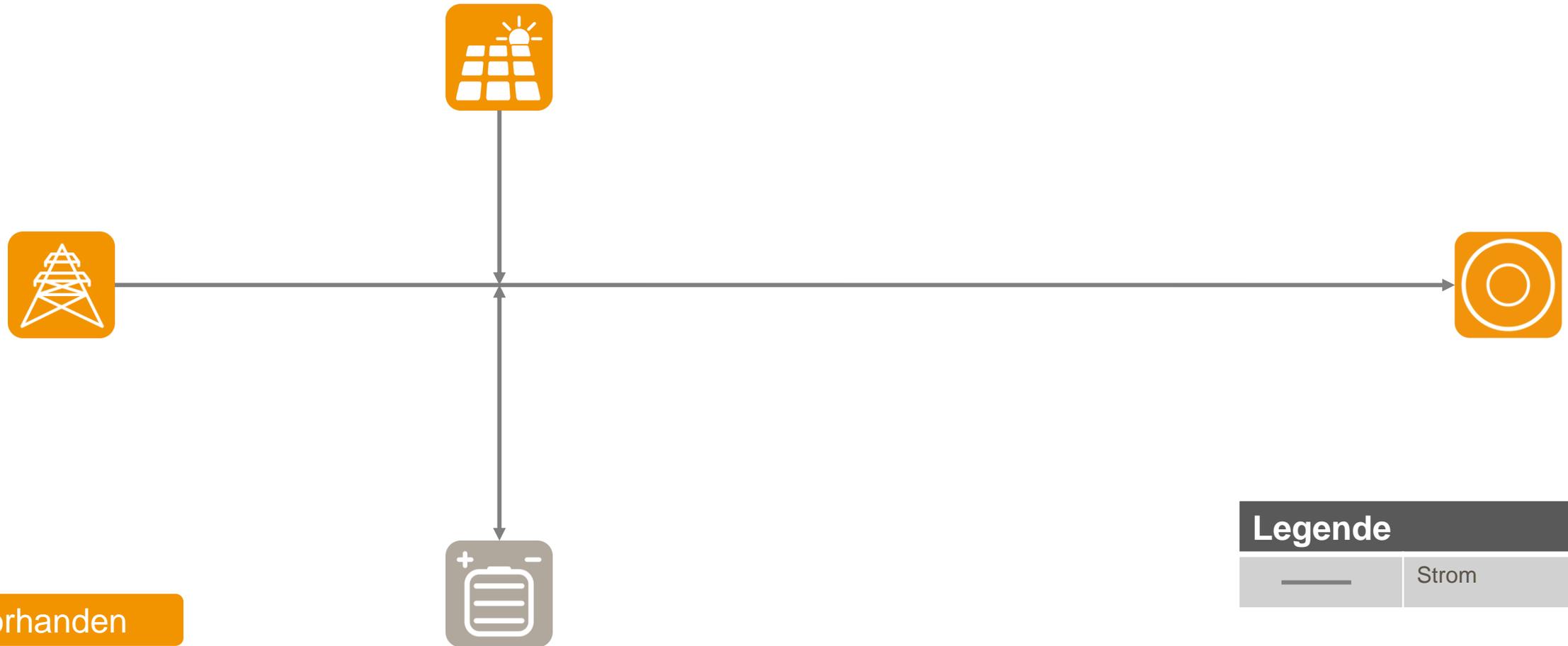




1. Allgemeine Projektbeschreibung
2. Potentialanalyse Stromspeicher
3. Potentialanalyse H₂-Speicher
4. Fazit & nächste Schritte

