Wissenschaftsrat

Drs. 9414/89

Berlin, den 12.5.1989 schd

Stellungnahme zur forschungspolitischen Notwendigkeit einer überregionalen Neutronenquelle. Geplanter Neubau eines Forschungsreaktors an der Technischen Universität München

Inhalt — Seite

Vorbemerkung 2

A. Ausgangslage 4

I. Derzeit verfügbare Neutronenquellen 4
1. Neutronenquellen in der Bundesrepublik Deutschland 4
2. Der deutsch-französisch-britische Höchstflußreaktor am Institut Laue-Langevin in Grenoble 10
3. Neutronenquellen in Großbritannien, Frankreich, Japan und den USA 11

II. Stand der Anlagenplanung für den neuen Forschungsreaktor 13

III. Kostenschätzung und Finanzierung 16

IV. Organisation 18

V. Nutzungskonzept 18

B. Stellungnahme 20

I. Zur wissenschaftlichen Bedeutung einer überregional nutzbaren Neutronenquelle 20

II. Zum geplanten Neubau 24
1. Zur Anreicherung des Brennstoffs 25
2. Zur vorgesehenen Ausstattung mit Experimentiereinrichtungen 26
3. Zur Kostenschätzung und Finanzierung 26

III. Zur Organisation 27

IV. Zu den Nutzungsmöglichkeiten 27

V. Zusammenfassende Empfehlung 28

Anhang 1: Verzeichnis der vorgelegten Unterlagen 31

Vorbemerkung

Der Freistaat Bayern hatte zum 16. Rahmenplan für den Hochschulbau im März 1986 den Neubau eines Forschungsreaktors für die Technische Universität München mit einem geschätzten Finanzvolumen von 260 Millionen DM angemeldet. Der Wissenschaftsrat gab im Mai 1986 10 Millionen DM Planungskosten für Vorstudien frei, erachtete jedoch eine Erörterung der Planungen im Zusammenhang mit dem Gesamtbedarf der Bundesrepublik Deutschland an Neutronenquellen für notwendig und setzte daraufhin im Juli 1986 zur Prüfung der Anmeldung eine Arbeitsgruppe ein. Das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst legte im April 1988 eine aktualisierte Kostenschätzung für den Neubau des Forschungsreaktors in Höhe von 360 Millionen DM (in Preisen von 1987) sowie eine erste Stellungnahme der Reaktorsicherheitskommission vor.

Forschungsreaktoren, die als Neutronenquellen dienen und deren Leistung in der Regel unter 50 Megawatt (MW) liegt, werden von Wissenschaftlern verschiedener Gebiete genutzt. Mit Hilfe dieser Neutronenquellen und ihrer Experimentiereinrichtungen werden Forschungsarbeiten durchgeführt, die Aufschluß über die Struktur, die Morphologie oder das Gefüge von Metallen, Legierungen, Halbleitern, Gläsern, Kunststoffen, Flüssigkeiten etc. sowie über die Bewegung von Atomen oder Molekülen in diesen Stoffklassen geben. Ferner können auch Informationen über die Struktur und Dynamik von Atomen und Molekülen in biologischen Systemen gewonnen werden.

Der Wissenschaftsrat nimmt mit der vorliegenden Empfehlung zunächst Stellung zur forschungspolitischen Notwendigkeit einer überregionalen Neutronenquelle für die Bundesrepublik Deutschland. Eine abschließende Erörterung und darauf beruhende Festlegung der Finanzierung ist nach Vorliegen der Detailplanung und der ersten Teilgenehmigung im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren, das vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen durchgeführt wird, vorgesehen.

Der Arbeitsgruppe gehörten auch Sachverständige an, die nicht Mitglieder des Wissenschaftsrates sind. Ihnen ist der Wissenschaftsrat zu besonderem Dank verpflichtet.

Der Wissenschaftsrat hat die Stellungnahme am 12. Mai 1989 verabschiedet.

A. Ausgangslage

A.I. Derzeit verfügbare Neutronenquellen

I.1. Neutronenquellen in der Bundesrepublik Deutschland

In der Bundesrepublik Deutschland sind gegenwärtig etwa 400 Wissenschaftler in der Neutronenforschung tätig. Ihnen stehen insgesamt fünf Forschungsreaktoren zur Verfügung, die als Neutronenquellen dienen und sich an den Standorten Berlin, Braunschweig, Geesthacht, Jülich und München befinden. In Übersicht 1 sind die wichtigsten Daten zusammengefaßt.

Übersicht 1: Neutronenquellen in der Bundesrepublik Deutschland

Reaktorbezeichnung	Standort	in Betrieb seit	Leistung MW	thermischer Neutronenfluß n/cm²s
BER II[1]	Berlin	voraussichtlich 1989	10	$1{,}5 \times 10^{14}$
FMRB	Braunschweig	1967	1	1×10^{13}
FRG	Geesthacht	1963	5	5×10^{13}
FRJ-2	Jülich	1962	23	1×10^{14}
FRM	München	1957	4	5×10^{13}

[1] Der Berliner Forschungsreaktor wird derzeit umgebaut.

Quellen: Angaben der Betreiber der Forschungsreaktoren auf Anfrage des Wissenschaftsrates.

a) Berliner Forschungsreaktor (BER II)

Der Forschungsreaktor BER II im Hahn-Meitner-Institut wurde 1973 als Leichtwasser-Schwimmbadreaktor mit 5 MW Leistung in Betrieb genommen. Seit 1979 läuft ein Um- und Ausbauprojekt. Es umfaßt:

- die Erhöhung der Leistung auf 10 MW
- die Verkleinerung des Kerns
- den Einbau eines Beryllium-Reflektors
- den Bau einer Kalten Quelle und einer Halle für Neutronenleiter mit neuen Experimentiereinrichtungen.

