

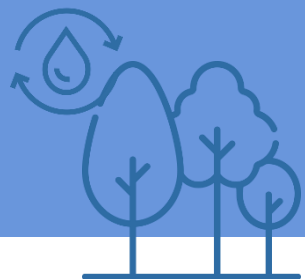


HeavyDuty
Congress

Andreas Meyer

WSW mobil GmbH

**Praxisbericht: Betrieb von
Brennstoffzellenbussen**

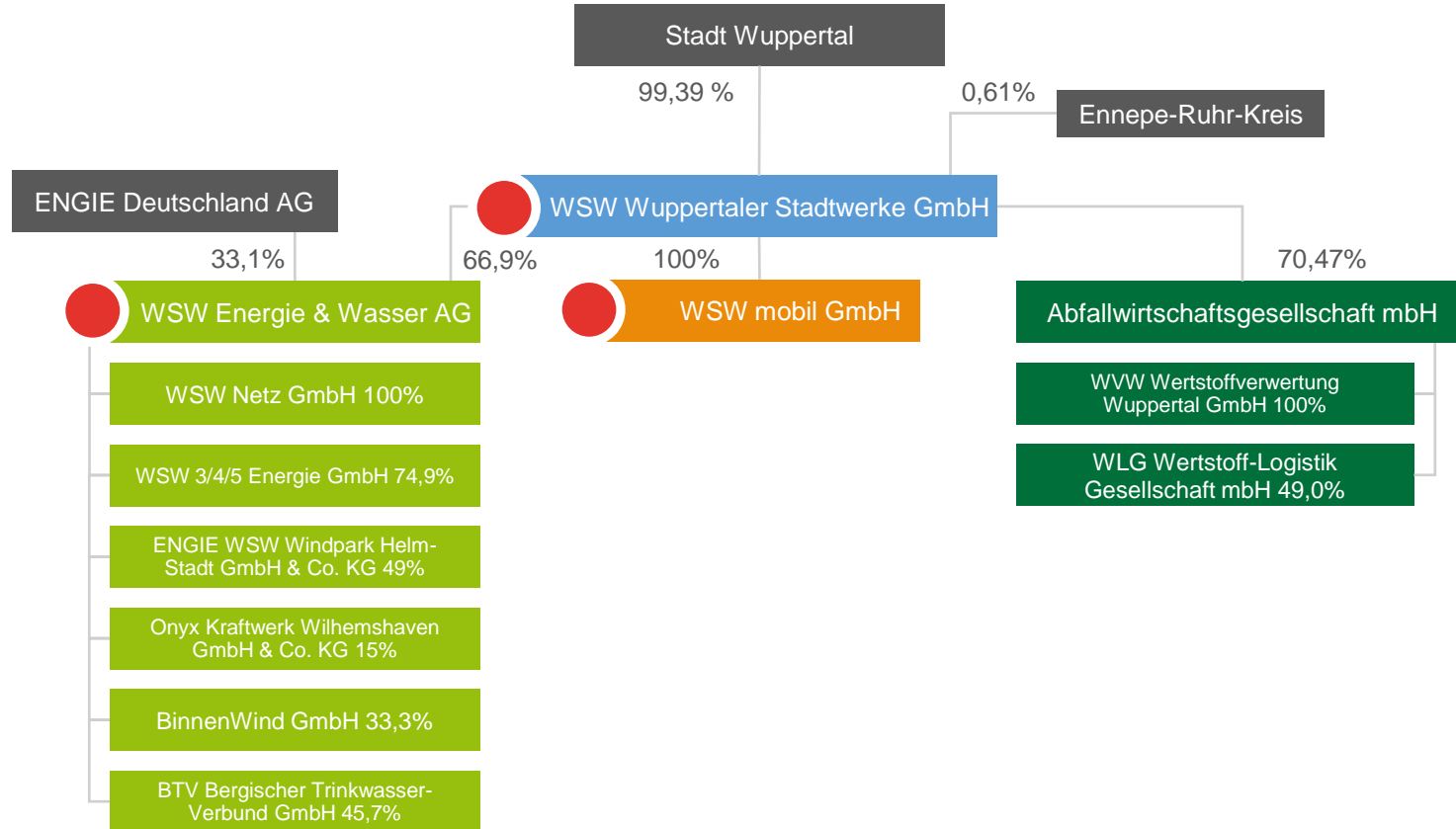


H₂W – Das Modell Wuppertal

Andreas Meyer

**WUPPEN
WIR'S**

Konzernstruktur der WSW-Unternehmensgruppe



In Politik und Gesellschaft steigt das Bewusstsein für Klima- und Naturschutz

Daraus ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an die WSW.

Energiewende: Klimaschutzziele und Versorgungssicherung

Energiewirtschaft

CO₂-Ausstieg, Ersatz durch Erneuerbare Energien

Konventionelle Energieerzeugung
Kohleausstieg beschlossen

Notwendigkeit: Hebung von
Flexibilitätpotenzialen

Verkehrswirtschaft

Höhere Umweltauflagen
→ Clean vehicles directive

Neue Technologien
→ E-Mobilität

Perspektivisch: Sektor übergreifende
Klimaschutzerfüllung

Durch die Verbindung von Systemen, kann ein Zusatznutzen generiert werden.

WSW als vollintegriertes Stadtwerk, hat Potenzial für neue, integrierte Geschäftsmodelle
→ ein solches Thema ist **Power-to-Mobility**

Lösungsansatz in Wuppertal: Wasserstofftechnologie im ÖPNV

Warum Wasserstoff ?



- Reichweite der Fahrzeuge vergleichbar zu Diesel: Gut in aktuellen Umlaufplänen integrierbar
- Schnelle Betankung (Vergleichbar mit Diesel)
- Flexible Speichermöglichkeit
- Alltagstauglichkeit der Fahrzeugtechnik unter Beweis gestellt
- Die Technologie zur Erzeugung von Wasserstoff ist verfügbar & funktioniert

Warum nicht Batterietechnik ?



- Eingeschränkte Speicherkapazität
- In der Wuppertaler Topographie nachgewiesene 1,7 kWh/km für einen 12 m Bus und 3,0 kWh/km für einen 18 m Bus. Somit sind große Akkumulatoren notwendig um Reichweiten zu erzielen
- Daraus resultieren hohe Infrastrukturkosten (für einen flächendeckenden Einsatz)

Wasserstofftechnologie ist eine Lösung von E-Mobilität für den Wuppertaler ÖPNV. WSW kann durch eigene Wasserstoff-Produktion Synergien im Konzern nutzen und einen Vorteil gegenüber Fremdbezug darstellen.

Lösungsansatz Wasserstofftechnologie im ÖPNV über die Gesamtwirkungskette

- Wasserstofftechnologie ist eine mögliche Lösung von E-Mobilität für den Wuppertaler ÖPNV. Die WSW kann durch eigene Wasserstoff-Produktion Synergien im Konzern nutzen.
- **Der Wasserstoff mit seiner Speichermöglichkeit, ermöglicht die Entkopplung der Betankung vom Energieeinsatz.**
- **Daraus sich ergebende Freiheitsgrade beeinflussen wesentlich die Kosten des Wandels in der Antriebstechnik.**
- Wasserstoff kann mit vielen Ansätzen „grün,, hergestellt werden und ist somit der ideale Beitrag des Mobilitätssektors zur CO2 Neutralität.

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

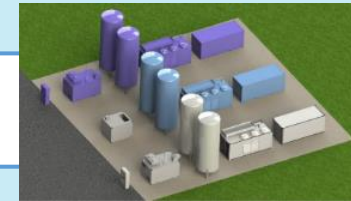
Wasserstoff

Potenzial für weitere
Brennstoffzellen-Fahrzeuge
im WSW Konzern

Optimierung am
Strommarkt

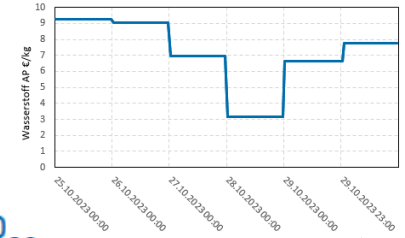
Strommarkt

Elektrolyseur

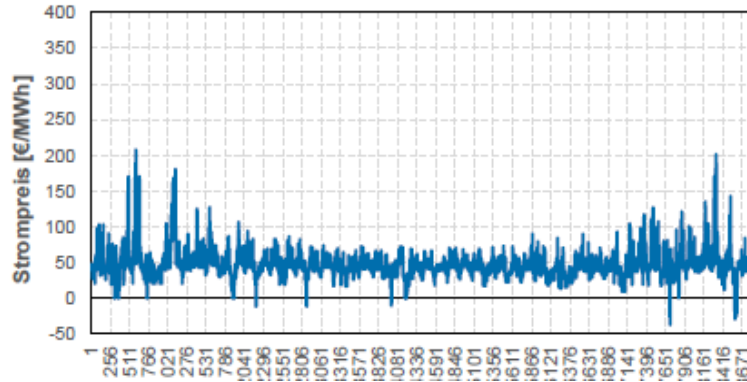


Lösungsansatz in Wuppertal: Wasserstofftechnologie im ÖPNV

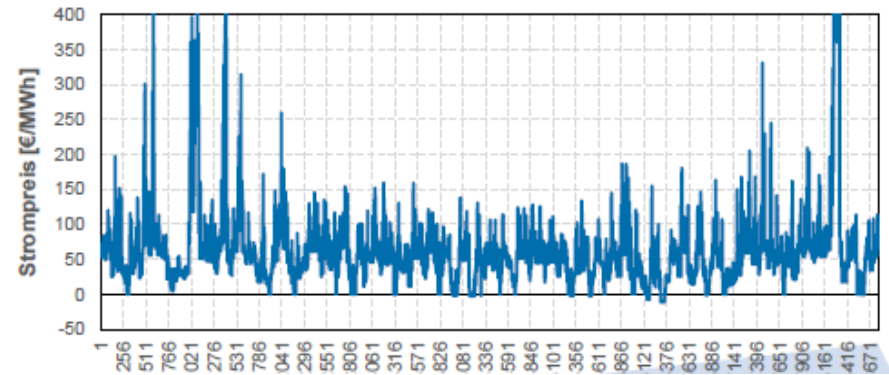
- Alle Fundamentalmodelle gehen von einer zunehmenden Volatilität der Strompreise in Zukunft aus
- Getrieben ist diese Entwicklung durch das Abschalten der steuerbaren Erzeugungsanlagen
- Unterstellt ist eine weiter steigende Förderung von Wind und PV Zubau



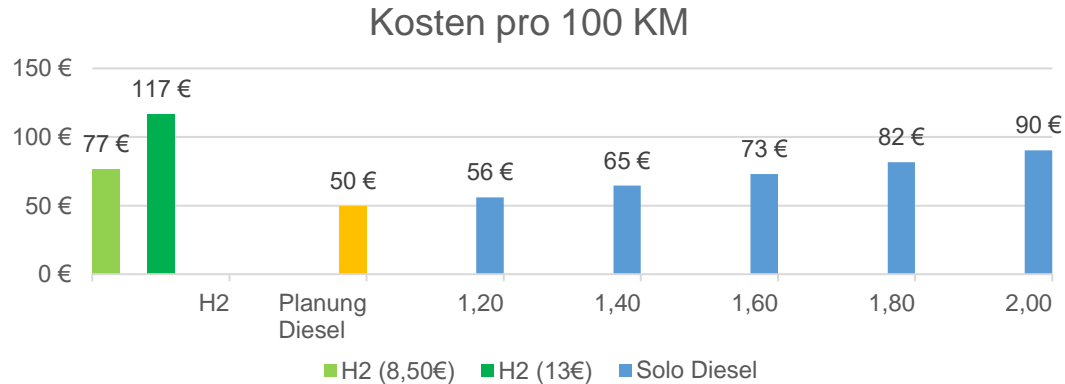
HPFC Strom 2022



HPFC Strom 20...



Indikation auf Basis Erfahrungen WSW



- Der Wasserstoffpreis ist gegenüber den Energiemarkt sehr sensible, getrieben durch die bei der Elektrolyse notwendigen 55 kWh/kg.
- Für Diesel und Wasserstoff denkt die WSW in Szenarien, da eine Langfristprognose durch viele Variablen ungenau erscheint.
- Mittelfristig scheint eine Kostenequivalenz zwischen Diesel und Wasserstoff wahrscheinlich.

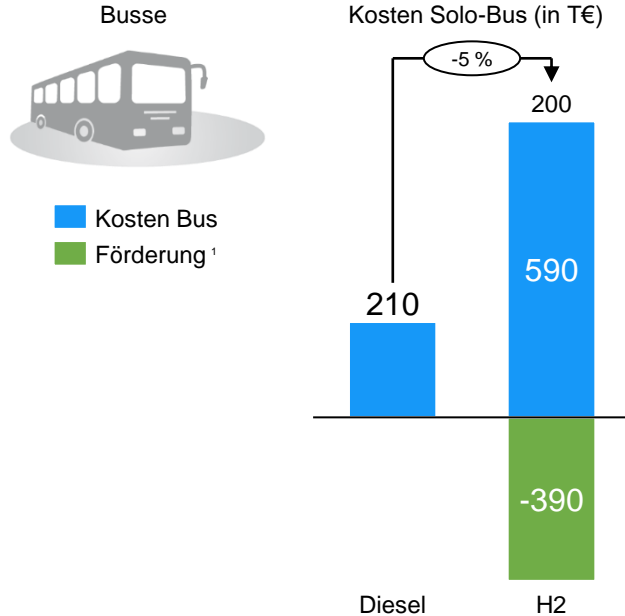


Auf Basis dieser Erkenntnisse wurde der Weg aus dem Verbrennungsmotor in die Brennstoffzellentechnologie mit in der ersten Tranche von 10 BZ Bussen und in 2020 mit weiteren 10 Bussen gestartet...

...die ersten 20 Busse haben sich mittlerweile im Stadtbild etabliert.



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



Indikation auf Basis Erfahrungen WSW

- Die Kosten eines Brennstoffzellenbusses liegen aktuell noch deutlich oberhalb denen eines Dieselsebusses.
- Unter Berücksichtigung des jetzt aktuellen Förderumfelds, können BZ Busse unterhalb der Investkosten von Dieselsebussen beschafft werden.
 - In der letzten Ausschreibung von 25 BZ-Bussen, an der die WSW teilgenommen hat, fanden sich nun 4 Anbieter.

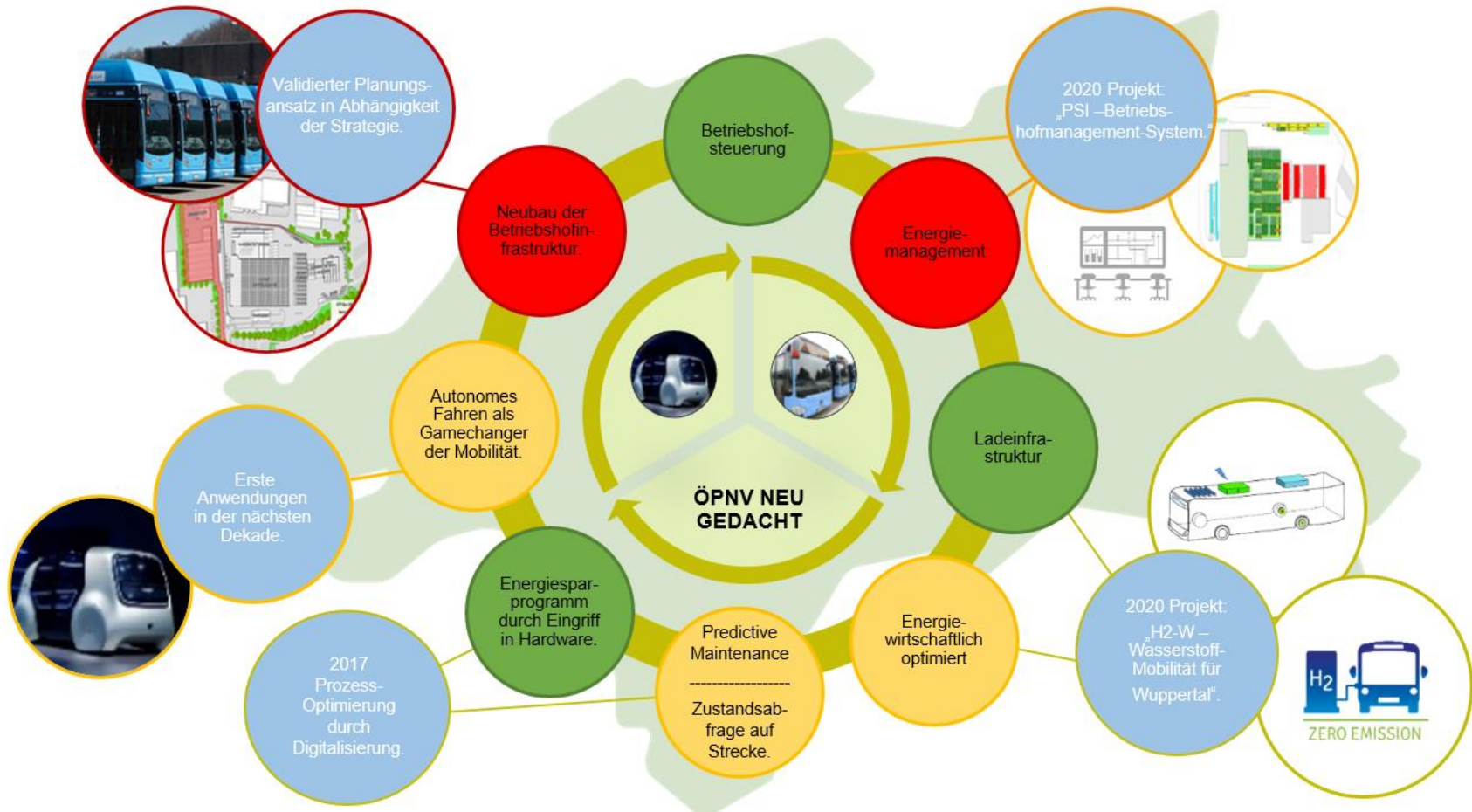


- Die Qualität der Fahrzeuge ist gut, im täglichen Einsatz ohne Probleme in der Antriebstechnologie.
- Die im Einsatz auftretende Fehlerhäufigkeit liegt nur gering über den von Dieselfahrzeugen.
 - Die Verfügbarkeit liegt bei 82%.
- Changemanagement sind bei der Instandhaltung und Logistik herausfordernd.

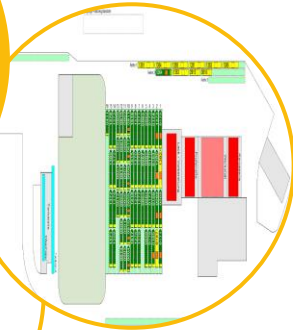


**H₂W ist mehr als nur
eine Erzeugung von Wasserstoff
& der Kauf von Bussen.**

**WUPPEN
WIR'S**



2020 Projekt:
„PSI –Betriebs-
hofmanagement-
System“



1. **Was machen wir heute?**
Ortung der Fahrzeuge, Zuteilung des Kurses und der Fahrer.
2. **Zielsetzung!**
Energiemanagement, welches als führende Größe die Reichweiten der Fahrzeuge plant und den Kurs zuteilt.
3. **Was machen wir mit dem Wissen über den Energieinhalt der Busse?**
Steuerung der Wasserstoffherzeugung, Digitale Übermittlung der Informationen an die EuW .
4. **Wie wird die Zukunft der Logistik sein?**
Wasserstoffzukauf wird über das Energiemanagement gesteuert.

Investitionskriterien

Regulatorik

- Verordnung zum EEG 21 – hier ist u.a. beschrieben, was als Grünstrom anerkannt wird und somit zur Erzeugung von grünen Wasserstoff mit biogenen Energieträgern genutzt werden kann.
- RED II (renewable energie directice)
 - Delegated act wurde im Feb. 2023 verabschiedet – Regelt nur die Herstellung von Wasserstoff, aus nicht biogener Energieerzeugung.
- THG Quotenhandel
 - Der Inverkehrbringer von biogenen Kraftstoffen (hierzu zählt auch Wasserstoff) kann den Inverkehrbringern von fossilen Kraftstoffen zum bilanziellen Ausgleich Zertifikate verkaufen, wenn dieser grün hergestellt wird. Dies trifft für den an MHKW erzeugten Wasserstoff zu.

Internationale Entwicklungen

- Erzeugung außerhalb Deutschlands
- Logistikketten
- Zeitschiene

Nationale Umsetzungszeiträume



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

**WUPPEN
WIR'S**

Vielen Dank für Ihr Interesse.
Bis nächstes Jahr!



Sie möchten mehr wissen?
Schauen Sie sich [hier](#) um!

