

Perspektiv på bränsleceller för fordonsdrift och energikonvertering

Göran Lindbergh
KTH Kemiteknik
Kungl Tekniska Högskolan



IVA
11 december 2008

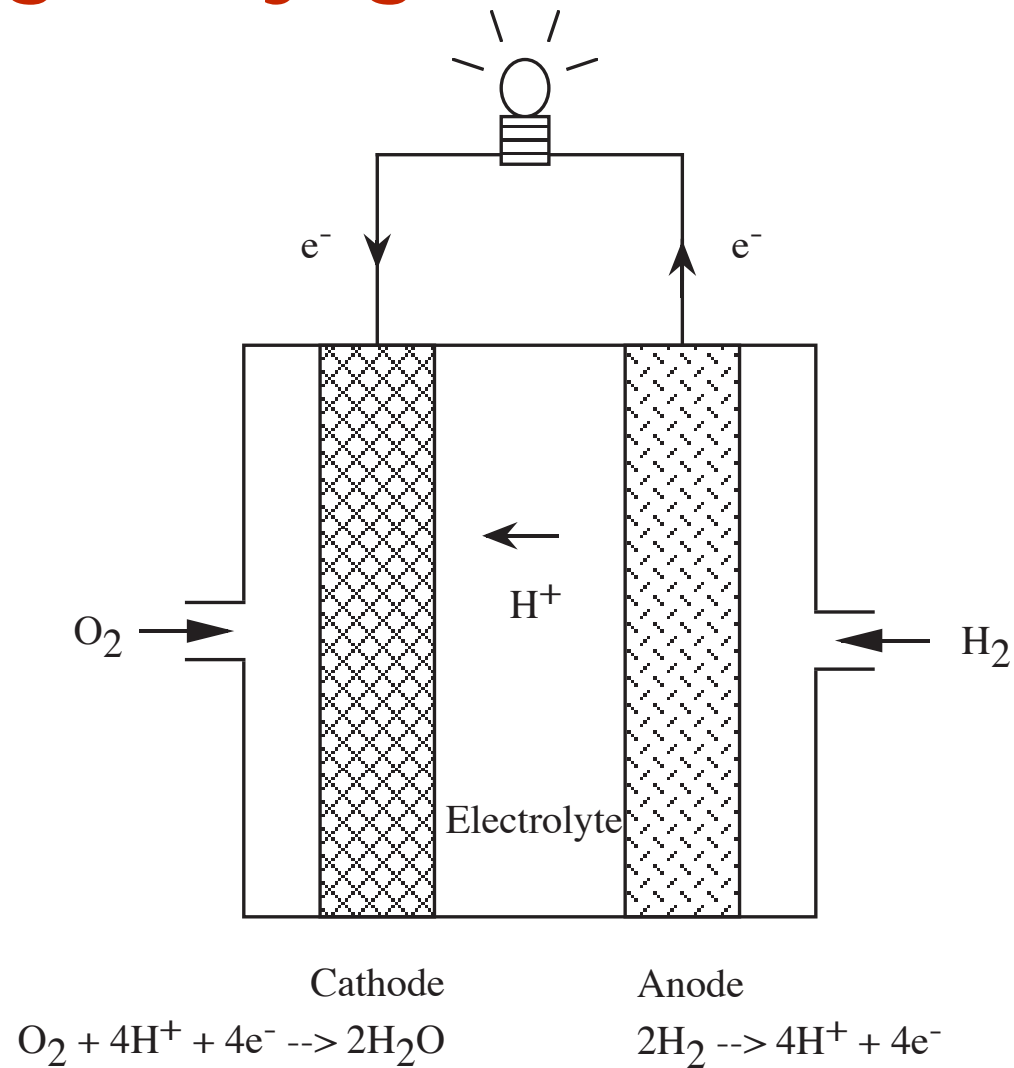


Agenda

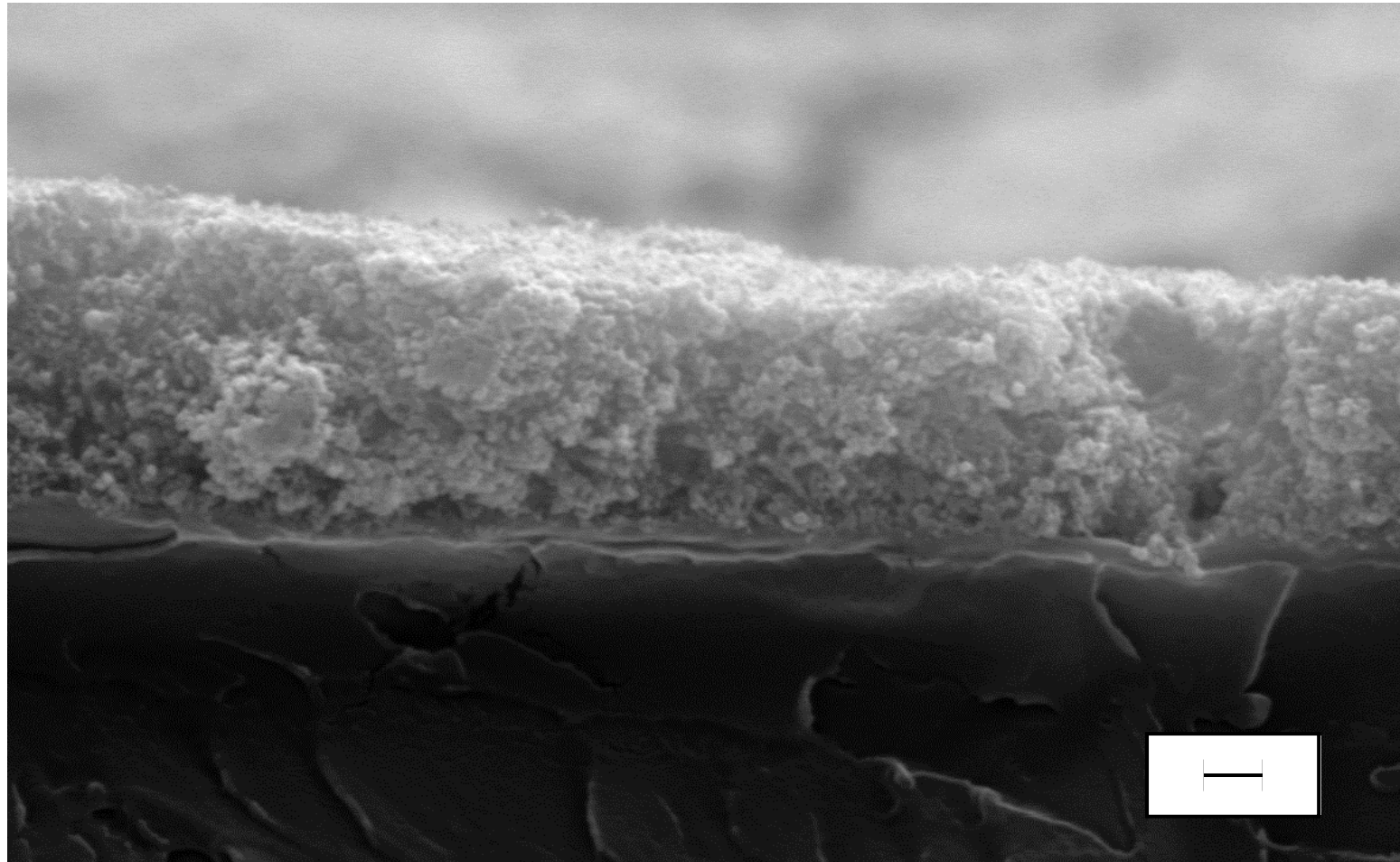


- Introduktion
- Vad är en bränslecell?
- Bränsleceller för fordon
- Bränsleceller för kraftvärme
- Finns det inga bränsleceller idag?
- Slutsatser

Vätgas-syrgas-bränslecellen



Tvärssnitt av PEFC-elektrod med en bit av membranet



Mätstickan på bilden är 1 μm .

