

NECAR: New Electric Car

Auf der Basis eines MB100 begann die Technikstudie NECAR (New Electric Car) 1994. Daimler-Benz baute einen Transporter so um, dass lediglich Fahrer und Beifahrer Platz fanden, die rund 800kg schwere Brennstoffzellen-Technik - immerhin 12 Stacks für 50kW - füllte die komplette Ladefläche.

Die Reichweite betrug nur 100km pro Tankfüllung. Es gelang den Entwicklern jedoch zu zeigen, dass die Möglichkeit eines abgasfreien Antriebs für Automobile nicht unmöglich war. Das nächste Ziel sollte die Minimierung des Gewichts und des Volumens des Brennstoffzellen-Systems sein.

Zwei Jahre später, 1996, wurde der NECAR 2 vorgestellt, der auf einer Mercedes-Benz V-Klasse basiert. Der Verkleinerung des Systems war geglückt und das Brennstoffzellen-Kraftwerk inklusive Elektromotor fand komplett unter der kurzen Haube Platz. Die Wasserstofftanks wurden unter dem Dach untergebracht. Somit war im Fahrzeug Platz für 6 Passagiere.

Der NECAR 2 brachte im Vergleich zu seinem Vorgänger knapp eine Tonne weniger auf die Waage. Die Gewichtsreduzierung brachte eine Höchstgeschwindigkeit von 110km/h und eine Tankreichweite von 250km mit sich.

Die neue Mercedes A-Klasse wurde schon 1997 zur Basis der dritten NECAR-Generation. Mit diesem weltweit ersten Brennstoffzellenfahrzeug mit eingebauten Wasserstoff-Reformer, der Methanol aus dem Tank beim Druck aufs Gaspedal direkt in Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid zerlegt, war der erste Schritt zur Antriebstechnik der Zukunft getan! Die ganze Brennstoffzellenanlage bestand nur noch aus zwei Stacks und konnte im Unterboden des Fahrzeugs untergebracht werden. Nur der Reformer füllte noch den ganzen Kofferraum aus. Eine Tankfüllung reichte nun schon für 400 Kilometer.

Die Basis des NECAR 4 war wiederum die A-Klasse, diesmal setzten man jedoch wieder auf reinen Wasserstoffbetrieb. Bei einer Reichweite von 450 Kilometer erreicht der NECAR 4 schon ansehnliche 140km/h Spitzengeschwindigkeit. Der Wasserstofftank wurde im Heck in einem zylindrischen Tank untergebracht. Trotz des Gastanks bot der NECAR 4 dennoch Platz für fünf Passagiere samt Gepäck.

Im November 2000 stellte DaimlerChrysler kurz hintereinander zwei weitere Fahrzeuge vor. Der NECAR 4-advanced war der Prototyp für 15 A-Klasse-Fahrzeuge, die zur Praxiserprobung im Rahmen des California Fuel Cell Partnership in Kalifornien intensive Feld- und Fahrversuchen bestehen sollen. Das besondere in unterschied zum NECAR 4 war zum einen der veränderte BZ-Stack, dessen Gewicht zwar um ein Drittel verringert werden konnte, dessen Leistung aber um 10% erhöht wurde.

Hinweise zu diesem Dokument:

2000-2002 © dieBrennstoffzelle.de

Das Verwenden von Auszügen aus diesem Text ist mit Quellenangabe gestattet, wir bitten in diesem Fall jedoch um eine kurze Mitteilung, wann, wo und in welcher Form zitiert worden ist. (Email: info@dieBrennstoffzelle.de)

Als Quellenangabe setzen Sie bitte einen Link auf die URL

<http://www.dieBrennstoffzelle.de>

Die zweite Neuvorstellung, nur eine Woche nach dem NECAR 4a, war der NECAR 5. Bei diesem Modell setzte man wieder auf ein Brennstoffzellen-System mit Methanol-Reformer, das jetzt jedoch vollständig im Unterboden des Fahrzeugs Platz gefunden hatte und damit den Passagieren wieder der gewohnte Stauraum zur Verfügung stand.

Das voluminöse Gesamtsystem wurde in drei Jahren um die Hälfte verkleinert, wodurch man eine Gewichtsreduzierung um 300kg erreichte. Jetzt nur noch mit einem Brennstoffzellen-Stack betrieben, das 75kW Leistung erbringt, gewinnt der NECAR 5 an Fahrdynamik und Beschleunigung. Die Spitzengeschwindigkeit liegt jetzt bei 150km/h.

New Electric Bus NEBUS

Der Brennstoffzellenbus NEBUS von DaimlerChrysler basiert auf dem Niederflur-Linienbus O 405 N2 und wird von 10 Stacks mit je 25kW, also insgesamt 250kW, angetrieben. Zieht man die erforderliche Leistung für die Brennstoffzelle ab, stehen fürs Fahren und die Nebenverbraucher wie Elektronik und Heizung noch ca. 190kW zur Verfügung. Die nur mit Wasserstoff und Sauerstoff betriebene Brennstoffzelle findet in dem Raum statt, der in der üblichen Bauweise für Motor und Getriebe benötigt wird. Abgasfrei ist der Bus schon jetzt; aus dem Auspuf entweicht nur Wasserdampf.

Die Konstruktionsweise von heutigen Linienbussen wird sich mit Einführung der Brennstoffzelle stark verändern, da durch Wegfallen z.B. von Achsen und Getrieben eine von Grund auf andere Bauweise möglich wird, die im Innenraum mehr Platz für den Passagier nach sich ziehen wird.

Mit der Leistung von über 200PS steht der Bus somit seinem dieselbetriebenen Bruder in nichts nach. Im Gegenteil, der Fahrkomfort liegt sogar höher, da Schaltvorgänge im Getriebe entfallen. Auch wird das Fahrzeug nicht mehr über Achsen verfügen, da jedes Rad mit einem eigenen Motor angetrieben wird.

Auf dem Dach des NEBUS befinden sich sieben 150-Liter-Flaschen, die unter einem Druck von 300bar stehen. In ihnen werden so ca. 45.000 Liter Wasserstoff gelagert, der, je nach Einsatzgebiet, bis zu 250km ausreichen kann.

Weiterentwicklung Citaro

Die Weiterentwicklung des Brennstoffzellenbusses NEBUS ist der Citaro. Mit identischen Leistungsdaten und einem Preis von 1,25 Millionen Euro (2,5 Millionen DM) ist der Citaro der erste Brennstoffzellenbus, der von Daimler an Kunden verkauft wird. In dem Preis sind auch zwei Jahre Service inklusive.

MAN Brennstoffzellenbus

Grundlage für den Brennstoffzellenbus war ein serienmäßiger MAN Niederflurbus wie er im Linienbetrieb eingesetzt wird. Statt des Dieselmotors wurde ein komplett neuer Antrieb eingebaut.

Auf dem Dach wurde ein Speicher installiert, in dem der Wasserstoff unter einem Druck von ca. 250bar gespeichert wird. Der Speicher besteht aus neun ca. 1548 Liter fassenden Druckluftflaschen und die Reichweite beträgt über 250km.

Die Brennstoffzellen im Heck produzieren eine Nennleistung von insgesamt 120kW. In der Leistungselektronik auf dem Dach wird der Gleichstrom der Brennstoffzelle in Wechselstrom gewandelt.

Neoplan 8008 FC

1997 rief Neoplan das Projekt UKW1 ins Leben mit dem Ziel, einen **umweltfreundlichen**, **komfortablen** und **wirtschaftlichen** Linienbus zu entwickeln. Aus diesem Entwicklungszeit entstand der Neoplan N 8008 FC, ein Niederflurbus mit integrierter Brennstoffzelle und batterie-elektrischem Antrieb, der speziell in Kur- und Innenstädten sowie Ballungsgebieten zum Einsatz kommen sollte.

Da für ein solches Antriebskonzept ein geringes Eigengewicht nötig war, wählte man den Neoplan Metroliner mit Carbondesign als Basis für den UKW-Bus. Ausgerüstet wurde er mit PEM-Brennstoffzellen mit je 18kW Nennleistung der Firma DeNora, die zu drei Stacks zusammengeschlossen wurden. Der Wasserstoff wird in einem Leichtbau-Kunststoff-Druckbehälter bei ca. 250 bar transportiert und bietet eine Reichweite von 350 km.

Der Antrieb des Busses ist ein Tandem-Asynchron-Motor. Er besteht aus zwei getrennten 45kW-Motoren. Eine Hochleistungsbatterie, die während der Fahrt geladen wird, entlastet die Brennstoffzelle, z.B. beim Anfahren, und sorgt so für einen geringeren Wasserstoffverbrauch.

Opel HydroGen1 und HydroGen3

Auch Opel und General Motors können im Bereich der Elektromotoren und Brennstoffzellen-Technologie langjährige Erfahrung vorzeigen. im Jahre 1998 gründete man das Global Alternative Propulsion Center (GAPC, dt.: Globales Zentrum für alternative Antriebe) mit den Standorten Mainz-Kastel, Warren (Michigan) und Rochster (N.Y.). Mit insgesamt 250 Mitarbeitern wurden damit die Entwicklungsarbeiten der beiden Unternehmen zusammengefasst.

Auf der Detoit Motor Show 2000 stellte General Motors das Konzeptfahrzeug Precept in zwei Varianten vor: als Hybridfahrzeug und in der Brennstoffzellen-Variante. Das Fahrzeug, das die Vorstellungen der beiden Unternehmen vom Automobil der Zukunft zeigte, war

mit einem neuartigen Hydrid-Speicher ausgestattet, in dem der Wasserstoff für den Brennstoffzellenantrieb gespeichert wurde.

Im selben Jahr wurde beim Genfer Automobilsalon der HydroGen1 vorgestellt. Er erneut auf dem Opel Zafira und wird mit Flüssigwasserstoff betrieben. Der Tank faßt 75 Liter bzw. 5 kg und ergibt eine Reichweite von knapp 400 km.

Die Brennstoffzelle hat eine Leistung von 80kW. Nach der Umrichtung vom Gleichstrom der Zelle auf Wechselspannung wird die Strom einem Drehstrom-Elektromotor zugeführt, der den Wagen dann mit 55kW (75PS) antreibt. Eine Pufferbatterie deckt eventuelle Leistungsspitzen ab.

Ein Jahr später, 2001, stellte Opel den HydroGen3 vor. Mit dem Ziel, die Leistungsfähigkeit und Alltagstauglichkeit des HydroGen1 zu verbessern, gelang es, auf einige Bauteile, wie z.B. die Batterie, zu verzichten und so das Gewicht des Fahrzeugs zu reduzieren.

Ford Focus FCV

Ford hat zusammen mit Ballard Power Systems aus Canada einen Brennstoffzellen-Antrieb in einen Ford Focus eingesetzt. Diesen Focus FCV (Fuel Cell Vehicle) testete man in Kalifornien unter Praxisbedingungen.

Der Viertürer mit Platz für fünf Passagiere ist mit 1727 kg zwar recht schwer, die 65kW (88PS) ermöglichen dennoch eine Höchstgeschwindigkeit von 130 km/h. Betankt wird der Focus FCV mit auf 250 bar komprimierten Wasserstoff, wobei eine Füllung eine Reichweite von rund 160 km ermöglicht.

Da die Infrastruktur für elementaren Wasserstoff in absehbarer Zeit noch nicht kostengünstig verfügbar sein wird, arbeitet man bei Ford auch an einer Alternative, die mit Methanol-reformiertem Wasserstoff betreiben werden soll. Beim Focus FSV handelt es sich allerdings noch um einen Prototypen, der aufgrund der Brennstoffzelle noch recht hohe Kosten aufweist.

Brennstoffzellen-Boot Hydra

Die Bonner Firma etaing GmbH, gegründet 1999, hat das erste Passagierschiff mit Brennstoffzellenantrieb gebaut. Das Schiff hat die Zulassung vom Germanischen Lloyd für 22 Passagiere. Die Jungfernfahrt war am 16. Juni 2000 in Bonn.

Das Antriebssystem ist nicht mit einem Verbrennungsmotor zu vergleichen. Es wird ein Hochstrommotor mit großem Drehmoment in kleinen Drehzahlbereichen eingesetzt, durch den der Einsatz von anderen Schrauben möglich wird. Durch die veränderte Schraube war eine Neukonstruktion des Rumpfes notwendig, der nun keine Strömungswellen mehr erzeugt. Somit schont das Boot unbefestigte Ufer.

