

Wasserstoff-Spiegel



Neues von Wasserstoff und Brennstoffzelle

zusammengestellt vom Deutschen Wasserstoff-Verband e.V.

Nr. 1/00 (Januar/Februar)

Neues vom Wasserstoff

EHA: Am 25. Januar wurde in Brüssel die **European Hydrogen Association (EHA)** gegründet.¹ Gründungsmitglieder waren außer dem DWV u. a. die anderen in Europa schon bestehenden Verbände aus Norwegen, Italien, Schweden und Frankreich sowie die Niederländische Energie- und Umweltagentur (NOVEM) und Shell Hydrogen B.V. (Amsterdam). Der neue Verband soll vor allen Dingen die Vertretung der Wasserstofftechnologie bei internationalen Stellen übernehmen. Gleichzeitig will die EHA die Gründung von nationalen Wasserstoff-Vereinigungen in Ländern fördern, die so etwas bisher nicht haben. Demnächst sollen solche Organisationen in Island und den Niederlanden entstehen.

München: Seit Mai 1999 arbeitet am Flughafen München vollkommen störungsfrei die Wasserstoff-Tankstelle, eine Gemeinschaftsinitiative von 13 Firmen und der bayerischen Landesregierung. Der als VIP-Shuttle eingesetzte BMW hat inzwischen 10.000 km zurückgelegt und 500 VIPs gefahren, darunter fünf Staatspräsidenten und etliche Minister. Der letzte war der Verkehrsminister von Saudi-Arabien. Der neueste Kunde der Tankstelle ist DaimlerChryslers Necar 4. Es war im Februar als Shuttle für Besatzungen, Personal und Besucher im Einsatz, um Erfahrungen unter regulären Betriebsbedingungen zu sammeln.²

Nanospeicher: Das Bundesforschungsministerium fördert mit 2 MDM³ ein Projekt zur Wasserstoffspeicherung in Grafit-Nanostrukturen. Es geht um die Herstellung der Materialien sowie die Untersuchung ihrer Speicherfähigkeit als Funktion ihrer Eigenschaften und Vorbehandlung. Zunächst sollen die bisher bekannten und als zuverlässig angesehenen Ergebnisse reproduziert werden. Als theoretisch möglich gelten 14 % Speicherkapazität, als technisch realisierbar unter günstigen Umständen etwa 10 %. Ein Autotank damit für eine Reichweite von 500 km wäre nur etwa 10 % größer als ein gleichwertiger Benzintank.

Laut BMBF hat Wasserstoff als Energieträger den Vorteil, dass bei der Reaktion mit Luft in einer

Brennstoffzelle im wesentlichen Wasser als "Abgas" entsteht, aber keine umweltbelastenden Kohlenstoffoxide.⁴

Anmerkung: Nicht zu fassen — ist das das gleiche Ministerium, das vor nur drei Jahren⁵ tonte: "Zum jetzigen Zeitpunkt läßt sich also nicht vorhersagen, ob Wasserstoff als Energieträger in 30, 50 oder erst in 100 Jahren eine nennenswerte Rolle in der nationalen und weltweiten Energieversorgung spielen wird"? Allerdings hat das BMBF 1999 den Wasserstoff mit sage und schreibe 1,05 MDM gefördert, das US-Energieministerium dagegen mit über 65 MDM.

Fünf-Jahres-Plan: "Was müssen wir heute tun, um eine Wasserstoff-Infrastruktur aufzubauen, damit bei der Markteinführung von Wasserstoffautos in drei bis fünf Jahren die Infrastruktur für eine direkte Verwendung von Wasserstoff an Bord verfügbar ist?" Das wollte das US-Energieministerium im vergangenen Oktober von einer Gruppe von Experten wissen. Antwort: **"Es gibt keine unüberwindlichen technischen Hindernisse für den kurzfristigen Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur für Brennstoffzellenfahrzeuge, die Wasserstoff direkt verbrauchen."** Was genau in den nächsten fünf Jahren dafür passieren soll, steht in einem Bericht, dessen Lektüre den Verantwortlichen hier wärmstens ans Herz gelegt sei.⁶