Potentialanalyse Stromspeicher

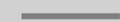
Schema V1



vorhanden

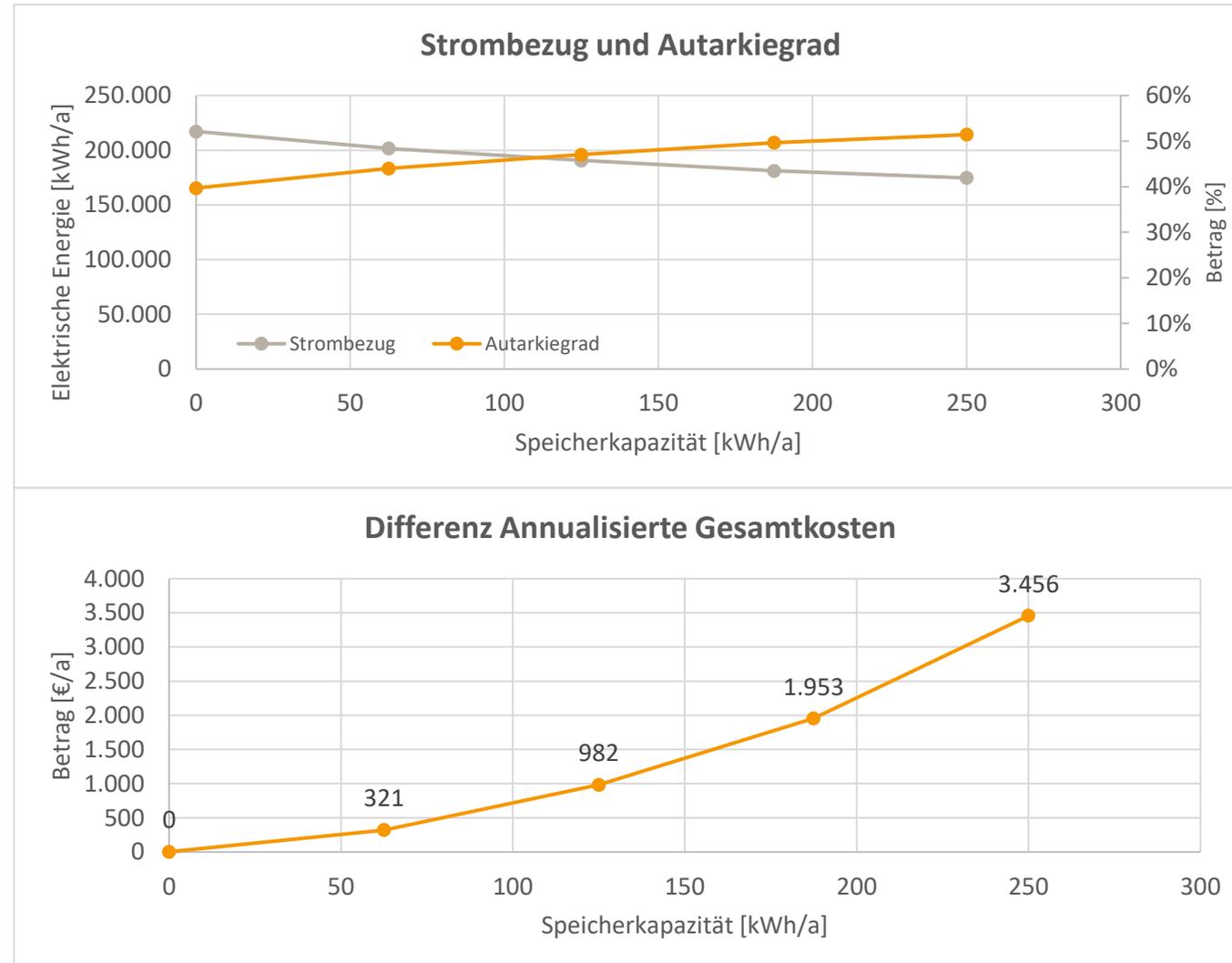
optional

Legende



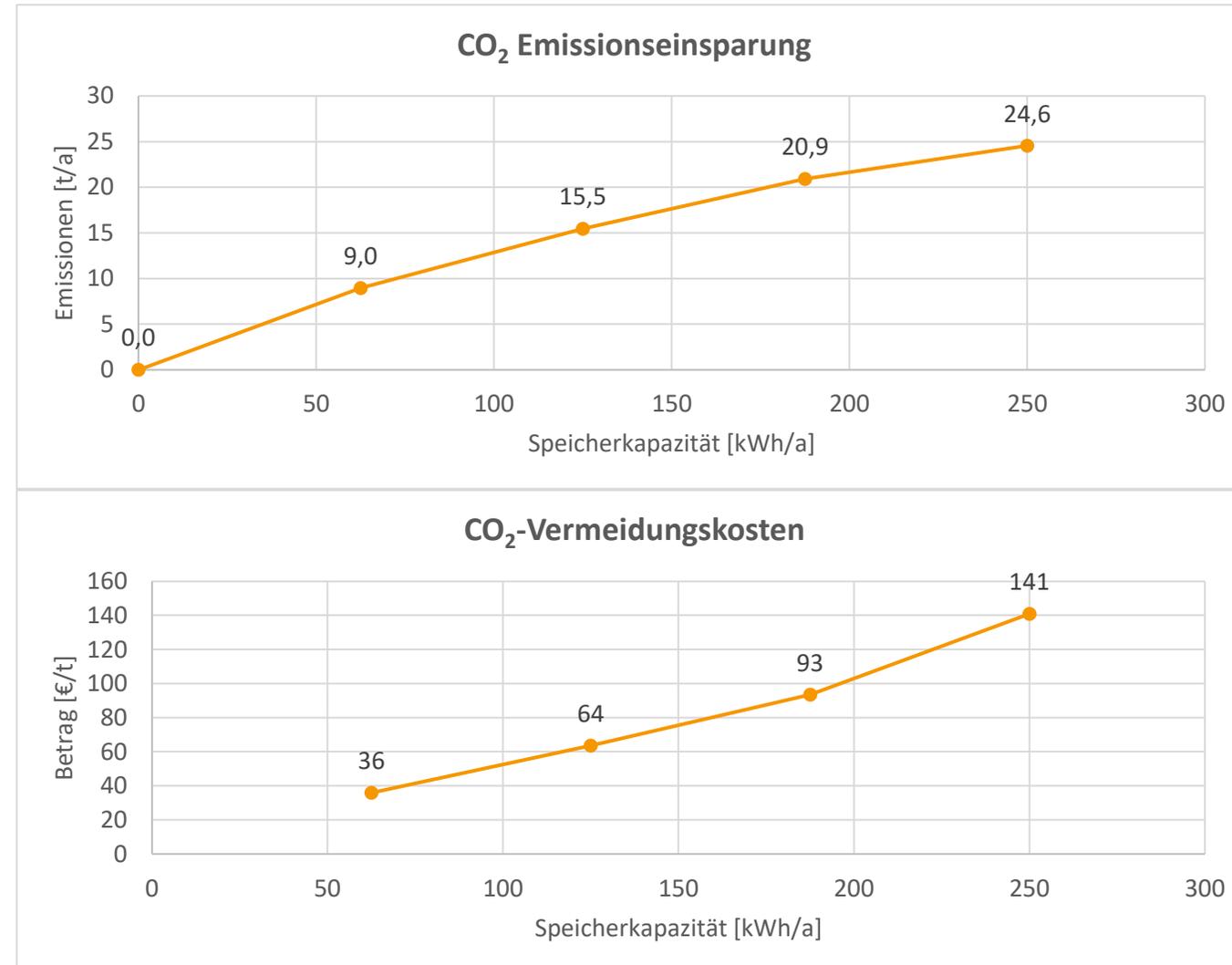
Strom

- PV-Anlage 250 kWp
- Var. Strompreis (netto) 22 ct/kWh
- Spez. Investitionskosten (netto)
 - 10 kWh ~ 1.200 € / kWh
 - 100 kWh ~ 700 € / kWh
- Autarkie kann in gewähltem Beispiel von 40 % (ohne Speicher) auf bis zu 51 % (250 kWh Speicher) gesteigert werden
- Keine Wirtschaftlichkeit bei Batteriespeicher aufgrund zu hoher Investitionskosten, da annualisierte Gesamtkosten steigen



- Spez. CO₂-Emissionen¹ 560 g/kWh
- Es wird keine CO₂-Minderung durch die Einspeisung von EE-Überschüssen berücksichtigt
- CO₂-Vermeidungskosten² werden seitens UBA als Vergleich mit ca. 201 €/t angegeben

$$CO_2 - \text{Vermeidungskosten} = \frac{\text{Jahresgesamtkosten}_{V1} - \text{Jahresgesamtkosten}_{Ref}}{CO_2\text{-Emissionen p.a.}_{Ref} - CO_2\text{-Emissionen p.a.}_{V1}}$$

