

AWG

Willy Görtz

ABFALLWIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT MBH WUPPERTAL

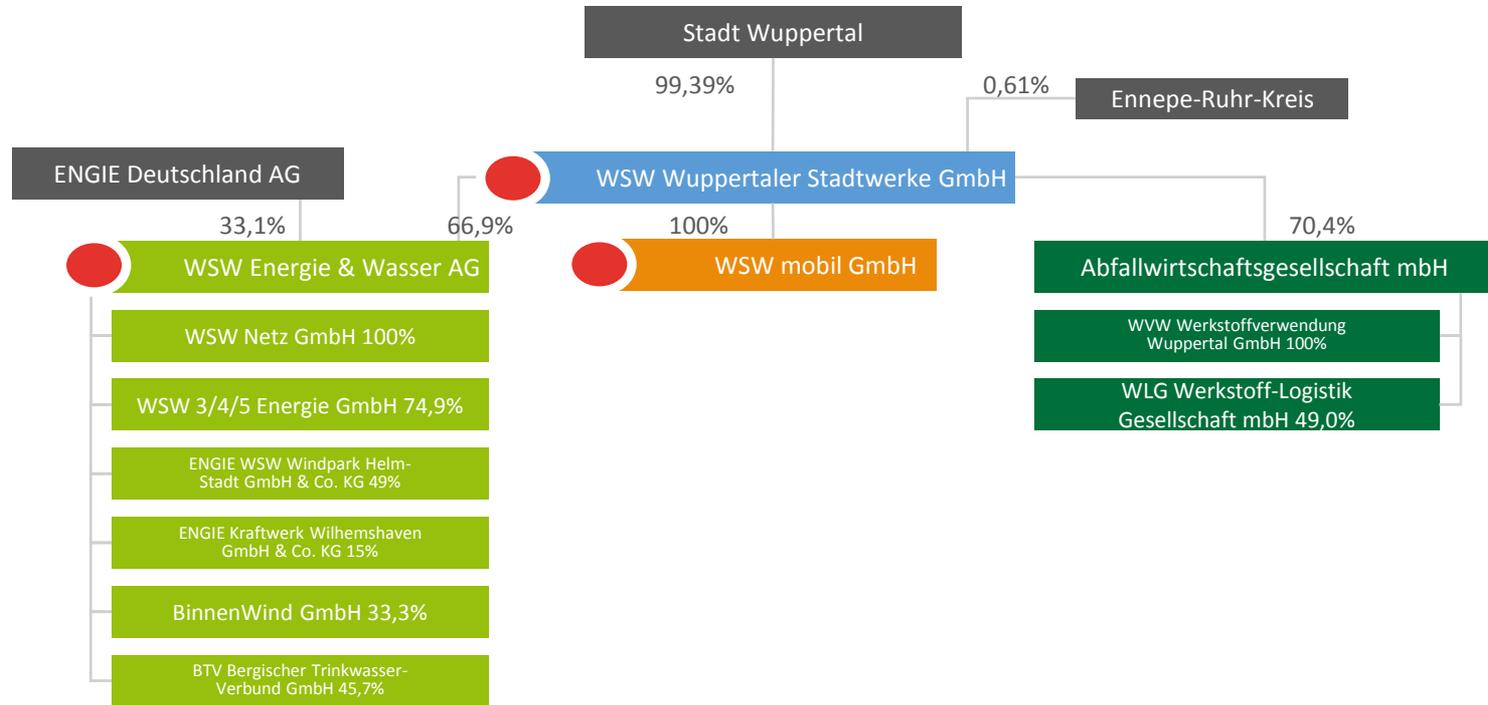
Abfallverbrennungsanlagen - neue Chancen der Sektorenkopplung

Vom Abfall zur Mobilität





Konzernstruktur der WSW-Unternehmensgruppe





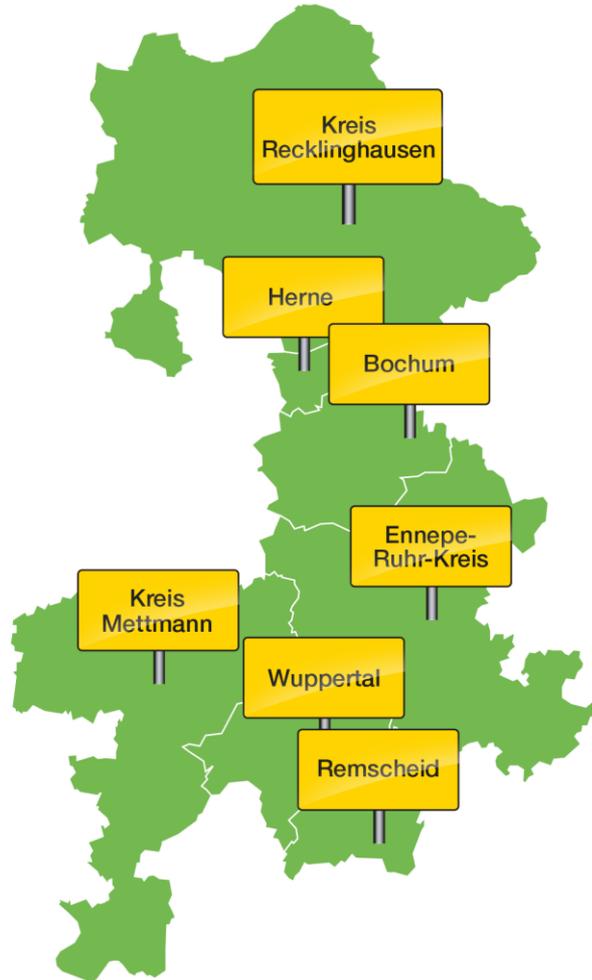
Zahlen der AWG



- Über 450 Beschäftigte
- Über 100 Fahrzeuge und 220.000 Behälter
- Über 5000 Gewerbekunden
- MHKW mit einer Verbrennungsleistung von ca. 400.000 Mg/a
- 1.400.000 Einwohner im Entsorgungsgebiet des MHKW davon 361.000 inkl. Abfuhr
- Abgabe von knapp 75.000 MWh Strom und über 575.000 MWh Fernwärme in 2020



Einzugsgebiet



- Gebiet des EKOCity Zweckverbandes mit ca. 2,4 Millionen Einwohnern
- Das Müllheizkraftwerk (MHKW) der AWG auf Korzert in Wuppertal stellt die Entsorgung für ca. 1,4 Millionen Bürgerinnen und Bürger innerhalb von EKOCity sicher. Die im MHKW der AWG in Wuppertal entsorgten Abfälle sind zu etwa 80 Prozent kommunale Abfälle aus der grauen Restmülltonne sowie etwa 20 Prozent hausmüllähnliche Gewerbeabfälle aus der Region.



