



Pilotprojekt H2 - TPF

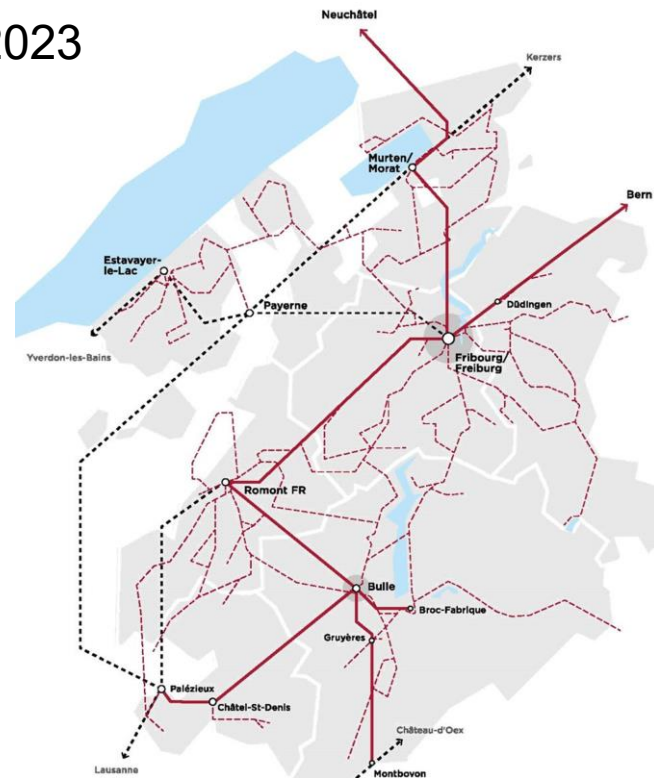
Forum Nachhaltige Energie – VöV
Laura Amaudruz und Thomas Hans
20. November 2024

Inhalt

- Wesentliche Informationen über die TPF
- Analyse und Simulationen
- Warum H2 ?
- Unser Pilotprojekt
 - Fahrzeuge
 - Infrastrukturen
 - Ziele und Berichterstattungen
 - Herausforderungen

Wesentliche Informationen über die TPF

- 37'512'777 Fahrgäste auf 16'817'011 km im Jahr 2023
- 3 Busnetze
 - Agglo von Freiburg : 13 Linien
 - Agglo von Bulle : 3 Linien
 - Regionales Netz : 57 Linien
 - Nachtnetz : 17 Linien
- 11 regionale Depots



Wesentliche Informationen über die TPF

- Flotte
- Grösse der Busse
 - 9 Meter
 - 10.5 Meter
 - 12 Meter
 - 18 Meter
- Technologien
 - Diesel
 - Elektrisch
 - Trolleybus



32 Zugkompositionen
22 NS und 12 SS



167 Regionalbusse



65 Stadtbusse
(24 Trolleybusse)



5 Batteriebusse



89 Schulbusse



1 Funiculaire

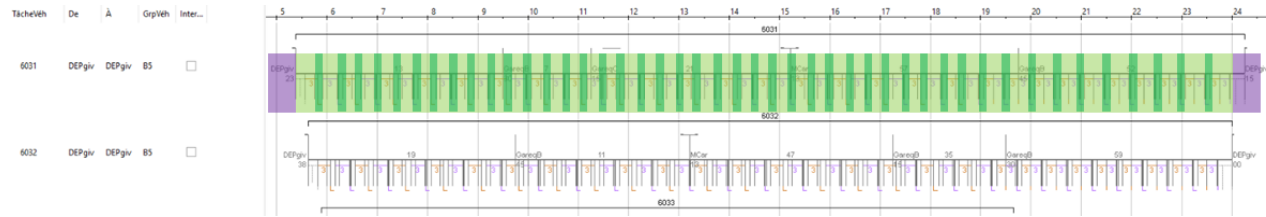
Analyse und Simulationen

- Jedes Netzwerk/jeder Betreiber hat seine eigenen Einschränkungen.
- Beispiele für zu berücksichtigende Aspekte
 - Grösse der Flotte und des Netzes
 - Homogenität der Flotte zur Optimierung der Wartung und des Betriebs
 - Technische Einschränkungen der Hersteller
 - Topografien der Strecken
 - Produktion des Angebots
 - Position der Depots
 - Budget-Einschränkungen

