



Bericht

der Landesregierung

Stand der Brennstoffzellentechnologie in Schleswig-Holstein

Drucksache 15/1182

Federführend ist der Minister für Finanzen und Energie

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einführung und Zusammenfassung	3
1. Stand der Brennstoffzellen-Technologie in Schleswig-Holstein	4
2. Förderungen von Unternehmen und Institutionen durch das Land Aktivitäten in Schleswig-Holstein	6
3. Förderkulisse für Brennstoffzellen durch Zinersparnisse aus den UMTS- Lizenzeinnahmen	9
4. Stand der Forschung und Entwicklung	10
5. Chancen schleswig-holsteinischer Unternehmen	11

Einführung und Zusammenfassung

Brennstoffzellen sind eine innovative Technologie zur Energieumwandlung, der ein hohes Entwicklungspotential eingeräumt wird. Das große Engagement privatwirtschaftlicher Unternehmen sowie die Förderungen durch den Bund und die Länder unterstreichen die Bedeutung.

Eine umfassende Markteinführung der Brennstoffzellentechnologie bedarf erheblicher Anstrengungen insbesondere bei der Optimierung der Technik und der Reduzierung der Produktkosten.

Durch geplante Serienfertigungsverfahren insbesondere in der Fahrzeugindustrie und bei Herstellern der dezentralen Gebäudeversorgung sowie dem Einsatz systemoptimierender Verfahren sollen diese Ziele erreicht werden. Ob die Erwartungen tatsächlich eingelöst werden können, kann z.Z. nicht abschließend beantwortet werden.

Das Anwendungsgebiet der Brennstoffzelle umfasst Entwicklungslinien im mobilen und stationären Sektor. Durch eine Vielzahl von durchgeführten Projekten liegen bereits eine Reihe von Erkenntnissen vor.

In Schleswig-Holstein wird die Brennstoffzellentechnologie im Bereich der Anwendung als auch der Entwicklung und Forschung unterstützt.

Die vorhandene Infrastruktur reicht von der Kleinserienfertigung bei U-Bootantrieben über die anwendungsbezogene Forschung bis zur Herstellung und Vertrieb von Schulungsmodellen im Aus- und Weiterbildungsbereich.

Ein Schwerpunkt wird es auch sein, die möglichen eingesetzten gasförmigen Energieträger möglichst emissionsneutral und energiesparend herzustellen. Hierbei kann Biogas eine entscheidende Rolle einnehmen.

Gegenwärtig befassen sich sieben Unternehmungen und acht wissenschaftliche Einrichtungen in Schleswig-Holstein mit der Brennstoffzellentechnologie.

Weitere haben Interesse an den einzelnen Technologieentwicklungen im Zusammenhang mit der Brennstoffzelle bekundet, so dass von einer steigenden Anzahl auszugehen ist.

Weitergehende Kooperationen auch über die Landesgrenzen hinaus sind im Forschungs- und Anwendungsverbund die Basis für eine Partizipation an der Gesamtentwicklung und den Ausbau von Spitzenstellungen in der schleswig-holsteinischen Wirtschaft.

Unternehmen wie die HDW und deren Aktivitäten im Bereich des Brennstoffzellenantriebes in Unterseebooten sowie die Unternehmen Farmatic und o.m.t. mit der Nutzung von Biogas zeigen die Kapazitäten bei der Technologieentwicklung in Verbindung mit den wissenschaftlichen Einrichtungen und Forschungsinstitutionen des Landes auf.

Die Landesregierung wird auch weiterhin im Rahmen ihrer Möglichkeiten die Brennstoffzellentechnologie fördern und die Entwicklung vorantreiben.

1. Stand der Brennstoffzellen- Technologie in Schleswig-Holstein

Brennstoffzellen unterscheiden sich grundsätzlich von der herkömmlichen Art der Energieumwandlung. Bei der konventionellen Kraft-Wärme-Maschine wird die chemische Energie des Brennstoffes, z.B. Gas oder Öl, durch Verbrennung zunächst in thermische Energie umgewandelt. Durch den Betrieb einer Turbine oder eines Motors wird die thermische Energie in mechanische Energie umgewandelt, die wiederum zum Antrieb eines Generators und somit zur Erzeugung von elektrischer Energie dient.

