

IEA Fortschrittliche Brennstoffzellen (AFC) Annex 33: Stationäre Applikationen

Arbeitsperiode 2014 - 2017 G. Simader

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

42/2017

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

IEA Fortschrittliche Brennstoffzellen (AFC) Annex 33: Stationäre Applikationen

Arbeitsperiode 2014 - 2017

DI Dr. Günter Simader
Österreichische Energieagentur

Wien, Juli 2017

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie

IEA FORSCHUNGS
KOOPERATION

Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage www.nachhaltigwirtschaften.at gewährleistet wird.

Dipl. Ing. Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------|--|----|
| 1. | Kurzfassung | 5 |
| 2. | Einleitung..... | 10 |
| 2.1. | Allgemeine Einführung in die Thematik | 10 |
| 2.2. | Ausgangssituation/Motivation des Projektes | 10 |
| 2.3. | Beschreibung des Standes der Technik in dem Forschungsgebiet | 12 |
| 2.4. | Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema | 19 |
| 2.5. | Kurzbeschreibung des Aufbaus (Kapitel) des Ergebnisberichts | 21 |
| 3. | Hintergrundinformation zum Projektinhalt | 22 |
| 3.1. | Darstellung des gesamten Kooperationsprojektes und Aufgabenstellung des Österreichischen Teilprojektes im Task/Annex..... | 22 |
| 3.2. | Beschreibung der österreichischen Kooperation..... | 24 |
| 4. | Ergebnisse des Projektes..... | 24 |
| 4.1. | Beschreibung der Ziele der internationalen Kooperation und des nationalen Beitrags zur Zielerreichung..... | 24 |
| 4.2. | Projektergebnisse..... | 25 |
| 4.3. | Veröffentlichung der Task-/Implementing Agreement-Ergebnisse | 33 |
| 5. | Vernetzung und Ergebnistransfer | 35 |
| 5.1. | Darstellung der österreichischen Zielgruppe, für die die Projektergebnisse relevant sind .. | 35 |
| 5.2. | Einbindung der relevanten Stakeholder in das Projekt..... | 36 |
| 5.3. | Beschreibung der Relevanz und des Nutzens der Projektergebnisse | 37 |
| 5.4. | Evaluierung der laufenden größeren Demonstrationsprojekte..... | 38 |
| 5.5. | Identifizierung von Nischenmärkten | 38 |
| 5.6. | Analyse der ökonomischen Voraussetzungen für die Markteinführung unter Berücksichtigung der regulativen Rahmenbedingungen | 39 |
| 6. | Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen..... | 40 |
| 6.1. | Erkenntnisse für das Projektteam (fachliche Einschätzung) | 40 |
| 6.2. | Fortführung der Arbeit durch das Projektteam – basierend auf den bisherigen Erkenntnissen | 41 |
| 6.3. | Relevanz der Projektergebnisse für anderen Zielgruppen bzw. Fortführung der diesbezüglichen Arbeit | 42 |
| 7. | Verzeichnisse..... | 42 |
| 7.1. | Literaturverzeichnis..... | 42 |
| 7.2. | Abbildungsverzeichnis..... | 43 |

| | |
|--------------------------------|----|
| 7.3. Tabellenverzeichnis | 44 |
| 8. Anhang..... | 44 |

1. Kurzfassung

a) Kurzfassung

Allgemein zum Projekt:

Das Hauptziel von Annex 33: Stationäre Applikationen ist die forcierte Technologieentwicklung von Schlüsselkomponenten und -systemen von Brennstoffzellen und in weiterer Folge die Unterstützung der Marktimplementierung durch die Analyse/Entwicklung der hierfür erforderlichen politischen Rahmenbedingungen/Instrumente bzw. dem Abbau existierender Implementierungsbarrieren.

In diesem Annex stehen die folgenden Tasks auf dem Programm:

- Evaluierung der laufenden größeren Demonstrationsprojekte
- Identifizierung von Nischenmärkten
- Analyse der verschiedenen möglichen Brennstoffe inkl. den Reformierungsanfordernissen
- Analyse der ökonomische Voraussetzungen für die Markteinführung
- Analyse der regulativen Rahmenbedingungen

In diesem Annex arbeiten derzeit folgende Länder mit: USA, Japan, Deutschland, Frankreich, Italien, Schweden, Schweiz, Dänemark, Australien, Israel und Österreich.

Die Annexdauer beträgt fünf Jahre und läuft von März 2014 bis Februar 2019.

Primäres Ziel dieses Projekts sind Untersuchungen, inwieweit zukünftige Systementwicklungen basierend auf der Brennstoffzellen-Technologie, die derzeit auf internationaler Ebene entwickelt werden, mit den österreichischen Vorgaben im Wärme- und Strommarkt einhergehen. Diese „neuen“ Rahmenbedingungen werden insbesondere durch Richtlinien und Verordnungen (Gebäude-Richtlinie, Ökodesign- und Labelling-Richtlinie, Energieeffizienz-Richtlinie, Erneuerbaren Energien Richtlinie, KWK-Richtlinie, etc.) der europäischen Union bestimmt.

Rolle der Österreichischen Energieagentur:

Von Seiten der Österreichischen Energieagentur liegt der Fokus auf Subtask 3. In diesem Subtask werden die geänderten Rahmenbedingungen, welche sowohl Chancen als auch Risiken für die weitere Umsetzung von Brennstoffzellen bilden, analysiert und im Falle von Barrieren Gegenstrategien bzw. Empfehlungen für Weiterentwicklung dieser Rahmenbedingungen abgegeben. Die relevanten gesetzlichen Vorgaben auf EU-Ebene sind:

- Richtlinie 2010/31/EU „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“
- Richtlinie 2012/27/EU „Energieeffizienzrichtlinie“
- Richtlinie 2009/28/EU „Erneuerbare Energien“

- Richtlinie 2010/30/EU „Energieverbrauchskennzeichnung von Produkten“
- Richtlinie 2009/125/EU „Ökodesign-Richtlinie“
- Richtlinie 2009/73/EU „Vorschriften für den Erdgasbinnenmarkt“
- Richtlinie 2009/72/EU „Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt“

Ergebnisse (Arbeitsperiode 2014-2017):

Die AEA hat die oben genannten Richtlinien im Hinblick auf positive aber auch negative Einflüsse auf die Marktdurchdringung von stationären Brennstoffzellen analysiert, aufbereitet und konkrete Verbesserungsvorschläge ausgearbeitet. Ebenso wurden die maßgeblichen Ansprechpartner unter Berücksichtigung der jeweiligen Interessensperspektive, mittels Portfolioanalyse identifiziert, um die erforderlichen politischen Rahmenbedingungen und Instrumente zu schaffen. Neben der Analyse der gesetzlichen Rahmenbedingungen wurden auch die Preisunterschiede der stationären Brennstoffzellenanwendungen zwischen Japan und der EU ausgearbeitet und gegenübergestellt. Diese Preisdifferenz lässt sich größtenteils wie folgt erklären:

- Japan als Brennstoffzellenzentrum: Die meisten Komponenten von stationären Brennstoffzellen werden entweder in Japan oder Südkorea erzeugt und von den in der EU ansässigen Herstellern „lediglich“ zusammengebaut und im Anschluss unter einem anderen Fabrikat verkauft – daher hohe Preisunterschiede
- Wesentlich höhere Sicherheitsanforderungen in der EU (daher auch höhere Herstellungskosten für z.B. Steuerung und Regelung der Brennstoffzellen)
- Die Installation der Brennstoffzellen erfolgt in Japan von Sub-Vertragsnehmern der lokalen Erdgasversorgungsunternehmen wie beispielsweise Tokio-Gas. Diese Unternehmen sind wirtschaftlich sehr eng mit dem Erfolg der Erdgasversorgungsunternehmen verflochten und sind deswegen mehr oder minder gezwungen, der durch die Erdgasversorgungsunternehmen vorgegebenen Richtung zu folgen, und somit mit sehr geringen Aufschlägen die stationären Brennstoffzellen zu installieren.

In diesem Zusammenhang ist auch das mehrjährige japanische Förderprogramm zu erwähnen, das durch die degressiven Fördermodelle Anreize für Kostensenkungsprogramme der Hersteller schafft, und maßgeblich zu einem stabilen Marktumfeld für die Brennstoffzellen-produzenten beiträgt.

Die Identifizierung von Nischenmärkten (gewerbliche Anwendungen) für die Anwendung der Brennstoffzellentechnologie erfolgte unter Berücksichtigung der aus den großen Brennstoffzellenförderprogrammen wie z.B. ENE.Farm (Japan) und PACE (EU) gewonnenen Erkenntnissen.

Diese Ergebnisse und viele weitere liegen in Form eines Berichts vor, welcher von der Österreichischen Energieagentur verfasst wurde und auf der AEA-Website heruntergeladen werden kann.

Zusätzlich zu diversen Publikationen wurden auch ein Workshop im Jahr 2015 und ein Seminar im Jahr 2016 bezüglich stationäre Brennstoffzellen von der AEA-durchgeführt. Anbei folgen Infos zu den Veranstaltungen (die Veranstaltungsdokumentationen mit den Präsentationen sind auf der AEA-Website abrufbar):

- Seminar: „International developments of stationary fuel cell systems“
- Workshop: “Fuel cells: Why is Austria not taking off?”

Des Weiteren gab es Anfang des Jahres 2017 auch eine Presseausendung bezüglich der Ergebnisse des Projektes.

b) Summary

General information about the project:

The main goal of Annex 32: Stationary applications is the technology development of key components and systems of fuel cells. Furthermore the market implementation of fuel cells by analysis/development of the necessary policy frame work (incl. necessary instruments) and the elimination of existing barriers.

The following tasks are foreseen in this programme:

- Evaluation of ongoing demonstration programmes
- Identification of niche markets
- Analysis of possible fuels (incl. renewables) and reformation requirements
- Analysis of economic requirements for a market implementation
- Analysis of necessary regulative frame conditions

Currently the following countries participate in this Annex: USA, Japan, Germany, France, Italy, Sweden, Swiss, Denmark, Australia, Israel and Austria.

The Annex runs five year, it started in March 2014 and it will run till February 2019.

Primary aims of this project are assessments, whether future system developments that are presently internationally investigated comply with Austrian laws and regulations in the heat and electricity market. These ‘new’ frame conditions were provided by EU directives and regulations (Buildings directive, eco-design and labelling directive, energy efficiency directive, renewable energy directive, CHP directive, etc.).

Role of the Austrian Energy Agency:

On the part of the Austrian Energy Agency, the focus is on Subtask 3. In this subtask, the changed framework conditions, which can be opportunities and risks for the further

implementation of fuel cells, are analysed and in the case of barriers, counterstrategies or recommendations for further development of these framework conditions will be given.

Results (Working period 2014-2017):

The AEA has analysed the relevant policy instruments/directives with regard to positive as well as negative influences on the penetration of stationary fuel cells, prepared and elaborated concrete suggestions for improvement. The relevant institutions were also identified to take into account the respective prospect of interest, in order to create the necessary political framework conditions and instruments. In addition to the analysis of the legal framework, the differences in the price of stationary fuel cell applications between Japan and the EU were also worked out and compared. This price difference can be explained as follows:

- Japanese fuel cell program: Most of the components of stationary fuel cells are either produced in Japan or in South Korea. Components of these countries are assembled by the EU-based manufacturers and subsequently sold under another brand – resulting in high price differences
- Significantly higher safety requirements in the EU (higher production costs for, e.g. control and operation of fuel cells)
- In Japan, the fuel cells are installed by subcontractors of the local natural gas supply companies, such as Tokyo-Gas. These companies are very closely intertwined with the success of the natural gas supply companies and are therefore more or less forced to follow the direction dictated by the natural gas supply companies. The installing of the stationary fuel cells takes place with very small surcharges.

In this context, the multiannual Japanese support program is also to be mentioned, which provides through a decline funding model, incentives for manufacturers' cost-cutting programs and contributes decisively to a stable market environment for the fuel cell producers.

The identification of niche markets for the application of fuel cells was another task of the project. In addition the effects on the market related to fuel cell delivery-programs, e.g. ENE.Farm (Japan) and PACE (EU) have been analysed.

These results and many more are presented in the form of a report prepared by the Austrian Energy Agency, which can be downloaded from the AEA website (Subtask 3 Annex 33 Report AEA 2017).

In addition to various publications, a workshop in 2015 and a seminar in 2016 on the topic of stationary fuel cells were also carried out by AEA. As follows information about the events and the event documentation can be found on the AEA-Website. The following events were

carried out:

- Seminar: "International developments of stationary fuel cell systems"
- Workshop: "Fuel cells: Why is it not taking off?"

In addition in 2017, there was also a press release concerning the results of the project by the end of the project.

2. Einleitung

2.1. Allgemeine Einführung in die Thematik

Die Brennstoffzellen-Technologie überzeugt insbesondere durch ihren hohen Gesamtwirkungsgrad bei der Strom- und Wärmeerzeugung. Während bei der Stromerzeugung in konventionellen Kraftwerken oft mehr als die Hälfte der Energie ungenutzt als Abwärme verlorengeht, produzieren Brennstoffzellen umweltschonend und hocheffizient gleichzeitig Strom und Wärme. Das verringert nicht nur Heiz- und Stromkosten, sondern führt auch zu hohen CO₂-Einsparungen. Dezentrale Brennstoffzellen-Systeme können somit als wichtiges Element einer zukunftsfähigen Energieversorgung gesehen werden.

Das Hauptziel von Annex 33 – Stationäre Applikationen - ist die forcierte Technologieentwicklung von Schlüsselkomponenten und -systemen von Brennstoffzellen und in weiterer Folge die Unterstützung der Marktimplementierung durch die Analyse/Entwicklung der hierfür erforderlichen politischen Rahmenbedingungen/Instrumente bzw. den Abbau existierender Implementierungsbarrieren.

2.2. Ausgangssituation/Motivation des Projektes

Ziel dieses Projektes war es zu untersuchen, inwieweit zukünftige Systementwicklungen basierend auf der Brennstoffzellen-Technologie, die auf internationaler Ebene entwickelt werden, mit den österreichischen Vorgaben im Wärme- und Strommarkt einhergehen/einhergehen. Diese „neuen“ Rahmenbedingungen wurden insbesondere durch Richtlinien (Gebäude-Richtlinie, Ökodesign- und Labelling-Richtlinie, Energieeffizienz-Richtlinie, Erneuerbaren Energien Richtlinie, KWK-Richtlinie, etc.) der europäischen Union bestimmt.

In den nachfolgenden Tabellen finden sich beispielsweise die Anforderungen für neue Wohngebäude (Stufenplan bis 2020) und für größere Renovierungen von Wohngebäuden bis zum Jahr 2020 gemäß Artikel 9(3) und Artikel 5(3) der Gebäuderichtlinie (2010/31/EU). Ausgehend von diesem „nationalen Plan“ – dieser präsentiert akkordierte Minimumanforderungen der österreichischen Bundesländer – wird die OIB Richtlinie 6: „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ angepasst, die wiederum als Basis für die zukünftigen Bauvorschriften der Bundesländer anzusehen ist.¹

¹ Die OIB-Richtlinien dienen als Basis für die Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften und können von den Bundesländern zu diesem Zweck herangezogen werden. Die Erklärung einer rechtlichen Verbindlichkeit der OIB-Richtlinien ist den Ländern vorbehalten.

Tabelle 1: Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz – Neubau (2014 – 2020)²

| | HWB_{max} [kWh/m ² a] | EEB_{max} [kWh/m ² a] | f_{GEE,max} [-] | PEB_{max} [kWh/m ² a] | CO_{2max} [kg/m ² a] |
|-------------|--|--|-----------------------------------|--|---|
| 2014 | 16 × (1 + 3,0 / t _c) | mittels HTEB _{Ref} | 0,90 | 190 | 30 |
| 2016 | 14 × (1 + 3,0 / t _c) | mittels HTEB _{Ref} oder | 0,85 | 180 | 28 |
| | 16 × (1 + 3,0 / t _c) | | | | |
| 2018 | 12 × (1 + 3,0 / t _c) | mittels HTEB _{Ref} oder | 0,80 | 170 | 26 |
| | 16 × (1 + 3,0 / t _c) | | | | |
| 2020 | 10 × (1 + 3,0 / t _c) | mittels HTEB _{Ref} oder | 0,75 | 160 | 24 |
| | 16 × (1 + 3,0 / t _c) | | | | |

Abkürzungen: HWB ... Heizwärmebedarf, EEB_{max} ... maximaler Endenergiebedarf, f_{GEE,max} ... Gesamtenergieeffizienz-Faktor, PEB_{max} ... maximaler Primärenergiebedarf, CO_{2max} ... maximale CO₂-Emissionen, mittels HTEB_{REF} ... Berechnungen des Heiztechnikenergiebedarfs basierend auf der Referenzausstattung; hinsichtlich weiterer Erklärungen wird auf OIB Richtlinie 6 verwiesen.

Tabelle 2: Mindestanforderungen an Gesamtenergieeffizienz – größere Renovierung (2014 – 2020)

| | HWB_{max} [kWh/m ² a] | EEB_{max} [kWh/m ² a] | f_{GEE,max} [-] | PEB_{max} [kWh/m ² a] | CO_{2max} [kg/m ² a] |
|-------------|--|--|-----------------------------------|--|---|
| 2014 | 23 × (1 + 2,5 / t _c) | mittels HTEB _{Ref} oder | 1,10 | 230 | 38 |
| | 25 × (1 + 2,5 / t _c) | | | | |
| 2016 | 21 × (1 + 2,5 / t _c) | mittels HTEB _{Ref} oder | 1,05 | 220 | 34 |
| | 25 × (1 + 2,5 / t _c) | | | | |
| 2018 | 19 × (1 + 2,5 / t _c) | mittels HTEB _{Ref} oder | 1,00 | 220 | 36 |
| | 25 × (1 + 2,5 / t _c) | | | | |
| 2020 | 17 × (1 + 2,5 / t _c) | mittels HTEB _{Ref} oder | 0,95 | 210 | 32 |
| | 25 × (1 + 2,5 / t _c) | | | | |

Abkürzungen: HWB ... Heizwärmebedarf, EEB_{max} ... maximaler Endenergiebedarf, f_{GEE,max} ... Gesamtenergieeffizienz-Faktor, PEB_{max} ... maximaler Primärenergiebedarf, CO_{2max} ... maximale CO₂-Emissionen, mittels HTEB_{REF} ... Berechnungen des Heiztechnikenergiebedarfs basierend auf der Referenzausstattung; hinsichtlich weiterer Erklärungen wird auf OIB Richtlinie 6 verwiesen.

Der geringere Heizwärmebedarf in neuen bzw. renovierten Gebäuden führt einerseits zu einem geringeren Endenergiebedarf, andererseits sinken auch die Heizlasten. Die Änderungen bedingen allerdings damit auch, dass die optimalen Systemkonfigurationen unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Lastprofile ermittelt werden müssen.

² OIB Dokument zur Definition des Niedrigstenergiegebäudes und zur Festlegung von Zwischenzielen in einem „Nationalen Plan“ gemäß Artikel 9 M(3) zu 2010/31/EU, Wien, Dezember 2012.

Weitere Rahmenbedingungen durch das Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz, KWK-Gesetz, sonstige Marktregeln Strom etc. werden ebenfalls berücksichtigt.

Auf den verschiedenen regulativen und ökonomischen Rahmenbedingungen aufbauend, werden Analysen durchgeführt, um ein mögliches Markteintrittsszenario für Brennstoffzellen-Anlagen für Österreich im internationalen Kontext zu skizzieren.

Brennstoffzellen-Systeme werden derzeit vorwiegend mit Erdgas bzw. Stadtgas betrieben. Die Untersuchungen sollen auch auf die Nutzung von Biomethan bzw. Ergas-/Biomethanmischungen ausgedehnt werden und darauf, inwieweit hier die Emissionen hinsichtlich CO₂ bzw. Primärenergiebedarf weiter gesenkt werden können.

2.3. Beschreibung des Standes der Technik in dem Forschungsgebiet

Vor dem Beginn des Projektes konzentrierten sich die internationalen Aktivitäten in der stationären Brennstoffzellentechnologie Bereich überwiegend auf den Hausenergiesektor. Es waren weltweit etwa 20 verschiedene Hersteller aktiv, wobei ausschließlich PEFC und SOFC Systeme³, sowohl als „vollständige“ Versorgungslösungen als auch als Beistelllösungen⁴ entwickelt wurden. Als Energieträger kamen im stationären Bereich insbesondere fossile Energieträger zum Einsatz. Ansatzweise wurden bereits auch biogene Gase für den Betrieb vorgesehen. Wasserstoff-basierte Systeme aus erneuerbaren Energieträgern – ebenfalls Schwerpunkte dieses Annexes – wurden *im stationären Bereich* vorwiegend im wissenschaftlichen Umfeld durchgeführt (aufgrund fehlender Rentabilität bzw. Anreizsenkungen).

Die internationalen Aktivitäten im Bereich der Brennstoffzellen konzentrierten sich vorwiegend auf den japanischen Markt. Dort aber auch in Südkorea, China und Teilen von Europa, wie Dänemark Italien und Norwegen, kamen diese insbesondere für die Stromversorgung (Dezentralisierung der Energieversorgung) bzw. für Back-up-Systeme (im Falle von Stromausfällen z.B in den äußerst wichtigen Telekommunikationsnetzen) zum Einsatz.

³ PEFC und SOFC sind die Abkürzungen für „polymer electrolyte membran fuel cells“ und „solid oxide fuel cells“.

⁴ Beistelllösungen sind Hybridsysteme zu einem bereits bestehenden bzw. vorhandenen energietechnischen System.

Indoor/Outdoor Solutions

- Dantherm Power offers modular customizable solution up to 10kW
- Multiple system configurations available
 - : Outdoor fuel cell with outdoor H₂ storage
 - : Indoor fuel cell with outdoor attached H₂ storage
 - : Indoor fuel cell with indoor H₂ storage
- Outdoor cabinets Mount on concrete pad
- All incorporates the ElectraGen™- H₂ 5kW or 1.7kW rack-mountable systems and steel or composite cylinders for H₂ storage



Example of an outdoor cabinet for fuel cell and outdoor fuel storage (10 kW / 90 kWh solution) - next to a shelter.



Example of an indoor fuel cell with indoor fuel storage (5 kW / 45 kWh solution).



Example of an indoor fuel cell with outdoor attached fuel storage (1.7 kW / 120 kWh solution).



Abbildung 1: Darstellung von Brennstoffzellenapplikationen (Quelle: Dantherm)⁵

In Tabelle 3 werden die Systeme, die im deutschen Callux Feldtest bzw. im japanischen ENEFARM Projekt⁶ zum Einsatz kamen, dargestellt. In Abbildung 2 wird der Stand 2016/Anfang 2017, präsentiert in Tokio, am Beispiel von Toshiba, abgebildet. Es kann davon ausgegangen werden, dass Toshibas Wettbewerber ähnliche Forschungsanstrengungen, Ziele und Resultate verfolgen. Mangels vorhandener Unterlagen der anderen Wettbewerber werden die Ergebnisse bzw. Fortschritte anhand der Präsentation von Toshiba dargestellt. Um den Fortschritt besser verdeutlichen zu können, wird der Status Quo zum Zeitpunkt des Ene-Farm und des Callux_Programmes in Tabelle 3 in Erinnerung gebracht.

Tabelle 3: Vergleich technologischer Kenndaten von Brennstoffzellen-Heizgeräten

| | Baxi Innotech | CFCL Limited | Hexis | Riesaar BZT | Vaillant | Panasonic | Toshiba | Eneos CT | Eneos CT |
|---------------------------------------|---------------|------------------|---------------|--------------|----------|---------------|--------------|---------------|-----------|
| Gerät | Gamma 1.0 | BlueGen | Galileo 1000N | inhouse 5000 | | ENE-FARM | ENE-FARM | ENE-FARM | |
| Technologie | NT-PEFC | SOFC | SOFC | NT-PEFC | SOFC | NT-PEFC | NT-PEFC | NT-PEFC | SOFC |
| Brennstoff | Erdgas | Erdgas | Erdgas | Erdgas | Erdgas | Erdgas | Erdgas | Erdgas | Erdgas |
| Geräte im Einsatz | ~ 100 | ~ 90 | ~ 80 | ~ 10 | ~ 10 | ~ 520 (2008) | ~ 750 (2008) | ~ 1250 (2008) | N.N. |
| max. elektrische Leistung | 1,0 kW | 1,5 kW | 1,0 kW | 5,0 kW | 1,0 kW | 0,75 kW | 0,7 kW | 0,75 kW | 0,7 kW |
| max. thermische Leistung | 1,7 kW | 0,61 kW | 2,0 kW | 10,0 kW | 2,0 kW | 0,94 kW | ~ 1 kW | ~ 1 kW | ~ 0,65 kW |
| max. elektrischer Wirkungsgrad | 0,32 | 0,6 (bei 1,5 kW) | 0,3 | 0,25-0,30 | 0,3 | 0,4 | 0,36 | 0,35 | 0,45 |
| max. Gesamtwirkungsgrad | 0,85 | 0,85 | 0,92 | 0,60-0,90 | > 0,8 | 0,9 | 0,86 | 0,85 | 0,87 |
| Lebensdauer (in VLH) | | > 20.000 | ~ 20.000 | | | 40.000-50.000 | ~ 40.000 | ~ 40.000 | |
| Degradation (pro 1.000 VLH) | | ~ 1 % | 1-2 % | ~ 1 % | | | | | |

⁵ Dantherm: Back-Up Power with Fuel Cells; Präsentation von Dantherm im Rahmen des Meetings in Wien“, Wien April 2015

⁶ Callux ist ein deutsches Programm mit dem Ziel, Brennstoffzellen-Heizgeräte zur Weiterentwicklung der technischen Reife von Brennstoffzellen bis hin zur Markteinführung zu entwickeln. NEDO ist ein ähnliches Programm, das in Japan durchgeführt wird; allerdings mit erheblich größeren Stückzahlen.

Abkürzungen: VLH ... Vollaststunden, NT-PEFC ... Niedertemperatur-Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzellen, SOFC ... oxidkeramische Brennstoffzellen

Aus Abbildung 2 werden Ausschnitte aus dem derzeitigen Stand (Ende 2016/Anfang 2017) ersichtlich. Die systemrelevanten Leistungsdaten beziehen sich auf die Anwendungsgebiete:

- Haushalte
- Kleine Gewerbebetriebe
- Kommerzielle Anwendungen (größere Anlagen)

Ebenso wird der Platzbedarf und die Erdbebenresistenz – also Anforderungen die eher auf den japanischen Märkten mehr Gewichtungsanteile im Hinblick auf die Einsatzentscheidung haben - angegeben.

| | | Residential | for small business | for commercial |
|-----------------|-------------------------------------|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| System Spec. | Rated Power (W) | 700W | 3.5kW/3.3kW ^{★1} | 100kW |
| | Electrical Effi. at rated operation | 55%LHV | 55%LHV | 50%LHV |
| | Total Effi. at rated operation | 95%LHV | 95%LHV | 95%LHV |
| | Hotwater supply temp. | 60°C | | |
| | Start up time (cold start) | 3 min. | 5 min. | 5 min. |
| | Ramp time (from min. to rated) | less than 1 min. | | |
| Control | Operation control | ·Hot water demand basis ·can be controlled by EMS | | ·Electrical demand basis ·by EMS |
| | limit of continuous operation | No | | |
| Electrical | Grid connection | 100/200V single phase 3 wire | | 210V three phase 3 wire |
| | Frequency | 50Hz/60Hz | | |
| | Grid independent operation | capable | under development ^{★2} | under development ^{★2} |
| | Black out start up | under development | under development | under development |
| | Protection of reverse power | capable | capable | capable |
| | Quality of electricity | conform to guideline for grid connection | | |
| Interfaces | Fuel | pure hydrogen | | |
| | Fuel supply pressure | 6kPa | | 50kPa |
| | City water supply pressure | > 0.4MPa | > 0.4MPa | TBD ^{★3} |
| Durability | Life (time) | 80,000 hours | | |
| | Life (start and stop cycles) | 8000 cycles | | |
| Size and weight | Size (m) ^{★4} | 0.32×0.49×1.34H | 0.45×0.75×1.8H | 2.4×4.0×3.5H |
| | Space for maintenance | Three side 60 cm | Three side 60 cm | All side 1.5m |
| | Earth quake proof | 0.4G | 0.4G | 0.4G |
| | Weight | 75kg | 300kg | 12t |

★ 1 : 9.9 kW 3 phase capable using 3 units.

★ 2 : current model is capable to GI operation under EMS control. Independent GI function is under development.

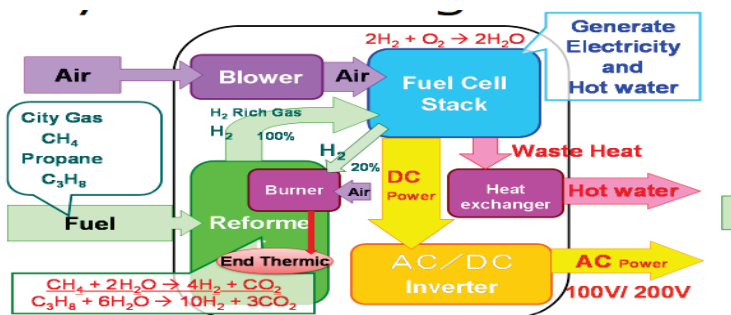
★ 3 : Can be designed to meet user requirement. ★ 4 : Current model

Abbildung 2: Series of CHP applications; Main Specifications; (Quelle: Toshiba)⁷

Während sich die Konfiguration im Ene-Farm- Programm, samt integriertem Reformer, wie in Abbildung 3 darstellt, vereinfacht sich die Anlagenkomplexität bei der Brennstoffzelle ohne

⁷ Toshiba: Stationary Fuel Cell Systems for Hydrogen Society; Präsentation im Rahmen des Meetings in Tokio März 2017

Reformer aber es ist die direkte Zufuhr von Wasserstoff in der geforderten Qualität erforderlich; siehe Abbildung 4. Die direkte Zufuhr von Wasserstoff, resultierend aus dem angedachten Zugang zur „wasserstoffbasierten Gesellschaft“ und dem daraus resultierenden Wegfall der Anwendung von Erdgas oder Stadtgas in der Brennstoffzelle, benötigt – entsprechend der von Toshiba angewandten Technologie - eine Teilrückführung von Wasserstoff um eine hohe Effizienz zu erreichen. Im automotiven Sektor wird die Rückführung durch eine Hilfsenergie konsumierende Vorrichtung erreicht, siehe Abbildung 5, Im stationären Betrieb wird die in **Abbildung 6** dargestellte – von Toshiba patentierte - Lösung verfolgt

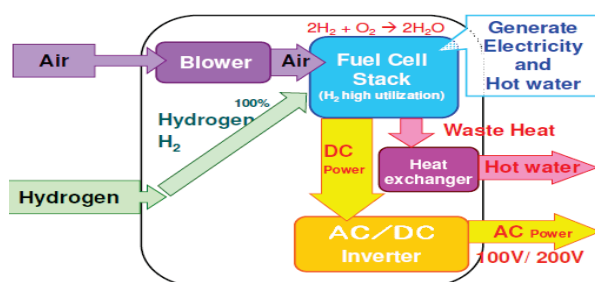


Ene-Farm; Reformer integrated system

Fuel Cell stack consumes about 80 % of hydrogen. Exhausted hydrogen is burnt at the reformer burner. The heat is used for the reforming process.

This chemical regenerating system achieves high efficiency.

Abbildung 3: System Konfiguration Stationäre Brennstoffzelle mit integriertem Reformer (Quelle: Toshiba)⁸



Hydrogen fC

Fuel cell stack has to fully utilize hydrogen to achieve high efficiency.



High H2 utilization technology is required.

⁸ Toshiba: Stationary Fuel Cell Systems for Hydrogen Society; Präsentation im Rahmen des Meetings in Tokio März 2017

Abbildung 4: System Konfiguration Stationäre Brennstoffzelle ohne integrierten Reformer (Quelle: Toshiba)⁹

Hydrogen recycle
 typical system
Fast response, H₂ Utilization 99%
 → fit for automotive system
 Issues : recycle device is needed,
 larger auxiliary power

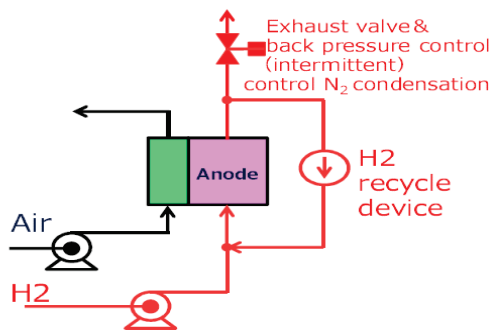
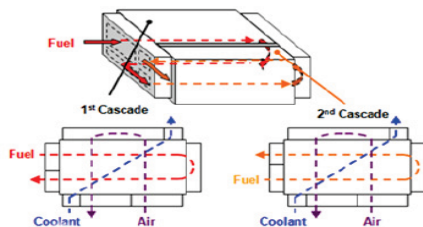


Abbildung 5: System Konfiguration Teilrückführung des Wasserstoffes (direkte Wasserstoffverwendung ohne Reformiererfordernis) im automotiven Sektor (Quelle: Toshiba)¹⁰

Cascade flow Cell Stack

No Aux. component,
H₂ Utilization 95%
 Issues : longer gas pass through
 time,
 lower response to load change



Cell stack is divided into sub stacks.
 Hydrogen goes through these sub stacks in series.
 Number of cells of each sub stacks are reduced
 for down flow keeping the same velocity
 according to the H₂ consumption. Porous
 separator which absorbs condensed water
 enables cascade flow stack.

Patent P5444025

Abbildung 6: System Konfiguration Teilrückführung des Wasserstoffes (direkte Wasserstoffverwendung ohne Reformiererfordernis) im stationären Bereich (Quelle: Toshiba)¹¹

Die Leistung der Brennstoffzelle mit direkter Wasserstoffzufuhr („Hydrogen FC“) stellt sich – im Vergleich zur Ene-Farm-Anwendung (mit Reformer) wie in Abbildung 7 dar. Die „Hydrogen FC erreicht eine höhere Spannung im Vergleich zur Ene-Farm-Ausführung.

⁹ Ebendort

¹⁰ Toshiba: Stationary Fuel Cell Systems for Hydrogen Society; Präsentation im Rahmen des Meetings in Tokio März 2017

¹¹ Ebendort

Die 700 W und 3,5 kW Systeme sind mit identischen Stacks ausgestattet und erreichen einen elektrischen Wirkungsgrad von 55%. Für das 100 kW System wurden die Stacks für die „Hydrogen FC“ geändert um eine höhere Stromdichte – bei Beibehaltung des kompakten Systems - zu erzielen. Die Effizienz beträgt 50%. Ebenfalls ist die Odorierung des Wasserstoffs in die Betrachtung einzubeziehen. Hier sind Odorierungsmittel einzusetzen die die Effizienz und Haltbarkeit der Brennstoffzellen nicht negativ beeinträchtigen.

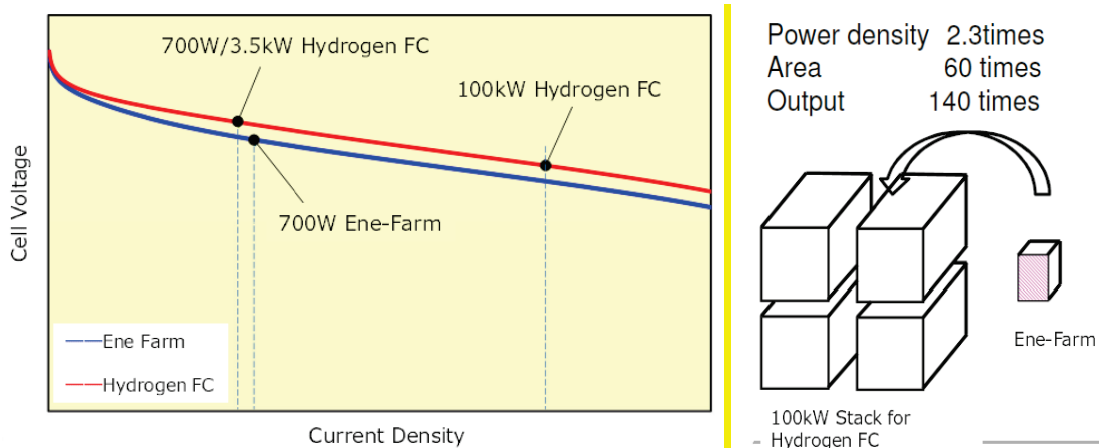


Abbildung 7: Leistungsfähigkeit der Brennstoffzelle mit direkter Wasserstoffzufuhr im Vergleich zur Ene-Farm-Brennstoffzelle mit Reformer (Quelle: Toshiba)¹²

Der beispielhafte Einsatz der „Hydrogen FC“ ist aus Abbildung 8 ersichtlich.

Electrical efficiency 50~55%, Total Efficiency 95% PEFC system based on the Ene-Farm technology



Abbildung 8: KWK-Anwendungen der direkt mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzelle (Quelle: Toshiba)¹³

¹² Toshiba: Stationary Fuel Cell Systems for Hydrogen Society; Präsentation im Rahmen des Meetings in Tokio März 2017

¹³ Ebendorf

Im Hinblick auf die Erzeugung und Anwendung von Wasserstoff welcher durch erneuerbare Energien erzeugt wird, werden ebenfalls intensive Forschungen betrieben. Die relevante schematische Darstellung ist aus Abbildung 9 ersichtlich.

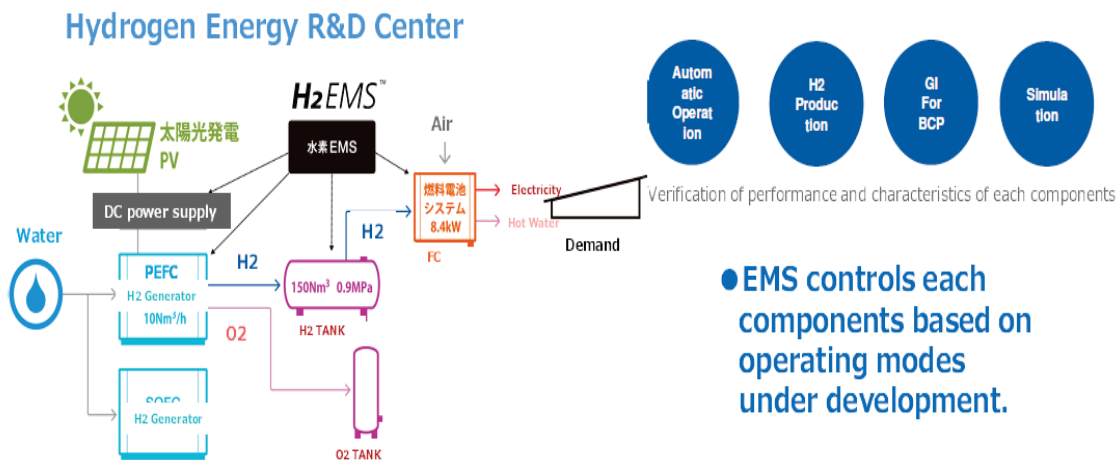


Abbildung 9: R&D betreffend Erzeugung und Verwendung von Wasserstoff welcher durch erneuerbare Energien produziert wird (Quelle: Toshiba)¹⁴

Die potenziellen Anwendungsgebiete von Wasserstoff der mit erneuerbaren Energiequellen „lokal“ erzeugt, verwendet und oder gespeichert wird, sind aus ersichtlich. Die Containerbauweise ermöglicht einen sehr hohen Vorfertigungsanteil, somit hohe Qualität bei relativ günstiger Investition und hohe Flexibilität hinsichtlich Einsatzort.

- Hydrogen locally produced and locally consumed
- Storage and consume re-generative CO2 free energy
- Easy transportation

- ordinary** Energy cost reduction by effective utilization of re-generative energy
- Emergency** In the case of emergency, Energy supply as BCP* (electricity and heat can be supplied from stored hydrogen)

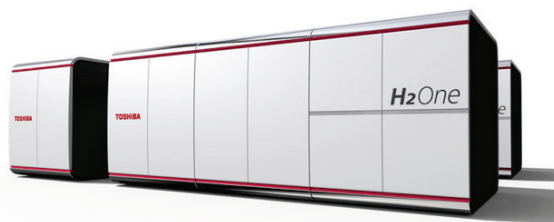


Abbildung 10: Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff in Kombination mit der lokalen Erzeugung bzw. Speicherung kombiniert mit der hohen Einsatzortflexibilität bei gleichzeitig hohem Vorfertigungsanteil(Quelle: Toshiba)¹⁵

¹⁴ Toshiba: Stationary Fuel Cell Systems for Hydrogen Society; Präsentation im Rahmen des Meetings in Tokio März 2017

¹⁵ Ebendort

2.4. Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema

In Österreich hat das Wasserstoff- bzw. Brennstoffzellenthema in den letzten Jahren einen festen Platz in der F&E Landschaft eingenommen. Waren österreichische Firmen bis zur Mitte des letzten Jahrzehnts kaum international präsent, können einige Firmen wie Fronius, AVL, Plansee, etc. nunmehr auf erfolgreiche Produktentwicklungen verweisen.

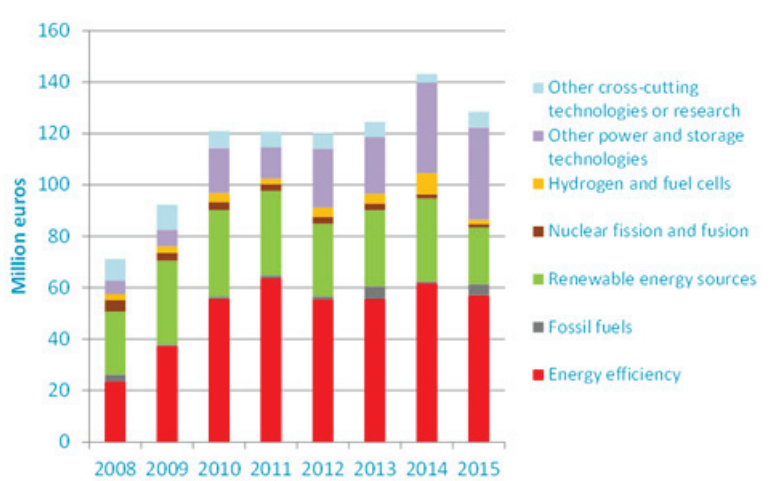


Abbildung 11: Ausgaben der öffentlichen Hand im Bereich Energie¹⁶ nach übergeordneten Themen in den Jahren 2008 bis 2015

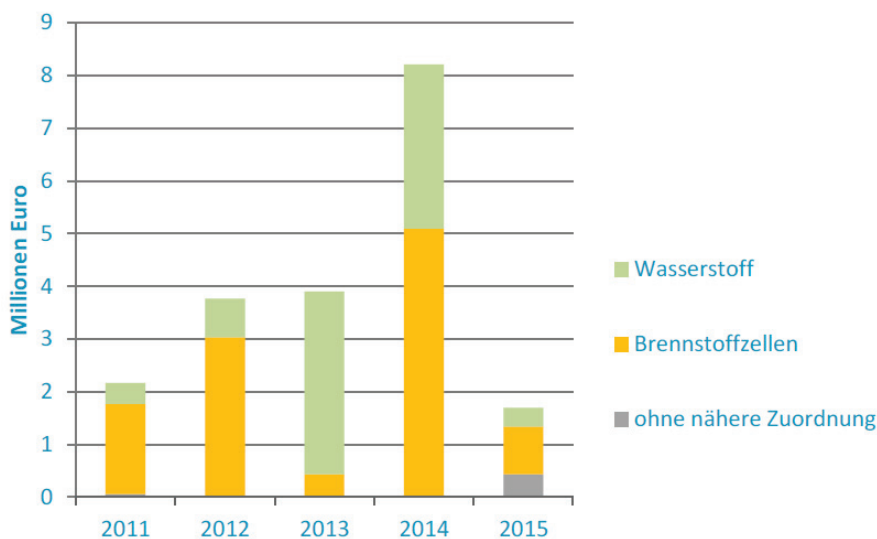


Abbildung 12: Ausgaben der öffentlichen Hand für die Themen Brennstoffzellen und Wasserstoff¹⁷ in den Jahren 2011 bis 2015

¹⁶ A. Indinger, M. Katzenschlager,; Energieforschungserhebung 2013, Berichte aus der Energie und Umweltforschung 27/2014, Wien, 2016

¹⁷ Ebendort

Die aktuelle Energieforschungserhebung zeigt weiters, dass bis 2014 jährlich rund 3 – 4 Millionen Euro in dieses Technologiefeld investiert wurden (siehe obige Abbildung). Somit ist es in den letzten zehn Jahren gut gelungen, dieses Technologiefeld in Österreich zu platzieren. 2015 wurde im Vergleich zu 2014 aber auch im Vergleich zu den vorhergehenden Jahren erheblich weniger in die Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie investiert.

| Themen nach dem IEA-Code | Ausgaben 2015 in Euro | Veränderung gegenüber 2014 in Euro | Veränderung gegenüber 2014 in Prozent |
|-------------------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Energieeffizienz | 56.956.923 | -4.780.864 | -7,7% |
| Fossile Energieträger | 4.429.991 | +3.813.458 | +618,5% |
| Erneuerbare Energieträger | 22.118.504 | -10.294.518 | -31,8% |
| Kernenergie | 1.302.226 | -207.530 | -13,7% |
| Wasserstoff, Brennstoffzellen | 1.695.713 | -6.518.482 | -79,4% |
| Übertragung, Speicher u. a. | 35.880.529 | +591.676 | +1,7% |
| Andere Querschnittstech. | 6.031.199 | +2.710.627 | +81,6% |
| Gesamtergebnis | 128.415.085 | -14.685.633 | -10,3% |

Abbildung 13: Veränderung der Ausgaben der öffentlichen Hand für die Themen gemäß IEA Code; Vergleich 2014 zu 2015¹⁸

Die Relevanz des Vorhabens in Bezug auf Österreich kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Aufgrund der proaktiver Teilnahme an den Annex-Meetings und Workshops respektive diesbezüglichen Ausstellungen bzw. Besichtigung von Demonstrationsprojekten, können internationale Schwerpunksetzungen identifiziert und für Österreich relevante Schlussfolgerungen frühzeitig gezogen werden
- Die im Rahmen des Annex durchgeführten Analysen der Möglichkeiten der stationären Anwendung von Brennstoffzellen -basierend auf internationalen Ergebnissen – zeigen einerseits die potenziellen Auswirkungen auf die Erfüllung der energie-, klima- und technologiepolitischen Vorgaben der österreichischen Bundesregierung, andererseits werden die erforderlichen Rahmenbedingungen für die Anwendung der Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie und die daraus resultierenden positiven Auswirkungen schon früh erkennbar.
- Die proaktive Task-Teilnahme ermöglicht bzw. erfordert die Beobachtung der relevanten österreichischen Technologie- und Produktentwicklungen sowie die rechtzeitige Einbringung dieser Fortschritte in den Entwicklungsprozess. Ziel ist es auch Projektentwicklungen auf internationaler Ebene – soweit mit den berechtigten Geschäftsgeheimnissen der Technologieentwickler bzw. – anbieter kompatibel – zu initiieren.
- Ebenso ist der Aufbau und die Absicherung der Technologieführerschaft bzw. Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit Österreichs ein prioritäres Ziel.

¹⁸ A. Indinger, M. Katzenschlager, : Energieforschungserhebung 2013, Berichte aus der Energie und Umweltforschung 27/2014, Wien, 2016

2.5. Kurzbeschreibung des Aufbaus (Kapitel) des Ergebnisberichts

Um die Projektübersichtlichkeit zu gewährleisten, wurde der Ergebnisbericht wie folgt aufgebaut.

Im Kapitel 3 erfolgt eine:

- Gesamtdarstellung der Kooperationsprojektes (Partnerländer, Aufgabenuntergliederung) und die Beschreibung des Österreichischen Teilprojektes
- Beschreibung der Projektziele – bezogen auf das Kooperationsprojekt und auf das österreichische Teilprojekt
- Darstellung der verwendeten Methodik, der verwendeten Daten sowie der Vorgehensweise

Im Kapitel 4 werden:

- die Ziele der internationalen Kooperation, des nationalen Beitrags zur Zielerreichung respektive ob und falls ja, wie diese erreicht wurden
- die Projektergebnisse

dargestellt. Ebenfalls wird im Kapitel 4 beschrieben welche Ergebnisse der Task/des Implementing Agreement veröffentlicht wurden sowie welche Ergebnisse der Task/des Implementing Agreement noch veröffentlicht werden.

Im Kapitel 5 wird:

- Die projektrelevanten Ergebniszielgruppe identifiziert
- Die Einbindung der relevanten Stakeholder beschrieben
- Die Relevanz und der Nutzen der Projektergebnisse erläutert

Im Kapitel 6 werden:

- Schlussfolgerungen betreffend Erkenntnisgewinn des Projektteams
- Fortführungsmöglichkeiten der projektrelevanten Arbeiten – basierend auf den erarbeiteten Ergebnissen sowie unter Einbeziehung von eventuell geänderten Rahmenbedingungen – generiert durch den technologischen Fortschritt sowie durch eventuell geänderten gesetzlichen Regelungen - ausgeführt
- Jene Zielgruppen identifiziert für welche die Projektergebnisse relevant sind und die Ergebnisse in weiteren Arbeiten verwerten kann
- Themenbezogene weiterführende Forschungsprojekte bzw. IEA-Kooperationsprojekte dargestellt.

3. Hintergrundinformation zum Projektinhalt

3.1. Darstellung des gesamten Kooperationsprojektes und Aufgabenstellung des Österreichischen Teilprojektes im Task/Annex

Die Internationale Energieagentur (IEA) hat seit 1990 mit der Gründung des ‚Implementing Agreement on Advanced Fuel Cells (IA AFC)‘ einen Forschungsschwerpunkt bei Brennstoffzellen-Systemen. Österreich trat diesem Programm 2004 bei und wurde dort durch die Österreichische Energieagentur und das Labor für Brennstoffzellen am Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik der TU Graz vertreten.

Nationale wie internationale Forschung, Institutionen, Hersteller und Energieversorger trieben die Entwicklung der Brennstoffzelle in den letzten Jahren stark voran. Ziel war und ist die serienreife emissionsarme Brennstoffzelle, flexibel kombinierbar zu hocheffizienten, dezentralen Energiesystemen.

Die generelle Fortführung des Implementing Agreements wurde am 12. Dezember 2013 von der IEA bewilligt. Das Hauptziel sowie der Schwerpunkt in der Periode vom 01.03.2014 bis 28.02.2019 ist die forcierte Technologieentwicklung von Schlüsselkomponenten und -systemen von Brennstoffzellen und in weiterer Folge die Unterstützung der Marktimplementierung durch die Analyse und der Entwicklung der hierfür erforderlichen politischen Rahmenbedingungen/Instrumente bzw. dem Abbau existierender Implementierungsbarrieren.

Auf nationaler bzw. internationaler Ebene durchgeführte Analysen, Berichte und Medieninformationen wurden/werden den nationalen/internationalen Entscheidungsträgern, umsetzungsorientierten Unternehmen bzw. Institutionen bzw. der breiten Öffentlichkeit (inkl. Medien) zur Verfügung gestellt werden.

Die geplanten Aktivitäten inkludierten:

- Durchführung und Monitoring von F&E Aktivitäten (inkl. der Analyse der Kosten für Zellen, Stacks und Systeme)
- System und Marktanalysen (inkl. technologischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte)
- Analyse von Markt- bzw. Umsetzungsbarrieren
Verstärkte Disseminations- und Verbreitungsaktivitäten (inkl. Newsletter, Annual Reports, Workshops, spezifische Reports zu aktuellen Themen, etc.).

Das Programm strukturiert sich in drei technologisch-typenorientierte Annexe, in drei applikations-orientierte Annexe und einen Annex, in dem systemanalytische Analysen durchgeführt werden. Diese sind:

- Annex 30: Elektrolyse
- Annex 31: PEFC – Polymer Electrolyte Fuel Cells (Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzellen)
- Annex 32: SOFC – Solid Oxide Fuel Cells (Oxidkeramische Brennstoffzellen)

- Annex 33: Stationary Applications (Stationäre Applikationen)
- Annex 34: Transport Applications (Transportapplikationen)
- Annex 35: Portable Applications (Portable Applikationen)
- Annex 36: Systemanalysen (Zahlen, Daten und Fakten)
- Annex 37: Modellierung von Brennstoffzellensystemen

Generell werden in diesem Implementing Agreement die verschiedenen Aktivitäten vorab in einem Programm festgelegt und ‚task-shared‘ abgearbeitet. In Form von periodischen Meetings wird über die Ergebnisse der Forschungsaktivitäten informiert und werden weitere Forschungsarbeiten festgelegt.

Im Annex 33 stehen die folgenden Tasks auf dem Programm:

- Evaluierung der laufenden größeren Demonstrationsprojekte, um die technische, ökonomische und ökologische Performance von Brennstoffzellen im Vergleich zu konkurrierenden Systemen zu untersuchen; um die weiteren Entwicklungserfordernisse abzuklären (wie Senkung der Kosten der Haupt- und Subkomponenten).
- Identifizierung von Nischenmärkten bzw. von wirtschaftlichen Applikationen im stationären Bereich
- Analyse der verschiedenen möglichen Brennstoffe für stationäre Brennstoffzellen inklusive den Reformierungsanfordernissen
- Analyse der ökonomische Voraussetzungen für die Markteinführung von Brennstoffzellen im nationalen und internationalen Bereich (inkl. der Einflüsse von Energiepreisen, Steuern, Förderungen, ...)
- Analyse der regulativen Rahmenbedingungen für den Einsatz von Brennstoffzellen (inkl. der Kommentierung bzw. Erarbeitung von Strategien für die Beseitigung von Marktbarrieren)

Der Fokus des österreichischen Beitrages – als Subtask 3 Leader - liegt hauptsächlich auf dem letzten Bullet Point

In diesem Annex arbeiten derzeit folgende Länder mit: USA, Japan, Deutschland, Frankreich, Italien, Schweden, Schweiz, Israel und Österreich; China tbd

Die Annexdauer beträgt fünf Jahre und läuft von März 2014 bis Februar 2019.

Die Berichte dieses Implementing Agreements finden sich einerseits auf deren internationalen Website (<http://www.ieafuelcell.com/>).

Annex 33 strukturiert sich in folgende Subtasks:

- **Subtask 1:** Small Stationary Fuel Cells (geleitet vom Forschungszentrum Jülich, Deutschland)
- **Subtask 2:** Fuel for Fuel Cells (geleitet von der ENEA, Italien)

- **Subtask 3:** The implementation of European Directives and Regulations: Opportunities or threats for fuel cell systems? (geleitet von der Österreichischen Energieagentur)
- **Subtask 4:** Modelling analysis of fuel cells systems (geleitet von Strategic Analysis, USA)
- **Subtask 5:** Fuel Cells in future energy systems (geleitet vom V3E - Verband der effizienten Energie Erzeugung, Schweiz)
- **Subtask 6:** Market status (geleitet von Grontmij, Schweden)

Neben den Subtask-Leitern arbeiten die weiteren Teilnehmer dieses Annex in Form von Fragebögen, Erhebungen, Analysen und Auswertungen mit. Die inhaltlichen Fortschritte und Ergebnisse werden zweimal jährlich in den Task-Meetings vorgestellt.

3.2. Beschreibung der österreichischen Kooperation

In diesem Projekt waren keine Projektpartner erforderlich, somit auch nicht eingebunden.

4. Ergebnisse des Projektes

4.1. Beschreibung der Ziele der internationalen Kooperation und des nationalen Beitrags zur Zielerreichung

Im Projekt wurden die folgenden Schwerpunkte gesetzt und abgearbeitet:

Schwerpunkt: 5.5 Implementing Agreement: Fortschrittliche Brennstoffzellen;

Subschwerpunkt: 5.5.2 Annex 33. Brennstoffzellen für stationäre Applikationen (vormals Annex 32)

Der Annex 33 ist in sechs Subtasks strukturiert:

- **Subtask 1: Small Stationary Fuel Cells (geleitet vom Forschungszentrum Jülich, Deutschland):**
Das Ziel dieses Subtasks ist das Monitoring der derzeit laufenden größeren Feldtests (beispielsweise in Japan, Deutschland, etc.) und die Analyse des in diesen Ländern herrschenden Marktumfeldes.
- **Subtask 2: Fuel for Fuel Cells (geleitet vom der ENEA, Italien):**
Das Ziel dieses Subtasks ist die Analyse der Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen Brennstoffe, wobei der Schwerpunkt der Untersuchungen auf erneuerbare Energieträger (inkl. der Wiederverwendung des erneuerbarer Anteils in Abfällen) liegt. Weiters werden die besonderen Anforderungen für die Aufbereitung/Verwendung der Brenngase der verschiedenen Gase für den Einsatz in den verschiedenen Brennstoffzellen-Typen erarbeitet.

- **Subtask 3: The Implementation of European Directives and Regulations: Opportunities or Threats for Fuel Cell Systems? (geleitet von der Österreichischen Energieagentur):**
Das Ziel dieses Subtasks ist es aufzuzeigen, welche Auswirkungen (im positiven oder negativen Sinne) die Implementierung der verschiedenen europäischen Richtlinien bzw. Regulierungen auf die zukünftige Markteinführung von Brennstoffzellen aufweisen.
- **Subtask 4: Modelling Analysis of Fuel Cells Systems (geleitet von der Strategic Analysis, USA):**
Das Ziel des Subtasks die Optimierung von Betriebs- und Kontrollstrategien von Brennstoffzellensystemen. Insbesondere auch die technische Optimierung der Subkomponenten und der Kosten für die Komponenten und der Anlagen.
- **Subtask 5: Fuel Cells in Future Energy Systems (geleitet vom V3E - Verband der effizienten Energie Erzeugung, Schweiz):**
In diesem Subtask soll die Rolle von Brennstoffzellen in zukünftigen Energiesystemen wie power to gas, power to fuel, smart grids, zukünftige Energiespeicher untersucht werden. Das Monitoring der größeren Brennstoffzellenanlagen soll ebenfalls in diesem Subtask durchgeführt werden.
- **Subtask 6: Market Status (geleitet von Grontmij, Schweden):**
Das Ziel dieses Subtasks ist die Analyse der größeren Brennstoffzellenprogramme weltweit (inkl. Japan, USA, EU) und das hierfür geschaffene Marktumfeld.

4.2. Projektergebnisse

Nachstehend sind die erwarteten Auswirkungen der analysierten EU-Richtlinien auf die Marktdurchdringung von Brennstoffzellen in Österreich dargestellt. Der darauf aufbauende Subtask 3-Report, welcher auch die daraus resultierenden Empfehlungen beinhaltet, ist unter 8 ersichtlich.

- ❖ Richtlinie 2010/31/EU (Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden).

In Österreich werden seit 1998 Energieausweise ausgestellt, wobei sich die Energieausweise ursprünglich auf den Wärmebedarf fokussierten. Da sich die Berechnungen für die Energieausweise auf die diesbezüglichen sehr unterschiedlichen Länderregelungen stützten, bot die Implementierung der Richtlinie 2010/31/EU¹⁹ eine Chance Harmonisierungsbestrebungen umzusetzen. In Österreich dienen die Richtlinien des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) der Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften in Österreich. Nach Beschluss der Generalversammlung des Österreichischen Instituts für Bautechnik werden die Richtlinien herausgegeben und stehen damit den

¹⁹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:DE:PDF>

Bundesländern zur Verfügung. Die Bundesländer können die OIB-Richtlinien in ihren Bauordnungen für verbindlich erklären (bereits in allen Bundesländern der Fall). Die neun Länder einigten sich darauf die folgenden vier Indikatoren für die Darstellung der Gesamtenergie-Performance von Gebäuden zu verwenden:

- Heizwärmebedarf (HWB)
- Gesamtenergieeffizienzfaktor f_{GEE}
- Primärenergiebedarf (PEB)
- CO₂-Emissionen

Basierend auf diesen vier Indikatoren wurde ein Plan für die Erhöhung der Anzahl von Nullenergiehäusern entworfen.

Aufgrund der Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU werden in Österreich folgende Auswirkungen auf die Marktdurchdringung von Brennstoffzellen erwartet:

- Da die Richtlinie 2010/31/EU die Bedeutung der Effizienz von Heizsystemen verstärkte, wird aufgrund der hohen Gesamteffizienz von KWKs – insbesondere Brennstoffzellen - eine positive Auswirkung auf die projektrelevante Technologie erwartet.
- Entsprechend Artikel 4 der Richtlinie 2010/31/EU, sollen die Mitgliedstaaten die erforderlichen Maßnahmen setzen um die Minimumanforderungen für Gebäude oder Gebäudeeinheiten betreffend Gesamtenergie-Performance zu erreichen. Hierbei ist Kostenoptimalität anzustreben. An dieser Stelle sei ausgeführt, dass in Österreich derzeit Brennstoffzellen weder in Familienhäusern noch öffentlichen Gebäuden eingesetzt sind da die Kostenoptimalität nicht erreicht wird. Dies ist auf die hohen Investitionserfordernisse und mangelnde Subventionen zurückzuführen. Darüber hinaus ist anzumerken, dass es derzeit nicht möglich ist für Gebäude, die eine Mikro-KWK-Anlage installiert haben, einen Energieausweis zu erhalten. Der Energieausweis ist aber eine Voraussetzung für den Erhalt einer Baugenehmigung bzw. für die Vermietung oder den Verkauf von Gebäuden. In anderen Worten, dieser Umstand stellt eine wesentliche Hürde für Investoren, welche bereit wären in eine brennstoffzellenbasierte KWK-Anlage zu investieren, dar.

Zusammengefasst kann man sagen, dass im Falle von positiven Auswirkungen, diese sehr gering sein würden.

❖ Richtlinie 2012/27/EU „Energieeffizienzrichtlinie“

Die Richtlinie 2012/27/EU²⁰ wurde in Österreich durch das Energieeffizienzgesetz implementiert. Gemäß dem Energieeffizienzgesetz müssen:

²⁰ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:DE:PDF>

- verpflichtete Energielieferanten jährlich die Setzung von Energieeffizienz-Maßnahmen im Ausmaß von 0,6 Prozent ihres letztjährigen Energieabsatzes an inländische Endverbraucher nachweisen.
- große Unternehmen müssen sich mit ihrem eigenen Energieverbrauch auseinandersetzen und Energieaudits durchführen oder durchführen lassen.
- gemäß Artikel 5 ist sicherzustellen, dass ab dem 1. Jänner 2014 jährlich 3% der gesamten Gebäudefläche beheizter und/oder klimatisierter Gebäude, die sich im Eigentum des Staates (= Bund) befinden und von ihm genutzt werden zu renovieren sind. Dies entspricht im Zeitraum von 1.1.2014 bis zu, 31.12.2020 kumuliert 48.2 GWh. Der Bund ist jedoch nicht darauf beschränkt, lediglich Renovierungsmaßnahmen zu setzen, es sind jegliche Energieeffizienzverbesserungsmaßnahmen zulässig.

Darüber hinaus ist der Bund gemeinsam mit der BIG Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H. dazu verpflichtet zusätzliche Energieeffizienzmaßnahmen in Form von Energieeinsparcontracting bei der gesamten beheizten oder gekühlten Gebäudefläche, die sich im Eigentum der BIG Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H. befindet und von einem Bundesorgan gemäß Anhang II des Energieeffizienzgesetzes genutzt wird, durchzuführen. Dies entspricht in Zeitraum von 1.1.2014 bis 31.12.2020 kumuliert 125 GWh.

Ein weiterer Eckpfeiler des Energieeffizienzgesetzes ist die Forcierung der Effizienzsteigerung von Heiz- und Kühlsystemen. Aus diesem Grund ist der Mitgliedstaat verpflichtet das Potenzial für die Anwendung von hocheffizienten KWK-Anlagen, von effizienten Fernwärme- und Fernkältesystemen zu bewerten und an die Europäische Kommission zu melden. Ebenso ist der Mitgliedstaat verpflichtet Maßnahmen zu setzen die die Verwendung von energieeffizienten Wärme- und Kältesystemen – insbesondere die Verwendung von hocheffizienten KWK- Anlagen – beanreizen. Aus diesem Grund sieht das KWK-Gesetz Investitionszuschüsse für neue KWK-Anlagen mit einer Leistung > 100 kW vor. Subventionen sind ebenfalls für den Betrieb von bestehenden KWK-Anlagen sowie für die Versorgung von Fernwärmesystemen vorgesehen. Bis 2020 ist ein Budget von € 12 Millionen veranschlagt.

Zusätzlich zu den Investitionszuschüssen des KWK-Gesetzes, besteht ein Subventionsprogramm zur Förderung von Umweltschutzmaßnahmen auf Unternehmensebene. Hocheffiziente KWK-Anlagen ≤ 100kW – befeuert mit Erdgas oder LPG – werden im Rahmen dieses Programmes subventioniert.

Folgende Rahmenbedingungen müssen für die Berechtigung der Inanspruchnahme dieses Subventionsprogrammes eingehalten werden:

- Die erzeugte Elektrizität muss zu zumindest 80% in dem jeweiligen Unternehmen verbraucht werden.
- Die Investitionszuschüsse werden nur für Anlagen in existierenden Gebäuden zugestanden

- Nur KWK-Anlagen die in Gebieten ohne Fernwärmeanschlussmöglichkeit installiert werden können subventioniert werden
- Die Investitionszuschüsse sind mit € 675/kW_{el} limitiert

Entsprechend Artikel 15 der Richtlinie 2012/27/EU müssen die Mitgliedstaaten sicherstellen, dass für hocheffiziente KWK-Anlagen ein Priority-Dispatch gewährleistet wird, die hocheffizienten KWK-Anlagen den erforderlichen Zugang zur E-Infrastruktur erhalten und die für die generierte Elektrizität erforderliche Netztransportkapazität vorhanden ist. Diesen Anforderungen wird im ELWOG entsprochen.

Die genannten Anforderungen stellen relativ gute Rahmenbedingungen für die Anwendung von Brennstoffzellen, die ja hocheffiziente Anlagen sind, dar. Da der durchschnittliche Anteil (2011-2013) der durch KWK-Anlagen erzeugten Elektrizität 37,4% und der durchschnittliche Anteil der durch KWK-Anlagen erzeugten thermischen Energie 54% betrug, wäre genug „Luft“ für die Installation von Brennstoffzellen. Trotzdem sollten die Auswirkungen der Energieeffizienzrichtlinie auf die Marktpenetration von stationären Brennstoffzellen nicht überschätzt werden

❖ Richtlinie 2009/28/EU²¹ Erneuerbare Energien

Ausgehend von einem Anteil von 8,5% im Jahr 2005, soll sich der Anteil von RES am Bruttoendenergieverbrauch auf EU-Ebene (Gemeinschaftsziel) bis 2020 auf 20% erhöhen. Im Vergleich dazu lag 2005 der Anteil bei 8,5%. Um das Gemeinschaftsziel zu erreichen wurden für jedes Mitgliedsland in Abhängigkeit der jeweiligen Möglichkeiten – basierend auf der Ausgangslage - nationale Ziele, welche zwischen 10% und 49% liegen - verbindlich vereinbart. Im Verkehrssektor muss der Anteil aus erneuerbaren Quellen jedenfalls mindestens 10% betragen.

Entsprechend dieser Vereinbarung muss Österreich der Anteil aus erneuerbaren Energiequellen 34% bis 2020 erreichen – ausgehend von 31%.

Österreich hat am 1. Juli 2010 seinen Nationalen Aktionsplan (NAP) Erneuerbare Energien an die Europäische Kommission gemeldet.

Im Zusammenhang mit der intendierten Erhöhung der Marktpenetration von Brennstoffzellen können folgende Maßnahmen hervorgehoben werden:

- Im Falle von Kapazitätsengpässen in Interkonnektoren zwischen elektrischen Regelzonen, wird die Versorgung von Kunden mit elektrischer Energie aus erneuerbaren Quellen und aus KWK-Anlagen präferiert.
- Grundsätzlich bestehen die Unterstützungsmechanismen in Form von Feed-in-Tarifen und Investitionszuschüssen. Ausgenommen davon waren KWK-Anlagen

²¹ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=de>

welche für die komplementäre Bereitstellung von Wärme ebenfalls beanreizt wurden (z.B. Brennstoffzellen mit Biogas/Biomethan betrieben).

- Das Ökostromgesetz sieht Feed-in-Tarife für Strom aus erneuerbaren Energiequellen vor. Für aus KWK-Anlagen (z.B. Brennstoffzellen mit Biogas/Biomethan betrieben) erzeugte Elektrizität wird ein Aufschlag zugestanden.

Auch betreffend Richtlinie 2009/28/EU kann zusammenfassend die Aussage getätigt werden, dass die Auswirkungen auf eine schnelle Marktdurchdringung der Brennstoffzellen beschränkt sind.

❖ Richtlinie 2010/30/EU Energieverbrauchskennzeichnung von Produkten

Um die Energieeffizienz von Haushaltsgeräten durch Verbraucher auf einen Blick einzuschätzen zu können wurden Vignetten eingeführt welche Auskunft über die Energieeffizienz geben – nebst anderen relevanten Informationen wie Geräuschpegel und Herstellerangaben. Die Rahmenrichtlinie über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch energieverbrauchsrelevante Produkte (Energy Labelling Directive/ELD, RL 2010/30/EU²²) bildet die Grundlage für diese verpflichtende Kennzeichnung der intendierten Produktgruppen. Die Richtlinie wurde mit der Produkte-Verbrauchsangabenverordnung 2011-PVV in österreichisches Recht umgesetzt.

Von Produkt zu Produkt variierenden konkreten Angaben auf dem Etikette, werden in EU-Verordnungen geregelt.

Die „Labelling“-Richtlinie muss auf Produkte die eine signifikante direkte oder indirekte Auswirkung auf den Energieverbrauch haben, angewendet werden. Mikro-KWK-Anlagen fallen unter die EU-Verordnung Nr. 811/2013. Die Verordnung bestimmt die Anforderungen für das Energie-Labeling von Raumheizgeräten und Kombigeräten mit einer Leistung ≤ 70 kW, Pakete von Raumheizgeräten ≤ 70 kW, Temperaturregelungsvorrichtungen etc.

In der nachstehenden Tabelle 4 werden die Energieeffizienzklassen von Heizgeräten, ausgenommen Niedertemperatur-Wärmepumpen und Raumheizgeräten mit Wärmepumpe für Niedertemperatur-Anwendung, abgebildet.

| SEASONAL SPACE HEATING ENERGY EFFICIENCY CLASS | SEASONAL SPACE HEATING ENERGY EFFICIENCY η_s in % |
|--|--|
| A ⁺⁺⁺ | $\eta_s \geq 150$ |
| A ⁺⁺ | $125 \leq \eta_s < 150$ |
| A ⁺ | $98 \leq \eta_s < 125$ |

²² <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0001:0012:de:PDF>

| | |
|---|-----------------------|
| A | $90 \leq \eta_s < 98$ |
| B | $82 \leq \eta_s < 90$ |
| C | $75 \leq \eta_s < 82$ |
| D | $36 \leq \eta_s < 75$ |
| E | $34 \leq \eta_s < 36$ |
| F | $30 \leq \eta_s < 34$ |
| G | $\eta_s < 30$ |

Tabelle 4: Saisonale Energieeffizienzklassen für Raumheizer mit Ausnahme von Niedertemperaturwärmepumpen und Raumheizgeräte mit Wärmepumpe für Niedertemperatur-Anwendung

Im Hinblick auf die Marktdurchdringung von Brennstoffzellen, ist die Labelling-Richtlinie insofern als hilfreich anzusehen weil sie:

- auf einen Blick erkennen lässt, dass die Brennstoffzelle eine hocheffiziente KWK-Anlage darstellt. Beispielhaft ist hier der Vergleich einer Brennstoffzelle mit einem Brennwertgaskessel - beides Produkte der Fa. Viessmann - dargestellt (Anmerkung: es kann davon ausgegangen werden, dass Produkte von anderen Herstellern ähnlich gute Werte erzielen).

| | VISSMANN VITOVOLAR 300-P | VISSMANN VITODENS 222-W |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Technology | PEM Fuel Cell heating unit | Gas condensing boiler |
| Thermal output [kW] | 1 (20) ²³ | 3.2 – 35 |
| Electrical output [kW] | 0.75 | - |
| Electrical efficiency [%] | 37 | - |
| Total efficiency [%] | 90 | 98 |
| Label | A⁺⁺ | A |

Tabelle 5: Beispiel: Labelling von Heizsystemen

- aufgrund der Verordnung betreffend Detailregelungen eine EU-weite Harmonisieren bzw. Vereinheitlichung herbeiführt und somit:
 - Economies of scale, size und scope nach sich zieht
 - werbetechnisch eine bessere Wirkung erzielen kann

²³ The fuel cell heating unit is equipped with a gas condensing peak load boiler. Together with the peak load boiler the heating unit can provide a thermal output of 20 kW.

jedoch sind auch in diesem Zusammenhang die positiven Auswirkungen als eher gering einzustufen.

❖ Richtlinie 2009/125/EU „Ökodesign-Richtlinie“

Die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte wird durch die EU-Richtlinie 2009/125/EU²⁴ („Ökodesign-Richtlinie“) festgelegt. Durch diese Regelungen werden Mindestanforderungen für Produkte und deren umweltrelevanten Eigenschaften festgelegt.

Die ursprüngliche Regelung (RL 2005/32/EG), aus dem Jahr 2005 beschränkte sich noch auf energiebetriebene Produkte während durch die Neufassung eine Ausweitung auf energieverbrauchsrelevante Produkte erfolgte.

Die Auswahl der Produktkategorien erfolgt nach folgenden Kriterien:

- Die Ökodesign Richtlinie umfasst nicht Verkehrsmittel
- Das Produkt muss im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit ein deutliches Verbesserungspotenzial aufweisen
- Der Energieverbrauch muss durch die Verwendung des Produktes in irgendeiner Weise beeinflusst werden
- Auf die Umwelt müssen die Produkte eine signifikante Auswirkung haben
- Es müssen – als Richtwert - > 200.000 Stück des Produktes per anno verkauft und gehandelt werden

Um die Ökodesign-Anforderung für die unterschiedlichen Produktgruppen spezifizieren zu können, wurden diesbezügliche Verordnungen erlassen.

Für Mikro-KWK-Anlagen sind die Regelungen der EU-Verordnung 813/2013 anzuwenden. Die Verordnung schreibt die Ökodesign-Anforderungen für Raumheizgeräte und kombinierte Geräte als auch Pakete von Raumheizgeräten bzw. Temperaturregelungen etc. mit einer Leistung ≤ 400 kW fest. Die Ausführung der Produkte entsprechend diesen Regelungen ist eine Voraussetzung für die Markteinführung oder Inbetriebnahme der Geräte.

Die Anforderungen der genannten Verordnung beziehen sich auf den Energieverbrauch, das Lärmemissionsniveau sowie NOX –Emissionen der Raumheizgeräte, kombinierte Geräte etc.

Seit 26. September 2015 müssen Kombinationsgeräte die Ökodesign-Regelungen betreffend saisonalen Wirkungsgrad erfüllen. Ab dem 26. Dezember 2018 müssen die NOX-Emissionen – ausgewiesen als Stickstoffdioxid (NO₂) – eingehalten werden.

Tabelle 6: Minimum Ecodesign Anforderungen für Cogeneration Raumheizer

²⁴ <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0125&from=DE>

| SEASONAL SPACE HEATING ENERGY EFFICIENCY η_s in % | NITROGEN OXIDES EMISSIONS in mg/kWh | | | |
|---|-------------------------------------|------------|------------|------------|
| | *) | **) | ***) | ****) |
| ≥ 86 | ≤ 70 | ≤ 120 | ≤ 240 | ≤ 420 |

*) cogeneration space heaters equipped with external combustion using gaseous fuels

***) cogeneration space heaters equipped with external combustion using liquid fuels

****) cogeneration space heaters equipped with an internal combustion engine using gaseous fuels

*****) cogeneration space heaters equipped with an internal combustion engine using liquid fuels

Falls die Minimumanforderungen nicht erfüllt werden, kann das Produkt nicht am Markt eingeführt werden.

Basierend auf der Analyse der Anforderungen, kann die Aussage getätigt werden, dass die Energieeffizienz von Produkten steigen wird und ineffiziente Produkte aus dem Markt genommen werden. Ausgehend von dieser Folgerung hilft die Ökodesign-Richtlinie sowie die zugehörige Verordnung, dass sich die Brennstoffzellentechnologie am Markt leichter durchsetzen wird. Das heißt aber nicht, dass ein starker positiver Einfluss auf die Marktdurchdringung von stationären Brennstoffzellen zu erwarten ist.

❖ Richtlinie 2009/73/EU Vorschriften für den Erdgasbinnenmarkt

Da die Brennstoffzellen bis zur (flächendeckenden) Einführung der Wasserstoffwirtschaft mittels Erdgas – als Brückenenergieträger - bzw. Biomethan betrieben werden würden, können die Regelungen der Richtlinie 2009/73/EU²⁵ einen maßgeblichen Einfluss auf die Marktdurchdringung von Brennstoffzellen haben. Wenn man sich vor Augen führt, dass das Erdgasnetz sehr weitläufig ausgebaut wurde und die Erdgastransportkapazitäten vorhanden sind, werden, bei erwartetem rückläufigen Erdgasabsatz – bedingt durch die Steigerung der Energieeffizienz bzw. dem Wettbewerb mit Fernwärme - die Transportkosten pro Mengeneinheit steigen. Erdgas – als sauberster fossiler Energieträger – könnte noch über einen langen Zeitraum eine maßgebliche Rolle bei der Raumwärme, im Industriebereich und eventuell im mobilen Bereich spielen. Aus diesem Grund wären brennstoffzellenunterstützende Rahmenbedingungen förderlich:

- für eine dezentrale Elektrizitätserzeugung - neben den RES aber auch dort wo aufgrund ungünstiger Rahmenbedingungen RES nicht erzeugt werden können.
- für den Erdgasabsatz und bedingt dadurch
- verminderte THG-Emissionen aufgrund der besseren Effizienz im Vergleich zu anderen erdgasbefeuerten Technologien als auch im Vergleich zu anderen fossilen Brennstoffen.

²⁵ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0094:0136:de:PDF>

Vorwiegend könnten bestehende (Kombi)Gasthermen bzw. Gaskessel durch Brennstoffzellen ersetzt oder ergänzt werden. Ebenfalls könnten öl- bzw. kohlebefeuerte Heizungen ersetzt werden bzw. in neuen Wohnungen könnten Brennstoffzellen – neben Wärmepumpen und dem Einsatz von Fernwärme – als Standard eingesetzt werden. Bei entsprechender Ausgestaltung der Infrastrukturnutzungstarife könnten starke Anreize für die verstärkte Markteinführung (Teil des Business Modell) von Brennstoffzellen gesetzt werden. Diese Anreize wurden bisher nicht gesetzt aber es ist zu erwarten, dass die Implementierung anreizbedingter Tarife erheblichen Diskussionsbedarf mit der Energieregulierungsbehörde, den Fernleitungs- und Verteilernetzbetreiber respektive deren Vertretungen nach sich ziehen würde.

❖ Richtlinie 2009/72/EU²⁶ Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt

Durch den steigenden Anteil der dezentrale Elektrizitätserzeugung, bedingt auch durch den Einsatz von Brennstoffzellen, wird mittel- bis langfristig der Anteil der bei den Endkunden generierten Elektrizität steigen. Folglich wird auch die zu den Endkunden mittels E-Netzen transportierte Energiemenge sinken – unter der Voraussetzung, dass der Elektrizitätsverbrauch nicht gleich stark oder stärker steigt als der Anteil der mittels dezentralen Anlagen erzeugten Elektrizität. Eine geringere Transportmenge – im Vergleich zum Status Quo – bewirkt eine geringere Anzahl von Kostenträgern für die Abdeckung der E-Infrastrukturkosten, folglich würden die spezifischen Kosten je transportierter Mengeneinheit steigen. Darüber hinaus käme es wahrscheinlich - zumindest vorübergehend - zu einer Quersubventionierung jener Endkunden die Elektrizität dezentral erzeugen. Im Rahmen einer alters- oder technologiebedingten Erneuerung der E-Netze könnte eine verstärkte dezentrale E-Erzeugung dazu führen, dass die Netze eventuell auf kleinere Transportkapazitäten dimensioniert werden könnten. Aus diesen Gründen wären die genannten Auswirkungen, welche in den Tarifen ihren Niederschlag finden würden, zu berücksichtigen. Bisher sind keine diesbezüglichen Schritte gesetzt worden. Es ist zu erwarten, dass - in Analogie zu den Umsetzungsschwierigkeiten im Erdgasnetzbereich – ebenfalls langwierige Vorarbeiten (Überzeugungsarbeit) erforderlich wären.

4.3. Veröffentlichung der Task-/Implementing Agreement-Ergebnisse

Die Forschungsergebnisse wurden sowohl in einem Seminar als auch in einem Workshop in Österreich vorgestellt. Das englischsprachige Seminar mit dem Thema "International developments of stationary fuel cell systems" fand am 22. April 2015 in den Räumlichkeiten der Kommunalkredit statt. Der Eintritt war frei. Thematisch wurden in diesem Seminar die internationalen Entwicklungen in den verschiedenen Ländern vorgestellt.

²⁶ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0055:0093:de:PDF>

Das vereinbarte Annex 33-Meeting fand, gelinked mit dem beschriebenen Seminar, in den Räumlichkeiten der Österreichischen Energieagentur am 21. und 22. April 2015 in Wien statt.

Der vertraglich vereinbarte National Workshop – wurde als Open Workshop mit dem Thema „Fuel Cells: Why is Austria not taking off?“ - am 10. Oktober 2016, in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Fachverband Gas Wärme, in Wien durchgeführt. Die erzielten Ergebnisse – insbesondere die Ergebnisse der Subtask 3 – wurden mit internationaler Beteiligung (inklusive Vertretung der japanischen Firma Aisin) rege diskutiert und Verbesserungsvorschläge gemacht. Diese Verbesserungsvorschläge wurden durch die Österreichische Energieagentur aus dem Blickwinkel der relevanten Richtlinien und Verordnungen beleuchtet und auf Umsetzbarkeit untersucht.

Vorab zu jedem Annex-Meeting wurden die österreichischen Firmen/Institutionen, soweit sinnvoll und möglich, hinsichtlich der derzeit in Österreich bei stationären Anwendungen erzielten Produktentwicklungen bzw. neueren Forschungsergebnissen kontaktiert.

Im Dezember 2014 wurde mittels eines versendeten Newsletters (Adressatenkreis: sachorientierte Firmen/Personen) auf die Homepage der IEA verwiesen um über die aktuellen Aktivitäten des Annex 33 zu informieren.

Im Zusammenhang mit dem Seminar, welches am 22.4.2015 stattfand, wurde ein Newsletter an den relevanten Kreis versendet. Im Newsletter wurde über das bevorstehende Seminar als auch über die Ziele des Annex 33 und die Aufgaben/Aktivitäten der Österreichischen Energieagentur im Rahmen des Annex 33 informiert.

Folgende Artikel wurden auf Initiative der Österreichischen Energieagentur erstellt und veröffentlicht und zusätzlich gezielt in den relevanten Gruppen disseminiert :

- „Stationäre Brennstoffzellen auf dem Weg zur Serienreife“ im Fachmagazin „oesterreichs energie“
- „Von Japan lernen“ In der Zeitschrift der österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach und des Fachverbandes der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen

Zum Abschluss der ersten Phase des Projektes (Ende März 2017) wurde ein Newsletter durch die Österreichische Energieagentur veröffentlicht und zusätzlich an die Subscriber gesendet. Gleichzeitig wurden in einer Presseaussendung, die in der ersten Phase erzielten Ergebnisse, der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Der Subtask 3 - Draft-Report wurde zeitgerecht vorgelegt.

Der finale Subtask 3-Report wurde vertragsgerecht erstellt und ist auch unter 8 dieses Ergebnisberichtes eingefügt. Daraus sind die Ergebnisse als auch die auf den Ergebnissen basierenden umfangreichen Empfehlungen ersichtlich.

Das BMVIT wurde laufend in die Aktivitäten eingebunden. Insbesondere bei der Organisation von Seminaren, Workshops und Taskmeetings wurden die Inhalte dem BMVIT vorgestellt

bzw. ggf. auch akkordiert. Am jährlichen IEA Vernetzungstreffen wurde von Seiten der Österreichischen Energieagentur teilgenommen. Die ExCo-Vertretung und die Projektleitung des Annex 33 wurden/sind in einer Person (Dr. Simader) gebündelt. Aus diesem Grund war diesbezüglich keine weitere Abstimmung erforderlich. Der Vertreter der End-Use Party wurde bestmöglich über die Aktivitäten informiert.

Für die Verbreitung der Projektergebnisse wurde auf der Website der Österreichischen Energieagentur eine Website eingerichtet. Die Ergebnisse insbesondere von Subtask 3 liegen in Form eines Berichts vor; dieser wurde auf der Website als kostenloser Download zur Verfügung gestellt.

International wurde am 17. November 2015 ein Konferenzbeitrag im Rahmen Fuel Cell Seminars in Los Angeles eingebracht. Dem internationalen Fachpublikum wurde ein Poster zum Thema „The implementation of EU-Directives & Regulations: Opportunities and threats for fuel cell systems?“ präsentiert. Die Inhalte wurden insbesondere auch auf der Website: Nachhaltig Wirtschaften zur Verfügung gestellt.

Da die relevanten Annexe 30 – 37 (siehe 3.1) ineinander greifen wurde mit den anderen Teams (enger) Kontakt gehalten. Aus österreichischer Sicht ist dies die TU-Graz.

5. Vernetzung und Ergebnistransfer

5.1. Darstellung der österreichischen Zielgruppe, für die die Projektergebnisse relevant sind

In Österreich beschäftigen sich folgende Firmen/Institutionen mit Brennstoffzellen-Systemen bzw. der Entwicklung von Komponenten (Auswahl):

| Austria | | | | | |
|--|------------------------|---|-------|---|---|
| AVL | Cell/stack/system | Simulation software, monitoring technique, system tests and development | kW | Automotive powertrains; All applications for SOFC; Mobile applications for PEFC | www.avl.com |
| Fronius | Stack/system | System development | kW | Electrolysis, fork-lift, home energy system | www.fronius.com |
| Bosch Austria | system | SOFC, PEM | kW | stationary | www.bosch.at |
| Magna Steyr | Storage | Liquid, 70MPa (700 bar) | kW | Automotive | www.magnasteyr.com |
| OMV | Fuelling | 70MPa (700 bar) | | Hydrogen filling stations, operator | www.omv.com |
| Plansee | Cell/stack | SOFC | W, kW | Component manufacturer | www.plansee.at |
| RAG | Storage | - | - | Storage/Power to gas | http://www.rag-energy-storage.at |
| Siemens | Production of hydrogen | System development | | Application of hydrogen in the steel sector | https://www.siemens.com/at/de/home.html |
| Linde Group | HRS | HRS and Storage | | Linde starts up series production of hydrogen refueling stations in Vienna | http://www.linde-gas.at/de/index.html |
| VERBUND | Production of hydrogen | System development | | Application of hydrogen in the steel sector | https://www.verbund.com/ |
| VOEST | Production of hydrogen | System development | | Application of hydrogen in the steel sector | http://www.voestalpine.com/group/de/ |
| Schunk Bahn- und Industrietechnik GmbH | Stacks/system | PEFC | | Portable | www.schunk-group.com |

Tabelle 7: Projektrelevante Zielgruppe

Neben den in der Tabelle angeführten Unternehmen sind die österreichischen Versorgungsunternehmen von leitungsgebundener Energie aber auch Erzeuger/Händler von stationären Brennstoffzellen wie z.B.:

- Vaillant
- Viessman

als Key-Stakeholder anzusehen.

5.2. Einbindung der relevanten Stakeholder in das Projekt

Die relevanten Stakeholder wurden zum englischsprachigen Seminar mit dem Thema "International developments of stationary fuel cell systems" , welches am 22. April 2015 in den Räumlichkeiten der Kommunalkredit stattfand eingeladen. Der Eintritt war frei.

Ebenfalls wurden die relevanten Stakeholder zum National Workshop – welcher als Open Workshop mit dem Thema „Fuel Cells: Why is Austria not taking off?“ - am 10. Oktober 2016, in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Fachverband Gas Wärme, in Wien durchgeführt wurde, eingeladen.

Vorab zu jedem Annex-Meeting wurden die österreichischen Firmen/Institutionen, soweit sinnvoll und möglich, hinsichtlich der derzeit in Österreich bei stationären Anwendungen erzielten Produktentwicklungen bzw. neueren Forschungsergebnissen kontaktiert.

Im Dezember 2014 wurde mittels eines versendeten Newsletters (Adressatenkreis: sachorientierte Firmen/Personen) auf die Homepage der IEA verwiesen um über die aktuellen Aktivitäten des Annex 33 zu informieren.

Im Zusammenhang mit dem Seminar, welches am 22.4.2015 stattfand, wurde ein Newsletter an den relevanten Kreis versendet. Im Newsletter wurde über das bevorstehende Seminar als auch über die Ziele des Annex 33 und die Aufgaben/Aktivitäten der Österreichischen Energieagentur im Rahmen des Annex 33 informiert.

Folgende Artikel wurden auf Initiative der Österreichischen Energieagentur erstellt und veröffentlicht und zusätzlich gezielt in den relevanten Gruppen disseminiert :

- „Stationäre Brennstoffzellen auf dem Weg zur Serienreife“ im Fachmagazin „oesterreichs energie“²⁷
- „Von Japan lernen“ In der Zeitschrift der österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach und des Fachverbandes der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmungen²⁸

²⁷http://oesterreichsenergie.at/addon/FlexPaperZine.php?file=files/oesterreichsenergie.at/Fachmagazin%20Pdf/2015/Oes%20Energien_gesamt_08%202015.pdf, s. 54

²⁸https://www.forum-gww.at/pdf/2016_06.pdf, S. 41

Zum Abschluss der ersten Phase des Projektes (Ende März 2017) wurde ein Newsletter durch die Österreichische Energieagentur veröffentlicht und zusätzlich an die Subscriber gesendet. Gleichzeitig wurden in einer Presseausendung, die in der ersten Phase erzielten Ergebnisse, der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Das BMVIT wurde laufend in die Aktivitäten eingebunden. Insbesondere bei der Organisation von Seminaren, Workshops und Taskmeetings wurden die Inhalte dem BMVIT vorgestellt bzw. ggf. auch akkordiert.

Für die Verbreitung der Projektergebnisse wurde von der Österreichischen Energieagentur eine Website eingerichtet. Die Ergebnisse - insbesondere von Subtask 3 - liegen in Form eines Berichts vor; dieser wurde auf der Website als kostenloser Download zur Verfügung gestellt.

International wurde am 17. November 2015 ein Konferenzbeitrag im Rahmen Fuel Cell Seminars in Los Angeles eingebracht. Dem internationalen Fachpublikum wurde ein Poster zum Thema „The implementation of EU-Directives & Regulations: Opportunities and threats for fuel cell systems?“ präsentiert. Die Inhalte wurden insbesondere auch auf der Website: Nachhaltig Wirtschaften zur Verfügung gestellt.

Da die relevanten Annexe 30 – 37 (siehe 3.1) ineinander greifen wurde mit den anderen Teams (enger) Kontakt gehalten. Aus österreichischer Sicht ist dies die TU-Graz.

5.3. Beschreibung der Relevanz und des Nutzens der Projektergebnisse

Das Hauptziel von Annex 33: Stationäre Applikationen ist die forcierte Technologieentwicklung von Schlüsselkomponenten und -systemen von Brennstoffzellen und in weiterer Folge die Unterstützung der Marktimplementierung durch die Analyse/Entwicklung der hierfür erforderlichen politischen Rahmenbedingungen und Instrumente bzw. dem Abbau existierender Implementierungsbarrieren.

In diesem Annex stehen die folgenden Tasks auf dem Programm:

- Evaluierung der derzeit laufenden größeren Demonstrationsprojekte
- Identifizierung von Nischenmärkten
- Analyse der verschiedenen möglichen Brennstoffe inkl. den Reformierungsanfordernissen
- Analyse der ökonomische Voraussetzungen für die Markteinführung
- Analyse der regulativen Rahmenbedingungen.

Der Fokus des österreichischen Beitrages – als Subtask 3 Leader – lag hauptsächlich auf dem letzten Bullet Point.

Die Projektergebnisse aus der österreichischen Perspektive können wie folgt zusammengefasst werden:

- Aufgrund der proaktiven Teilnahme konnten internationale Schwerpunksetzungen identifiziert und für Österreich relevante Schlussfolgerungen gezogen werden
- Unter Berücksichtigung der gesetzlichen Rahmenbedingungen (Umsetzung der relevanten EU-Richtlinien in Österreich) konnten die positiven als auch die negativen Auswirkungen auf die Marktdurchdringung von stationären Brennstoffzellen analysiert werden und diesbezüglich relevante Empfehlungen ausgearbeitet werden. Bei Umsetzung der Empfehlungen könnten positive Auswirkungen auf die Erfüllung der energie-, klima- und technologiepolitischen Vorgaben der österreichischen Bundesregierung, erwartet werden.
- Das Ziel – forciert durch die proaktive Teilnahme - Projektentwicklungen auf internationaler Ebene – soweit mit den berechtigten Geschäftsgeheimnissen der Technologieentwickler bzw. – anbieter kompatibel – zu initiieren, findet im Projekt HyLaw (es geht um die Erkennung von Legal und Administrative Hurdles und darauf aufbauend um die Erarbeitung der diesbezüglich relevanten Best Practice-Beispiele im Wasserstoffsektor) seinen Niederschlag.
- Ebenso ist der Aufbau und die Absicherung der Technologieführerschaft bzw. Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit Österreichs aktiv verfolgt worden.

5.4. Evaluierung der laufenden größeren Demonstrationsprojekte

Österreich hat Einblick in die laufenden größeren Demonstrationsprojekte, wie das dargestellte Ene-Farm und Callux Programm. Ebenso konnten/können die Entwicklungen Japans auf dem Weg zu wasserstoffbasierten Gesellschaft – eingeschränkt auf den Einsatz von stationären direkt mit Wasserstoff beschickten Brennstoffzellen - mitverfolgt werden (siehe Fortschrittsbeschreibungen unter 2.3) Die generierten Erkenntnisse wurden disseminiert. Durch die Beteiligung ergab/ergibt sich auch die Möglichkeit Netzwerke aufzubauen welche auch erweiterte Kenntnisse als „Backstage-Informationen“ ermöglichen und zukünftig weiterhin ermöglichen werden. Nähere Informationen sind im Subtask 3-Report, welcher unter 8 angehängt wurde, enthalten. Darüber hinaus sei darauf hingewiesen, dass in Japan derzeit bereits ca. 200,000 mit Erdgas betriebene Brennstoffzellen installiert wurden. Noch größere Auswirkungen sind durch die Fortschritte in der Entwicklung der „Hydrogen FC“ (direkt mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzellen) zu erwarten da dies die ersten Schritte auf dem Weg zur wasserstoffbasierten Gesellschaft darstellen. Dieser Typ der Brennstoffzelle befindet sich schon in etlichen Nischenmärkten im Einsatz. Ein weiteres Indiz für den Fortschritt auf dem Weg zur wasserstoffbasierten Gesellschaft, ist die Entwicklung der wasserstoffbefeuelten Gasturbine. Diese Entwicklung wird sehr stark von der Fa. Mitsubishi vorangetrieben.

5.5. Identifizierung von Nischenmärkten

Durch die teilweise unterschiedlichen Marktbedingungen wurden innovative Lösungsansätze im Projektprozess präsentiert und diskutiert. Somit ergeben sich auch im Hinblick auf den österreichischen Markt Lösungsansätze und auch Erkenntnisse betreffend

Verbesserungserfordernisse der maßgeblichen Regularien. Beispielsweise wären Anwendungen im Bereich der Biogaserzeugung und Verwendung desselben in stationären Brennstoffzellen – in Analogie zur Anwendung z.B. in Kanada, gewonnen aus dem Klärschlamm der Abwasseraufbereitungsanlagen, möglich. Eine andere Möglichkeit wäre die Verwendung von Brennstoffzellen als Antrieb von Lokomotiven auf nicht elektrifizierten Eisenbahnstrecken oder die Elektrifizierung von entlegenen Berghütten etc.

Wie bereits unter 2.3 beschrieben sei hier nochmals auf die hervorragenden Einsatzmöglichkeiten als Back-up-Systeme – insbesondere im Falle von Stromausfällen z.B. in den äußerst wichtigen Telekommunikationsnetzen - hingewiesen.

5.6. Analyse der ökonomischen Voraussetzungen für die Markteinführung unter Berücksichtigung der regulativen Rahmenbedingungen

Die ökonomischen Voraussetzungen werden einerseits durch den Status Quo der Technologie an sich als auch durch den Fortschritt mit in Wettbewerb stehenden Technologien definiert. Ebenfalls determinieren die regulativen Rahmenbedingungen die Markteinführung als auch die Marktpenetration. Es gilt eine verlässliche Technologie zu wettbewerbsfähigen Preisen anzubieten. Neben der Einbringung der Standfestigkeitswerte in die Produktion, sind Economies of scale, size und scope von essenzieller Bedeutung für wettbewerbsfähige Unit-Preise. Prognosen betreffend Preisentwicklung wurden/werden analysiert, und diskutiert. Im Hinblick auf die Unterstützung von Business-Modellen wurden die regulativen Rahmenbedingungen analysiert und Konzepte angedacht. Beispielsweise sind die Tarife für die Erdgas- und Strominfrastrukturnutzung ein Kostenfaktor der in den Kalkulationen einen maßgeblichen Einfluss darstellt. Ebenfalls sind die Entsorgungskosten (de facto Life Cycle Costs) in Betracht zu ziehen.

Basierend auf diesen Analysen kann man zusammengefasst die Aussage treffen, dass sich die Installation von stationären Brennstoffzellen in herkömmlichen Haushalten (Etagenheizung oder Ein- bzw. Mehrfamilienhäusern) derzeit wirtschaftlich nicht darstellen lässt. Die Preise für stationäre Brennstoffzellen im Wohnungsbereich sind 2- 2.5 mal so hoch wie in Japan. Dieser riesige Preisunterschied lässt sich wie folgt erklären:

- Verwendung anderer Normen als in Japan. Da die meisten Komponenten von stationären Brennstoffzellen entweder in Japan oder Südkorea erzeugt werden und von den in der EU ansässigen Herstellern „lediglich“ zusammengesetzt werden und im Anschluss unter einem anderen Fabrikat verkauft werden, resultiert der Standortunterschied in höheren Preisen
- Der zweite, signifikantere, Faktor sind die wesentlich höheren Sicherheitsanforderungen in der EU. Die diesbezügliche Sensorik, verknüpft mit einer anderen – in der EU verwendeten und verfügbaren - Steuerung und Regelung, führt zu hohen Herstellungskosten und somit großen Preisunterschieden
- Die Installation der Brennstoffzellen erfolgt in Japan von Sub-contractoren der lokalen Erdgasversorgungsunternehmen, wie beispielsweise Tokio-Gas. Diese

Unternehmen sind wirtschaftlich sehr eng mit dem Erfolg der Erdgasversorgungsunternehmen verflochten und sind deswegen mehr oder minder gezwungen der durch die Erdgasversorgungsunternehmen vorgegebenen Richtung zu folgen und somit mit sehr geringen Aufschlägen die stationären Brennstoffzellen zu installieren

Last but not least, gibt es in der EU selten Zuschüsse, steuerliche Anreize oder andere Unterstützungen im Falle der Installation von stationären Brennstoffzellen.

Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen sind Vorschläge betreffend Vorgaben:

- im Wärme-, Erdgas- bzw. Biomethan- und Strommarkt
- Sicherheitsvorkehrungen und
- Incentives

auszuarbeiten, zu diskutieren und bei den Entscheidungsträgern einzubringen.

6. Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

6.1. Erkenntnisse für das Projektteam (fachliche Einschätzung)

Das Projekt wurde aus der Sicht der damaligen gesetzlichen Vorgaben und Ausblicke durchgeführt. Durch die sich schnell ändernden Rahmenbedingungen betreffend:

- Regularien
- Technologieentwicklung im Brennstoffzellensektor
- Fortschritte bei Konkurrenzprodukten

sind Updates der regulatorischen Rahmenbedingungen und Verbesserungsvorschläge im Zusammenhang mit Business-Modellen erforderlich.

In diesem Sinne sind betreffend gesetzlichen Rahmenbedingungen für die Marktdurchdringung von Brennstoffzellen:

- die Auswirkungen der „Formel“ 40/27/27 zu analysieren und rechtzeitig Vorschlägen für die nationalen brennstoffzellenrelevanten gesetzlichen Vorgaben auszuarbeiten damit diese durch die Interessensvertretungen rechtzeitig im Gesetzwerdungsprozess eingebracht werden können
- Ebenfalls ist die Heating und Cooling Strategie (Vorschlag der Europäischen Kommission) zu analysieren und es sind daraus Empfehlungen – insbesondere betreffend Unterstützung des Business Modells - abzuleiten.
- Darüber hinaus ist das sogenannte „Winterpaket“ betreffend Auswirkungen auf die Brennstoffzellentechnologie zu analysieren und es ist dementsprechender Input – ebenfalls mit Fokus auf die Unterstützung von Business Modellen - auszuarbeiten.

- Die Regelungen in der Connecting Europe Facility (Energy aber auch Transport) betreffend den Energieträger Wasserstoff hinreichend zu berücksichtigen
- Die Vorkehrungen in der Richtlinie 2014/94/EU (Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe) entsprechend zu ergänzen. Ob diese Richtlinien auf den Verkehrssektor ausgerichtet ist, würden durch die zu erwartenden Skaleneffekte, vorwiegend Economies of size and scope, positive Auswirkungen zu den stationären Brennstoffzellen durchdringen
- In der Trans European Network Strategy (Energie) Regelungen betreffend Wasserstoff als Energieträger aufzunehmen.

Entscheidend ist hier die rechtzeitige Erarbeitung von konkreten (Verbesserungs)Vorschlägen damit diese durch die jeweiligen Interessensvertretungen im Gesetzwerdungsprozess frühzeitig eingebracht werden können.

Durch die Gründung des Hydrogen Council, in welchem sich 13 führende Unternehmen aus dem Energie-, Transport- und Industriesektor zusammengeschlossen haben, ist eine Institution entstanden welche die Kräfte zusätzliche verstärken könnte und die Forschungsintensität nochmals verbessern könnte. Diese Institution könnte – so weit wie möglich – in die zukünftigen Projekte eingebunden werden um die relevanten Entscheidungsträger, mit gebündelten Kräften, von den Vorteilen der Brennstoffzellentechnologie zu überzeugen.

Im Zusammenhang mit der geplanten Wasserstoffpilotanlage in Linz, eine enge Kooperation zwischen Voest, Verbund und Siemens, wird empfohlen im Rahmen eines Projektes eine Zusammenarbeit anzustreben – unter der Voraussetzung, dass die Betreiber dieses Projektes aus Geheimhaltungsgründen dazu bereit sind – um eine Win Win Situation herbeizuführen.

Im Hinblick auf die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit ist nicht nur das Produkt an sich zu berücksichtigen sondern es sind auch die Kostentreiber in vorgeschalteten bzw. nachgeschalteten Systemen, wie Erdgasinfrastruktur und Elektrizitätsinfrastruktur in die Überlegungen einzubeziehen. Diesbezügliche Überlegungen könnten im ersten Schritt mit der Energieregulierungsbehörde diskutiert werden.

Zusätzlich wären die Life Cycle Cost der Brennstoffzellentechnologie zu berücksichtigen um auch Kostenvorteilen (falls gegeben, auch Vorteile der Auswirkung auf die Umwelt) gegenüber potenziellen Wettbewerbern (wie z.B. Batterietechnologie) deutlich zu machen.

Wie kurz umrissen, sind viele Komponenten in die Schlussfolgerungen einzubeziehen um der Brennstoffzellentechnologie zu einem Business Modell – somit zum Marktdurchbruch zu verhelfen.

6.2. Fortführung der Arbeit durch das Projektteam – basierend auf den bisherigen Erkenntnissen

Das Projektteam wird anhand der bisher erzielten Resultate um eine Projektverlängerung - mit Fokus auf die genannten Empfehlungen, insbesondere Unterstützung des Business

Modells – ansuchen und im Rahmen des IEA-Kooperationsprojekte - unter Einbeziehung der nationalen Stakeholder - intensiv an der Umsetzung der identifizierten Ziele arbeiten.

6.3. Relevanz der Projektergebnisse für anderen Zielgruppen bzw. Fortführung der diesbezüglichen Arbeit

Die Zielgruppe ist ident mit der unter Pkt. 8 genannten Zielgruppe. Es gilt die Ziele innerhalb der Zielgruppe zu bündeln und die politischen Entscheidungsträger von der Brennstofftechnologie zu überzeugen.

7. Verzeichnisse

7.1. Literaturverzeichnis

A. Indinger, M. Katzenschlager: Energieforschungserhebung 2013, Berichte aus der Energie und Umweltforschung 27/2014, Wien, 2016

Dantherm AG: Back-up Power with Fuel Cells, Präsentation im Rahmen des Meetings in Wien, Wien April 2015

EU-Richtlinie: Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte, Link zum Dokument: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0125&from=DE>

EU-Richtlinie: Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG, Link zum Dokument: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=de>

EU-Richtlinie: Richtlinie 2009/72/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 2003/54/EG, Link zum Dokument: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0055:0093:de:PDF>

EU-Richtlinie: Richtlinie 2009/73/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über gemeinsame Vorschriften für den Erdgasbinnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 2003/55/EG, Link zum Dokument: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:211:0094:0136:de:PDF>

EU-Richtlinie: Richtlinie 2010/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen durch

energieverbrauchsrelevante Produkte mittels einheitlicher Etiketten und Produktinformationen, Link zum Dokument:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0001:0012:de:PDF>

EU-Richtlinie: Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung), Link zum Dokument:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:DE:PDF>

EU-Richtlinie: Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG, Link zum Dokument:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:DE:PDF>

OIB – Dokument zum Nachweis der Kostenoptimalität der Anforderungen der OIB – RL 6 bzw. des Nationalen Plans gemäß Artikel 4 (2) zu 2010/31/EU, Wien, März 2014

OIB – Dokument zur Definition des Niedrigstenergiegebäudes und zur Festlegung von Zwischenzielen in einem „Nationalen Plan“ gemäß Artikel 9 (3) zu 2010/31/EU, Wien, Dezember 2012

Österreichs Energie: Fachmagazin, S.54, abgerufen März 2017, Link zum Dokument: http://oesterreichsenergie.at/addon/FlexPaperZine.php?file=files/oesterreichsenergie.at/Fachmagazin%20Pdf/2015/Oes%20Energien_gesamt_08%202015.pdf

Toshiba AG: Stationary Fuel Cell Systems for Hydrogen Society, Präsentation im Rahmen des Meetings in Tokio, März 2017

Zeitschrift Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach und des Fachverbandes des Gas- und Wärmeversorgungsunternehmungen: Forum Gas Wasser Wärme, Neue Herausforderungen – neue Chancen: Energiewirtschaft im Umbruch, S.54, abgerufen im März 2017, Link zum Dokument: https://www.forum-gww.at/pdf/2016_06.pdf

7.2. Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Darstellung von Brennstoffzellenapplikationen (Quelle: Dantherm)..... | 13 |
| Abbildung 2: Series of CHP applications; Main Specifications; (Quelle: Toshiba)..... | 14 |
| Abbildung 3: System Konfiguration Stationäre Brennstoffzelle mit integriertem Reformer (Quelle: Toshiba) | 15 |
| Abbildung 4: System Konfiguration Stationäre Brennstoffzelle ohne integrierten Reformer (Quelle: Toshiba) | 16 |

| | |
|--|----|
| Abbildung 5: System Konfiguration Teilrückführung des Wasserstoffes (direkte Wasserstoffverwendung ohne Reformiererfordernis) im automotiven Sektor (Quelle: Toshiba) | 16 |
| Abbildung 6: System Konfiguration Teilrückführung des Wasserstoffes (direkte Wasserstoffverwendung ohne Reformiererfordernis) im stationären Bereich (Quelle: Toshiba) | 16 |
| Abbildung 7: Leistungsfähigkeit der Brennstoffzelle mit direkter Wasserstoffzufuhr im Vergleich zur Ene-Farm-Brennstoffzelle mit Reformer (Quelle: Toshiba) | 17 |
| Abbildung 8: KWK-Anwendungen der direkt mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzelle (Quelle: Toshiba) | 17 |
| Abbildung 9: R&D betreffend Erzeugung und Verwendung von Wasserstoff welcher durch erneuerbare Energien produziert wird (Quelle: Toshiba) | 18 |
| Abbildung 10: Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff in Kombination mit der lokalen Erzeugung bzw. Speicherung kombiniert mit der hohen Einsatzortflexibilität bei gleichzeitig hohem Vorfertigungsanteil(Quelle: Toshiba) | 18 |
| Abbildung 11: Ausgaben der öffentlichen Hand im Bereich Energie nach übergeordneten Themen in den Jahren 2008 bis 2015 | 19 |
| Abbildung 12: Ausgaben der öffentlichen Hand für die Themen Brennstoffzellen und Wasserstoff in den Jahren 2011 bis 2015 | 19 |
| Abbildung 13: Veränderung der Ausgaben der öffentlichen Hand für die Themen gemäß IEA Code; Vergleich 2014 zu 2015 | 20 |

7.3. Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz – Neubau (2014 – 2020) | 11 |
| Tabelle 2: Mindestanforderungen an Gesamtenergieeffizienz – größere Renovierung (2014 – 2020) | 11 |
| Tabelle 3: Vergleich technologischer Kenndaten von Brennstoffzellen-Heizgeräten | 13 |
| Tabelle 4: Saisonale Energieeffizienzklassen für Raumheizer mit Ausnahme von Niedertemperatur-wärmepumpen und Raumheizgeräte mit Wärmepumpe für Niedertemperatur-Anwendung | 30 |
| Tabelle 5: Beispiel: Labelling von Heizsystemen | 30 |
| Tabelle 6: Minimum Ecodesign Anforderungen für Cogeneration Raumheizer | 31 |
| Tabelle 7: Projektrelevante Zielgruppe | 35 |

8. Anhang