

Power-to-H₂ für eine nachhaltige Mobilität

Expertengespräche Power-to-Gas, 12.01.2017, HSR Rapperswil

H₂ Energy AG

Rapperswil, 12. Januar 2017

Agenda



- Warum H₂ als Treibstoff verfolgen?
- Drei Bausteine eines Wasserstoffsystems
 - Produktion
 - Tankstelle
 - Nachfrage
- Bewertung des Gesamtsystems
 - LCA
 - Wirtschaftlichkeit
 - Skale-up

Profil H₂ Energy AG

Expertin für Wasserstofftechnologie

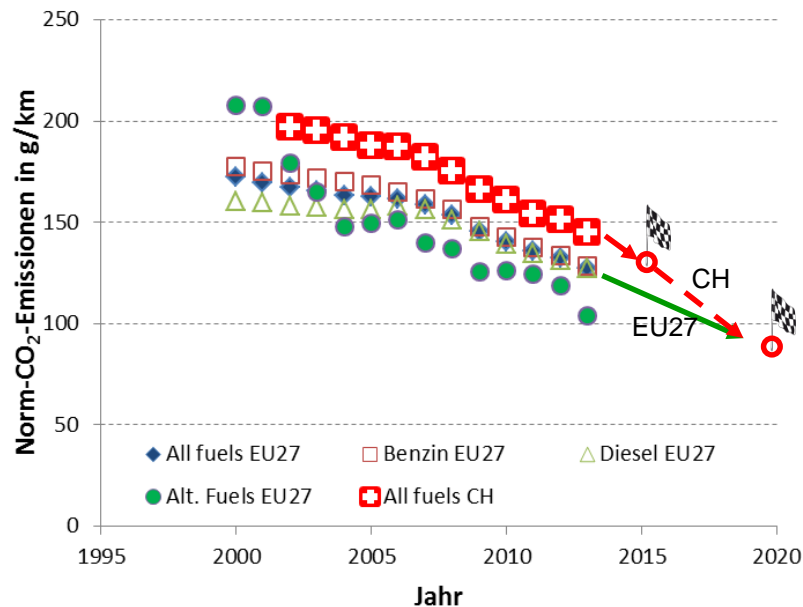


- **Investiert** in und **betreibt** Wasserstoffinfrastrukturen
- Entwickelt und implementiert im Auftragsverhältnis **massgeschneiderte Wasserstofflösungen** für ihre Kunden
- Verschreibt sich dem Grundsatz **betriebswirtschaftlich rentable Lösungen** zu entwickeln und umzusetzen
- **Bindeglied zwischen Industrie und Wissenschaft:** eng an die beiden Forschungsanstalten der ETH angeschlossen und somit auf höchsten technischen Stand der Wissenschaft, ohne selber wissenschaftlich ausgerichtet zu sein
- Identifiziert **strategische Kernkomponenten** im Wasserstoffbereich und entwickelt diese in enger Zusammenarbeit mit internationalen Spezialisten
- Formt **strategische Partnerschaften** im Wasserstoffbereich





Steigende Anforderungen an die Reduktion des CO₂ Ausstoss des Transportsektors



Quelle: EEA (2014); Auto-Schweiz (2014)

- Reduktion der durchschnittlichen CO₂ Emission pro Neuwagen (Pkw) auf 95 g/km ab 2021
- In 2015 lag der Wert in der CH bei 135 g/km was Kompensationszahlungen von 12 Mio. CHF auslöste.
- Weitere Senkungen für Pkw sind in Diskussion
- Für Lieferwagen bestehen in der EU ebenfalls Grenzwerte, die sich in der CH noch in Diskussion befinden.
- Für Lkw befinden sich ebenfalls Grenzwerte im Gesetzgebungsprozess

Kundenorientierung durch Wasserstoff



Was unsere Kunden wollen

- Beibehaltung oder Verbesserung **heutiger Lebensgewohnheiten**
- Ein **gutes Gewissen** (in Zusammenhang mit dem Umgang der Natur, CO₂ Verbrauch)
- **Keine Mehrkosten**



Was kann Wasserstoff bieten?

