



Teknikbevakning av området portabla tillämpningar för bränslecellstekniken 2011/2012

Elforsk rapport 13:24



Maria Wesselmark, Eva Fontes, Emelie Wennstam

Mars 2013

Teknikbevakning av området portabla tillämpningar för bränslecellstekniken 2011/2012

Elforsk rapport 13:24

Förord

För att hålla Energimyndigheten, Elforsks intressenter och övriga bränslecellsintressenter uppdaterade på vad som sker inom bränslecellsområdet, har projektet Teknikbevakning av bränslecellsområdet (Elforsk projektnummer 25097) genomförts under 2012. Målet med projektet har varit att samla in och sprida information bland Elforsks intressenter, landets forskare och näringsliv om den senaste utvecklingen inom bränslecellsområdet.

I huvudsak har utvecklingen följts med utgångspunkt från IEA Implementing Agreement on Advanced Fuel Cells med ett delprojekt för varje annex, men också genom bevakning av intressanta konferenser och aktiviteter inom området. Denna rapport är en av ett tiotal delrapporter som tas fram inom projektet. Rapportens huvudsakliga slutsatser presenteras i en syntesrapport för hela teknikbevakningsprojektet (Elforsk rapport 13:30). Samtliga rapporter finns publicerade och fritt nedladdningsbara på Elforsks webbplats för bränslecellsbevakningen på adressen www.branslecell.se. Projektet har till största delen finansierats av Energimyndigheten. Volvo och Vätgas Sverige har bidragit med egeninsatser.

Styrgruppen för projektet, som också deltagit aktivt i projektgenomförandet, har bestått av följande ledamöter: Bernt Gustafsson och Greger Ledung Energimyndigheten, Göran Lindbergh KTH, Bengt Ridell Grontmij AB, Eva Fontes och Emelie Wennstam Intertek Semko, Mohsen Assadi och Bengt Sundén LTH, Hans Pohl, Erik Wiberg Vätgas Sverige och Bertil Wahlund Elforsk AB. Elforsk framför ett stort tack till styrgruppen för värdefulla insatser.

Stockholm mars 2013

Bertil Wahlund

Programområde El- och värmeproduktion

Elforsk AB

Sammanfattning

Det finns tre huvudsakliga marknader för bränslecellstekniken: stationära system, transport och portabla system. Portabla system är system som använder bränsleceller som inte är permanent installerad eller bränsleceller i en bärbar enhet. Den här rapporten fokuserar på mindre portabla system så kallade mikrobränsleceller och definieras av att effekten är < 250 W.

En stark drivkraft för användning av mikrobränsleceller inom portabel elektronik är efterfrågan på längre drifttid. Spridningen av trådlösa nätverk i inomhus- och utomhuslokaler gör att konsumenten söker efter lösningar som inte är bundna av det fasta elnätet för att få strömtillförsel. Bränslecellen, som är ett bra komplement till dagens batterier, kan leverera omedelbar energi till de små elektroniska enheter som blivit en del av en modern livsstil.

I den här teknikbevakningsrapporten har totalt 27 stycken renodlade mikrobränslecells företag analyserats. Bolagen har delats in i olika marknadssegment; portabel elektronik (konsumentelektronik, fritid), militär verksamhet, industri och utbildning. Bränsleteknologier och distribution av bränsleampuller är viktiga nyckelfrågor för mikrobränslecellsindustrins utveckling. Ett antal renodlade bränsleaktörer har därför inlett en satsning inom mikrobränslecellsområdet. Utöver de analyserade mikrobränslecells företagen har 17 stycken större elektronikföretag verka i bränslecellsutveckling och 14 stycken renodlade bränsleföretag också fått en kortare beskrivning.

Slutsatserna från den här teknikbevakningen kan sammanfattas i följande punkter:

- Det finns ett antal bränslecellsladdare för portabel elektronik såsom smart phones etc. på marknaden idag och ytterligare ett par är redo att lanseras under 2013.
- Valet av teknolog varierar för de system som finns på marknaden och snart skall lanseras, men PEM-teknologin är dominerande.
- Den militära marknaden har mognat och ser ut att gå in i en konsolideringsfas.
- Flera av de företag som arbetar mot militära applikationer breddar sig även mot civila tillämpningar.
- Vår bedömning är att det fortfarande kommer att dröja flera år innan mikrobränsleceller är redo att introduceras på bred front som primär strömkälla för datorer och mobiltelefoner.
- Standardisering och regelverk för små bränsleceller och bränsleampuller har tagit stora steg framåt vilket underlättar kommersialisering av produkter.

De största hindren för en bred kommersialisering är relaterad till kostnad och livslängd hos bränslecellen.

Summary

There are three main markets for the fuel cell technology: stationary power, transportation power, and portable power. Portable power means, in this context, fuel cells that are not permanently installed or fuel cells in a portable device. This report focuses on small portable systems known as micro fuel cells and is defined by a nominal power <250 W.

The major driving force in the market for micro fuel cells is the demand for a longer run time in portable electronics. Wireless networks in indoor and outdoor environments make the consumer look for a power solution that is not bound by the grid. The fuel cell is a good complement to today's batteries as it can provide instant power for many of the small electronic devices that have become an intrinsic part in modern way of living.

In this technique survey report, 28 micro fuel cell companies have been analyzed. The companies have been divided into different market segments; portable electronics (consumer electronics and leisure), military, industrial and educational-kit. Fuel technologies and fuel cartridges are key issues for the micro fuel cell industry development. A number of players dedicated to fuels have now entered the micro fuel cell market. In addition to the analyzed micro fuel cell companies, the report includes analysis of 14 major electronics companies, active in fuel cell development, and 14 companies, developing fuel cartridges.

The main conclusions from this technical survey are summarized below:

- There are some fuel cell chargers for portable electronics such as smart phones, etc. on the market today and a few more are ready to be launched in 2013.
- The choice of technology varies among the systems available on the market and the ones who will soon be launched, but PEM technology is dominant.
- The military market has matured and seems to enter a consolidation phase.
- Several of the companies working on military applications chose to aim also for the civilian applications.
- Our assessment is that it will still take several years before micro fuel cells are ready to be introduced on a broad scale as the primary power source for computers and mobile phones.
- Standardization and regulatory framework for small fuel cells and fuel cartridges have made significant steps forward which facilitate commercialization of products.

The main obstacles for a widespread commercialization are related to cost and service life of the fuel cell. Components such as catalyst and membrane play a crucial role in achieving these goals.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bränslen	1
2	Aktivitet och trender på dagens marknad	3
2.1	Aktivitet under året	3
2.2	Marknadssegment och val av teknologi	4
2.3	Geografisk fördelning – mikrobränslecellsföretag	7
2.4	Kommersiella produkter	7
2.4.1	Kommersialisering av konsumentprodukter	7
2.4.2	Kommersialisering av portabla system för militären	12
2.4.3	Bolagsförändringar	14
3	Standardisering och lagstiftning	15
4	IEA Annex 27 workshop	17
5	Framtiden för mikrobränslecellsmarknaden	20
6	Appendix – företag och produkter	22
6.1	Renodlade mikrobränslecellsföretag	22
6.1.1	Angstrom Power Inc. Teknik: PEMFC	22
6.1.2	Antig Technology Teknik: DMFC	22
6.1.3	Aquafairy Corporation Teknik: PEMFC	22
6.1.4	BIC Teknik: PEMFC	22
6.1.5	Bing Energy Teknik: PEMFC	22
6.1.6	Cellkraft Teknik: PEMFC	23
6.1.7	Enymotion Teknik: HT-PEMFC	23
6.1.8	eZelleron Teknik: SOFC	23
6.1.9	Genport Teknik: HT-PEMFC	23
6.1.10	Heliocentris Teknik: PEMFC	23
6.1.11	Horizon Fuel Cell Technologies Teknik: PEMFC	23
6.1.12	h-tec Teknik: PEMFC	24
6.1.13	Oy Hydrocell Teknik: AFC	24
6.1.14	INI Power Systems Teknik: DMFC	24
6.1.15	Jadoo Power Systems Teknik: PEMFC	24
6.1.16	Lilliputian Systems Teknik: SOFC	24
6.1.17	myFC Teknik: PEMFC	25
6.1.18	Neah Power Systems Teknik: DMFC	25
6.1.19	PaxiTech Teknik: PEMFC	25
6.1.20	Perl Hydrogen Teknik: PEMFC	25
6.1.21	Pragma Industries Teknik: PEMFC	25
6.1.22	Protonex Teknik: SOFC, PEMFC	26
6.1.23	SFC Energy Teknik: DMFC	26
6.1.24	Tekion Teknik: FAFC	26
6.1.25	Trulite Teknik: PEMFC	26
6.1.26	Truma Teknik: HT-PEMFC	26
6.1.27	UltraCell Corporation Teknik: högttemp. PEMFC (RMFC)	27
6.1.28	Ultra Electronics AMI Teknik: SOFC	27
6.1.29	Young green energy Teknik: PEMFC	27
6.2	Stora elektronikföretag med mikrobränslecellsutveckling	27
6.2.1	Apple Teknik: Okänd	27
6.2.2	Casio Teknik: PEMFC	27
6.2.3	Hitachi Teknik: DMFC	27

6.2.4	KDDI Teknik: DMFC.....	28
6.2.5	LG Chem Teknik: DMFC.....	28
6.2.6	Matsushita Electric Industrial Teknik: DMFC	28
6.2.7	Motorola Teknik: DMFC	28
6.2.8	NEC Teknik: DMFC	28
6.2.9	NTT DoCoMo Teknik: DMFC, PEMFC	28
6.2.10	Research in motion (RIM) Teknik: Okänd	28
6.2.11	Samsung Teknik: DMFC, PEMFC	28
6.2.12	Seiko Instruments Teknik: PEMFC.....	28
6.2.13	Sharp Teknik: DMFC	29
6.2.14	Sony Teknik: DMFC	29
6.2.15	STMicroelectronics Teknik: PEMFC	29
6.2.16	Toshiba Teknik: DMFC	29
6.3	Renodlade bränsleföretag	29
6.3.1	Altek Fuel Group (AFG)	29
6.3.2	Alvatec	29
6.3.3	BIC corporation.....	29
6.3.4	Bio Coke Lab Co Ltd.	30
6.3.5	DMFCC - Direct Methanol Fuel Cell Corporation (Viaspace)	30
6.3.6	Hrein Energy	30
6.3.7	HyCan – Hydrogen Canistor	30
6.3.8	Hydrodevice Co Ltd.	30
6.3.9	I-power	30
6.3.10	JSW	30
6.3.11	Kurita Water Industries	30
6.3.12	ECD Ovonics.....	31
6.3.13	SiGNaChem	31
6.3.14	Tianjin Highland	31
6.3.15	Treibacher.....	31

1 Inledning

Det är framförallt bränslets höga energitäthet som kan göra bränslecellssystem konkurrenskraftiga gentemot batterier i portabla tillämpningar. Beroende på val av bränsle och bränslecellsteknik kan det finnas ett behov av att reformera bränslet till vätgas innan det kan matas in i bränslecellsstacken. Lagring av vätgas och en välutvecklad infrastruktur samt reformatorteknik är viktiga förutsättningar för användandet av bränsleceller i många tillämpningar.

