

Hannover Messe 2004

Trends in der Energietechnik

„Heute wissen, was morgen machbar ist“, hieß das Motto der diesjährigen Hannover Messe. Denn „nur wer im Zusammenspiel der drei Markttreiber“ – neue Technologien, Innovationen und Automation – „entwickelt, produziert und vertreibt, kann erfolgreich am Weltmarkt bestehen.“ Im Mittelpunkt dieses Beitrages stehen Trends und Innovationen, die im Bereich der Energietechnik gezeigt wurden.

Aussteller und Verbände äußern sich positiv

Zum neuen Konzept der Hannover Messe gehört die Integration der Interkama, die als Leitmesse der Prozessautomation bislang in Düsseldorf stattfand. Die Statistik zum Abschluss informierte, dass an den sechs Messetagen rund 180 000 Besucher das Angebot der 5 040 Aussteller wahrgenommen haben. 44 % der Aussteller, so die Messeleitung, beschrieben die wirtschaftliche Situation ihrer eigenen Branche mit „günstig bis sehr günstig“ (2003: 29 %, 2002: 39 %). Entsprechend positiv äußerten auch die tragenden Verbände ZVEI und VDMA. Der in den letzten Jahren verzeichnete Abwärtstrend konnte anscheinend aufgehalten werden. Es ist zu hoffen, dass sich der positive Trend in der Wirtschaft im Laufe des Jahres bestätigt.

Mangel an Ingenieuren hemmt Innovationen

Die Messe ist traditionell auch Forum für Politiker und Berufsverbände. Für den Verein Deutscher Ingenieure (VDI) stellte Direktor Dr. Willi Fuchs heraus, dass der Ingenieurmangel das Innovationshemmnis Nr. 1 in Deutschland sei. Bislang stand der Mangel an Finanzierungsquellen an erster Stelle. Dieser Punkt ist nun „nur“ noch zweitrangig. Es fehlen 15 000 Ingenieure, Importe von Spitzentechnologien und Importe von Ingenieurdienstleistungen übersteigen die Exporte. Die Position Deutschlands als „Vizeweltmeister“ beim Export forschungs- und entwicklungsintensiver Waren ist somit gefährdet. Die Lösung sieht der VDI kurzfristig in der Reintegration der älteren arbeitslosen Fachkräfte, mittel- und langfristig sollten für ausländische Arbeitskräfte attraktive Aufenthaltsbedingungen geschaffen und verstärkt junge Menschen für das Ingenieurstudium gewonnen werden. Die Jugend in Deutschland ist bevorzugter Technik-Nutzer, aber ungenügender Technik-Gestalter. Um diesen

Prozess umzukehren, ist die Rolle der Technik mit ihren positiven Seiten hervorzuheben. Vielfach übliche Negativdiskussionen mit Orientierung auf Risiken sind keine Lösung. Die Ausbildungsangebote an den Schulen müssen für Naturwissenschaften deutlich verbessert und auch Frauen begeistert werden. Flexibilität gilt für einen erfolgreichen Ingenieur als Grundvoraussetzung. Wohnungswechsel oder Nebenwohnung am Arbeitsort sollten anforderungsabhängig akzeptiert werden. Interessanterweise wurde ein Durchschnitts-Ingenieurgehalt in Deutschland in Höhe von 65 071 Euro pro Jahr genannt.

Auch der Präsident des VDE, Prof. Klaus Wucherer, wies darauf hin, dass die etwa 7 000 Absolventen des Jahrgangs 2004 in der Elektro- und Informationstechnik absolut unzureichend sind. In Deutschland hängen etwa die Hälfte der Industrieproduktion und über 80 % des Exports von der Elektro- und Informationstechnik ab.

BDI-Präsident Dr. Michael Rogowski forderte, deutlich mehr in Bildung und Forschung zu investieren. Das gilt für die Wirtschaft und den Staat gleichermaßen. Die Qualität unseres Bildungssystems muss steigen. Die Forschung sollte wieder stärker zur Wertschöpfung beitragen.

