

ESWE Verkehrsgesellschaft mbH

Wir machen Wiesbaden mobil!

ESWE
VERKEHR



Wiesbaden

Zahlen und Fakten



Geografisch

Wiesbaden verfügt über eine Fläche von über **20.362 ha**.
Höchster Punkt (**608 m**):
Rheinhöhenweg. Tiefster
Punkt (**83 m**): Hafeneinfahrt
Schierstein.



Einwohner

In Wiesbaden leben über **291**
Tausend Einwohner. Davon
sind **51,4 %** Frauen und
48,6 % Männer. Sie verteilen
sich auf **147.256** Haushalte.



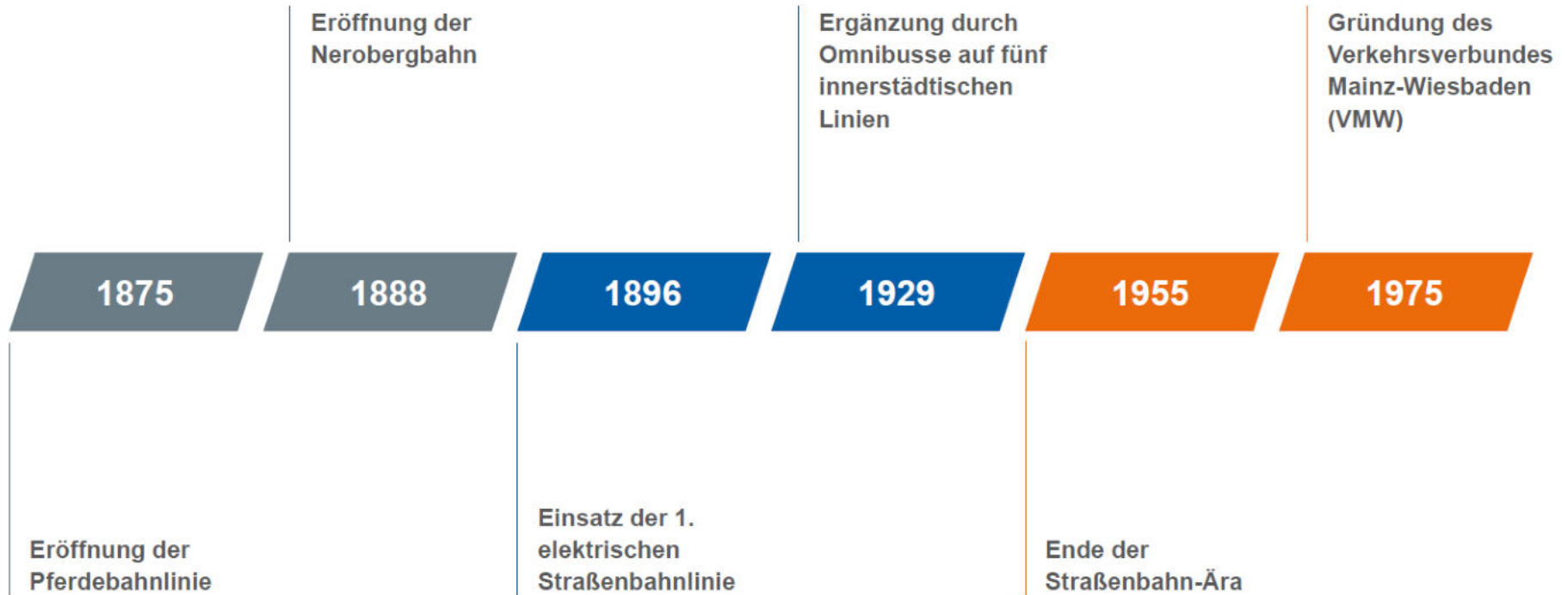
Tourismus & Verkehr

256.218 Gäste pro Jahr für
654.564 Übernachtungen.
143 Tausend Pkw, knapp
10 Tausend Lkw und
9 Tausend Motorräder.
59,6 % Motorisierungsgrad.

Stand: 31.12.2020

Geschichte

des ÖPNV in Wiesbaden



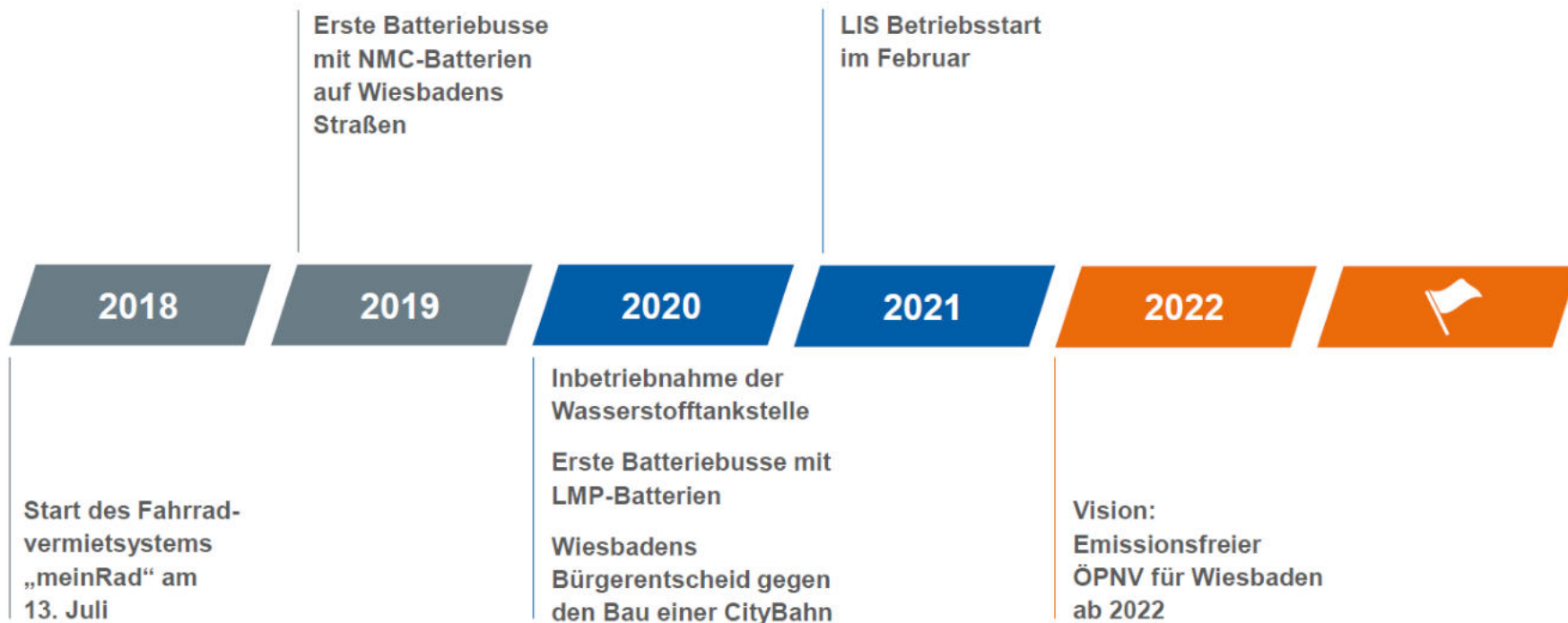
Geschichte

des ÖPNV in Wiesbaden



Geschichte

des ÖPNV in Wiesbaden



Ausgewählte Kennzahlen

Infrastruktur, Haltestellen und Fuhrpark



Infrastruktur

43 Buslinien, über **688 km** Streckennetz, moderner Betriebshof (OBH) und Verkehrsleitzentrale (VLZ) mit 24/7 Besetzung.



Haltestellen

Über **982** Haltestellen

- **435** mit Wartehallen
- **115** mit dynamischen FGI's
- **18** mit Videoanlage



Fuhrpark

302 Linienbusse

- **157** Soloomnibusse
 - hiervon **20** Batteriebusse und **1** Brennstoffzellenbus
- **145** Gelenkbusse
- **1** Reisebus, **2** Oldtimer und je **3** Klein- sowie Fahrschulbusse

Aktuelle Ergänzung:

Inzwischen sind 60 Batteriebusse und ab Dezember 21 werden 10 Brennstoffzellenbusse im Einsatz sein.

