



Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik  
an der Universität Hannover



L-B-Systemtechnik



**Fraunhofer** Institut  
Systemtechnik und  
Innovationsforschung

## **Auswirkungen der Innovation Brennstoffzelle auf Handwerksberufe – Anforderungen, Tätigkeiten, Berufsbilder, Ausbildungsordnungen (Erste Analyse-Ansätze)**

Wolfgang Koschorke, Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik  
Tel.: 0511/70155-24, E-Mail: koschorke@hpi-hannover.de

Dr. Frank Marscheider-Weidemann, Fraunhofer ISI  
Tel.: 0721/6809-154, E-Mail: mw@isi.fhg.de

Dr. Ulrich Bünger, L-B-Systemtechnik GmbH  
Tel.: 089/60 81 10-42, E-Mail: buenger@lbt.de

Berlin, den 23. Januar 2002

## **1 Problemstellung**

Mit der kommerziellen Nutzung der Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle (PEFC) in der Wärme- und Stromversorgungstechnik (ab ca. 2002) und in der Kraftfahrzeugtechnik (ab ca. 2004) wird eine neue Basistechnologie eingeführt.

Von dieser Entwicklung sind auch verschiedene Berufe des Handwerks betroffen. Dabei geht es in erster Linie um die Einbindung von Wartungs-, Installations- und Überprüfungstätigkeiten, die bislang bereits bei „herkömmlichen“ Kraftfahrzeugen bzw. Heizungsanlagen vom Handwerk ausgeführt werden. Die Substitution dieser herkömmlichen Arbeitsbereiche bringt neue Anforderungen an das Handwerk mit sich, über die die einzelnen Handwerker frühzeitig umfassend informiert werden müssen.

Hierzu ist der entwicklungsbegleitende Aufbau eines Normungs- und Regelwesens genauso erforderlich wie die Definition der neuen Schnittstellen zwischen Handwerkern, Herstellern, Betreibern und Versorgungsunternehmen. Weiterhin ist eine Anpassung der bestehenden Tätigkeitsbereiche der betroffenen Gewerke (Installateur und Heizungsbauer, Elektrotechniker, Kfz-Techniker, Schornsteinfeger u. a.) untereinander erforderlich, um zukunftsfähige Arbeitsplätze zu schaffen. Daraus ergibt sich auch ein mittelbarer Reformbedarf der betroffenen Berufsbilder im Handwerk, insbesondere ein Zwang zur Überarbeitung der zu erlernenden Fertigkeiten und Kenntnisse, die in den Verordnungen über die Berufsausbildung festgelegt sind und zunehmend interdisziplinären Charakter haben. Auch die Auswirkungen der Brennstoffzellentechnologie auf den Arbeits- und Gesundheitsschutz sind voraussichtlich nicht ohne Belang und sollten daher untersucht werden.

Insbesondere die Entwicklung eines Normungs- und Regelungswesens, aber auch die Anpassung der Ausbildungsinhalte erfordern auf Grund der langen Vorlaufzeit eine sehr frühzeitige Analyse bereits vor der eigentlichen Markteinführung der neuen Technologie. Die erforderlichen Analysen können im Rahmen einer wissenschaftlichen Begleitforschung von Demonstrationsprojekten durchgeführt werden, da insbesondere die Erfahrungen bei der Umsetzung „vor Ort“ praxisnahe Ergebnisse ermöglichen.

## 2 Der Rahmen

Eine Trennung zwischen **portabler, mobiler und stationärer Anwendung** von Brennstoffzellensystemen scheint sinnvoll zu sein, da nicht nur die Rahmenbedingungen sehr unterschiedlich sind, sondern sich auch die betroffenen Akteure unterscheiden. In einem ersten Arbeitsschritt wird für alle Anwendungen untersucht, in welchen Gewerken und Arbeitsfeldern das Handwerk von der Innovation Brennstoffzelle betroffen ist. In einer wissenschaftlichen Begleitung zu Demonstrationsanlagen, die schon errichtet sind bzw. im Rahmen von BERTA (**B**rennstoffzellen-**E**ntwicklung und **E**rprobung für stationäre und mobile **A**nwendungen) installiert werden (stationär) oder als Prototypen getestet werden (mobil), wird im zweiten Arbeitsschritt anhand von Fallbeispielen untersucht, welche Qualifikationen der Fachkräfte notwendig sind. Für die oben genannten Anwendungsfelder sollen schließlich Vorschläge zu Schulungsinhalten für Weiterbildung und Information des Handwerks erstellt werden.