Für den umgebauten Reaktor wird für einen Teil der Strahlrohre ein Fluß von 1 bis 2 x 10^{14} n/cm²s erwartet. Nach derzeitigem Stand ist Anfang 1990 mit der Aufnahme des Experimentierbetriebs zu rechnen. Die Lebensdauer des Reaktors nach dem Umbau wird auf etwa 20 Jahre geschätzt.

Der Reaktor besitzt neun Strahlrohre und sechs Neutronenleiter. Zwölf verschiedenartige Experimentiereinrichtungen sind als Erstausstattung im Bau und werden größtenteils 1989 betriebsbereit sein. Drei der Spektrometer wurden zusammen mit dem Kristallographischen Institut der Universität Tübingen, dem Institut für anorganische Chemie der Ludwig-Maximilians-Universität München und dem Institut für Biophysik der FU Berlin gebaut. Zu den wichtigsten Forschungsgebieten gehören kristallphysikalische Untersuchungen unter Verwendung der Methode der Strukturanalyse, insbesondere auch die Erforschung des Kernmagnetismus bei sehr tiefen Temperaturen. Für den Reaktor existieren auch Bestrahlungseinrichtungen, besonders für Aktivierungsanalysen.

Es ist geplant, mehr als die Hälfte der Meßkapazität auswärtigen Gästen zur Verfügung zu stellen. Auch für die Aktivierungsanalyse ist ein Gästedienst vorgesehen.

b) Forschungsreaktor in Braunschweig (FMRB)

Der Forschungsreaktor in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig wurde 1967 fertiggestellt und ist seit 1969 mit einer Leistung von 1 MW im Dauerbetrieb. 1984-1987 erfolgte eine Erneuerung der Reaktorinstrumentierung und der Objektsicherung. Damit erscheint der Betrieb des FMRB für weitere 12 Jahre gesichert.

Der Reaktor dient vor allem Untersuchungen für Meß- und Eichvorgänge. Darüber hinaus werden auch physikalische Experimente, z.B. zur Untersuchung von Molekülen bei sehr tiefen Temperaturen, durchgeführt. Der Neutronenfluß ist mit 1×10^{13} n/cm²s jedoch so gering, daß dieser Reaktor für Forschungsarbeiten wie z.B. für die Neutronenspektroskopie kaum geeignet ist.

c) Forschungsreaktor in Geesthacht (FRG)

Der seit 1963 im GKSS-Forschungszentrum Geesthacht betriebene Forschungsreaktor hat eine Leistung von 5 MW bei einem Neutronenfluß von 5×10^{13} n/cm²s und soll noch ca. 13 Jahre lang betrieben werden. Anfang 1987 wurde eine Kalte Neutronenquelle eingebaut; der Experimentierbetrieb konnte Ende 1988 wieder aufgenommen werden.

Die am Forschungsreaktor nach Inbetriebnahme der Kalten Neutronenquelle vorhandenen Instrumente und Einrichtungen dienen hauptsächlich der grundlagenorientierten und angewandten Materialforschung, der Aufklärung der Struktur von biogenen Makromolekülen, vor allem mit polarisierten Neu-

tronen an polarisierten Proben, beides mittels Kleinwinkelstreuung, sowie der Umwelt-Spurenanalytik mit kernphysikalischen Methoden. Einige der Instrumente des Forschungsreaktors werden auch von verschiedenen Industriefirmen genutzt.

d) Forschungsreaktor Jülich (FRJ-II)

Der Forschungsreaktor in der Kernforschungsanlage Jülich ging 1962 in Betrieb und hat heute bei einer Leistung von 23 MW einen thermischen Neutronenfluß von 10^{14} n/cm²s. An den Strahlrohren im Inneren der Reaktorhalle sind vier Neutronenspektrometer und drei Diffraktometer untergebracht. Der Reaktor wurde 1970 mit einer Kalten Quelle ausgestattet, die mittels Neutronenleiter ein externes Meßlabor mit Kalten Neutronen versorgte. Dieses Meßlabor wurde 1987 durch ein neues Neutronenleiterlabor mit einer Vielzahl von neuen Experimentiereinrichtungen ersetzt, insbesondere mit drei Instrumenten für die Neutronen-Kleinwinkelstreuung, mit Spektrometern für die diffuse oder Fehlordnungsstreuung, mit zwei hochauflösenden Spektrometern nach dem Rückstreuprinzip, mit einem Dreiachsenspektrometer und einem Neutroneneinfang-β-NMR-Spektrometer für polarisierte Neutronen.

Von den insgesamt 15 Instrumenten werden sechs von verschiedenen Hochschulinstituten betrieben und wissenschaftlich genutzt. Die Instrumente dienen neutronenspektroskopischen Messungen und Beugungsuntersuchungen, vor allem aus der Festkörperforschung, der Materialwissenschaft, der Chemie, der Physik der Polymeren und der Molekularbiologie. Der Forschungsreaktor gilt als der zur Zeit am besten ausgestattete Forschungsreaktor der Bundesrepublik Deutschland. Seine Lebensdauer wird nach Durchführung technischer Erneuerungsmaßnahmen auf etwa 10 bis 15 Jahre geschätzt.

Diese Erneuerungsmaßnahmen dienen dazu, die Zeit bis zur Inbetriebnahme eines leistungsfähigen überregionalen Forschungsreaktors in der Bundesrepublik Deutschland zu überbrücken.

