

# Bränslecellen

- det uthålliga batteriet



Årsrapport för 2008 från Mistras bränslecellsprogram

# MISTRAs Bränslecellsprogram

## Årsrapport för 2008 - andra året i fas 3

### Förord

2008 har varit ett spännande år. Äntligen har bränslecellerna börjat trampa ur barnskorna. Det kommersiella genombrottet är här. 2008 är det andra året i den tredje och antagligen sista fasen av Mistras bränslecellsprogram. Motivet för att satsa på en tredje fas var att ta vara på de landvinningar, som gjorts i fas ett och två, och att ta fram ny kunskap, som behövs på kort sikt av Sveriges spirande bränslecellsindustri.

Denna rapport handlar mest om dessa resultat och om de företag, som utgör bränslecellsindustrins kärna. Men den handlar också om bränslecellernas roll i Sverige och om vår omvärld. Den finanskris och den lågkonjunktur vi drabbats av påverkar bränslecellsutvecklingen på två sätt: dels blir det svårare att få tag på riskkapital, dels behövs förnyelse och staten satsar mer på förnyelsebar och miljövänlig teknik.

I detta läge är det viktigt att staten stöttar bränslecellsforskningen även när Mistras bränslecellsprogram tar slut i december 2009. Programmets kommunikationsstrategi har därför lagts om från att ha varit inåtriktad till att alltmer synliggöra programmet i samhällsdebatten. För detta ändamål har forskare och programstyrelse skrivit populärvetenskapliga artiklar i pressen och genomfört ett IVA-seminarium. Vi kommer att fortsätta att synas under 2009. Sverige har inte råd att stå utanför den utveckling som nu sker i världen.

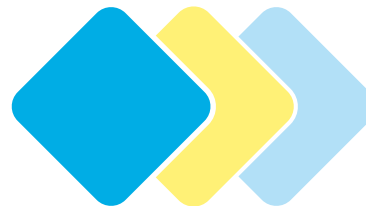
### För Mistras bränslecellsprogram

Göran Johansson  
*programchef*

Bengt Steen  
*bitr. programchef, kommunikatör*



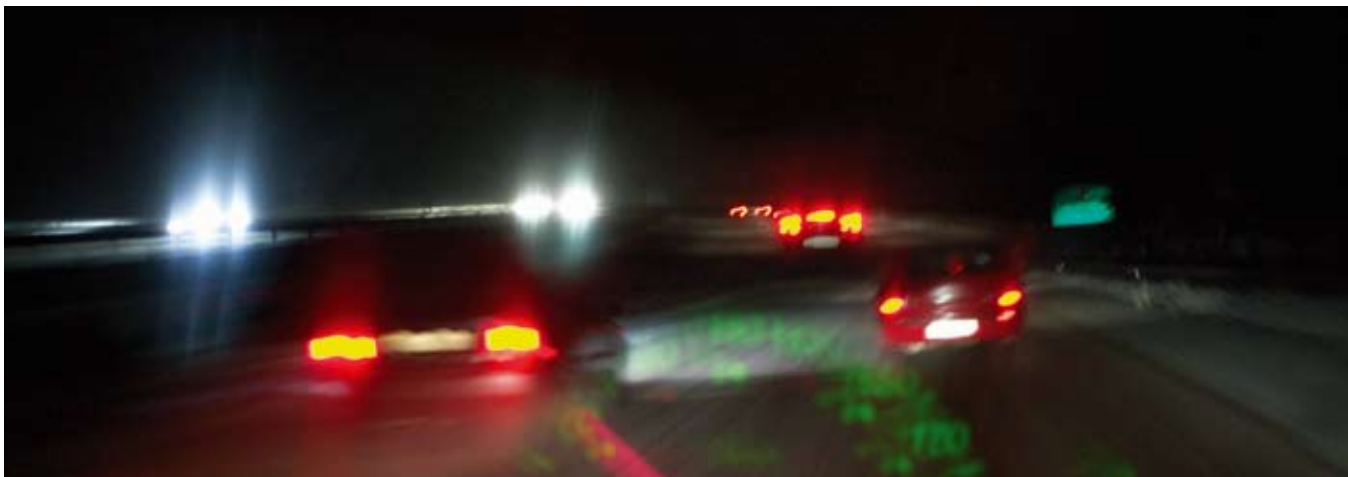
Koordineringsmöte på KTH.



MISTRAS BRÄNSLECELLPROGRAM

# MISTRAs Bränslecellsprogram

## Årsrapport för 2008 - andra året i fas 3



### Summary

The year 2008 is the second year in a third phase of Mistra's fuel cell programme. The research in the programme builds on experience from phase 1 and 2, and is aimed at gathering new knowledge, which is relevant for Swedish companies, who are entering the fuel cell market. The research deals with aging and decomposition aspects and with production. Results include new methodology for measuring contact resistance between bipolar plates and gas diffusion layers, new methodology for studying decomposition of catalysts, new knowledge on catalyst decomposition, test results from MEA-production with ink-jet technology and new membrane polymers.

### Sammanfattning

År 2008 är andra året i en tredje fas i Mistras bränslecellsprogram. Forskningen i programmet bygger på erfarenheter från tidigare perioder och är inriktad mot att ta fram ny kunskap som är relevant för de svenska företag som håller på att etablera sig på bränslecellsområdet. Forskningen handlar om åldrings- och nedbrytningsprocesser och om produktion. Bland årets resultat finns ny metodik för mätning av kontaktresistans mellan bipolära plattor och gasdiffusionsskikt, ny metodik för studier av katalysatornedbrytning, ny kunskap om katalysatornedbrytningen, testresultat från MEA-tillverkning med ink-jet-teknik och nya membranpolymerer.

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	Bränslecellen - ett uthålligt batteri?	<b>5</b>
<b>2</b>	Våra mål	<b>6</b>
<b>3</b>	Resultat från projekten	<b>7</b>
<b>3.1</b>	MEA - Tillverkning och elektrokemisk karaktärisering	<b>7</b>
<b>3.2</b>	Joniska polymerer och membran för utveckling av uthålliga MEA	<b>9</b>
<b>3.3</b>	Katalysatorer för uthålliga MEA	<b>11</b>
<b>3.4</b>	Karaktärisering av cellprestanda och bipolära plattor	<b>15</b>
<b>3.5</b>	Molekylär karaktärisering av cell – nedbrytning och livslängd	<b>18</b>
<b>4</b>	Företagen i programmet	<b>20</b>
<b>4.1</b>	Morphic/CellImpact	<b>20</b>
<b>4.2</b>	MyFC	<b>21</b>
<b>4.3</b>	Nolato	<b>21</b>
<b>4.4</b>	Outokumpu	<b>22</b>
<b>4.5</b>	Powercell	<b>23</b>
<b>4.6</b>	Svenska Tanso	<b>24</b>
<b>4.7</b>	Timcal	<b>24</b>
<b>4.8</b>	Volvo Technology	<b>25</b>
<b>5</b>	Programfakta	<b>26</b>
<b>5.1</b>	Programvärd	<b>26</b>
<b>5.2</b>	Programstyrelse	<b>26</b>
<b>5.3</b>	Programledning	<b>26</b>
<b>5.4</b>	Mera info om programmet	<b>26</b>

# 1. Bränslecellen - ett uthålligt batteri

Efter decennier av forskning och utveckling har bränslecellen fått sitt kommersiella genombrott. Bränsleceller säljs nu på kommersiella grunder för att driva gaffeltruckar i varulager, för drift av skottrar och rullstolar, som reservkraftaggregat till telestationer och de är på god väg att etablera sig som bärbara kraftkällor till elektronik av olika slag. I en stor del av nischmarknaderna ersätter bränsleceller batterier.

Bränslecellen är ett slags kontinuerligt batteri. De ämnen, som reagerar med varandra (reaktanterna) förvaras utanför cellerna där de elektrokemiska reaktionerna sker. I ett batteri ligger de nära varandra och flyttas ytterst lite när batteriet laddas urladdas. Det gör att batteriet blir snabbt och enkelt i sin konstruktion, men begränsat i sin kapacitet. Genom att reaktanterna ligger nära varandra i ett batteri kan det bli problem med explosioner och vid lagring kan de urladdas. Dessa problem har inte bränslecellen, där reaktanterna är åtskilda och kan lagras separat i större mängder.

Nackdelen hos bränslecellen är att den kräver mera komplicerad kringutrustning och är mera svårstartad än batteriet. Detta

gör att man gärna kombinerar batterier och bränsleceller. Då får man både flexibilitet och uthållighet. Sådana kombinationer är aktuella för bussar och bilar. De plug-in-hybrider man idag talar om är försedda med batterier och generatorer drivna av traditionella explosionsmotorer. I ett senare skede tänker man sig att explosionsmotorerna ersättes med bränsleceller, som har högre verkningsgrad, är tystare och renare. Vid uppstarten av EU stora satsning på vätgas och bränsleceller förklarade en representant för Daimler-Benz att detta var den utveckling de planerade för.