Der Wasserstoff wird in einem Metallhydridspeicher gespeichert. Mit einer Einbaugröße von 0,25m³ fasst er 33m³ Wasserstoff. Das etaing Zellen-System Europ21 von Typ AFC bietet 5 kW elektrischer Energie für den Motor. Der Fahrer kann die Leistung durch einen Gashebel regulieren, da die Leistung der Zelle von der Gasmenge abhängt. Im Notfall wird die Steue-

Die Brennstoffzelle
rung der Gaszufuhr durch ein ein Sicherheitssystem geregelt, das durch Sensoren die Gasmenge im Boot mißt. Mit einer Länge von 12m, 0,52m Tiefgang, einem Gewicht von knapp 4 Tonnen und einer Höchstgeschwindigkeit von 6kn (11km/h) hält eine Tankfüllung für ca. zwei Tage.

Wasserstoffflugzeug Cryoplane

Flugzeuge mit Flüssigwasserstoffantrieb, auch Cryoplane genannt, sind Kernstück des Projektes, das 35 Partner aus 11 europäischen Ländern gestartet haben. Ziel ist es, die technische Realisierbarkeit, die Sicherheit und die Umweltaspekte von Wasserstoffflugzeugen zu untersuchen und Strategien zu erarbeiten, um den Übergang von den heutigen kerosinbetriebenen Flugzeugen zu den Cryoplanes so einfach wie möglich zu gestalten.

Der Wasserstoff hat viele Eigenschaften, die ihn zu einer starken Konkurrenz zu Kerosin, dem heutigen Flugzeugtreibstoff, machen. Die Energie, die Wasserstoff bei gleichen Gewicht liefert, ist ca. dreimal so hoch, wie bei Kerosin, was zu einer deutlichen Gewichtseinsparung führt und somit die Nutzlast vergrößert. Probleme bereitet hierbei nur das Volumen des Wasserstoffs, das, trotz Herunterkühlung auf -253 °C (20 °C über dem absoluten Nullpunkt), immernoch viermal größer ist als das von Kerosin.

Die Sicherheit ist in Wasserstoffflugzeugen ebenso gegeben wie in kerosinbetriebenen, unter bestimmten Umständen kann sie sogar höher sein. Dies liegt an den Eigenschaften des Wasserstoffs, denn er steigt schnell nach oben auf und hat so ein wesentlich niedrigeres Gefahrenpotential als Kerosin, da sich zum Beispiel kein Feuerteppich auf dem Flugfeld bilden kann, wenn Treibstoff Feuer fängt. So ist es auch wahrscheinlicher, dass Passagiere einen Brand überleben würden, der z.B. durch den Aufschlag des Flugzeugs entsteht.

Um ein Wasserstoffflugzeug zu konstruieren muß der heutige Aufbau eines Flugzeugs gründlich überarbeitet werden. U.a. sind neue Triebwerke und ein anderes Treibstoffsystem nötig, und auch das Tank-System muß verändert werden und von den Tragflächen nach oberhalb der Passagierkabinen verlagert werden.

Für die Umwelt wäre ein solches Cryoplane sicherlich von Vorteil, da in Flugzeugen mit Kerosin die Treibhausgase sozusagen schon dort produziert werden, wo sie auch Schaden anrichten, nämlich in der Atmosphäre.

Das Cryoplane-Projekt, das von EADS Airbus GmbH koordiniert wird, ist durchaus zukunftsweisend und wichtig für die Luftfahrt, da diese jährlich ca. 4-5% wächst und auf diese Weise auch zum Schutz der Umwelt, zur Verminderung des Treibhauseffekts und zur Senkung des Verbrauchs an fossilen Brennstoffen beitragen kann.

Wasserstofftankstelle am Flughafen München

Am Flughafen München wurde die weltweit erste Wasserstoff-Tankstelle errichtet. Gemeinsam mit dem bayrischen Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie haben sich mehrere führende Unternehmen zu einer Arbeitsgemeinschaft zusammenschlossen, die es sich zum Ziel gesetzt hat, den Flottenbetrieb von Wasserstofffahrzeugen und deren vollautomatische Betankung zu erproben.

Die Aral AG war zuständig für die Konzeption und den Bau der Tankstellenanlage und die Gesamtgestaltung. Außerdem kam ihr die zeitliche und organisatorische Koordination des Gesamtprojektes zu.

Die Anlage ist sowohl auf die Betankung mit Flüssigwasserstoff (LH₂) für PKWs als auch auf die Betankung mit gasförmigen Wasserstoff für Niederflur-Gelenkbusse ausgelegt. Der Flüssigwasserstoff wird von der Linde AG in Deutschlands einzige Wasserstoffverflüssigungsanlage in Ingolstadt hergestellt und per LKW zur Tankstelle geliefert.

Der gasförmige Wasserstoff wird hingegen vor Ort durch Elektrolyse hergestellt. Dieser entsteht in einem neuentwickelten Elektrolyseur der GHW (Gesellschaft für Hochleistungselektrolyseur zur Wasserstoffherzeugung mbH) und wird auf 350 bar verdichtet. Mit einer Produktion von 100m³/h ist nach 17 Betriebsstunden genug Wasserstoff für den Busbetrieb hergestellt. (Der Strom für die Elektrolyse wird leider noch nicht regenerativ hergestellt.)

Bevor der durch Elektrolyse entstandene Wasserstoff in den Metallhydridspeicher kommt, wird er gereinigt und getrocknet. So wird z.B. der im Rohgas enthaltene Sauerstoff zu Wasser umgesetzt und abgeführt. Die Metallhydridspeicher bestehen aus koaxialen Rohren. Im Innenrohr befindet sich ein Metallhydrid und zwischen Innen- und Außenrohr Kühl- bzw. Heizflüssigkeit.

In der Betankungsphase des Speichers wird die Temperatur des eingeleiteten Wasserstoffs gering gehalten (max. 5 °C). Wird jedoch Wasserstoff an den Kompressor zur Fahrzeugbetankung abgegeben, wird er stetig erwärmt, um dem Kompressor einen Vordruck von max. 30 bar zu liefern. Alle Speicherrohre werden zu zwei Gruppen zusammengefaßt, von denen in der Regel die eine Gruppe be-, die andere entladen wird. Erfolgt keine Entladung, können auch beide zeitgleich geladen werden.

Betankt werden die Fahrzeuge an der Tankstelle vollautomatisch. Aral entwickelte einen Tankroboter für konventionelle Kraftstoff, der in Zusammenarbeit mit der Linde AG und BMW auf flüssigen Wasserstoff angepaßt wurde. Die Zapfsäule für den gasförmigen Wasserstoff wurde ebenfalls von Aral, jedoch zusammen mit Mannesmann Demag, entwickelt. Sollte die Betankung mit der Anlage für gasförmigen Wasserstoff aus irgendeinem Grund nicht möglich sein, kann über einen Verdampfer die LH₂-Säule genutzt werden.

BMW CleanEnergy World Tour 2001

Auch BMW entwickelt Fahrzeuge mit Brennstoffzellen-Antrieb. Ihre Entwicklung ist der BMW 750 HL, ein Brennstoffzellen-Fahrzeug auf Basis der 7er-Reihe. 15 Fahrzeuge sind produziert und man rechnet damit, dass die Nachfrage steigen wird. Die bayrische Automobil-Firma hat sich einen Zeitplan gesetzt: 2005 soll in der nahen Umgebung jeder BMW-Niederlassung eine Wasserstofftankstelle stehen, 2010 soll das Netz europaweit ausgebaut sein und 2020 will BMW der Großteil der Fahrzeugflotte auf den umweltschonenden Wasserstoffantrieb umgerüstet haben.

Innerhalb dieser Zeit soll der BMW 750 HL mit einem Listpreis von 150.000 bis 200.000 DM auf den Preislisten erscheinen. Einen großen Unterschied zu dem "normalen" 7er soll es dabei jedoch nicht geben. Ein Zwölfzylindermotor leistet 204 PS (104kW) und beschleunigt von Null auf Hundert in 9,6 sek; Höchstgeschwindigkeit 226km/h.

BMW möchte mit dem CleanEnergy-Projekt Werbung für die Wasserstoff- Technologie machen. Zu diesem Zweck startete die CleanEnergy World Tour 2001. Man wählte strategische Zielorte, die in das CleanEnergy Projekte miteinbezogen werden sollen und besuchte sie mit einer kleinen Flotte der 750HL-Reihe.

Erste Station und Ausgangspunkt war am 1. Februar 2001 Dubai City. Das zukunftsorientierte Dubai gilt aufgrund der Ölvorkommen als Mittelpunkt der globalen Energieversorgung. Da es jedoch auch im Sonnengürtel der Erde liegt, ist es der ideale Standort für eine Wasserstoffproduktion aus Solarenergie. Der so gewonnene Wasserstoff könnte gespeichert und an Einsatzorte transportiert werden.

Das zweite Etappenziel war Brüssel. Hier hoffte BMW auf Unterstützung durch die EU. Der BMW Vorstandsvorsitzende Milberg forderte hier von der EU-Kommission Unterstützung auf politischer Ebene. Gerade in der Einführungsphase dürfe Wasserstoff nicht steuerlich belastet werden. Eine internationaler Mineralölkonzern hat errechnet, dass mit nur einem Prozent der Einnahmen durch die Ökosteuer 100 Tankstellen in Deutschland auf Wasserstoff umgerüstet werden könnten!

Auf dem Gebiet der Verringerung der CO₂-Emissionen ist Mailand eine der engagiertesten Städte Italiens und somit dritter Stopp der CleanEnergy World Tour. Ein Energieunternehmen betreibt dort ein 1,3-Megawatt-Kraftwerk, das durch Brennstoffzellen Strom erzeugt. Zusätzlich soll auf dem Gelände Italiens erste Wasserstoff- Tankstelle nach deutschem Vorbild entstehen.

Weitere Stationen der Tour waren Ende Mai 2001 Tokio und im Juli Los Angeles.

Mit der Linde AG und BP hat BMW zwei Partner im CleanEnergy-Projekt. Die Linde Ag lieferte über die ganze Tour hinweg den Flüssigwasserstoff für den Fahrzeugbetrieb. BP gab Pläne bekannt, sich am Bau von weiteren fünf Wasserstofftankstellen zu beteiligen.

California Fuel Cell Partnership

Das California Fuel Cell Partnership (CaFCP) ist eine wegweisende Zusammenarbeit von Automobilkonzernen, Treibstoff-Lieferanten, Brennstoffzellen-Herstellern und US-Regierungsvertretern. Sie wurde im April 1999 offiziell vorgestellt.

Zu den Mitgliedern zählen namenhafte Firmen aus aller Welt: DaimlerChrysler, Ford, General Motors, Honda, Toyota, Ballard Power Systems, Int. Fuel Cells, XCellsis, BP, ExxonMobil, Shell uvm. Politische Partner sind u.a.: California Energy Commission, US Department of Energy, US Department of Transportation.

Die Mitglieder des CaFCP verfolgen alle das gleiche Ziel: die Antriebstechnik des 21ten Jahrhunderts zur Serienreife zu führen. Im Wesentlichen lassen sich die Vorhaben in vier Punkten zusammenfassen:

1. Erproben und weiterentwickeln der Fahrzeug-Technologie durch Tests unter realen Bedingungen auf californiens Straßen
2. Die Realisierbarkeit der neuen Infrastruktur für die neuen Antriebstechniken beweisen (vor allem im Bezug auf Tankstellen)
3. Den Weg zur Serienreife einzuschätzen und Lösungen für eventuelle Probleme zu finden
4. Die Öffentlichkeit auf die neuen Technologien aufmerksam machen

Bis mindestens 2003 will man in Californien Fahrzeuge im Alltagstest erproben. Zu diesem Zweck wurde auch eine Wartungseinrichtung mit Fahrzeug-Instandhaltungsmöglichkeiten und Zapfsäulen in West Sacramento, Californien, errichtet.

Blockheizkraftwerke

Wird in einer Anlage sowohl Strom als auch Wärme erzeugt, so spricht man dabei von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Findet diese Kraft-Wärme-Kopplung nicht in einem Heizkraftwerk statt, sondern in einer kleinen kompakten Anlage, nennt man diese Blockheizkraftwerk (BHKW).

In diesen BHKW treibt ein Motor, der mit diversen Brennstoffen betrieben werden kann, einen Generator an, der so Strom erzeugt. Wärme für Heizzwecke gewinnt man anschließend aus Abwärme und Kühlwasser. Sinnvoll ist der Einsatz eines BHKW jedoch nur dann, wenn Strom und Wärme gleichzeitig benötigt werden.

Der Vorteil einer solchen Anlage wird beim Stichwort Wirkungsgrad offensichtlich. Der Energienutzungsgrad läßt sich durch die Nutzung der Abwärme entscheidend erhöhen, sogar nahezu verdoppeln.

Auf den folgenden Seiten möchten wir Ihnen ein paar Anwendungsbeispiele der BHKW aufzeigen und vorstellen.

Leipziger Erdgashaus

Die Leipziger Verbundnetz Gas AG (VNG AG) betreibt in Machern bei Leipzig das "Erdgashaus". Es zeigt, dass es heute möglich ist, ein Haus autark mit Erdgas zu versorgen.

Die Hamburger Gas Consult GmbH (HGC) lieferte für dieses Projekt ein Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerk, das mit Erdgas betrieben wird und eine Leistung von 3kW_{el} bzw. 8kW_{th} aufbringt. Diese Leistungsdaten sind speziell auf den Bedarf eines Einfamilienhauses zugeschnitten.

Das Haus ist mit einem Erdgasanschluß ausgestattet, über den es das Brenngas geliefert bekommt. Dies ist aber auch der einzige "Energieeingang". Zusätzlich ist es noch mit einer Stromeinspeisung ausgestattet. Falls also der erzeugte Strom nicht vollständig verbraucht wird, kann er so in das Stromnetz der Stadt eingespeist werden.

Da die integrierte Brennstoffzelle CO-empfindlich ist, findet vor dem Einlassen in die Zelle eine Brenngasaufbereitung statt, über die sowohl eine Reformierung als auch eine Entschwefelung stattfindet.

Der von der Zelle nicht verbrauchte Wasserstoff wird in einem nachgeschalteten Prozeß katalytisch verbrannt. So enthält das ganze System drei Punkte an denen Wärme entsteht. Diese Wärme wird gesammelt und in das Heizungssystem sowie die Warmwasseraufbereitung des Hauses geleitet. Der Gleichstrom der Zelle wird Wechselstromrichter konvertiert.

Vaillants Brennstoffzellen-Heizgerät

Vaillant entwickelte in Zusammenarbeit mit dem US-Brennstoffzellen-Hersteller Plug Power ein Brennstoffzellen-Heizgerät (BZH) für Ein- und Mehrfamilienhäuser.

Das BZH wird mit Erdgas betrieben. Um Schädigungen der Katalysatoren zu vermeiden, wird das Gas vor Eintritt in den Reformier von schwefelhaltigen Bestandteilen gereinigt. Der Reformier wandelt Erdgas, Wasserdampf und Luft zu einem wasserstoffreichen Gasgemisch um, das dann in den Brennstoffzellen-Stack geführt wird.

Die freiwerdende Wärme (therm. Leistung: 1,5-7kW_{th}) wird in den Heizkreislauf eingeleitet. Sollten die Wärmeanforderungen mal höher liegen, so deckt ein Zusatzheizgerät die thermischen Spitzen ab. Sollte die Stromerzeugung für den Energieverbrauch einmal nicht ausreichen, kann Strom auch zusätzlich über das Netz bezogen werden, anders herum kann aber eine Überproduktion auch wieder eingespeist werden.

Mittlerweile haben Testgeräte schon über 300.000 Betriebsstunden hinter sich. Vaillant hat im Januar 2002 die erste CE-Zertifizierung eines Brennstoffzellen-Heizgeräts überhaupt erhalten. Schon seit Dezember '01 lief der große Feldtest mit Partnern wie e.on und Ruhrgas. Mit diesem Test soll gezeigt werden, wie sich ein Gerät im Langzeittest hält und wie gut sich das BZH in bestehende Heizungssysteme integrieren läßt.

Mit einem anvisierten Serien-Gerätepreis von 1500 EUR/kW_{el} würden sich BZHs nach 6-7 Jahren lohnen.

Neben Vaillant entwickelt auch die Schweizer Firma Sulzer Hexis ein ähnliches System.