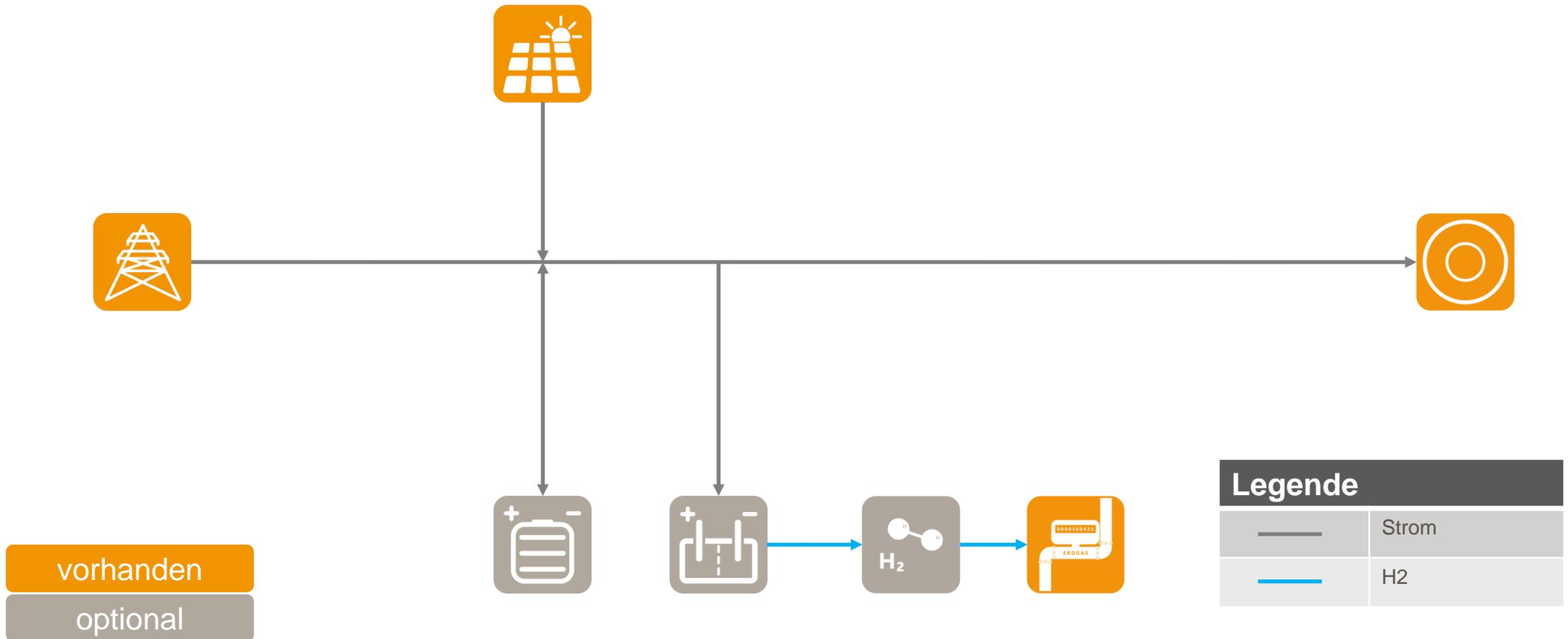


Quelle: 1: GEG 2: UBA

1. Allgemeine Projektbeschreibung
2. Potentialanalyse Stromspeicher
3. Potentialanalyse H₂-Speicher
4. Fazit & nächste Schritte

