

Auslegung einer H2-Prozesskette im Landstadt-Konzept für den Standort Reichenbach/O.L.

2.WFO, TGZ Bautzen

Konrad Uebel
Anne Mädlow
Norbert Döring



Agenda

1. Versorgungskonzept
2. Randbedingungen
3. Zwischenergebnisse
4. Nächste Schritte





1. Versorgungskonzept



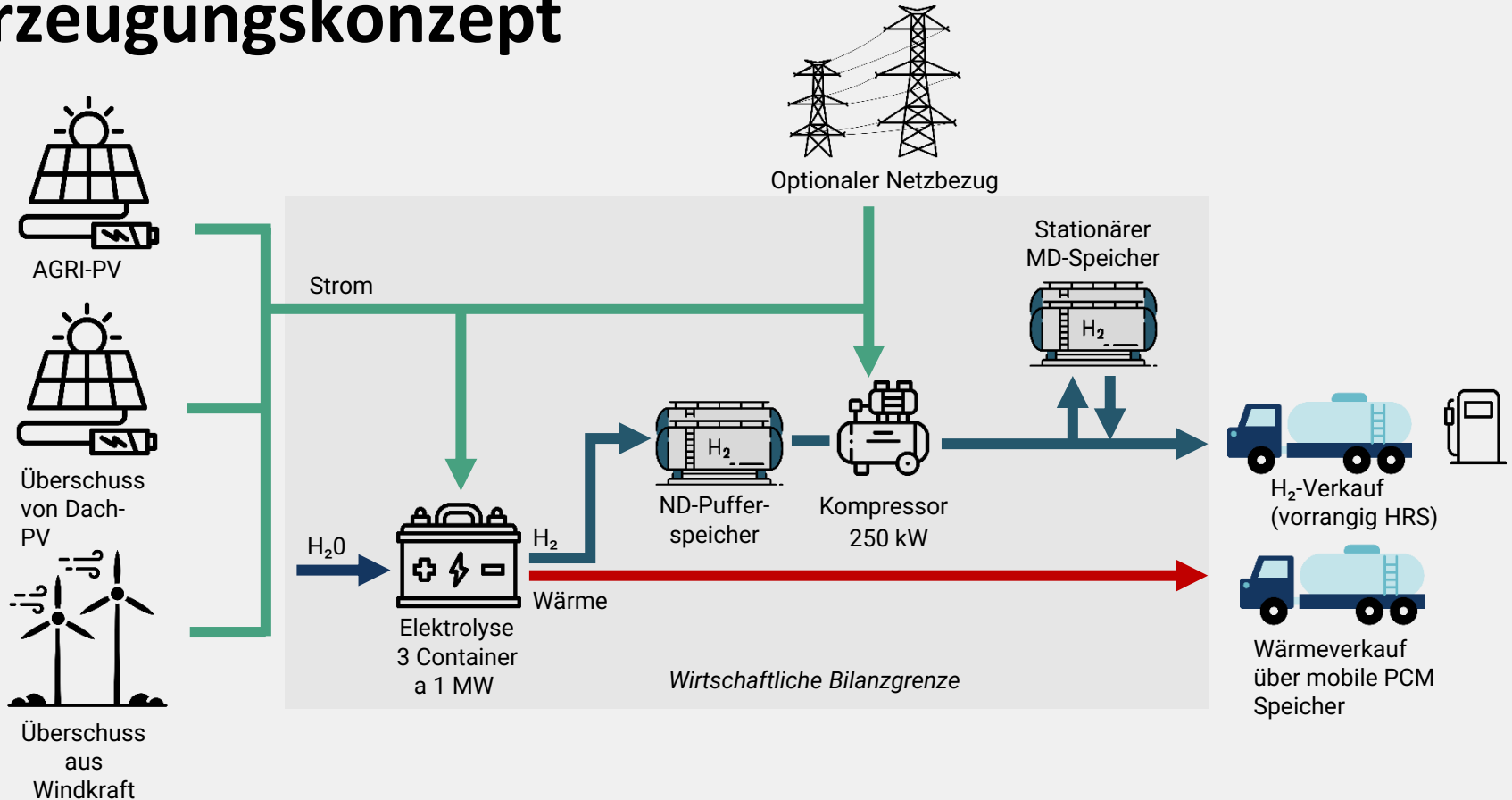
Hintergrund

- Erzeugung von grünem Wasserstoff am Standort Reichenbach/Oberlausitz mittels regionaler Erneuerbarer Energie
- Verwendung des H₂ in einer H₂-Tankstelle (HRS) zur Versorgung des ÖPNV's im Landkreis Görlitz
- Transport des H₂ zwischen den Orten der Erzeugung und des Verbrauchs über Brücken-Lieferungen



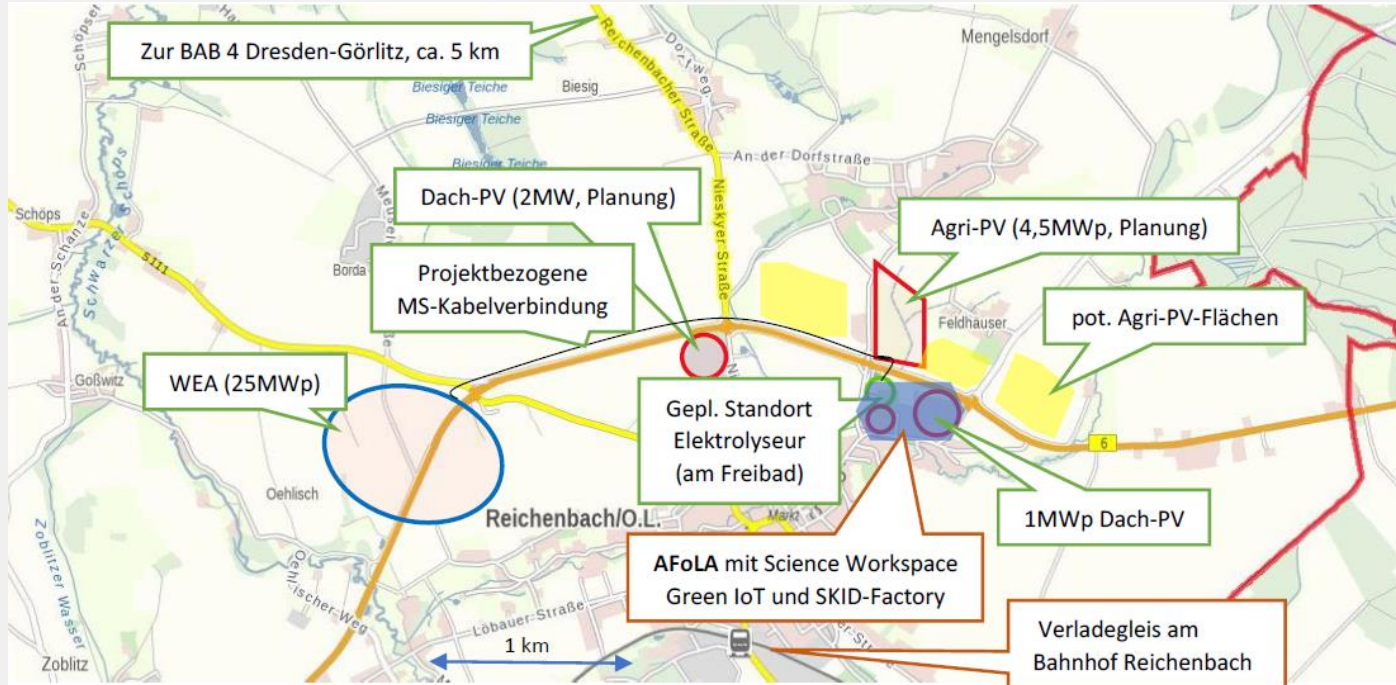


Erzeugungskonzept





Potentielle Bezugsquellen





Wasserstofftankstelle (HRS)

- Die Wasserstofftankstelle wurde mit dem HRS-Konfigurator ausgelegt und das Wasserstoffeingangsprofil ermittelt.
- Das Eingangsprofil liegt für eine durchschnittliche Woche mit einer zeitlichen Auflösung von 4 Sekunden vor.
- Der Wasserstoff wird über eine H₂-LKW-Brücke an der Elektrolyse abgefüllt und in der HRS eingespeist.
- Kenndaten der H₂-Brücke:
 - Druckbereich: 30 bis 300 bar
 - Behältervolumen: 17 m³
 - Anzahl Behälter: 3
 - H₂-Kapazität: 952,29 kg



Wasserstofftankstelle (HRS)

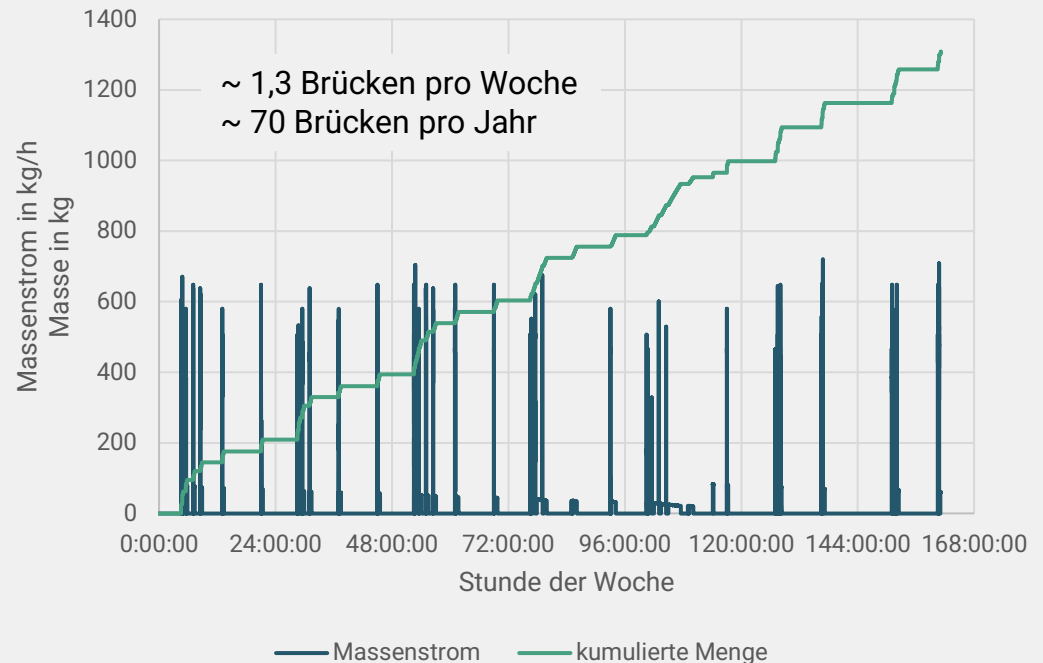
-Die Wasserstofftankstelle steht in Görlitz und liegt in kommunaler Hand.

-An Werktagen tanken:

- 1 Straßenbahn (H35)
- 4 Busse (H35)
- 1 Müllfahrzeug (H70)
- 1 Kehrfahrzeug (H70)
(an 3 von 5 Tagen)

-An Wochenendtagen:

- 1 Straßenbahn (H35)
- 4 Busse (H35)





2. Randbedingungen



Strombereitstellung

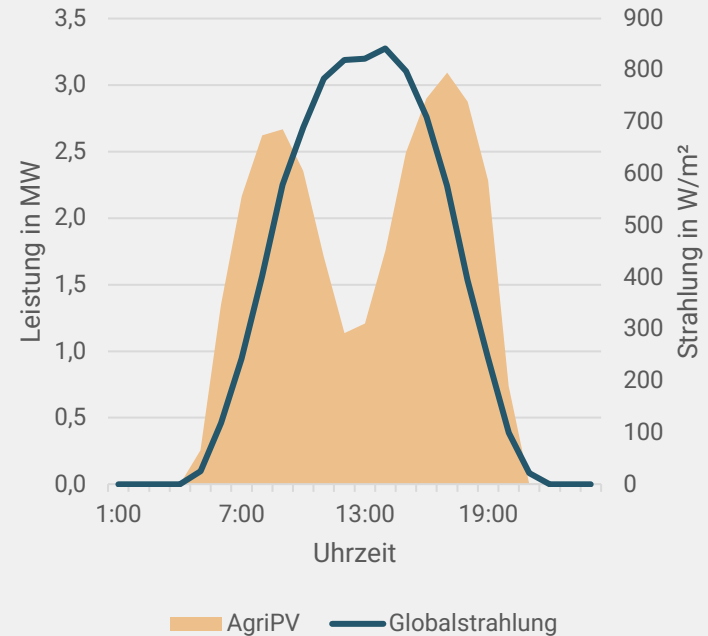
- Bilanziell wird der Prozess der Stromerzeugung in der Wirtschaftlichkeit nicht berücksichtigt. Die Erneuerbare Energien werden mittels eines PPA's von regionalen Erzeugern eingekauft.
- Zur Abschätzung der Erzeugungspotentiale ist dennoch eine Modellierung der Erneuerbaren Energien notwendig.
- Grundlage für spätere Simulation & Optimierung sind orts aufgelöste Wetterdaten vom deutschen Wetterdienst.



Strombereitstellung

Modell der Agri-PV-Anlage:

- Verwendung folgender Modul-Daten:
 - Peak-Leistung: 465 W
 - Bifacialität: 92,5 %
- Aufstellung:
 - Anstellwinkel 90°
 - Süd-Ost-Ausrichtung: Hauptseite Richtung Osten

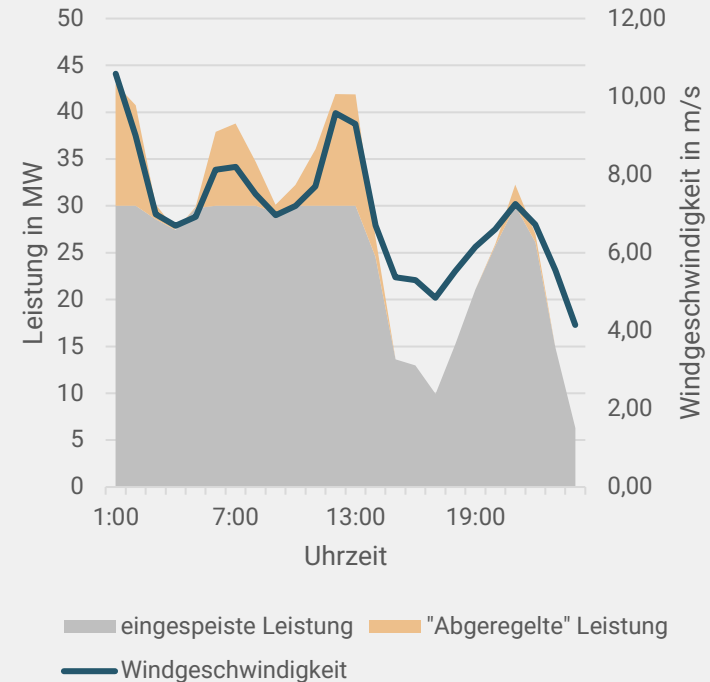




Strombereitstellung

Modell der Überschussleistung für Dach-PV und Wind:

- Verwendung von konstanten Schwellwerten
 - Dach-PV-Anlage 1: 1,3 MW
 - Dach-PV-Anlage 2: 0,8 MW
 - Windpark: 30 MW
- Sobald dieser Schwellwert überschritten wird, würde theoretisch die Anlage abgeregelt werden.
- Die Überschussleistung wird für die Elektrolyse verwendet.





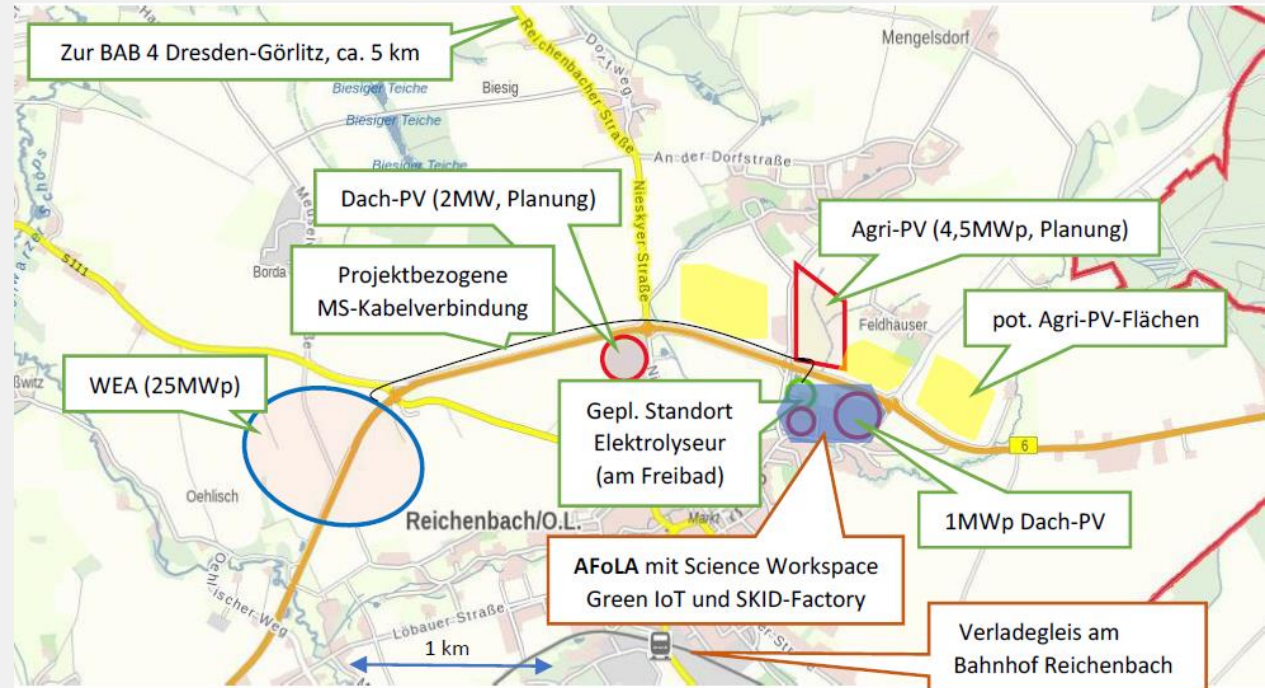
3. Zwischenergebnisse

Nachfolgend visualisierte betriebswirtschaftliche Informationen sind aufgrund konsortialer Absprachen zum Datenschutz teilweise geändert.



Fragestellung für Optimierung

- Welche Energiequellen sind technisch und wirtschaftlich sinnvoll einzubinden?
- Sind ein ND-Pufferspeicher und stationärer MD-Speicher notwendig?
- Bemessungsgrundlage:
 1. 100%ige Deckung des H2-Verbrauchs der HRS
 2. Geringste H2-Gestehungskosten





Fragestellung für Optimierung

– Bemessungsgrundlage:

1. 100%ige Deckung des H₂-Verbrauchs der HRS
2. Geringste H₂-Gestehungskosten
 - a) Ohne Berücksichtigung des Wärmeverkaufs
 - b) Mit Berücksichtigung des Wärmeverkaufs

$$LCOH = \frac{CAPEX + \sum_{t=1}^T \frac{OPEX_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{\text{Einzahlung}_{\text{Wärme},t}}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{m_{H_2,t}}{(1+i)^t}}$$

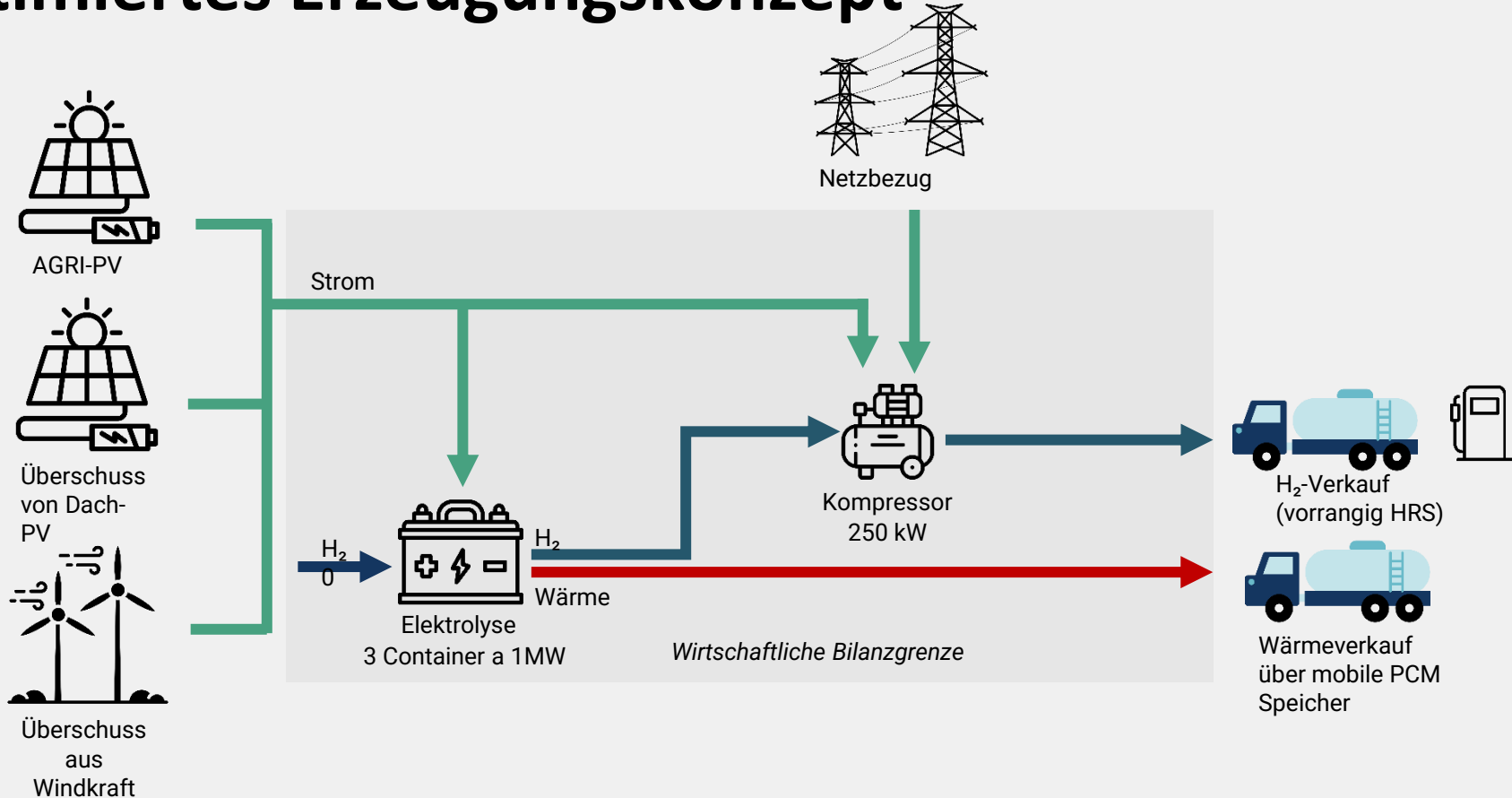


Optimiertes Erzeugungskonzept

Als Ergebnis der Optimierung werden die geringsten Wasserstoffgestehungskosten mit folgendem Anlagenkonzept erreicht:

- Ausschluss der Pufferspeicher (sowohl ND und MD)
- Nutzung der vollen Agri-PV-Flächen und der Überschussleistung der Dach-PV-Flächen und des Windparks
- Wasserstoffgestehungskosten:
 - 12,6 €/kg (ohne Berücksichtigung der Wärmeverkäufe)
 - 12,4 €/kg (mit Berücksichtigung der Wärmeverkäufe)

Optimiertes Erzeugungskonzept



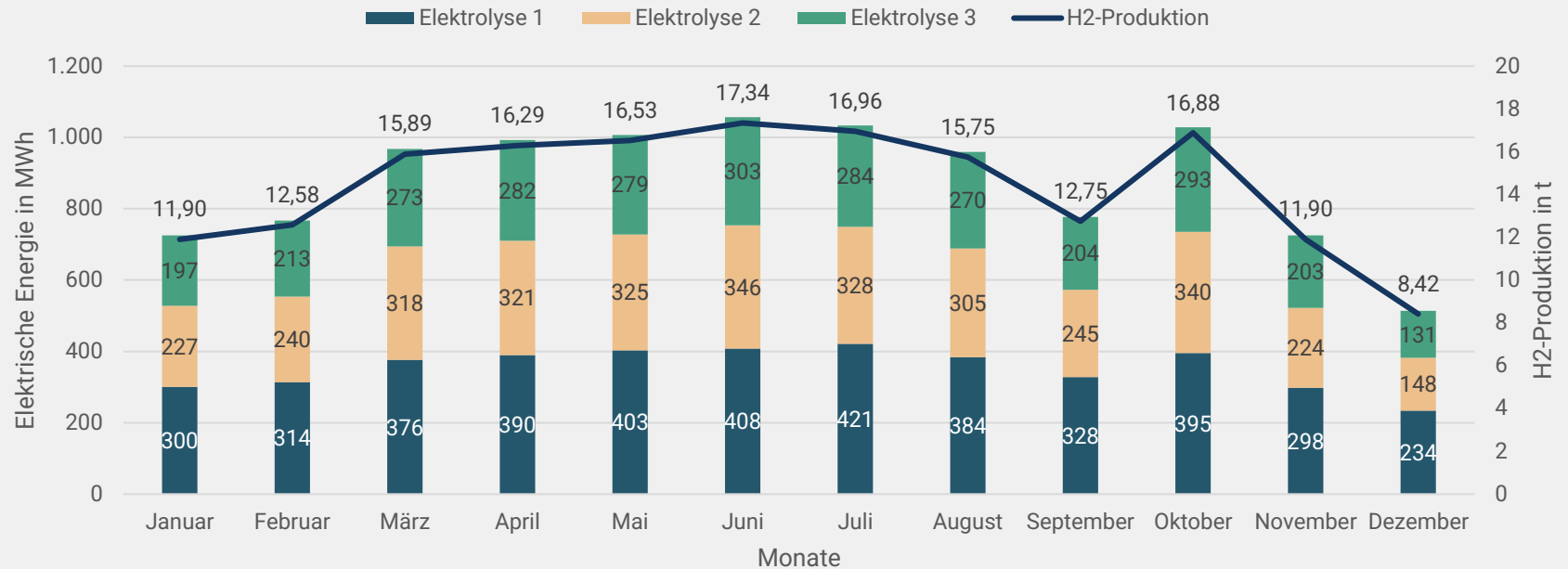


Technische Kenndaten

Parameter	Einheit	Wert
Betriebsstunden Elektrolyse 1	h	4.799
Betriebsstunden Elektrolyse 2	h	3.592
Betriebsstunden Elektrolyse 3	h	3.094
Elektr. Energie PV-Strom	kWh	7.885.082
Elektr. Energie Wind-Strom	kWh	2.790.691
Elektrische Energie Netz-Strom	kWh	34.180
Gesamter Wasserverbrauch Elektrolyse	m ³	1.989
Gesamte H ₂ -Erzeugung	kg	173.228
Gesamte Wärmeerzeugung	kWh	343.056
Anzahl voller mobiler PCM-Wärmespeicher pro Jahr	-	195
Anzahl voller Wechselbrücken pro Jahr	-	181