Man kan kanske tycka att bränslecellen, när den ersätter batterier inte bidrar så värst mycket till en hållbar utveckling. Det är nog sant, om utvecklingen stannar där. Men om detta är ett tillfälle för tekniken att mogna för att sedan gå vidare och ersätta bensin och diesel-drivna motorer kan vi kanske räkna hem en CO<sub>2</sub>-minskning på upp emot 10 milj. ton/år i Sverige. Det är i år bara cirka 10 % av utsläppen, men i ett scenario, där användningen av förnybara bränslen ökar för övrig energiförsörjning och där Sverige skall drygt halvera sina utsläpp, blir dessa 10 milj. ton/år mycket viktiga.

## 2. Våra mål

### Programmets övergripande mål under etapp 3 är att

- minska kunskapsluckorna för en begynnande svensk bränslecellsindustri,
- välja, utveckla och tillämpa metoder för test av produktens egenskaper,
- vara ett stöd till industrin in dess utveckling av dagens bränslecellteknik,
- konsolidera och utveckla kommunikationen mellan vetenskap och industri i det nätverk som etablerats.

### Våra specifika mål är att

- utvärdera membran, elektroder och MEA som en del av utvecklingen av uthålliga, högpresterande MEA anpassade för effektiv produktion,
- anpassa jonomerer och membran utvecklade i etapp 1-2 till en effektiv produktion av uthålliga, högpresterande MEA. Metoder att tillverka membran med kontrollerad sammansättning och vattenupptag kommer att utvecklas och karakteriseras.
- förbättra prestanda och livslängd hos katalysator och supportmaterial. Speciellt intresse kommer att ägnas mekanismer för deaktivering och förgiftning av katalysatorn.
- skapa en ökad förståelse av cellprocesser,
- utveckla och tillämpa en metod för att karakterisera livslängdsprestanda hos bipolära plattor av olika material och med olika ytbeläggning med fokus på in situ kontaktresistansmätningar. Metoden kommer att tillämpas för att karakterisera ett antal olika bipolära plattor som tillhandahållits av företagen i programmet.
- karakterisera MEA producerad med inkjet-teknik på molekylnivå

### Fem forskningsprojekt genomförs

**Vid KTH:** MEA, produktion och elektrokemisk utvärdering av prestanda och uthållighet Deltagare: Prof. Göran Lindbergh (projekt ledare), Dr. Carina Lagergren, Maria Wesselmark och Sophie von Kraemer, Tillämpad Elektrokemi, Skolan för kemivetenskap

**Vid LTH:** Jonomerer och membran för utveckling av uthålliga MEA. Deltagare: Dr. Patric Jannasch (projekt ledare) and Elin Persson, Avdelningen för Polymer & Materialkemi

**Vid Chalmers:** Katalysatorer för uthålliga MEA. Deltagare: prof. Anders Palmqvist (projekt ledare) och dr. Henrik Grönbeck, Björn Wickman, Annika Johansson, Kompetens Center Katalys (KCK)

**Vid KTH:** Karakterisering av cellprestanda. Deltagare: Prof. Göran Lindbergh (projekt ledare), Nicklas Holmström, Tillämpad Elektrokemi, Skolan för kemivetenskap

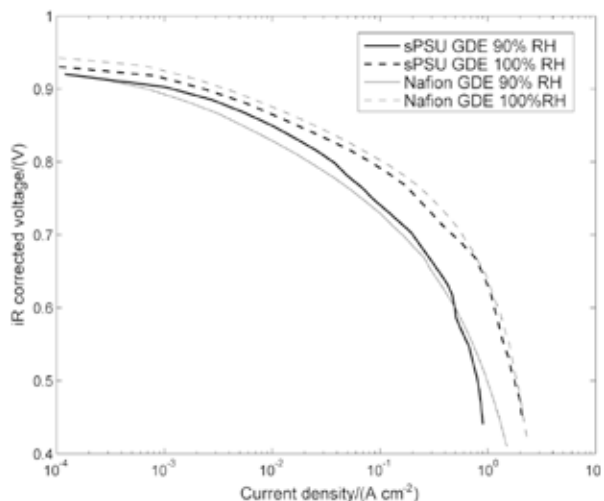
**Vid Chalmers:** Molekylär karakterisering av cell – nedbrytning och livslängd. Deltagare: Prof Per Jacobsson (projekt ledare), Docent Patrik Johansson, Dr Hanna Matic, M.Sc Johan Scheers, Inst. för Teknisk Fysik.

# 3. Resultat från projekten

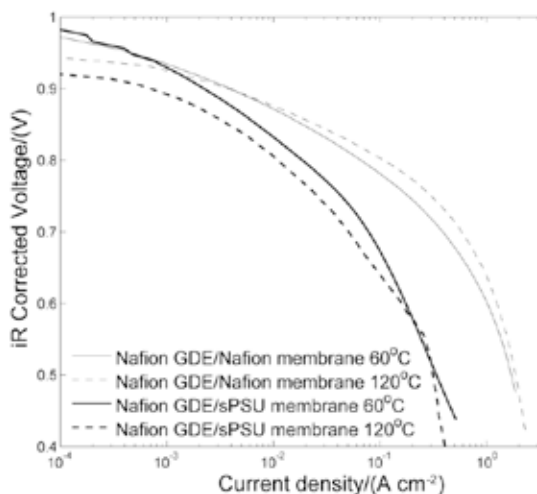
## 3.1 MEA - Tillverkning och elektrokemisk karaktärisering

Den centrala delen i den enskilda PEMFC cellen är den s.k. membranelektrodenheten (MEA), i vilken luftens syre och vätgas reagerar elektrokemiskt på olika sidor av ett membran och genererar elektrisk energi. De huvudsakliga hindren med teknologin är kostnads- och livstidsrelaterade. För att åtgärda dessa problem bör komponentkostnaderna reduceras, dessutom skulle ökad driftstemperatur för MEA minska systemkomplexiteten och därmed även systemkostnaden. Tillsammans med kravet på tillräcklig livstid är dessa aspekter starka skäl för utveckling av nya material inom området.

I detta projekt studeras MEA baserade på alternativa material med fokus på nya protonledande polymerer, d.v.s. jonomerer, och katalysatorbärrmaterial. Valet av jonomerer i elektroder och membran är avgörande för utvecklingen av stabila högpresterande MEA för dynamiska driftsförhållanden. MEA optimeras med avseende på elektrodsammansättning och tillverkningsmetod eftersom parametrarna påverkar elektrodstrukturen och därmed MEA-prestanda. MEA baserade på sulfonerade polysulfoner (sPSU) är fördelaktiga att framställa och de visar lovande bränslecellsprestanda i ett omfattande temperaturintervall. sPSU-elektroden har liknande egenskaper som Nafionelektroden, vilket resulterar i hög bränslecellsprestanda då elektroderna kombineras med högpresterande membran, se figur 1. Dock förorsakar sPSU-membranen massstranport-begränsningar i elektroderna, vilket resulterar i försämrad MEA-prestanda vilket illustreras i figur 2.



Figur 1. Spänning-strömkurvor för drift vid 120°C och varierande fuktighet med Nafion- och sPSU-baserade elektroder applicerade på Nafionmembran.



Figur 2. Spänning-strömkurvor för drift vid 60 och 120°C med Nafion-baserade elektroder applicerade på Nafion- och sPSU-membran.

### 3 Resultat från projekten

Arbetet i detta projekt visar på betydelsen av en noggrann MEA-utvecklingsstrategi med en bred metodik för karakterisering av nya material, såväl i integrerade MEA som i enskilda komponenter. Då komponenterna och processerna i MEA växelverkar, krävs ett holistiskt tillvägagångssätt för att möjliggöra en framgångsrik utformning av MEA baserade på nya material.

#### Publikationer och Konferensbidrag

S. von Kraemer, A. I. Sagidullin, G. Lindbergh, I. Furó, E. Persson and P. Jannasch, *Fuel Cells*, 3-4, 262-269 (2008)

S. von Kraemer, G. Lindbergh, B. Lafitte, M. Puchner and P. Jannasch *J. Electrochem. Soc.*, 155, B1001-B1007 (2008)

S. von Kraemer and G. Lindbergh, 1st Carisma Conference: Progress in MEA Components for Medium and High Temperature Polymer Electrolyte Fuel Cells, La Grande Motte, France (2008)

S. von Kraemer, *Membrane Electrode Assemblies Based on Hydrocarbon Ionomers and New Catalyst Supports for PEM Fuel Cells*, KTH, Ph.D. Thesis (2008)



Figur 3. Kemisk syntes av polysulfon med sulfonerade sidokedjor pågår.

