Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 91 (2000)

Heft: 10

Rubrik: Technik und Wissenschaft = Technique et sciences

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

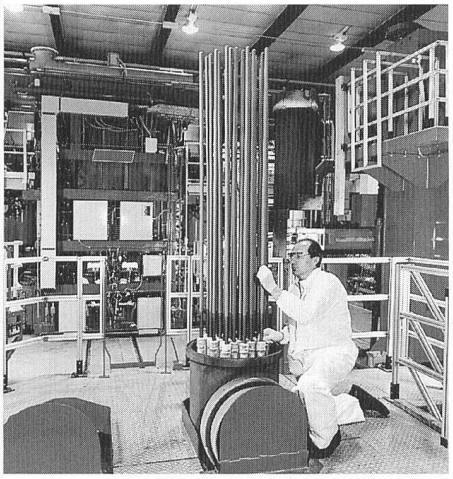
Download PDF: 14.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Technik und Wissenschaft
Technique et sciences

Ein Kraftwerk ohne Emissionen: Brennstoffzellen plus Tiefenlagerung von Kohlendioxid

(si) Siemens Westinghouse Power Corporation und Shell Hydrogen planen ein neuartiges Kraftwerk, das so gut wie keine Emissionen an die Atmosphäre abgibt. Das revolutionäre Konzept kombiniert Hochtemperatur-Brennstoffzellen vom Typ SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) mit der Einlagerung von Kohlendioxid. SOFC-Brennstoffzellen erzeugen bei 1000 °C aus dem Sauerstoff der Luft und Brennstoffen wie Erdgas, Methanol oder Diesel elektrische Energie, und zwar auf direktem Weg – also ohne Schadstoffe produzierende Verbrennung. Dabei entstehen als Nebenprodukte nur Wasser und Kohlendioxid. Das Kohlendioxid wird nach dem neuen Verfahren nicht wie üblich in die Luft abgegeben. Eine Pumpe befördert es stattdessen in entleerte Erdöl- oder Erdgaslagerstätten, wo es den Platz der Kohlenwasserstoffe einnimmt, die dort für Millionen von Jahren auf natürliche Weise gespeichert waren.



Ein typisches SOFC-Kraftwerk wird aus Hunderten von daumendicken keramischen Brennstoffzellen bestehen.

Brennstoffzellen – eine Option für Stromversorger?

(vdew) Niedrige Emissionswerte sowie die erwarteten hohen elektrischen Wirkungsgrade machen Brennstoffzellen zunehmend für die Energie- und Fahrzeugtechnik interessant. In den vergangenen 10 bis 15 Jahren konnten deutliche Erkenntnis- und Entwicklungsfortschritte erzielt werden. Daher zeichnet sich ein kommerzieller Einsatz von Brennstoffzellen immer stärker ab.

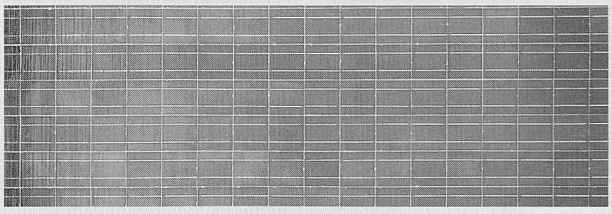
Bisherige Betriebserfahrungen der wichtigsten Entwicklern verschiedener Brennstoffzellentypen haben gezeigt, dass mit einer Marktreife derartiger Anlagen frühestens ab 2005 zu rechnen ist. Wesentliche Kriterien für die Konkurrenzfähigkeit dieser Technik sind die Erhöhung der technischen Lebensdauer sowie die Verringerung der spezifischen Investitionen. Sie liegen derzeit noch um den Faktor 5 bis 100 zu hoch.

Dennoch sollten die Stromversorger die Entwicklung der Brennstoffzellentechnik mitgestalten. Diesen Bereich anderen Marktteilnehmern zu überlassen, würde bedeuten, auf einen Vorsprung in Bezug auf theoretisches Wissen und praktische Erfahrung gegenüber den Wettbewerben zu verzichten. Ein geeigneter Ansatzpunkt kann die Beteiligung an Brennstoffzellen-Demonstrationsanlagen sein. Dabei sollte geprüft werden, ob der Entwicklungsfortschritt im Vergleich zu bereits realisierten Projekten einen Erkenntnisgewinn erwarten lässt. Bis auf Sonderfälle – etwa Reinluftgebiete mit entsprechenden Emissionsanforderungen – eignen sich Brennstoffzellen derzeit nicht als Energiedienstleistungsangebote, da das wirtschaftliche Risiko zu gross ist.

Meilenstein bei Brennstoffzellen erreicht

(sie) Das grösste SOFC (Solid Oxide Fuel Cell)-Brennstoffzellen-Kraftwerk der Welt in Westervoort (NL), das mit Brennstoffzellen von Siemens Westinghouse ausgerüstet ist, läuft seit mehr als einem Jahr ohne Probleme. Damit hat das Unternehmen einen bedeutenden Meilenstein beim Betrieb von SOFC-Brennstoffzellen erreicht. Der elektrische Wirkungsgrad der 100-kW-Anlage beträgt rund 46%. Betrieben wird Westervoort von dem niederländisch-dänischen Konsortium EDB/Elsam.

PV-Modul als Sieger in Warentest

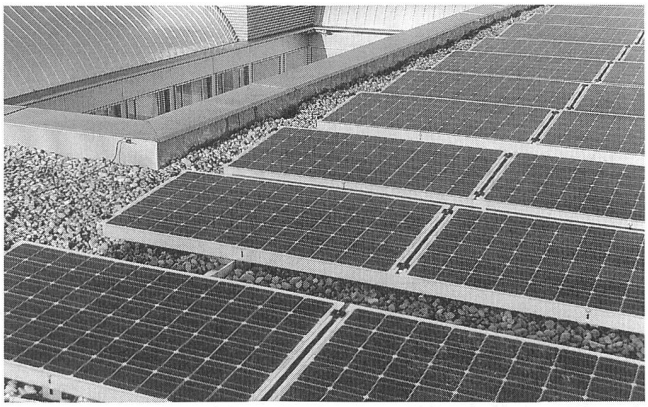


Ausgezeichnetes Photovoltaikmodul (Bild RWE).

(rwe) Das von der angewandten Solarenergie, ASE GmbH, Alzenau (D), produzierte Photovoltaikmodul 300-DG-FT hat in einer Untersuchung der Stiftung Warentest als bestes Modul abgeschnitten. Im Einzelnen wurden die Funktion und die Montageunterlagen für das ASE-Modul mit gut, die Sicherheit der Solaranlage sogar mit sehr gut bewertet. Der Preis für das 300-Watt-Modul liegt bei etwas über 3000 Mark. ASE, zum RWE-Konzern gehörig, ist der grösste Hersteller von Solarzellen in Deutschland. Ein Auftrag der Berliner Solon AG wird zur weltweit grössten gebäudeintegrierten Dünnschicht-Solaranlage führen. 3000 Quadratmeter der semi-transparenten Solarzellen, zu Modulen zusammengefügt, sollen in den Bundestagskomplex integriert werden. So entsteht eine 125-kW_p-Photovoltaikanlage. Da die Solarmodule als bewegliche Lamellen ausgeführt werden, können sie den Licht- und Wärmeeintrag ins Gebäude regulieren.

Sonnige Zeiten in Deutschland?

(ix) Das «100 000-Dächer»-Solarstromprogramm der deutschen Bundesregierung wird flächendeckend im Bundesgebiet zu gleichen Konditionen angeboten. Die Verteilung der Förderanträge auf die einzelnen Länder weise dabei in erster Linie ein Süd-Nord-Gefälle auf. Ziel des Programms ist die Installation von insgesamt 300 MW photovoltaischer Leistung in den Jahren 1999 bis 2004. Die bis Ende 1999 geförderten Anlagen haben jedoch erst rund 8,4 MW Gesamtleistung. Im Weiteren verabschiedete die Schröder-Regierung ein «Erneuerbare Energien-Gesetz», das vorsieht, mindestens 99 Pfennige/kWh für photovoltaischen Strom zu vergüten. Eine Ausgleichsregelung soll dafür sorgen, dass kein EVU zu stark belastet wird.



Solarforschungsanlage auf dem Dach der IBM Schweiz, Zürich-Altstetten.

Solar-Forschungsprojekt in Zürich-Altstetten

(ibm) Die IBM Schweiz hat auf dem Dach ihres Hauptsitzes in Zürich-Altstetten eine Solaranlage eingerichtet. Dabei wurden eine neuartige Oberflächenbeschichtung der PV-Module verwendet, deren Tauglichkeit und Wirkungsgrad nun im Dauereinsatz untersucht wird. Dies erfolgt im Rahmen eines vom Bundesamt für Energie unterstützten Forschungsprogrammes. Mit der Solaranlage, deren gesamte Produktion die IBM selber bezieht, können beträchtliche Mengen CO_2 und SO_2 eingespart werden.