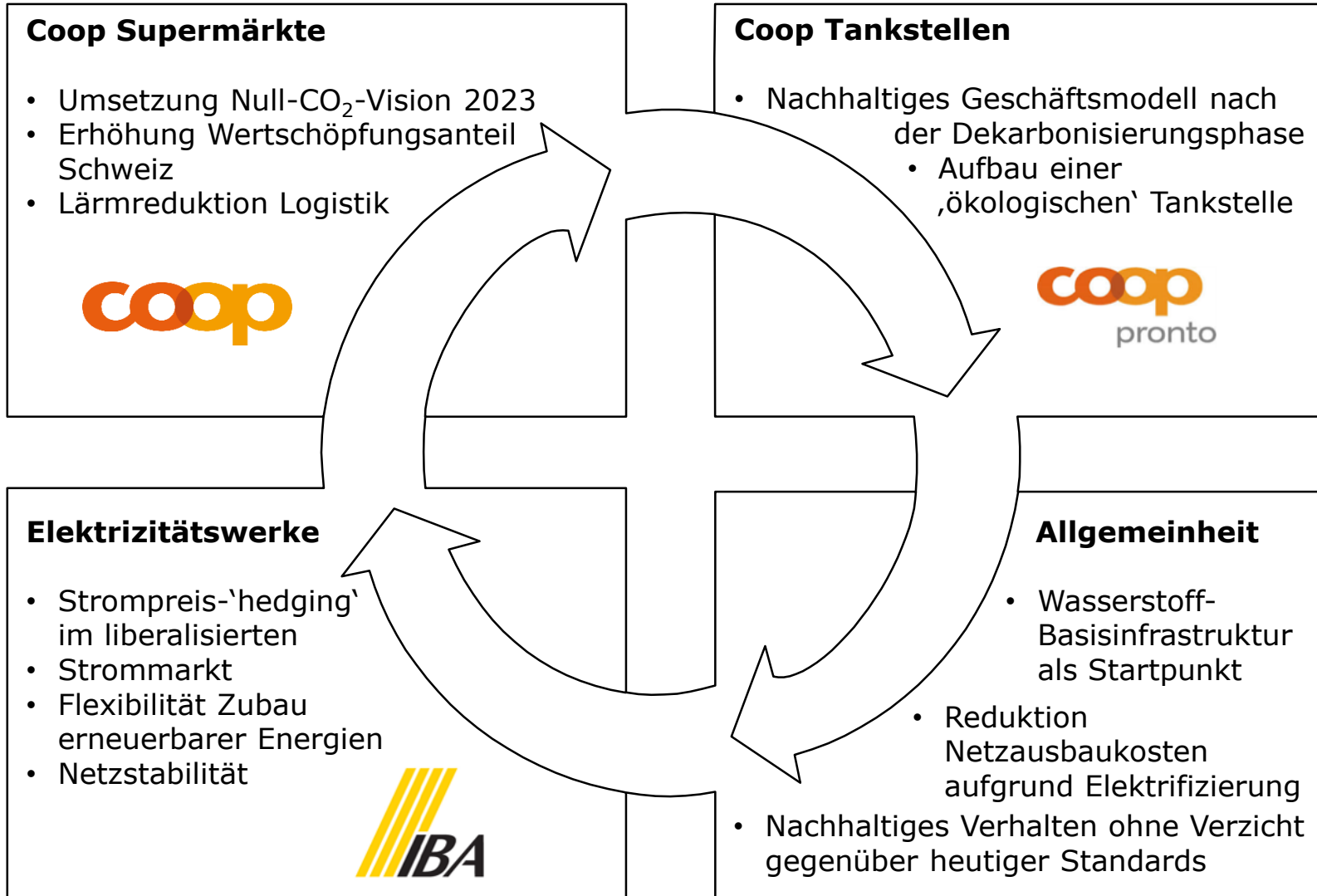
- Gleiches Tankverhalten wie bei Benzin und Diesel
 - Betankung 2-3 Minuten
 - Verlässliche Reichweiten >500km
 - Kein ‚Kabelsalat‘ zu Hause (‚Rund-um-sorglos-Paket‘)
- ‚Beruhigender Fahrspass‘
- Tolle, moderne Fahrzeuge
- Künftiges Tankstellennetz ist mit heutigem vergleichbar
- Keine Abgase (CO₂, Russpartikel, SO_x, etc.)
- Kein Lärm
- Erneuerbare Energie
- Vergleichbare Treibstoffkosten pro km
- Aktuell: Höhere Investitionskosten, aber schon heute Betriebskosten pro Kilometer bei vergleichbarer Fahrzeugklasse praktisch identisch
- Keine Mineralölsteuer (Road-Pricing offen)
- Keine LSVA für LKW