## 3. Resultat från projekten

### 3.2 Joniska polymerer och membran för utveckling av uthålliga MEA

Polymerbränslecellens funktion är kritiskt beroende av det tunna protonledande polymermembranet som separerar elektroderna och transporterar protonerna från anoden till katoden. Förutom att effektivt kunna leda protoner måste membranet också ha en kombination av kemisk och termisk stabilitet, samt tillräckliga mekaniska egenskaper för att tåla tusentals timmar under drift med varierade betingelser. Det protonledande membranet består av en polymer som funktionaliserats med sura joniska grupper, typiskt sulfonsyragrupper, som avger protoner till vatten. I torrt tillstånd samlar de sura grupperna ihop sig i membranet och bildar så kallade joniska kluster. När membranet läggs i vatten, eller utsätts för fuktig luft, drar dessa jonkluster till sig vatten och bildar till slut vattenfyllda porer på nanometernivå. Det är sedan vattnet i dessa porer som transporterar protonerna.

Kritiska membranegenskaper beror både på den molekylära polymerstrukturen och på membranets struktur på nanometernivå. Denna styrs i stor grad av bildningen av jonkluster. Inom detta delprojekt har vi bland annat arbetat med att utveckla aromatiska polysulfoner där sulfonsyragrupperna koncentreras till korta flexibla molekylära sidokedor. Vår grundidé med denna molekylära design är att öka jonernas förmåga att bilda kluster, dels genom att koncentrera dem och dels genom att ge dem ökad rörlighet. Detta torde göra att det bildas effektivare vattenkanalsystem för protontransport. Vi har syntetiserat polysulfoner som funktionaliserats med sidokedjor med olika längd och antal sulfonsyragrupper (Figur 3).

Vi har under året bland annat studerat membranens nanometerstruktur med lågvinkelröntgenspridning (SAXS) och protonledning genom impedansmätningar. Med SAXS kan man observera det karakteristiska separationsavståndet ( $d$ ) mellan jonklustren med hjälp av värdet på spridningsvektorn ( $q$ ) vid den så kallade jonomertoppen. Figur 4 visar SAXS-data från mätningar på polysulfoner med fyra olika typer av sulfonerade

sidokedjor. Resultaten visar att förmågan att bilda jonkluster påverkas kraftigt av hur sulfonsyragrupperna sitter i polymerstrukturen. Jonomertoppen förflyttas mot lägre  $q$ -värden då längden på sidokedjan ökar, eller då fler syragrupper sitter på samma sidokedja. Figur 5 visar protonledningsförmågan hos membranpolymererna i fullt uppfuktat tillstånd. Resultaten visar ett positivt inflytande av ett växande separationsavstånd mellan jonklustren. Sammanfattningsvis kan man alltså manipulera membranens nanometerstruktur och förbättra membranens egenskaper genom molekylär design av de joniska polymererna.

Tillsammans med KTH och Nolato AB har vi under året även gjort fortsatta försök att utveckla metoder för membranstillverkning med hjälp av inkjet-teknik. Olika lösningar av polysulfoner med sulfonsyragrupper placerad direkt på huvudkedjan har använts i försöken. Tillverkningsprocessen har utvecklats med möjligheten att värma upp ytan substratet ligger på. Substrat av olika material har använts för att undersöka ytspänningens inverkan på det tillverkade membranet. Dessutom har större droppstorlekar testats med hjälp av ett nytt printhead med större utgångshål. Utvecklingsarbetet fortgår nu i 2009.

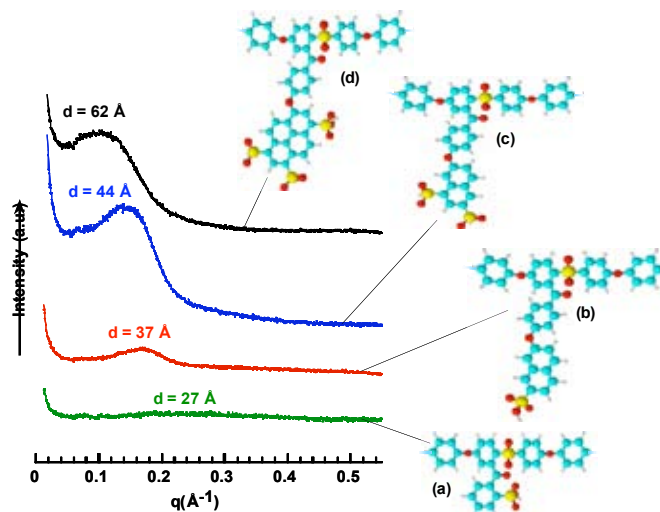
## 3 Resultat från projektet

### Publikationer och presentationer i perioden

von Kraemer S, Sagidullin AI, Lindbergh G, Furo I, Persson E, Jannasch P, Pore size distribution and water uptake in hydrocarbon and perfluorinated proton-exchange membranes as studied by NMR cryoporometry, Fuel Cells, 8(3-4), 262-269, 2008.

von Kraemer S, Lindbergh G, Lafitte B, Puchner M, Jannasch P, Substitution of Nafion with sulfonated polysulfone in membrane-electrode assembly components for 60-120 degrees C PEMFC operation, Journal of the Electrochemical Society, 155(10), B1001-B1007, 2008.

Lafitte B, Jannasch P, Proton-conducting membranes prepared from polysulfones carrying di- and trisulfonated aromatic side chains. Presented at the 1st Carisma conference: Progress in MEA Components for Medium and High Temperature Polymer Electrolyte Fuel Cells, La Grande Motte, France, September 2008.



Figur 4. Låg vinkelröntgenspridningsdata från torra membran av polysulfoner med (a) "korta" monosulfonerade, (b) "långa" monosulfonerade, (c) "långa" disulfonerade och (d) "långa" trisulfonerade sidokedjor. Det karakteristiska separationsavståndet "d" mellan jonklustren indikeras av positionen på respektive jonmertopp. De olika membranerna har jämförbara jonkoncentrationer.

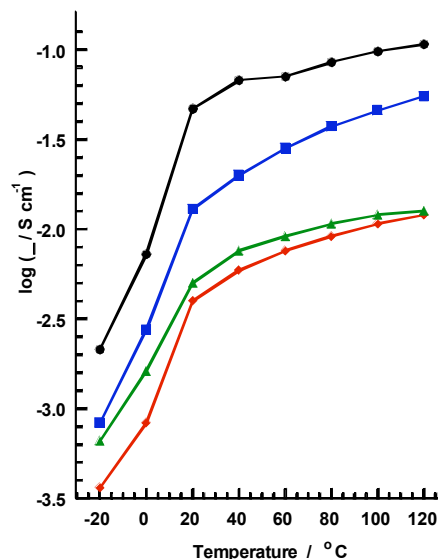
### Lästips

Yang YS, Siu A, Peckham TJ, et al., Structural and Morphological Features of Acid-Bearing Polymers for PEM Fuel Cells, Advances in Polymer Science, 215, 55-126, 2008.

Maier G, Meier-Haack J, Sulfonated Aromatic Polymers for Fuel Cell Membranes, Advances in Polymer Science, 216, 1-62, 2008.

Doktorand i perioden

Elin Persson, Avd. för Polymer- och Materialkemi, Lunds universitet, email: elin.persson@polymat.lth.se



Figur 5. Protonledningsdata från fullt uppfuktade membran av polysulfoner med "korta" monosulfonerade (i grönt), "långa" monosulfonerade (i rött), "långa" disulfonerade (i blått) och "långa" trisulfonerade (i svart) sidokedjor.

## 3. Resultat från projekten

### 3.3 Katalysatorer för uthålliga MEA

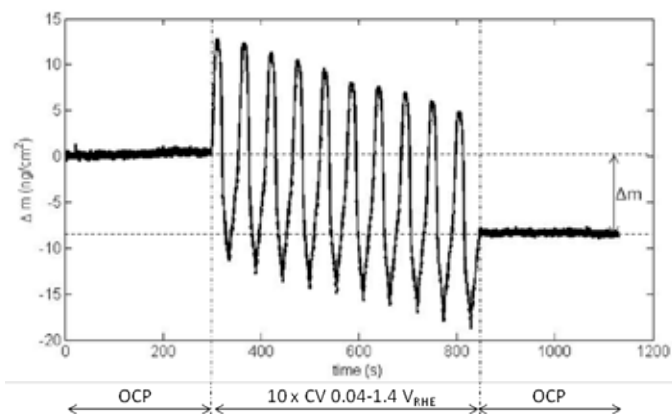
#### 3.3.1 Modellsystem

För att öka förståelsen för de processer och faktorer som bestämmer verkningsgrad och livslängd för elektroder och katalysatorer i bränsleceller har Chalmers Kompetenscentrum katalys (KCK) utvecklat flera experimentella plattformar där väldefinierade modellkatalysatorer tillverkas och karakteriseras.