Wichtige Themenbereiche sind die Untersuchung von Molekülkristallen, Polymeren und Gläsern mit Hilfe der Neutronenspektroskopie, das Studium der Gefüge von Legierungen, insbesondere im Zusammenhang mit materialwissenschaftlichen Problemen, mittels Neutronen-Kleinwinkelstreuung, die Untersuchung der Morphologie von Polymeren und anderen Makromolekülen, auch biologischer Art, durch Kleinwinkelstreuung, die Neutronenstrukturanalyse an magnetischen und unmagnetischen Stoffen, insbesondere für Probleme aus chemischen Instituten der Hochschulen, sowie die Untersuchung von Legierungen von Metallhydriden.

e) Forschungsreaktor München (FRM)

Der Forschungsreaktor der Technischen Universität München in Garching wurde erstmals 1957 kritisch. 1958 erreichte er seine damalige Nennleistung von 1 MW. Es folgten Leistungserhöhungen auf 2,5 MW (1966) bzw. 4 MW (1968) bei einen thermischen Neutronenfluß von derzeit 5×10^{13} n/cm²s.

Die Nutzung des Forschungsreaktors kann in die folgenden vier Bereiche aufgegliedert werden:

- Neutronenstreuexperimente und Bestimmung von Wirkungsquerschnitten (Strahlrohrexperimente)
- Experimente an der Tieftemperatur-Bestrahlungsanlage
- Routinebestrahlungen für radiochemische Experimente
- Entwicklung von Experimentiermethoden.

Der Forschungsreaktor wird für Routinebestrahlungen wie folgt genutzt:

Übersicht 2: Bestrahlungsstatistik für den FRM für den Zeitraum 1983 - 1987

Bestrahlungen für	1983	1984	1985	1986	1987
FRM	97	98	123	72	77
TUM - Institut für Radiochemie	482	366	491	518	504
TUM - Fakultät für Physik	271	186	242	183	271
Sonstige Kunden	428	331	339	226	272
Bestrahlungsproben insgesamt	1.278	981	1.195	999	1.124

Quelle: Schreiben der Fakultät für Physik der TU München vom 25.8.88.

Über die Durchführung und Auswertung von Routinebestrahlungen hinaus wird der FRM derzeit von rd. 50 Wissenschaftlern regelmäßig genutzt, von denen ca. 35 Strahlrohrexperimente durchführen und ca. 15 die Tieftemperatur-Bestrahlungsanlage nutzen. Darüber hinaus bereiten etwa 5 Wissenschaftler - unter Nutzung des wissenschaftlich-technischen Umfeldes am FMR - Neutronenstreuexperimente vor, die am Höchstflußreaktor des ILL in Grenoble durchgeführt werden sollen.

Der Reaktor wird für Strahlrohr- und Tieftemperaturbestrahlungs-Experimente[1] wie folgt genutzt:

- Bei einer Einteilung nach den Heimatinstitutionen der Wissenschaftler:

  Technische Universität München TUM ca. 65 %
  Universität München LMU ca. 25 %
  Externe Gäste ca. 10 %

- Bei einer Einteilung nach der Art der durchgeführten Arbeiten:

  Diplomarbeiten ca. 45 %
  Doktorarbeiten ca. 30 %
  Sonstige wissenschaftliche Arbeiten 25 %.

Der relativ geringe Anteil der externen Gäste wird damit begründet, daß der Forschungsreaktor gegenüber dem Höchstflußreaktor des Instituts Laue-Langevin (ILL), Grenoble, wegen seines geringen Neutronenflusses für viele Anwendungen nicht mehr geeignet sei.

Der Betrieb des Reaktors wird vom Freistaat Bayern finanziert, während die Mittel für die Experimente hauptsächlich über die Verbundforschung (BMFT) eingeworben werden.

I.2. Der deutsch-französisch-britische Höchstflußreaktor am Institut Laue-Langevin in Grenoble

1971 wurde in Grenoble am Institut Laue-Langevin in Grenoble (ILL) der deutsch-französisch-britische Höchstflußreaktor errichtet. Er hat bei einer Leistung von 57 MW einen Neutronenfluß von $1{,}2 \times 10^{15}$ n/cm²s. Damit liegt sein Neu-

---

[1] Bewertungsmaßstab ist die zeitliche Nutzung der Reaktorstrahlung; der FRM wird pro Jahr ca. 4.500 Betriebsstunden mit Volleistung 4 MW gefahren.

tronenfluß mindestens um einen Faktor 10 über dem der im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Reaktoren in der Bundesrepublik Deutschland.

Der Grenobler Reaktor ist mit ca. 40 verschiedenartigen Experimentiereinrichtungen ausgestattet, die der Festkörperphysik, der Materialforschung, der Biologie, der Chemie, der Polymerforschung, der Strukturanalyse, der Kernphysik und auch der Elementarteilchenphysik dienen, und vor allem von den Gastforschern aus den beteiligten Ländern benutzt werden. Etwa ein Drittel der Meßzeit wird von deutschen Nutzern in verschiedenen Gruppierungen in Anspruch genommen.

I.3. Neutronenquellen in Großbritannien, Frankreich, Japan und den USA

a) Großbritannien

Großbritannien hat im Jahre 1987 die gepulste Spallationsneutronenquelle ISIS am Rutherford Laboratory (bei Oxford) in Betrieb genommen. Die Quelle erzeugt Neutronen mit Hilfe von 750 MeV-Protonen aus einem Schwermetall-Target. 1987 wurden 240 verschiedene Experimente an sieben Experimentiereinrichtungen durchgeführt.

