

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
<b>Band:</b>	90 (1999)
<b>Heft:</b>	20
<b>Rubrik:</b>	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

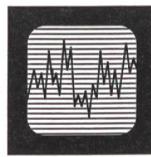
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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:** 20.01.2026

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



## Technik und Wissenschaft Technique et sciences

### Technik, Anwendungen und Chancen für kleine Brennstoffzellen

Die internationale Tagung mit Ausstellung über tragbare Brennstoffzellen («Portable Fuel Cells»), die vom 21. bis 24. Juni 1999 vom European Fuel Cell Forum in Luzern veranstaltet wurde, war für die fast 140 Teilnehmer aus 16 Ländern ein besonderes Erlebnis. An der Spitze der Entwicklung der Brennstoffzelle scheinen sich

die Kleinsysteme zu etablieren, die im freien Markt interessante Nischen finden.

In den vorgestellten und diskutierten tragbaren Geräten waren vor allem Fest-Polymer-Elektrolyte integriert. Es wurden aber auch Festoxid-Zellen direkt mit Flüssiggas betrieben. Mit Direkt-Methanol-Zellen lässt sich der Brennstoffzellen-Effekt gut demonstrieren. Das 12-Volt bis 15-Watt-Gerät (portAcell) mit integriertem Wasserstofferzeuger dürfte für die Demonstration der Technik besonders interessant sein, da



Eine 300-Watt-Brennstoffzelle treibt den Trimaran: Zwei Ingenieurstudenten aus Yverdon gleiten lautlos über das Wasser (Fotos: Ulf Bossel).



15-Watt-Brennstoffzelle zur Nachladung von Batterien mit integriertem Wasserstofferzeuger: Wasser plus «Stoff» ergibt Wasserstoff.

### Neuer Rekord im CERN



(d) Ein neuer Stoß-Energierrekord ist Anfang August im Europäischen Kernforschungszentrum CERN bei Genf gemessen worden. Im Teilchenbeschleuniger LEP 2 entstand nach einer Teilchenkollision eine Energie von 200 Giga-Elektronenvolt (GeV).

Mit dem Erreichten öffnen sich neue Perspektiven in der Teilchenforschung. Mit dieser Kollisionsenergie lasse sich vielleicht bald das sogenannte «Biggs-Boson» entdecken, ein Elementarteilchen. Es könnte erklären, woher die Materiateilchen ihre Masse haben.

Im Bild der Tunnel des Teilchenbeschleunigers (Bild CERN).

es völlig autark arbeitet, also ohne Wasserstofftank und Luftgebläse betrieben werden kann. Auch reversible Geräte, die mit Hilfe von Solarzellen Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegen können, diese Gase speichern und bei Bedarf wieder in Strom zurückverwandeln, wurden vorgeführt.

Das Gros der vorgestellten Geräte war mit PEM-Zellen bestückt. Diese sind in der Regel bipolar verschaltet (Ballard, NovArs, H Power, portAcell, Paul Scherrer Institut, DCH Technology, American Power, ElectroChem, Energy Partners, Hydrogenics) oder in Streifenform aufgebaut (Energy Related Devices, Fraunhofer Institut). Viele Anwendungen erfordern unterschiedliche Lösungswege. Bei Kleinstzellen für den Ersatz von Batterien kann man auf das Gebläse verzichten. Verblüffend einfache und leichte, aber sehr leistungsfähige Kleinststapel dieser Art wurden vorgestellt (NovArs, portAcell, DCH Technology). Ab 50 Watt muss man jedoch ein Gebläse für Luftzufuhr, Kühlung und Kondensatabfuhr vorsehen. Die Geräte werden dadurch komplexer, schwerer und auch teurer. Die Helligkeit

des 500-Watt-Strahlers, der Strom von einem an der FH Solothurn in Zusammenarbeit mit dem Paul Scherrer Institut entwickelten Power Pack bezog, wirkte jedoch trotz Gebläse sehr überzeugend.