MHKW und Rostascheaufbereitung



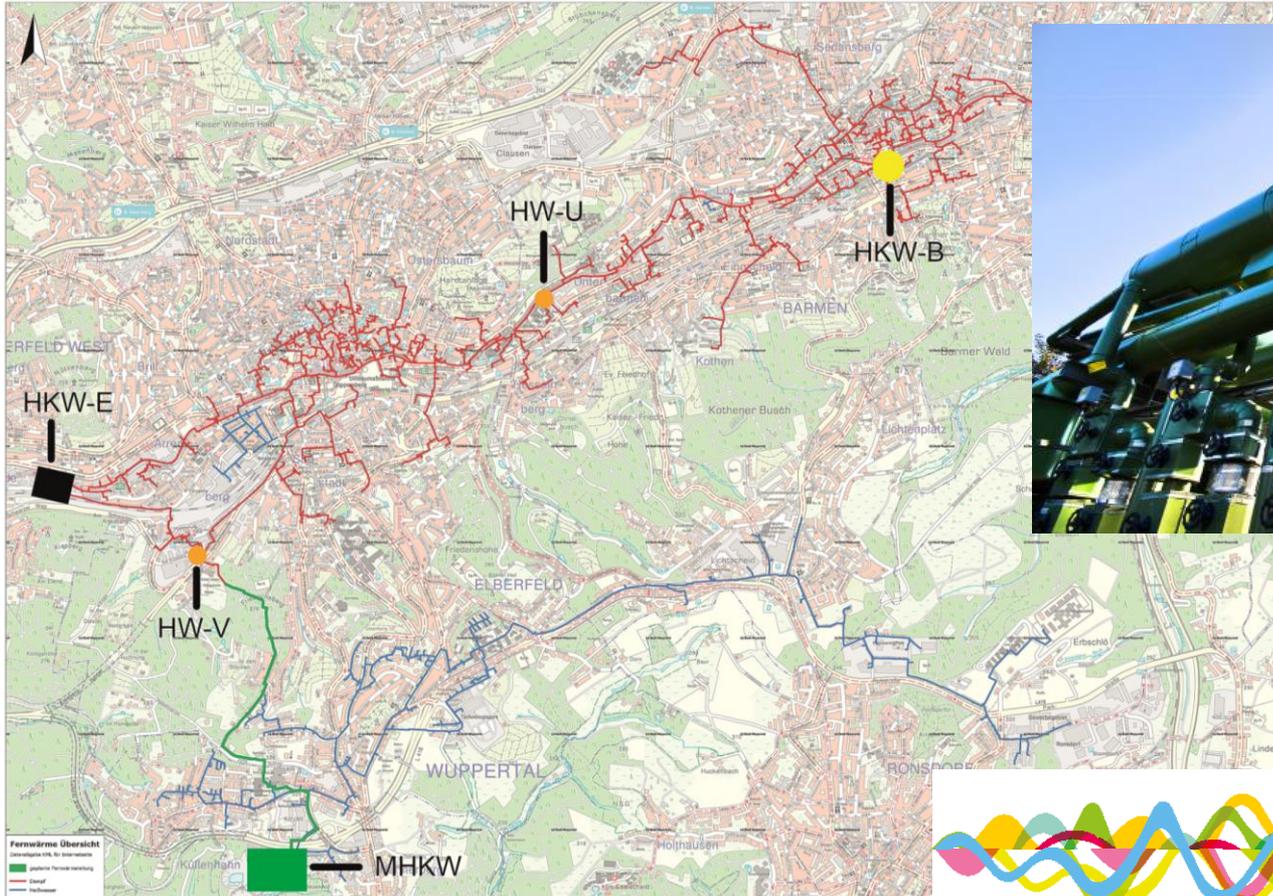


NE-Konzentrat 0-4 mm





Fernwärmeversorgung Wuppertal

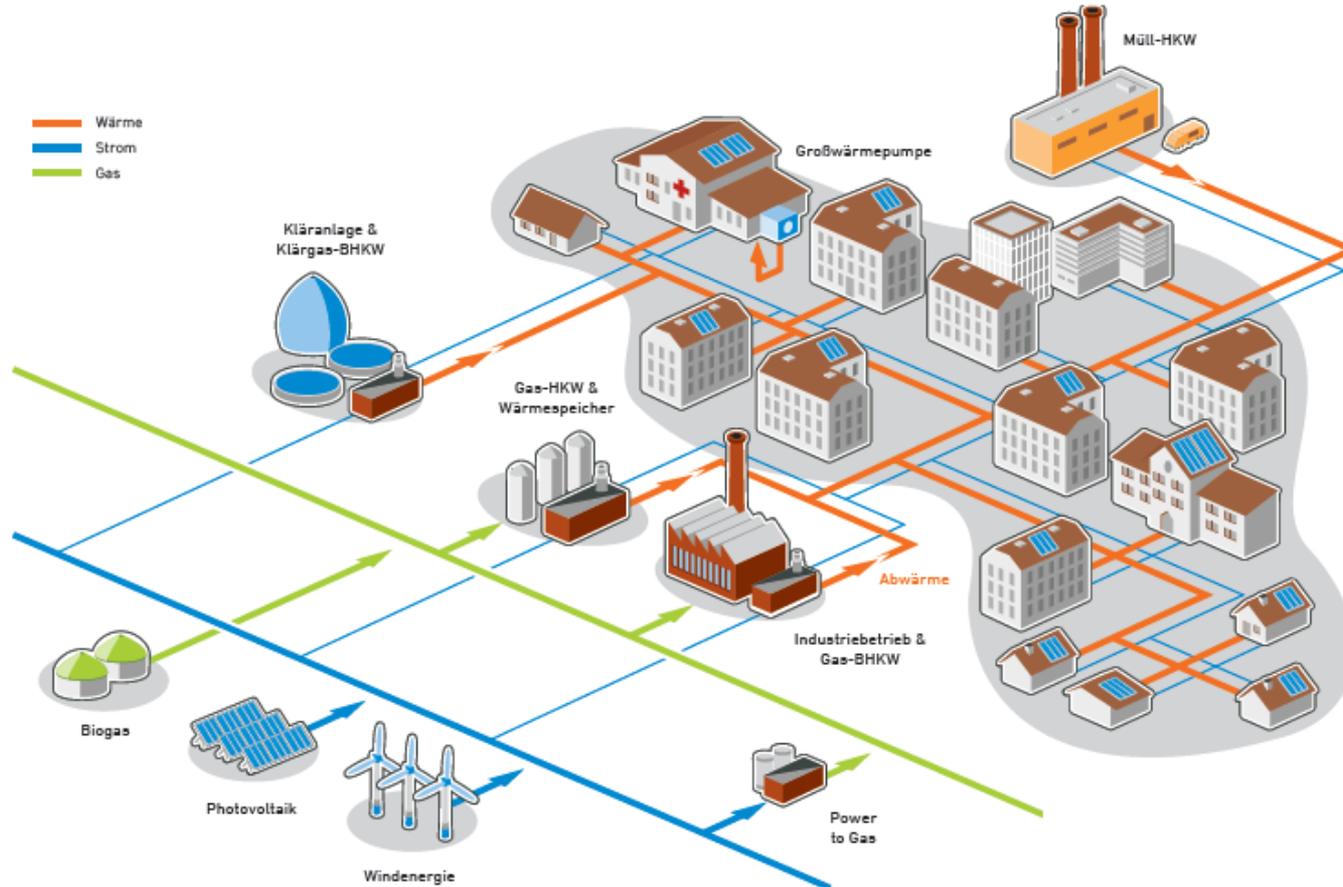


Datenquelle:
CC-BY-4.0-Stadt Wuppertal – offendaten-wuppertal.de





Wärmeversorgung der Zukunft – in der Stadt



Quelle: Studie:
 Die neue Wärmewelt – 100% erneuerbar,
 Bündnis 90/Die Grünen Bundestagsfraktion
 12.2016

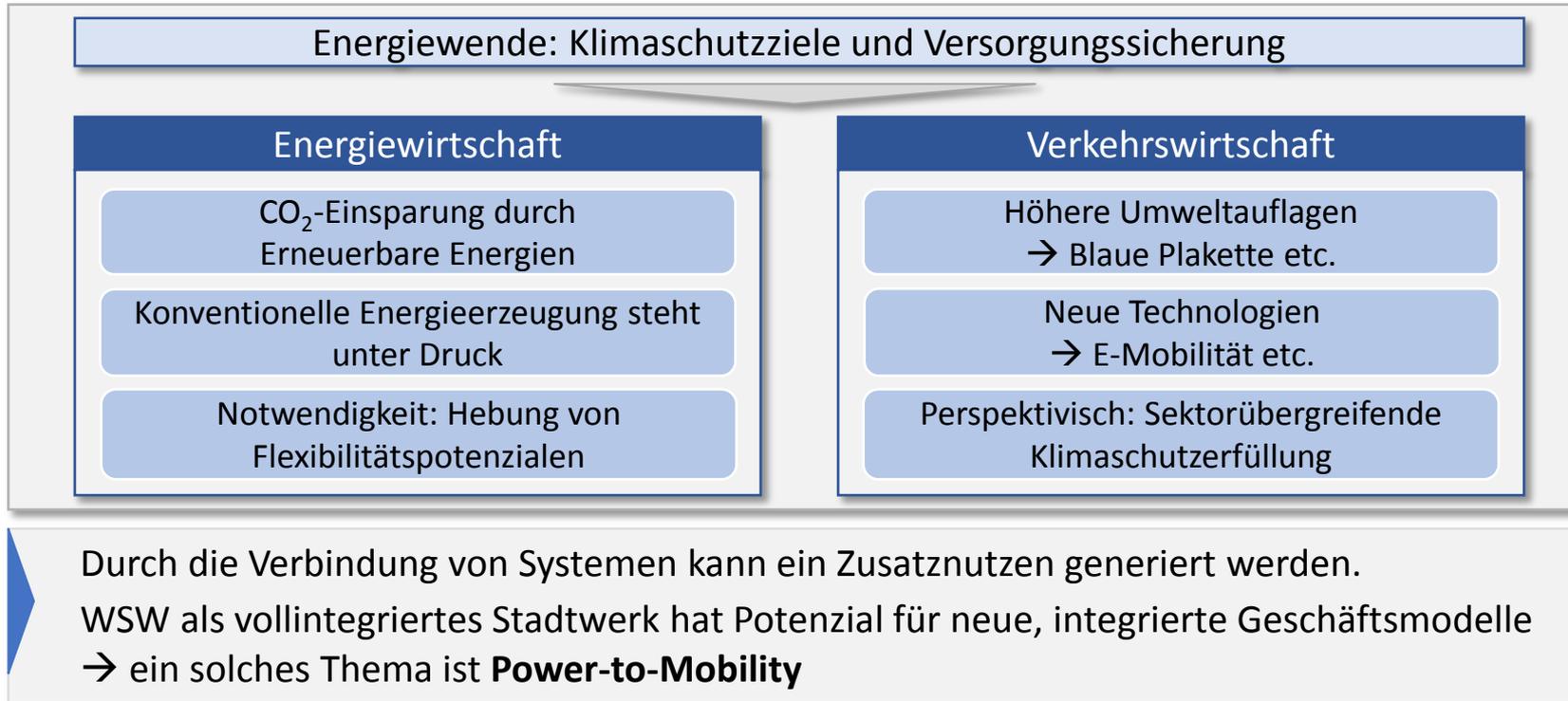


Die Nationale Wasserstoffstrategie



Politischer/Gesellschaftlicher Bewusstseinswandel

- Daraus ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an WSW





Wuppertaler Lösungsansatz: H₂ Bz-ÖPNV

Warum Wasserstoff?

- Reichweite der Fahrzeuge vergleichbar zu Diesel: Gut in aktuellen Umlaufplänen integrierbar
- Schnelle Betankung (Vergleichbar mit Diesel)
- Flexible Speichermöglichkeit mit z.T. großen Freiheitsgraden
- Alltagstauglichkeit der Fahrzeugtechnik in verschiedenen Studien unter Beweis gestellt
- Die Technologie zur Erzeugung ist verfügbar und funktioniert

Warum nicht Batterietechnik?

- Eingeschränkte Speicherkapazität
- In der Wuppertaler Topographie nachgewiesene 1,7 – 1,8 kWh/km, somit sind große Akkumulatoren notwendig um Reichweiten zu erzielen
- Sich hieraus ergebene hohe Infrastrukturkosten für einen flächendeckenden Einsatz

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



Variable H₂-Produktionskosten

Strompreis-Komponenten

Umlagen
(insb. EEG)

NNE und daran gekoppelte Steuern

Margen / Risiko-aufschlag

Börsenwert des Stroms

Vermeidung wenn **Verbraucher = Erzeuger** und Erzeugungsanlage vor dem 1.8.2014 in Betrieb genommen

Vermeidung wenn **keine Nutzung des öffentlichen Versorgungsnetzes**

Entfällt bei Steuerbarkeit der Erzeugung & Übernahme Risiko

Abhängig von stündlichem **Marktpreis und Bezugslastprofil**

Optimierungsansatz im Projekt

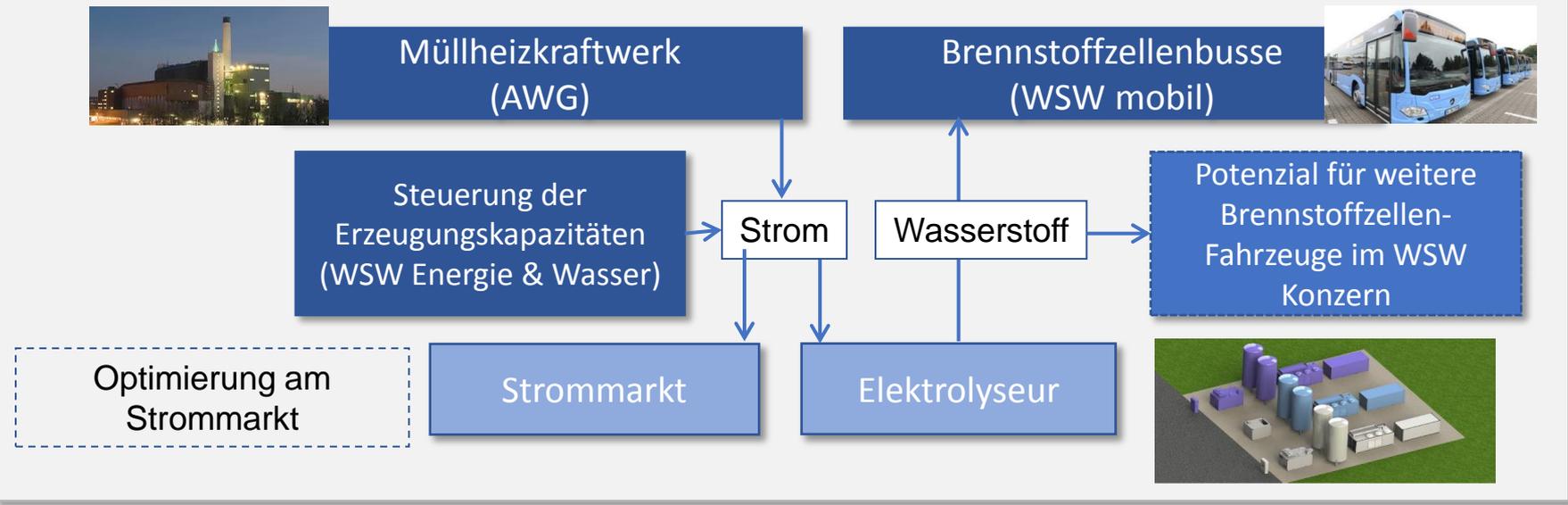
Möglichst Vermeidung
(Stromverbrauch Elektrolyse innerhalb des Kraftwerks-eigenverbrauchs)