Die betroffenen Fachverbände des Handwerks sowie einige Hersteller von stationären Systemen sind in das Forschungsvorhaben integriert worden, auch um sie zur Bereitstellung der benötigten statistischen Auswertungen und zur Weitergabe ihrer Erfahrungen zu gewinnen. Für das mobile Anwendungsfeld kann bereits auf vorhergehende Studien und gute Kontakte zu den Herstellern zurückgegriffen werden; diese bestehen im Prinzip auch zu den Herstellern stationärer Systeme.

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie innerhalb des Zukunftsinvestitionsprogramms (ZIP) mit UMTS-Mitteln gefördert. Der Gesamtrahmen umfasst die BMWi-Initiative BERTA (**B**rennstoffzellen-**E**ntwicklung und **E**rprobung für stationäre und mobile **A**nwendungen) mit einem Volumen von 40 Mio DM/Jahr/ca. 20,5 Mio EUR (insgesamt: 120 Mio. DM/ca. 61,4 Mio EUR).

BERTA gliedert sich in 4 Bereiche:

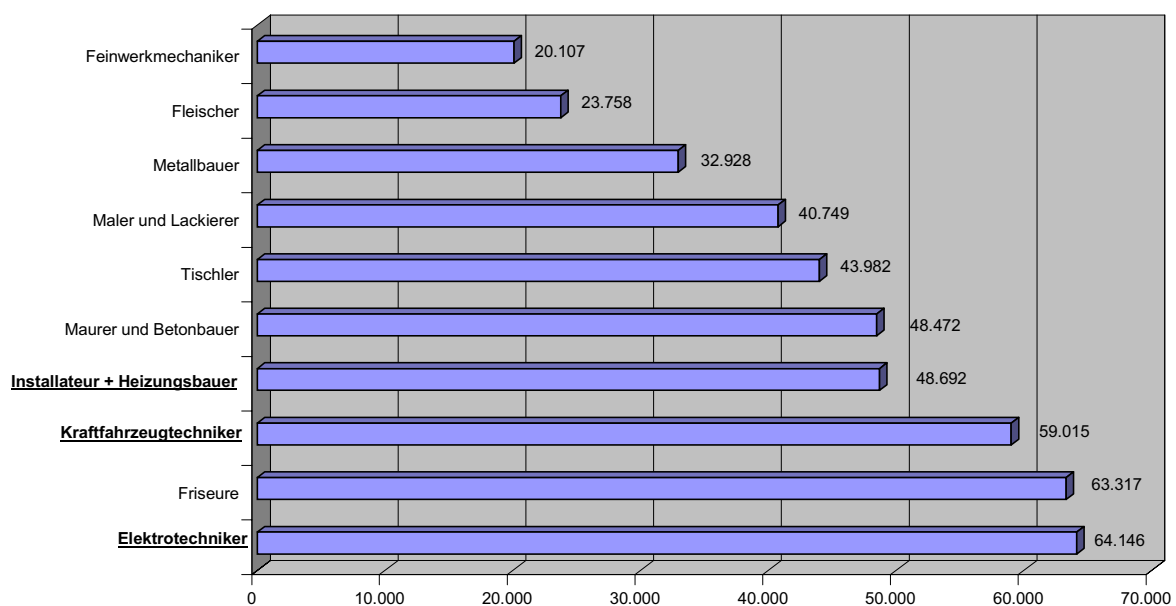
1. Industrialisierung der Zellen
2. Genehmigung und Normung
3. Infrastruktur
4. Aus- und Weiterbildung/Öffentlichkeitsarbeit

Unser Projekt ist angesiedelt im Bereich 4 „Aus- und Weiterbildung/Öffentlichkeitsarbeit“. In diesem Bereich arbeiten wir mit 2 Hardware-Zentren zusammen, dem ZSW Ulm (Zentrum für Solarenergie und Wasserstofftechnik), Prof. Dr. Garcke, und dem FZ (Forschungszentrum) Jülich, Prof. Dr. Stolten.