Für die Anwendung solcher tragbarer Brennstoffzellen sind der Phantasie keine Grenzen gesetzt. Berichtet wurde über die umweltfreundliche Stromversorgung einer ökologischen Messstation im Hochmoor des Schweizer Juras, von Funk- und Radiogeräten, von mobilen Telefonen und tragbaren Computern, von den Vorbereitungen einer Brennstoffzelle für eine Expedition in die Arktis, von Verkehrssignalen und elektrischen Hinweistafeln, von Elektrobooten, von Golfcarts und letztlich von einer Fülle von Geräten der Rettungsdienste und des Militärs. Neue Märkte öffnen sich, weil plötzlich zuverlässige Stromquellen verfügbar sind, auf die man schon lange gewartet hat. Kleine Brennstoffzellen ersetzen also keinesfalls nur Batterien, sondern sie finden vor allem überall dort Anwendungen, wo Batterien infolge geringer Speicherkapazität, Selbstentladung, Temperaturempfindlichkeit oder Wartungsaufwand keine zufriedenstellenden Lösungen bieten können.

## Trotz hoher Strahlung kein erhöhtes Krebsrisiko

(sva) Im indischen Bundesstaat Kerala wurde bei 100 000 Personen in einem Gebiet, dessen radioaktive Strahlung aus natürlichen Quellen um einen Faktor fünf bis 30 über dem



Kerala (Indien): hohe Strahlung aus natürlichen Quellen.



Passage à l'an 2000: la sûreté des centrales nucléaires est assurée (centrale de Penly; 1330 MW).

weltweiten Durchschnitt liegt, keine erhöhte Krebshäufigkeit festgestellt. Besonders hoch, oft über dem Grenzwert für beruflich strahlenexponierte Personen, ist die Strahlung in der dortigen Küstenregion mit den berühmten schwarzen Sandstränden, die aber gemäss Studie auch kein erhöhtes Krebsrisiko bewirkt. Als Kontrollgruppe für die Erhebung wurden 300 000 Personen aus anderen Gebieten von Kerala untersucht, in denen die natürliche Strahlenexposition nicht über dem Durchschnittswert liegt.

## Erstes Schleusenkraftwerk

(k) Im Wiener Donaukraftwerk Freudenberg hat die Verbundgesellschaft das erste Schleusenkraftwerk der Welt in Betrieb genommen. Die von der EU geförderte Pilotanlage arbeitet mit 25 beidseitig durchströmmbaren 200-kW-Kleinturbinen. Bei jährlich 6000 Schleusungen sollen 3,7 Mio. kWh/a produziert werden.

## Weltgrösstes Strohfeuer

(m) Die auf Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien spezialisierte Energy Power Resources baut in der Nähe von Cambridge (England) ein 38-MW-Kraftwerk, das mit Stroh befeuert werden soll. Die Anlage – die weltgrösste ihrer Art – wird jährlich 200 000 t Stroh benötigen für eine Produktion von 270 000 MWh.

## Passage à l'an 2000: EDF exclut un incident réseau généralisé

(edf) EDF exclut aujourd'hui une panne totale du réseau électrique due au bogue de l'an 2000. L'entreprise perçoit le passage à l'an 2000 comme un risque maîtrisé. Il n'augmentera pas la probabilité d'un incident sur le réseau. Toutefois, EDF doit pouvoir faire face à une simultanéité d'incidents la nuit du 1<sup>er</sup> janvier. Les équipes de permanence seront donc renforcées pour l'heure H et présentes sur tous les sites.

