

H2 Preise

Kleiner 10 € - kein Problem

Andreas Meyer

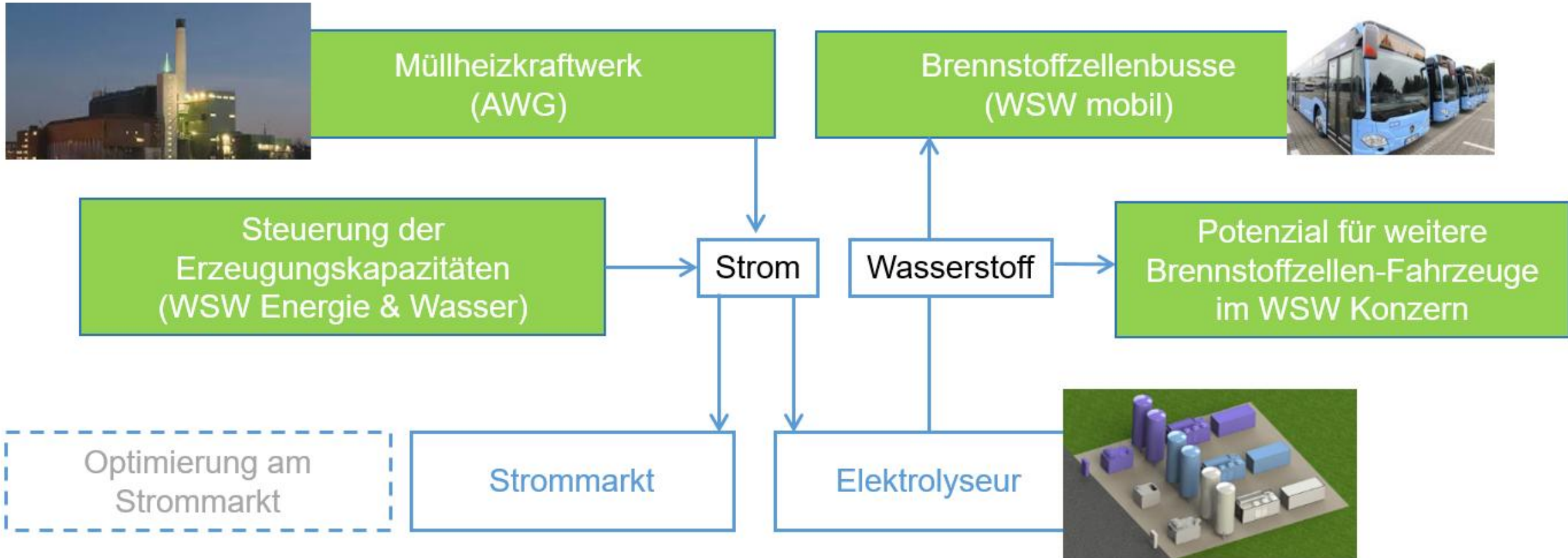
Ausgangsposition

- Im Jahr 2012 wurde die Notwendigkeit der Flexibilisierung im Energiemarkt als bedeutend für das Geschäftsmodell Stadtwerke identifiziert.
- Um entsprechendes „Know-how“ für die dezentrale Erzeugung von Wasserstoff aufzubauen, wurde ein Projekt initiiert, bei dem die Kosten zum „alten“ Prozess anlegbar waren.



Eigenerzeugung von Wasserstoff im WSW-Konzern stellt Versorgung sicher und schafft Flexibilität

WSW-Konzern



Wahrnehmung und Ziel des Projektes

- Seit 2016 gab es fast ~100 Presseveröffentlichungen zum Thema Wasserstoff und HRS in Wuppertal. Seit 2019: Regelmäßige Besuche von nationalen und internationalen Besuchern.
- September 2019: WSW und AWG erhalten Stadtwerkepreis für das Wasserstoffprojekt – Sektorenkopplung.
- Sektorenkopplung ist auch das Kernthema des Projektes, bei dem Energiethemen – Mobilitätsthemen und die beste Konstellation der Regulatorik zusammengefügt wurden.