Einsatzoptimierung am Strommarkt



Das Wuppertaler H2-W Modell

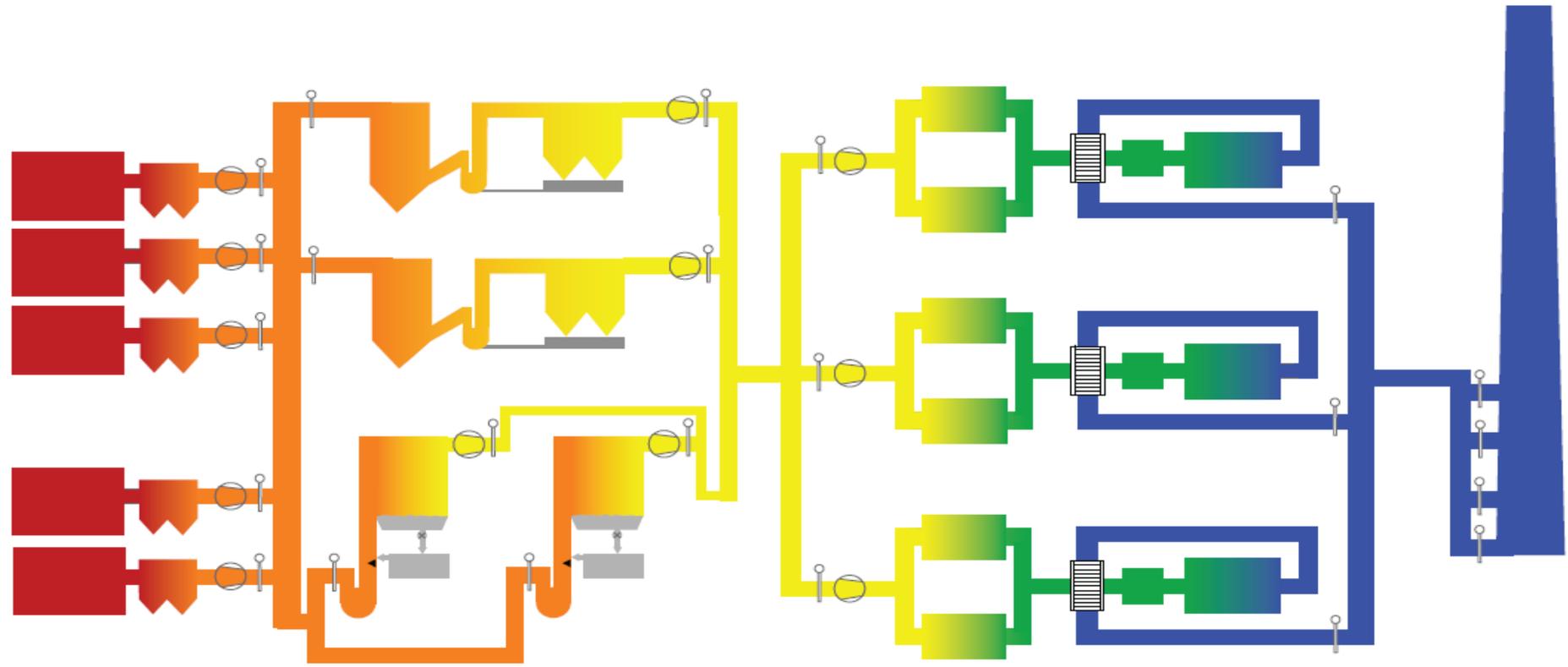
WSW-Konzern



Die Umsetzung dieses Konzepts wird derzeit in einem Projekt innerhalb des WSW-Konzerns geplant und durchgeführt. Sowohl für die Fahrzeugflotte als auch für die Infrastruktur stehen europäische Fördermittel zur Verfügung.



Schema des MHKW



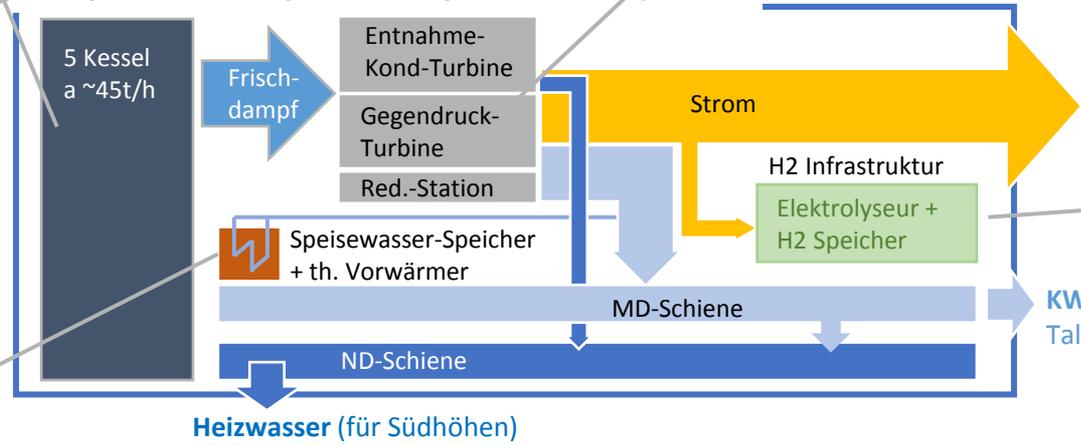


Anlagenschema MHKW

Einsatz Kessel in Abh. des Müllaufkommens
 Standardbetrieb: 3 Kessel
 Bei hohem Müllaufkommen: 4 Kessel
 Prüfung: Mülleinlagerung für kontinuierlichen 4 Kesselbetrieb im Winter

Stromerzeugung:
 2 x 20 MW Kond.-Turbine (Anzapfung für ND Schiene)
 1 x 8,5 MW Gegendruckturbine

Anlagenschema Energieverwertung MHKW (vereinfacht)

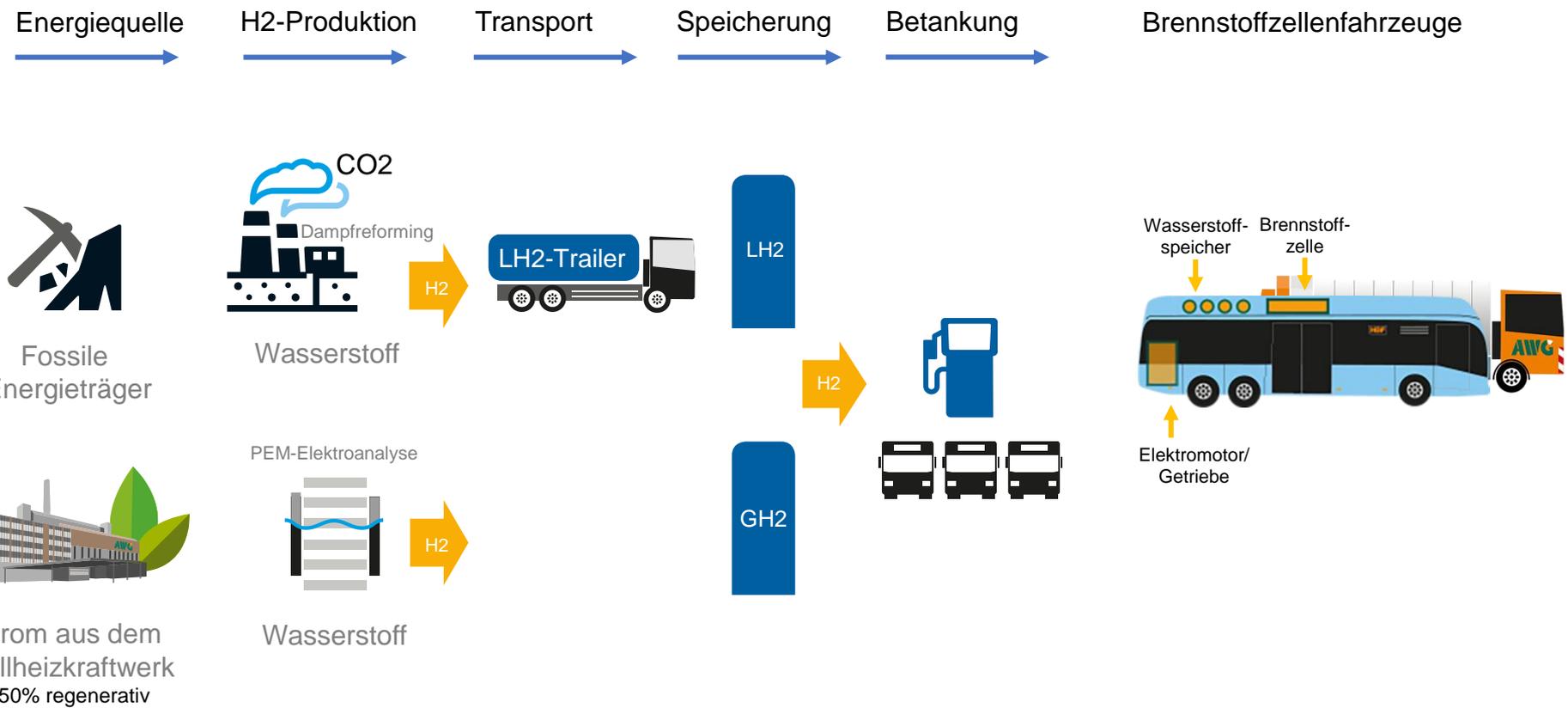


Vorwärmen des Speisewasser Nachts (Opportunitätskosten Verstromung) zur Maximierung Dampfoutput in Morgenstunden (Verdrängung Gaserzeugung)

Aufbau H2-Erzeugung, Speicherung und Betankungsmöglichkeit
 KWK-Dampf (für Talachse)

