



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Gemeinschaftsforschung

Fusionsenergie – im Zeichen des Fortschritts

■ Spin-offs der Fusionsforschung

Interessiert Sie Europäische Forschung?

FTE info erscheint vierteljährlich und informiert über alle wichtigen Entwicklungen: Ergebnisse, Programme, Veranstaltungen usw. Sollten Sie an einem kostenlosen Exemplar oder Abonnement (in den Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch) interessiert sein, schreiben Sie uns, oder schicken Sie ein Fax oder E-Mail an folgende Anschrift:

Europäische Kommission
Generaldirektion Forschung
Referat Kommunikation
B-1049 Brüssel
Fax: +(32-2) 295 82 20
research@cec.eu.int
http://europa.eu.int/comm/research/rtdinfo_en.html

***Europe Direct soll Ihnen helfen, Antworten auf Ihre
Fragen zur Europäischen Union zu finden***

**Neue gebührenfreie Telefonnummer:
00 800 6 7 8 9 10 11**

Zahlreiche weitere Informationen zur Europäischen Union sind verfügbar über Internet, Server Europa (<http://europa.eu.int>).

Bibliografische Daten befinden sich am Ende der Veröffentlichung.

Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 2003

ISBN 00-000-0000-0

© Europäische Gemeinschaften, 2003
Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Printed in Belgium

GEDRUCKT AUF CHLORFREI GEBLEICHTEM PAPIER

Vorwort	4
Einleitung	6
Das ITER-Projekt	8
Technologien der Fusionsforschung und -entwicklung	10
Erfolgreiche Ausgründungen aus der Fusionsforschung	11
Weiterentwicklung der Technologien	13
 Beispiele für Ausgründungen (Spin-offs):	
Hochwärmeflusskomponenten	14
Laser-Anemometrie zur Leistungsmessung bei Windturbinen	15
Supraleiter für die Kernspintomographie	16
Industrielle Anwendungen für Hochleistungsgyrotrons und Mikrowellenquellen ..	17
Von der Plasma-Wand-Wechselwirkung zur Halbleitertechnologie	18
Nutzung plasmadiagnostischer Entwicklungen in der Mikroelektronik-Industrie ..	19
Plasmatriebwerke für fortgeschrittene Raumfahrzeuge	20
Fasern für supraleitende Magnetsysteme	21
Von der Fusionsforschung zur technologisch fortgeschrittenen Webtechnik	22
Karbonverbundwerkstoffe in Hochleistungsbremsen	23
 Lebenswege (“People Spin-offs”)	 24
Referenzmaterial und Zusatzinformationen	26

Danksagung:

Wir danken EFDA, den Assoziierten des Fusionsprogramms, Unternehmen und Einzelpersonen für die Bereitstellung von Material, einschließlich Fotos. Besonderer Dank gilt auch der UKAEA, Culham, für das Material zum Lebensweg einzelner Wissenschaftler (“People Spin-offs”).

Hinweis:

Diese Veröffentlichung basiert auf einer Initiative des Ausschusses für „Fusion-Industrie“ (CFI).

VORWORT



Philippe Busquin

Die Fusion ist die Energiequelle des Universums. Sie liefert der Sonne und anderen Sternen ihre Energie. Aus Umweltgründen ist die derzeitige Nutzung fossiler Brennstoffe zur Energiegewinnung weltweit mittel- und langfristig nicht zu vertreten. Die Fusion ist eine der Alternativen für die künftige Energieversorgung, und die Nutzung der Fusionsenergie wäre für alle von Vorteil.

Mit der europäischen Fusionsforschung soll demonstriert werden, dass die Fusion eine realistische Energieoption der Zukunft ist angesichts des Bedarfs einer wachsenden Weltbevölkerung. Die überall und in Fülle vorhandenen Ressourcen, die inhärente Sicherheit und die Umweltfreundlichkeit der Fusion sind die Gründe, warum Europa und die großen Nationen der Welt die Entwicklung der Fusion als mögliche Energiequelle der Zukunft vorantreiben.

Damit die Fusionsenergie wirtschaftlich sein kann, sind langfristige und intensive Forschungsanstrengungen erforderlich. Angesichts des Umfangs dieser Anstrengungen und des notwendigen Sachverstands in zahlreichen Disziplinen werden die Forschungsarbeiten von den EU-Mitgliedstaaten gemeinsam durchgeführt. Die bisherigen Erfolge zeigen, dass die wissenschaftliche und technische Durchführbarkeit der Fusion im Rahmen eines weiteren Großversuchs demonstriert werden kann, bei dem es im Wesentlichen um den „Kern“ eines Fusionskraftwerks geht. Die Zusammenarbeit beim möglichen Bau und

Betrieb einer entsprechenden Anlage findet heute auf globaler Ebene statt. Europa ist – gemeinsam mit seinen internationalen Partnern – an der Planung der großen Fusionsanlage ITER, der nächsten Entwicklungsstufe, beteiligt.

Die der Fusion zugrunde liegende Wissenschaft, die Plasmaphysik, und eine ganze Reihe unterstützender Technologien konnten im Rahmen dieser koordinierten Fusionsforschung und -entwicklung Fortschritte in „Sprüngen“ verzeichnen. Von großem Vorteil ist dabei die Intensität der Zusammenarbeit auf europäischer und internationaler Ebene. Sie ist auf diesem Gebiet größer als in allen anderen Bereichen der wissenschaftlichen und technologischen Forschung. So dient sie als wertvolles Modell und Beispiel für die Internationalisierung der Forschung und Entwicklung auf anderen Gebieten.

Das Ziel der Fusionsenergie ist eine Herausforderung, die sehr stimulierend wirkt. Im Verlauf der Entwicklung sind zahlreiche der beteiligten Spitzentechnologien zu neuen Grenzen vorgestoßen, und in vielen Fällen haben die innovativen Lösungen für schwierige Probleme Anwendungen gefunden, die weit über den Bereich Fusion hinausgehen. Es gibt bereits zahlreiche Beispiele für Ausgründungen für solche Anwendungen in der Industrie, die konkrete Lösungen für aktuelle Probleme liefern. Spin-offs von Technologien, die innerhalb des Fusionsprogramms entwickelt wurden, sind für die Bürger Europas von großem Nutzen. Beispiele erfolgreicher Ausgründungen in

Vergangenheit und Gegenwart werden in dieser Broschüre dargestellt.

Ein Merkmal des europäischen Fusionsprogramms ist der ständige Wissensaustausch zwischen dem Programm und der Industrie. Der ITER ist eine höchst interessante neue Herausforderung, bei der eine Vielzahl zusätzlicher Ausgründungsmöglichkeiten für die Beteiligten entstehen wird.

Mit der vorliegenden Broschüre sollen das Interesse an den aufregenden Möglichkeiten der Fusionsforschung und -entwicklung geweckt und Hinweise gegeben werden, wo Informationen und Unterstützung für die Nutzung möglicher Spin-offs zu finden sind. Großunternehmen, die meist bereits auf internationaler Ebene tätig waren, können am Projekt ITER teilnehmen. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU), deren Tätigkeitsfeld bisher vielleicht begrenzter war, können sich direkt oder indirekt als Unterauftragnehmer größerer Unternehmen beteiligen. Die Beteiligung an einem internationalen Großprojekt vom Umfang des ITER würde das internationale Profil des jeweiligen Unternehmens stärken, was vor allem für KMUs interessant ist.



Philippe Busquin
Für Forschung zuständiges Mitglied der Europäischen Kommission

EINLEITUNG



Alain Vallée

Langfristiges Ziel des Fusionsprogramms der EU ist die Nutzung der Fusionsenergie und der Bau von Prototypen für Fusionskraftwerke. Der Hauptschwerpunkt der Fusionsforschung liegt auf dem Einschluss und dem Aufheizen des Plasmas anhand starker magnetischer Felder. Die Arbeiten werden im Rahmen der mehrjährigen Rahmenprogramme der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom) durchgeführt und werden auch innerhalb des 6. Rahmenprogramms fortgesetzt.

Mehrere wichtige Eigenschaften machen die Fusion für die Elektrizitätsproduktion in großem Maßstab attraktiv: es entstehen keine Treibhausgase, und das System verfügt über eine inhärente Sicherheit. Die als Brennstoffe benötigten Ausgangsstoffe sind ferner überall reichlich vorhanden. Aus all diesen Gründen verfügt die Fusionsenergie über das Potenzial, in Zukunft einen bedeutenden Beitrag zur Energieversorgung der Erde zu leisten.

FuE im Bereich der Fusion ist seit dem Euratom-Vertrag (1957), in dem die Fusion als von der Gemeinschaft zu unterstützender Forschungsbereich genannt wird, Teil der EG-Forschungsprogramme, u.a. in allen fünf Rahmenprogrammen für Forschung und technologische Entwicklung. Alle EU-

Mitgliedstaaten und mit Euratom assoziierten Drittländer (Schweiz – seit 1979, und Bulgarien, Tschechische Republik, Ungarn, Lettland, Rumänien, Slowakische Republik, Slowenien – seit 1999) nehmen im Rahmen von Assoziationsverträgen zwischen den entsprechenden Forschungseinrichtungen und Euratom am europäischen Fusionsprogramm teil.

1999 wurde ein weiteres Übereinkommen geschlossen, um den neuen Anforderungen der Fusionsforschung Rechnung zu tragen: das „European Fusion Development Agreement“ (EFDA). Es handelt sich um einen Rahmenvertrag zwischen Euratom und seinen üblichen Partnern in der Fusionsforschung (den Assoziierten), der drei Arbeitsbereiche umfasst:

- die technologischen Arbeiten der Assoziationen und der europäischen Industrie,
- die gemeinsame Nutzung der JET (Joint European Torus) -Anlagen,
- den europäischen Beitrag zu internationalen Kooperationen wie dem ITER.

Seit 1992 liegt der Schwerpunkt der Arbeiten im Zusammenhang mit dem “Next Step” auf der Konstruktion des ITER. Die erste Phase (EDA-

Engineering Design Activities/detaillierter technischer Entwurf) des ITER begann 1992 und dauerte zunächst bis Juli 1998. Hierauf folgte eine Verlängerung von drei Jahren, an der drei Parteien (EU, Japan, Russland) teilnahmen.

Mit dem erfolgreichen Abschluss des detaillierten technischen Entwurfs des ITER wurde es möglich, die Verwirklichung des “Next Step” ins Auge zu fassen, entsprechend der Ausrichtung der Fusionsforschung der Gemeinschaft auf einen Reaktor. Derzeit laufen internationale Verhandlungen über eine mögliche gemeinsame Durchführung des ITER-Projekts (Bau, Betrieb, Nutzung und Stilllegung). Sind sie erfolgreich, kann für 2003-2004 ein Beschluss ins Auge gefasst werden, der einen konkreten Baubeginn im Zeitraum (2005-2006) ermöglichen soll.



Alain Vallée
Vizepräsident Framatome – ANP
Vorsitzender CFI

DAS ITER-PROJEKT

Der ITER ist ein internationales Kooperationsprojekt für eine "Next Step" – Fusionsanlage, mit der wissenschaftlich und technologisch die Nutzbarkeit der Fusionsenergie für friedliche Zwecke nachgewiesen werden soll. Mit dem ITER sollen eine größere Energieproduktion und die grundlegenden Fusionstechnologien in einem integrierten System demonstriert werden. Es sollen integrierte Tests der wichtigsten Komponenten durchgeführt werden, die für die praktische Nutzung der Fusion als Energiequelle erforderlich sind. Der ITER ist eine Konstruktion nach dem Tokamak-Konzept und soll die erste Fusionsanlage sein, die 500 MW thermische Energie produziert, was der Leistung eines kommerziellen Kraftwerks nahe kommt.

Insgesamt werden für den Bau des ITER (einschließlich Ersatzteile, später bestellte Posten, FuE, Verwaltung und Unterstützung) Kosten in Höhe von etwa 4 570 Mio. Euro veranschlagt. Bau und Nutzung werden etwa 30 Jahre dauern, davon sind 10 Jahre für den Bau anzusetzen.

In der nachstehenden Tabelle werden die Gesamtkosten nach einzelnen Systemen/ Bauteilen aufgeschlüsselt (in %).

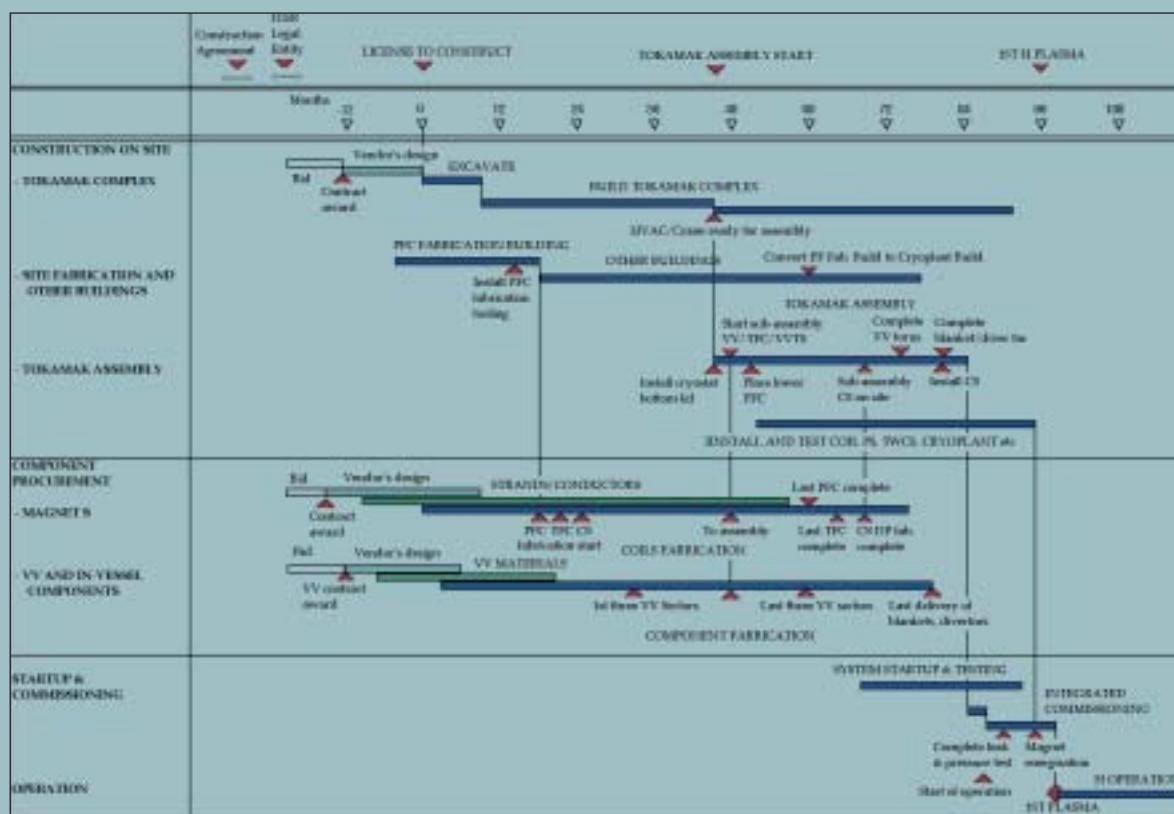
System/Bauteil	%
Magnete	29,3
Vakuumgefäß	6,0
Brutmantel	4,9
Divertor	3,2
Montage	2,7
Fernhandhabung	2,9
Kryostat	2,2
Kühlwasser	4,3
Thermische Abschirmung	0,8
Vakuum- und Nachfüllvorrichtungen	1,2
Tritium-Anlage und Detritierung	2,3
Kryoanlage und Kälteverteilung	3,0
Gepulste und konstante Energieversorgung	6,3
H&CD/Aufheizung und Stromerzeugung (Ionenzyklotron)	0,8
H&CD (Elektronenzyklotron)	2,5
H&CD (Neutralteilchenstrahl)	3,4
H&CD (untere Hybridfrequenz)	2,0
Diagnostiken	4,9
Bauten und Anlagenschema	13,2
Heißzellen und Abfallverarbeitung	0,3
Radiologische und ökologische Überwachung	0,1
Codac	3,6
Insgesamt	100,0

Der Zeitplan des Projekts geht von bestimmten Voraussetzungen aus (Standortwahl, Genehmigungsverfahren).

Das ITER-Rechtssubjekt wird nach der Ratifizierung des JIA durch die einzelnen Parteien errichtet.

Derzeit wird zwischen Euratom, Japan, Kanada und der Russischen Föderation für den ITER ein Übereinkommen zur gemeinsamen Durchführung (Joint Implementation Agreement/ JIA) ausgehandelt.

Der nachstehende Gesamtzeitplan ist in Monaten angegeben, ab dem Zeitpunkt des tatsächlichen Baubeginns des Tokamak-Gebäudes.



TECHNOLOGIEN DER FUSIONSFORSCHUNG UND -ENTWICKLUNG

Die Fusions-FuE beinhaltet eine breites Spektrum von Technologien. Das ITER-Projekt ist ein großtechnisches Unternehmen, das dem Bau eines kommerziellen Großkraftwerks entspricht. Die in großem Maßstab technischen Beiträge der Industrie werden traditionellen Hoch- und Tiefbau, Mechanik und Elektrotechnik umfassen. Die Tabelle in der Projektbeschreibung verweist auch auf die stärker spezialisierten technologischen Bereiche. Um die Anforderungen erfüllen zu können und in Vorbereitung des ITER-Baus wurden Listen europäischer Firmen bzw. Firmengruppen für 17 Technologien erstellt, die fusionsspezifisch und für den Bau eines Versuchsreaktors unerlässlich sind. Bei diesen Technologien handelt es sich um die folgenden :

Plasmatechnik

1. Hochleistungs-Hochfrequenzübertragungsleitungen (im Bereich 120-180 GHz)
2. Hochleistungs-Hochfrequenzquellen (im Bereich 5-8 GHz und 120-180 GHz)
3. Neutralstrahlenergieversorgung und Hochspannungskomponenten (in der Größenordnung von 1 MV)

Dem Plasma zugewandte Komponenten

4. Platten und Beschichtungen
5. Modelle von dem Plasma zugewandten Komponenten

Vakuumpfäß, Abschirmung und Brutmantel

6. Vakuumpfäß, Segmente von Neutronenabschirmungen und tritiumerzeugenden Brutmänteln

Supraleitende Magnete

7. Fasern
8. Leiter
9. Modellspulenwicklungen
10. Elektrizitätsversorgung

Fernhandhabungsgeräte

11. Eignungsprüfung von Normen und Werkzeugen
12. Transportvorrichtungen und Endeffektoren

Brennstoffkreislauf

13. Vakuum-Kryopumpen und mechanische Pumpen
14. Tritiumverträgliche Ventile
15. Tritiumhandhabung und Detritiierung der Raumatmosphäre

Werkstoffe für fusionsspezifische

Anwendungen

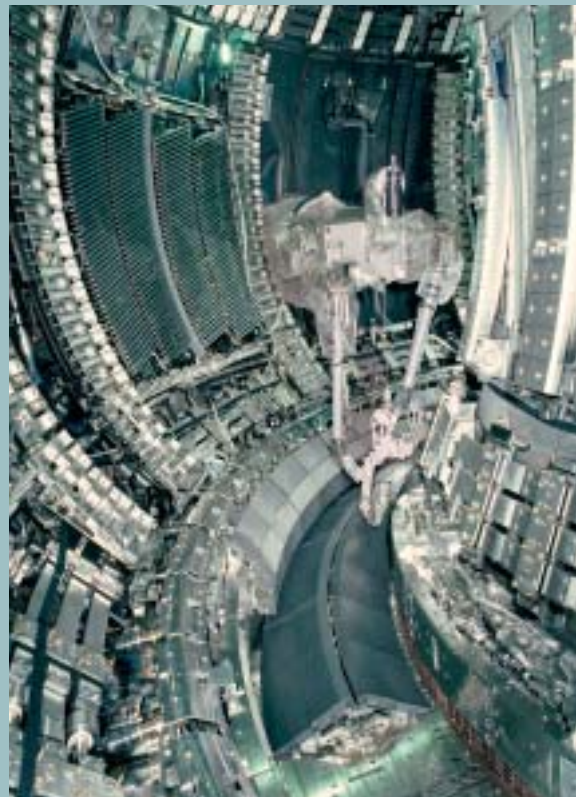
16. Strukturwerkstoffe mit niedrigem Aktivierungsgrad für die Einbauten eines Fusionsreaktorbehälters
17. Werkstoffe für tritiumerzeugende Brutmäntel einschließlich keramischer Brüter, Berylliumkügelchen und Durchdringungsbarrieren

FuE-Themen zu Brutmänteln, Werkstoffentwicklung und Konzipierung einer Anlage zur Prüfung von Fusionswerkstoffen durch Bestrahlung werden im Hinblick auf den späteren Bau des Prototyps eines Fusionskraftwerks im Rahmen des langfristigen Technologieteils des Fusionsprogramms behandelt.

ERFOLGREICHE AUSGRÜNDUNGEN AUS DER FUSIONSFORSCHUNG

Die enge Zusammenarbeit der Assoziierten der Fusionsforschung mit der Industrie bei der Lösung von Problemen im Rahmen der FuE-Programme hat zu erfolgreichen Ausgründungen in vielen Bereichen geführt, u.a.:

- Fernhandhabungssysteme
- Halbleiterherstellung
- großflächige Plasmaätzung und -abscheidung
- EUV-Lithografie
- Dünnschicht-EUV-Masken
- optische EUV-Präzisionselemente
- Röntgen-Mikrolithografie
- Elektronenstrahlgenerator (Direct-write-Modus), unter Verwendung von Nanoröhren-Elektronenfeldemittern
- Ionenimplantation
- Plasma-HDTV-Bildschirme (Plasma Display Panels)



In einigen technologischen Bereichen sind für die Nutzung der Fusionstechnik zahlreiche Beispiele zu finden :

Medizin/ Gesundheit

- Bohren von Hohlräumen mit Laserstrahlen
- Isotopentrennung in der Medizin (Laser/rf)
- „Verschweißen“ von Gewebe
- Röntgenkatheter
- kontinuierlicher Glukosemonitor
- fotoakustisches Lasersystem zur Blutgerinnselauflösung
- Bildgebung in der Zahnmedizin
- Sterilisierung von Getreide und Pasteurisierung von Milch
- bildgebende Kernspintomographie

Gepulste Energie und Energieumwandlung

- IGBT-Leistungswandler für Züge, Busse und Erdbaumaschinen
- Mikrowellen-Impuls-Radar (MIR)
- Energiegewinnung, -übertragung, -speicherung, -aufbereitung, Stoßbegrenzung, Motoren

Materialverarbeitung

- Laser-Peening
- Oberflächenmodifizierung durch Ionenstrahlen
- Mikrowellensinterung
- Plasmaunterstützte CVD-Abscheidung
- Herstellung optischer Werkstoffe
- rasches Kristallwachstum
- Laserbearbeitung

Supraleitfähigkeit

- Kernmagnetische Resonanz
- supraleitende Zyklotrone für die Isotopenherstellung und die Neutronenradiografie
- supraleitende Synchrotrone für die Röntgenlithografie
- magnetische Trennung von Materialien (z.B. Lehm)
- bildgebende Kernspintomographie

Antriebe für die Raumfahrt

- magnetoplasmadynamischer Antrieb

Abfallverarbeitung

- Plasmafackel
- Abfallverglasung
- Kryopellet-Ablation
- Isotopentrennung
- Mikrowellenspallation kontaminierter Oberflächen
- Plasmagestützter Katalysator

WEITERENTWICKLUNG DER TECHNOLOGIEN

Der mit der FuE im Bereich Fusion verbundene Technologietransfer beruht auf einer fortlaufenden Interaktion zwischen den Fusionsforschern und der Industrie. Beide Seiten profitieren davon, und sowohl die Grundlagenforschung als auch die angewandte Forschung haben zu zahlreichen Spin-off-Technologien, zu Ausgründungen und in einigen Fällen zu neuen Industriebranchen geführt.

Nachstehend werden zehn Beispiele angeführt, die nicht nur die Bandbreite der Technologien, sondern auch die breite geografische Verteilung über die am Fusionsprogramm beteiligten Staaten sowie auf große und kleine Unternehmen aufzeigen sollen.

Beispiele für erfolgreiche Ausgründungen aufgrund von FuE im Rahmen der Assoziationen

<i>Assoziierte</i>	<i>Zusammenfassung des Spin-offs</i>	<i>Anwendung außerhalb der Fusion</i>
CEA (Frankreich)	Toroidaler Pump-Limiter des Tore Supra/CIEL, entwickelt gemeinsam mit Plansee AG, Reutte, Österreich ; hier wurde die spezifische Bindung von Kohlenstoffaserverbundwerkstoff (CFC) an Kupfer genutzt	Aktiv gekühlte Hochwärmeflusskomponenten für die Raumfahrt
RISØ (Dänemark)	Entwicklung der Laserdiagnostik für Fusionsplasmen im ASDEX-Tokamak, angewendet auf CO ₂ -Lasernemometer	Anwendung: Laser-Windgeschwindigkeitsmesser für Windturbinen
CEA (Frankreich)	Herstellung der supraleitenden Kabel und der Modellspule des Tore Supra gemeinsam mit Alstom, Belfort	Anwendung in medizinischen Geräten: bildgebende Kernspintomographie
FZK (Deutschland)	Entwicklung von Gyrotrons für die Elektronenzyklotronresonanzheizung (ECRH) von Fusionsplasmen, gemeinsam mit CRPP, CEA, TEKES und NTUA	Transfer von Know-how an die europäische Industrie für industrielle Anwendungen
IPP (Deutschland)	Entwicklung zweier Computerrechenmodelle, TRIM und TRIDYN, zur Zerstörungsanalyse durch schnelle mit der Plasmagefäßwand reagierende Plasmaionen	Transfer von Know-how an die europäische Halbleiterindustrie
DCU (Irland)	Entwicklung von Diagnostiktechniken, gemeinsam mit Scientific Systems Ltd., zur Untersuchung von RF-Leistungskopplung und Plasmaphänomenen in negativen Ionenquellen	Industrielle Anwendungen, hauptsächlich in der Halbleiterfertigung
ENEA (Italien)	Anwendung diagnostischer Methoden, die für die Plasmarandphysik im RFX entwickelt wurden, auf Turbulenzstudien am Prototyp eines magnetoplasmadynamischen Antriebs	Triebwerke für Satellitenanwendungen am Centro Spazia in Pisa
ENEA (Italien)	Entwicklung von Nb ₃ Sn- und NbTi-Multifilamentsträngen für Fusionsanwendungen, gemeinsam mit Europa Metalli	Anwendungen bei LHC-Magneten (CERN) und für kernspintomographische Systeme in der Medizin
UKAEA (Vereinigtes Königreich)	Entwicklungen im Bereich der Mikroaktoren und Schaltnetzteile für die Fusion	Anwendung bei elektronischen Jacquardmaschinen, Bonas Machine Company
UKAEA (Vereinigtes Königreich)	Entwicklung von Karbonverbundwerkstoffen für Platten der ersten Wand, gemeinsam mit Dunlop Aviation, für nützliche Spin-offs in Industrieanwendungen	Industrielle Anwendungen bei Bremsen und Kupplungen in der Luftfahrt, in Zügen und im Automobilsport

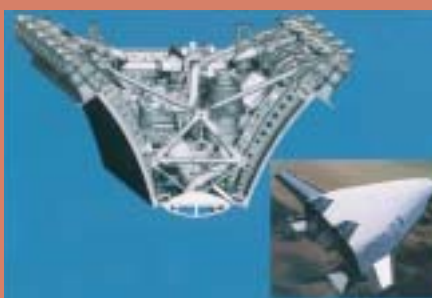
HOCHWÄRMEFLUSS- KOMPONENTEN

Das Unternehmen **Plansee AG**, Reutte (Österreich) ist in zahlreichen Technologiebereichen tätig : Pulvermetallurgie, Metallumform- und -verbindungstechnik, Refraktär-, Keramik- und Verbundwerkstoffe. In Zusammenarbeit mit dem **CEA** in Cadarache (Frankreich) hat Plansee Verfahren für die spezifische Bindung von Kohlenstoffaserverbundwerkstoff (CFC) entwickelt, die beim Pump-Limiter für den Tore Supra/CIEL eingesetzt werden. Diese Technologie ist auch bei aktiv gekühlten Hochwärmeflusskomponenten in anderen Bereichen einsetzbar.



Elektrische Kontakte:

Die Erstentwicklung des Active Metal Casting (AMC) für die Wolfram-CuCrZr-Verbindung führte zu Anwendungen bei elektrischen Hochleistungsschaltern.



Raumtransporter-Projekt (X33):

Entwicklung von Hochtemperaturwerkstoffen: CFC-Metall-Verbund durch AMC und Laserbehandlung für den Aérospike-Raketenantrieb.



Toroidaler Pump-Limiter (TPL) – Tore Supra:

- spezifische Bindung aktiv gekühlter Hochwärmeflusskomponenten: CFC-CuCrZr-Verbund durch AMC und spezielle Laserbehandlung.
- kontinuierlicher Leistungsumschlag $>10 \text{ MW/m}^2$.

Weitere Informationen erhalten Sie bei:

Guy Rey, CEA
[REY@drfccad.cea.fr]

Bertram Schedler, Plansee AG
[bertram.schedler@plansee.at]

LASER-ANEMOMETRIE ZUR LEISTUNGS- MESSUNG BEI WINDTURBINEN

Dr. René Skov Hansen und Dr. Sten Tronæs Frandsen vom **staatlichen Laboratorium Risø** (Dänemark) verwenden Technologien, die für die Plasmadiagnostik in der Fusionsforschung entwickelt wurden, beim Bau eines Anemometers zur Messung von Windgeschwindigkeiten vor Windturbinen. Das schottische Unternehmen **Ferranti Photonics Ltd.** entwickelt den Laser gemeinsam mit Risø. Zwei dänische Unternehmen, **NEG-Micon** und **WEA Engineering**, sind für die Prüfung und die Entwicklung des Kontrollsystems zuständig.

Die Abteilung Optik und Strömungslehre des Laboratoriums Risø hat ihre Erfahrung mit dem Einsatz von CO₂-Lasern bei Anemometern bei einem Fusionsprojekt erworben, bei dem die Geschwindigkeitsfelder in Plasmen gemessen wurden und eine eindeutige Verbindung zwischen dem Plasmaeinschluss und der Turbulenzintensität nachgewiesen wurde. Diese Ergebnisse werden nun für die Entwicklung neuer Technologien für Windturbinen genutzt.



Weitere Informationen
erhalten Sie bei:

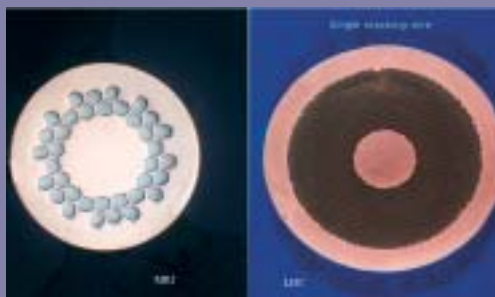
René Skov Hansen, Ph.D.
[rene.skov.hansen@risoe.dk]

SUPRALEITER FÜR DIE KERNSPINT- OMOGRAPHIE

Alstom (Frankreich) erwarb durch die Zusammenarbeit mit dem **CEA** bei der Entwicklung der Magnetsysteme für den Tore-Supra-Versuch in Cadarache Erfahrung in der Supraleiterforschung. Die Technologie, die sich auf supraleitende NbTi-Fasern stützt, wird bei der großmaßstäblichen Produktion der Stränge für Magneten in der Kernspintomografie angewendet. Letztere wird heute in vielen Großkrankenhäusern bei der Körpergewebeuntersuchung routinemäßig eingesetzt.



Supraleiterforschung (Tore Supra): NbTi-Stränge (10 000 Fasern – 23 Mikrometer Durchmesser), Herstellung in großem Maßstab (20 t 1984-86) bei kontinuierliche Kontrolle.



Einfache supraleitende NbTi-Stränge für Kernspintomografie-Magneten (36 Fasern – 40 Mikrometer Durchm.)
Komplexere Stränge für LHC-Magneten (5 000 Fasern – 6 Mikrometer Durchm.).



Alstom: großmaßstäbliche Produktion von NbTi-Strängen für die Kernspintomografie (2000 Magneten/Jahr), sowie für wissenschaftliche Großanlagen (LHC/Large Hadron Collider des CERN, 500 t NbTi) ; bessere Qualitätssicherung durch kontinuierliche Kontrolle.

Weitere Informationen
erhalten Sie bei:

Guy Rey, CEA
[REY@drfccad.cea.fr]

INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN FÜR HOCHLEISTUNGS- GYROTRONS UND MIKROWELLENQUELLEN

Im Rahmen des europäischen Fusionsprogramms hat ein Konsortium von Assoziationen (**FZK, CRPP, CEA, TEKES** und **NTUA**) beträchtliche Fachkenntnisse bei der Auslegung spezifischer leistungsstarker Mikrowellenquellen (Gyrotrons) erworben, die zur Aufheizung von Fusionsplasmen bei Elektronenzyklotron-Resonanzfrequenz verwendet werden. Diese Kenntnisse werden derzeit zur Verwendung bei der Herstellung von Gyrotron-Röhren für weitere Fusionsexperimente, z.B. Tore Supra in Cadarache, TCV in Lausanne, Wendelstein 7X in Greifswald und auch für ITER, an die europäische Industrie weitergegeben (**Thales Electron Devices**).

Neben der Anwendung in der Fusion werden die Kenntnisse im Bereich der Hochleistungsgyrotrons und Mikrowellen für Forschung und Entwicklung in der Werkstoffverarbeitung eingesetzt. Die Industrie zeigt ein immer größeres Interesse. Der wichtigste Vorteil dieser Technologie ist, dass sie eine sofortige, volumetrische und homogene Wärmequelle bietet, die für verschiedene industrielle Verfahren genutzt werden kann. Vor allem bei Werkstoffen mit einer geringen Wärmeleitfähigkeit (Pulver, Presskörper, Polymere, Glas, Verbundwerkstoffe) kann die Aufheizung durch Mikrowellen eine wesentlich geringere Verarbeitungszeit und einen geringeren Energieverbrauch gegenüber der herkömmlichen Widerstandsheizung oder Gasbeheizung bedeuten. Es gibt verschiedene Kooperationsprojekte zwischen der Industrie und dem FZK-Programm für Technologietransfer sowie innerhalb des Europäischen Rahmenprogramms.

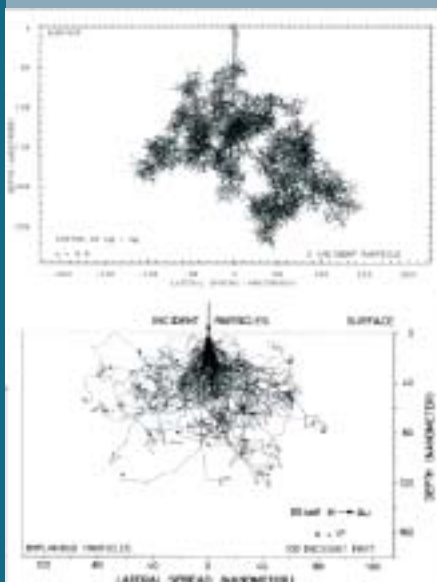


Weitere Informationen
erhalten Sie bei:

Werner Bahm, FZK
[Werner.Bahm@fusion.fzk.de]

VON DER PLASMA- WAND-WECHSELWIR- KUNG ZUR HALBLEITER- TECHNOLOGIE

Am **IPP** in Garching wurden zwei Computercodes, TRIM und TRIDYN, entwickelt, um Schäden zu untersuchen, die durch schnelle, auf die Wände des Plasmabehälters einer Fusionsanlage auftreffende Plasmaionen entstehen. Mit den Codes soll die Bahn der die Wand in einem bestimmten Winkel und mit einer bestimmten Energie durchdringenden Ionen simuliert werden. Dies geschieht durch Ermittlung des Kollisionsverhaltens der Projektile und die Beobachtung der Atome des bombardierten Festkörpers. Die gesamte Kollisionskaskade kann registriert und die Zerstäubung der Oberfläche bzw. die Reflexion der Ionen beschrieben werden. Die Eindringtiefe und der dem Material durch aufgenommene Partikel zugefügte Schaden kann so bestimmt werden. Der TRIDYN-Code berücksichtigt ferner dynamische Veränderungen bei der Zusammensetzung der Probestücke infolge des Ionenbeschusses.



Seit sie in den achtziger Jahren entwickelt wurden, sind die beiden Codes in etwa 90 Unternehmen und Einrichtungen verwendet worden, z.B. von IBM in Mainz, dem Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT) in Itzehoe und dem Laboratoire d'Analyse des Matériaux, CRP, in Luxemburg. Heute werden sie weltweit eingesetzt – in Europa, Australien, den USA und Japan. Hauptanwendungsbereich ist die Ionenimplantation, z.B. bei der Dotierung im Rahmen der Halbleiterherstellung. Dabei werden die elektronischen Eigenschaften des Halbleiters durch Aufnahme von Fremdatomen gezielt beeinflusst.

Weitere Informationen
erhalten Sie bei:

Isabella Milch, IPP
[isabella.milch@ipp.mpg.de]

NUTZUNG PLASMA- DIAGNOSTISCHER ENTWICKLUNGEN IN DER MIKROELEKTRONIK- INDUSTRIE

Scientific Systems Ltd. ist eine bedeutende, erfolgreiche Ausgründung aus der Forschung im Rahmen der irisch-europäischen Fusionsassoziation Euratom/DCU. Dr. Michael Hopkins, Aufsichtsratsvorsitzender, Direktor und Mitgründer von Scientific Systems Ltd., war zuvor Direktor eines Plasmaforschungslabors, das im Bereich der negativen Ionenstrahlquellen und der Plasmadiagnostik für Fusionsanwendungen tätig war. Er verließ das Labor 1998, um Scientific Systems Ltd. ins Leben zu rufen.

Scientific Systems stellt Hochleistungs-Plasmadiagnosesysteme, Elektrizitäts- und Impedanzmonitore, Ionenflusssonden und fortgeschrittene Langmuir-Sonden her, die in Plasmaforschungslaboratorien und mit Plasma arbeitenden Herstellern auf der ganzen Welt (u.A. in der Halbleiterindustrie und bei der Dünnschichtbeschichtung) eingesetzt werden. Die Diagnoseverfahren entsprechen denjenigen, die ursprünglich im Rahmen der Assoziation Euratom/DCU zur Untersuchung der RF-Leistungskopplung und der Plasmaphänomene in negativen Ionenquellen (zur Anwendung bei der Aufheizung des Fusionsplasmas) entwickelt wurden. Bei Scientific Systems wurde die Technologie überarbeitet, so dass sie der industriellen Anwendung (insbesondere bei der Halbleiterherstellung) standhalten kann. Die Sensoren des Unternehmens werden bei der Ausrüstungsentwicklung in der Halbleiterindustrie häufig eingesetzt und in fortgeschrittenen Produktionslinien installiert.

Scientific Systems Ltd. beschäftigt heute 60 Mitarbeiter. Das Unternehmen erhielt im Jahr 2000 den National Innovation Award des Programms der irischen Regierung zur Sensibilisierung in den Bereichen Wissenschaft, Technologie und Innovation. Bei dem erfolgreichen Beitrag, dem SmartPIM, handelt es sich um einen unmittelbar in der Produktionslinie einsetzbaren Plasmasensor, der mittels Messung kritischer Plasmamparameter Merkmale und Defekte bis zur höchsten Auflösung angeben kann.



SmartProbe™: die beste Langmuir-Sonde im Hinblick auf Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Leistung.



Ionenflusssonde (IFTM): ermöglicht die Echtzeitüberwachung der Plasmadichte.

Weitere Informationen
erhalten Sie bei:

<http://www.scisys.com>

PLASMATRIEBWERKE FÜR FORTGESCHRIT- TENE RAUMFAHRZEUGE

Die diagnostischen Methoden, die für die randphysikalischen Studien des **RFX-**Experiments in Padua entwickelt wurden, werden nun zur Untersuchung von Turbulenzen im Prototyp eines magnetoplasmadynamischen Antriebs für Satellitenanwendungen des **Centro Spazio** in Pisa eingesetzt.

Magnetoplasmadynamische Antriebe werden für Weitstrecken-Raumfahrtmissionen entwickelt. Bei hohen Stromstärken wird ein kritischer Zustand erreicht, der die Schubleistung beeinträchtigt. In der Abgasfahne des Triebwerks wurden Elektronendichte und -temperatur durch eine Anordnung von Langmuir-Sonden gemessen, die bereits beim RFX-Fusionsexperiment verwendet wurde. Die Messungen ergaben starke Fluktuationen im Zusammenhang mit dem Schubverlust. Bei der Fluktuationsanalyse, die mit den gleichen Instrumenten vorgenommen wurde, die auch bei der Gewinnung von Fusionsplasmadaten verwendet werden, wurden die wichtigsten Frequenzen und räumlichen Strukturen in Abhängigkeit von der Leistung und dem äußeren Magnetfeld aufgezeigt. Die sich hieraus ergebenden Informationen liefern den Schlüssel zum Verständnis des Ursprungs der Instabilitäten und ermöglichen so deren Eindämmung und die Wiederherstellung der Schubleistung.



Weitere Informationen
erhalten Sie bei:

Matteo Zuin, Consorzio RFX, Padova
[zuin@igi.pd.cnr.it]

FASERN FÜR SUPRALEITENDE MAGNETSYSTEME

Europa Metalli (EM) begann 1977, in enger Zusammenarbeit mit dem Labor der **ENEA** (Frascati) für Anwendungen der Supraleitfähigkeit, mit der Herstellung von NbTi-Multifilamentfasern. Die aus der damaligen Entwicklungsarbeit hervorgegangenen NbTi-Fasern sind in dem Stromleiter zu finden, der zur Herstellung einer 2m hohen 6T-Magnetspule mit einer Bohrung von 1,3m diente – dem italienischen Beitrag zur europäischen Prüfanlage SULTAN am CRPP Villigen (Schweiz), die heute noch funktioniert.

Europa Metalli war in jüngerer Vergangenheit bei internationalen Ausschreibungen zur Lieferung von NbTi-Fasern für Teilchenbeschleuniger erfolgreich. Die supraleitenden Dipole und Quadrupole des Beschleunigers DESY in Hamburg enthalten NbTi-EM-Fasern, die in den achtziger Jahren hergestellt wurden. Weiter wurden bzw. werden die Stränge im Supraleiter-Magnetsystem des Large Hadron Collider (LHC), einem Teilchenbeschleuniger, der derzeit am CERN in Genf (Schweiz) gebaut wird, und in den poloidalen Feldmagneten des ITER-Projekts verwendet. Abbildung 1 zeigt einen Querschnitt einer solchen Faser. Das erworbene Fachwissen wurde ferner zur Herstellung von NbTi-Fasern für kernspintomographische Systeme in der Medizin genutzt, bei denen die supraleitenden Filamente hochsymmetrisch verteilt sein müssen (s. Abb. 2).

Eine Steigerung der EM-Leistung bei der industriellen Fertigung von Nb₃Sn-Zinn-Innenfasern wurde im Rahmen eines Vertrags mit Euratom über etwa 4000 kg einer 0,81mm-Multifilamentfaser für das ITER-Modellspulenprogramm (s. Abb. 3) erreicht. Ein weiteres Beispiel für die Anwendung des erworbenen Know-hows ist die Herstellung von Nb₃Sn-Fasern für hohe, kritische Stromdichten für die Bildgebung durch kernmagnetische Resonanz bei hoher Feldstärke und hohen Frequenzen zum Zweck biologischer Untersuchungen.

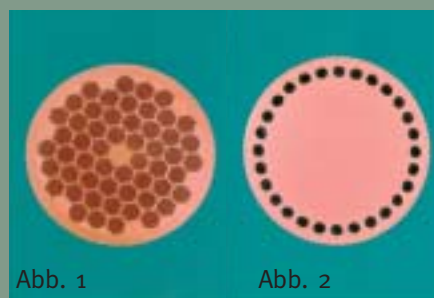


Abb. 1

Abb. 2

NbTi-Multifilament-Faser für den LHC.

NbTi-Faser für die Kernspintomographie.

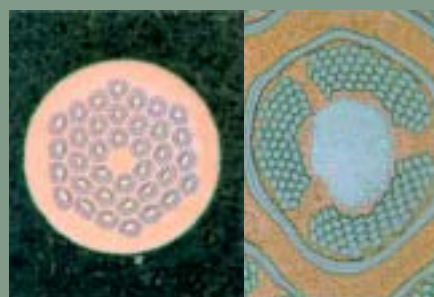


Abb. 3
Querschnitt der Nb₃Sn-Multifilament-Faser für den ITER ; links eine vergrößerte Ansicht eines der 36 Bündel des Drahtes.

Weitere Informationen
erhalten Sie bei:

Catia Melorio, ENEA
[melorio@frascati.enea.it]

VON DER FUSIONS- FORSCHUNG ZUR TECHNOLOGISCH FORTGESCHRITTENEN WEBTECHNIK



Eine Überschneidung ist bei den Technologien der Bonas Machine Company und der Fusionsforschung vor allem in Bezug auf die Anforderungen an Langlebigkeit und hohe Beanspruchung elektromechanischer Strukturen gegeben.

Die **Bonas Machine Company** gehört zu den weltweit führenden Herstellern elektronischer Jacquardmaschinen zur Anfertigung äußerst hochwertiger Stoffe und Gewebe auf der Grundlage rechnergestellter Entwürfe. 95% der von dem Unternehmen hergestellten Maschinen werden exportiert.

Aufgrund der technischen Beratung durch die fusionstechnischen Mitarbeiter der **UKAEA** konnte das Unternehmen gegenüber der Konkurrenz führend bleiben.

Dr. Norman Waterman, Aufsichtsratsvorsitzender von **Quo-Tec**, einer vor allem im Bereich fortgeschrittener Werkstoffe tätigen Beratungsfirma für Technologietransfer, brachte die UKAEA Fusion und Bonas miteinander in Kontakt. Quo-Tec hatte bereits zehn Jahre lang für Bonas gearbeitet und kannte das Unternehmen und seinen Bedarf an neuen Technologien.

Quo-Tec arbeitete an einer Durchführbarkeitsstudie zu den neuen Werkstoffen, die für die erste Wand und Divertorbauteile von Tokamaks benötigt werden. In der Diskussion mit erfahrenen Wissenschaftlern von UKAEA Fusion traten deren besondere Kenntnisse im Zusammenhang mit Mikroaktoren und der Auslegung von Schaltnetzteilen zu Tage.

Auslegungsfragen verschiedener Aktorenkonzepte wurden erörtert, um die Leistung der Jacquardmaschinen von Bonas weiter zu verbessern. Das Endergebnis der Beratung durch UKAEA Fusion ist:

- ein Mikroaktor, der die Grundlage für eine völlig neuartige Jacquardmaschine bilden könnte, wenn der Preis wichtiger Bauteile unter eine bestimmte Schwelle sinkt.

Weitere Informationen
erhalten Sie bei:

<http://www.bonas.co.uk>

[dennis.hodgson@bonas.co.uk]

☎ +44 (0)191 491 0444

KARBONVERBUND- WERKSTOFFE IN HOCHLEISTUNGS- BREMSEN

Dunlop Aviation gehört zur **Dunlop Aerospace Limited**, einem Luftfahrzeugbauunternehmen. Dunlop Aviation ist für die Auslegung und Herstellung von Rädern, Bremsen, Bremssystemen sowie Vereisungsschutzsystemen für Zivil- und Militärflugzeuge, Regional- und Geschäftsflugzeuge zuständig. Tochterunternehmen von Dunlop Aerospace Limited sind ferner: Dunlop Precision Rubber, **Dunlop Equipment** und **Serck Aviation**.

Dunlop Aviation lieferte etwa 6 t Plattenrohlinge aus kohlenstofffaserverstärktem Karbonverbundwerkstoff (C-C) für Fusionsanlagen des **JET**, der **UKAEA** und andere Projekte weltweit. Daneben hat Dunlop Aviation an von der Gemeinschaft finanzierten Arbeiten zur Entwicklung von C-C mit besseren thermischen Eigenschaften teilgenommen, womit die erwarteten Betriebsanforderungen der Fusionsanlagen der nächsten Generation erfüllt werden sollen. Der Erfolg dieser Arbeiten führte zu einer Erweiterung der Produktpalette des Unternehmens über den zentralen Bereich der Luftfahrt hinaus.

Durch die Lieferung von C-C-Platten für dem Plasma zugewandte Komponenten des Divertors und der ersten Wand von Fusionsanlagen erhöhte sich die Produktionseffizienz und die Kosten bei den Hauptprodukten des Unternehmens gingen zurück.

Dunlop Aviation stellt C-C-Werkstoffe vor allem für Flugzeugbremsscheiben her, aber auch für Reibungsanwendungen außerhalb der Luftfahrt (Eisenbahnbremsen, Bremsen und Kupplungen für die Formel 1 sowie andere Anwendungen im Automobilsport).



Seit Mitte der achtziger Jahre hat Dunlop Aviation bei der Entwicklung und Herstellung von C-C eng mit Fusionsprojekten in Europa und Nordamerika zusammengearbeitet. Hergestellt wurden Platten für Fusionsanlagen, die Ausstattung von Hochtemperaturöfen, Ofenheizungselemente und Kühlkörper für elektronische Satellitensysteme.

Diese wurden z.B. geliefert für dem Plasma zugewandte Komponenten (erste Wand, Divertor), bei denen die gleichen Eigenschaften gegeben sein müssen wie bei Reibungsmaterialien für Flugzeuge: Übertragung hoher Wärmeflüsse, und eine Festigkeit, die auch bei hohen Temperaturen und geringer Dichte beständig ist.

Weitere Informationen
erhalten Sie bei:

<http://www.dunlop-aviation.co.uk>
[david.johnson@dunlop-aviation.co.uk]

+44 (0)24 7666 6655 / 2136

LEBENSWEGE (“PEOPLE SPIN-OFFS”)

Wie die Ausgründungen zeigen, ist der Technologietransfer von der Fusionsforschung in die Industrie ein fortlaufender Prozess. Es gibt noch einen anderen Aspekt des Wissenstransfers, der für die Industrie ebenfalls großen Nutzen bringt : man könnte ihn als “People Spin-off” bezeichnen. Die Herausforderungen und der interdisziplinäre Charakter der Forschung im Bereich der Fusion erfordern Kenntnisse in Physik, Ingenieurwesen, Mathematik, Werkstoffwissenschaften und anderen Bereichen. Die Fusion hat sich als ideale Basis für Unternehmer im Bereich des Ingenieurwesens erwiesen und ist eine Quelle hochqualifizierter Mitarbeiter und Studenten, von denen viele sie bereits als Sprungbrett für erfolgreiche Karrieren in anderen Bereichen nutzten.

Nachstehend zwei typische Beispiele für “People Spin-offs”:

Professor Christopher Bishop, Assistant Director, Microsoft Europäisches Forschungszentrum

Das Interesse Chris Bishops an neuronalen Netzen wurde während der Entwicklung des Kreislauf-Echtzeitkontrollsystems für das Fusionsexperiment des COMPASS-D (compact assembly)-Tokamaks geweckt. “Es handelte sich um einen bedeutenden Fortschritt bei der Kontrolle des Plasmas, und um einen entscheidenden Zeitpunkt in meiner Karriere.”

Nach acht Jahren als theoretischer Physiker in Culham ging Chris zur UKAEA Harwell, um sich auf



Professor Christopher Bishop:
“Die künstliche Intelligenz bietet unglaubliche Möglichkeiten. Hier bei Microsoft nutzen wir sie zum Beispiel zur Konstruktion dreidimensionaler Modelle virtueller Realität aus digitalen Fotografien.“

seinem Interessengebiet der künstlichen Intelligenz weiterzubilden, bevor er einen Lehrstuhl für Computerwissenschaften an der Universität Aston (Fachbereich Computerwissenschaften und angewandte Mathematik) übernahm und die Forschungsgruppe für neuronale Informatik ins Leben rief. Nach einem sechsmonatigen Forschungsurlaub am Isaac-Newton-Institut in Cambridge wurde er zum Assistant Director der Forschungsabteilung von Microsoft ernannt. In der gleichen Woche wurde er außerdem zum Professor für Computerwissenschaften an der Universität Edinburgh berufen.

Seine Aufgaben bei Microsoft umfassen das Management der Forscherteams und die Beziehungen zu den Wissenschaftlern an den Hochschulen, ferner die Grundlagenforschung. Kommunikationsfähigkeit ist hier eine wesentliche Voraussetzung, und Chris verweist auf seine Zeit in Culham, wo er solche Fähigkeiten erwerben konnte. “Ich hatte ein neues Modell für lokalisierte Separatrix-Modi bei Tokamaks entwickelt. Dies erregte beträchtliches Aufsehen und gab mir die Gelegenheit, meine Fähigkeit zur Darstellung in der Öffentlichkeit in zahlreichen Vorträgen auf internationalen Konferenzen und in Forschungslaboratorien zu üben.“

Sie denken jetzt vielleicht, dass es Chris Bishop als Physiker schwer fallen dürfte, Teams von Computerwissenschaftlern zu führen. “In Culham erwarb ich ausgezeichnete Grundlagen in Linearmathematik sowie Differential- und Integralrechnung, die für das maschinelle Lernen von unschätzbarem Nutzen waren. Aufgrund dieses etwas unüblichen Wegs zur Computerforschung habe ich nun einen Gesamtüberblick und eine Erfahrung, über die ein reiner Computerwissenschaftler häufig nicht verfügt.”

Emanuela Ciattaglia, Maschinenbauingenieurin, Oxford Instruments Superconductivity

Emanuela schloss ihr Maschinenbaustudium an der Universität Rom (Tor Vergata) im Oktober 2000 ab. Zu ihrem Abschlussprojekt gehörte auch ein Aufenthalt am Culham Science Centre, während dessen sie einem Team angehörte, das an einem Auslegungsproblem der MAST-Magnetspule arbeitete. "Zu diesem Zeitpunkt wusste ich nur wenig über die elektromagnetische Auslegung und die Konstruktion von Magneten, aber ich stellte bald fest, dass man in Culham schnell lernen muss. Man wird ermutigt, weiter zu gehen als die unmittelbaren mechanischen und elektromagnetischen Analysen. Nur so kann man die Probleme verstehen." Nach einigen vorbereitenden theoretischen Arbeiten entwickelte Emanuela einen Prototyp für ein Solenoid-Design, der bei den Testläufen erfolgreich war.

Aufgrund ihrer Tätigkeit in Culham konnte Emanuela eine Stelle als Forscherin bei Oxford Instruments Superconductivity antreten, einer der weltweit führenden Hersteller supraleitender Magnete und Niedrigtemperatur-Kühlsysteme für wissenschaftliche Einrichtungen und die Industrie.

Emanuela war nur wenig mehr als ein Jahr in Culham, sie ist jedoch der Ansicht, dass sich positive Auswirkungen dieses Aufenthalts bereits zeigen. "In Culham konnten wir Strukturanalysen bis zur n-ten Ebene durchführen und theoretische Vorhersagen mit konkreten

Testergebnissen vergleichen. Diese demonstrierten einerseits die Zuverlässigkeit der Modelle, zeigten aber auch Wege auf, wie wir sie verbessern konnten. So erhält man, auch aufgrund der Tatsache, dass man alle Aspekte eines Projekts von Anfang bis Ende verfolgen kann, einen Gesamtüberblick, was bei der Arbeit an einem einzelnen Aspekt eines industriellen Großprojekts nicht unbedingt der Fall ist."



Emanuela Ciattaglia : "Die Arbeit an der Magnetspule des Mega Amp Spherical Tokamak (MAST) in Culham hat mir Kenntnisse über Auslegung, Prototypentwicklung und Herstellung vermittelt, die frischgebackene Hochschulabsolventen nicht häufig erwerben können".

REFERENZMATERIAL UND ZUSATZ- INFORMATIONEN

Europäisches Fusionsprogramm

Informationen zu Ausgründungen aus dem Europäischen Fusionsprogramm erhalten Sie von:

Steven Booth

Europäische Kommission

Generaldirektion Forschung

RTD.J.5

B-1049 Brüssel

Büro: MO75 4/62

Tel: +(32-2) 296 35 48 Fax: +(32-2) 299 22 45

steven.booth@cec.eu.int

Allgemeine Informationen zum Europäischen Fusionsprogramm können von der Webseite der Europäischen Kommission zur Energieforschung abgerufen werden:

http://europa.eu.int/comm/research/energy/index_en.html

Die Webseite enthält Links zu weitergehenden Informationen über das Europäische Fusionsprogramm und die Fusionsforschung generell, z.B.:

CORDIS (Community Research and Development Information Service)

CORDIS ist ein kostenloser Dienst im Rahmen des Programms der Europäischen Kommission für Innovation und KMUs. CORDIS bietet Zugang zu einem breiten Spektrum von Informationen über die EU-Forschungs- und Innovationstätigkeiten.

Europäische Kommission

Die Mittel der Europäischen Kommission für die Fusionsforschung werden von der Generaldirektion Forschung verwaltet.

European Fusion Development Agreement (EFDA)

Im Rahmen des EFDA werden Forschung und Entwicklung im Bereich der Fusionstechnologie überwacht, die europäische Beteiligung an internationalen Kooperationsprojekten wie dem ITER sowie die wissenschaftliche Nutzung der JET-Anlagen. Für den Betrieb der JET-Anlagen ist die Assoziation Euratom-UKAEA zuständig.

ITER

Der ITER ist ein internationales Kooperationsprojekt, in dessen Rahmen die EU, Japan, Kanada und Russland an der Auslegung des Next Step-Fusionsexperiments arbeiten.

Geistige Eigentumsrechte (IPR)

Die geistigen Eigentumsrechte spielen bei der Nutzung potenzieller Spin-off-Technologien eine große Rolle. Es wurde ein IPR-Helpdesk eingerichtet, um das Bewusstsein der europäischen Forschergemeinschaft für diese Fragen zu schärfen. Forscher, die derzeit an von der Gemeinschaft finanzierten Forschungsarbeiten teilnehmen oder in Zukunft möglicherweise daran teilnehmen wollen, können sich an das Helpdesk – eine erste Kontaktstelle für diese Fragen – wenden: <http://www.ipr-helpdesk.org>



EUR 20229 – Fusionsenergie – im Zeichen des Fortschritts

Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften

2003 – 28 S. – 21 x 29,7 cm

ISBN 92-894-4721-4

Venta • Saleg • Verkauf • Πωλήσεις • Sales • Vente • Vendita • Verkoop • Venda • Myynti • Försäljning

http://publications.eu.int/general/de/salesagents_de.htm

BELGIË/BELGIUM

Jean De Lannoy
Avenue de Rio 202/Koningstraat 202
B-1190 Brussels/Brüssel
Tel. (32-2) 830 43 99
Fax (32-2) 830 44 41
E-mail: jean.de.lannoy@infoboard.be
URL: <http://www.jean-de-lannoy.be>

**La Biennale européenne
De Europese Boekbeurs**
Rue de la Loi 144/Wetstraat 144
B-1040 Brussels/Brüssel
Tel. (32-2) 295 28 39
Fax (32-2) 295 08 83
E-mail: eab@biennale.be
URL: <http://www.biennale.be>

Maison belge/Delghech Staatsbed
Rue de Louvain 40-42/Louveningsing 40-42
B-1000 Brussels/Brüssel
Tel. (32-2) 552 22 11
Fax (32-2) 511 01 84
E-mail: eva@delghech.be

DANMARK

J. H. Schultz Information AS
Hortshøjvej 12
DK-2625 Albertslund
Tel. (45) 02 03 23 00
Fax (45) 43 63 19 99
E-mail: schultz@schultz.dk
URL: <http://www.schultz.dk>

DEUTSCHLAND

Bundesanzeiger Verlag GmbH
Vertriebsabteilung
Amalienauer Straße 182
D-80376 Köln
Tel. (49-221) 67 80 60
Fax (49-221) 67 80 79
E-mail: vertrieb@bundesanzeiger.de
URL: <http://www.bundesanzeiger.de>

EMMALA/EGYPT

G. C. Delforoadakis SA
International Bookstore
Pangloss Avenue 17
GR-10561 Athens
Tel. (30-1) 331 41 801/3345
Fax (30-1) 325 64 92
E-mail: delforoadakis@book.gr
URL: <http://www.delforoadakis.gr>

ESPAÑA

Boletín Oficial del Estado
Teléfono: 27
E-28071 Madrid
Tel. (34) 915 38 21 11 (Madrid)
Tel. (34) 915 38 21 15 (Barcelona)
Fax (34) 915 38 21 21 (Madrid)
Tel. (34) 915 38 21 14 (Barcelona)
E-mail: boe@boe.es
URL: <http://www.boe.es>

Mendi Press Lirios, SA
Calle 37
E-28021 Madrid
Tel. (34) 914 36 37 08
Fax (34) 915 75 30 08
E-mail: mendi@mendi.es
URL: <http://www.mendi.es>

FRANCE

Journal officiel
Service des publications des CE
26, rue Drouot
F-75277 Paris Cedex 15
Tel. (33) 140 58 77 51
Fax (33) 140 58 77 00
E-mail: europublications@journal-officiel.gouv.fr
URL: <http://www.journal-officiel.gouv.fr>

IRELAND

Alan Harris's Bookshop
270 Lower Rathfarnham Road
Dublin 6
Tel. (353-1) 408 73 08
Fax (353-1) 408 67 28
E-mail: alan@alan.co.uk

ITALIA

Licosa SpA
Via Dante di Calabria, 1/1
Casella postale 382
I-80125 Firenze
Tel. (39) 55 84 83 1
Fax (39) 55 84 12 57
E-mail: licosa@licosa.com
URL: <http://www.licosa.com>

LUXEMBOURG

Messagerie du livre SARL
S. rue Raffin
L-1911 Luxembourg
Tel. (352) 46 10 20
Fax (352) 48 08 81
E-mail: ml@ml.lu
URL: <http://www.ml.lu>

NEDERLAND

SDU Servicecentrum Uitgevers
Christoffel Plantijnstraat 2
Postbus 20014
2500 EA Den Haag
Tel. (31-70) 378 88 80
Fax (31-70) 378 87 83
E-mail: sdu@sdu.nl
URL: <http://www.sdu.nl>

PORTUGAL

Distribuidora de Livros Bertrand Lda
Eduardo Bertrand, SA
Rua das Terras das Várzea, 4-A
Apartado 00027
P-2700 Alameda
Tel. (351) 214 86 67 87
Fax (351) 214 86 08 55
E-mail: sbs@tp.pt

República Nacional-Casa de Rueda, SA

Sector de Publicaciones Oficiales
Rua da Escola Politécnica, 132
P-1250-100 Lisboa Cedex
Tel. (351) 213 88 07 00
Fax (351) 213 88 07 50
E-mail: rnc@rnc.pt
URL: <http://www.rnc.pt>

SUOMI/FINLAND

**Alakansien Kirjakauppi/
Akademiska Bokhandeln**
Keskuskatu 1/De Geerijärvi 1
PL/PO 108
FIN-00101 Helsinki/Helsingfors
Puh. (358-9) 121 44 10
F.aks. (358-9) 121 44 36
Sähköposti: ap@alakansien.com
URL: <http://www.alakansien.com>

SVERIGE

BT/AB
Trälånggatan 11-13
S-201 82 Lund
Tel. (46-40) 18 00 00
Fax (46-40) 30 78 47
E-post: bt@bt.se
URL: <http://www.bt.se>

UNITED KINGDOM

The Stationery Office Ltd
Customer Services
PO Box 29
Northwick Road, LBN
Tel. (44) 870 80 95-922
Fax (44) 870 80 95-933
E-mail: book.orders@tso.co.uk
URL: <http://www.tso.co.uk>

ISLAND

Bokabod Larsen Bókafé
Skólavörðung, 2
IS-101 Reykjavík
Tel. (354) 592 95 45
Fax (354) 592 55 60
E-mail: bokabod@larsen.is

IC-REPUBBLICA SVIZZERA

Euro Info Center Schweiz
c/o OSECO Business Network Switzerland
Stämpfenbühlstrasse 69
CH-4800 Zollikon
Tel. (41) 81 365 53 15
Fax (41) 81 365 54 11
E-mail: euro@oseco.ch
URL: <http://www.oseco.ch/euro>

MA, DANIA

Europaea Euromedia Ltd
St. Ivo Vitosha
BG-1000 Sofia
Tel. (359-2) 960 37 99
Fax (359-2) 960 42 30
E-mail: Milano@euromedia.bg
URL: <http://www.euromedia.bg>

CYPRUS

Cyprus Chamber of Commerce and Industry
PO Box 21455
CY-1508 Nicosia
Tel. (357-2) 88 93 82
Fax (357-2) 88 10 44
E-mail: secret@cci.org.cy

EGYPT

Egypti Kaupunkien Tiedustusto
(Egyptian Chamber of Commerce and Industry)
Toussouk 17
EE-10180 Tallinn
Tel. (372) 648 32 44
Fax (372) 648 32 48
E-mail: egypt@koda.ee
URL: <http://www.koda.ee>

HRVATSKA

Mediateka Ltd
Pavla Hatva 1
HR-1000 Zagreb
Tel. (385-1) 451 94 11
Fax (385-1) 451 94 11

HUNGARY/HUNGARIEN

Euro Info Service
Szt. István ut. 12
H-1051 Budapest
Tel. (36-1) 320 21 73
Fax (36-1) 340 20 53
E-mail: euroinfo@euroinfo.hu
URL: <http://www.euroinfo.hu>

MALTA

Miller Distributors Ltd
Malta International Airport
PO Box 25
Luqa LQA 05
Tel. (356) 44 88
Fax (356) 87 82 88
E-mail: pm@mlm.com

NORGE

Swets Blackwell AS
Hans Nielsen Hauges gt. 39
Boks 4901 Nydalen
N-0403 Oslo
Tel. (47) 23 40 00 00
Fax (47) 23 40 00 01
E-mail: info@swetsblackwell.com
URL: <http://www.swetsblackwell.com/no>

POLSKA

Asa Polska
Krzakowicka Poczta/ul. 7
Sk. pocztowa 1901
PL-00-990 Warszawa
Tel. (48-22) 826 13 31
Fax (48-22) 826 62 40
E-mail: books119@asapolska.com.pl

ROMANIA

Euromedia
Str. Clujului Lupa nr. 65, sector 1
RO-70154 Bucuresti
Tel. (40-21) 775 44 03
Fax (40-21) 272 96 48
E-mail: euromedia@realcity.com

SLOVAKIA

Centrum VTI SR
Národná tiskárňa, 18
SK-81023 Bratislava
Tel. (421-7) 54 41 83 54
Fax (421-7) 54 41 83 54
E-mail: euro@vti.sk
URL: <http://www.vti.sk>

SLOVENIA

GV Založba
Dunajska cesta 8
SLO-1000 Ljubljana
Tel. (386) 613 89 1894
Fax (386) 613 89 1895
E-mail: euro@gvzlozba.si
URL: <http://www.gvzlozba.si>

TURKEY

Dunya Intertel AS
130. 19. Mahalle/Asa 30440
TR-80550 Baglari-Katranbulu
Tel. (90-212) 529 40 08
Fax (90-212) 629 88 27
E-mail: duniainfo@dunya.com

ARGENTINA

World Publications SA
Av. Corrientes 1977
C1100 AAA Buenos Aires
Tel. (54-11) 48 15 81 56
Fax (54-11) 48 15 81 56
E-mail: wpsa@wpsa.com.ar
URL: <http://www.wpsa.com.ar>

AUSTRALIA

Hunter Publications
PO Box 404
Abbotsford, Victoria 3067
Tel. (61-3) 94 17 53 61
Fax (61-3) 94 17 51 54
E-mail: jpk@hunter.com.au

BRÉSIL

Livraria Carões
Rua Bittencourt da Silva, 12 C
CEP
22043-900 Rio de Janeiro
Tel. (55-21) 262 47 70
Fax (55-21) 262 47 70
E-mail: livraria.caroes@lcc.com.br
URL: <http://www.lcc.com.br>

CANADA

Les éditions La Liberté Inc.
3820, chemin Ste-Anne-Foy
Ste-Anne-Foy, Québec (11X) 3W6
Tel. (1-418) 656 20 63
Fax (1-418) 657 54 49
E-mail: liberte@mediasoci.ca

Renoir Publishing Co. Ltd

5300 Chemin Carleton Road, Unit 1
Oshawa, Ontario K1J 5J3
Tel. (1-416) 745 28 85
Fax (1-416) 745 78 60
E-mail: order.dsp@renoirbooks.com
URL: <http://www.renoirbooks.com>

EGYPT

The Middle East Observer
41 Sherif Street
Cairo
Tel. (20-2) 382 09 18
Fax (20-2) 382 87 32
E-mail: enquiry@meobserver.com
URL: <http://www.meobserver.com/eg>

MALAYSIA

EBEC Malaysia
Suite 48, Level 48
Plaza MDP (Lobby Bca 45)
8 Jalan Yap Kwan Seng
50450 Kuala Lumpur
Tel. (60-3) 21 62 90 98
Fax (60-3) 21 62 01 98
E-mail: ebec@tm.net.my

MEXICO

Grupo Prensa México, SA de CV
Rio Pánuco, 141
Colonia Cuauhtémoc
MX-06500 México, DF
Tel. (52-5) 533 96 58
Fax (52-5) 514 87 98
E-mail: 1151452361@compuserve.com

SOUTH AFRICA

Bookseller of Commerce in South Africa
PO Box 781736
2146 Sandton
Tel. (27-11) 694 38 52
Fax (27-11) 693 58 73
E-mail: info@bookseller.co.za

SOUTH KOREA

The European Union Chamber of Commerce in Korea
5th Fl. The Zella Hotel
250, Jungang-dong 2 Ga, Chung-Ku
Seoul 108-382
Tel. (82-2) 22 53-903/4
Fax (82-2) 22 53-903/6
E-mail: euca@euca.co.kr
URL: <http://www.euca.org>

SRI LANKA

EBEC Sri Lanka
Trio Asia Hotel
115, Sri Chattergalan
A. Gardner Mawatha
Colombo 2
Tel. (94-11) 074 11 58 76
Fax (94-11) 04 87 79
E-mail: ebec@srilanka.lk

TAIWAN

Taiwan Information Inc
PO Box 81-408
101 Taipei
Tel. (886-2) 87 12 88 90
Fax (886-2) 87 12 47 47
E-mail: taiinfo@ms21.net.tw

UNITED STATES OF AMERICA

Berns Associates
4811-C Assembly Drive
Lanham MD 20706-4391
Tel. (1-800) 274-44 47 (toll free telephone)
Fax (1-800) 866-38 80 (toll free fax)
E-mail: query@berns.com
URL: <http://www.berns.com>

ANDRÉ LAMBERT

OTHER COUNTRIES
AUTRES PAYS
Bitte wenden Sie sich an ein Büro Ihrer
Welt/Please contact the sales office of
your choice/Indiquez nous adresser au
bureau de vente de votre choix
Office for Official Publications of the European
Communities
2, rue Mersch
L-0985 Luxembourg
Tel. (352) 20 28-4265
Fax (352) 20 28-4275
E-mail: info@office-publications.eu.int
URL: <http://publications.eu.int>



Amt für Veröffentlichungen

Publications.eu.int