## Une grande panne électrique est techniquement impossible

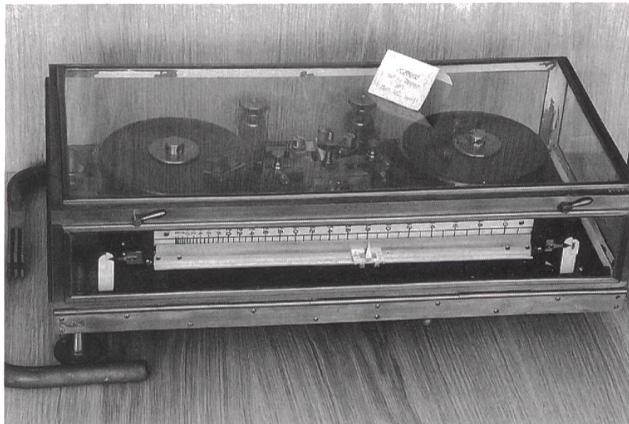
Les systèmes d'information nécessaires au bon fonctionnement du réseau électrique passent l'an 2000. Dès 1996, ils ont été inventoriés, et leur «compatibilité an 2000» a été vérifiée. Indépendamment de ces travaux, EDF a pris en compte les retours d'expérience des «grandes pannes» de 1978 et 1987. A l'époque, il n'y avait pas de réseau 400 000 volts maillé, le réseau était exploité régionalement et avec peu d'interconnexions internationales. La défense du réseau national à partir de protections régionales permet aujourd'hui à EDF d'exclure un risque de pannes en cascades, et l'interconnexion européenne rend disponibles des réserves de puissance si besoin. Aujourd'hui, la configuration du ré-

seau électrique préserve donc EDF d'un incident de même nature qu'en 1978.

## Assurer l'alimentation électrique des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires sont conçues en prenant en compte un grand nombre de scénarios d'incidents et d'accidents possibles. Etant donné le bon déroulement des travaux, l'an 2000 n'augmentera pas la probabilité d'apparition d'un scénario dégradé, tel qu'un Incident Réseau Généralisé («IRG»). En cas d'incident, la sûreté des centrales nucléaires est assurée par un système mécanique, non concerné par le bogue de l'an 2000: la chute automatique des barres de contrôle, qui place instantanément le réacteur à l'arrêt. Il est toutefois nécessaire d'assurer par la suite le refroidissement du cœur du réacteur, grâce aux sources électriques disponibles. C'est pourquoi EDF se préoccupe en permanence de pouvoir réalimenter en électricité ses tranches nucléaires. Dans la perspective de l'an 2000:

- le programme de tests de réalimentation des centrales nucléaires par des turbines à combustion ou des centrales hydrauliques a été renforcé et tous les scénarios de réalimentation ont été contrôlés,
- le personnel de permanence sera renforcé et systématiquement présent sur les sites d'exploitation dans la nuit du 31 décembre pour être immédiatement disponible.



Stromwaage nach W. Thomson (Original 1887, Nachbau 1934).

## Von der Stromwaage zur Chipkarte

(sl) «100 Gramm Strom, das kostet 2 Franken» – so oder ähnlich wurde vor über 100 Jahren die Stromrechnung serviert. Denn in den Anfängen der Elektrizitätswirtschaft wurde Strom nicht nach Watt und Kilowattstunden abgerechnet, sondern nach Gewicht.

Die Zähler der damaligen Zeit bestanden aus zwei Glasgefäßen, gefüllt mit einer Zinksulfatlösung. In die Flüssigkeit wurden Elektroden aus Zink getaucht. Immer wenn Strom durch den Zähler floss, löste sich etwas Zink von der positiven Elektrode und setzte sich an der negativen Elektrode ab. Wurden die beiden Elektroden auf die Waage gelegt, ergab der Gewichtsunterschied den Stromverbrauch.

### Kreisende Scheiben hinter Glas

In den Zählerkästen der heutigen Stromkunden sitzen meist Induktionszähler, zu erkennen an den sich drehenden Ankerscheiben. Die verplombten und geeichten Geräte messen seit vielen Jahren den Strom der Haushaltkunden zuverlässig und genau.

Bei Grosskunden in Industrie und Gewerbe sind dagegen heute elektronische Zähler üblich. Sie messen nicht nur den Verbrauch, sondern auch die in Anspruch genommene Leistung und ordnen sie verschiedenen Tarifen automatisch zu.

### Kommunikation läuft über den Zähler

Im Wettbewerb im Strommarkt wird der Zähler zur Schaltstelle der Kommunikation zwischen den verschiedenen Marktteilnehmern. Der or-

ganisatorische Aufwand dafür ist jedoch enorm: Anstelle einer einfachen Datenweitergabe vom Kunden zum Stromversorger müssen nun Zählerstände, Verbrauchsverhalten, Lastkurven und Tarife für Lieferanten, Stromnetzbetreiber sowie Kunden zugänglich gemacht werden. Dazu ist es nötig, geeignete Zähler zu installieren, Messungen und Abrechnungsinformationen zu standardisieren und Datenbanken anzulegen.

Für die Haushaltkunden wäre der Aufwand für die Umrüstung nicht zu rechtfertigen. Die meisten Haushalte werden sich deshalb keine neuen, teuren elektronischen Zähler anschaffen müssen.

### Ferngesteuerte Stillegung

Dennoch überlegen die Stromversorger, wie sie auch mit den Haushalten Daten und Informationen in beide Richtungen austauschen und über den Zähler neue Dienstleistungen anbieten können. So wie die Unternehmen heute mit Schaltimpulsen über das Stromnetz Nachtspeicherheizungen fernsteuern, könnten sie im Dienst des Kunden Haushaltsgeräte fernschalten. Wer umzieht oder den Stromversorger wechselt will, braucht sich dann um seinen Stromanschluss nicht mehr zu kümmern: Der Stromversorger liest automatisch den letzten Verbrauch ab und legt den Anschluss beim Auszug ferngesteuert still.

Die digitalen Stromzähler haben einen zweiten Vorteil: Sie erlauben dem Kunden, Energie effizient einzusetzen. Wer Zählerstand, Lastkurven und Tarife abrufen kann, versteht seinen Verbrauch besser und kann ihn gezielt beeinflussen, um Geld zu sparen.

### Strom aus dem Supermarkt

Dies kann auch mit einer Chipkarte geschehen, mit der man den Strom im Supermarkt oder an der Tankstelle kaufen kann. In Pilotversuchen testen die Stromversorger bereits dieses Zahlungssystem: An der Zahlstelle im Geschäft lädt sich der Kunde den Wert der ge-

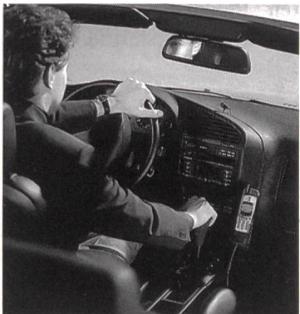


Vorkasse-Stromzähler.

wünschten Menge Strom auf die Chipkarte. Daheim steckt er die Plastikkarte in einen speziellen Vorkasse-Stromzähler und überträgt damit die gutgeschriebene Menge elektrischer Energie. Gleichzeitig wird der aktuelle Zählerstand auf der Karte festgehalten. Beim nächsten Stromeinkauf überträgt die Karte die Daten auf das Lesegerät im Supermarkt.

## Intelligente Freisprechanlage

(sie) Für das neue S25-Handy bringt Siemens mit «Car Kit Professional Voice» eine Freisprecheinrichtung mit Stimmernkennung auf den Markt. Diese Innovation funktioniert bis auf das Einschalten vollständig sprachgesteuert und sorgt damit für mehr Sicherheit im Straßenverkehr. Siemens «Portable» eignet sich hingegen für schnelles Wechseln von einem zum anderen Fahrzeug. Ohne technischen Aufwand lässt sich das mobile Freisprechset schnell einsetzen und ebenso leicht wieder entfernen.



Wählen und sprechen mit beiden Händen am Lenkrad.



An der Zahlstelle wird der Wert der gewünschten Menge Strom auf die Chipkarte geladen.