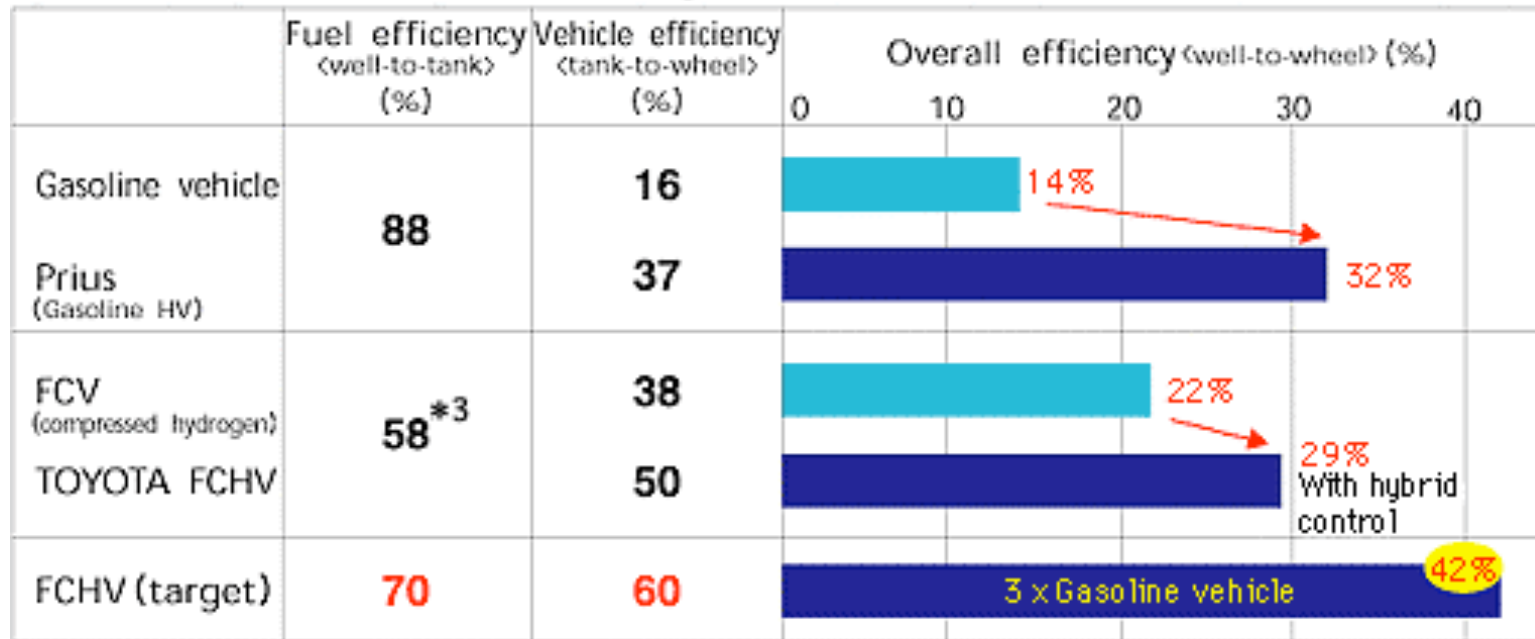
Comparison of Fuel Cell Technologies

Fuel Cell Type	Common Electrolyte	Operating Temperature	System Output	Electrical Efficiency	Applications	Advantages	Disadvantages
Polymer Electrolyte Membrane (PEM)*	Solid organic polymer poly-perfluorosulfonic acid	50 - 100°C 122 - 212°F	<1kW – 250kW	53-58% (transportation) 25-35% (stationary)	<ul style="list-style-type: none"> Backup power Portable power Small distributed generation Transportation 	<ul style="list-style-type: none"> Solid electrolyte reduces corrosion & electrolyte management problems Low temperature Quick start-up 	<ul style="list-style-type: none"> Requires expensive catalysts High sensitivity to impurities Waste heat temperature not suitable for combined heat & power (CHP)
Alkaline (AFC)	Aqueous solution of potassium hydroxide soaked in a matrix	90 - 100°C 194 - 212°F	10kW – 100kW	60%	<ul style="list-style-type: none"> Military Space 	<ul style="list-style-type: none"> Cathode reaction faster in alkaline electrolyte, leads to higher performance 	<ul style="list-style-type: none"> Expensive removal of CO₂ from fuel air streams required; CO₂ degrades the electrolyte
Phosphoric Acid (PAFC)	Liquid phosphoric acid soaked in a matrix	150 - 200°C 302 - 392°F	50kW – 1MW (250kW module typical)	>40%	<ul style="list-style-type: none"> Distributed generation 	<ul style="list-style-type: none"> Higher overall efficiency with CHP Increased tolerance to impurities in hydrogen 	<ul style="list-style-type: none"> Requires expensive platinum catalysts Low current and voltage Large size/weight