Beiträge des Wasserstoffs als Energieträger Sicht Gesamtwirtschaft



- ! Potenzial zur Steigerung des regional produzierten Endenergieanteils in der Schweiz
- ! Beitrag zur Netzstabilisierung – auch bei erhöhtem Anteil fluktuierend einspeisender Stromproduktion (PV und Wind)
- ? Potenzial zur Überbrückung/Speicherung des variierenden saisonalen Stromangebotes der erneuerbaren Energien (heute noch keine wirtschaftliche Lösung in Sicht)

Es gibt einen Weg, der gleichzeitig Lösungen für unterschiedlichste Akteure ermöglicht



Bausteine für ein wirtschaftliches H₂-System (1/3)

H₂-Produktion



H₂-Produktion: PEM-Elektrolyse (für Mobilität erfüllt SAE J2719 ohne Deoxo-Stufe)

- Hochdruck H₂ bei 30 bar
reduziert mech. Verdichtungsleistung
- Differenzdruck Gase O₂ bei <2 bar
hohe Sicherheit bei Schnellabschaltung
- Hohe Dynamik des Prozesses
ermöglicht Regelbetrieb auf der Stromseite

Anbindung an Kraftwerke ohne Netznutzung

Laufwasserkraft liefert erneuerbare Energie das ganze Jahr

Erneuerbarkeit des Wasserstoffs ohne Zertifikate nachweisbar



Energieproduktion
am LWKW der IBAarau

Wasserstoffproduktion durch
H₂ Energy AG direkt beim
Kraftwerk (nicht via Netz)

Speicherung und
Logistik zu den Coop
Wasserstofftankstellen



Unterstützt durch P&D Programm



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE

Bausteine für ein wirtschaftliches H₂-System (2/3) Tankstelle



H₂-Tankstelle: Speicherung an der Tankstelle auf Mitteldrucktank

Kombination von 350 bar Technik und 700 bar Technik

Ausgelegt auf realistischen "Tankverkehr"

Logistik: Transport mit Trailern im dezentralen Netz von Produktionsstandorten
und Tankstellen als initiale Lösung.

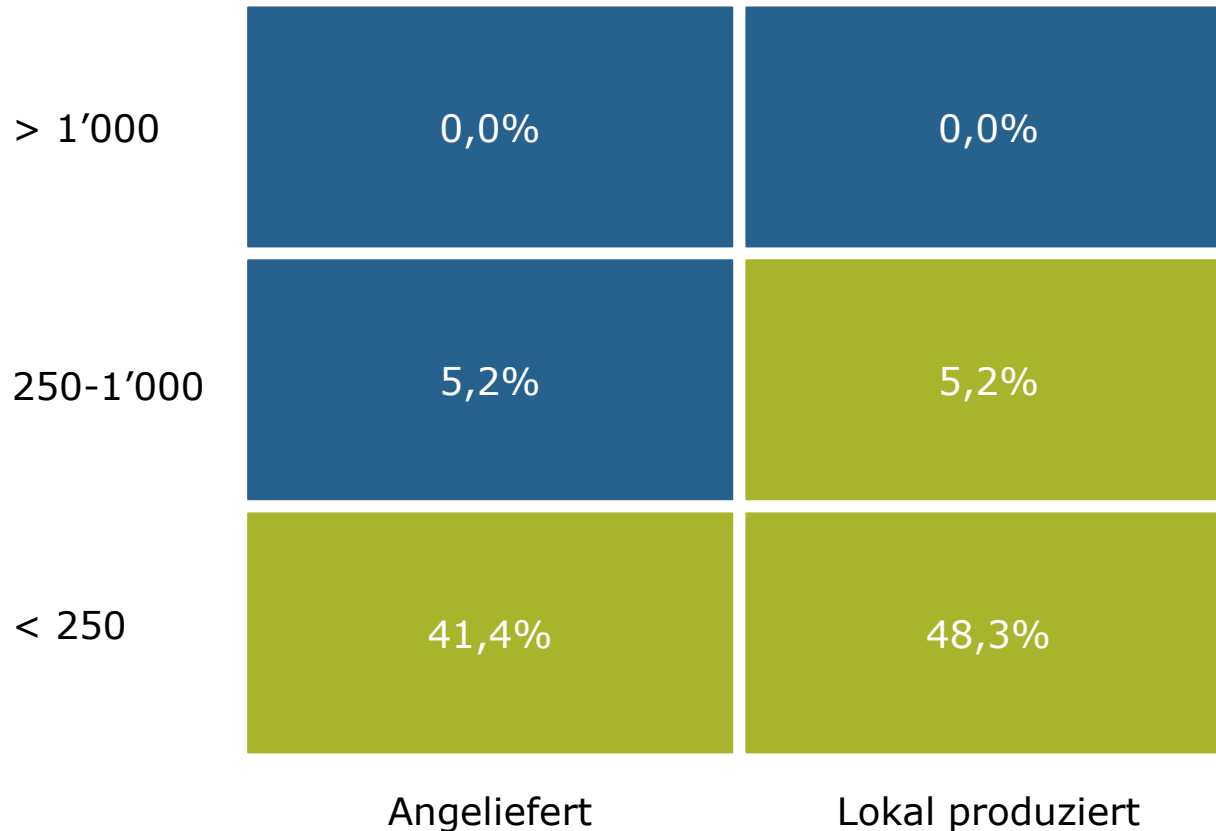
Wirtschaftlichkeit der heute aktiven H₂-Tankstellen

Verteilung der Anzahl H₂-Tankstellen nach Profitabilität



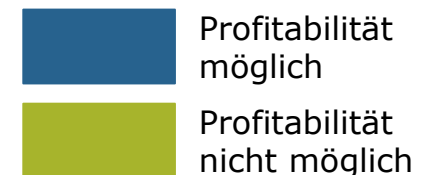
Tageskapazität pro H₂-Tankstelle

in kg



Ort der Produktion

- Weltweit haben nur rund 5% aller H₂-Tankstellen das Potential profitabel zu sein/werden
- H₂-Tankstellen mit lokaler Produktion sind kaum profitabel
- Für die bestehenden H₂-Tankstellen scheint das Thema ‚Profitabilität‘ nicht im Vordergrund zu stehen



Stufen bei der Wasserstofflogistik



Wasserstoffproduktion mit 30 bar Ausgangsdruck



Wasserstofftransport durch Trailer mit 200 bar



Wasserstoffspeicherung in 50 bar Grosstank



Wasserstoffspeicherung in 950 bar Hochdrucktanks



Wasserstoffverbrauch in 700 bar Tank der Autos



Verdichten 200 bar

Überströmen auf 50 bar

Verdichten auf 950 bar

Überströmen auf 700 bar



Leistungsfähige H₂-Tankstelle in Hunzenschwil

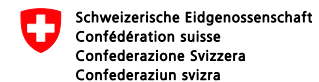


Coop Wasserstoff-Tankstelle mit H₂ Energy Trailer im Hintergrund



- **Betankung PKW**
12*3 kg in 2 min. oder
6*6 kg in 3 min.; Standzeit ca. 10 min.
- **Betankung LKW**
4*15 kg in 4 min.
2*30 kg in 7 min.; Standzeit ca. 12 min.
- **Verdichtung** ionischer Verdichter Linde
bis 950 bar; 2.7 kWh_{el}/kg H₂
Infrastruktur in 2 Stk. 20' Container
- **Speicher**
388 kg H₂ Speicher (50 bar in Unterflurbauweise)

Unterstützt durch P&D Programm



Bundesamt für Energie BFE

Bausteine für ein wirtschaftliches H₂-System (3/3)