Strategie: Eine Zwischenbilanz der Initiative "Verkehrswirtschaftliche Energiestrategie" (VES) zogen Bundesverkehrsminister Klimmt und die Beteiligten am 19. Januar. BMW, DaimlerChrysler, VW und MAN, Shell und Aral sowie RWE suchen gangbare Wege zu alternativen Kraftstoffen und Antrieben. Gemäß Klimmt ist die VES eine der wichtigsten Initiativen dieser Legislaturperiode im Verkehrssektor. In 20 Jahren könnten Autos mit derzeit noch alternativen Antrieben einen Marktanteil von 15 % erreichen. Die Arbeiten konzentrieren sich jetzt auf flüssiges Erdgas, Methanol und flüssigen Wasserstoff. Eine weiter gehende Einigkeit zwischen den Teilnehmern oder eine Festlegung der Bundesregierung gibt es nicht. BMW verweist auf die bald mögliche Markteinführung des Erdgases, DaimlerChrysler setzt auf Methanol und Was-

1 s. unsere Pressemitteilung Nr. 1/00 vom 2. Februar 2000

2 s. Nr. 3/99 "München"

3 Wir verwenden auch für Geld die üblichen Einheitenvorsätze k (1000), M (10⁶), G (10⁹) usw.

4 Pressemitteilung Nr. 3/2000 vom 12. Januar 2000

5 s. Nr. 2/99 "Prophezeiungen"

6 J. Ohi: *Blueprint for Hydrogen Fuel Infrastructure Development*, NREL-Bericht Nr. NREL/MP-540-27770, Januar 2000

Der Wasserstoff-Spiegel informiert regelmäßig über wissenschaftliche, technische und ökonomische Fortschritte auf dem Weg zum Einsatz des sauberen und dauerhaft verfügbaren Energieträgers Wasserstoff, besonders auf der Grundlage erneuerbarer Primärenergien.

Nachdruck frei — Belegexemplare erbeten

Herausgegeben vom Deutschen Wasserstoff-Verband e.V., Berlin; V. i. S. d. P.: Dr. Ulrich Schmidtchen, Berlin

Post: Unter den Eichen 87, 12205 Berlin

Telefon: (0700) 49376 835; Telefax: (0700) 49376 329

Internet: <http://www.dwv-info.de>

E-Mail: h2@dwv-info.de

serstoff vor allem auf der Grundlage regenerativer Ressourcen, und Volkswagen sieht Wasserstoff und ein spezielles Benzin als die Alternativen an.

Detroit: General Motors stellte am 11. Januar in Detroit unter dem Namen "Precept" eine Konzeptstudie eines Brennstoffzellenautos mit 800 km Reichweite und einem Verbrauch von 2,2 l Benzinäquivalent auf 100 km vor. Treibstoff für den Precept ist ein dickflüssiges Hydrid, das in Tanks unter der Rückbank gespeichert wird. Ein GM-Manager sagte, die Brennstoffzelle sei bis 2004 für den Markt fertig, aber an der Infrastruktur müsse noch gearbeitet werden. "Wir wollen die Weichen so stellen, dass wir Millionen davon hinaus bringen. ... Wenn nur ein paar davon auf der Straße sind, wird die Luft nicht besser."⁷

Toyota-Chef Fujio Cho sagte in Detroit: "Wir können es uns nicht mehr leisten, die Anzeichen der globalen Erwärmung und die Tatsache des steigenden Verbrauchs an Benzin und anderen fossilen Treibstoffen zu ignorieren. **Umweltfreundliche Autos werden bald keine Option mehr sein — sie werden eine Notwendigkeit werden.**"

Reformer: dbb Fuel Cell Engines und Shell Hydrogen haben nach 18 Monaten die gemeinsame Arbeit an einem Benzinreformer abgeschlossen. Der erste Prototyp ist noch stationär aufgebaut, aber schon relativ kompakt und hat eine Leistung von 50 kW. Während einer ausgiebigen Testphase funktionierte er auch unter dynamischen Bedingungen gut. Jede Seite wird jetzt eigenständig weiter an dem Thema arbeiten.⁸

Verlobung geplatzt: Messer Griesheim wird nun doch nicht von Linde übernommen. Nach monatelangen Verhandlungen kamen die Parteien zu dem Schluss, dass die Europäische Kommission die Fusion entweder untersagt oder nur mit für beide Seiten unannehmbaren Auflagen genehmigt hätte. Die Übernahme der schwedischen AGA durch Linde ist dagegen genehmigt worden.⁹

