



Schlussbericht März 2009

Autonome Stromversorgung mit Photovoltaik und Brennstoffzellen



Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Photovoltaik
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:

Muntwyler Energietechnik AG
Postfach 512
CH-3052 Zollikofen
www.solarcenter.ch

Autoren:

Muntwyler, Urs Muntwyler Energietechnik AG, muntwyler@solarcenter.ch
Schott, Thomas, LGH Bundesamt für Landeshydrologie,

BFE-Bereichsleiter: Stefan Oberholzer / **BFE-Programmleiter:** Stefan Nowak
BFE-Vertrags- und Projektnummer: 150559 / 100455

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

ABSTRACT

In the years 2003 -2007, the project „Autonomous Energy Supply by Photovoltaics and Fuel Cell“ had the following focus

- Building up of more than several power supplies with a FC-system as back-up
- field tests with the FC-system of the new fuel cell SFC A50 R (Nr. 4) in the laboratory of the Swiss National Hydrological Survey (SNHS) of the Federal Office of Water and Geology (FOWG)
- field tests in three sites under different conditions in Switzerland and one in Germany
- reporting of failures and problems in the field
- discussion for a collaboration with the University of Applied Sciences of Bern in Biel for a new hydrogen FC for continuous operations
- contacts with users for water level measuring systems (2x) and the autonomous energy supply for telecommunication with the fuel cell SFC A50 in Germany and Austria

The power supplies with a high demand covered by the fuel cell had several severe technical problems. Together with the producer improved systems (in total 4) would be delivered for tests within the Swiss National Hydrological Survey (SNHS) of the Federal Office of Water and Geology (FOWG). The fuel cell performed better and better, but still not as stable as needed. Only one system for a telecommunication station in Germany performed well. But this system had a high coverage by the PV-system. Overall the FC-systems are not ready for a harsh environment. By low demand and severe temperature conditions and a good control and service the FC-systems can still be used.

In the future the newest version of the SFC-FC will be bought and tested for commercial applications. They have several promising improvements in the design. The SNHS decided to go ahead with this kind of autonomous power supply. In parallel they try to start a project with a hydrogen fuel cell. The basic units are tested at the University of Applied Sciences of Bern in Biel.

Within the project the demand for such systems would be checked. It seems that in the overall market the demand for such systems is rather low. More chances can be found in special applications as water level systems and small telecommunication systems.

1. Projektziele

Mit dem P + D - Projekt „Hybride autonome Stromversorgung mit Photovoltaik und Brennstoffzellen“ soll eine Stromversorgung aufgebaut werden, die gezielt Zusatzenergie von der Brennstoffzelle beziehen kann, wenn die Energie des Solargenerators nicht ausreicht. Mit dieser hybriden autonomen Stromversorgung soll primär eine zuverlässige Stromversorgung im Bereich kleiner Leistungen (Watt), wie sie für Mess- und Telekommunikationsanlagen typisch ist, geschaffen werden. Dies sind Leistungen, bei denen Benzin- und Dieselmotoren zu gross und vor allem zu wenig zuverlässig sind. Vergleichbare Systeme wurden vor über 20 Jahren von der Firma Hasler in Bern für die PTT studiert, aber nie ausgeführt. Anstelle der damals nicht erhältlichen Brennstoffzelle wurden CCVTs (Turbogeneratoren) untersucht.

2. Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

2.1. Evaluation der Komponenten für die Stromversorgung

Ziel der Stromversorgung ist eine möglichst seriennahe Ausführung ohne speziell entwickelte Komponenten. Damit soll um die Brennstoffzelle herum eine möglichst zuverlässige Peripherie aufgebaut werden. Die Stromversorgung besteht aus folgenden Komponenten:

- Verbraucher in Form von Messgeräten und Kommunikationsmitteln/ Datenübertragung
- kurz- und mittelfristiger Speicher in Form eines Bleiakkus
- Solarmodul als primäre Energiequelle
- Brennstoffzelle als sekundäre Energiequelle
- Solarregler und Systemmanager

Grundsätzlich soll von den Komponenten ausgegangen werden, die in den Standardanlagen der Landeshydrologie (LH) des Bundesamtes für Wasser und Geologie (BWG) bereits verwendet werden. Weiter sollen die Komponenten möglichst Seriengeräte sein, die sich andernorts bewährt haben.