Den här rapporten fokuserar på mindre portabla system, så kallade mikrobränsleceller, och definieras av att effekten är mindre än 250 W.

I spannet upp till 250 W ryms emellertid flera vitt skilda applikationer och tekniska utmaningar. Därför kan man dela in marknaden i olika effektområden, små (>1-10 W), medelstora (10 -50 W), och större (50-250 W) mikrobränsleceller.

Mindre mikrobränsleceller med effekter från 1 till 10 W har möjliga tillämpningar i handburen elektronik, trådlösa sensorer, trådlösa nätverk och mindre effektkrävande utrustning för fritidsliv som till exempel cykellampor och huvudlampor. De tekniska utmaningar som finns här handlar framförallt om hur värmebortförel/kylning skall ske. I de små elektriska produkterna finns inget utrymme för aktiva kylanordningar (fläktar). Fokus ligger på att göra cellen så liten som möjligt för att lättare kunna integrera produkten i önskad teknik. Andra problem som ännu inte är lösta är stabilitet/livslängd samt bränsleinfrastrukturen. För en liten enhet får bränslet en större inverkan på den totala vikten och volymen och därför är valet av bränslelösning extra viktig.

Medelstora, mikrobränsleceller mellan 10 och 50 W har möjliga tillämpningar i bärbar militär utrustning, i större portabel elektronik som videokameror och bärbara datorer (både för direkt kraft och för laddning av integrerade batterier), i räddningsutrustning och som reservkraft, vid ersättning av en del stationär kraft (APU). Även här finns utmaningar med kostnad, miniatyrisering och värmebortförel.

Större mikrobränsleceller på 50 till 250 W kan användas i bland annat militär utrustning för till exempel laddning av batterier, i räddningsutrustning och inom sjukvården, som extra kraft i till exempel båt och husbil, i mindre elektriska fordon såsom rullstolar och mopeder, i små fjällstationer eller i annan fjärrkraft och i mindre obemannade farkoster. För den här typen av ersättningsprodukter är kostnadsaspekten viktig.

1.1 Bränslen

Metanolen var tidigare det vanligaste bränslet för portabla bränsleceller, men har nu fått konkurrens av andra alternativ. Fördelen med metanol är att den är vätskeformig i rumstemperatur och att den är enkel att tillverka. En nackdel är att metanol i regel måste spädas med vatten för att fungera i

bränsleceller och energitätheten sjunker därmed. Direktmetanolbränsleceller kräver även högre mängd ädelmetall vid elektroderna för att fungera. Metanol är både giftigt och brandfarligt.

Höga arbetstemperaturer gör systemen mindre känsliga för föroreningar och därmed också mer flexibla när det gäller bränsle. Högtemperatur-PEMFC (HTPEMFC) har därför bättre förutsättningar att matas med vätgas från reformer än lågtemperatur-PEMFC. SOFC-systemen som har en mycket hög arbetstemperatur är det mest flexibla systemet för drift av olika bränslen. SOFC-system kan drivas med tyngre kolväten som butan, propan eller diesel som i allmänhet har något högre energitäthet än metanol. Nackdelen är att det blir svårare att köra bränslecellen med bibehållen verkningsgrad.

Ett annat alternativ är att driva bränslecellen med ren vätgas. Vätgasen kan lagras inuti vissa metaller genom att man under tryck får väteatomer att vandra in och placera sig i utrymmet mellan de större metallatomerna - en metallhydrid skapas. Metallhydriden kan sedan laddas ur genom att sänka trycket. En liten metallhydridampull kan därför närmast liknas vid en liten trycksatt gasampull. Väteatomer i en metallhydrid kan lagras tätare än i ren gas- eller vätskeform. Detta ger relativt högt energiinnehåll räknat på bränsleampullens volym, men vikten hos metallen resulterar i lägre energiinnehåll räknat på bränsleampullens vikt.

I stället för att lagra vätgas i ren form kan man generera vätgas efter effektbehov. Alkalimetaller är kända för att i ren form reagera häftigt med vatten och bilda vätgas. Genom att legera t ex litium med en mindre aktiv metall som aluminium kan man få en förening som lämpar sig för att producera vätgas i en mikroreaktor. Man styr då antingen tillförseln av metall eller vatten för att svara mot bränslecellens behov av vätgas. Detta alternativ syns nu bland de första produkterna på marknaden och är ett effektivt sätt att komma runt infrastruktursproblemet för att tanka en bränslecell med vätgas.

Natriumborohydrid (NaBH_4) kan användas direkt i "direktnatriumborohydridbränsleceller" (DBFC), en underkategori till alkaliska bränsleceller. Natriumborohydrid kan även användas för att generera vätgas genom katalytisk sönderdelning i en liten reaktor. Vätgasen används då sedan vanligen i en PEMFC. Natriumborohydrid i ren form är en fast förening, oftast i form av ett vitt pulver. Som bränsle för bränslecellssystem används föreningen oftast i lösning.

2 Aktivitet och trender på dagens marknad

Detta avsnitt grundas på information från öppna källor på Internet t ex Fuel Cell Today, pressmeddelanden och de granskade företagens egna hemsidor. Information har även inhämtats vid Intertek:s deltagande i konferensen F-Cell, 8 –10 October 2012, Stuttgart, Tyskland.

I Appendix 1 finns en sammanställning av de bolag som är verksamma inom mikrobränslecellsutveckling.

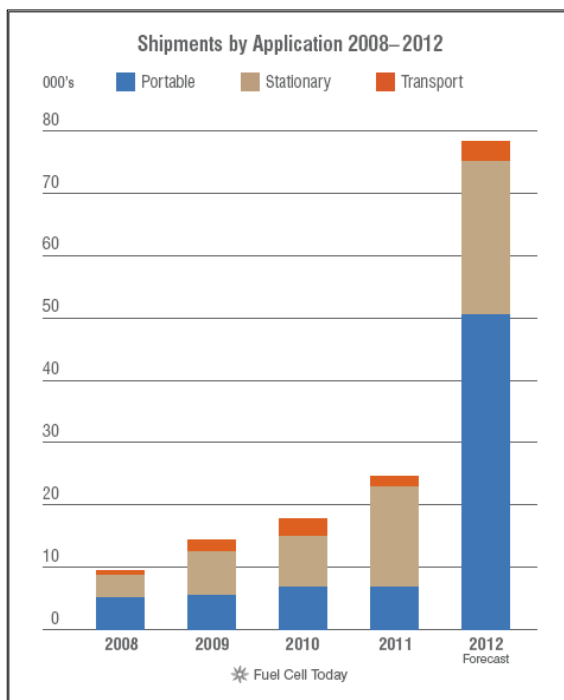
2.1 Aktivitet under året

Under 2012 har flera bärbara bränslecellsprodukter för portabel elektronik dykt upp till försäljning och ytterligare ett par produkter har lanserats. De system som finns ute på marknaden för laddning av portabel elektronik är PEMFC-system, medan två system som nyligen lanserats och snart kommer ut på marknaden är DMFC- respektive SOFC-system.

Ett par lite större portabla bränslecellssystem som riktar sig mot applikationer såsom husbilar eller båtar har lanserats under 2012. Gemensamt för dessa system är att de satsar på propan alternativt butan som bränsle. Den ena använder sig av HTPEM och den andra av SOFC-teknologi.

På den militära marknaden har det skett en del omstruktureringar i form av uppköp. Uppköpen har gjorts av strategiska skäl för att få en stabilare och bättre verksamhet genom att dra nytta av varandras kompetens och kunna erbjuda sina kunder ett bredare utbud. Detta skulle kunna tolkas som att portabla bränsleceller för militära tillämpningar är i en konsolideringsfas.

Från 2010 till 2011 ökade antalet sålda portabla bränsleceller endast med 1.5%. Flera laddare lanserades under 2011 men systemen har inte funnits ute till försäljning i den utsträckning som det var tänkt. Lågkonjunkturen gjorde även att försäljning av lite större portabla system för exempelvis UPS minskade. Sammantaget så vägdes försäljning av de nylanserade laddarna upp av den minskade försäljningen av lite större portabla system vilket förklarar de i stort sett oförändrade siffrorna för antal transporterade portabla system mellan 2010 och 2011. Siffrorna för 2012 ser dock bättre ut då fler system finns kommersiellt tillgängliga på marknaden.



Figur 1 Antal transporter av bränsleceller uppdelat på respektive applikation.
Källa: Fuel cell today (www.fuelcelltoday.com)

2.2 Marknadssegment och val av teknologi

I det här avsnittet analyseras bolag som utvecklar bränslecellsprodukter med effekter upp till 250 W. En närmare beskrivning över de företag som analyserats återfinns i Appendix 1. Totalt har 27 stycken mikrobränslecells företag analyserats och 17 stycken större elektronikföretag, verksamma inom bränslecellsutveckling, har fått en kortare beskrivning.

Bränslecells företagen har kategoriserats utifrån följande marknadssegment:

- Konsumentelektronik
 - o Portabel elektronik: mobiltelefoner, bärbara datorer, mediaspelare, etc.
 - o Fritid: friluftsutrustning, camping etc.
- Militär verksamhet: ersätter/laddar batterier i portabel utrustning, övervakningssystem, etc.
- Industri: medicinsk utrustning, räddningsutrustning, reservkraft, etc.
- Utbildning: hobbyverksamhet och i utbildningssyfte

I tabell 1 nedan visas en sammanfattning av utvalda bolag verksamma inom mikrobränslecellsutveckling.

Tabell 1 Företag med fokus på mikrobränslecellsutveckling, företag markerat med *, har inget fokuserat marknadssegment utan utvecklare/tillverkar bränslecellsstackar för olika applikationer.