Energietechnik mit breitem Themenspektrum

Die Themenschwerpunkte der Leitmesse Energy waren:

- Energietechnik u. a. mit den Bereichen Energiegewinnung und -erzeugung, KWK-Anlagen, elektrische Energieverteilung, -umwandlung und -speicherung, Leitetchnik, Umrichter
- Wasserstoff und Brennstoffzellen
- Erneuerbare Energien mit den Bereichen Windenergie, Solarenergie, Biomasse, Biogas, Wasserkraft, Geothermie
- Energiewirtschaft u. a. mit Strom, Gas- und Wasserversorgung, Energiehandel, Energiemanagement, Finanzdienstleistungen

- Anwenderorientierte Sonderschauen und Foren u. a. zu Perspektiven für die Energienutzung, Wasserstoff und Brennstoffzellen sowie Erneuerbare Energien.

Im Gegensatz zu ursprünglichen Planungen, nach denen die Leitmesse Energy nur im Zwei-Jahres-Zyklus stattfinden sollte, wurde nunmehr durch die Messeleitung die jährliche Durchführung festgelegt.

Energieübertragung und -verteilung

Dr. Udo Niehage, Vorstandsvorsitzender des Siemens-Bereichs Power Transmission and Distribution (PTD), berichtete, dass der Weltmarkt der Energieübertragung und -verteilung jährlich um etwa 3 % steigt. Das größte Wachstum in den Regionen wird im Asien-Pazifik-Raum stattfinden. Innerhalb der Sparten soll der Service mit 7 % überdurchschnittlich zulegen. Die zunehmende Weltbevölkerung und -Industrialisierung ist mit weltweiter Erhöhung des Energieverbrauchs bis 2020 um durchschnittlich 2,6 % verbunden. Die Energieübertragung über weite Strecken und die innovative Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) sind hierfür unverzichtbar. Die Übertragungsverluste bei 5 GW Leistung pro 1 000 km lassen sich von 6 % bei Hochspannungs-Wechselstromübertragung auf 4 % bei HGÜ und 1 % bei der Übertragung mit Hochtemperatur-Supraleitern reduzieren. Damit ist die Vision von einer weltumspannenden Stromverbindung nicht mehr so realitätsfern. Viele Probleme einschließlich der Verteilung der in großen Windparks (auch Offshore) anfallenden regenerativen Energien werden lösbar und ungenutzte Naturreserven, wie die Wasserkraft in Kirgisien, erschließbar. Eine gute Ausgangsposition für die Zukunft der Elektroindustrie.

Siemens PTD demonstrierte sein Leistungsangebot per PC im Infocenter „Energy House“ beginnend mit der HGÜ (Bild 1) und Wechselspannungsübertragung sowie anschließenden Verteilungskomponenten mit zugehörigen Automatisierungs- und Softwaremodulen bis zur Darstellung des Komplettlösungs-Angebotes von der Planung bis zur Finanzierung. Ein Highlight der Leistungselektronik stellen direkt lichtgezündete Thyristoren dar mit einer Spitzenleistung für die Zündung von 40 mW via Lichtwellenleiter auf Erdpotential (elektrisch gezündete Thyristoren benötigen ca. 40 W auf Thyristorpotential).



1 Stromrichter-Ventiltürme der HGÜ-Verbindung zwischen Nordirland und Schottland mittels direkt lichtgezündeten Thyristoren und integriertem Überspannungsschutz

Fa. Siemens PTD



2 Phasenschieber-Transformator mit TEC-Schrank

Fa. ABB

Energie- und Automatisierungstechnik

ABB konzentrierte sich auf seinem Messestand auf die Darstellung spezifischer Komponenten der Anlagenrealisierung und Automatisierung von der Leitebene bis zum Messwertgeber. Das Angebot ausgereifter Geräte und Software ist umfassend.

Komponenten der Leitetchnik nahmen einen großen Teil der Ausstellungsfläche ein. Mit dem neuen IndustrialIT Extended Automation System 800 xA erweitert ABB den Leistungsumfang traditioneller Automatisierungssysteme wesentlich. Das System geht weit über die Prozessführung hinaus und deckt auch die Bereiche Produktionsmanagement, Sicherheitssysteme, intelligente Mess- und Regelungstechnik, intelligente Antriebe und Motorsteuerungen, Robotik, Informationsmanagement, Asset Optimization und Dokumentation ab.

Die Erweiterung oder auch Aufrüstung bestehender Systeme ist möglich.

Ein weiteres Highlight war der wartungsfreie Vakuum-Leistungsschalter für 12 kV und bis 1250 A mit integrierten Mess- und Schutzfunktionen – Transformer Electronic Control (TEC, Bild 2). TEC erzeugt ein Modell des Leistungstransformators und seines Betriebszustandes und vergleicht die simulierten Werte mit aktuellen Messwerten. So werden Abweichungen, Störungen und normaler Verschleiß erkannt und in die Betriebsführung einbezogen.

Auf der Prozessebene verfügt ABB über rationelle und intelligente Erfassungsgeräte für vielfältige Prozessgrößen.

Die offenen Leistungsschalter Emax von ABB SACE sind kleiner geworden und reichen jetzt in der Baugröße E1 bis 1600 A, die Baugröße E3 wurde um die Version mit einem Ausschaltvermögen von 130 kVA bei 440 V erweitert. Fernsteuerung, neuartige Auslöser mit Richtungschutz, Erdschlussfunktion, Fehlerstromschutz und zwei unabhängige Kennlinien als steckbare Module werden durch Messfunktionen ergänzt.

Neu ist auch der erste in Serienfertigung angebotene Hochspannungsmotor, der wesentlich preisgünstiger ist als bisherige, einzeln gefertigte Ausführungen.

Auch ABB erweitert sein Aufgabengebiet und optimiert verfahrenstechnische Prozesse seiner Auftraggeber. Damit wird der wirtschaftlichen Situation Rechnung getragen, dass die Prozessindustrie vorrangig ihre Produktionskapazität anstelle von Neubauten durch eine bessere Ausnutzung bestehender Anlagen steigert und die Wirtschaftlichkeit zudem durch eine Erhöhung der Betriebssicherheit und Manövrierbarkeit verbessert. Neu auftretende Kundenwünsche oder auch durch politische Vorgaben initiierte Forderungen können beispielsweise die Minderung des CO₂-Ausstoßes und anderer Emissionen sein. Erfolgreich war der Eingriff in die Prozesstechnologie in Kohle-Kraftwerken mit einer Wirkungsgradverbesserung von 0,3 bis 0,7 % bei sicherer Einhaltung der Emissionsgrenzen. Für neue Aufgabenbereiche steht der ABB Performance Service. Die Gebiete können vielfältig sein und reichen über ein Energiemanagementsystem zur Steuerung des strategischen Energieeinkaufs bis hin zur Verfügbarkeitsgarantie für die Instandhaltung eines bestimmten Equipments.

Stromversorgungen

Neues wurde auch bei unterbrechungsfreien Stromversorgungen gezeigt, wenngleich die USV-Produzenten zunehmend die CeBIT für die Präsentation ihrer Erzeugnisse bevorzugen.

EGB Gustav Klein bot als Neuheit die Überwachung mit Fernabfrage über Funk, Modem, Telefon oder SMS für seine USV im Bereich 5 bis 400 kVA an. Theo Benning zeigte seine Power Line 400-USV mit Modellen von 60 bis gegenwärtig 200 kVA. Alle Modelle haben PFC (Power Factor Correction) mit $\cos \varphi \geq 0,97$ und 220 % Überlast für 10 s bei einphasiger Last, bei dreiphasiger Last 150 %. Interessant waren bei diesem Unternehmen auch die getakteten Wechselrichter (WR) mit Modellen für Batterieeingang von DC 24 bis 220 V und 1.000 bis 5.000 VA Ausgangsleistung. Der doppelte Nennstrom kann für 1,3 s geführt werden. Redundanzen und Leistungserweiterungen lassen sich durch Parallelschaltung von bis zu fünf Wechselrichtern erreichen. Zusätzlich wird die Ausführung mit Schützumschaltung auf Einspeisung aus einem Wechselstromnetz mit WR-Vorrang oder Netz-Vorrang oder eine elektronische Umschalteneinrichtung angeboten.

Delta Energy Systems bieten Wechselrichter speziell für Brennstoffzellenspeisung an. Die Ausgangsleistung beträgt ca. 5,6 kVA, der Eingangsspannungsbereich läuft von 51 bis 90 V, (von 42 bis 51 V mit Leistungsreduzierung).

Ein Spitzenprodukt von Convertronic ist ein 24-V-Batterieladegerät mit 10 kW Ladeleistung, eigenentwickelten Planartransformatoren und speziellen Resonanzwandlern. Der Einsatz ist auf Lokomotiven vorgesehen. Es wurden eine hohe Überspannungstoleranz und zur Verhinderung von Zugfunkbeeinflussung eine minimierte Störabstrahlung verwirklicht. Die Kühlung erfolgt über außenliegende Kühlkörper.

Batterien

Die ständige Suche nach der „idealen“ Batterie hat bisher aus Preisgründen nur bei Sondereinsatzfällen oder im kleinen Leistungsbereich zu Erfolgen geführt (Mobilfunkgeräte, Laptops, Uhren usw.). Für große Leistungen muss unverändert die Bleibatterie verwendet werden. Eine Neuerung waren vor einigen Jahren die wartungsfreien, verschlossenen Bleibatterien, bei denen der Elektrolyt in Gel oder Vlies festgelegt ist. Durch konstruktive Maßnahmen

werden hier immer wieder Detailverbesserungen erreicht.

BSOL stellte erstmalig seine verschlossenen, wiederaufladbaren Batterien in Vliestechnik der Reihe TLX mit Kapazitäten von 60-150 Ah pro Block aus. Die Batterien sind extrem gasungsarm, haben eine niedrige Selbstentladung und ein „Frontterminal“, d. h. die Anschlüsse sind nach vorne herausgeführt und ermöglichen eine hohe Packungsdichte sowie Montage- und Wartungsfreundlichkeit.

Die BAE Berliner Batterie GmbH stellte ihr Sortiment für den stationären Einsatz aus. Innovationen sind außenliegende Pole (Schutz gegen Zangenschweißung), die Spannung jeder Zelle kann direkt gemessen werden, die Endpole ragen höher hinaus und besitzen einen Messpunkt zur Messung des Kontaktwiderstandes bzw. der Blockspannung (Bild 3). Reichlicher Scheiderüberstand gibt Sicherheit gegen Kurzschlüsse. Erstmals wurde die Batteriereihe Secura front terminal hc vorgestellt. Die Batterien sind für Schränke und Gestelle nach ETSI, 19“- und 23“-Vorgaben geeignet und hochstromfähig.

Power bietet neuartige verschlossene, wartungsfreie Gel-Batterien an, die hochstromfähig und im Volumen zu vorherigen Ausführungen reduziert sind. Im Gegensatz zu Standard-Gel-Batterien, bei denen der Plattenabstand aus Isolationsgründen groß sein muss und die Batterien nicht hochstromfähig sind, wird die Säure, die im Vlies gebunden ist, im Gel formiert. Damit ist eine Batterie entstanden, die Vorzüge der Vlies- mit denen der Gel-Batterien verbindet.

Im kleinen Bereich von 10 mAh bis 5000 mAh bietet Bullith Batteries die Lithium-Polymer-Technologie der 2. Generation mit einem patentierten Festkörper-Elektrolyten an. Die innovativen Batterien sind biegsame Akkumulatoren ab 0,5 mm

Dicke. Es werden kundenspezifische Ausführungen und freie Formgebung als Hülse, Gehäuseschale, kugelförmiges Gebilde oder auch in konventioneller Bauform als Prisma oder Zylinder angeboten. Eine extrem hohe Zyklenzahl von 1.000 und mehr ohne Memoryeffekt sind mit einem Dauertemperaturbereich von -20 °C bis +60 °C verbunden.

eVionyx zeigte Zink-Luft-Batterien (vgl. ep 10/2003, S. 806-809). Als Primärbatterie soll beispielsweise eine AA-Zelle das bis zu vierfache Speichervolumen bisheriger Zellen haben. Für Fahrzeuge werden bis zu 360-Ah-Batterien hergestellt. Die entladene Zinkanode wird in speziellen Einrichtungen regeneriert. Im Fahrzeug lässt sie sich leicht gegen eine neue austauschen. Für den Fahrzeugeinsatz wird eine Nickel-Zink-Batterie mit der Zink-Luft-Batterie kombiniert, um Bremsenergie zu speichern und schnelle Stromanstiege zu ermöglichen.

Notstromversorgung aus Kraftwärmekopplung

KraftWerk hat seine Brennwert-Blockheizkraftwerke (BHKW) der Baureihe Mephisto (14 bis 34 kW_{el} Nennleistung) mit Service-Modulen ausgerüstet. Über Telefon oder Funknetz kann der Service automatisch eine Warnung oder Störmeldung und gleichzeitig Störursachen erhalten. In Niedersachsen wurden diverse BHKW für das Gasnetz geliefert und übernehmen dort auch die Funktion von Notstromaggregaten bei Netzausfall. Das Modell Mephisto G18i ist für den Notstrombetrieb nach DIN VDE 0107 zugelassen. Örtliche Bauvorschriften sind zu beachten.

Kuntschar+Schlüter setzt seine KWK-Anlagen (130 kW_{el}), die als MHKW – Motorheizkraftwerke – bezeichnet werden, ebenfalls für die Notstromversorgung ein. Die Anlagen beinhalten eine automatische Synchronisation und Rücksynchronisation bei Netzersatzbetrieb nach VDE 0108 und Spannungs- und Frequenzüberwachung sowie Rückleistungsschutz bei Netzparallelbetrieb. Einer Einsatzgenehmigung für Netzersatzbetrieb soll dann nichts im Wege stehen, wenn der Gaslieferant eine Erklärung über die Versorgungssicherheit abgeben kann. Mit den Anlagen wird die eingesetzte Energie zu 90 % genutzt, in einer Total-Energieanlage wird durch Absorption zusätzlich Kälte bis 8 °C erzeugt.



3 Endpole der BAE-Blockbatterien ragen höher hinaus und besitzen einen Messpunkt Fa. BAE

Tafel 1 Typen und Eigenschaften von Brennstoffzellen

Typ	Bezeichnung	Betriebstemp. (ca. in °C)	Brennstoff	Einsatzgebiet
AFC	Alkalische BZ	90	Wasserstoff	Raumfahrt, U-Boot
DMFC	Direkt-Methanol-BZ	80-110	Methanol	Fahrzeuge
PEM	Polymer-Elektrolyt-Membran-BZ	90 / 200	Wasserstoff	Verkehrssektor, BHKW
PAFC	Phosphorsäure-BZ	200	Erdgas, Biogas Kohlegas, Wasserstoff	Heizkraftwerke, BHKW
MCFC	Schmelzkarbonat-BZ	650	Erdgas, Biogas (Wasserstoff)	Kraftwerke
SOFC	Oxidkeramische BZ	900	Erdgas, Biogas Kohlegas, Wasserstoff	Kraftwerke, BHKW



4 Brennstoffzelle mit hoher Leistungsdichte von 85 kW bei 76 l Volumen Fa. Ballard



5 Im Batteriefach des Gabelstaplers ist ein komplettes Brennstoffzellensystem mit Wasserstofftechnik und Batteriespeicher untergebracht

Fa. Still



6 Fahrrad mit elektrischem Hilfsantrieb, der über die Masterflex-Brennstoffzelle mit Energie versorgt wird.

Fa. Masterflex

Wasserstoff und Brennstoffzellen

Das Messemotto „Wissen was morgen machbar ist“ traf vor allem auf den Gemeinschaftsstand Wasserstoff (H_2) und Brennstoffzelle (FC = Fuel Cell) zu. Das öffentliche Interesse wurde durch mehr als 40 000 Besucher dokumentiert. Ein wichtiger Trend im H_2 /FC-Bereich ist die Miniaturisierung von Brennstoffzellensystemen durch höhere Leistungsdichten. Vermehrt wurden brennstoffzellenbetriebene Alltagsanwendungen, wie Rollstühle und Gabelstapler, ausgestellt. Große Beachtung fanden Software-Lösungen für Brennstoffzellen-Systeme zur Steuerung und Abrechnung dezentraler virtueller Kraftwerke. Ein Überblick über technische Lösungen und wichtige Anwendungen wurde bereits in **ep** 5/2004, S. 406-408, gegeben. **Tafel 1** fasst die wichtigsten Merkmale der Brennstoffzellentypen zusammen.

Fahrzeuge mit Brennstoffzellen

Prof. Dr. Wolfgang Winkler, Vorsitzender des VDI-Fachausschusses Brennstoffzellen Fuel Cells Lab, sieht die Brennstoffzelle als Fahrzeug-Antrieb der Zukunft. Durch Hybridtechnik mit Elektroantrieb (all electric car) wird es möglich, im Brennstoff gespeicherte Energie in elektrischen Strom umzuwandeln und gleichzeitig über den Generatorbetrieb bei Talfahrten und Verzöge-

rungsvorgängen wieder in Batterien zu speichern. Marktfähige japanische Hybridfahrzeuge setzen gegenwärtig den Verbrennungsmotor als primären Energiewandler ein und erfüllen eine Vorreiter-Rolle, denn der Verbrennungsmotor wird langfristig durch Brennstoffzellen ersetzt werden. Das ist in dem von Audi vorgestellten, für den Straßenverkehr zugelassenen BZ-Pkw, A2H₂ der Fall. Für den Einsatz als reines Testfahrzeug wurde keine Reichweitenoptimierung vorgenommen. Die Energiespeicherung erfolgt mit Metallhydridbatterien.

Nach den allzu optimistischen Aussagen der Vergangenheit sind allerdings nur sehr zurückhaltende Aussagen der Automobilindustrie zu Brennstoffzellenfahrzeugen zu erhalten, so dass gegenwärtig mit einer serienmäßigen Markteinführung erst in etwa zehn Jahren gerechnet wird. Dabei spielen die noch um den Faktor 10 zu hohen Kosten der Brennstoffzellen zusätzlich zu den technischen Problemen eine nicht unbedeutende Rolle. Trotzdem laufen in der Öffentlichkeit und in den Entwicklungslabors der Konzerne intensive Arbeiten zur Vorbereitung einer Markteinführung. Ballard Power Systems ist der Marktführer bei den in Autos eingesetzten Brennstoffzellensystemen (Bild 4). Ab 2003 fahren BZ-Busse des Europäischen Busprogramms in Großstädten. In Kalifornien sind Pkw von Daimler-Chrysler, Ford, Honda und Nissan im Rahmen der California Fuel Cell Partnership bereits im Test.

Es ist wahrscheinlich, dass erste

Brennstoffzellen wegen der genannten Probleme nicht für den Antrieb eingesetzt werden, sondern zur Deckung des Bordstrombedarfs, so genannte Auxiliary Power Units (APU). Die Bereitstellung von Strom und Wärme kann bei diesen Einsätzen motorunabhängig erfolgen. Effizienz und Komfort in Kraftfahrzeugen (z. B. Standheizung) steigen deutlich. Diese Systeme werden durch marktübliche Kraftstoffe betrieben und sind auch für Schiffe und Flugzeuge vorgesehen. Die hohen Qualitätsanforderungen der Luftfahrtindustrie lassen höhere Preise zu. Boeing entwickelt derzeit einen Prototypen für Testflüge. Masterflex erhielt im Jahr 2003 von Airbus Deutschland den Auftrag zur Entwicklung von Brennstoffzellen für den Einsatz in Verkehrsflugzeugen. Der Serienstart ist im Jahr 2004 vorgesehen.

Still präsentierte Brennstoffzellentechnik vom PEM-Typ mit ihren Partnern Proton Motor GmbH (Brennstoffzelle) und Linde AG (Wasserstoffkomponenten) auf einem seriennahen Gabelstapler vom Typ R 60 mit 3 t Tragfähigkeit. Im vorhandenen Einbauraum für die normale Blei-Batterie des R 60 wird ein komplettes und gleichwertiges System einschließlich Batterie zur Aufnahme der Bremsenergie untergebracht (Bild 5). Ein fünf-minütiges Auftanken (bei jedem Füllstand möglich) ersetzt 6-10 h Ladung oder Wechseln der Batterie. Der Wirkungsgrad steigt von bis zu 40 % bei einem modernen Verbrennungsmotor auf bis zu 60 %. Der Einsatz des Gabelstaplers erfolgt im Probebe-

trieb seit Oktober 2003 bis zunächst Ende 2004 im Mehrschichtbetrieb des Münchner Flughafens. Es wird eine Lebensdauer der gesamten im Einbaurahmen konzentrierten Technik von 20 000 Betriebsstunden angestrebt. Bis zur Serientauglichkeit sind innerhalb des Testbetriebes noch mehrere Fragen zu lösen. Ein technischer Schwerpunkt ist die Frostsicherheit, denn durch Frost werden die Membranen der BZ zerstört. In diesem Sinne ist das Projekt ein erster, aber wesentlicher Schritt.

Masterflex präsentierte ein Fahrrad mit elektrischem Hilfsantrieb, der über die Masterflex-Brennstoffzelle mit Energie versorgt wird (Bild 6). Durch die Brennstoffzelle wird die Reichweite des Fahrrads gegenüber herkömmlichen Akkulösungen um das Fünffache gesteigert und kann so neue Anwendungsperspektiven von Elektrofahrrädern kosteneffizient ermöglichen. Schon in diesem Jahr werden die ersten und weit angelegten Testflotten eingerichtet und sollen in verschiedenen Gebieten die wirtschaftliche Einsatzmöglichkeit demonstrieren. Serienlieferung wird im Jahr 2005 aufgenommen.

W.-D. Sieberth

Fortsetzung



Ein Folgebeitrag beschreibt die Trends und Neuheiten bei den Erneuerbaren Energien sowie in der Automatisierungs- und Antriebstechnik.