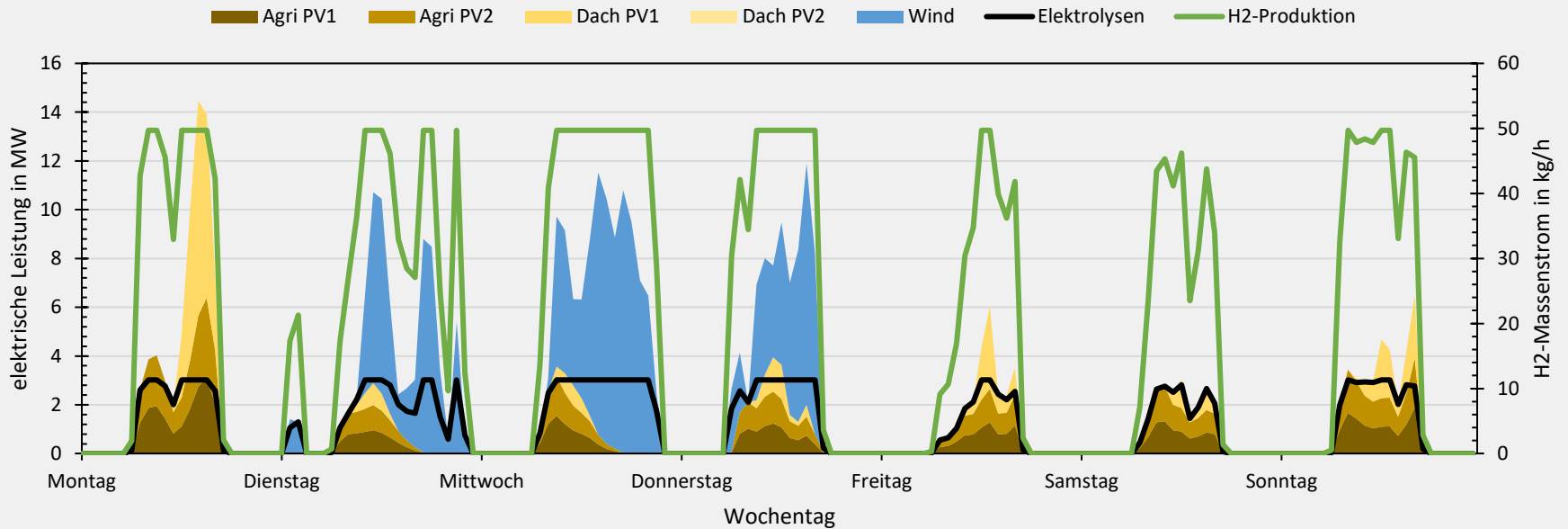


Monatsbilanzen- Elektrolysebetrieb



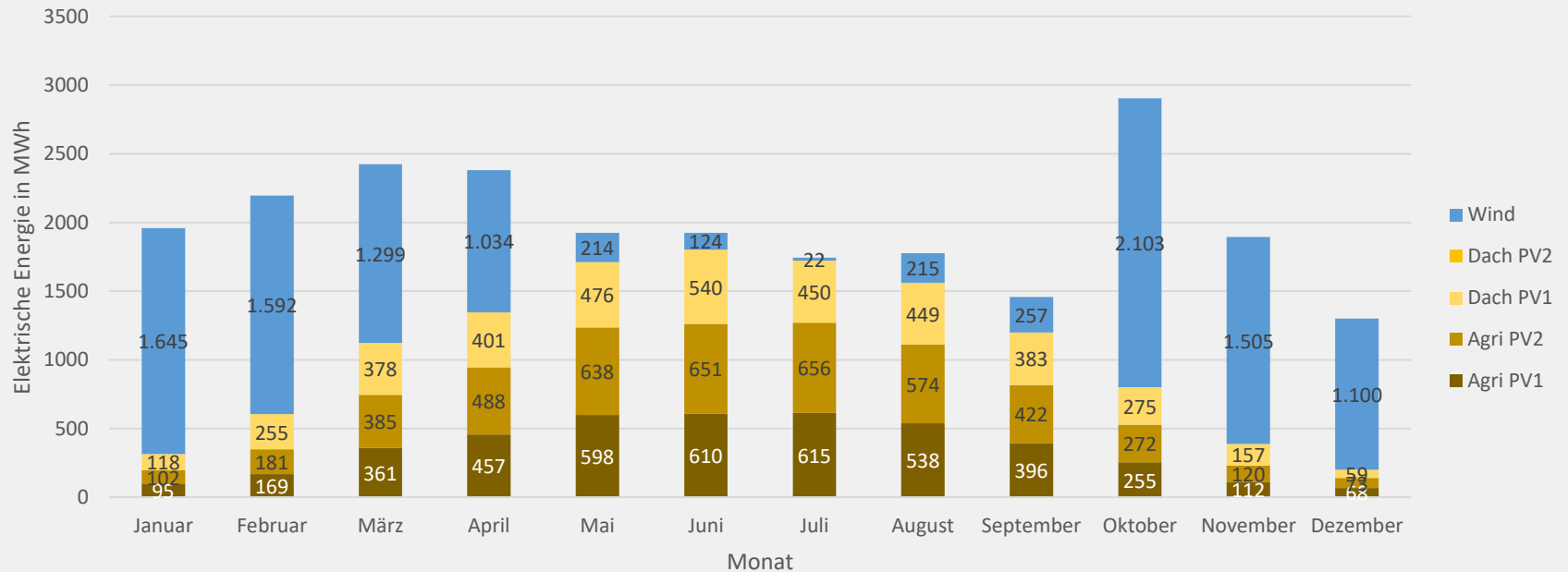


Erzeugungskurve Beispielwoche im April



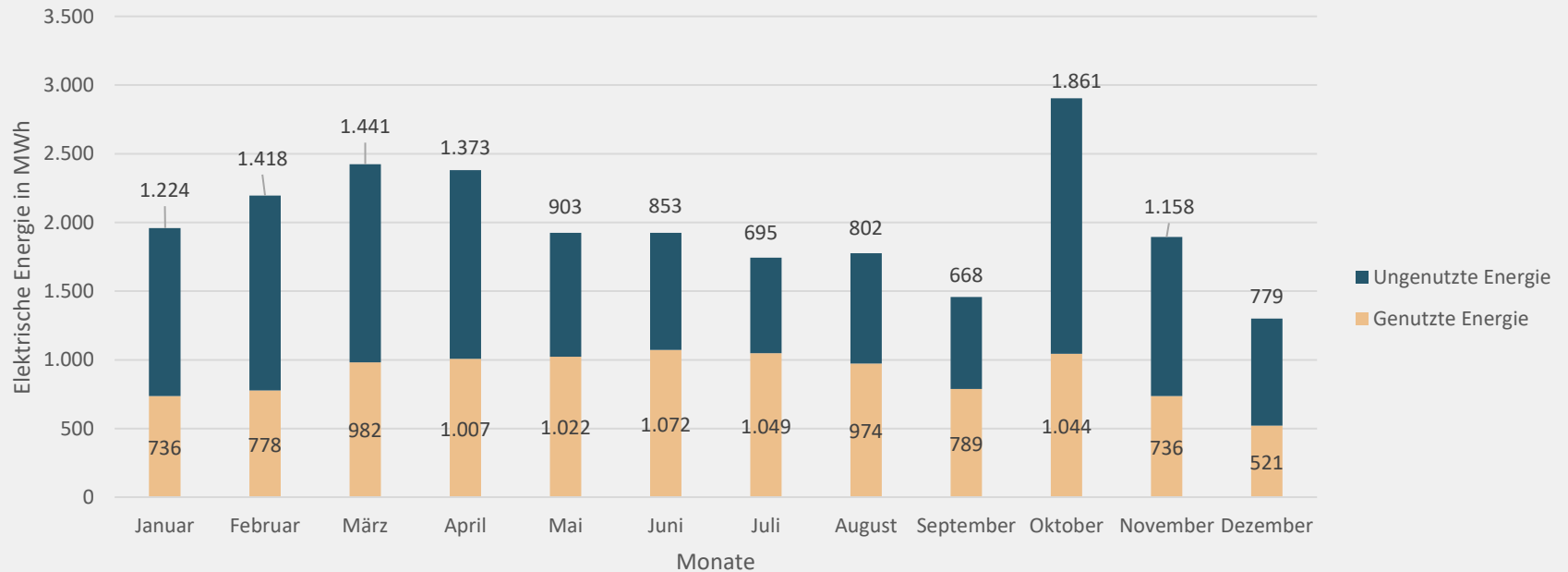


Monatsbilanzen- Energieangebot





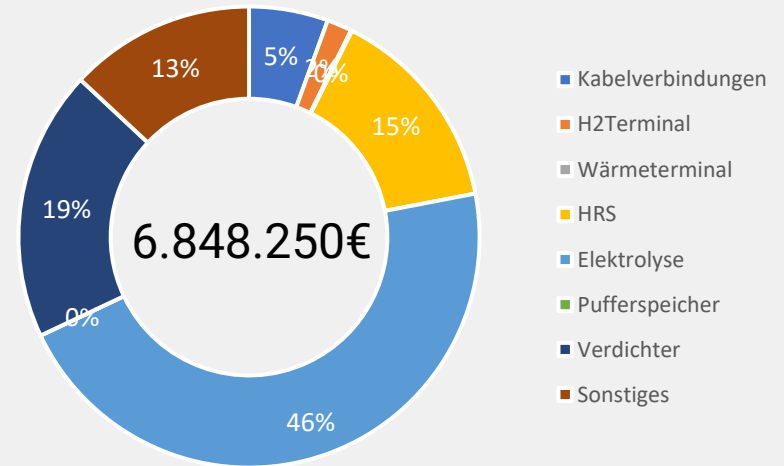
Monatsbilanzen- Energieangebot





Investitionen

- Es sind Gesamtinvestitionen von 6,8 Mio. € erforderlich.
- Größten Anteil haben:
 - mit 46% die Elektrolyse,
 - mit 19% der Verdichter und
 - mit 15% die Tankstelle (HRS).





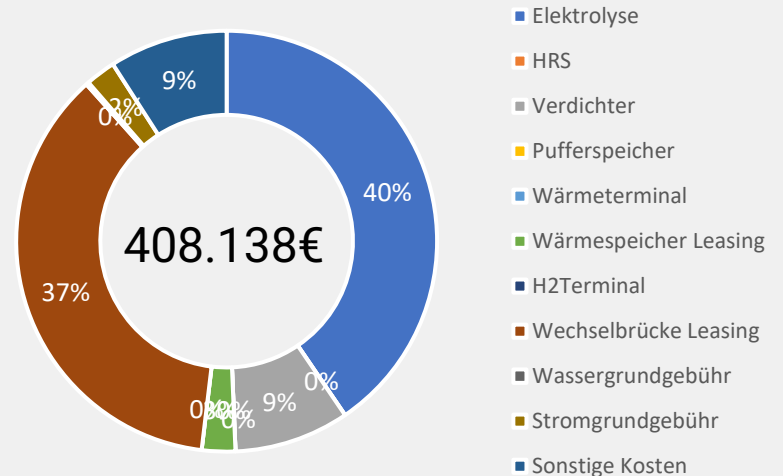
Betriebskosten im 1. Jahr

Die fixen Betriebskosten beinhalten Aufwände für Wartung, Inspektion und Instandhaltung.

- Im ersten Betriebsjahr betragen die fixen Betriebskosten 408.138€.

- Größten Anteil haben die Leasing-Kosten für Wechselbrücken (37%) und die Elektrolyse (40%).

fixe Betriebskosten



ACHTUNG! Betriebskosten der HRS fehlen.



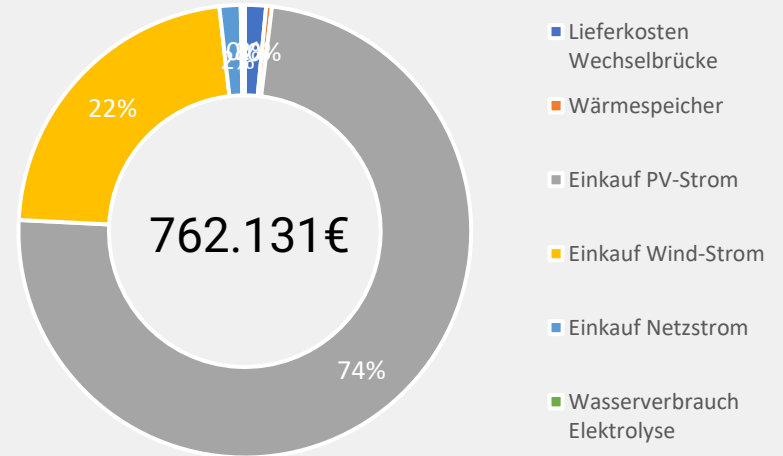
Betriebskosten im 1. Jahr

Die variablen Betriebskosten beinhalten die Medienkosten.

- Im ersten Betriebsjahr betragen die variablen Betriebskosten 762.131€.

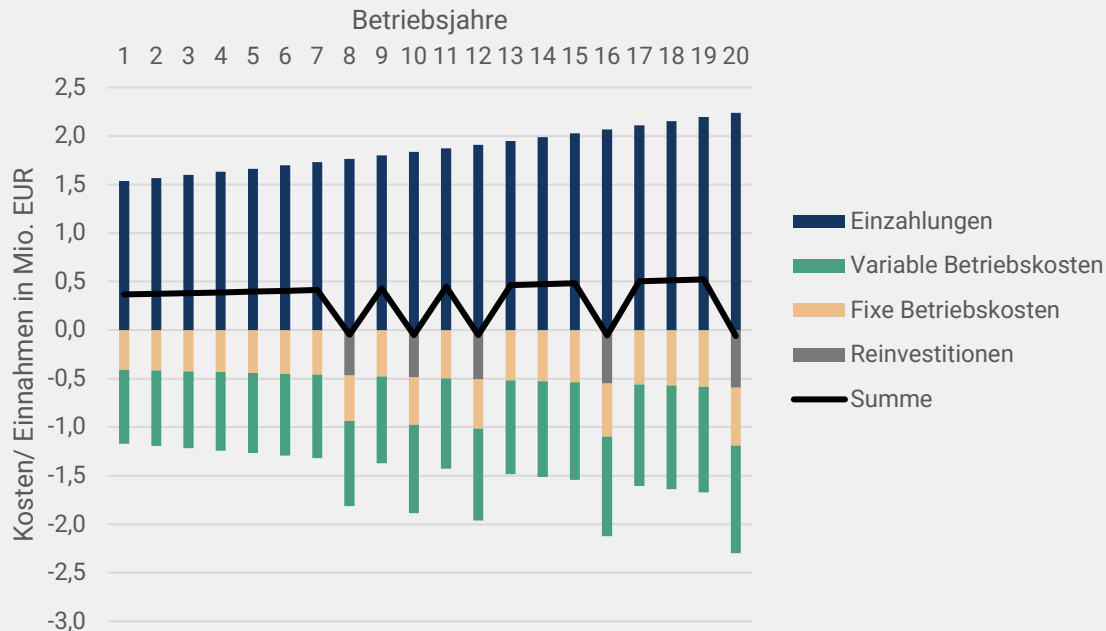
- Größten Anteil hat mit 74% der Einkauf von PV-Strom.