Bei der Brennstoffzelle wird die chemisch gebundene Energie durch eine kontrollierte elektrochemische Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser direkt in elektrische Energie umgewandelt. Im Prinzip können daher Brennstoffzellen höhere Wirkungsgrade erzielen als Strömungs- oder Verbrennungsmaschinen. Die Brennstoffzelle liefert Strom und Wärme und stellt damit eine Form der Kraft-Wärme-Kopplung dar. Im Ergebnis kann sie durchaus jedoch mit anderen Energieumwandlungsaggregaten direkt verglichen werden.

Wirkungsgrade im Vergleich zu anderen Technologien zeigt die nachfolgende Übersicht:

Technik	Leistungsgrößen KW	Wirkungsgrad/elektrisch %
Kolbenmotor	5 – 10000	20 - 45
Turbine	30 – 5000	27 – 30
Stirling – Motor	0,3 – 200	15 – 30
Brennstoffzelle	1 – 1000	35 – 50

Quelle: Forschungszentrum Jülich

Anmerkung: In größeren Leistungsbereichen liegen die Wirkungsgrade von Turbinen wesentlich höher (bis über 55%).

Die Entwicklung der Brennstoffzellentechnik wird weltweit durch Forschungseinrichtungen und Unternehmen intensiv vorangetrieben. Die spezifischen Anforderungen und Einsatzbedingungen von Brennstoffzellen haben in der Forschung und Entwicklung für neue Impulse gesorgt. Umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten konnten die einzelnen Problemlagen in der Anwendung definieren und Lösungswege aufzeigen.

Erhebliche Einschränkungen ergaben sich z. B. durch die erforderlichen Qualitäten der eingesetzten Gase. Zusätzlich bilden die hohen Herstellungs- und Betriebskosten eine Hemmschwelle für eine breite Anwendung dieser Technologie.

Brennstoffzellen werden Marktchancen eingeräumt, wenn sie wettbewerbsfähig sind. Eine Kostenreduktion kann durch Weiterentwicklung und Serienfertigung erreicht werden. Die tatsächlichen Kosten für Brennstoffzellen sind derzeit gekennzeichnet durch Herstellungsverfahren im Labor- bzw. Vorserienmaßstab. Sie liegen im Bereich von 5.000 bis 40.000 DM/kW installierte Leistung und sind damit spezifisch ca. 5 bis 10 mal höher als z.B. vergleichbare Motoren. Im Vergleich zu den konventionellen Techniken liegen damit die Brennstoffzellensystemkosten deutlich höher. Beispielsweise werden für Blockheizkraftwerke in der Größenordnung zwischen 5 kWel und 500 kWel Investitionskosten zwischen 1000 bis 4000 DM/kW angegeben.

Wenn es gelingt, bei der Herstellung und dem Betrieb der Brennstoffzellen eine starke Kostenreduktion zu erreichen, können sich weitreichende Veränderungen in der Stromversorgung und Wärmeversorgung ergeben.

Brennstoffzellen könnten als dezentral eingesetzte Stromerzeuger, ebenso wie heutige Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in Verbindung mit moderner Netzleittechnik, wesentlich höhere Anteile an der Stromversorgung erreichen.

Optimierungen bei den verwendeten Materialien und den Fertigungsverfahren können dazu beitragen, dass für unterschiedliche Anwendungen geeignete Brennstoffzellentypen zur Verfügung stehen.

Im wesentlichen werden fünf Technologielinien verfolgt.

Die Polymer Elektrolyt Membrane Fuel Cell (**PEMFC**) verspricht die Kernkomponente eines KFZ- Antriebssystems zu werden.

Im Bereich der stationären Stromerzeugung werden die Entwicklungsarbeiten an der Schmelzkarbonat Fuel Cell (**MCFC**) im unteren Temperaturniveau und die Oxidkeramische Fuel Cell (**SOFC**) im oberen Temperaturniveau vorangetrieben, insbesondere vor dem Hintergrund der Direktverstromung von Wasserstoff, Erdgas, Kohle- und Biogas.

Neben diesen Technologien sind bereits kommerziell erhältliche Blockheizkraftwerke vom Typ der Phosphorsauren Fuel Cell (**PAFC**) und der Alkalischen Fuel Cell (**AFC**) in der Raumfahrt verfügbar.

