

# ***Smältkarbonatbränslecellen (MCFC) - teknikläget idag och framåtblick***



**Carina Lagergren och Göran Lindbergh**  
**Tillämpad elektrokemi**  
**KTH**

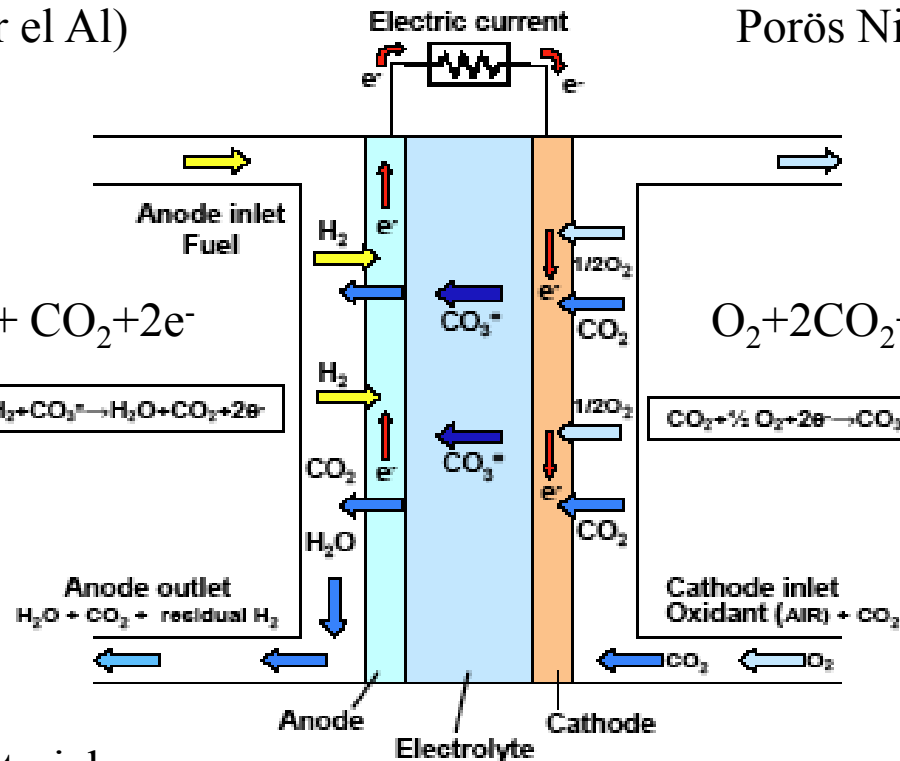
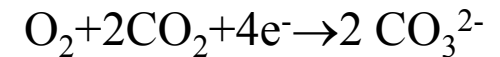
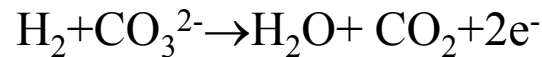


# Smältkarbonatbränslecell

*n*

Anodmaterial:  
Porös Ni (5-10% Cr el Al)

Katodmaterial:  
Porös NiO dopad med litium



Elektrolytmaterial:  
Karbonat av Li, K el. Na,  
i en matris av LiAlO<sub>2</sub>

Driftstemperatur: 650°C

# MCFC

## Fördelar

- Inga ädelmetaller
- CO-tolerant  
( $\text{CO} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 2e^-$ )
- Bränsleflexibel
- Bra spillvärme
- Internreformerering
- Hög verkningsgrad  
( $\eta_{el} \approx 50\%$ ,  $\eta_{total} \approx 90\%$ )

## Nackdelar

- Materialproblem
  - upplösning av katoden
  - sintring av anoden
  - korrosion på rostfria delar
- $\text{CO}_2$ -cirkulering
- Svaveltoleransen är låg  
( $< 1 \text{ppm}$ )



# MCFC idag

- Den mest utvecklade bränslecellstekniken
- Moduler om några hundra kW, system från ca  $250 \text{ kW}_{el}$  upp till några  $\text{MW}_{el}$ .
- Fler än 100 system installerade, främst i Asien
- Livsmedelsproduktion, hotell, shoppingcentra, sjukhus, fängelser, avfallsanläggningar etc.
- $>100 \text{ MW}$  totalt,  $700 \text{ GWh}$  producerad el.
- Elverkningsgrad på ca 50%, totalt ca 90%.
- Tillgängligheten på systemen är mycket hög, ca 95%.
- Längsta drifttid för ett system: 50 000 h (stack utbytt efter 24 000 h)





## Exempel från livsmedelsindustrin



- 150 ton avfall per dag
- 75% pressas ur som juice. Det fasta materialet säljs som högvärdig boskapsföda
- Juicen omvandlas mha anaerob nedbrytning till biogas (metan)
- Spillvärme från lökproduktionen påskyndar rötningen
- Biogasen leds via reningssteg till bränslecellerna där elektricitet och värme produceras.