Molten Carbonate (MCFC)	Liquid solution of lithium, sodium, and/or potassium carbonates, soaked in a matrix	600 - 700°C 1112 - 1292°F	<1kW – 1MW (250kW module typical)	45-47%	<ul style="list-style-type: none"> Electric utility Large distributed generation 	<ul style="list-style-type: none"> High efficiency Fuel flexibility Can use a variety of catalysts Suitable for CHP 	<ul style="list-style-type: none"> High temperature enhances corrosion breakdown of ceramic components Complex electrolyte management Slow start-up
Solid Oxide (SOFC)	Yttria stabilized zirconia	600 - 1000°C 1202 - 1832°F	<1kW – 3MW	35-43%	<ul style="list-style-type: none"> Auxiliary power Electric utility Large distributed generation 	<ul style="list-style-type: none"> High efficiency Fuel flexibility Can use a variety of catalysts Solid electrolyte reduces electrolyte management problems Suitable for CHP Hybrid/GT cycle 	<ul style="list-style-type: none"> High temperature enhances corrosion breakdown of ceramic components Slow start-up Brittleness of ceramic electrolyte with cycling

"Well-to-wheel"-verkningsgrad



Overall (well-to-wheel) efficiency of the TOYOTA FCHV



■ In the Japanese 10-15 test cycle, Toyota in-house testing
 *3 Efficiency if hydrogen is produced from natural gas

Vad kan vi förvänta oss av batterier i framtiden?

Batterier för elhybridfordon kommer att:

- bli säkrare,
- bli billigare,
- byggas med större celler,
- få bättre och jämnare kvalitet,
- ha förbättrad livslängd,
- ha bättre och mer avancerade kontrollsysteem.

Men:

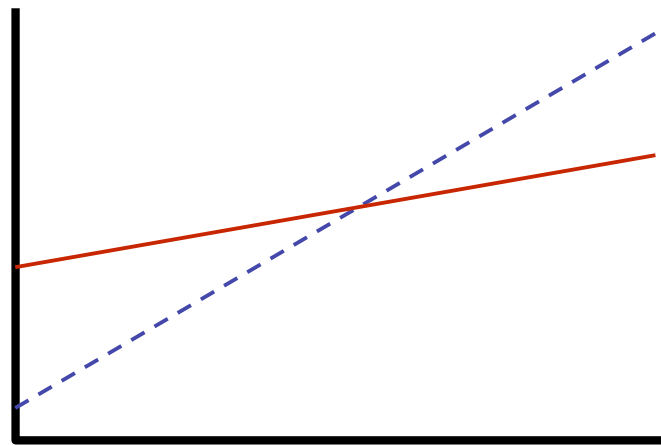
- energitätheten kommer bara att förbättras marginellt.



