

# Wuppertal: Brennstoffzellenbusse der WSW mobil GmbH



- ▶ **Kurzeinstieg „Warum Wasserstoff“  
- Erfahrungen aus dem Wuppertaler Modell –**
- ▶ **Marktentwicklung**
- ▶ **Einsatzenerfahrungen**

- ▶ **Kurzeinstieg „Warum Wasserstoff“  
- Erfahrungen aus dem Wuppertaler Modell –**
- ▶ Marktentwicklung
- ▶ Einsatzerfahrungen



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

## WSW-Konzern



Müllheizkraftwerk  
(AWG)

Brennstoffzellenbusse  
(WSW mobil)



Steuerung der  
Erzeugungskapazitäten  
(WSW Energie &  
Wasser)

Strom

Wasserstoff

Potenzial für weitere  
Brennstoffzellen-  
Fahrzeuge im WSW  
Konzern

Optimierung am  
Strommarkt

Strommarkt

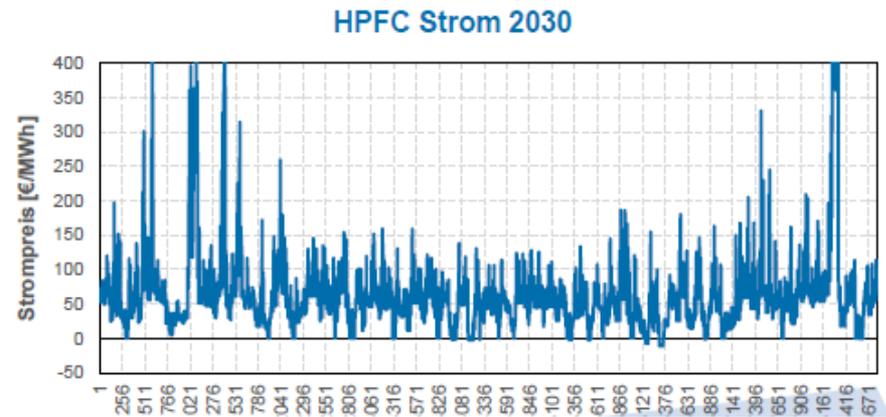
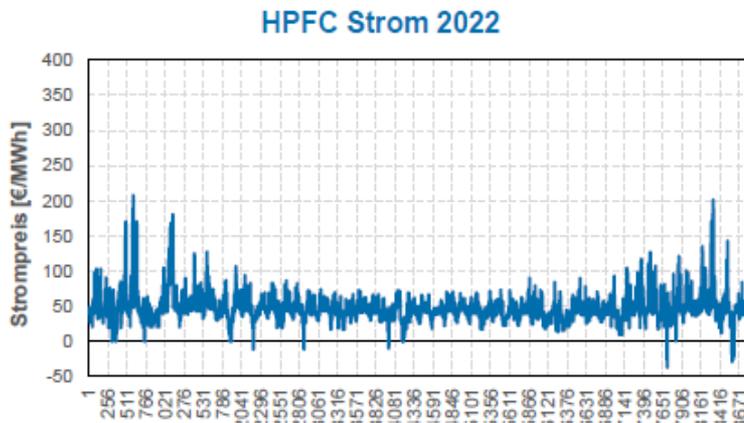
Elektrolyseur



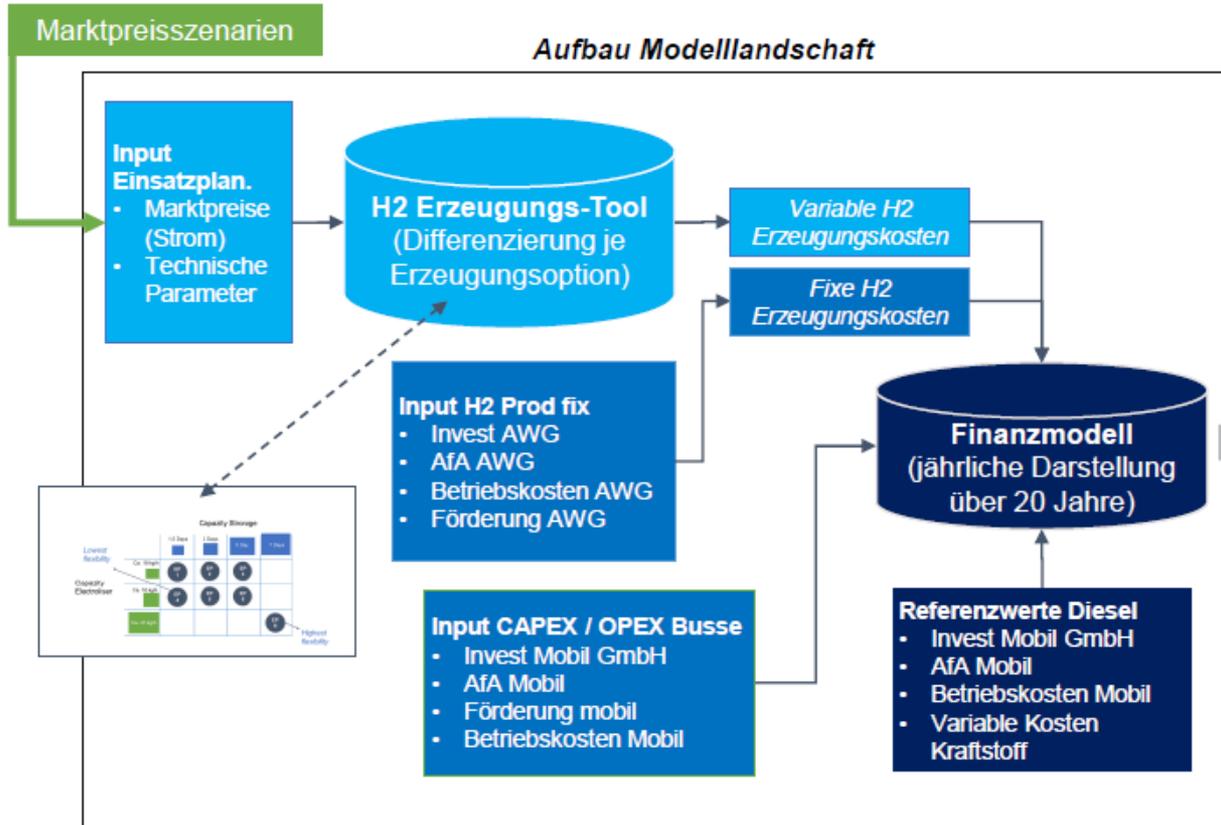
Das Konzept ist seit Mai 2020 umgesetzt; sowohl für die Fahrzeugflotte als auch für die Infrastruktur standen Landes-, Bundes- und europäische Fördermittel zur Verfügung.

1. Wasserstofftechnologie ist eine mögliche Lösung von E-Mobilität für den Wuppertaler ÖPNV. Die WSW kann durch eigene Wasserstoff-Produktion Synergien im Konzern nutzen.
2. **Der Wasserstoff mit seiner Speichermöglichkeit ermöglicht die Entkopplung der Betankung vom Energieeinsatz.**
3. **Daraus sich ergebende Freiheitsgrade beeinflussen wesentlich die Kosten des Wandels in der Antriebstechnik**
4. Wasserstoff kann mit vielen Ansätzen „grün“ hergestellt werden und ist somit der ideale Beitrag des Mobilitätssektors zur CO<sub>2</sub>-Neutralität

- Alle Fundamentalmodelle gehen von einer zunehmenden Volatilität der Strompreise in Zukunft aus
- Getrieben ist diese Entwicklung durch das Abschalten der steuerbaren Erzeugungsanlagen
- Unterstellt ist eine weiter steigende Förderung von Wind- und PV-Ausbau



# Berechnungsmodell der Brennstoffzellentechnologie mit möglichem Vergleich zu anderen Antriebsarten



Der Kostenvergleich der zur Zeit verfügbaren Antriebskonzepte zeigt, dass der Brennstoffzellenbus bei optimierter Erzeugung ein sehr günstiger Antrieb sein kann.

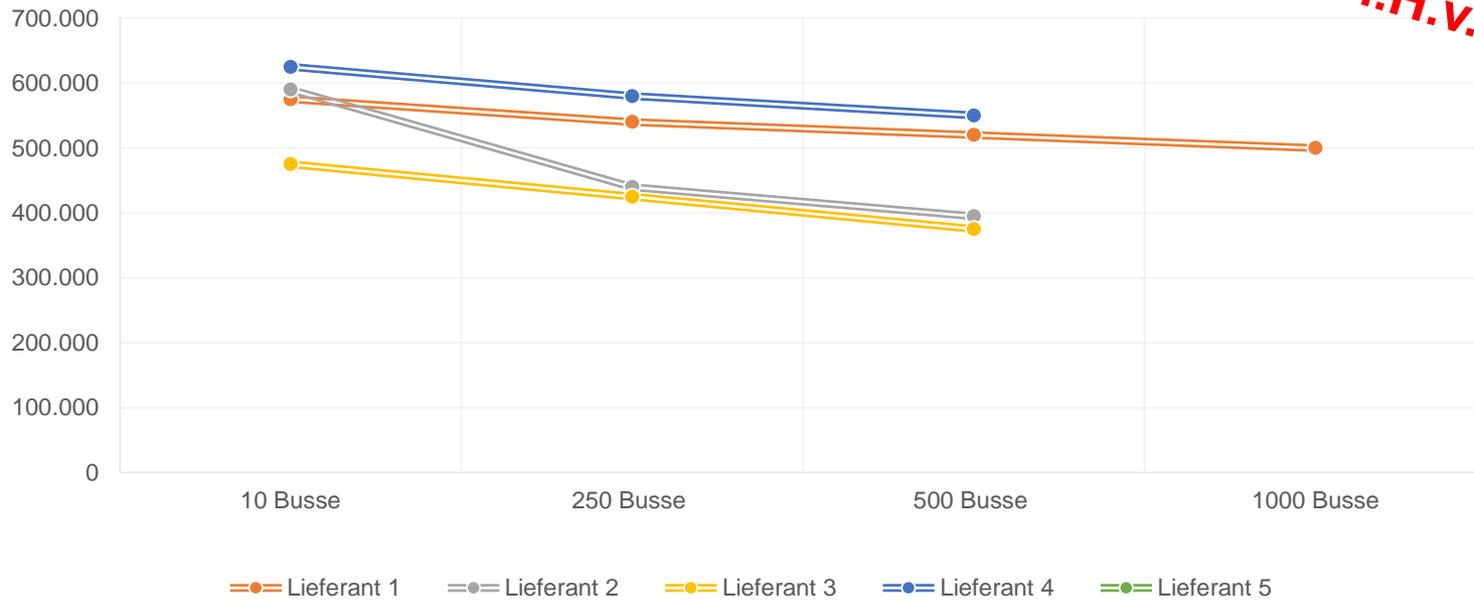
- ▶ Kurzeinstieg „Warum Wasserstoff“
  - Erfahrungen aus dem Wuppertaler Modell –
- ▶ **Marktentwicklung**
- ▶ **Einsatzerfahrungen**

# Brennstoffzellenbusse

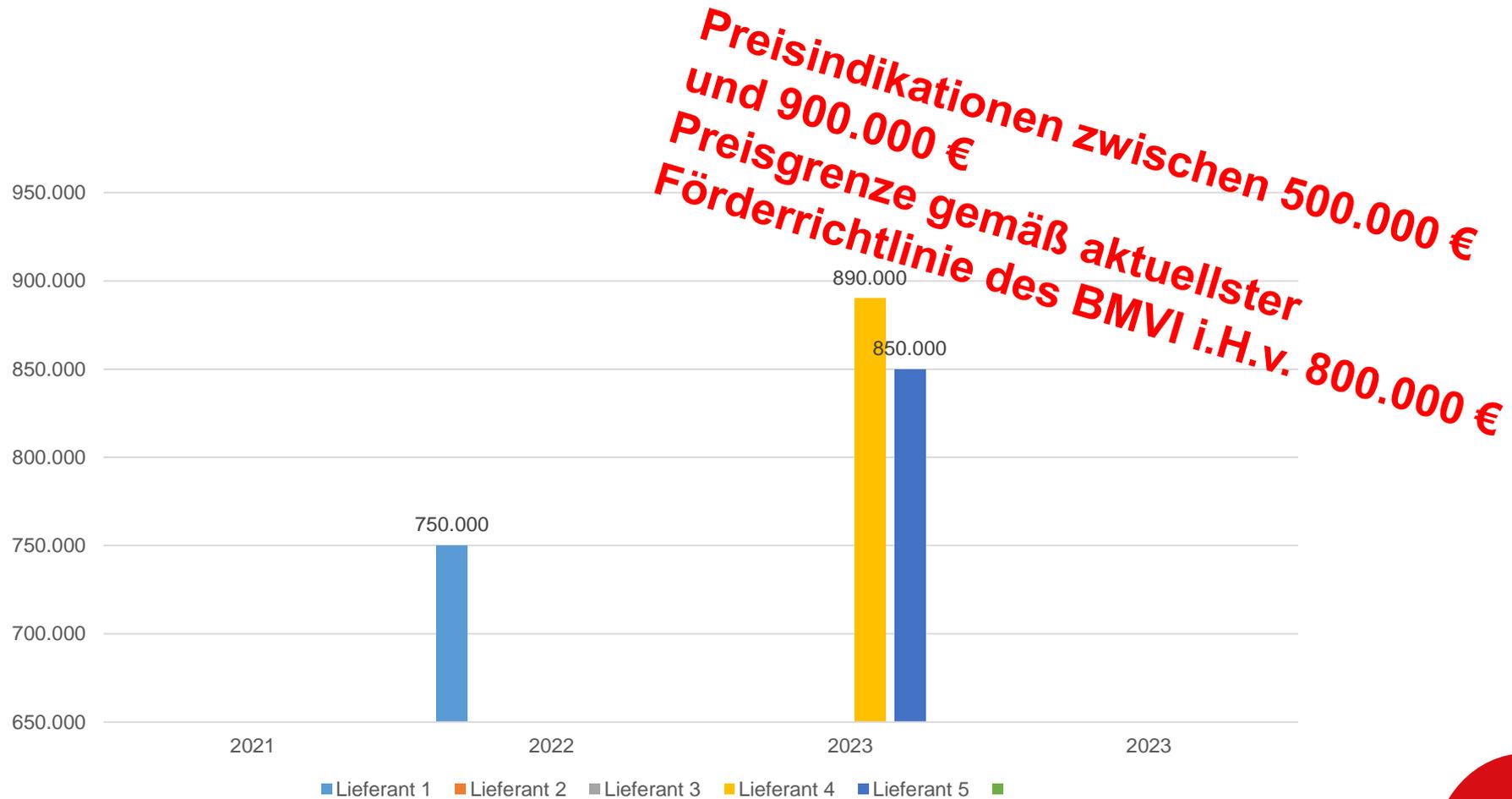


# Preisentwicklung von 12 m Bussen durch Skaleneffekte

**Preisgrenze gemäß aktuellster Förderrichtlinie des BMVI i.H.v. 590.000 €**



# Lieferfähigkeit von 18 m Bussen



- ▶ Kurzeinstieg „Warum Wasserstoff“
  - Erfahrungen aus dem Wuppertaler Modell –
- ▶ Marktentwicklung
- ▶ **Einsatzenerfahrungen**





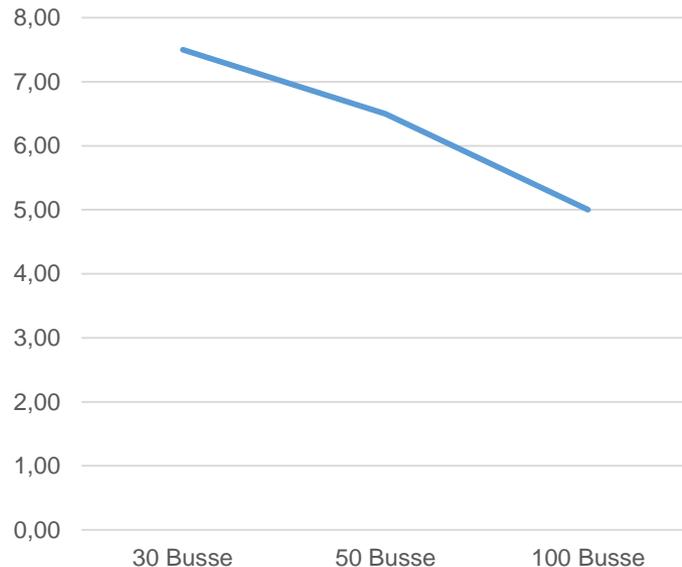
- Die Qualität der Fahrzeuge ist ausreichend für den täglichen Einsatz.
- Die im Einsatz auftretende Fehlerhäufigkeit liegt nur gering über den Dieselfahrzeugen.
  - die Verfügbarkeit liegt bei 82 %
- Changemanagement bei der Instandhaltung und Logistik herausfordernd.

- Angelieferte Fahrzeuge müssen vor Ort den Bedingungen angepasst werden
  - Systemanpassungen zur Optimierung des Energiehaushaltes – Parametrisierung des Antriebstranges
- Fahrerschulungen sind extrem wichtig
- Werkstattpersonal muss im gesamten Prozess mit einbezogen werden
  - Bei Übergang in den operativen Bereich erhöht dies die Verfügbarkeit der Fahrzeuge
- Instandhaltung ist mehr ein Schulungsthema als eines der Technik
- Nach einem Jahr sind die Instandhaltungskosten paritätisch zum Diesel
  - In Perspektive können diese darunter liegen
- Bauliche Maßnahmen in der Werkstatt überschaubar
  - In Abhängigkeit der räumlichen Gegebenheiten sind hauptsächlich das Detektieren von H<sub>2</sub>, der Ex - Schutz und die Abluft sicherzustellen



- Die Tankstelle hat eine Verfügbarkeit von nahezu 90 %
  - gelegentliche Druckspitzen während des Betankens und damit verbundene, kurze Ausfallzeiten sind bisher das einzige Problem.
- Die Wasserstoffproduktion erzeugt gelegentliche Ausfälle wegen
  - verschiedener elektrischer Probleme im Elektrolyseur und
  - der Dimensionierung einzelner Ventile.
- Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb ist die Abstimmung der Druckkurven vom Fahrzeug und der Tankstelle
  - nur so kann eine Füllzeit von 11 Minuten erreicht werden.

## H2 Preis an der Fahrzeugübergabe durch den Enabler und einem industriellen Partner



Durch lokale Wasserstoffherzeugung und entsprechend kurzen Lieferwegen sowie der Kernkompetenz eines industriellen Partners, kann der Wasserstoffpreis auf 5 € an der Übergabestelle Dispenser → Bus sinken. Das eigene Unternehmen muss keine Investitionen tätigen. Lediglich den Platz für die Betankungsanlage zur Verfügung stellen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!  
Gibt es Fragen?



B.Eng. Julian Holz, Projektingenieur Fahrzeugtechnik, Wuppertaler Stadtwerke

[julian.holz@wsw-online.de](mailto:julian.holz@wsw-online.de)