Auf dem Dach des IBM-Hauptsitzes in Zürich-Altstetten wurde eine Solarstromanlage durch die Firma Fabrisolar AG, Küsnacht, erstellt. Seither fliesst Strom ins Netz der Elektrizitätswerke Zürich. In der Empfangshalle des IBM-Gebäudes können Kunden sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an einer Informationsstation in Form eines Solarzellenpanels mit eingebautem Touchscreen-Bildschirm den jeweils aktuellen Stand der Solarstromproduktion sowie Informationen zur Anlage abrufen.

Forschungsprogramm mit Fachhochschulen und staatlicher Unterstützung

Speziell an der Anlage ist, dass ein Teil der PV-Module mit einer neuen Oberflächenbeschichtung ausgestattet wurde, die weniger schmutzempfindlich und dadurch effektiver (durch bessere Lichttransmission), effizienter (durch einen höheren Wirkungsgrad) und umweltgerechter (da für die Reinigung nur Wasser nötig ist) ist. Diese Beschichtung wird zum ersten Mal in der Schweiz eingesetzt und ist besonders für dicht besiedelte Agglomerationen mit viel Verkehr und Industrie geeignet. Das Verfahren mit der neuen Beschichtung ist von der Fabrisolar AG entwickelt worden.

Vorgesehen ist, im Rahmen des Photovoltaikprogrammes P+D (Pilot- und Demonstrationsanlagen vom Bundesamt für Energie) die Beschichtungsqualität im Langzeitversuch zu verifizieren. Es werden Vergleichsmessungen zwischen den PV-Modulen mit und ohne Beschichtung durchgeführt. Die IBM stellt für das Forschungsprojekt neben dem Dach des Schweizer Hauptsitzes am Bändliweg auch Computer-Hardware zur Verfügung.

Teurer Solarstrom

Die IBM Schweiz investiert knapp eine halbe Million Franken in die Anlage und bezieht zusätzlich die ganze eigene Produktion an Solarstrom, der zurzeit bedeutend mehr kostet als normaler Strom.

Die Anlage wird jährlich rund 40 000 kWh liefern, was ungefähr dem Stromverbrauch von zehn Haushalten mit je vier Personen entspricht. Pro Jahr können mit der Anlage rund 33 Tonnen CO_2 und 2 Tonnen SO_2 gegenüber konventionellen Energieträgern eingespart werden. Die Investition in die Solaranlage ist somit ein wichtiges Element der Umweltstrategie der Firma.

Solarenergie mit neuem Material: Module mit Weltrekord-Wirkungsgrad

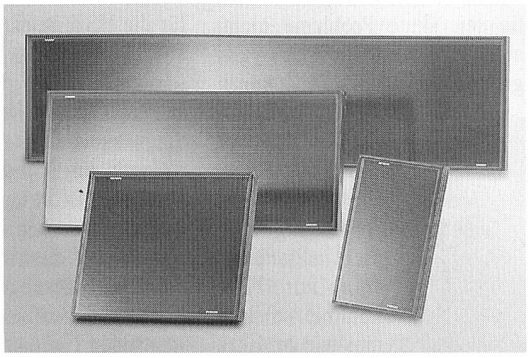
(si) Käufer von Solarmodulen sollten sich ein neues Kürzel einprägen: CIS (Kupfer-Indium-Diselenid). Photovoltaische Zellen aus diesem Material könnten in einigen Jahren einen beträchtlichen Teil des herkömmlichen Siliziums (Si) ersetzen, wenn es darum geht, die Energie des Sonnenlichts in elektrischen Strom zu verwandeln. Eine CIS-Zelle braucht weniger als ein Hundertstel des aktiven Materials einer Si-Zelle – die Dicke dieser Dünnschichtzellen beträgt nur 0,002 Millimeter gegenüber 0,34 Millimeter bei Silizium. Heute wird für Solarzellen meist hochreines «Abfall»-Silizium aus der Fertigung von Mikrochips eingesetzt und in etlichen Hochtemperatur-Prozessen bearbeitet, was zu relativ hohen Kosten führt. Pro Quadratmeter werden rund 1,5 Kilogramm reines Silizium benötigt, CIS-Zellen hingegen kommen mit 3 bis 9 Gramm Indium und 7 bis 20 Gramm Selen aus – Materialien aus der Kupfer- und Zinkverhüttung. Die Produktion dieser Stoffe liesse sich leicht auf Mengen steigern, die einer Jahresproduktion an CIS-Modulen von 75 Gigawatt Leistung entsprechen, 750-mal mehr als die heutige Weltproduktion von Si-Zellen. Ausserdem verwenden CIS-Zellen als Unterlage für die CIS-Schicht billiges Fensterglas, und der Herstellungsprozess eignet sich gut für eine Automatisierung, was wiederum die Kosten senkt. Siemens produziert in Camarillo/Kalifornien CIS-Module als erste Firma in Serie.

Solarcombi: Photovoltaik und Wärme-Kraft-Kopplung

(en) Ökologische Energie nach Bedarf, das ist eigentlich die Forderung, die eine moderne Energieversorgung erfüllen muss. Die Photovoltaik kann diese Qualität noch nicht bieten. Ökologisch ist sie, aber sie kommt nicht nach Bedarf. In der Kombination von Photovoltaik und Wärme-Kraft-Kopplung (in der Folge Solarcombi genannt) können wir verschiedene Vorteile koppeln:

- ökologische Erzeugung von Wärme und Strom
- Wärme und Strom nach Bedarf der Nutzer
- Verbilligungspotenzial sowohl für Photovoltaik als auch für die Wärme-Kraft-Kopplung.

Die Produktionscharakteristiken der Photovoltaik und der WKK sind komplementär. Durch die Regulierbarkeit kann die Bedarfsdeckung auch in Stundenschritten gewährleistet werden. Die Produktion des Stroms erfolgt auf ökologische Art und Weise. Wenn CO_2 als Leitemission betrachtet wird, so schneidet diese Art der Stromerzeugung wesentlich besser ab als die heutige Stromerzeugung im europäischen Verbundnetz.

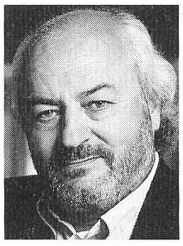


Dünnschicht-Solarmodule auf der Basis von CIS (Bild Siemens).

Mit der Unterstützung des Forschungsfonds der Erdölvereinigung, des Forschungsfonds der Elektrizitätswirtschaft PSEL und der Firma Shell wird Enecolo AG eine erste Pilot- und Demonstrationsanlage erbauen und betreiben. Kennwerte der Anlage sind:
- Mini-BHKW mit 1,5–4,5 kW elektrischer Leistung
- Flüssiggas als Betriebsstoff
- Photovoltaikanlage mit 4,5 kW_{peak} Leistung

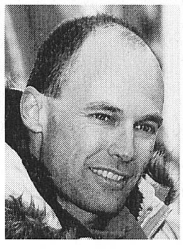
Mit Höchstleistungen zu weltweiter Anerkennung

(as/m) Gemeinsam ist ihnen der Drang, Grenzen zu testen und zu verschieben – seien es körperliche, geistige oder technische. Am ASCO-Zukunftstag, am 23. März im Kongresshaus Zürich, schilderten drei Schweizer Pioniere, wie sie durch die Meisterung extremer Herausforderungen der heutigen Zeit weltweite Anerkennung gefunden haben.



Andreas Rihs berichtete von Höchstleistungen in seiner Firma, der Phonak Holding AG. Sein Unternehmen wird geprägt durch eine offene, angstfreie Kommunikation. Dabei sei der «Chef» die natürliche Autorität und nicht die formelle.

Dr. Bertrand Piccard zeigte auf, wie er und sein Team Höchstleistungen mit dem Breitling Orbiter 3 erbracht haben. Er betonte, dass es wichtig sei, akute Probleme nicht aus der Projektion der Vergangenheit oder der Zukunft zu lösen, sondern die Gegenwart zu «fühlen». Qualität sei Anpassung und nicht Planung, denn nur 10% komme so heraus wie geplant.



Prof. Dr. Oswald Oelz, Chefarzt am Zürcher Triemlispital und Extrembergsteiger, berichtete über persönliche Höchstleistungen, die nötig sind für die Rettung von Leben. Dazu zählt neben einem absoluten Durchhaltewillen auch viel Optimismus. Er gab auch einen Tipp zum «Abstressen»: Beim Bergsteigen fielen alle Probleme weg, nur das Ziel zähle noch, losgelöst von der Welt.

