

3. Internationale Trolleybus Konferenz

**23. und 24. Oktober
Leipzig, Deutschland**

**Brennstoffzellen-Hybridsysteme für den
innerstädtischen Nutz- und Personenverkehr**

Proton Motor Fuel Cell GmbH
Benzstraße 7
D-82178 Puchheim
Germany

Phone +49 (0) 89 1276265-11
Fax +49 (0) 89 1276265-99
email sales@proton-motor.de
Web www.proton-motor.de

- Proton Motor
- Anwendungen
- Antriebskonzepte
- Vorstellung TriHyBus
- Vorstellung PM REX
- REX Konzept für Linienbusse
- Fazit

Proton Motor Fuel Cell GmbH ist ein führender Anbieter von Brennstoffzellen und -systemen für mobile, maritime und stationäre Anwendungen



- Brennstoffzellenentwicklung bei Magnet Motor ab 1994
- Gründung von Proton Motor 1998
- Proton Power Systems ist 100% Gesellschafterin von PM und seit 2006 an der Börse London notiert
- PM ist der einzige deutsche Hersteller von PEM - Brennstoffzellen im oberen Leistungsbereich



- Verwaltung, Entwicklung und Fertigung in Puchheim bei München
- 57 Mitarbeiter in Entwicklung, Produktion, Vertrieb, Service und Verwaltung
- Produktion und Verwaltung auf einer Gesamtfläche von 5.700 m²
- Labor und Testfeld geeignet für die Verwendung von Wasserstoff

Stack



Multifunktionales Stack Design.

Ein Stack für mobile, maritime und stationäre Anwendungen, 2.. 8 kW

OEM Produkt.



PM Module



Stationäres 19" Brennstoffzellen-Modul

5 kW Leistung modular skalierbar für Anwendungen bis 20 kW.



OEM Produkt.



PM REX



Brennstoffzellen System für mobile Anwendungen mit 7 kW Leistung
Reichweitenverlängerung für Batteriefahrzeuge durch den Range Extender.

PM-REX



ZEMSHIP



Zero Emission Fuel Cell Ship, Betrieb in Hamburg auf der Alster seit 2008, 50kW BZ-Leistung, ca. 2.000 Betriebsstunden.

Skalierbare Schranksysteme



Brennstoffzellenschranksysteme für unterbrechungsfreie und autarke Stromversorgung. 5-20kW pro Schrank.

