

Construction of Improved HT-PEM MEAs and Stacks for Long Term Stable Modular CHP Units

CISTEM

FCH JU GA No.: 325262

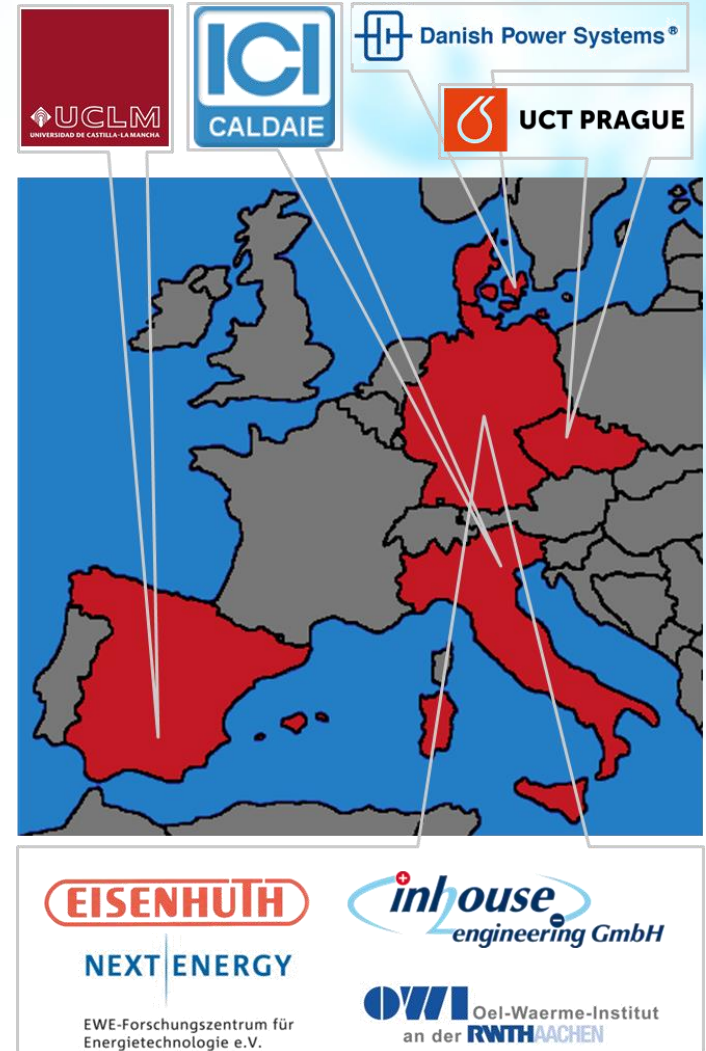


Peter Wagner
NEXT ENERGY

www.project-cistem.eu

PROJECT OVERVIEW

- Call topic: SP1-JTI-FCH.2012.3.5
- Application Area:
Stationary CHP systems
- 1st June 2013 - 31st May 2015
- Total budget: 6,097,180 €
- FCH JU contribution: 3,989,723 €
- Vision: Development of a new HT-PEMFC based CHP technology with high efficiency and long lifetime
- Stage of implementation: 80 %



PROJECT TARGETS AND ACHIEVEMENTS

Programme objective/target	Project objective/target	Project achievements to-date	Expected final achievement
MAIP			
Operational CHP unit between 5 and 50 kW power	Modular CHP design with stack modules, consisting of two 4 kW stacks and one reformer in a H-i-L environment	Determination of design criteria Accomplishment of short stack testing Full stack set up and tests in progress Fuel processor completed	100%
Lifetime > 20,000 h	Extended lifetime improvement of up to 40,000 h	Long term testing through constant load and in ASTs show promising results.	20,000 h 100% 40,000 h 75%

PROJECT TARGETS AND ACHIEVEMENTS

Programme objective/target	Project objective/target	Project achievements to-date	Expected final achievement
MAIP			
Electrical Efficiency > 40%	Increase of electrical efficiency to 45% with an overall efficiency of 90%.	<p>42% gross electrical efficiency calculated through better heat recovery</p> <p>Further improvement through 30% O₂ enriched cathode air is expected in final operational testing (already shown on single cell level).</p> <p>Improvement through operational strategy</p>	<p>100% for targeting above 40%</p> <p>75% for targeting 45% efficiency</p>

PROJECT TARGETS AND ACHIEVEMENTS

Programme objective/target	Project objective/target	Project achievements to-date	Expected final achievement
AIP			
Increased knowledge on degradation and failure mechanisms	MEA and BPP degradation	Accelerated stress testing on MEAs to access lifetime predictions	100 %
PoC prototype modular CHP system based on HT-PEM technology	Realization of one module, consisting of two 4 kW HT-PEM stacks and one reformer, in a H-i-L- environment	Short stack has been designed. BoP component specifications finished. BoP setup has started.	100 %

PROJECT TARGETS AND ACHIEVEMENTS

Components

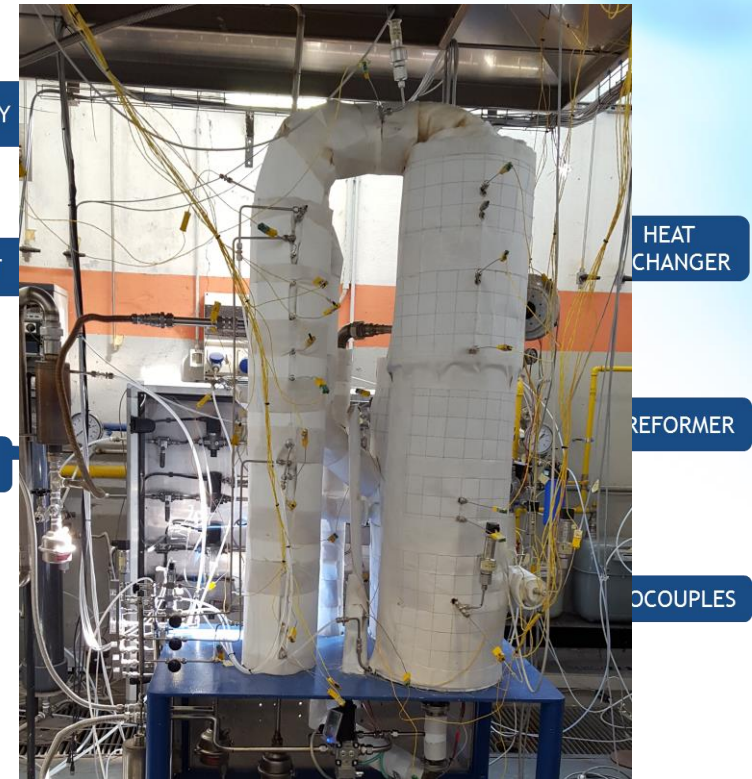
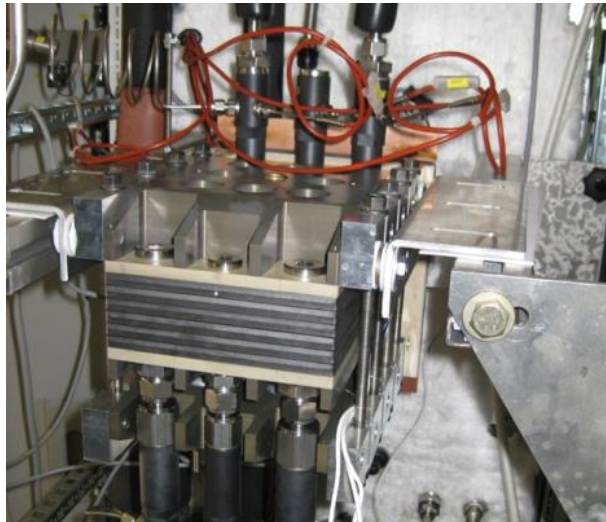
- MEA durability improvement through thermal treatment
- Degradation rate (DR) $< 4 \mu\text{V}/\text{h}$
- Voltage improvement:
 - 750 mV at $0.2 \text{ A}/\text{cm}^2$ and 670 mV at $0.5 \text{ A}/\text{cm}^2$
- Extended lifetime (10% V-loss):
 - $>40,000 \text{ h}$ (lowest DR achieved: $-0.9 \mu\text{V}/\text{h}$)
- New catalyst support based on SiCTiC

PROJECT TARGETS AND ACHIEVEMENTS

Balance of Plant (BoP)

- Short and full stacks
- Completion of new reformer

Short stack with degradation rate of $-5.4 \mu\text{V/h}$ (@ 0.3 A/cm^2 , after 1,200 h, H_2/air)



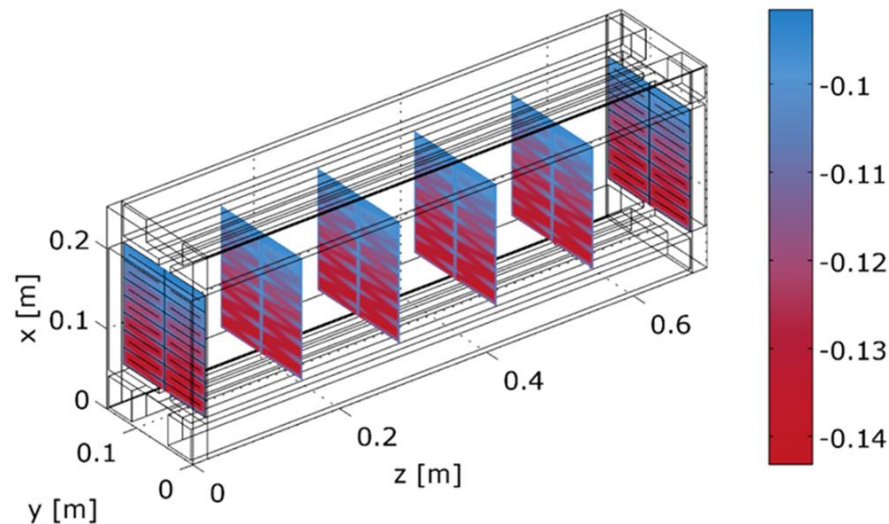
PROJECT TARGETS AND ACHIEVEMENTS

System

- CHP evaluation system set-up in progress

Modelling

- Mathematical 3D model: 100 cell, stationary



Cell averaged overvoltage [V] in FC stack at current density of 0.3 A/cm^2

PROJECT TARGETS AND ACHIEVEMENTS

Next steps

- Finishing of set-up of CHP evaluation unit
- Completion of FC stack model
 - 3D dynamical model of HT-PEM FC stack
- Start of operational tests

RISKS AND MITIGATION

- > 45 % electrical efficiency is critical to achieve
 - 42% gross electrical efficiency calculated through better heat recovery in system design
- Remedial action:
 - Further improvement through O₂ enriched cathode air is expected in final operational testing (shown on single cell level)
 - Improvement through operational strategy

SYNERGIES WITH OTHER PROJECTS AND INITIATIVES

- **Co-funding at national level:**
 - **UCTP** has received a grant provided by the Czech Ministry of Education, Youth and Sports (No. 171/2007 Sb. to the ACT No. 130/2002 Coll)
- **Interactions with EU-level projects** (past & present)
 - **DEMMEA** (GA No. 245156)
 - **DEMSTACK** (GA No. 325368)
- **Planned interactions with other FCH JU/EU projects:**
 - **CleargenDemo**
 - **Demcopem**
 - **POWER-UP**

HORIZONTAL ACTIVITIES

- Number of Bachelor- and Master-Thesis: 4
- Expert-Workshop will be organized as side-event of the Hydrogen Days 2016 in Prague.
- General public awareness:
 - Hzwei-Magazine: 01-2014 and 04-2015

UPP FÜR USB-GERÄTE



wicklung zu werden. Wenn dort bisher schon Unterbre-
chen wie die 700W AC und der Bräunler Institut für
Kompetenz in Automobilbau (IKAM) stattet, plant jetzt
die 4. Einheit, welche von Wülfelberg, ständige Vertriebs-
tätigen GIGEL GmbH eine Ausweitung ihrer Aktivitäten
in Sachen-Elektro, Gemeinsam mit der Elektrotechnik
und Logistik Fachhochschule (ELF) sowie der Völk-
sche PowerCell, die bereits im Oktober 2014 eine Ko-
operationsvereinbarung unterzeichneten, soll ein Batterie-
werkstatt von zwei Jahren im Produktionsstand für
Brennstoffzellen mit einer Leistung bis zu ein Kilowatt
erzielen. Geschäftlicher Bedarf GIGEL erwartet, dass in
zwei Jahren funktionsfähige Brennstoffzellen für Haus-
haaltsanwendungen oder Arbeitsplatz tragfähig werden.
Insgesamt sollen 3 Mio. Euro investiert werden. |

OWI BAUT AM BZ-KRAFTWERK

Neben dem Bau von großen Brennstoffzellenanlagen
im Leistungsbereich von bis zu hundert Kilowatt gibt es
auch die Möglichkeit, mehrere Kilowatt Systeme in mobil-
bare Baueinheiten zu kombinieren. Für die Realisierung einer
derartigen mobilen Konzept hat sich im Jahr 2013 ein
Konsortium international agierender Unternehmen zusam-
mengeschlössen. Gemeinsam werden die insgesamt acht
europäischen Unternehmen und Institute bis zu 20 kleine
Brennstoffzellenmodule mit jeweils 3 kW, zu einem mittel-
großen Kraft-Wärme-Kopplungsaggregat zusammengebaut
ein große Gebäude oder auch kleine Ortschaften mit Strom
und Wärme versorgen zu können. Unter Federführung der
E.ON-Energiegenossenschaft Next Energy sollen in diesem
COST/Altera-Projekt Hochleistungsbrennstoffzellenmodule
Brennstoffzellen (H2/FCK) zum Einsatz kommen,
die Wasserstoff nutzen, der wiederum aus Erd- oder Biogas
erzeugt oder per Elektrolyse aus überschüssigen Wind-
strom hergestellt wurde. Die auf der Insel angelegte E.ON-
Parkanlage, an dem neben der Industrieanlage GIGEL auch
die GIGEL-Unternehmen OWI und die Fachhochschule GIGEL &
Co. KG als deutsche Partner mitwirken, wird durch die Fuel
Cells & Hydrogen Joint Undertaking gefördert. |

GIGEL INVESTIERT IN BARLEBEN

Barleben bei Magdeburg befindet sich auf dem besten Weg,
zu einem weltweitem Zentrum für Brennstoffzellen-Be-

BATTERIETAG KRAFTWERK
NRW@ @Batteries

BATTERIETAGUNG 2014
24. - 26. März 2014 in Münster

www.battery-power.eu

Jetzt Buchen!



EU-Projekt kombiniert Entwicklungen CISTEM - Optimierter Einsatz von HT-PEM-Brennstoffzellen in KWK-Einheiten

Intelligente Brennstoff- und Smart-Grid-Systeme erfordern
ausgezeichnete Technologie, die Energieerzeugung
und -verteilung kombinieren. Vor diesem Hintergrund
wird im Rahmen des EU-Projekts CISTEM (Contracting
of Improved HT-PEM Micro and Smart Grid Energy
Modules - CIGM) eine auf Hochtemperatur-Polymer-
elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen (HT-PEM) basie-
rende Kraft-Wärme-Kopplungs-Technologie (KWK) entwik-
kelt, die eine elektrische Leistung von bis zu 100 kW liefert
kann. Neben der Stromerzeugung wird auch die von der HT-
PEM-Brennstoffzelle produzierte Wärme lokal oder per Fern-
wärme genutzt. Zudem wird die Folge auf die Brennstoff-
zelle flexibel angepasst, damit sie ebenfalls mit Wasserstoff
betrieben werden kann, der durch die Elektrolyse hergestellt
werden können, ab auch mit Erdgas betrieben werden kann.

Die MA-Ansatz ermöglicht, kombiniert mit der Aufstiegs-
leistung bis zu 100 kW, die Realisierung verschiedener Anwen-
dungen, und Klimabelastungen, welche die entsprechenden
entsprechenden Lastanforderungen erfüllen können. Mini-
Mittel- und Leistungsanforderungen. Somit kann sich die Neu-
erzeugung der KWK-Systeme entsprechend dieser Lastprofile
optimieren.

Eine Erhöhung der elektrischen Effizienz der Brennstoff-
zelle wird erreicht durch die Nutzung der Wasserstoff aus
den Elektrolyse, die normalerweise nicht genutzt wird, ab
auch durch die allgemeine Verbesserung der integrierten
Brennstoffzelle erreicht. Zusätzlich kann die Gesamter-
gebnisse durch die realistische Verwendung der pro-
duzierten Wärme nach der Prozessanpassung optimiert werden.
Letzteres wird durch die höhere Arbeitstemperatur der
HT-PEM Brennstoffzellen zwischen 160 und 180 °C möglich.

MAKROECONOMISCHES UMFELD IN DER VERWIRTSCHAFTUNG Ein Kenn-
zeichen von CISTEM ist die Charakterisierung der Makroökono-
mischen Rahmenbedingungen (MEA) bezogen auf die Lebensdauer
und die Leistungsentwicklung. Hierbei werden die F&E-Kosten
von Membranen, der Katalysator und auch der Aufbau der
MEA, systematisch und modelliert. Diese Informationen
weisen eine hohe Lebensdauer auf und zeichnen sich durch
Detailliertheit von weniger als 4 g/1000h Leaktage/elektrolyt
unter konstanter Last sowie bei Wasserstoff und Luft als
Betriebsgas aus. Diese Parameter sind in den Design-
spezifikationen von über 20000 Betriebsstunden erwer-
bungen werden diese werden MEA sind in kleinen Test-
Brennstoffzellenanlagen ab auch in vollwertigen Stack, die
in die endgültigen Module integriert werden. Auch Konzen-
tration für Bipolarplatten und Dichtungen vom Prototypen
KWK-Systemen werden getestet und optimiert.

ENERGIEEFFIZIENZENTWICKLUNGEN Mit einem Beispiels
test der HT-PEM, sowie mit weiteren Stack-Tests der
Technik sind im Rahmen des Projekts eine Vielzahl von
Experimenten durchgeführt worden, um Beispiel Leistungs-
kurven oder hochbelastbare Abstromprofile für Elektrolyse und
kleine Stack als Brennstoffzellen-Testzellen. Die Charak-
terisierung dieser Zellen erfolgt detailliert mit Hilfe von
Strom-Spannungskennlinien, Leistungscharakteristika
und unterschiedlichen Voltammetrie-Methoden. Diese ab-

10

EU-PROJEKT KOMBINIERT ENTWICKLUNGEN CISTEM - Optimierter Einsatz von HT-PEM-Brennstoffzellen in KWK-Einheiten

Die Grundlagen des Projekts ist eine kombinierte Entwick-
lung der Brennstoffzellen und der E-Werte-System Design.
Diese Kombination bietet die Möglichkeit einer optimierten
Brennstoffzellen-Technologie für die speziellen Anforderun-
gen einer KWK-Systeme in kleinen, Mittel- und Leistungs-
anforderungen zu entwickeln (s. Abb. 1). Zudem kann die
KWK-Systementwicklung die speziellen Vor- und Nachteile
dieser Technologie einbeziehen, um ein optimiertes Design
des Brennstoffzellen-Systems zu gewährleisten.



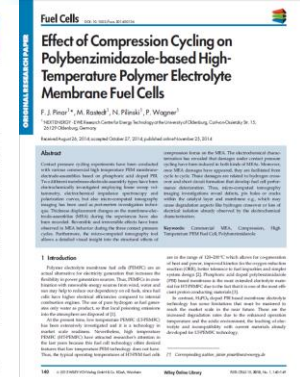
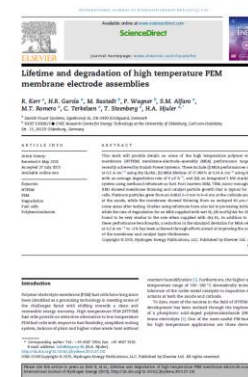
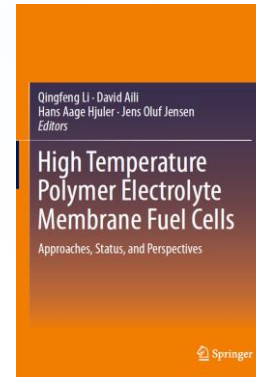
Abb. 1: Strukturdiagramm des Projekts CISTEM

Das Projekt CISTEM soll die Anwendbarkeit der HT-PEM
Technologie innerhalb von intelligenter KWK-Systemen (HT-
BIPV) nachweisen. Zu diesem Zweck wird ein KWK-System
mit einer Leistung von 100 kW, das in Demonstrationsanlagen
in einer H2-Umgebung (Erdgas in der Luft) installiert. Ein
KWK-System stellt Lufterzeugung in Kombination für die
Bipolar- und Wasserstoffsystem (z.B. einer Leistung mit
mehreren Hundertkilowatt) bereit. Das derzeit entwik-
kelte System wird ebenfalls an Brennstoffzellenstacks an-
gepasst, die jeweils aus zwei Stack mit jeweils 400 und
200 kW bestehen. Diese Strategie der Zusammenbauung
kleinerer Module bietet die Möglichkeit einer Anpassung der
KWK-Systemgröße an ein breites Spektrum von Leistungsanfor-
dern mit alternativen Leistungsanforderungen, zum Beispiel für ein
industrielle Gebäudeklima- oder Antriebsantriebsanwendung
Spezialanforderungen an die Energieerzeugung.

DISSEMINATION ACTIVITIES

- Paper & Proceedings: 17*

- Poster: 5*



- Presentations: 30* at conferences like EFCF, EFC, ECS, CARISMA, CIMTEC, etc.

- Fair-Attendance: Hannover Fair

Expocomfort Milano

*until October 2015

EXPLOITATION PLAN/EXPECTED IMPACT

- Main result beyond international SoA:
 - Low degradation rates & improvement of durability
- Achievements that allows progressing one step further to cost reductions:
 - Pt loading decreased in the MEA
 - Reduction of Pt/C waste during mass production
 - Optimization of the production capacity
- Main achievements with respect to TRL increase:
 - Implementation of quality control and specifications
(The standard deviation on a single cell and batch to batch variation is reduced down to 1 %)
- Exploitation:
 - Modular sizing of CHP units as market approach
 - Certification process of fuel processor is planned for 2016 with following commercialization

Thank you very much for your attention!



CISTEM

Construction of Improved HT-PEM MEAs and
Stacks for Long Term Stable Modular CHP Units



FCH-JU funding is widely appreciated.

(Grant agreement no: 325262)