Modellsystemen sträcker sig från välkontrollerade plana nanostrukturerade katalysatorer för halvcellsexperiment till mer realistiska elektroder som kan utvärderas i riktig bränslecellsmiljö. I tillverkningen används flera av de tekniker för nanofabrikation som finns i Chalmers renrum, MC2 vilket möjliggör att elektrodens och katalysatormaterialets struktur, mängd och komposition kan kontrolleras med hög noggrannhet. Proverna karakteriseras både före och efter de elektrokemiska utvärderingarna med mikroskopi- (t.ex. SEM, TEM, AFM) och spektroskopimetoder (t.ex. XRD, XPS). Styrkorna med dessa modellsystem är flera; i) En hög grad av noggrannhet och kontroll vid tillverkning vilket gör det möjligt att variera olika faktorer som påverkar prestanda separat, ii) relativt korta tillverkningstider, från några timmar upp till en dag och ofta kan en hel provserie tillverkas samtidigt och iii) stor flexibilitet och valfrihet i material- och strukturval samt kombinationer av material.

En stor del av den elektrokemiska utvärderingen av modellelektroden sker i nära samarbete med Tillämpad elektrokemi på KTH. Dessutom utvärderar KCK prov i egenutvecklad elektrokemisk testutrustning, som innefattar en singelcell bränslecell, halvceller samt en elektrokemisk kvartskristallsensor (Electrochemical Quartz Crystal Microbalance). Eftersom EQCM-utrustningen kan mäta väldigt små viktförändringar ( $\sim 2$  ng/cm<sup>2</sup>) är metoden väl lämpad för fundamentala studier av kol- och platinakorrosion som är allvarliga degraderingsorsaker.

Under det senaste året har KCK framförallt studerat möjligheter att öka stabiliteten och livslängden hos bränslecellselektroder. I Figur 6 visas viktförändring av en platinaelektrod under cykliskt korrosionsexperiment mätt med EQCM-utrustningen. Mätningen börjar med att cellen hålls vid öppetspänning i 5 minuter. Därefter genomförs tio cykler mellan 0.04 och 1.4 V (50 mV/s) och avslutas med ytterligare 5 minuter med öppetspänning. Elektrodens massa har minskat med omkring 10 ng/cm<sup>2</sup>.



Figur 6. Viktförändring av en platinaelektrod under cykliskt korrosionsexperiment mätt med EQCM-utrustningen på KCK.

Experimenten i Figur 6 har jämförts med motsvarande mätningar för platinapartiklar deponerade på ett kolsubstrat och för enbart kol. Resultaten visar att degraderingen för det kombinerade platina/kol systemet skiljer sig från korrosionen av de separata komponenterna, vilket indikerar att platina katalyserar kolkorrosion.

### 3 Resultat från projekten

Vidare har under 2008 elektrokemiska utvärderingar utförts på Teknisk ytkemi på Chalmers av de tidigare framställda och karakteriserade materialen bestående av ordnat mesoporöst kol med varierande innehåll av järn och kväve. Målet med dessa studier är att utvärdera om materialen är effektiva som katodmaterial trots avsaknad av platina. Materialen har framställts med målet att åstadkomma en hög porositet i storleksområdet 2-10 nm och en katalytiskt aktiv lokalstruktur av Fe-N komplex i materialet.

Materialen har studerats med cyklisk voltammetrisk teknik för att utvärdera deras stabilitet inom det potentialområde där syrgasreduktion sker. Studien visar att de material som innehåller ett lämpligt Fe/N molförhållande är stabila och att material med lägre järninnehåll uppvisar tecken på att oxideras och reduceras inom potentialområdet. Detta tolkas som att järnet i de stabila materialen binder till kvävet varigenom det stabiliseras. De mesoporösa kol som innehåller ett lämpligt Fe/N molförhållande har därför studerats vidare som möjliga kandidater för alternativa katodmaterial.

Materialens förmåga att elektrokemiskt reducera syre i en sur vattenlösning studerades i en jämförande studie med Vulcan-kol och ett kommersiellt Pt/C prov från ETEK. De mesoporösa kolen visar på en betydande elektrokemisk omsättning av syrgas som kommer att utvärderas i mer detalj under 2009. Bland annat har en roterande disk elektrod (RDE) studie utförts för att få fram kinetikdata i form av hastighetskonstanter och aktiveringsenergier för de olika materialen. Dessa resultat kommer att publiceras under 2009.

#### Publikationer under 2008

Schneider, A., et al., Transport effects in the oxygen reduction reaction on nanostructured, planar glassy carbon supported Pt/GC model electrodes. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2008. 10(14), 1931-1943.

Seidel, Y.E., et al., Nanostructured, glassy-carbon-supported Pt/GC electrodes: The presence of secondary Pt nanostructures and how to avoid them. *Journal of the Electrochemical Society*, 2008. 155(10), K171-K179.

Seidel, Y.E., et al. Mesoscopic mass transport effects in electrocatalytic processes. *Faraday Discussions*, 2008, 140, 167-184

Wickman, B., et al., Degradation of Pt/C Model Electrodes Measured with Electrochemical Quartz Crystal Microbalance. (i manuskript)

von Kraemer, S., et al. Evaluation of TiO<sub>2</sub> as Catalyst Support Material for the PEMFC Cathode. *J. Power Sources*, 2008, 180, 185-190.

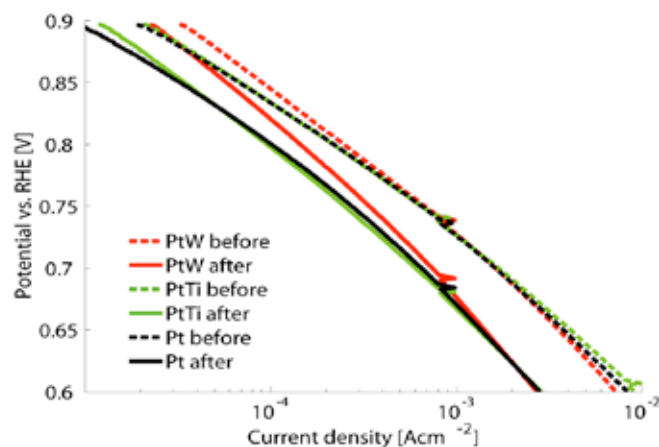
Kjellin, P., and Palmqvist, A.E.C., Synthesis of Nanosized Zn<sub>2</sub>PtO<sub>4</sub>. *J. Mater. Sci.* 43 (22), (2008), 7250-7253.

## 3. Resultat från projekten

### 3.3.2 Stabilitets- och aktivitetsstudier med modellelektroder i bränslecell

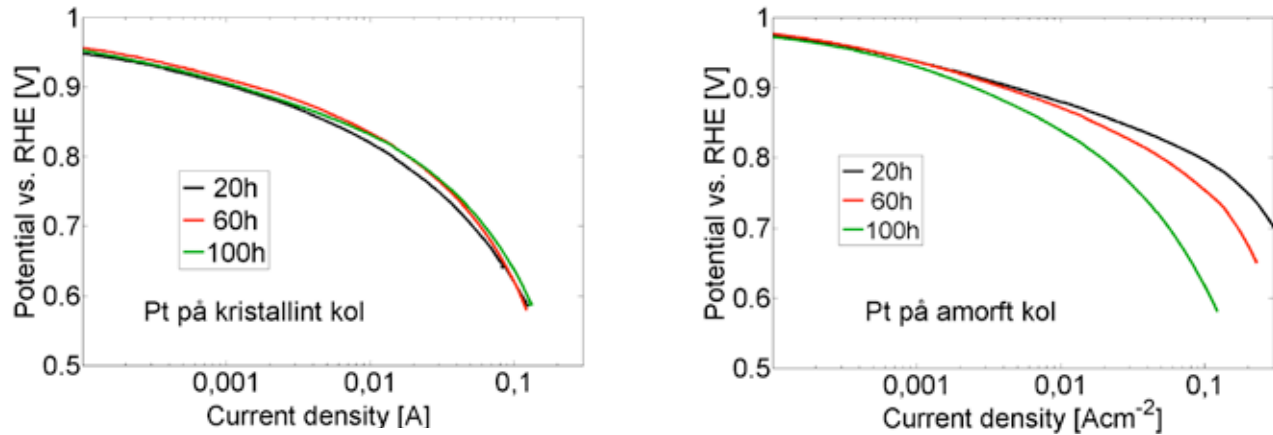
Aktiviteten och stabiliteten hos bränslecellselektroder och dess katalysator är avgörande för bränslecellens kostnad och livslängd. Att öka utnyttjandegraden av platina samt stabilisera platinan på dess bärare är två olika sätt att förbättra katalysatorns ovan nämnda egenskaper. Under året har olika metalloxydernas inverkan på aktivitet och stabilitet av platina studerats i bränslecell med hjälp av modellelektroder tillverkade i Chalmers renrum. Fördelen med modellelektroder är att de är väldefinierade, går snabbt att tillverka och testa i bränslecell, med stor valfrihet i materialval. Små katalysatormängder ger även en låg strömproduktion vilket reducerar inverkan från andra faktorer i bränslecellen vid elektrokemiska mätningar.

Ett exempel från detta arbete visas i Figur 7 i form av spänning-strömkurvor av de olika elektroderna före och efter accelererade degraderingstest där åldring av elektroden simuleras. Volframoxid visar sig förbättra aktiviteten av elektroden initialt och även aktivitetsminskningen blir mindre än med ren platina. Ytterligare resultat indikerar att ett lager metalloxyd mellan platinan och kolbäraren minskar oxidationen av kolbäraren vilket skulle kunna stabilisera platina.



Figur 7. Spänning som funktion av strömstäthet vid reduktion av syrgas på platina, platina på titanoxid samt platina på volframoxid.

### 3 Resultat från projekten



Figur 8. Spänning-strömkurvor under kolkorrosionstest på kristallint och amorft kol.

En annan studie har även genomförts med olika kommersiella grafitprov som belagts med nanopartiklar av Pt. Syftet är att se om en kristallin kolstruktur är stabilare än en amorf i PEM-miljö samt om storleken på kolytan påverkar stabiliteten. De försök som har gjorts i bränslecell med dessa prover visar att en kristallin struktur är stabilare men har samtidigt en lägre aktivitet initialt. Försök med amorft kol med låg yta har även visat att storleken på yta skulle kunna vara en lika viktig parameter för stabiliteten som grad av kristallinitet.

#### Publikationer

- B. Wickman, Thin-film Electrocatalysts for Polymer Electrolyte Fuel Cells, Chalmers, Lic. Eng. Thesis (2007)
- H. Ekström, Evaluating Cathode Catalyst in the Polymer Electrolyte Fuel Cell, Ph.D Thesis (2007)
- S. von Kraemer, Membrane Electrode Assemblies Based on Hydrocarbon Ionomer and New Catalyst Supports for PEM Fuel Cells, Ph.D. Thesis (2008)

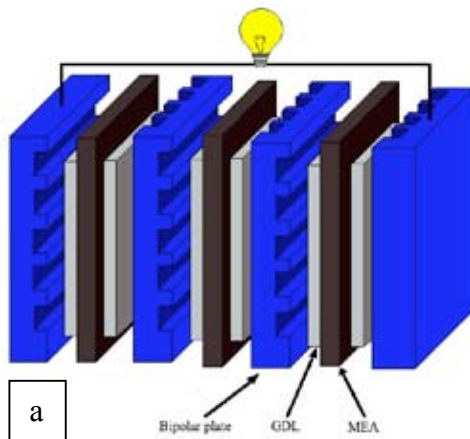
## 3. Resultat från projekten

### 3.4 Karakterisering av cellprestanda och bipolära plattor

#### Metodutveckling och undersökning av stål och beläggningar för bipolära plattor

Den bipolära plattan är den komponent som är placerad mellan varje enhetscell samt längst ut i bränslecellstacken se figur 9a. Dess huvudsakliga funktion är främst att fördela reaktanter jämnt över hela cellytan, hantera vatten och värmetransporter samt att leda ut elektroner. Detta innebär att ett antal specifika krav ställs på denna komponent, tex hög elektrisk ledningsförmåga och lågkontakt-resistans, goda värmetransportegenskaper och att den skall ha en tillfredställande gasflödes-geometri. I detta projekt använder vi oss av bipolära plattor av rostfritt stål från Outokumpu, som är ytbelagda av TIMCAL och bearbetade av Cell Impact (Morphic), se figur 9b. Övriga samarbetspartners i detta projekt är VOLVO/Powercell och MyFC.

Syftet med detta projekt är att ta fram en enhetlig arbetsmetodik för att karaktärisera prestanda och livslängdsbeteende hos den bipolära plattan. Metodiken skall kunna användas såväl av producenter som av slutanvändare. Resultaten visar att experiment utförda både ex-situ och in-situ (under bränslecellsdrift), med efterföljande materialkaraktärisering, behövs för att fullt ut studera dessa bipolära plattor.

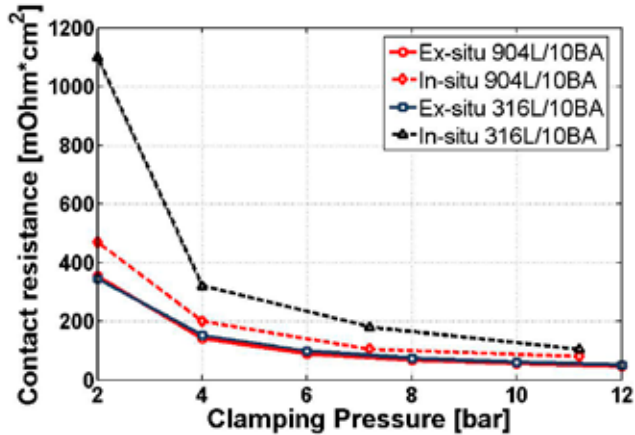


Figur 9 a) Schematisk bild av en bränslecellstack.

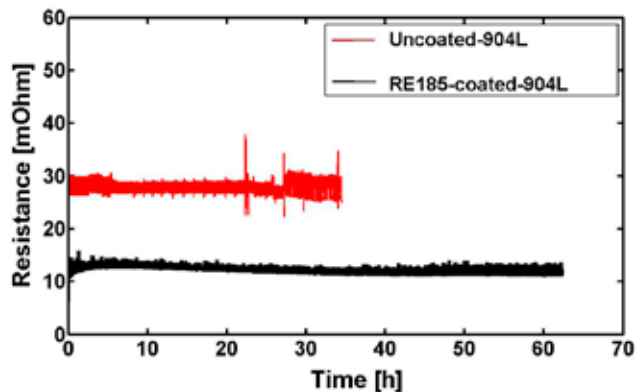


b) Två stycken rostfria stål från Outokumpu som fungerar som bipolära plattor; en belagd platta med en ytbeläggning från TIMCAL och en utan beläggning. Båda plattorna är formade av Cell Impact (Morphic).

### 3 Resultat från projektet



Figur 10 a) Jämförelse mellan mätningar utförda in-situ och ex-situ för två olika stålsorter (316L och 904L).



b) Jämförelse mellan en belagd 904L och en utan beläggning.

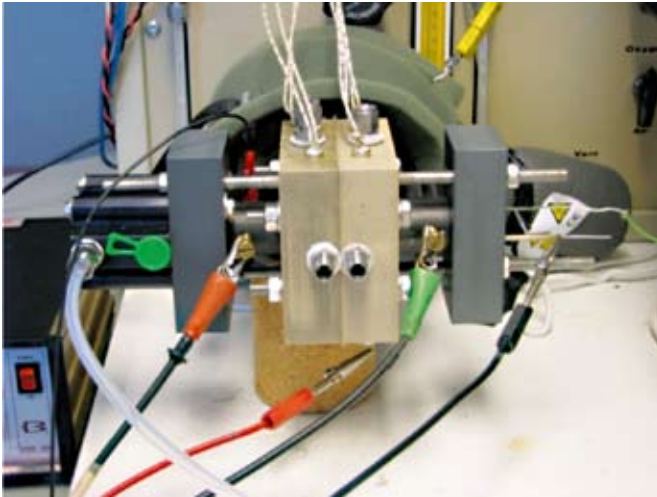
Figur 10a visar ett exempel på hur olika information man får av ex-situ och in-situ-mätningar. Här jämförs kontaktresistansen mellan gasdiffusionsskiktet (GDL) och den bipolära plattan för två olika rostfria stål i två olika miljöer, dvs ex-situ och in-situ. Resultaten i grafen visar att storleken på kontaktresistansen varierar beroende på om experimentet har genomförts ex-situ eller in-situ. Vidare ser man att den relativa skillnaden inte är densamma för de båda stålsorterna utan förändringen är störst för det rostfria stålet 316L. Försök har också genomförts med ytbelagda prover. Dessa påvisar vikten av att använda en väl fungerande beläggning för att minska kontaktresistansen, se figur 10b.

Slutsatsen så här långt visar att experiment utförda både ex-situ och in-situ bör användas för att studera prestanda hos den bipolära plattan. Dessa två typer av försök kompletterar varandra. Genom att ex-situ-mätningarna är relativt enkla och snabba att genomföra, kan dessa användas för att sortera ut lämpliga kandidater bland kombinationer av rostfria stål och beläggningar.

Vid in-situ-mätningarna med vår laboratoriecell (se figur 11) erhålls en mer detaljerad bild av prestanda hos den bipolära plattan då denna befinner sig i en mer verklig bränslecells-miljö. Dessa två typer av experiment bör även kompletteras med efterföljande materialkaraktärisering.

I ett sista moment bör även de bipolära plattor som har uppvisat bäst egenskaper undersökas i en större typ av bränslecell, som är mer applikationsnära.

### 3. Resultat från projekten



Figur 11. Den experimentella laboratoriecellen som har använts både för att genomföra försök ex-situ och in-situ.

#### Sammanfattningsvis kan sägas att

- Ex-situ-experiment används i första hand för att på ett enkelt och snabbt sätt sortera ut lämpliga kandidater (rostfria stål/beläggningar)
- In-situ-experiment används för att studera den bipolära plattan i en mer verklig bränslecells-miljö.
- Materialkaraktärisering behövs för att få en komplett bild av den bipolära plattans prestanda. Exempelvis kan analys av utloppsvattnet, ytkaraktärisering av den bipolära plattan, samt karaktärisering av andra komponenter såsom membranet utföras.
- In-situ-experiment i en mer applikationsnära bränslecell alternativt hel bränslecellsstack behövs för tex livslängdstester.

#### Publikationer

A. Oyarce, Ex-situ and in-situ measurements of contact resistance of stainless steels and coatings to be used as bipolar plates in PEMFCs, Diploma thesis at the Royal Institute of Technology, Dep. Chemical engineering and technology, 2008

#### Lästips

H. Wang, M.A. Sweikart, J.A. Turner, Journal of Power Sources 115 (2003) 243-251

A. K. Iversen, Corrosion Science 48 (2006) 1036-1058

R. C. Makkus, A. H.H. Janssen, F.A. De Bruijn, R. K.A. M. Mallant, Journal of Power Source 86 (2000) 274-282

J. Ihonen, F. Jaouen, G. Lindbergh, G. Sundholm, Electrochimica Acta 46 (2001) 2899-2911

N. Holmström, J. Ihonen, A. Lundblad, G. Lindbergh, Fuel cells 2007, vol 7, no 4, 306-313

## 3 Resultat från projekten

### 3.5 Molekylär karakterisering av cell – nedbrytning och livslängd

Vid Chalmers tekniska högskola och avdelningen Kondenserade Materiens Fysik bedriver vi inom MISTRA fas III ett projekt som syftar till att förstå och kunna diagnostisera olika anledningar till att bränslecellers prestanda ofta minskar med tiden. För en framväxande bränslecellsindustri blir denna kunskap en viktig förutsättning för att fokusera på utveckling av rätt delar, hårdvara såväl som mjukvara, för att höja prestanda, framförallt m a p tillförlitlighet.

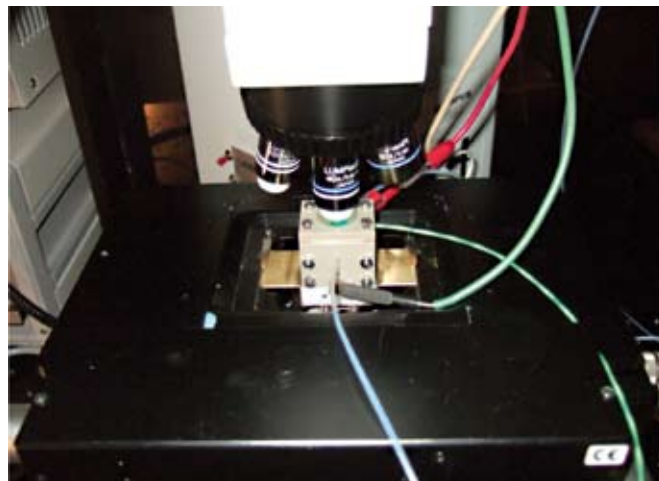
I en PEMFC är membranet hjärtat. Det är i membranet som laddningsbärande protoner ska transporteras och det är också membranet som samtidigt ska separera anod och katod från elektronisk kontakt. Inom MISTRAs bränslecellsprogram finns stor expertis om hur celler kan begränsas på grund av olika processer i membranet och i detta delprojekt skapar vi ett verktyg för att kunna observera och skilja dessa processer från varandra. Typiska processer är uttorkning eller flödning, kemisk nedbrytning och reaktioner i membranerna p. g. a. radikaler samt produkter från nedbrytning av andra delar av bränslecellen än membranet t.ex. packningar etc. Vilka processer som är viktiga beror såväl av materialval som av driftsförhållanden.

För att studera nedbrytningsprocesser i detalj använder vi oss framförallt av två olika Ramanspektroskopiuppställningar för att kunna optimera analysen efter frågeställningen.

En används för att studera membran från bränslecellsstackar som har plockats isär efter önskat antal körtimmar eller då cellen fallerat efter lång tids operation. Detta benämns ex-situ. Den andra uppställningen är en fungerande bränslecell i mini-format, konstruerad i samarbete med KET/KTH som tillåter Ramanmätningar under körning s k in-situ (se Figur 12).

En speciell styrka med båda våra uppställningar (både in-situ och ex-situ) är att vi kan mäta konfokalt och därmed få en

spatiell upplösning i x, y, och z-led ner mot mikrometernivå och därmed skapa en högupplöst 3-dimensionell representation av hur våra membran är uppbyggda och även studera eventuell nedbrytning i tre dimensioner.



Figur 12. Vår in-situ bränslecell under Ramanmätning med grön laser.

#### Inom fas III i Mistras bränslecellsprogram är vår uppgift följande

- efter genomförda cell-/stacktester utvärdera membran m a p kemisk / mekanisk / termisk stabilitet och dessutom korrelationen till förändringar i prestanda.
- utvärdera vattenbalansen i membranerna under körning för att förstå uttorknings- / flödningsprocesser i större detalj och därmed kunna prognostisera hur detta kan förhindras.
- att utvärdera membran med en 3-dimensionell gradering i funktionalitet från ink-jet-teknologin.

### 3. Resultat från projekten

#### Resultat 2008

Under första halvan av 2008 har vi förfinat våra uppställningar och under andra halvan av 2009 kommer detta snabba upp analysen av de producerade membranerna avsevärt.

- Under Q1 2008 har vi byggt en ny in situ cell med förbättrad design av cellen efter samråd med KET/KTH för att möta upp mot förändrade driftförhållanden, samt byggt ytterligare 1 cell att ha som back-up.

- Under Q1 2008 erhöll vi nya membran från LTH som denna gång var transparenta och alltså lovande för Ramanmätningar. Dessa membran testas på KTH för att kunna jämföra pristint membran med ett bränslecellskört.

- Ex-situ undersökningar av kommersiella membran som långtidstestats av VTEC inom MISTRA-samarbetet har länge varit av intresse inom programmet. Under 2008 har detta arbete också fått stöd genom ett EU-program inom FP7. Stödet från FP7 har inneburit att en industridoktorand kunna arbeta fokuserat på problemet. Resultaten är nu under bearbetning.

- Som ytterligare spin-off från ovan nämnda program inom FP7 har vi utvecklat en metod för accelererade nedbrytnings-tester - validering av testerna sker nu i samarbete med ZSW i Ulm (Professor Ludwig Jörissen).

- Som en spin-off från MISTRA II och arbetet med alternativa väteagringsmedia som uppfyller DOE's hårda krav för mobila applikationer har vi erhållit pengar från Ångpanneföreningen för en postdoc. Under Q2 2008 anlände Frederic Thebault som under 2008-2009 arbetar på att syntetisera och karakterisera nya väteagringsmaterial.

#### Möten och kurser 2008

- Per Jacobsson presenterade in situ Raman studier som inbjuden talare vid Bo Håkansson Seminariet KTH 30 Jan.

- Per Jacobsson höll ett anförande på IVA/MISTRAs bränslecellsdag i december. Även Patrik Johansson deltog i seminariet.

- Patrik Johansson och Per Jacobsson var båda fördragshållare, lärare, vid NORFA-sommarskolan; "New Materials and New Technologies for low temperature Fuel Cells." nära Helsinki i Augusti 2008.

## 4. Företagen i programmet

### 4.1 Morhic/CellImpact

Morphic är en svensk koncern med verksamhet inom Bränsleceller och Vindkraft. I Morhic förenas kompetens inom förnybar energi med ledande produktionsteknik.

Kärnverksamheten inom koncernen är indelad i två verksamhetsområden; bränsleceller och vindkraft. Huvudkontoret finns i Karlskoga. Den operativa verksamheten bedrivs i Sverige (Karlskoga, Kristinehamn och Filipstad), Grekland, Italien, Schweiz, Japan och Norge. Försäljningsorganisationer är under uppbyggnad i USA och Kina.

Totalt sysselsätter koncernen cirka 220 medarbetare. Morphics aktie är sedan mars 2008 noterad på OMX Nordiska Börs i Stockholm och antalet aktieägare uppgår till cirka 28 000. Moderbolaget Morhic Technologies AB förvaltar immateriella rättigheter och ansvarar för koncernens strategiska affärs- och teknikutveckling.

Ett av koncernens dotterbolag, CellImpact AB, riktar sig direkt till den internationella bränslecellsmarknaden och erbjuder produktion av kundspecifika bipolära plattor i främst stål.

Morphic har utvecklat en teknik som gör det möjligt att kostnadseffektivt producera bipolära plattor i stora volymer med hög produktionstakt. Tekniken medger prägling av komplexa flödesgeometrier i de flesta stålsorter och legeringar samt i grafit. Den patenterade metoden utnyttjar rörelseenergin från en hydrauliskt driven slagkolv. Materialet placeras i ett formningsverktyg, i princip likvärdigt med ett verktyg för konventionell varm- eller kallformning, som sedan utsätts för ett snabbt, hårt slag. Metallen i verktyget mjuknar under ett mycket kort ögonblick och fyller ut verktyget. Själva formningen sker på ett par millisekunder och hela formningscykeln tar mindre än 50 millisekunder.

En första automatiserad produktionsanläggning för flödesplattor i stål togs i drift våren 2006 med en kapacitet på 1 platta per sekund. En andra anläggning, dimensionerad för att klara av större dimensioner på plattor, tas i bruk under 2009.

Inom MISTRAs bränslecellsprogram har Morhic bidragit med kunskaper och resurser för tillverkning och tillverkningsanpassning av bipolära plattor. Morhic har även producerat de formade plattor som har använts inom projektet. Morhic har i programmet under 2008 främst verkat tillsammans med materialleverantörerna inom programmet; Svenska Tanso, Timcal, Outokumpu, samt Powercell Sweden AB och KTH.



Produktionsanläggning hos Morhic/Cellimpact för bipolära plattor.

## 4. Företagen i programmet

### 4.2 MyFC

myFC AB är ett privat svenskt aktiebolag som utvecklar, producerar och säljer förnyelsebara energilösningar till mobila konsumentprodukter. Exempel på mobila produkter är mobiltelefoner, laptops, GPS-mottagare och MP-3 spelare. Bolagets mission är att tillhandahålla en lösning för kontinuerlig drift av mobila konsumentprodukter. myFCs energilösningar är baserade på myFCs unika bränslecellsplåster.

myFC AB grundades 2005 som ett spin-off från Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm. myFCs plåsterbränslecell är skyddad med patentansökningar. Det är möjligt att integrera myFCs bränslecell i konsumentprodukter och på samma gång erhålla en låg livscykelkostnad för användaren. myFCs bränslecell gör det möjligt för användaren att uppleva kontinuerlig drift.

Det är möjligt att integrera myFCs bränslecell i små mobila lösningar eftersom den arbetar med en hög effektdensitet och för att bränslet innehåller en hög energidensitet. Lösningen kan produceras med standard komponenter och designen möjliggör en enkel produktionsprocess som i sin tur leder till en låg livscykelkostnad för användaren. Att myFCs bränslecell är lätt att byta ut bidrar också till en låg livscykelkostnad. myFCs bränslecell använder vätgas som bränsle och den enda avfallsprodukten från förbränningen är vatten. Det gör att plåsterbränslecellen producerar miljövänlig energi.

myFC utvecklar för närvarande två produkter: myFCs 1636 chip och myFCs Excess laddare för mobiltelefoner (se figur 13). Denna laddare demonstrerades live på flera event under 2008, bland annat Fuel Cell Expo i Japan.

myFCs intresse för MISTRA programmet gäller framför allt framtagandet av legeringar och ytskikt för att minska kontaktresistanser mellan stål och GDL i bränslecellen. Under året har olika klämtryck och mönster på klämplattan testats för att utvärdera deras inverkan på prestanda.

### 4.3 Nolato

Nolato är en högteknologisk utvecklare och tillverkare av polymera komponenter och produktsystem till ledande kunder inom Telecom, fordon, vitvaror, medicinteknik, hygien och andra utvalda industrisegment.

Nolato grundades 1938 och har idag drygt 5000 anställda i Sverige, Kina, Ungern, Estland, Malaysia och Japan. Bolaget börsnoterades 1984 och B-aktien är idag noterad på OMX nordiska lista i segmentet Mid Cap, där aktien ingår i sektorn informationsteknik.

Nolatos potential i en bränslecellsindustri är effektiv tillverkning av packningar, MEA och polymera komponenter.

Under 2008 har man mest arbetat med MEA-projekten. Detta arbete finns beskrivet under redovisningen av de två första forskningsprojekten (avsnitt 3.1 och 3.2).



Fig 13. Laddare från myFC.

## 4. Företagen i programmet

### 4.4 Outokumpu

Outokumpu är en global aktör inom rostfritt stål som verkar inom ett trettiotal länder med cirka 8 000 anställda. Huvudkontoret ligger i Espoo, Finland. Koncernens metallprodukter, tjänster och teknologi används världen över av kunder inom många olika industrier. I verken i Finland, Sverige, Storbritannien, USA och Nederländerna tillverkas ett brett utbud av produkter i rostfritt stål, till exempel varm- och kallvalsade band och plåt, rör och rördelar, långa produkter samt ett omfattande utbud av tillbehör. Produkterna finns i olika kvaliteter, dimensioner och ytbehandlingar.

Rostfritt stål skyddas av ett mycket tunt skikt av framförallt kromoxider. Vid mekanisk skada kan det omedelbart självläka, och gör det på så vis underhållsfritt. Denna egenskap gör att rostfritt stål kan användas i en rad krävande miljöer, från bestick till kemisk industri och olje- och gasindustrin. Genom den stora mängd olika rostfria stål som finns kan korrosionsmotståndet och de mekaniska egenskaperna anpassas till applikationen.

Dessa egenskaper och det faktum att rostfritt stål är fullständigt återvinningsbart gör att det är ett mycket intressant material i framtidens energiapplikationer, där den begynnande bränslecells-industrin spelar en stor roll. Outokumpu ser applikationsområden som bipolära plattor, men också kringutrustning såsom värmeväxlare, rör och annan kringutrustning nya möjligheter att tillverka komponenter i rostfritt stål för både PEFC såväl som andra typer av bränsleceller.

Outokumpu har inom MISTRAs program för bränsleceller fått möjlighet att in situ undersöka olika kvaliteter av rostfritt stål som bipolära plattor i PEFC. Eftersom den bipolära plattan ska vara lätt att forma, korrosionsresistent, mekaniskt stabil, ha en hög elektrisk ledningsförmåga till en rimlig kostnad, är detta en utmaning, men genom det stora nätverk som MISTRA innebär har man kunna samarbetat med intressenter

inom svensk industri för att framförallt förbättra stållytans ledningsförmåga med bibehållet korrosionsmotstånd. Därför är MISTRA ett viktigt kontaktnät för Outokumpu inom dessa nya energitillämpningar, där högskola och näringsliv får möjlighet att samarbeta och utbyta idéer och erfarenheter av forskning inom detta område.

#### Under 2008 har Outokumpu

- Levererat material till de andra samarbetsparterna, då detta behövts
- Deltagit i seminarier och möten inom programmet
- Varit rådgivande kring materialval och testmetoder
- Utfört tester kring korrosionsresistens i katodmiljö för olika stålsorter



Fig 14. Bipolär platta i rostfri plåt från Outokumpu formad av Morpich/Cellimpact.

## 4. Företagen i programmet

### 4.5 Powercell

Powercell är ett Volvobolag, som bildades 2005 för att utveckla kommersiella produkter baserade på bränslecellstekniken. Powercell arbetar i nära samarbete med andra Volvobolag för att utveckla bränslecellsbaseade elgeneratorer (APU) för att generera el ombord på lastbilar, båtar och andra mobila applikationer. Primärt fokus för generatoren är inte framdrivning utan att ersätta huvudmotorns elgenerering när fordonet står stilla. Elgenerering med en APU minskar därmed slitaget på huvudmotorn och ökar verkningsgraden på elgenerering samt att utsläppen av NOx och partiklar försvinner. Powercells bränslecellsteknologi är inte beroende av att det byggs upp en infrastruktur av ett nytt bränsle, utan kommer att drivas av befintliga bränslen. I första fasen är det kommersiell diesel.

Powercells teknologi bygger på resultatet av 15 års forskning och utveckling av bränsleceller och bränslecellsystem hos Volvo Technology.



Figur 15. Tänk design på en APU produkt för Marin-tillämpning.

Powercells intresse i MISTRA programmet är att få ökad förståelse för material- och livslängdsfrågor för bränsleceller och komponenter i bränslecellen. Powercell ser också MISTRA-programmet som mycket viktigt för nuvarande och framtida kompetensförsörjning.

#### Under 2008 har Powercell

- Utfört livslängdtester både på enkelceller och bränslecellstackar
- Studerat hur olika driftsparametrar påverkar livslängden och funktionalitet
- Utvärderat olika MEA och GDL
- Studerat tillverkningsmetoder för kylfickor



Figur 16. Bränslecellsstack till en APU från Powercell.

## 4. Företagen i programmet

### 4.6 Svenska Tanso

Svenska Tanso AB etablerades 1981 och är aktivt inom följande produktområden:

- elektrodmaterial och tillbehör för EDM
- grafitpulver, syntetiskt- och natur-
- fiber/processmaterial för kompositområdet
- vissa metaller och kemikalier

Svenska Tanso AB har under 2007 levererat material till bipolära plattor och en ny segmenterad cell.

### 4.7 Timcal

Timcal är en världsledande producent av syntetisk och naturlig grafit samt kolbaserade pulver och dispersioner. Produktionen omfattar hela kedjan från råvara till högt förädlade material för högteknologisk industri. Företaget startades 1908 och har idag produktionsanläggningar i Kanada, Belgien, Schweiz, Kina och Japan.

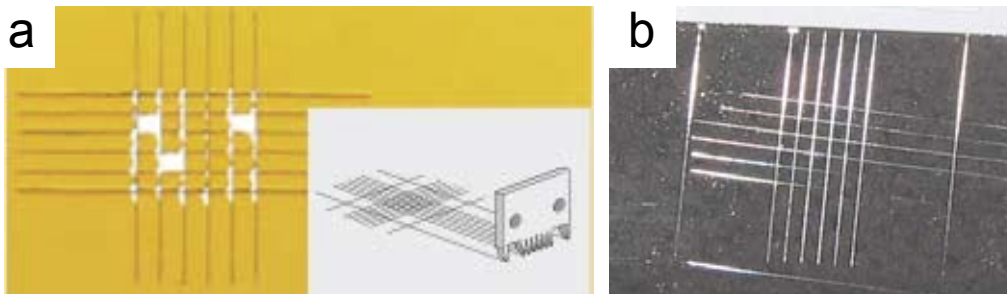
Det finns olika typer av bränsleceller men i de flesta är kolprodukter av väsentlig betydelse. I flödesplattor (bipolära plattor), gasdiffusionsskikt och i katalysatorer finns olika typer av kolbaserade material.

Inom MISTRA-programmet har Timcal arbetat med att ta fram grafitbaserade dispersioner för ytbehandling av flödesplattor av rostfritt stål. Avsikten är att skydda plattorna och dessutom ge den ett elektriskt ledande ytskikt. Den optimala dispersionen skall ha hög vidhäftningsförmåga på stål, hög elektrisk ledningsförmåga samt låg kontaktresistens. Efter ett antal tester med olika kolprodukter, bindemedel och tillsatssämnen så valdes två olika dispersioner ut för test i praktiska försök.

Outokumpu Stainless valde ett antal olika kvaliteter av rostfritt stål som ytbehandlades vid Timcals laboratorier i Schweiz och efter diverse analyser av bl.a. vidhäftningsförmåga skickades de behandlade plåtarna till KTH i Stockholm som genomförde vidare testning och en av dispersionerna valdes för vidare testning.

Test genomfördes även för att reda ut frågan i vilket skede den rostfria plåten bör ytbehandlas; innan flödeskanalerna skapas eller efter plåten stansats. Tester visade att ytbehandlingen bör genomföras efter stansning för att inte förstöra ytbehandlingen. Stansade stålplattor spraybeläggs därför av Timcal och plattor med ytbeläggning av olika tjockleker kunder framställas. Dessa har skickats till KTH i Stockholm för vidare analys.

Timcal har även levererat kolmaterial till katalysatorgruppens försök. Mycket små kolpartiklar används där som support för de ultrafina platinapartiklar som utgör själva katalysatorn, d.v.s. där elektrisk ström bildas.



Figur 17. Mätning av vidhäftningsförmåga med en cross-cut-testad, a) schematisk bild av mätmetoden och b) TIMCALs mätning på en ytbelagd stålplatta.

## 4. Företagen i programmet

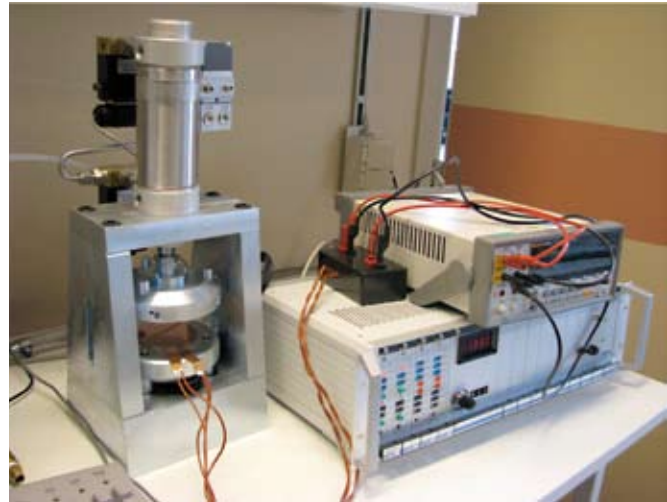
### 4.8 Volvo Technology

Volvo Technology AB är ett bolag i Volvogruppen, med uppgift att stötta övriga bolag i Volvo gruppen med expertkompetens och konceptstudier samt studera framkantsteknik. Volvo Technologys roll inom bränslecellsområdet är att skaffa sig en bred kunskap om bränslecellers fördelar och nackdelar samt möjligheter och begränsningar. I en framtida bränslecellsmarknad kommer Volvo Technology att testa, utvärdera samt göra konceptstudier av olika bränslecellstekniker och systemlösningar för att kunna göra rekommendationer till andra bolag inom Volvo gruppen.

Volvo Technology huvudsakliga intresse inom MISTRA programmet är att evaluera olika testmetoder för karakterisering av bränsleceller och dess komponenter.

#### Under 2008 har Volvo Technology:

- Utvärderat olika material och beläggningar för bipolära plattor
- Tillsammans med KTH designat och konstruerat en mättrigg för att mäta kontaktresistans och tjockleken för de olika komponenterna i cellen beroende av belastningstryck (figur 18)



Figur 18. Utrustning konstruerad för mätning av kontaktresistans och komponenttjockleken beroende av kompressionstrycket.



## 5. Programfakta

### 5.1 Programvärd

KTH, Kungliga Tekniska Högskolan

### 5.2 Programstyrelse

Lars Öjefors, ordf.

Per Ekdunge, Volvo

Paul Hamnergren, Tricorona

Christer Morén, AGA-Linde Gas

Jan-Gunnar Persson, KTH

Britt Marie Bertilsson, adj. Mistra

Göran Johansson, adj., Volvo

Bengt Steen, adj., Chalmers

### 5.3 Programledning

Göran Johansson

Volvo, *Programchef*

Bengt Steen

*Chalmers tekniska högskola, vice programchef, kommunikatör*

### 5.4 Mera info om programmet

Mera information om Mistras bränslecellsprogram finns på programmets hemsida [www.mistrafc.se](http://www.mistrafc.se). Där finns en mer fullständig förteckning över programmets rapporter. Några av dessa kan laddas ner direkt från hemsidan.

### **Forskning med användarvärde för hållbar utveckling**

Stiftelsen för miljöstrategisk forskning, Mistra, stöder forskning av strategisk betydelse för en god livsmiljö och hållbar utveckling. Stiftelsen ska främja utvecklingen av starka forskningsmiljöer av högsta internationella klass med betydelse för Sveriges framtida konkurrenskraft. Forskningen ska medverka till att viktiga miljöproblem löses och till en miljöanpassad samhällsutveckling. Möjligheterna att uppnå industriella tillämpningar ska tas till vara.

Mistra investerar i forskargrupper som i samverkan med användare bidrar till att lösa viktiga miljöproblem. Stödet uppgår till ca 200 miljoner kronor per år och Mistra investerar i ett tjugotal stora forskningsprogram, som vart och ett kan löpa mellan sex och åtta år.

Mistras övergripande mål är att resultaten från forskning på högsta vetenskapliga nivå ska komma till praktisk användning inom företag, förvaltningar och frivilligorganisationer. På det sättet kan Mistras forskningsinvesteringar bidra till en lösning på miljöproblemen.

För mer information, besök Mistras hemsida: [www.mistra.org](http://www.mistra.org)

# MISTRA

Redaktion: Bengt Steen

Layout: Kalas Reklambyrå

Tryck: Majornas CopyPrint AB, 2009

Bränsleceller kan ses som ett slags kontinuerliga batterier, som man kan tanka eller "ladda" med bränslen. De har stor potential att bidra till skapandet av ett uthålligt energisystem. MISTRAs bränslecellsprogram inriktar sig på den typ av bränsleceller som brukar kallas polymerelektrolytmembranbränsleceller eller kortare: PEM-bränsleceller. I programmet samarbetar Chalmers, KTH, LTH och åtta företag för att öka det svenska kunnandet om PEM-bränsleceller, ta fram nya material och komponenter samt ny celldesign.

Rapporten beskriver arbetet under 2008 i programmets tredje fas. Detta har bl.a. lett fram till

- Nya testmetoder för kontaktresistans hos bränslecellsplattor
- Membran tillverkade med ny metodik
- Nya material till bipolära plattor

---

FINANSIERAT AV  
**MISTR**A

---