NEWTON REX



Range Extender für Smith Newton mit 7kW

PM-REX

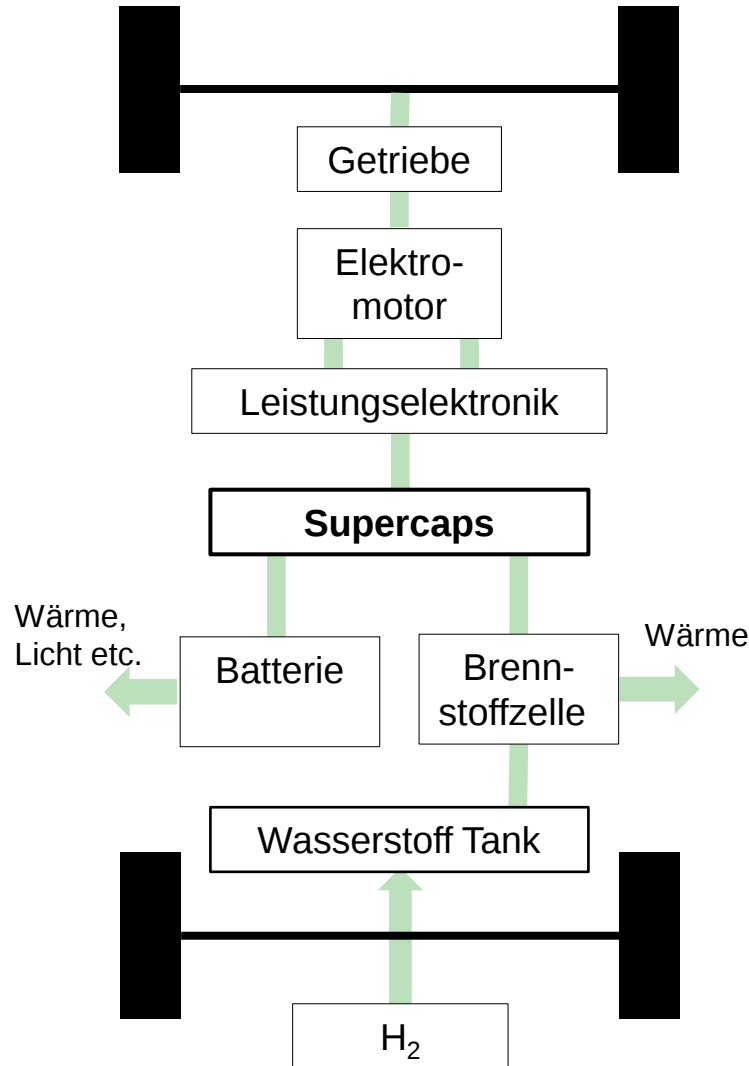
TriHyBus



Zero Emission Linienbus mit Triple Hybrid Antriebskonzept, Betrieb nahe Prag, 45 kW BZ-Leistung.

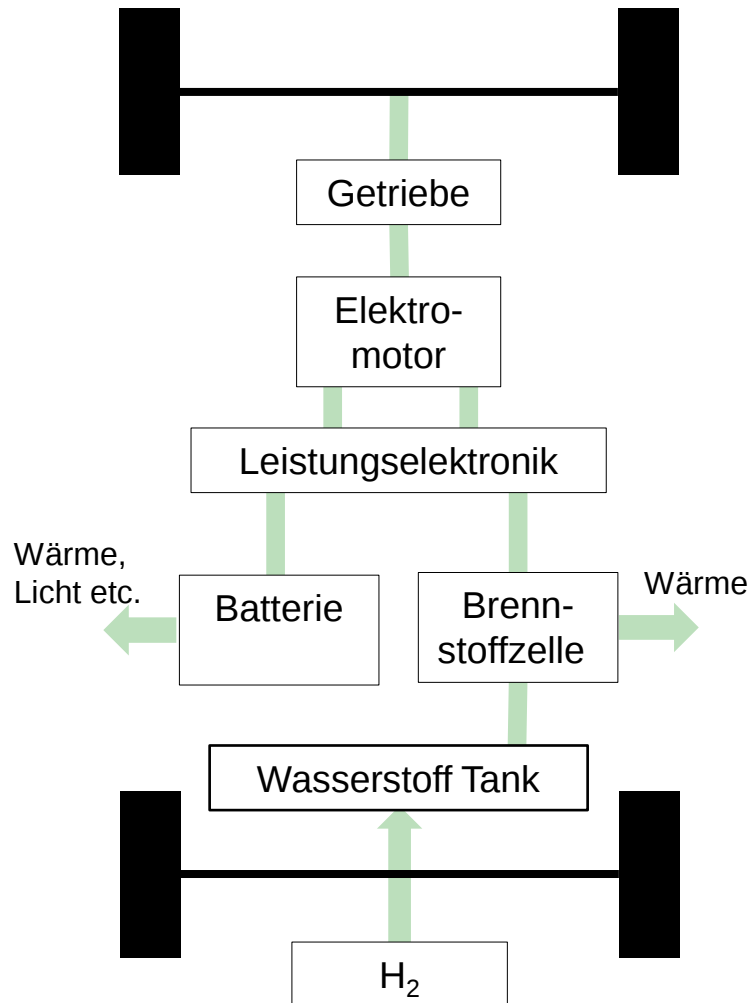
Drei verschiedene Antriebskonzepte:

- Triple-Hybrid
- Brennstoffzellen-Hybrid
- Brennstoffzellen Range Extender



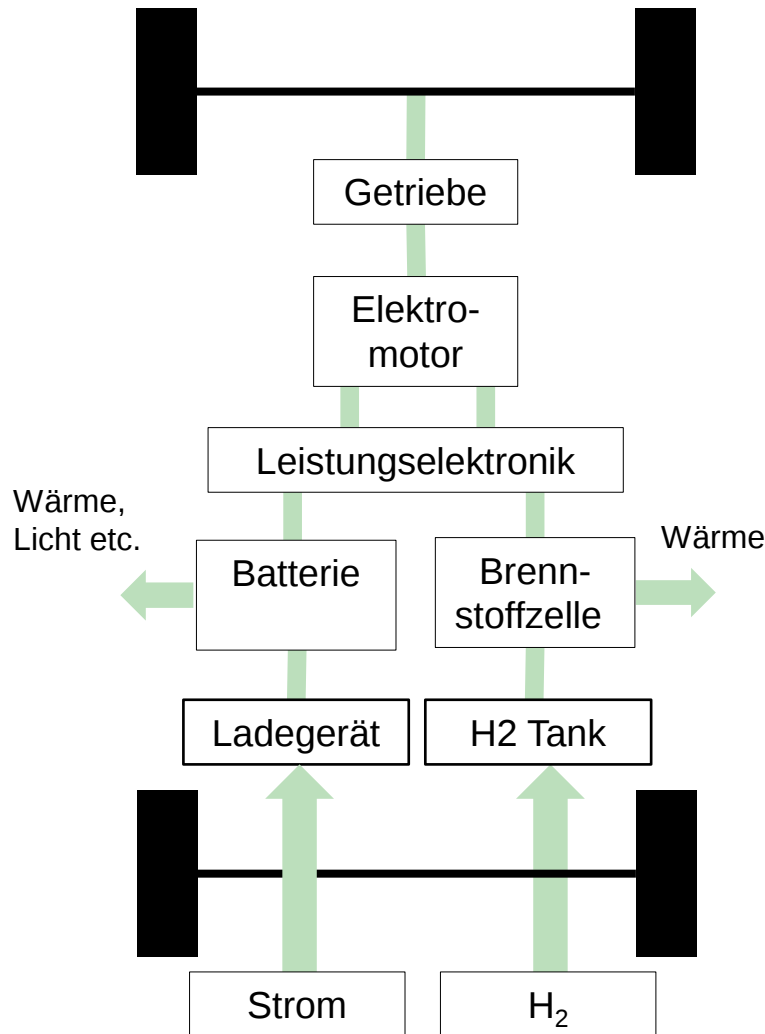
Triple-Hybrid

- Brennstoffzelle liefert die Durchschnittsleistung des Fahrzeugs
- Bremsenergierückgewinnung
- Supercaps liefern die Spitzenleistungen beim beschleunigen und nehmen Bremsenergie Effizient auf
- Batterie liefert Energie für längere Spitzenlastanforderungen
- Brennstoffzelle lädt Energiespeicher an Haltestellen



Brennstoffzellen-Hybrid

- Brennstoffzelle als Hauptenergielieferant
- Bremsenergieerückspeisung
- Batterie deckt Spitzenanforderungen ab und nimmt Bremsenergie auf
- Brennstoffzelle lädt Energiespeicher an Haltestellen



Brennstoffzellen Range Extender

- Hauptenergielieferant sind Batterien
- Bremsenergieerückgewinnung
- Brennstoffzelle liefert kontinuierlich Energie
- Reichweite verlängert sich durch die im H2-Tank gespeicherte Energie
- Am Ende muss H2 getankt und die Batterien geladen werden