FÖRETAG	TEKNIK	KONSUMENTPRODUKTER		MILITÄR VERKSAMHET	INDUSTRI	UTBILDNING
		Portabel	Fritid			
Antig Technologies	DMFC	X	X		X	
Aquafairy	PEMFC	X				
Bing Energy*	PEMFC					
Cellkraft	PEMFC				X	
eZelleron	SOFC	X	X		X	
Enymotion	HTPEM		X		X	
Genport Power	PEMFC		X	X	X	
Heliocentris	PEMFC					X
Horizon	PEMFC	X	X	X	X	X
h-tec	PEMFC					X
Hydrocell	AFC		X	X	X	
INI Power	DMFC	X	X	X	X	
Jadoo Power	PEMFC		X	X	X	
Lilliputian Systems	SOFC	X				
myFC	PEMFC	X				
Neah Power	DMFC	X		X	X	
PaxiTech	PEMFC	X	X			X
Pearl Hydrogen*	PEMFC					
Pragma Industries	PEMFC					X
Protonex	SOFC, PEMFC	X	X	X	X	
SFC Energy	DMFC	X	X	X	X	
Tekion	FAFC	X		X		
Trulite	PEMFC		X			
Truma	HTPEM		X			
UltraCell	HTPEM			X		
Ultra Electronics AMI	SOFC		X	X	X	
Young green energy	PEMFC	X				

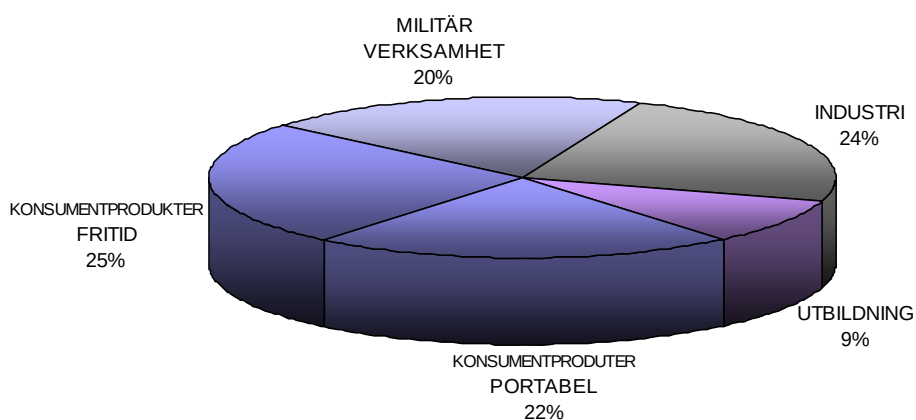
I figur 2 visas hur marknadsfördelningen ser ut för samtliga renodlade mikrobränslecells företag. Marknaden domineras av konsumentprodukter där det är ungefär lika många som utvecklare bränsleceller för portabel elektronik som bränsleceller för fritidsbruk. Totalt sett så är fördelningen mellan militära, fritids-, portabla(konsument) och industriella applikationer relativt jämn. Även då bränslecellstillverkaren har en huvudapplikation i fokus då de utvecklar bränslecellen så försöker de givetvis att rikta sig mot de användningsområden där deras teknologi skulle kunna passa in. Därför är det många bränslecells företag som täcker in flera av de olika verksamheterna.

Idag satsar ungefär 20 % av mikrobränslecells företagens på den militära marknaden. Militären efterfrågar idag produkter där man kan använda befintliga bränslen som JP-8 och diesel. Detta gör SOFC-tekniken väldigt

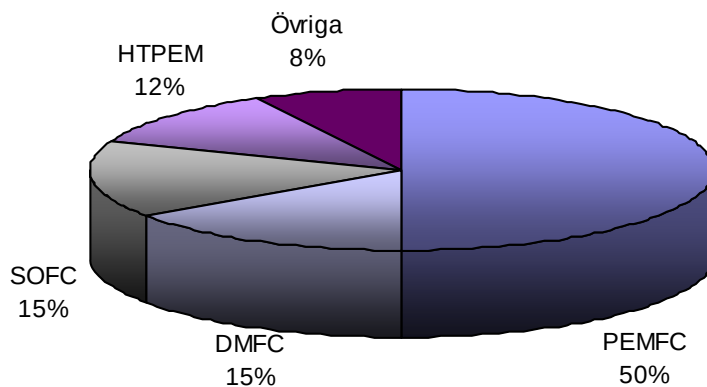
attraktiv och flera företag har gått framåt när det gäller utveckling av bränslecellssystem kring denna teknik.

Marknadssegmentet industri omfattar områdena räddningstjänst, sjukvård och industriverksamhet. Inom industrin används mikrobränsleceller antingen för uppladdning av batterier eller som reservkraft integrerat i utrustningen. Bränsleceller kan även användas till utrustning som är belägen långt ifrån det fasta elnätet, t ex vid vägarbeten.

Lanseringen av lite större system för fritidsbruk i husvagn eller dylikt har fått ett uppsving under det senaste året. En anledning till detta kan vara att flera bränslecellsföretag har fått fram fungerande produkter och när de väl fungerar väljer många att bredda sig mot flera möjliga marknader.



Figur 2 Marknadsfördelning för mikrobränsleceller. Här ingår de renodlade mikrobränslecellsföretagen som analyserats.

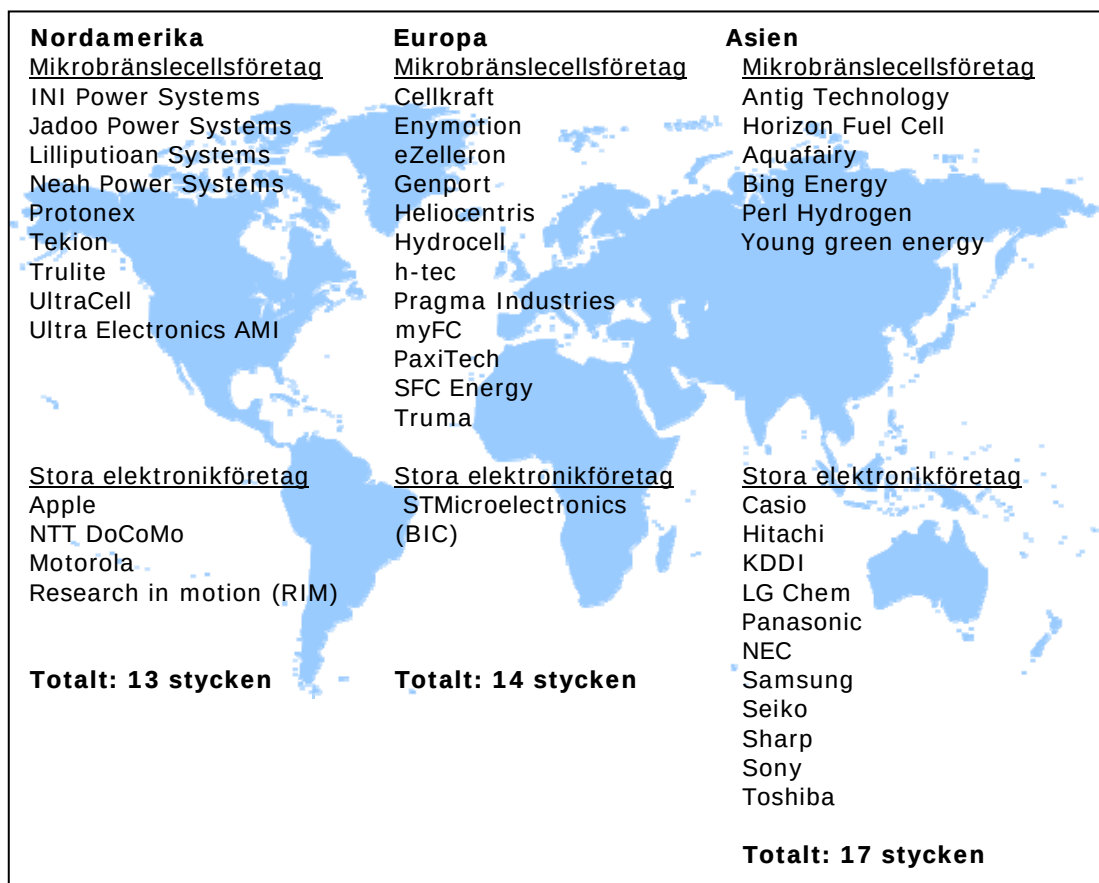


Figur 3 Val av teknologi för de analyserade mikrobränslecellsföretagen. Här ingår endast de företag som har bränslecellsutveckling som huvudfokus.

I figur 3 ovan visas fördelningen mellan olika teknologier för mikrobränslecellsföretagen. Hälften av alla systemen är PEMFC medan det därefter är en relativt jämn fördelning mellan DMFC, HTPEM och SOFC.

2.3 Geografisk fördelning – mikrobränslecells företag

Huvudkontoren till de 44 stycken bränslecells företagen som har analyserats är fördelade över världen enligt följande: 13 st i Nordamerika, 14 st i Europa och 17 st i Asien, se figur 4.



Figur 4 Geografisk fördelning för de analyserade mikrobränslecells företagens huvudkontor.

USA, Kanada, Japan, Korea och Tyskland har en ledande position inom utveckling av bränsleceller. I Japan bedrivs huvuddelen av mikrobränslecells forskningen av de stora elektronikbolagen (konsumentelektronik). Nordamerika har en ledande position för utvecklingen av militära system.

2.4 Kommersiella produkter

2.4.1 Kommersialisering av konsumentprodukter

Under det gångna året har myFC, Horizon och Aquafairy haft bränsleceller tillgängliga att köpa för konsumenter. Detta har resulterat i att antal sålda bränsleceller har ökat ordentligt under 2012. Under 2012 har även Liliputian lanserat sin SOFC-laddare Nectar, som använder butan som bränsle, se figur

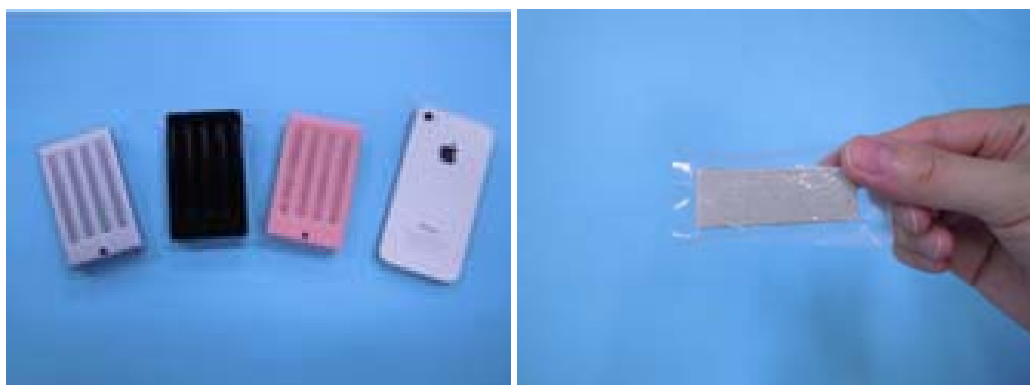
5. Nectar kommer att börja säljas via Brookstone i USA under våren 2013 och kommer då att kosta 299 USD medan en bränslebehållare kostar 19,99 USD. Systemet är testat mot IEC-62282-6-100 och har en betydligt högre energitäthet än de konkurrenter som finns på marknaden idag och en bränsleampull räcker till mer än 10 laddningar av en smart phone. För mer detaljer se specifikation i tabell 3.



Figur 5 Liliputians SOFC Nectar med bränslebehållare med butangas.

Även Neah power som främst satsar på den militära marknaden har under 2012 utvecklat en laddare för mobiltelefoner eller annan portabel elektronik som kommer att lanseras under våren 2013. Laddaren är baserad på DMFC-teknologi och bränslecellerna är så kallade passiva, utan användning av pumpar eller andra rörliga delar. Neah använder sig av återfyllningsbara bränslebehållare som ska kunna ladda en smart phone upp till fyra gånger.

Aquafairy har tillsammans med Rohm tagit fram en ny prototyp för bränsleceller som de visade upp på bl a FC Expo 2013. Bränslecellerna använder sig av en ny teknik där vätet fås från en kalciumbaserad hydrid i form av ett blad, se figur 6. Ett blad som är 38x38x2 mm kan generera ca 4,5 liter vätgas, vilket ger ungefär 5 Wh ut ur bränslecellen. Utvecklingen av ny teknologi har gjort att de kan minska bränslecellens storlek vilket är den största fördelen med de nyutvecklade bränslecellerna jämfört med de tidigare. För mer detaljer se specifikationer i tabell 2.