Batteriers begränsning



Volume or
weight of
system

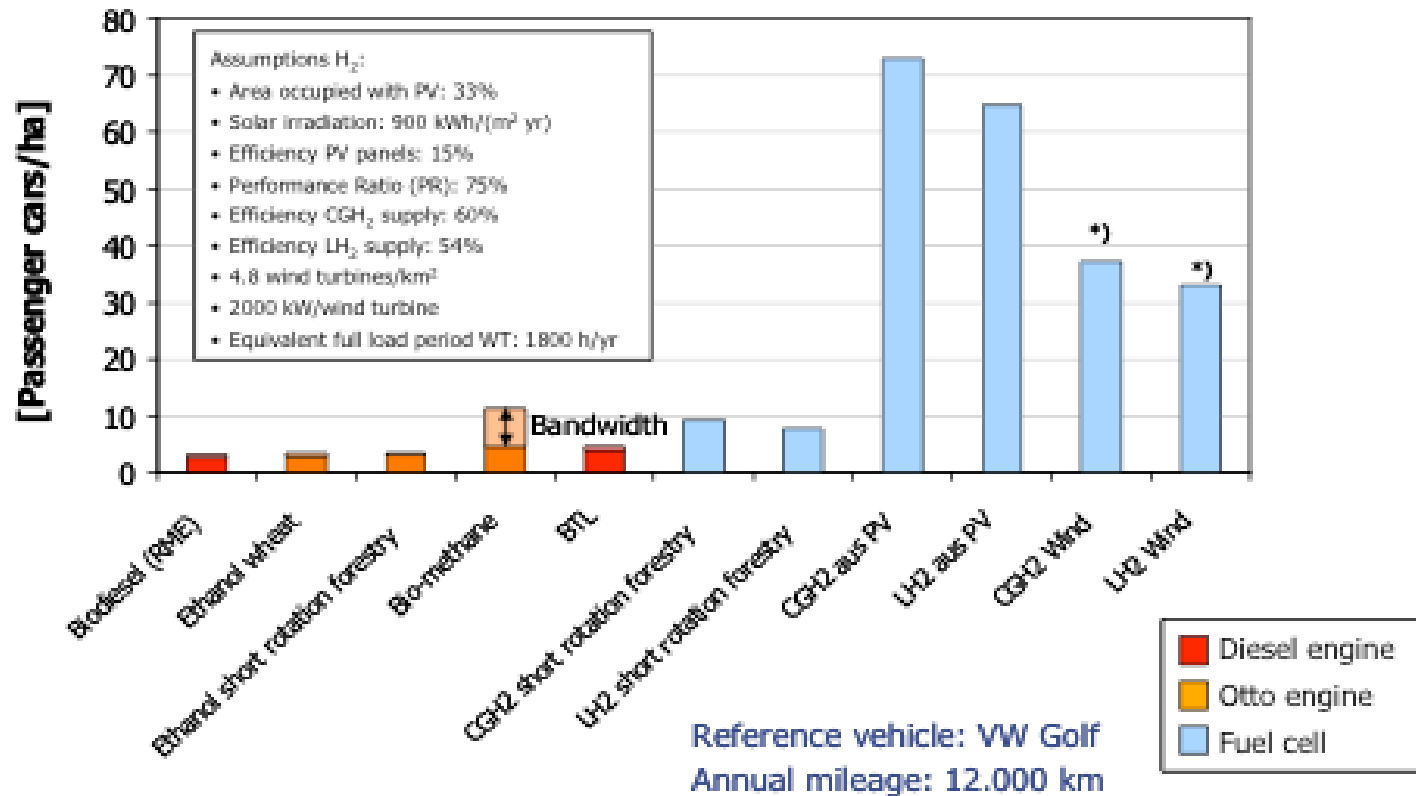


Battery

ICE or Fuel Cell

Energy / kWh

Antal hybridfordon som kan "försörjas" per hektar yta



*) more than 99% of the land area can still be used for other purposes e.g. agriculture

Number of hybrid passenger cars which can be supplied from one hectare of land.

"Yeald of Biofuels versus Hydrogen from Photovoltaics and Wind Power", Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH

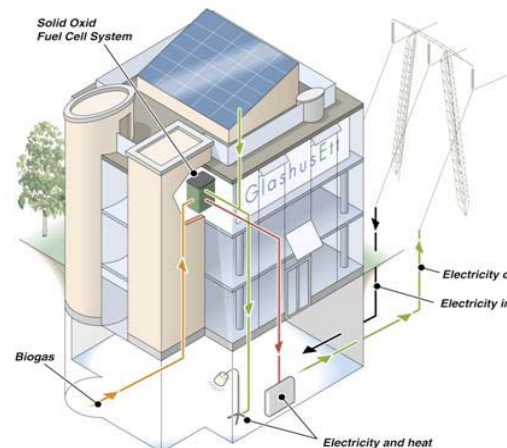
Honda FCX, en bränslecellsbil för framtiden



GlashusEtt, SOFC operating on biogas

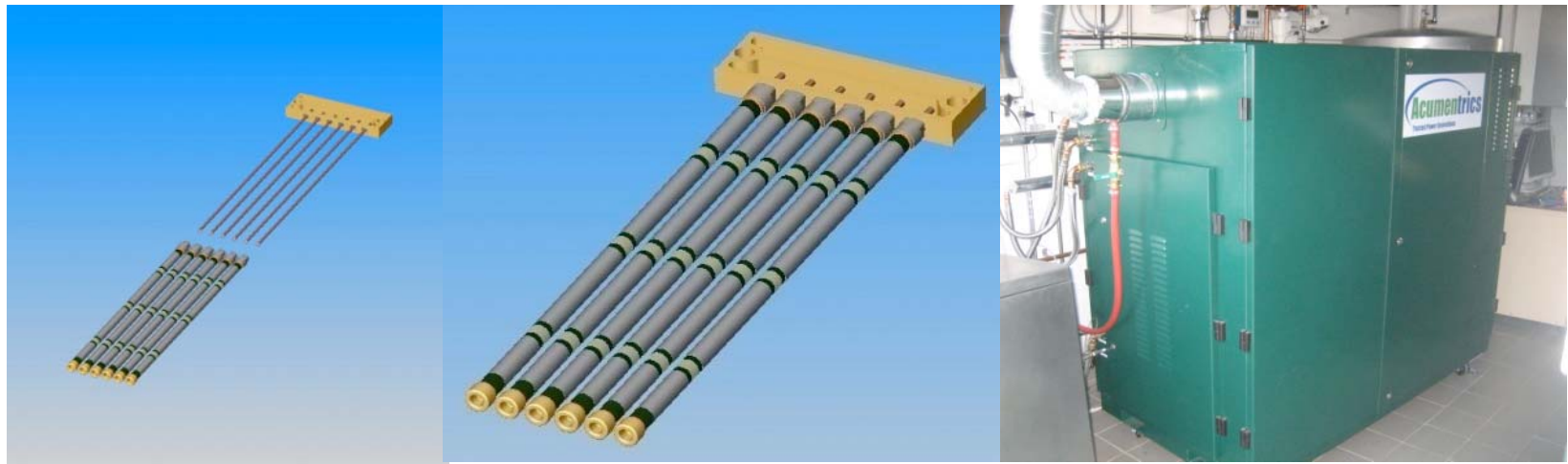
Scope of the evaluation

- Third-party evaluation of a 5 kW combined heat and power (CHP) SOFC system.
- The system is evaluated by looking at the energy balance, degradation and operation behaviour