2.2. Beschaffung der Brennstoffzelle

Neben dem Preis war die Akzeptanz des Energieträgers beim Benutzer ein Argument. Das sprach gegen die ursprünglich vorgesehene Wasserstoff-Brennstoffzelle. Dagegen sprach auch der Preis. Für die gewählte Methanol-Brennstoffzelle sprach auch der Lieferant, die Firma Steca. Sie ist einer unserer Lieferanten für „Balance-off-Systeme“ (BOS). Die Beschaffung der Brennstoffzelle SFC 25 im Jahre 2003 war trotzdem nicht ganz unkompliziert, weil sie noch nicht frei erhältlich war. Aufgrund technischer Probleme wird jetzt das neu entwickelte stärkere und besser geeignete Modell SFC A50 R eingesetzt (Beschreibung siehe Jahresbericht 2004). Die Version SFC A50 R ist eine speziell für autonomen Einsatz hergerichtete autonome Energieversorgungseinheit. Damit sie Tieftemperaturtauglich ist, wurde sie in eine Isolationsbox eingebaut und der Wärmespeicher optimiert. Dieses etwas prototypmässig aussehende Gerät (siehe Bericht LHG) wurde anfangs 2006 durch eine SFC A50 R ersetzt (Nr. 4). Dieses Modell ist bereits in einem Feldtest für eine Funkanlage im Einsatz (2.5.).

2.3. Feldeinsätze der Methanolbrennstoffzelle SFC A50 für den Einsatz als elektrische Energiequelle in Pegelmessstationen der Landeshydrologie im Jahre 2006

2.3.1. Die neue Brennstoffzelle SCF A50R

Ende Januar 2006 wurde das neue Gerät SFC A50R (Nr. 4) geliefert. Damit konnten Labor- und Feldversuche durchgeführt werden. Die neue FC-Version Nr. 4 für Standorte mit tiefen Temperaturen hat eine zusätzliche Isolation und einen grossen Aussentank. Die Brennstoffzelle selbst ist nun gut isoliert. Die Abwärme wird über einen sekundären Kühlkreislauf mittels Lüfter an der Aussenseite der Brennstoffzelle an die Umgebung abgeführt. Der Tank wird nun durch einem externen Sensor überwacht.

Die nun bereits dritte Brennstoffzelle wurde vom Hersteller direkt an die LHG geliefert. Weiter sind drei FC in vergleichbarem Einsatz in Deutschland (2) und Österreich. Zwei sind in Pegelstandsmessungen eingesetzt, eine als Stromversorgung kombiniert mit PV für einen Feuerwehr-Funkumsetzer (FC Nr. 3 von Steca - siehe Jahresbericht 2005). Es ist aber unklar, wie stark die FC bei diesen Anwendungen wirklich beansprucht wird.

2.3.2. Feldeinsätze

Die Feldeinsätze wurden an Orten durchgeführt, die vom Spezialisten der LGH regelmässig erreicht werden konnten.

2.3.3. Feldeinsatz Wiler (BE)

Ab März 2006 wurde die neue FC A50R in Wiler an der Pegelstandmessstation Limpachmündung eingesetzt. Die FC wurde als alleinige Stromversorgung eingesetzt. Die Landeshydrologie hat ein Interesse FC-Stromversorgungen für längere Perioden einzusetzen.

Im Verlauf der 2 ½ - monatigen Betriebsdauer traten zwei Unterbrüche auf:

- April: Anzeige von fehlendem Prozessmedium
- Ende April: Anzeige Tankpatrone leer, obwohl noch ½ Tank voll war.