Figur 6 Aquafairy och Rohm har tillsammans utvecklat en ny bränslecell som visades upp på bl.a. FC Expo 2013. Till vänster bränslecellen och till höger kalciumbaserad hydrid i form av ett blad.

Tabell 2 Specifikationer för Rohm och Aquafairys nyutvecklade bränslecell.

Capacity	5 Wh
Temperature	-5 - 40 °C
Fuel cell dimensions	86x52x19 mm
Fuel cell weight	50 g
Cartridge dimensions	55x47x11 mm
Cartridge weight	23 g

I tabell 3 görs en jämförelse av de kommersiella systemen för portabel elektronik från Horizon, Aquafairy, MyFC och Liliputian. Till skillnad mot de andra tillverkarna har myFC valt att integrera ett större li-jon batteri i sitt system. PowerTrek kan därför ge en maxeffekt på 5 W, även om stacken bara ger 2,5 W. Om en lägre effekt (<2,5 W) tas ut från systemet, används den överblivna energin för att ladda det integrerade batteriet.

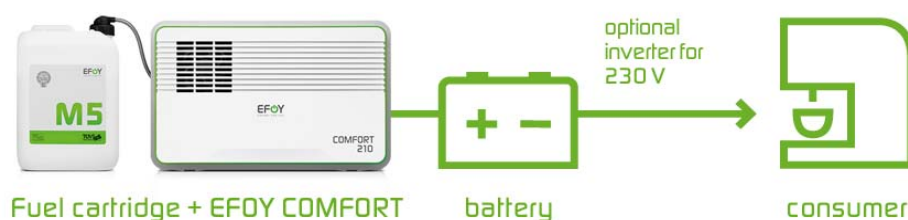
Systemen från Horizon, Aquafairy och myFC är alla baserade på PEMFC-teknologi som drivs med vätgas. De olika bolagen har valt att lagra vätgasen på olika sätt. Horizon satsar på en metallhydridlösning medan Aquafairy och myFC använder en alkalimetall som tillsammans med vatten reagerar och bildar vätgas. Horizons lösning lämpar sig väl vid resor eller i affärslivet, då man enkelt kan ladda telefonen med en vätgasampull som placeras i systemet. Nackdelen är att ampullerna måste fyllas på via en tankstation. Tankstationen i sin tur behöver el för att via elektrolys generera vätgas. Detta gör tekniken mindre flexibel om man under längre tid befinner sig långt ifrån ett eluttag. För campingliv och i utvecklingsländer där el från ett eluttag inte alltid finns tillgängligt, kan engångskassetterna med bränsle (alkalimetall) från Aquafairy och myFC ses som en effektiv lösning trots att man måste pilla med vatten för att starta reaktionsprocessen. Kassetterna är lätta att bära med och behöver inte heller fyllas på. Liliputian liknar Horizons lösning på det sättet att det bara är att sätta i bränsleampullen för att starta bränslecellen. Skillnaden är dock att det är butan i ampullen samt att det inte går att återfylla dem.

Tabell 3 Produktspecifikation för Horizons, Aquafairys, myFCs och Lilliputians bränslecellssystem för att ladda portabel elektronik.

Specifikation	Horizon MiniPak	Aquafairy AF-M3000	myFC PowerTrek	Lilliputian Nectar
Bränslecell	PEMFC	PEMFC	PEMFC	SOFC
Bränsle	Vätgas lagrad i metallhydrid Ampull: 12Wh, 90g (Även elektrolysör för påfyllning av ampull)	Kaliumhydrid + vattenKassett: 3Wh, 16,8g	Natriumkiselsalt + 15 ml vatten Kassett: 4Wh, 30g	Butan Kassett 55 Wh, 35g
Effekt	2 W @ 5V, 400 mA	3,5 W @ 5,2 V	5 W @ 5 V, 1000 mA 2,5 W från BC och 5 W tillsammans med li-jon batteri (1600 mAh, 3.7 V)	2.5W @ 5V
Dim [mm]	B104 x D25 x H68	B118,6 x D21 x H67,6	B66 x D128 x H42	200 cm3
Vikt utan bränsle	ca 80g	ca 128g	ca 175g	200g
Temperatur	0 °C till +40 °C	x	+5 °C till +30 °C	x
Cirka pris	~ 700 SEK	~ 2000 SEK	~ 1500 SEK	~ 2000 SEK

Av de system som finns idag på marknaden går Horizon Fuel Cell in med en relativt låg prissättning för MiniPak som kan köpas från Arcola Energy i Storbritannien. För MiniPak betalar man £75 och en vätgasampull (HydroStik) kostar £10. Horizon erbjuder även en tankstation för påfyllning av deras vätgasampuller för £250.

Störst på marknaden för fritidsapplikationer är det tyska företaget SFC Energy. För fritidsentusiaster säljs EFOY COMFORT, ett portabelt DMFC-system som laddar 12 V blybatterier kontinuerligt, se figur 7. Systemet lämpar sig bra för användning i husbilen eller båten. EFOY finns i tre modeller, EFOY COMFORT 80, 140 och 210, där modellnumret anger hur hög kapacitet bränslecellen har per dag.



Figur 7 EFOY COMFORT drivs med metanol och laddar kontinuerligt batterier som kan driva konsumentelektronik.

Under Caravan saloon 2012 lanserade Truma sin gasol drivna (propan och/el. butan) bränslecell, VeGA, som därefter funnits tillgänglig att köpa för konsumenter, se figur 8. Systemet är ett 250 W HTPEMFC-system och kan ge upp till 6000 Wh per dag. Systemet kan användas för snabbare laddning än konventionella system då den har så höga laddströmmar som 20A vid 12V. Systemet har dimensionerna 72x46x29 cm, väger 40 kg och förbrukar cirka 100 g gasol per timme.

Även Ultraelectronics AMI har utvecklat system som skall passa kraftförsörjning för båt och husvagnsbehov RoAMlo E250, se figur 9. De har liksom SFC sitt huvudfokus mot militära tillämpningar, men har med de militära systemen som grund även tagit fram produkter för konsumentmarknaden. RoAMlo E250 har en effekt på 250 W med en spänning på 12-24 VDC. Systemet har dimensionerna 40x20x36 cm, väger 10.9 kg och förbrukar cirka 112 g propan i timmen. Från och med början på 2013 så är inte deras bränslecell längre begränsad från internationell transport av ITAR utan den kan nu säljas kommersiellt och exporteras utan den exportlicens som tidigare krävdes.



Figur 8 Trumas propan/butan drivna HTPEMFC system, VeGA, på 250W för husvagnsbruk.

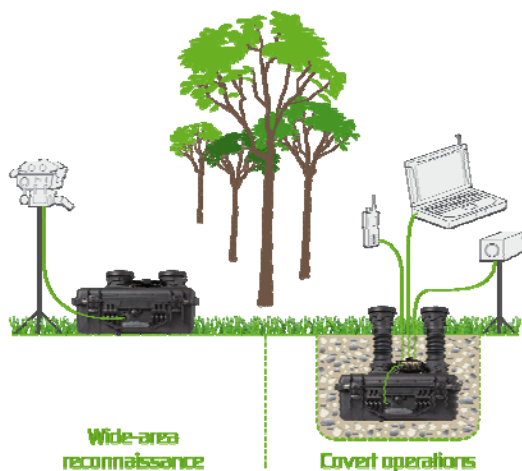


Figur 9 Ultraelectronics AMI propandrivna SOFC RoAMlo E250 för båtar och husbilar.

2.4.2 Kommersialisering av portabla system för militären

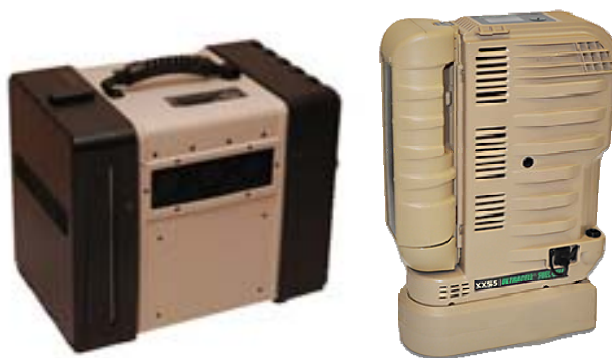
Många av de företag som i första hand satsar på militära applikationer vill även i framtiden sälja produkter till den civila marknaden. Militären satsar varje år stora summor pengar på mikrobränslecellsforskningen vilket hjälper företagen med nödvändig finansiering även om de parallellt har siktet på den civila marknaden. De militära bränslecellssystemen har i princip enbart riktat in sig på vätskeformigt bränsle då logistiken och hanteringen av bränsle är en viktig del i de militära tillämpningarna. Systemen är huvudsakligen DMFC, SOFC eller HTPEMFC med internreformer.

Det tyska företaget SFC Energy säljer robusta system till militären och deras produkter tillhör de mest avancerade militära, portabla bränslecellssystem som finns tillgängliga på dagens marknad. SFC Energy har idag tagit fram ett antal system till försäljning; Jenny600S (25 W), Emily2200 (90 W) och Emily Cube (100 W). Till systemen säljs även en Power Manager, batterier och solceller. De har även en bränslecell som går att gräva ned under jorden, Jenny Terra, som är anpassad efter svåra klimatförhållanden och även går att gräva ner under jord, se figur 10.



Figur 10 Jenny Terra i fält från SFC.

För militära ändamål har Protonex ett 300 W PEMFC system (M300-CX) och en Power Manager till försäljning, figur 11. M300-CX drivs med reformerad metanol. Bolaget satsar också på att utveckla ett 150 W SOFC-system (S150-CX) som beräknas lanseras inom något år. Protonex konkurrent Ultra Electronics AMI, som enbart fokuserar på SOFC-tekniken, är för närvarande före i utvecklingen av dessa system. Ultra Electronics AMI's bränslecellssystem för militär tillämpningar RoAMlo D300 ligger till grund för deras bränslecell RoAMlo E250, se figur 9. I juli 2011 inledde Ultra Electronics AMI fälttester i Afghanistan. AMI's system använder propangas som bränsle. Propan är både billigt och enkelt att få tag på över hela världen vilket gör att det lämpar sig bra som militärt bränsle.



Figur 11 Till vänster Protonex M300-CX PEMFC med reformering av metanol. Till höger XX55 från Ultracell med reformering av metanol.

Sedan Ultracell köptes upp av Brentronics, som är en etablerad leverantör till militären av batterier och kraftförsörjning, har företagets produkter utvecklats för att passa in tillsammans med Brentronics produkter och man utnyttjar den kunskap och den plattform som Brentronics använder sig av. Ultracell har bl a två olika system; XX25 och XX55 med 55 respektive 25 W, se figur 11.

Med undantag för det tyska företaget SFC Energy, drivs utvecklingen av bränslecellssystem för militära ändamål i USA. Bland dessa företag kan nämnas UltraCell (reformerad metanol/HTPEMFC), Neah Power Systems (DMFC), INI Power systems (DMFC) samt de tidigare nämnda företagen Protonex (PEMFC, SOFC) och Ultra Electronics AMI (SOFC). I Appendix 1 finns en närmare beskrivning av de olika företagen.