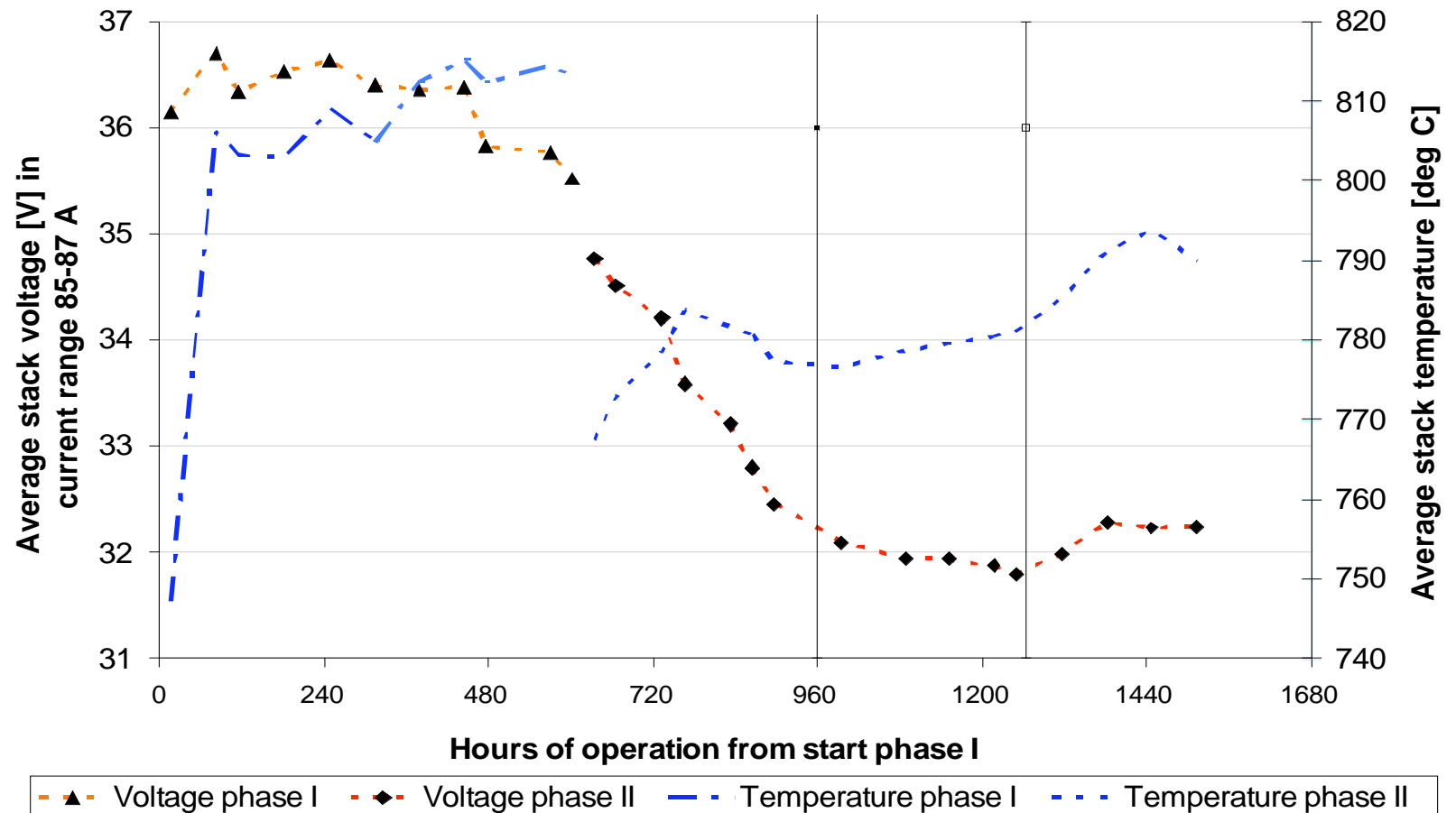


The Solid Oxide Fuel Cell system

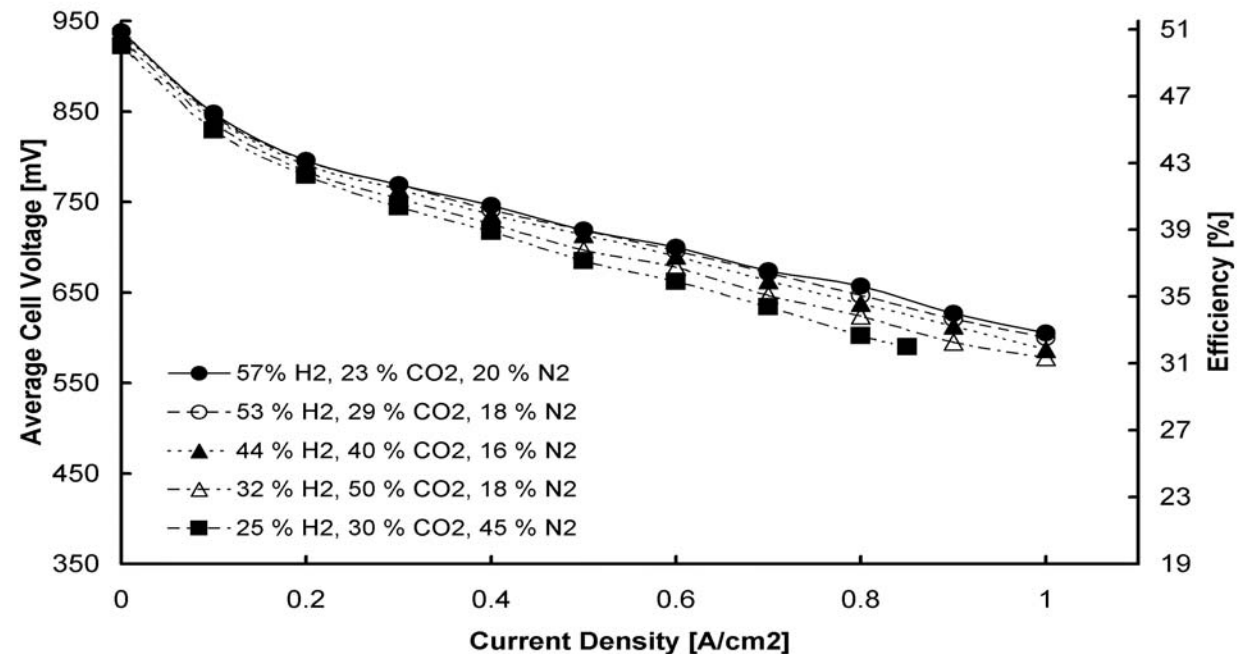
- 5 kW combined heat and power SOFC
- Hybrid system with 4 batteries
- POX & Sulphur trap
- 4 fuel cell stacks, each containing 12 manifolds
- A manifold holds six anode-supported tubular cells



Degradation of the system



Drift av 5 kW PEMFC på reformerad biogas



Effekt på prestanda av utspädning av CH₄ i CO₂ och N₂.

Vad finns det för hinder på vägen?

Om nu bränsleceller för är lösningen, varför finns de inte redan här?

- Kostnad
- Livslängd
- Användarvänlighet
- Infrastruktur
- Vision



Tidtabell för kommersialisering av bränsleceller



- Bränsleceller för nisch-applikationer - finns redan idag (rymden, militära tillämpningar, reservkraft, ...)
- Bränsleceller för framdrift av fordon - inom 1-2 år (vätgasdrivna PEFC)
- Bränsleceller för hjälpkraft på fordon - inom 3-4 år (dieselreforming ombord kopplat till PEFC)
- Bränsleceller för distribuerad kraftvärmeproduktion - finns redan idag (1 kW - 3 MW el, PEFC, PAFC, MCFC och SOFC som drivs med naturgas eller biobränslen)
- Portabla bränsleceller för portabel elektronik, medicinska tillämpningar, fritidssektorn etc - finns redan idag (PEFC och DMFC, många olika bränslelösningar)

Slutsatser



- Det finns ingen konflikt mellan batterier och bränsleceller i fordon. Vätgas och bränsleceller ger möjligheter att effektivt "paketera el" i fordon för större räckvidd.
- För stationära tillämpningar ger bränsleceller möjlighet till effektiv omvandling av biogas till el och värme, utan att bränslet behöver uppgraderas.
- Bränsleceller har redan kommit en lång väg mot bred kommersialisering. Användningen finns idag inom olika nischprodukter, men bredare tillämpningar i portabel elektronik, fordon och för kraftvärmes tillämpningar ligger nära.