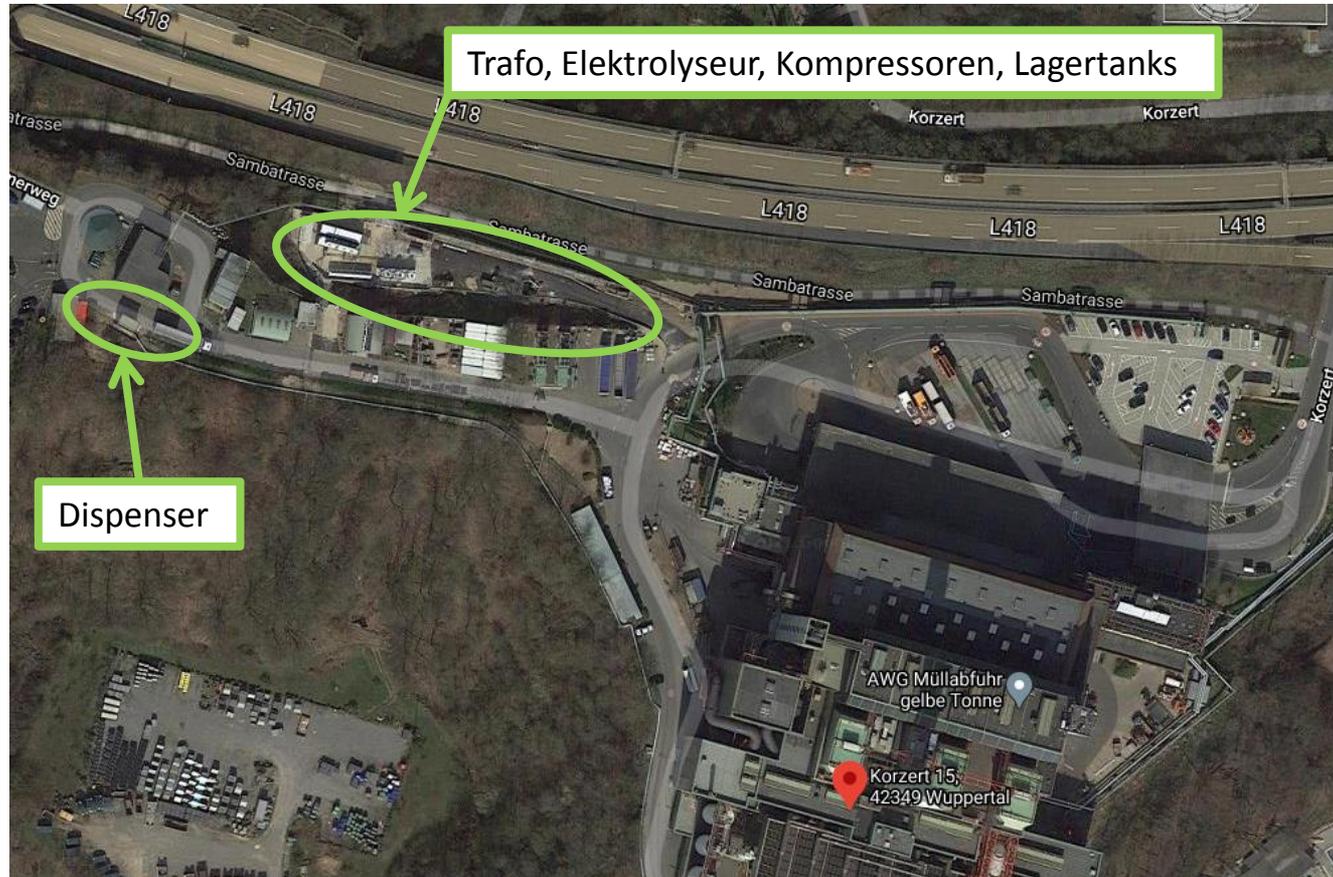


Wasserstoffherstellung





MHKW Korzert





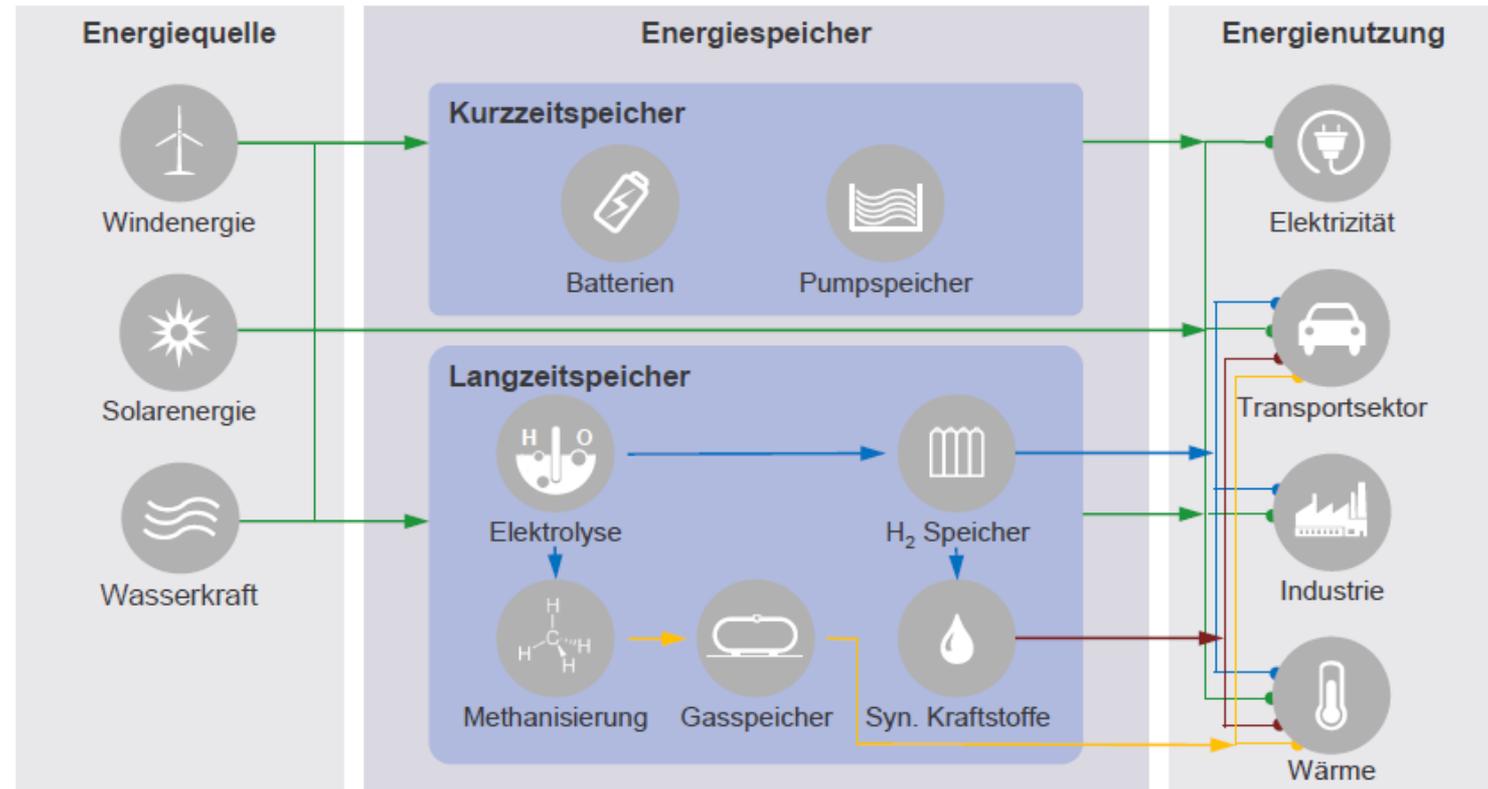
Elektrolyse/Methanisierung

	Elektrolyse			Methanisierung	
Aktueller Stand	Alkalisch	PEM	Hochtemperatur	katalytisch	biologisch
Vorteile	Kosten-günstig im großen Maßstab Bekanntere Technologie	Hohe Leistungsdichte Hohe Dynamik Einfache Skalierung	Hohe Effizienz bei Wärmenutzung	Einfache Skalierung Abwärmenutzung	Bewährt Flexibler Betrieb Dynamischer Betrieb
Herausforderung	Alkalische Flüssigkeit Kaltstart und Teillastverhalten	Teure Materialien Korrosion in saurer Umgebung	Hoher Temperaturbereich	Teure Materialien Unflexible Betriebsweise	Biologisches System Im Demonstrationsstadium
TRL	9	8	6	8	7
Effizienz	62 – 82 %	65 – 82 %	65 – 85 %	77 – 83 %	77 – 80 %
Kosten	800 – 1500 €/kW	900 – 1850 €/kW	2200 – 6500 €/kW	400 – 1230 €/kW	400 – 1980 €/kW
Perspektive	↓	↓	↓	↓	↓
Effizienz	78 – 84 %	75 – 84 %	87 – 95 %	77 – 90 %	79 – 90 %
Kosten	250 – 400 €/kW	300 – 700 €/kW	270 – 800 €/kW	130 – 400 €/kW	200 – 400 €/kW

Quelle: Roadmap Power-to-Gas der Strategieplattform Power-to-Gas, Dena 2017



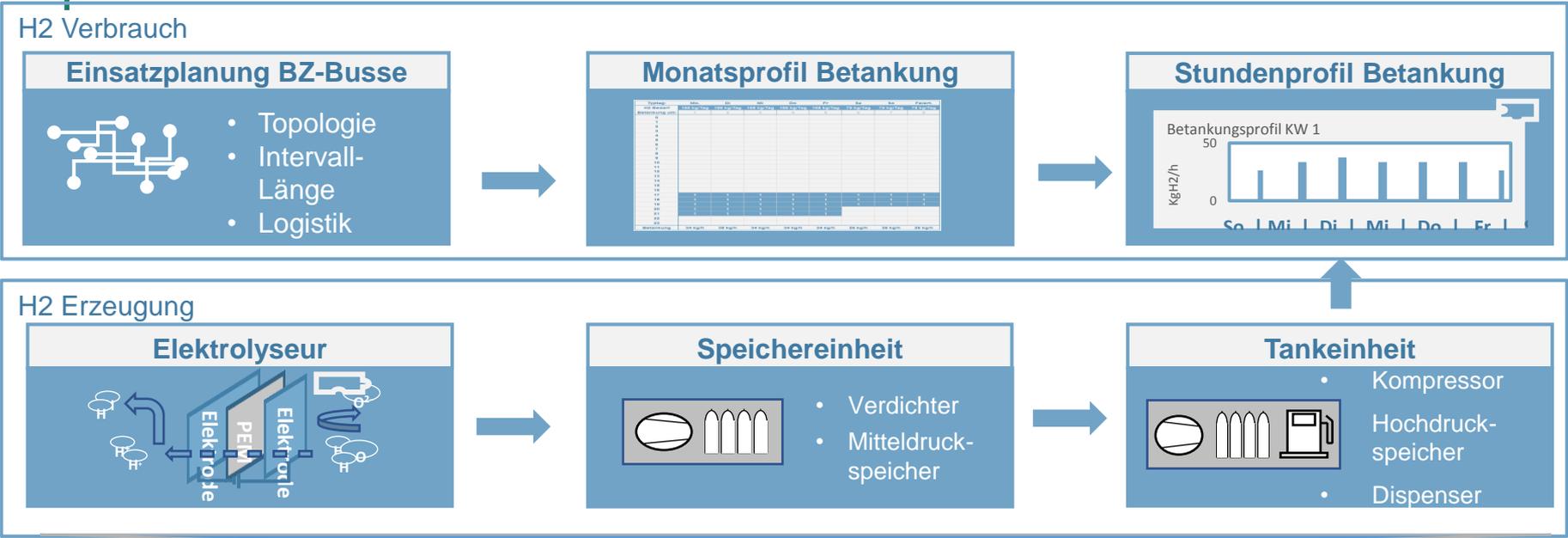
Energie: Quelle, Speicherung, Nutzung



Die Eigenschaft der Langzeitspeicherung von Wasserstoff ermöglicht eine zeitliche und räumliche Entkopplung der Produktion und der Verwendung.



Wasserstoffoptimierungssystem



Zielfunktion Gesamtwirtschaftlichkeit:

Geringstmögliche H2-Gestehungskosten (CPEX + OPEX)

Nebenbedingungen:

- H2-Verbrauch (Summe & Profile)
- Kapazität Elektrolyseur
- Kapazität Speicher
- Kapazität Stromerzeugung MHKW
- Wirkungsgrade & Stromverbrauch
- Strompreise

Wesentliche Optimierungsparameter

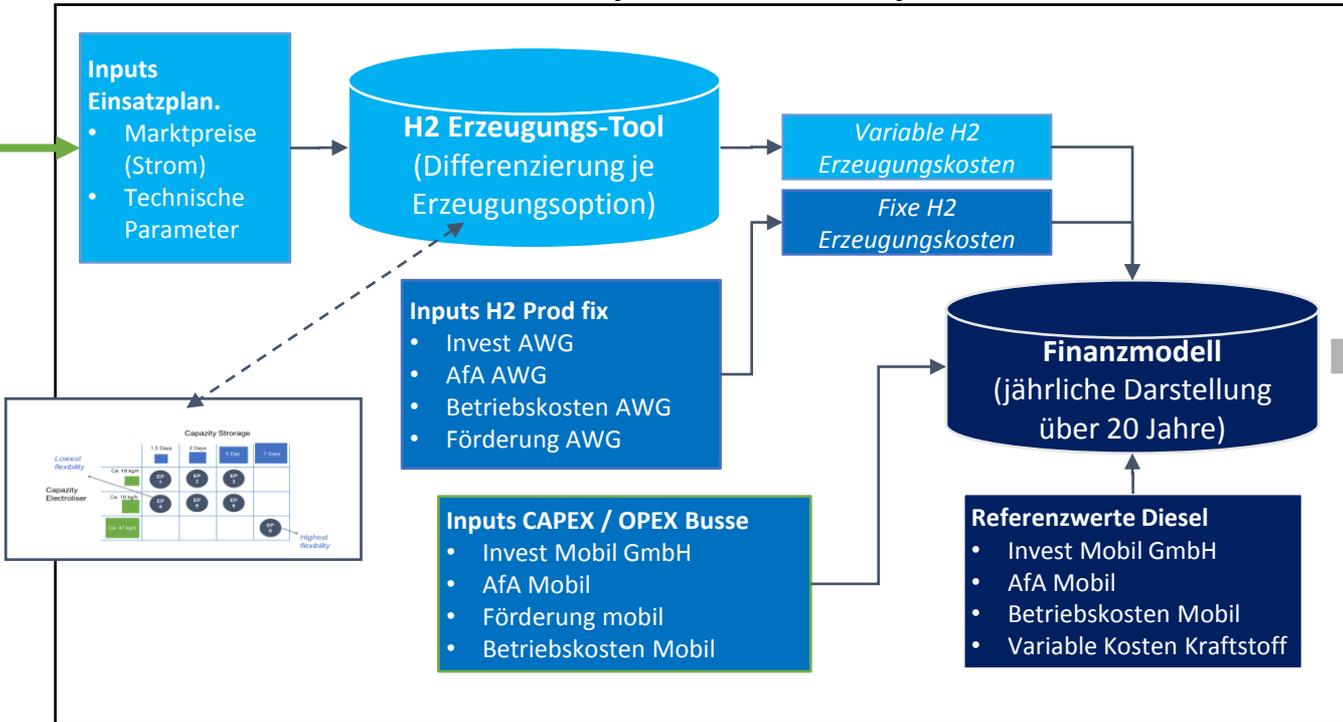
- Kapazität Elektrolyseur
- Kapazität Speicher