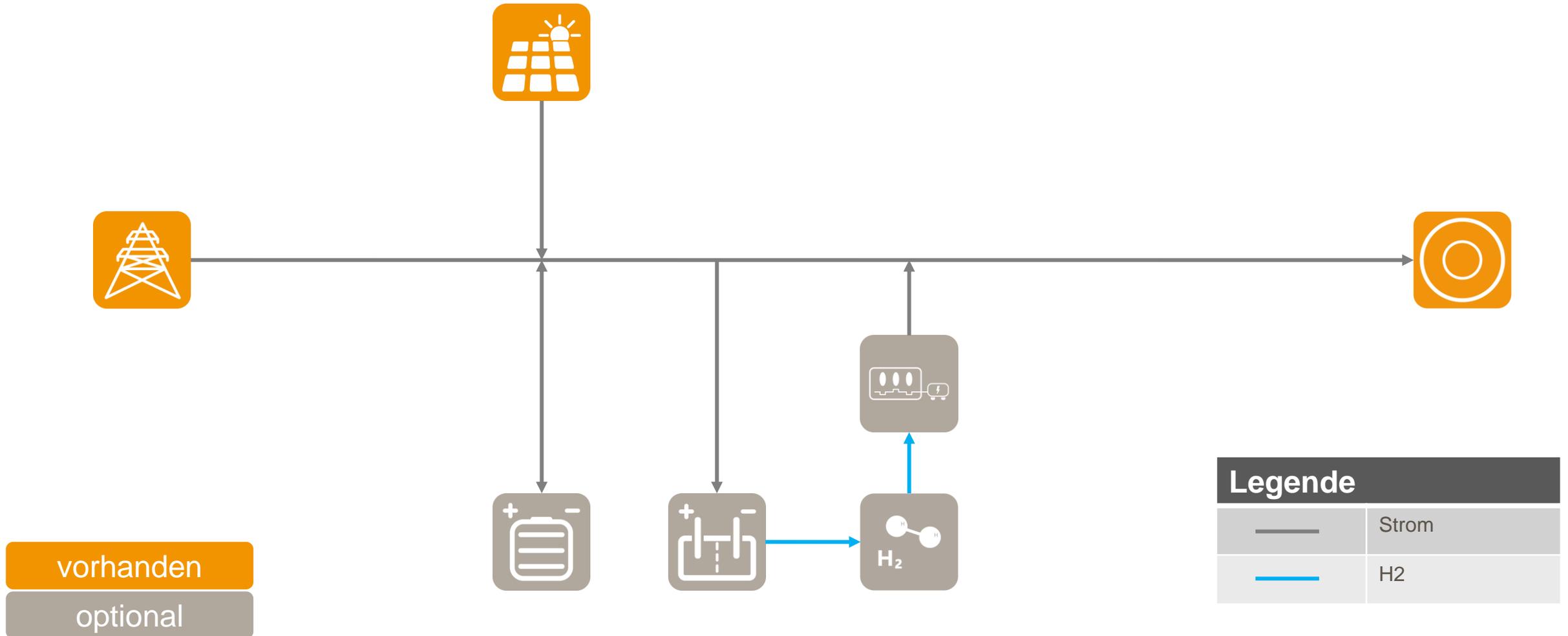
Potentialanalyse H₂-Speicher

Schema V2



Potentialanalyse H₂-Speicher

Schema V3

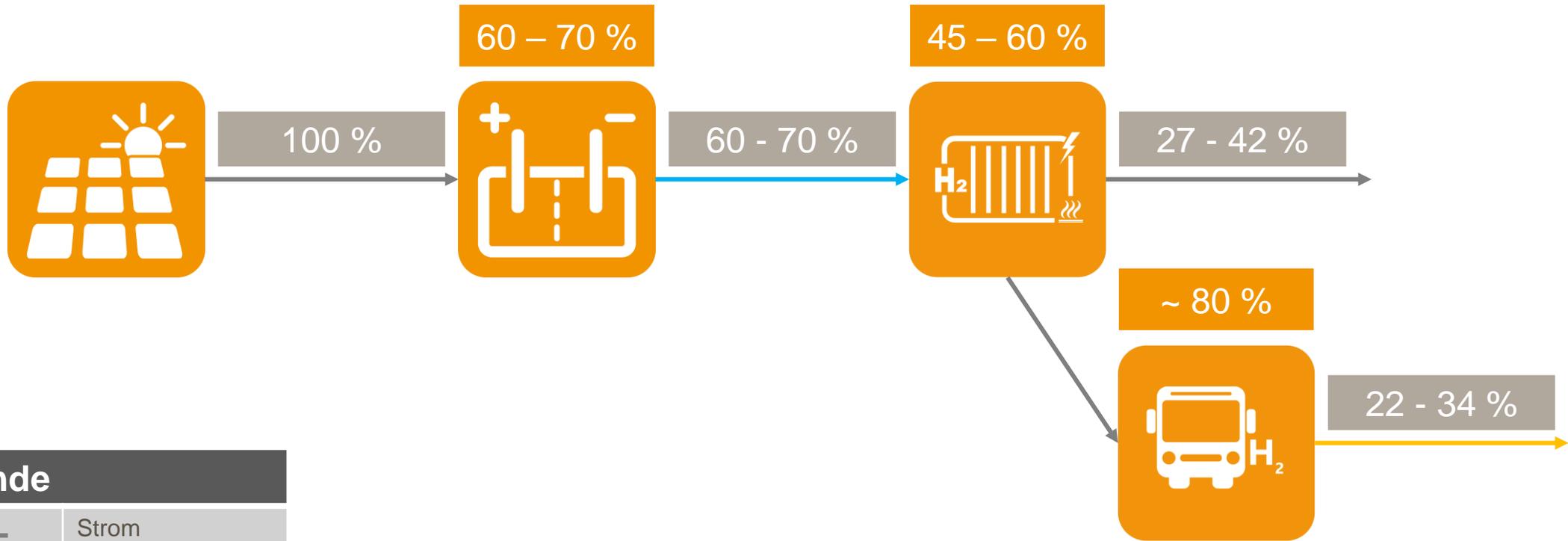


vorhanden

optional

Potentialanalyse H₂-Speicher

H₂-Wirkungsgrad-Kette

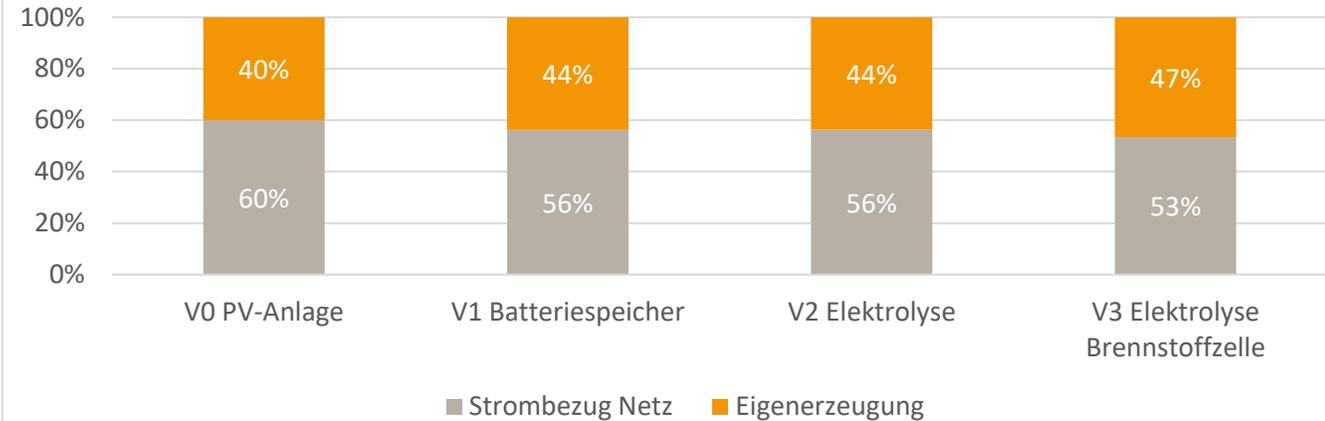


Legende	
	Strom