Die Quelle ist im Bereich der Spektroskopie bei höheren Energien und auch bei einigen anderen Anwendungen (z.B. Pulverdiffraktometrie und Reflektometrie) den deutschen Forschungsreaktoren überlegen, in anderen Bereichen gleichwertig etwa mit dem Jülicher Reaktor.

b) Frankreich

In Frankreich wurde 1971 das Laboratoire-Léon-Brillouin (bei Paris) mit einem neuen 14 MW-Forschungsreaktor gebaut (Orphée); der Orphée-Reaktor ist seit 1980 voll in Betrieb und hat einen thermischen Neutronenfluß von 3×10^{14} n/cm²s. Er ist mit 21 Diffraktometern, Kleinwinkelstreuapparaturen und Spektrometern ausgestattet.

c) Japan

Japan verfügt seit 1962 über den Forschungsreaktor IRR-III (Forschungszentrum JAER bei Tokio), der 1983 einen neuen Reaktorblock erhalten hat. Dieser Reaktor soll etwa 1989/90 mit einer Leistung von 20 MW und einem thermischen Neutronenfluß von 2×10^{14} n/cm²s in Betrieb gehen. Im Forschungszentrum KEK bei Tokio wird ferner seit etwa fünf Jahren eine gepulste Spallations-Neutronenquelle betrieben, die in der Intensität jedoch nicht an die britische ISIS-Quelle heranreicht.

d) USA

In den USA ist im Argonne National Laboratory im Jahre 1986 eine neue Spallations-Neutronenquelle in Betrieb gegangen, welche der britischen Quelle ähnlich ist. Am Forschungsreaktor des National Bureau of Standards in den USA wird eine Kalte Quelle mit einem Bündel von etwa sechs Neutronenleitern, an denen mindestens 20 neue Instrumente aufgestellt werden können, eingebaut. Die Anlage befindet sich im Bau und soll etwa 1990 den wissenschaftlichen Betrieb aufnehmen.

In den USA liegt weiterhin eine Studie des Oak Ridge National Laboratory (Vor-Projektstudie mit bisherigen Kosten 10 Millionen US $) für einen Super-Höchstflußreaktor (ANS - Advanced Neutron Source), vor. Der Reaktor soll hauptsächlich für Strahlexperimente verwendet werden, sein Fluß soll etwa einen Faktor 8 über dem des Grenobler Reaktors liegen. Er hat auch ein ähnliches Bauprinzip.

A.II. Stand der Anlagenplanung für den neuen Forschungsreaktor

Mit dem Bau des Forschungsreaktors München soll laut Planungsstudien[1] in der Bundesrepublik Deutschland ein für die Neutronenforschung insbesondere mit thermischen und Kalten Neutronen optimierter Hochflußreaktor errichtet werden; in die Anlagenplanung wurden Erfahrungen aus laufenden Projekten sowie Erfahrungen mit dem Bau und Betrieb des Reaktors in Grenoble einbezogen.

Geplant ist ein Schwimmbadreaktor mit einem kompakten Reaktorkern hoher Leistungsdichte. Der Reaktorkern, der aus nur einem Brennelement besteht, verfügt über einen geschlossenen H_2O-Primärkühlkreislauf und liegt in einem offenen Reaktorbetriebsbecken mit H_2O-Füllung. Zur großvolumigen Neutronennutzung soll um den Kern ein D_2O-Reflektortank gebaut werden. Mit dem Kompaktkern von ca. 20 cm Durchmes-

---

[1] Vgl. Physik-Department der Technischen Universität München in Garching: Das Konzept der neuen Neutronenquelle der Technischen Universität München. Garching 1985. - Ebf. Interatom: Research Facilities. Neubau des Forschungsreaktors München o.O. 1986. - Interatom: Konzeptbeschreibung FRM II. Technischer Bericht. Bergisch Gladbach, September 1988.

ser und 70 cm Höhe soll der kompakteste technisch herstellbare und effizient zu betreibende Kern eingesetzt werden. Mit einer Leistung von 20 MW können thermische Neutronenflüsse von 7 bis 8 x 10^{14} n/cm²s erreicht werden.

Das Kompaktkernprinzip beruht auf folgendem Sachverhalt: Bei gegebener Reaktorleistung P führt eine Verkleinerung des Kernvolumens V zu einer Erhöhung der mittleren Leistungsdichte P/V und damit der Quelldichte schneller Neutronen. Ein Teil (ca. 40 %) dieser schnellen Neutronen tritt durch die Kernoberfläche nach außen in einen großen D_2O-Moderatortank und baut dort einen hohen thermischen Fluß auf, der für die Nutzung in Experimentiereinrichtungen verfügbar ist. Bei Übergang zu kleineren Kernen wird der Gütefaktor durch die Verkleinerung des effektiven Thermalisierungsvolumens und die Reduktion der Neutronenreabsorption durch den Kern weiter erhöht.

Voraussetzung für eine Realisierung des Kompaktkernprinzips ist die Verfügbarkeit von Kernbrennstoffen mit hoher Urandichte (Uransilizid-Dispersionsbrennstoffe) und hoher Anreicherung. Nur mit diesen Brennstoffen ist es möglich, eine ähnlich große Brennstoffmenge wie sie bisher in ausgedehnten Kernen benutzt wurde, in kleineren Volumina unterzubringen. Der Freistaat Bayern geht davon aus, daß die speziell anzufertigenden Brennelemente von einem ausländischen Hersteller bezogen und auch von diesem entsorgt werden.

Folgende experimentelle Einrichtungen bzw. Einbauten sind im D_2O-Tank vorgesehen:

- sechs tangential angeordnete Strahlrohre für thermische Neutronen, davon zwei mit fluchtender Achse

- ein großes tangentiales Strahlrohr zur Aufnahme von zwei Neutronenleitern für thermische oder eventuell auch subthermische Neutronen

- zwei große Strahlrohre für den Einbau von zwei bis drei Neutronenleitern, angekoppelt an eine Kalte Neutronenquelle

- ein sehr großes kernfernes radiales Strahlrohr zum späteren Einbau einer superthermischen Quelle

- verschiedene vertikale Bestrahlungskanäle, in denen bei Nichtnutzung das eingefüllte H_2O durch Berylliumeinsätze ersetzt wird.

Die im Reaktorkern entstehende Wärme soll im wesentlichen von dem geschlossenen H_2O-Primärbetriebskühlkreislauf über Zweiplatten-Wärmetauscher dem Sekundärkühlkreislauf zugeführt werden; die thermische Reaktorleistung wird über außenliegende Kühlaggregate an die Umgebungsluft abgeführt. Zur Reaktorsteuerung, -regelung und -überwachung sieht das Konzept Instrumentiereinrichtungen mit einem Redundanzgrad wie bei den dynamischen Reaktorschutzsystemen (drei Redundanzen) vor. Die Steuerungs- und Regeleinrichtungen sollen auf zwei Redundanzen begrenzt werden. Der Einsatz von Trennverstärkern zur Entkoppelung der betrieblichen Steuerungsebene von den Befehlen des Reaktorschutzsystems für die sicherheitstechnisch relevanten Komponenten und Systeme ist vorgesehen.

In den Reaktorkühl- und Nebensystemen kann die Temperatur des Primärwassers am Kernein- und -austritt, im Reaktorbetriebsbecken, im Brennelementabsatzbecken und im Brennelementumladebecken geregelt werden. Alle Komponenten, Bau-

gruppen und Untersysteme für den Reaktorschutz werden redundant ausgelegt.

Zur Aufnahme des neuen Reaktorblocks, der sicherheitstechnisch wichtigen Reaktorsysteme sowie des zu erweiternden Experimentierbereichs soll ein Reaktorgebäude mit anschließender Neutronenleiterhalle neu errichtet werden. Das Reaktorgebäude soll einen umbauten Raum von 62.000 m³ haben, die Bebauungsfläche beträgt 1.500 m². Die Neutronenleiterhalle verbindet das neue Gebäude mit dem vorhandenen Reaktorgebäude.

Die Bauplanung sieht drei unabhängige Nutzungsbereiche vor: den Experimentierbereich an den Strahlrohren in der inneren Experimentierhalle, die Neutronenleiterexperimentierhalle und den Reaktorbetriebsbereich, der ebenfalls für Experimentiereinrichtungen am offenen Reaktorbecken zugänglich ist.

Ein großer Teil der für den bisherigen Forschungsreaktor vorhandenen Gebäude einschließlich deren Infrastruktur (Betriebs-, Büro- und Laborräume) soll weiter genutzt werden.

A.III. Kostenschätzung und Finanzierung

Die Firma Interatom hat im Januar 1988 eine aktualisierte Kostenschätzung für den Neubau des Forschungsreaktors München vorgelegt, die Kosten für Reaktorbetriebsmittel, Experimentiereinrichtungen, Anteile zur äußeren Infrastruktur, Fremdleistungen und Nutzung des örtlichen Architekten nicht mit einschloß. Das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst hat darauf hin eine ergänzende Kostenzusammenstellung erstellt. Diese Zusammenstellung geht von einem Schätzbetrag für die Gesamtkosten von 360 Millionen DM aus. Da die Genehmigungsbehörde bereits angekündigt

hat, daß sie auf einem Grundschutz gegen Flugzeugabsturz bestehen werde (ca. 5 Millionen DM), ist von Gesamtkosten in Höhe von 365 Millionen DM auszugehen.

Die jährlichen Betriebskosten werden mit 15 Millionen DM veranschlagt. Hierin sind 7,6 Millionen DM Personalkosten, 3,7 Millionen DM Brennelementkosten, 2,6 Millionen DM Kosten für den laufenden technischen Betrieb, 0,4 Millionen DM Kosten für den Experimentierbetrieb und 0,6 Millionen DM sonstige Kosten enthalten.

Das Bundesministerium für Forschung und Technologie hat die Übernahme von insgesamt 200 Millionen DM zugesagt. Davon entfallen 100 Millionen DM auf Hochtechnologieentwicklungen, 60 Millionen DM auf Experimentiereinrichtungen und ca. 40 Millionen DM auf spätere Arbeiten zur Nutzung des FRM durch externe Wissenschaftler. Die verbleibenden Investitionskosten in Höhe von 205 Millionen DM sollen nach dem HBFG finanziert werden.

Nach Auffassung des Bayerischen Staatsministers für Wissenschaft und Kunst, der in die Kalkulation der Gesamtsumme die Betriebskosten für die ersten zehn Jahre mit einbezieht, besteht derzeit eine Finanzierungslücke von 80,5 Millionen DM. Diese Finanzierungslücke müsse von einem Förderverein gedeckt werden, da sich der Bundesminister für Forschung und Technologie zu einer weiteren Erhöhung seines Angebots nicht in der Lage sehe[1].

---

[1] Vgl. Schreiben des Bayerischen Staatsministers für Wissenschaft und Kunst an den Vorsitzenden des Wissenschaftsrates vom 21. April 1989, S. 4.

A.IV. Organisation

Der neue Forschungsreaktor soll als zentrale Einrichtung der Technischen Universität München etabliert werden. Das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst hält die Festlegung einer verbindlichen Organisationsstruktur für den neuen Forschungsreaktor derzeit für verfrüht. Es sollte nach seiner Auffassung jedoch eine offene und effiziente Organisationsstruktur gefunden werden, die sich an die Erfahrungen beim Betrieb mit anderen Reaktoren anlehnt und bei der die Nutzung durch ein Gremium kompetenter Fachleute geregelt wird. Hierfür ist ein Forschungsrat vorgesehen, in den neben den vom Land bestellten in- und ausländischen Fachleuten auch vom BMFT und von der DFG benannte Wissenschaftler berufen werden sollen.

A.V. Nutzungskonzept

Der bestehende Forschungsreaktor in München ist eine Betriebseinheit der Fakultät für Physik der Technischen Universität München. Die Nutzer mit permanenten Experimentiereinrichtungen kommen im wesentlichen aus der Fakultät für Physik und dem Institut für Radiochemie der Technischen Universität München sowie aus der Sektion Physik und dem Institut für Kristallographie und Mineralogie der Ludwig-Maximilians-Universität München (vgl. oben S. 8 f.).