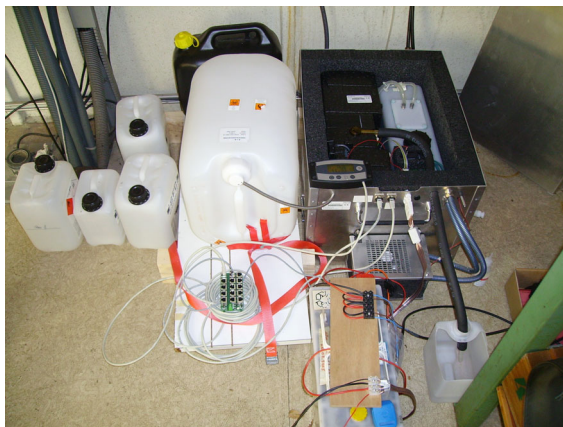
Diese Fehler wurden an den Hersteller SCF gemeldet!

Die Messung wurde dann im Mai unterbrochen, um an einem weiteren Standort zu messen.

2.3.4. Feldeinsatz Ittigen (BE)

Von Juli bis Oktober 2006 wurde die Stromversorgung in die Messstation in Ittigen versetzt. Ziel war wiederum ein Dauerbetrieb und das Studium allfälliger Ausfälle. Im Juli gab es wiederum einen Systemausfall, diesmal aufgrund zu hoher Raumtemperatur. Dieser Ausfallgrund ist nachvollziehbar (überdurchschnittlich heisser Monat). Allerdings startete die FC nicht mehr selber auf.

Der Aufstartprozess gestaltet sich schwierig, weil es nach längeren Stillständen immer wieder Luft in der Methanol-Zuleitung hat. Diese darf aber nicht mit Druck auf die FC kommen (Vorgabe Hersteller). Das ist ein Problem, ist es doch gerade der intermittierende Betrieb, der uns interessiert.



Versuchsanordnung in der LGH in Ittigen



Wasserstandsmessung Limpachmündung

2.3.5. Bilanz Feldeinsätze: Wiler und Ittigen:

- Das Modell SFC A50R (Nr. 4) läuft besser als die Vorgänger. Der Dauerbetrieb ist aber immer noch ungenügend.
- Die Betriebsdaten der FC Nr. 4 sind von März bis 1.11. 2006: 10'975 Wh/ 1'293 h!
- Für den Standort Sachseln wird eine neue FC (Nr. 5) evaluiert.
- Wir klären mit dem Hersteller ab, wie hohe Temperaturen gemeistert werden können.
- Das Anfahren nach längeren Stillstandsphasen ist problematisch und braucht Fingerspitzengefühl.
- Sporadisch kommt die Störungsmeldung "Prozessmedium fehlt" bei allen Jahreszeiten und Umgebungsbedingungen
- Einmal angelaufen, funktioniert die SFC A50R gut.
- Es sollen längere Intervallphasen und tiefere Zyklen (14,1 V bis 11,8 V) mit der Batterie gefahren werden. Dazu muss noch eine Testkonfiguration erarbeitet werden.

- Die FC SFC A50 wird im Winter wieder im Feld betrieben, um die Auswirkung tiefer Temperaturen zu erfassen.

2.3.6. Feldeinsatz Vuippens Château

Ziel dieses Feldeinsatzes war der Winterbetrieb bei tiefen Aussentemperaturen. Ziel war es, die SFC A50 als alleinige Stromversorgung zu benutzen. Bereits am ersten Betriebstag (14. Dezember 2006, 21.15 Uhr) fiel die SFC A50 aus. Es wurde ein "Fehler" gemeldet, der aber auch mittels Handbuch nicht verifizierbar ist. Die Aussentemperatur betrug minus 5 Grad und das Abwasser war gefroren, das Display vereist. Das Innere der FC war nicht gefroren, was für die Isolation spricht. Die Anlage arbeitete weiter, bis die Batterie (Sekundärbatterie) entladen war.