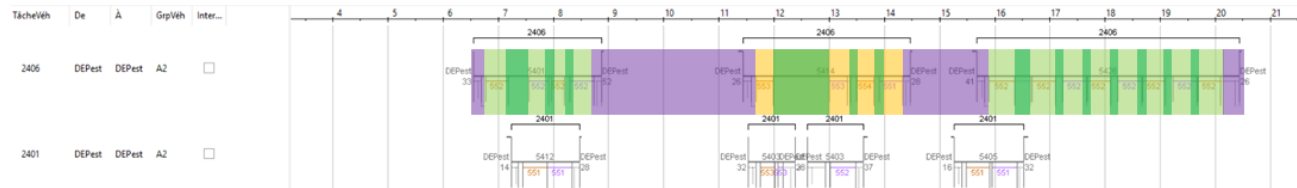


Analyse und Simulationen

- Aktuelle Produktion des Angebots
 - Städtisches Netz



- Regionales Netz



Ein-/Ausfahrt und Wartezeit im Depot

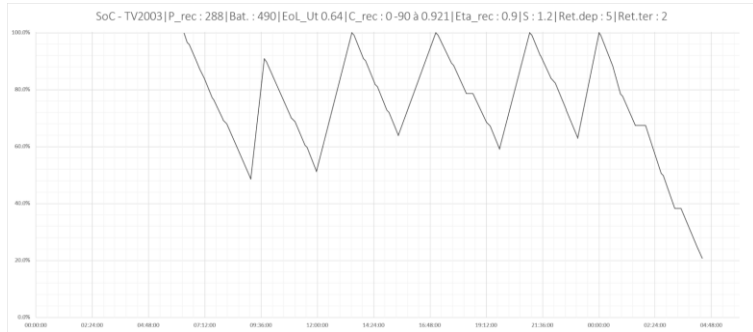
Hin- und Rückfahrten auf den Linien

Taktzeiten an den Endstationen

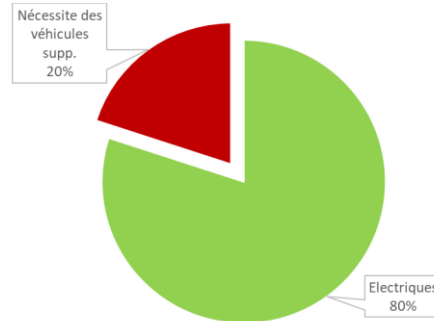
Hin- und Rückfahrten auf den Zwischenlinien

Analyse und Simulationen

- Grundlegende Annahmen
 - Aktueller Wissensstand: Technologie und Kosten
 - Produktion der aktuellen Angebote
 - Worst case : tiefe Temperaturen, Verspätungen, Batteriekapazität am Ende der Lebensdauer, etc...



Batteriestatus über einen Tag



Machbarkeit der aktuellen Aufgaben mit Elektrofahrzeugen (ohne TBB)

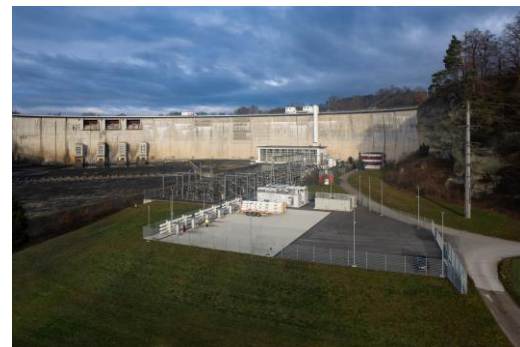
Warum H2 ?

- Energieeffizienz elektrisch vs. H2 für ein Fahrzeug, das jährlich 60'000 km zurücklegt.

140 MWh		350 MWh
45	VS	112
		

ABER

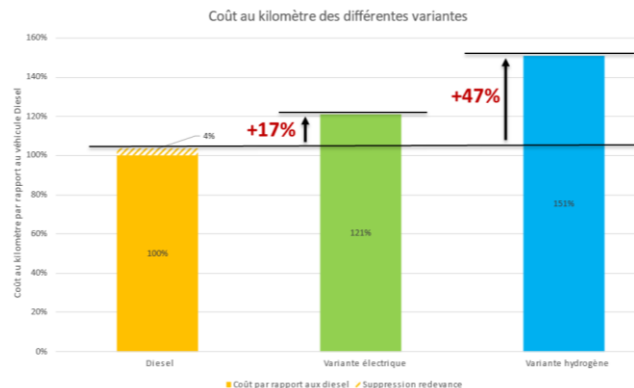
- Kompromisse mit H2-Hybridbussen
- Finanzieller Anreiz in bestimmten Nutzungsfällen
- Lokale Produzenten im Kanton Freiburg
- Längerfristige Speicherung von überschüssiger Photovoltaikenergie



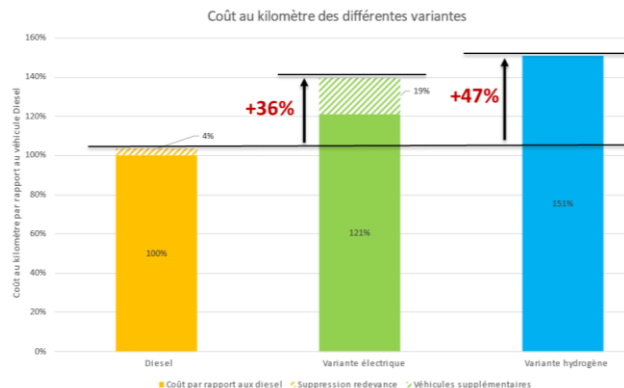
→ Start eines H2-Pilotprojekts, um unsere eigenen Erfahrungen zu sammeln

Warum H2 ?