Reibungsgewinne: Man nehme bestimmte Metalloxide in feinen Pulvern, tue sie in destilliertes Wasser, rühre kräftig und — es entsteht Wasserstoff. So hieß es aus Japan vor etwas mehr als einem Jahr. Der Mechanismus dahinter ist gemäß einer neuen Publikation ein Zusammenspiel der Glasstruktur und ihrer Defekte mit den Ladungsträgern in den verwendeten p-Halbleitern.¹⁰

Garantiert grüner Wasserstoff: Kalifornische Wissenschaftler wissen jetzt, wie man Algen zur Produktion von Wasserstoff (statt Sauerstoff) bringt: indem man ihnen den Schwefel wegnimmt, den sie für die Photosynthese brauchen. Darauf schalten sie auf ein "Notprogramm" um, in dessen Verlauf eine Kultur von 1 l in 6 h 160 cm³ Wasserstoff erzeugte (≈ 80 mW). Danach brauchen sie wieder etwas Schwefel, um sich zu erholen. Jetzt soll versucht werden, die Ausbeute zu erhöhen.¹¹

Brennstoffzellen

Frankreich: Die erste Brennstoffzelle Frankreichs hat Ende Januar in Chelles, östlich von Paris, den Betrieb aufgenommen. Es handelt sich um ein phosphorsaures ONSI-Modell mit 200 kW elektrischer und etwa ebenso hoher thermischer Leistung. Sie versorgt 200 Wohnungen.

Alabama: Eine stationäre Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle von MTU Friedrichshafen soll in einem Jahr im Mercedes-Werk Tuscaloosa (Alabama, USA) arbeiten. An dem Projekt im Umfang von 2 M\$ mit einer Laufzeit von mindestens einem Jahr wirkt auch die Southern Company mit.¹²

Festoxid: Delphi Automotive Systems und Global Thermoelectric Inc. haben ein Festoxid-Brennstoffzellensystem erprobt, das mit Benzin läuft. Am 26. April hatten beide mit BMW die Entwicklung eines derartigen Systems vereinbart, das die elektrische Anlage eines Autos versorgen soll. Auch ein Prototyp für ein stationäres System für isolierte Verbraucher oder einzelne oder wenige Haushalte wurde erfolgreich erprobt.¹³

Ballard auf allen Ebenen: Ballard zeigte am 9. Januar in Detroit eine PEM-Zelle für Autos, die bei 1,3 kW/l Leistungsdichte und 75 kW Leistung nur den halben Platz der Vorgängergeneration einnimmt und 30 % weniger wiegt. Das erste Auto damit ist die Ford-Konzeptstudie THINK FC5, die am folgenden Tag auf der Autoschau in Detroit vorgestellt wurde. **Fordchef William Clay Ford Jr. soll dazu gesagt haben, die Brennstoffzelle werde die 100-jährige Herrschaft des Verbrennungsmotors beenden.**

Mit seinem japanischen Partner Ebara und der Tokyo Gas Co. entwickelt Ballard eine Anlage von etwa 1 kW für den Haushalt. Für 2010 sollen 200.000 bis 300.000 Einheiten angepeilt werden.

⁷ Associated Press, 11. Januar 2000

⁸ DaimlerChrysler-Pressemitteilung vom 16. Februar 2000

⁹ s. Nr. 4/99 "Übernahmen"

¹⁰ T. Ohta, *Int. J. of Hydrogen Energy* 25 (2000) 287-93; s. Nr. 6/98 "Gerührt, nicht geschüttelt"

¹¹ A. Melis et al., *Plant Physiology* 122 (2000) 127-36

¹² s. Nr. 6/99 "Bielefeld"

¹³ Pressemitteilung vom 22. Dezember 1999; *Reuters*, 4. Februar 2000; s. Nr. 3/99 "BMW"

Mit Coleman Powermate werden Zellen für tragbare Geräte (Notstromversorgungen) erarbeitet.¹⁴

Korea: Die südkoreanischen Autofirmen Hyundai und Kia wollen dieses Jahr knapp 9 M\$ in die Forschung an Brennstoffzellen stecken. Daewoo will zusammen mit einem Forschungslabor der Regierung ein Programm beginnen. Auch die Ölfirmen SK Corp. und LG-Caltex Oil arbeiten an dem Thema. Hyundai will 2003 entscheiden, ob die Firma die Zellen selbst bauen oder kaufen will.¹⁵