2.3.7. Einsatz im Labor der LHG

Zurück im Labor der LHG in Ittigen hat die SFC A50 wieder mit 1.8 – 4 A / 14 V geladen. Die Nennleistung von 50 Watt wird also noch erreicht. Einzig das Signal des Tanksensors (Tank leer) wird nicht mehr richtig verarbeitet.



Laboranordnung Methanol-Brennstoffzelle SFC A50 bei der LHG nach dem Feldeinsatz in Vuippens Château.

Bis zum 29.1. 2007 hat die SFC A50 12'335 Wh in 1'343 h produziert.

2.3.9. Funksender Strassberg: Autonome Stromversorgung mit Photovoltaik und Brennstoffzelle

Im Sommer 2005 konnte eine komplette autonome Stromversorgung mit Brennstoffzelle und PV-Generator mit Batteriepufferung im Feld in Betrieb genommen werden. Die Stromversorgung versorgt einen Funksender für Notrufsignale der örtlichen Feuerwehr. Die Anlage steht in der Nähe von Strassberg auf einer Anhöhe der Schwäbischen Alb. Das ist in der Nähe von Albstadt/ Ebingen in Süddeutschland.



Ein 400 Wp Solarfeld + die SFC A50 und eine [12V@200Ah](#) Batterie versorgen die Funklast mit einer Dauerleistung von 8W und Spitzenleistungen von 25W, die mehrmals täglich unterschiedlich oft und unterschiedlich lang auftreten können. Die Autonomie beträgt damit ca. 7 Tage und im Winter ist die Anlage für den reinen PV-Betrieb eher knapp ausgelegt. Die Brennstoffzelle arbeitet als Sicherheitsback-up Generator und wird eigentlich nur während den Wintermonaten gebraucht. Über den Steca Tarom 235 und den Steca PA15 wird die Brennstoffzelle automatisch gestartet, wenn ein Ladezustand von 40% erreicht ist, sie wird wieder abgeschaltet, wenn 50% SOC erreicht sind. Die Zelle soll nicht dazu dienen, die Batterie voll zu laden, weil dies mit 5A Ladestrom bei einer 200Ah Batterie zu lange dauern würde.



Komponenten der Funkanlage mit Stromversorgung:

Linke Seite des Kastens:

- Funkanlage (links oben)
- Zubehör (links mitte)
- Methanoltanks je 5 Liter (links unten)

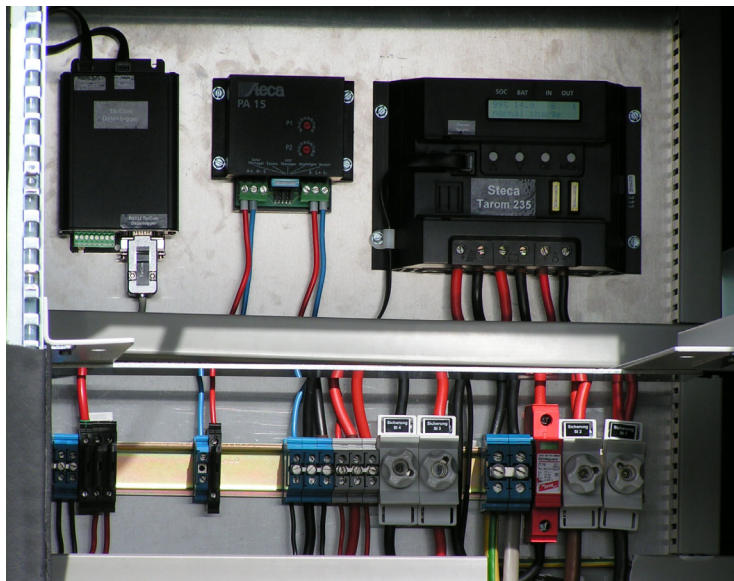
Rechte Seite des Kastens:

- Systemmanager mit Solarregler TAROM 235 mit Abdeckung (rechts oben)
- Verdrahtung und 2 Batterien Bleigel (mitte rechts)
- Brennstoffzelle (links unten)

Die Methanoltanks sind etwas erhöht gegenüber der Brennstoffzelle platziert.

Autonome Stromversorgung mit Funkanlage

Zunächst gab es Probleme mit der Brennstoffzelle, weil sie nicht gestartet ist und der Flüssigkeitshaushalt in der Anlage nicht optimal geregelt war (siehe auch Bericht Versuchsanlage der LHG in Ittigen). Nach einigen Nachbesserungen läuft die Anlage aber. Die Probleme der Zelle waren hauptsächlich auf die Konstellation und Anordnung der Tanks zurückzuführen (siehe auch Foto).



TAROM 235 -Systemmanager mit Datalogger

Systemmanager mit Datalogger:**Obere Reihe:**

- Steca Datalogger mit Schnittstelle (links oben)
- Steuerelektronik Steca PA 15 zum Einschalten der Brennstoffzelle (mitte oben)
- Systemmanager Steca TAROM 235 mit LC-Display und Solarregler 35 A/ 12 V mit Tiefentladeschutz 12V / 35 A.

Untere Reihe:

Anschlussklemmen für Solarmodule, Batterien und Verbraucher; Sicherungen und Dehn - Überspannungsschutz.



Der beiliegende Datensatz aus der Funkanlage zeigt die Funktion der Brennstoffzelle. Zum Test waren im Zeitraum die Solarmodule abgeschaltet (Grün – Batteriespannung/ Schwarz - Ladezustand der Batterie/ Lila – Laststrom/ Rot – Batteriestrom). Man sieht schön, wie die Brennstoffzelle immer wieder anspringt, wenn der Batteriestrom (rot) positiv wird. Sie tut dies, um sich selbst am Leben zu halten. Aufgrund der großen Batterie mußte die Brennstoffzelle nicht komplett nachladen, was sie in dieser Konfiguration auch nicht muss. Sie ist nur als Hilfs-Backup da. Die eigentliche Nachladung machen die Solarmodule.

Dank der engen Zusammenarbeit mit Steca AG und der Integration der "Stromversorgung für den Funksender Strassberg" konnte ein erster Feldtest integriert werden, wie er als Projektziel avisiert ist.

2.3.10. Vier weitere SFC A 50 für Meteodaten und Pegelmessungen

Aufgrund der doch eher ernüchternden Resultaten mit den Stromversorgungen für die Pegelmessungen haben wir Kontakt mit zwei weiteren Anwendern gesucht. Diese haben insgesamt vier Geräte im Einsatz. Zwei der Geräte im hydrometrischen Einsatz in Sachsen zeigten auch die in der Schweiz festgestellten Probleme beim selbständigen Wiederanfahren. Ein drittes Gerät in Sachsen im Laboreinsatz arbeitete befriedigend.

Eine in Koblach (A) für Meteodaten eingesetzte SFC A 50 fror im Winter ein.

2.3.11. Schlussfazit Probetrieb:

- Offensichtlich ist das Anfahren nach langer Pause ein für die SFC A 50 Problem!

- Der „offene Aufbau“ von Methanoltank und Brennstoffzelle ist nicht stabil.
- Sobald Luftbläschen in der Zuleitung vom Tank sind (kleines Röhrchen mit Bogen), kommt die Störungsmeldung "Tankpatrone" leer – ev. Bläschensensor ungenügend!
- War ev. die Luft zu kalt startete die SFC A50 im Feld unter 0°C nicht mehr. Aber im Labor bei Raumtemperatur ging's wieder.
- Bei günstiger Konfiguration wie dem Funksender Strassberg kann die autonome Stromversorgung mit PV-Modulen und der SFC A 50 wie geplant arbeiten.

Erfahrungen mit den Brennstoffzellen SFC A25 (2003/ 2004) und A50R (2005) und A 50 (2006) zeigen ungenügende Praxisstauglichkeit. Die Systeme werden auf kleiner Flamme weiterverfolgt. Dies zusammen mit Steca (D) und dem Hersteller SFC. Die 2007 neu lancierten Geräte machen einen deutlich besseren Eindruck. Der externe Methanoltank ist hier serienmässig vorgesehen. Obwohl die Geräte stark beworben werden, sollte die Eignung im Dauereinsatz sorgfältig abgeklärt werden. Es ist zu erwarten, dass die Probleme beim Selbstanlauf kleiner sind. Ob das Problem des „Einfrierens“ bei tiefen Temperaturen gelöst ist, ist unwahrscheinlich. In diesem Falle ergibt sich eine Einschränkung der Anwendungsmöglichkeiten.

Aufgrund der interessanten Applikation und der unbefriedigenden Funktion aller vier getesteten Brennstoffzellen von SFC hat die Landeshydrologie ein vergleichbares Gerät bei der Fachhochschule Biel in Auftrag gegeben.

2.3.12. PemPac50 – tragbare Brennstoffzellenstromversorgung (Auszug aus Projektbeschreibung)

"Das Bundesamt für Umwelt möchte für die Energieversorgung von dezentralen Messstellen zukünftig ein Brennstoffzellensystem einsetzen. Im Rahmen einer Semester- und Diplomarbeit soll eine tragbare Brennstoffzellen-Stromversorgung mit einer Dauerleistung von 50 W aufgebaut werden. Hierfür ist ein HTI - Stack nach Typ IHPOS mit 5-10 Zellen in PEM - Technologie aufzubauen. Die Betriebsspannung soll 24 V betragen, was für LHG Anwendungen ideal ist. Dieser wird mit Umgebungsluft und Wasserstoff betrieben, wobei der Wasserstoff entweder in Metallhydriden oder in Druckflaschen mitgeführt wird. Zur Verbesserung der Dynamik sind parallel zur Brennstoffzelle entweder Super-Caps oder Batterien zu schalten. Darüber hinaus soll eine komplette Steuerung und Überwachung des Systems aufgebaut werden. Dafür wird ein Pflichtenheft erstellt. Das Resultat sollte Ende 2007 vorliegen.

3. Nationale Zusammenarbeit

Schwerpunkt der nationalen Zusammenarbeit ist die Zusammenarbeit mit der LHG. Der Kontakt mit der Fachhochschule Bern, HTA Biel Abteilung „Mechatronik“ wurde intensiviert (siehe oben).

Im Rahmen der laufenden Projektarbeiten mit autonomen Stromversorgung werden die Vor- und Nachteile der Brennstoffzelle mit verschiedenen Anwendern diskutiert. Das Interesse an den Möglichkeiten von Brennstoffzellen ist hoch. Für praktische Anwendungen ergeben sich aber nur selten konkrete Projekte und Anfragen. Einer der Gründe ist sicher, dass wir im Verlauf des Projektes zurückhaltender informiert haben.

4. Internationale Zusammenarbeit

Die Zusammenarbeit konzentrierte sich auf die beiden deutschen Lieferanten mit dem Ziel eine Brennstoffzelle zu erhalten, die praxistauglich ist. Dank der engen Zusammenarbeit mit Steca AG und der Integration der "Stromversorgung für den Funksender Strassberg" konnte ein erster Feldtest integriert werden, wie er als Projektziel avisiert ist.

5. Schlussfazit

Brennstoffzellen im Kleinleistungsbereich sind eine Nischenanwendung mit Einbezug der Photovoltaik. Im vorliegenden System erwarten wir, dass die Photovoltaik kostengünstig ist, weil sie hilft, die Membrane der Brennstoffzelle länger zu betreiben. Dazu wird der Nachschubzyklus an Treibstoff verlängert, was ebenfalls Kosten spart. Vergleichbare Projekte grösserer Leistung zeigen dies. Die Brennstoffzelle ihrerseits erlaubt solare Stromversorgungen an Orten, die bisher nicht möglich waren. Ein zuverlässiger Betrieb der Brennstoffzelle ist dabei aber Bedingung. Hier sind die Fragezeichen auch 2006 nicht ausgeräumt.

Die Arbeit mit der SFC-Brennstoffzelle erwies sich als sehr mühsam. Statt sich auf den Systemaspekt zu konzentrieren, haben wir uns primär mit der Brennstoffzelle und deren näheren technischen Umgebung beschäftigt. Dabei haben uns die beiden Lieferanten SFC und Steca gut unterstützt. Mit jeder der vier verbesserten Geräte hat sich das Einsatzspektrum erweitert. Für den Einsatz in einer unbeheizten autonomen Stromversorgung ohne automatische Überwachung und Zugang im Winter war die Brennstoffzelle aber noch nicht geeignet. Insbesondere die Minustemperaturen ergeben eine erhebliche Einschränkung des Anwendungsspektrums.

An den Schulungen "Autonome Stromversorgungen" von Muntwylers SolarAkademie 2003-2007 und Fachmessen wie Ineltec 2005 wurde die Stromversorgung mit Brennstoffzelle vorgestellt. Sie stiess jeweils auf reges Interesse. Konkrete Anwendungen ergaben sich aber keine, was auf ein geringes Anwendungspotential schliessen lässt. Die Markterschliessung dürfte also nicht so einfach sein.

Die Anwendung als Stromversorgung für Wasserstandsmessgeräte etc. hat Potential. Die Beschaltung im Rahmen einer autonomen PV-Anlage hat sich bewährt. Die ursprünglich vorgesehenen Komponenten (Steca TAROM-Solarregler) sind geeignet. Damit das Anwendungspotential umgesetzt werden kann, muss die Brennstoffzelle stabiler funktionieren. Es ist geplant eine neue Zelle auf den Frühling 2008 anzuschaffen.

Parallel dazu hat die Landeshydrologie (LHG) mit der Fachhochschule Biel die Entwicklung einer autonomen Brennstoffzelle aufgenommen. Sie würde die SFC-Zelle ersetzen.

6. Referenzen/ Literaturangaben (Auszug):

- *Muntwylers SolarHandbuch*, 11. Auflage, S. 29 ff., Urs Muntwyler, Bezug: Solarcenter Muntwyler, Postfach 512, 3052 Zollikofen
- *Kursunterlagen „Solahart-Schulungstag“*, 21. März 2002, Bezug: Solarcenter Muntwyler
- *Praxis mit Solarzellen*, Urs Muntwyler, S. 79, 6. Auflage, Franzis-Verlag München
- *PV Fuel Cell Hybrid Systems Possible Applications and Limits*, Michael Müller/ Oliver Freitag/ Urs W. Muntwyler, Hybridkonferenz Kassel, September 2003
- *Datenblatt SFC A50 R autarke Energieversorgungseinheit*, SFC AG, 2005
- *Infoblatt "Solarladeregler COOL MAX"*, Solarcenter Muntwyler, Februar 2006
- *Diplomarbeit PemPac HTA Biel* 2006

Urs Muntwyler

Anhang

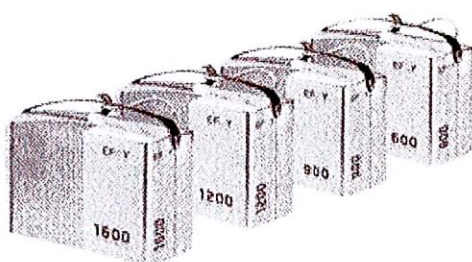
Auszug aus der website SFC

Produkte

Mobile Energie für den Alltag

SFC Smart Fuel Cell, weltweit führender Anbieter von mobilen Brennstoffzellen, brachte als erstes Unternehmen voll kommerzialisierte Brennstoffzellen für eine Vielzahl von mobilen Anwendungen auf den Markt.

Die EFOY-Brennstoffzellenfamilie ist das jüngste Produkt der SFC Smart Fuel Cell. Mit ihr präsentiert der Technologie- und Marktführer für Brennstoffzellen zur mobilen, netzfernen Energieversorgung die konsequente Weiterentwicklung der erfolgreichen SFC A50 Brennstoffzelle. Nun können Endverbraucher und Industrieanwender zur Versorgung ihrer elektrischen Verbraucher zwischen drei Brennstoffzellen mit unterschiedlichen Leistungsstärken wählen: EFOY 1600, EFOY 1200, 900 und EFOY 600 (mit einer Leistung von 1,6 kWh, 1,2 kWh bzw. 0,6 kWh pro Tag). Damit wurde in der EFOY 1600 auch ein weiterer bedeutender Leistungsanstieg von 33 Prozent gegenüber dem Vorgängermodell realisiert.



Gewicht, Geräuschemission und Treibstoffverbrauch der EFOY-Brennstoffzellen wurden weiter reduziert. Die neuen EFOY-Brennstoffzellen sind zudem mit interaktiver Fernbedienung und verbesserter Software noch benutzerfreundlicher.

In der EFOY-Produktfamilie hat SFC eigene Erfahrungen und Kundenanregungen aus drei Jahren Einsatz von SFC-Brennstoffzellen in den unterschiedlichsten Anwendungen umgesetzt. Das Ergebnis sind vier Produkte mit unterschiedlichen Leistungsstärken, wobei jedes eine perfekte Rundum-Sorglos-Energielösung darstellt.

Ausdruck findet diese neue Dimension des Energieversorgungskomforts im innovativen Design der neuen EFOY-Brennstoffzellen sowie im neuen EFOY-Markenauftritt, der alle Produkte und Werbemaßnahmen begleitet. Das EFOY-Produktlogo steht für die einzigartige Kombination der Vorteile der EFOY-Brennstoffzelle, die SFC-Kunden kennen und schätzen gelernt haben: leise, leicht und umweltfreundlich produzierter Strom wann und wo auch immer man ihn braucht; und das alles unabhängig von Wind und Wetter, vollautomatisch und komplett wartungsfrei.

EFOY
ENERGY FOR YOU

Mit der innovativen EFOY-Produktfamilie setzt SFC seinen großen Markterfolg mit mobilen Brennstoffzellen für Freizeit-, Industrie- und Militäranwendungen fort. Die bewährten SFC-Brennstoffzellen liefern heute elektrische Energie für Reisemobile, Segelyachten, Ferienhütten, Verkehrsüberwachungssysteme, Observierungsstationen, Mess- und Frühwarnstationen, Leichtelektrofahrzeuge u.v.m. und ihre Zahl steigt stetig.

Technische Daten

Auf dieser Seite finden Sie technische Angaben zur EFOY-Brennstoffzellenfamilie

Gerät	EFOY 600	EFOY 900	EFOY 1200
			
Ladekapazität	600 Wh/Tag 50 Ah/Tag	900 Wh/Tag 75 Ah/Tag	1200 Wh/Tag 100 Ah/Tag
Nennspannung	12 V	12 V	12 V
Nennleistung	25 W	38 W	50 W
Nennstrom	2,1 A	3,1 A	4,2 A
Methanolverbrauch	1,1 l/kWh	1,1 l/kWh	1,1 l/kWh
Schalldruckpegel in 7 m Abstand	23 dB(A)	23 dB(A)	23 dB(A)
Gewicht	6,3 kg	6,4 kg	7,1 kg
Abmessung in cm (LxBxH)	43,5 x 20,0 x 27,6	43,5 x 20,0 x 27,6	43,5 x 20,0 x 27,6
Einbauraum in cm (LxBxH)	51 x 35 x 30 (minimal)	51 x 35 x 30 (minimal)	51 x 35 x 30 (minimal)
Empfohlene Batterien	12 V Blei- Akkumulatoren (Blei-Säure od. Blei-Gel)	12 V Blei- Akkumulatoren (Blei-Säure od. Blei-Gel)	12 V Blei- Akkumulatoren (Blei-Säure od. Blei-Gel)