Fakten zum Thema

Technischer Betrieb



Fakten zum Thema

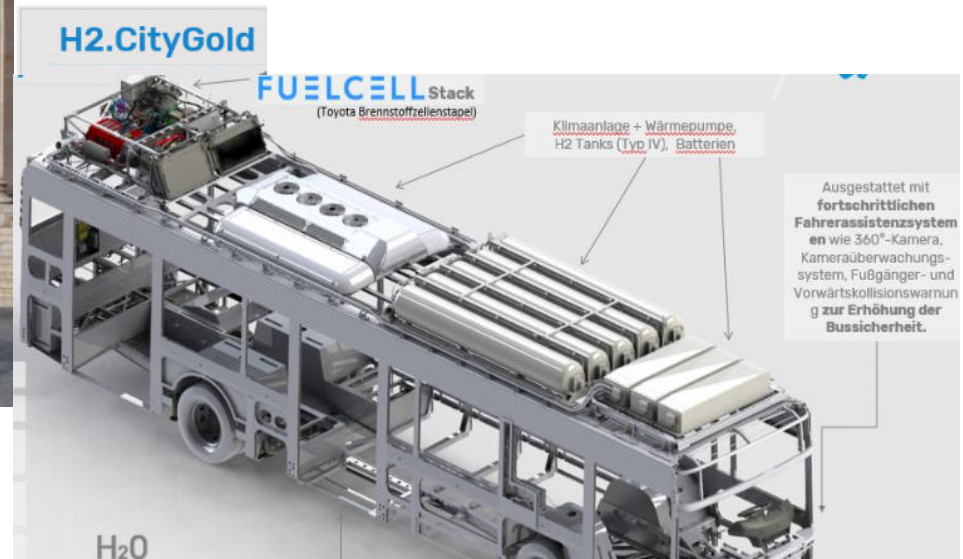
Technischer Betrieb

- Umstellung des Fuhrparks auf Emissionsfreie Fahrzeuge
- Umbau des Betriebshofs für eine Ladeinfrastruktur
- Einführen eines Betriebshofmanagementsystems
- Erweiterung des Betriebshofs durch den Umbau des Parkplatzes Salzbachau
- Betrieb der Wasserstofftankstelle (350 bar) auf dem Betriebshof
- Ertüchtigung der Hochvoltwerkstatt für Brennstoffzellenfahrzeuge
- Elektrifizierung der PKW und Kleitransporter Flotte
- Errichtung eines neuen Abfallsammelplatzes
- Betrieb des Busport mit einer Dachflächen-Photovoltaik-Anlage die etwa 400.000 kWh Strom/Jahr erzeugt
- Nutzung des Regenwassers vom Busport in der Buswaschanlage

Ziel

Emissionsfreier ÖPNV für Wiesbaden

1. Batteriebusse dort, wo ihr Einsatz trotz der begrenzten Reichweite wirtschaftlich ist.
2. Brennstoffzellenbusse dort, wo die Reichweite der Batteriebusse für einen wirtschaftlichen Betrieb nicht ausreicht.
3. Hilfsfahrzeuge als batteriebetriebene-Fahrzeuge und Auf- bzw. Ausbau einer Sharing-Economy.



Ausbau der emissionsfreien Busflotte

-von 10 auf bis zu 150 Bz-Bussen-

Fragen die für die Realisierung eines emissionsfreien ÖPNV noch nicht beantwortet sind:

- Aufzeigen eines möglichen Hochlaufplanes einer emissionsfreien Busflotte der ESWE bis 2025
 - Aufzeigen von Engpässen
 - Aufzeigen notwendiger Maßnahmen
- Suche nach alternativen H₂-Quellen und bestimmen von Rahmenbedingung für H₂-Produktion
- Ist auf dem bestehenden Betriebshof ausreichend Platz für die zukünftige Busflotte und die Infrastruktur?

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie hat im Auftrag der LEA die Wenger Engineering GmbH die Fragen analysiert, die in der Folge auszugsweise vorgestellt werden.

Ausbau der emissionsfreien Busflotte

-von 10 auf bis zu 150 Bz-Bussen-



Ist-Zustand

- Großes Busdepot am HBF
- 300 Busse
 - Erste BEV-Busse
 - 1 H₂-Bus
- H₂-Tankstelle
 - 1 Zapfsäule
 - 870 kg Speicherkapazität
 - Erweiterung des Speichers um weiter 870 kg bereits genehmigt
- Ladeinfrastruktur für E-Busse wird gerade aufgebaut



Erklärtes Ziel der ESWE: **Emissionsfrei bis 2025**

- Ausschreibung von
 - 120 BEV-Solobussen (bis Ende 2021 geliefert)
 - 10 H₂-Solobussen (bis Ende 2021 geliefert)
 - 140 H₂-REX-Gelenkbussen

Ausbau der emissionsfreien Busflotte

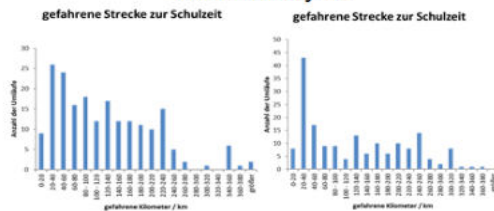
-von 10 auf bis zu 150 Bz-Bussen-



Ermittlung des Energiebedarfs



Umlaufanalyse



Lastprofil

- Detaillierte Analyse gefahrenen Umläufe
 - Wie viel km fährt jeder Bus pro Tag?
 - Wann gibt es Pausen?
- Ableiten eines H₂-Verbrauches
- Sinnvolle „H₂-Linien“
 - Linien zur Erprobung
 - Langläufer
- Enge Zusammenarbeit mit ESWE
- Benötigter Input
 - Leistungsdaten der Busse
 - Daten der Umläufe

Ziel:

- Wie viel H₂ /Strom wird benötigt?
- Welche Anforderungen werden an die Busse gestellt?

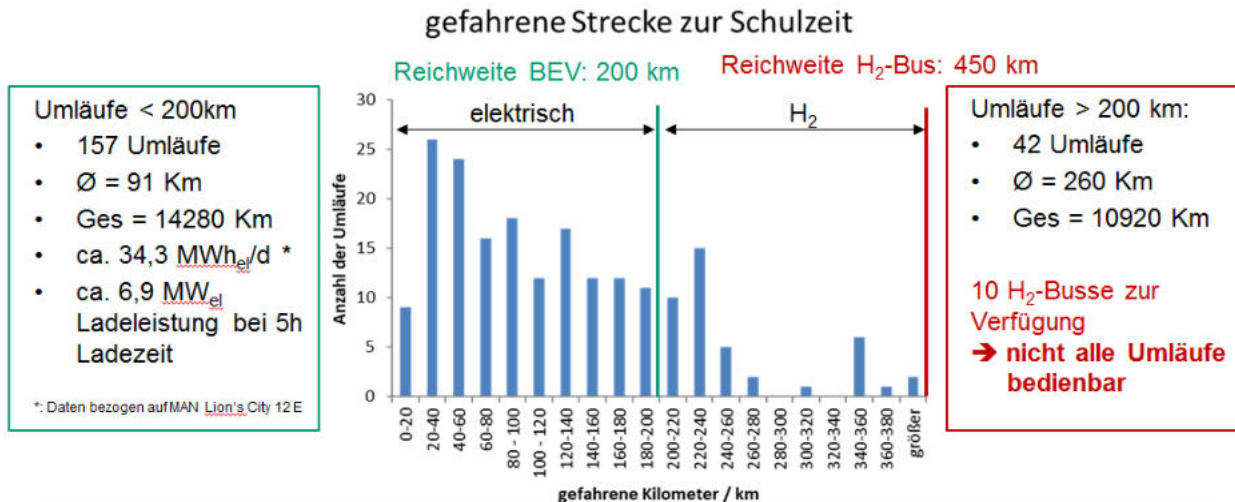
Ausbau der emissionsfreien Busflotte

-von 10 auf bis zu 150 Bz-Bussen-



Energiebedarf Solobusse

Kann die geplante emissionsfreie KOM - Flotte alle Umläufe bedienen?



Zu wenige KOM Busse für lange Strecken verfügbar!

Mögliche Lösungen ab 2025:

- Mehr H₂-KOM kaufen
- GOM als Ersatz für fehlende KOM
- Umstrukturierung ihrer Umläufe
- (Reichweite BEV-KOM > 250km)

Ausbau der emissionsfreien Busflotte

-von 10 auf bis zu 150 Bz-Bussen-



Energiebedarf Gelenkbusse

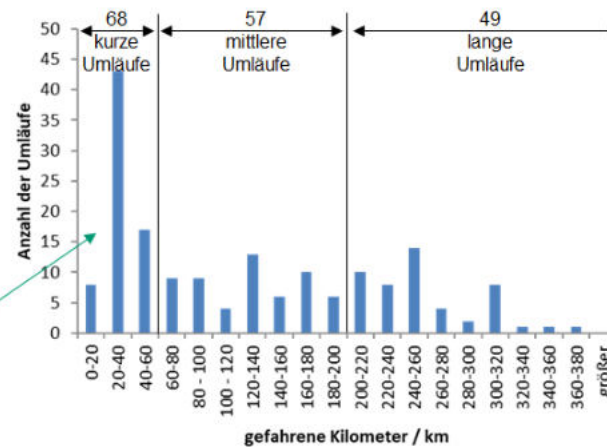
Kann die geplante emissionsfreie GOM - Flotte alle Umläufe bedienen?

Fahrleistung aller GOM

- 174 Umläufe
- $\varnothing = 126$ km
- Ges = 22052 km

Wenn möglich mit Batterie fahren

gefahrte Strecke zur Schulzeit



Umläufe > 200 km:

- 49 Umläufe
- $\varnothing = 255$ km
- Ges = 12550 km

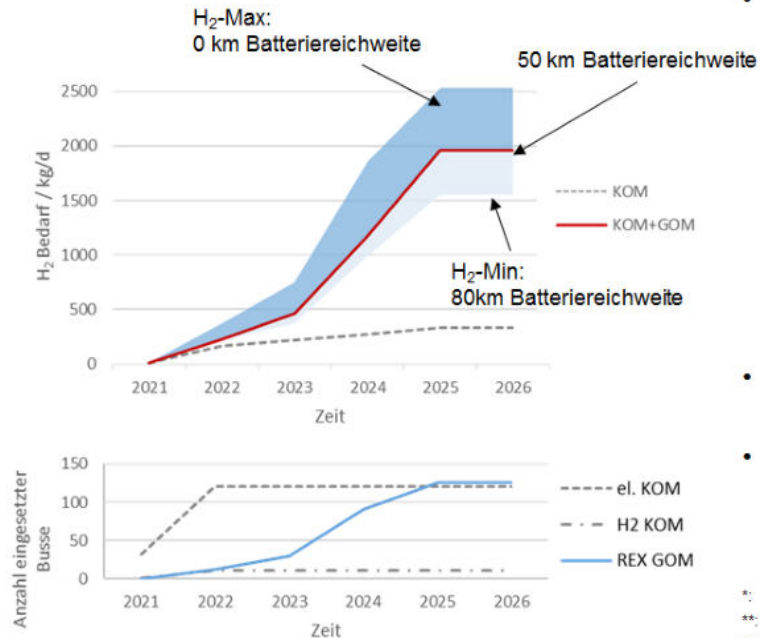
Nur mit BZ-Technologie bedienbar

- Mit Batterie-Reichweite von 60 km können 68 Umläufe abgedeckt werden
- Für 49 Umläufe ist BZ-Technologie zwingend notwendig

Ausbau der emissionsfreien Busflotte -von 10 auf bis zu 150 Bz-Bussen-



H₂-Bedarf gesamte Flotte



- Bis 2025 Testbetrieb auf kürzeren Umläufen

	KOM kg/d/Bus	GOM kg/d/Bus
2021	10	0
2022	15	5
2023	20	8
2024	25	10
2025	30	13 ± 5 kg*

- 90% der Busse im Einsatz
 - 10% der Busse in Wartung
- Verbrauch:
 - 320 kWh_{el} / 100 km **
 - 10 kg H₂ / 100 km ***

*: Abhängig von Batteriereichweite

** : Daten bezogen auf MAN Lion's City 18 E

***: Mittelwert aus Studie von Energy Engineers, 04.02.2021

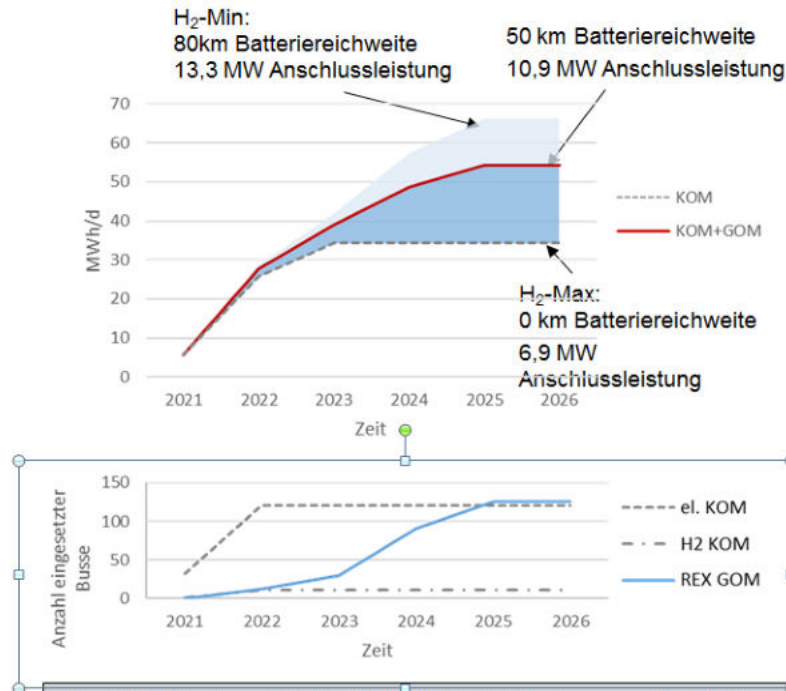
- H₂-Bedarf hängt stark von der Größe der REX-Batterie ab
- Bei 50km Batteriereichweite ergibt sich ein H₂-Bedarf von 2 Tonnen H₂ pro Tag

Ausbau der emissionsfreien Busflotte

-von 10 auf bis zu 150 Bz-Bussen-



El. Energiebedarf gesamte Flotte



- Lange Umläufe für REX-GOM
 - Batterie wird voll genutzt
- Bis 2025 Hochlauf der Anzahl der REX-GOM
- Fahrleistung der el. KOM bis 2023 langsam steigern
- 90% der Busse im Einsatz
- Annahme: 5h Ladezeit
 - Ladezeit hat großen Einfluss auf benötigte Leistung
 - Längeres Laden
 - weniger Leistung
 - mehr Busse nötig

- Elektrischer Bedarf ist stark abhängig von der Batteriegröße der REX-GOM
- Für gesamte Flotte maximal 13,3 MW elektrische Anschlussleistung

Ausbau der emissionsfreien Busflotte

-von 10 bis zu 150 Bz-Bussen-



Ausbau der bestehenden H₂-Tankstelle (1/2)



- 370 kg bei 50 bar
- 500 kg bei 550 bar
- Erweiterung um 870 kg möglich
- Kompressor darf nur tagsüber laufen
 - nächtliche Betankung ausschließlich aus 550 bar Speicher
 - Betankung hängt vom Füllstand des Speichers ab

- 250 kg H₂ pro Nacht zu Verfügung, ohne den Einsatz des Kompressors
- Betankung mehrerer Fahrzeuge über nach nicht gewährleistet

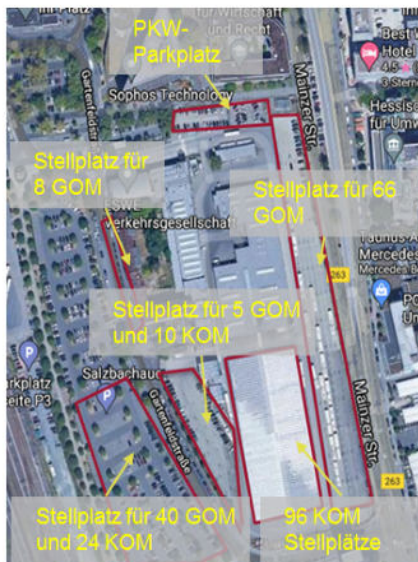
- Aktuelle Tankstelle muss ab 2022 regelmäßig erweitert werden
- bis 2025 wird eine Fläche von 500 m² für die Tankstelle benötigt
- Platz ist auf aktuellem Busdepot nicht vorhanden → neues Depot nötig

Ausbau der emissionsfreien Busflotte

-von 10 auf bis zu 150 Bz-Bussen-



Status Quo - Zukünftiges Busdepot mit ausgebauter Infrastruktur



Ist auf bestehenden Busdepot genügen Platz für die zukünftige Busflotte und ihre Infrastruktur?

- 155 GOM Fahrzeuge geplant
- 155 KOM Fahrzeuge geplant
- 310 Ladesäulen
- + 119 Stellplatz für GOM
- + 130 Stellplatz für KOM
- + 96 Ladesäulen
- 30 Stellplätze für Ausbau der fehlenden Ladesäulen und zweite H₂-Zapfsäule
- 7 Stellplätze für Reisebus, Fahrschulbusse, LKW
- 20 Stellplätze Dienstwagen zu parken
- 40 PKW Parkplätze fallen weg wegen geplanten Umspannwerk

- Σ - 70 Stellplätze für GOM und LKW
Σ - 60 PKW Stellplätze

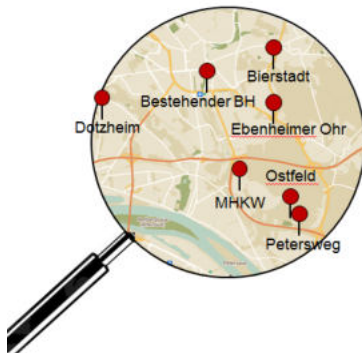
Bis 2025 wird ein zweiter Bushof benötigt, mit Platz für mindestens **70 GOM Busse** und entsprechender Ladeinfrastruktur und **60 PKW Stellplätze**

Ausbau der emissionsfreien Busflotte

-von 10 auf bis zu 150 Bz-Bussen-



Standortanalyse des Omnibusbetriebshofes



- Bewertungskriterien der Machbarkeit
 - **technisch:** Energieversorgung und Betrieb möglich
 - **räumlich:** genügend Rangiermöglichkeiten
genügend Parkmöglichkeiten
 - **genehmigungsrechtlich:** H₂-Tankstellenausbau
 - **infrastrukturell:** Wasserstoff und Strom
 - **wirtschaftlich:** Kostenbetrachtung der Standorte

Direktvergleich der Bewertungen der Standorte

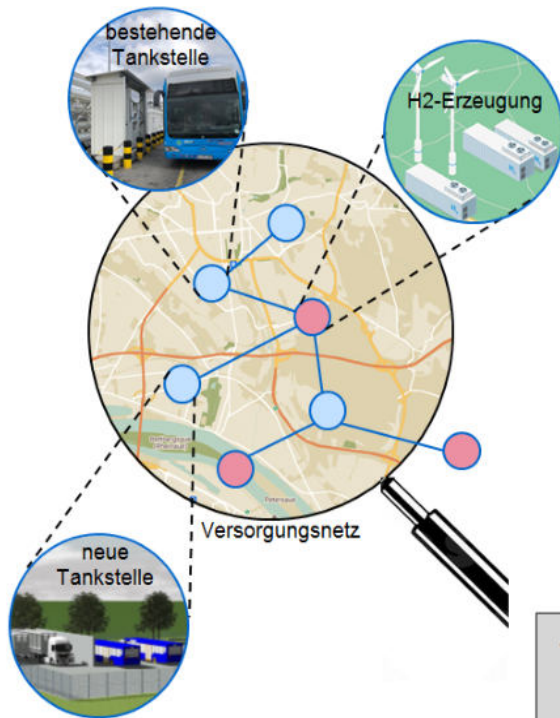
BH1 bleibt bestehen

Kriterien	Gewichtung	BH1 wird ausgebaut	BH2 an MHKW	BH2 an Petersweg	BH2 an <u>Erlenheimer Ohr</u>	BH2 an Bierstadt	BH2 an Dotzheim	BH2 in <u>Ostfeld</u>
Stromversorgung	15%	5	10	5	10	5	5	5
H ₂ -Versorgung	5%	1	10	5	5	1	1	10
Straßenanbindung	20%	10	10	10	10	10	5	5
Leerkilometer (Ort)	5%	10	5	1	5	5	1	1
Redundanz	25%	1	10	10	5	5	5	10
Platzbedarf	30%	1	1	10	10	10	10	10
Summe	100%	4	7	9	8	7	5	8*

Ausbau der emissionsfreien Busflotte -von 10 auf bis zu 150 Bz-Bussen-



Entwicklung skalierbares Energieversorgungskonzept



- Identifizieren möglicher Supply-Chains
- Optimierung der Supply-Chain
 - technisch
 - ökonomisch (TCO)
 - ökologisch (Well to Wheel Projekt-Lebenszyklusanalyse)
- Einbinden der bestehenden Tankstelle (AP 1.5)
- Sicherstellung von
 - Versorgung mit H₂
 - grüner Herkunft
- Aufzeigen möglicher zusätzlicher H₂-Quellen

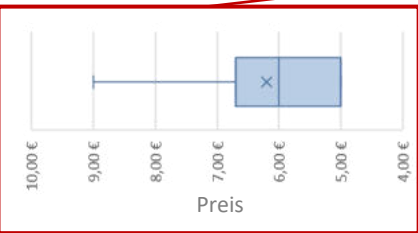
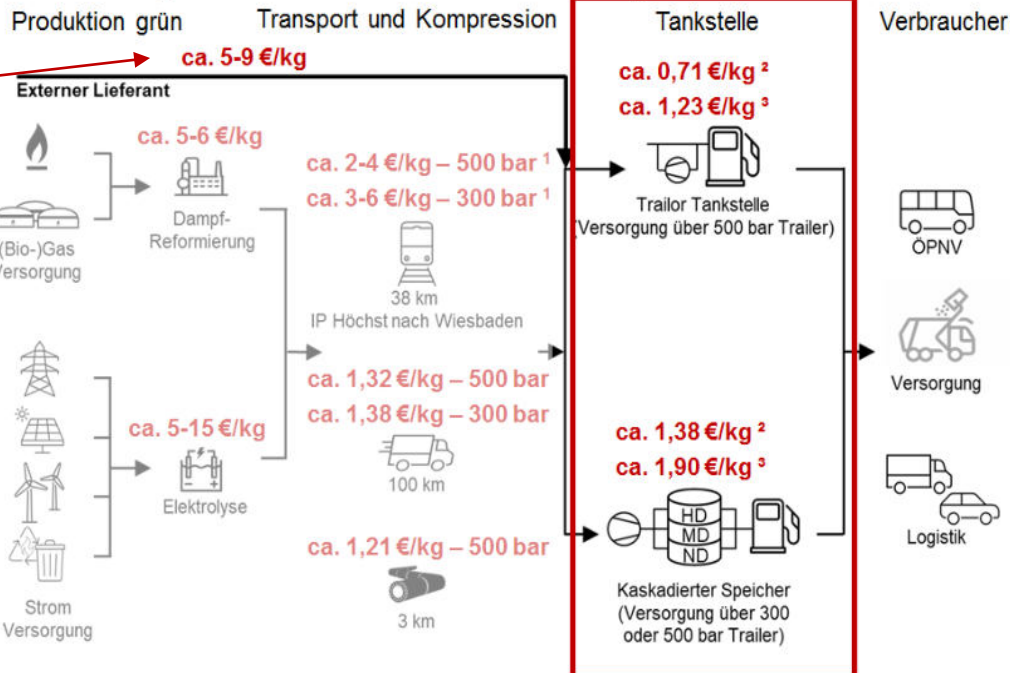
Ziel:

- Entwickeln und optimieren eines **lokalen H₂-Netzwerks**

Ausbau der emissionsfreien Busflotte -von 10 bis zu 150 Bz-Bussen-



Mögliches H₂ Ökosystem Wiesbaden – H₂-Kosten⁴



Ausbau der emissionsfreien Busflotte

-von 10 auf bis zu 150 Bz-Bussen-



Zusammenfassung

- Um geplante emissionsfreie Busflotte der ESWE mit H₂ zu versorgen werden 1500 bis 2500 kg H₂ pro Tag benötigt
- Es wurden verschiedenen Standorte für einen zweiten Betriebshof aufgezeigt und bewertet
- Es wurden verschiedenen H₂-Versorgungsmöglichkeiten aufgezeigt (Preis ca. 5-15 €/kg H₂)
- Rahmenbedingung für möglichst günstige H₂-Produktion
 - Strompreis (< 5 ct/kWh)
 - Hohe Auslastung der Elektrolyse (ausschließliche Anbindung an PV- oder Windpark hier ungünstig)
 - Hohe und konstante Abnahme
- Unterstützungsmöglichkeiten
 - Förderung von CO₂-armen H₂ aus MHKW-Abfallstrom
 - Entwicklung von PV-, Wind-, Biogasanlagen zur H₂-Produktion