Der geplante Forschungsreaktor soll nach derzeitigen Planungen zu einem Drittel für bayerische Nutzer und zu zwei Dritteln der bundesweiten Nutzung zur Verfügung stehen. Das Nutzungskonzept sieht, um den verschiedenartigen Anforderungen der Nutzergemeinschaft zu entsprechen, eine Einteilung in drei Kategorien vor:

- Forschergruppen mit neuartigen Ideen bzw. langfristigem Bedarf an Neutronen soll die Möglichkeit gegeben werden, an einem Strahlrohr ein Instrument, das sie hauptsächlich benötigen, aufzubauen. Daraus folgt eine prioritäre Nutzungsmöglichkeit an diesem Instrument. Mit diesem Vorrecht gehen die Gruppen (Stammgruppen) die Verpflichtung ein, in gewissem Umfang auch Experimente von Gastgruppen zu betreuen. Dabei wird besonders an solche Experimente gedacht, bei denen ein gemeinsames wissenschaftliches Interesse vorliegt. Die Stammgruppen übernehmen die Verantwortung für das wissenschaftliche Geschehen an ihrem Instrument.

- Neutronennutzer, für die nicht die wissenschaftliche Kooperation mit einer reaktornahen Stammgruppe im Vordergrund steht, sondern der Wunsch nach ausreichender Meßzeit an einem gut funktionierenden Instrument, sollen durch die Einrichtung eines Servicebetriebs unterstützt werden. Dies setzt voraus, daß für jedes Instrument ein Wissenschaftler langfristig als verantwortlicher Betreuer zur Verfügung steht.

- Für die Ausbildung junger Wissenschaftler, z.B. im Rahmen von Studien- und Diplomarbeiten an den angeschlossenen Universitäten, sollen mehrere "offene" Meßplätze bereitgestellt werden, die mit typischen Hilfsmitteln für Neutronenexperimente ausgestattet sind. Die Wartung der Geräte soll die Reaktorstation übernehmen.

Die Verteilung der Meßzeit an den Experimentiereinrichtungen sowie Entscheidungen über die Nutzung der Strahlrohre werden durch Ausschüsse des Forschungsrates vorgenommen.

B. Stellungnahme

B.I. Zur wissenschaftspolitischen Bedeutung einer überregional nutzbaren Neutronenquelle

Forschungsreaktoren werden von Wissenschaftlern verschiedener Gebiete - vor allem der Festkörperphysik, der Materialforschung, der Kernphysik, aber auch der Chemie, der Biophysik, der Molekularbiologie und der Medizin - genutzt. Mit Hilfe leistungsfähiger Neutronenquellen und deren Experimentiereinrichtungen lassen sich Forschungsarbeiten durchführen, die Aufschluß über die Struktur, die Morphologie bzw. das Gefüge von Metallen, Legierungen, Halbleitern, Gläsern, Kunststoffen, Flüssigkeiten etc. sowie über die Bewegung von Atomen oder Molekülen in diesen Stoffklassen geben. Ferner können auch Informationen über die Struktur und Dynamik von Atomen und Molekülen in biologischen Systemen gewonnen werden.

Hierbei sind Neutronenspektroskopie, die Neutronenstrukturanalyse und die Kleinwinkelstreuung zu unersetzlichen Methoden für solche Untersuchungen geworden. So ermöglicht es beispielsweise die Neutronenstreuung, die Lage der Wasserstoffatome in chemischen Verbindungen, die Frequenzen hochfrequenter Schallwellen in Festkörpern oder Spinbewegungen in magnetischen Stoffen zu studieren. Die Kleinwinkelstreuung dient z.B. der Aufklärung der Molekülkonformation oder der Morphologie von Polymeren und biologischen Systemen. Durch die Entwicklung neuer Methoden höchstauflösender Neutronenspektroskopie ist es in den letzten Jahren außerdem möglich geworden, relativ langsame Bewegungsvorgänge auf der Zeitskala von Mikrosekunden zu untersuchen. So kann z.B. die Spektroskopie mit ultrakalten Neutronen dazu genutzt werden, die Bewegungsformen in hochmolekularen und auch in biologischen Systemen zu erforschen.

Zu den genannten Anwendungen, die sich mit der Erforschung der kondensierten Materie im allgemeinen Sinne befassen, kommen noch Untersuchungen zu den Problemen der Kernspaltung, der Kernstruktur mit Hilfe der Neutronen-Einfanggammaspektroskopie, Anwendungen der Aktivierungsanalyse für medizinische Untersuchungen sowie Spurenelement- und Umweltforschung, weiterhin die Topologie und die Eigenspannungsmessung in den Ingenieurwissenschaften sowie das Studium von Strahlenschäden in Werkstoffen verschiedener Art, die technisch wichtige Dotierung von Halbleitern durch Kernumwandlungen, die Radiographie mittels Neutronen sowie die Anwendung von kalten Neutronen für die Tumortherapie.

Die hier nur exemplarisch skizzierten neueren Entwicklungen auf dem Gebiet der Forschung mit Neutronen haben dazu geführt, daß eine ständig steigende Zahl von Wissenschaftlern für ihre einschlägigen Forschungsaktivitäten darauf angewiesen ist, Zugang zu Forschungsreaktoren oder anderen Neutronenquellen zu erhalten. Um ihre jeweiligen Projekte durchführen zu können, bedürfen sie außerdem einer Fülle von speziellen Experimentiereinrichtungen, die dem neuesten Stand der technischen Entwicklung entsprechen müssen.