variable Betriebskosten





Ausschnitt aus dem Finanzplan

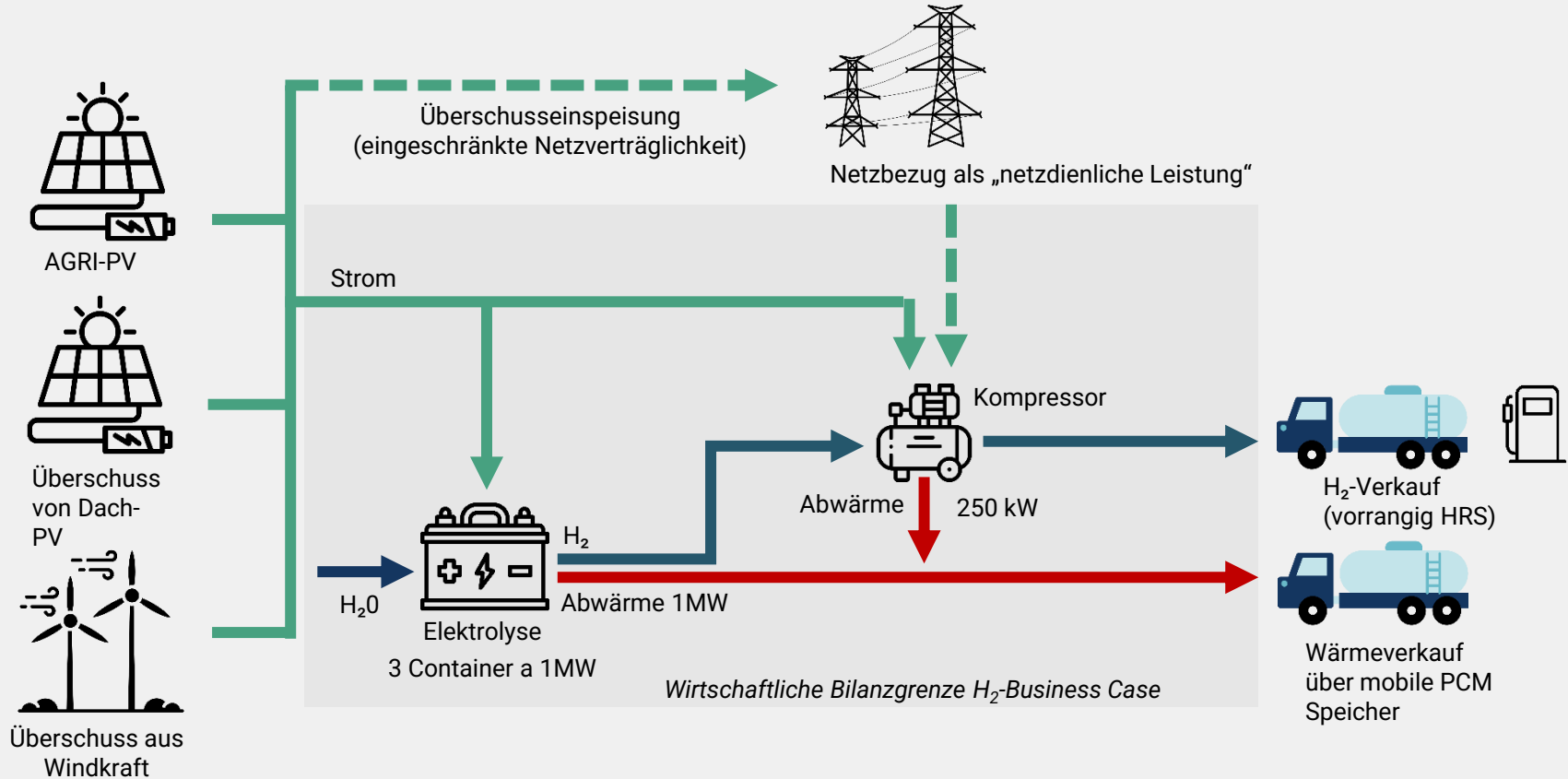


- Erstellung eines vollständigen Finanzplans für den Betrachtungszeitraum
- Detaillierte Ergebnisse sind der entsprechenden Excel zu entnehmen.

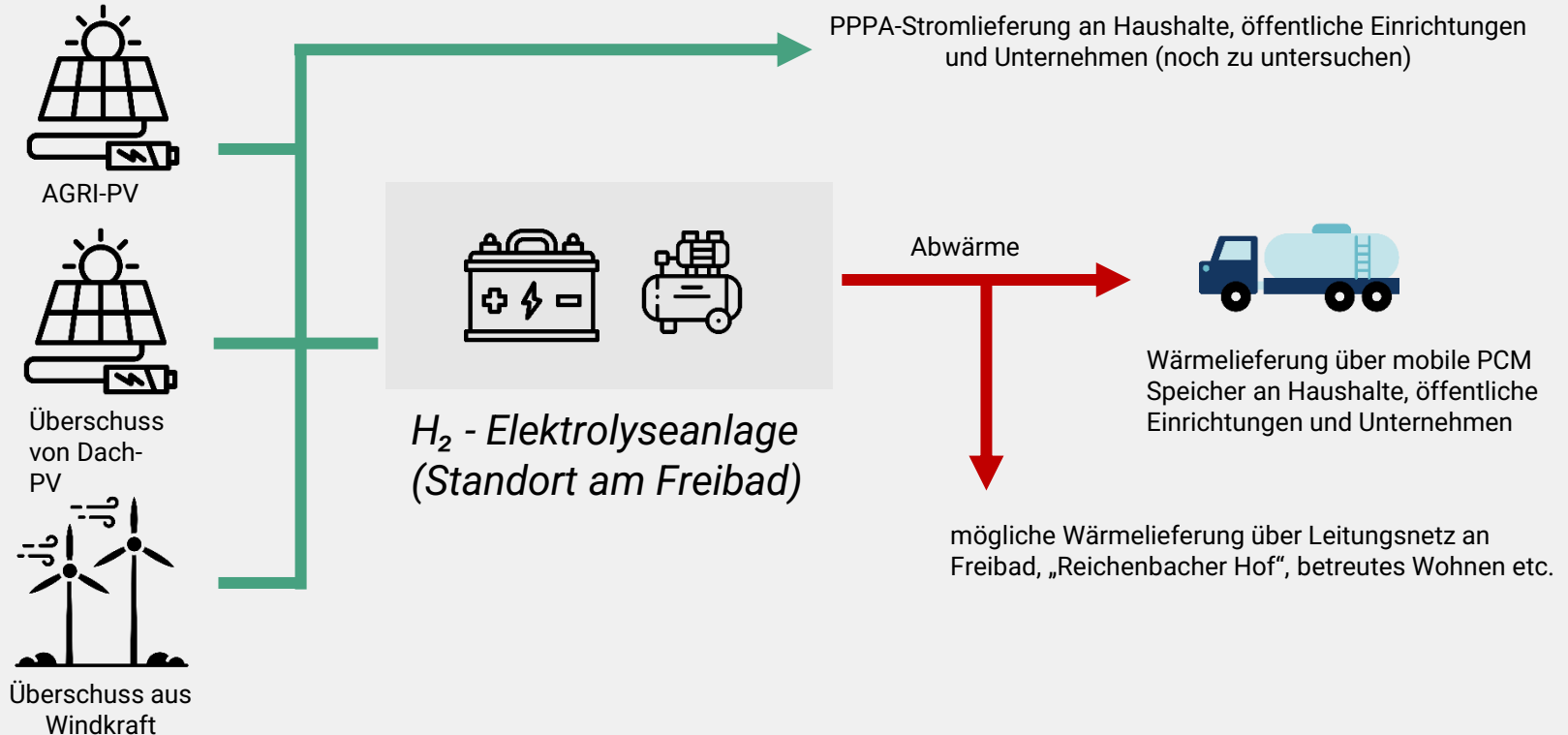


4. Weitere Potenziale und nächste Schritte

Erweitertes Erzeugungskonzept



Möglicher „Local Content“ für Reichenbach





Investoren- und Finanzierungsmodell

An die Finalisierung der Konzeption schließt sich die Schärfung des Investorenmodells unter dem bestehenden Konsortium an. Arbeitsaufgaben sind dabei:

- Eintritt in die Standort- und Genehmigungsplanung
- Erarbeiten des Finanzierungs- und Sicherungsmodells
- Vorbereitung einer genossenschaftlichen Betreiberstruktur mit Geschäftsmodellen für:
 - Stromeinkauf und –belieferung
 - Elektrolyseurbetrieb und Wasserstoffverkauf
 - Wärmeverkauf



FI Freiberg Institut für Energie- und
Klimaökonomie GmbH

Am St.-Niclas-Schacht 13
D-09599 Freiberg

Tel +49 3731 781 170
mail@freiberg-institut.de
www.freiberg-institut.de

Projektentwicklung



Ihr Ansprechpartner

**Konrad
Uebel**

CEO

Mobil +49 171 572 18 43
konrad.uebel@freiberg-institut.de

[LinkedIn](#) [Xing](#) [Twitter](#)

Gemeinnützige Forschungsgesellschaft für
dezentrale Energiesysteme e.V. (GEDES)

An der Dorfstraße 2
D-02894 Reichenbach O.L.

Tel +49 3585 405454
info@fgedes-ev.de
www.gedes-ev.de

Standortentwicklung

Ihr Ansprechpartner

**Norbert
Döring**

Vorstand

Mobil +49 151 14 73 38 85
n.doering@gedes-ev.de