	H ₂
	Traktion

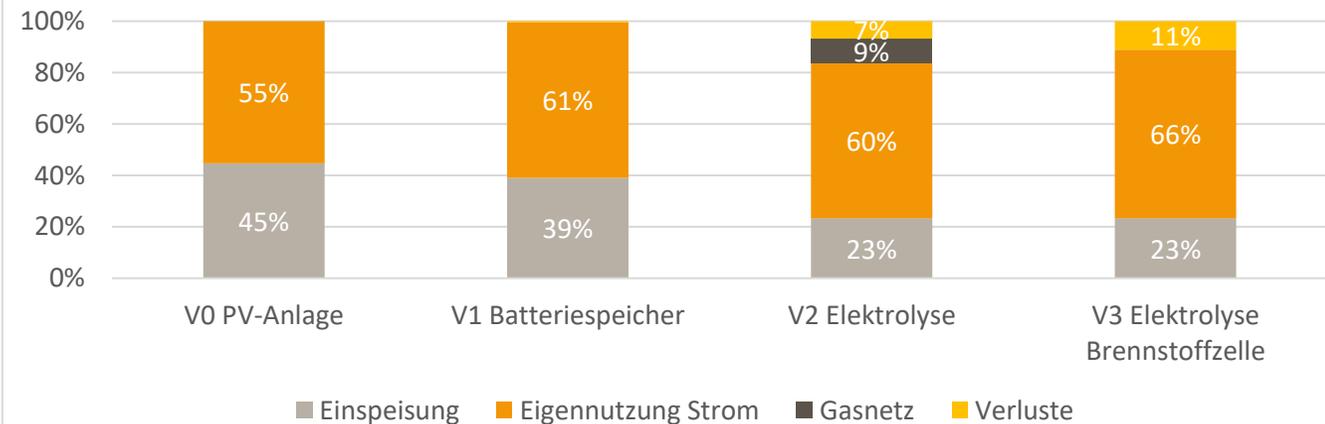
	Wirkungsgrad
	Nutzenergie

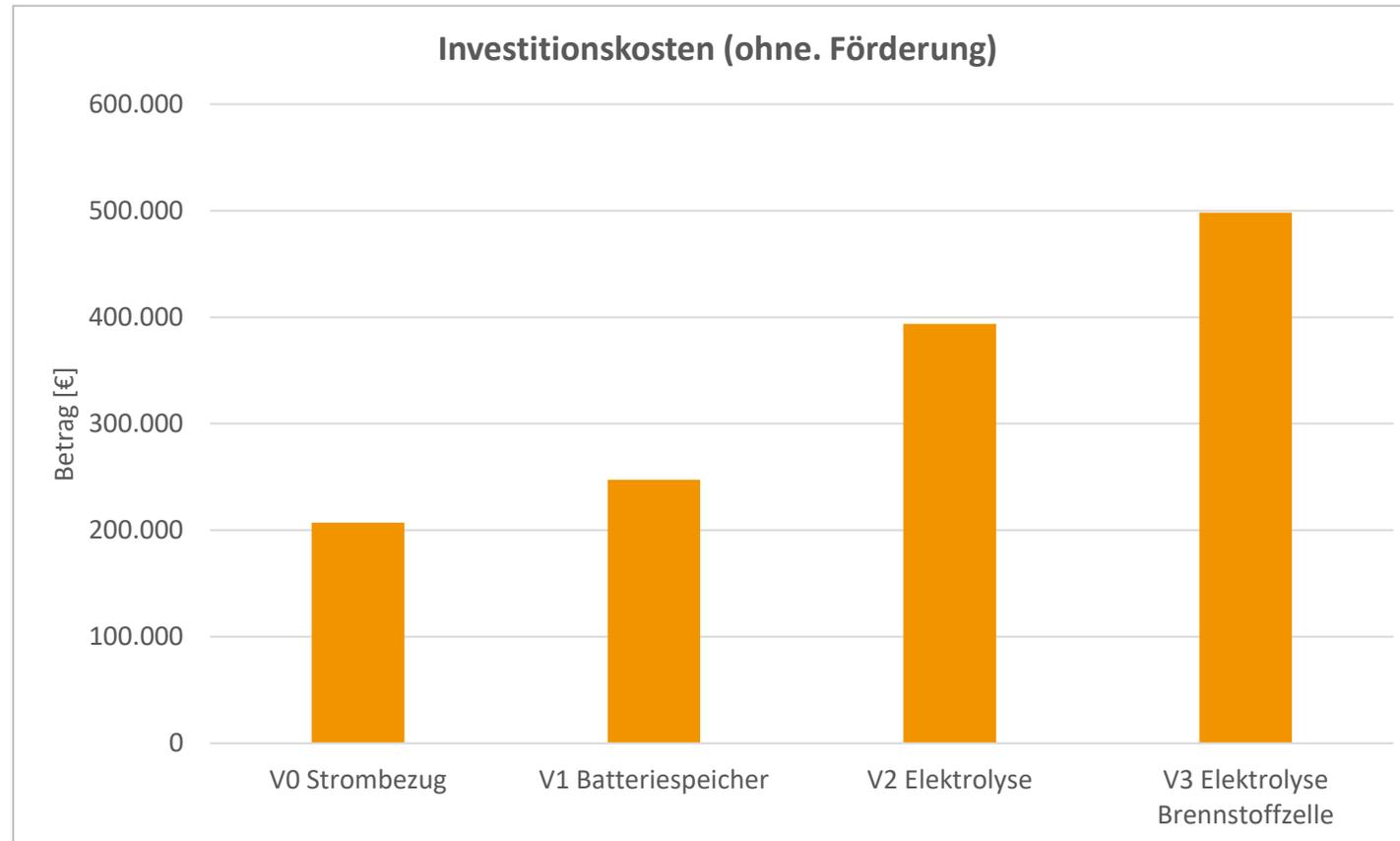
- PV-Anlage 250 kWp
- Batteriespeicher 50 kWh
- Var. Strompreis (netto) 22 ct/kWh
- Mögliche Abwärmenutzung nicht berücksichtigt
- Einspeisevergütung H2 15 ct/kWh (Annahme)

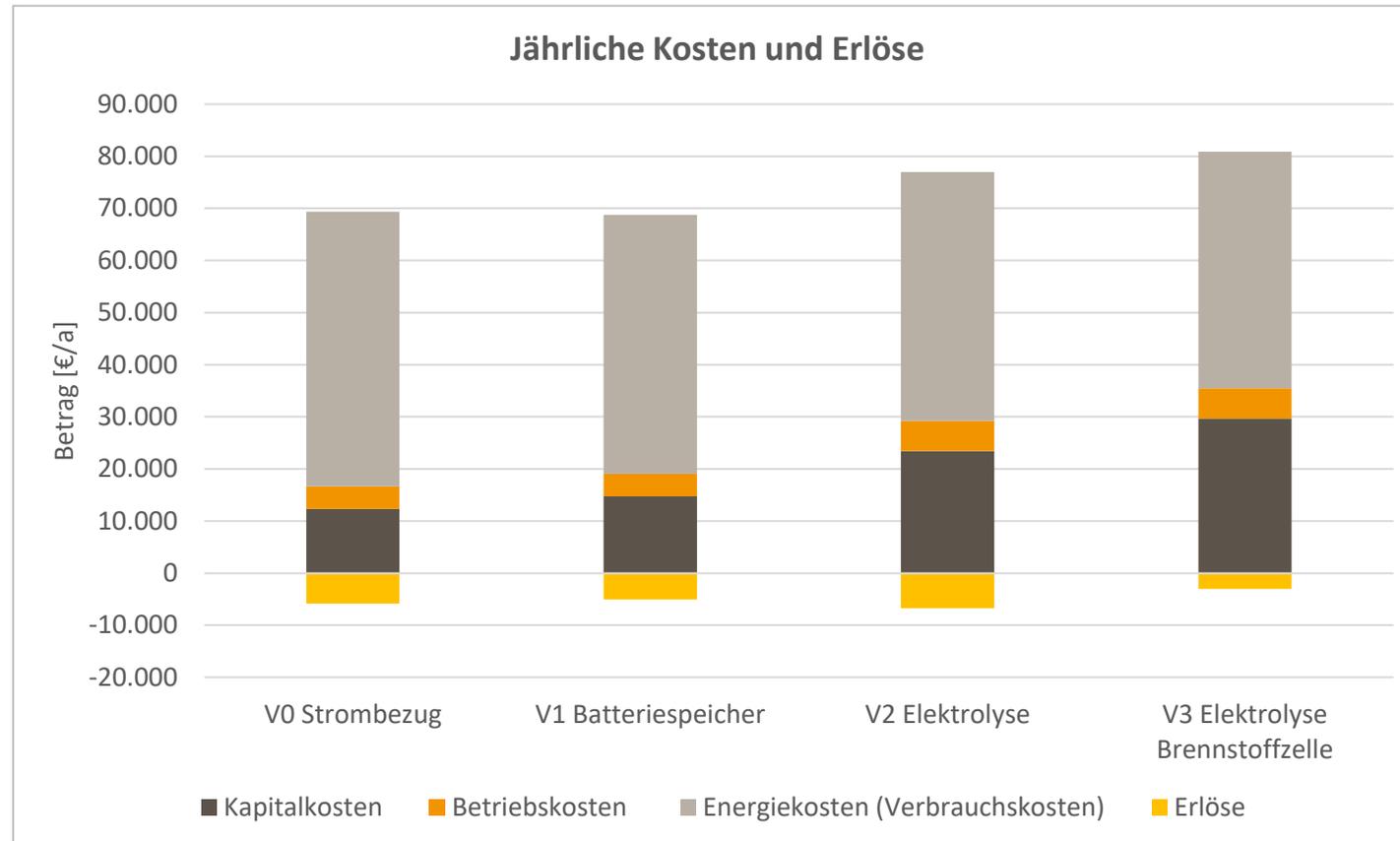
Stromversorgung Schule

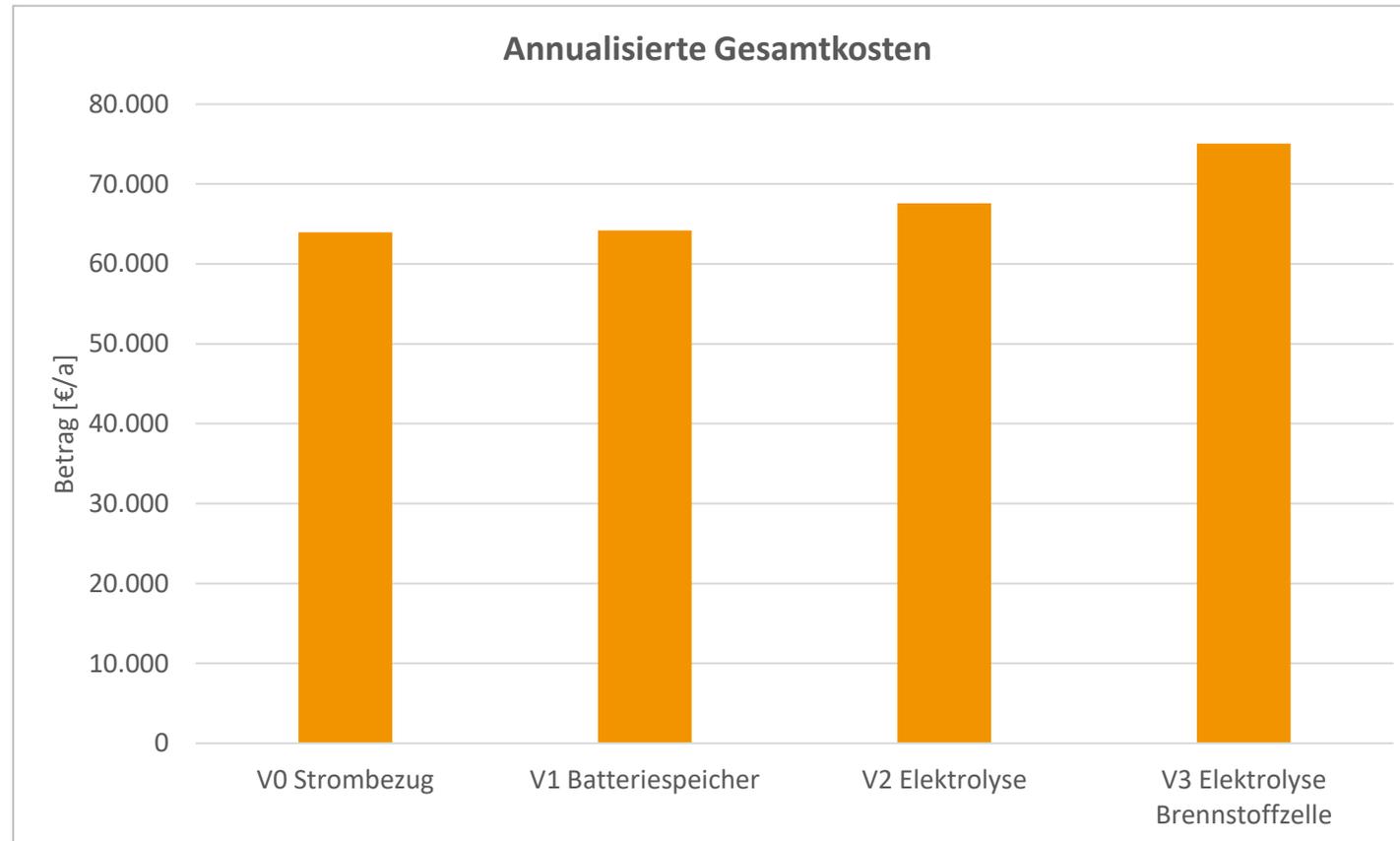


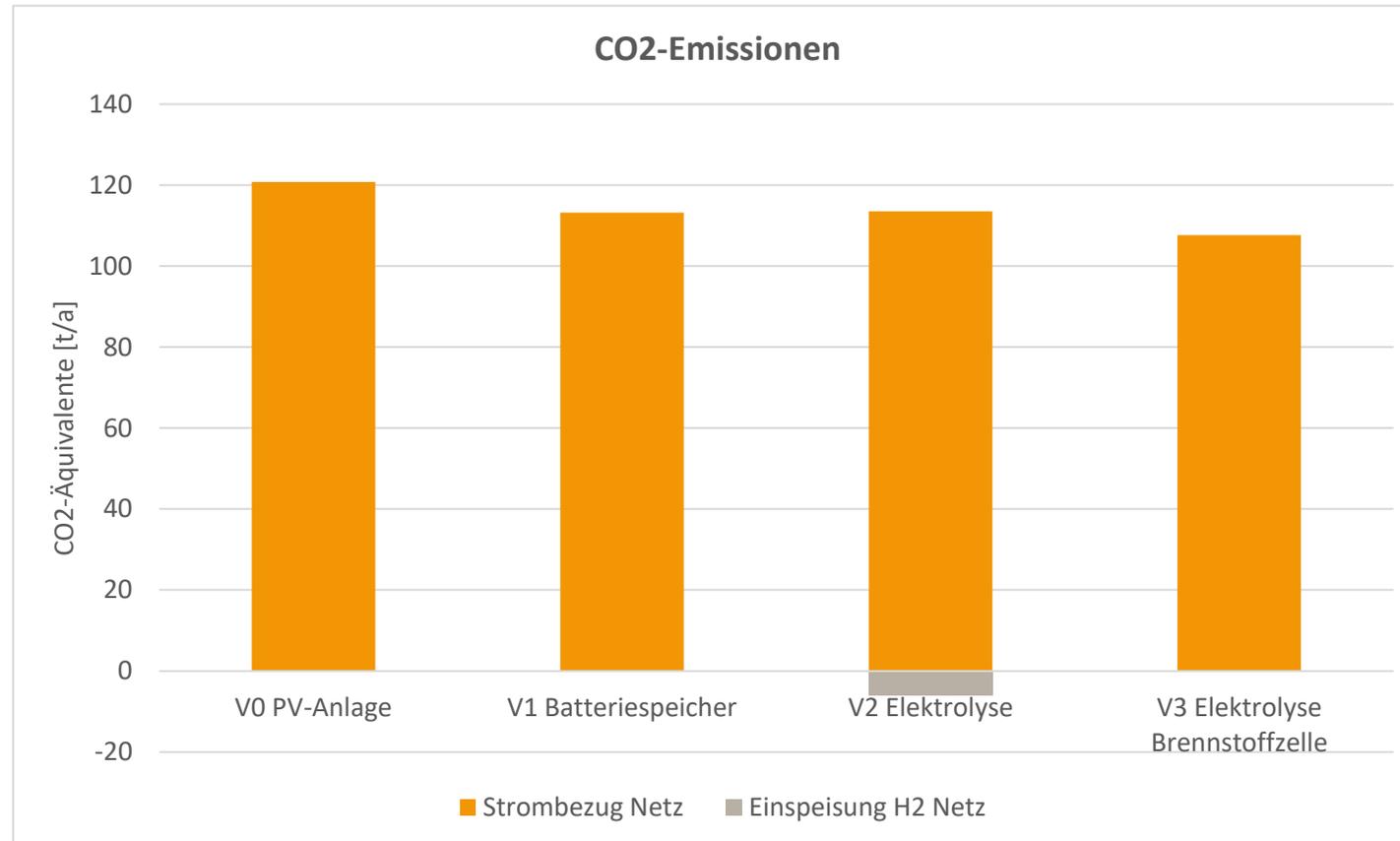
PV-Strom Nutzung

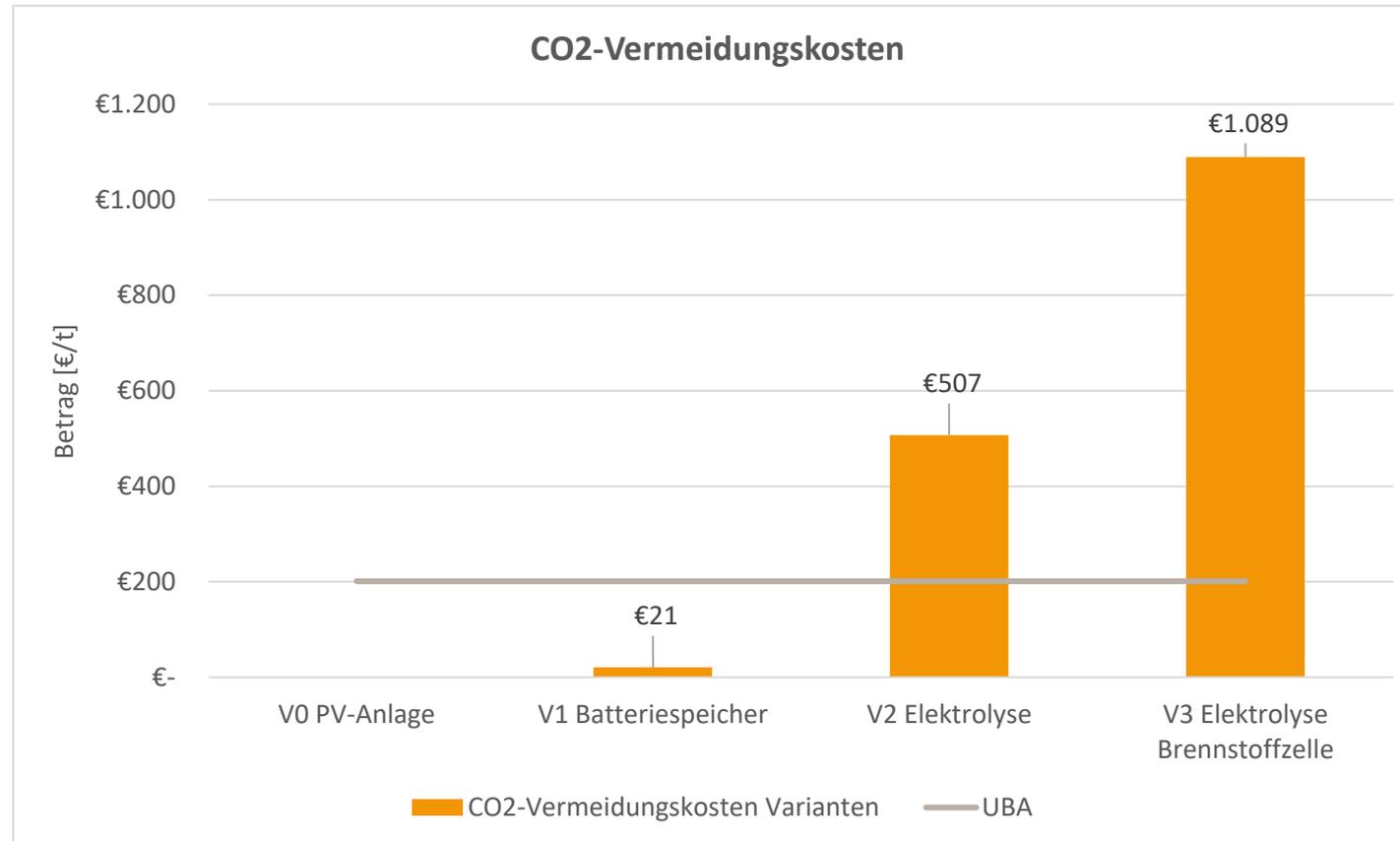












1. Allgemeine Projektbeschreibung
2. Potentialanalyse Stromspeicher
3. Potentialanalyse H₂-Speicher
4. Fazit & nächste Schritte

- Durch die Nutzung einer PV-Anlage können bereits sinnvoll große Mengen regenerativer Energie vor Ort erzeugt und teils verbraucht werden (ca. 55 %), wodurch sich ein Autarkiegrad von ca. 40 % ergibt
- Durch den Aufbau eines Batteriespeichers (Bsp.: 50 kW(h)) kann der Wert der vor Ort genutzten Energiemenge auf ca. 61% und die Autarkie auf ca. 44 % erhöht werden
- Durch die Erzeugung von H₂ vor Ort durch einen Elektrolyseur mit 25 kW kann die Autarkie auf bis zu 47 % gesteigert werden
- Die Verluste in Abhängigkeit des erzeugten PV-Stroms betragen bei Variante 3 (H₂ Einspeisung) ca. 7 % und bei der Variante 4 (Rückverstromung Brennstoffzelle) bei ca. 11 %
- Mittels Batteriespeicher können ca. 8 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr bei CO₂-Vermeidungskosten von ca. 21 €/t zusätzlich eingespart werden

- Mittels Elektrolyseur und H₂-Einspeisung können ca. 14 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr bei CO₂-Vermeidungskosten von ca. 507 €/t zusätzlich eingespart werden
- Mittels Elektrolyseur, H₂-Speicher und Brennstoffzelle können ca. 16 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr bei CO₂-Vermeidungskosten von ca. 1.089 €/t zusätzlich eingespart werden