Die nachfolgende Übersicht verdeutlicht die spezifischen Einsatzgebiete der fünf Brennstoffzellentypen. Die technischen Lösungen unterscheiden sich zum Teil erheblich in bezug auf die Brenngasaufbereitung, die Prozessführung, die Betriebstemperatur, die Betriebsenergie, die Anlagengröße, den Wartungsaufwand, die Lebensdauer und die Investitionskosten.

TYP	Kathode	Elektrolyt	Anode	Betriebstemperatur
PEMFC	CO-freie Luft	Polymer-Membran	CO-freier Wasserstoff	80° C
MCFC	Gemisch: Luft/ CO ₂	Karbonat-Schmelze	Erdgas, CO, Wasserstoff	650°C
SOFC	Luft	Zirkonoxid-Keramik	Erdgas, CO, Wasserstoff	750° C bis 950°C
PAFC	CO-freie Luft	Phosphor-Säure	Wasserstoff-reiches Gas	200° C
AFC	Gemisch: CO ₂ - freie Luft Und Wasser	Kalilauge	CO ₂ freier Wasserstoff	70°C

Brennstoffzellen müssen sich, wenn sie in bestehende Märkte stärker eindringen wollen, der etablierten Konkurrenz stellen. Die Vorteile der Brennstoffzellentechnik können, bei weiter erhöhten elektrischen Wirkungsgraden, in der Ersparnis von Brennstoff und der Reduktion von CO₂- Emissionen und anderen Schadstoffen liegen.

Einzubeziehen in die Gesamtbewertung ist jedoch auch der eingesetzte Energieträger und deren Herstellung. Der für den Betrieb von Brennstoffzellen benötigte Wasserstoff kann auf unterschiedliche Weise gewonnen werden. Die Reformierung, d.h. die Extraktion von Wasserstoff aus Erdgas, Kohle- und Biogas sind Verfahren, die

bereits zur Anwendung gekommen bzw. in der Entwicklung sind. Hier ist der Gesamtwirkungsgrad, abhängig von der Effizienz der Brennstoffzelle, gleich hoch oder höher als bei anderen Energieumwandlern.

Vielfach wird jedoch auch unterstellt, dass Wasserstoff mittels Elektrolyse aus energetisch hochwertigem Strom (reiner Exergie) hergestellt wird. Die Nutzung der Elektrolyse zur Herstellung von Wasserstoff bedeutet Verluste in der Betrachtung der Kette der Gesamtwirkungsgrade von 70% - 80% und höher (Umwandlung von Strom in Wasserstoff, Lagerung, Transport, Rückumwandlung von Wasserstoff in Strom). Dieser Weg ist unter Effizienzgesichtspunkten außerordentlich problematisch.

Die Unterstützung und Förderung von Brennstoffzellensystemen auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene soll sich auf die Systeme und Typen konzentrieren, die den Wettbewerb mit konventionellen Technologien bestehen können.

Die gegenwärtigen Definitionen der Einsatzbedingungen von Brennstoffzellen beinhalten, insbesondere im Bereich der angestrebten Breitenanwendung, die Fragestellungen hinsichtlich der Systemkosten, der Anlagenlebensdauer sowie dem Betriebsverhalten. Durch die ersten Blockheizkraftwerke in PAFC – Technik konnte bis heute bereits eine hohe Anlagenverfügbarkeit und ein relativ hoher Wirkungsgrad auch im Teillastbereich nachgewiesen werden.

2. Förderungen von Unternehmen und Institutionen durch das Land Aktivitäten in Schleswig-Holstein

Brennstoffzellenanlagen werden seit einigen Jahren in Schleswig –Holstein in Kaltenkirchen durch die Schleswig AG und in Bargteheide durch die Hamburger Gaswerke betrieben. Es handelt sich hierbei jeweils um den Brennstoffzellentyp: ONSI PC25C mit einer thermischen Leistung von ca. 220 kW_{th} und einer elektrischen Leistung von 200 kW_{el}. Als Brennstoff wird Erdgas eingesetzt.

