

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 107 (1989)
Heft: 44

Sonstiges

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: 23.02.2026

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

Aktuell

High-Tech par excellence

(KfK) Das 1982 im Kernforschungszentrum Karlsruhe gegründete Projekt Kernfusion hat die Aufgabe, sämtliche Schlüsseltechnologien zu entwickeln, die für den Bau eines Fusionsreaktors notwendig sind. Mit einem Anteil von rund 20% an der gesamten Forschungskapazität des KfK hat sich das Projekt zu einem der grössten Arbeitsschwerpunkte des KfK entwickelt. Der weitgehend abgeschlossene Aufbau der notwendigen Experimentieranlagen und die auch in der internationalen Fachwelt anerkannten Erfolge der Fusionsexperten des KfK war Anlass für den ersten Statusbericht, zu dem sich Ende September rund 300 Experten aus dem In- und Ausland in Karlsruhe einfanden.

Mit den Arbeiten im Projekt Kernfusion trägt das Kernforschungszentrum zur Erschliessung einer für die Zukunft aussichtsreichen Energiequelle bei. Dabei soll die Energie genutzt werden, die bei der Verschmelzung leichter Atomkerne, zunächst von schwerem (Deuterium) und überschwerem Wasserstoff (Tritium), frei wird.

Weltweit konzentrieren sich die Forschungsarbeiten auf den sogenannten Tokamak-Reaktor: Der Brennstoff wird dabei als vollständig ionisiertes Plasma in der ringförmigen (toroidalen) Brennkammer des Reaktors von Magnetfeldern berührungslos bei einer Temperatur von etwa 100 Millionen

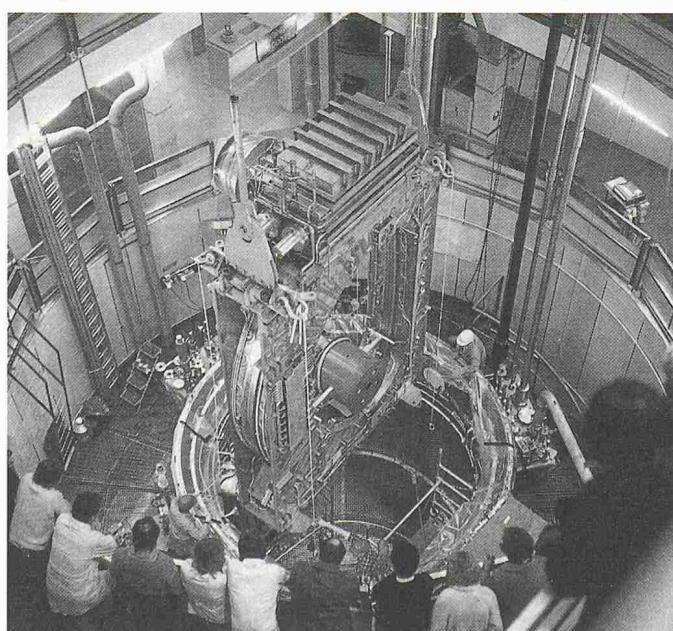
Grad eingeschlossen. Der Kernbrennstoff Tritium wird in einem Plasma umgebenden Brutmantel (Blanket) mit den aus der Fusionsreaktion stammenden Neutronen aus Lithium erzeugt. In dem Brutmantel fällt auch die Wärmeenergie an, die zur Stromerzeugung genutzt wird.

Die Arbeiten des KfK werden im Rahmen einer 1982 mit dem Max-Planck-Institut für Plasmaphysik Garching gegründeten «Entwicklungsgemeinschaft Kernfusion» durchgeführt. Sie sind in das europäische Fusionsprogramm eingebettet. Auf dem Statusbericht würde über folgende Schlüsselprobleme und technische Lösungen berichtet:

