

emissionsfrei

Brennstoffzellenpostauto. Ein emissionsfreier Antrieb für unsere Umwelt

21.-22.05.2014 Fachtagung VÖV

Themen

Antriebsvarianten

CHIC – Clean Hydrogen In European Cities

Brennstoffzellenpostauto

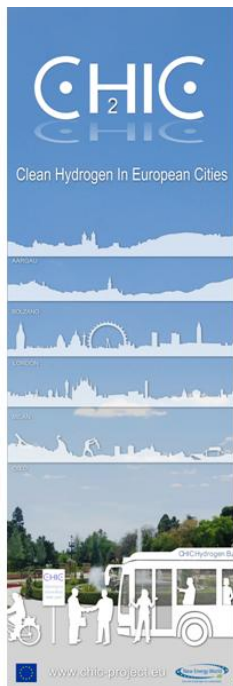
Wasserstofftankstelle

Einstellhalle

Sicherheit

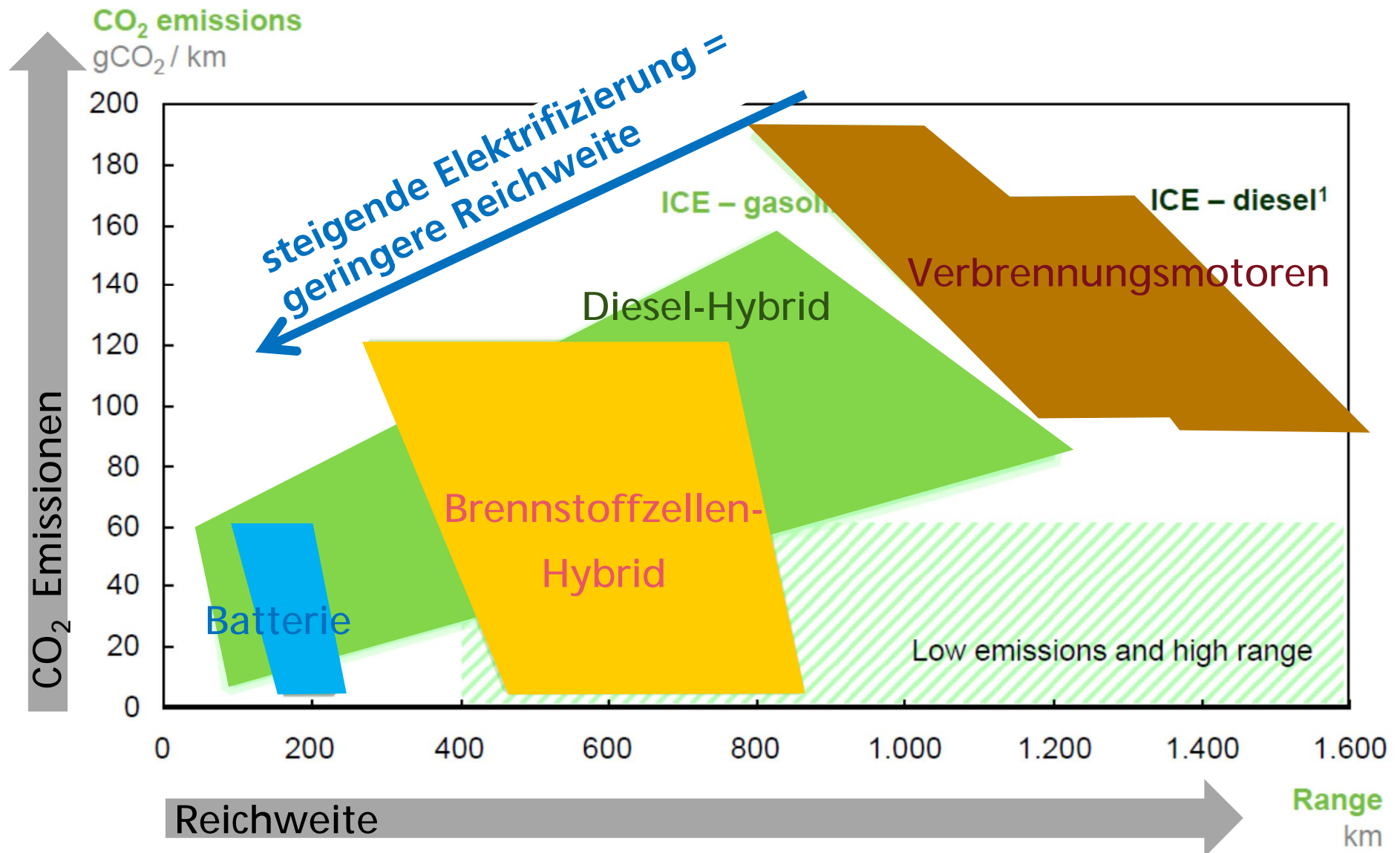
In Zahlen

2013	Einheit	Alle Fahrzeuge	davon Brennstoffzellenpostautos	
Anzahl Fahrzeuge	[-]	2'219	5	0.2%
Anzahl Linien	[-]	848	14	1.7%
Jahreskilometer	km	107'900'000	307'657	0.3%



- 5 Jahre Erfahrungsaustausch mit den CHIC-Partnern
Betrieb 12.12.2011 – 31.12.2016
- 5 Brennstoffzellenpostautos in Brugg
- 1 Wasserstofftankstelle (+ 1 mobile Tankstelle)
- neue Technologie erproben und integrieren

Antriebsvarianten



Brennstoffzellenpostauto



Wasserstofftankstelle = Produktionsanlage für Wasserstoff
Brugg



Europäische Union

Projekt CHIC - Clean Hydrogen in European Cities



Die EU hat schon seit langer Zeit erkannt, dass die Mobilität und die fossilen Brennstoffe im Konflikt zu einander stehen und sich entschlossen eine neue Infrastruktur, ohne die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, aufzubauen.

Dazu werden verschiedene Projekte gefordert. PostAuto darf an einem dieser international beachteten Projekte teilnehmen.



CHIC – Clean Hydrogen in European Cities

Link: www.chic-project.eu

Warum Wasserstoff?

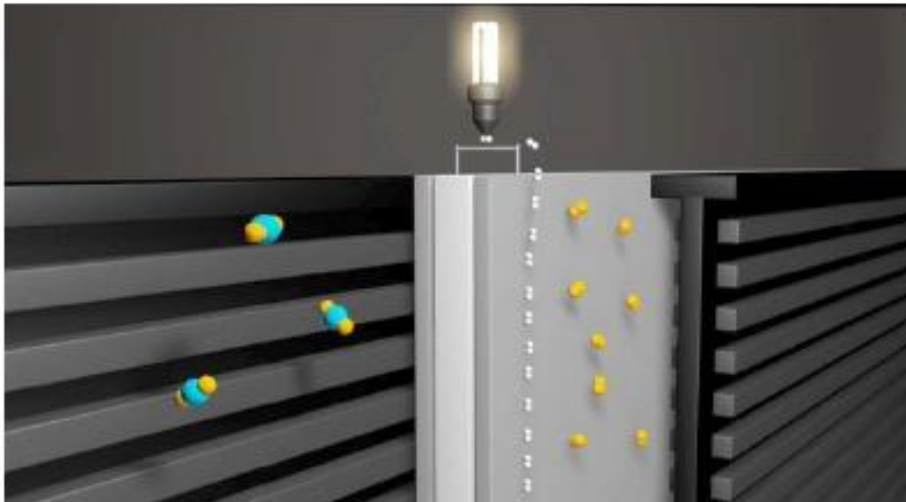
Warum nicht?

- ü Wasserstoff = Treibstoff
- ü Für die Produktion benötigt man «nur» Leitungswasser und Strom
- ü Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen
- ü Produktion kann bei Stromüberschuss erfolgen (z.B. sonnig-windiger Tag)
- ü Produktionskette kann «sauber» erfolgen (Vergleich Ölbohrungen)
- ü Wasserstoff ist: nicht giftig, nicht gefährlicher als Benzin,...wir sind «nur» den Umgang nicht gewohnt,...
- ü Industrie arbeitet seit über 100 Jahren mit Wasserstoff (Härten von Stahl, Butterherstellung, Schmuck,...)
- ü Wasserstoff ist der Energiespeicher der Zukunft (Power to Gas)
- ü Reichweite von Batteriebusen zu gering
 - à Range Extender (Batterie-Nachladung) kann mittels Brennstoffzellen erfolgen

Brennstoffzelle Stromerzeugung



Wasserstoff und Sauerstoff
wird kontrolliert
zusammengeführt.



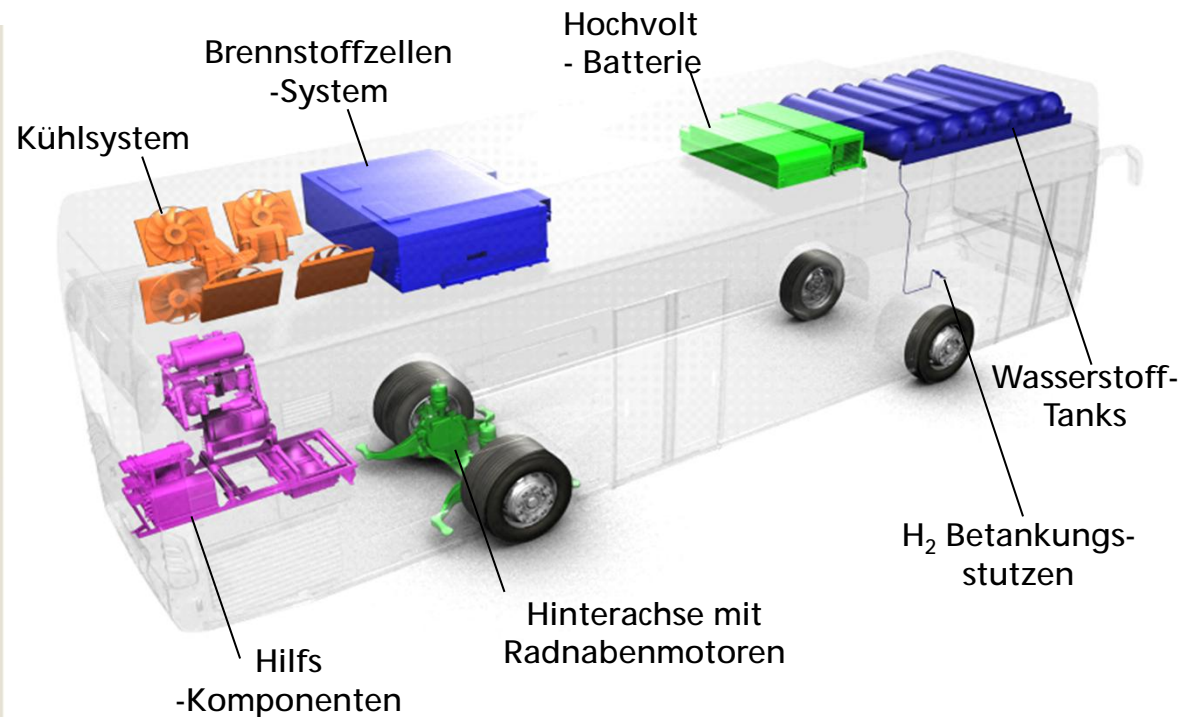
Wasserstoffatome können die
Membran durchqueren.

Die Elektronen werden
zurückgehalten und müssen
einen anderen Weg gehen.

Wenn Elektronen fließen,
spricht man vom elektrischen
Strom.

Brennstoffzellen-Hybrid neue Komponenten

Länge	11.950 mm
Breite	2.550 mm
Höhe Inkl.	
Dachaufbauten	3.419 mm
Zulässiges	
Gesamtgewicht	18.000 kg
Leergewicht	ca. 13.400 kg
Antriebsart	Serieller Hybrid mit Brennstoffzellentechnik
Radnabenmotoren	2 elektrische Asynchronmotoren, integriert in der Antriebsachse
Hochvolt-Batterie	Lithium-Ionen
Brennstoffzellensystem	2 identische Brennstoffzellen mit PEM (Proton Exchange Membrane)
Gesamtleistung	120 kW (Dauerbetrieb), 140 kW (Spitze)



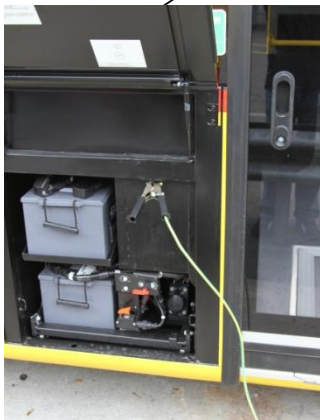
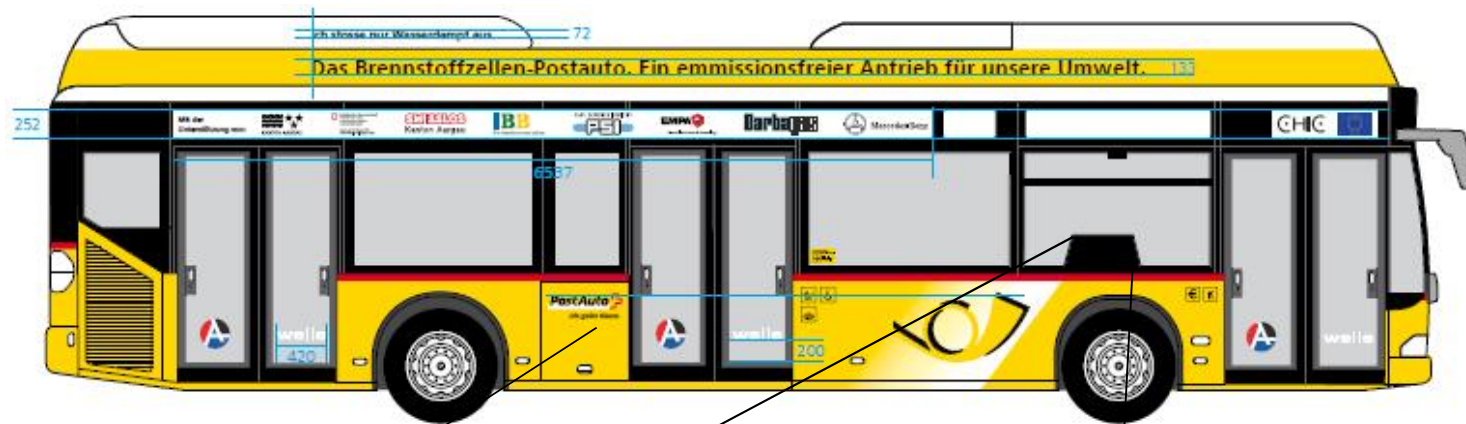
Der Link zum Brennstoffzellenpostauto-Film

<http://www.postauto.ch/pag-startseite/pag-startseite/pag-ueberuns/pag-portrait/pag-nachhaltigkeit/pag-nachhaltigkeit-antriebssysteme.htm?DCSext.webcode=10571>

Wasserstofftankstelle Brugg



Tanken

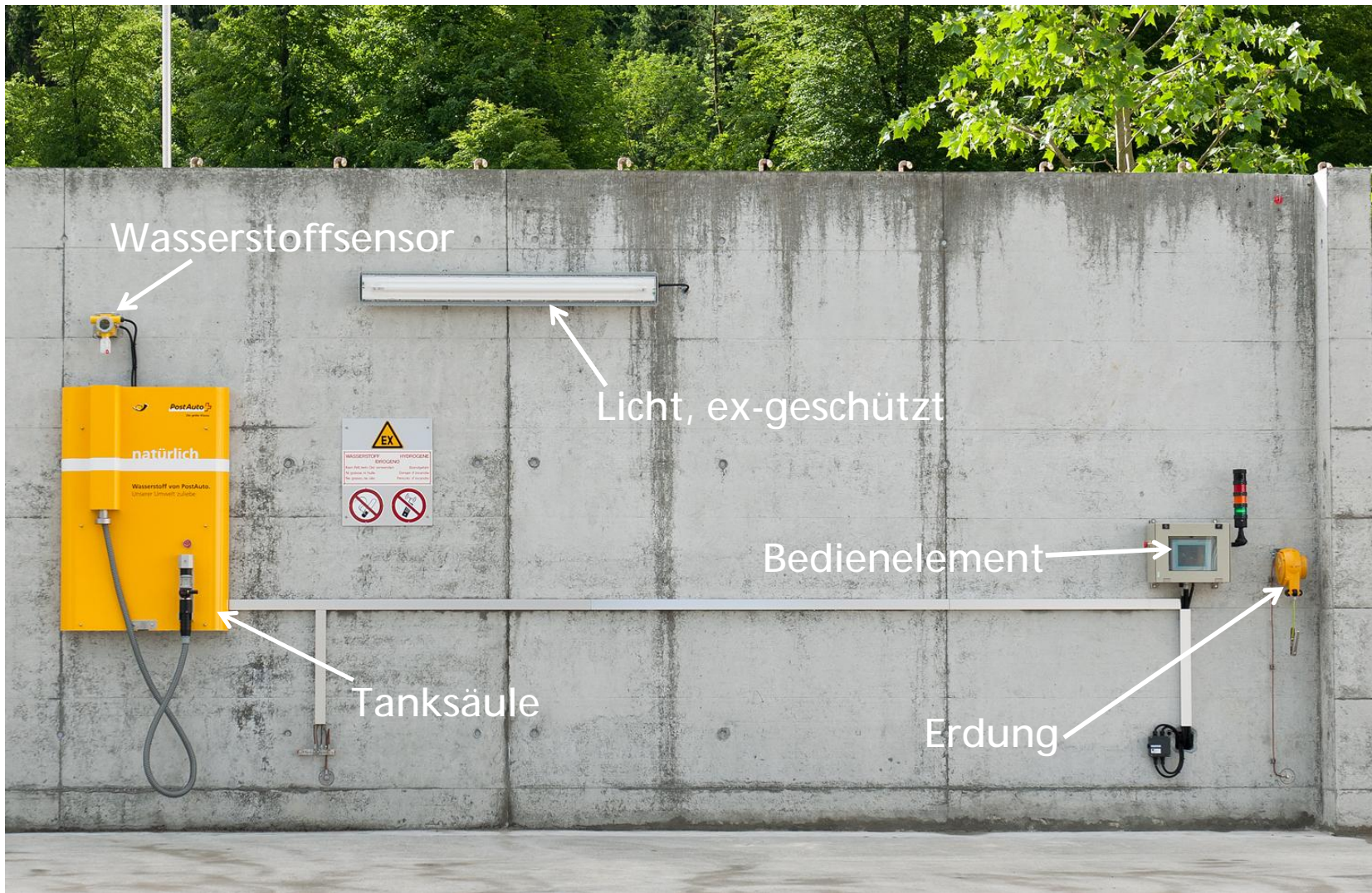


- Einfach und sicher (analog Gas)
- Tankinhalt = 35 kg-H₂
- Betankungsdauer 5-10min
- Reichweite bis zu 400km

+ Infrarotschnittstelle

Fahrzeug für den Tankvorgang geerdet.
Erdung am Batteriekasten.

Tankstation



Tankstation



anmelden



(Strom aus)

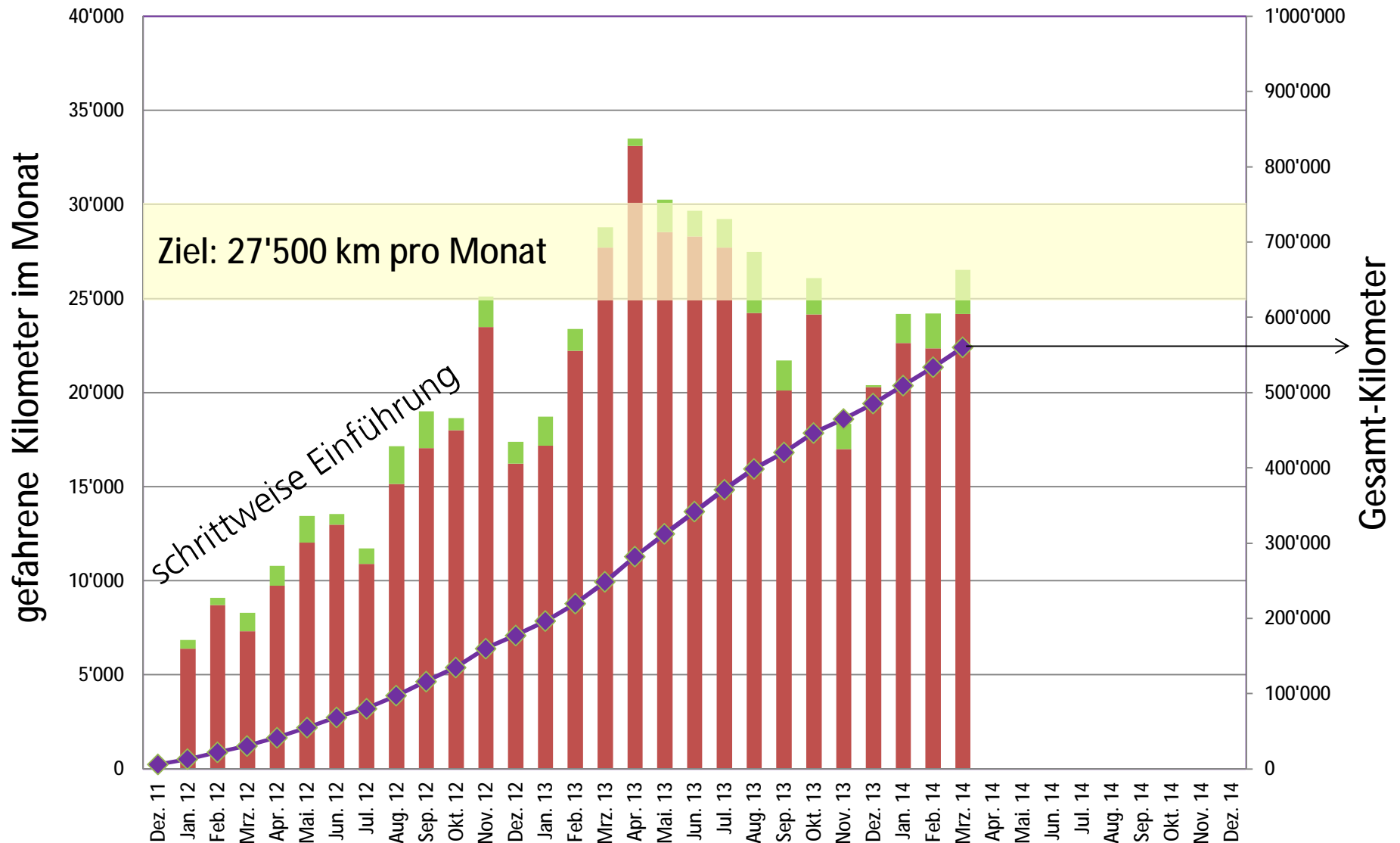


erden

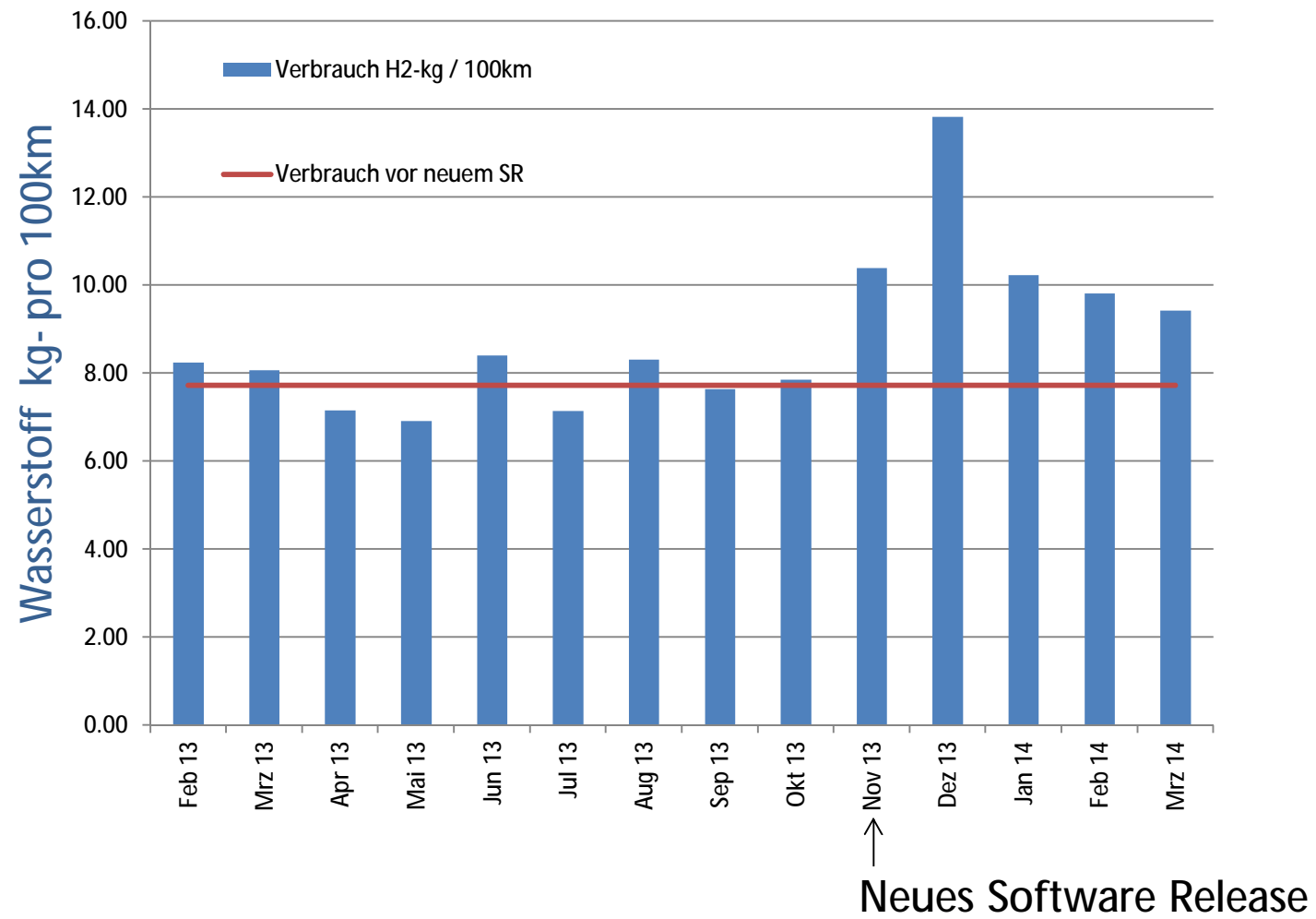


betanken

Gefahrene Kilometer Fahrleistung - alle 5 Brennstoffzellenpostautos



Verbrauch



Vergleich - Verbrauch

Erfahrungen bei PostAuto				
	Brennstoffzellen-Hybrid	Diesel-Hybrid		Diesel
	Seriell-Hybrid	Paralell-Hybrid	Seriell-Hybrid	
Wasserstoff kg pro 100km	8	-	-	-
kWh pro 100km	312	299	359	399
Diesel-Liter pro 100km	30	28.5 ca. -25%	34.2 ca. -10%	38 Basis: 100%

Wasserstoff in kWh Umrechnung mit oberem Heizwert Faktor 39
H2-kg in Diesel Umrechnung mit Faktor 10.5
(Mittelwert zwischen Sommer- und Wintertreibstoff)

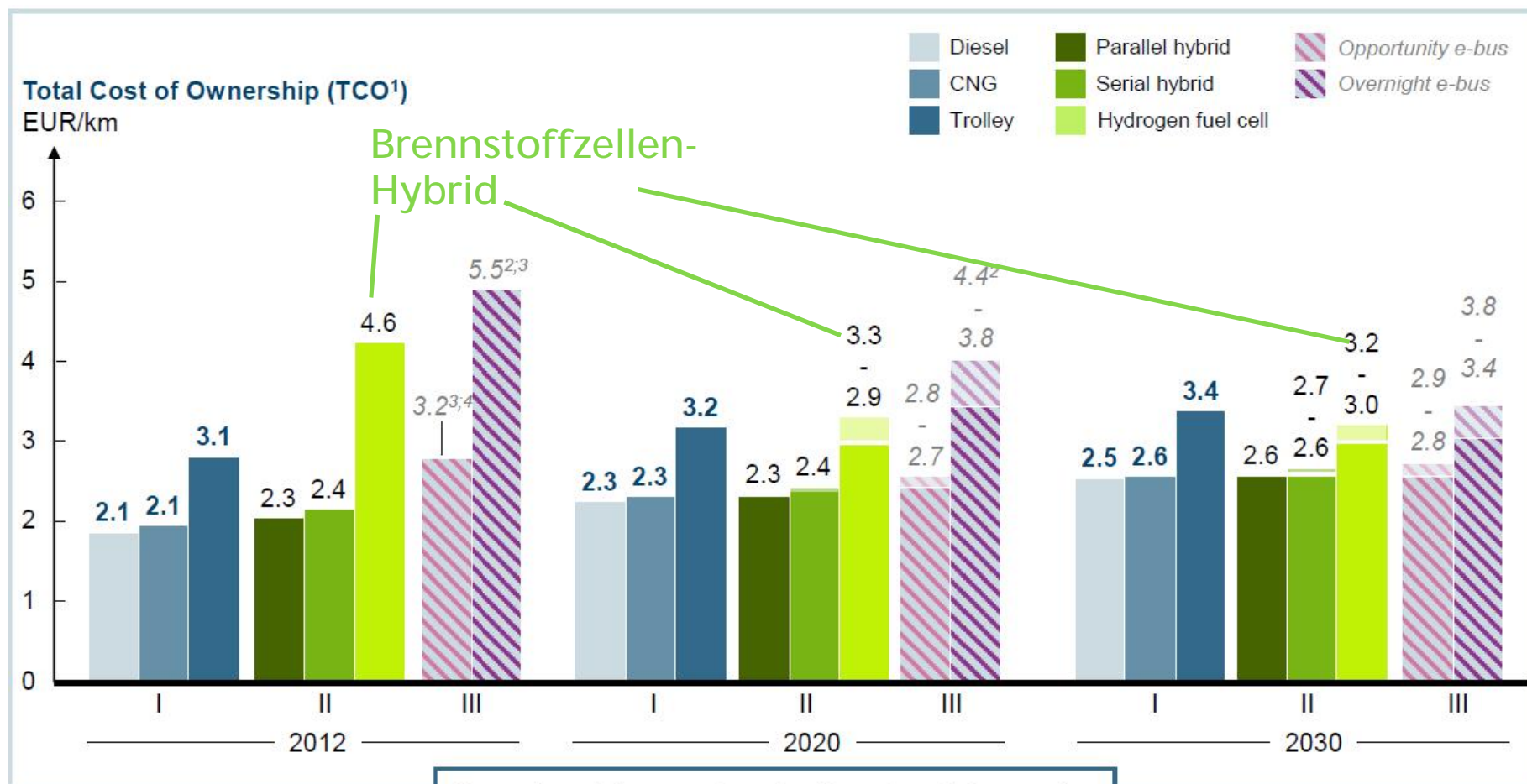
Achtung:

Vergleich der einzelnen Antriebe nicht trivial!

Vergleich Brennstoffzellen-Hybrid-Bus sollte mit einem Diesel-Seriell-Hybrid verglichen werden.

Oder einem Batterie-Bus (Verbrauch ca. 100kWh/100km, Wert ohne Klimatisierung Fahrgastraum)

Gesamtbetriebskosten



Upper bound figures = 'production-at-scale' scenario
Lower bound figures = 'cross-industry' scenario

¹ Based on 12 years bus lifetime, 60,000 km annual mileage

² Includes purchase price of more than 1 bus per daily shift as bus maximum mileage too short for full operational day

³ Theoretical value based on estimations as powertrain not in production yet in 2012

⁴ Includes cost for additional bus and driver per fleet of 9 buses to cover charging times at end of route for 2012

Fazit

Die Kosten der verschiedenen Antriebsvarianten werden sich (vermutlich) anpassen.

Rein elektrisch betriebene Busse werden immer eine geringe Reichweite haben.

Vermutung aus heutiger Sicht:

Wenn man wirklich emissionsfrei unterwegs sein möchte, wird man Batterie betriebene Fahrzeuge mit einem Range Extender (aus Brennstoffzellen) fahren.

Auswahl Bus-Hersteller



New Flyer



APTL



Wrightbus



VanHool

Auswahl Wasserstofftankstellen



Oslo –
AirLiquide



Köln –
AirProducts



Bozen –
Linde



Berlin –
Linde



Whistler –
AirLiquide



Hamburg –
Linde

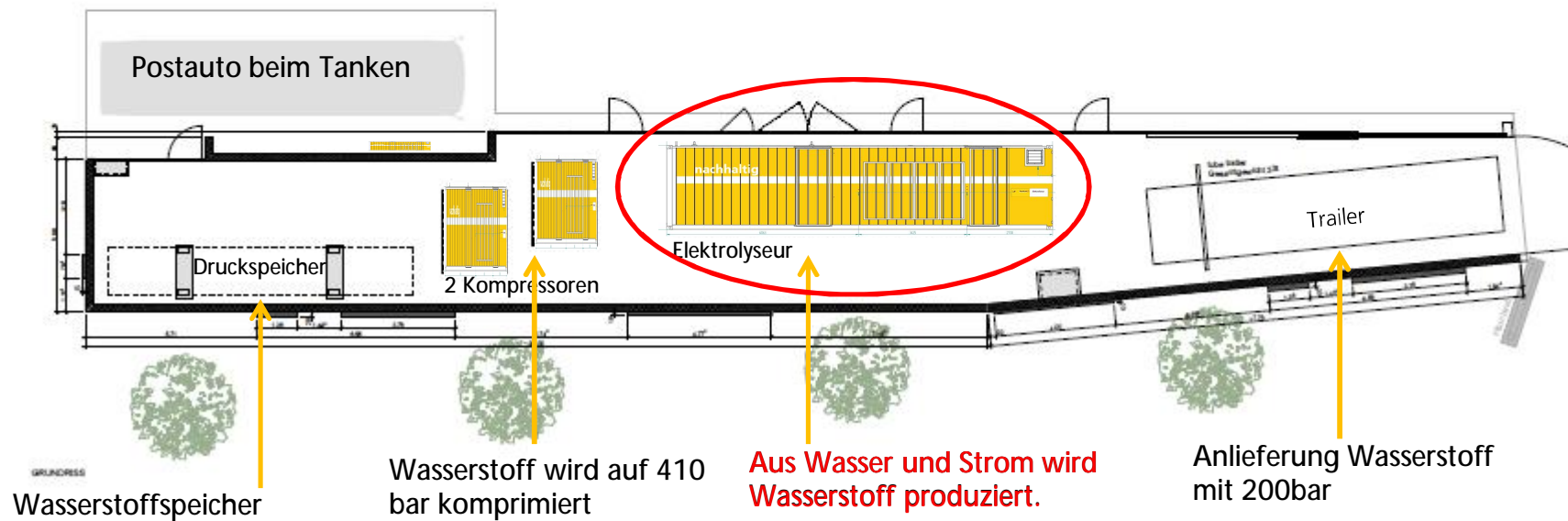
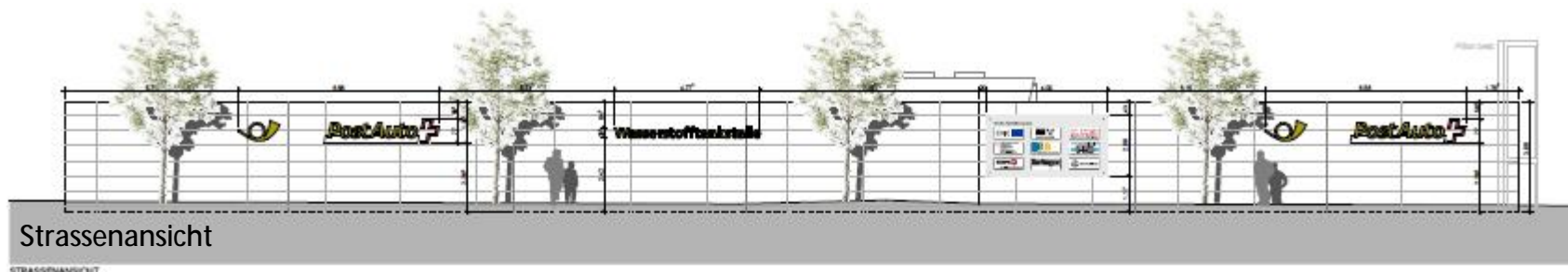
Gelände



Wildschachen 6
5200 Brugg

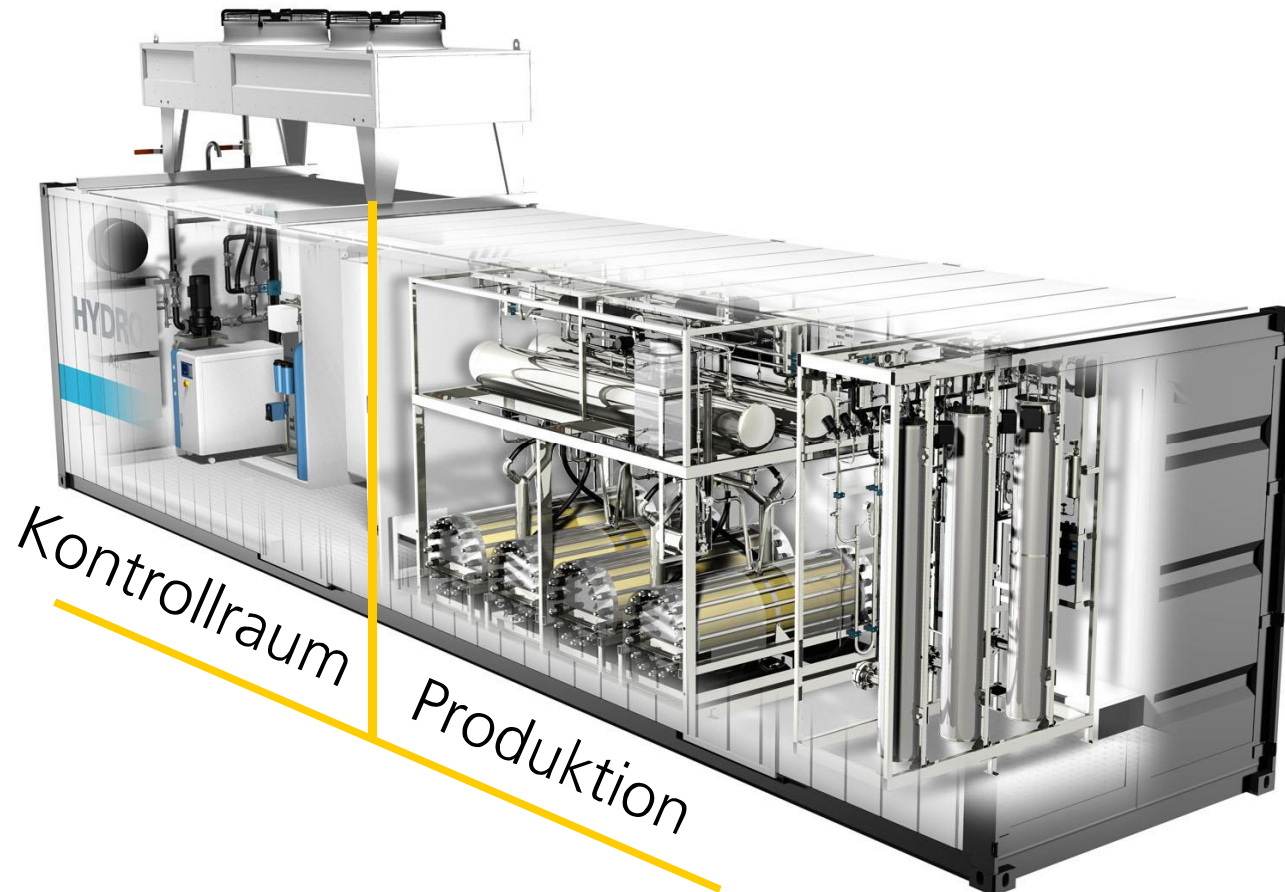
Wasserstofftankstelle

Skizze Brugg



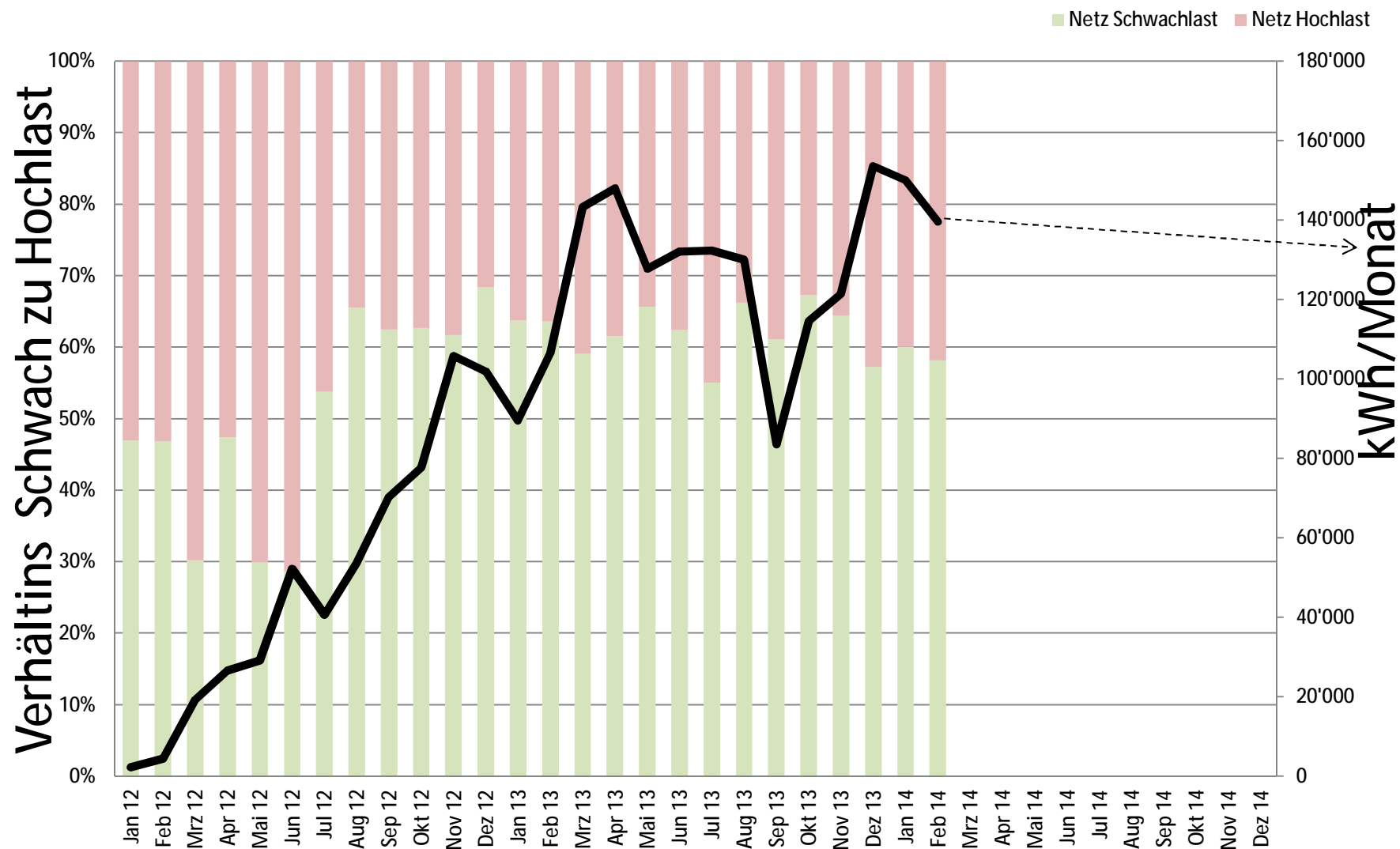
Elektrolyseur

Mittels Wasser und Strom → Erzeugung von Treibstoff Wasserstoff



Quelle: Hydrogenics

Stromverbrauch Wasserstofftankstelle Brugg



Gelände

offenes Doppeldach
für natürliche Entlüftung



Abstellhalle
Brennstoffzellenpostautos

Wasserstofftankstelle

Einstellhalle Installationen



offenes Doppeldach
für natürliche Entlüftung

Alarm

an den Rollläden
Lüftungsschlitze



Wasserstoffschnüffler

Ex-Schutz-Leuchten

Brandschutzwand +
Brandschutztür

Stromversorgung für Temperierung der
Hochvoltkomponenten und 24-Volt-Kreislauf



Temperierungsdose

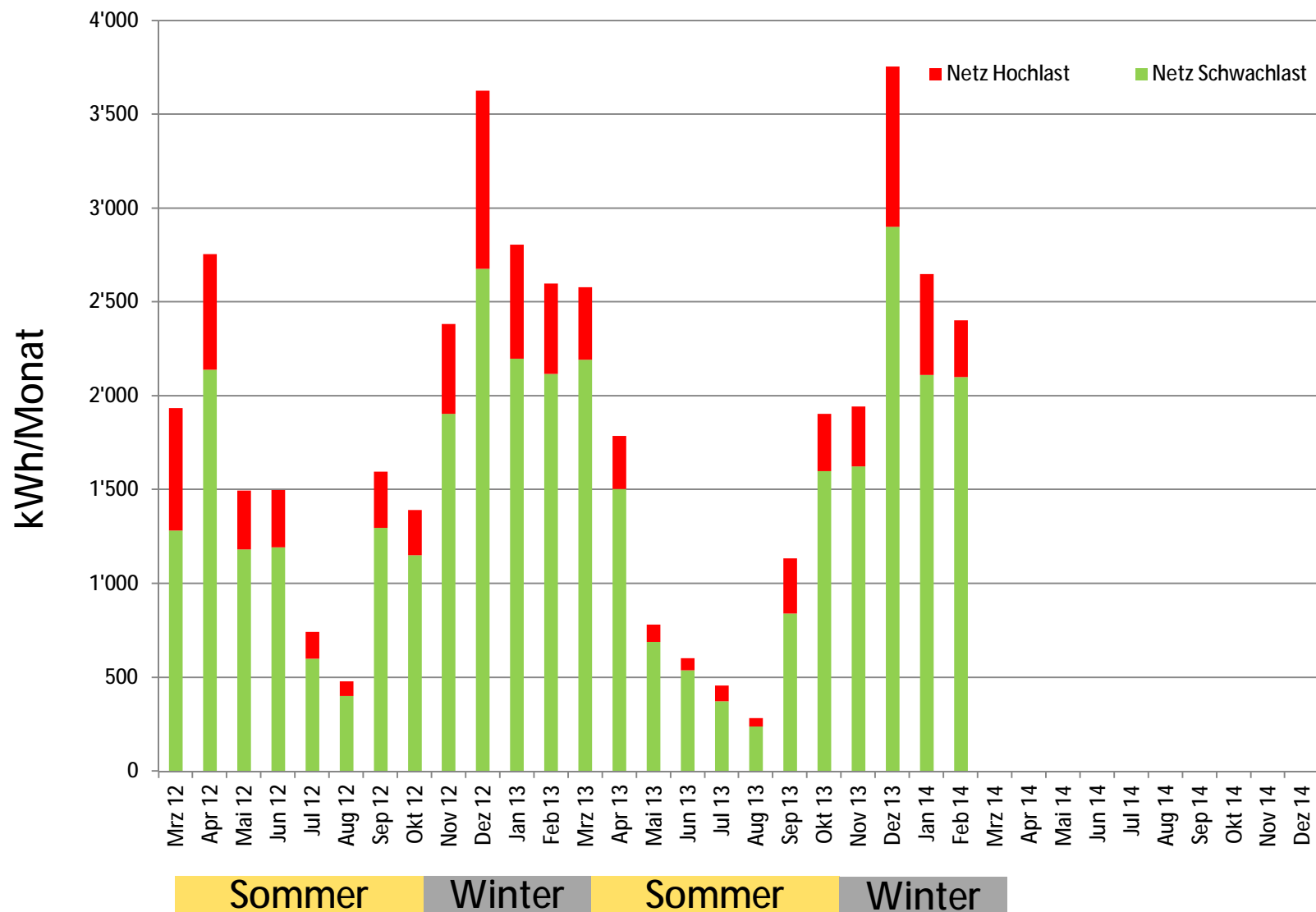
Hochvolt-Komponenten sind temperaturempfindlich.

Nachts werden die Brennstoffzellenpostautos an die Steckdose angeschlossen

à Hochvolt-Komponenten temperieren
à aufladen des 24V-Kreis



Stromverbrauch Depot Brugg (Heizen HV-Komponenten, Laden 24V Kreis)



Sicherheit

Wasserstoff-Flamme



Kohlenstoffhaltiges Gas



- Wasserstoff-Flamme ist lang und spitz
- fast unsichtbar
- Da Wasserstoff unter Druck gespeichert ist, hört man das Austreten
- Wasserstoff-Flamme strahlt keine Wärme ab!
- Flamme selber ist sehr heiß!!!

Bei Verdacht auf Flamme, keine Hand oder anderen Körperteile hineinhalten!

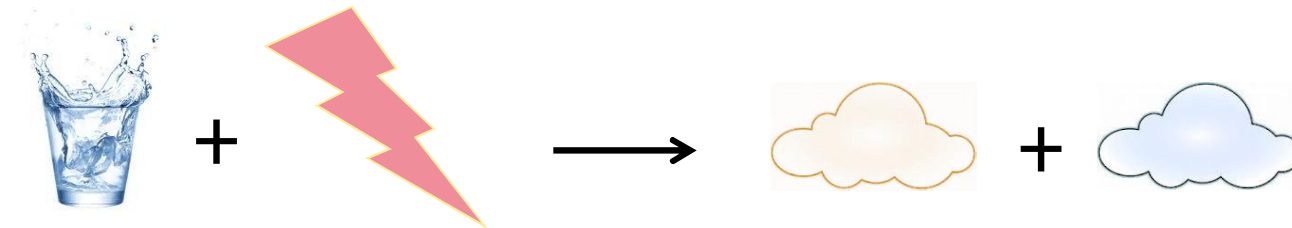
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Nikoletta Seraidou
Projektleitung Brennstoffzellenpostautos
nikoletta.seraidou@postauto.ch
Tel. 058 386 69 92

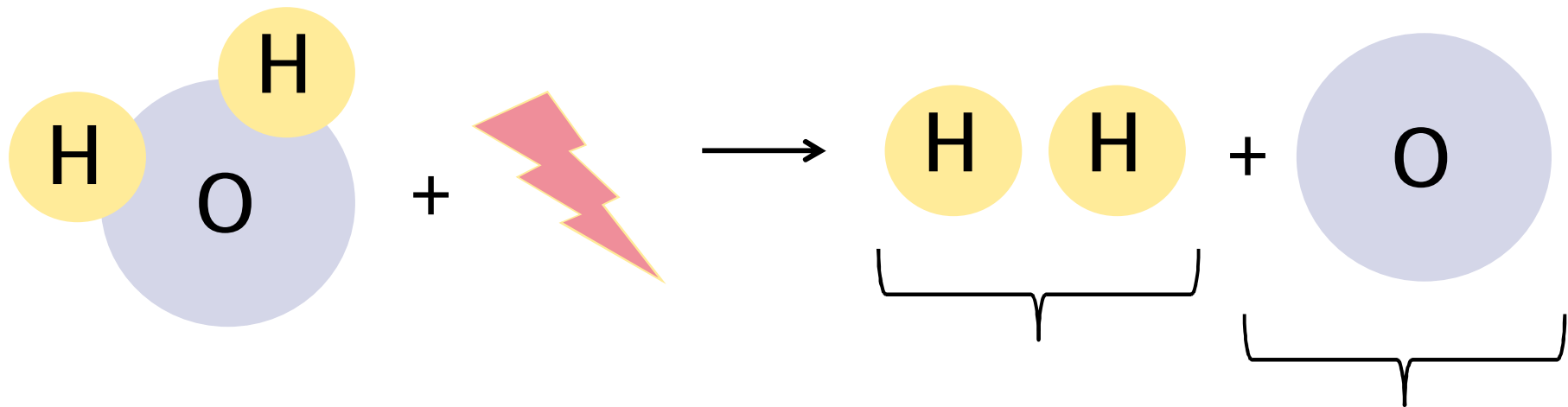


Back up

Wasserstoff - Produktion



Wasser und Strom \longrightarrow Wasserstoff und Sauerstoff



H_2O + Strom \longrightarrow Wasserstoff + Sauerstoff \rightarrow Wasser
= Wasser
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Sicherheit Fahrzeugbrand



Brandversuch der University of Miami in Florida
(Dr. Michael Swain)

Kooperation

Wasserstoffprojekte in der Schweiz



Empa:

Self

http://www.empa.ch/self/SELF/Flyer_02_02_10.pdf

Empa:

hy.muve

http://www.empa.ch/plugin/template/empa/*/81759/---/l=1

PSI:

Belenos

<http://www.3sat.de/mediathek/?mode=play&obj=27213>