Erste Erfahrungen mit diesen Anlagen zeigen auf, dass eine hohe Verfügbarkeit bei einem geringen Wartungsaufwand zu erreichen ist. Anfangsprobleme mit der Erdgasreformierung konnten behoben werden.

Die ONSI PC25C gilt zwischenzeitlich als zuverlässiges Aggregat im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung.

Für den stationären Anwendungsbereich wurden in einer gutachterlichen Bewertung im Auftrag der Energiestiftung weitere mögliche Ziele zur dezentralen Versorgung durch die Brennstoffzelle formuliert.

Ein Förderbereich wird sich seitens der Energiestiftung zukünftig auf Brennstoffzellenanlagen zur dezentralen Gebäudeversorgung konzentrieren. Geplant ist die Unterstützung von ca. 25 Anlagen unterschiedlicher Hersteller in der Leistungsgröße bis 5 kW_{el}. Eine wissenschaftliche Begleitung hierzu ist vorgesehen. Voraussichtlich in 2002 sollen die ersten Bewilligungen erteilt werden.

Ein weiterer Schwerpunkt im Rahmen der Unterstützung von Unternehmen in Schleswig-Holstein ist die Entwicklung von Anlagen und Anlagentechniken, die im Zusammenhang mit der Nutzung von Brennstoffzellen stehen.

Das Unternehmen Farmatic in Nortorf entwickelt ein Verfahren im großtechnischen Maßstab zur Aufbereitung und Reinigung von Biogas in Erdgasqualität zur Verwendung u.a. in Brennstoffzellen. Der innovative Ansatz dieser mit ca. 30% durch das Land geförderten Maßnahme, liegt in der Produktion einer konstanten Biogasqualität unabhängig von der biologischen und mengenmäßigen Zusammensetzung der Aus-

gangssubstanzen in einem Gesamtsystem mit modularer Bauweise. Allerdings kann auch Biogas bereits heute durch herkömmliche Blockheizkraftwerke und Motoren mit beachtlichen Wirkungsgraden in Strom und Wärme umgewandelt werden.

Eine Kooperation mit dem Unternehmen o.m.t. Oberflächen und Materialtechnologie in Lübeck ist hierbei vorgesehen. Das Unternehmen o.m.t. befasst sich mittels einer Landesunterstützung von ca. 27% mit der Entwicklung und Herstellung einer stationären Brennstoffzelle unter Verwendung von erneuerbaren Energieträgern.

Im Gegensatz zu den bisher entwickelten Brennstoffzellen mit bipolaren Elektroden, wird die Maßnahme, auf der Basis von monopolaren Elektroden, sich grundlegend vom Stand der Technik unterscheiden. Vorteile sollen insbesondere in der Verwendung von Biogas/Erdgas im Gegensatz zum reinen Wasserstoffbetrieb, der Langzeitstabilität und bei der Kostenreduktion liegen.

Beide beschriebenen Entwicklungen werden voraussichtlich in 2003 abgeschlossen sein und können bei erfolgreichem Verlauf, über die Landes- und Bundesgrenzen hinaus, Wirkungen mit Beschäftigungseffekten erzielen.

Brennstoffzellen im mobilen Anwendungsbereich haben bei der HDW /Howaldtswerke Deutsche Werft in Kiel eine lang anhaltende Verwendung gefunden. Die PAFC bzw. PEMFC – Technik ist Bestandteil bei den Antrieben von Unterseebooten, die in Serie hergestellt werden.

Aus militärischer Sicht wird diese Technik besonders aufgrund der Geräuscharmheit, Verschleißfestigkeit und hohen Effizienz hervorgehoben.

Die HDW verfügt über einen Prüfstand für Brennstoffzellen und kann hierdurch Einsatzbedingungen simulieren und Entwicklungen testen. Der U-Bootbau und die Integration von Brennstoffzellen ist durch einen hohen Auftragsbestand bei der HDW festgeschrieben. Ein aktuelles Erprobungsgebiet ist die Speicherung von Wasserstoff mittels Metallhydriden.

Erste Pläne befassen sich zusätzlich mit dem Brennstoffzelleneinsatz für den Einsatz in der Überwasserschifffahrt (zivil und militärisch) als auch der Nutzung der Brennstoffzelle für die dezentrale Energieversorgung.

In 2001 hat die HDW eine Beteiligung an der Entwicklung eines Dieselmotorenformers begonnen, die im Zusammenhang mit der Ausrüstung der Handelsschifffahrt steht. Die Überwasserschifffahrt unterliegt künftig stärker den Anforderungen einer emissionsarmen Versorgung insbesondere in Hafenliegezeiten. Hier kann die Brennstoffzelle zur notwendigen Schiffsstromversorgung beitragen.

Aus Mitteln der Landesabfallabgabe wurde die Errichtung der Pilotanlage der Firma Seaborn GmbH in Owschlag gefördert. Die Verfahrenstechnik beinhaltet neben einer konventionellen Biogastechnologie weiterführende Module zur Aufbereitung des Biogases und der Biomasse. Als Eingangstoffe dienen organische Abfälle, Gülle und Klärschlamm. Das bei dem Verfahren u. a. gewonnene Biogas wird soweit aufbereitet, dass sauberes Erdgas (Methan) entsteht. Das Gas wird derzeit einem Blockheizkraftwerk zugeführt. Für die Brennstoffzellennutzung ist das Unternehmen in einem EU- Projekt (EFFECTIVE) mit verschiedenen europäischen Partnern eingebunden. Als Brennstoffzelle soll dabei die Schmelzkarbonat Fuel Cell (MCFC) eingesetzt werden, die das Unternehmen von der Motoren- und Turbinen-Union in Friedrichshafen im Januar 2002 erhalten wird. Die bisherigen Erkenntnisse sind vielversprechend, so dass davon ausgegangen werden kann, zukünftig Abfälle für die Gaserzeugung zu nutzen, die bisher in konventionellen Biogasanlagen auf Grund abfall- und düngemittelrechtlicher Vorschriften nicht eingesetzt werden dürfen.

Die Ankündigungen und Versuche von Fahrzeugherstellern zur Verwendung der Brennstoffzelle haben eine breite Plattform erhalten. Im Sektor Schienenverkehr wurden für spezifische Anwendungsfälle in Schleswig-Holstein erste gutachterliche Einschätzungen und Bewertungen vorgenommen, die die Chancen einer derartigen Entwicklung aufzeigen. Die Studie wurde von der Energiestiftung und der LVS (Landesweite Verkehrs-Service-Gesellschaft) in Auftrag gegeben.

Der Einsatz von Wasserstoff aus Strom (Elektrolyse) wird von der Bahn aus den oben dargestellten Effizienzgesichtspunkten heraus als „worst case“ bezeichnet und nicht empfohlen. Ein deutlicher Vorteil gegenüber herkömmlichen Antriebstechniken im Schienenverkehr wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht beschrieben. Vielmehr wird auf die erforderlichen Entscheidungen für die Optimierung konventioneller Antriebstechniken oder den Einsatz der Brennstoffzellen verwiesen.

Die in Schleswig-Holstein ansässigen Entscheidungsträger und Fahrzeughersteller werden hieran mitwirken.

Folgende wissenschaftliche Einrichtungen in Schleswig-Holstein befassen sich mit dem Themenkomplex der Brennstoffzellentechnologie und deren Anwendung bzw. den Energieträgern:

- Technische Fakultät der Universität Kiel
Entwicklung von neuen Brennstoffgenerationen auf der Basis von materialbedingten Systemoptimierungen
- Forschungszentrum für marine Geowissenschaften der Universität Kiel (Geomar)
Brennstoffzellen im maritimen Einsatz
- Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Universität Kiel (FTZ)
Kompaktsystem zur Windenergiespeicherung/ Wasserstoff-erzeugung und Brennstoffzellennutzung
- Fachbereich Informatik und Elektrotechnik der Fachhochschule Kiel
Nutzung erneuerbarer Energien als Treibstoff
- Fachbereich Maschinenbau der Fachhochschule Lübeck
Einsatz von Brennstoffzellen in Energieparks
- Fachbereich Technik der Fachhochschule Flensburg
Systemkombinationen erneuerbare Energien, Wasserstoff und Brennstoffzelle
- GKSS- Forschungszentrum Geesthacht
Wasserstofftechnologien
Entwicklung von Membranen für Brennstoffzellen
Metallhydridspeicher
- Mathematisch- Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Kiel
Forschungsarbeiten im Bereich von biologischer Wasserstoffherstellung

Das Zusammenwirken von Wissenschaft und Wirtschaft soll künftig in dem Wasserstoffzentrum in Lübeck verstärkt werden. Das Wasserstoffzentrum als Bestandteil des Wissenschafts- und Technologieparks in Lübeck, unterstützt durch Unternehmen wie Dewind und HTEC (Wasserstoff Energiesysteme GmbH), soll die Umset-

zung von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen in marktreife Produkte und Verfahren zügig ermöglichen.

Wissenstransfer durch z.B. Schulungsmaterialien ist durch das Unternehmen HTEC /Lübeck ein bereits etabliertes Bindeglied.

HTEC befasst sich mit der Herstellung von Brennstoffzellenmodellen für Lehr- und Schulungszwecke. Häufig finden Absolventen der Hochschule in diesem Aufgabenfeld eine Betätigung. In der Planung ist Serienherstellung von Brennstoffzellen für die Hausversorgung im unteren Leistungsbereich.

3. Förderkulisse für Brennstoffzellen durch Zinersparnisse aus den UMTS- Lizenzeinnahmen

Die bisher bereits umfangreiche Förderung der Brennzellentechnologie wird zusätzlich gestärkt durch bundesweite Mittel.

Die Bundesregierung hat aus den Zinersparnissen der UMTS- Einnahmen das Zukunfts- Investitions- Programm aufgelegt. Die Laufzeit erstreckt sich über die Jahre 2001 bis 2003.

Daraus werden jährlich 100 Millionen DM für Energieforschung bereitgestellt.

80 Millionen pro Jahr wird das Bundeswirtschaftsministerium und 20 Millionen pro Jahr wird das Bundesumweltministerium hierfür vorsehen.

Von diesen Beträgen sind beim Bundeswirtschaftsministerium 40 Millionen DM pro Jahr, d.h. insgesamt 120 Millionen DM für 3 Jahre, für die Brennstoffzellen eingeplant.

Die Mittel teilen sich wie folgt auf:

Stationäre Brennstoffzelle:

Feldtest von Hausenergieanlagen:	5 Projekte	16 Millionen DM
Blockheizkraftwerke	6	26
Fertigungstechniken	3	30

Mobile Brennstoffzellen

ÖPNV- Feldtests/Entwicklungen	4	20
Fahrzeugentwicklung	2	6,6
Testeinrichtungen	1	6
Ausbildung/ Normung	3	9
Sonstige	3	4,6
Projektträger		3

Eine Veröffentlichung aller Vorhaben ist nach Abschluss der Bewilligungen durch das BMWi geplant.

4. Stand der Forschung und Entwicklung

Das Bundesforschungsministerium befasst sich seit über 10 Jahren mit der Weiterentwicklung der Wasserstofftechnologie und Brennstoffzellentechnik. Die Forschungsförderung konzentrierte sich auf folgende Themen:

- CO₂-freie Erzeugung von Wasserstoff aus Wasser mit Hilfe solarelektrischen Stroms
- Flottenversuch mit wasserstoffgetriebenen Straßenfahrzeugen
- Nutzung von Wasserstoff in Brennstoffzellen, Gasheizkesseln und in katalytischen Heizungs- bzw. Kältesystemen.

Mit der Auswertung der Forschungsergebnisse wird deutlich herausgestellt, dass insbesondere unter Effizienzgesichtspunkten und wirtschaftlichen Aspekten die Nutzung des Energiespeichers Wasserstoff mit erheblichen Nachteilen behaftet ist. Die Forschung hat wichtige Entwicklungsziele auf diesem Gebiet erreicht. Ein großtechnischer Einsatz wird jedoch auf absehbare Zeit nicht als realistisch eingeschätzt. Die Forschungsförderung der Wasserstofftechnologie wird damit in größerer Breite nicht fortgesetzt. Schwerpunkt wird es sein, die Schlüsselkomponenten weiter zu entwickeln. Hinsichtlich der Brennstoffzellentechnik konzentriert sich die Forschung auf kostengünstige Herstellungsprozesse und einen zuverlässigen Anlagenbetrieb.

Die EU-weit abgestimmten strategischen, technischen und industriellen Ziele bis 2005 im Forschungs- und Entwicklungssektor und Demonstrationsbereich sollen dabei folgende Kennzahlen und Anforderungen abdecken:

- Erzeugung von Elektrizität und/oder Wärme für dezentrale oder zentrale Kraft-Wärme-Kopplung in der Größenordnung von 100 kW bis 50 MW
- Kraft-Wärme-Kopplung für industrielle und kommerzielle Nutzung
- Kleingeräte für Kraft-Wärme-Kopplung für Wohnhäuser
- Brennstoffzellen in industriellen und chemischen Prozesstechniken zur Nutzung von Prozessgasen
- Anwendungen im mobilen Bereich
- Integration in Energie/Elektrizitäts-Speichersysteme
- Elektrizitätsversorgung von transportablen Geräten wie PC, Laptops usw.
- Energieversorgung für abgelegene Gebiete
- Anwendungen im medizinischen Bereich

Die in Geesthacht befindliche Forschungseinrichtung GKSS der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren hat zum Themenkomplex Brennstoffzelle und Wasserstoffspeicherung intensive Forschungsarbeiten durchgeführt und an den aktuellen Erfordernissen erweitert.

Gemeinsam mit verschiedenen Industriepartnern konzentriert sich gegenwärtig die Speicherforschung auf die Weiterentwicklung von Leichtmetallhydriden, die Vorteile hinsichtlich ihres Volumens und der flexiblen Tankgeometrie besitzen und sich durch eine höhere Betriebssicherheit auszeichnen. Die Festkörperspeicher können zukünftig in der Fahrzeugindustrie eine entscheidende Rolle einnehmen. Eine kommerzielle Nutzung von Speichertanks auf Hydridbasis erscheint absehbar.

Im Bereich der Brennstoffzellenforschung wird die Entwicklung von Membranen für die PEM-Brennstoffzelle und DM-(Direktmethanol) Brennstoffzelle vorangetrieben.

Die DM- Brennstoffzelle kann eine Brennstoffreformierung ersetzen und damit z.B. in der Fahrzeugindustrie für Vereinfachungen sorgen.

Eine Anlage zur autarken Energieversorgung ist zu Demonstrations- und Testzwecken unter Einbeziehung erneuerbarer Energien errichtet worden. Eine Kooperation mit dem Projekt beim FTZ in Büsum ist vorgesehen.

Weiterhin besteht bei der GKSS die Möglichkeit, durch Schülerpraktika den Themenkomplex Wasserstoff zu transportieren.

Der Einsatz von Brennstoffzellen im mobilen Bereich wird durch die Fahrzeugindustrie forciert. Unternehmen wie Opel, Ford, BMW, DaimlerChrysler und General Motors setzen hierbei auf unterschiedliche Energieträger (Methanol, Erdgas, Benzin) auch als Übergangslösung zu einem langfristig angedachten Betrieb mit Wasserstoff. Nach ersten Prognosen der Industrie sollen ab 2004 derartige Fahrzeuge in Serie vermarktet werden. Zur Klärungen der offenen Fragestellungen bezüglich einer Massen-anwendung sind weiterhin erhebliche Anstrengungen in Forschungs- und Entwicklung notwendig, um einen gleitenden Übergang zum Brennstoffzellenantrieb zu ermöglichen.

Stationäre Kleinanlagen für die Gebäudeversorgung als dezentrale Kompakteinheiten, werden hohe Marktchancen eingeräumt. Hersteller und Energieversorger wie Vaillant und RWE, prognostizieren stetig steigende Absatzraten durch eine bundesweite Vermarktungsstrategie.

Einen besonderen Stellenwert kann die dezentrale Stromerzeugung erlangen.

Eine große Zahl kleiner Erzeugungsanlagen mit z.B. Motoren, Turbinen bzw. Kraft-Wärme-Kopplung (z.B. Brennstoffzellen oder Blockheizkraftwerke) und Stromrückspeisung in das Netz ermöglichen eine intelligente Systemintegration in vorhandene zentrale Versorgungsstrukturen.

Der Einsatz moderner Informationstechnologien erleichtert die Steigerung des energiewirtschaftlichen Nutzen und die Bildung virtueller vertragsfähiger Großanlagen zur Beteiligung am liberalisierten Energiemarkt. Im Rahmen des Forschungsverbundes Sonnenenergie wird an der Lösung der damit verbundenen Probleme durch Industrieunternehmen, Forschungseinrichtungen und Elektrizitätsversorgungsunternehmen gearbeitet.

5. Chancen schleswig-holsteinischer Unternehmen

In Schleswig-Holstein sind Unternehmen und Institute mit hoher Kompetenz in der Brennstoffzellentechnologie ansässig.

Die einzelnen beschriebenen Bearbeitungsschwerpunkte zeigen jetzt schon deutlich die Möglichkeiten zur Partizipation an der Gesamtentwicklung auf.

Das Land wird sich für eine stärkere Vernetzung der Aktivitäten einsetzen. Durch Arbeitskreise, Veranstaltungen und Informationsschriften, ähnlich wie bei der Windkraftnutzung und bei der Kraft-Wärme-Kopplung durch Blockheizkraftwerke, kann die Brennstoffzellentechnologie ein weiterer Baustein in der Energieumwandlung im mobilen und stationären Bereich werden.

Ein besonderes Augenmerk wird hierbei auf den Einsatz des Energieträgers Biogas gelegt. Eine intensive Fortentwicklung dieser Entwicklungslinie wird vor dem Hintergrund eines möglichen Biomasse-/ Biogasaufkommens in Schleswig Holstein angestrebt.

Die aktuelle Landesinitiative: „Biomasse und Energie“ verdeutlicht die Ziele zur Biomassenutzung insbesondere im ländlichen Raum.

Teilerfolge können an einer Vielzahl von kleineren Biogasanlagen in der Landwirtschaft aufgezeigt werden. Ergebnisse liegen auch in Eckernförde/Domsland im Rahmen von Testreihen im Anwendungsbetrieb mit der Holzvergasung und anschließender Nutzung in einem BHKW vor. Die hierbei in Schleswig-Holstein gewonnenen Erkenntnisse werden bereits bundesweit und durch die Energieversorger der Nachbarländer Dänemark und Niederlande nachgefragt.

Vor dem Hintergrund einer dezentralen Energieversorgung will sich die HDW künftig mit stationär betriebenen Brennstoffzellenanlagen auf der Basis der Kraft-Wärme-Kopplung befassen. In der Leistungsgröße von 100 kW und mehr werden Marktchancen gesehen. In 2002 soll hierzu eine Positionierung bei der HDW und der Babcock Borsig AG erfolgen.

Das Unternehmen Storm aus Rendsburg und gaskatel aus Kassel wollen eine Kooperation hinsichtlich des Einsatzes von Brennstoffzellen und Kleinst-BHKW in der Hausversorgung aufbauen. Für den Betrieb von Kleinst-BHKW liegen bereits Erfahrungen vor.

In einigen Technologiezentren des Landes wird die Energietechnik bei der Erschließung von Zukunftsmärkten schwerpunktmäßig behandelt. Für Existenzgründer beispielsweise in Rendsburg beim ZET, in Kiel beim KITZ und in Eckernförde beim TÖZ sind neue Technologien wie die Brennstoffzellenanwendungen von Bedeutung. Darüber hinaus werden in der Beruflichen Bildung und Fortbildung z. B. im Energiezentrum beim BFW in Neumünster der Wissenstransfer bis zur Handwerkerschaft praktiziert. Die Energieversorgung im Gebäudesektor ist gekennzeichnet durch das Energiemanagement und den Einsatz neuer und bewährter Techniken.

Insgesamt ist in Schleswig-Holstein eine breite Struktur zur Nutzung der Brennstoffzellen-Technologie sowohl im wissenschaftlichen als auch im unternehmerischen Bereich vorhanden.

Mit den durchgeführten und geplanten Projekten im Bereich der Forschung/Entwicklung und praktischer Anwendung sowie den wissenschaftlichen Begleitungen wird die Basis für eine breitere Anwendung dieser Technologie gelegt. Das MWTV, das MBWFK, das MFE und die Energiestiftung Schleswig-Holstein fördern auch künftig die Entwicklung im Rahmen ihrer Möglichkeiten.