## Forts.

- Investeringskostnad 10,8 USD (5,3 USD i bidrag från andra).
- 600 kW<sub>el</sub> produceras.  $\eta_{el} \approx 47\%$
- Minskar nätberoendet och sparar ca 700 000 USD/år (spenderar 120 000–150 000 USD/månad på el)
- Minskade tippningsavgifter
- Minskning av CO<sub>2</sub>-utsläpp, 14 500 ton/år.
- 2 st DFC300 från Fuel Cell Energy



# Fuel Cell Energy



- Världsledande på produktion och utveckling av MCFC.
- Totalt 100 MW<sub>el</sub> sålt/installerat på 60 platser i världen  
- 69 MW i Asien, 3 MW i Europa, resten i USA
- En total produktion på 700 GWh el hittills.
- Marknadsför fyra olika produkter:  
300 kW - 2.4 MW. Medel 1 MW.
- Elverkningsgrad ca 47%.
- Bränslen: propan, naturgas, kolgas, och rötgas. Internreforming.
- Order från POSCO Power i Korea på 70 MW (under två-årsperiod).
- Årlig produktion 55 MW i fabriken.



Stacktillverkning i Torrington

# Syd-Korea



- Stor nationell satsning på produktion av förnybar el
- Världens största användare av MCFC.
  - 25 MW i drift
  - 15 MW under uppbyggnad
  - 70 MW order till FCE (POSCO)
- POSCO Power
  - köp av cellkomponenter från FCE
  - egen fabrik med kapacitet på 100 MW klar
- Doosan Heavy Industries and Construction
  - pengar från staten för att utveckla inhemsk MCFC
  - två produkter idag: 30 kW och 300 kW

# Aktörer inom MCFC-området

- Fuel Cell Energy (USA)
- ~~MTU Onsite Energy (Tyskland)~~
- POSCO Power (Korea)
- ~~Ansaldo Fuel Cells (Italien)~~
- Doosan Heavy Industries and Construction
- Tubitak Marmara Research Center (Turkiet)
- CRIEPI (Central Research Institute of Electric Power Industry)
- ENEA
- ...