Die Forschung mit Neutronen in der Bundesrepublik Deutschland hat sich insbesondere durch die am FRM in München durchgeführten Untersuchungen sowie später auch durch die Arbeiten an den anderen Reaktoren international Rang und Ansehen erworben. Viele wesentliche Arbeiten, vor allem neuartige methodische Entwicklungen und Erkenntnisse aus deren wissenschaftlicher Nutzung, sind in den letzten 25 Jahren an diesen Reaktoren entstanden. Dazu zählen z.B. die Entwicklung und Nutzung der Kleinwinkelstreuung von Neutronen, die hochauflösende μeV-Spektroskopie, die Gravitationsspektroskopie mit ultrakalten Neutronen, die Ent-

wicklung der Neutronenleitertechnik sowie auf dem Gebiet der Kernphysik mit Neutronen die online-Spaltprodukt- und Gamma-Spektroskopie. Mehrere besonders erfolgreiche Instrumente am Höchstflußreaktor im Institut Laue-Langevin in Grenoble (z.B. D11, IN10, IN13, GAMS, Massenseparator "Lohengrin") sind gleichfalls aus diesen Entwicklungen hervorgegangen.

Wie auch aus statistischen Angaben zur Neutronenstreuung in der Bundesrepublik Deutschland hervorgeht[1], hat der Kreis der Wissenschaftler, welche sich der Neutronen für ihre Forschung bedienen, ständig zugenommen. In Anbetracht des Alters der vorhandenen Forschungsreaktoren sowie der zu erwartenden langen Genehmigungs- und Bauzeit (insgesamt dürften etwa 7 bis 8 Jahre erforderlich sein) hält der Wissenschaftsrat es für geboten, rechtzeitig Vorsorge für einen Neubau zu treffen.

Nach der Stillegung von zwei Forschungsreaktoren (des FRJ-1 in Jülich und des FR-2 in Karlsruhe), in Anbetracht der absehbaren Stillegung des Münchener Reaktors und des zunehmenden Alters der übrigen Reaktoren wurden Ende der siebziger Jahre Überlegungen über eine moderne nationale Neutronenquelle angestellt. Am Anfang stand zunächst das Projekt eines deutschen "Mittelflußreaktors", welches dann durch das nach damaliger Auffassung stärker in die Zukunft weisende Projekt einer Spallations-Neutronenquelle überholt wurde. 1985 wurde die in der KFA Jülich ausgearbeitete Projektstudie einer großen Spallations-Neutronenquelle "SNQ" dem BMFT vorgelegt. Das Vorhaben wurde jedoch wegen

---

[1] Vgl. Dr. H.G. Bell: Statistische Angaben zur Neutronenstreuung in der Bundesrepublik Deutschland, (Unveröffentlichtes Typoskript) Jülich 1988.

der zu hohen Kosten nicht realisiert. Seither ist auf diesem Gebiet nichts mehr geschehen, während in anderen Industrienationen Anstrengungen unternommen wurden, neue oder neuartige Neutronenquellen zu entwickeln, zu bauen und in Betrieb zu nehmen (vgl. dazu Abschnitt A.I.3.).

Die Alterung und auch das Veralten der bestehenden Forschungsreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland sowie die zu erwartenden Stillegungen hätten die Folge, daß mittelfristig, d.h. über die Zeitspanne der nächsten 10 bis 20 Jahre, eine sehr große Zahl von Wissenschaftlern ihre Arbeitsmöglichkeiten verlieren würden und dadurch auf wichtigen Arbeitsgebieten nicht mehr geforscht werden könnte; zahllose Forschungslabors wären nicht mehr in der Lage, eine wichtige Methode anzuwenden, die heute einen integralen Bestandteil ihres experimentellen Potentials darstellt. Die Bundesrepublik Deutschland würde schließlich ihre international anerkannte Stellung auf diesem Gebiet einbüßen. Angesichts dieser Situation weist der Wissenschaftsrat mit Nachdruck darauf hin, daß innerhalb des nächsten Jahrzehnts eine hochwertige und überregional nutzbare Neutronenquelle in der Bundesrepublik Deutschland zur Verfügung stehen muß.

Der Wissenschaftsrat stellt in diesem Zusammenhang fest, daß der nach wie vor erfolgreich arbeitende und wahrscheinlich noch bis ins Jahr 2000 nutzbare Höchstflußreaktor am ILL in Grenoble keineswegs als Alternative für ein nationales Reaktor-Vorhaben angesehen werden kann. Ohne Forschung an nationalen Quellen besteht vielmehr die Gefahr, daß deutsche Neutronenforscher auch an dieser internationalen Quelle nicht mehr konkurrenzfähig sind. Die Entwicklungsansätze für neuartige Methoden, neue Ideen und Fragestellungen sind nämlich besser und ausführlicher an einem leichter zugänglichen nationalen Reaktor zu verwirklichen als an dem (wegen Meßzeitmangel) sehr eingeschränkt verfügbaren Reak-

tor am ILL in Grenoble. Die Erfahrungen an vielen anderen wissenschaftlichen Großanlagen, beispielsweise in der Hochenergiephysik oder bei der Synchrotronstrahlung, haben gezeigt, daß die an nationalen Quellen durchgeführten Arbeiten und die dabei nachgewiesenen Erfolge geradezu die Voraussetzung für eine erfolgreiche Beteiligung an internationalen Projekten ist. Im übrigen gibt es auch Forschungsarbeiten, die den hohen Neutronenfluß des Grenobler Reaktors gar nicht benötigen und die deshalb vollständig an einer nationalen Neutronenquelle durchgeführt werden könnten und auch sollten.

Der Wissenschaftsrat unterstützt aus all diesen Gründen die Initiative des Freistaates Bayern, mit dem geplanten Neubau eines Forschungsreaktors für die Technische Universität München einen modernen Hochflußreaktor zu schaffen, der interessierten Wissenschaftlern aus der Bundesrepublik Deutschland sowie ausländischen Gästen offenstehen soll (zu den Nutzungsmöglichkeiten vgl. Abschnitt B.IV.). Das Vorhaben ist geeignet, sehr gute Bedingungen für die Forschung mit Neutronen sowie für die nationale und internationale Zusammenarbeit auf diesem Gebiet zu schaffen.

