

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 104 (2013)
Heft: 7

Rubrik: Technologie Panorama

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

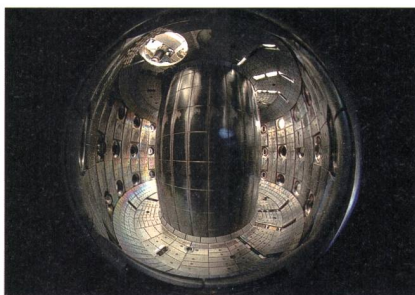
Download PDF: 30.03.2025

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

Fusion Day : la voie vers l'énergie propre du futur

Le 17 mai dernier, le Centre de Recherches en Physique des Plasmas de l'EPFL a organisé une journée d'information dédiée à la fusion nucléaire. Plus de 200 personnes en ont profité pour découvrir l'état de la recherche et les perspectives à plus ou moins long terme au travers des présentations données par des sommités mondiales du domaine. La journée s'est clôturée par une visite du tokamak à configuration variable situé à l'EPFL.

Une source d'énergie propre, abondante, inépuisable... Une utopie? Peut-être pas! En effet, depuis les années 1950, un nombre croissant de pays effectue des recherches dans le domaine de la fusion nucléaire, une réaction présente naturellement dans le Soleil et les étoiles. S'il n'est actuellement toujours pas possible d'affirmer que la fusion permettra de résoudre nos problèmes d'approvisionnement énergétique, les recherches et les progrès effectués dans le monde entier sont plutôt prometteurs.



Vue intérieure du tore du tokamak à configuration variable de l'EPFL.

Mécanisme de la fusion

La fusion nucléaire est un processus au cours duquel deux noyaux atomiques légers s'interpénètrent et fusionnent pour former un noyau plus lourd. Il s'agit donc de l'inverse de la fission utilisée dans nos centrales nucléaires.

Les réactions de fusion dégagent le plus d'énergie étant celles qui impliquent les noyaux les plus légers, la réaction typiquement étudiée en vue d'une future production d'électricité est basée sur la fusion d'un noyau de deutérium (^2H , un proton et un neutron) et d'un noyau de tritium (^3H , un proton et deux neutrons). Celle-ci produit un noyau d'hélium (^4He) et un neutron, ainsi qu'une importante quantité d'énergie.

Avantages

La fusion présente de nombreux intérêts. Théoriquement, à masse de « combustible » égale, elle permettrait de produire 30 à 40 fois plus d'énergie que la fission. De plus, le deutérium se trouve à l'état naturel en quantité abondante dans

les océans (33 g/m^3) et, si le tritium doit être préparé artificiellement, il serait possible de le produire à partir de lithium directement au cœur du réacteur de fusion. En outre, les produits de la réaction de fusion ne sont, en eux-mêmes, pas radioactifs.

Difficultés

Si la fission est bien connue et utilisée de manière contrôlée pour la production d'électricité, ce n'est pas encore le cas de la fusion, et ce, pour plusieurs raisons. En effet, rapprocher deux noyaux chargés tous deux positivement requiert l'apport d'une quantité importante d'énergie, typiquement des températures supérieures à $100 \times 10^6 \text{ }^\circ\text{C}$. Celles-ci peuvent être engendrées au sein de plasmas (le « quatrième état de la matière », un gaz ionisé) par la génération de courants induits et de micro-ondes. Au vu des températures atteintes, ces plasmas nécessitent un confinement immatériel, typiquement magnétique, afin d'éviter tout contact entre le milieu de réaction et les matériaux du réacteur.

Malheureusement, il est très difficile de produire des plasmas stables pendant une longue durée. C'est la principale raison limitant actuellement la production de grandes quantités d'énergie par la fusion. De plus, les neutrons rapides émis lors de la réaction ne peuvent pas être confinés magnétiquement (ils sont

neutres!) et risquent de ce fait non seulement d'endommager la paroi du réacteur, mais aussi de transformer les noyaux qui les absorbent en isotopes radioactifs.