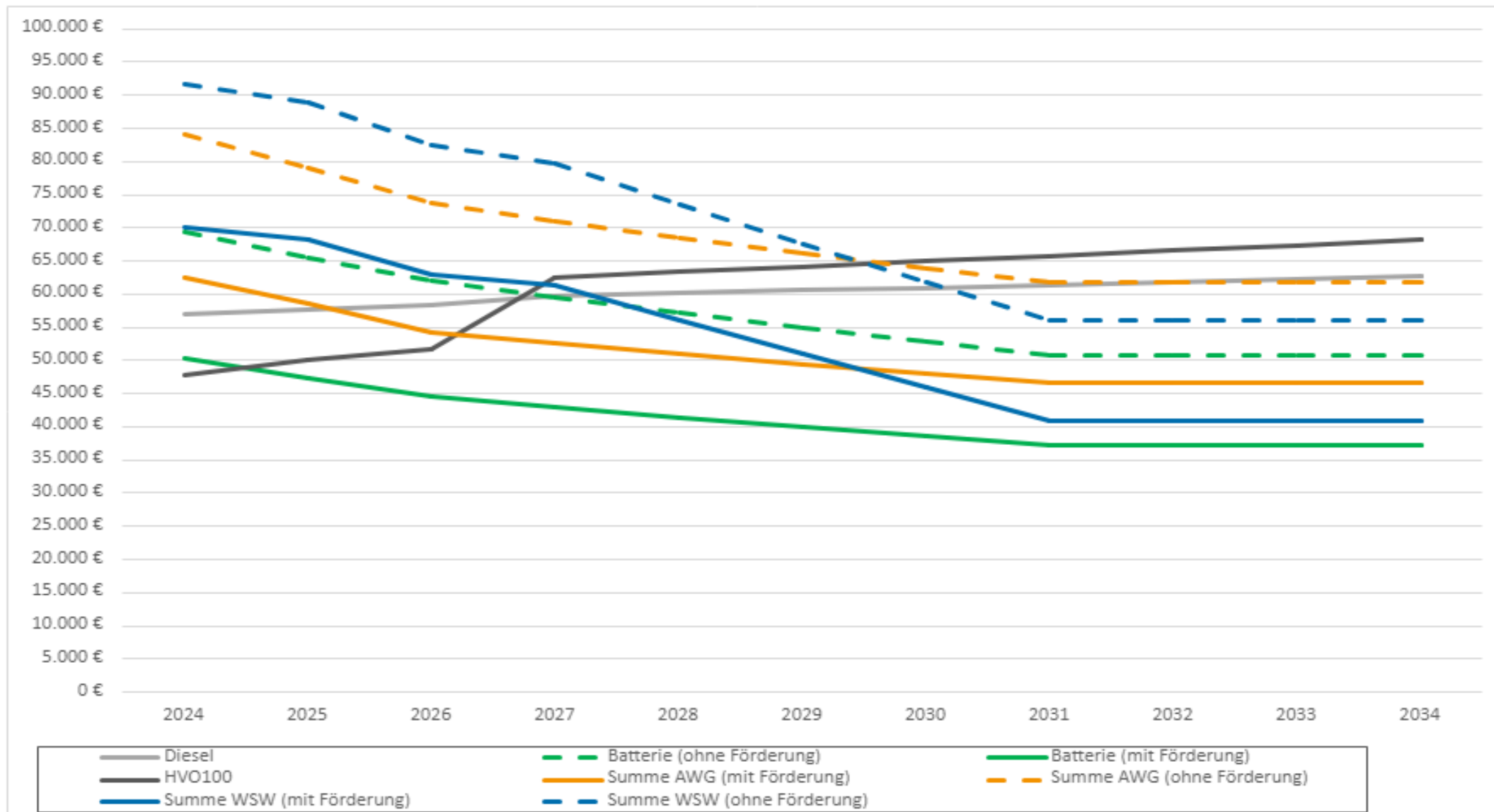


Kostenbewertung

- Betrachtung verschiedener Antriebssysteme
 - Kosten entwickeln sich positiv in Richtung alternativer Antriebe
 - Dieselpreisentwicklung konservativ dynamisiert
 - HVO100 wegen Verknappung stärker dynamisiert
 - Wasserstoffkosten konservativer als Enervis Fundamentalbetrachtung
 - Energie nach Enervis Fundamentalbetrachtung

Ab 2030 werden Verbrennungsmotoren im TCO teurer als Fahrzeuge mit alternativen Antrieben.

Kostenentwicklung der verschiedenen Systeme



Prämissen einer Onsite Elektrolyse in Wuppertal

Referenzpreis Lieferwasserstoff: 12,5 €/kg

Abzgl. 3,77€ THG-Quoten Handel → **8,73 € Zielpreis**

- Logistikkosten (pro Busbetankung Depot<->Erzeugung)

Entfernung	45 km
Instandhaltungskosten:	14,60 €
Verbrauch:	4kg H2
Personalkosten	35 €/h
Kosten pro Betankung	86 €
Durchschnittliche Betankungsmenge:	20 kg
Aufschlag pro kg H2	4,30 €

- Wartungskosten

Fixkosten pro Jahr:	155.500 €
Maximator	
Variante 1 (Maintenance Package):	36.750 € pa
Maximator	
Variante 2 (Fullservice Package):	66.750 € pa
Variable Kosten	>1000 h 12 €/h

- Logistikkosten (Trailer Depot <-> Erzeugung)

Entfernung	45 km
Trailer Kapazität	500 kg
Kosten pro km	1,5 €
H2 Bedarf	187,2 t H2
Trailer Fahrten	374
Gesamtkosten	25.272,00 €
Aufschlag pro kg H2	0,14 €/kg

- CAPEX:

Elektrolyse	6.000.000 €
Förderung	- 3.000.000 €
Erweiterung auf 2MW	1.306.700 €
Trailer Befüllstation	785.000 €
Trailer	1.100.000 € (90 % Förderung)
Laufzeit	20 Jahre

Zusammensetzung H2 Kosten

	Steigende Produktionsmenge							
	1000 h	2000 h	3000 h	4000 h	5000 h	6000 h	7000 h	8000 h
Kostenzusammensetzung pro kg H2 für 2MW CAPEX: 4.306.700 € → 215.335 € jährlich								
H2 Produktionsmenge in kg	36.000	72.000	108.000	144.000	180.000	216.000	252.000	288.000
CAPEX	5,98 €	2,99 €	1,99 €	1,50 €	1,20 €	1,00 €	0,85 €	0,75 €
Wartungskosten (Fullservice Package)	6,17 €	3,25 €	2,28 €	1,79 €	1,50 €	1,31 €	1,17 €	1,06 €
Variable Kosten (Stromkosten)	3,53 €	4,55 €	5,12 €	5,55 €	5,94 €	6,35 €	6,80 €	7,30 €
Logistikkosten	4,30 €	4,30 €	4,30 €	4,30 €	4,30 €	4,30 €	4,30 €	4,30 €
Gesamtkosten pro kg H2 (2MW)	19,99 €	15,10 €	13,70 €	13,14 €	12,94 €	12,96 €	13,12 €	13,41 €
Kostenzusammensetzung pro kg H2 für 1MW CAPEX: 3.000.000 € → 150.000 € jährlich								
H2 Produktionsmenge in kg	18.000	36.000	54.000	72.000	90.000	108.000	126.000	144.000
CAPEX	8,33 €	4,17 €	2,78 €	2,08 €	1,67 €	1,39 €	1,19 €	1,04 €
Wartungskosten (Fullservice Package)	12,35 €	6,51 €	4,56 €	3,59 €	3,00 €	2,61 €	2,34 €	2,13 €
Variable Kosten (Stromkosten)	3,53 €	4,55 €	5,12 €	5,55 €	5,94 €	6,35 €	6,80 €	7,30 €
Logistikkosten	4,30 €	4,30 €	4,30 €	4,30 €	4,30 €	4,30 €	4,30 €	4,30 €
Gesamtkosten pro kg H2 (1MW)	28,51 €	19,53 €	16,76 €	15,52 €	14,91 €	14,65 €	14,63 €	14,77 €
Differenz	8,53 €	4,43 €	3,06 €	2,38 €	1,97 €	1,70 €	1,50 €	1,36 €

Szenario 2

Trailer Befüllstation

	Steigende Produktionsmenge							
	1000 h	2000 h	3000 h	4000 h	5000 h	6000 h	7000 h	8000 h
Kostenzusammensetzung pro kg H2 für 2MW + Trailerbefüllstation CAPEX: 5.201.700 € → 260.085 € jährlich								
H2 Produktionsmenge in kg	36.000	72.000	108.000	144.000	180.000	216.000	252.000	288.000
CAPEX	7,22 € (+1,24 €)	3,61 € (+0,62 €)	2,41 € (+0,41 €)	1,81 € (+0,31 €)	1,44 € (+0,25 €)	1,20 € (+0,21 €)	1,03 € (+0,18 €)	0,90 € (+0,16 €)
Wartungskosten (Fullservice Package)	6,17 €	3,25 €	2,28 €	1,79 €	1,50 €	1,31 €	1,17 €	1,06 €
Variable Kosten (Stromkosten)	3,53 €	4,55 €	5,12 €	5,55 €	5,94 €	6,35 €	6,80 €	7,30 €
Logistikkosten	0,14 € (-4,16 €)	0,14 € (-4,16 €)	0,14 € (-4,16 €)	0,14 € (-4,16 €)	0,14 € (-4,16 €)	0,14 € (-4,16 €)	0,14 € (-4,16 €)	0,14 € (-4,16 €)
Gesamtkosten pro kg H2 (2MW)	17,06 €	11,55 €	9,94 €	9,28 €	9,02 €	8,99 €	9,13 €	9,40 €

Was ist THG Quote

- In Art. 25 RED III werden Vorgaben für erneuerbare Energien im Verkehrssektor festgelegt (29 % EE-Anteil bzw. 14,5 % THG-Minderung bis 2030).
- Zur Erfüllung hat der Bundestag die THG-Minderungsquote verabschiedet (ehemals Biokraftstoffquote).
- Quotenverpflichteter nach dem Energiesteuergesetz: Inverkehrbringer von Diesel- und Ottokraftstoffen.

Was ist die THG-Minderungsquote?

- Die Quotenverpflichteten müssen ihre THG-Emissionen senken, um die THG-Minderungsquote zu erfüllen.
- Die Senkung kann
 - durch Inverkehrbringung von emissionsarmen/-freien Kraftstoffen
 - durch Ankauf von THG-Quoten von anderen Inverkehrbringern von emissionsarmen/-freien Kraftstoffen erfolgen.

Tankstellenbetreiber erzeugen die handelbare Quote

THG-Quotenhandel



Pflicht zur Treibhausgasminderung
(§ 37a Abs. 1 BImSchG) für Inverkehrbringer von Otto- und Dieselkraftstoffen.



Inverkehrbringer von Otto- und Dieselkraftstoffen

THG-Quotenverpflichtete: Raffinerien, Großhändler etc. (Inverkehrbringen $\hat{=}$ Entnahme aus dem Steuerlager).



Produzent klimafreundlicher Kraftstoffe

Grüner Wasserstoff



Tankstellenbetreiber
THG-Quotenproduzent durch Inverkehrbringen klimafreundlicher Kraftstoffe.

Verkauf der Quote
(sog. Quotenhandelsvertrag)

Der Preis für die Quote ist von der Zahlungsbereitschaft der THG-Quotenverpflichteten am Markt abhängig und schwankt stark.

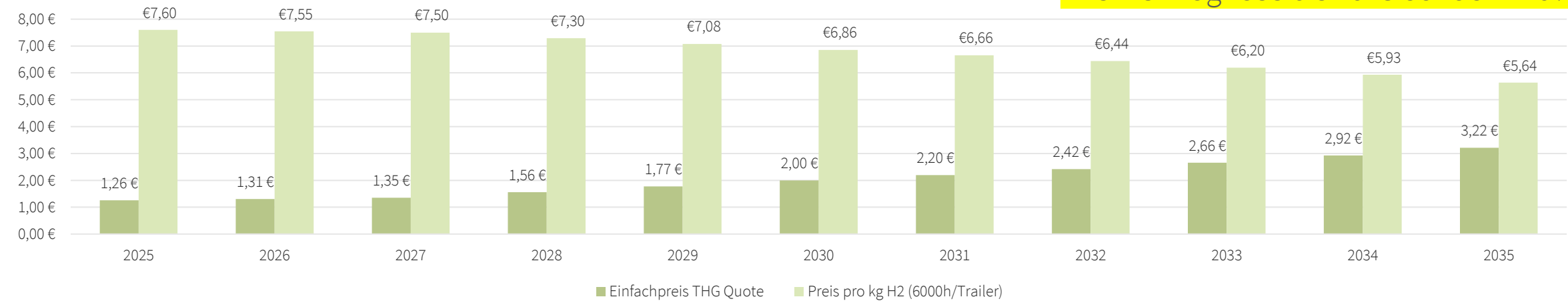
THG Quoten Handel

Dreifachanrechnung: 3,77 €/kg H2
Einfachanrechnung: 1,26 €/kg H2

Abzüglich Einfachanrechnung (1,26 € / kg H2)		Steigende Produktionsmenge						
	1000 h	2000 h	3000 h	4000 h	5000 h	6000 h	7000 h	8000 h
Wartungsvertrag Fullservice								
1MW + Logistik - THG	27,26 €	18,27 €	15,51 €	14,26 €	13,65 €	13,40 €	13,37 €	13,51 €
2MW + Logistik - THG	18,73 €	13,84 €	12,44 €	11,88 €	11,68 €	11,70 €	11,87 €	12,15 €
2MW + Logistik (Trailer) - THG	15,81 €	10,29 €	8,69 €	8,02 €	7,76 €	7,74 €	7,87 €	8,14 €
Wartungsvertrag Maintenance								
1MW + Logistik - THG	25,59 €	17,44 €	14,95 €	13,85 €	13,32 €	13,12 €	13,13 €	13,30 €
2MW + Logistik - THG	17,90 €	13,43 €	12,16 €	11,67 €	11,52 €	11,56 €	11,75 €	12,05 €
2MW + Logistik (Trailer) - THG	14,97 €	9,88 €	8,41 €	7,81 €	7,60 €	7,60 €	7,76 €	8,04 €

THG - Entwicklung Prognose

Enervis Prognose bis 2023 danach +10%



Fazit

- Der Wasserstoffpreis liegt stand heute unter Einbeziehung der THG Quote unter 10€ /kg.
- In Perspektive wird bei steigenden CO2 Preisen der fossile Kraftstoff teurer, der Wasserstoff mit steigender THG Quote günstiger.
- Die Logistikkosten nehmen einen großen Anteil am Gesamtpreis ein.
- Eine Onsite Elektrolyse direkt an der Tankstelle ist die günstigste Variante.
- In Perspektive mit Wasserstoffimporten und sich ein aufbauenden Wasserstoffmarkt über alle Sektoren hinweg, wird Wasserstoff signifikant günstiger.
- **Wichtig:** Entweder man ist selbst Betreiber der Betankungsanlage und bringt die THG Quote an den Markt oder findet vertragliche Grundlagen mit dem Wasserstofflieferanten, zum Durchreichen der THG Quote.