

Der Weg zum Einsatz von Brennstoffzellenbussen

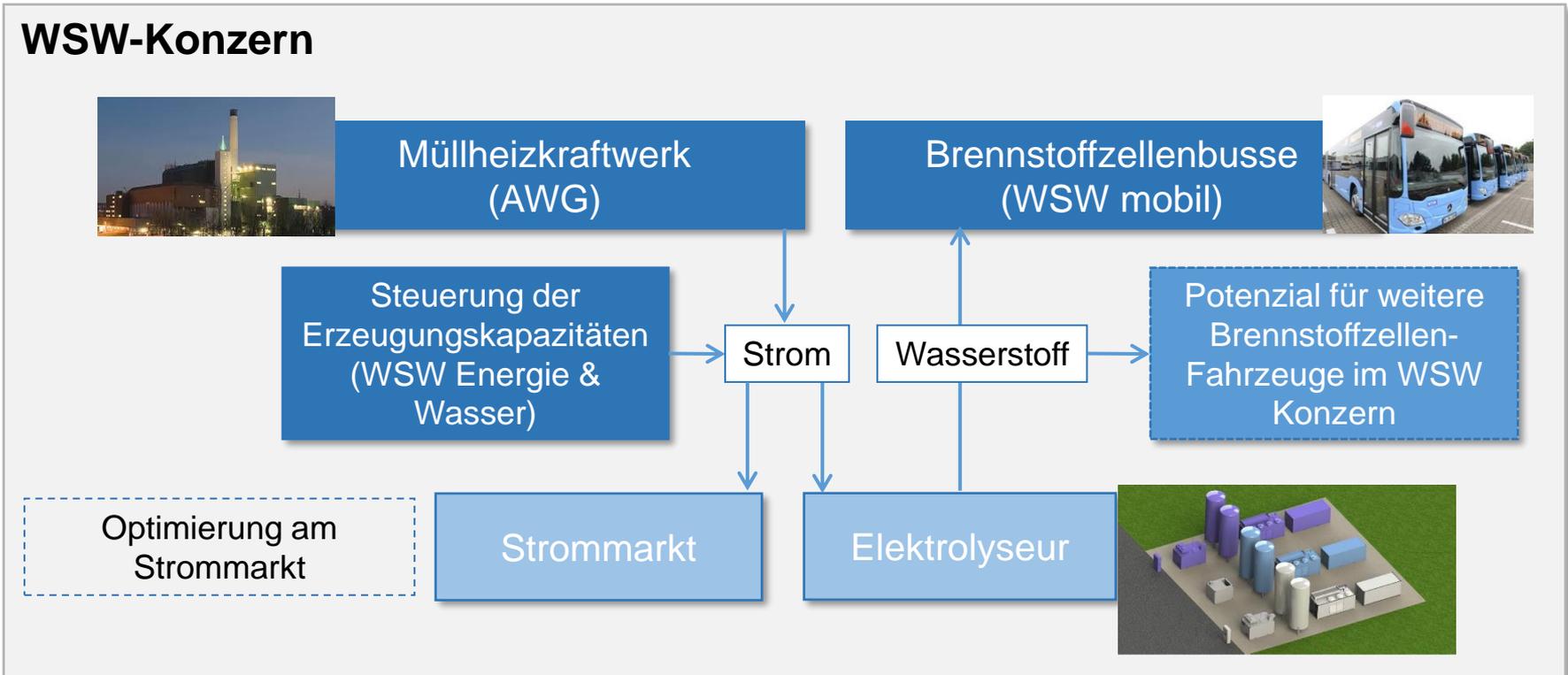


- ▶ **Kurzeinstieg „Warum Wasserstoff“
- Erfahrungen aus dem Wuppertaler Modell –**
- ▶ **Markteinführung**
- ▶ **Einsatzenerfahrungen**

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

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

WSW-Konzern

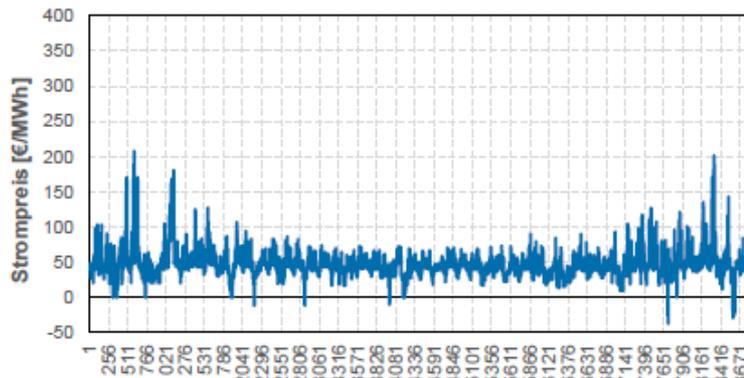


Das Konzept ist seit Mai 2020 umgesetzt; sowohl für die Fahrzeugflotte als auch für die Infrastruktur standen Landes-, Bundes- und europäische Fördermittel zur Verfügung.

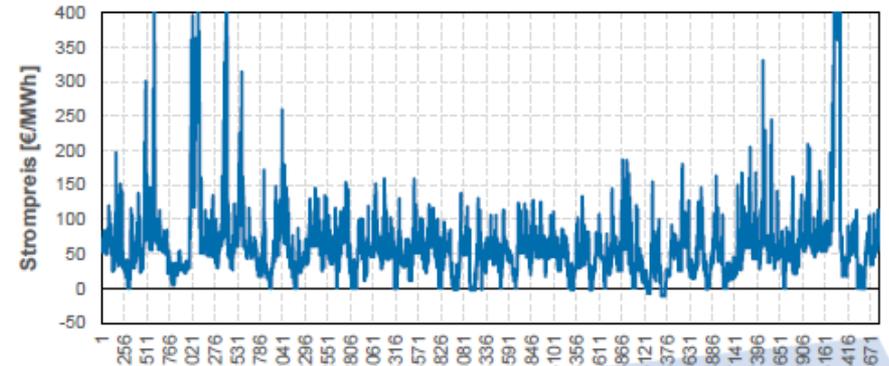
1. Wasserstofftechnologie ist eine mögliche Lösung von E-Mobilität für den Wuppertaler ÖPNV. Die WSW kann durch eigene Wasserstoff-Produktion Synergien im Konzern nutzen.
2. **Der Wasserstoff mit seiner Speichermöglichkeit ermöglicht die Entkopplung der Betankung vom Energieeinsatz.**
3. **Daraus sich 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 CO2 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 Zubau

HPFC Strom 2022



HPFC Strom 2030



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



Brennstoffzellenbusse



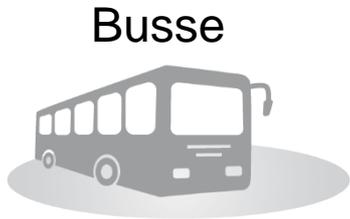
Einkaufserfahrungen im der Kooperation mit der RVK (Regionalverkehre Köln)

- ▶ Eine gemeinsame Ausschreibung wurde initiiert und der Vertrag in Januar 2018 geschlossen
- ▶ Das Lastenheft wurde weitgehend gleich gehalten
 - ▶ Abweichungen nur auf spezifische Ausstattungsmerkmale bezogen
- ▶ In der ersten Tranche von 40 Bussen gab es nur einen zugelassenen Bieter
- ▶ In der zweiten Tranche von 25 Bussen boten 4 Bieter an
 - ▶ Hierdurch ergab sich ein Verhandlungspotential

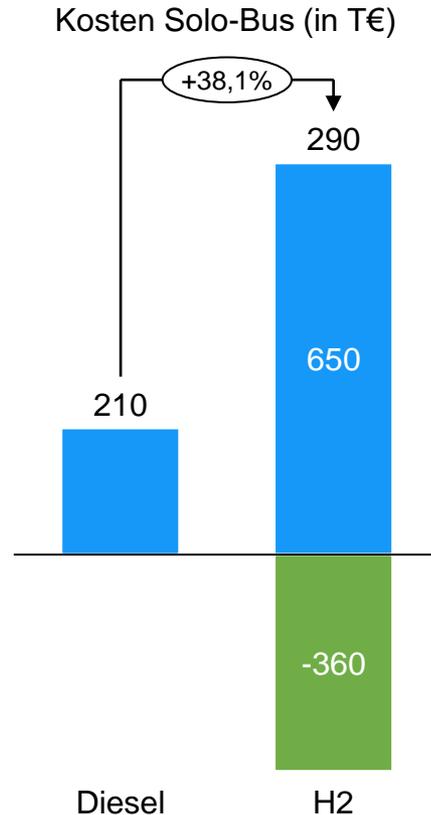
Grundlage der Kooperation war der gemeinsame Wille der Zusammenarbeit

BZ Buskosten vs. Dieselbuskosten bei Projektstart

Indikation auf Basis
Erfahrungen WSW



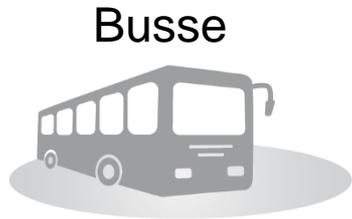
■ Kosten Bus
■ Förderung¹



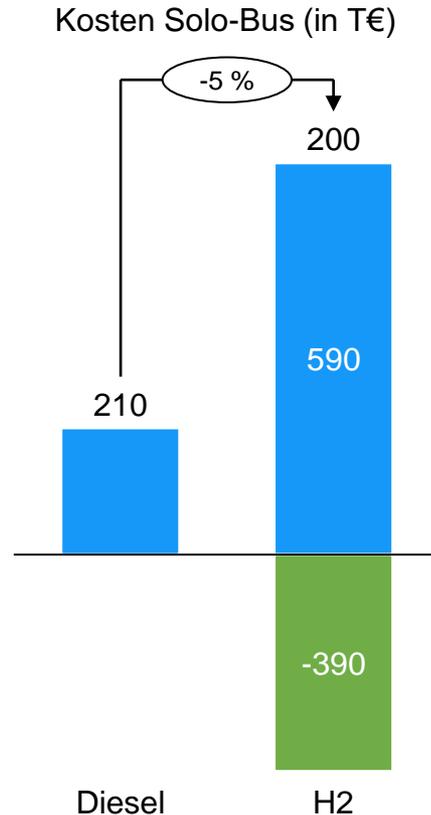
- ▶ Die Kosten eines Brennstoffzellenbusses liegen aktuell noch deutlich oberhalb denen eines Dieselbusses (Faktor 3)
- ▶ Unter Berücksichtigung des sehr positiven Förderumfelds¹ kann das Delta deutlich gesenkt werden, mit Mehrkosten von 80T€ liegen die BZ-Busse 38% über denen eines Dieselbusses
- ▶ Für eine Etablierung der Technologie ist eine deutliche Kostendegression der Busse in den nächsten Jahren notwendig
- ▶ Neben den für die OEM benötigten Skaleneffekten ist die Etablierung eines wettbewerblichen Umfelds hierbei entscheidend
 - In unserer Kooperation mit den Regional Verkehre Köln (RVK) bewarb sich lediglich ein Hersteller.

BZ Buskosten vs. Dieseldiesbuskosten aktuell im Bezug auf die zweite Tranche Busse

Indikation auf Basis Erfahrungen WSW

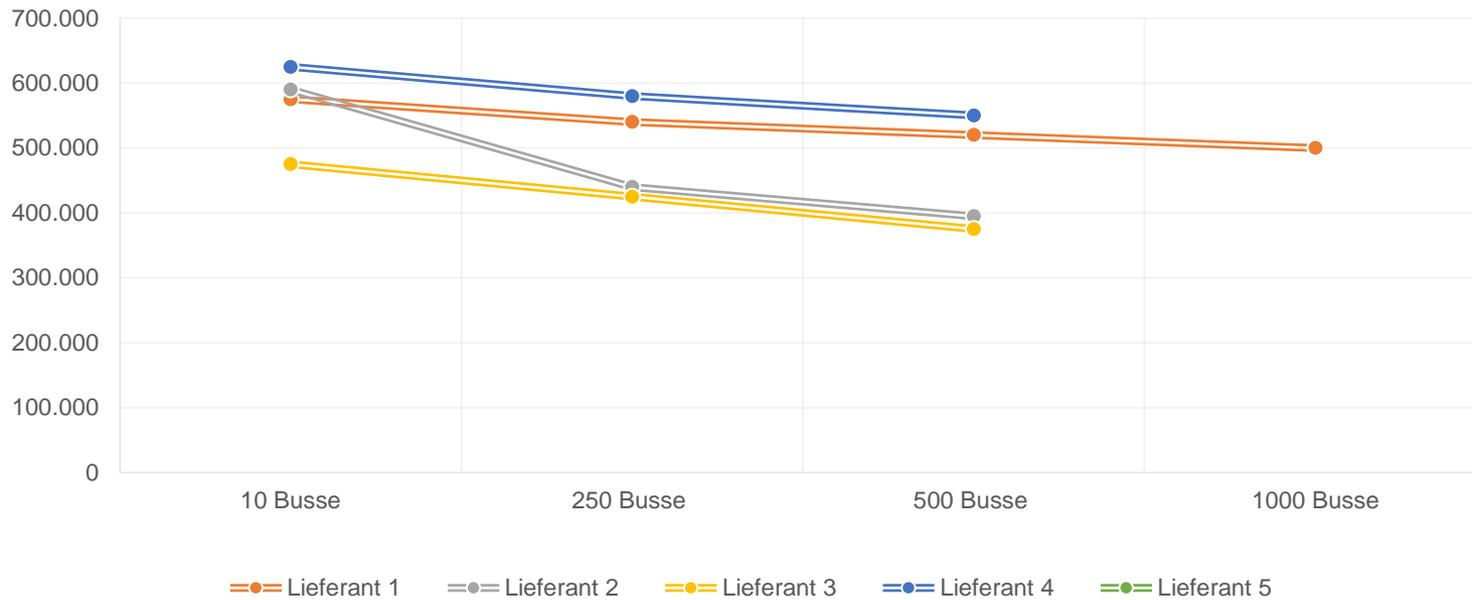


■ Kosten Bus
■ Förderung¹



- ▶ Die Kosten eines Brennstoffzellenbusses liegen aktuell noch deutlich oberhalb denen eines Dieseldiesbusses
- ▶ Unter Berücksichtigung dieser Fördermöglichkeiten können BZ Busse kostenparitätisch zum Dieseldiesbus beschafft werden
 - In der letzten Ausschreibung von 25 BZ-Bussen, an der die WSW teilgenommen hat, fand sich nun 4 Anbieter

Preisentwicklung von 12 m Bussen durch Skaleneffekte



Lieferfähigkeit von 18 m Bussen



Preisindikationen zwischen 500.000 € und 900.000 €



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



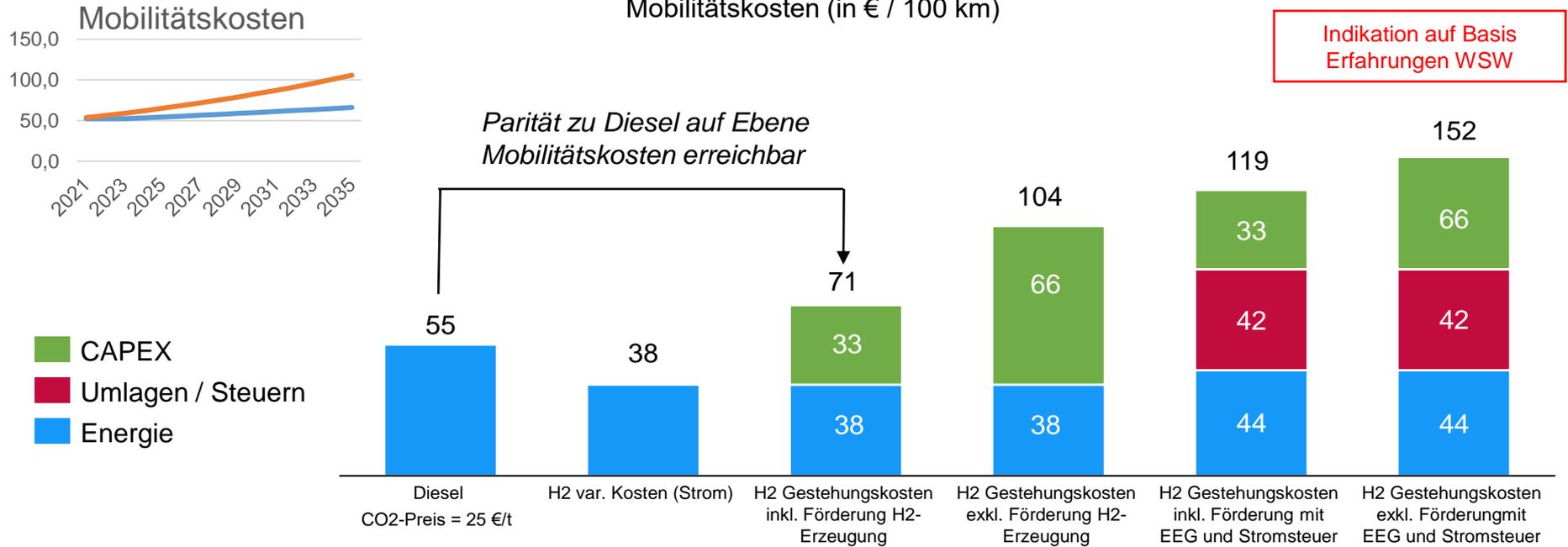


- ▶ Die Qualität der Fahrzeuge ist gut, im täglichen Einsatz ohne Probleme in der Antriebstechnologie.
- ▶ Die im Einsatz auftretende Fehlerhäufigkeit liegt nur gering über den Dieselfahrzeugen.
 - ▶ die Verfügbarkeit liegt bei 82 %
- ▶ Changemanagement bei der Instandhaltung und Logistik herausfordernd.

- ▶ 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

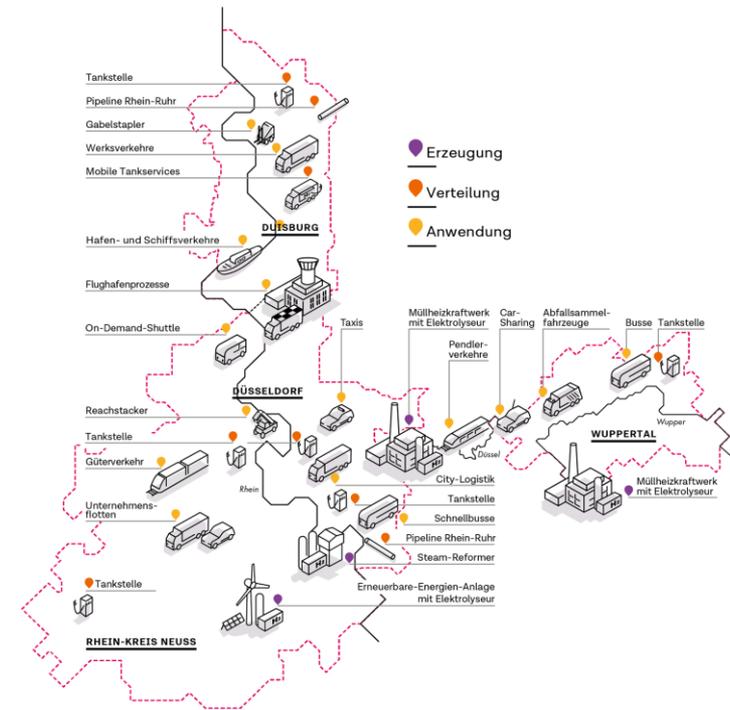
- ▶ Nach einem Jahr sind die Instandhaltungskosten paritätisch zum Diesel
 - ▶ In Perspektive können diese darunter liegen
- ▶ Bauliche Maßnahmen in der Werkstatt überschaubar
 - ▶ In Abhängigkeit der räumlichen Gegebenheiten sind hauptsächlich das Detektieren von H₂, der Ex - Schutz und die Abluft sicherzustellen

Kostenvergleich Diesel / H2

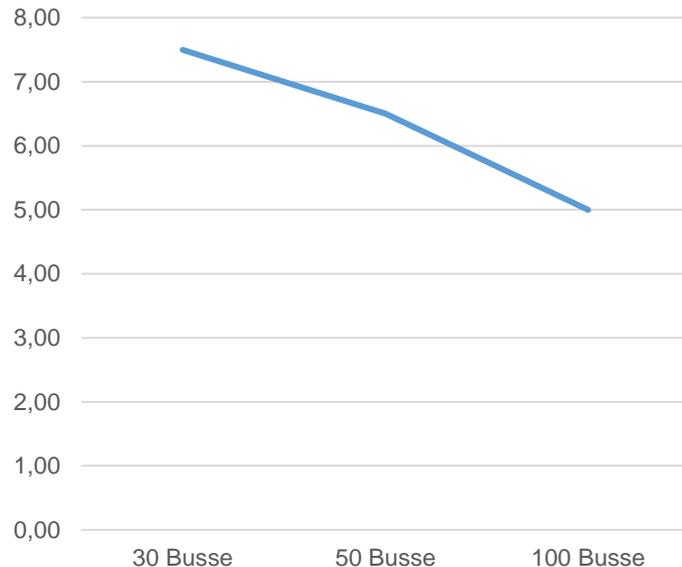


- ▶ Der Vergleich der Mobilitätskosten zwischen Diesel und eigenproduziertem H₂ hängt stark von der zugrundgelegten Förderung der Infrastruktur sowie den staatlichen Komponenten im Strompreis ab
- ▶ Bei den rein variablen Kosten hat die Produktion von Wasserstoffmobilität deutliche Kostenvorteile im Vergleich zum Diesel, allerdings nur ohne staatliche Strompreiskomponenten

- ▶ Die Wasserstoffwirtschaft baut sich in hoher Geschwindigkeit auf, deren Senke zur Zeit aus Gründen der Anlegbarkeit der Energiekosten die Mobilität ist
- ▶ Wir wollen die Erzeugungsmöglichkeiten der Region zur Versorgung unserer Flotte mit grünen Wasserstoff auch im Verbund mit anderen ÖPNV Betrieben aufbauen
- ▶ Durch die Versorgungssicherheit dieses Konstruktes fallen Transformationsbarrieren in der Mobilität



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.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dipl.-Ing. Andreas Meyer, Leiter Fahrzeugtechnik, Wuppertaler Stadtwerke

andreas.meyer@wsw-online.de