Sammanfattningsvis kan man säga att flera tillverkare av bränsleceller för militären har betydligt mer information om fälttester eller exempel på militär verksamhet såsom i Afghanistan idag jämfört med för bara ett par år sedan. Det rör sig fortfarande om begränsade volymer, men användandet är mycket värdefullt för att få en bekräftelse på att systemen fungerar och att de kan konkurrera med andra lösningar i vissa lägen.

2.4.3 Bolagsförändringar

Augusti 2011: Brentronics förvärvar Ultracell för att bli en komplett leverantör av strömförsörjning och ömsesidigt stärka varandras produktutveckling. Ultracell kommer att fortsätta att utveckla och tillverka sina system i Livermore.

Oktober 2011: SFC Energy förvärvar PBF Group B.V. som utvecklar och tillverkar kundanpassade högteknologiska strömförsörjningslösningar åt tillverkare av professionella maskiner och utrustning. Förvärvet väntas öka båda företagens marknadsandelar på befintliga marknader men även göra att man kommer in på nya marknader såsom medicin. Förvärvet väntas också leda till en ökad effektivitet via gemensam utvecklings- och produktionskapacitet i Tyskland. SFC väntas även få ett jämnare resultat fördelat genom året istället för att vara så tydligt säsongsberoende och beroende av den militära marknaden som är svår att förutspå.

December 2011: Angstrom Power köps upp av BIC. BIC har under nästan 10 år utvecklat bränsleampuller till bränsleceller. Förvärvet förväntas visa att de olika företagens respektive teknologi fungerar väl tillsammans då deras prototyper har visat på bra prestanda och verkningsgrad. BIC förväntar att deras produkter kommer att vara på marknaden inom två till fem år.

Övrigt: Det har tillkommit fem stycken mikrobränslecellsföretag i Appendix 1 jämfört med förra årets rapport. Bland dessa finns Truma, Genport, eZelleron, Enymotion och Young green energy. Tre företag har försatts i konkurs och finns därför inte med i denna rapport; CellTech power, MTI Micro fuel cells och CMR Fuel cell.

3 Standardisering och lagstiftning

IEC (International Electrotechnical Commission) bedriver internationellt standardiseringsarbete inom det elektrotekniska området. Den internationella kommittén IEC/TC 105 Fuel Cell Technologies bildades 1999 och har till uppgift att utveckla enhetliga internationella standarder för bränslecellsteknik i alla typer av tillämpningar. Det internationella standardiseringsarbetet inom IEC/TC 105 sker inom ramen för publikationen IEC 62282.

IEC/TC 105:s standardiseringsarbete kring mikrobränsleceller bedrivs inom tre arbetsgrupper med fokus på säkerhet, prestanda respektive kompatibilitet. Inom IEC definieras mikrobränsleceller som bränslecellsystem och bränslelager som man enkelt kan bära med sig, som levererar DC uteffekt till konsumentelektronik och vars nominella spänning och uteffekt inte överstiger 60 V DC respektive 240 W. Mikrobränslecellsystem antas bestå av:

- en mikrobränslecellseffektenhet
- en bränsleampull
- en vattenampull (valfri)
- en avfallsampull (valfri)

Standardiseringsarbetet kring mikrobränsleceller har mynnat ut i fyra stycken dokument:

- IEC 62282-6-100 Micro fuel cell power systems – Safety
- IEC/PAS 62282-6-150 Micro fuel cell power systems – Safety – Water reactive (UN Division 4.3) compounds in indirect PEM fuel cells
- IEC 62282-6-200 ed.2 Micro fuel cell power systems – Performance test methods
- IEC 62282-6-300 ed.2 Micro fuel cell power systems – Fuel Cartridge Interchangeability

IEC 62282-6-400 Power and data interchangeability finns som draft document

IEC 62282-200 och IEC 62282-6-300 har uppdaterats och kommit ut i nya versioner under det gångna året. IEC 62282-6-100 (Utgåva 1.0, 2010-03-03) fokuserar på konsumentssäkerhet och beskriver ett antal material- och konstruktionskrav för bränslecellsystemets olika komponenter, samt en rad olika typtester för att säkerställa en rimlig grad av säkerhet för normal användning. Dokumentet täcker bränsleceller som drivs med metanol eller metanol/vattenlösningar. Tilläggskrav och avvikande krav för andra bränslen finns redovisade i bilagor till denna standard (Annex A-F). Det stora antalet appendix gör det omständligt att uppdatera standarden om någon del måste ändras. IEC 62282-6-100 kommer därför att delas upp i olika standarder efter vilket bränsle som används. Den första delen, IEC 62282-6-101, kommer ta upp de generella säkerhetsdelarna som gäller alla bränsletyper.

IEC/PAS 62282-6-150 (Utgåva 1.0, 2011-04-21) omfattar specifikt mikrobränslecellsystem där vätgasen (bränslet) producerats från en reaktion

mellan en vattenlösning och en fast förening (UN Division 4.3¹) i ett indirekt PEMFC-system. Föreningar skall finnas listat i UN-Division 4.3 och består av vattenreaktiva blandningar, legeringar, föreningar eller kemiska hydrider. Ämnen förknippade med underliggande risker eller som inte är tillåtna att transporteras med flyg enligt ICAO: s tekniska anvisningar, tillåtas inte enligt denna IEC/PAS 62282-6-150.

IEC 62282-6-200 (Utgåva 2.0, 2012-07-24) definierar testmetoder för utvärdering av bränslecellsystems prestanda.

IEC 62282-6-300 (Utgåva 2.0, 2012-12-13) behandlar kompatibilitet mellan bränsleampull, mikrobränslecellseffektenhet och den elektroniska utrustningen (systemet) som bränslecellen ska driva för att bibehålla säkerhet och prestanda.

IEC 62282-6-300 ed.2.0 är en ny utgåva med huvudsakligen följande uppdateringar:

- a) Statusen av design att inkluderas i standarden förtydligas.
- b) Typ A till D av utbytbara kopplingar är uppdaterad samt ytterligare en typ, typ D, har lagts till.
- c) Procedurerna, kriterierna samt figurerna av typtesterna för kopplingarna är uppdaterade för att försäkra att de ger riktiga och tillförlitliga resultat.
- d) Kraven på bränslekvalitet är uppdaterade, inklusive testmetoden för att detektera rester och föroreningar.

De senaste åren har regelverket för små bränsleceller och bränsleampuller tagit stora steg framåt.

International Civil Aviation Organization (ICAO) har utarbetat villkor som tillåter olika typer av bränsleceller och tillhörande bränslen som handbagage på passagerarflygplan. Bränsleceller som tas ombord på kommersiella flygplan ska motsvara kraven som ställts upp i standardiseringsdokumentet för säkerhet samt vara märkta med tillverkarens certifiering som visar att de uppfyller dessa krav. Bränslecellen och bränsleampullen måste även vara märkt med kemiskt innehåll och volym.

Nytt för 2013 är att alla godkända typer av bränsleampuller är tillåtna även som in-checkat bagage.

Mer information finns på ICAOs hemsida;
www.icao.int/Pages/default.aspx

¹ UN Division 4.3 (water reactive): Ett material som i kontakt med vatten utvecklar brandfarliga gaser och som klassificeras som ett vattenreaktivt ämne under UN Division 4.3.

4 IEA Annex 27 workshop

Syftet med IEA Annex 27 är att utbyta information om status och senaste tekniska utvecklingen för portabla bränslecellssystem. I augusti 2012 hölls ett möte i Pfinztal, Tyskland, som arrangerades av Fraunhofer Institute for Chemical Technology ICT. Universitet, forskningsinstitut och företag fanns representerade vid mötet, se tabell 4 nedan.

Tabell 4 Deltagare Annex 27 möte Pfinztal, Tyskland, augusti 2012

Land	Organisation
Sverige	Intertek Semko AB
Tyskland	Fraunhofer Institute for Chemical Technology ICT
Tyskland	Nextenergy
Tyskland	Forschungszentrum Jülich GmbH
Österrike	Technische Universität Graz (TU Graz)
Italien	Instituto di Tecnologie Avanzate i Energia (CNR-ITAE)

Mötet behandlade deltagarnas respektive länders aktiviteter inom det portabla bränslecellsområdet samt deltagarnas egna aktuella aktiviteter inom området.

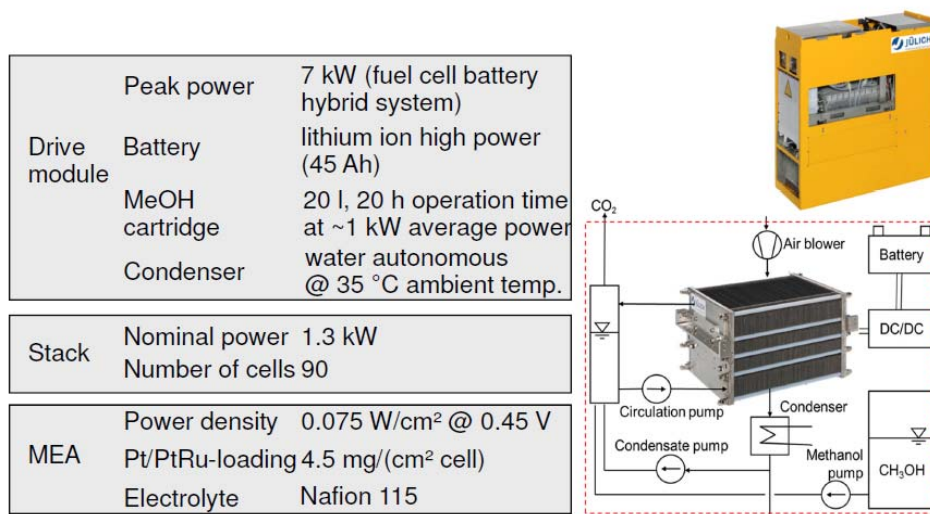
Fraunhofer ICT arbetar både med mindre handburna portabla bränslecellssystem och något större system för exempelvis tillfällig kraftförsörjning samt som "range extender" för militära obemannade fordon. Carsten Cramers som är gruppleddare för bränslecellsavdelningen presenterade de pågående aktiviteterna som sträcker sig från grundläggande forskning på katalysatorer upp till stacktestning. En stor del av forskningen som presenterades rörde alkaliska direktalkoholbränsleceller som ses som ett möjligt alternativ till de DMFC som dominerar användningen för portabla ändamål i Tyskland. Fördelen med dessa är att Pt ej är nödvändig som katalysator samt att billigare membran kan användas vilket i slutändan skulle kunna resultera i ett lägre pris på bränslecellen. Bränslet är dessutom mer lättillgängligt. Mognadsgraden på denna teknologi är dock betydligt lägre än PEFC och DMFC. Inverkan av olika parametrar såsom temperatur, typ av alkohol, elektrod etc visades samt resultat från cell och stacktestning.

Irene Gatto presenterade pågående projekt på Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto Tecnologie Avanzate per l'Energia (CNR-ITAE) i Italien. CNR-ITAE inriktar sig på material- och komponenttillverkning men även stackutveckling för PEMFC, DAFC och SOFC. CNR-ITAE utvecklar såväl nya katalysatorer som alternativa membran för bl.a. högttemperatur-PEMFC. De utvecklar även nya material för vätagaslagring. Stackutvecklingen har bl a fokuserat på att utveckla en regenerativ bränslecell för rymdapplikationer baserad på PEFC-teknologi.

Alexander Dyck från Nextenergy, ett tyskt forskningsinstitut med energiteknik fokus grundat 2007, berättade om deras senaste bränslecellsforskning. Mycket av arbetet fokuserade på högtemperatur-PEMFC och alkaliska bränsleceller och de arbetar med materialutveckling samt karaktärisering av material och degraderingsmekanismer men även med utvärdering och optimering av "micro combined heat and power fuel cell system". Nextenergy jobbar med utveckling av nya membran samt modifiering av Nafion och PBI dopade membran för att förbättra samt minska kostnaden för membranen. De ser även möjligheten för alkaliska bränsleceller att bli billigare genom att inga ädelmetallkatalysator krävs samt att degraderingsmekanismerna ser annorlunda ut jämfört med PEMFC.

Från TU Graz i Österrike visade Astrid Stadhofer resultat från studier på direktalkaliska bränsleceller (DAFC) där degraderingsmekanismer för membranet var fokus.

Jülich Forschungszentrum arbetar med SOFC, DMFC samt HTPEFC. Under mötet berättade Martin Müller om de senaste projekten som till stor del handlar om uppskalning och uppbyggnad av större system för gaffeltruckar med nyutvecklade MEAn med korrosionsstabila katalysatorer, se figur 12.



Figur 12 DMFC bränslecellssystem utvecklat av Jülich Forschungszentrum för en gaffeltruck.

Resultat med olika typer av bipolära plattor presenterades även. Kontaktresistansen hos bipolära plattor av stål minskades genom att belägga materialet med guldpunkter med hjälp av laser. Metoden som endast kräver en liten mängd ädelmetall är flexibel och reproducerbar och skulle kunna lämpa sig för massproduktion. Även nya membran för DMFC med minskad vatten och metanol permeabilitet har tagits fram. Framtida projekt omfattar alternativa bränslen såsom bio-methanol och LOHC (N-Ethylcarbazol) förbättrade tillverkningsprocesser samt även materialutveckling.

Avslutningsvis sammanfattades målen för den fortsatta utvecklingen av bränsleceller enligt följande:

- Minska emissioner
- Öka verkningsgraden
- Öka effekttätheten
- Förbättra livslängden
- Minska kostnaderna

Under året planeras det att Annex 27 deltagarna skall författa och publicera en artikel om portabla bränsleceller för att visa hur området ser ut idag. Ett första utkast för hur innehållet ska se ut diskuterades och följande upplägg föreslogs:

Översikt över bränsleceller för portabla applikationer

1. Introduktion
2. Bränsleceller och bränslen
3. Utveckling
4. Marknader
5. Applikationer
6. Prototyp system
7. Kommersiella system
8. Framtidsutsikter

Nästa Annex 27 möte är planerat att hållas i början av september hos Intertek Semko i Stockholm.

5 Framtiden för mikrobränslecellsmarknaden

En stark drivkraft för användning av mikrobränsleceller inom portabel elektronik är just efterfrågan på längre driftstid. Spridningen av trådlösa nätverk i inomhus- och utomhuslokaler gör att konsumenten söker efter lösningar som inte är bundna av det fasta elnätet för att få strömtillförsel. Bränslecellen, som är ett bra komplement till dagens batterier, kan leverera omedelbar energi till de små elektroniska enheter som blivit en del av en modern livsstil. Av de mikrobränsleceller som lanseras på marknaden återfinns de flesta i produkter som externa batteriladdare till mindre elektroniska enheter som mobiltelefoner och MP3 spelare. De externa laddarna kan användas exempelvis vid friluftsliv och vid resor när man inte har tillgång till det fasta elnätet. När allt fler applikationer och Internet används i mobiltelefoner och bärbara datorer sätts de nuvarande batterierna på prov. Än mer effektkrävande applikationer som "live-streaming" TV blir dessutom allt mer vanligt. Det pågår en konvergens mellan bärbara datorer och mobiltelefoner som gör att allt fler funktionaliteter adderas och att enheterna används mer intensivt och kräver högre effekter under en längre tid.

Marknaden för mikrobränsleceller har även en stor potential i utvecklingsländer. Inom de närmsta fem åren väntas smarta asiatiska telefoner bli tillgängliga för låginkomsttagare och i Afrika syns en trend där man hoppat över de fasta telefonerna och nu går direkt på användning av smarta mobiltelefoner. Även datorer blir alltmer överflödiga nu när mobiltelefonen innehåller Internet, GPS och applikationer som gör det möjligt att utföra t ex bankärenden och söka information. I Afrika befinner sig de flesta mobiltelefonanvändarna inom ett mobilnät men inte inom ett elnät, detta banar väg för en försäljning av bränsleceller i form av mobiltelefonladdare. Här finns en stor potential för bränslecellstekniken.

Närmare 20 % av mikrobränslecellsfirmorna satsar, utöver produkter för portabel elektronik, på att tillverka system som ersätter och kompletterar nuvarande utrustning för militären. Bränsleceller återfinns inom ett brett spektrum av militära tillämpningar. Dagens militär använder sig av en stor mängd avancerad elektronisk utrustning vilket ökat behovet av energi under uppdrag. Med bränsleceller är det möjligt att få med sig mer energi med lägre vikt än batterier vilket gör att bränslecellen har en stor potential inom detta område. För militären är det även av betydelse att systemen är tysta och har lägre värmesignatur än exempelvis en dieselgenerator.

En växande marknad ser även ut att finnas för lite större portabla system för strömförsörjning i husvagnar och fritidsbåtar. Utrustning som är portabel men som till stor del transporteras i bil kan också få sin strömförsörjning tillgodosedd av bränsleceller. Som exempel kan nämnas de tullinspektionsfordon från Volkswagen som SFC förser med bränsleceller för strömförsörjning.

Just nu lanseras bärbara bränslecellsprodukter för nischapplikationer. Som ett första steg in på marknaden lämpar sig dessa produkter väl för användning i friluftsliv och i militära applikationer. Fungerande system ute på marknaden ger incitament till att utveckla infrastrukturen kring bränslehantering och dessutom ökas medvetenheten om bränsleceller i samhället, vilket ger en fördel även inom andra effektområden. Trots att konkurrenskraften från idag redan etablerade batteritekniker är hård lanseras portabla bränslecellssystem på marknaden. Det bör dock understrykas att jämfört med batterier är bränslecellsmarknaden fortfarande mycket liten. Kostnaderna för ett bränslecellssystem är fortfarande relativt hög, men priset kommer att sjunka allt eftersom fler system säljs på marknaden. Samtidigt ökar allmänhetens medvetenhet för vätgas och bränslecellssystem. Ett av de viktigaste problemen som återstår att lösa är infrastrukturen för en billig vätgaslösning som dessutom skall vara liten, säker och lätt.

För att bränsleceller ska kunna konkurrera med redan etablerade tekniker måste även prestanda och hållbarhet fortsätta att förbättras. Statligt stöd kan vara avgörande för att uppnå dessa mål. Portabla bränsleceller har hittills inte gynnats av samma statliga stöd som bränsleceller för transporter och stationära tillämpningar. Beslutsfattare världen över ser inte hur den bärbara marknaden tillgodoser bredare politiska mål. Portabla bränsleceller utvecklas helt och hållet för den privata sektorn, med undantag av militära medel.

6 Appendix – företag och produkter

6.1 Renodlade mikrobränslecellsföretag

6.1.1 Angstrom Power Inc. Teknik: PEMFC

Angstrom Power Inc. Köptes upp av BIC Group i december 2011. för mer information se BIC.

6.1.2 Antig Technology Teknik: DMFC

Antig är baserat i Taiwan och har utvecklat ett antal nya systemlösningar de senaste åren, däribland 5 W "Blade" (för mobiltelefoner, PDAs och digitalkameror), 25 W "Cube" (för stationära applikationer) och 50 W "Brick" (för reservkraft och lättare elektriska fordon). Företagets kärnprodukt är "H2PowerChipTM" som är deras stackmodul. Produkten säljs till systemtillverkare som sedan kan bygga in teknologin i sina egna produkter. Antig producerar även "white box solutions", d v s kompletta bränsleceller för företag som letar efter produkter att marknadsföra under sitt eget varumärke. Antig samarbetar med ett antal taiwanesiska ODMs bl a med Coretronic, Syspotech och Nan Ya.

Webbadress: www.antig.com

6.1.3 Aquafairy Corporation Teknik: PEMFC

Aquafairy är ett japanskt Kyoto-baserat bolag som grundades 2006. Företaget samarbetar med NTT DoCoMo som även innehar ett stort antal aktier i bolaget. I april 2011 startade Aquafairy försäljning av en 3 W laddare, AF-M3000, De utvecklar nu en laddare efter ett nytt koncept med väte lagrat i kalciumhydrid tillsammans med ROHM.

Webbadress: www.aquafairy.co.jp/en/index.html

6.1.4 BIC Teknik: PEMFC

I december 2011, köpte BIC Group upp Angstrom Power i Vancouver. BIC har under nästan 10 år utvecklat bränslepatroner till bränsleceller. BIC ser ett ökande behov av mobila energilagrar för exempelvis smart phones och små bärbara datorer och har som målsättning att ha en komplett produkt med bränsle och bränslecell inom två till fem år.

Webbadress: www.bicworld.co

6.1.5 Bing Energy Teknik: PEMFC

Bing Energy är ett kinesiskt bolag som säljer elektrodmaterial och MEA för bränsleceller. Företaget tillverkar även stackar i effektfönstret 10-100 W. Företaget ingick i februari 2011 ett avtal med Florida State University (FSU) för exklusiv användning av en ny nanoteknik, som de avser att använda i komponenter för PEM-bränsleceller. Tekniken bygger på en form av kolnanorör som kallas "buckypaper" och kan användas för att bilda ett mycket tunt, men hållbart, MEA. Bing Energi anser att denna teknik kan göra det möjligt att minska platinamängden i PEMFCs.

Webbadress: www.bingenergyinc.com

6.1.6 Cellkraft

Teknik: PEMFC

Cellkraft är ett svenskt bolag som grundades 2001. Företaget utvecklar bränsleceller i effektklassen 50-3000 W som kan användas ned till -30 °C och har bl a demonstrerat sin teknologi för strömförsörjning till utrustning som är placerade långt ifrån stationära elnät och som reservkraft.

Webbadress: www.cellkraft.se

6.1.7 Enymotion

Teknik: HT-PEMFC

Enymotion utvecklar och producerar strömkällor för användning i mobila och stationära elektriska applikationer med ett antal olika energibärare. De har tagit fram en högttemperaturbränslecell på 200 W som använder propan/butan som bränsle.

Webbadress: www.enymotion.com

6.1.8 eZelleron

Teknik: SOFC

eZelleron har bränsleceller som sträcker sig från 1 W upp till 400 W och passar bl.a som laddare till mobilen. eZelleron fokuserar både på militära applikationer och konsumentprodukter.

Webbadress: www.ezelleron.eu/en/

6.1.9 Genport

Teknik: HT-PEMFC

Genport är en spin-off från Politecnico di Milano som utvecklar och tillverkar avancerad teknologi för portabel kraftgenerering och energilagring för medicin, försvar, telekommunikation och industriella applikationer. Genport300 är en CE märkt hybridbränslecell på 300 W som kan användas för att ladda batterier eller direkt som UPS. Genport har en mängd kringutrustning för att bygga upp ett system för kraftförsörjning såsom solceller, batteripack, elektrolysör samt metallhydridbehållare för vätgas.

Webbadress: www.genport.it/our-mission/

6.1.10 Heliocentris

Teknik: PEMFC

Heliocentris grundades i Tyskland 1995. Bolaget fokuserar dels på små system för utbildningsändamål och för universitetsbedriven forskning, men utvecklar även större system för reservkraft. I oktober 2010 ingick Heliocentris ett samarbete med h-tec för att snabbare få ut nya utbildningskitt på marknaden.

Webbadress: www.heliocentris.com/en

6.1.11 Horizon Fuel Cell Technologies

Teknik: PEMFC

Horizon utvecklar PEMFC-system inom ett brett effektfönster, 0,3 W till 15 kW. Företaget är registrerat i Singapore men verksamheten bedrivs i Shanghai, Kina. Horizon har en pågående utveckling inom flera tillämpningssegment, allt från leksaker och konsumentelektronik till obemannade flygplan och vätgasbilar. Bolaget har tidigare gjort succé med vätgasdrivna leksaksbilar och en mindre vätgastankstation till denna. H-racer, som den första modellen kallades, lanserades redan 2006 och såldes i mer än

10,000 exemplar. Horizons "MiniPak", en portabel bränslecellsladdare på 2 W för mobiltelefoner och annan portabel elektronik med USB-port, finns från och med juli 2012 att köpa i butik. Företaget har även utvecklat en tillhörande "Hydrofill" som konsumenten använder för att fylla på sin använda vätgasampull.

Webbadress: www.horizonfuelcell.com

6.1.12 h-tec

Teknik: PEMFC

h-tec grundades 1997 i Lübeck, Tyskland. Företaget har tagit fram bränsleceller för både utbildningsändamål och tillverkar även elektrolysör-system. I oktober 2010 startade h-tec ett samarbete med Heliocentris för utveckling av utbildningskitt. Samarbetet ska minska utvecklingstiden för nya produkter.

Webbadress: www.h-tec.com

6.1.13 Oy Hydrocell

Teknik: AFC

Hydrocell är ett finskt bränslecells företag som grundades 1993. Företagets bränslecell baseras på en cylindrisk elektrod och elektrolyten består av en gel som Hydrocell själva har tagit fram. Gelelektrolyten möjliggör ett brett användningsområde då den är säker mot läckage. Hydrocell har utvecklat tre olika bränsleceller; "HC-100" som skall användas som extra energi till t ex båten och bilen, "HC-200" som bygger på AFC teknologin i kombination med ett CO₂-filter och "HC-400" som också är tänkt som extra energi för portabel verksamhet. Hydrocell deltar i det europeiska projektet IMPRESS (Intermetallic Materials Processing in Relation to Earth and Space Solidification), som bl a syftar till att ta fram NiAl pulver för att driva bränsleceller.

Webbadress: www.hydrocell.fi

6.1.14 INI Power Systems

Teknik: DMFC

INI Power Systems har utvecklat metanoldrivna bränsleceller (10-250 W) för framförallt militär verksamhet men även för kommersiella behov. Företaget driver sin verksamhet i Durham, North Carolina och grundades 2001.

Webbadress: www.inipower.com

6.1.15 Jadoo Power Systems

Teknik: PEMFC

Jadoo Power Systems med huvudkontor i Folsom, Kalifornien, grundades 2001. Företaget arbetar i ett brett effektfönster mellan 20 W och 3 kW och tillverkar system både för kommersiella ändamål och för militära applikationer. Jadoo Power Systems tillverkar produkter som övervakningssystem, räddningsutrustning och reservkraftssystem.

Webbadress: www.jadoopower.com

6.1.16 Lilliputian Systems

Teknik: SOFC

Lilliputian Systems utvecklar mikrobränsleceller för konsumentelektronik som mobiltelefoner och bärbara datorer. Bolaget grundades i Boston och hoppas kunna ersätta batterier i portabel elektronik med sitt bränslecellssystem. Lilliputians bränslecellssystem (SOFC) drivs med butan. Man kommer i början

av 2013 starta försäljningen av Nectar, en 2.5W laddare för konsumentelektronikprodukter såsom smart phones, mp3, läsplattor etc.

Webbadress: www.lilliputiansystemsinc.com

6.1.17 myFC

Teknik: PEMFC

myFC är ett svenskt företag som utvecklar tunna vätgasdrivna bränsleceller. Effektdensiteten på 300 mW/cm² hör till de högsta i branschen. Företaget riktar in sig på produkter i effektområdet 2-75 W. Bolagets teknologi är flexibel med avseende på bränsleförsörjningsteknik (dock alltid vätgas). I februari lanserade myFC en 5 W laddare som drivs på ett natrium salt som får reagera med vatten. Laddaren finns sedan maj 2012 tillgänglig att köpa i butik.

Webbadress: www.myfc.se

6.1.18 Neah Power Systems

Teknik: DMFC

Neah Power Systems utvecklar mikrobränsleceller för bärbara datorer och för annan portabel kommunikationsutrustning. Fokus är militär utrustning men företaget arbetar även med konsumentelektronik. Neah Power Systems metanoldrivna bränsleceller baseras på porösa kiselmaterial. Neah Power Systems har utvecklat en laddare för mobiltelefoner eller annan portabel elektronik som kommer att lanseras under våren 2013. Bränslecellerna är så kallade passiva, utan användning av pumpar eller andra rörliga delar, och använder sig av återfyllningsbara bränslebehållare som ska kunna ladda en smart phone upp till fyra gånger.

Webbadress: www.neahpower.com

6.1.19 PaxiTech

Teknik: PEMFC

PaxiTech är ett franskt företag som grundades 2003. Bolaget utvecklar mikrobränsleceller för portabel elektronik med effektbehov på 1-100 W. PaxiTech har portabla laddare i storleksordningen 3-10W till försäljning på sin hemsida. PaxiTech bedriver även utveckling och produktion av MEAs.

Webbadress: www.paxitech.eu

6.1.20 Perl Hydrogen

Teknik: PEMFC

Perl Hydrogen grundades 2006 i Shanghai och tillverkar bränslecellsstackar i effektfönstret 50-5000 W. Systemen är godkända mot lågspänningsdirektivet, maskindirektivet och EMC direktivet och riktar sig även mot den amerikanska marknaden.

Webbadress: www.pearlhydrogen.com

6.1.21 Pragma Industries

Teknik: PEMFC

Pragma Industries är ett franskt bolag som levererar testutrustning, metallhydridbehållare för vätgas, labbceller och små PEMFC stackar för forskning och utbildnings material. Pragma Industries har bl a ett bränslecellsutbildningspaket för vetenskaplig utbildning från årskurs 7 till universitet och yrkesutbildning.

Webbadress: www.pragma-industries.com

6.1.22 Protonex

Teknik: SOFC, PEMFC

Protonex grundades år 2000 och utvecklar bränsleceller inom effektområdet 10-1000 W. Bränslecellerna kan användas självständigt eller i hybrid med redan existerande teknik. Protonex har patenterat både sin SOFC- och PEMFC-teknologi. Företaget har utvecklat ett flertal produkter för militären men gör även kommersiella produkter för konsumenter. Huvudkontoret finns i Massachusetts nära Boston och utvecklingen sker i Colorado.

Webbadress: www.protonex.com

6.1.23 SFC Energy

Teknik: DMFC

SFC Energy grundades år 2000 i München, Tyskland. Företaget tillverkar direktmetanolbränsleceller för friluftsliv, industri och militära applikationer. Företaget har flertalet bränsleceller ute på marknaden till försäljning. I juli 2010 bytte företaget namn från SFC Smart Fuel Cell till SFC Energy och i oktober 2011 förvärvade man PBF Group B.V. som utvecklar och tillverkar anpassade elförsörjningslösningar till högteknologiska produkter.

Webbadress: www.sfc.com och www.efoy.de

6.1.24 Tekion

Teknik: FAFC

Tekion är ett nordamerikanskt företag som grundades 2003. Företaget fokuserar på att kommersialisera en direktmyrsyrabränslecell som har en hög energitäthet och därför är särskilt lämplig för små bärbara elektroniska tillämpningar. Tekion utvecklar en integrerad mikrobränslecellsteknik med uppladdningsbara batterier som skall kunna placeras i mobiltelefoner. Bränslecellen drivs på myrsyra (formic acid fuel cell, FAFC). De har demonstrerat en prototyp, "Formira™ Power Pack". Bolaget har byggt upp samarbete med ett flertal OEM tillverkare och funderar även på att börja samarbeta med militären. För närvarande är deras hemsida under utveckling.

Webbadress: www.tekion.com

6.1.25 Trulite

Teknik: PEMFC

Trulite utvecklar mindre portabla bränslecellssystem och bränslebehållare, som kan användas av äventyrare, industriarbetare och husägare som behöver en bärbar strömkälla. Trulites system: KH4, är ett 150 watt system med en toppkapacitet på 200 watt. Systemet kan användas för att driva 12 V och 120 V enheter, t ex ett litet kylskåp, en bärbar dator eller en DVD-spelare, samtidigt på en campingtur. Företaget tillverkar och säljer även natriumborhydridbehållare, Hydrocell™ (400Wh) som väger 2,3 kg styck.

Webbadress: www.trulitetech.com

6.1.26 Truma

Teknik: HT-PEMFC

Truma utvecklar och säljer en rad olika produkter för gas och strömförsörjning i husvagnar. De har utvecklat ett 250 W högtemperaturbränslecellssystem, VeGA som finns till försäljning sedan januari 2013. Systemet använder sig av propan eller butan som bränsle och kan ge upp till 6000 Wh per dag.

Webbadress: www.truma.com

6.1.27 UltraCell Corporation Teknik: högttemp. PEMFC (RMFC)
UltraCell grundades 2002 i Livermore, USA. Företaget utvecklar system som bygger på vätgasdrivna HT-PEM bränsleceller i kombination med ombordreformering av metanol. Produkterna tillverkas i huvudsak för den amerikanska militären, för att ladda batterier, stryktåliga bärbara datorer och annan kommunikationsutrustning. I augusti 2011 köptes Ultacell upp av Brentronics som levererar batterilösningar för militära applikationer.

Webbadress: www.ultracellpower.com

6.1.28 Ultra Electronics AMI Teknik: SOFC
I januari 2011 förvärvade Ultra Electronics Adaptive Material Inc. Ultra Electronics är en internationell koncern med fokus på försvar, säkerhet, transport och energimarknaden. Adaptiv Materials kommer att fortsätta att utveckla och tillverka sina propandrivna bränslecellsystem från nuvarande anläggning i Ann Arbor, Michigan. Deras bränslecell RoAMlo (250-300W) finns både för militärt bruk, stationärt/industriellt bruk och för privat bruk för friluftsliv. Deras huvudsakliga fokus för deras bränsleceller är dock militära tillämpningar och de samarbetar exv. med Cerdec och DARPA.

Webbadress: www.ultra-ami.com

6.1.29 Young green energy Teknik: PEMFC
Young green energy har sitt ursprung i Coretronic som är ett taiwanesiskt företag som tillverkar LCD projektorer. Young green energy har utvecklat ett bränslecellssystem, YGEFC-20P01, på 20W som är tänkt att ladda mindre portabel elektronik. Systemet väger 1 kg och bränslet finns lagrat i natriumborhydrid som ger 25Wh per behållare som väger 100g.

Webbadress: www.young-green.com/en/technology_6.php

6.2 Stora elektronikföretag med mikrobränslecellsutveckling

6.2.1 Apple Teknik: Okänd
Under slutet av 2011 lämnade Apple in två patent som syftar till att använda bränslecellsystem för att förse deras "iDevices" och MacBook med ström.

6.2.2 Casio Teknik: PEMFC
Casio utvecklar bränsleceller för konsumentelektronik som digitalkameror, PDA och bärbara datorer. Genom en mikroreaktor extraheras vätgas ur metanol, som sedan kan används i bränsleceller av PEMFC-typ.

6.2.3 Hitachi Teknik: DMFC
Hitachi är ett japanskt elektronikföretag som även de utvecklar mikrobränsleceller för portabel elektronik. I februari 2009 enades Hitachi, Hitachi High-Tech och Centrum for Process Innovation att de skulle inleda en gemensam utvärdering som syftar till att utveckla applikationer för direktmetanolbränsleceller (DMFCs).

6.2.4 KDDI**Teknik: DMFC**

KDDI är ett japanskt telekomföretag som sedan juli 2004 bedriver sin bränslecellsutveckling tillsammans med Toshiba och Hitachi. KDDI har tagit fram en kompakt bränslecell som tillsammans med ett li-jon batteri skall kunna ladda mobiltelefoner.

6.2.5 LG Chem**Teknik: DMFC**

LG Chem är ett sydkoreanskt kemiföretag som utvecklar mikrobränsleceller för portabel elektronik. Bränslecellerna drivs på metanol. LG Chem har tagit fram olika prototyper inom effektfönstret 5 till 50 W. I juni 2012 köpte LG Chem tillsammans med LG Corporation, LG Electronics 51 % av Rolls-Royce Fuel Cell Systems.

6.2.6 Matsushita Electric Industrial **Teknik: DMFC**

Matsushita Electric Industrial startades i Osaka, Japan och äger bl a Panasonic och Technics. Koncernen utvecklar bränsleceller av DMFC-typ.

6.2.7 Motorola**Teknik: DMFC**

Motorola Labs utvecklar mikrobränsleceller för bärbara elektroniska apparater. Motorola har utvecklat ett samarbete med IdaTech med fokus på elförsörjning till basstationer.

6.2.8 NEC**Teknik: DMFC**

NEC har presenterat ett flertal bränslecellsprototyper för portabel elektronik.

6.2.9 NTT DoCoMo**Teknik: DMFC, PEMFC**

Det japanska telekomföretaget NTT DoCoMo har tidigare demonstrerat DMFC-enheter tillsammans med Fujitsu och en liten 2 W PEMFC-enhet tillsammans med Aquafairy. DoCoMo har tagit fram prototyper på PEMFC-system som passar direkt i en mobiltelefon.

6.2.10 Research in motion (RIM)**Teknik: Okänd**

RIM är mest känt för produkten BlackBerry. Under 2012 lämnade företaget in två patent relaterade till design av en telefon med integrerad bränslecell.

6.2.11 Samsung**Teknik: DMFC, PEMFC**

Samsung har utvecklat ett antal bränslecellsprototyper, dels genom egen utveckling men även tillsammans med andra externa partners. Utvecklingen sker kring portabel elektronik som bärbara datorer och mot militära applikationer. De har även utveckling av stationära system. Tidigare har prototyper som "Sense Q35" tagits fram för att driva bärbara datorer på metanol. Nu satsar företaget även på att låta en metall reagera med vatten för att generera vätgas. Samsung utvecklar system med både lägre, 25W, och högre, 200W, effekt. Samsung använder metanoltankar från Viaspace:s dotterbolag Direct Methanol Fuel Cell Corp.

6.2.12 Seiko Instruments**Teknik: PEMFC**

Seikos senaste prototyp har en effekt på 15W med en spänning på 12 till 16V och en kapacitet på 30 Wh som kan förse en bärbar dator med ström under

mer än två timmar eller ladda en mobiltelefon mer än 10 gånger. Systemet, inkluderat bränslebehållare, är 200 x 50 x 80 mm stort.

6.2.13 Sharp

Teknik: DMFC

Sharp driver DMFC-utvecklingsprojekt och presenterade i maj 2008 en prototyp som genererar 300 mW/cm³, vilket är en hög energidensitet. Tekniken skall användas till bl a mobiltelefoner, PDAs och bärbara datorer.

6.2.14 Sony

Teknik: DMFC

Sony visade en bränslecellsprototyp för mobiltelefoner som genererar ca 3 W, är ungefär 50x30 mm stor och drivs på metanol på FC Expo 2009. Tekniken är en hybrid med ett Li-jon batteri. Sony har också aktiviteter med biobränsleceller.

6.2.15 STMicroelectronics

Teknik: PEMFC

STMicroelectronics är ett företag som ursprungligen tillverkar halvledare. Bolaget har byggt upp ett samarbete med French Atomic Energy Agency (CEA). Fokus ligger på bränslecellsutveckling för laddare till batterier i mobiltelefoner. Tillsammans har de presenterat en vätgasdriven bränslecell för mobiltelefoner som levererar ca 150 mW/cm². De har lämnat in ett antal patent gällande bränsleceller under 2012.

6.2.16 Toshiba

Teknik: DMFC

Toshiba är ett japanskt elektronikföretag som utvecklar DMFC för portabla elektronikprodukter för konsumenter. I oktober 2009 lanserade Toshiba sin DMFC bränslecellsladdare "Dynario" på den japanska marknaden, dock i en begränsad upplaga på 3 000 ex.

6.3 Renodlade bränsleföretag

6.3.1 Altek Fuel Group (AFG)

Altek erbjuder två alternativ av bränslekapslar för bränsleceller. Båda dessa system bygger på en aluminiumbaserad teknologi: "The Replaceable Cartridge System for Alkaline Aluminum-Air Fuel Cell" och "The Hydrogen Fuel Cartridge for PEM Fuel Cells".

Webbadress: www.altekfuel.com

6.3.2 Alvatec

Alvatec utvecklar ombordlagring och försörjning av vätgas till PEM-bränsleceller. Utgångspunkten är olika metallegeringar i pulverform som utvecklar vätgas genom att reagera med vatten.

Webbadress: www.alvatec.com

6.3.3 BIC corporation

BIC Corporation utvecklar bränslekapslar/vätgasgeneratorer baserade på NaBH₄ teknologi. BIC har ett samarbete med ST Microelectronics.

Webbadress: www.bicworld.com

6.3.4 Bio Coke Lab Co Ltd.

Bio Coke Lab Co Ltd. använder bl a magnesiumhydrid tillsammans med vatten för att generera vätgas.

Webbadress: www.biocokelab.com

6.3.5 DMFCC - Direct Methanol Fuel Cell Corporation (Viaspace)

DMFCC är ett dotterföretag till amerikanska Viaspace som inriktar sig på tillverkning av metanolampull för bränsleceller. Bland deras samarbetspartners kan nämnas Antig och PolyFuel. För närvarande levererar DMFCC bränsletankar till CMR Fuel Cells 25 W DMFC-laddare. Bränsletankarna har en specialutformad ventil som garanterar att bränslet stannar kvar i tanken tills det att den kopplas till bränslesystemet. DMFCC levererar även bränsletankar till Samsungs bränsleceller.

Webbadress: www.viaspace.com/dmfcc.php

6.3.6 Hrein Energy

Företaget utvecklar organisk hydridteknologi för lagring av vätgas och leverans till bränslecellsföretag.

Webbadress: www.hrein.jp/english/

6.3.7 HyCan – Hydrogen Canistor

Företaget tillverkar metallhydridbehållare med vätgas av aluminium. Flaskan går att återanvända och har en patenterad minitryckregulator som reglerar trycket av vätgas till bränslecellen.

6.3.8 Hydrodevice Co Ltd.

Hydrodevice utvecklar vätgasgeneratorer som baseras på hydrolys av ett föraktiverat aluminiumpulver.

Webbadress: www.hydro-device.com/en/

6.3.9 I-power

Företaget utvecklar en teknologi för generering av vätgas via en hydrolysprocess.

Webbadress: www.ipowerfc.com

6.3.10 JSW

Japan Steel Works, JSW, utvecklar metallhydridtankar för lagring av vätgas.

Webbadress: www.jsw.co.jp/en/

6.3.11 Kurita Water Industries

Kurita Water Industries grundades 1949 i Tokyo, Japan. Bolaget har utvecklat en metod för att lagra metanol i fastform, "clathrate", därav namnet CMFC (Clathrate Methanol Fuel Cell). Den fasta formen medför att bränslecellen kan göras mindre. Fördelen med tekniken är också att den inte läcker lika lätt och att flampunkten ökar vilket leder till att säkerheten förbättras. Med denna teknik har Kurita utvecklat en mobiltelefonladdare. Bolaget arbetar även med tankstationer (vätgas) och stationära bränsleceller.

Webbadress: www.kurita.co.jp/english/

6.3.12 ECD Ovonic

Energy Conversion Devices Ovonic är ett amerikanskt företag som, bland mycket annat, tillverkar metallhydridtankar lämpliga för bränsleceller. Företaget levererar produkter till bl.a. Jadoo Power. Ovonic är också aktiva inom större bränslecellssystem.

Webbadress: www.ovonics.com

6.3.13 SiGNaChem

SiGNa Chem är ett amerikanskt företag vars primära teknologi är alkalimetaller (NaK) nanoinkapslade i silikon. På konferensen Small Fuel Cells 2010 presenterade företaget metoder för systemimplementering av användandet av natriumkiselsalt i portabla bränsleceller. SiGNa Chem vill använda sin teknologi för att driva bränsleceller i effektområdet 1 till 300 W. Möjliga applikationer omfattar allt från mobiltelefonladdare till elektriska cyklar.

Webbadress: www.signachem.com

6.3.14 Tianjin Highland

Företaget utvecklar metallhydridtankar för lagring av vätgas.

Webbadress: www.tjhighland.com.cn/

6.3.15 Treibacher

Treibacher är ett österrikiskt bolag som tillverkar metallhydridtankar som är lämpliga för bränsleceller under sitt varumärke "AUERSTORE".

Webbadress: www.treibacher.com

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS - ELFORSK - AB

Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30, Telefax: 08-677 25 35
www.elforsk.se