«Alle Synapsen werden durchgeputzt». Der Körper sei danach müde, aber der Geist völlig frei.

Die ASCO, welche zu diesem eindrücklichen Anlass geladen hatte, ist die Standesorganisation der Schweizer Unternehmensberater. Ihre rund 150 Firmen- und Einzelmitglieder vertreten rund 1000 Berater.

Guter Zustand der Kernanlagen

(hsk) Die Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) äussert sich in ihrem Bericht zum Jahr 1999 über die wesentlichen Aspekte der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes in den schweizerischen Kernanlagen und bei den Transporten abgebrannter Brennelemente. Sie bezeichnet den Zustand und die Betriebsführung der Kernanlagen und die Abwicklung der Transporte als gut. Eine Herausforderung für die HSK ist es, auch in Zukunft den hohen Sicherheitsstandard in den Kernanlagen aufrecht zu erhalten, trotz der Sparmassnahmen, die für die Anlagen auf Grund der Elektrizitätsmarktöffnung nötig sein werden. Aus dem Bericht geht hervor, dass die Mengen der an die Umgebung abgegebenen radioaktiven Stoffe sehr gering waren.

Firmen und Märkte
Entreprises et marchés

Energie-Abrechnung im liberalisierten Markt mit Lastprofilen

Eindrücke von einem VDEW-Infotag am 16. März 2000 in Fulda

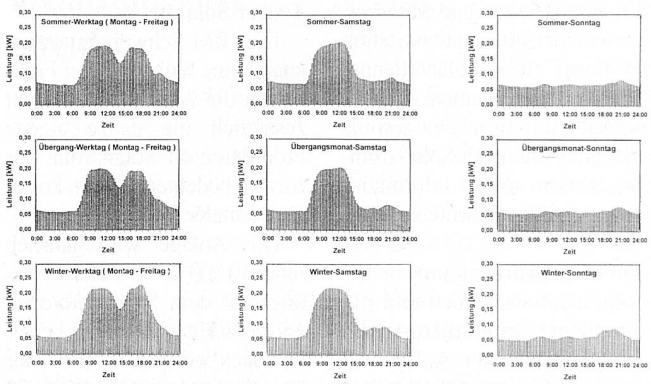
(Mi) Seit Ende 1999 ist die deutsche Verbändevereinbarung 2 (VV2) in Kraft. Die damit verbundene Umstellung auf das «Anschlusspunktmodell» (mit Kostenüberwälzung von höheren nach tieferen Spannungsebenen) markiert einen Meilenstein und ermöglicht nun prinzipiell die Öffnung des Massenmarkts. Seither arbeiten deutsche Versorger und Softwarehäuser fieberhaft an der Umsetzung, welche weitverbreitet noch in oder sogar vor ihren Anfängen steht. Jedenfalls muss sich gedulden, wer auf (käufliche) Software-Unterstützung aus deutschen Landen setzt.

Schwierige Energieabrechnung

Über die Umsetzung der VV2 ist der Öffentlichkeit wohl noch wenig bekannt. Beispielsweise sind Informationen zu den berechneten «Netznutzungsentgelten» (Briefmarke) spärlich; eine der bekannten Referenzen ist unter www.rwe-energie.de auffindbar. Für einen aussagekräftigen Vergleich unterschiedlicher Ansätze (volumenabhängige Komponente plus oder ohne Grundpreis) muss zunächst der eigene Jahresbezug bekannt sein.

Ein noch schwierigeres Thema ist die künftige Energieabrechnung, wenn die bisher einfache Geschäftsbeziehung auf das Dreibein Händler/Versorger (im Folgenden als Händler betitelt) – Verteilnetzbetreiber – Übertragungsnetzbetreiber ausgeweitet wird. Der Kunde befindet sich somit erstens im Netzanschlussgebiet des Verteilnetzbetreibers VNB, zweitens im Regelzonengebiet des Übertragungsnetzbetreibers ÜNB und drittens in einem so genannten Bilanzkreis zusammen mit andern Kunden eines Händlers. Der Verteilnetzbetreiber spielt nach VV2 eine zentrale treuhänderische Rolle bei Messung und Abrechnung und führt letztere anhand von Lastprofilen durch.

Kunden, deren Lastprofil nicht wirtschaftlich mit Leistungszählern erfasst werden kann, werden typisiert und ei-



Beispiel für ein Lastprofil aus dem Gewerbe (Ladenbetrieb, Friseure) mit Normierung auf 1000 kWh/Jahr (Bild RWE).