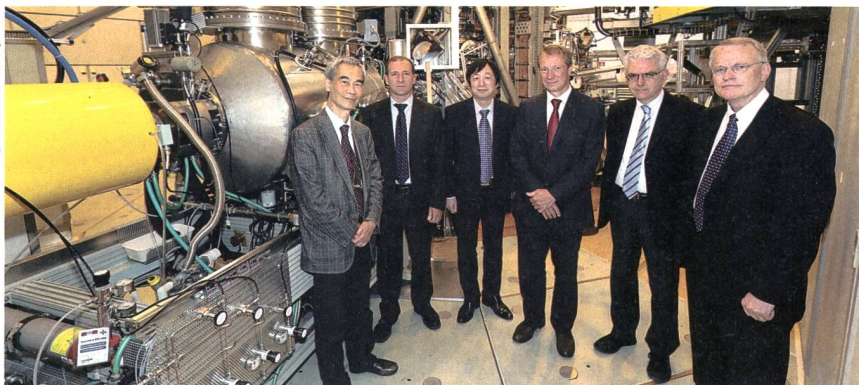
État de la recherche

L'Europe vient de publier le carnet de route établi dans le but de produire de l'électricité grâce à la fusion avant 2050. L'une des étapes majeures consistera en la mise en service d'ici à 2020 d'ITER, le réacteur thermonucléaire expérimental international qui est actuellement en cours de construction à Cadarache, en France. Ce tokamak (chambre torique de confinement magnétique au sein de laquelle est formé le plasma) devrait permettre de générer une puissance thermique de 500 MW pour une puissance fournie de 50 MW, et ce, pendant 400 s. Il permettra en outre de tester différentes technologies. Ces résultats seront alors exploités pour la réalisation du réacteur expérimental DEMO. D'une puissance électrique (cette fois) de 1500 MW, celui-ci aura pour but de démontrer la faisabilité industrielle de la production électrique grâce à la fusion nucléaire.

Pour l'heure, différentes formes de plasmas sont étudiées notamment au sein du TCV (tokamak à configuration variable) mis en service en 1992 à l'EPFL. En effet, elles ont une influence importante sur le confinement et la stabilité des plasmas, ainsi que sur la performance du réacteur. La section de la chambre du TCV lui permet de produire des plasmas trois fois plus hauts que larges. Les résultats obtenus seront essentiels pour l'optimisation de l'opération d'ITER et le dimensionnement de DEMO.

Cynthia Hengsberger

Figures : Alain Herzog / EPFL



Les organisateurs et intervenants de la journée : (de g. à d.) Prof. M.Q. Tran (EPFL), Prof. A. Fasoli (EPFL), Prof. J. Li (Chinese Academy of Sciences, CAS), D^r H. Bindslev (Fusion for Energy, F4E), D^r F. Romanelli (European Fusion Development Agreement, EFDA) et D^r J.W. van Dam (U.S. Department of Energy, DoE).

Neuer Weltrekord bei Funkübertragung

Glasfaser-Leitungen zu verlegen, ist teuer und im Fall von Hindernissen wie Flüssen und Verkehrsknotenpunkten schwierig. Breitbandige Richtfunkstrecken können dabei helfen, solche kritischen Stellen zu überwinden und so den Ausbau von Netzinfrastrukturen voranzutreiben. Im ländlichen Raum stellen sie eine kostengünstige und flexible Alternative zu FTTH dar.

Bei der Datenübertragung per Funk haben Forscher nun einen neuen Weltrekord aufgestellt: Erstmals wurden vollintegrierte elektronische Sender und Empfänger für eine Frequenz von 240 GHz entwickelt, mit denen die Übertragung von Datenraten bis zu 40 Gbit/s möglich

ist. Dies entspricht der Übertragung einer kompletten DVD in unter einer Sekunde oder 2400 DSL-16 000-Internetanschlüssen. Mit einem Langstreckendemonstrator konnte bereits eine Distanz von über 1 km überbrückt werden, der zwischen zwei Hochhäusern aufgebaut wurde. «Wir haben es geschafft, eine Funkstrecke auf Basis aktiver elektronischer Schaltungen zu entwickeln, die ähnlich hohe Datenraten wie faseroptische Systeme und somit eine nahtlose Einbindung der Funkstrecke ermöglicht», freut sich Prof. Ingmar Kallfass, der das Projekt zunächst am Fraunhofer IAF im Rahmen einer Shared Professorship – getragen von IAF und KIT – koordinierte. No



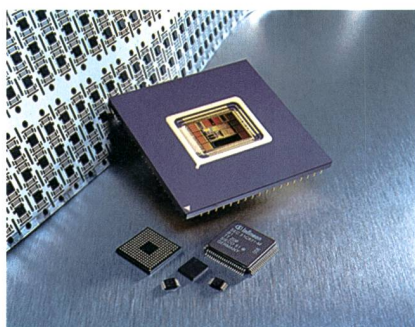
Mit einem Langstreckendemonstrator zwischen zwei Hochhäusern in Karlsruhe konnte bereits eine Distanz von über 1 km überbrückt werden.

Anti-Aging für Chips

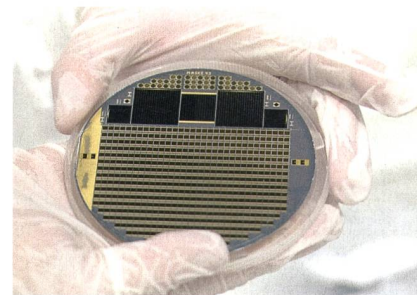
Künftig wird sich die Anzahl der Transistoren auf einem Chip weiter vervielfachen: Bereits für das Jahr 2015 rechnet man mit 1 Mia. Transistoren auf weniger als 1 mm². Die Wahrscheinlichkeit, dass

einer der Transistoren im Laufe seines Lebens versagt, nimmt damit zu. Dies wird auch dadurch verstärkt, dass bei so kleinen Strukturen die Alterungsprozesse immer deutlicher auftreten werden.

Das Forschungsprojekt «Robust», das diesen Alterungsprozessen gewidmet ist, definiert eine Masszahl, das Robustheitsmass. Als Robustheit eines elektronischen Systems kann gelten, wie lange es starken Belastungen und Störungen wie mechanischen Beanspruchungen, Temperatureinflüssen, Elektromigration etc. widerstehen kann. Dieses Mass erlaubt die systematische Bestimmung und Verbesserung der Robustheit nanoelektronischer Systeme und ermöglicht zudem Alterungsvorhersagen. No



Miniaturisierung und Alterung hängen zusammen.



Fraunhofer ISE

Solarzellenwafer mit Vierfach-Konzentratorsolarzellen und Teststrukturen.

Vierfach-Solarzelle mit 43,6% Wirkungsgrad

In einem Projekt mit der französischen Firma Soitec arbeitet das Fraunhofer ISE an einer neuen Generation von Mehrfach-Solarzellen, die das Potenzial haben, Wirkungsgrade bis zu 50% unter konzentriertem Sonnenlicht zu erreichen. Hierzu werden anstelle der bisher gängigen Dreifach-Solarzellen, die aus Halbleitermaterialien der Gruppen III und V des Periodensystems bestehen, nun erstmals Vierfach-Solarzellen eingesetzt. Dabei werden zunächst 2 Tandem-Solarzellen separat auf III-V-Substraten abgeschieden und dann so fest miteinander verbunden, dass die Grenzfläche den Stromfluss durch die Vierfach-Solarzelle erlaubt. No

Energie sparen in der U-Bahn

U-Bahnen sind grosse Stromfresser. So verbraucht beispielsweise das U-Bahnsystem von Barcelona rund 63 GWh pro Jahr, wobei 1/3 davon für den Betrieb von Teilsystemen (Belüftung, Rolltreppen, Beleuchtung usw.) aufgewendet wird. Würde man den Energieverbrauch nur um wenige Prozentpunkte senken, wäre der Spareffekt schon beachtlich. Das EU-Projekt «SEAM4US» will Technologien entwickeln, die diesen Energiebedarf reduzieren, u.a. durch zusätzliche Messgeräte und Sensor-Aktor-Netzwerke, die in die Subsysteme integriert werden. No

Silber-Nanodraht für organische Solarzellen

Bisher wurde Indium als Material für die Elektroden von organischen Solarzellen verwendet. Indiumzinnoxid ist teuer und muss bei der Herstellung in einem energieintensiven Vakuumprozess verarbeitet werden. Dem FAU-Wissenschaftler Fei Guo gelang es nun, ITO durch wesentlich preisgünstigere, feinste Silberdrähte als Elektroden zu ersetzen, bei vergleichbarer Leistungsfähigkeit der Solarzellen. No