## 2.1 Analyse der Ausgangssituation

Insgesamt gibt es in Deutschland nach Angaben des Zentralverbands des Deutschen Handwerks etwa 858.000 Handwerksbetriebe mit 5,9 Millionen Beschäftigten<sup>1</sup>. Es soll untersucht werden, welche Betriebe in welchem Ausmaß von der Innovation Brennstoffzelle betroffen sind. Drei der vier größten Handwerke, nämlich Elektrotechniker, Kraftfahrzeugtechniker sowie Installateure und Heizungsbauer, sind grundsätzlich stark in den Innovationsprozess involviert.

Abbildung 1: Top-10 der Handwerksbetriebe im Jahr 2000 (ZDH, 2001)



In den Fachverbänden des Handwerks liegen z.T. umfangreiche Statistiken und Erfahrungen zu den einzelnen Teilbereichen der Gewerke vor, aus denen entnommen werden kann, welcher Anteil der Arbeitszeit auf welche Arbeiten entfällt, z. B. im Bereich der Kraftfahrzeugtechnik auf Reparaturarbeiten oder für Wartungsarbeiten am Motorblock. Mit Hilfe von qualitativen Angaben, welche heutigen Komponenten bei Einführung von Brennstoffzellensystemen wegfallen, welche angepaßt werden müssen und welche neu dazu kommen, lassen sich Aussagen über die Betroffenheit der einzelnen Handwerksbereiche erhalten. Die Angaben zu den Komponenten können teilweise sehr detailliert aus Studien entnommen werden, wie etwa im Bereich der mobilen Brennstoffzelle (Wengel et al., 2000). Ergänzende Informationen sollen durch Gespräche mit denjenigen Herstellerfirmen gewonnen werden, die derzeit schon in Pilotanwendungen Brennstoffzellen einsetzen.

<sup>1</sup> 15,3 % der 38,5 Millionen Erwerbstätigen im Jahre 2000 (statistisches Bundesamt, FS 18, R. 1.2 2000).

Dieser analysierende Arbeitsschritt ist in allen drei Anwendungsbereichen der Brennstoffzellentechnik sinnvoll, aber in unterschiedlichen Bearbeitungstiefen: Im **portablen Bereich**, der nach allgemeiner Einschätzung der erste Massenmarkt für Brennstoffzellen sein wird, gibt es bisher wenige Erkenntnisse zum Einfluss der Brennstoffzelle auf das Handwerk. Hier gilt es grundsätzlich, mögliche Veränderungen der Arbeitsinhalte des Handwerks festzustellen.

Im **mobilen Bereich** sind die Treiber der Innovation Brennstoffzelle die Automobilfirmen, die sich auch um die Ausbildung der Handwerker in ihren Vertragswerkstätten kümmern werden und bei denen erste Überlegungen zur Ausbildung vorliegen. Darüber hinaus gibt es aber ca. 24.000 Werkstätten, die nicht fabrikatgebunden sind und für die ein frühzeitiger Hinweis auf den Wegfall eines Teils ihrer Arbeitsinhalte wichtig ist.

Im mobilen Bereich gibt es, ebenso wie in der **stationären Anwendung**, bisher nur einige Prototypen mit Brennstoffzellen-System. Allgemein wird mit einer stärkeren Betroffenheit des Handwerks bei der Hausenergieversorgung gerechnet.

Durch die Analyse der Ausgangssituation ist eine Identifikation der wegfallenden Komponenten und damit verbundene Arbeiten bei Einführung von Brennstoffzellensysteme möglich. Um Aussagen zu neuen Komponenten (und Chancen für das Handwerk) machen zu können, ist die Untersuchung von Prototypen in Fallstudien vorgesehen. Derzeit sind schon eine Anzahl Initiativen angelaufen, mit der sich einzelne Firmen und Institutionen auf die Brennstoffzellentechnologie vorbereiten wollen. Sofern sich Überschneidungen zum HPI-Forschungsvorhaben ergeben, wird auf einen möglichst reibungslosen Informationsaustausch geachtet, um Synergien zu nutzen. Durch breite Einbindung der industriellen Partner und der Handwerksverbände in das Projekt sollten Doppelarbeiten zu vermeiden sein.

- Hersteller:
- Vaillant GmbH, 42850 Remscheid
  - european fuel cell GmbH, 20097 Hamburg
  - Buderus Heiztechnik GmbH, 35453 Lollar
  - Sulzer Hexis AG, CH-8404 Winterthur
  - Viessmann Werke, 35107 Allendorf
- Verbände:
- Zentralverband der Deutschen Elektrohandwerke (ZVEH),  
60443 Frankfurt/Main
  - Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks  
Zentralinnungsverband (ZIV) –  
53743 Sankt Augustin
  - Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe e.V.  
53040 Bonn

## 2.2 Projektbegleitende Information des Handwerks

Um die Diffusion der Informationen, die im Forschungsvorhaben gewonnen werden, möglichst rasch und reibungsarm in das Handwerk zu tragen, sind die folgenden Maßnahmen zur Informationsverbreitung vorgesehen:

- Gründung einer Koordinationsstelle „Brennstoffzelle“
  - Konstituierung eines Arbeitskreises Handwerk, in welchem die Bereiche stationär (FVe SHK, Elektro und Schornsteinfeger und Hersteller), mobil (FV Kfz sowie Hersteller) und portabel (FV Elektro sowie Hersteller) vertreten sein sollen,
  - Information der zuständigen Berufsgenossenschaften
  - Prüfung, ob ein Qualifizierungskonzept, mit bundesweit anerkanntem Zertifikat, für die betroffenen Gewerke vorteilhaft ist,
  - Begleitung der Normungsentwicklung mit dem Ziel einer Sonderveröffentlichung der relevanten Regelwerke für die betroffenen Gewerke,
  - Begleitende Antragstellung der Demonstrationszentren im Handwerk, die im Zusammenwirken mit den Zentren in Jülich und Ulm bundesweit Schulungen anbieten.
- Multiplikatorenschulung (Berater/Bildungszentren). Eine erste Maßnahme ist für Juni 2002 geplant.
- Entwicklung und Bereitstellung einer CD-ROM, auf der Medien der Hersteller sowie der sonstigen Akteure (Grafiken/Foliensatz) für Multiplikatoren/Ausbilder dokumentiert sind

## 2.3 Fallstudien

Das größte Gewicht bei den Fallstudien liegt auf dem stationären Einsatzfeld, in welchem im Rahmen des Zukunftsinvestitionsprogramms (ZIP) und in anderen Projekten (z.B. im Rahmen des EDISon-Projektes) Anlagen geplant sind und mit den derzeit 30 installierten Anlagen insgesamt mit über 125 Anlagen bis 2004 gerechnet wird.

Im Bereich des Brennstoffzellenantriebs ist geplant, mit Herstellern Interviews zu führen, um die Analysen zu überprüfen.

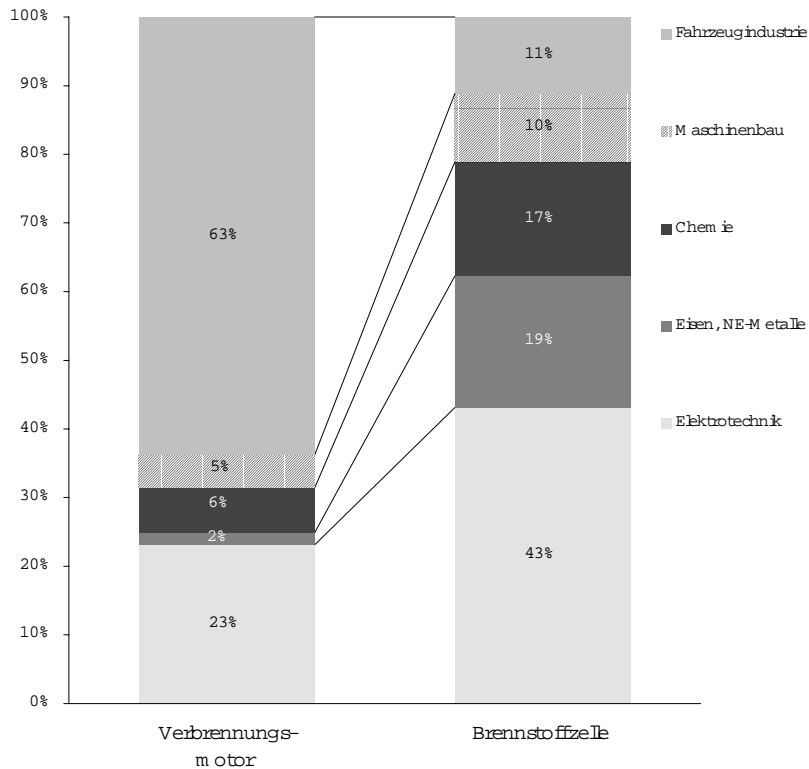
## Brennstoffzellenantrieb

Für den **mobilen Einsatz** können die am FhG-ISI vorhandenen Daten der Studie „Innovationsprozess vom Verbrennungsmotor zur Brennstoffzelle“ genutzt werden, indem von den in der Studie aufgestellten Szenarien und abgeschätzten Auswirkungen auf die verschiedenen Industriebranchen ausgegangen wird (Wengel et al., 2000). Während sich die Ergebnisse dieser Studie jedoch auf den Herstellungsprozess von Brennstoffzellensystemen konzentrierte, vergl. Abbildung 2 und 3, sind die Auswirkungen auf das Handwerk bisher noch nicht untersucht. Veränderungen für das Handwerk sind insbesondere bei Montage/Installation, Wartung und Reparatur von mobilen Brennstoffzellensystemen zu identifizieren.

Abbildung 2: Veränderungen durch die Brennstoffzelle gegenüber einem konventionellen Fahrzeug im Überblick (Demuß, 2000)

Komponenten des Brennstoffzellen-Antriebs						
<b>Strom- erzeugung</b>	<b>Steuerungs- und Sensor- technik</b>	<b>Motor- elektrik</b>	<b>einfaches Getriebe</b>	<b>einfache Abgas- anlage</b>	<b>größeres Kühlsystem</b>	<b>vergleich- bares Kraft- stoffsystem</b>
Brennstoffzellen- stack	Steuerung Gaserzeugung	Traktionsmotor	Elektromotor erfordert nur ein einstufiges Getriebe	Saubere Abgase benötigen keinen Katalysator	Höherer Kühlaufwand verlangt eine größere Dimensio- nierung	Methanol erfordert andere Materialien
Gaserzeugungss- system	Frequenzumrich- ter für T-Motor	E-Motoren für Nebenaggregate				
Neue Technologie	Neue, komplexere Steuerung	gleiche Technologie				
Neue Komponenten			Anpassung konventioneller Komponenten			
Betroffene Komponenten des konventionellen Antriebs						
<b>Verbren- nungsmotor</b>	<b>Motor- elektronik</b>	<b>Motor- elektrik</b>	<b>Getriebe</b>	<b>Abgas- anlage</b>	<b>Kühl- system</b>	<b>Kraftstoff- system</b>

Abbildung 3: Veränderung der Nachfrage zwischen den einzelnen Branchen (Wengel et al., 2000)



### Stationäre Brennstoffzelle

Für das **stationäre Einsatzfeld** der Hausenergieversorgung wollen in den nächsten Jahren verschiedene Anbieter Brennstoffzellenanlagen produzieren., u. a. Vaillant, Hamburg-Gas-Consult (HGC), Buderus, Sulzer-Hexis und Viessmann. Im Rahmen der BMWi-Förderung ist geplant, in Regionen Demonstrationsprojekte zu fördern.

Durch Gespräche mit den Herstellern der Brennstoffzellen-Heizanlagen, den Handwerkern, den Nutzern, den Energieversorgungsunternehmen und Betreibern von handwerklichen Demonstrationszentren (Berufsbildungsstätten) wird insbesondere untersucht, welche Qualifikationen der Fachkräfte (Gesellen/Meister) notwendig sind.



## **2.4 Erste Ansätze stationäre Brennstoffzelle**

Die Brennstoffzelle stellt, nach Einführung der Brennwerttechnik, den nächsten großen Innovationsprung in der (Haus-)Energieversorgung in Aussicht. Für die erfolgreiche Einführung dieser komplexen Technik in den Markt ist eine frühzeitige Zusammenarbeit der Hersteller der Brennstoffzellen-Systeme, des Installateur- und Heizungsbauer-, Elektrotechniker- und Schornsteinfegerhandwerks und der Energieversorger im Bereich der Technik erforderlich. Ein negatives Beispiel war die Einführung des Brennwertkessels, der schon lange am Markt verfügbar war, aber nur zögerlich eingebaut wurde, weil Informationsdefizite (z.B. keine firmenneutralen Weiterbildungsangebote) und keine verbindlichen Regelungen bei Einführung der Technik vorhanden waren (z.B. zur Einleitung von saurem Kondensat in das Abwasser, Notwendigkeit einer Abgasanlage). Das zeigt, dass diese Zusammenarbeit nicht von alleine anläuft sondern es einer vorausgehenden Analyse und Moderation bedarf.

Das HPI ist im Rahmen seiner institutionellen Tätigkeiten, in Kooperation mit den zuständigen Fachverbänden, in die Erstellung und Anpassung der handwerklichen Berufsbilder und Ausbildungsordnungen einbezogen.

Die vorhandenen Berufsbilder im Bereich der stationären Brennstoffzelle, der Installateur- und Heizungstechnik, der Elektrotechnik und der Schornsteinfeger sind durch die Novellierung der Handwerksordnung von 1998 zum Teil veraltet bzw. neu zugeschnitten worden.

Bei der Analyse der bestehenden Berufsbilder, Ausbilderordnungen und Meisterprüfungsordnungen zeigt sich, dass die entsprechenden Änderungen hier noch nicht vollzogen wurden. Gemeinsam mit den Verbänden ist bei der Novellierung der Brennstoffzellen-Ansatz zu berücksichtigen.

Das Ziel unserer Arbeit ist es, dem Handwerker frühzeitig zu ermöglichen, sich am Markt zu positionieren, bevor die EVUs Markt und Arbeiten unter sich – ohne Einbeziehung des Handwerks – aufgeteilt haben.

Inzwischen gibt es bereits einige regionale Ansätze (z.B. mit EWE in der Region Oldenburg/Weser-Ems, Baden-Württemberg (EnBw) und NRW (RWE)), die eine entsprechende Marktverteilung vornehmen.

Die Aussagen über den Einsatzzeitpunkt für stationäre Brennstoffzellen werden von den Herstellern unterschiedlich gemacht. Die Prognosen liegen zwischen 2002 und 2004. Für das Handwerk ist es wichtig, den Wandel bei den innovativen Heizungsanlagen aktiv zu vollziehen, damit die Beschäftigung der Gewerke weiterhin sichergestellt wird.

## **2.5 Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt**

Für die drei Anwendungsbereiche der Brennstoffzelle werden unterschiedliche Szenarien zur Technik und Marktdurchdringung erstellt. Aus den gewonnenen Informationen lassen sich die direkten Beschäftigungseffekte abschätzen.

Aufgrund der Lieferverflechtung mit anderen Wirtschaftsbereichen hat die Installation und Wartung von Brennstoffzellensystemen nicht nur direkte, sondern auch indirekte Auswirkungen auf die Beschäftigung. Ein Standardinstrument, um die durch ökonomische Aktivitäten insgesamt, d.h. auf allen Produktionsstufen, induzierten Beschäftigungseffekte erfassen zu können, ist die Input-Output Analyse. Dazu ist es notwendig, Informationen zu den mittleren Kostenstrukturen der Betriebe in den jeweiligen Gewerken zu erheben. Soweit möglich, werden diese Daten den verfügbaren Statistiken entnommen. In Diskussion mit den Fachverbänden sollen die Angaben überprüft und ergänzt werden. Zur Abschätzung von Beschäftigungswirkungen soll ein am Fraunhofer-ISI vorliegendes Input-Output Modell (ISIS) zum Einsatz kommen.

Lutz Demuß: Technologische Veränderungen beim Übergang vom konventionellen Antriebsstrang zur mobilen Brennstoffzelle. In: Wengel, J.; Schirrmeister, E.: Innovationsprozess vom Verbrennungsmotor zur Brennstoffzelle. Chancen und Risiken für die baden-württembergische Industrie. Fraunhofer ISI, 2000

Wengel, J.; Schirrmeister, E.: Innovationsprozess vom Verbrennungsmotor zur Brennstoffzelle. Chancen und Risiken für die baden-württembergische Industrie. Fraunhofer ISI, 2000

ZDH: Zentralverband des Deutschen Handwerks. <http://www.zdh.de/>

### **3 Die Partner – kurze Vorstellung**

#### **3.1 Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Universität Hannover**

Das Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Universität Hannover (HPI) ist eines der im Deutschen Handwerksinstitut (DHI) zusammengeschlossenen Forschungsinstitute. Diese Institute arbeiten bundesweit und decken arbeitsteilig zusammen das Spektrum Technik, Betriebswirtschaft, Volkswirtschaft, Recht und Berufspädagogik im Handwerk ab. Das HPI wurde 1950 als „Handwerkstechnisches Institut“ gegründet und ist für den Bereich der Technik im Handwerk zuständig. Benannt wurde es nach seinem Gründer und ersten Institutsleiter, Prof. Dr.-Ing. Heinz Piest, der als Referatsleiter im Niedersächsischen Wirtschaftsministerium wesentliche Aufbauarbeit geleistet hatte. Das Institut hat seit jeher die Aufgabe, wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiet der Handwerkstechnik zu betreiben sowie kleinen und mittleren Unternehmen des Handwerks die Anpassung an technische Entwicklungen zu erleichtern (Technologie-Transfer). Dazu arbeitet das Institut unter anderem mit den Mittlern (Berater, Bildungseinrichtungen) zusammen und wirkt auch an den Grundlagen der beruflichen Bildung im Handwerk mit.

Nachdem anfangs einzelbetriebliche Probleme im Vordergrund der Institutstätigkeit gestanden haben, dominiert heute die Bearbeitung überbetrieblicher Fragestellungen. Dies resultiert aus dem fachlich breiter gewordenen Arbeitsspektrum und der bundesweiten Ausrichtung der Aktivitäten des HPI.

Das Institut sieht seinen Arbeitsschwerpunkt heute in der Innovationsförderung, der Förderung des Technologie-Transfers und der Einführung neuer Techniken in das Handwerk im weitesten Sinne. Hierzu gehören vor allem:

- die Durchführung von Forschungsarbeiten
- die Umsetzung von Forschungsergebnissen in Veröffentlichungen, Vorträgen und Lehrgangsunterlagen
- Beobachtung der technologischen Entwicklung auf Relevanz für das Handwerk
- die Durchführung von Weiterbildungsveranstaltungen
- Verbesserung des Innovationsklimas im Handwerk
- die Beratung und Gutachtenerstellung bei der Planung, dem Bau und der Ausstattung überbetrieblicher Berufsbildungszentren sowie
- die Mitwirkung bei der Erarbeitung von Berufsordnungsmitteln

Das im Institut auf breiter Basis vorhandene Ingenieurwissen vom Bauwesen über Maschinenbau bis hin zur Elektrotechnik/Elektronik/IT ermöglicht die fachliche Abdeckung des notwendigen technischen Spektrums im Handwerk. Zur Zeit sind 25 Mitarbeiter im HPI tätig, davon 16 Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen. Internetadresse: [www.hpi-hannover.de](http://www.hpi-hannover.de)

Ziel der Arbeiten ist im Allgemeinen, Informationen zu technischen handwerksrelevanten Entwicklungen an Multiplikatoren (Berater, Berufsbildungsstätten u.a) zur Umsetzung im Handwerk weiterzugeben. Damit soll eine möglichst große Effizienz der Institutsarbeiten erzielt werden. Mit der Universität Hannover besteht seit 1953 ein Kooperationsvertrag, in dem das HPI als „Ander-Universität“-Institut anerkannt worden ist. Die Zusammenarbeit wird über ein Kuratorium koordiniert.

Die Finanzierung des Instituts erfolgt überwiegend institutionell über das Deutsche Handwerksinstitut (DHI) über Zuwendungen des BMWi, aller Länderwirtschaftsministerien und der Handwerksorganisation. Die übrigen Finanzanteile werden über eingeworbene (Forschungs-) Projekte eingebracht.

### **3.2 Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung**

Das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) ist eine von 48 Forschungseinrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft für angewandte Forschung e. V., der führenden Organisation für angewandte Forschung in Deutschland. Die Fraunhofer-Gesellschaft beschäftigt in Deutschland rund 9 000 Mitarbeiter, überwiegend Wissenschaftler und Ingenieure. Die Gesamtaufwendungen der Fraunhofer-Gesellschaft 1999 betragen rund 700 Millionen Euro. Davon erwirtschaftete die Fraunhofer-Gesellschaft rund zwei Drittel aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten.

Das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) wurde 1972 gegründet, um das naturwissenschaftlich-technische Spektrum der Fraunhofer-Gesellschaft um interdisziplinäre Forschung im Überschneidungsbereich von Technik, Wirtschaft und Gesellschaft zu erweitern. Durch seine Forschungs- und Beratungstätigkeit untersucht das ISI aussichtsreiche Technikfelder (z.B. Biotechnologie), misst die internationale Wettbewerbsfähigkeit, identifiziert Chancen, Hemmnisse und Auswirkungen neuer Technologien, entwickelt Forschungsprioritäten für die Technologiepolitik (Delphi-Studie), untersucht Innovationsstrategien, und verbessert dadurch die Entscheidungsgrundlagen von Staat und Unternehmen.

Im ISI sind 135 ständige Mitarbeiter tätig, darunter 80 Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen. Das Institutsbudget umfasste 2000 insgesamt 11 Mio. Euro, davon waren 9 Mio. Euro Erträge aus der Auftragsforschung. Wichtigste Auftraggeber sind die Bundesministerien, es folgen die Europäische Union, Länder und Gemeinden sowie Wirtschaftsunternehmen und Verbände.

Im Rahmen der Zukunftsinitiative „Junge Generation“ des Landes Baden-Württemberg untersuchte das ISI federführend zusammen mit vier anderen Forschungsinstituten die Chancen und Risiken durch den Innovationsprozess vom Verbrennungsmotor zur Brennstoffzelle (zusammen mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebstechnik wbk und dem Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung iwv, beide Universität Karlsruhe, dem Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH ZEW, Mannheim, sowie dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung ZSW, Ulm). In der Nachfolge dieses Projektes zeigten sich viele kleine und mittlere Unternehmen an der Brennstoffzellentechnologie interessiert.

Vom ISI wurde ein Industriearbeitskreis eingerichtet, der, inzwischen mit Unterstützung des baden-württembergischen Wirtschaftsministeriums, den Firmen bei der Einschätzung der Potenziale der neuen Technologie helfen soll. Die Mitglieder des Arbeitskreises und die Tätigkeiten sind im Internet unter [www.forum-brennstoffzelle.de](http://www.forum-brennstoffzelle.de) dokumentiert.

### **3.3 Die L-B-Systemtechnik GmbH**

Die L-B-Systemtechnik ist die kommerzielle Schwesterfirma der gemeinnützigen Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, welche sich im Besitz der Ludwig-Bölkow-Stiftung befindet. Optionen für eine solare und wasserstoffbasierte Energieversorgung sowie saubere Transportkonzepte sind die Hauptgebiete und Aktivitäten seit mehr als einem Jahrzehnt.

Die LBST unterstützt die Industrie, die Politik sowie Nicht-Regierungsorganisationen

- in der Identifizierung neuer Produkte und Dienstleistungen,
- in der Entwicklung von Einführungsstrategien für neue Produkte und Konzepte,
- mit Systemstudien,
- in der Identifizierung neuer Partner - Networking,
- bei Projektmanagement und Koordination von Projekten,
- mit strategischen Beratungsdienstleistungen.

Hauptarbeitsgebiete im Energiebereich sind erneuerbare Energien, Verbesserung der Energieeffizienz, Maßnahmen zur Minderung der negativen Einflüsse des Treibhauseffektes, Einführung von solar/ erneuerbar erzeugtem Wasserstoff und von Brennstoffzellen.

Hauptarbeitsgebiete im Transportbereich sind verbesserte Schienentransportsysteme sowie deren Verknüpfung mit dem Straßentransport, alternative Antriebssysteme für Strassenfahrzeuge und umweltverträglichere Verkehrskonzepte für metropolitane Regionen.

Im Bereich der sauberen Kraftstoffe und Energieträger liegen die Schwerpunkte der Anstrengungen der LBST in der Förderung des weitverbreiteten Einsatzes von Wasserstoff und Erdgas, wobei das letztere als Übergangskraftstoff zum Wasserstoff gesehen wird.

Seit Beginn der 1990er Jahre werden hinsichtlich der Untersuchung stationärer und mobiler Brennstoffzellenanwendungen einschließlich der dazugehörigen Infrastrukturkomponenten und -systeme verstärkte Anstrengungen unternommen. Außerdem ist die LBST in mehreren Projektkoordinationsaktivitäten tätig, darunter Hardware-Projekte für stationären und mobilen Einsatz der PEM-Brennstoffzelle.

Ein interdisziplinäres Team von etwa 15 Spezialisten arbeitet an Szenarien und an Technologiebewertung, erarbeitet Strategiepapiere und Durchführbarkeitsuntersuchungen, initiiert neue Projekte, koordiniert Verbundprojekte und stellt Strategieberatung zur Verfügung.