Antriebskonzepte	Vorteile	Nachteile
Triple Hybrid	➤ Spitzenströme werden durch Supercaps effizient verarbeitet ➤ Batterie wird geschont ➤ Effiziente Speicherung der Bremsenergie ➤ H₂ Verbrauch niedriger gegenüber Brennstoffzellen-Hybrid ➤ Nur Betankung mit H₂ ➤ Keine Emissionen	➤ Hohe Systemkomplexität ➤ Hohe Fahrzeugkosten ➤ Betriebskosten höher, aufgrund H₂ Verbrauch gegenüber Ranger Extender (REX)
Brennstoffzellen-Hybrid	➤ Geringere Systemkomplexität ➤ Nur Betankung mit H₂ ➤ Keine Emissionen	➤ Hohe Fahrzeugkosten ➤ Höhere Belastung der Batterien, da Spitzenströme direkt verarbeitet werden ➤ Betriebskosten höher, aufgrund H₂ Verbrauch gegenüber REX
Range Extender	➤ Geringere Fahrzeugkosten aufgrund kleinerem BZ System ➤ Geringere Betriebskosten ➤ Integration in diverse batterie-elektrische Fahrzeuge möglich ➤ Keine Emissionen	➤ Höhe der Fahrzeugkosten hängt maßgeblich von Batteriekosten ab ➤ Aufladen und Tanken am Ende der Schicht

