

15.10.87

EG - Fz - K - U - W1

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Vorschlag einer Verordnung des Rates zur Annahme eines
Forschungs- und Ausbildungsprogramms auf dem Gebiet der
kontrollierten Kernfusion

Vorschlag für einen Beschluß des Rates zur Billigung der
Änderung der Satzung des Joint European Torus (JET).
Joint Undertaking

Bericht der Kommission an den Rat und das Europäische
Parlament über "Umweltverträglichkeit und wirtschaft-
liche Aussichten der Kernfusion"

KOM(87) 302 endg.; Ratsdok. 8240/87

Zugeleitet vom Bundesminister für Wirtschaft gemäß Artikel 2 des Gesetzes vom 19. Dezember 1986 zur Einheitlichen Europäischen Akte vom 28. Februar 1986.

Die Vorlage ist mit Schreiben des Herrn Präsidenten der Kommission der Europäischen Gemeinschaften vom 28.08.1987 dem Herrn Präsidenten des Rates der Europäischen Gemeinschaften übermittelt worden.

Das Europäische Parlament und der Wirtschafts- und Sozialausschuß werden an den Beratungen beteiligt.

Die Kommission strebt eine möglichst baldige Beschlußfassung durch den Rat an.

INHALTSVERZEICHNISFUSIONSPROGRAMM 1987-1991

	S.
A) ERLÄUTERUNG	3
Anhang : Überprüfung der wissenschaftlichen und technischen Ergebnisse 1984-1986 im Rahmen des Europäischen Fusionsprogramms	20
B) VORSCHLAG FÜR EINE VERORDNUNG DES RATES zur Annahme eines Forschungs- und Ausbildungsprogramms (1987-1991) auf dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion	41
C) FINANZBOGEN	49
D) STELLUNGNAHME DES WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN AUSSCHUSSES STELLUNGNAHME DES BERATENDEN AUSSCHUSSES FÜR DAS PROGRAMM FUSION	66

A) ERLÄUTERUNG

I. BEGRÜNDUNG

In Artikel 3 seines Beschlusses⁽¹⁾ vom 12. März 1985 zur Festlegung eines Forschungs- und Ausbildungsprogramms auf dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion (1985 bis 1989) führte der Ministerrat aus:

"Während des zweiten Jahres wird das Programm überprüft. Die Kommission wird anhand des Ergebnisses dieser Überprüfung dem Rat einen Vorschlag zur Änderung des Programms unterbreiten, der darauf abzielt, das derzeitige Programm durch ein neues Fünfjahresprogramm - Jahr 1987 abzulösen."

Die Kommission legt dem Rat nachstehend einen Vorschlag für ein neues Fünfjahresprogramm für den Zeitraum 1987 bis 1991 vor. Die Überprüfung der laufenden Arbeiten, die dem Vorschlag zugrundeliegt, ist in dem Anhang zur Erläuterung enthalten.

Parallel zu diesem Programm-vorschlag legt die Kommission dem Rat auch einen Vorschlag zur Verlängerung der Dauer des Gemeinsamen Unternehmens JET bis Ende 1992 vor (s. Abschnitt V).

[Die beiden Vorschläge sind in programmatischer und finanzieller Hinsicht mit dem Beschluss über ein gemeinschaftliches Rahmenprogramm im Bereich der Forschung und technologischen Entwicklung (1987 bis 1991) abgestimmt, der vom Rat am⁽²⁾ angenommen wurde.]

(1) ABl. L 83 vom 25.3.1985

(2) ABl. vom

II. DIE FUSION ALS GEMEINSCHAFTSPROGRAMM

Entsprechend den wiederholten Ratsbeschlüssen ist das "Fusionsprogramm der Gemeinschaft ein langfristiges Zusammenarbeitsprojekt, das sämtliche Arbeiten umfasst, die auf dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion in den Mitgliedstaaten durchgeführt werden. Es soll zu gegebener Zeit zum gemeinsamen Bau von Prototyp-Reaktoren im Hinblick auf ihre serienmässige Herstellung und Vermarktung führen."

Das langfristige Potential der Fusion, nämlich einen neuen Weg für die Stromerzeugung zu öffnen, der nur mässige Auswirkungen auf die Umwelt hat und bei dem Brennstoffe verwendet werden, die praktisch unerschöpflich sind, rechtfertigt ihre zügige Weiterentwicklung ungeachtet der kurzfristigen Ölpreisschwankungen. Die Fusion könnte einen wesentlichen Beitrag zur Verringerung der wirtschaftlichen, ökologischen und politischen Verwundbarkeit Europas im nächsten Jahrhundert leisten.

Die Fusion hat bereits heute einen bedeutenden hochtechnologischen Gehalt: JET, die in den assoziierten Laboratorien im Bau oder in Betrieb befindlichen spezialisierten Anlagen und die NET-orientierte Komponentenentwicklung sind schon an sich eine Demonstration der Hochtechnologie mit Spin-offs (insbesondere auf dem Gebiet der supra-leitenden Magnettechnologie, Robotik und Hochleistungsmikrowellensysteme) zum Nutzen anderer Branchen der Wissenschaft und der europäischen Industrie. Die Rolle der Industrie dürfte erheblich an Bedeutung gewinnen, sobald NET in die Phase des technischen Entwurfs eintritt.

Die Hauptgründe für die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Fusion auf Gemeinschaftsebene sind:

- das Ausmass der erforderlichen personellen und finanziellen Mittel, das nahelegt, dass eine derartige Entwicklung wohl kaum auf einzelstaatlicher Ebene durchgeführt werden könnte;

- die langen Laufzeiten der Arbeiten (bis ins nächste Jahrhundert hinein), die bis zum Bau des Reaktors erforderlich sind;
- ein allen Mitgliedstaaten gemeinsamer kollektiver Bedarf;
- die Realisierung eines europäischen Marktes für europäische Industrien auf dem Gebiet der Hochtechnologie;
- im Falle eines Erfolgs, die Öffnung eines gemeinschaftsweiter Marktes für den europäischen Reaktor;
- die Existenz eines potentiellen Partners vergleichbarer Grösse für die drei anderen Fusionsprogramme und damit die Förderung der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Fusion;
- die Qualität des europäischen Forschungsprogramms, dessen führende Position weltweit anerkannt wird und an dem Schweden und die Schweiz voll beteiligt sind.

Die Fusion ist also im Einklang mit den gemeinschaftlichen F und E Programmen eigenen Kriterien.

III. ZIELSETZUNGEN DES FUSIONSPROGRAMMS 1987-1991

Der Weg zu Fusionsreaktoren für die Stromerzeugung kann schematisch und etwas willkürlich in drei Stadien gegliedert werden: Demonstration der wissenschaftlichen Durchführbarkeit, der technologischen Durchführbarkeit und schliesslich der wirtschaftlichen Durchführbarkeit. Zur Zeit befinden wir uns mit JET, den mittelgrossen Tokamaks und ihren ausländischen Entsprechungen noch weitgehend im wissenschaftlichen Stadium. Der Next European Torus (NET), der sich jetzt in der Vorentwurfsphase befindet, wird zur Zeit als eine Anlage konzipiert, die in einer ersten Phase die wissenschaftliche Machbarkeit der Fusion voll bestätigen und sich in einer zweiten Phase mit dem Problem der technologischen Durchführbarkeit befassen sollte.

Innerhalb der Strategie des Europäischen Fusionsprogramms (JET und die anderen Tokamaks - NET - DEMONSTRATIONSREAKTOR) sind die Hauptziele des Fusionsprogramms 1987-1991:

- die Erarbeitung der physikalischen und technologischen Grundlagen für den Detailentwurf von NET; auf dem Gebiet der Physik und der Plasmatechnik bedingt dies die volle Nutzung von JET und mehrere mittelgrosser spezialisierter Tokamaks, die sich bereits im Betrieb oder im Bau befinden, und auf dem Gebiet der Technologie die Stärkung des Technologieprogramms;

- Beginn des Detailentwurfs von NET vor dem Ende der Programmperiode, wenn zu diesem Zeitpunkt die notwendigen Datenbasen vorhanden sind;
- Erkundung des Reaktorpotentials einiger alternativer Baureihen (hauptsächlich Stellarator und Pinch mit umgekehrtem Feld).

Der Programmvorschlag wurde unter Mitwirkung der genannten Fusionsgemeinschaft durch das vom Beratenden Ausschuss für das Programm Fusion (BAPF) und vom JET-Rat für JET eingesetzte System der paritätischen Bewertungsgruppen ausgearbeitet.

IV. DERZEITIGE LAGE

Das Europäische Fusionsprogramm hat es vermocht, sich auf die vielversprechendste Linie, den toroidalen magnetischen Einschluss, zu konzentrieren, und dabei noch die notwendige Breite beizubehalten. Die technischen Ergebnisse stellen Europa weltweit an die vorderste Front der magnetischen Fusionsforschung:

- JET ist das führende Fusionsexperiment in der Welt; es erreichte die ursprünglichen Ziele im Grundleistungsbereich rechtzeitig und im Rahmen der Haushaltsmittel, und der Ausbau auf den Vollleistungsbereich ist im Gange; in den ersten Jahren des Betriebs (seit 1983) hat es schon einen grossen Schritt auf dem Wege zur Demonstration der wissenschaftlichen Durchführbarkeit der Fusion zurückgelegt: dabei wurde bereits eine nicht unbedeutende Zahl von Fusionsreaktionen in Deuterium produziert.
- Die mittelgrossen europäischen Tokamaks tragen durch Experimente mit verschiedenen Konfigurationen, durch Erforschung neuer Heizverfahren und Entwicklung neuer Messgeräte und -methoden massgeblich zum Fortschritt der Fusion und zum künftigen Erfolg von JET bei.
- Europa ist auch führend in den Forschungsarbeiten über Stellaratoren und Pinche mit umgekehrtem Feld, die alternative Konfigurationen zum Tokamak darstellen.

- Die europäische Industrie hat all diese Anlagen gebaut (beispielsweise wurden kostenmässig mehr als 98% der JET-Verträge innerhalb Europas vergeben) und wurde bereits mit einigen langfristigen fortgeschrittenen Entwicklungsarbeiten betraut. Ihre Beteiligung dürfte in qualitativer und quantitativer Hinsicht sprunghaft ansteigen sobald ein Beschluss über den Beginn des technischen Entwurfs von NET getroffen wird.
- NET befindet sich zur Zeit in der Vorentwurfsphase. Die wichtigsten Leistungsspezifikationen wurden vorläufig ausgewählt und führten zu einem kohärenten Satz von Parametern, die jetzt zwecks weiterer Optimierung und als Leitlinien des Technologieprogramms benutzt werden.
- Der Ordnungsgemässe Aufbau des Technologieprogramms ist ein wichtiges Ergebnis der letzten Jahre. Der grösste Teil der Arbeiten ist auf NET ausgerichtet, doch gibt es auch langfristig ausgerichtete Tätigkeiten. Die Arbeiten konzentrieren sich auf die Gebiete der supraleitenden Magnete, Tritium, Brutmantel, Fernbedienung, Werkstoffe, Sicherheit und Umwelt.

Neben der magnetischen Fusion wird Föhlung auf dem Gebiet der Laser-Fusion gehalten und die muon-katalysierte Fusion verfolgt.

Das Gemeinschaftskonzept ermöglichte die Schaffung des Gemeinsamen Unternehmens JET (1978) sowie des NET-Teams (1983) und die Durchführung einer intensiven Mobilität des wissenschaftlichen Personals zwischen den Fusionslaboratorien. Die meisten Assoziationen führen Arbeiten für andere Assoziationen durch, und alle arbeiten für JET und für NET durch verschiedene Arten von Verträgen und Abkommen. Das Europäische Fusionsprogramm hat erfolgreich eine echte wissenschaftliche und technische Gemeinschaft grosser und kleiner Laboratorien gebildet, die Neuankömmlinge ohne weiteres aufnehmen kann und auf ein gemeinsames Ziel aus gerichtet ist. Diese Lage der Dinge macht Europa zu einem attraktiven Partner für internationale Zusammenarbeit sowohl im bilateralen Rahmen (Kanada, Japan, Vereinigte Staaten) als auch in multinationalen Organisationen (OECD, IAEA).

Unter den vielen Vorkehrungen, die getroffen werden, um den Gemeinschaftscharakter des Fusionsprogramms sicherzustellen, verdient die

Mobilität des Personals besonders hervorgehoben zu werden: jedes Jahr werden mehr als 200 Wissenschaftler und Ingenieure (von insgesamt etwa 1200 Wissenschaftlern und Ingenieuren) im Rahmen von "Mobilitätsverträgen" für Zeiträume von einem Monat bis zu einem Jahr für Arbeiten ausserhalb ihres Laboratoriums entsandt. JET stellt in diesem Zusammenhang ein extremes Beispiel dar: dieses aufgabenbezogene Projekt wird von Personal betrieben, das eine "Rückfahrkarte" hat, das heisst, dass sich die einzelstaatlichen Organisationen dazu verpflichtet haben, ihr Personal nach Abschluss der Abordnung zum JET zu reintegrieren; seit dem Anlaufen des Vorhabens ist etwa die Hälfte des Projektteams nach Abschluss seiner Arbeiten in die Assoziationen zurückgekehrt und durch anderes Personal, das die erforderliche Qualifikation für die neuen Aufgaben hat, ersetzt worden.

Eine ausführlichere Überprüfung der derzeitigen Tätigkeiten wird im Anhang vorgenommen.

IV. ZEITPLAN

Der Zeitplan der verschiedenen Maschinen und ihrer Heizsysteme ist schematisch in Abbildung 1 dargestellt.

Unterschrift zu Abbildung 1

Projekentwicklungspläne der wichtigsten Anlagen

- . Die verschiedenen Heizmethoden sind durch verschiedene Farben dargestellt:
 - Schwarz: Ohmsche Heizung (OH)
 - Gelb: Neutralteilcheninjektion (NBI)
 - Rot: Ionenzyklotron-Resonanzheizung (ICR)
 - Grün: LH-Resonanzheizung (LHR)
oder nicht-induktiver Strom (LHCD)
 - Blau: Elektronen-Zyklotron-Resonanzheizung (ECR)
 - Lila: Alfvén-Wellenheizung (AW)
- . Die Breite jedes Farbstreifens ist proportional zur Heizleistung durch die Eingänge (1 mm für 1 MW, mit Ausnahme des JET wo die Gesamtleistung ungefähr 50 MW beträgt).
- . Die Bauphase ist durch einen unterbrochenen schwarzen Strich angegeben.

	1986	1987	1988	1989	1990	1991
JET	JET					
Grenoble Fontenay (+FOM)		PETULA				
	TFR					
Cadarache	TORE-SUPRA					
Garching	ASDEX					
	ASDEX-upgrade					
Frascati	FT		FTU			
Culham		DITE				
	COMPASS					
Jülich (+ERM)	TEXTOR					
Lausanne				TCV	TCA	
Garching	W7AS					
Madrid		TJII				
Culham				HBTX		
Padova			RFX			
Stockholm	EXTRAP					

JET: Wissenschaftliche Ergebnisse der letzten Jahre zeigen, dass, um das Potential des JET-Vorhabens auf dem Wege zu den festgelegten Zielen durch bestmögliche Nutzung der Kapazitäten der Anlage voll auszuschöpfen (z.B. sich den für einen Reaktor erforderlichen Bedingungen so weit wie möglich anzunähern), es notwendig sein wird, zusätzliche Ausrüstung hinzuzufügen. Dies verlangt mehr Zeit und Mittel als bisher geplant. Der JET-Rat hat daher vorgeschlagen, die in den Statuten festgesetzte Dauer des Gemeinsamen Unternehmens JET, deren Ablauf bisher am 31. Mai 1990 vorgesehen ist, bis Ende 1992 zu verlängern; dies würde eine optimale Nutzung der vorhandenen Ausrüstung und der neuen noch einzubauenden Ausrüstung sicherstellen und so zu einer besseren Grundlage für die Auslegung von NET führen. Parallel zu dem gegenwärtigen Programmorschlag legt die Kommission (gemäß Artikel 50 des Euratom-Vertrags) dem Rat und dem Europäischen Parlament eine Änderung der Satzung von JET zur Verlängerung des Vorhabens vor; die wissenschaftliche Begründung für eine Verlängerung des Gemeinsamen Unternehmens JET ist in diesem Dokument vorgelegt.

NET: Entsprechend dem Beschluss des Rates vom März 1985 wurden die NET-Arbeiten verlangsamt, und es wird jetzt, als Arbeitshypothese, von 1990 als Termin für einen Beschluss über den Detailentwurf und 1993/94 für einen Beschluss über den Bau von NET ausgegangen. Diese Termine passen in die neuen Zeitplan für JET und bieten Raum für mehr Ergebnisse über das Verhalten des Plasmas, die aus den mittelgrossen Maschinen gesammelt werden.

Andere Tokamaks: Die 4 spezialisierten mittelgrossen Tokamaks, die jetzt in den Assoziierten Laboratorien gebaut werden (Tore-Supra, Asdex-Upgrade, FTU und Compass), werden etwa 1988 betriebsbereit und daher in der Lage sein, wichtige Beiträge zum Konzeptentwurf von NET zu leisten. Dem Bau eines weiteren Tokamak (T.C.V. in der Schweiz), mit dem die Betagrenzen erforscht werden sollen, ist kürzlich zugestimmt worden. Der Entwurf einer kompakten Ignitionsanlage mit hohem Magnetfeld (IGNITOR in Italien) ist auch vorgesehen. Die derzeit in Betrieb befindlichen Tokamaks werden voll genutzt (Textor, Asdex) oder nach und nach stillgelegt (Dite, FT, ...), je nach ihrem Potential und der Verfügbarkeit von ausreichend starken Forschungsteams.

Andere Maschinen: Innerhalb der beiden alternativen Linien zu den Tokamaks werden solchermassen Maschinen gebaut (W 7 AS, RFX) oder geplant (TJ II, W 7 X), dass die Wahl der für DEMO am besten geeigneten Anlage zu gegebener Zeit auf bestätigte experimentelle Nachweise gestützt werden kann; die vorhandenen Anlagen (HBTX, ...) werden nach ihrer vollen Nutzung stillgelegt. Eine kleinere Anlage (Extrap, in Schweden) zur Erforschung eines anderen Konzepts ist in Betrieb.

Technologie: Das Technologieprogramm wird zeitlich mit den neuen NET-Meilensteinen abgestimmt, um zunächst die technologische Datenbasis für die Entscheidungen über NET zu schaffen. Wenn beschlossen wird, den Detailentwurf von NET zu beginnen, so muss ein verstärktes F, E&D-Programm in die Wege geleitet werden, das sich in erster Linie auf die industrielle Konstruktion und auf den Test der Prototypen der NET-Komponenten konzentriert.

VI. STRUKTUR

Die Kommission ist für die Durchführung des Programms verantwortlich. Die Konsultationsstruktur besteht aus einem einzigen Gremium, dem Beratenden Ausschuss für das Programm Fusion (BAPF), unterstützt durch zwei Unterausschüsse: den Programmausschuss (PA) für Fragen im Zusammenhang mit Physik und Plasmatechnik, und den Lenkungsausschuss-Fusionstechnologie (LAFT) für NET und Technologie. Für das gemeinsame Unternehmen JET liegt die Verantwortung beim JET-Rat und dem Direktor des Projekts. Der JET-Rat wird durch den JET-Exekutivausschuss unterstützt; er kann den Wissenschaftlichen Beirat des JET um eine Stellungnahme ersuchen. Mit dem Fusiosprogramm wird ferner eine externe unabhängige Bewertung vorgenommen. Die Kommission wird während des dritten Jahres des Programms 1987-91 besonders nach einer Bewertung durch einen Ausschuss von Experten von hohem Niveau streben, und diese Bewertung wird Basis für eine erneute Programmrevision liefern, nach dem Konzept des gleitenden Programms.

Das Programm wird durch Assoziationsverträge zwischen Euratom und den an der Fusionsforschung beteiligten einzelstaatlichen Organisationen, durch das Gemeinsame Unternehmen JET, sowie über ein multilaterales Abkommen betreffend NET durchgeführt. Ferner ist ein Teil des Programms der Gemeinsamen Forschungsstelle der Fusionstechnologie

gewidmet, wobei diese Fusionstätigkeiten mit dem übrigen Technologieprogramm über den FTSC koordiniert sind. Es gibt 12 Assoziationen in 10 Ländern (einschliesslich Schweden und Schweiz); vorläufige Verhandlungen mit Griechenland und Portugal über die Einrichtung von zwei neuen Assoziationen sind im Gang. Die Industrie nimmt im Rahmen von Entwicklungsverträgen und durch die Herstellung von Ausrüstung teil.

Diese Struktur dürfte auch für die Zukunft gut geeignet sein, wenn die Rolle der zur Zeit physikorientierten Assoziationen (deren Forschungsprogramme die notwendige Breite für die europäischen Arbeiten liefern) schliesslich von technologieorientierten einzelstaatlichen Einrichtungen und später von der Industrie übernommen wird.

VII. INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT

Die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Fusion war schon immer sehr aktiv. Bisher wurden meist Abkommen über spezifische Punkte abgeschlossen. Jetzt werden breitere und umfassendere Formen der Zusammenarbeit eingerichtet und erkundet.

- Bilaterale Rahmenabkommen

Kanada: Absichtserklärung (Beschluss des Rates vom 20.1.86), unterzeichnet am 6. März 1986.

USA: Zusammenarbeitsabkommen (Ratsentscheidung vom 15.09.86), unterzeichnet am 15. Dezember 1986.

Japan: Die Kommission hat dem Rat am 26. Februar 1987 den Entwurf eines Ratsbeschlusses vorgeschlagen, der die Kommission zur Aushandlung eines Abkommens über eine Zusammenarbeit bevollmächtigt.

- Durchführungsabkommen im Rahmen der IEA (OECD)

Tokamaks: TEXTOR, unterzeichnet am 5.10.1977, Dauer 15 Jahre;
ASDEX und ASDEX-UPGRADE, unterzeichnet am 31.7.1985,
Dauer 10 Jahre;
DIE DREI GROSSEN TOKAMAKS (JET, JT-60 und TFTR),
unterzeichnet am 15.1.1986, Dauer 5 Jahre.

Alternative Linien: STELLARATOREN, unterzeichnet am 31.7.1985,

Dauer 5 Jahre;

PINCH MIT UMGEKEHRTEM FELD, in Vorbereitung.

Fusionstechnologie: GROSSPULENEXPERIMENT, unterzeichnet am 6.10.1977, die Anlage ist in Betrieb.

FUSIONSWERKSTOFFE, unterzeichnet am 21.10.1981: Anhang I nicht weitergeführt; Dauer von Anhang II, 10 Jahre.

- Zusammenarbeit im Rahmen der IAEA

Beteiligung von EURATOM zusammen mit den drei anderen grossen Fusionsprogrammen (Japan, USA, UdSSR) an den INTOR-Workshops seit 1978.

- Arbeitsgruppe Fusion (Gruppe Technologie, Wachstum und Beschäftigung - Gipfel von Versailles)

Absprache der Fusionsprogramme der am Wirtschaftsgipfel beteiligten Länder, insbesondere in Bezug auf den Next Step.

- Initiative einer Vierparteienzusammenarbeit an einem Internationalen Thermonuklearen Versuchsreaktor (ITER) unter der Schirmherrschaft des IAEA.

Auf technischen Ebene wird die Möglichkeit untersucht, dass die vier grossen Fusionsprogramme der Welt (EG, Japan, USA und UdSSR) ihre Austreibungen auf ein spezifisches Ziel hin koordinieren: durch eine Zusammenarbeit der vier Parteien, die gleichen Status haben und die gleiche Beiträge leisten, bis 1990 einen Versuchsentwurf eines ITER zu erstellen und unterstützende Forschungsvorhaben zu koordinieren. Eine technische Arbeitsgruppe ist berufen worden, um im Jahre 1987 konkrete Vorschläge über die detaillierten Ziele von ITER und über die organisatorischen Modalitäten der Entwicklungsphase 1988-1990 vorzubereiten. Die NET-Aktivität, die wie vorgesehen fortgeführt wird bis eine mögliche internationale Lösung gefunden wird, die überzeugende Garantien für den Next Step bietet, könnte den Brennpunkt für eine solche Zusammenarbeit abgeben.

VIII. FINANZIELLER UMFANG

Der vorliegende Programmvorschlag betrifft nur JET und das Allgemeine Programm. Die Fusionsarbeiten der GFS, die wissenschaftlich und technisch voll in das gesamte Fusionsprogramm integriert sind, unterliegen jedoch einem anderen Ratsbeschluss.

In laufenden Preisen (ab 1.1.85 wurde die Inflation mit 4% im Jahr angenommen) wird die Höhe der für den Programmvorschlag 1987/1991 erforderlichen Gemeinschaftsmittel (mit Ausnahme der GFS, Schweden und der Schweiz) veranschlagt auf:

Allgemeines Programm	533 MioECU
JET	378 MioECU ⁽¹⁾
Insgesamt	911 MioECU

Eine Aufschlüsselung der Mittel auf die verschiedenen Tätigkeiten ist in Tabelle 1 enthalten.

Die Schätzung ging von der dem vorliegenden Vorschlag zugrundeliegenden Annahme aus, dass NET aufgrund des Fortschritts in Wissenschaft und Technologie vor dem Ende der Programmperiode in die Phase des technischen Entwurfs eintreten könnte (siehe Absätze III und V). Der Beginn des technischen Entwurfs von NET wird ein wichtiger Beschluss sein, für den die Kommission dem Rat zu gegebener Zeit einen Vorschlag vorlegen wird.

Die folgende Tabelle zeigt die Verteilung der im Rahmen des Rahmenprogramms 1987-91 für die Fusion vorgesehenen "neuen" Mittel, als auch die der aus den laufenden Programmen übertragenen Mittel, auf JET, das Allgemeine Programm und die GFS.

MioECU	Neues Geld entsprechend dem Rahmenprogramm 1987-91	Beträge übertragen vom 1985-89	Gesamtzu- teilung für den Zeitraum 1987-91
Allgemeines Programm	362	171	533
JET	169	209	378
Gesamtes Fusionsprogramm	531	380	911
GFS	60	15	75
Gemeinschaftliche Fusions- tätigkeiten Gesamtsumme	591	395	986

(1) S. Fussnote 8, Seite 18.

Unter Bezugnahme auf Artikel 4 der vorgeschlagenen Verordnung des Rates, in dem die Aufhebung der Ratsentscheidung zum Programm 1985-89 mit Wirkung vom 1. Januar 1987 festgesetzt wird, teilt die Kommission mit, dass die Beträge, die gemäss Beschluss 85/201/Euratom unter den einschlägigen Haushaltslinien der Haushaltspläne von 1985 und 1986 genehmigt wurden und am 1. Januar 1987 noch nicht gebunden sowie Beträge, die zu diesem Zeitpunkt zwar gebunden, aber noch nicht ausgezahlt sind, werden jedoch für die Durchführung des gegenwärtigen Programms verwendet werden.

IX. PERSONAL

Die Zahl der im letzten Ratsbeschluss genehmigten Euratombediensteten beläuft sich auf:

165 Zeitbedienstete für JET

105 Bedienstete für das Allgemeine Programm

Für den Zeitraum 1987-91 wird keine Änderung für das Allgemeine Programm vorgeschlagen, jedoch ist eine Verstärkung des Personals für JET (191 anstelle von 165) erforderlich, um die Inbetriebnahme und die volle Ausnützung der technischen Fortschritte innerhalb der vorgesehenen Lebensdauer des Projekts zu ermöglichen. Wenn NET von der Vorentwurfsphase zur technischen Entwurfsphase übergeht, werden dem Rat neue Vorschläge vorgelegt.

X. SCHLUSSBEMERKUNG

Aufgrund ihrer wichtigen Ziele, ihrer ausgezeichneten Ergebnisse, ihres technologischen Interesses und ihres absoluten Gemeinschaftscharakters bleibt die Fusion weiterhin eines der wichtigsten FuE-Programme, die von der Kommission gefördert werden. Wie zur Zeit des Programmbeschlusses 1985/89 angekündigt und vom Rat vermerkt, hat die Kommission das Programm in den Jahren 1985 und 1986 in dem Programmvorschlag 1985/89 angegebenen finanziellen Spielraum gehalten. Die Kommission vertritt den Standpunkt, dass Mittel in dieser Höhe auch in den kommenden Jahren notwendig sind, um den Elan des Programms aufrechtzuerhalten, der voll auf den Next Step ausgerichtet ist, und um dem Beitritt der neuen Mitgliedsstaaten im Jahre 1986 als auch der zunehmenden Beteiligung der Industrie Rechnung zu tragen. Entsprechend dem Konzept eines gleitenden Programms, wird die Kommission 1989 eine Programmrevision vorschlagen, die zu einem neuen Fünfjahresprogramm hinführen soll, das am 1.1.1990 beginnt.

Tabelle 1 Beteiligung der Gemeinschaft ⁽¹⁾ im Zeitraum 1987-1991, ausgedrückt in Mio ECU zum laufenden Wert ⁽²⁾.

NET		
Gehälter, Vergütungen, Dienstreisekosten	27	
Arbeiten in den Assoziationen	10	
Unterstützung durch das Gastinstitut	15	
Industrielle Entwürfe	28	
Zwischensumme	80 - 3 ⁽³⁾	= 77
TECHNOLOGIE		
Grundlagenarbeit in den Assoziationen	65	
Vorrangige Vorhaben	35	
Industrielle F, EuD	37	
Zwischensumme	137 - 13 ⁽³⁾	= 124
PHYSIK UND PLASMA-TECHNIK		
Laufende Kosten in den Assoziationen	231 ⁽⁴⁾	
Normale vorrangige Vorhaben	26 ⁽⁵⁾	
Grosse Maschinen mit Heizung	93	
Unterstützung des JET (Artikel 14)	10	
Industrielle F, EuD	9	
Zwischensumme	369 - 67 ⁽³⁾	= 302
MOBILITÄT/MANAGEMENT ⁽⁶⁾ (einschliesslich Stipendien und Bewertung)		30
ALLGEMEINES PROGRAMM INSGESAMT		533 ⁽⁷⁾
JET	425 - 19 ⁽³⁾	- 28 = 378 ⁽⁸⁾
ENDSUMME		911
JRC (in diesem Vorschlag nicht enthalten) ⁽⁹⁾		75
Fusionstätigkeiten insgesamt		986

Fussnoten zu Tabelle 1

- (1) Ohne Schweden und die Schweiz, jedoch einschliesslich der Tätigkeiten in den neuen Mitgliedstaaten.
- (2) Ab 1.1.85 wird eine Inflationsrate von jährlich 4% zugrundegelegt.
- (3) In den Jahren 1985/86 für 1987 gebundene Mittel.
- (4) Einschliesslich der Mittel für eine mögliche neue Anlage in Madrid.
- (5) Einschliesslich der Mittel für den Beginn der Konstruktion eines möglichen neuen Stellarator W-VII.X in Garching.
- (6) Einschliesslich der Mittel zur 42% igen Finanzierung der Kosten für in den Assoziationen tätige Kommissionsbedienstete.
- (7) Hierzu ist zu addieren ein etwaiger positiver Zahlungsüberschuss von Beiträgen Schwedens und der Schweiz zu dem Programm, mit Ausnahme des JET.
- (8) Die Gesamtbeiträge der Mitglieder (des gemeinsamen Unternehmens JET), die für die JET-Zahlungen während der Programmperiode 1987-1991 erforderlich sind, werden auf 531 MioECU geschätzt (s. "Projektentwicklungsplan und Projektkostenschätzung", Tabelle 16 des Anhangs, vom JET-Rat am 26. März 1987 angenommen). 80% dieses Betrages, gleich 425 MioECU, werden von dem Gemeinschaftsbudget finanziert. Von diesem Betrag wurden 19 MioECU von der Kommission vor 1987 bereitgestellt. Die restlichen 406 MioECU werden finanziert wie folgt:
 - . 378 MioECU durch Programmzuweisung für JET;
 - . 28 MioECU als Beteiligung an JET von Schweden und der Schweiz, über das Gemeinschaftsbudget gezahlt.

- (9) Deckt die in der GFS laufenden Tätigkeiten auf dem Gebiet der Fusions-technologie ab; dazu gehören insbesondere Reaktorstudien und Risiko-beurteilung, Sicherheit in der Tritium-Technologie, Integrität der Strukturwerkstoffe sowie Brutmanteluntersuchungen.

ANHANG

ÜBERPRÜFUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN UND TECHNISCHEN ERGEBNISSE 1984-1986 IM RAHMEN DES EUROPÄISCHEN FUSIONSPROGRAMMS

I. EINLEITUNG

Als der letzte Programmvorschlag 1985-1989 vorgelegt wurde, war die wissenschaftliche Situation wie folgt: die Entwicklung der Fusionsprogramme in der Welt hatte die günstigen Aussichten für den magnetischen Einschluss im Vergleich zum Trägheitseinschluss, sowie die führende Rolle des Tokamak-Konzepts, auf das die Next-Anlagen gestützt werden sollte, deutlich gemacht. Europa hatte eine wichtige Rolle bei der Förderung des Verständnisses der Physik des magnetischen Einschlusses in toroidalen Anlagen gespielt, und es waren bedeutende Fortschritte bei der Plasmaheizung erzielt worden:

- JET (Joint European Torus) hatte den Betrieb aufgenommen, und die ersten Ergebnisse (im ohmschen Bereich) waren sehr vielversprechend;
- Megawatt-Multisekunden-Heizsysteme wurden an mittelgrossen Anlagen verfügbar;
- die Degradation der Einschlusszeit mit zunehmender Heizleistung blieb ein besorgniserregendes Thema, aber die Entdeckung des "H-Regimes" in Garching hatte das Vertrauen wiederbelebt, dass solche negativen Auswirkungen der Plasmaheizung vermieden oder zumindest reduziert werden könnten.

Auf dieser Grundlage wurden für das Programm 1985-1989 folgende Ziele gesetzt:

- Erstellung der physikalischen Grundlage für NET (Next European Torus); die Bedeutung der Plasmaheizung wurde betont.
- Bereitstellung der technologischen Basis für NET;
- die Erforschung des Reaktorpotentials einiger alternativer Linien.

Nach dem Beschluss des Rates vom März 1985 musste die NET-Tätigkeit verlangsamt werden, und das Technologieprogramm entsprechend abgeändert, um den neuen NET-Meilensteinen zu entsprechen. Die Bewertung der wissenschaftlichen und technischen Ergebnisse, die in den folgenden Abschnitten vorgenommen wird, ist im Lichte der im Programmvorschlag für 1985-1989 festgelegten Ziele zu sehen, wobei auch die aus dem letzten Ratsbeschluss hervorgegangenen Einschränkungen zu berücksichtigen sind.

II. TOKAMAKS

Europa konzentriert seine Anstrengungen vor allem auf diese Linie, die weltweit am weitesten fortgeschritten ist. Die Hauptprobleme, mit denen die Tokamak-Forschung in den vergangenen Jahren konfrontiert wurde (und weitgehend auch weiterhin konfrontiert wird), waren:

- die Auswirkungen der Zusatzheizung auf das Verhalten des Plasmas, wie zum Beispiel der negative Einfluss der Erhöhung der Heizleistung auf die Energieeinschlusszeit und den Reinheitsgrad des Plasmas;
- das Plasmaverhalten bei Annäherung an die operationelle Grenzen der Plasmadichte n , des Sicherheitsfaktors q oder des Verhältnisses von Plasmadruck zu magnetischem Druck β .

Die in JET und in mittelgrossen Tokamaks erzielten Ergebnisse erlauben ein vertieftes Verständnis der Plasmaphänomene und einen gewissen Einblick in die "Feinstrukturwirkungen" (z.B. Profilkonsistenz): dies empfiehlt neue Wege zur Behebung der negativen Auswirkungen mit denen Tokamaks bei einer starken Zusatzheizung konfrontiert werden.

Ferner wird der Fortschritt beim Bau von vier mittelgrossen spezialisierten Tokamaks berichtet, die 1988 in Betrieb gehen sollen; der Beitrag dieser Anlagen wird für die Ausarbeitung des technischen Entwurfs von NET von entscheidender Bedeutung sein. Ein weiterer spezieller Tokamak wird 1989 in Angriff genommen.

II.1 JET

JET ist das weltweit führende Fusionsexperiment; es hat bereits signifikante Fortschritte auf dem Wege zur Demonstration der wissenschaftlichen Durchführbarkeit der Fusion gemacht und seine ursprünglichen Zielsetzungen für den Grundparameterbereich fristgemäss und innerhalb des finanziellen Rahmens erreicht; der Ausbau auf den Volleistungsbereich geht zügig voran.

II.1.1 Ohmscher Heizungsbereich (OH): Die erste Betriebsphase bis Ende 1984 zielte darauf ab, reine Plasmen zu erhalten, die sich für Untersuchungen der Zusatzheizung späterer Phasen eignen:

- im Ergebnis verhielt sich JET ähnlich wie kleinere Tokamaks.
- es konnte eine stabile Regelung von Position, Grösse und Form des Plasmas mit D-förmigen Querschnitt mit Elongationen bis zu 1,7 erzielt werden.

- Disruptionsfreie Entladungen bis zu 15 s Dauer wurden erreicht, sofern eine Dichtegrenze von $n_L(m^{-3}) = 1.10^{20} B(T)/R(m) \cdot q_{cyl}$ nicht überschritten wurde.
- Plasmaströme bis zu 3,7 MA wurden (bei Pulsdauern von 15 s) mehrere Sekunden lang bei einem Magnetfeld von 3,45 T erzielt. Elektronen- und Ionentemperaturen bis zu 3 bzw. 2.5 keV wurden bei Dichten bis zu $\sim 3 \times 10^{19} m^{-3}$ und einer Rekord-Energieeinschlusszeit von $\tau_E = 0.8$ s gemessen. Jeder der Parameter - Temperatur, Dichte und Energieeinschlusszeit - entsprach innerhalb eines Faktors von 2 oder 3 den Werten, die in einem Fusionsreaktor erforderlich sind.
- Der Grad der Verunreinigungen stellte ein Problem dar, da sie die Anzahl der für die Fusion verfügbaren Plasmaionen reduzieren und Strahlungsverluste verursachen. Versuche mit niedrig-Z Verkleidungen (Grafit) der inneren Wände und mit einem karbonisierten Gefäß ergaben reduzierte Pegel von Metall- und Sauerstoffverunreinigungen.

II.1.2. Untersuchungen über Zusatzheizungen. Die zweite Betriebsphase lief zu Beginn des Jahres 1985 an nach der Installation von zwei Hochfrequenz-(HF-) Antennen in den Torus, jede von einem 3 MW Generator gespeist. Die Leistung wurde in das Plasma übertragen an der Ionen-Zyklotron-Resonanz-(ICR-) Frequenz der eingeführten Minoritätsteilchen (H, He³). Tokamakoperationen in JET wurden im November 1985 wieder aufgenommen nach einer weiteren Stilllegung zur Installierung neuer Hilfssysteme, unter anderem der ersten Neutralteilcheninjektions- (NBI-) einheit, eines zusätzlichen Kohlenstoffschutzes der Gefäßwand, einer dritten ICRF-Antenne, und eines einfachen Deuterium-Pellet-Launchers. Im Jahre 1986 wurden folgende Resultate erhalten:

- Das toroidale Magnetfeld wurde routinemässig mit seinem maximalen Auslegungswert von 3,45 T verwendet. Plasmastrom, -lage, -elongation und -form wurden alle durch Rückkopplungsverfahren gesteuert. Plasmaströme von 5 MA mit einem flachen Profil bis zu 4,5 s Dauer wurden routinemässig erhalten. Stabile Kontrolle mit Elongationen bis zu 1,8 wurden erzielt. Gleichwohl blieb der Plasmastrom auf einen Operationsbereich beschränkt, der von dieser Elongation abhängt.
- Die drei HF-Antennen wurden gewöhnlich verwendet mit einer Gesamtleistung bis zu 7.2 MW für Impulse von 2s. Experimente mit 8s Impulsdauer wurden angestellt, wobei eine Energie von 40 MJ in das Plasma übertragen wurde. Ein Langimpuls- (~ 10 s) Neutralteilcheninjektor mit acht Strahlquellen arbeitet seit Beginn des Jahres 1986. Eine Gesamt-

strahlleistung von 5,5 MW neutralen Wasserstoffs (H^0) oder von 9 MW neutralen Deuteriums (D^0) konnten in den Torus eingeführt werden. Bis zu 40 MJ Energie wurden in das Plasma übertragen.

- Vorläufige Deuterium- Pellet- Injektions- Experimente wurden ausgeführt mit einem Injektionsgerät, das ein einziges Pellet von 3,6 oder 4,6 mm Durchmesser mit einer Geschwindigkeit bis zu 1,2 km/s erzeugt, wobei verschiedene Bedingungen der magnetischen Konfigurationen gewählt wurden. Dieses Verfahren erlaubt die Grenzdichte des JET zu erhöhen und die effektive Ionenladung Z_{eff} des Plasmas zu reduzieren.
- Während die globale Energieeinschlusszeit in Ohmschen Entladungen Werte bis zu 0,9 s erreichen konnte, wurde die Einschlussdegradation mit HF-, NBI-, und kombinierter Heizung bestätigt in der materialien Limiter L-Modus bestätigt ($\tau_E \propto P_{tot}^{-1/2}$). In diesem Operationsschema mit $P_{tot} = 10$ MW, sinkt τ_E von 0,9 auf 0,4s bei den höchsten Plasmaströmen.
- Der magnetische Separatrix- Modus hat am JET aufgezeigt werden können, sowohl in einfachen als auch doppelten Null-X-Punkten. H-Moden Operation wurde mit einem einfachen Null-X-Punkt erhalten, und sie hat alle Kennzeichen der H- Moden- Entladungen in anderen Tokamaks (flachere T_e -Profile mit steilen Gradienten am Rand, Grenzleistung zur Erreichung des H-Regimes, Verbesserung der Einschlusszeit um einen Faktor von ungefähr 2 verglichen mit der L-Moden Operation gleicher Heizungsleistung.
- Die Verbesserung des Plasmaeinschlusses mit erhöhtem Plasmastrom hat gut beobachtet werden können in der Limiter - sowie der X-Punkt-Operation. Die Veränderungen, die gegenwärtig am Poloidalsystem vorgenommen werden, sollten erlauben, im Jahre 1987 7 MA zu erreichen in der Limiter - und 4 MA in der einfacher Null-Operation.
- In gemeinsamer Operation mit NBI wurden Elektronenspitzendichten oberhalb von 10^{20} m^{-3} erzielt, die bis über 0,5s nach der Pelletinjektion anhielten, wobei die Elektronentemperatur unter 1 keV absank. Für eine mittlere Elektronenliniendichte $\bar{n}_e \approx 3 \cdot 10^{19} \text{ m}^{-3}$ liegt die effektive Ionenladung Z_{eff} gewöhnlich zwischen 2 und 3, kann aber auf nahezu 1 verringert werden (während 0,5s) nach der Pelletinjektion. Die beobachtete Verträglichkeit von Pelletinjektion mit ICRH lässt eine mehrfache Pelletinjektion im Jahre 1987 erhoffen.
- "Riesen-" Sägezähne konnten mit ICRH allein erhalten werden, allgemein bei Energieübertragung an die Mitte. "Monster" - Sägezähne dauerten 1,2s (mit $T_e \approx 7$ keV), und waren verbunden mit flachen q- Profilen. "Schlangen" - Oszillationen ($m = n = 1$) entwickeln sich nach Pelletinjektion ($\Delta n_e/n_e = 100\%$, $\Delta T_e/T_e = 20\%$).

- Ionenspitzentemperaturen oberhalb 12 keV bei niedriger Plasmadichte ($2 \cdot 10^{19} \text{ m}^{-3}$) wurden mit Neutralteilchenheizung erzielt.
- Das Fusionsprodukt $\hat{n}_D \hat{T}_i \tau_E$ in den L-Mode ändert sich wenig mit der Leistung (der beste Wert beträgt $1 \cdot 10^{20} \text{ m}^{-3} \text{ keV.s}$ bei 5 MA im Ohmschen Regime). Dieser Wert könnte in der H-Mode verdoppelt werden ($2 \cdot 10^{20}$), mit 10 MW Zusatzheizung und X-Punkt-Operation. Ein zusätzlicher Faktor von 4-5 ist noch erforderlich für "breakeven", was nunmehr als ein "vernünftiges" Ziel erscheint.

II.2 SONSTIGE IN BETRIEB BEFINDLICHE TOKAMAKS

Die mittelgrossen europäischen Tokamaks leisten einen wesentlichen Beitrag zum Fortschritt im Bereich der Fusion und zum Erfolg des JET durch Experimente mit verschiedenen Konfigurationen (z.B. der magnetische Divertor, der das günstige "H-Regime" des Plasmaeinschlusses ermöglicht), die Erforschung neuer Verfahren für die Heizung oder für die nicht-induktive Stromerzeugung, und die Entwicklung neuer Diagnostiksysteme.

II.2.1. PETULA (Grenoble). Der Betrieb der letzten Jahre konzentrierte sich auf verschiedene Szenarien der nicht-induktiven Stromerzeugung durch LH-Wellen:

- Bei niedriger Dichte ($\sim 10^{19} \text{ m}^{-3}$) wurde der gesamte Plasmastrom nicht-induktiv erzeugt;
- bei hoher Plasmadichte, aber unterhalb einer Dichtegrenze von $n_L = 8 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$, wurde der Plasmastrom nur teilweise nichtinduktiv erzeugt (bei 3,7 GHz);
- der Stromanstieg lag bei 0,25 MA/s mit $P_{HF} = 0,35 \text{ MW}$ (bei 1,3 GHz).

Der Einfluss des radialen Plasmastromprofils auf die MHD-Aktivität wurde ebenfalls nachgewiesen (Sägezahn unterdrückt für $n_e \leq 6 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$ mit 0,25 MW bei 3,7 GHz) - ein vielversprechendes Ergebnis für die Anwendung der Regelung des Stromprofils in Grossanlagen wie JET und TORE SUPRA. Der Betrieb von PETULA wurde im Juni 1986 unterbrochen, als das Team nach Cadarache umzog. Der Transfer von PETULA nach Nieuwegein (Assoziation Euratom-FOM) wird erwogen.

II.2.2. TFR (Fontenay). Die Elektronen-Zyklotron-Resonanz-(ECR)-Heizung, ein gemeinsames Programm der niederländischen und französischen Assoziationen, lief im TFR zu Beginn des Jahres 1985 an: die Volleistung von 0,6 MW stand im September 1985 zur Verfügung. Elektronentemperaturen T_e bis zu 5 keV wurden erzielt mit $n_e = 1,5 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$. Bei $P_{HF} = 0,5 \text{ MW}$ erhält man $\tau_E = 1/2 \tau_E(\text{OH})$. Der Betrieb des TFR wurde im Juni 1986 nach

13 erfolgreichen Betriebsjahren eingestellt, da das Team zu TORE SUPRA nach Cadarache versetzt werden musste.

II.2.3. FT (Frascati). q- und n-Grenzen bei ohmschen Entladungen und die Untersuchung der physikalischen Grundlagen der LH-Heizung wurden untersucht:

- q- und n-Grenzen (1984): Mehrere Erscheinungen, die den Betrieb der Tokamaks begrenzen, einschliesslich - für die Dichtegrenze - Sägezahnfortpflanzung, Disruptions-Vorläufer, Wasserstoffstrahlung und Ladungsaustauschverluste für die Dichtegrenze, wurden untersucht;
- LH-Heizung (1984-85): Die LH-Heizung ($f = 2,45$ GHz) wurde mit zwei verschiedenen Arten von Kopplungsstrukturen untersucht. Die besten Heizungsergebnisse wurden im Elektronenbereich ($P_{HF} = 0,45$ MW, entsprechend einer Leistungsdichte von 6 kW/cm^2 am Grillmund; $\Delta T_1 > 0,5$ keV und $\Delta T_e > 1$ keV) ohne Verschlechterung der Energieeinschlusszeit erzielt.

Bei $P_{HF} = 0,2$ MW, $n \simeq 4 \times 10^{19} \text{ m}^{-3}$, $I = 0,35$ MA und $B = 6$ T stieg die Sägezahn-Wiederholungszeit um etwa einen Faktor 3, während beobachtet wurde, dass der Wärmeimpuls, der sich von der Fläche $q = 1$ nach aussen fortpflanzt, zurückging, so dass von besseren Transportbedingungen ausgegangen werden kann. Die LH-Heizung von Plasmen hoher Dichte mit 8 GHz (im Hinblick auf Anwendungen beim FTU) ist ebenfalls geplant.

II.2.4. THOR (Mailand). Bei dem ECR-Heizungsversuch (P_{HF} bis zu 0,2 MW, $f = 28$ GHz) wird ein Teil von der Seite des niedrigen Feldes injizierten ordentliche Welle im ersten Durchgang der Resonanzregion absorbiert und der Rest im aussergewöhnlichen Modus von einem Spiegel zurückgestrahlt. Während des HF-Impulses sinkt die Dichte (60%); die Innenelektronentemperatur bleibt konstant, während sich der Energieeinhalt infolge der Bildung nichtthermischer Elektronenpopulationen verdoppelt.

II.2.5. ASDEX (Garching). Der erfolgreiche Betrieb eines magnetischen Divertors in Verbindung mit einer starken NBI-Heizung hat zu dem günstigen "H-Regime" der Einschliessung geführt. Nun stehen mit der Anwendung von LH-Wellen und ICR-Heizung drei Systeme zur Verfügung, die in derselben Maschine im Hinblick auf Heizungswirkungsgrade und synergetische Wirkungen verglichen werden können:

- Die Kombination der ICR-Heizung mit NBI ergibt einen höheren Heizungswirkungsgrad als jener, der ausschliesslich mit NBI- oder ICF-Heizung beim gleicher Leistungspegel erreicht wird;
- das bisher nur mit NBI erreichbare "H-Regime" wurde auch mit einer

Kombination von NBI- und ICR-Heizung und sogar mit ICR-Heizung allein erzielt;

- die NBI bei reduzierter Teilchenenergie zeigt, dass die Energie-deposition an Plasmagrenzen zu den gleichen Einschlusszeiten wie die zentrale Deposition führt;
- LH-Wellen ermöglichten es, den gesamten Plasmastrom ohne ohmschen (OH)-Transformator zu erzeugen und das Wiederaufladen des OH-Transformators zu demonstrieren;
- die Stabilisierung von Sägezahnschwingungen wurde mit Hilfe von LH-Wellen im Bereich niedriger Dichte von OH- und NBI-geheizten Plasmen erreicht;
- die Betagrenze (MHD-Stabilitätsgrenze) wird bestätigt;
- der Einschuss gefrorener Wasserstoffpellets ermöglicht eine signifikante Steigerung der Dichtegrenzen, die zu globalen (für Maschinen in der Grösse von ASDEX aussergewöhnlich hohen) Energieeinschlusszeiten von $\tau_E = 0,16$ s führen.

II.2.6. TORTUR (Nieuwegein). Aufgrund der Untersuchung der turbulenten Heizung hat dieser Versuch eine Energiedeposition in einem MHD-instabilen Skinstromprofil und seine anschliessende Relaxation gezeigt. Die Apparatur wird im Hinblick auf die Untersuchung von Fluktuationserscheinungen nachgerüstet.

II.2.7. TEXTOR (Jülich). Das Programm befasst sich im wesentlichen mit der Plasma-Wand-Wechselwirkung.

- Das Pumpenlimiter-Modul ALT-I, ein bilaterales Vorhaben das im Rahmen der Internationalen Energie-Agentur (IEA) zusammen mit den Vereinigten Staaten durchgeführt wird, ging zu Beginn des Jahres 1984 in Betrieb und erwies sich als ein leistungsfähiges Werkzeug für die Beeinflussung der Plasmagrenzschicht (die Möglichkeit einer Beseitigung des Heliums wurde nachgewiesen). Ein axialsymmetrischer toroidaler Pumpenlimiter (ALT-II) wurde vorbereitet (Gemeinsames Projekt Japan-US-EURATOM) und wurde bis Ende 1986 installiert.
- Die zuerst in-situ Karbonisierungstechnik wurde Ende 1984 eingesetzt und ermöglichte eine drastische Verringerung der anfänglich gemessenen Verunreinigungskonzentrationen (Faktor 5 für Sauerstoff und Faktor 25 für Metalle). Eine Entladungsdauer von etwa 4 s und eine Energieeinschlusszeit von 0,1 s (ohmscher Bereich) wurde erreicht. Diese Technik, die zuerst in Jülich entwickelt wurde, erwies sich als so erfolgreich, dass sie inzwischen von praktisch allen Tokamaks übernommen wurde.

- Ein ICR-Heizungssystem, das von einer Gruppe der belgischen Assoziation gebaut und inzwischen auch betrieben wird, wird bei 2,3 MW während mehr als 1 Sekunde erfolgreich auf TEXTOR angewandt. Die Modifizierung des HF-Systems (zwecks Installierung des Limiters ALT-II) wird zusammen mit der möglichen Nachrüstung des HF-Systems auf den 4-bis 4,5 MW Bereich aktiv vorbereitet.
- Die Auslegung von zwei (auf dem JET-Konzept basierenden) Neutralteilcheninjektoren, die in TEXTOR installiert werden sollen in Zusammenarbeit mit Laboratorien, die Erfahrungen auf diesem Gebiet haben, ist abgeschlossen worden.

II.2.8. DITE (Culham). Diese Apparatur hat den erfolgreichen Betrieb des Bündelddivertors demonstriert und die experimentelle Grundlage für die Bewertung dieses Konzepts als eines Systems zur Plasmaabfuhr und Kontrolle der Verunreinigungen geschaffen. Sie hat den ersten (und einzigen europäischen) Nachweis für den nicht-induktiven Plasmastrom durch Neutralteilcheneinschuss sowie die Kodifizierung des Tokamak-Betriebsbereichs (Hugill-Diagramm) geliefert. Sie hat ferner gezeigt, dass die zu Disruptionen führende obere Dichtegrenze in der Regel durch Strahlungskühlung festgesetzt wird.

II.2.9. CLEO (Culham). Diese Anlage hat das Potential der ECR-Heizung zur Verbesserung des Plasmaeinschlusses durch die gezielte Beeinflussung des Plasmatemperaturprofils gezeigt. Mit einer Leistung von 200 kW bei einer Frequenz von 60 GHz wurde die Elektronentemperatur um einen Faktor 8 auf über 2 keV gesteigert. Die Dichtegrenze wurde um 70% erhöht.

II.2.10. DANTE (Risø). ECR-Heizungsversuche in überdichten Plasmen (Doppelmoduskonversion) und Pelletablation (Pellets, die sich gut für Diagnostiksysteme eignen) wurden untersucht.

II.2.11. TCA (Lausanne). Reinerer Entladungen hatten eine erhöhte HF-Leistung zur Folge (bis zu 0,57 MW unter Verwendung des vor kurzem in Betrieb genommenen Alfvén-Wellen-Generators). Die Bedeutung des Anregungsspektrums bei der Bestimmung der Auswirkungen der HF-Leistung wurde gezeigt. Die effektive Kernheizung wurde demonstriert. Die kinetische Alfvén-Welle verhielt sich wie theoretisch vorhergesagt.

II.3. MITTELGROSSE TOKAMAKS IM BAU ODER IN DER GENEHMIGUNGSPHASE

II.3.1. TORE-SUPRA (Cadarache). Diese supraleitende Anlage soll sowohl einen Beitrag zur Physik als auch zur Technologie leisten. Sie wird insbesondere ermöglichen, die Plasma-Wand-Wechselwirkung sowie die Heizung

und die nicht-induktive Stromerzeugung in Entladungen mit langer Pulsdauer zu untersuchen. Die Versetzung des Personals von Fontenay und Grenoble nach Cadarache wurde Ende 1986 abgeschlossen, der Aufbau von TORE-SUPRA ist in seine aktive Phase eingetreten.

Nach erfolgreichen Versuchen sind alle supraleitenden Spulen ausgeliefert worden. Die unteren Teile des Magnetkreises sind installiert, und der Zusammenbau der Moduln beginnt. Eine aktive Zusammenarbeit mit mehreren amerikanischen Gruppen über Pelletinjektion, Pumpenlimiter und ergodische Divertoren, die bereits im Bau sind, wurde aufgenommen. Der Betrieb der Anlage soll im Dezember 1987 aufgenommen werden.

Prototypen für die verschiedenen Heizungssysteme sind getestet worden:

- die angelieferte Ionenquelle (10 A, 60 kV), während 0,2 s. Die Extrapolation auf Nennwerte (40 A, 100 kV, 30 s) wirft keine entscheidenden Probleme auf;
- ein Prototyp-Klystron (3,7 GHz, 0,5 MW, 0,03 s) wurde bei PETULA an ein Mehrverzweigungs-Grillmodul angekoppelt (ein Zirkulator ist nicht erforderlich);
- die Kopplungsstrukturen für die ICR-Heizung (zwei Arten von Antennen) sind so ausgeführt, dass für ihren Einbau horizontale Öffnungen verwendet werden können.

II.3.2. FTU (Frascati): Diese neue Lastanordnung wird es ermöglichen, Plasmaleistungen in Hochdichte- und Hochtemperaturplasmen zu untersuchen. Der Bau begann im September 1984, und alle wichtigen Aufträge sind vergeben worden. Die Wahl der LH-Elektronenmodusheizung für den FTU wurde gebilligt, und erste Versuche am FT mit einem 8 GHz-Grillmodul liefen 1986 an: Das Ziel des Versuchs ist sowohl physikalischer (aktive Beeinflussung der Dichtegrenze) als auch technologischer Art (Demonstration einer hohen Leistungsdichte). Der Betrieb der FTU-Apparatur soll Anfang 1988 aufgenommen werden.

II.3.3. ASDEX-UPGRADE (Garching). Diese Anlage zielt auf die Untersuchung des Plasmaverhaltens und der Plasma-Wand-Wechselwirkung bei Verwendung eines reaktorrelevanten Poloidaldivertors ab. Der Bau macht gute Fortschritte, und alle Komponenten des Tokamak-Systems sind bestellt. Der Betrieb soll in der zweiten Jahreshälfte 1988 beginnen. Eine Zusatzheizung, die aus einem System von 6 MW Wasserstoff NBI- und 6 MW ICR-Heizung besteht, ist in Vorbereitung (Beginn des Betriebs Anfang 1989).

II.3.4 COMPASS (Culham). Diese Anlage, genehmigt in 1984, zielt in der Hauptsache auf Untersuchungen hoher Beta-Werte und der MHD-Stabilität ab.

Die Beschaffung der wichtigsten Komponenten für diese Apparatur macht gute Fortschritte. Die Toroidalfeldstromversorgung wurde ausgeliefert und erfolgreich erprobt. Die Installierung der drei Gyrotrone der Phase I (0,6 MW ECRH) als Vorbereitung des Vorlaufversuchsprogramms in DITE, das dem (für Anfang 1988 geplanten) Betriebsbeginn von COMPASS vorangeht, ist weit fortgeschritten.

II.3.5. TCV (Lausanne). Dieser Tokamak, der 1986 genehmigt wurde, zielt darauf ab, Plasmen mit grossen Elongationen zu erzeugen, bei denen erwartet wird, dass sie die Möglichkeit bieten, höhere Plasmaströme und damit höhere Beta-Werte zu erreichen. Die Inbetriebnahme der Anlage soll Ende 1989 erfolgen.

III. ALTERNATIVE BAUREIHEN

Wie bereits erwähnt, ist es eines der drei Hauptziele des Programms, das Reaktorpotential einiger alternativer Linien - Stellaratoren und Pinche mit umgekehrtem Feld - zu erforschen. Nachstehend werden die Versuchsergebnisse der bereits im Betrieb befindlichen Anlagen und der Stand der zur Zeit im Bau oder in der Planung befindlichen Apparaturen vorgestellt.

III.1. STELLARATOREN

III.1.1. WENDELSTEIN VII A (Garching). Diese Anlage wurde vor kurzem nach einem erfolgreichen Betrieb von insgesamt zehn Jahren demontiert. Die ECR-Heizung (28 GHz und später 70 GHz, 0,2 MW) ergab (Zusammenarbeit mit der Universität Stuttgart):

- Plasmaerzeugung und Heizung (T_{eo} bis zu 2,5 keV);
- neoklassischer Einschluss für innere Elektronen;
- Erzeugung radialer elektrischer Felder bei Kombination mit NBI;
- Betrieb im Torsatronmodus, der bewies, dass stabile Einschlussregionen durch positive Verscherung vergrössert werden können.

III.1.2. WENDELSTEIN VII-AS (Garching). Die Konstruktion aller wichtigen Komponenten in der Industrie ist kürzlich abgeschlossen worden und der Zusammenbau der Module macht gute Fortschritte. Die Prototypspule wurde erfolgreich erprobt und alle Spulen wurden vom Hersteller fertiggestellt. Nach dem derzeitigen Stand soll W VII-AS im Sommer 1987 betriebsbereit

sein. Während die 0,8 MW (langer Impuls) ECR-Heizung von Anfang an zur Verfügung stehen wird, werden die NBI-(1,2 MW) und ICR-(3 MW) Heizungssysteme einige Monate später betriebsbereit sein.

III.1.3. WENDELSTEIN VII-X (in der Planung in Garching). Der Bau der Folgeanlage zu W VII-AS ist vorgesehen. Sie soll es ermöglichen, festzustellen, ob das fortgeschrittene Stellarator-Konzept für künftige Fusionsreaktoren realisierbar ist (aufgrund numerischer Untersuchungen werden mittlere Beta-Werte von 5% erwartet). Darüber hinaus läuft in Zusammenarbeit mit Karlsruhe eine Untersuchung über diejenigen Reaktoreigenschaften, in denen sich der Stellarator vom Tokamak unterscheidet.

III.1.4. TJ-II (im Genehmigungsverfahren, Madrid). Im Hinblick auf die volle Beteiligung Spaniens am europäischen Fusionsprogramm (ab 1. Januar 1986) konzentrierte sich JEN, Madrid, auf den Entwurf eines flexiblen Heliac-Einschlussexperiments (TJ-II), das die anderen Stellaratoren in Europa ergänzen soll. Dieses Vorhaben befindet sich im Genehmigungsverfahren im Rahmen von EURATOM.

III.2 PINCHE MIT UMGEKEHRTEM FELD

III.2.1 ETA-BETA II (Padua). Versuche mit dieser Anlage sollen Untersuchungen über das nächste RFX-Vorhaben unterstützen. Um die Plasmaeinschluss- und Plasmarelaxationserscheinungen zu verstehen, die zu einer Umkehrung des Toroidalfelds führen, wurden Fluktuationsstudien durchgeführt. Dabei wurde ein reines ($Z_{\text{eff}} \sim 1$) hochdichtes (10^{20} m^{-3}) Plasma mit $\beta \sim 10\%$, $T = 0,1 \text{ keV}$ und $\tau_E = 10^{-4} \text{ s}$ erhalten.

III.2.2. HBT-X (Culham). Versuche mit dieser Anlage zeigen, dass eine Regelung der Plasmagleichgewichtsposition und geringere Feldfehler zu längeren Einschlusszeiten führen. Elektronentemperatur und Einschlusszeit nehmen in Abhängigkeit vom Strom zu: in einigen Fällen ist der Temperaturanstieg proportional zum Strom bei konstantem Beta-Wert ($\sim 10\%$).

III.2.3. RFX (Padua). Dies wird der weltweit grösste RFP sein ($R = 2\text{ m}$, $a = 0,5\text{ m}$, Plasmastrom bis zu 2 MA). Er wird es ermöglichen, Plasmaeinschluss und Plasmaheizung unter Bedingungen zu untersuchen, die dem thermonuklearen Bereich näherstehen als die derzeitigen RFP-Apparaturen. Nach Abschluss der Projektierung ist jetzt der Bau der Gebäude und der wichtigsten Infrastrukturvorhaben angelaufen; die Hauptkomponenten der Anlage sind ausgeschrieben worden. Culham leistet einen beträchtlichen Beitrag zu dem Vorhaben. Die Anlage soll 1989 in Betrieb gehen.

III.3 SONSTIGE ANLAGEN

Neben den beiden wichtigsten alternativen Linien, die in Europa verfolgt werden, gibt es noch einige andere Anlagen, deren Zielsetzung die Erweiterung der Datenbasis für die Grundlagen der Plasmaphysik ist :

III.3.1. SPICA (Nieuwegein). Bei diesem schraubenförmigen (helikoidalen) Pinch wird das Plasma bei hohen β -Werten durch kraftfreie Ströme, die das Plasma umgeben, und durch die leitende Schale stabilisiert. Experimente in SPICA I haben gezeigt, dass so Hoch- β -Plasmen geschaffen werden können; erste Resultate von SPICA II, dessen Bau 1984 abgeschlossen wurde, sind vielversprechend (hohe β -Werte mit elongierten Wirkungsquerschnitten).

III.3.2. EXTRAP (Stockholm). EXTRAP ist der Nachfolger der Experimente mit linearen und toroidalen Sektoren, die einen makroskopisch stabilen Plasmazustand demonstriert haben. Dieser Z-Pinch wird durch ein überlagertes magnetisches Oktupol-Feld stabilisiert, das durch externe Leiter erzeugt wird. Experimente sind vor kurzem angelaufen.

III.4 TRAGHEITSEINSCHLUSS

Etwa 1% der Anstrengungen des europäischen Fusionsprogramms wird für die Verfolgung der anderweitig durchgeführten Forschungsarbeiten und für die Aufrechterhaltung einer eigenen Kapazität zur Bewertung der auf diesem Gebiet gemachten Fortschritte aufgewendet. Die beiden beteiligten Laboratorien sind:

- Garching, das einen Hochleistungs-Gaslaser (2 KJ mit kurzer Pulsdauer entwickelt);
- Frascati, das einen Doppelstrahl-Gaslaser ($2 \times 70\text{ J}$) entwickelt.

IV. UNTERSTUTZENDE FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSARBEITEN

Neben der Planung, dem Bau und dem Betrieb, die in den vorhergehenden Abschnitten geschildert werden, wird ein beträchtlicher Teil der Arbeiten im JET und in den assoziierten Laboratorien folgenden Aktivitäten gewidmet:

- Untersuchungen und Entwicklungen als Zuarbeit zu JET und auch für NET;
- Entwicklung von Teilsystemen, die für eine Erweiterung des Wissensstandes über Plasmaphänomene und für die Erzeugung besserer Plasmen erforderlich sind.

IV.1 ZUARBEIT ZU JET (Verträge gemäss Artikel 14 und aufgabenspezifische Vereinbarungen)

- Die beiden Hauptverträge über NBI (mit Fontenay und Culham) wurden erfolgreich abgeschlossen. Die erste Anwendung der Neutralteilchenheizung im JET hat zu einer Verdoppelung der zentralen Ionentemperatur auf 6,5 keV geführt.
- Im Berichtszeitraum wurde in den Assoziationen eine grosse Zahl von Diagnostiksystemen entwickelt, im JET installiert und mit dem von den Assoziationen entsandten Personal betrieben:
 - . Einpunkt-Thomson-Streuung (Risø)
 - . FIR-Interferometer und räumliches VUV-Scanning (Fontenay)
 - . Neutralteilchenanalysator und Röntgenspektrometer (Frascati)
 - . Kamerasystem für weiche Röntgenstrahlen (Garching)
 - . Schnellsystem für die Elektronen-Zyklotron-Emission (Nieuwegein)
 - . Neutronendiagnostik (Harwell) und Spektroskopiediagnostik (Culham)
 - . 2,4 MeV Laufzeit-Neutronenspektrometer (Studsvik)
 - . Plasmagrenzsonde (JET, Culham und Garching)
 - . "Bolometer array" (Garching)
- Verträge über Entwicklung von Prototypen für die Pelleterzeugung (Grenoble), die Pelletbeschleunigung durch eine lichtbogenbeheizte Gaskanone (Risø) und die Auslegung von Pellet-Injektoren für JET (Garching) wurden abgeschlossen.
- JET hat mit den Assoziationen ferner Verträge über die Durchführung verschiedener analytischer und numerischer Untersuchungen über Plasma-

gleichgewicht und -transport, Energiedeposition durch verschiedene Heizungsverfahren, und Plasma-Wand-Wechselwirkung abgeschlossen.

- Viele assoziierte Laboratorien arbeiten durch Entsendung von Personal, im Rahmen des Vertrages über die Abordnung von Personal der assoziierten Institute an JET, direkt am JET mit. Vor allem das JET benachbarte Culham-Laboratorium stellt einen grossen Teil seiner Wissenschaftler und Ingenieure für das Projekt zur Verfügung.

IV.2. SONSTIGE ENTWICKLUNGEN IN DEN ASSOZIIERTEN LABORATORIEN

IV.2.1. NBI: Die Entwicklung der NBI-Systeme, die in einigen im Bau befindlichen Tokamaks und im TEXTOR installiert werden sollen, gehen weiter.

IV.2.2 Gyrotrone: Die Untersuchungen und die Entwicklung von Gyrotronen werden in einigen Laboratorien und in der Industrie fortgesetzt:

- Die Kommission hat einen Vertrag mit der Industrie zur Entwicklung eines 100 GHz, 0,2 MW, 0,1 s-Gyrotrons abgeschlossen. Prototypröhren werden zur Zeit erprobt.
- Ein experimentelles quasioptisches Gyroklystron von 120 GHz wird von der Schweizer Assoziation in Zusammenarbeit mit der Industrie entwickelt. Alle Komponenten sind gefertigt und das System wird zur Zeit zusammengebaut.
- Physikalische Untersuchungen an Gyrotronen mit sehr hoher Frequenz (Karlsruhe). Alle Komponenten sind gefertigt und die experimentellen Untersuchungen haben begonnen.
- Garching hat einen Vertrag mit der Industrie über ein 70 GHz-Gyrotron abgeschlossen. Erste Versuche sind erfolgreich verlaufen.

IV.2.3. Pellets: In Risø haben Deuterium-Pellets (Durchmesser 3,2 mm) in einer lichtbogenbeheizten Gaskanone Geschwindigkeiten von etwa 2 km/s erreicht. Ein Multipellet-Injektor, mit variabler Pelletgrösse und auf der Zentrifuge basiert, ist in Garching entwickelt worden.

IV.2.4 Diagnostik: Neben den verschiedenen Diagnostiksystemen, die für JET konzipiert wurden, sind viele Diagnostiksysteme (darunter auch einige neue) entwickelt und in den Anlagen der Assoziationen installiert worden:

- Reflektometrie für Messungen der Elektronendichte (in Fontenay).
- HCN-Laser-Polaris-Interferometer zur Messung der lokalen Stromverteilung (in Jülich)
- Neuartige Diagnostiksysteme für den Plasmagrenzbereich, wie z.B. laserinduzierte Resonanzfluoreszenz und Lithiumstrahlen (in Jülich).

IV.2.5. Ionenstrahlen: Die Entwicklung betrifft:

- H^- Bündel und Ionenbeschleunigung (Amsterdam): 4 Einzelstrahlen wurden erzeugt (Strom von 3 mA bei einer Teilchenenergie von 120 keV);
- Negative Ionenstrahlen (Culham): 30 mA/cm² wurden erzielt; die Aussichten auf eine Extrapolation auf einen breiten Bereich sind gut.
- Negative Ionenstrahlen (Stockholm in Zusammenarbeit mit Grenoble): Die Experimente ergaben einen Strom von 150 mA mit H^- Ionen beschleunigt bis zu 55 kV.

IV.2.6 Arbeiten für NET

Die beim NET-Entwurf erzielten Fortschritte haben es dem NET-Team ermöglicht, detaillierte Aufgaben im Technologiebereich festzulegen, die in den assoziierten Laboratorien durchgeführt werden sollen. Bisher wurden etwa 100 Aufgaben in den Bereichen Magnete, Mantel, Werkstoffe, Tritium, Fernbedienung und Sicherheit zugewiesen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind bereits beim Entwurf berücksichtigt worden und haben damit zu einer engen und sehr fruchtbaren Wechselbeziehung zwischen Laboratorien und NET-Team geführt. Darüber hinaus hat NET an die Assoziationen etwa 90 Studienverträge in den Bereichen Physik und Engineering vergeben. Im Rahmen des NET-Abkommens entsenden die Assoziationen ferner Personal in das NET-Team.

IV.3 THEORETISCHE STUDIEN

Analytische und numerische Untersuchungen sowie die Entwicklung von Computer codes wurden in den meisten Laboratories durchgeführt:

- MHD-Gleichgewicht und Transport werden in den meisten Laboratorien untersucht. Hiermit befasst sich vor allem das Forschungsteam an der

Freien Universität Brüssel;

- makroskopische und mikroskopische Instabilitäten mit besonderer Berücksichtigung der Beta-Grenzen werden vor allem in Laboratorien untersucht, die über die erforderlichen Rechenanlagen für grosse numerische Berechnungen verfügen;
- Rechenprogramme über Gleichgewicht, Transport usw. werden in den grösseren Laboratorien und in Lausanne entwickelt (3-D-Code in Garching für Untersuchungen über das fortgeschrittene Stellarator-konzept);
- Untersuchungen über die Heizung (Wellenfortpflanzung und Energie-deposition, ray-tracing, usw.) und nicht-induktive Stromerzeugung werden vor allem in Laboratorien durchgeführt, die sich mit diesen Problemen auch experimentell befassen.

V. TECHNOLOGIE

Die ordnungsgemässe Durchführung des Fusionstechnologieprogramms war eines der herausragenden Ergebnisse der letzten Jahre. Der überwiegende Teil der Arbeiten ist auf NET ausgerichtet, sie umfassen aber auch einen Teil mit langfristigen Anwendungen (Werkstoffe mit geringer Aktivierung, Untersuchungen über Sicherheit und Auswirkungen auf die Umwelt).

Die Arbeitsbereiche sind Magnete, Tritiumtechnologie, Mantel, Werkstoffe, Sicherheit und Umwelt. Die Arbeiten werden in den Assoziationen (in vielen Fällen durch Einsatz von Gruppen aus Kernspaltungslaboratorien), in der GFS, und in geringem Umfang durch die Industrie durchgeführt.

V.1 SUPRALEITENDE MAGNETE

Das Entwicklungsprogramm konzentrierte sich auf die wichtigsten Anforderungen des NET: supraleitende Toroidal- und Poloidalfeldspulen. Das grösste Projekt, das zusammen mit der Industrie durchgeführt wurde, war die Auslegung und Herstellung der Euratom-Spule für die Grossspulen-Versuchsanlage (LCTF: Large Coil Test Facility) in Oak Ridge (ORNL) in den Vereinigten Staaten. Diese 38 Tonnen schwere, helium-gekühlte, supraleitende NbTi-Toroidalfeldspule wurde in Karlsruhe erprobt, bevor sie zum LCTF verschifft wurde, wo sie zusammen mit fünf anderen Spulen (je eine aus Japan und der Schweiz und drei aus den Vereinigten Staaten) im Rahmen eines IEA-Abkommens installiert und getestet werden soll. Das Testprogramm in ORNL ist im April 1986 angelaufen.

Für das Toroidalfeld des NET sind gegebenenfalls Supraleiter mit Fähigkeiten bis zu und über 12 Tesla erforderlich, für die fortschrittliche Werkstoffe wie NbSn_3 und NbAl_3 entwickelt werden müssen. Zu diesem Zweck hat ein Konsortium von drei assoziierten Laboratorien die Hochfeldprüfanlage SULTAN gebaut, die zur Zeit bei 8 T betrieben wird (Volleistung bei 12 T im Jahre 1987).

Der Tokamak TORE-SUPRA liefert sehr wertvolle Erfahrungen bei der Bewertung des gesamten Konzepts eines supraleitenden, experimentellen Tokamaks und wird in einigen Jahren die Erprobung einer Modell-Poloidalfeldspule gemäss den NET-Spezifikationen "vor Ort" ermöglichen. Die Entwicklung einer solchen Spule ist im Gang.

V.2. TRITIUMTECHNOLOGIE

Die Arbeiten sind auf die Entwicklung der Komponenten des Tritiumsystems für den NET und die Sicherheitsaspekte bei der Handhabung von Tritium ausgerichtet.

Eines der Hauptziele der Untersuchung ist die Reinigung des verbrauchten Brennstoffs des NET. Der verbrauchte DT-Brennstoff, der durch Helium und verschiedene metallische und gasförmige Verunreinigungen "vergiftet" wird, muss seinen ursprünglichen hohen Reinheitsgrad zurückerhalten. Das bevorzugte Verfahren hierfür ist die Permeation durch Pd-Ag-Membranen, die zur Zeit im PALLAS-Kreislauf untersucht wird. Als Alternative werden Getter untersucht; Ti-Zr hat sich als besonders wirksam erwiesen. Die abgetrennten gasförmigen Verunreinigungen enthalten noch immer etwas Tritium und machen daher ein weiteres Enttritierungsverfahren erforderlich. Experimentelle Untersuchungen solcher Verfahren werden zur Zeit durchgeführt (U-Bett, sonstige Heissmetallbetten). Daneben werden auch Verfahren für die Dekontaminierung der Luft und die Dekontaminierung fester tritierter Abfälle untersucht. Zur Handhabung von stark tritiiertem Wasser werden zur Zeit zwei Prototyp-Elektrolyseure entwickelt. Schliesslich wurden in Zusammenarbeit mit der Industrie detaillierte Spezifikationen für (tritiumkompatible) Hochleistungs-Turbomolekularpumpen und grosse, schnellschliessende Ganzmetallschieber ermittelt (Durchführbarkeitsstudien werden zur Zeit von der Industrie durchgeführt).

Viele der vorstehend beschriebenen Experimente implizieren die Verwendung von Tritium und erfordern somit spezielle Versuchsanlagen. Entsprechende Anlagen werden dem Fusionsprogramm nunmehr in Frankreich (Bruyère-le-

Chatel, Saclay) zur Verfügung gestellt; weitere sind im Bau (KfK) oder in einem fortgeschrittenen Planungsstadium (GFS Ispra), um den Experimentierumfang entsprechend den Erfordernissen des Programms zu erweitern.

V.3. MANTEL

Ingenieurtechnische Untersuchungen über den Tritium-Brutmantel haben gezeigt, dass zwei Hauptoptionen zur Verfügung stehen: eine Option, die ein flüssiges Eutektikum-Lithium-Blei als Brutmaterial und Selbstkühlmittel, eine andere, die feste Keramikverbindungen von Lithium mit Helium als Kühlmittel verwendet. Die experimentellen Arbeiten waren daher auf die Schaffung der erforderlichen Datenbasis für solche Werkstoffe ausgerichtet. Was das Eutektikum-Lithium-Blei angeht, wurden die Daten über die Wasserstofflöslichkeit und -diffusion durch neue Messungen vervollständigt. Kompatibilitäts und Flüssigmetall-Versprödungsversuche ergaben keine Hinweise auf Risse oder einen unmittelbar bevorstehenden Bruch des Gefäßmaterials. Erste Erfahrungen über die Rückgewinnung von Tritium aus dem Flüssigmetall wurden durch Verwendung von Ti-Gettern oder Einperlen von Inertgas gewonnen.

Im Hinblick auf die keramischen Lithium-Verbindungen - ein wichtiges Projekt, an dem 6 europäische Laboratorien teilnehmen (und das zum Teil in eine IEA-Vereinbarung eingebunden ist) - wurden Herstellungsverfahren zur Erzielung von sehr reinen Lithiumluminaten und Ortho- sowie Metasilikaten erarbeitet. Erste kurze Bestrahlungsversuche mit ventilierten (entlüfteten) Bestrahlungskapseln, bei denen winzige Mengen Tritium (300-350 Ci/Probe) anfallen, ermöglichten eine Auswahl der Proben "mit dem besten Verhalten". Sie werden in termischen und schnellen Reaktoren länger bestrahlt werden, wobei in Endergebnis die Tritium-Brutkapazität nachgewiesen werden soll.

V.4 WERKSTOFFE

Aufgrund der Untersuchungen im Zusammenhang mit der Auslegung des NET wurde der Themenkreis dieses Bereichs inzwischen erweitert, um Strukturwerkstoffe, Materialien für den Schutz der ersten Wand, isolierende und optische Werkstoffe sowie Divertor-Materialien einzubeziehen.

Als Strukturwerkstoff für den NET soll entweder austenitischer (316) oder martensitischer (1.4914) Stahl verwendet werden; für langfristige Anwendun-

gen stehen austenitischer Mn-Cr-Stahl, Vanadiumlegierungen und elementweise massgeschneiderter Stahl mit geringer Aktivitätierung zur Auswahl.

Erste wichtige Ergebnisse über das Bestrahlungsverhalten von austenitischem 316-Stahl wurden im Rahmen einer internationalen Kampagne erzielt, die 1981 begann und an der 3 Spaltungsreaktoren in Europa (HFR/Petten, BR-2/Mol, R2/Studsvik) und zwei in den Vereinigten Staaten (HFIR und ORR, beide Oak Ridge) teilnahmen und bei der Proben aus europäischen, japanischen und amerikanischen Referenzstählen eingesetzt werden.

Die meisten der geplanten Nachbestrahlungs-Zugefestigkeits und Ermüdungsversuche sind inzwischen abgeschlossen (Bestrahlungsdosen von 5 dpa und 10 dpa - Bestrahlungsdosen pro Atom - wurden erreicht). Die In-pile Kriechexperimente befinden sich noch immer in den Reaktoren und akkumulieren Stahldosen; der in-pile Ermüdungsversuch dieser Art (BR-2), der erste seiner Art, war vor Ende 1986 bereit, im Reaktor installiert zu werden.

Bei den meisten der vorstehend erwähnten Strukturlegierungen wurden auch die mechanischen Eigenschaften während oder nach der Bestrahlung mit Teilchenstrahlen aus Beschleunigern untersucht in dem Bestreben, fusionsspezifische Strahlenschäden zu simulieren: z.B., torionsbedingte Kriechmessungen an 316-L-Stahl; Ermüdungen bei niedriger Lastwechselfrequenz und Untersuchungen über die Wechselwirkung Kriechen-Ermüdung; Untersuchungen über das strahleninduzierte Kriechen, die bei Zug- und Druckbeanspruchung ähnliches Kriechverhalten zeigen; Untersuchungen über die Lebensdauer von 316-Stählen bei Belastungen bis zum Bruch, wobei ein starker Rückgang der Lebensdauer bei einer Heliumkonzentration von etwa 100 ppm beobachtet wird, und viele andere.

Als Werkstoffe zum Schutz der ersten Wand wurden nach eingehender Prüfung einer grossen Zahl von vorgeschlagenen Materialien letzten Endes feinkörnige Graphite, eine bestimmte Art von SiC sowie Graphit/SiC-Verbundwerkstoffe ausgewählt.

Ebenso hat das Suchen nach geeigneten keramischen Elektroisolatoren ergeben, dass Aluminiumoxid, Spinell und Magnesiumoxid besonders vielversprechend sind. Darüber hinaus wurden auch Methoden entwickelt, um den elektrischen Verlusttangens optischer Materialien, die bei verschiedenen Frequenzbereichen der HF-Plasmaheizung verwendet werden sollen, während und nach der Bestrahlung zu messen.

V.5 SICHERHEIT UND UMWELT

Die Arbeiten konzentrieren sich im wesentlichen auf mögliche Ursachen und Folgen der Freisetzung von gasförmigen Tritium sowie die Endlagerung tritierter (fester) Abfälle.

Rechenmodelle von radioaktiven Quelltermen und der globalen Ausbreitung von Tritiumgas und HTO wurden entwickelt (eine erste experimentelle Nachprüfung ist im Gang).

Störfälle wurden analysiert und eine Risikoabschätzung für verschiedene Komponenten des NET durchgeführt. Die Dekontaminierung tritierter metallischer Abfälle wurde untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass Vakuum-schmelzen und Ausgasen am wirksamsten sind.

Eine Untersuchung des Umwelteinflusses der Fusion wurde vorbereitet und wird dem Parlament und dem Rat unterbreitet werden. Dieses Dokument diskutiert auch die wirtschaftlichen Aussichten der Fusion.

VI. NET

Das NET-Team begann 1983 mit seinen Arbeiten zur Definition des NET, um die Zielsetzungen, wichtigsten Auslegungsmerkmale, Optionen und Ablaufpläne des NET festzulegen und die für seine Auslegung erforderlichen FuE-Arbeiten, vor allem im Bereich der Technologie, zu identifizieren.

Diese Phase ist bis Ende 1985 so weit abgeschlossen worden, dass auf die Vorentwurfsphase übergegangen werden kann; das FuE-Programm Technologie ist in den meisten Bereichen, die für NET von Bedeutung sind, in Angriff genommen worden.

Ziel des NET ist es, ein Plasma mit reaktorrelevanten Parametern und Leistungskennwerten zu erzeugen und die wichtigsten technischen Durchführbarkeitsfragen eines Fusionsreaktors zu behandeln. NET soll daher auf die kontrollierte Zündung und lange Brennzeiten abzielen und die Zuverlässigkeit und Wartbarkeit des Systems sowie seinen sicheren Betrieb und geringe Auswirkungen auf die Umwelt demonstrieren. Schliesslich soll NET die Möglichkeit bieten, Entwurfskonzepte zu qualifizieren und Werkstoffe für die Tritium- und Energieextraktionssysteme für den DEMO (Demonstrationsreaktor) zu erproben. Zu diesem Zweck wurde ein in Phasen aufgeschlüsselter und flexibler Betriebsplan (13 Jahre) entwickelt. Das Konzept und die Parameter der Maschine wurden unter diesen Gesichtspunkten nach eingehenden Optimierungsstudien ausgewählt.

Die Skalierung des Plasmaverhaltens, die der Wahl der Parameter zugrunde liegt, stimmt mit dem derzeitigen experimentellen Ergebnissen über Tokamaks überein; angesichts einer möglichen Degradation dieser Skalierung wurden jedoch erhebliche Spielräume zugrundegelegt, um die Zündung und lange Brennzeiten sicher zu erreichen. Die Gesamtgrösse wird erheblich über der des JET liegen, der Plasmastrom kann bis zu 15 MA erreichen; der grosse Radius wird bei 5 m im Vergleich zu 3 m bei JET liegen; was gleichzeitig auch auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass zwischen der Plasmakammer und den supraleitenden magnetischen Toroidalfeldspulen ein Mantel und eine Abschirmung vorgesehen sind. Während eines D-T Brennpulses (von etwa 500 s Dauer) werden durch Fusionsreaktionen bis zu 600 MW Leistung erzeugt.

Für die wichtigsten Komponenten der Basismaschine sind Entwurfskonzepte ausgearbeitet worden, um den Assoziationen Leitlinien für die Entwicklung solcher Komponenten an die Hand zu geben und Durchführbarkeitsstudien an die Industrie zu vergeben. Für die mit dem Plasma unmittelbar benachbarten Komponenten, deren Betriebsbedingungen extrem und derzeit noch ungewiss sind, werden mehrere Entwurfskonzepte verfolgt, und die Auswahl von Referenzlösungen erfordert noch weitere Arbeiten und macht eine Datenbasis erforderlich. Entsprechende Aufgaben für die Assoziationen und die Industrie wurden festgelegt und in Angriff genommen.

VII. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Mit JET, dem grössten Fusionsexperiment der Welt, das von Anfang an als ein gemeinsames Unterfangen aller Assoziationen vorgesehen war, mit den mittelgrossen Tokamaks und den Anlagen der alternativen Linien in den assoziierten Laboratorien hat Europa in den vergangenen Jahren eine unangefochtene Führungsstellung in der Welt erreicht. Das europäische Fusionsprogramm nimmt an allen zur Zeit erörterten Kooperationsvorhaben zwischen den Fusionsprogrammen der Welt teil. Es ist gut gerüstet, seine Spitzenposition auch in den kommenden Jahren zu behaupten, wenn eine ausreichende finanzielle Unterstützung gewährleistet ist.

B) VORSCHLAG FÜR EINE VERORDNUNG DES RATES

zur Annahme eines Forschungs- und Ausbildungsprogramms auf
dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion

DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN,

gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft,
insbesondere Artikel 7,

gestützt auf den Vorschlag der Kommission nach Anhörung des Ausschusses für
Wissenschaft und Technik⁽¹⁾,

gestützt auf die Stellungnahme des Europäischen Parlaments⁽²⁾,

gestützt auf die Stellungnahme des Wirtschafts- und Sozialausschusses⁽³⁾,

in Erwägung nachstehender Gründe:

Das Energieproblem stellt sich gleichermassen in allen Mitgliedstaaten. Mit
gemeinsamen Anstrengungen lässt es sich besser lösen. Die Kernfusion ist
eine mögliche langfristige Lösung des Energieproblems. Die rationelle
Nutzung der verschiedenen Energiequellen bedarf einer Koordinierung; die
Gemeinschaft muss deshalb eine möglichst weitgehende Übereinstimmung ihrer
Tätigkeiten auf den verschiedenen Sektoren der Energie und Energieforschung
sicherstellen.

Der Rat hat am das Rahmenprogramm der Gemeinschaftsaktivitäten auf dem
Gebiet der Forschung und Entwicklung (1987-1991) angenommen⁽⁴⁾ und dabei
den vorangehenden Überlegungen Rechnung getragen.

(1) ABl. Nr.

(2) ABl. Nr.

(3) ABl. Nr.

(4) AbI. Nr.

Die Kernfusion ist eine potentielle neue Energiequelle mit praktisch unbegrenztem und überall zugänglichem Brennstoff. Magneteinschluss-Fusionsreaktoren entsprechen hohen Sicherheitsanforderungen und versprechen einen geringen Einfluss auf die Umwelt. Die Kernfusion ist deshalb ein wichtiges Ziel im Rahmen des Rahmenprogrammes.

In seinem Beschluss 85/201 Euratom⁽⁵⁾ verabschiedete der Rat ein Forschungs- und Ausbildungsprogramm (1985-1989) auf dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion. Nach Artikel 3 dieses Beschlusses soll die Kommission dem Rat 1987 aufgrund einer im zweiten Jahr des Programmes durchzuführenden Untersuchung einen Revisionsvorschlag zum Ersatz des Programmes für 1985-1989 durch ein neues Fünfjahresprogramm vorlegen, dessen erste drei Jahre (1987, 88 und 89) mit der Laufzeit des vorangehenden Programmes zusammenfallen. Der Beschluss 85/201 Euratom ist deshalb zu ersetzen.

Da der Beschluss 85/201 Euratom ersetzt wird, bleiben rund 171 Mio ECU des zur Durchführung des vorangehenden Programms für notwendig erachteten Betrags - ausschliesslich der Mittel für JET (Joint European Torus) - und rund 209 Mio ECU des für das vorangehende JET-Programm für notwendig erachteten Betrages ungenutzt. Diese Beträge können dem neuen Programm zugewiesen werden. Diesen Mitteln sowie der Tatsache, dass das Programm sämtliche auf diesem Gebiet in den Mitgliedstaaten durchgeführten Arbeiten umfasst, ist bei der Festlegung der Beträge für die Durchführung des neuen Programmes Rechnung zu tragen.

Angesichts des Ausmasses der für die Phase der Anwendung der kontrollierten Kernfusion notwendigen Anstrengungen, die der Gemeinschaft zum Nutzen gereichen können, müssen die bis jetzt auf diesem Gebiet durchgeführten Arbeiten auch in den künftigen Entwicklungsstadien gemeinsam ausgeführt werden.

(5) ABl. Nr. L 83 vom 28.3.1985, S. 25.

Die von der Kommission vorgeschlagene Forschung stellt ein geeignetes Mittel zur Fortsetzung dieser Tätigkeiten dar, so dass die Annahme eines Mehrjahresprogrammes auf dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion von gemeinsamem Interesse ist; ein solches Programm ist überdies notwendig, um der Gemeinschaft eine Beteiligung an der internationalen Zusammenarbeit auf diesem Gebiet zu ermöglichen.

Die nachstehend dargelegte Strategie, auf deren Grundlage das Programm fortgesetzt werden soll, ist nicht zu ändern:

- Fortsetzung eines auf einen Demonstrationsreaktor ausgerichteten und zur Zeit auf dem Tokamak-Konzept beruhenden umfassenden Programmes; Abschluss des ersten Schrittes im Tokamak-Programm: JET-Projekt mit seinen Erweiterungen und volle Nutzung der bereits existierenden oder im Rahmen der Assoziationen im Bau befindlichen Einrichtungen;
- Fortsetzung der vorläufigen Planung des zweiten Schrittes des Tokamak-Programmes, des Next European Torus (NET) und Fortsetzung der für dessen Planung und Bau sowie längerfristig für den Fusionsreaktor notwendigen technologischen Entwicklungsarbeiten;
- in Abhängigkeit der verfügbaren Mittel Untersuchung von Alternativ-Einschlusssystemen mit Akzent auf "pinches" mit umgekehrtem Feld und auf Stellaratoren, wobei ihr Reaktorpotential periodisch mit demjenigen des Tokamak zu vergleichen ist.

Diese Strategie sollte überprüft werden bei der nächsten Programmrevision die das gegenwärtige Programm durch ein neues Fünfjahresprogramm ab 1.1.1990 ersetzt; zum Zeitpunkt dieser Revision wäre es angemessen zu entscheiden, ob der D-T-Betrieb im JET und die detaillierte Planung des NET aufgenommen werden sollen.

Im Forschungsprogramm der gemeinsamen Forschungsstelle ist eine Beteiligung der GFS am NET und am Technologieprogramm vorgesehen.

Schweden und die Schweiz beteiligen sich an den Tätigkeiten der Gemeinschaft auf dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion als assoziierte Mitglieder.

Die Gemeinschaft sollte weiterhin den Bau bestimmter Einrichtungen fördern für Vorhaben die einen Prioritätsstatus haben, die Zuarbeiten zu JET und NET durch die Assoziationen, sowie bestimmte Entwicklungen auf dem Gebiet der Fusionstechnologie, mittels bevorzugter Beteiligung an den Ausgaben solcher Vorhaben.

Die direkte Beteiligung der Industrie an der Durchführung des Programmes, insbesondere an NET und der Fusionstechnologie, sollte verstärkt werden.

Die Mobilität des Personals zwischen Organisationen, die sich an der Durchführung des Programmes beteiligen, ist zu fördern -

HAT FOLGENDE VERORDNUNG ERLASSEN:

Artikel 1

Ein Forschungs- und Ausbildungsprogramm der Europäischen Atomgemeinschaft auf dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion, das im Anhang beschrieben ist, wird hiermit für einen am 1. Januar 1987 beginnenden Zeitraum von 5 Jahren festgelegt.

Artikel 2

Die für die Durchführung des Programmes ohne JET für erforderlich gehaltenen Mittel belaufen sich auf 533 Mio ECU einschliesslich der Aufwendungen für 105 Bedienstete und der Restmittel des vorangehenden Programmes.

Die für die Dauer des Programmes für JET als erforderlich gehaltenen Mittel belaufen sich auf 378 Mio ECU einschliesslich der Aufwendungen für 191 Bedienstete auf Zeit im Sinne von Artikel 2(a) der Beschäftigungsbedingungen für sonstige Bedienstete der Europäischen Gemeinschaften.

Artikel 3

Im dritten Jahr des Programms wird die Kommission eine Begutachtung des Programms im Hinblick auf die im Anhang aufgeführten Programmziele vornehmen lassen. Im Ausschluss an diese Begutachtung wird die Kommission dem Rat 1989 einen Vorschlag zur Revision des Programmes vorlegen, mit dem Ziel, dieses Programm ab 1. Januar 1990 durch ein neues Fünfjahresprogramm zu ersetzen.

Artikel 4

Der Beschluss 85/201/Euratom wird hiermit mit Wirkung vom 1. Januar 1987 aufgehoben.

Geschehen zu Brüssel

Im Namen des Rates

Der Präsident

A N H A N G

KONTROLLIERTE KERNFUSION

1. Gegenstand des Programms sind:

- (a) Plasmaphysik auf dem betreffenden Gebiet, insbesondere Untersuchungen über die Einschliessung von Plasmen mit Hilfe geeigneter Vorrichtungen sowie über Methoden zur Erzeugung und Aufheizung von Plasmen;
- (b) Forschungsarbeiten über die Einschliessung von Wasserstoff-, Deuterium- und Tritium-Plasmen in geschlossenen Konfigurationen für weite Bereiche von Dichte und Temperatur;
- (c) Forschungsarbeiten über die Wechselwirkung Licht-Materie und Transporterscheinungen sowie über die Entwicklung von Hochleistungslasern;
- (d) Entwicklung von wirkungsvollen Plasma-Aufheizmethoden und deren Anwendung auf Einschliessungsvorrichtungen;
- (e) Verbesserung der Messmethoden und Messapparaturen;
- (f) Vorentwurf und möglicherweise Beginn des detaillierten Konstruktionsentwurfes von NET (Next European Torus) und der technologischen Entwicklungsarbeiten zu dessen Planung und Bau sowie der für den Fusionsreaktor auf längere Frist notwendigen Entwicklungsarbeiten;
- (g) Erweiterung der JET-Anlage auf den vollen Leistungsbereich; Betrieb und Nutzung von JET.

Die unter (a), (b), (c), (d), (e) und (f) genannten Arbeiten werden im Rahmen von Assoziierungsverträgen oder zeitlich begrenzten Verträgen zur Erzielung der für die Verwirklichung des Programms erforderlichen Ergebnisse durchgeführt, wobei die von der Gemeinsamen Forschungsstelle unternommenen Tätigkeiten, insbesondere im Zusammenhang mit NET und den unter (f) genannten Technologie-Arbeiten, berücksichtigt werden.

Die unter (g) genannte Verwirklichung des Projektes JET wurde dem mit Beschluss 78/471/Euratom⁽¹⁾ errichteten Gemeinsamen Unternehmen "Joint European Torus (JET)" übertragen.

2. Das unter Punkt 1 aufgeführte Programm stellt einen Bereich langfristiger Zusammenarbeit dar, der sämtliche Tätigkeiten der Mitgliedstaaten auf dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion umfasst. Es soll zu gegebener Zeit zur gemeinsamen Erstellung von Prototypen im Hinblick auf ihre Entwicklung zur Serienreife und ihre Vermarktung führen.
3. Der Betrag von 533 Mio ECU, der für die Durchführung des Programmes ohne JET für erforderlich gehalten wird, umfasst die Finanzierung:
 - (a) vorrangiger Vorhaben zu einem einheitlichen Satz von etwa 45% gemäss den Angaben in Ziffer 4;
 - (b) laufender Ausgaben der Assoziationen zu einem einheitlichen Satz von etwa 25%;
 - (c) bestimmter industrieller Verträge im Bereich der "NET/Fusions-technologie" und der Entwicklung fortgeschrittener Plasmaaufheizmethoden zu einem Satz von 100% gemäss Ziffer 4;
 - (d) von Verwaltungskosten und von Ausgaben zur Gewährleistung der Mobilität des Personals, um diesem die Tätigkeit in den bei der Durchführung des Programmes mitwirkenden Stellen und im NET-Team zu ermöglichen;
 - (e) von Betriebskosten des NET-Teams zu etwa 75%.

(1) AB1. Nr. L 151 vom 7.6.1986, S. 10.

Jedes Guthaben aus den Beiträgen der assoziierten Drittländer, zu dem Programm ohne JET wird für die finanzielle Beteiligung der Gemeinschaft an den in Absatz 3 erwähnten Ausgaben verwandt.

4. Nach Befragung des Beratenden Ausschusses Fusion kann die Kommission gemäss den Angaben in Absatz 3 a) Vorhaben auf den nachstehenden Gebieten zu einem einheitlichen Beteiligungssatz von 45% finanzieren:

- (a) Tokamak-Systeme und Unterstützung des JET;
- (b) andere Toroidalanlagen;
- (c) Aufheizung und Injektion;
- (d) NET und Fusionstechnologie.

Gehören solche Vorhaben zu den Gebieten (c) und (d) und werden sie von der Industrie ausgeführt, so kann sie die Kommission gemäss Absatz 3 (c) zu 100% finanzieren.

Andererseits haben alle Assoziationen das Recht auf Beteiligung an den Versuchen, die mit den so erstellten Anlagen und Geräten durchgeführt werden.

5. Die Gesamtbeiträge der Mitglieder des Gemeinsamen Unternehmens JET, die zur Finanzierung der JET-Ausgaben während der Programmperiode 1987-1991 erforderlich sind, werden auf 531 MioECU geschätzt. Sie sollen die Erweiterung der JET-Anlage auf volle Leistung sowie seinen Betrieb und ihre Nutzung decken. Gemäss den JET-Statuten werden 80% dieses Betrages, gleich 425 MioECU, von dem Gemeinschaftsbudget gezahlt. Von diesem Betrag hat die Kommission 19 MioECU vor 1987 bewilligt. Die restlichen 406 MioECU werden wie folgt finanziert:

378 MioECU aus den Programm-Mitteln für JET;

28 MioECU als Beteiligung an JET von Schweden und der Schweiz über das Gemeinschaftsbudget gezahlt.

C) FINANZBOGENI. FUSIONSPROGRAMM (ausschliesslich JET)

1. HAUSHALTSLINIE: 7310.
2. BEZEICHNUNG DER HAUSHALTSLINIE: Kernfusion - Allgemeines Programm.
3. RECHTSGRUNDLAGE: Artikel 7 EAG-Vertrag
Beschluss des Rates 85/201/Euratom⁽¹⁾
und für 1987 erwartete Verordnung.
4. BESCHREIBUNG, ZIEL(E), BEGRÜNDUNG DES PROGRAMMES (einschliesslich JET):
 - 4.1 Beschreibung

Das Programm dient der Fortsetzung der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion und deckt alle in den Mitgliedstaaten auf diesem Gebiet laufenden Tätigkeiten. Schweden und die Schweiz sind mit diesem Programm assoziiert. Es betrifft insbesondere die Untersuchung des Magneteinschlusses des Plasmas und der Fusionstechnologie.

(1) ABl. Nr. L 83 vom 25.3.1985.

4.2 Ziele

(a) Die kurzfristigen Ziele des Programmes sind:

- Errichtung der physikalischen und technologischen Basis zur detaillierten Planung des NET (Next European Torus), d.h. der Grossanlage, die die nächste Phase nach JET darstellt;
- Beginn des Detaillentwurf von NET vor dem Ende der Programmperiode, wenn zu diesem Zeitpunkt die notwendige Datenbasen vorhanden sind
- Erkundung des Reaktorpotentials einiger alternativer Bauweisen (hauptsächlich Stellarator und Pinch mit Umkehrfeld)
- Durchführung eines Mindestprogrammes über Trägheits-einschluss.

(b) Das Endziel dieses Programmes besteht darin, zu ermitteln, ob durch Kernfusionsreaktionen zwischen leichten Atomkernen Energie zu wettbewerbsfähigen Preisen erzeugt werden kann, und wenn ja, gemeinsamer Bau von Prototypen im Hinblick auf eine serienmässige Herstellung und Vermarktung.

4.3 Begründung

Das Problem der langfristig verwendbaren Energiequellen auf Weltebene ist noch weit von einer Lösung entfernt. Die Kernfusion ist eine der wenigen Quellen, die eine Lösung dieses Problems versprechen oder zumindestens einen wesentlichen Beitrag zu einer für Europa besonders vorteilhaften Lösung leisten können. Ein Fusionsreaktor mit Magneteinschluss würde praktisch unerschöpfliche und überall verfügbare Brennstoffe verwenden, hohen Sicherheitsauflagen genügen und die Erwartungen hinsichtlich niedrigerer Umwelteinflüsse erfüllen. Die diesbezüglichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sollten hauptsächlich aus folgenden Gründen auf der Ebene der Gemeinschaft durchgeführt werden:

- Das Ausmass der erforderlichen menschlichen und finanziellen Ressourcen wäre für eine solche Entwicklung auf einzelstaatlicher Ebene wahrscheinlich prohibitiv.

- die längen Laufzeiten der Arbeiten (bis ins nächste Jahrhundert hinein), die bis zum Bau des Reaktors erforderlich sind;
- ein allen Mitgliedsstaaten gemeinsamer kollektiven Bedarf;
- die Realisierung eines europäischen Marktes für europäischen Industrien auf dem Gebiet der Hochtechnologie;
- im Falle eines Erfolgs, die Öffnung eines gemeinschaftsweiten Marktes für europäischen Reaktor;
- die Existenz eines potentiellen Partners vergleichbarer Grösse für die drei anderen Fusionsprogramme und damit die Förderung der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Fusion;
- die Qualität des europäischen Forschungsprogramms, dessen führende Position weltweit anerkannt wird und an dem Schweden und die Schweiz voll beteiligt sind.

Die Fusion ist also im Einklang mit den gemeinschaftlichen F, E und D eigenen Kriterien.

5. FINANZIELLE AUSWIRKUNGEN DES VORHABENS FÜR DIE ZEIT VON 1987 BIS 1991.

5.1 Auswirkungen auf die Ausgaben

5.1.1 Kosten getragen durch:

- Haushalt der Gemeinschaften:	616,0 MioECU ⁽¹⁾
- Nationale Behörden und andere Sektoren auf einzelstaatlicher Ebene:	1117,0 MioECU
Ausgaben insgesamt:	1733,0 MioECU
	=====

5.1.2 Tranchen und Mehjahresfälligkeitspläne

1976 nahm der Rat auf Vorschlag der Kommission den Grundsatz des "Gleitenden Programmes" zusammen mit dem Programm für 1976-1980 an. Nach dreijähriger Durchführung jedes Fünfjahresprogrammes

(1) In den 616,0 MioECU sind 83 MioECU enthalten die vor 1987 im Rahmen des Programms 1985-89 für nach 1986 auszuführende Arbeiten gebunden worden sind. Die in dem Vorschlag für eine Verordnung des Rates enthaltenen Gemeinschaftsmittel für 1987-91 betragen deshalb 616 - 83 = 533 MioECU.

wird ein neuer Fünfjahresplan festgelegt, der sich somit mit den beiden letzten Jahren des vorangehenden Programmes überschneidet. Der Rat legt in jedem Programmabschluss den Betrag der Verpflichtungsermächtigungen für das Programm sowie die aus dem vorangehenden Programm hervorgehenden Verpflichtungsermächtigungen fest. Der für jedes Programm veranschlagte Tranche entspricht den zugewiesenen Haushaltsmitteln abzüglich der Restmittel. Die für einen bestimmten Zeitraum bereitgestellten Tranchen stellen die der Kommission zur Durchführung des Programmes in diesem Zeitraum insgesamt zur Verfügung stehenden Mittel dar. Unter Berücksichtigung der für das allgemeine Programm 1987-1991 vorgeschlagenen Zuweisung belaufen sich diese für die Zeit von 1976-1991 auf insgesamt 1181,0 MioECU; sie verteilen sich wie folgt:

	<u>Tranche</u>
Programm 1976-80:	124,0 MioECU
Programm 1979-83: 190,5 - 44,0 (Restmittel aus dem Programm 1976-80):	146,5 MioECU
Programm 1982-86: 301 - 67 (Restmittel aus dem Programm 1979-83):	234,0 MioECU
Programm 1985-89: 360 ⁽¹⁾ - 45,5 (Rest- mittel aus dem Programm 1982-86):	<u>314,5 MioECU</u>
Gesamtbetrag der für 1976-89 bereit- gestellten Tranchen:	819,0 MioECU
 Vorgeschlagenes Programm 1987-91: 533,0 - 171,0 (voraussichtliche Restmittel aus dem Programm 1985-89):	<u>362,0 MioECU</u>
Insgesamt	<u>1181,0 MioECU</u> =====

Die nachstehenden Fälligkeitspläne betreffen den Zeitraum 1976 bis 1991; sie decken die vorangehenden Programme, das laufende Programm 1985-89 und das vorgeschlagene Programm 1987-91.

(1) Siehe Mitteilung der Kommission an den Rat über das Fusionsprogramm, Dokument KOM(85) 789 endgültig.

	1976-85 . 1986 . 1986 . 1986	1987 . 1988 . 1989 . 1990 . 1991	Insgesamt 1976-91	Insgesamt 1987-91 (2)
	Ausgaben Restmittel (1)	Geschätzte Ausgaben		
Programm 1976/86	449.0 8.0 2.0	- - - - -	459.0	-
Laufendes Programm 1985/89	90.8 94.1 4.1	100.3 60.7 10.0 - -	360.0	171.0
Vorgechlagene Programme 1987/91	- - -	- 56.0 100.0 113.0 93.0	362.0	362.0
Insgesamt	539.8 102.1 6.1	100.3 116.7 110.0 113.0 93.0	1181.0	533.0

Zahlungsermächtigungen, MioECU, ohne Beiträge von Drittländern (Schweden und Schweiz)

	1976-85 . 1986 . 1986 . 1986	1987 . 1988 . 1989 . 1990 . 1991	Insgesamt 1976-91	Insgesamt 1987-91 und später (2)
	Ausgaben Restmittel (1)	Geschätzte Ausgaben und später		
Programm 1976/86	389.2 33.2 1.6	14.4 20.6 - - -	459.0	35.0
Laufendes Programm 1985/89	10.1 75.6 0.7	78.8 66.0 81.7 21.4 25.7	360.0	273.6
Vorgechlagene Programme 1987/91	- - -	- 10.2 40.0 115.0 196.8	362.0	362.0
Insgesamt	399.3 108.8 2.3	93.2 96.8 121.7 136.4 222.5	1181.0	670.6

Anm.: (1) Die Restmittel von 1986 gehören zum Programm 1985-89.

(2) Die Zahlen in dieser Spalte enthalten nicht die Postmittel von 1986, die zur Verwendung in 1987 übertragen worden sind.

625.2 Berechnungsmethoden

(a) Personalausgaben

Die Einstellung folgender Bediensteter wird vorgeschlagen:

Jahre .	A .	B .	C .	Insgesamt
1987-91 .	73 .	29 .	3 .	105

Der Berechnung der Personalausgaben liegen die tatsächlichen Ausgaben im Jahre 1987 sowie eine Erhöhung von jährlich 4% für die Jahre 1989-91 zugrunde. Die im Haushaltsplan veranschlagten Mittel für Personalausgaben tragen der Tatsache nicht Rechnung, dass JET der Kommission die Kosten für das ihm aus dem allgemeinen Programm abgestellte Personal zurückzahlt.

Die Ausgaben der Gemeinschaft für Personalkosten sind in den nachstehenden Ausgabenposten (b) und (c) enthalten.

(b) Verwaltungs- und technische Betriebsaufgaben und Leitung

Hierunter fallen Kosten für Reisen, Dienstreisen, Sachverständige und die Veranstaltung von Sitzungen mit administrativer und technischer Unterstützung. Einschliesslich der Mittel für das Bewertungsprogramm, soweit es die Fusion ⁽¹⁾ betrifft, und der Kosten der in der Direktion Fusion in Brüssel beschäftigten Bediensteten der Kommission werden diese zu 100% aus Mitteln der Kommission zu finanzierenden Aufwendungen auf 14 MioECU geschätzt. Dies entspricht 1,4% der Mittel der Gemeinschaft und 0,6% der Gesamtkosten der Fusion-FuE der Gemeinschaft einschliesslich JET.

(1) Die Kosten für den in Abschnitt VI der Erläuterung erwähnten Bewertungsausschüssen werden auf etwa [eine Halbe MioECU] geschätzt.

(c) Vertragsaufgabeni) Assoziationsverträge.

Die Kosten zur Durchführung des Fusionsprogrammes in den mit der Gemeinschaft assoziierten Laboratorien werden für 1987-91 auf 1611 MioECU veranschlagt, einschliesslich der Unterstützung dieser Laboratorien für JET und NET, ihrer Tätigkeit auf dem Gebiet der Fusionstechnologie und der in den assoziierten Laboratorien beschäftigten Bediensteten der Kommission. Die Gemeinschaft würde sich wie folgt an diesen Ausgaben beteiligen:

- allgemeiner Zuschuss zu den Betriebskosten und grundlegenden Arbeiten des Technologieprogramms: rund 25%;
- bevorzugte Unterstützung vorrangiger Aktionen auf dem Gebiet "Physik und Technologie" sowie von Arbeiten für JET und NET: rund 45%;
- administrativer und technischer Betrieb des NET-Teams: rund 75%.

Die Ausgaben der Gemeinschaft für die Beteiligung an der Finanzierung der Arbeiten im Rahmen der Assoziationen werden auf 429 MioECU veranschlagt.

ii) Industrieverträge.

Im Rahmen von NET, der Fusionstechnologie und der Entwicklung fortgeschrittener Plasmaaufheizmethoden ist eine zunehmende Zahl von Industrieentwicklungsverträgen vorgesehen: 1990 und 1991, wenn das NET-Vorhaben in die Phase der detaillierten Konstruktionsplanung übergeht, werden der Industrie Prototypen von Komponenten der NET-Anlage in Auftrag gegeben werden müssen. Die Gemeinschaft würde sonst die Verträge zu 100% finanzieren; rund 74 MioECU sind zu diesem Zweck bereitgestellt worden.

- iii) Die Kosten für die Mobilität anderer Bediensteter als derjenigen der Kommission werden auf 6 MioECU geschätzt,

-
- (1) Zu den 429 MioECU sind 83 MioECU hinzurechnen, die vor 1987 für den Zeitraum 1987-1989 gebunden worden sind.

die zu 100% von der Gemeinschaft zu finanzieren sind. Ein Betrag von 8 MioECU ist zur Finanzierung der Bediensteten der Kommission, die den Assoziationen zugewiesen werden, mit einer Beteiligungsrate von 42% erforderlich.

- iv) ein Betrag von 2 MioECU wird für die "fellowships" veranschlagt.

5.3 Ungenutzte Verpflichtungsermächtigungen aus dem Programm 1985/89

-	Programmdotierung für 1985/89:	360,0 MioECU
-	abzüglich: der 1985 gebundenen Mittel plus der Restmittel von 1986:	<u>- 189,0 MioECU</u>
-	Ungenutzte Mittel die für 1988-89 verfügbar sind:	<u>171,0 MioECU</u>

5.4 Auswirkungen auf die Einkommen

- Gemeinschaftssteuer auf den Gehältern der Bediensteten der Kommission
- Beitrag dieses Personals an die Pensionskasse.

6. FINANZIERUNG DES PROGRAMMES

- In den Haushaltsplänen der Europäischen Gemeinschaften für 1976 bis 1987 eingesetzte Mittel.
- In künftige Haushaltspläne (1988 bis 1991 und später einzusetzende Mittel.

7. UBERWACHUNGSMASSNAHMEN

Wissenschaftliche Überwachung:

- aufgrund von Assoziationsverträgen mit den Laboratorien der beteiligten Staaten eingesetzte Lenkungsausschüsse.
- aufgrund des Beschlusses des Rates vom 16.12.1980 eingesetzter Beratender Ausschuss für das Programm Fusion.

Administrative und finanzielle Überwachung

- Lenkungsausschüsse.
- GD Finanzkontrolle hinsichtlich der Durchführung des Haushalts und der Ordnungsmässigkeit und Übereinstimmung der Ausgaben; Abteilung Verträge mit der Unterstützung von Rechnungsprüfungsfirmen, die von der Kommission (GD XII) bestimmt werden.

II. JET-PROJEKT

1. HAUSHALTSARTIKEL: 7311.
2. TITEL DER HAUSHALTSLINIE: Beteiligung am Gemeinsamen Unternehmen JET.
3. RECHTSGRUNDLAGE: Artikel 45 bis 51 EAG-Vertrag und Artikel 9 JET Statut,
Beschlüsse des Rates 78/470/Euratom vom 30.5.1978 (ABL. Nr. L 151 vom 7. Juni 1978, S. 8), 30/318/Euratom vom 18.3.1980, 81/380/Euratom vom 19.5.1981, 82/350/Euratom und für 1987 erwartete Ratsverordnung.
4. BESCHREIBUNG, ZIELE UND BEGRÜNDUNG DES VORHABENS:
 - 4.1 Beschreibung

Bau, Betrieb und Nutzung einer grossen Torus-Anlage vom Typ Tokamak und seiner Nebenanlagen (Joint European Torus - JET) als Teil des Fusionsprogramms der Gemeinschaft und zugunsten aller Beteiligter, um den Bereich der in kontrollierten Kernfusionsexperimenten anwendbaren Parameter den Bedingungen anzunähern, die in einem Kernfusionsreaktor erfüllt sein müssen.

4.2 Ziele

Erzeugung und Untersuchung eines Plasmas unter Bedingungen und in Ausmassen, die annähernd denjenigen eines Kernfusionsreaktors entsprechen. Zur Verwirklichung dieses Ziels sind Arbeiten auf vier Hauptgebieten erforderlich:

- (i) Skalierung des Plasmaverhaltens in dem Bereich, in dem sich die Parameter dem Reaktorbereich nähern;
- (ii) Plasma-Wand Wechselwirkungen unter diesen Bedingungen;
- (iii) Untersuchung der Plasmaaufheizung;
- (iv) Untersuchung der Erzeugung und des Einschlusses von Alphateilchen und der dadurch entstehenden Plasmaaufheizung.

4.3 Begründung

Die Durchführung des JET-Projekts ist ein wesentlicher Schritt des Fusionsprogramms der Gemeinschaft. Das Endziel des Programms und seine Begründung sind in Teil I, Abschnitt 4.3 dieses Finanzbogens eingehender beschrieben.

5. GESAMTE FINANZIELLE AUSWIRKUNGEN DES JET WÄHREND DES ZEITRAUMS 1987-1991

5.1 Auswirkungen auf das Rahmenprogramm 1987-91

Für die Programmperiode 1987-91 ist die folgende Finanzierung für JET erforderlich:

Programmuweisung 1987-91	378,2 MioECU
Restmittel aus dem Fusionsprogramm 1985-89	209,2 MioECU
Neue für 1987-91 erforderliche Zuweisung	169,0 MioECU

In diesen Zahlen ist die Beteiligung Schwedens und der Schweiz nicht enthalten.

5.2 Berechnungsmethoden

Auf seiner Sitzung im März 1987 billigte der JET-Ausschuss einen Projektentwicklungsplan und eine Projektkostenschätzung, die sich über die noch verbleibende vorgeschlagene Laufzeit des Vorhabens bis 1992 erstrecken. Die dazugehörigen Ausgaben des JET für den Zeitraum von 1987 bis 1991 wurden wie folgt geschätzt:

Verpflichtungen:	490,6 MioECU
Zahlungen	542,5 MioECU
Beiträge der Mitglieder von JET	531,3 MioECU

In diesen Kostenschätzungen ist eine ständige Inflationsrate von 4% jährlich, ausgerechnet von dem 1986-Durchschnittsindex für JET, vorgesehen: 80% der geschätzten Beiträge der Mitglieder (425,0 MioECU) müssen durch die Gemeinschaft aufgebracht werden. Da 19,2 MioECU bereits vor 1987 für den Zeitraum 1987-91 bereitgestellt wurden, belaufen sich also die geschätzten Verpflichtungen für diesen Zeitraum auf 405,8 MioECU.

Diese 405,8 MioECU werden folgendermassen finanziert: 27,6 MioECU als erwartete Beiträge Schwedens und der Schweiz für JET, die über das Gemeinschaftsbudget gezahlt werden; die restlichen 378,2 MioECU müssen direkt von der Gemeinschaft finanziert werden durch Programmzuweisungen 1987-91. Die Berechnungsmethode der schwedischen und schweizer Beiträge ist in Teil III dieses Finanzbogens beschrieben.

Die Berechnung ist in folgender Tabelle zusammengefasst:

Programmzuweisung 1987-91	378,2 MioECU
Beiträge Schweden und Schweiz	27,6 MioECU
Vor 1987 bewilligte Beiträge für den Zeitraum 1987-91	<u>19,2 MioECU</u>
80% der Beiträge der Mitglieder von JET für den Zeitraum 1987-91	425,0 MioECU
Beiträge der Gastgeberorganisation (10%) und von JET-Mitgliedern, die Assoziations- verträge mit EURATOM haben (10%)	<u>106,3 MioECU</u>
Beiträge der JET-Mitglieder für den Zeitraum 1987-91	<u>531,3 MioECU</u>

5.3 Auswirkungen auf die Einnahmen

Gemeinschaftssteuern auf die Bezüge von Bediensteter auf Zeit.

6. DAS VORHABEN WIRD FINANZIERT AUS:

in den Haushaltsplänen der Europäischen Gemeinschaften für den Zeitraum von 1976 bis 1987 veranschlagten Mitteln,

in zukünftigen Haushaltsplänen (1988 bis 1991) zu veranschlagende Mitteln.

7. ART DER ANZUWENDENDEN KONTROLLE

(A) Wissenschaftliche Kontrolle: JET-Rat

Beratender Ausschuss für das
Programm Fusion.

(B) Verwaltungs- und Finanzkontrolle: JET-Rat

Rechnungshof.

Anmerkungen zu Tabelle

- (1) Alle Zahlen dieses oberen Abschnitts der Tabelle entsprechen dem Projektentwicklungsplan und -kostenchätzung, der im März 1987 von JET-Rat angenommen wurde.
- (2) Beiträge der JET-Mitglieder für den Zeitraum 1987-91 werden berechnet von dem geschätzten Zahlungsprofil durch Subtraktion geschätzter Eingänge, vor allem Bankzinsen.
- (3) Die gesamte JET-Zuweisung im Fusionsprogramm 1985-89, einschliesslich der Beiträge Schwedens und der Schweiz, beträgt 330,0 MioECU. Die Beiträge Schwedens und der Schweiz wurden auf 23,9 MioECU geschätzt, so dass 306,1 MioECU direkt als Beteiligung der Gemeinschaft übrigbleiben.
- (4) Die Überträge von 1986 beziehen sich auf das Programm 1985-89. Diese Zahlungsüberträge von JET sind bereits gedeckt durch die Beiträge der Mitglieder im Jahre 1986.
- (5) Ende 1986 betrugen die gesamten Beiträge der JET-Mitgliedern 633,8 MioECU, von denen 80%, gleich 507,1 MioECU, durch die Gemeinschaft finanziert wurden. Da 526,3 MioECU bis zu diesem Zeitpunkt gebunden waren, beträgt somit der bereits gebundene Betrag für den Zeitraum nach 1986 19,2 MioECU.
- (6) Von den gesamten Beiträgen der Mitglieder von 531,3 MioECU für den Zeitraum 1987-91 müssen 80%, gleich 425,0 MioECU, durch die Gemeinschaft getragen werden. Da 19,2 MioECU vor 1987 für diesen Zeitraum gebunden worden sind, belaufen sich die geschätzten Verpflichtungen für diesen Zeitraum auf 405,8 MioECU.
- (7) Die Zahlen in dieser Spalte enthalten nicht die Restmittel von 1986, die zur Verwendung in 1987 übertragen worden sind.

Tabelle: Finanzbogen für das JET-Unternehmen sowie für den Gemeinschaftsbeitrag für JET

MioECU unter Annahme einer Inflationsrate von 4% pro Jahr	1976-85 . Ausgaben	1986 . Ausgaben	1986 ⁽⁴⁾ . Übertrag	1987 . 1988 . 1989 . 1990 . 1991 geschätzte Ausgaben	Gesamtsumme 1976-91 1987-91 ⁽⁷⁾
<u>JET-Haushalt⁽¹⁾</u>					
Verpflichtungen	600.5	100.2	30.4	88.7 125.1 106.8 89.9 80.1	1221.7 490.6
Zahlungen	542.3	95.3	12.3	104.4 108.5 118.1 115.4 96.1	1192.4 542.5
Beiträge der JET-Mitglieder ⁽²⁾	548.5 ⁽⁵⁾	85.3 ⁽³⁾	-	99.8 106.4 116.6 113.9 94.6	1165.1 531.3 ⁽⁶⁾
<u>Beitrag der Gemeinschaft</u>					
<u>Verpflichtungen (ohne CH+S)</u>					
. Programme 1976-1986	393.3	-	-	- - - - -	393.3 -
. Programm 1985-1989	23.8	73.0	-	75.1 78.7 55.4 - -	306.1 ⁽³⁾ 209.2
. Programm 1987-1991	-	-	-	- - 12.9 85.3 70.8	169.0 169.0
Gesamtsumme (ohne CH+S)	417.1	73.0	-	75.1 78.7 68.3 85.3 70.8	868.4 378.2
Schweden und Schweiz	31.1	5.0	-	5.4 5.7 5.8 5.8 4.9	63.7 27.6
Gesamtsumme (mit CH+S)	448.3 ⁽⁵⁾	78.0 ⁽⁵⁾	-	80.5 84.4 74.1 91.1 75.7	932.1 405.8 ⁽⁶⁾
<u>Zahlungen (ohne CH+S)</u>					
. Programme 1976-1986	393.3	-	-	- - - - -	393.3 -
. Programm 1985-1989	14.3	63.2	2.8	75.1 78.7 72.0 - -	306.1 225.8
. Programm 1987-1991	-	-	-	- - 12.9 85.3 70.8	169.0 169.0
Gesamtsumme (ohne CH+S)	407.6	63.2	2.8	75.1 78.7 84.9 85.3 70.8	868.4 394.8
Schweden und Schweiz	31.1	5.0	-	5.4 5.7 5.8 5.8 4.9	63.7 27.6
Gesamtsumme (mit CH+S)	438.7	68.2	2.8	80.5 84.4 90.7 91.1 75.7	932.1 422.4

III. Beiträge von Drittländern, die am Fusionsprogramm assoziiert sind.

1. Allgemeines Programm

1.1 Zeitraum 1976-1986

Die eingegangenen Beiträge werden
geschätzt auf: 42 MioECU

abzüglich Ausgaben der Gemeinschaft bei
der Durchführung der Kooperationsverein-
barungen, geschätzt auf: - 25 MioECU

Dem allgemeinen Programm zur Verfügung
stehender Positivsaldo, geschätzt auf: 17 MioECU

Der Betrag von 17 MioECU wurde dazu verwendet, die allgemeine
Unterstützung für Assoziationen der Gemeinschaft in einer Höhe von 25%
zu halten.

1.2 Zeitraum 1987-1991

Die finanzielle Beteiligung Schwedens und der Schweiz am allgemeinen
Programm wird wie früher auf der Grundlage der Zahlungen der
Gemeinschaft zum allgemeinen Programm und im Verhältnis von ihrem BSP
zum BSP der Gemeinschaft berechnet.

Da die gegenwärtig ausgehandelten Assoziationsverträge mit Schweden
und der Schweiz am 31.12.1989 ablaufen, ist es nicht möglich, die bis
Ende 1991 anfallenden Ausgaben in diesen Ländern abzuschätzen. Es ist
vorgesehen, dass beide Länder in starkem Masse an dem wachsenden
Fusionstechnologieprogramm beteiligt sein werden. Es wird daher
erwartet, dass der Positivsaldo abnehmen, wenn nicht gar ganz aufge-
braucht wird. Sollte ein Positivsaldo übrigbleiben, schlägt die
Kommission vor, diesen zur Finanzierung der Ausgaben im Rahmen der
Assoziationen mit der Gemeinschaft zu verwenden.

Mit dem Beitritt Spaniens zur EG am 1.1.1986 wurden dessen Beiträge
zum Fusionsprogramm als assoziiertem Drittland von diesem Datum ab
eingestellt.

2. JET

2.1 Zeitraum 1976-86

Die Beteiligung an JET von Schweden und der Schweiz für diesen Zeitraum wird auf 36,1 MioECU geschätzt.

2.2 Zeitraum 1987-91

Unter der Annahme dass

- die Zahlungsermächtigungen aus der Mehrjahrestabelle (s. I, 5.1.2) für 1987-91 in die Haushaltspläne für diese Jahre eingesetzt werden;
- das kombinierte BSP von Schweden und der Schweiz im Mittel gleich 7% des BSP der Gemeinschaft beträgt;
- Schweden und die Schweiz im Zeitraum 1987-91 voll dem Fusionsprogramm assoziiert bleiben;

können die Beiträge von Schweden und der Schweiz auf 27,6 MioECU geschätzt werden.

STELLUNGNAHME DES AUSSCHUSSES FÜR WISSENSCHAFT UND TECHNIK (AWT)

zum

FORSCHUNGS- UND AUSBILDUNGSPROGRAMM 1987-1991 AUF DEM GEBIET
DER KONTROLLIERTEN KERNFUSION

Auf seiner Sitzung vom 12. Mai 1986 hat der AWT den Entwurf der Leitlinien für ein Rahmenprogramm der Gemeinschaften für Forschung und technologische Entwicklung (1987-1991) geprüft. Der Ausschuss hat insbesondere die Vorschläge betreffend die kontrollierte Kernfusion untersucht und eine kleine Arbeitsgruppe gebeten, eine allgemeine Stellungnahme zu diesem Thema auszuarbeiten, bevor die für den 4. Juli 1986 geplante eingehendere Diskussion stattfindet, bei der der AWT folgende Entwürfe prüft:

- Vorschlag für einen Beschluss zur Annahme eines Forschungs- und Ausbildungsprogramms (1987-1991) auf dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion (Dok. XII-475).
- Vorschlag für einen Beschluss zur Billigung der Änderung der Satzung des JET (Gemeinsames Unternehmen JET) im Hinblick auf eine Verlängerung der Laufzeit dieses Unternehmens bis zum 31. Dezember 1992 (Dok. XII/498).

Die Stellungnahmen, die der AWT am 4. Juli bezüglich dieser beiden Entwürfe abgegeben hat, werden nachstehend wiedergegeben.

Die kontrollierte Kernfusion kann langfristig eine wertvolle Quelle für die Energieversorgung der Gemeinschaft darstellen. Trotz der bereits erzielten bedeutenden Fortschritte werden jedoch noch wenigstens dreissig Jahre notwendig sein, um das Stadium eines Demonstrationsreaktors zu erreichen. Ein kostspieliger Aufwand, der sich über einen so langen Zeitraum erstreckt, ist nur dann akzeptierbar, wenn die Forschungen über die Fusion in der Gemeinschaft auch weiterhin vollständig in ein gut koordiniertes Programm integriert sind. Mit der Durchführung eines solchen Programms, bei der besonders sorgfältig auf Wirtschaftlichkeit und Vermeidung unnötiger Doppelarbeit geachtet wird, kann die Hoffnung verbunden werden, die

Kernfusion in ein vorindustrielles Stadium zu überführen, wobei der finanzielle Aufwand - trotz der wesentlich längeren Forschungen - nicht die Aufwendungen für die Kernspaltung übersteigen würde.

Die Physik nimmt, einschliesslich der mit ihr verbundenen Technologie, noch immer den ersten Platz bei den Forschungen über die Kernfusion ein. JET ist auf diesem Gebiet die leistungsfähigste Anlage. Ihr Erfolg hat viel dazu beigetragen, der Gemeinschaft (*) den weltweit unbestritten führenden Platz zu sichern. Der Bau der Maschine wurde innerhalb der festgelegten Fristen und Kostenvoranschläge durchgeführt, wobei in der ersten Betriebsphase allein mit der ohmschen Heizung bessere Ergebnisse als erwartet erzielt wurden.

In der folgenden Phase, die 1985 begann, war es zwar mit Zusatzheizungen möglich, die Plasmatemperatur zu erhöhen, die Verschlechterung der Einschlusszeit, die bereits bei anderen Maschinen beobachtet wurde, konnte jedoch nicht verhindert werden. Um dieses Problem zu lösen und dem Plasma die Eigenschaften zu verleihen, die den Betrieb mit Tritium rechtfertigen, werden eine Reihe von zusätzlichen Einrichtungen sowie die Verlängerung des Betriebs von JET vom 31. Mai 1990 auf den 31. Dezember 1992 vorgeschlagen, wobei die jährlichen Ausgaben konstant auf dem Stand von 1986 bleiben sollen. Der AWT unterstreicht die Dringlichkeit einer Entscheidung über die Verlängerung der Laufzeit des Gemeinsamen Unternehmens, von der schon jetzt der gute Verlauf des Programms JET abhändig ist.

Der AWT befürwortet die Vorschläge für JET sowohl in bezug auf die Verlängerung der Laufzeit des Gemeinsamen Unternehmens als auch in bezug auf die zu seiner Verfügung stehenden Haushaltsmittel. Die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Zusatzeinrichtungen ist nicht absolut. Dennoch ist der AWT der Auffassung, dass eine Verzögerung ihres Einsatzes nachteilig für das gesamte Programm sein könnte und angesichts der hohen Kosten des Grundparameterbereichs von JET zu einer erheblichen Kostenerhöhung führen würde.

(*) 1976 bzw. 1978 sind Schweden und die Schweiz dem Gemeinschaftsprogramm beigetreten.

Die 12 Jahre, die ursprünglich für das Unternehmen JET festgelegt worden waren, ergaben einen sehr angespannten Zeitplan. Trotz der vorgeschlagenen Verlängerung von 2 Jahren und 7 Monaten ergeben sich auch weiterhin starke Beschränkungen. Der AWT ist jedoch der Auffassung, dass der beispielhafte Charakter einer strengen zeitlichen Begrenzung des Gemeinsamen Unternehmens im Vergleich zu allen anderen grossen internationalen Anlagen für die angewandte bzw. Grundlagenforschung unterstrichen werden muss.

Die in den Assoziationen durchgeführten Physikprogramme sind unerlässlich für die Unterstützung von JET für gewisse Untersuchungen, die nicht bei JET durchgeführt werden können, sowie die Erforschung von anderen als TOKAMAK-Konfigurationen. Mehrere Einrichtungen mittlerer Grösse werden zur Zeit fertiggestellt. Einige haben auf der Welt einzigartige Eigenschaften. Der AWT vertritt die Auffassung, dass die für diesen Bereich vorgeschlagene Finanzierung äusserst vernünftig und den bereits laufenden Programmen angemessen ist. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Versuchung zu Verzettelung und Doppelarbeit auf diesem Gebiet besonders gross ist und dass ihr nicht nachgegeben werden darf. Vor allem muss der Betrieb von Anlagen mittlerer Grösse einer ebenso strengen Planung wie beim JET unterworfen werden.

Erst 1982 wurde ein methodisches Programm für die Fusionstechnologie in der Gemeinschaft erstellt. Ziel dieses Programms ist der Erwerb von anderen als physikalischen Kenntnissen, die für die Bewertung der Durchführbarkeit verschiedener Konzepte von Fusionsreaktoren notwendig sind. Dieses Programm konnte mit relativ begrenzten Mitteln anlaufen und sich auf die Sachkenntnisse und die für die Einführung der Kernspaltungsenergie geschaffenen Versuchsanlagen abstützen. Die dringlichste Aufgabe ist zunächst der Erwerb der technischen Kenntnisse, die für das Programm NET notwendig sind, wobei NET als einzige Zwischenstufe zwischen JET und einem Demonstrationsreaktor definiert wird. Es ist zu hoffen, dass bei der Überprüfung des Programms (1987-1991) im Jahre 1990 ausreichende physikalische und technische Daten vorliegen werden, um die Entscheidung treffen zu können, die detaillierte Auslegung von NET und die damit verbundene Entwicklung von Prototyp-Komponenten in Angriff zu nehmen. Der AWT ist der Auffassung, dass einer solchen Entscheidung, die zu gegebener Zeit Gegenstand eines Vorschlags der Kommission an den Rat sein muss, zur Zeit

nicht vorgegriffen werden sollte. Er schlägt daher vor, für die Kategorien NET und Technologie eine Gesamtsumme von 91 + 166 MioECU vorzusehen, die die Entscheidung, die detaillierte Auslegung von NET 1990 in Angriff zu nehmen, nicht präjudiziert und eine Finanzierung des NET-Teams für das gesamte Programm sicherstellt (vgl. Anhang I, Tabelle 1 linke Spalte). Dies entspricht einem Gesamthaushalt für die Kernfusion von 1.059 MioECU, dem der AWT zustimmt und der dem Vorschlag der Kommission für das Programm 1985-1989 entspricht.

Dazu kommen die Tätigkeiten der GFS auf dem Gebiet der Kernfusion. Der AWT bedauert, dass die Einzelheiten dieser Tätigkeiten aus formellen Gründen Gegenstand einer getrennten Diskussion und Stellungnahme des AWT sind. Er besteht darauf, dass die Tätigkeiten der GFS auf dem Gebiet der Kernfusion nach denselben Kriterien wie die der entsprechenden Tätigkeiten des Programms auf Kostenteilungsbasis beurteilt werden.

STELLUNGNAHME

des Beratenden Ausschusses für das Programm Fusion (BAPF)
zu dem auf seiner Sitzung am 19. Juni 1986 angenommenen Entwurf
eines Vorschlags für ein Fünfjahresprogramm
auf dem Gebiet der kontrollierten Kernfusion 1987-1991

Nachdem der BAPF den Entwurf eines Programmvorschlags auf drei aufeinanderfolgenden Sitzungen erörtert hat, billigt er hiermit den wissenschaftlichen und technischen Inhalt des Vorschlags und vertritt die Auffassung, dass er mit den vom Ministerrat vorher festgelegten langfristigen Zielen und Durchführungsmodalitäten des Programms Fusion voll und ganz übereinstimmt.

Das Programm setzt sich aus drei Hauptelementen zusammen: JET, die Physik und die plasmatechnischen Arbeiten in den assoziierten Laboratorien und NET mit der zugehörigen Technologie. Der BAPF schliesst sich der Empfehlung an, die Laufzeit des gemeinsamen Unternehmens JET bis zum 31. Dezember 1992 auszudehnen, um so die im Rahmen des Projektes erzielten Fortschritte nutzen zu können.

Auf der Grundlage der detaillierten von der Kommission und den assoziierten Mitgliedern durchgeführten Kostenanalyse kommt der BAPF zu dem Schluss, dass der vorgeschlagene finanzielle Umfang mit dem wissenschaftlichen und technischen Inhalt des vorgeschlagenen Programms im Einklang steht.

Der BAPF unterstützt die dem Programmvorschlag zugrundeliegende Annahme, dass das Hauptziel des Programms darin besteht, die physikalischen und technologischen Grundlagen für die nächste Phase zu schaffen. Dies bedeutet, dass bei der nächsten Programmüberprüfung vorgeschlagen werden könnte, mit der Ausarbeitung der detaillierten technischen Auslegung von NET zu beginnen. Der BAPF empfiehlt der Kommission, zu gegebener Zeit den Rat eines unabhängigen Gremiums einzuholen, bevor sie eine so wichtige Entscheidung trifft.

In Übereinstimmung mit seiner Stellungnahme vom Dezember 1985 erkennt der BAPF den bisherigen Erfolg des vollständig integrierten europäischen Fusionsprogramms an, das Europa zu einem attraktiven Partner für jegliche Form umfassender internationaler Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Kernfusion macht, und äussert erneut die Befürchtung, dass die Ziele des Programms Fusion möglicherweise nicht erreicht werden, wenn der Umfang der bereitgestellten Mittel erheblich niedriger läge als im Vorschlag dargelegt. Das Programm müsste dann vollkommen neu bewertet werden.

Der BAPF stellt fest, dass die Kernfusion bereits jetzt schon in beträchtlichem Umfang die "Spitzentechnologie" miteinschliesst und "Spin-off"-Effekte zugunsten anderer Sektoren der Wissenschaft und der europäischen Industrie ausgelöst hat. Er unterstützt den Vorschlag der Kommission, die Beteiligung der Industrie weiter auszudehnen. Diese Beteiligung muss beträchtlich erhöht werden, sobald die Phase der technischen Auslegung für NET eingeleitet wird.

Die Mobilität des wissenschaftlichen Personals zwischen den verschiedenen Kernfusionslaboratorien hat beträchtlichen Umfang angenommen und ist besonders für die Länder wertvoll, die nicht über ein eigenes Fusionsprogramm verfügen. Der BAPF unterstützt aus diesem Grund das Mobilitätssystem sowie das die Partnerschaften betreffende Programm, das Teil des Vorschlags ist.

A) ERLÄUTERUNGEN

1. Der Rat errichtete das Gemeinsame Unternehmen JET mit Wirkung vom 1. Juni 1978 für die Dauer von 12 Jahren bis zum 31. Mai 1990. Zweck des Unternehmens ist gemäss seiner Satzung

"..... eine grosse Torus-Anlage des Tokamak-Typs und deren Nebeneinrichtungen zu errichten, zu betreiben und zu nutzen mit dem Ziel, den Parameter-Bereich für Experimente zur kontrollierten Kernfusion an die für einen thermonuklearen Reaktor erforderlichen Bedingungen anzunähern."

2. Der Erfolg von JET ist wesentlich für Planung und Bau der nächsten grossen Maschine NET (Next European Torus) und damit für das gesamte Gemeinschaftsprogramm zur kontrollierten Kernfusion. (Fusionsprogramm).

3. Das JET-Programm gliedert sich in vier Zielgruppen, die bereits in dem Bericht EUR-JET-R5 von 1976 "The JET Project - Design Proposal", auf den in der JET-Satzung von 1978 ausdrücklich verwiesen wird, definiert und seither nicht geändert wurden:

- (a) Untersuchung der Gesetze, nach denen sich Einschluss und Plasmaeigenschaften entwickeln, wenn sich Dimensionen und Parameter denjenigen eines Reaktors nähern;
- (b) Untersuchung und Beherrschung der Plasma-Wand Wechselwirkung sowie des Zustroms von Verunreinigungen unter diesen Bedingungen;
- (c) Demonstration wirksamer Plasmaheiztechniken zur Erzeugung hoher Temperaturen;
- (d) Untersuchung der Erzeugung und des Einschlusses von Alpha-Teilchen und der sich daraus ergebenden Plasmaheizung.

4. Um sich diesen Zielen zu nähern, gliedert sich das JET-Vorhaben in verschiedene Phasen:

- Phase 0: Bau des Experimentier-Anlage.

Die Anlage wurde planungsgerecht innerhalb von fünf Jahren, von 1978 bis 1983 fertiggestellt.

- Phase 1: Ohmsche Heizung.

Hauptziel dieser nunmehr beendeten Phase war die Inbetriebnahme der Anlage und ihrer wesentlichen Systeme sowie die Erzeugung eines Wasserstoff-Plasmas zur Untersuchung von Heiztechniken in den späteren Phasen.

- Phase 2: Untersuchung zusätzlicher Heiztechniken und der Volleistungsoptimisation

Während dieser Phase, die 1985 begann, wird fortlaufend eine grössere Heizleistung installiert. Hauptziel dieser Phase ist die Erreichung der höchstmöglichen Leistung der Anlage und von Plasmamparametern, die für die letzte Phase der Maschine erforderlich sind.

- Phase 3: Tritiumbetrieb.

Bei einem erfolgreichen Abschluss der Phase 2 könnte diese Phase beginnen. Sie dauert voraussichtlich maximal zwei Jahre und wird der Untersuchung von Alpha-Teilchen Erzeugung in einem Deuterium und Tritium Plasma gewidmet sein. Letztes Ziel ist die Erreichung eines signifikanten Heizniveaus durch Alpha-Teilchen.

5. Der bisherige Fortschritt von JET

Die Experimentieranlage wurde unter Einhaltung des ursprünglichen Zeitplanes und der Kostenschätzung fertiggestellt. Der Betrieb mit Ohmscher Heizung begann mit der Erzeugung eines ersten Plasmas im Juni 1983 und endete erfolgreich und zeitgerecht in der zweiten Hälfte 1984. Alle Systeme der Anlage arbeiteten entsprechend ihren Spezifikationen und die physikalischen Ergebnisse übertrafen zum Teil die Erwartungen. Allein mit Ohmscher Heizung wurden ein kontrollierter Plasma-Strom von 5 Millionen Ampère (verglichen mit einem Planungswert von 4,8 Mio A). Mit Ohmscher Heizung allein wurden Plasmatemperaturen von fast 40 Mio°C und eine Einschlusszeit von rund 0,9 Sekunden erreicht.

1985 begann das Programm zur zusätzlichen Plasmaheizung mit dem erfolgreichen Einsatz der Hochfrequenzheizung, gefolgt in 1986 mit der Heizung durch Neutralteilcheneinschuss. Unter Verwendung beider zusätzlicher Heizungsverfahren wurde ab November 1986 eine Gesamtleistung von 18 MW an das Plasma gekoppelt und eine Spitzenionentemperatur von 145 Mio°C erreicht. Mit Zusatzheizung in der gewöhnlichen materiellen Limiterkonfiguration sind die Einschlusszeiten erheblich vermindert im Vergleich mit denen für Ohmscher Heizung. Vorläufige Experimente mit einer magnetischen Limiterkonfiguration (X-Punkte) ergaben Ende 1986 ermutigende Ergebnisse und zeigen einen Weg auf, durch den diese Einschlussverminderung überwunden werden könnte (H-mode).

6. Zukünftige Planung.

Es ist beabsichtigt, die gesamte Heizleistung auf 40 bis 45 MW zu steigern. Dabei wird es von entscheidender Bedeutung sein, ob es gelingt, die bis jetzt beim Einsatz zusätzlicher Heizleistung beobachtete Verringerung der Einschlusszeit zu vermeiden. Frühere theoretische Untersuchungen, die jüngst durch Experimente in JET und anderen Versuchsanlagen gestützt werden, lassen vermuten, dass Mittel zur Überwindung des Phänomens der Verschlechterung der Einschlusszeit entwickelt werden können. Eine Reihe neuer experimentellen Massnahmen zeichnet sich ab, die eine volle Ausnutzung der Kapazitäten von JET erwarten lassen. Die Untersuchungen erstrecken sich auf vier Bereiche, die stichwortartig wie folgt beschrieben werden können:

- (i) Erhöhung der Plasmadichte durch Einschiessen von Pellets;
- (ii) Abführung von Plasmateilchen an den Rändern;
- (iii) Bessere Kontrolle der Wechselwirkung des Plasmas mit der Wand durch eine geänderte magnetische Konfiguration (X Punkte);
- (iv) Beherrschung und Kontrolle des Stromprofils.

Ziel dieser Massnahmen ist die Erzeugung einer möglichst stabilen Plasmakonfiguration mit hoher Teilchendichte, hohen Temperaturen und genügender Einschlusszeit. Sie würden den Bau zusätzlicher Ausrüstungen erfordern, deren Investitionskosten auf maximal 70 Mio ECU zu Preisen von 1986 geschätzt werden. Dem würden Einsparungen von ca. 25 Mio ECU bei den Investitionen zum vollen Leistungsanbau gegenüberstehen, so dass die Nettoerhöhung der Investitionskosten ca. 45 Mio ECU beträgt, das sind weniger

als 10% der gesamten Investitionskosten von JET. Diese Entwicklungen könnten unternommen werden ohne Erhöhung der gegenwärtigen JET-Ausgaben von 100-105 MioEcu pro Jahr in Preisen von 1986.

Diese neuen Ausrüstungen müssten operativ sein, bevor JET in seine letzte Phase, den Betrieb mit Tritium, geht. Ihre Planung, Herstellung und Installierung benötigt Zeit und würde daher den Beginn der Tritiumphase gegenüber dem ursprünglichen Zeitplan verschieben. Um die Verlängerung des JET-Programmes auf ein Mindestmass zu beschränken und seine Triebkraft zu erhalten, sollte die Verwirklichung dieser Massnahmen nicht verzögert werden. Ihre baldige Inangriffnahme ist jedoch nur sinnvoll, wenn die Laufzeit des Gemeinsamen Unternehmens verlängert und damit sichergestellt wird, dass die neuen Ausrüstungen voll genutzt werden können. Der JET-Rat hat daher in seiner Sitzung im Oktober 1985 darauf hingewiesen, dass JET bis Ende 1992 in Betrieb bleiben sollte, damit die Anlage zum Nutzen von NET und dem gesamten Fusionsprogramm voll ausgewertet werden kann. Die Kommission unterrichtete den Rat hierüber in ihrer Mitteilung über das Fusionsprogramm im Dezember 1985 (Dok.(85) 789 end. vom 23.12.1985). In seiner Sitzung vom 20/21 März unternahm der JET-Rat die hierfür erforderlichen formalen Schritte und beschloss einstimmig, die Dauer des Gemeinsamen Unternehmens um zwei Jahre und sieben Monate über den bisherigen Zeitpunkt vom 31. Mai 1990 hinaus bis zum 31. Dezember 1992 zu verlängern und Artikel 19 der JET Satzung entsprechend zu ändern. Die Kommission schlägt dem Rat vor, diese Satzungsänderung gemäss Artikel 50 des Euratom-Vertrages zu billigen.

B) VORSCHLAG

für einen

BESCHLUSS DES RATES

zur Billigung der Änderung der Satzung des Joint European Torus (JET),
Joint Undertaking.

DER RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN -

gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft,
insbesondere auf Artikel 50,

auf Vorschlag der Kommission,

in Erwägung nachstehender Gründe:

Zur Verwirklichung des JET-Vorhabens errichtete der Rat mit Beschluss 78/471/Euratom⁽¹⁾ das Gemeinsame Unternehmen "Joint European Torus (JET), Joint Undertaking" und billigte dessen Satzung, die mit den Beschlüssen 79/720/Euratom⁽²⁾ und 83/310/Euratom⁽³⁾ geändert wurde.

Um die im Beschluss 78/471/Euratom genannten Ziele des JET-Vorhabens zu erreichen, sind zusätzliche Ausrüstungen erforderlich, deren Bau, Betrieb und Auswertung während der in der Satzung gegenwärtig festgelegten Dauer des Gemeinsamen Unternehmens nicht verwirklicht werden können.

Der JET-Rat hat daher einer Verlängerung der Dauer des Gemeinsamen Unternehmens bis zum 31. Dezember 1992 und einer entsprechenden Änderung der Satzung zugestimmt.

(1) ABl. Nr. L 151 vom 7.6.1978, S. 10.

(2) ABl. Nr. L 213 vom 21.8.1979, S. 9.

(3) ABl. Nr. L 164 vom 23.6.1983, S. 35.

BESCHLIESST:

Artikel 1

Die diesem Beschluss beigefügte Änderung der Satzung des Joint European Torus (JET), Joint Undertaking, wird gebilligt.

Artikel 2

Dieser Beschluss tritt am Tag nach seiner Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften in Kraft.

Geschehen zu

am

Im Namen des Rates

Der Präsident

ANHANG

Artikel 19.1 der Satzung des Joint European Torus (JET), Joint Undertaking wird wie folgt neu gefasst:

"19.1. Das Gemeinsame Unternehmen wird für einen Zeitraum bis zum 31. Dezember 1992 errichtet."

C) FINANZBOGEN

Die Gesamtausgaben von JET während der ganzen vorgeschlagenen Laufzeit des Gemeinsamen Unternehmens und deren Finanzierung über den Gemeinschaftshaushalts sind im Finanzbogen zum Vorschlag für eine Ratsverordnung zur Annahme eines Fusionsprogramms für den Zeitraum 1987 bis 1991 dargestellt. Der vorliegende Finanzbogen beschränkt sich auf die Darstellung der Mehrkosten, die durch die vorgeschlagenen zusätzlichen Ausrüstungen und die Verlängerung der Laufzeit des Gemeinsamen Unternehmens entstehen. Die Mehrkosten wurden geschätzt zum Geldwert von 1986.

. Investitionskosten der zusätzlichen Ausrüstungen:	70 Mio ECU
. Verlängerung der Betriebszeit von JET um 2 Jahre und 7 Monate:	190 Mio ECU
. abzüglich: Einsparung von Investitionen beim Ausbau der Anlage zur vollen Leistung:	- 25 Mio ECU
. Netto Mehrkosten:	235 Mio ECU

Die Ausgaben für die neuen Ausrüstungen werden hauptsächlich in den Jahren 1987 bis 1990 anfallen zusätzlich zu den restlichen Ausgaben für den Ausbau zur vollen Leistung sowie den Ausgaben für den Betrieb von JET; diejenigen für die Verlängerung der Betriebszeit in den Jahren 1990 bis 1992. Gemäss Artikel 9 der JET-Satzung müssten 80% der Mehrkosten - 188 Mio ECU durch den Gemeinschaftshaushalt (Artikel 7311) finanziert werden. Die Aufteilung auf die Haushaltsjahre wird im Finanzbogen zum Vorschlag eines Fünfjahresprogrammes 1987/91 gezeigt.

KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN

"Umweltverträglichkeit und wirtschaftliche
Aussichten der Kernfusion"

Dieser Bericht wurde von den Dienststellen der Kommission erstellt
und von dem Beratenden Ausschuss für das Programm Fusion
gebilligt

Umweltverträglichkeit und wirtschaftliche Aussichten der Kernfusion

Im Anschluss an eine Anfrage sowohl des Parlaments als auch des Rates hat die Kommission eine Gruppe europäischer Experten beauftragt, einen technischen Bericht über "Umweltverträglichkeit und wirtschaftliche Aussichten der Kernfusion" zu erstellen.

Die Kommission freut sich, diesen Bericht zu übermitteln, zusammen mit einer weniger technischen Zusammenfassung über den gegenwärtigen Stand des Wissens und der Technik auf diesem Gebiet, die vom Beratenden Ausschuss für das Programm Fusion gebilligt wurde.

Die Kommission ist sich der Tatsache bewusst, dass die zum Ausdruck gebrachten Ergebnisse und Meinungen in dem Bericht dem gegenwärtigen Stand des Wissens auf einem sich entwickelnden Gebiet entsprechen. In der Tat, da die Entwicklung der Kernfusion von der Demonstration der wissenschaftlichen Prinzipien zur Demonstration der technologischen Durchführbarkeit übergehen wird, werden die Forschungsarbeiten über die Sicherheits-, Umwelt-, und Wirtschaftlichkeitsaspekte der Fusion in Zukunft zunehmen. Dies wird es erlauben, im Laufe der Entwicklung die jetzt zum Ausdruck gebrachten Ansichten zu präzisieren.

Die Kommission ist sich auch der Tatsache bewusst, dass in einigen Jahren Entscheidungen von sehr grosser Bedeutung bei der Fusion genommen werden müssen, wie etwa den technischen Entwurf von NET in Gang zu bringen und den Tritiumbetrieb von JET zu beginnen. Bevor sie solche Vorschläge unterbreiten wird, wird die Kommission, möglicherweise im Rahmen der nächsten Programmrevision, eine umfassende Bewertung des Fusionsprogramms vornehmen, einschliesslich seiner Umwelt- und Wirtschaftlichkeitsaspekte.

UMWELTVERTRÄGLICHKEIT UND WIRTSCHAFTLICHE AUSSICHTEN

DER KERNFUSION

Bericht, erstellt von den Dienststellen der Kommission und
gebilligt durch den Beratenden Ausschuss für das Programm Fusion

1. EINLEITUNG

Ziel der europäischen Forschung und Entwicklung im Fusionsbereich ist
das Konzept eines Kraftwerks zu erarbeiten, das eine Reihe von Kriterien
der sozialen Akzeptanz erfüllt, z.B. :

- es werden Brennstoffe verwendet, die reichlich vorhanden und für alle
Länder Europas zugänglich sind ;
- es ist chemisch insofern rein, als kein Kohlendioxid und keine
toxischen Emissionen anfallen ;
- die Strahlenbelastung für die Umwelt ist im Vergleich zur natürlichen
Untergrundstrahlung gering ;
- sein glaubwürdiges Unfallpotential schliesst Unglücksfälle aus,
das normale Leben in der Gemeinschaft ausserhalb der Grenzen
Reaktorstandorts unterbrechen ;
- es ist technisch zuverlässig ;
- es ist wirtschaftlich akzeptabel.

Die Fusionsenergie kann zu einer der wesentlichen neuen Energiequellen
werden. Sie wird nicht automatisch alle obengenannten Kriterien erfüllen,
es ist jedoch möglich, Konzeptoptionen für die Fusion mit magnetischer
Einschliessung auszuarbeiten, die jedes einzelne dieser Kriterien erfüllen.
Ein widerspruchsfreies Konzept, das alle diese Kriterien erfüllt, liegt
in weiter Ferne, es sind jedoch grosse Fortschritte erzielt worden, und
werden kontinuierlich Anstrengungen unternommen, um alle erwünschten umwelt-
und sicherheitsrelevanten sowie wirtschaftlichen Merkmale in ein kohärentes
Konzept zu integrieren.

Das Europäische Fusionsprogramm, das sich auf Systeme der magnetischen
Einschliessung stützt, sieht vor dem Bau kommerzieller Fusionskraftwerke
drei unterschiedlichen Phasen vor : Nachweis der wissenschaftlichen Durch-
führbarkeit, der technologischen Durchführbarkeit und schliesslich der
wirtschaftlichen Durchführbarkeit. Mit JET, den Tokamaks mittlerer Grösse
und den entsprechenden Anlagen im Ausland befinden wir uns zur Zeit

wesentlichen noch in der wissenschaftlichen Phase. NET (Next European Torus), der sich nun im Vorprojektstadium befindet, wird zur Zeit als Anlage konzipiert, mit der die wissenschaftliche Durchführbarkeit der Fusion in einer ersten Betriebsphase voll und ganz bestätigt und das Problem der technologischen Durchführbarkeit in einer zweiten Betriebsphase in Angriff genommen werden soll. Wenn NET erfolgreich ist, muss ein Demonstrationsreaktor (DEMO) gebaut werden, bevor die kommerzielle Fusionskraft eingesetzt werden kann. Deshalb wird nicht damit gerechnet, dass dies vor dem nächsten Jahrhundert erfolgen kann.

Deshalb muss sich heute jede Aussage über die Umweltverträglichkeit der (kommerziellen) Kernfusion auf die Grundsätze der magnetischen Fusion und auf Konzeptentwürfe stützen und nicht etwa auf technische Einzelheiten von vorgeschlagenen Reaktorauslegungen. Erst recht ist es auch deshalb verfrüht, sehr genaue Aussagen über die Kosten der Fusionskraft im nächsten Jahrhundert zu machen.

Im Auftrag der Kommission haben europäische Sachverständige 1986 einen technischen Bericht über die Umweltverträglichkeit und die wirtschaftlichen Aussichten der Kernfusion (Literaturhinweis 1) ausgearbeitet. Von diesem Bericht und anderen Quellen, die heute dem besten Wissensstand über dieses Thema entsprechen, wurden qualitative Argumente abgeleitet, die in den folgenden Kapiteln dargelegt werden.

Weitere in Einzelheiten gehende Studien können der Liste der ausgewählten Fachliteratur entnommen werden, die dem interessierten Leser den neuesten Stand einschlägiger Untersuchungen vermittelt.

2. EIN KONZEPTUELLER FUSIONSREAKTOR

Im letzten Jahrzehnt wurde eine Reihe von Konzeptentwürfen für Fusionsreaktoren erstellt. Sie basieren auf dem gegenwärtigen Wissensstand der Physik von Hochtemperaturplasmen sowie auf der heute verfügbaren Technologie bzw. auf Entwicklungen, mit denen in naher Zukunft gerechnet werden kann.

In einem Fusionsreaktor wird Energie durch Umwandlung von Deuterium und Tritium in Helium erzeugt. Tritium wird nicht wie Deuterium von aussen zugeführt, sondern im Reaktor selbst aus Lithium im Mantel erzeugt. Deshalb muss Lithium nachgeladen werden. Die Primärbrennstoffe der Deuterium-Tritiumfusion sind Deuterium und Lithium.

Der grösste Teil der erzeugten Fusionsenergie fällt in Form von schnellen Neutronen an, die in einem umgebenden, aus einer Lithiumverbindung bestehenden Mantel abgebremst werden ; dabei wird der Mantel auf Dampferzeugungstemperaturen aufgeheizt. Die Neutronen liefern nicht nur die Wärmequelle für die Elektrizitätserzeugung auf herkömmliche Weise, sondern wandeln auch einen Teil des Lithiums in Tritium um. Ferner bewirken die Neutronen, dass die Innenstrukturen des Reaktors radioaktiv werden. Die Intensität der Radioaktivität und die Zerfallsrate (Halbwertszeit) hängen von der Wahl der Reaktorwerkstoffe ab ; beide können prinzipiell niedrig gehalten werden.

3. REICHLICH VORHANDENE FUSIONSBRENNSTOFFE

Der Primärbrennstoff, der für die Erzeugung einer Million Kilowattstunden Elektrizität in einem Fusionskraftwerk verbraucht wird, beläuft sich ungefähr auf 35 g Lithium, die in Tritium umgewandelt werden, und 10 g Deuterium; dem gegenüber werden beispielsweise 240 t Öl bzw. 360 t Steinkohle in einem mit fossilen Brennstoffen befeuerten Kraftwerk verbraucht. Als Ausgleich für die Beherrschung des viel komplexeren Prozesses der Kernfusion ist der direkte Brennstoffverbrauch in der Tat vernachlässigbar.

Sowohl Lithium als auch Deuterium sind in Oberflächengewässern reichlich vorhanden ; Lithium ist auch in grossen Mengen in Gesteinsvorkommen auf dem Festland vorhanden. Obgleich noch keine genauen Daten für die ganze Gemeinschaft vorliegen, deuten die Angaben für Lithiumvorkommen in einigen Gemeinschaftsländern darauf hin, dass die Versorgung aus einheimischen Quellen reichlich sein und in keiner Weise die Verwendung der Fusionsenergie in Europa einschränken wird.

4. KEINE CHEMISCHEN SCHADSTOFFE

Das Reaktionsprodukt aus der Deuterium-Tritium-Fusion ist Helium, ein chemisch inaktives Edelgas. Bei keinem der bekannten oder geplanten Verfahren für den Fusionsbrennstoffkreislauf fallen chemisch toxische oder umweltverschmutzende Emissionen an. Es werden weder Kohlendioxid noch Stickstoff bzw.-Schwefeloxide erzeugt.

5. GERINGE RADIOAKTIVE GEFAHR

Die einzige radioaktive Substanz, die dem Brennstoffkreislauf der derzeit ins Auge gefassten Fusionsreaktoren inhärent ist, ist Tritium. Die Primär-

brennstoffe Deuterium und Lithium sind nicht radioaktiv ; das Produkt der Fusionsreaktion ist nichtradioaktives Helium.

Tritium ist ein radioaktives Isotop des Wasserstoffs. Es hat eine radioaktive Halbwertszeit von 12,3 Jahren und zerfällt durch Betastrahlung (Emission von Elektronen). Tritium ist in sehr geringen Mengen aus natürlichen Quellen ständig in der oberen Atmosphäre vorhanden. Gasförmiges Tritium oxydiert in der Luft und im Boden und bildet dann tritiiertes Wasser (HTO) ; in dieser Form wird es vom menschlichen Gewebe leichter absorbiert. Tritiiertes Wasser wird jedoch nicht im Körper gespeichert, sondern wird - mit einer biologischen Halbwertszeit von etwa zehn Tagen - ausgeschieden. Es ist ein glücklicher Umstand, dass sich tritiiertes Wasser sehr viel schneller in der Umwelt verteilt und im Ökosystem sehr viel schneller verdünnt als Spaltprodukte und Aktiniden. So wird z. B. die Halbwertszeit des Verlustes an tritiiertem Wasser aus den oberen Bodenschichten in Tagen gemessen, während Spaltprodukte und Aktiniden Land und Gebäude über sehr lange Zeiträume hinweg kontaminieren können. Es gibt weder den Nachweis noch einen bekannten Mechanismus für die Konzentration von Tritium in der Nahrungsmittelkette.

Bei Normalbetrieb ist das Tritium in einem Fusionskraftwerk in einem inneren Kreislauf eingeschlossen, der die Brennstoffversorgung, Abgabe und Reinigung sowie die Tritiumwiedergewinnung vor Ort aus dem Brutmantel umfasst. Betriebserfahrungen mit den kanadischen Spaltreaktoren CANDU, wo im Kühlmittel vergleichbare Tritiumkonzentrationen auftreten, lassen darauf schließen, dass nach dem gegenwärtigen Stand der Technik die Verluste an die Atmosphäre weit unter dem Wert der natürlichen Radioaktivität gehalten werden können. Der schnelle Zerfall von Tritium schließt jeden langfristigen kumulativen Aufbau von Radioaktivität durch Tritium aus.

Radioaktivität wird durch die Neutronen aus den Fusionsreaktionen in die Struktur des Reaktors induziert ; Menge und Art dieser Radioaktivität sind jedoch von dem für die Anlagenteile ausgewählten Werkstoff abhängig⁽¹⁾. Die durch Neutronen induzierte Reaktivität wird weitgehend in der Reaktorstruktur immobilisiert.

(1) Es ist deshalb möglich, dass durch eine erfolgreiche Entwicklung neuer Werkstoffe mit geringem Aktivierungspotential die Radioaktivität in den Anlagenteilen im Vergleich z. B. zu herkömmlichen Stählen erheblich gesenkt werden kann.

Die geringe Menge, die durch Korrosionsvorgänge in das Primärkühlmit-
gelangt, ist in einem inneren geschlossenen Kreislauf eingeschlossen.

Radioaktive Abfälle verschiedener Kategorien (schwachaktiv, mittelakt,
hochaktiv) fallen an. Abfälle mit der höchsten Aktivität entstehen hau-
sächlich als notwendige Folge des Auswechselns von abgenutzten Reakt-
teilen. Dieser Abfall besteht aus Teilen der aktivierten Struktur. Folgl.
könnte sich der Einsatz von Werkstoffen mit geringem Aktivierungspotenti-
al, die eventuell sogar wiederaufgearbeitet werden könnten, als sehr vorte-
haft erweisen. Es wird auch eine gewisse Menge an tritiiertem Abfall
anfallen, der nach neuen Untersuchungen (Literaturhinweis 3) ohne nenne-
werte Auswirkung auf die Umwelt beseitigt werden kann. Alpha-Abfälle -
z. B. die langlebigen Aktiniden bei der Kernspaltung - fallen im Zusamm-
hang mit der Kernfusion nicht an.

Es wurden Schätzungen über die Menge der radioaktiven Stoffe - sow-
Tritium als auch aktivierte Struktur - angestellt, die unter denkbaren
Unfallsituationen einschliesslich eines Bruchs im Containment flücht-
en würden und an die Umgebung abgegeben würden. Selbst wenn das gesamte
Tritium in Form von tritiiertem Wasser freigesetzt würde, scheint
innerhalb der Möglichkeiten der Fusionsentwicklung zu liegen, die Auswir-
kungen ausserhalb der Grenzen des Reaktorstandorts auf Werte zu beschränken,
keine Evakuierungsmassnahmen erforderlich machen. Dies bedeutet, dass so
beim grössten anzunehmenden Unfall keine grösseren Störungen des norma-
len Lebens in den Wohngebieten der Kraftwerks umgebung auftreten würden.

6. POTENTIELE PASSIVE SICHERHEIT

Die magnetische Fusion weist wichtige inhärente Sicherheitsmerkmale auf,
die, wenn sie bei der Auslegung richtig ausgenutzt werden, zu einer we-
itgehenden, wenn nicht vollständigen, passiven Sicherheit des Reaktors führen
können. Das wichtigste dieser Sicherheitsmerkmale ist darin zu sehen,
dass - welche Teile eines Fusionsreaktors auch versagen oder was aus-
schiefgehen mag - unter keinen Umständen eine nukleare Leistungs-
explosion entstehen kann. Ausserdem reicht die zu jedem beliebigen Zeitpunkt im Re-
aktorkern vorhandene Brennstoffmenge nur für eine Betriebsdauer von eini-
gigen Sekunden aus, und die Unterbrechung im Brennstofffluss oder eine
Änderung im magnetischen Einschlussystem infolge Versagens der Anl.
führt zu einem schnellen Abbruch der Fusionsreaktion.

Folgende sehr wichtige Merkmale tragen zur passiven Sicherheit des Reaktors bei :

- die relativ geringe Nachwärme (weniger als 2 % der Betriebsleistung, abhängig von der Wahl der Reaktorwerkstoffe), so dass selbst im unwahrscheinlichen Fall des völligen Versagens des gesamten Kühlsystems ein Schmelzen der Strukturen erst nach mehreren Stunden eintreten würde bzw. durch eine entsprechende Auslegung überhaupt vermieden werden kann ;
- die Immobilität der meisten radioaktiven Inventare, die auf nicht flüchtige Reaktorwerkstoffe beschränkt sind ;
- das geringe biologische Gefahrenpotential (Radiotoxizität) der vorhandenen Radioisotope, das für Stahl ungefähr hundert Mal geringer ist als für Spaltprodukte und Aktiniden ; ausserdem besteht die Aussicht, das sich dieses Potential durch eine entsprechende Auswahl der Reaktorwerkstoffe weiter verringert ;
- die Wiederaufarbeitung des Tritiumbrennstoffs vor Ort, wodurch die Risiken im Zusammenhang mit der Beförderung von Tritium ausgeschlossen werden (mit Ausnahme natürlich des Tritiuminventars, das für das erste Anfahren eines neuen Reaktors erforderlich ist).

DIE WIRTSCHAFTLICHEN AUSSICHTEN DER KERNFUSION

Die Entwicklung der kommerziellen Fusionkraft ist ein langfristiges Ziel. Die genaue Zeitplanung und der Umfang der kommerziellen Nutzung wird von ihren Kosten als Energiequelle abhängen. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt muss jeder Versuch, die Kosten der durch Fusion erzeugten Leistung - vielleicht zwei Generationen im voraus - genau abzuschätzen, zwangsläufig qualitativer Natur sein. Auch über die künftigen Kosten anderer Methoden der Energieerzeugung besteht Unsicherheit. Deshalb kann keine zuverlässige Aussage darüber gemacht werden, ob die Kernfusion als Energiequelle in der ersten Hälfte des nächsten Jahrhunderts wirtschaftlich wettbewerbfähig sein wird.

Es sind natürlich Studien über die wirtschaftlichen Aussichten der Kernfusion durchgeführt worden (Literaturhinweis 1 z.B.). Diese Studien lassen auf Kosten für die Elektrizitätserzeugung im selben Bereich wie für die bestehenden Energietechnologien schliessen. Solche Kosten scheinen unter der Voraussetzung realisierbar und erreichbar, dass die langfristigen Bemühungen zur Verbesserung und Vereinfachung der Fusionstechnologien erfolgreich sind.

Ausserdem kann mit umfangreichen "Beiprodukten" der fortgesetzten Fusionsentwicklung gerechnet werden, wie sie sich bereits ergeben haben und wie sie heute in Parallelzweigen der Hochtechnologie nachgewiesen werden können.

Die Aussichten der Kernfusion und die wirtschaftlichen Vergleiche mit anderen Energieerzeugungsmethoden müssen ausserdem in einem grösseren Zusammenhang betrachtet werden, wenn die Kosten für die Sicherheit, die Frage der Autarkie und der Umweltverträglichkeit mitberücksichtigt werden. Die Kernfusion bietet viele Vorteile für Umwelt und Sicherheit ; solche Vorteile könnten sich als bedeutsame Faktoren zugunsten der Einführung der Kernfusion als eine neue wichtige Energiequelle für die Welt herausstellen.

8. LITERATURHINWEISE

1. The Environmental Impact and Economic Prospects of Nuclear Fusion
(EUR FU BRU/XII 828/86)

Weitere Quellen

2. Environmental Aspects of Fusion Reactors
CASINI, G., PONTI, C., ROCCO, P. (EUR 10617 EN, 1986)
3. The Implications for Health and the Environment of the Disposal of Tritiated Wastes
(EUR 10617 EN, 1986)
4. Fusion Reactors - Safety and Environmental Impact
HANCOX, R., REDPATH, W. (Nucl. Energy 24 (1985), p. 263)
5. Preliminary Findings of a U.S. National Committee on Environmental, Safety and Economic Aspects of Magnetic Fusion Energy
HOLDREN, J.P.
(Paper presented at the IAEA Technical Committee Meeting on Fusion Reactor Safety, Culham, 3-7 November 1986).
6. Fusion Safety Status Report (IAEA - Tec. Doc. 388, 1986)

WETTBEWERBSFÄHIGKEIT UND AUSWIRKUNG AUF DIE BESCHÄFTIGUNGI. Gegenstand

- Das vorgeschlagene Programm beabsichtigt, Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Kernfusion fortzusetzen, und es umfasst alle Tätigkeiten der Mitgliedsstaaten auf diesem Gebiet. Das Endziel dieses Programmes ist zu erkunden, ob Energie mittels Fusionsreaktionen leichter Atomkerne zu wettbewerbsfähigen Preisen erzeugt werden kann und, falls ja, gemeinsam Prototyp-Reaktoren zu konstruieren im Hinblick auf ihre serienmässige Herstellung und Vermarktung.
- Die Hauptgründe dafür, Forschung und Entwicklung in diesem Gebiet auf Gemeinschaftsbasis durchzuführen, sind unter anderen :
 - . das Ausmass der erforderlichen personellen und finanziellen Mittel, das nahelegt, dass eine derartige Entwicklung auf nationaler Ebene kaum durchgeführt werden kann ;
 - . der lange Zeitraum dieser Anstrengung (der sich bis ins nächste Jahrhundert erstrecken wird), um bis zum Bau eines Reaktors zu gelangen ;
 - . die Realisierung eines europäischen Marktes für europäische Industrien in Gebieten hochentwickelter Technologien und, im Erfolgsfalle, die Öffnung eines grossen Gemeinschaftsmarktes für den europäischen Reaktor.
- Wenn der Programmvorschlag nicht zur Ausführung gelangt, würden sich nicht rückgängig zu machende Schäden ergeben, von denen der schwerste JET betrifft. In der Tat wird parallel mit diesem Programmvorschlag der Vorschlag für die Verlängerung des JET-Projekts bis zum Ende des Jahres 1992 unterbreitet. Eine derartige Verlängerung ist in Übereinstimmung mit der Installierung und Auswertung zusätzlicher Einrichtungen am JET, um den zukünftigen Erfolg dieser Anlage zu gewährleisten. Eine fehlende Entscheidung über das Fusionsprogramm würde die Inbetriebnahme einer solchen Zusatzausrüstung gefährden und somit das vorgeschlagene Datum für das Ende des Projekts in Frage stellen. Dieses Enddatum müsste dann bis nach 1992 hinausgeschoben werden, wodurch beträchtliche Zusatzkosten entstünden.

II. Fragen der Wirtschaft

- Der Programmvorschlag hat Auswirkungen für die europäische Industrie auf den Gebieten hochentwickelter Technologien mit Spin-offs (vor allem auf den Gebieten der supraleitender Magnettechnologie, der Robotik, und der Hochenergie-Mikrowellensysteme) zum Nutzen anderer Zweige der Wissenschaft und Industrie.
- Der Vorschlag hat auch Auswirkungen auf die SMEs (= Klein- und Mittelbetriebe). Es wird erwartet, dass die Rolle der Industrie zunehmen wird, wenn der European Next Step (NET) in die Phase der Konstruktion eintritt. Das Beispiel des JET, in erster Linie, hat gezeigt, dass SMEs, die hauptsächlich auf dem Gebiet der Fusion arbeiten, neu entstanden oder sich beträchtlich entwickelt haben, um den Bedarf der Fusionslaboratorien zu befriedigen.

III Auswirkungen des Programms auf die Wirtschaft

Um das Programm in Gang zu setzen, schreiben JET und die mit der Fusionsprogramm der Gemeinschaft verbundenen Institutionen im europäischen Masstab Angebote aus für Ausrüstungen und Dienstleistungen, vor allem auf dem Sektor der hochentwickelten Technologien. Technisch kompetente SMEs werden aufgefordert sich hier zu beteiligen, wenn sie dazu in der Lage sind.

IV. Wahrscheinliche der Wirtschaft auferlegte Verpflichtungen : Keine.

V. Besondere Massnahmen im Hinblick auf SMEs

Es gibt keine derartigen Massnahmen. Der vorliegende Vorschlag wird wahrscheinlich die SMEs stimulieren, wie bereits oben ausgeführt wurde.

VI. Zu erwartende Wirkungen

- Die erwarteten Wirkungen bestehen, wie bereits erwähnt, in einer Stimulation auf Gebieten der hochentwickelten Technologien bezüglich der Wettbewerbfähigkeit der europäischen Industrien im Vergleich zu den anderen Industrien in der Welt.
- Der Vorschlag hat keine schädliche Wirkung auf die Beschäftigungssituation in der Gemeinschaft, im Gegenteil, er hilft zur Erhöhung des Know-how, das zur Entwicklung dieser möglichen neuen Energiequelle nötig ist. Auf lange Sicht wird die Eröffnung eines weiten europäischen Markts für den europäischen Reaktor eine positive Auswirkung auf die Beschäftigungslage haben.

VII. Konsultation zuständiger repräsentativer Organisationen

Die Mitgliedstaaten werden befragt über den Beratenden Ausschuss für das Programm Fusion, dessen Stellungnahme (Vorschlag 1986) und "Gesichtspunkte" (revidierter Vorschlag 1987) zustimmend sind, und über den Ausschuss für Wissenschaft und Technik, dessen Stellungnahme ebenfalls positiv war. Das Europäische Parlament und der Wirtschaft- und Sozialausschuss werden auch um ihre Stellungnahme gebeten werden.

18.12.87

Beschluß
des Bundesrates

zum

Vorschlag einer Verordnung des Rates zur Annahme eines
Forschungs- und Ausbildungsprogramms auf dem Gebiet der
kontrollierten Kernfusion

Vorschlag für einen Beschluß des Rates zur Billigung der
Änderung der Satzung des Joint European Torus (JET), Joint
Undertaking

Bericht der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament
über "Umweltverträglichkeit und wirtschaftliche Aussichten der
Kernfusion"

KOM(87) 302 endg.; Ratsdok. 8240/87

Der Bundesrat hat in seiner 584. Sitzung am 18. Dezember 1987
zu der Vorlage wie folgt Stellung genommen:

Der Bundesrat befürwortet nachdrücklich die Vorschläge der
EG-Kommission zur Fortführung der Forschung auf dem Gebiet der
kontrollierten Kernfusion. Mit diesen Vorschlägen konzentriert
sich die europäische Forschungs- und Technologiepolitik auf
einen Schwerpunkt mit wirklich "europäischer Dimension". Die
außerordentlichen personellen und finanziellen Anforderungen
der Kernfusionsforschung lassen es sogar als zweckmäßig
erscheinen, längerfristig eine internationale Zusammenarbeit
über den europäischen Raum hinaus durchzuführen.

...

Mit der Kernfusionsforschung sind hohe Erwartungen verbunden. Die bisher bereits erreichten beachtlichen Fortschritte sprechen dafür, daß durch diesen Forschungsansatz eine effektive und umweltfreundliche Energiequelle erschlossen werden kann. Aussagen zur Wirtschaftlichkeit und zum voraussichtlichen Zeitpunkt der großtechnischen Nutzung können heute allerdings noch nicht mit der notwendigen Verlässlichkeit getroffen werden.

Überragende Bedeutung für die Kernfusionsforschung hat das JET-Projekt, das das führende Fusionsexperiment zum Nachweis der technischen Machbarkeit der Energiegewinnung durch Kernfusion in der Welt darstellt. Der Bundesrat betont auch die Notwendigkeit, das Nachfolgeprogramm NET als Vorstufe zur Entwicklung eines ersten Demonstrationsreaktors konsequent voranzutreiben.

Zu unterstützen ist die Absicht der Kommission, den schon bisher praktizierten Wissenschaftler austausch weiterzuführen und damit eine effektive Verbreitung neuer Forschungserkenntnisse in der Gemeinschaft zu fördern. Auch dies ist ein Beitrag dazu, die weltweit führende Stellung der europäischen Kernfusionsforschung zu festigen und auszubauen.

Im Bewußtsein der eng gesteckten Haushaltsschranken spricht sich der Bundesrat dafür aus, die für die Kernfusionsforschung erforderlichen Mittel auf jeden Fall in voller Höhe bereitzustellen. Etwaige Kürzungen müssen ausschließlich zu Lasten von Vorhaben gehen, deren "europäische Dimension" zumindest zweifelhaft ist.

Der Bundesrat bittet die Bundesregierung, sich für eine zügige Verabschiedung der Kommissionsvorschläge einzusetzen, um eine ungestörte Fortführung der Forschungsvorhaben zu gewährleisten.