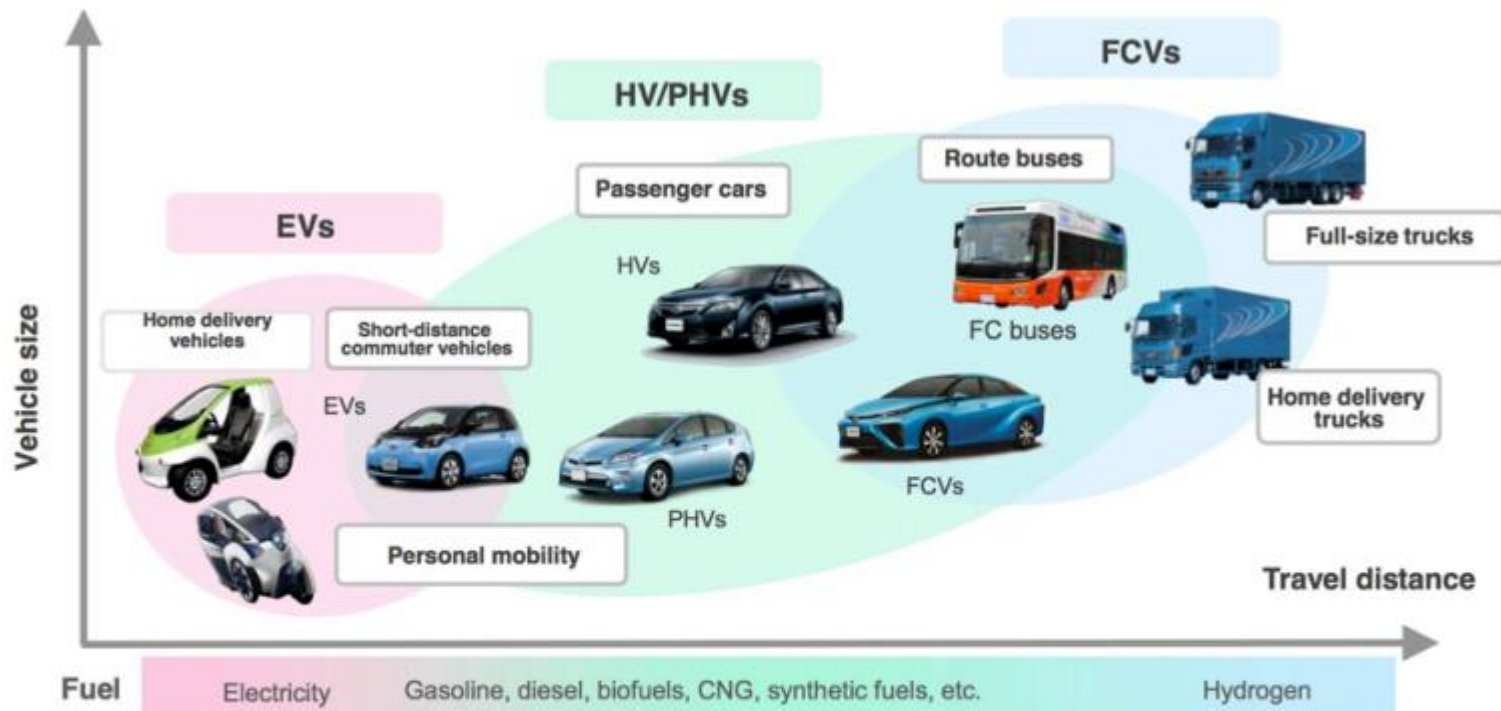
Nachfrage



- Schwere Nutzfahrzeuge:
- Einsatz planbar
 - Keine andere Lösung für "zero-Emission" verfügbar
 - Reduzierter Lärm bei Anlieferung

- PKW:
- Langfristig hohe Stückzahlen denkbar
 - Flottenfahrzeuge im Fokus für eine Startphase

Brennstoffzellenfahrzeuge decken breite Marktsegmente ab



EVs: Short-distance, HVs & PHVs: Wide-use, FCVs: Medium-to-long distance

Source: Toyota

Wasserstoff-Grossfahrzeuge leisten für den Tankstellenaufbau eine essentielle Grundlage



30-50x mehr
Wasserstoff
p.a.

Optimierte
Auslastung der
Infrastruktur

Weniger
aufwendige
Technologie



Weltneuheit: Coop 34t LKW mit Anhänger

Vollständiger Diesellersatz für die Coop LKW Flotte



Brennstoffzellen-System

100kW, Unterflur links

H₂-Tankstutzen

350 bar HighFlow
Links hinter Fahrerhaus

Batterie

Total 120kWh (2x60 kWh), links
und rechts vor Hinterachse

Chassis; H₂-Tanksystem

MAN TGS; 7 x 4.93 = 34.5 kg
H₂ brutto → Nutzkapazität von
31 kg H₂

Elektromotor

Synchron Motor 250KW Dauer,
Allison 4 Gangautomat

Ladedose

Links unten, 2 x 22kW
Ladeleistung, Anschluss: 63A,
400VAC, Nur am Wochenende



Kühlaggregat

Unterflur, rechts
Elektrische Versorgung der
Anhängerkühlung vorgesehen

Aufbau

Ladekapazität von 30
Ladungsträger (normal 33)

Unterstützt durch P&D Programm



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE

Weltweit sind Brennstoffzellenfahrzeuge bereits im Einsatz oder von den vielen OEMs angekündigt



Hyundai ix 35 FC

- Stück 13-15: 1'000
- Preis 66'990 CHF



Honda Clarity FC

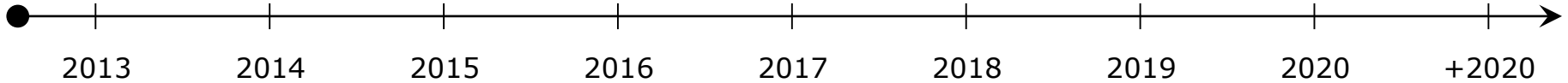
- Stück p.a.: 200
- Preis 65'000 CHF

Ford

Hyundai 2.Gen

Nissan

General Motors



Renault/Symbio FCell

- Stück -16: 1'000
- Preis 55'000 CHF



Mercedes-Benz GLC F-Cell

- Stück: keine Angabe
- Preis 75'000 CHF

KIA



Lexus



Toyota Mirai

- Stück -17: 6'000
- Preis 80'000 CHF

Audi

Porsche

BMW

Coop baut mit ihren Partnern ein nachhaltiges und wirtschaftlich lohnendes Wasserstoffsystem



Wasserstoff-Fahrzeuge
wandeln den Wasserstoff in elektrische Energie und Wasserdampf um (Nutzung als CO₂-freie Transportleistung)

Laufwasserkraftwerk
produziert erneuerbaren Strom

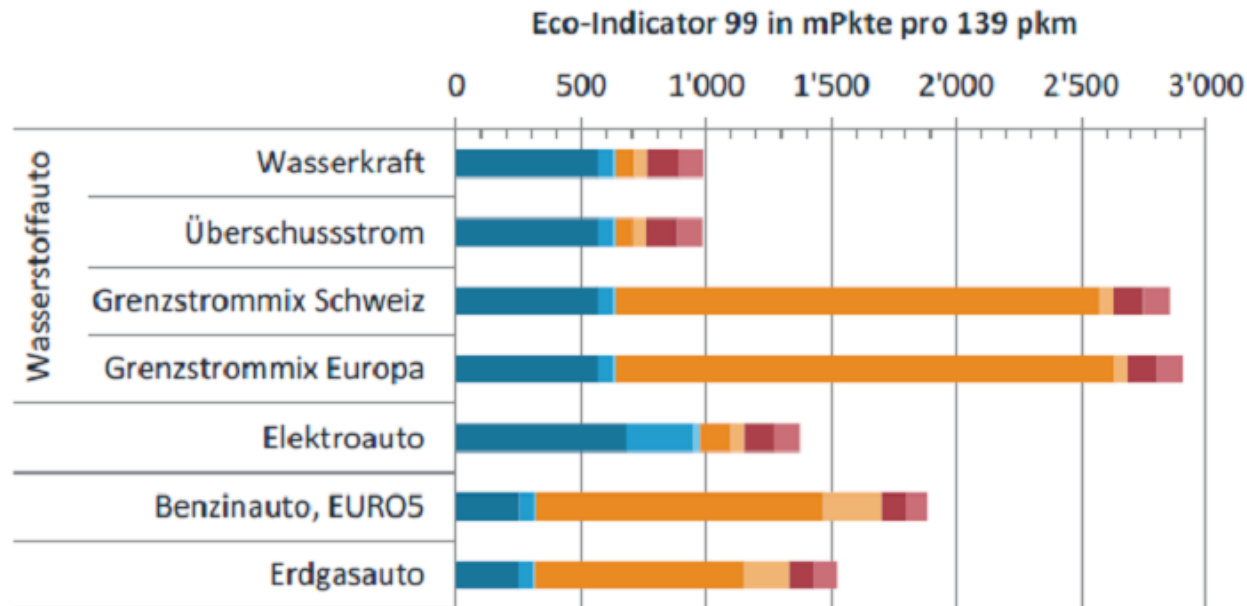
Coop Wasserstoff-Tankstelle bietet ihren Kunden Wasserstoff an

Elektrolyseur von H₂ Energy produziert aus erneuerbarem Strom Wasserstoff

Wasserstofftrailer von H₂ Energy speichert und liefert Wasserstoff



Die Ökobilanz hängt hauptsächlich vom Strommix für die H₂-Herstellung ab



- Fahrzeug
- Unterhalt, Fahrzeug
- Entsorgung, Fahrzeug
- Treibstoffbereitstellung
- Betrieb, Fahrzeug (direkte Emissionen)
- Strasse
- Unterhalt, Strasse

Quelle: treeze Ltd, Studie 9.2016

PKW-Treibstoffkosten von nachhaltigem Wasserstoff sind mit denjenigen von fossilen Treibstoffen vergleichbar

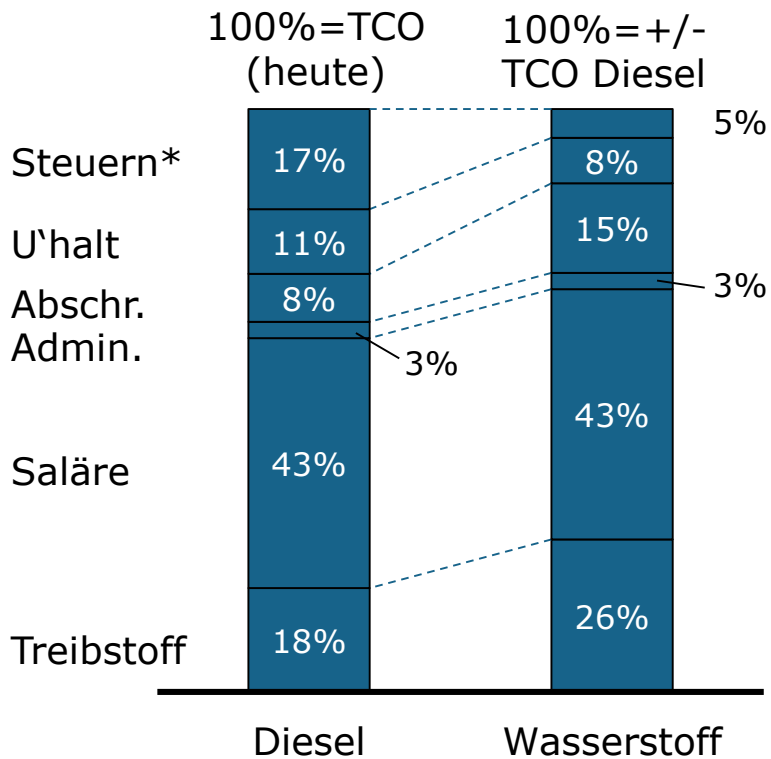


	Wasserstoff	Diesel**
Kosten	9-11 CHF/kg*	1.50-1.80 CHF/l
Energiegehalt pro kg	33.3 KWh	11.9 KWh
Durchschnittlicher Verbrauch für 100km	1 kg	6.0 Liter
Kraftstoffkosten pro 100km	9-11 CHF	9-11 CHF

- * Gilt für Wasserstoff mittels Elektrolyse und nachhaltiger/erneuerbarer Energie (Wind, Solar, etc.); Preisbereich von dampfreformiertem Wasserstoff: 1,5-2,5 CHF/kg
- ** Inkl. Abgaben und Steuern

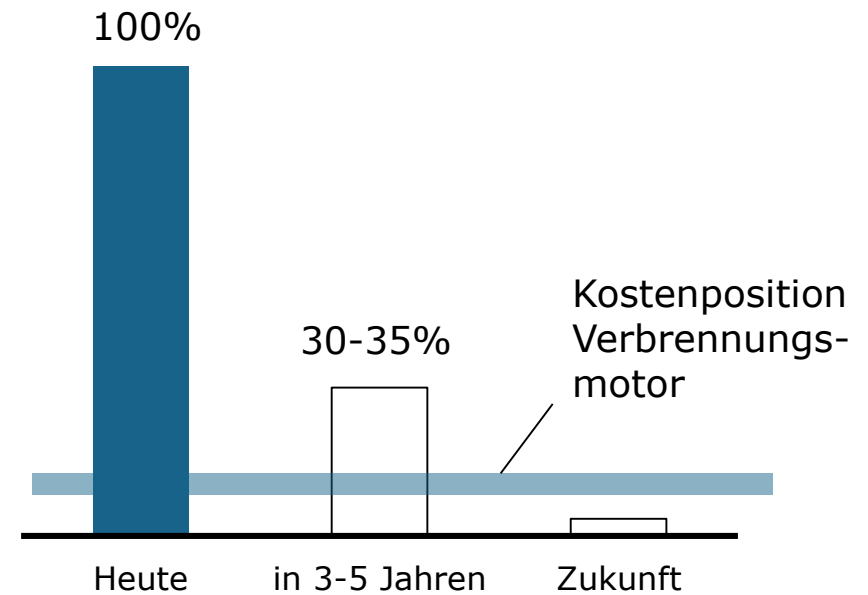
Schon heute haben Brennstoffzellen-LKWs und Diesel-LKWs vergleichbare TCOs für CH-Logistikfirmen

TCO Betrachtung aus Sicht eines Logistikunternehmens in der Schweiz



In Zukunft werden sich die TCO zu Gunsten der BZ-Technologie verlagern

Geplante Kostenentwicklung BZ-System und Antrieb, in Prozent

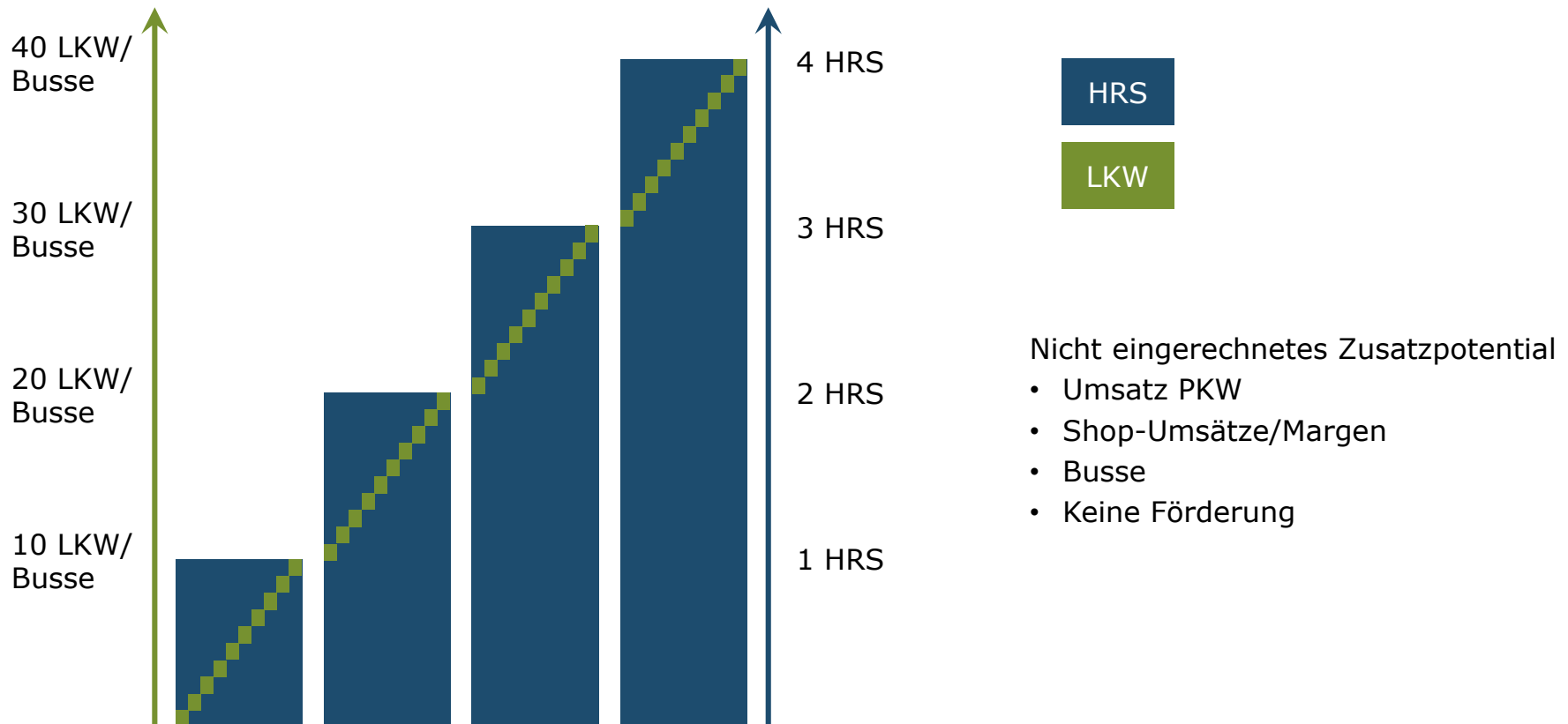


* Inkl. Versicherung und Kapitalkosten

Faustregel für eine erfolgreiche und wirtschaftliche Skalierung für LKWs/Busse und HRS – 10:1

Anzahl LKW/Busse (H₂ Grossverbraucher)

Anzahl Wasserstoff-tankstellen (HRS)



H₂ Energy hat mit seinem Team innert kürzester Frist ein grundlegendes Wasserstoffsystem aufgebaut



Brennstoffzellen-LKW



Wasserstoff-Tankstelle



Wasserstoff-Produktionsstätte



Besten Dank für Ihr
Interesse!

Kontakt:
Philipp Dietrich
Philipp.dietrich@h2energy.ch