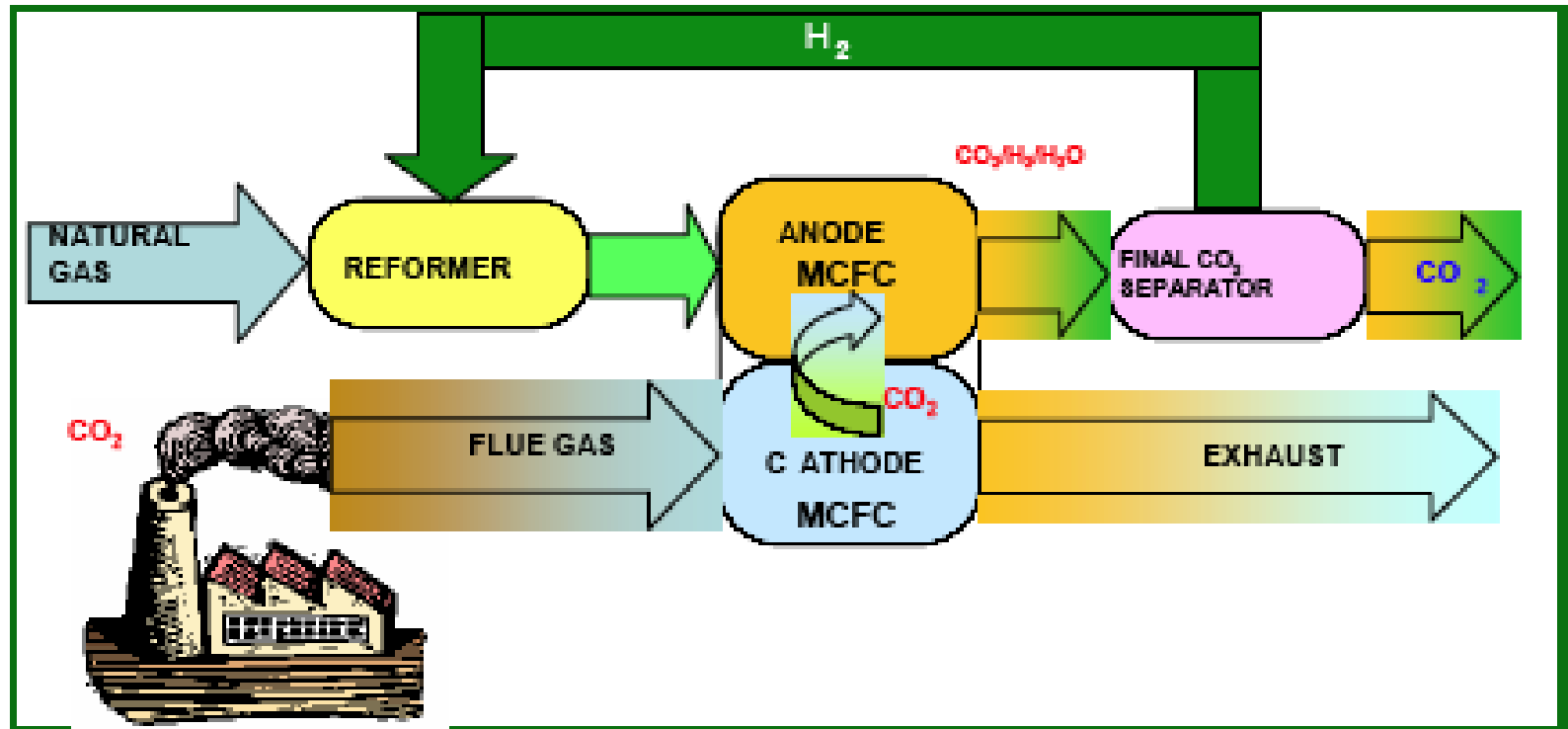


# *”Förädling” av MCFC*

- Koldioxidavskiljning
- Produktion av förnybar vätgas
- Avsaltning av vatten



# MCFC för CO<sub>2</sub>-separation



- Separation av >70% av CO<sub>2</sub> i rökgasen
- Samtidig produktion av elkraft

Ansaldo Fuel Cells

## DFC-H<sub>2</sub>: Second System (2010)



Tankstation med förnybar  
vätgas

DFC-H<sub>2</sub>. Vätgasproduktion  
från bränslecell som drivs  
med anaerob rötgas

- Biogas från vattenreningsanläggning (Kalifornien)
- 30% av vätgasen går oförbrukad genom cellen
- 250 kW bränslecell, försörjer ca 200 normalhushåll
- Vätgasbränsle till 25 fordon per dag



FuelCell Energy  
Ultra-Clean, Efficient, Reliable Power

# MCFC-CONTEX



**MCFC** catalyst and stack component degradation and lifetime: Fuel gas **CON**Taminant effects and **EX**traction strategies

- EU-finansierat projekt som koordineras av ENEA, Italy.
- (De två MCFC-tillverkarna i Europa deltar i projektet)

# MCFC-CONTEX

Fokus i projektet är hur föroreningar i bränslen från organiska källor eller avfall påverkar komponenterna i bränslecellssystemet



Huvuduppgifter:

- att undersöka förgiftningsmekanismerna då alternativa bränslen med olika föroreningar används
- att bestämma vilka exakta toleransnivåer som gäller för MCFC för att klara långtidsdrift
- att optimera rening av bränslet så att den renhetsgrad som krävs just för aktuella driftsförhållanden uppnås

# MCFC-CONTEX

## Förväntade resultat från projektet:

- Ökad kunskap om förgiftningsmekanismerna
- Ett antal driftsberoende toleransnivåer för MCFC
- En numerisk modell för att förutsäga effekter av degradering orsakad av förgiftning
- Validerade accelererade testprocedurer
- En prototyp för ett reningssystem optimerat för att uppgradera icke-konventionella bränslen till de krav som ställs för MCFC
- Ett tillförlitligt detektionssystem för spårämnen för registrering av bränslekvalitet och processkontroll



# ***Sammanfattning av 2010 och första halvåret 2011***



- Korea största användaren av MCFC
- Jätteorder från POSCO Power till FCE
- FCE ökar sin produktionskapacitet till 55 MW
- POSCO Power har sin 100 MW-fabrik klar
- Kundanpassade system
- Flera företag studerar MCFC kombinerat med CCS
- Olika typer av ”förädling” av MCFC-tekniken
- De europeiska MCFC-företagen borta!!

# Framåtblick och trender

- Fortsatt stora satsningar på flera håll i världen, främst i Sydkorea och i USA
- MCFC = bränsleflexibel!  
Ingen infrastruktur för vätgas krävs för användning av MCFC.
- Fortsatt stort intresse för användning av MCFC där möjliga bränslen redan finns tillgängliga (deponier, livsmedelsproduktion, rötningsanläggningar etc).
- MCFC passar utmärkt för svenska förhållanden med tillgång till många olika förnyelsebara bränslen.





***Tack!***