TriHyBus®

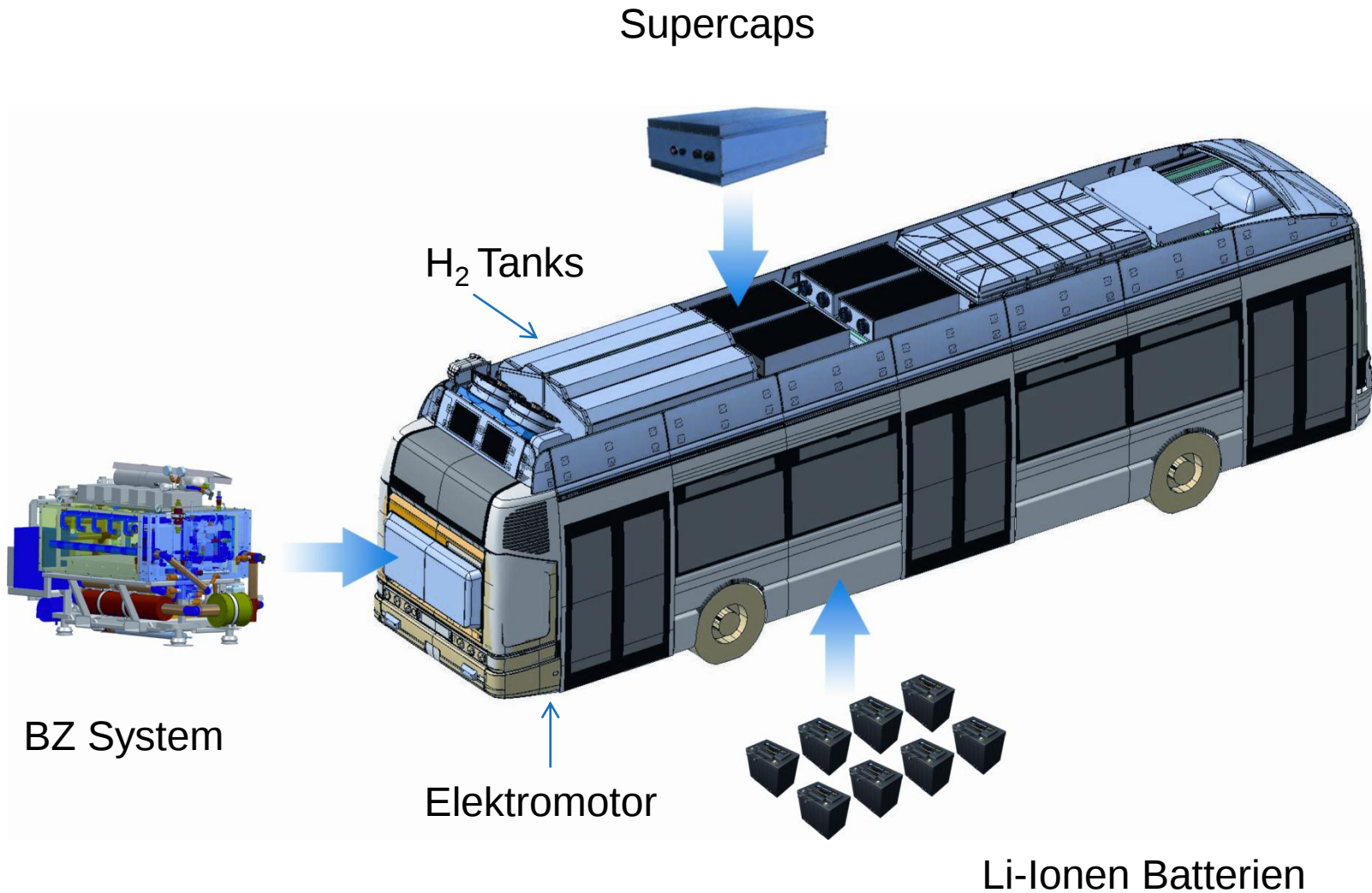


Brennstoffzellensystem 45 kW
Li - Ionen Batterie 27,4 kWh
Supercaps 1 kWh, 200 kW max.
Antriebsmotor 120 kW
Wasserstoff 20 kg @ 350bar
Verbrauch 7,5 kg H₂/100 km →
20l/100km Dieseläquivalent

- 12m Linienbus für 45 Passagiere
- Triple-Hybrid Antriebskonzept
- Aufbau und Erprobung seit 2008/2009
- Bisher 30.000 gefahrene Kilometer
- Zukunftspreis für alternative Antriebstechnik 2010 der Innovationsvereinigung der deutschen Wirtschaft IDWI
- Nominiert für den Hermes Award 2010
- Projektpartner



TriHyBus Layout



Newton mit PM REX

Newton mit PM REX 7



Brennstoffzellensystem 7kW

Li - Ionen Batterie 80 kWh

Antriebsmotor 120 kW

Wasserstoff 5 kg @ 350bar

H₂ Energiegehalt 75 kWh

H₂ Verbrauch 0,5kg/Stunde

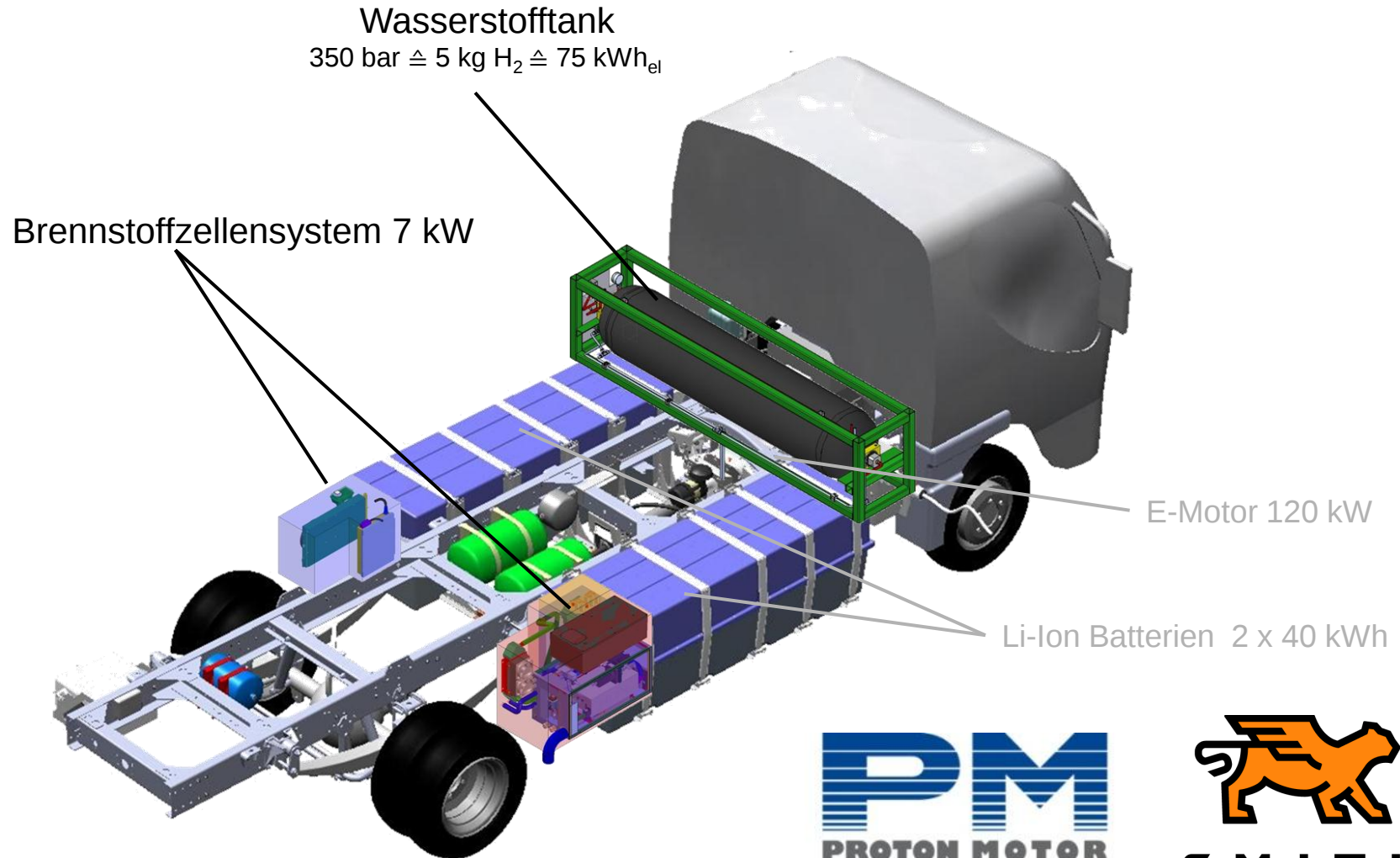
- 7,5 t Newton von Smith Electric Vehicle
- Brennstoffzelle als Range Extender
- Bisher ca. 3.000 gefahrene Kilometer seit Juli 2012
- Optimal geeignet für innerstädtischen Lieferverkehr
 - Häufiges Stop-and-Go
 - Geringe Durchschnittsgeschwindigkeit
 - Mehrschichtbetrieb möglich
- Reichweitenverlängerung um bis zu 100% gegenüber dem reinen Batteriefahrzeug
- Emissionsfrei ohne Sorgen um die Reichweite
- Nominiert für den Clean Tech Media Award 2012



Nationales Innovationsprogramm
Wasserstoff- und
Brennstoffzellentechnologie

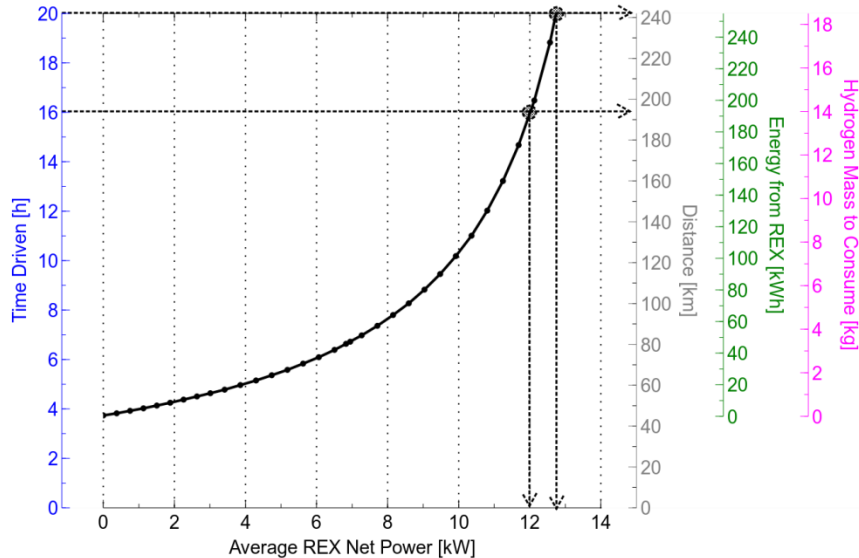


Newton Range Extender Layout



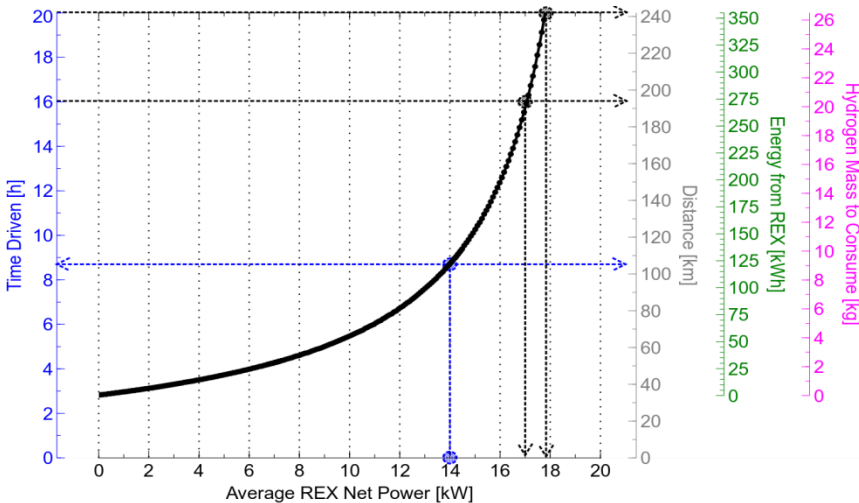
- Das Ranger Extender Konzept ist sehr gut geeignet um auf Busse für den innerstädtischen Personenverkehr übertragbar
- Bisher sind rein batterie-elektrisch angetriebene Linienbusse, aufgrund der zu geringen Reichweite, nur bedingt einsetzbar
- Range Extender ermöglicht den Einsatz für Verkehrsbetriebe im normalen Linienverkehr (Einsatzzeit 16 bis 20h)
- Durch Kombination der reinen batterie-elektrischen Lösung mit einer kleinen Brennstoffzelle als Range Extender steht ein bezahlbarer Null-Emissions Bus zur Verfügung
- Proton Motor hat basierend auf den Fahrzyklen SORT-1 und SORT-2 und einem Midibus und Standardbus Simulationen durchgeführt.

Simulationsergebnisse Midibus



Midibus

Driving Time: 16 ... 20h
Avg. REX Net Power: ca. 12 ... 13kW
Distance: ca. 195 ... 240km
Energy from REX: ca. 195 ... 260kWh
Hydrogen Mass: 14 ... 18.5kg



Standardbus

Driving Time: 16 ... 20h
Avg. REX Net Power: ca. 17 ... 18kW
Distance: ca. 195 ... 240km
Energy from REX: ca. 275 ... 355kWh
Hydrogen Mass: 20.5 ... 26.5kg

Avg. REX Net Power: 14kW
Driving Time: ca. 8.5h
Distance: ca. 105km
Energy from REX: ca. 120kWh
Hydrogen Mass: ca. 9kg

- Brennstoffzellen Range Extender ist kostengünstige Alternative zu einem Brennstoffzellen-Hybrid
- Trolleybusse mit Brennstoffzelle als APU könnten Außenbezirke ohne Stromnetz erreichen → emissionsfrei
- Signifikante Reichweitenverlängerung bei reinen batterie- elektrischen Bussen → Zweischiebtbetrieb möglich
- Brennstoffzelle und Batterien nicht zwangsweise Konkurrenzsysteme → Vorteile durch Kombination

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Sebastian Dirk

s.dirk@proton-motor.de

+49 (0) 89 1276265-20

Proton Motor Fuel Cell GmbH

Benzstraße 7
D-82178 Puchheim
Germany

Phone +49 (0) 89 1276265-11

Fax +49 (0) 89 1276265-99

email sales@proton-motor.de

Web www.proton-motor.de