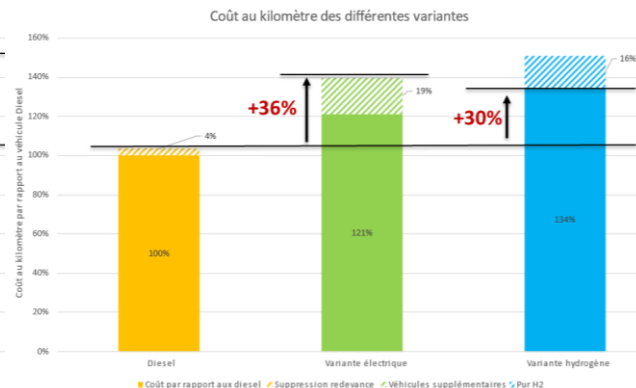
- H2-Busse vermeiden in bestimmten Fällen den Einsatz zusätzlicher Elektrobusse
 - Beispiel : Netz von 20 Bussen, die auf 4 städtischen Linien verkehren



Betrieb von 20 Bussen



Unzureichende Taktzeiten = 1 zusätzlicher Elektrobus pro Linie.



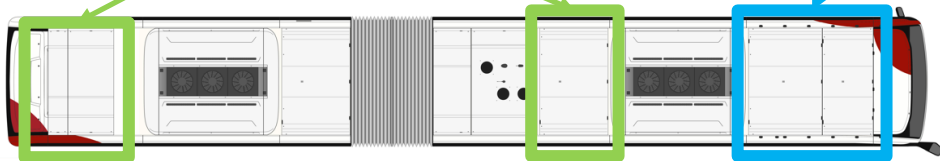
H2-Hybridbusse

Unser Pilotprojekt

- Fahrzeuge
 - 2x Mercedes-Benz eCitaro Fuel Cell Hybride (Range EXtender)

4 Batterien für eine elektrische Reichweite von 75 km bis 175 km

6 H₂-Tanks für eine Gesamtreichweite von 350 km bis 600 km



Projet soutenu par

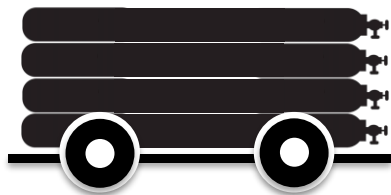
klik

Stiftung Klimaschutz
und CO₂-Kompensation
Klik

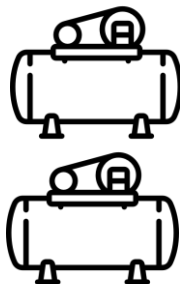
Unser Pilotprojekt

- Infrastruktur
 - Befüllstation «slow filling»
 - Busparkplätze zur derzeitigen Tankstelle
 - Anpassung der Werkstatt für die Wartung und Reparatur

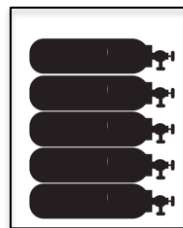
Trailer (Niederdruckspeicher)



Kompressoren



Hochdruckspeicher



Verteilung



Unser Pilotprojekt

- Ziele
 - Erste Erfahrungen mit einer möglichen Technologie von morgen sammeln
 - Kennenlernen der Betriebskosten
 - Die Stärken und Schwächen dieser Technologie definieren
 - Beurteilen, ob es sinnvoll ist, vor Ort Wasserstoff zu produzieren
 - Austausch von Erfahrungen
- Berichterstattung
 - Fahrzeuge (Reichweite, Verbrauch, Zuverlässigkeit, etc...)
 - Infrastruktur (Zuverlässigkeit der Station und der Ladegeräte, abgegebene H₂-Menge, Anzahl der Betankungen, aufgetretene Probleme, etc...)
 - Durchgeführte Fahrten
 - Kosten
 - Zufriedenheit des Personals und der Fahrgäste



Unser Pilotprojekt

- Herausforderungen

Finanzierung und Kosten



Baugenehmigung



Technische Herausforderungen



Mangel an Gesetzen/Verordnungen



Veränderungen für die Mitarbeiter





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit