



Verbundvorhaben Öko-effiziente Flugzeugsysteme für die nächste Generation (EFFESYS) - Teilprojekt Brennstoffzelle, Infrastruktur, Komponenten und System (BRINKS) - Schlussbericht

J. Pasel, R.C. Samsun, H. Janßen, W. Lehnert,
R. Peters, D. Stolten

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK)
Elektrochemische Verfahrenstechnik (IEK-3)

Verbundvorhaben Öko-effiziente Flugzeugsysteme für die nächste Generation (EFFESYS) - Teilprojekt Brennstoffzelle, Infrastruktur, Komponenten und System (BRINKS) - Schlussbericht

J. Pasel, R.C. Samsun, H. Janßen, W. Lehnert, R. Peters, D. Stolten

Inhaltsverzeichnis

I	Kurzdarstellung.....	1
I.1	Aufgabenstellung	1
I.2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	1
I.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	2
I.4	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde.....	3
I.4.1	Komponenten des Fuel Processings	3
I.4.2	Hochtemperatur-Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle (HT-PEFC).....	7
I.4.3	Systemtechnik.....	9
I.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	12
II	Eingehende Darstellung.....	13
II.1	Erzielte Ergebnisse	13
II.1.1	Fuel Processing GTL-Kerosin 5 kW	14
II.1.1.1	Kraftstoffanalyse und orientierende Versuche	14
II.1.1.2	Re-Design des Reformers für den Betrieb mit GTL-Kerosin.....	17
II.1.1.3	Anpassung des existenten Shift-Reaktors an GTL-Kerosin.....	29
II.1.1.4	Anpassung des existenten Katalytbrenners an GTL-Kerosin	33
II.1.1.5	Systemerstellung Fuel Processing für GTL-Kerosin 5 kW	39
II.1.1.6	Test Fuel-Processing GTL 5 kW	41
II.1.2	Entwicklung einer HT-PEFC 5 kW	46
II.1.2.1	Lastenheft und Schnittstellendefinition.....	46
II.1.2.1.1	Betriebsbedingungen	46
II.1.2.1.2	Schnittstellen.....	46
II.1.2.2	Konzeptentwicklung, Materialauswahl	47
II.1.2.2.1	Stackgeometrie	47
II.1.2.2.2	Flowfieldkonzept	47
II.1.2.2.3	Kühlkonzept	48
II.1.2.2.4	Dichtungen.....	48
II.1.2.2.5	Endplatten und Verspannung	49
II.1.2.3	Stackkonstruktion.....	49
II.1.2.3.1	Strömungsverteiler	49
II.1.2.3.2	Kühlung.....	52
II.1.2.3.3	Dichtungen.....	57
II.1.2.3.4	Endplatten	59
II.1.2.3.5	Fullstack.....	62
II.1.2.4	Stackbau	66
II.1.2.4.1	Shortstack	66
II.1.2.4.2	Fullstack.....	68

Verbundvorhaben EFFESYS

Teilprojekt Brennstoffzelle, Infrastruktur, Komponenten und System

II.1.2.5	Stacktest	74
II.1.2.5.1	Shortstack	74
II.1.2.5.2	Fullstack	92
II.1.3	Integriertes System 5 kW	100
II.1.3.1	Lastenheft und Schnittstellendefinition	100
II.1.3.2	Verfahrensanalyse	100
II.1.3.3	Bau eines Moduls zum Test von HT-PEFC-Stacks	106
II.1.3.4	Test von HT-PEFC-Stacks	107
II.1.3.5	Bau integriertes System GTL-Kerosin 5 kW	113
II.1.3.6	Test integriertes System GTL-Kerosin 5 kW	116
II.1.4	ATR und WGS GTL-Kerosin 50 kW	121
II.1.4.1	Entwicklung 50 kW ATR GTL-Kerosin	121
II.1.4.2	Entwicklung 50 kW WGS GTL-Kerosin	123
II.1.4.3	Modulbau 50 kW ATR GTL-Kerosin	127
II.1.5	Systemstudie 50 kW GTL-Kerosin	129
II.1.5.1	Verfahrensanalyse GTL-Kraftstoff 50 kW	129
II.2	Darstellung des Nutzens und der Verwertbarkeit	134
II.2.1	Fortschreibung des Verwertungsplanes	135
II.2.1.1	Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen / erteilte Schutzrechte	135
II.2.1.2	Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende	138
II.2.1.3	Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten	140
II.2.1.4	Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit	141
II.3	Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	143
II.3.1	Fuel-Processing von flüssigen Kraftstoffen	143
II.3.2	Hochtemperatur-Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle (HT-PEFC)	145
II.3.3	Systemtechnik	146
II.4	Erfolge und geplante Veröffentlichungen	151

Kurzzusammenfassung:

Der Einsatz von Brennstoffzellensystemen im Flugzeug bietet die Möglichkeit, die Funktionen Energieumwandlung, Wasser- und Inertgaserzeugung mit Hilfe eines einzigen Systems zu gewährleisten. Dadurch wird der Kraftstoffverbrauch verringert, die Gesamteffizienz eines Flugzeuges erhöht und ein emissionsarmer Betrieb von Flugzeugen besonders am Boden ermöglicht. Das Forschungszentrum Jülich hat im Rahmen dieses Vorhabens einen Beitrag zur technologischen Weiterentwicklung solcher Brennstoffzellensysteme geleistet. Die Arbeitsziele wurden in fünf Arbeitspaketen erarbeitet. Das erste Arbeitspaket hatte zum Ziel, ein experimentell getestetes Fuel-Processing System im 5 kWel.-Maßstab bestehend aus autothermem Reformier, Wasser-Gas-Shift Reaktor, katalytischem Brenner und den erforderlichen Balance-of-Plant-Komponenten zur Verfügung zu stellen. Im zweiten Arbeitspaket wurde eine Hochtemperatur-Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle mit einer elektrischen Leistung von 5 kW entwickelt und getestet. Das dritte Arbeitspaket hatte das Ziel, ein integriertes System aus Fuel-Processing-Einheit und Brennstoffzelle aufzubauen und zu testen. Dieses System hat eine Leistung von 5 kWel. und ist mit synthetischem GTL-Kerosin betreibbar. Im vierten Arbeitspaket wurde ein autothermer Reformier entwickelt, konstruiert und gefertigt, der einen molaren Wasserstoffstrom liefert, der einer elektrischen Brennstoffzellenleistung von 50 kW entspricht. Außerdem wurde ein Wasser-Gas-Shift Reaktor in der gleichen Leistungsklasse entwickelt, konstruiert und gefertigt. Das fünfte Arbeitspaket lieferte Auslegungsdaten für ein Brennstoffzellensystem in der Leistungsklasse 50 kWel. bestehend aus Hochtemperatur-Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle, autothermem Reformier, Wasser-Gas-Shift Reaktor und katalytischem Brenner.

Institut:

Die Forschungsaufgaben des Instituts für Energie- und Klimaforschung - Elektrochemische Verfahrenstechnik (IEK-3) sind auf die Realisierung von Hoch- und Niedertemperaturbrennstoffzellen sowie von entsprechenden Stacks oder Systemen für stationäre oder mobile Anwendungen ausgerichtet. Ferner umfassen die verfahrens- und systemtechnischen Entwicklungen die Bereitstellung von Apparaten zur Brenngaserzeugung. Diese Arbeiten werden von physikalischen-chemischen Grundlagenuntersuchungen sowie systemanalytischen Studien der Energieverfahrenstechnik begleitet.