- Insgesamt ist festzuhalten, dass die angedachten H₂-Versorgungsvarianten eine hohe Innovativität, jedoch auch relativ hohe Kosten besitzen
- Durch eine mögliche Abwärmenutzung wäre eine höhere CO₂-Reduktion denkbar, wobei hier zusätzlich Anlagentechnik (Bsp.: Wärmepumpe) notwendig wäre
- Zur Steigerung der Autarkiequote kann ein Batteriespeicher mit geringeren Kosten derzeit ähnliche Effekte erzielen (keine saisonale Speicherung möglich). Zudem können beispielsweise durch Peak-Shaving (Lastspitzenkappung) zukünftig weitere Erlöse erzielt werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Besuchen Sie uns doch auch auf...

www.ifeam.de



www.facebook.com/ifeam.de



www.t1p.de/ifeam



Anhang

Parameterübersicht für Simulation

Beschreibung	Wert	Einheit	Quelle
Betrachtungszeitraum (Abschreibungszeitraum)	20	Jahre	Annahme
Zinssatz für Fremdkapital	2	%	Annahme
Anteil Fremdkapital	100	%	Annahme
Strompreis (variable Bestandteile)	22	Ct / kWh	Annahme
EEG-Umlage	3,72	Ct / kWh	-
Spez. Emissionen Strom	560	g / kWh	GEG
Spez. Emissionen Erdgas	240	g / kWh	GEG
PV-Erzeugungsprofil	-	kW	VE Plan GmbH
Stromverbrauchsprofil Schule	-	kW	VE Plan GmbH
Belade- und Entladewirkungsgrad Batteriespeicher	95,5	%	Annahme
C-Rate Batteriespeicher	1	-	Annahme
Spez. Investitionskosten Batteriespeicher	1.200 – 700	€ / kW(h)	Annahme
Spez. Investitionskosten PV-Anlage	1.000 - 800	€ / kWp	Annahme
Spez. Betriebskosten PV-Anlage	1,6	% der Investitionskosten	Annahme
Kosten für Direktvermarktung PV-Anlage	1.020	€ / a	
Einspeisevergütung PV-Strom	5	Ct / kWh	Annahme

Beschreibung	Wert	Einheit	Quelle
Einspeisevergütung H ₂ in Erdgasnetz	15	Ct / kWh	Annahme
Leistung Elektrolyseur	25	kW	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Wirkungsgrad Elektrolyse	60	%	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Austrittstemperatur Elektrolyse	60	°C	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Austrittsdruck Elektrolyse	20	bar	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Investitionskosten Elektrolyseur (25 kW)	145.000	€	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Wartungskosten Elektrolyseur (25 kW)	1.500	€ / a	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Re-Investitionskosten Elektrolyseur (25 kW) (je 5 kW u. 35.000 Bh)	10.000	€	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Energieverbrauch für Verdichtung H ₂ auf 300 bar	4	kWh / 7 Nm ³	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Leistung Brennstoffzelle	8,4	kW	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Investitionskosten Brennstoffzelle	45.000	€	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Wirkungsgrad Brennstoffzelle	56	%	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Investitionskosten Kompressor	47.000	€	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Investitionskosten H ₂ -Speicher	12.500	€	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH
Kapazität H ₂ -Speicher	600	kWh	ostermeier H2ydrogen Solutions GmbH