Bewertung der Anlagenkonfigurationen

Marktpreisszenarien

Aufbau Modelllandschaft

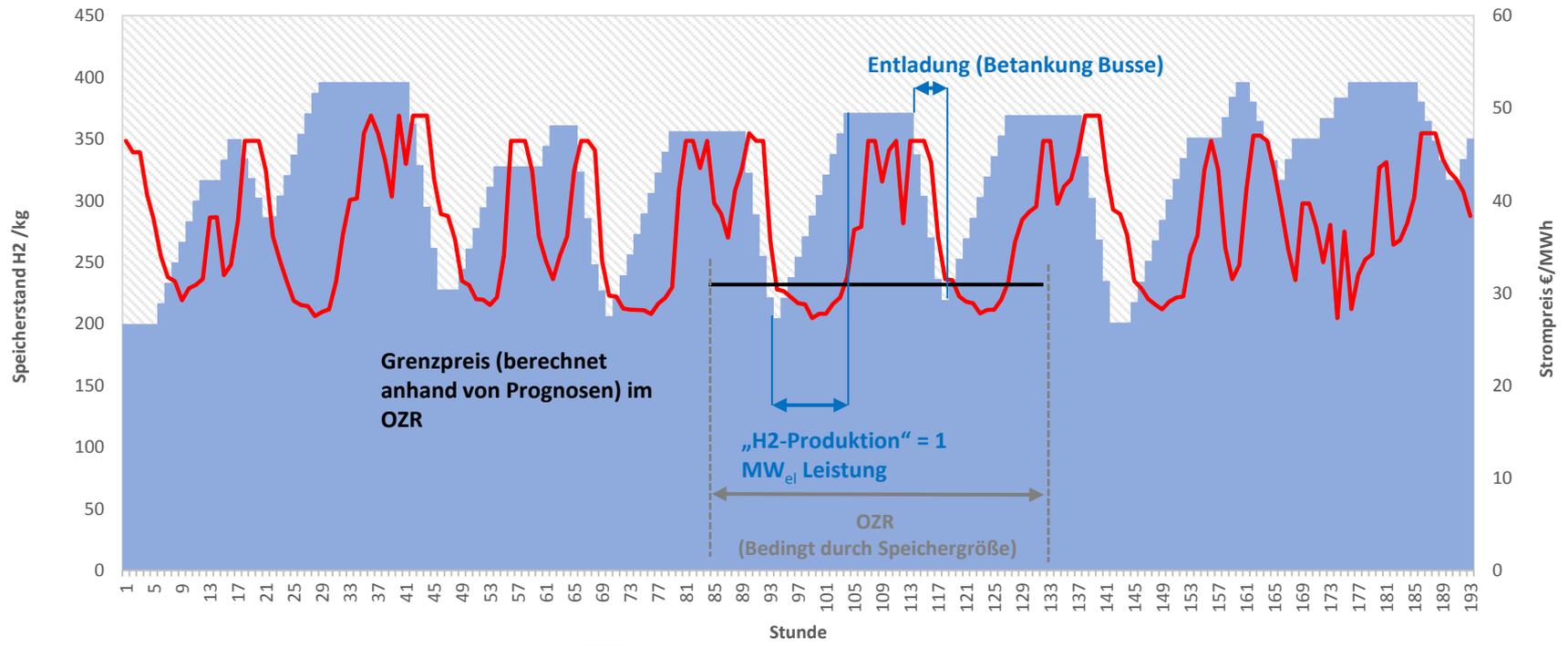


Outputs (Szenariospezifisch)

- Erzeugungskosten H2
- Gesamtkosten (TCO)
- Relative Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu Diesel
- Ergebnisse für die einzelnen Gesellschaften nach abgestimmter Vertragsstruktur
- ...



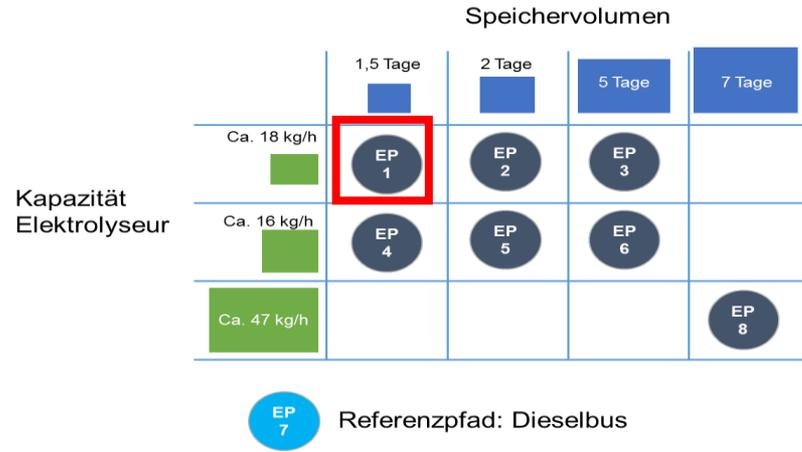
Einsatzoptimierung: Elektrolyseur



— Strompreis
 Füllstand Speicher
 OZR = Optimierungszeitraum



Konfigurationsentscheidung



Beste Variante = aktuelle Ausbaustufe

- Anschlussleistung ca. 1 MWeI - bis 400 kg/Tag Wasserstoffproduktion
- bis 700 kg Wasserstofflagerung
- Versorgung von - min. 10 Brennstoffzellenbussen (Verbrauch: 180-200 kg/Tag)
- Integration weitere Fahrzeuge möglich (weitere BZ Busse und / oder Abfallsammelfahrzeuge)

Bei Anlagen mit höherer Flexibilität zwar signifikante Einsparung von Stromkosten, aber höhere CAPEX kann nicht kompensiert werden

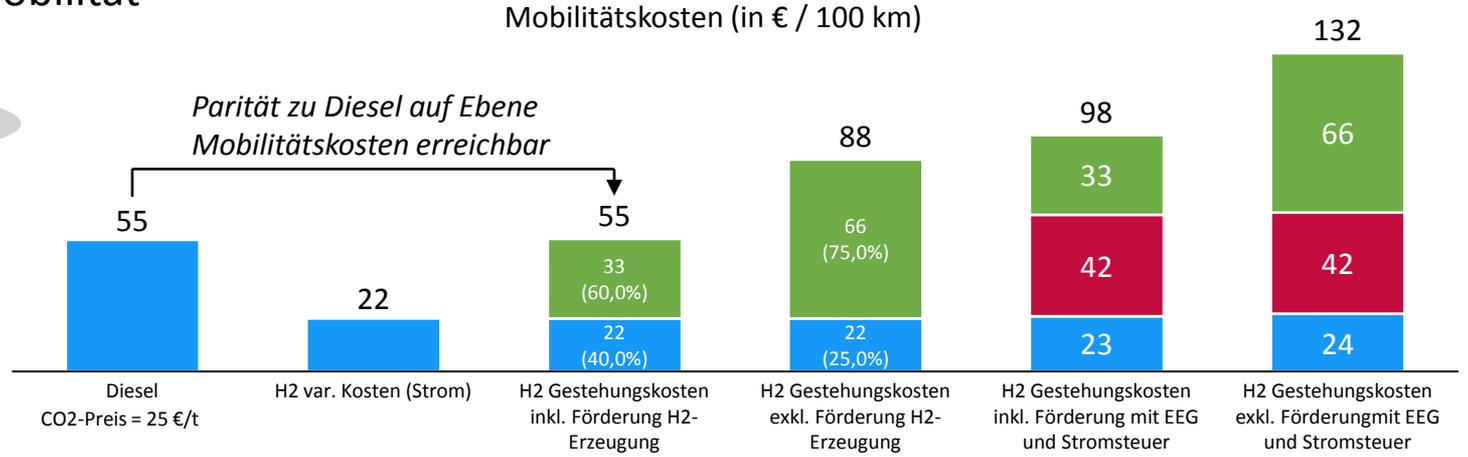


Indikation auf Basis Erfahrungen WSW

Energie & Mobilität



- CAPEX
- Umlagen / Steuern
- Energie

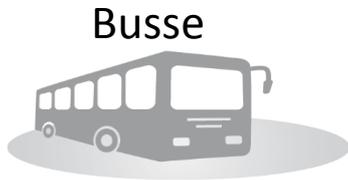


- Der Vergleich der Mobilitätskosten zwischen Diesel und eigenproduziertem H₂ hängt stark von der zugrundgelegten Förderung der Infrastruktur sowie den staatlichen Komponenten im Strompreis ab
- Bei den rein variablen Kosten hat die Produktion von Wasserstoffmobilität deutliche Kostenvorteile im Vergleich zu Diesel, allerdings nur ohne staatlichen Strompreiskomponenten
- Dies zugrunde gelegt, verbleibt bei den aktuellen Fördermöglichkeiten¹ für H₂-Erzeugungs- und Betankungsinfrastruktur (ca. 50%) ein Kostendelta ca. 15% auf Ebene der Gesteuerungskosten

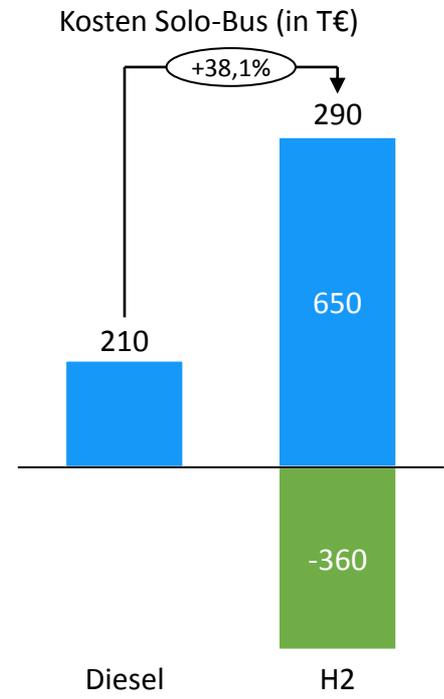


Fahrzeugkosten (Solobusse)

Indikation auf Basis Erfahrungen WSW



■ Kosten Bus
■ Förderung ¹



- Die Kosten eines Brennstoffzellenbusses liegen aktuell noch deutlich oberhalb denen eines Dieselmotors (Faktor 3)
- Unter Berücksichtigung des sehr positiven Förderumfelds¹ kann das Delta deutlich gesenkt werden, mit Mehrkosten von 80 T€ liegen die BZ-Busse 38 % über denen eines Dieselmotors
- 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 der Ausschreibung von 40 BZ-Bussen, an der die WSW teilgenommen hat, fand sich z.B. nur 1 Anbieter



Genehmigung

- Neuanlage auf dem Gelände des MHKW Wuppertal
- Anlage gemäß Nr. 4.1.12 des Anhangs 1 der 4. BImSchV
- Genehmigungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung
- Zweistufiges Genehmigungsverfahren
 - Vorbescheid in Verbindung mit einer 1. Teilgenehmigung für Standort, Immissionen und bauvorbereitende Maßnahmen (mit Öffentlichkeitsbeteiligung: keine Einwendungen, daher kein Erörterungstermin notwendig)
 - 2. Teilgenehmigung auf Errichtung und Betrieb mit den Kernstücken Erlaubnis nach BetrSichV, Baugenehmigung und Ausgangszustandsbericht



H₂-Brennstoffzellenfahrzeuge





Brennstoffzellenbus (5 von 10)





Brennstoffzellen-Abfallsammelfahrzeug





Anlagenansicht von Westen



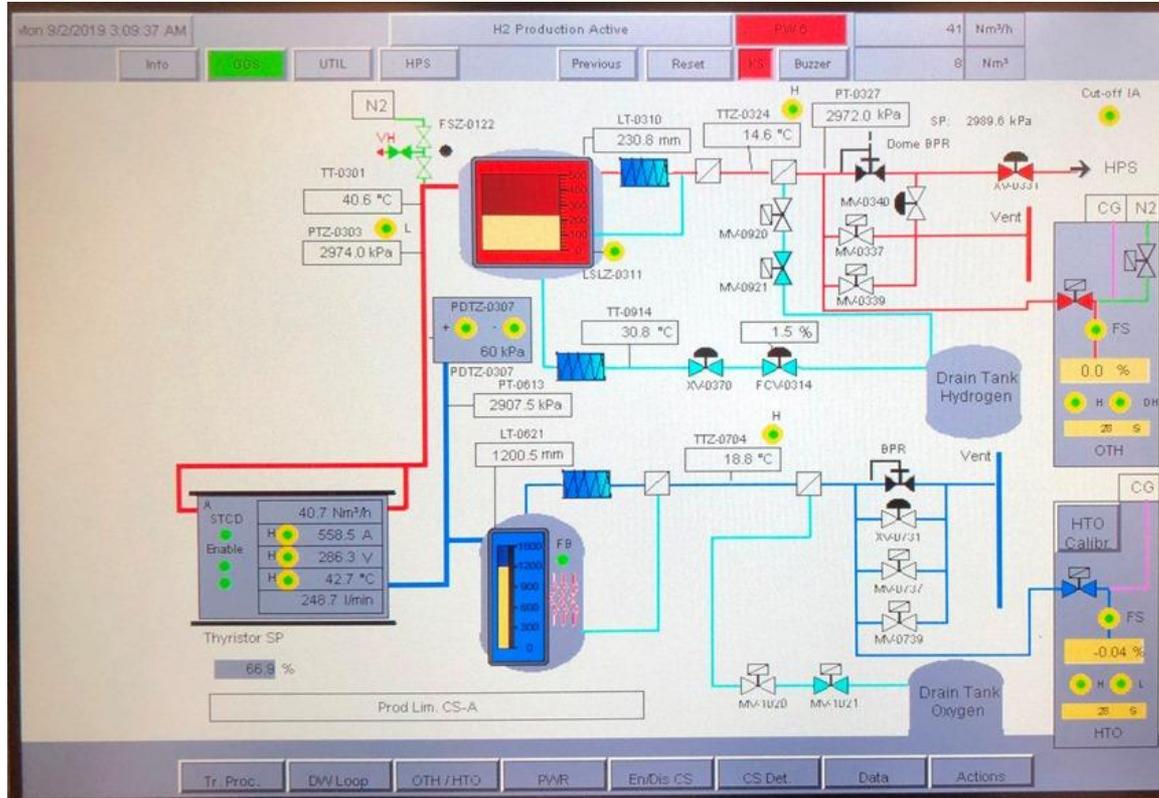


Wasserstoffinfrastruktur (Kompressoren)





Elektrolyseur



AWG-Video „AWG Müll macht mobil - Wasserstoff aus Müll“

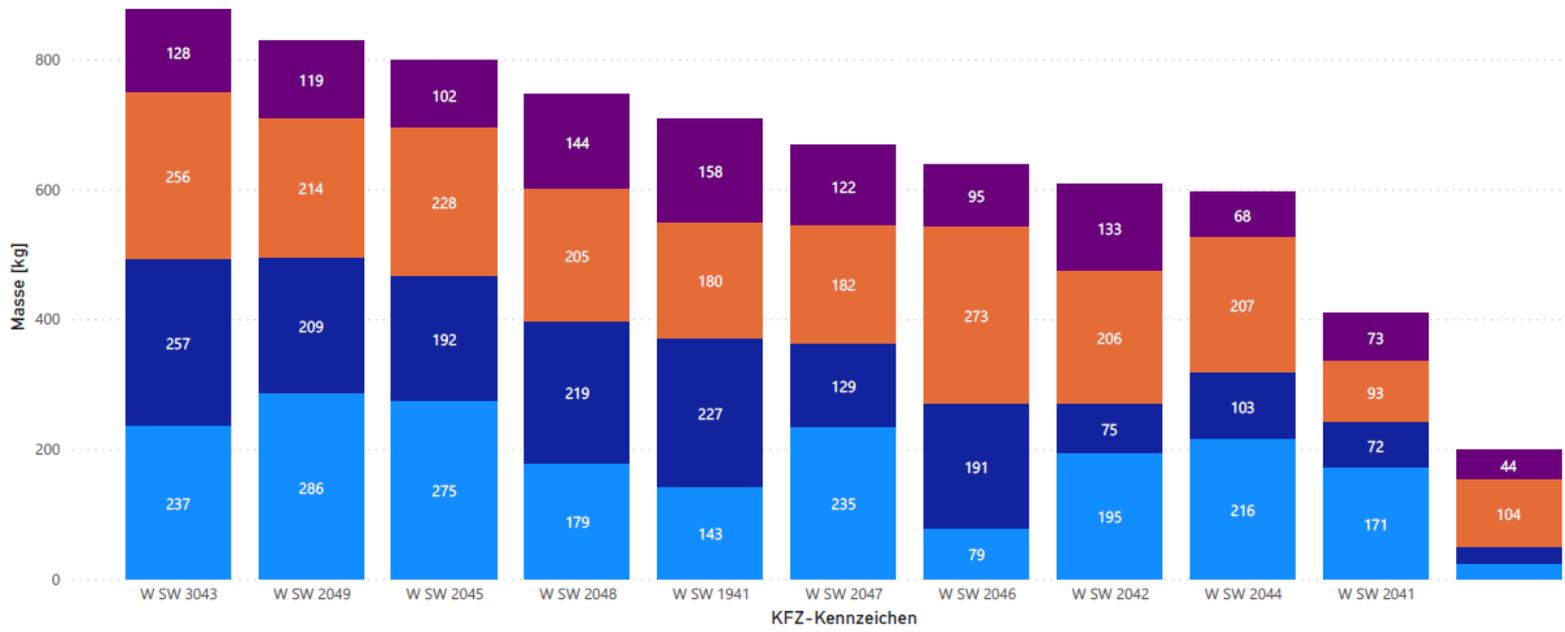
<https://www.youtube.com/watch?v=UTYFyA8dJgl>



Fahrzeugbetankungen 2021 (bis 24.04.2021)

Masse [kg] nach KFZ-Kennzeichen und Monat

Monat 1 2 3 4



7.074,45
Masse [kg]

424
Anzahl von Masse [kg]

16,69
Durchschnitt von Masse [kg]

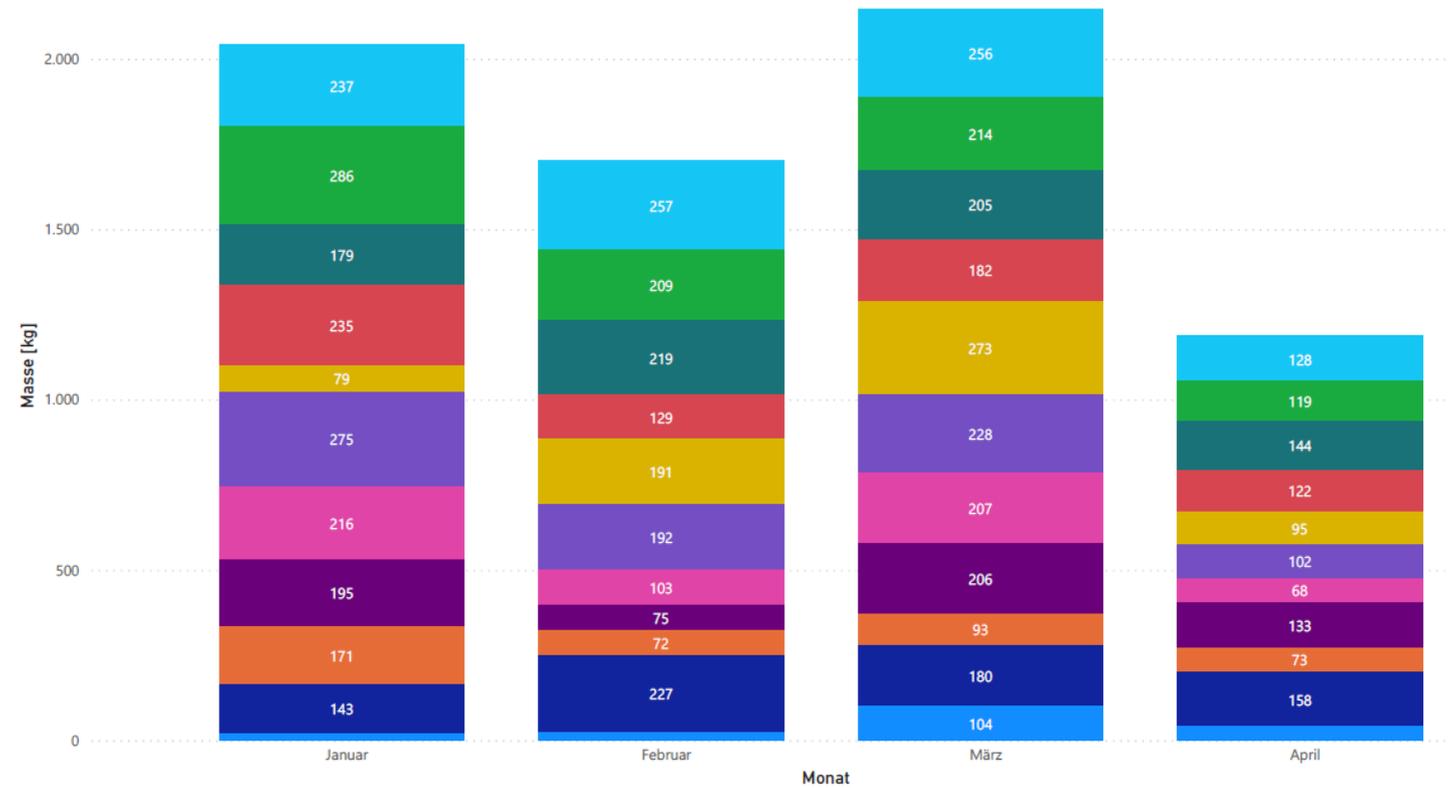
738,96
Durchschnitt von Dauer [sec]



Monatsbetankungen 2021 (bis 24.04.2021)

Masse [kg] nach Monat und KFZ-Kennzeichen

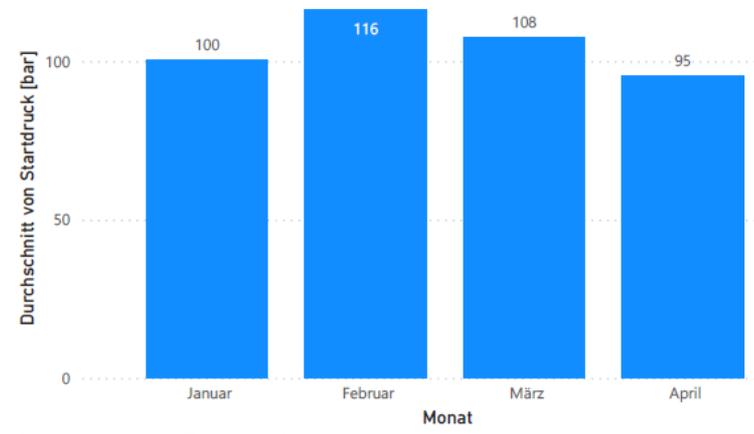
KFZ-Kennzeichen ● W SW 1941 ● W SW 2041 ● W SW 2042 ● W SW 2044 ● W SW 2045 ● W SW 2046 ● W SW 2047 ● W SW 2048 ● W SW 2049 ● W SW 3043



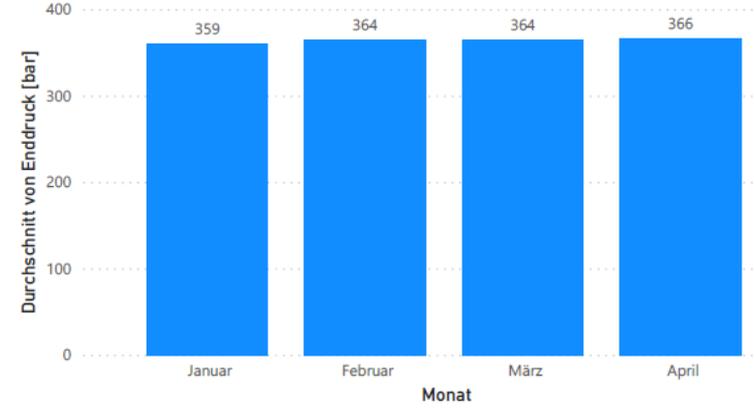


Fahrzeugbetankungswerte 2021 (bis 24.04.2021)