Mikrozellen: Bei Motorola und dem Los Alamos National Laboratory entsteht eine Miniatur-Brennstoffzelle, die mit einer Patrone Methanol ein Funktelefon einen Monat lang versorgen könnte. Der Prototyp ist ein Würfel mit knapp 40 mm Kantenlänge. Die Zelle an sich misst nur 25 x 25 x 2,5 mm. Zwei davon liegen oben und unten, der Methanolvorrat und die Elektronik in der Mitte.¹⁶

Normung: Das TC 105 "Fuel Cells" der International Electrotechnical Commission hat am 23. und 24. Februar in Frankfurt am Main seine erste Sitzung abgehalten. Das Interesse an dem Thema spiegelte sich in der ungewöhnlich hohen Zahl von etwa 40 Sitzungsteilnehmern aus neun Ländern. Darunter waren auch Vertreter des TC 197 "Hydrogen Technologies" der ISO.

Temperatur steigend: Brennstoffzellen sind zur Zeit ein heißer Anlagetipp. Microsoft-Gründer Bill Gates hat sich mit 5 % bei den Avista Labs eingekauft. Diese Firma macht auch andere Sachen, aber es wird angenommen, dass die Investition der Brennstoffzellenentwicklung gilt. Der Kurs der Avista-Aktie stieg im Januar um 30 %. Auch Plug Power legte um 22 % zu, ohne dass es irgend eine Neuigkeit gegeben hätte. Nutznießer dieses Trends ist auch die Meitinger SGL Carbon, die Komponenten für Brennstoffzellen herstellt.¹⁷

Energie und Klima

Austritt, zum Zweiten: DaimlerChrysler hat am 6. Januar seinen Austritt aus der amerikanischen Anti-Klimaschutz-Lobby "Global Climate Coalition" erklärt. Damit haben im Abstand von nur einem Monat gleich zwei große Autokonzerne die GCC verlassen. Der andere war Ford. Früher hatten schon Shell und BP ihren Austritt erklärt.

¹⁴ Ballard-Pressemitteilungen vom 9. und 11. Januar 2000; Reuters, 14. Januar 2000

¹⁵ Calstart, 10. Februar 2000

¹⁶ Pressemitteilung vom 19. Januar

¹⁷ Reuters, 21. Januar 2000; Stuttgarter Zeitung, 29. Januar 2000

Lothar schlägt zu: Ein Sturm von im Binnenland bisher unbekannter Wucht forderte am 26. Dezember in Frankreich, der Schweiz und Süddeutschland fast 80 Menschenleben und richtete riesige Sachschäden an. Ein ähnlicher zweiter Sturm forderte nur zwei Tage später in Südfrankreich und Nordspanien weitere 30 Tote. Die Münchner Rückversicherung rechnet künftig mit mehr solchen schweren Stürmen. Der Leiter der Forschungsgruppe Geowissenschaften sagte, die Prognosen gingen "genau in diese Richtung". Es gebe starke Indizien dafür, dass die Zahl der Stürme in Europa bereits in den vergangenen Jahrzehnten zugenommen habe.¹⁸

Politik

Umschaukeln: Die Bundesregierung wird die Forschungsförderung für die nicht-nuklearen Technologien im Jahr 2000 gegenüber 1999 um 40 MDM erhöhen. Die Solarenergie erhält 100 MDM (1999: 90 MDM), Brennstoffzellen 17 MDM (13 MDM). Gleichzeitig wird die Förderung der Kernenergie von 70 MDM 1998 über 56 MDM 1999 auf 50 MDM 2000 abgebaut.

Nur zum Angewöhnen: Der Tschetschenien-Konflikt liefert nach Ansicht des alternativen Nobelpreisträgers Hermann Scheer "einen Vorgegeschmack auf brutal eskalierende Ressourcen-Kriege". Im Greenpeace Magazin sagte Scheer: "Durch steten Ressourcenschwund einerseits und ständig steigenden globalen Verbrauch andererseits werden die Länder zu Überlebenskämpfen geradezu gezwungen." Deutschland müsse 70 % seiner Energie importieren. In anderen Industriestaaten sei es auch nicht besser. "Die Weltwirtschaft wird von Pyromanen dominiert, die immer gigantischere Mengen fossiler Brennstoffe verfeuern. Und sie wird davon immer abhängiger."

Eindeutig ja: "Mit Brennstoffzelle und Wasserstofftechnologie ist die Energie der Zukunft gefunden", sagte der bayerische Landtagsabgeordnete Walter Hofmann (CSU) am 10. Februar im Unterausschuss des Landtags bei der Vorstellung des Klimaberichts für Bayern. Es werde allerdings noch etliche Jahre bis zur Marktreife dauern.¹⁹

Mit Leidenschaft ja: Unter dem Motto "Leidenschaft ist unser Antrieb" stand eine Veranstaltung der grünen Fraktion im niedersächsischen Landtag zur Wasserstofftechnologie am 11. Februar in Hannover. Fraktionschefin Rebecca Harms kritisierte, dass die Regierung des "Autolandes

¹⁸ Die Zeit, 27. Dezember 1999; s. Nr. 1/99 "Auf Heller und Pfennig"

¹⁹ Mittelbayerische Zeitung, 11. Februar 2000

Niedersachsen" die Wasserstofftechnologie weder materiell noch ideell unterstützte, im Gegensatz zu anderen Bundesländern.

Nachlese

Perspektiven einer Wasserstoff-Energiewirtschaft (E&M Energie und Management Verlagsgesellschaft mbH) **Teil 1: Techniken und Systeme zur Wasserstoffbereitstellung** (ISBN 3-933283-19-1), **Teil 2: Stationäre Anwendung von Brennstoffzellen in der KWK** (ISBN 3-933283-20-5)

Fuel Cell Industry Report: Neuer Newsletter über Brennstoffzellen und ihre Anwendung (427 \$/Jahr) ☞ Scientific American Newsletters, 215 Park Avenue South — Suite 1301, New York, NY 10003-1603 (USA) ☎ (001-212) 228-0246 ☐ -0376

Terminkalender

(Kursive Termine sind neu. Beachten Sie auch den aktuellen Terminkalender auf unserer Internet-Seite.)

29.02.-02.03.00, Vienna (Virginia, USA): **11th Annual US Hydrogen Meeting** ☞ National Hydrogen Association, Fr. Tina Schneider ☐ 1800 M Street, NW, Suite 300, Washington (D.C.) 20036-5802, USA ☎ (001-202) 223-5547 ☐ -5537

20.-25.03.00, Hannover: Hannover Messe 2000 mit: Gemeinschaftsstand „**Wasserstoff Technologien und Brennstoffzellen**“ auf dem Forschungsmarkt in Halle 18; Gemeinschaftsstand "**Wasserstoff und Brennstoffzellen — Systeme und Produkte**" auf der internationalen Leitmesse der Energietechnik in Halle 8; Internationale Konferenz "**Ausstieg aus der Kernenergie — wo steigen wir ein?**" am 22., 23. ☞ Arno A. Evers FAIR-PR ☐ Achheimstr. 3, 82319 Starnberg ☎ (08151) 99892-3 ☐ -43

02.-06.04.00, Arlington (Virginia, USA): **Future Car Congress** ☞ SAE, Meetings Division ☐ 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001, USA ☎ (001-724) 772-7131 ☐ 776-0002

10.,11.04.00, Wyndham Miami Beach Resort (Florida, USA): **Carbon Nanotubes** — Advances in Cutting Edge Applications & Scalable Production ☞ The Knowledge Foundation, Inc. ☐ 18 Webster Street, Brookline, MA 02446-4938, USA ☎ (001-617) 232-7400 ☐ -9171

12.-14.04.00, Berlin: **Commercializing Fuel Cell Vehicles 2000** ☞ Intertech Conferences, Fr. Julie Bernier ☐ 19 Northbrook Drive, Portland, ME 04105, USA ☎ (001-207) 781-9800 ☐ -2150

26.-29.04.00, New Orleans (Louisiana, USA): **Commercialization of Small Fuel Cells** ☞ The Knowledge Foundation ☐ 18 Webster St, Brookline, MA 02446, USA ☎ (001-617) 910-1551 ☐ -1561

11.-15.06.00, Peking (China): **13th World Hydrogen Energy Conference** ☞ China International Conference Center for Science and Technology (CICCST), WHEC 2000, Prof. Bao Deyou ☐ Room 772, 86 Xueyuan Nan Rd., Wie Gong Cun, Beijing 100081, China ☎ (0086-10) 62 18 01 45 ☐ 62 18 01 42

09.-14.07.00, Bristol (Rhode Island, USA): **Gordon Research Conference on Fuel Cells** ☞ University of Rhode Island, Gordon Research Conferences, Conference Application ☐ P.O. Box 984, West Kingston, RI 02892-0984, USA ☎ (001-401) 783-4011 ☐ -7644

10.-14.07.00, CH-Luzern: **Fuel Cell 2000**, zusammen mit dem **4th European Solid Oxide Fuel Cell Forum** ☞ European Fuel Cell Forum ☐ Postfach 99, 5452 Oberrohrdorf, Schweiz ☎ (0041-56) 496-7292 ☐ -4412

03.-08.09.00, Noosa (Queensland, Australien): International Symposium on **Metal Hydrogen Systems — Fundamentals and Applications (MH 2000)** ☞ Griffith University, Dr. Evan Gray School of Science ☐ Brisbane, QLD 4111, Australien ☎ (0061-7) 3875-7240 ☐ -7656

11.-15.09.00, München: **Hyforum 2000**, The International Hydrogen Energy Forum 2000, Policy — Business — Technology ☞ Forum für Zukunftsenergien ☐ Godesberger Allee 90, 53175 Bonn ☎ (0228) 95956-0 ☐ -50

11.10.00, Düsseldorf: **Workshop "Brennstoffzellen: Technologiebrücke des 21. Jahrhunderts"** ☞ Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Hr. Jan-Dirk Seiler ☐ Postfach 10 04 80, 42004 Wuppertal ☎ (0202) 2492-269 ☐ -108

17.,18.10.00, Würzburg: **7. Fachforum Einsatz von Brennstoffzellen** (gemeinsame Veranstaltung mit dem DWV) ☞ OTTI Technologie-Kolleg, Fr. Anne-Maria Johst ☐ Wernerwerkstr. 4, 93049 Regensburg ☎ (0941) 296 88-29 ☐ -17

30.10.-02.11.00, Portland (Oregon, USA): **2000 Fuel Cell Seminar** ☞ Courtesy Associates ☐ 2000 L St. NW, Suite 710, Washington (D.C.) 20036, USA ☎ (001-202) 973-8671 ☐ 331-0111

02.-04.11.00, Stralsund: **8. Symposium "Nutzung regenerativer Energiequellen"** ☞ Fachhochschule Stralsund, Prof. J. Lehmann ☐ Schwedenschanze 15, 18435 Stralsund ☎ (03831) 45-6713 ☐ -6687

20.-22.11.00, Nagoya (Japan): **International Symposium on Fuel Cell Vehicles** (Teil des 41st Battery Symposium) ☞ Mie University, Faculty of Engineering, Chemistry Department, Prof. Yasuo Takeda ☐ Kamihama, Tsu, 514-8507 Japan ☎ (0081-59) 231-9419 ☐ -9478

2001

02.-06.07.01, CH-Luzern: **The Fuel Cell Home** ☞ European Fuel Cell Forum ☐ Postfach 99, 5452 Oberrohrdorf, Schweiz ☎ (0041-56) 496-7292 ☐ -4412

09.-14.09.01, Stralsund: **Hypothesis IV** ☞ Fachhochschule Stralsund, Prof. J. Lehmann ☐ Schwedenschanze 15, 18435 Stralsund ☎ (03831) 45-6703 ☐ -6687

Und dann war da noch...

Vorsicht, Niederspannung: Mikroorganismen im Meerwasser oder im Sediment zersetzen organische Materie und erzeugen dabei eine kleine Potentialdifferenz. Gemäß dem *New Scientist* vom 5. Februar wurde am Naval Research Laboratory in Washington (D.C.) eine plattenförmige Elektrode etwa 10 cm tief im Sediment vergraben, die andere auf die Oberfläche gelegt. Das ergab gerade mal 30 mW pro m² Elektrodenfläche, aber unsere Freunde, die Bakterien, haben ja die 168-Stunden-Woche ohne Urlaubsanspruch. So könnten Sensoren oder Bojen ständig autark mit Energie versorgt werden.

Anmerkung: Bitte vergessen Sie nicht, Ihre Badehose zu erden, bevor Sie im nächsten Urlaub ins Meer springen.