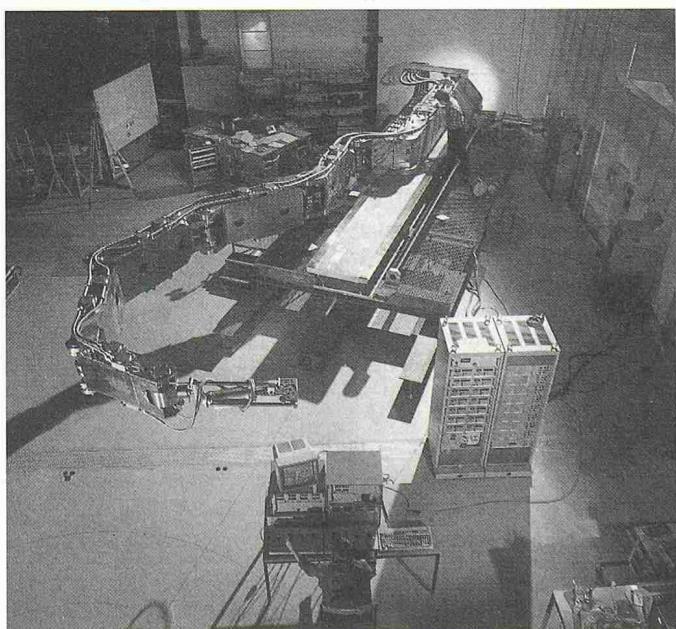
□ Fusionsplasmen müssen durch starke Magnetfelder eingeschlossen werden. Mit tragbarem Energieaufwand kann dies nur mit supraleitenden Spulen geschehen. Das Kernforschungszentrum entwickelt Supraleitungsmagnete entsprechender Grösse und Stromtragfähigkeit. Einen besonderen Erfolg konnte die hier entwickelte Technik im Rahmen des internationalen Projekts «Large Coil Task» verbuchen, bei der 6 solche D-förmigen Magnetspulen von je 40 t Masse und einer Höhe von 7 m im Verbund in den USA getestet wurden. Die vom KfK hergestellte Spule erzielte dabei die besten Betriebswerte und wurde zum Referenzkonzept für die europäische Weiterentwicklung.

□ Fusionsplasmen müssen gezündet werden. Als besonders aussichtsreiche Heiztechnik entwickelt das Kernforschungszentrum Karlsruhe Höchstleistungssenderöhren, mit denen über die Einspeisung von Mikrowellenstrahlen hoher Energie und Leistungsdichte der Fusionsprozess eingeleitet werden kann. Als Senderöhren dienen dabei Gyrotrons, in denen die Mikrowellenstrahlung durch die Schwingung eines Elektronenhohlstrahls in einem entsprechenden Resonator erzeugt wird. Zur Erzielung einer kompakten Bauweise erfolgt die Formgebung des Elektronenstrahls mit supraleitenden Magneten. Für diese Untersuchungen steht ein Teststand mit einer elektrischen Versorgungsleistung von 3 Megawatt zur Verfügung. Ein erster Gyrotron-Prototyp erreichte bereits für die Dauer von 0,5 ms die vorgesehene Sendeleistung von 200 KW bei einer Frequenz von 150 GHz. Ein Gerät, das für eine Strahldauer von 100 ms ausgelegt ist, wird derzeit erprobt: Erste Schritte zur Reaktorheizung, die für eine Dauer von etwa 10 Sekunden arbeiten muss.

□ Die überwiegend in Form von Neutronenstrahlung freiwerdende Energie der Fusionsreaktion muss in einem das Plasma umgebenden Mantel in nutzbare Wärmeenergie umgewandelt werden. Dieses Blanket hat zusätzlich den Brennstoff Tritium zu erbrüten. Neutronentransport, Wärmeerzeugung und



Eine supraleitende Magnetspule mit einer für künftige Fusionsreaktoren typischen Grösse wird in den Kryostaten eingefahren, in dem sie bei einer Temperatur von -269°C betrieben wird



Für den Einsatz bei Wartungsarbeiten im Tokamak-Testreaktor in Princeton, USA, wurde dieser 9 Meter lange rechnergesteuerte Manipulatorarm entwickelt (Bild: KfK)

-abfuhr, konstruktive Auslegung und Materialauswahl sind wichtige Fragen, die theoretisch und experimentell bearbeitet werden. Hier kann in besonderem Masse auf die Erfahrungen aus der Kernspaltungstechnik zurückgegriffen werden. Vom KfK wurden dabei zwei verschiedene Blanketversionen entwickelt: Ein Feststoffblanket, das modular aus einzelnen, einen keramischen Brutstoff enthaltenden Kanistern aufgebaut ist und aus dem die Wärme und das erbrütete Tritium über eine Heliumströmung abgeführt werden, sowie ein Flüssigmetallblanket, in dem eine Blei-Lithium-Legierung als Kühlmittel und Brutstoff zirkuliert. Beide Konzepte haben jeweils ihre spezifischen Vorteile, sind jedoch noch unter reaktorphysischen Einsatzbedingungen zu untersuchen.

□ Die Anforderungen an die Werkstoffe von Fusionsreaktoren sind extrem. Sie übertreffen die in der Spaltungsreaktortechnik gewohnten Standards bei weitem. Das Kernforschungszentrum entwickelt Materialien, die beständig sind gegen hohe Beanspruchungen durch Strahlung, Temperatur und mechanische Belastung. Nach den bisherigen Erkenntnissen kommen für die sogenannte «Erste Wand», d.h. die Innenfläche des Reaktorgefäßes Siliziumkarbid oder graphitische, faserverstärkte Werkstoffe in Frage. Weiterhin ergaben die bisherigen Versuche, dass ein bestimmter martensitischer Stahl als Strukturwerkstoff sowohl ausreichende Strahlenresistenz besitzt als auch im Interesse einer Minimierung der entstehenden radioaktiven Abfälle auf eine geringere Aktivierbarkeit hin entwickelt werden kann.

□ Das im Brutblanket erzeugte Tritium muss in gereinigter Form dem Plasma zugeführt werden. Auch muss der unverbrannte Brennstoff regeneriert werden. Die Verfahrenstechnik dieser Kreisläufe und die Entwicklung von geeigneten Einzelkomponenten spielt im Fusionsprogramm des Kernforschungszentrums eine wichtige Rolle. Derzeit wird ein Tritiumlabor aufgebaut, in

dem mit gasförmigem Tritium im Mengenbereich von Gramm sicher umgegangen werden kann. Die Entwicklung bestimmter Komponenten, wie grosser Kryopumpen und Ventile, von selektiven Wasserstofffiltern, sogenannten Permeatoren, und von sicheren Speichermaterialien grosser Kapazität haben bereits erste Ergebnisse erzielt.

□ Wegen der Aktivierung der Strukturmaterialien durch die Neutronenstrahlung des Plasmas müssen die Komponenten eines Fusionsreaktors fernbedient gehandhabt und gewartet werden. Dies bedeutet Feinarbeit im Inneren des toroidalen Reaktorgefäßes: millimetergenaue Positionierung, Trennung und Verbindung von Komponenten mit Massen in der Grössenordnung von bis zu 1 Tonne. Ein «Meisterstück» des KfK auf diesem Gebiet war ein 9 Meter langer, vielgliedriger freitragender Gelenkkarm für Wartungsaufgaben im Tokamak-Testreaktor der Universität in Princeton, USA. Für die Entwicklung solcher Geräte steht im KfK ein ausgedehntes Testfeld zur Verfügung.

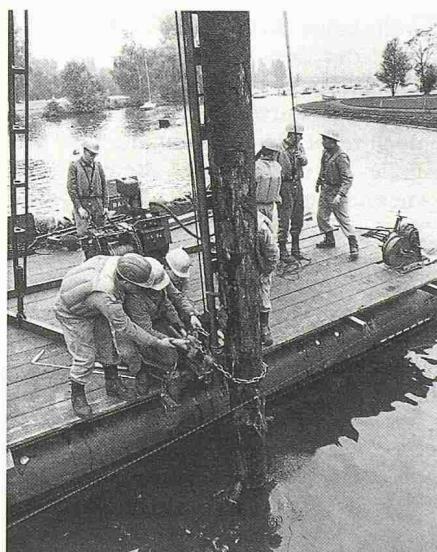
□ Kernfusionsreaktoren müssen sicher betrieben werden. Die Arbeiten des KfK zur Sicherheit von Kernreaktoren sind eine gute Basis für entsprechende Studien zu solchen Fusionsanlagen. Mit einem Experimentierprogramm wird sowohl die Sicherheit von Anlagenkomponenten als auch die Wirkung freigesetzter Schadstoffe untersucht. Dabei geht es z.B. um das Verhalten supraleitender Magnete bei Unfallbedingungen und um die schnelle Auskopplung der in ihnen gespeicherten Energie, wie auch um die Radioökologie des Kernbrennstoffs Tritium.

Sämtliche geschilderten Arbeiten sind in die internationale Entwicklung der geplanten nächsten europäischen Fusionsanordnung, des Next European Torus (NET) bzw. in die weltweite Zusammenarbeit des nahezu konzeptgleichen International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) integriert. Das KfK deckt dabei etwa ein Drittel des gesamten Fusionstechnologieprogramms der Europäischen Gemeinschaften ab.

«Pfahlbauland» rammte erste Pfähle ein

(GSU) Auf der Landiwiese am Zürichsee haben kürzlich die ersten Bauarbeiten für «Pfahlbauland» begonnen. Diese Austellung wird vom 28. April bis Ende September 1990 die Welt unserer Urahnen vor 5000 Jahren zum Kultureignis für jung und alt machen.

Die Lebensart und die erstaunlichen Fertigkeiten des stein- und bronzezeitlichen Menschen sollen hautnah und aktiv erlebt werden können. Neben anschaulich aufbereiteter Information, die manches am bestehenden Pfahlbau-Bild korrigiert, wird die Ausstellung auch die Möglichkeit des direkten Erlebens bieten: An zahlreichen Werkstätten, Experimentierplätzen und anderen Erlebnis-Stationen wird der Besucher selbst Hand anlegen und zum Pfahlbauer werden können. Veranstalterin dieses Ereignisses ist die Gesellschaft für Schweizer Unterwasser-Archäologie.



Was könnte der Grundstein für eine Pfahlbauer-Ausstellung anderes sein als ein Pfahl? Im September haben auf der Zürcher Landiwiese 35 Rekruten mit dem Einrammen der ersten Pfähle begonnen. Bis die rund 20 000 m² grosse Ausstellung am Zürichsee für das Publikum bereitstehen wird, dauert es noch über ein halbes Jahr (Bild: GSU).

Berufsschullehrer – attraktive Aufgabe für Ingenieure mit Berufserfahrung

(KiZH) Die Berufsschulen haben einen anspruchsvollen eigenständigen Bildungsauftrag. Sie vermitteln den Lehrlingen im Rahmen einer Berufslehre die notwendigen theoretischen Grundlagen zur Ausübung ihres Berufes und fördern durch eine allgemeine Bildung

die Entfaltung ihrer Persönlichkeit. Sie führen zudem freiwillige Kurse für Lehrlinge sowie Weiterbildungskurse für Gelernte und Angelernte durch. Der Berufsschulunterricht verlangt gut ausgebildete, dynamische Lehrer.

Gesucht: Fachlehrer in Elektrotechnik und Elektronik

An den Berufsschulen in Zürich herrscht zur Zeit ein akuter Mangel an Berufskundelehrern für die Fächer Elektrotechnik, Elektronik, Steuerungstechnik und Informatik.

Die eidgenössische Ausbildungsstätte für Berufsschullehrer, das Schweizeri-

sche Institut für Berufspädagogik (SIBP), führt daher für Ingenieure mit Berufserfahrung in Zürich zweijährige berufsbegleitende Sonderstudiengänge zum Fachlehrer an Berufsschulen durch, und zwar 1990 für bisherige Lehrbeauftragte an Berufsschulen und 1991 für Ingenieure ohne Unterrichtserfahrung.

Zur Ausbildung zugelassen werden Ingenieure HTL oder ETH mit mindestens zweijähriger Berufspraxis.

Die Ausbildung erfolgt entweder in einem einjährigen vollzeitlichen Lehrgang am SIBP in Zollikofen BE oder im Rahmen der erwähnten berufsbegleitenden Sonderstudiengänge für Fachlehrer in Zürich. Der erste Studiengang beginnt im August 1990 und ist für Ingenieure bestimmt, die bereits an einer Berufsschule als Lehrbeauftragte tätig sind. Ein zweiter Kurs ist auf August 1991 geplant. Bis zu jenem Zeitpunkt können sich auch Interessenten ohne

Unterrichtserfahrung auf diese Ausbildung vorbereiten.

Erfolgreiche Absolventen des Studiengangs erhalten das eidgenössische Diplom als Berufsschullehrer berufskundlicher Richtung und sind damit als Hauptlehrer an einer Berufsschule wählbar.

Nähere Auskünfte: E. Guidi, Studienleiter, Tel. 272 71 21, int. 402 (Mechanisch-Technische Berufsschule Zürich).

Grosser Erfolg für erste Ausstellung der Hundertwasser-Architektur

Der nun zu Ende gegangenen Ausstellung «Hundertwasser-Architektur – Realisierbare Utopien» in der Städtischen Trinkhalle Baden war aussergewöhnlicher Erfolg beschieden: Während der drei Wochen Ausstellungszeit strömten rund 12 000 Besucher in die zwar aufwendig gestaltete, aber doch recht kleine Schau, die fünf Modelle Hundertwassers «natur- und menschengerechterer» Architektur zeigte. Bis zu 1600 Interessierte drängten sich an Spitzentagen auf den 160 m² Ausstellungsfäche; auch der Ansturm von Schulklassen war aussergewöhnlich.

Die Ausstellung war vom Verband Schweizerischer Baumschulen im Anschluss an das Symposium «Die Grüne Stadt» (vgl. Tagungsbericht H. 43/89, S. 1177) zu ihrem 75-Jahr-Jubiläum durchgeführt worden. Die Organisatoren hoffen, mit den beiden Anlässen dem einen oder anderen Bauherren und Architekten Mut für Bauformen gemacht zu haben, die sichtbar und fühlbar Harmonie mit der Natur verwirklichen. Dass diesbezüglich ein grosses Bedürfnis besteht, hat nun nicht zuletzt der Erfolg der Ausstellung aufgezeigt.

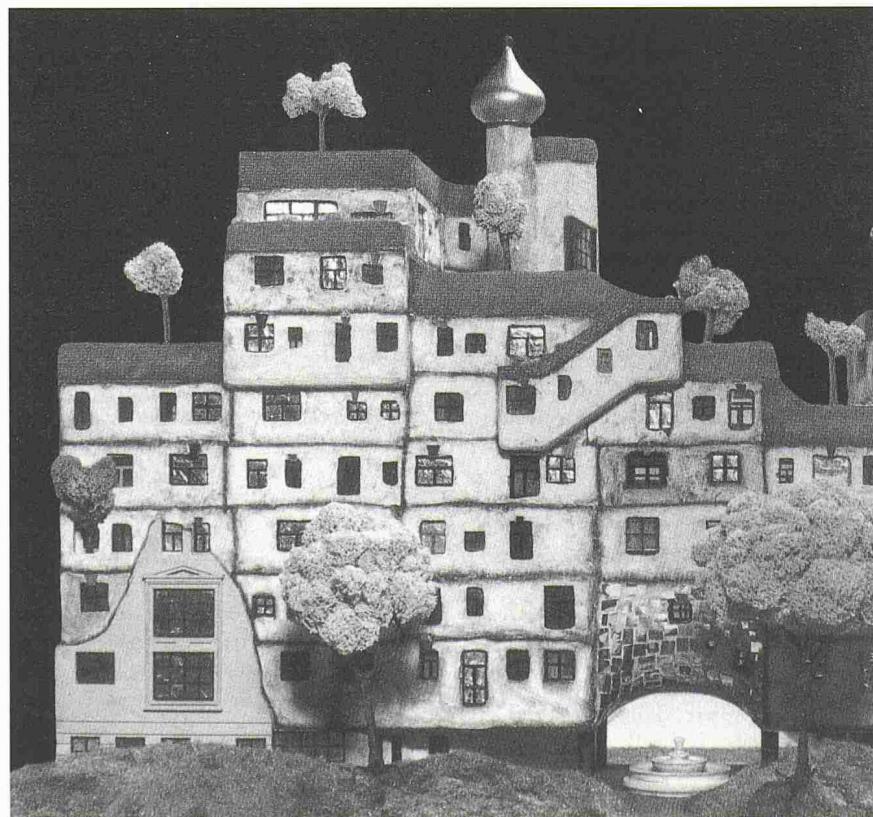
RL

Papierloser Geschäftsverkehr: In der chemischen Industrie kein Wunschtraum mehr

(I.C.) Wie ein Pilotprojekt des europäischen Chemieverbandes CEFIC (Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique) mit 17 multinationalen Chemiefirmen in 8 europäischen Ländern gezeigt hat, ist der papierlose Geschäftsverkehr heute technisch realisierbar. Von Anfang an hat die Schweizer Chemie an diesem zukunftsweisenden europäischen Projekt massgeblich mitgewirkt.

Die neue EDI-Technologie (Electronic Data Interchange) ersetzt Papierdokumente durch standardisierte elektronische Meldungen, die zwischen den Computersystemen der beteiligten Firmen ausgetauscht werden. Dieser papierlose Geschäftsverkehr bringt den Firmen folgende Vorteile: Die Daten müssen nicht mehr wie früher mehrfach erfasst werden, womit eine Fehlerquelle entfällt; die Kommunikation zwischen den Firmen kann beschleunigt werden; die Einführung eines «just in time»-Lieferystems wird erleichtert.

Vor kurzem konnte das Pilotprojekt erfolgreich abgeschlossen werden. Dabei ist klar geworden, dass die neue EDI-Technologie die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt und eine tragfähige Basis zur Weiterentwicklung des Konzepts eines papierlosen Geschäftsverkehrs darstellt. Die teilnehmenden Firmen und CEFIC haben sich deshalb entschlossen, die Arbeiten fortzusetzen. Dabei sollen weitere Unternehmen in das neue System einbezogen werden und der Anwendungsbereich auf weitere Dokumente (z.B. Transportpapiere, Zolldokumente usw.) ausgedehnt werden. Die Zusammenarbeit mit der amerikanischen EDI-Organisation der chemischen Industrie und anderen europäischen Organisationen soll vertieft werden.



Zu sehen war in Baden auch ein Modell des bekannten Wiener Hundertwasser-Hauses (Bild: VSB)