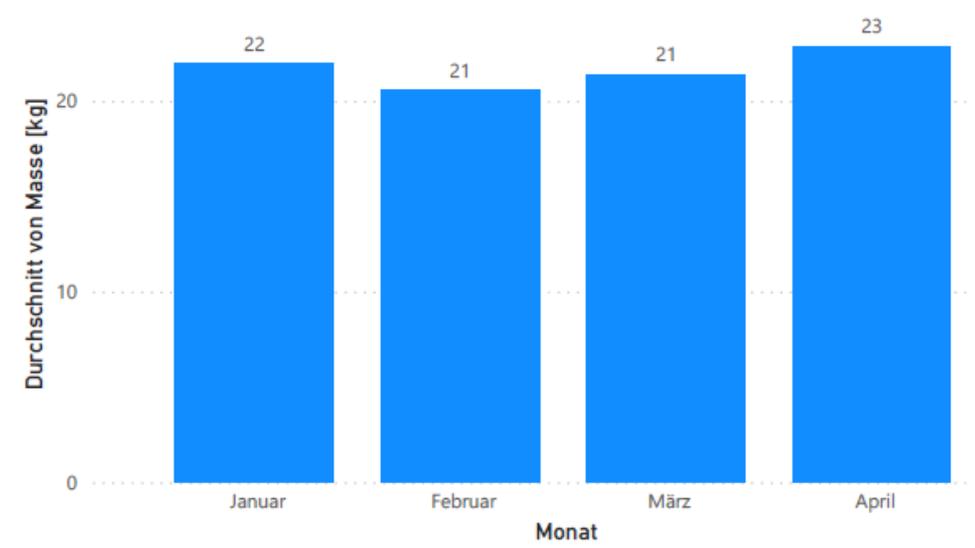
Durchschnitt von Startdruck [bar] nach Monat



Durchschnitt von Enddruck [bar] nach Monat



Durchschnitt von Masse [kg] nach Monat





Eckdaten H₂-Infrastruktur

Bezeichnung des Wertes/Information	Einheit	Wert	Bemerkung
Anzahl bestellter H2-Busse	Stück	20	Gesamt
Anzahl ausgelieferter H2-Busse (van Hool)	Stück	10	erste 10 Bz-Busse
Anzahl noch zu liefernder H2-Busse (Solaris)	Stück	10	zweite 10 Bz-Busse
Garantieverbrauch je Bus je 100 km gem. Vertrag ca.	kg	13	erste 10 Bz-Busse
Betriebsverbrauch je Bus je 100 km (Erfahrungswert) ca.	kg	8 - 9	erste 10 Bz-Busse
Produktionsaufnahme Elektrolyseur	Datum	30.05.2020	erste Ausbaustufe
Erteilung Betriebserlaubnis	Datum	20.02.2020	erste Ausbaustufe
Leistung Elektrolyseur (installiert)	MW	1	erste Ausbaustufe
max. Produktionsmenge je Tag (installiert)	kg	400	erste Ausbaustufe
Leistung Elektrolyseur (geplante Erweiterung)	MW	1,5	zweite Ausbaustufe
max. Produktionsmenge je Tag (geplante Erweiterung)	kg	600	zweite Ausbaustufe
Leistung Elektrolyseur (gesamt, nach Erweiterung)	MW	2,5	Gesamt
max. Produktionsmenge je Tag (gesamt, nach Erweiterung)	kg	1000	Gesamt
Flächenbedarf (Erzeugung und Lagerung) ca.	m ²	500	zzgl. An-/Ab-/Umfahrt
Flächenbedarf (Betankung) ca.	m ²	120	zzgl. An-/Abfahrt
Druck der Wasserstofflagerung in den Fahrzeugtanks	bar	bis 350	
Druck der Wasserstofflagerung der H2 Infrastruktur	bar	bis 410	



Das Projekt wird im Rahmen der Förderrichtlinie Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur gefördert. Die Umsetzung der Förderrichtlinie wird von der NOW Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie koordiniert. Außerdem wurde das Projekt durch NRW-Landesmittel für dem ÖPNV gefördert.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

Koordiniert durch:

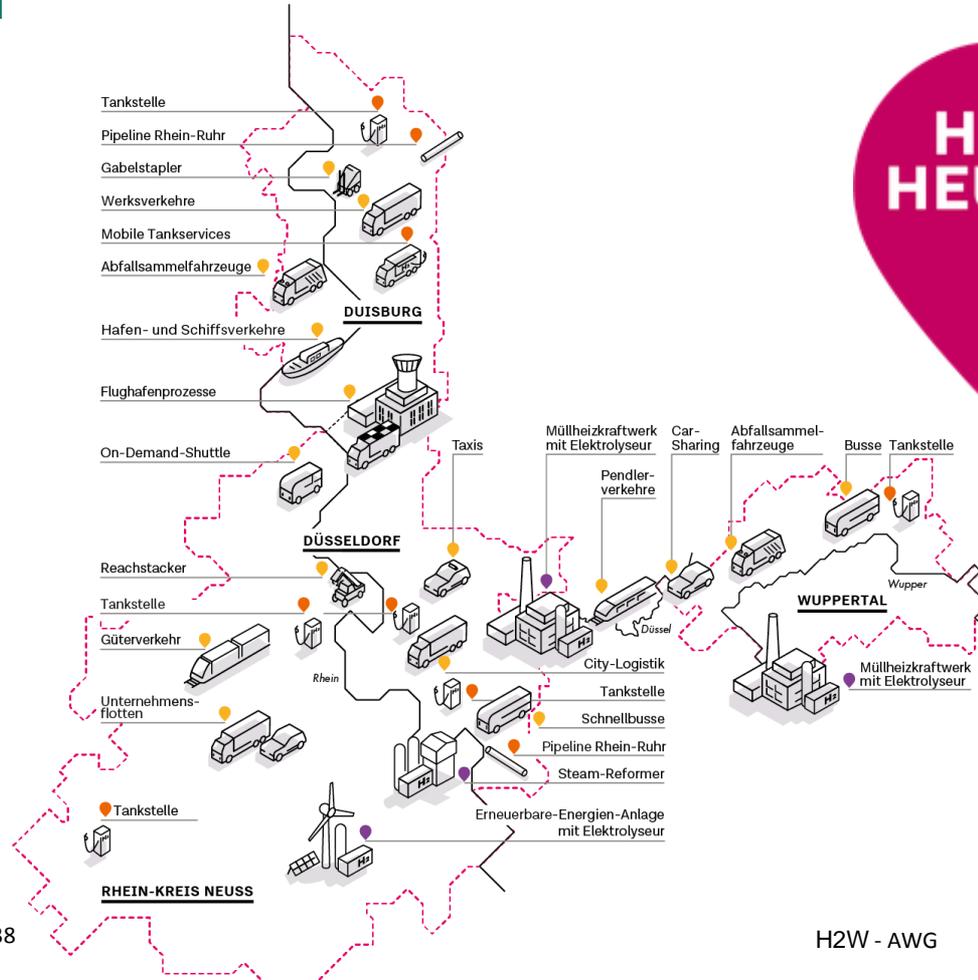


Die Projekte JIVE und MEHRLIN werden gefördert durch das Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking unter dem Grant Agreement No 735582 und „Connecting Europe Fazilität (CEF). Das Joint Undertaking wird unterstützt durch das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 der Europäischen Union sowie durch Hydrogen Europe und Hydrogen Europe Research.





Modellregion Wasserstoffmobilität NRW



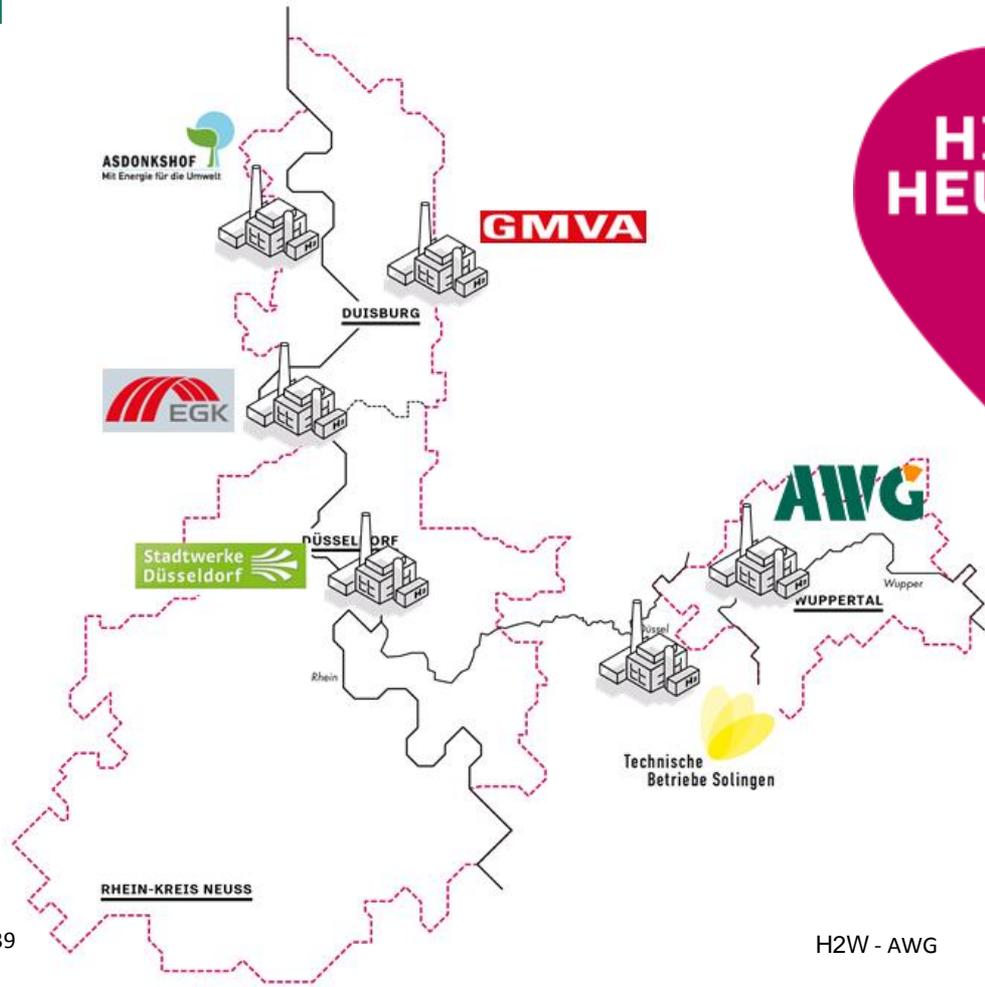
**HIER.
 HEUTE.
 H2.**

**KOMPETENZREGION
 WASSERSTOFF
 Düssel.Rhein.Wupper**





Modellregion Wasserstoffmobilität NRW (Erzeugerallianz)



**HIER.
HEUTE.
H2.**

**KOMPETENZREGION
WASSERSTOFF
Düssel.Rhein.Wupper**

Link zur Homepage

<https://www.kompetenzregion-wasserstoff-drw.de/>

Link zum Film

https://www.youtube.com/watch?v=qu_MZFbXpT0



Stellungnahme bzgl. „Grünem“ Wasserstoff



**KOMPETENZREGION
WASSERSTOFF**
Düssel.Rhein.Wupper

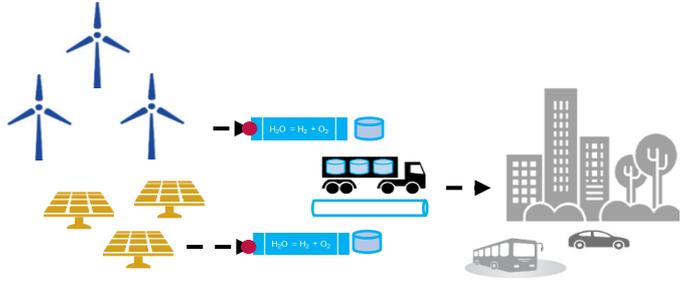
STELLUNGNAHME DER KOMPETENZREGION WASSERSTOFF DÜSSEL.RHEIN.WUPPER.

ZUR DEFINITION VON „GRÜNEM“ WASSERSTOFF IM RAHMEN DER VERORDNUNG NACH § 93 EEG 2021

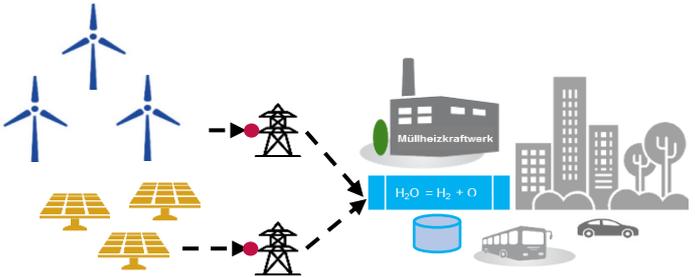


Integration von EE-Strom

Erzeugungsnah Umwandlung in H2 direkt an EE-Anlage – Vermeidung Strombezug aus Netz



Verbrauchsnah Umwandlung in H2 unter maximaler Nutzung von Synergien mit anderen Sektoren



- ▶ Transport EE-Strom via Stromnetz (in NRW nahezu keine Stromnetzengpässe)
- ▶ Umwandlung zu H2 in einem Elektrolyseur an einem technischen Standort im Verbrauchsgebiet

Vorteile

Vermeidung von Stromnetzengpässen bei der Integration von EE

Keine Umlagen und NNE auf Strom aus öffentlichem Netz

verbrauchscentren

Vorteile

Nah an Verkehrssenke (kurze Transportwege)

Technische Kapazitäten vorhanden (H2O, Elektrische Leistung, etc.)

Nutzungsmöglichkeit Nebenprodukte (Wärme & O2)

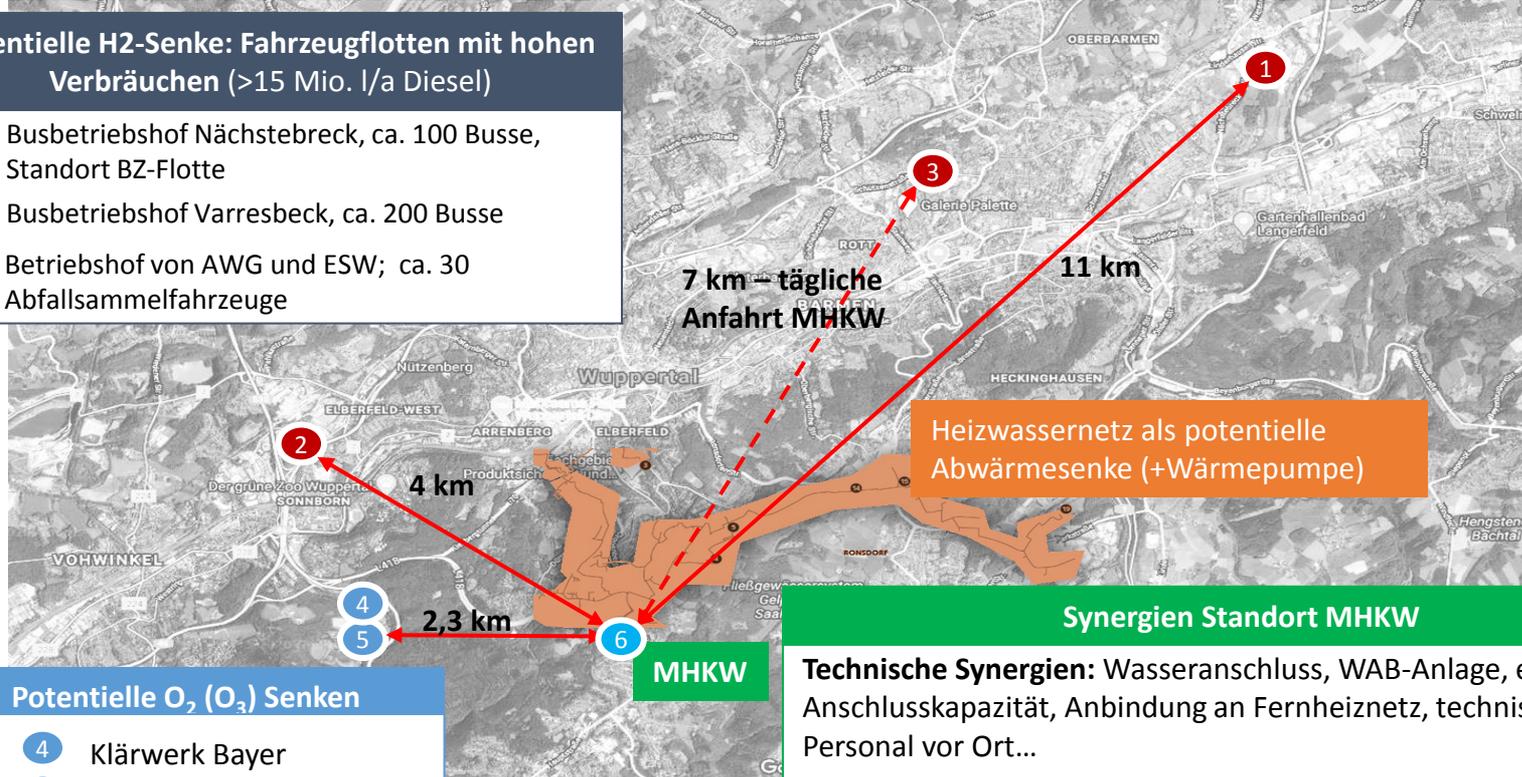
Geringere spezifische CAPEX H2-Erzeugung und Verdichtung



Potentielle H₂-Synergien in Wuppertal

Potentielle H₂-Senke: Fahrzeugflotten mit hohen Verbräuchen (>15 Mio. l/a Diesel)

- 1 Busbetriebshof Nächstebreck, ca. 100 Busse, Standort BZ-Flotte
- 2 Busbetriebshof Varresbeck, ca. 200 Busse
- 3 Betriebshof von AWG und ESW; ca. 30 Abfallsammelfahrzeuge



Potentielle O₂ (O₃) Senken

- 4 Klärwerk Bayer
- 5 Klärwerk Buchenhofen

Synergien Standort MHKW

Technische Synergien: Wasseranschluss, WAB-Anlage, elektrische Anschlusskapazität, Anbindung an Fernheiznetz, technisches Personal vor Ort...

Energiewirtschaftlich-prozessuale Synergien: Einsatzoptimierung Assets Teil des Tagesgeschäftes, Zugang zu allen relevanten Märkten (Day-Ahead, Intraday, Regelenergie)

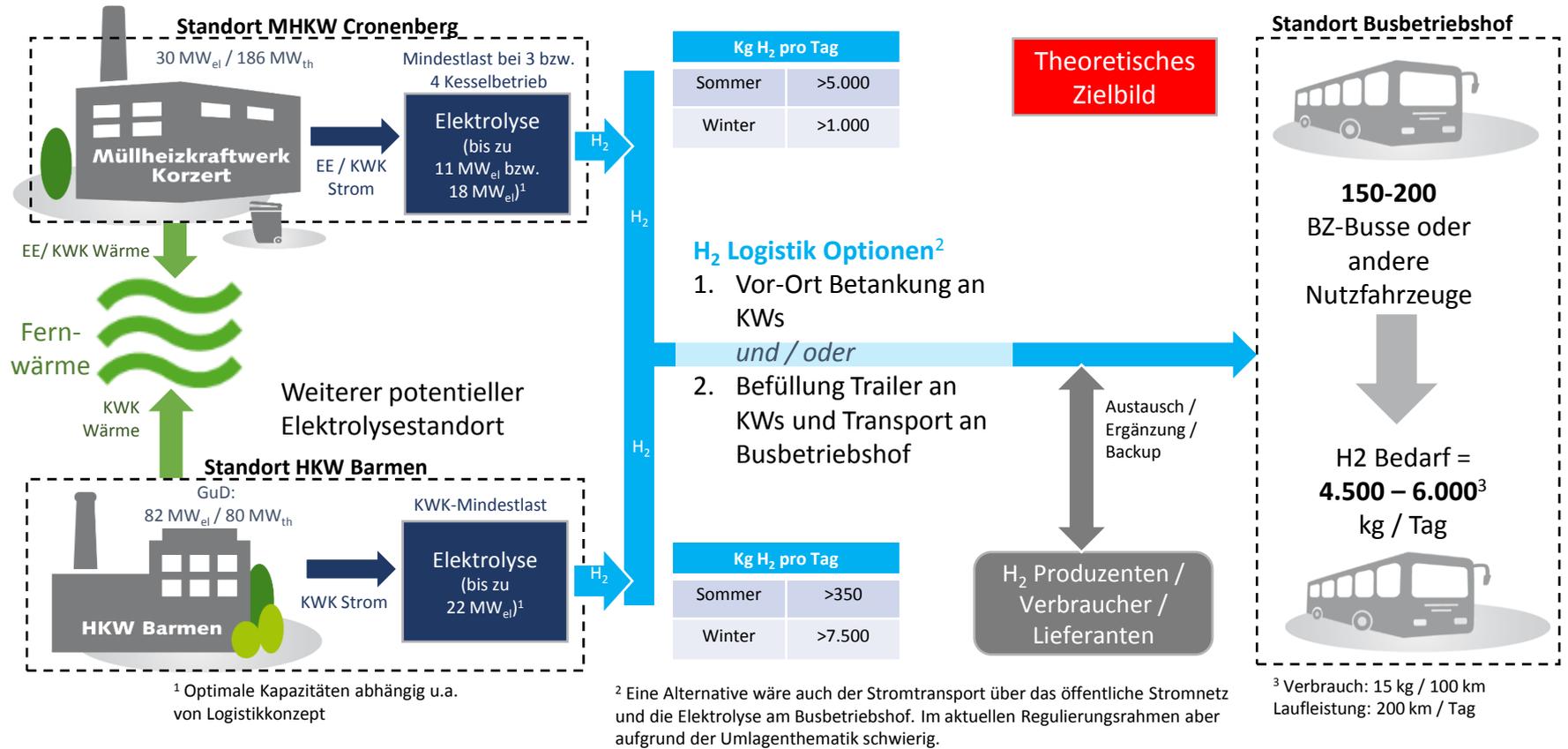


Möglicher H₂-Einsatz in Busse und Nutzfahrzeuge

H₂-Erzeugung

H₂-Logistik / Transport

H₂-Verbrauch



¹ Optimale Kapazitäten abhängig u.a. von Logistikkonzept

² Eine Alternative wäre auch der Stromtransport über das öffentliche Stromnetz und die Elektrolyse am Busbetriebshof. Im aktuellen Regulierungsrahmen aber aufgrund der Umlagenthematik schwierig.

³ Verbrauch: 15 kg / 100 km Laufleistung: 200 km / Tag



Klimaschutz/Nachhaltigkeit (Verschiedenes)



- Bienen / Blumenwiesen
- Elektrofahrzeuge / Ladesäulen
- Förderung der Radfahrmobilität (Jobrad)
 - Unterstellmöglichkeiten mit Lademöglichkeiten
- Gesundheitsförderung
 - Betriebssport / Cross-Triathlon
 - Schwimmbadnutzung
- Luftwandanlagen / Schalldämpfer für Entspanner
- Photovoltaik
- Tafelwasseranlagen / Trinkbrunnen



Deutscher
NACHHALTIGKEITS
Kodex
Berichtsjahr 2019



- Wiederverwertung des Bodenaushubs
- Gewinnung von Sekundärbaustoffen zur Reduzierung von Primärbaustoffen
- Reduzierung von aufwendiger/weiter Transportlogistik
- Reduzierung um insgesamt ca. 5.500 Tonnen CO₂- und Schadstoffemissionen pro Jahr
- Nachhaltige Beschäftigung (ca. 10 Personen)



Andere reden über Sektorenkopplung

Wir machen es!

Gemeinsam im Verbund mit WSW und EKOCity



Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit



... UND DEN REST ERLEDIGEN WIR AUCH!