

# Brennstoffzellenforum

## „OVAG HyWind“: Erfahrungen zur *geplanten* Wasserstofferzeugung aus Windstrom und der Verwendung im ÖPNV im Vogelsberg

Dr. Hans-Peter Frank, OVAG

29.09.2022



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

Koordiniert durch:



Projektträger:

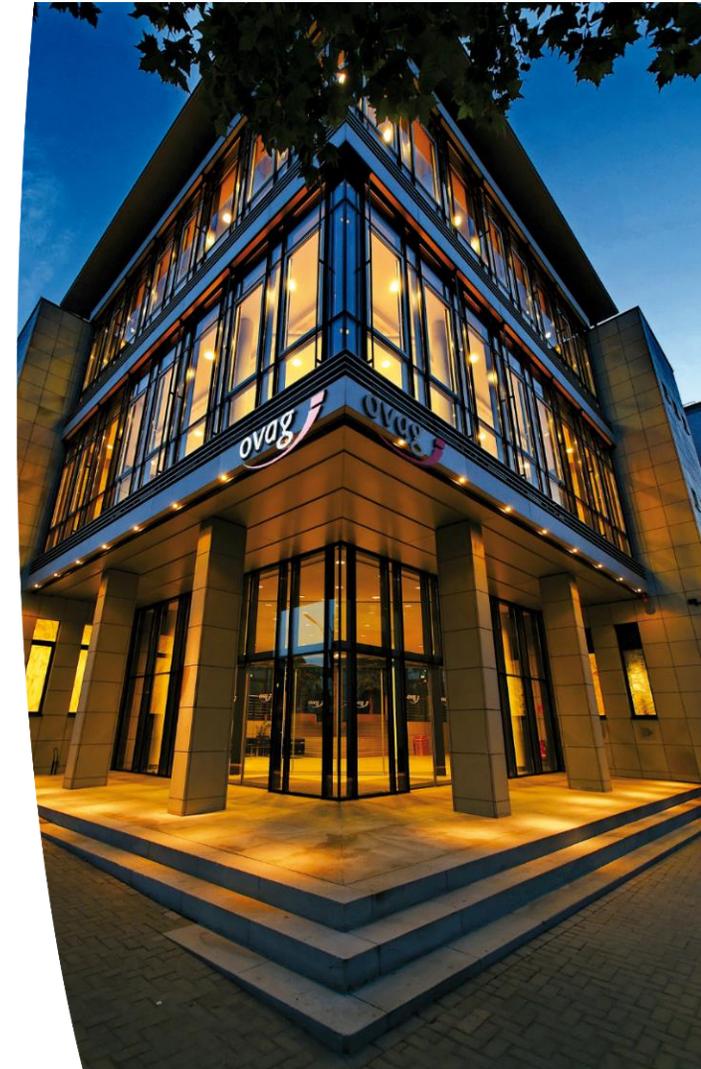


## Themen



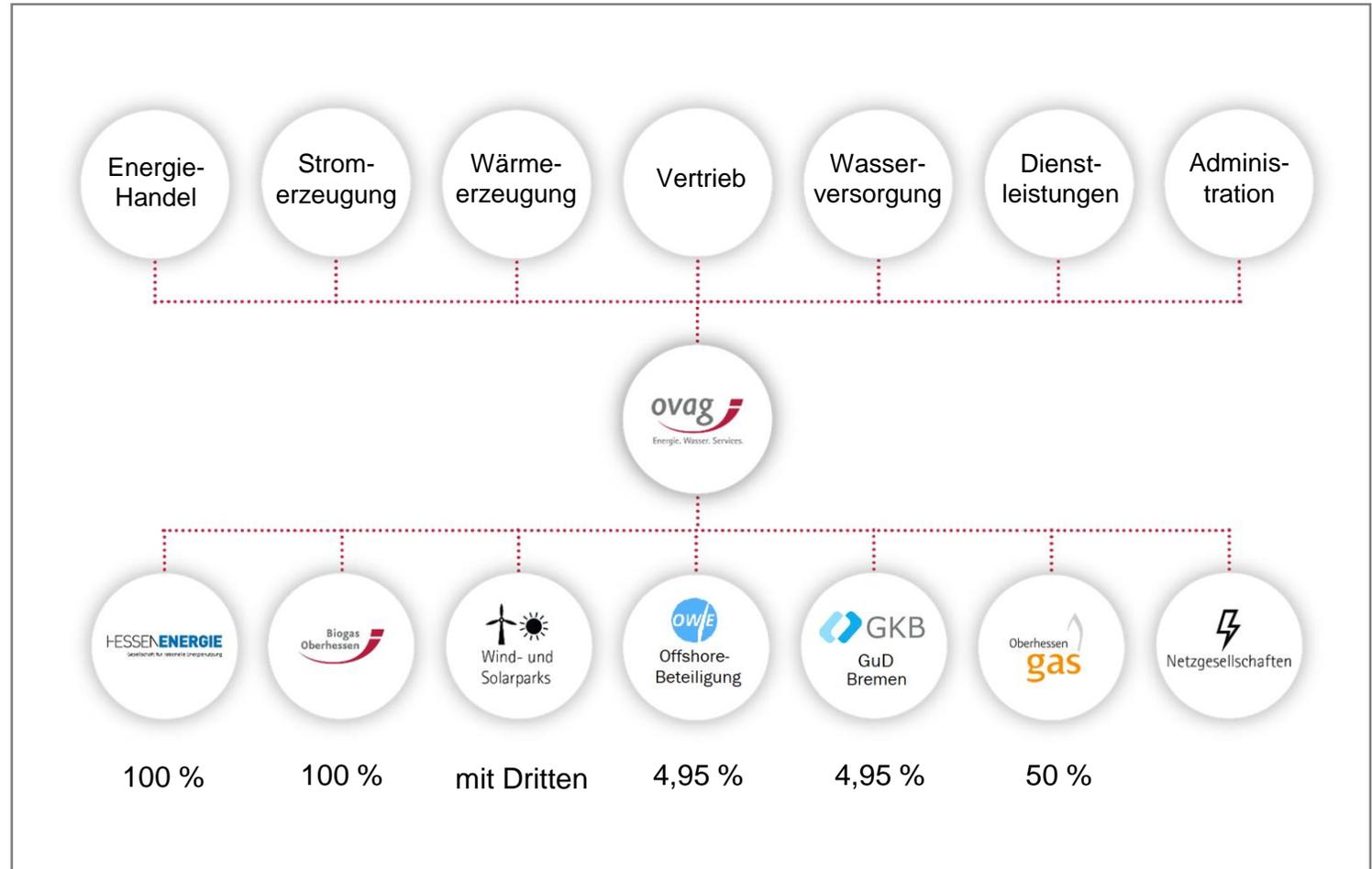
## 1. Kurzprofil OVAG-Gruppe Branche/ Kennzahlen

- Grundversorger Strom in über 60 Städten und Gemeinden
- **rd. 220.000 Privat- und Geschäftskunden**
- jährlicher Stromvertrieb von rd. **1,5 Milliarden kWh**
- **Geschäftsjahr 2021:**
  - Konzernbilanz: 596 Mio. Euro
  - Anlagevermögen: 410 Mio. Euro
  - Eigenkapital: 404 Mio. Euro
  - Umsatzerlöse: 457 Mio. Euro
  - Mitarbeiter: 750 Beschäftigte, 50 Auszubildende



# 1. Kurzprofil OVAG-Gruppe

## Unternehmensverbund – 100 % kommunal



## 1. Kurzprofil OVAG-Gruppe Erneuerbare Energien

- über **100** Jahre Tradition - Wasserkraftwerk Lißberg seit 1923
- Bau des **ersten deutschen Onshore-Windparks in einem Mittelgebirge** 1990
- bedeutendes **Wind- und Solarportfolio** (Wind rd. **130 MW**, Solar rd. **13 MW<sub>p</sub>**)
- **Projektentwicklung und Betriebsführung Wind:**
  - **HessenEnergie** Gesellschaft für rationelle Energienutzung mbH, Wiesbaden
- **Bio-SNG-Anlage, Wölfersheim:** rd. **40 GWh/a**
- Biomasse-Anwendungen, Holzheizanlagen, Blockheizkraftwerke
  - **Einstieg in die Sektorkopplung, Motivation:**
    - Erschließung von regionalem Dekarbonisierungspotential für nicht/schwer elektrifizierbare Anwendung (ÖPNV, Schwerlastverkehr ...)
    - Ausgleich von kommenden temporären Überkapazitäten aus volatiler Stromerzeugung
  - **Erschließung des Geschäftsfeldes *grüner Wasserstoff***



## 2. Projektidee HyWind – Sektorkopplung Strom zu Mobilität

### Rahmendaten aus Studien

#### Erzeugung

- **grüner Wasserstoff aus Windstrom**
- Errichtung eines **Elektrolyseurs (PEM)**,  
Elektrolyseur-Leistung von rd. **1 MW<sub>el</sub>**, auf Windpark-Leistung angepasst

#### Standort

- Windpark Hartmannshain I (Vogelsberg)
- **Windpark-Leistung: 6 MW**

#### Speicherung, Transport, Nutzung

- Speicherung des H<sub>2</sub> vor Ort in **Hochdruckspeicher**
- Abtransport des H<sub>2</sub> über **LKW-Trailer**
- Einsatz im **Verkehrssektor, ÖPNV**

#### Potential Erzeugung

- Erzeugung von **18 kg<sub>H<sub>2</sub></sub>/h** (bei Volllast)
- spez. Strombedarf Elektrolyseur rd. 56 kWh/kg<sub>H<sub>2</sub></sub> → Erzeugung von rd. **87 t<sub>H<sub>2</sub></sub>/a**
- erzeugter H<sub>2</sub> soll rd. **6 Busse** (9,4 kg<sub>H<sub>2</sub></sub>/100 km, 400 km/d) versorgen



## 2. Förderung

### Förderung

- Fördermaßnahme:
  - **Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase II**
  - Förderbereich: **Marktaktivierung – Elektrolyseure**
- Investitionsvolumen: **rd. 7 Mio. €**,  
nicht förderfähig: rd. 1 Mio. € (z.B. Rohrleitungen, Ersatzteile, Umzäunung)
- **Förderantragstellung: 20.11.2020**
- **Förderbescheid PtJ: 07.09.2021**  
Förderquote: **45 %** (rd. 2,9 Mio. €)
- Projektpartner:
  - **Technische Hochschule Mittelhessen / Campus Gießen**  
(Fachbereich Maschinenbau & Energietechnik)
  - **Tractebel Engineering GmbH, Bad Vilbel**

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:



N O W - G M B H . D E

Projekträger:



Projekträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich



TECHNISCHE HOCHSCHULE MITTELHESSEN



## 2. Standort

### Windpark Hartmannshain I

- geplanter Standort:  
dezentral, in unmittelbarer Nähe des Ortes Hartmannshain (Vogelsberg)
- **Vorteil: direkte Anbindung** an Windpark, ohne Nutzung öff. Stromnetz (Rechtslage 2020)
- OVAG betreibt in Hartmannshain drei Windparks, TRPEM-VRG mit Repowering-Potential
- Basis-Windpark für Projekt: Hartmannshain I:
  - **4 WEA mit je 1,5 MW**, Baujahr 11/2004
  - EEG-Vergütung endet 2024

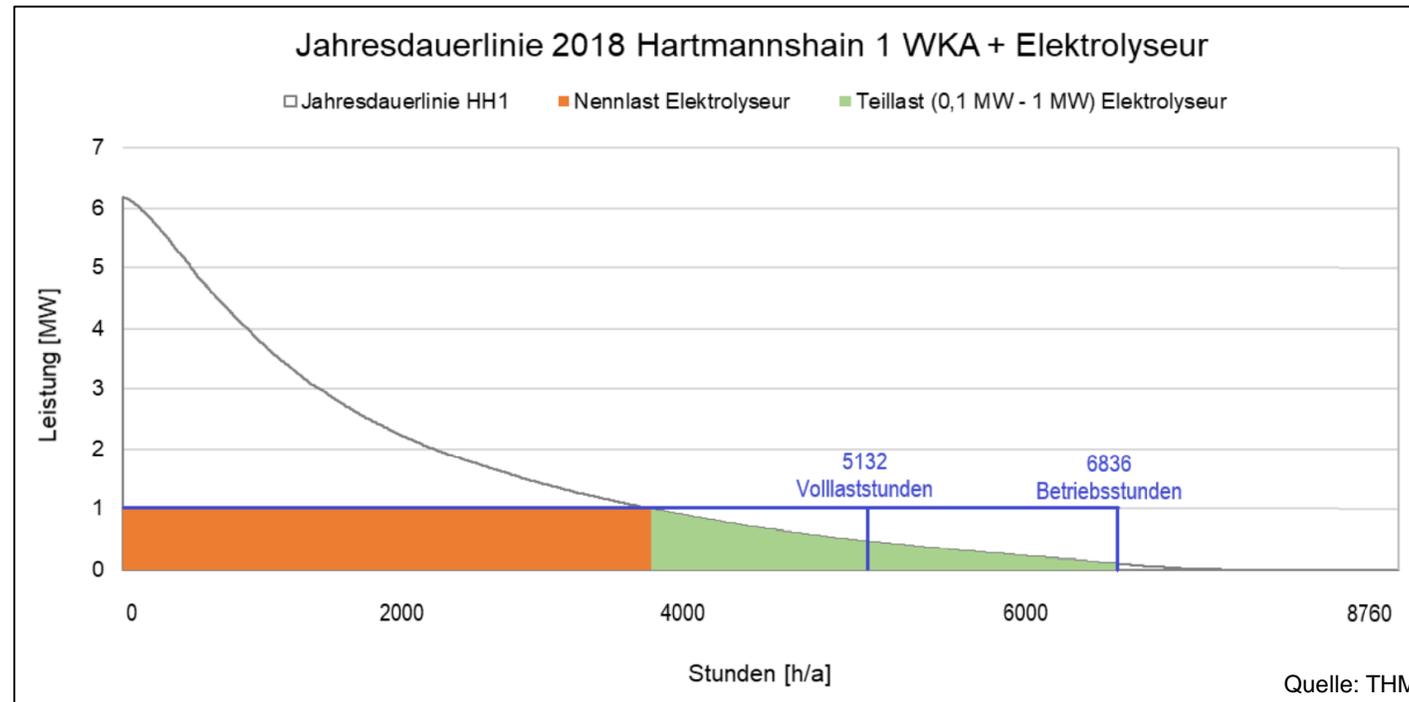


Windpark	Anlagentyp	Nennleistung [kW]	Gesamtleistung [kW]	Ende EEG-Förderung
Hartmannshain 0	TW 1,5	1.500	1.500	01.01.2021
Hartmannshain 1	GE 1,5	1.500	6.000	01.01.2025
	GE 1,5	1.500		01.01.2025
	GE 1,5	1.500		01.01.2025
	GE 1,5	1.500		01.01.2025
Hartmannshain 2	E82	2.000	6.000	01.01.2031
	E82	2.000		01.01.2031
	E82	2.000		01.01.2031

## 2. Windpark

### Ermittlung der Auslegungsparameter: geordnete Jahresdauerlinie Windpark

- Versorgung Elektrolyseur: **6 MW**-Windpark
- bei Zielgröße **5.000** Vollbenutzungsstunden pro Jahr → **1 MW<sub>el</sub>** (Teillastbereich Elektrolyseur: bis 10 %)

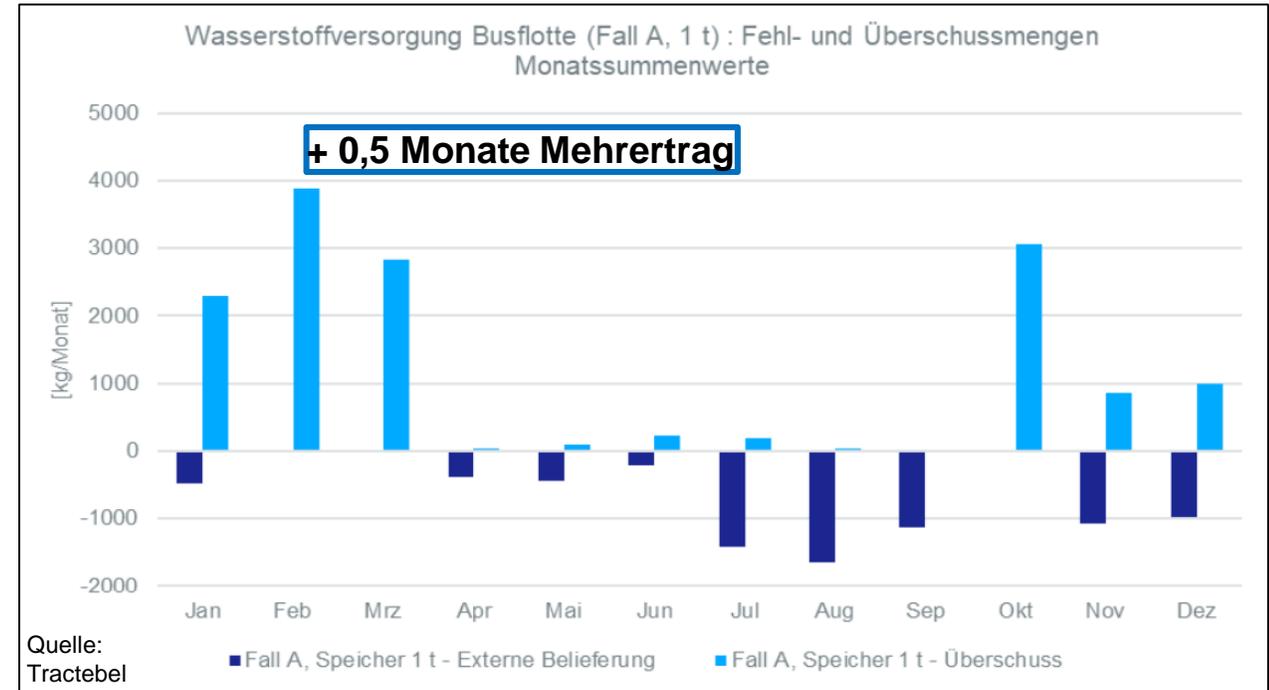


➤ **Kalkulation: 5.132 rechn. Volllaststunden und 6.836 Betriebsstunden des 1 MW<sub>el</sub> Elektrolyseurs**

## 2. Abnahme

### Herausforderung: Kopplung von diskontinuierlicher Erzeugung zu quasi kontinuierlicher Abnahme

- Beispiel Kalkulationsvariante „Fall A“:
  - Hochdruckspeicher vor Ort für 1 t<sub>H<sub>2</sub></sub>
  - 6 Brennstoffzellenbusse,  
**täglicher** Gesamtbedarf: **225,6 kg<sub>H<sub>2</sub></sub>**
  - Jahres-Mittelwert **tägliche** Wasserstoffproduktion des Elektrolyseurs: **250 kg<sub>H<sub>2</sub></sub>**
- **externe Belieferung** v.a. im Sommer notwendig
- **Fehlmenge** Wasserstoff: rd. **7,8 t<sub>H<sub>2</sub></sub>** p.a.

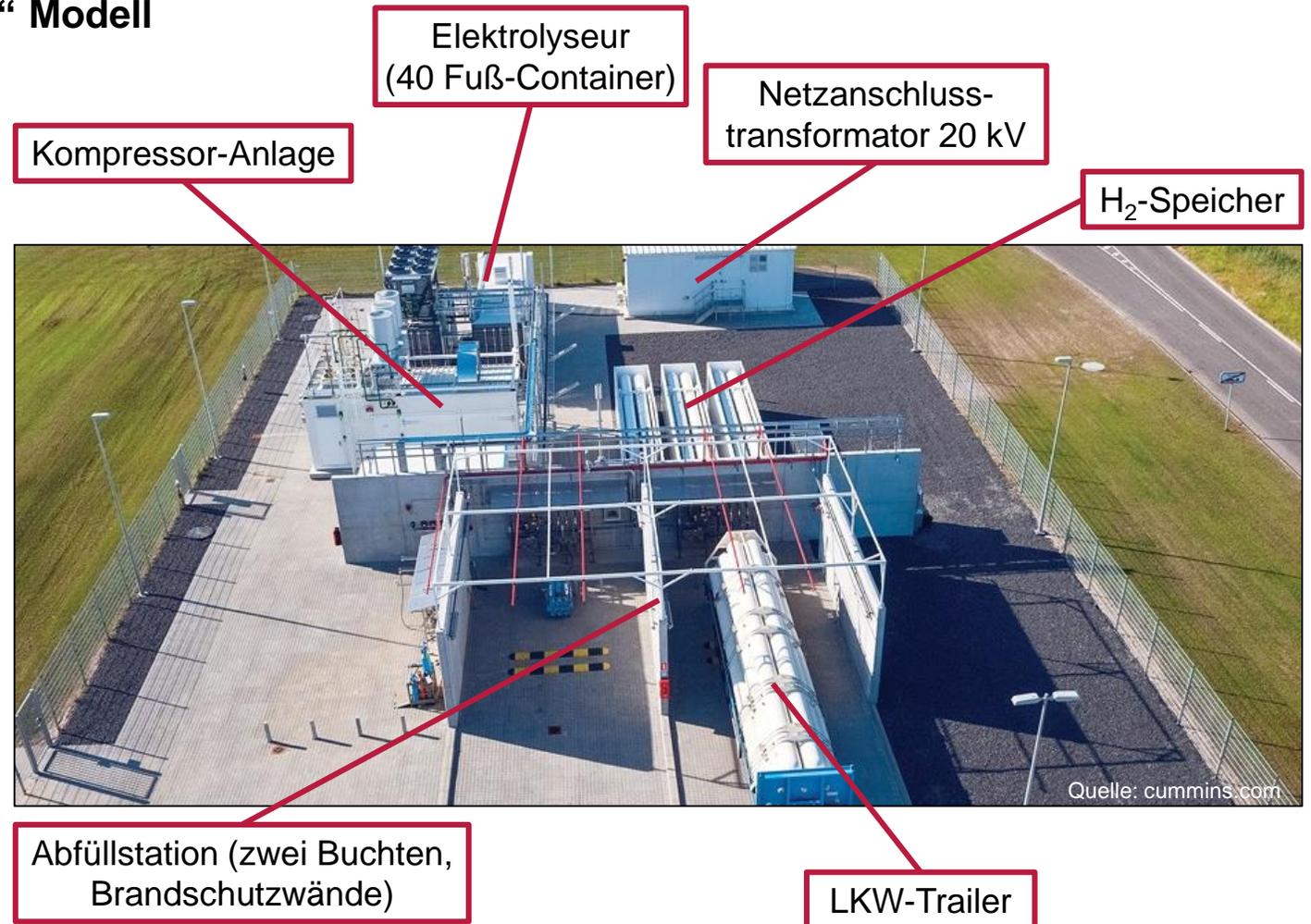


- Komplexität durch direkte Kopplung von Windpark und Wasserstoff-Abnehmer
- Gleichzeitigkeit: Synchronisation von Angebot und Bedarf sicherstellen
- Absatzseite: Speicher und Flexibilität sind notwendig
- noch zu prüfen: Zukauf von Grünstrom für verbesserte Anpassung der Abnahme-Situation?
- Ergänzung Erzeugungsprofil durch PV-Freiflächenanlage?

## 2. Beispielprojekt Anlagenkomponenten im „Container-Anlagen“ Modell

Beispiel aus Dänemark

- PEM-Elektrolyseur
- Leistung: 1,2 MW
- Abmessungen Einzäunung: 52 m x 34 m
- „Stand-alone-Betrieb“



Quellen: Tractebel, cummins.com

### 3. Wirtschaftlichkeit

#### Gestehungskosten, aktuelle Annahmen

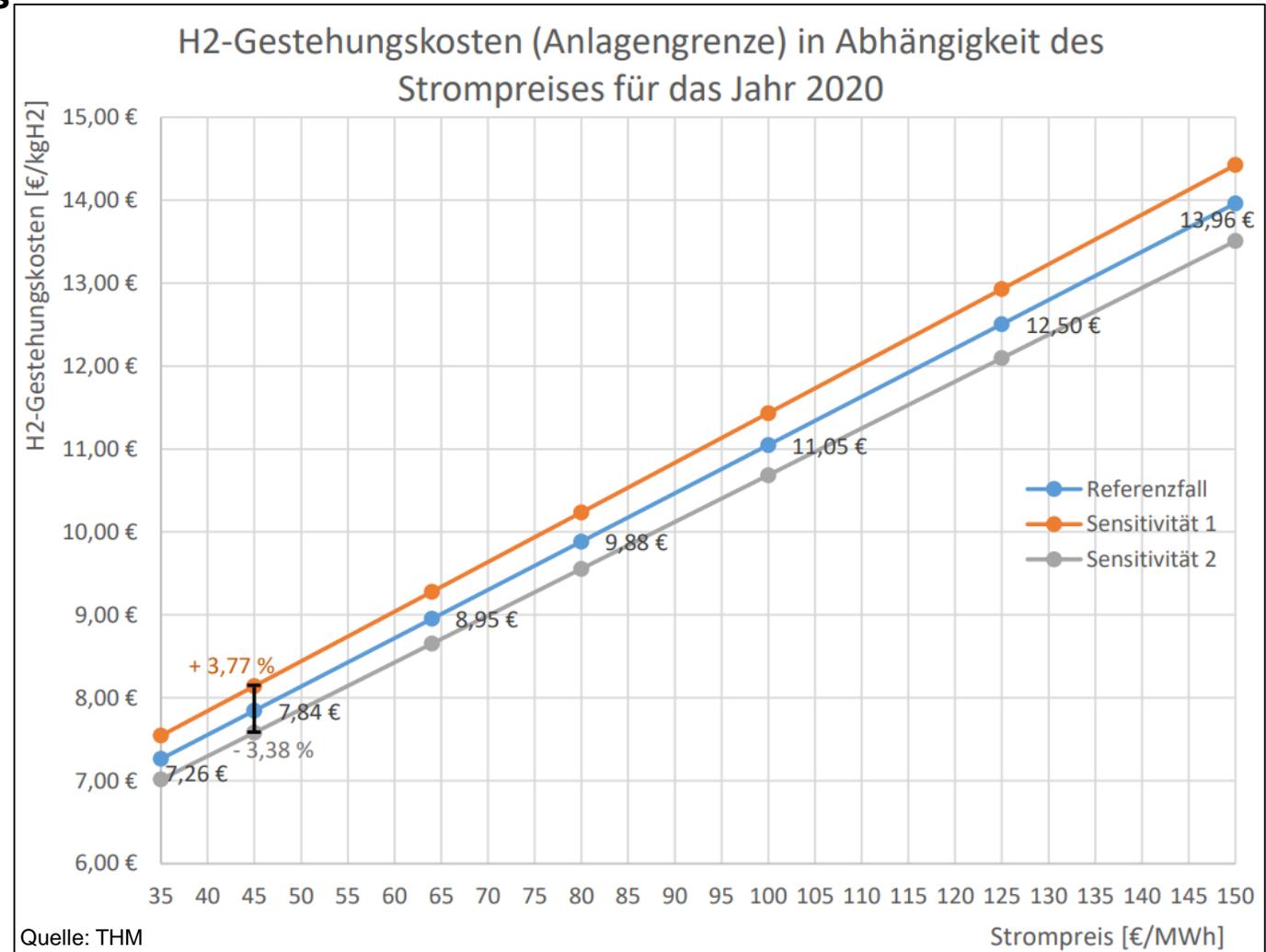
- Investitionskosten: rd. 7 Mio. €
  - Förderung: 2,9 Mio. €
  - Betriebsaufwand: rd. 0,4 Mio. €  
(rd. 60 % Stromkosten  
**Annahme (09/2020): 45 €/MWh**)
- **H<sub>2</sub>-Gestehungskosten: 7,7 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>**
  - H<sub>2</sub>-Energiepreis: 23,1 ct/kWh
  - Gestehungskosten maßgeblich von Betriebskosten (v.a. Stromkosten) abhängig
  - exakte Preisangaben für Anlagenkomponenten und Baumaßnahmen aktuell schwer möglich
  - Strompreiskomponente extrem volatil und auf historisch extremen Niveau



### 3. Wirtschaftlichkeit

#### Gestehungskosten, Abhängigkeit vom Strompreis

- Studie zu Beginn des Jahres **2022** für HyWind
- **Sensitivität 1**, u.a. verringerte Stack-Lebensdauer, verringerter Systemwirkungsgrad ggü. Referenz
- **Sensitivität 2**, u.a. verlängerte Stack-Lebensdauer und erhöhter Systemwirkungsgrad ggü. Referenz
- Strompreise auf aktuellem Preisniveau wurden aufgrund der ungeahnten Entwicklung nicht berücksichtigt
  - aktuelle Strompreise ...



### 3. Wirtschaftlichkeit

#### Gestehungskosten HyWind, Y202X-Strompreise

Bereits bekannt aus vorherigen Folien:

Annahme: Strompreis **45 €/MWh**

- Investitionskosten: rd. 7 Mio. €
- Förderung: 2,9 Mio. €
- Betriebsaufwand: 0,4 Mio. €
- **H<sub>2</sub>-Gestehungskosten: 7,7 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>**
- H<sub>2</sub>-Energiepreis: 23,1 ct/kWh

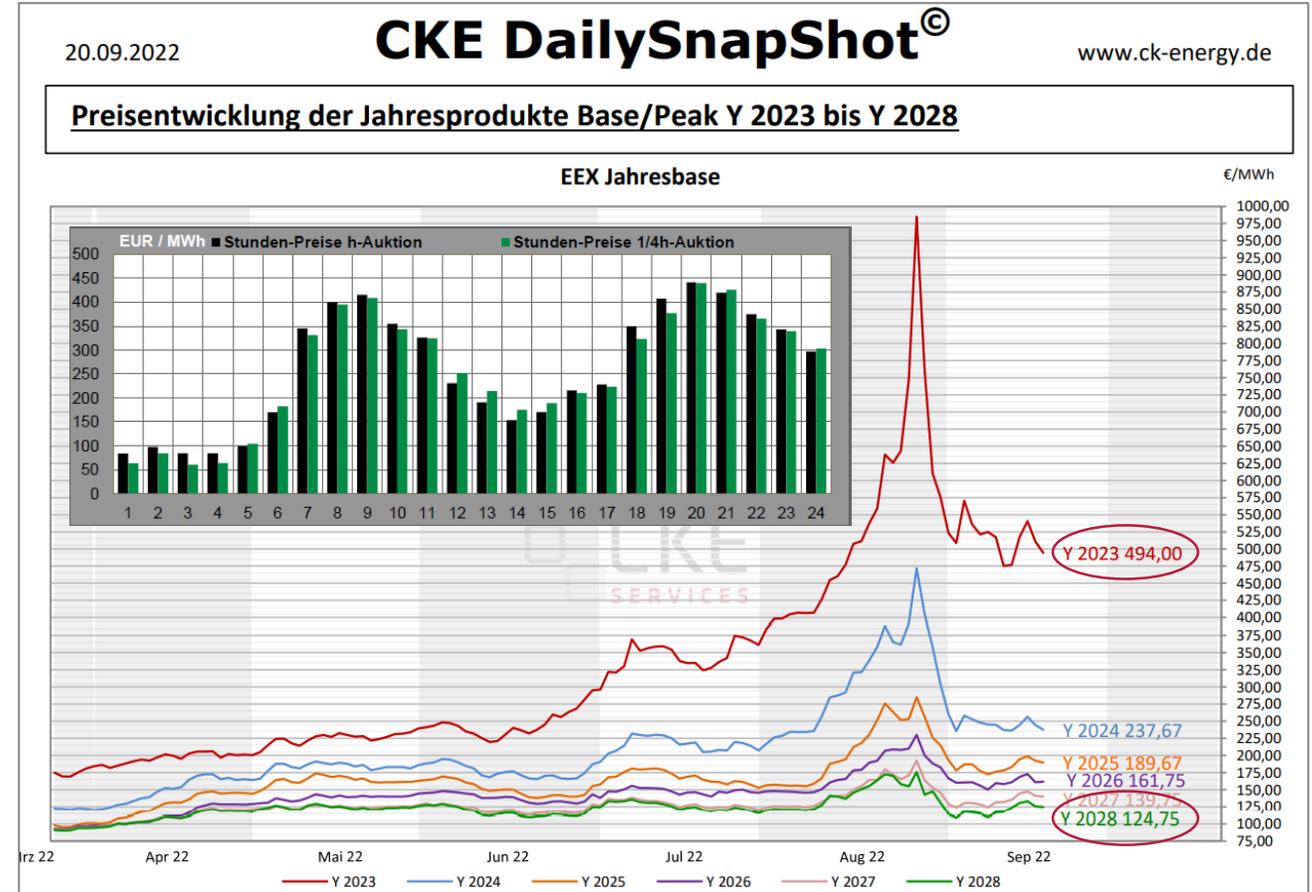
Strompreis Y2023: **494 €/MWh** (Base, 20.9.22)

- Betriebsaufwand: 2,7 Mio. €
- **H<sub>2</sub>-Gestehungskosten: 33,9 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>**
- H<sub>2</sub>-Energiepreis: 101,8 ct/kWh

Strompreis, Y2028: **124,75 €/MWh** (Base, 20.9.22)

- Betriebsaufwand: 0,8 Mio. €
- **H<sub>2</sub>-Gestehungskosten: 12,6 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>**
- H<sub>2</sub>-Energiepreis: 37,8 ct/kWh

- Strommarkt geführte Betriebsweise?
- noch offen: **THG-Quotenerlöse bis zu 10 €/kg<sub>H<sub>2</sub></sub>**



Quelle Insert: BayWa r.e. Energy Trading GmbH

## 4. Ausblick HyWind

- **Parameter die den Fortgang des Projekts wesentlich beeinflussen:**
  - Entwicklungen am Strommarkt
  - rechtsgültige Definition für grünen Wasserstoff (ReD III im Trilog-Verfahren Q1/23?)
  - Anrechnung der THG-Quote (Rechtsstatus noch offen, s.o.)
- **aktuelle Aufgaben:**
  - technische Detailauslegung (z.B. Druckstufen)
  - Prüfung: Optimierung Anlagenfahrweise durch PV-Anlage
  - Klärung Voraussetzungen für Genehmigungsverfahren nach BImSchG
  - Vorbereitung des Genehmigungsverfahrens nach BImSchG
  - Fixierung des H<sub>2</sub>-Absatzes
    - Kooperation ÖPNV-Betreiber
    - Backup-Vertrag mit Gase-Händler
    - Klärung: Bau- und Betrieb Tankstelleninfrastruktur



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



Ansprechpartner: Dr. Hans-Peter Frank, Dominik Freudenreich

Oberhessische Versorgungsbetriebe AG  
[www.ovag.de](http://www.ovag.de)

**ovag**  
Energie. Wasser. Services.

## Quellen

### Folie Förderung, Logos

- [https://www.thm.de/site/images/stories/AG\\_Kommunikation/logo/logo-thm.jpg](https://www.thm.de/site/images/stories/AG_Kommunikation/logo/logo-thm.jpg)
- [https://tractebel-engie.de/img/admin\\_logo.jpg](https://tractebel-engie.de/img/admin_logo.jpg)

### Folie Praxisbeispiel

- [https://www.cummins.com/sites/default/files/styles/newsroom\\_hero\\_image/public/images/newsroom\\_article/HyBalance%20hero.jpg?itok=t\\_wVA\\_G8](https://www.cummins.com/sites/default/files/styles/newsroom_hero_image/public/images/newsroom_article/HyBalance%20hero.jpg?itok=t_wVA_G8)

Text:

- <https://www.cummins.com/de/news/2021/01/06/cummins-pem-electrolyzer-will-supply-hydrogen-denmark-europe-demonstrating-strong>

### Folie Wirtschaftlichkeit

- Chart: ck-energy aus E-Mail
- Insert: BayWa r.e. Energy Trading GmbH, aus E-Mail

### Folie Standort

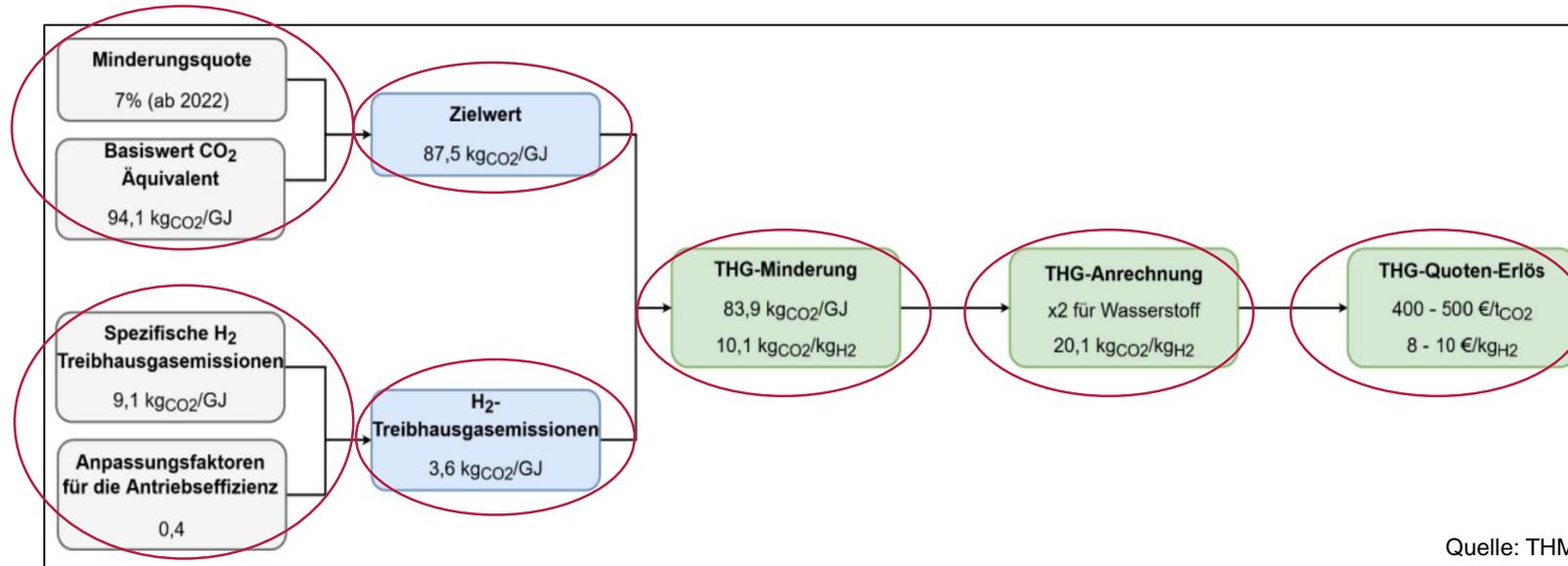
- Google Maps: <https://www.google.de/maps>

### Studien (von der OVAG beauftragt)

- THM-Studien (THM = Technische Hochschule Mittelhessen)
  - Vorstudie (2020)
  - Memo (2022)
- Tractebel-Studie (2022)

## Backup: Wirtschaftlichkeit Treibhausgaseminderungsquote

- BlmSchG: Unternehmen, die Otto-/ Dieselkraftstoffe verwenden müssen Treibhausgasemissionen mindern (eigenständig oder THG-Quoten von Dritten erwerben)



- BlmSchG: Minderungsquote 2022: 7 %, BlmSchV: Basiswert
- BlmSchV: spez. Treibhausgasemissionen H<sub>2</sub> & Anpassungsfaktor
- Zielwert & H<sub>2</sub>-Treibhausgasemissionen wird aus zuvor vorgestellten Parametern berechnet
- THG-Minderung = Zielwert – Treibhausgasemissionen für H<sub>2</sub>
- THG-Anrechnung für strombasierte Kraftstoffe: Faktor 2
- Recherche THM 2022: Preis für THG-Quote **400-500 €/t** CO<sub>2</sub> (Auskunft Quotenhändler)
- Die Anrechnung der THG-Quote kann den H<sub>2</sub>-Verkaufserlös **signifikant** erhöhen, **8-10 €/kg**H<sub>2</sub>