B.II. Zum geplanten Neubau

Eine Beurteilung des Forschungsreaktors unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten kann nicht Gegenstand dieser Stellungnahme sein. Sie bleibt vielmehr dem atomrechtlichen Genehmigungsverfahren vorbehalten, das in etwa zwei Jahren abgeschlossen sein sollte.

II.1. Zur Anreicherung des Brennstoffs

Das Konzept für den Neubau des Forschungsreaktors auf dem Gelände der Reaktorstation Garching sieht vor, daß in der Bundesrepublik Deutschland zum ersten Mal ein für die Neutronenforschung mit thermischen und kalten Neutronen speziell optimierter Hochflußreaktor errichtet wird. Durch einen neuartigen Kompaktkern mit D_2O-Reflektor soll sowohl das Fluß-Leistungsverhältnis als auch das Fluß-Kostenverhältnis im Vergleich zu den bisher existierenden Forschungsreaktoren verbessert werden. Außerdem sollen in den geplanten Forschungsreaktor neuartige Strahlrohr- und Bestrahlungseinrichtungen für die Forschung mit Neutronen eingebaut werden.

Da der geplante Forschungsreaktor die angestrebte Leistungsdichte nur mit hochangereichertem Uran erreichen kann, hält der Wissenschaftsrat es für notwendig, daß - auf der Grundlage der bestehenden internationalen Verträge - durch politische Verhandlungen mit den verantwortlichen Stellen in den USA die Lieferung und Entsorgung der erforderlichen Reaktorbrennstoffe rechtzeitig sichergestellt wird. Daher hat der Vorsitzende des Wissenschaftsrates im Juli 1988 die Bundesregierung und die Bayerische Staatsregierung gebeten, entsprechende Verhandlungen aufzunehmen. Er hat zugleich deutlich gemacht, daß es für eine abschließende Stellungnahme des Wissenschaftsrates unerläßlich ist, sicherzustellen, daß für Betrieb und Entsorgung des neuen Forschungsreaktors auch tatsächlich hochangereichertes Uran zur Verfügung steht.

II.2. Zur vorgesehenen Ausstattung mit Experimentiereinrichtungen

Die von der Münchener Arbeitsgruppe vorgeschlagene Ausstattung des Forschungsreaktors mit Experimentiereinrichtungen ist dem heutigen Stand der Wissenschaft angemessen. Es besteht ein intensiver Kontakt mit potentiellen Nutzern, der auch weiterhin für die Konkretisierung der Überlegungen zur Ausstattung mit Experimentiereinrichtungen genutzt werden sollte. Entscheidungen über größere Expermentiereinrichtungen an den Strahlrohren sollten unter frühzeitiger Mitwirkung des geplanten Forschungsrates getroffen werden.

II.3. Zur Kostenschätzung und Finanzierung

Die nach dem gegenwärtigen Planungsstand geschätzten Gesamtkosten in Höhe von 365 Millionen DM (in Preisen von 1987) können nach Auffassung von unabhängigen Sachverständigen als realistisch gelten. Wie Kostenrechnungen anderer Einrichtungen ergeben haben, wäre ein vergleichbarer Forschungsreaktor auch dort nicht preiswerter zu realisieren. Da das atomrechtliche Genehmigungsverfahren noch nicht abgeschlossen ist, läßt sich derzeit jedoch nicht absehen, inwieweit der neue Forschungsreaktor auf der gleichen Grundlage genehmigt wird wie die bisher errichteten Forschungsreaktoren. Sowohl aus den Störfallanalysen als auch aus der noch nicht vorliegenden Detailplanung und den noch näher zu definierenden Schnittstellen zu den Experimentiereinrichtungen können sich Kostensteigerungen ergeben. Daher kann der Wissenschaftsrat derzeit noch keine abschließende Stellungnahme zum Finanzvolumen des geplanten Neubaus des Forschungsreaktors der Technischen Universität München abgeben.

B.III. Zur Organisation

Aus der Sicht des Wissenschaftsrates ist es unter forschungspolitischen Aspekten begrüßenswert, daß der neue Forschungsreaktor als zentrale Einrichtung der Technischen Universität München etabliert werden soll. Damit wird dieser Universität, die über mehr als 30 Jahre Erfahrung im Umgang mit einem Forschungsreaktor und über ein großes Potential an Nachwuchswissenschaftlern auf dem Gebiet der Neutronenforschung verfügt, die Möglichkeit eröffnet, auch weiterhin in diesen Bereichen der Forschung und Lehre tätig sein. Die vorgesehene Regelung für die Leitung des Reaktors wie auch die Zusammensetzung des Forschungsrates sind einer wissenschaftlichen Einrichtung von der Größe und Struktur des geplanten Forschungsreaktors grundsätzlich angemessen.

B.IV. Zu den Nutzungsmöglichkeiten

Der Wissenschaftsrat begrüßt, daß mit dem geplanten Hochflußreaktor eine moderne, leistungsstarke Neutronenquelle geschaffen wird, die allen einschlägig arbeitenden Wissenschaftlern aus der Bundesrepublik Deutschland sowie ausländischen Gästen offenstehen soll. Insbesondere zur Unterstützung der zu erwartenden auswärtigen Nutzergruppen sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Es muß dafür gesorgt werden, daß von außen kommende Nutzer nach Maßgabe der Qualität ihrer Vorschläge Meßzeit an den für sie geeigneten Instrumenten erhalten. Dies geschieht am besten durch den Forschungsrat, der auch externe Mitglieder haben sollte und durch geeignet besetzte Ausschüsse die Meßzeit vergibt.

- