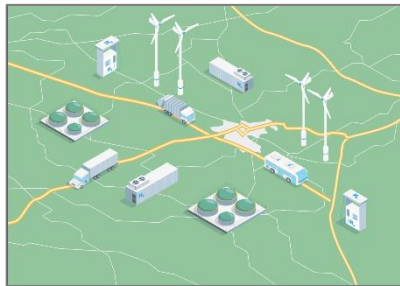


## **Die Vogelpark-Region als Modellregion für eine Wasserstoffwirtschaft mit Fokus auf die Extra- und Intralogistik**



### **Machbarkeitsstudie**

im Auftrag der Wirtschaftsförderungsgesellschaft Deltaland mbH  
bearbeitet durch die Wenger Engineering GmbH, Ulm  
Juli 2021



Gefördert von der Europäischen Union  
im Rahmen des LEADER-Programms

## Ihre Ansprechpartner bei Wenger Engineering



**Marvin Krüger**  
Projektleiter

[marvin.krueger@wenger-engineering.com](mailto:marvin.krueger@wenger-engineering.com)  
0176 / 173 142 49



**Alexandra Geiger**  
Head of Hydrogen Business Development

[alexandra.geiger@wenger-engineering.com](mailto:alexandra.geiger@wenger-engineering.com)  
0176 / 173 142 48



**Franziska Meltzner**  
Projektingenieurin

[franziska.meltzner@wenger-engineering.com](mailto:franziska.meltzner@wenger-engineering.com)  
0176 / 173 142 36

# Inhalt

1. Zielstellung und Vorgehen
2. Studienergebnisse
  - Abnahmeszenarien und Abnehmer
  - Wasserstoff-Erzeugung und Energiequellen
  - Kostenbetrachtungen
3. Projektansätze und Zeitplan
4. Fazit

## Ziel des Projekts

- Entwicklung eines ganzheitlichen Wasserstoffkonzepts mit lokaler Wertschöpfung für die Vogelpark-Region
- Steigerung der lokalen Wertschöpfung sowie Reduktion der lokalen Treibhausgasemissionen
- Das Projekt beinhaltet:
  - Erfassung des Status Quo in der Vogelpark-Region
  - Standortanalyse der Wasserstofferzeugung
  - Ermittlung der Chancen und Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff insbesondere in der Intra- und Extralogistik
  - Erfassung der Nutzungs- und Entwicklungsperspektiven speziell des Standorts Bomlitz
  - Ableiten eines regionalen Wasserstoffkonzepts mit Handlungsstrategie

## Zeitplan/ Projektübersicht



- Experteninterviews
- Produktionsstandorte
- Einsatz in Extra-/Intralogistik
- Nutzungsperspektiven v.a. in Bomlitz

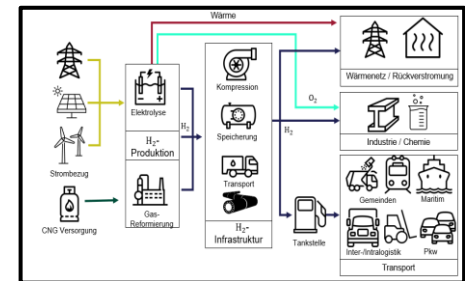
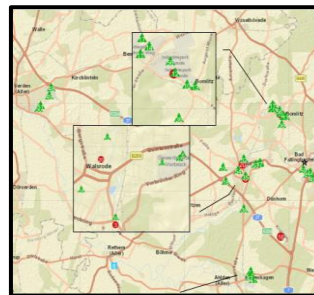
**11.2020**  
Bestandsaufnahme in der Vogelpark-Region

**04.2021**  
Abschluss der Standortbewertung

**07.2021**  
Fertigstellung des Wasserstoffkonzepts

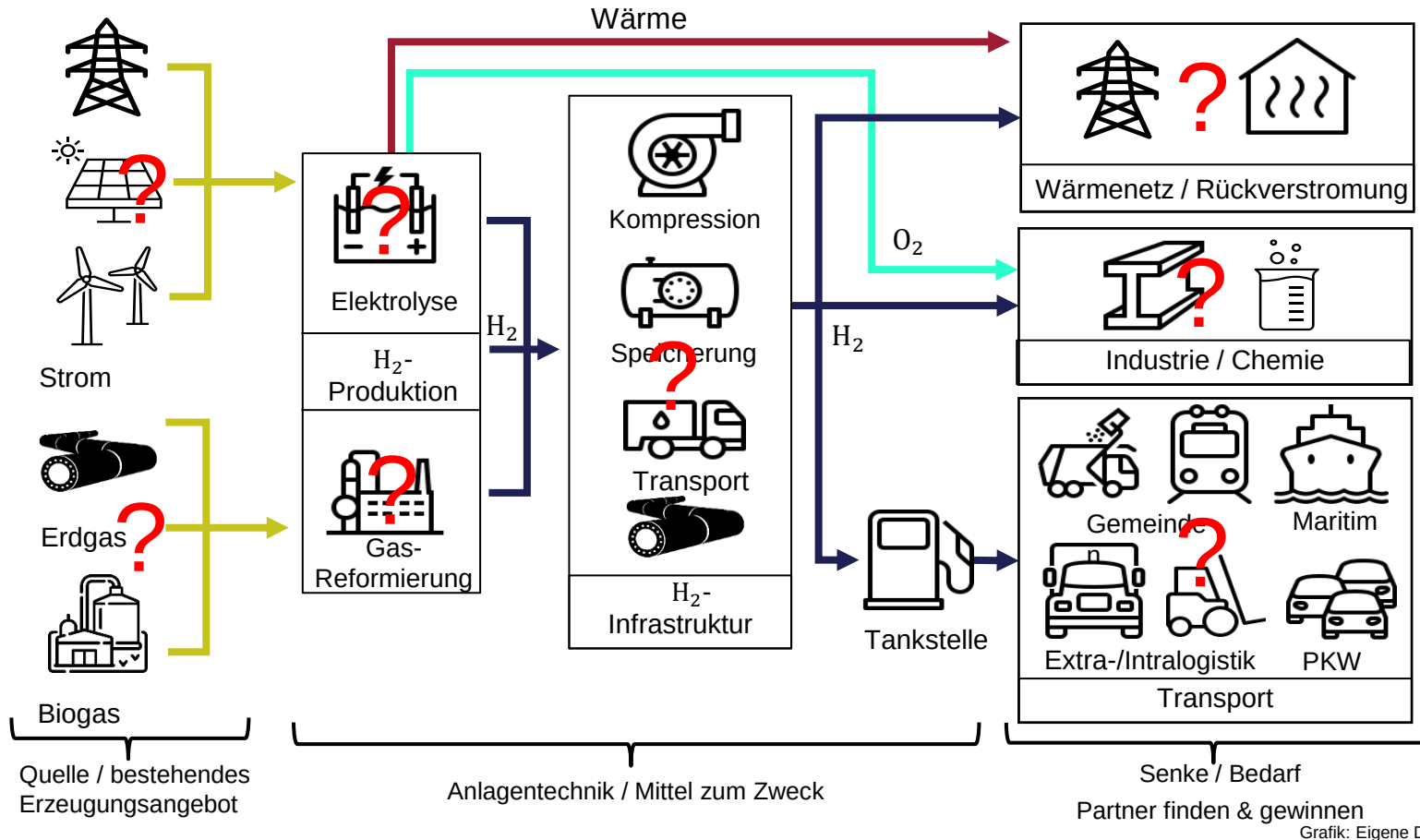
**12.2020**  
Steuerungskreis Kick-Off

**14.04.**  
Steuerungskreis Zwischenpräsentation



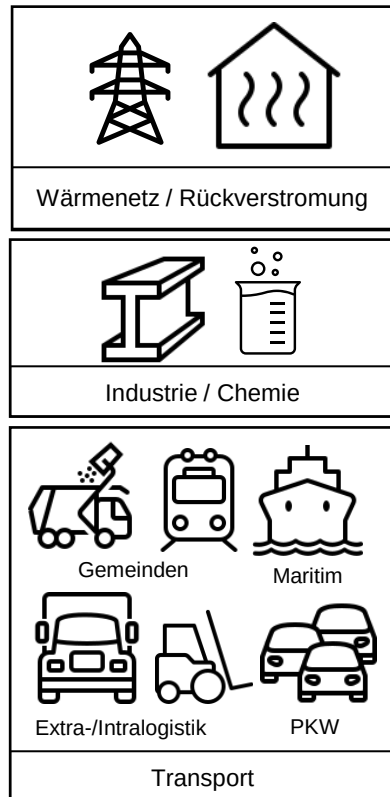


## Zielstellung und Vorgehensweise der Wasserstoff-Studie



- Ermittlung von Wasserstoff-Senken, um Ökosystem gesamtheitlich und zielgerichtet aufzubauen
- Identifikation von erneuerbaren Energiequellen zur Erzeugung von grünem Wasserstoff

## Identifikation von Wasserstoffabnehmern



### Ansatzpunkte:

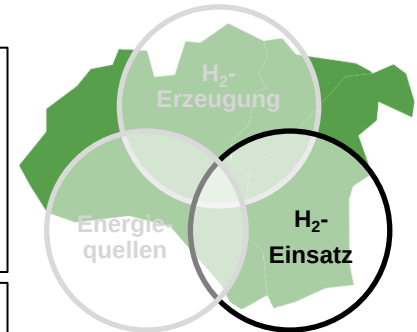
- Thermische Nutzung
- Rückverstromung
- Wasserstoff-Einspeisung ins Gasnetz

### Ansatzpunkte:

- stoffliche Nutzung

### Ansatzpunkte:

- Bahn: lokale Schienenfahrzeuge
- Schiffe: kein Ansatzpunkt
- PKW
- Nutzfahrzeuge (ansässige Logistiker, Flurförderfahrzeuge)
- Kommunale Fahrzeuge (Busbetreiber, Abfallwirtschaft)

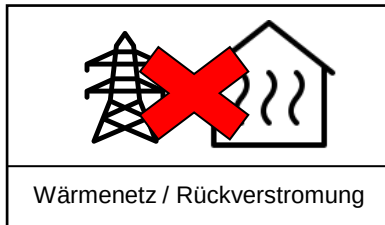


Grafiken: Eigene Darstellung

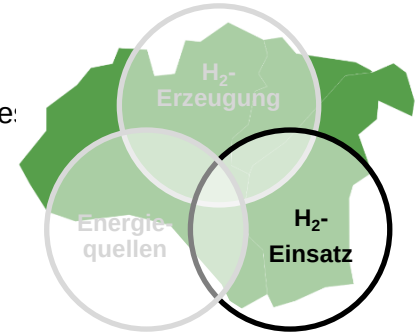
➤ Ca. 40 Experteninterviews mit Projektpartnern auf der Verbraucherseite



## Thermische Nutzung/ Rückverstromung



- **Ansatzpunkte mit Motorenhersteller als Technologiepartner für Microgrids:** (Microgrid = kleinere Inselnetz, Verteilnetzebene)
  - Interesse von Motorenhersteller besteht. Projekt hat sich im Rahmen der Studie nicht ergeben → **kein direkter Ansatzpunkt**
- **Lokale Strom- und Wärmeversorgung von Gebäuden am Standort Benefeld:**
  - Eigenversorgung landwirtschaftlicher Betrieb: 1000m<sup>2</sup> Wohnfläche (3 Windenergieanlagen stehen auf seinem Grundstück)
  - Siedlungsneubau 12 Häuser
  - Als theoretische Option denkbar; in naher Zukunft **nicht wirtschaftlich**
- **BHKW: ein Unternehmen im IPW erwägt Strom und Wärme selbst zu erzeugen**
  - Einsatz von Wasserstoff technisch möglich
  - Fokus des Unternehmens auf Kosten und nicht auf Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen
  - Ziel ist eine Kostenreduktion → mit Wasserstoff in naher Zukunft **nicht darstellbar**



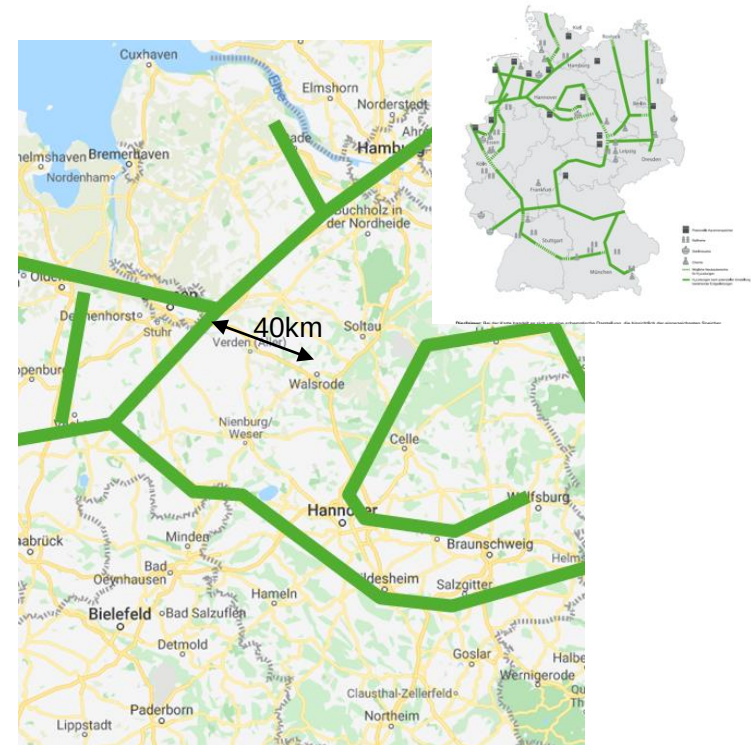
Grafiken: Eigene Darstellung

- Lokale Versorgung mit Strom und Wärme auf Basis von Wasserstoff (BHKW und Brennstoffzelle) noch sehr teuer
- Wirtschaftlich schwer darstellbar

# Wasserstoff-Einspeisung ins Gasnetz

- **Einspeisung ins bestehende Gasnetz**
  - Technisch: möglich unter Auflagen
    - Maximal zulässige Volumenanteile
    - Prüfung der Materialien auf Verträglichkeit
  - Wirtschaftlich: nicht erstrebenswert
    - Bei analoger Vergütung zu Erdgas: 6 ct/kWh → 2 €/kg Wasserstoff
    - Liegt unterhalb der Erzeugungskosten
- **Einspeisung in Wasserstoffnetz**
  - Technisch: möglich
    - Große Distanz zur geplanten reinen Wasserstoff-Pipeline
  - Wirtschaftlich:
    - höhere Vergütung zu erwarten, da reiner Wasserstoff nicht nur thermisch genutzt werden kann
    - Konkurrenz mit großskaliger Produktion mit besseren Stromkosten → günstigere Konkurrenzpreise

## Deutsche H2-Backbone Pläne

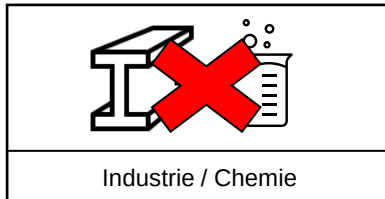


Netzentwicklungsplan Gas 2020–2030

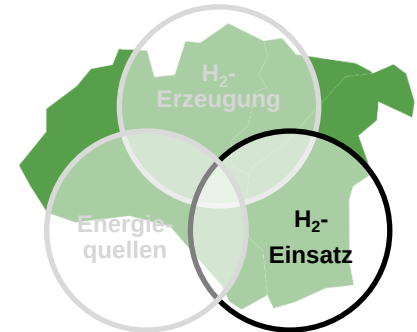
Grafik links: eigene Darstellung; Grafik rechts: FNB Gas

- Anschluss wirtschaftlich nicht darstellbar
- Langer Zeithorizont

## Stoffliche Nutzung



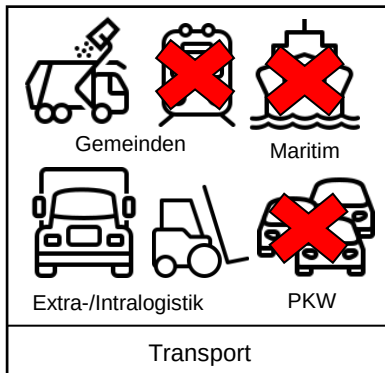
- Am Standort Bomlitz gibt es keine Verwendungsmöglichkeiten für Wasserstoff als chemischen Grundstoff
- Im Umland
  - In Nienburg gibt es einen Großabnehmer für Methanol, eines der möglichen Wasserstoff-Derivate. Eigene Wasserstofferzeugung und eigenes Projekt in Planung. Die Wirtschaftlichkeit für Großabnehmer ist fraglich
  - Die Umsatzstruktur vom Abnehmer verträgt keine höhere Bezugskosten von Methanol



Grafiken: Eigene Darstellung

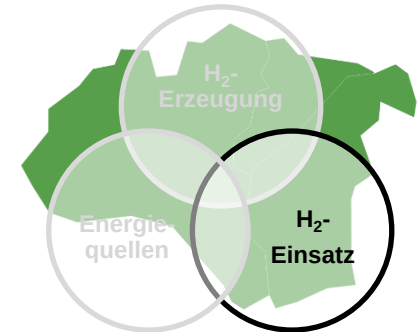
➤ Keine Nachfrage in der Vogelpark-Region

# Transport



## Schienenanwendungen:

- Bahnbetreiber HVLE: weder Zug noch Tankstellentechnologie für die Anwendung verfügbar → Für den lokalen Bedarf besteht ein deutlich erhöhter Entwicklungsaufwand
- Umsetzbarkeit schwierig und kostenintensiv
- **Aktuell noch keine Anwendung in der Vogelpark-Region**



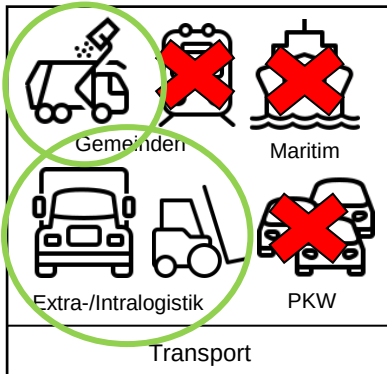
## PKW:

- Nur wenige förderfähige Serienfahrzeuge, fehlende Infrastruktur im ländlichen Raum
- Ein regionaler Nutzer eines Wasserstoff-Fahrzeugs fährt nach Hannover oder Hamburg zum Tanken
- **Schwer darstellbar**

Grafiken: Eigene Darstellung

- Schienenanwendungen und PKW sind aktuell noch schwer umsetzbar und kostenintensiv
- Wirtschaftlich schwer darstellbar

# Transport

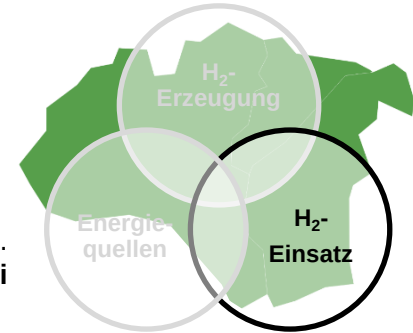


## Kommunale Fahrzeuge:

- Brennstoffzellenfahrzeuge sind prädestiniert bei langen Umläufen und geringer Siedlungsdichte; Vorteil ggü. Elektrofahrzeugen
- Durch entsprechende Förderprogramme (80% der Investitionsmehrkosten) und gesetzliche Vorgaben (z.B. Clean Vehicles Directive) besteht **großes Interesse bei der Abfallwirtschaft und bei Busbetreibern**
- Im ländlichen Raum gibt es viele verschiedene, private Dienstleister im ÖPNV
- Aktivierung über direkte Ansprache oder bspw. Wasserstoffnetzwerke: Aufruf über H2NON

## Nutzfahrzeuge:

- Ansässige Logistiker: Ansprache direkt oder über Wirtschaftsförderung und Netzwerke bspw. Erfa-Gruppe
  - CO<sub>2</sub>-Steuer, Flottengrenzwerte u.ä. sorgen für Umdenken in der Branche, aber auch Endkunden begrüßen CO<sub>2</sub>-neutrale Logistik ihrer Waren
  - Bereitschaft auch gewisse Mehrkosten zu tragen
  - immer größer werdender Abnehmerkreis im ländlichen Raum → **Interesse besteht**
- Flurförderfahrzeuge:
  - Kontakte über Multiplikatoren/ Hersteller
  - Serienfahrzeuge sind bei Herstellern von Flurförderfahrzeugen vorhanden → **Interesse besteht**



Grafiken: Eigene Darstellung

- Potenziale in der Vogelpark-Region und am Standort Bomlitz im Transport, v. a. in der Extra-/Intralogistik

# Bewertung Wasserstoff-Abnehmer

- Ja/ vorhanden
- Wenig Potenzial
- Nein/ nicht vorhanden
- Keinen Kontakt aufgenommen/ nicht erreicht

| Abnehmer                      | Fahrzeug-Typ        | Interesse | Bedarf/Angebot | Technologie-Verfügbarkeit | Technische Umsetzbarkeit | Förderfähigkeit |
|-------------------------------|---------------------|-----------|----------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| <b>Abfallwirtschaft:</b>      | <b>Müllfahrzeug</b> |           |                |                           |                          |                 |
| Abfallwirtschaft Heidekreis   |                     |           |                |                           |                          |                 |
| <b>Extralogistik: LKWs</b>    |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 1                 |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 2                 |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 3                 |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 4                 |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 5                 |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 6                 |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 7                 |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 8                 |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 9                 |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 10                |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 11                |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 12                |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 13                | LKW, Stapler        |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 14                | LKW, Stapler        |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 15                |                     |           |                |                           |                          |                 |
| <b>Intralogistik: Stapler</b> |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 16                |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 17                |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 18                |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 19                |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 20                |                     |           |                |                           |                          |                 |
| <b>Busbetreiber: Busse</b>    |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 21                |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 22                |                     |           |                |                           |                          |                 |
| Unternehmen 23                |                     |           |                |                           |                          |                 |

Tabelle: Eigene Darstellung

## Einsatzmöglichkeiten in der Intralogistik

- Gespräche mit einzelnen regionalen Unternehmen sehr zeitaufwendig mit wenig Ertrag
  - Im ländlichen Raum nur geringe Stückzahlen; generell lange Beschaffungszyklen, Fahrzeuge werden eher erneuert statt ersetzt
- Kontakte über Multiplikatoren / Hersteller:
  - Toyota Material Handling und Willenbrock Fördertechnik (Linde Material Handling)
  - Anfragen an Still und Jungheinrich laufen

### Gesamtmarkt der Region: Neubeschaffung von Flurförderfahrzeuge pro Jahr aus VDMA:

| Standort          | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
|-------------------|------|------|------|------|------|
| Walsrode          |      | 14   | 30   | 81   | 138* |
| Bad Fallingbostel |      | 23   | 44   | 81   |      |
| Bomlitz           |      | 11   | 23   | 29   |      |

- Unterschiedlicher H2-Verbrauch je Stapler je nach Gewichtsklasse: 2-5 t → 0,3-0,4 kg/h
- Flurförderfahrzeuge stellen deutlich geringere Abnahmemengen dar als LKW: **ca. 2,8 kg/Tag gegenüber 30kg/Tag** → Jahr 2023 = 48 Flurförderzeuge = 134,4 kg, vorausgesetzt alle Neufahrzeuge an allen Standorten werden mit BZ-Plugin bestellt\*
 

\* An einem 8h-Arbeitstag
- Förderungen ab Herbst 2021 (NIP2 Programm): 40% Vollförderung für Tankstelle ab 10 Staplern + 40% Förderkosten der Mehrkosten im Vergleich zu fossilen Staplern
- Stapler lohnen sich ab 10 Fahrzeugen, je nach Kostenszenario
 

\*Schätzung aufgrund Bestellung von Poco  
Tabelle: Eigene Darstellung

➤ Wasserstoff-Flurförderfahrzeuge können bei bestehender Wasserstoff-Infrastruktur auch mit kleinen Stückzahlen sofort eingesetzt werden

# Einsatzmöglichkeiten in der Extralogistik

Ergebnisse der Experteninterviews:

| Fahrzeug-Typ  | Abnehmer                    | Stück | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 |
|---------------|-----------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Müllfahrzeuge | Abfallwirtschaft Heidekreis | 2     | 1    | 1    |      |      |      |      |      |
| LKW           | Unternehmen 1               | 1     |      |      |      | 1    |      | (15) |      |
| LKW           | Unternehmen 2               | 3     |      |      |      | 1    | 2    |      |      |
| LKW           | Unternehmen 3               | 4-8   |      |      |      | 6    |      |      |      |
| LKW           | Unternehmen 4               | 3     |      |      |      | 3    |      |      |      |
| LKW           | Unternehmen 5               | 1-4   |      |      |      | 4    |      | (11) |      |
|               |                             |       |      |      |      | 15   | 2    |      |      |
| Stapler       | Gesamt-Markt lt. VDMA       | 223   |      |      | 48   | 97   | 191  | 223  |      |

Tabelle: Eigene Darstellung

## Nutzfahrzeuge:

- Große Nachfrage erkennbar 17 LKW ~ 500kg/Tag
- LKW-Nachfrage bietet Potenziale für den Aufbau einer Wasserstofferzeugung → 1-3MW Elektrolyse
- Große Bereitschaft bei positivem Testlauf deutlich größere Stückzahlen einzusetzen

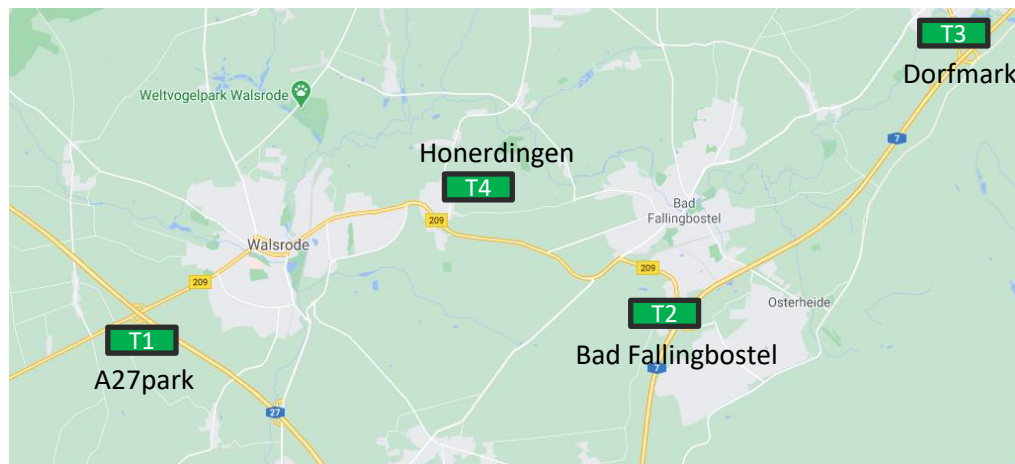
## Kommunale Fahrzeuge:

- Potenzial Abfallwirtschaft deutlich größer → weitere Fahrzeuge in Klärung; Technologie (Hecklader) verfügbar
- Interviews mit privaten Busbetreibern sehr schleppend → Potenzial gering, da bisher unklar, ob Förderung auch für private Dienstleister möglich ist → bisher nur für kommunale Betreiber und EU CO2-Einsparungsziele (CVD) auch mit Elektrofahrzeugen darstellbar

- Auslastung einer Wasserstoff-Tankstelle möglich
- Sehr guter Startpunkt mit Wachstumspotenzial



## Potenzielle Standorte Wasserstoff-Tankstellen



|    |                   | Räumliche Nähe zur Erzeugung | Realisierbarkeit | Feedback von Abnehmern |            |            |            |            |            |            |            |            |
|----|-------------------|------------------------------|------------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Nr | Standort          |                              |                  | Summe                  | Abnehmer 1 | Abnehmer 2 | Abnehmer 3 | Abnehmer 4 | Abnehmer 5 | Abnehmer 6 | Abnehmer 7 | Abnehmer 8 |
| T2 | Bad Fallingbostel |                              |                  |                        |            |            |            |            |            |            |            |            |
| T1 | A 27 Park         |                              |                  |                        |            |            |            |            |            |            |            |            |
| T3 | Dorfmark          |                              |                  |                        |            |            |            |            |            |            |            |            |
| T4 | Honerdingen       |                              |                  |                        |            |            |            |            |            |            |            |            |

Tabelle und Grafik: Eigene Darstellung

- A7 wird von fast allen Transport- und Logistikunternehmen bevorzugt
- Der A27park könnte aufgrund der gegebenen Flächenverfügbarkeiten für die Wasserstoffherzeugung (bspw. Photovoltaik + Elektrolyse) und die Errichtung einer Wasserstoff-Tankstelle als zentrales „Pilotprojekt“ in der Vogelpark-Region dienen
- Entscheidung der Weiterverfolgung liegt bei den Deltaland-Kommunen

## Wasserstoff-Erzeugung – Elektrolyse/ Dampfreformierung



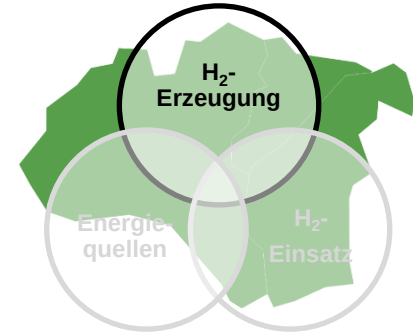
Elektrolyse

- Berechnung von benötigten Leistungen und Erzeugungsszenarien entsprechend des Bedarfs
- Betrachtung verschiedener Standorte
- Strom als wesentliche Energiequelle



Gas-  
Reformierung

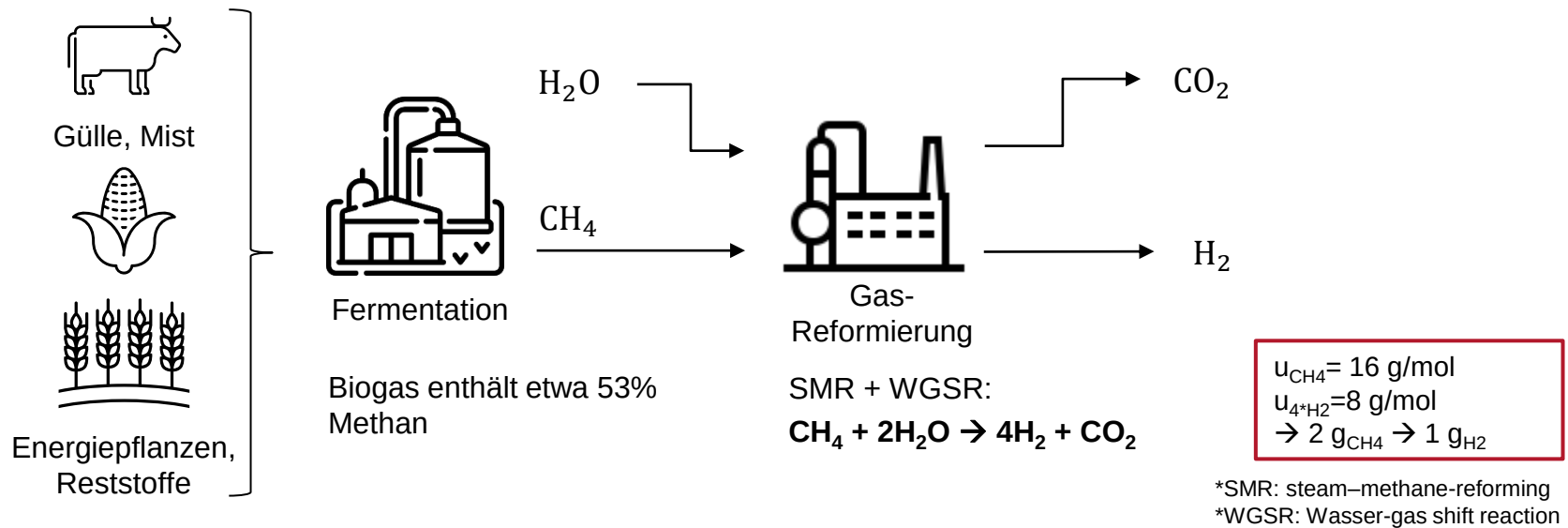
- Erfassen der lokalen Produktionsmengen
- Berechnung von benötigten Leistungen und Erzeugungsszenarien entsprechend des Bedarfs
- Biomethan als wesentliche Energiequelle



Grafik: Eigene Darstellung

- Zukauf von Wasserstoff wird nicht betrachtet

## Reformierung von Biomethan



### Vorteile:

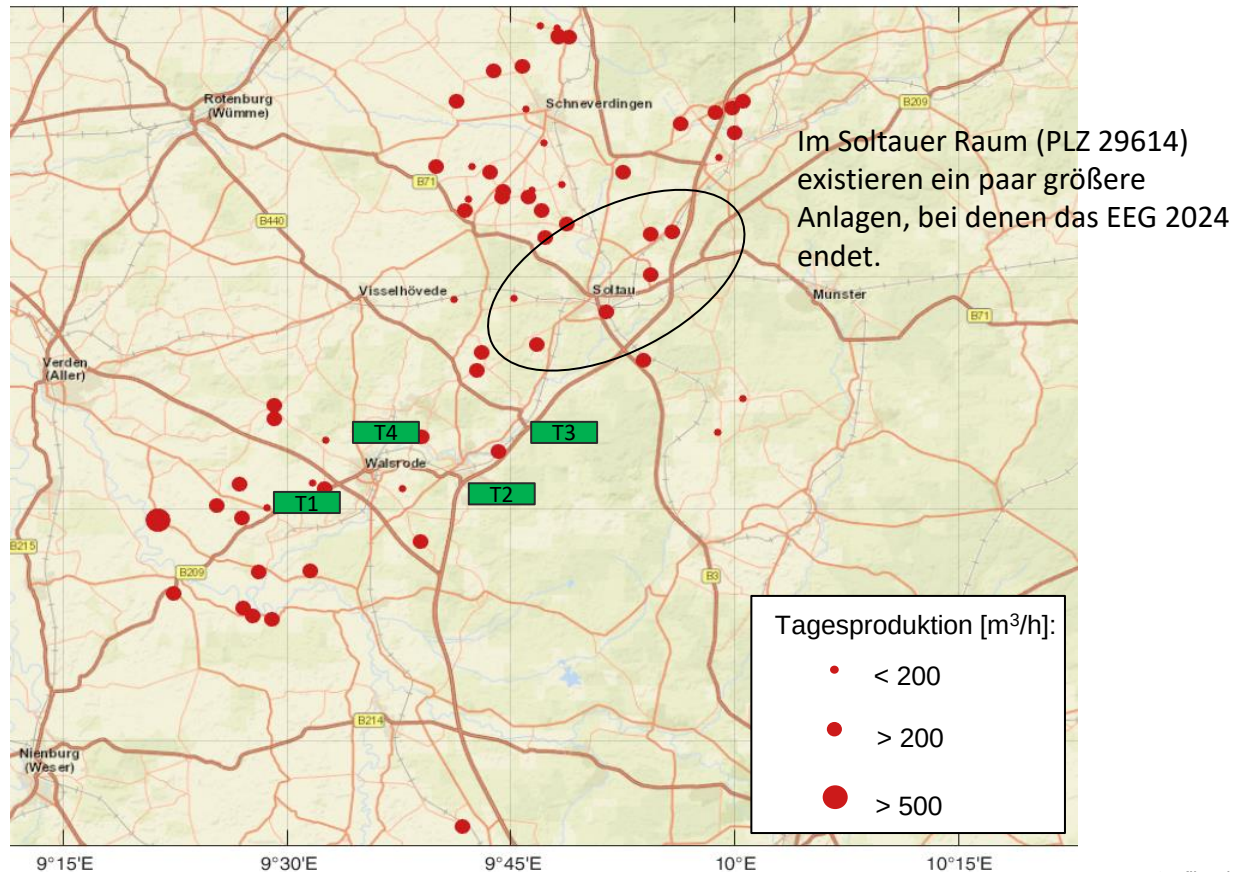
- Systemeffizienz vergleichbar mit Wasserstoffelektrolyse 50 kWh/kg Wasserstoff
- Hohe und planbare Volllaststundenzahl (ganzes Jahr)
  - Kontinuierliche Erzeugung
  - Geringe Speichergrößen
- Weniger Wasserbedarf

### Nachteile:

- CO<sub>2</sub> Emissionen

Grafik: Eigene Darstellung

## Biogasanlagen im Heidekreis



Grafik: Eigene Darstellung

- Gerade im ländlichen Raum gibt es viele Biogasanlagen. Bei den Landwirten besteht ein großes Interesse an alternativen Nachnutzungskonzepten. Zur Erzeugung von Wasserstoff wird zusätzlich ein Dampfreformierer benötigt
- Sehr große Produktionspotenziale mit hoher Verfügbarkeit und hoher Volllaststundenzahl

# Rechtlicher Rahmen: Was ist grüner Wasserstoff?

- Stand jetzt: keine eindeutige Definition in der relevanten EU-Verordnung (RED II)

## Definition der Ministerien (BMWi und BMBF):

- „Grüner Wasserstoff wird **ausschließlich über die Elektrolyse von Wasser** hergestellt. Dabei muss der notwendige Strom für die Elektrolyse ausnahmslos aus erneuerbaren Energiequellen bezogen werden.“
- **In Zukunft sind nur Förderungen für grünen Wasserstoff zu erwarten.** Die Förderungen für Erneuerbare Energien werden im gleichen Zuge reduziert.
- <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2020/07/Meldung/direkt-erklaert.html>
- [www.bmbf.de/de/wissenswertes-zu-gruenem-wasserstoff-11763.html](http://www.bmbf.de/de/wissenswertes-zu-gruenem-wasserstoff-11763.html)

## Definition der CertifHy-Prüforganisation:

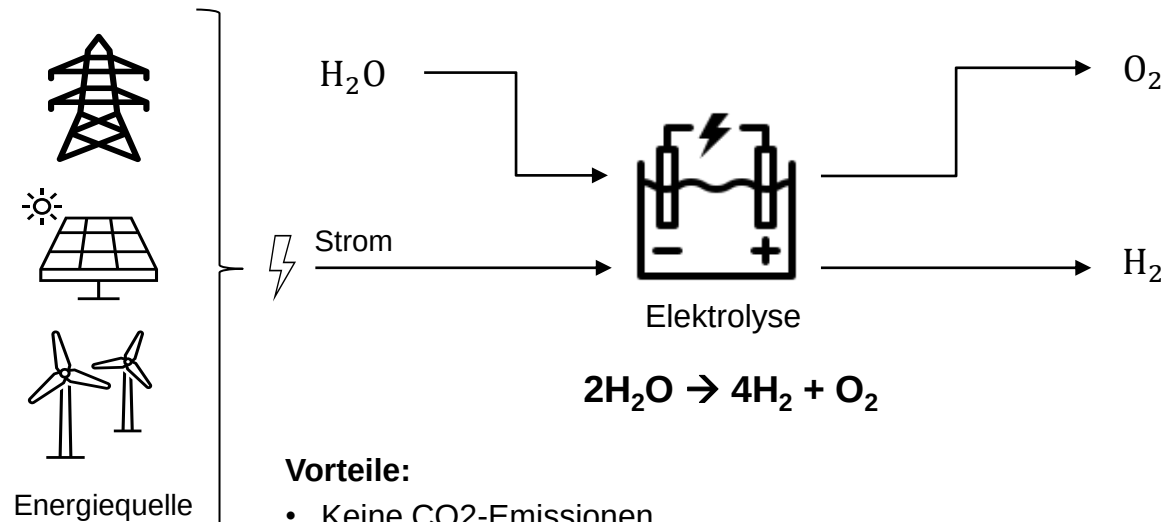
- Wasserstoff muss mittels Erneuerbaren Energien produziert werden, wobei die THG-Emissionen 60% unterhalb der Benchmark-Emissionen für die Produktion von Wasserstoff durch SMR aus Erdgas liegen müssen

## Definition des TÜV SÜD (Standard CMS 70):

- Wasserstoff aus dem Dampf-Reforming von Biomethan kann als grün bezeichnet werden, wenn dessen Herkunft nachweisbar belegt ist sowie dessen Nachhaltigkeit gemäß RED bzw. RED II nachgewiesen ist

- Fokus für LKW-Betreiber richtet sich auf grüne Technologien (CVD)
- Aktuell wird der aus Biogas hergestellte Wasserstoff bei Treibhausgasminderungsquote (RED II) im Verkehr ausgeschlossen
- Finanziell zukünftig ggbfs. attraktiv

## Wasserstoff-Erzeugung mittels Elektrolyse



### Vorteile:

- Keine CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Voraussichtlich nur Förderungen für grünen Wasserstoff (Stand grüner Wasserstoff: mittels Elektrolyse von Wasser)
- Unterschiedliche Stromquellen denkbar

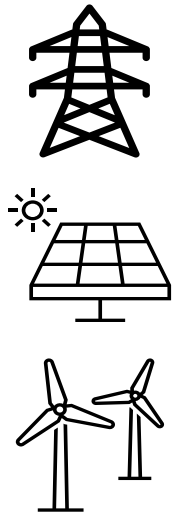
### Nachteile:

- Volllaststundenzahl ist abhängig von der Stromquelle
- Eventuell Speicher nötig

Grafik: Eigene Darstellung

- Voraussichtlich Produktion von „grünem Wasserstoff“ mittels Elektrolyse mit Strom aus Erneuerbaren Energien möglich

# Energiequellen für die Elektrolyse



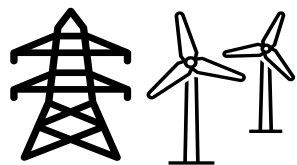
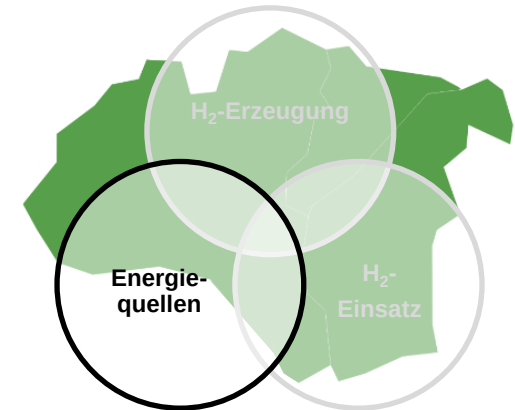
Energiequelle

## Strom aus dem Netz

- teuer und standardmäßig nicht grün
- die vollen Netzentgelte und Umlagen, z.B. EEG fallen an
- Befreiungspotenziale bestehen, sind gesetzlich aber noch nicht fixiert

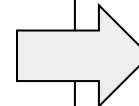
## Direktanbindung an Windenergie- oder PV-Anlage

- **Wind:** mit/ ohne EEG
- **PV:** ohne EEG; Freiland oder Dach
- Herausforderung: Fluktuierende Erzeugung von Wasserstoff, d.h. die Auslastung des Elektrolyseurs ist schwankend mit geringen Volllaststunden für den täglichen Betrieb



## Kombination mit anderen Stromquellen notwendig. z.B.:

- *Primär:* Windpark + PV
- *Sekundär:* Netzstrom
- *Tertiär:* Speicherfüllstand



## Wie kann das laufen?

- „Wenn Wind weht, nehmen wir Wind. Wenn der Strompreis unter x € liegt, dann indizierte Beschaffung über den Spotmarkt.“
- Bei Grenzpreis kleiner x € startet die Produktion
- Spotmarktanbindung ist nötig

Grafiken: Eigene Darstellung



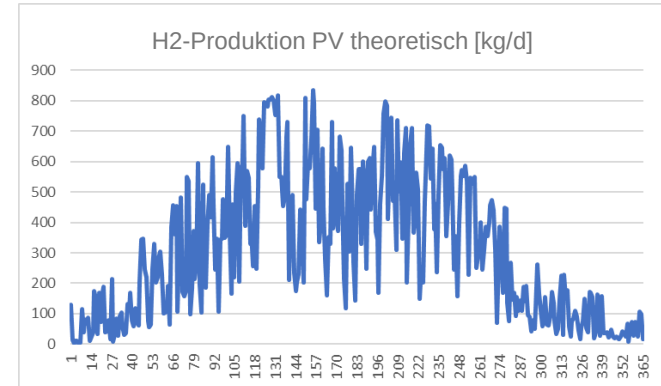
# Erneuerbare Energien: Fluktuation und Kompensation

## Beispiel 1: Kombination aus PV-Strom und Netzstrom

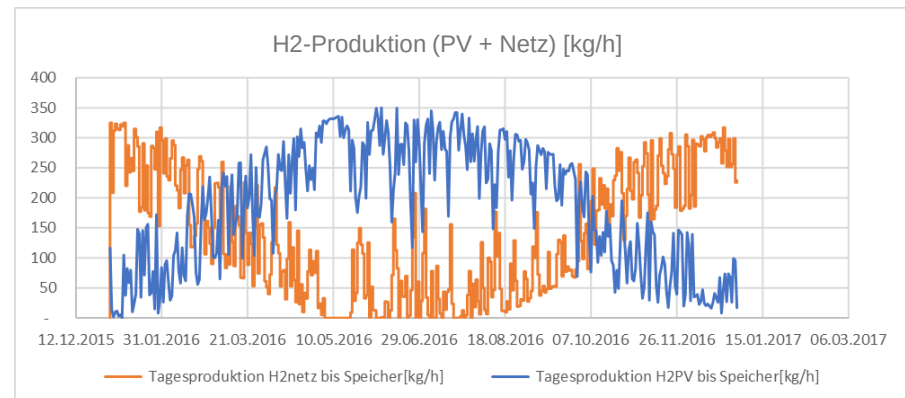
- Auslastung ist schwankend mit geringen Volllaststunden für den täglichen Betrieb
- Täglich feste Abnahmemengen machen Überbrückung nötig
  - Stromergänzung durch Netzbezug → machbar
  - Saisonale Speicher nötig → machbar / teuer

### Szenario Berechnung PV Walsrode

|                             |     |        |
|-----------------------------|-----|--------|
| Tagesbedarf Wasserstoff     | kg  | 325    |
| Installierte PV Leistung    | MW  | 5,50   |
| Installierte ELY Leistung   | MW  | 1,50   |
| Volllaststunden tatsächlich | MW  | 1.603  |
| Volllaststunden rechnerisch | h/a | 2.524  |
| H2 Speichergröße            | kg  | 1.000  |
| Strom aus Netz              | MWh | 2.758  |
| H2 aus Netz                 | kg  | 50.143 |
| Strom aus PV                | MWh | 3.785  |
| H2 aus PV                   | kg  | 68.824 |



PV-Daten von GARBE Industrial Real Estate



Eigene Simulation

Tabelle und Grafiken: Eigene Darstellung

- Verfügbarkeit pro Jahr ist gering → Netzanschluss / Speicher nötig



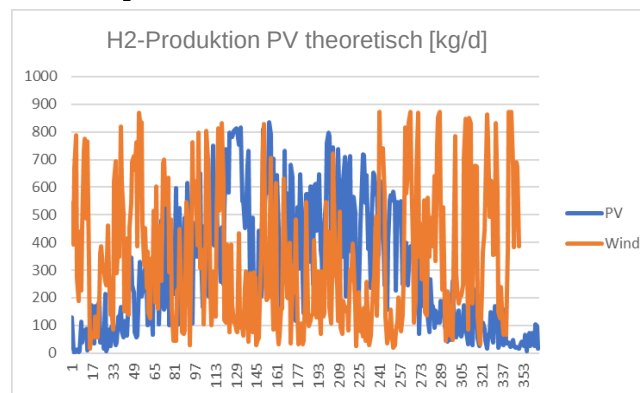
# Erneuerbare Energien: Fluktuation und Kompensation

## Beispiel 2: Kombination aus Wind / PV-Strom und Netzstrom

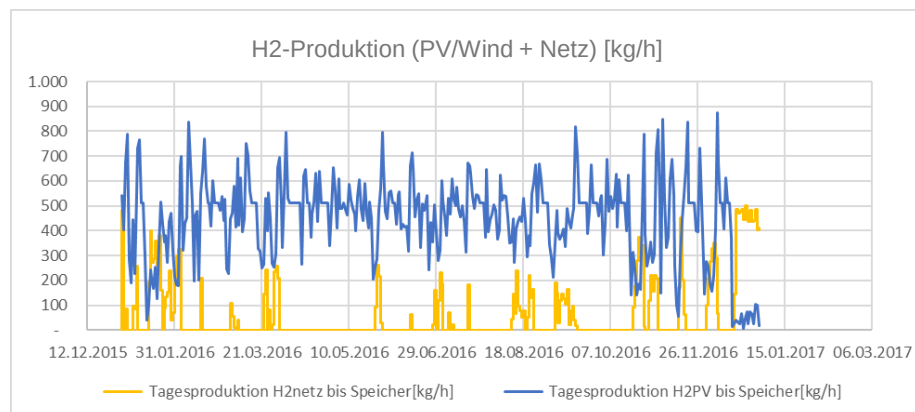
- Auslastung ist schwankend mit geringen Volllaststunden für täglichen Betrieb
- Täglich feste Abnahmemengen machen Überbrückung nötig

### Szenario Berechnung Walsrode (17 LKW)

|                             |     |         |
|-----------------------------|-----|---------|
| Tagesbedarf Wasserstoff     | kg  | 510     |
| Installierte Wind Leistung  | MW  | 5,00    |
| Installierte PV Leistung    | MW  | 5,50    |
| Installierte ELY Leistung   | MW  | 2,00    |
| Volllaststunden tatsächlich | h/a | 1.252   |
| Volllaststunden rechnerisch | h/a | 6.820   |
| H2 Speichergröße            | kg  | 1.000   |
| Strom aus Netz              | MWh | 1.249   |
| H2 aus Netz                 | kg  | 22.717  |
| Strom aus PV/Wind           | MWh | 9.018   |
| H2 aus PV/Wind              | kg  | 163.960 |



PV-Daten von GARBE Industrial Real Estate

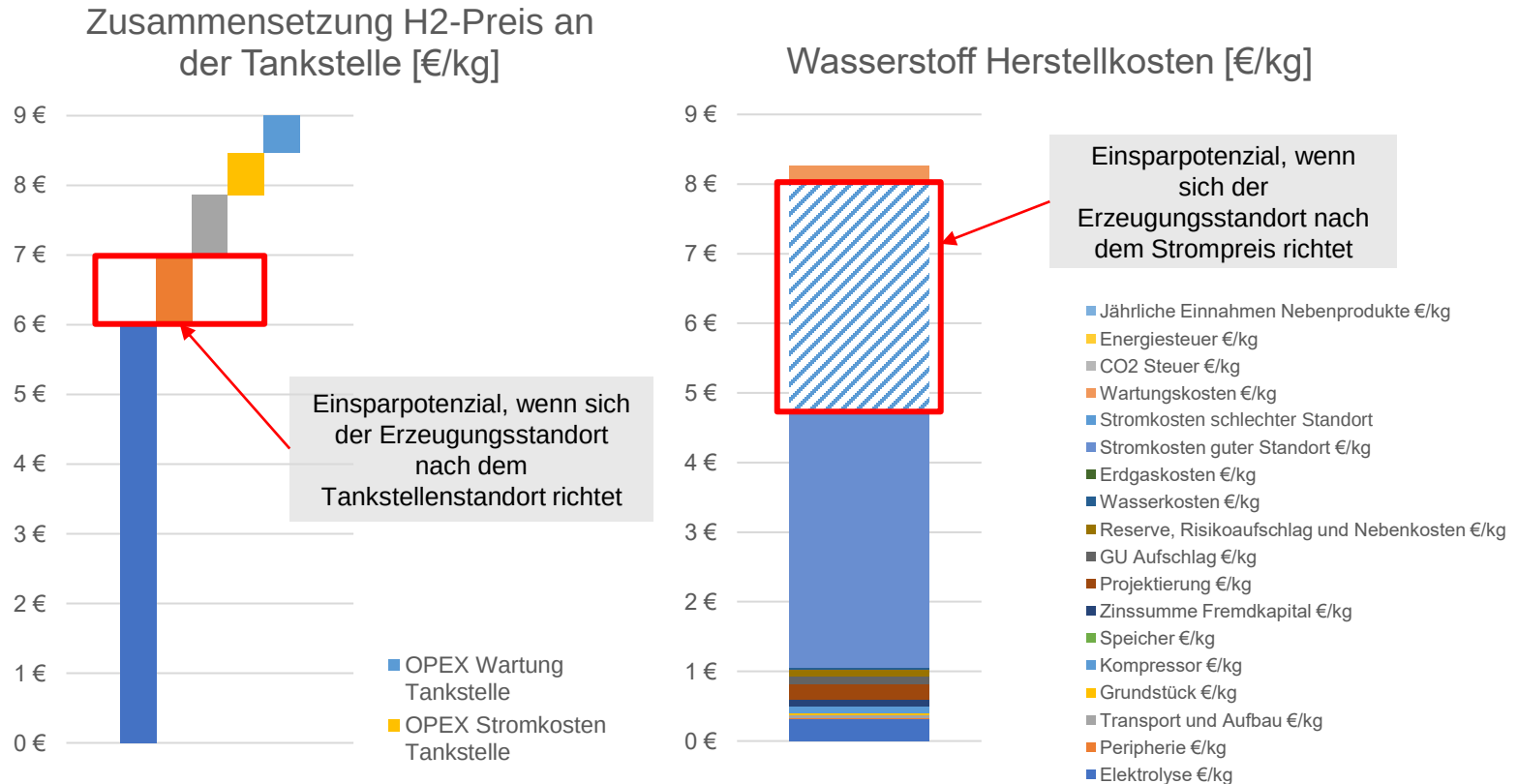


Eigene Simulation

Tabelle und Grafiken: Eigene Darstellung

- Kombination aus Wind- und Solarenergie kann die Basis der Produktion darstellen
- Fluktuationen können sich ausgleichen und den nötigen Netzbezug/ Speicher ersetzen
- Weitere techno-ökonomische Optimierung möglich (Speicher vs. Anschlussleistungen)

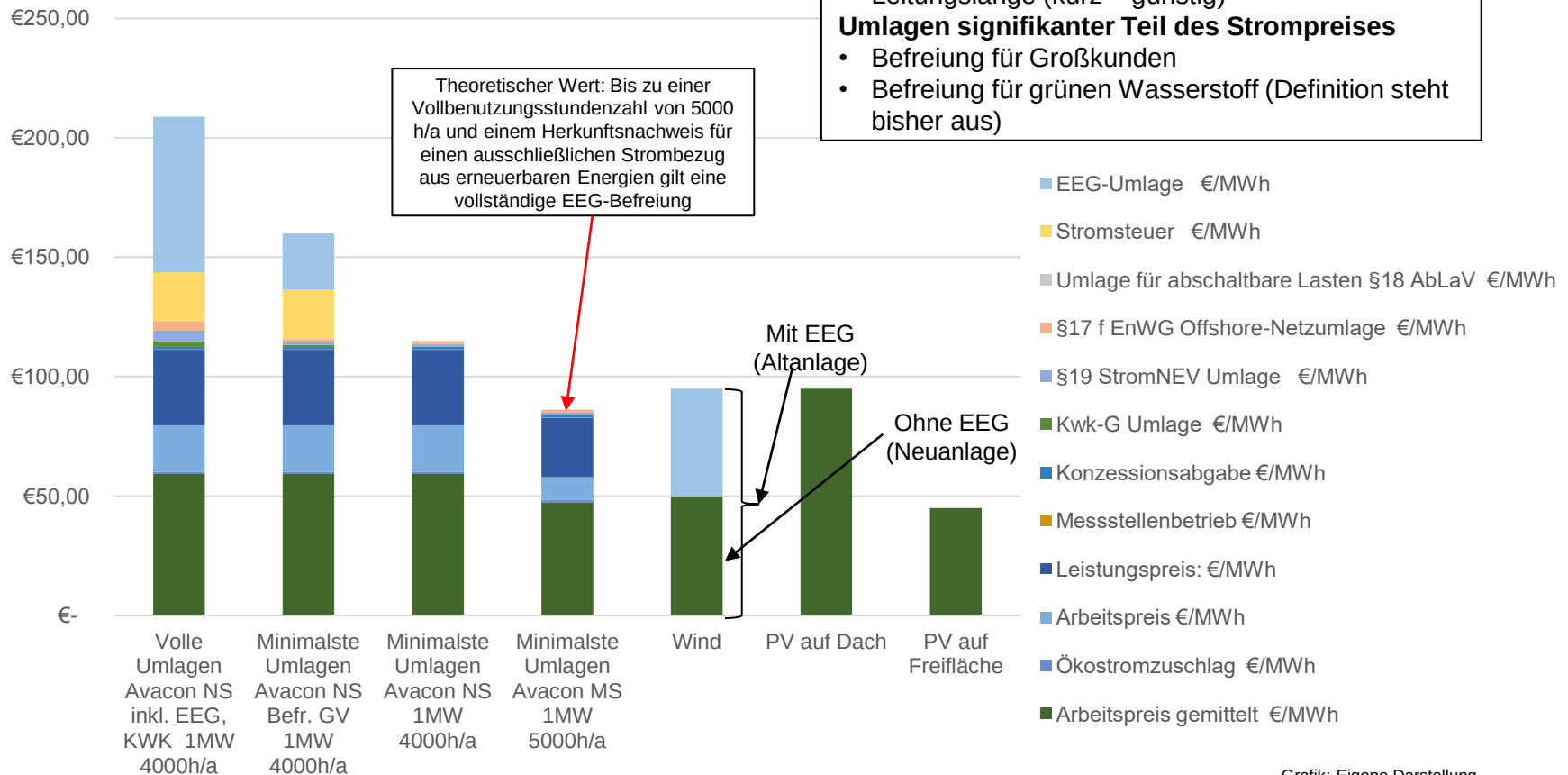
## Standort Wasserstoff-Erzeugung: Kostenvergleich TCO



Grafiken: Eigene Darstellung

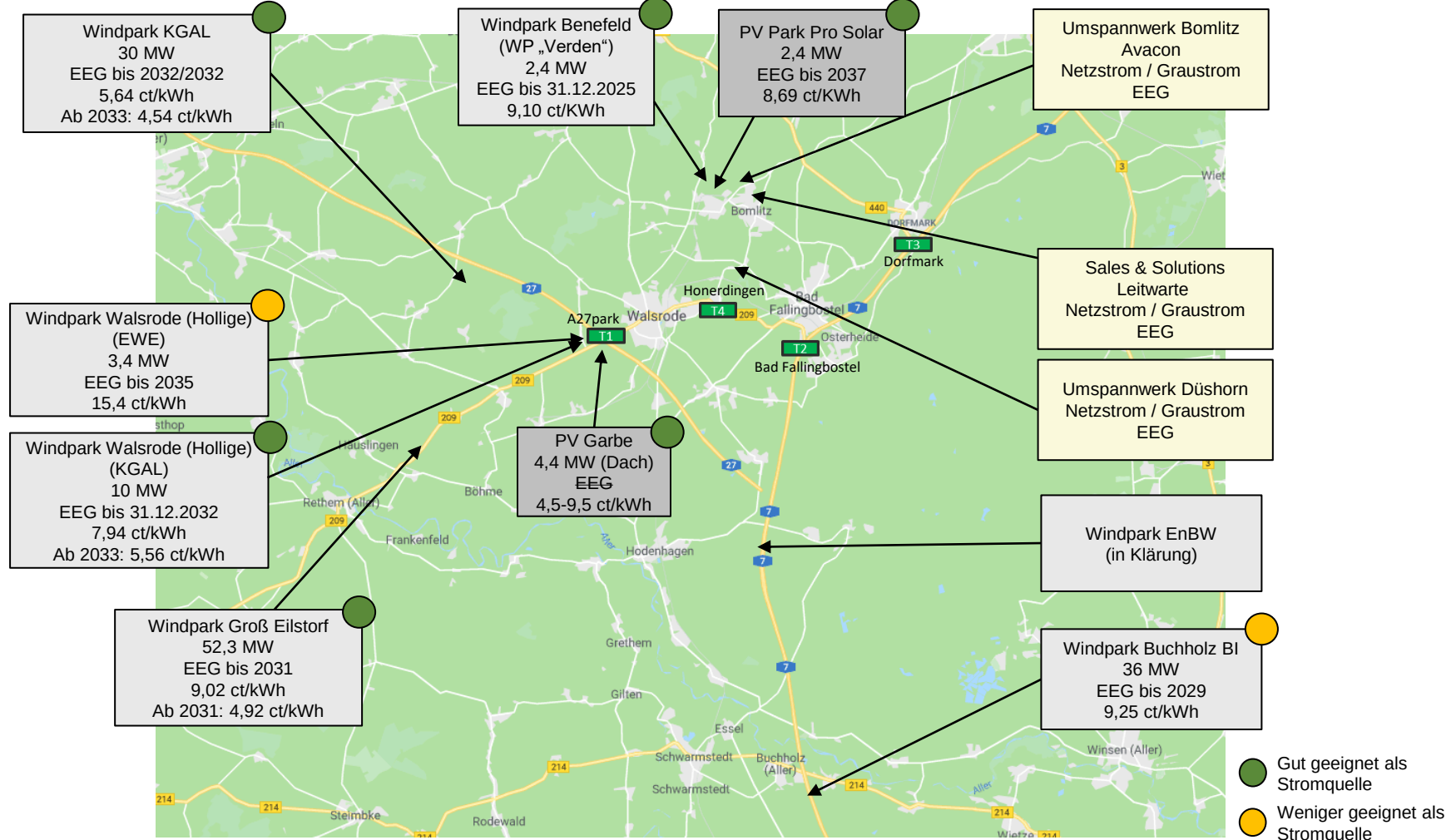
- Durch die aktuelle Gesetzgebung richtet sich Elektrolysestandort nicht nach dem Abnahmeort (z.B. Industriegebiet), sondern nach der Energiequelle
- Dadurch fallen fast immer Transportkosten an → im ländlichen Raum mit geringer Siedlungsdichte erhöhen sich dadurch möglicherweise die Wasserstoffkosten an der Zapfsäule
- Befreiung von EEG-Umlage und günstige Stromquelle sind für H2-Gestehungskosten deutlich relevanter

# Strompreiszusammensetzung



- Strom aus Erneuerbaren Energien ist mit Abstand am günstigsten
- Anbindung an höhere Netzspannungsebene verringert die Netzentgelte

## Stromquellen in der Vogelpark-Region



Die Umsetzung von in Planung befindlichen Windparks ist aufgrund der Genehmigungsgrundlage fraglich

## Strom aus Erneuerbaren Energien - Bewertung Windparks

| Nr. | WINDPARK                        | Eigentümer/<br>Betreiber | Interesse                  | Technologie-<br>Verfügbarkeit/ Lei-<br>stung [MW] | Anzahl<br>WEAs | Technische Umsetzbarkeit/ Bewertung | Standort                 |
|-----|---------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------|--------------------------|
| 1   | Windpark Buchholz BI            | 51% EnBW                 | Vertrauliche Informationen | 36                                                | 20             | Vertrauliche Informationen          | Buchholz (Aller)         |
| 2   | Windpark Walsrode (Hollige)     | EWE AG                   |                            | 3,4                                               | 3              |                                     | Hollige, Walsrode        |
| 3   | Windpark Walsrode (Hollige)     | KGAL München             |                            | 10                                                | 5              |                                     | Hollige, Walsrode        |
| 4   | Windpark KGAL                   | KGAL München             |                            | 30                                                | 12             |                                     | Gemeinde Böhme, Walsrode |
| 5   | Windpark Benefeld (WP "Verden") | RheinEnergie AG          |                            | 2,4                                               | 3              |                                     | Benefeld                 |
| 7   | Windpark Groß Eilstorf          | Enercity AG              |                            | 52,3                                              | 17             |                                     | Groß Eilstorf            |
| 8   | Windpark Martfeld               | WestWind AG              |                            | 2                                                 | 5              |                                     | Martfeld                 |
| 9   | Windpark Martfeld II            | WestWind AG              |                            | 5,5                                               | 8              |                                     | Martfeld                 |
| 10  | Windpark Eitzendorf             | WestWind AG              |                            | 6                                                 | 13             |                                     | Eitzendorf               |
| 11  | Windpark Hustedt                | WestWind AG              |                            | 4,2                                               | 3              |                                     | Hustedt                  |
| 12  | Windpark EnBW                   | EnBW                     |                            | kA                                                | kA             |                                     | Westenholz (A7)          |

Tabelle: Eigene Darstellung

## Strom aus Erneuerbaren Energien - Bewertung PV-Anlagen

| Nr. | PV-Anlage                               | Eigentümer/<br>Betreiber                       | Interesse | Technologie-<br>Verfügbarkeit/<br>Leistung [MW] | Technische<br>Umsetzbarkeit/<br>Bewertung                                                                                                                        | Standort               |
|-----|-----------------------------------------|------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1   | PV Park Pro Solar<br>(Freifläche)       | Pro Solar                                      | -         | 2,4                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Strombezugskosten: 8,69 ct/kWh sind höher als Bezugskosten für neugebaute PV-Freiflächen</li> <li>EEG bis 2037</li> </ul> | Benefeld               |
| 2   | PV-Anlage Dach<br>Hagebaumarkt A27 Park | Garbe Industrial<br>Real Estate<br>(Hr. Wasko) | ja        | 4,4                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>PV-Anlage auf Dach bereits in Planung</li> <li>Strombezugskosten: ~9,5 ct/kWh sind relativ hoch</li> </ul>                | Walsrode<br>Heidekreis |
| 3   | PV-Anlage auf dem A27<br>Seitenstreifen | kA                                             | ja        | Bebaubarkeit<br>steht aus<br>(Klärung nötig)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Strom für PV auf Freifläche ist generell günstiger als Dachstrom: 4,5 ct/kWh</li> </ul>                                   | Walsrode<br>Heidekreis |

Tabelle: Eigene Darstellung

- PV-Strom ist aus technologischen Gründen und aufgrund der EEG-Förderung von Windenergieanlagen mit Abstand am günstigsten
- Möglichkeiten sind noch nicht erschöpft, Flächen an weiteren Standorten können in Betracht gezogen werden

## Netzstrom - Strombezugskosten der 2 möglichen Netze

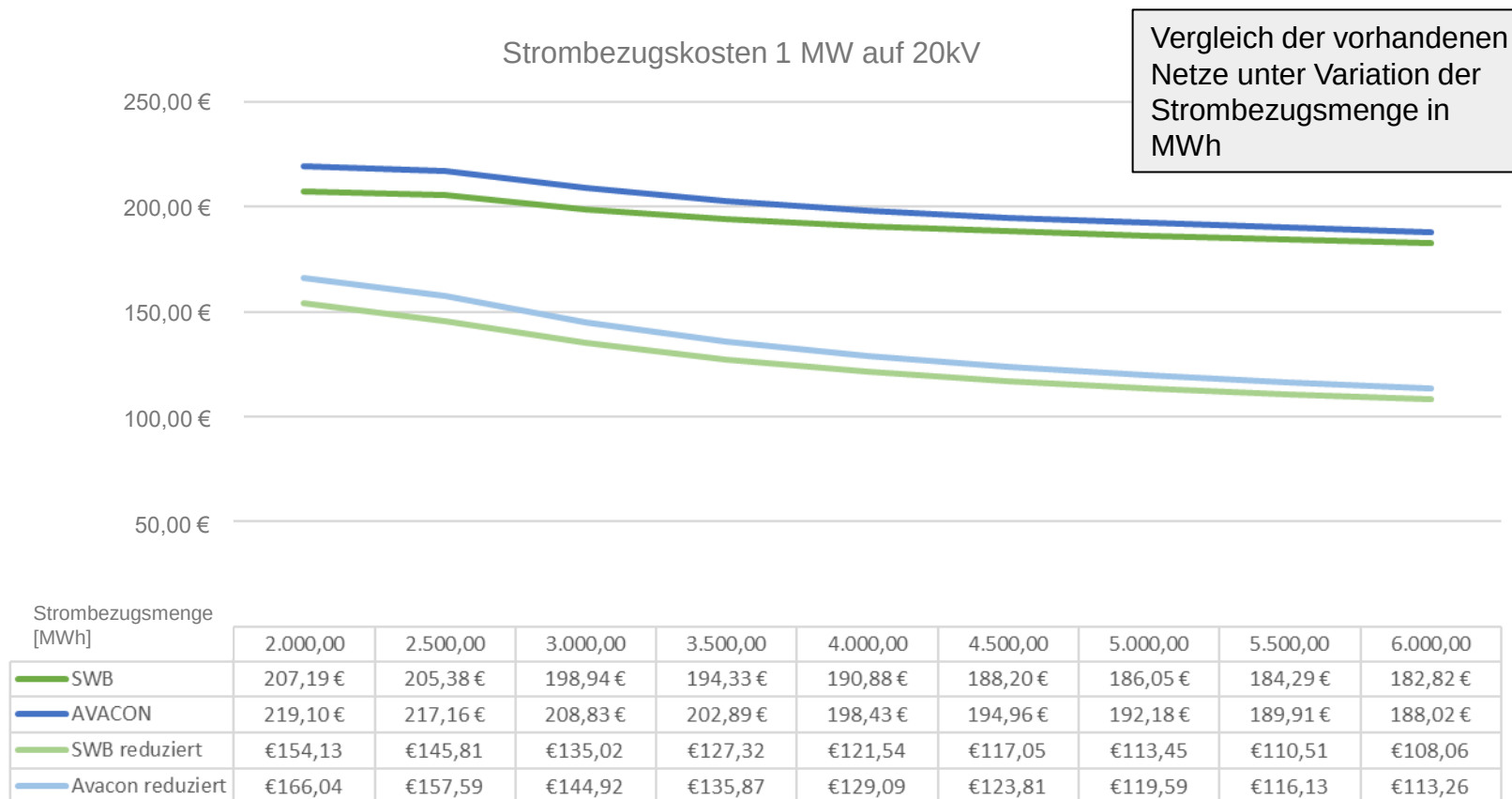


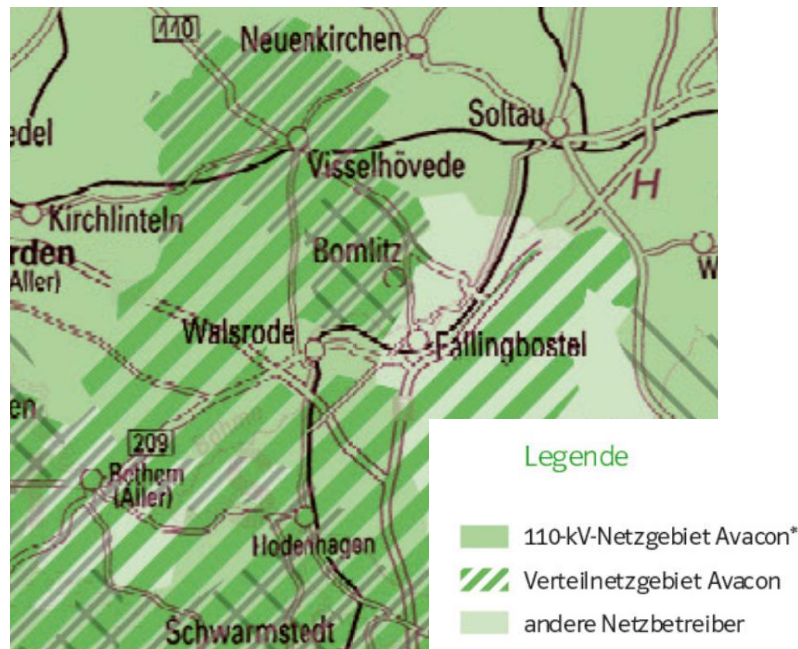
Tabelle und Grafik: Eigene Darstellung, Informationen: Netzentgelte Avacon/ SWBT

➤ Grundsätzlich höhere Strombezugskosten beim Netzanbieter Avacon



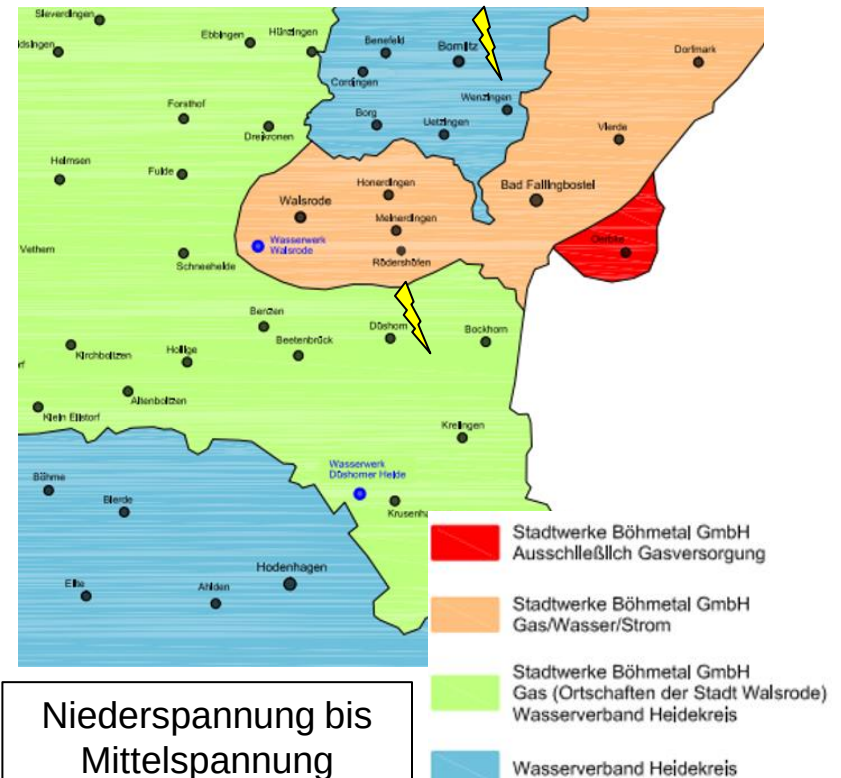
# Netzstrom – Verfügbare Netze und Spannungsebenen

## Netzanbieter Avacon Netz GmbH



Niederspannung bis  
Hochspannung

## Versorgungsbetrieb Stadtwerke Böhmetal



Niederspannung bis  
Mittelspannung

Grafik links: Avacon, Grafik rechts: SWB

- Netzanbieter Avacon deckt den regional größeren Bereich der Stromversorgung ab und bietet höhere Spannungsebenen



# Netzstrom – Vergleich der Spannungsebenen für Elektrolyse

## Hochspannungsebene:

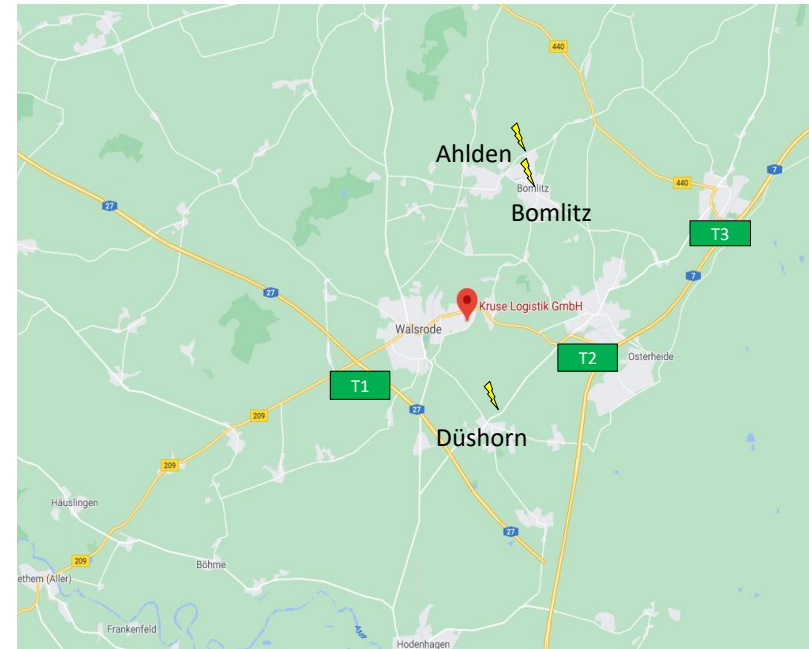
- bietet Vorteile für große Dimensionen
- erfordert hohe Investitionskosten in eigene Umspannwerke (~5-10 Mio. €) und ist örtlich an bestehende Umspannwerke gebunden
- Preis ist nahezu unabhängig von der Leistungsgröße
- **Lohnt sich erst bei großen Anlagen**

## Mittelspannungsebene:

- erfordert geringe Investitionskosten und ist an allen Standorten verfügbar
- Messequipment (Verbrauchsmesser) erforderlich
- Leistung wird nach Bedarf bereitgestellt → keine Extrakosten
- Der Rest bis Grundstücksgrenze wird vom Netzbetreiber gezahlt, sofern man nicht der alleinige Verbraucher ist
- **Leistung < 5 MW immer gut integrierbar**

## Regelenergiesdienstleistung:

- Zusatzerlöse für Unternehmen durch Bereitstellung von flexiblen Leistungskapazitäten möglich
- Regelenergie ist im Bereich 220 oder 380 kV erst interessant → fällt bei Avacon damit raus
- Tennet betreibt das Hochspannungs- und Transportnetz



Umspannwerke der Avacon Netz GmbH

Umspannwerk (HS → MS)  
Ortsnetzstation (MS → NS)

Grafik: Eigene Darstellung

- **Mittelspannungsanschluss am besten geeignet für den Elektrolyseur**
- **Angebot von Regelenergiesdienstleistungen sind erst im Hochspannungsbereich interessant und damit nicht relevant für die Elektrolyse-Anlage**

# Netzstrom - Details zu Abgaben und Umlagen

**EEG-Umlage:** Für 2021 gedeckelt auf **65 €/MWh** durch Zuschüsse aus dem Bundeshaushalt.

- Sonderregelungen für:
  - **Stromkostenintensive Unternehmen (Strombezug >1 GWh/a), §64 EEG**
  - **Schienenbahnen § 65 EEG**
  - **Eigenversorger § 61 EEG: 40%**

## **Konzessionsabgabe:**

- Höhe ist in der Konzessionsabgabenverordnung (KAV) geregelt und richtet sich nach den Energieliefervertrag und teilweise nach der Einwohnerzahl der Gemeinde. Hier: **1,10 €/MWh**
- Entfällt im Hochspannungsnetz

**KWKG-Umlage:** Für nichtprivilegierte Letztverbraucher (Strombezug <1 GWh/a) **2,54 €/MWh**

- Sonderregelung für stromintensive Unternehmen mit Vorlage EEG-Begrenzungsbescheids nach der BesAr §§ 63 ff. EEG

**§ 19 StromNEV-Umlage:** Für nichtprivilegierte Letztverbraucher **4,32 €/MWh**

- Sonderregelung für stromkostenintensive Unternehmen

**Offshore Netzumlage:** Für nichtprivilegierte Letztverbraucher **3,95 €/MWh** (§ 17f Abs. 5 EnWG)

- Sonderregelung für stromintensive Unternehmen mit Vorlage EEG-Begrenzungsbescheids nach der BesAr §§ 63 ff. EEG

**Umlage für abschaltbare Lasten: 0,09 €/MWh** (§18 der Verordnung über abschaltbare Lasten)

- Keine Sonderregelungen

- **EEG-Umlage macht den größten Anteil der Umlagen aus**

# Netzstrom – Erstattungs- und Reduktionsmöglichkeiten

**Stromsteuer:** Vollständige Steuerentlastung nach § 9a StromStG für Elektrolyseure

- Gilt für Unternehmen des produzierenden Gewerbes
- Produzierendes Gewerbe umfasst in der Abgrenzung der amtlichen Statistik der Bundesrepublik Deutschland die Bereiche Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden, verarbeitendes Gewerbe, **Energieversorgung** und Baugewerbe.

**Ausgleichsregelung für die EEG-Umlage:**

**Reduzierung für produzierende, stromintensive Unternehmen mit allen drei Bedingungen:**

1. Verbrauch über 1 GWh/a
  2. Unternehmen in stromkosten- (Liste1) oder handelsintensiver (Liste2) Branche
  3. Stromkosten (Durchschnittsstrompreis-Verordnung) mindestens 14% (Liste 1) bzw. mindestens 20% (Liste 2) SKI
- **Ausgleich ab Stromverbrauch >1Gwh/a: 15% bei 17% SKI; 20% bei 14% SKI**
  - Es gibt noch weitere Regelungen (Härtefälle, Ober/Untergrenzen)
  - Liste 1 und Liste 2: [https://www.buzer.de/Anlage\\_4\\_EEG.htm](https://www.buzer.de/Anlage_4_EEG.htm)

**b) § 69b Herstellung von Grünem Wasserstoff:**

- „Der Anspruch auf **Zahlung der EEG-Umlage verringert sich auf Null** für Strom, der von einem Unternehmen zur Herstellung von grünem Wasserstoff verbraucht wird [...], wenn die Einrichtung über einen eigenen Zählpunkt mit dem Netz verbunden ist.“
- nicht in Kalenderjahren anwendbar in denen die EEG-Umlage nach **§64a** begrenzt ist
- nur bei Einrichtungen, die vor dem 01.01.2030 in Betrieb genommen wurden  
[https://www.gesetze-im-internet.de/eeg\\_2014/\\_69b.html](https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/_69b.html)

**Weitere Reduktion der Umlagen:**

- Vermeidung von Hochlastfenstern reduziert den Leistungspreis auf **50%**

**Stromkostenintensität SKI:** Verhältnis der maßgeblichen Stromkosten zum arithmetischen Mittel der Bruttowertschöpfung des Unternehmens in den letzten drei abgeschlossenen Geschäftsjahren.  
→ Elektrolyseur SKI von ~ 80%

# Anforderung an Grünen Wasserstoff zur gesetzlichen Befreiung der EEG-Umlage

Aus: **Änderung der Erneuerbare-Energien-Verordnung**

Abschnitt 3b Herstellung von Grünem Wasserstoff

§ 12i Anforderungen an Grünen Wasserstoff

- „Grüner Wasserstoff im Sinn der gesetzlichen Befreiung von der Zahlung der EEG-Umlage nach § 69b des Erneuerbare-Energien-Gesetzes ist nur Wasserstoff, der innerhalb der ersten 5000 Vollbenutzungsstunden eines Kalenderjahres in der Einrichtung zur Herstellung von Grünem Wasserstoff elektrochemisch durch den ausschließlichen Verbrauch von Strom hergestellt worden ist, der nachweislich aus Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien [...] stammt.“
- Gilt für Strom, der ab dem 1. Januar 2022 in einer Einrichtung zur Herstellung von Grünem Wasserstoff verbraucht wird

[\\*Kabinettdvorange\\_1909205.pdf \(bmwi.de\)](#)

## Netzstrom – Vergleich der Reduktionen

### Befreiungen für Großverbraucher:

Umlagen-Reduktion für Großverbraucher ab >1GWh/a Bezug

#### EEG-Umlage: **Reduziert**

ab >1GWh/a Bezug: 15% (17 % SKI), bzw. 20% (14% SKI), 40% bei Eigenverbrauch

§17 f EnWG Offshore-Netzumlage: **Reduziert** auf 0,30 €/MWh

§19 StromNEV Umlage: **Reduziert** auf 0,25 €/MWh

KWK-G Umlage: **Reduziert** auf 0,30 €/MWh

### Befreiungen für Herstellung von grünem Wasserstoff:

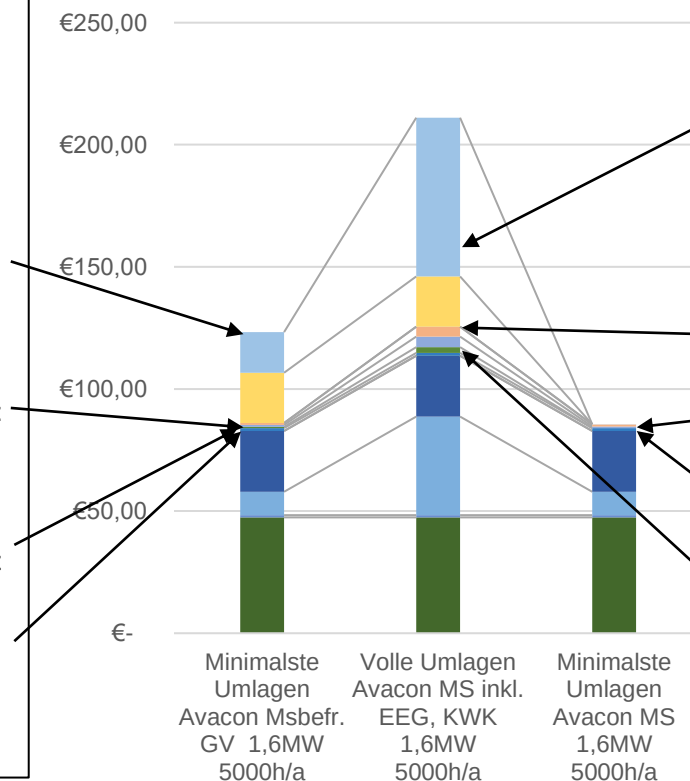
EEG-Umlage: **Entfällt** (§ 69b), bei einer Vollbenutzungsstundenzahl von bis zu 5000 h/a und einem Herkunftsnachweis für einen ausschließlichen Strombezug aus erneuerbaren Energien

Stromsteuer: **Entfällt**

§17 f EnWG Offshore-Netzumlage: **Reduziert** (siehe Großverbraucher)

§19 StromNEV Umlage: **Reduziert** (Siehe Großverbraucher)

KWKG-Umlage: **Entfällt** (§ 69b EEG)



\*Beispielrechnung für 17 LKWs

Grafik: Eigene Darstellung

➤ **Grüner Wasserstoff aus erneuerbaren Energien ist am günstigsten**

# Kostenvergleich Wasserstoffherstellung

Wasserstoff Herstellkosten [€/kg]

Kostenannahmen. Die tatsächlichen Kosten hängen von der gewählten Technologie des Investors ab

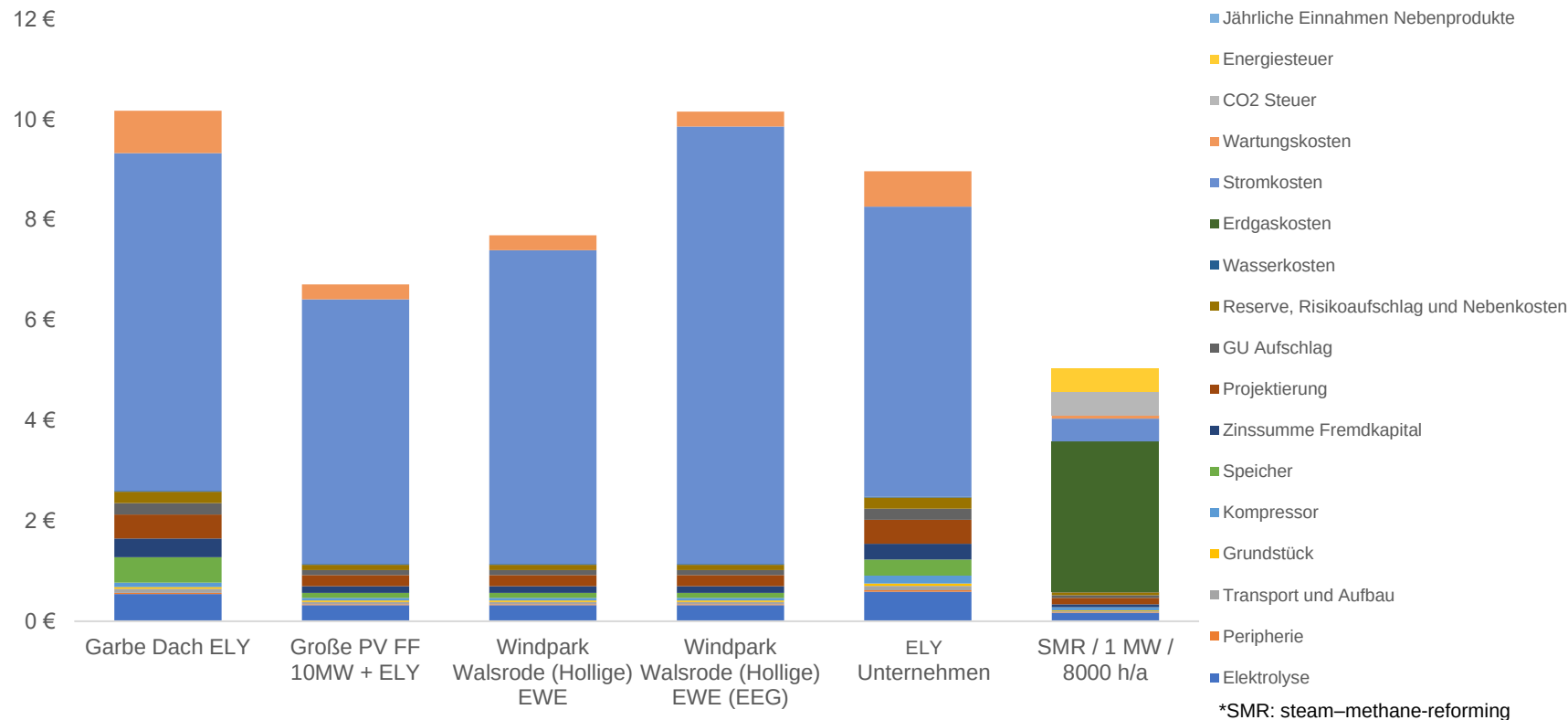


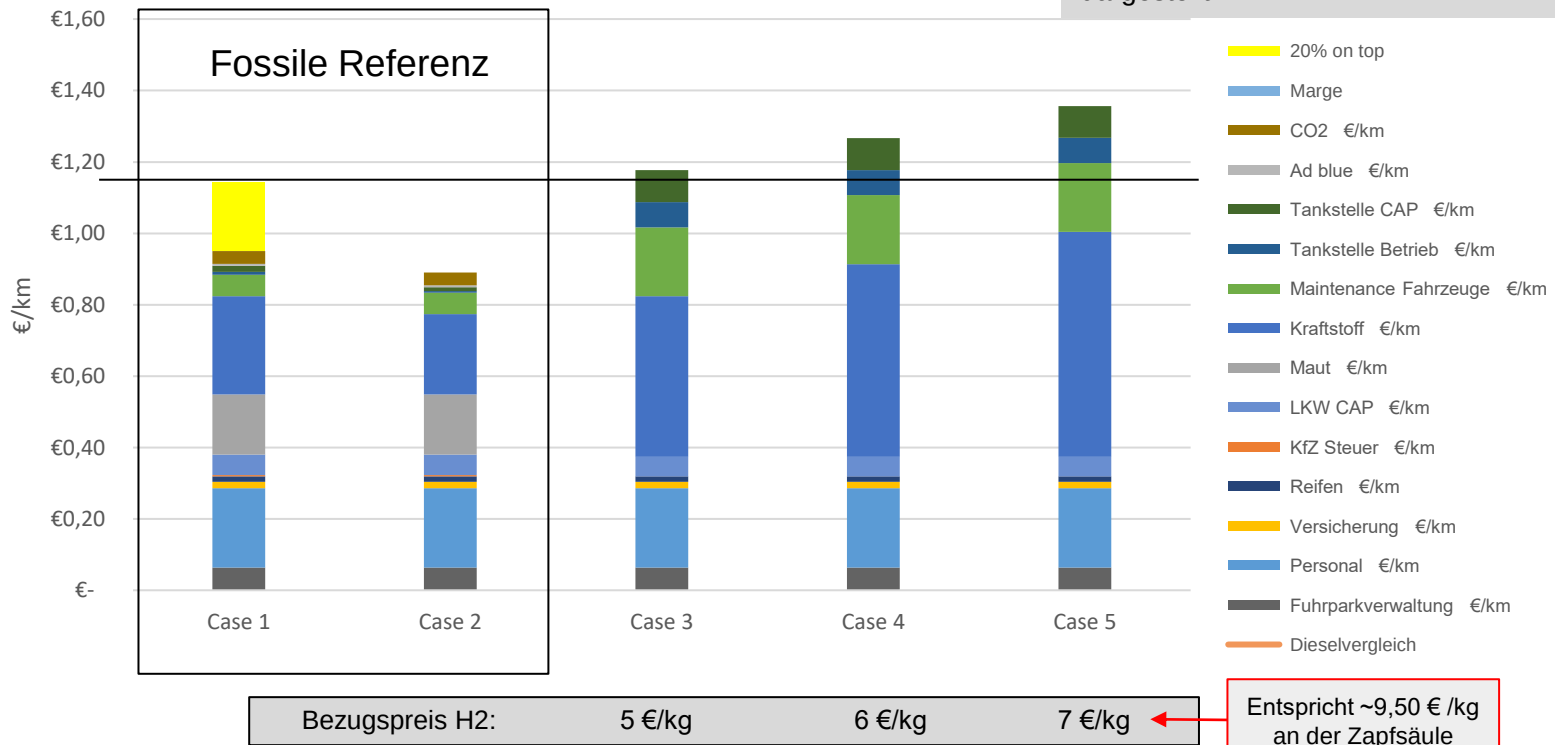
Tabelle und Grafik: Eigene Darstellung

- Hauptkostentreiber ist die Energiequelle. Je nach Auslastung macht sie bis zu 80% der Gesamtkosten aus
- Wasserstoff aus Biogas ist kostenattraktiv

# Einsatzmöglichkeiten in der Logistik

TCO Vergleich

Vollkostenrechnung bezogen auf €/km am Beispiel verschiedener Szenarien und Routen. Bereitschaft zu 20% Mehrkosten zum Status quo wurden als Referenzwert dargestellt

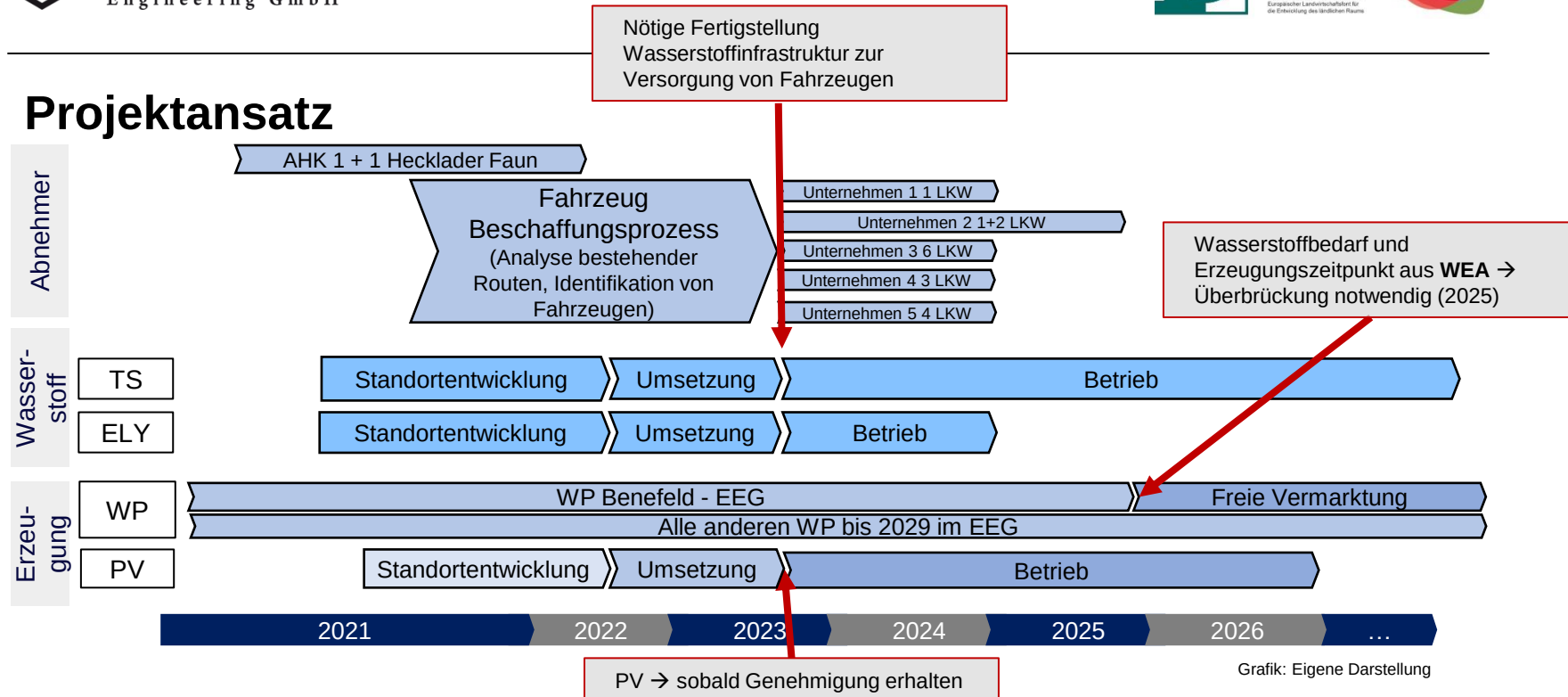


Grafik: Eigene Darstellung

- Kosten liegen allesamt oberhalb des aktuellen Status quo
- Eine Partei des Wasserstoffökosystems muss gewillt sein die Extrakosten zu tragen
- Erzeuger? Tankstellenbetreiber? Spediteur?



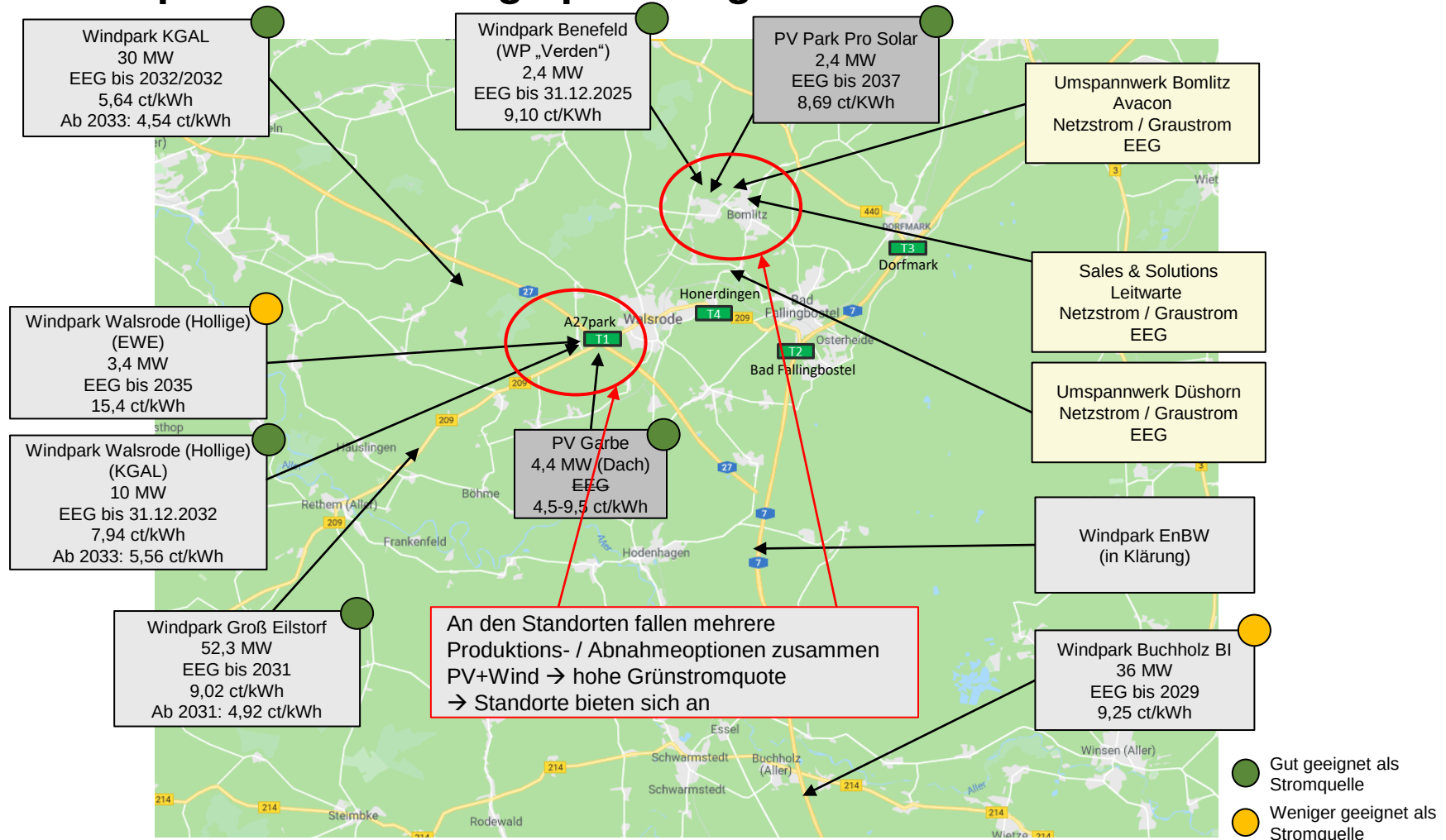
## Projektansatz



### Erkenntnisse:

- Häufung von Bedarfen in 2024 → Genug Zeit für Vorbereitung und Aufbau für den Logistikhochlauf
- Weitere Potenziale: Wenn der erste Testlauf positiv verläuft, sind viele Transport- und Logistikunternehmen bereit noch weitere Fahrzeuge durch Brennstoffzellenfahrzeuge zu ersetzen
- Grüne Energiequelle müssen erschlossen werden → Idealerweise PV und Wind
- Neue PV-Anlagen theoretisch möglich → Flächen nötig
- Neue Wind-Anlagen genehmigungstechnisch aktuell sehr schwer darstellbar
- Ein komplett wirtschaftlicher Betrieb von Stromerzeugung bis Abnehmer ist aktuell nicht zu realisieren → Investor nötig, der die Kosten übernimmt → Erzeuger? / Tankstellenbetreiber? / Spediteure?

## Stromquellen in der Vogelpark-Region



Die Umsetzung von in Planung befindlichen Windparks ist aufgrund der Genehmigungsgrundlage fraglich

## Tankstelleninvestoren/ Investoren Elektrolyseanlage bzw. Wasserstofferzeugung

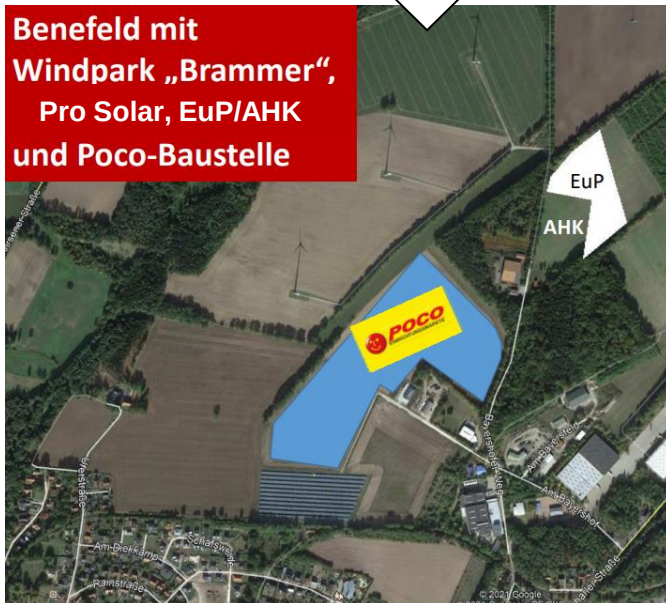
Es laufen aktuell Gespräche mit potenziellen Tankstelleninvestoren sowie potenziellen Investoren für eine Wasserstofferzeugung/ Elektrolyse. Diese Informationen werden vertraulich behandelt.

## Mögliche Standorte

### Benefeld: Elektrolyse

- Stromerzeugung vor Ort
  - PV auf Freifläche
  - Windpark Benefeld bietet die Möglichkeit für Direktanschluss
- Flächen sind verfügbar

**Benefeld mit Windpark „Brammer“, Pro Solar, EuP/AHK und Poco-Baustelle**



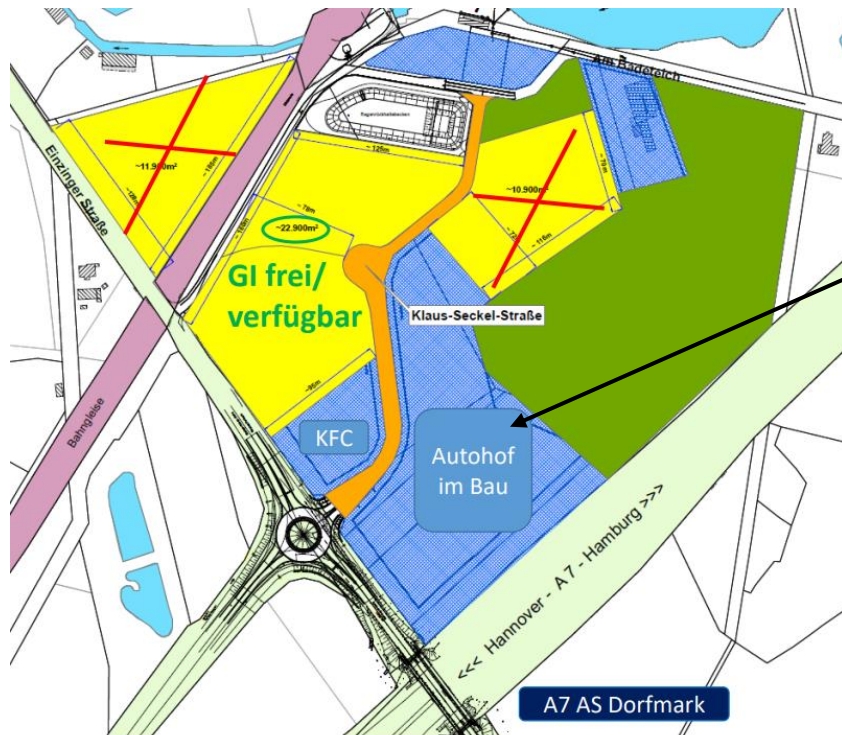
### A27park: Tankstelle + Elektrolyse

- Stromerzeugung vor Ort
  - PV auf Dach
  - PV auf Freifläche im Grünstreifen potenziell deutlich günstiger
  - Windpark Hollige und KGAL in der Nähe
  - Günstigste Stromkonditionen
- Flächen sind verfügbar

Grafiken: Deltaland GmbH

➤ An beiden Standorten sind Flächen für günstigen PV-Strom verfügbar

## Wasserstoff-Tankstelle in Dorfmark



Grafik: Deltaland GmbH

- Keine Stromerzeugung vor Ort
- Flächen verfügbar
- Wasserstoff-Tankstelle denkbar
  - Projektentwickler des Autohofs Dorfmark ist bereit **als Mieter eine H2-Tankstelle mit aufzunehmen**
  - Wendemöglichkeit für LKW im Wendehammer
  - Wasserstoff-Tankstelle in der „KFC-Fläche“ oder ggf. auch in der städtischen Fläche



## Fazit und nächste Schritte zur Realisierung

### Erkenntnisse:

- Strom aus Erneuerbaren Energien ist im Vergleich zu Netzstrom im Hinblick auf Preis und Emissionen immer zu bevorzugen
- Kombination aus Wind und PV bietet große Unabhängigkeit vom Stromnetz
- Freiland PV-Strom ist die günstigste Energiequelle → günstiger Strom-Preis
- Strom aus Windenergie bietet ergänzendes Potenzial → ist regulatorisch gehemmt
- Die EEG-Vergütung verteuert den Bezug von Grünstrom
- Genehmigung für den Bau weiterer Windparks ist in der Region nicht zu erwarten

### Nächste Schritte vor Ort:

- Interesse besteht. Es gilt ins Handeln zu kommen. Festlegung eines Standorts
  - Es spricht vieles für einen Showcase am Standort A27park
    - Günstige Strombedingungen in Bezug auf Preis und Verfügbarkeit
    - Möglicher Investor Garbe R.E. erstellt Dach-PV sowie großes Interesse der Stadt Walsrode an Freiflächen Photovoltaik
    - Interessent für Tankstellenbau und Betrieb
- Günstige Stromquellen sichern / ermöglichen (aus technischer Sicht)
  - Grundlagen für PV-Anlage „im Grünstreifen“ am A27park (Genehmigung, Flächenbereitstellung)
  - Erschließung neuer Dach- und Freiflächen für PV-Anlagen (Interessenten gewinnen, Genehmigung)



Grafik: Deltaland GmbH

# Fazit und nächste Schritte zur Realisierung

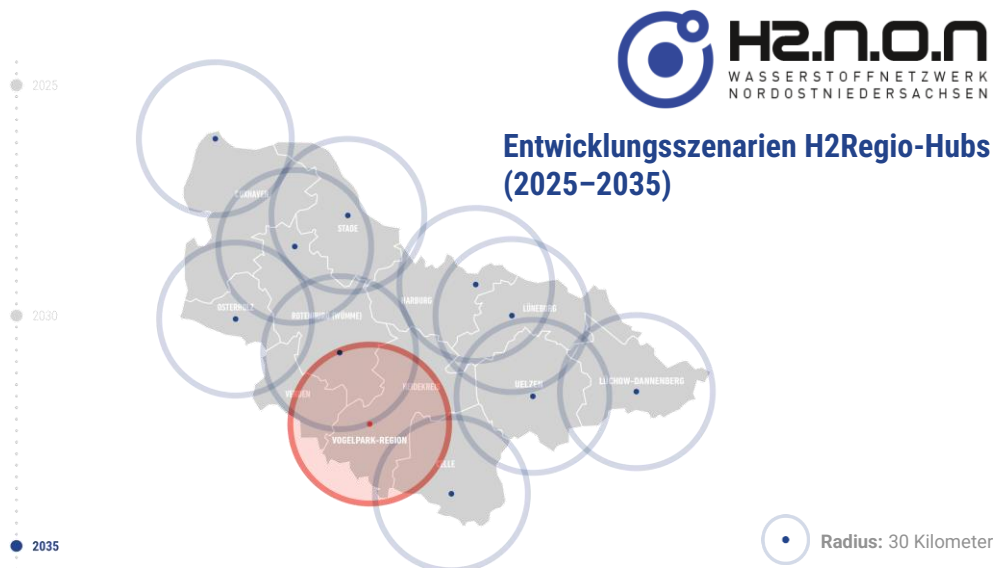
## Einbindung in die Aktivitäten des Wasserstoffnetzwerkes Nordostniedersachsen:

### Handlungsempfehlung:

Der strategische Projektansatz zur Entwicklung einer regionalen Wertschöpfungskette von der Herstellung zur Nutzung grünen Wasserstoffs am Standort A27park Walsrode ist in die Aktivitäten des Wasserstoffnetzwerkes Nordostniedersachsen (H2.N.O.N) zur Entwicklung von H2Regio-Hubs in Nordostniedersachsen einzubinden. Der A27park bietet mit den dort identifizierten Potenzialen zur Produktion von grünem Strom, der Errichtung einer Elektrolyseanlage sowie einer Wasserstofftankstelle und der örtlichen Abnahme von Wasserstoff durch den Schwerlastverkehr und die Intralogistik sehr gute Voraussetzungen, um als Keimzelle für die Entwicklung eines H2Regio-Hub zu fungieren. Die anstehenden Investorengespräche werden zeigen, ob die Realisierung einiger Komponenten auch gestaffelt erfolgen kann, bspw. indem man die Elektrolyse erst dann tatsächlich installiert, wenn die Grünstromversorgung vor Ort gesichert läuft.

### Hintergrund:

Die elf Landkreise des H2.N.O.N verfügen über mehrere Keimzellen für die Entwicklung regionaler Wertschöpfungsketten im Bereich des grünen Wasserstoffs. Ziel des H2.N.O.N ist es, diese Keimzellen zusammen mit den regionalen Akteuren zu sog. H2Regio-Hubs zu entwickeln. Dies erfolgt im Rahmen strategischer, teilträumiger Bottom-up-Prozesse. Das vom Regionalmanagement anvisierte Entwicklungsszenario eines H2Regiohubs im südlichen Heidekreis (Vogelpark-Region) ist für das Jahr 2030 terminiert und kann unter den aktuellen Gegebenheiten zeitlich nach vorn verlagert werden.



## Studienergebnisse - Fazit

- Es gibt genügend Energiequellen im ländlichen Raum, um grünen Wasserstoff zu produzieren.
- Fahrzeuge, insbesondere im Nutzfahrzeugbereich, sind nicht in Serie verfügbar. Abnehmer, die auch bereit sind Mehrkosten zu tragen, sind vorhanden
- Ein komplett wirtschaftlicher Betrieb von der Stromerzeugung bis zum Abnehmer ist aktuell nicht zu realisieren
- Interesse ist bei vielen Investoren vorhanden
- Die Förderlandschaft muss weiter ausgebaut werden, um neue Akteure für das gesamtheitliche Wasserstoff-Ökosystem zu gewinnen

**Die Vogelpark-Region hat das Potenzial die gesamte Wertschöpfungskette von der Erzeugung des grünen Wasserstoffs bis hin zur Nutzung in der Mobilität abzubilden. Deshalb ist das erklärte Ziel die Realisierung der Wasserstoff-Modellregion mit den Elementen Dach- und/oder Freiland-PV, Elektrolyse und Tankstelle für den Schwerlastverkehr an mindestens einem der autobahnaffinen Standorte.**

## Erwartungshaltung an die Politik

- Verlässliche Bestimmung der Rolle von Biogas und –methan → Anerkennung als grünen Wasserstoff (auf THG-Quote anrechenbar)
- Förderung bei technologischen Alternativen zur Wasserstofferzeugung ohne Strom → Produktion von grünem Wasserstoff mittels Dampfpreformierung mit biogenem Ausgangsstoff
- Landesweit besteht Wettbewerb um erneuerbaren Strom, daher ist es sinnvoll möglichst viele Erzeugungswege zu eröffnen und anzuerkennen, z.B. durch die Zulassung von ausgeführten Post-EEG-Anlagen zur Belieferung von Wasserstoffproduktionsanlagen
- Verlässliche Bestimmung, wann die Elektrolyse tatsächlich grünen Wasserstoff produziert → Ist der Wasserstoff auch rechtlich grün gestellt, wenn zur Erhöhung der Volllaststunden zusätzlich zum PPA-Vertrag mit EEG-Anlagenbetreiber Grünstrom aus dem Netz bezogen wird?





Grafik: Eigene Darstellung

**Wir danken allen beteiligten Förderern und Sponsoren!**



Logos: Deltaland GmbH

Fotos Titelfolie:

Wind+PV: iStock-1163243706-Blue Planet Studio;

H2-Tankstelle: iStock-1302909231-onurdongel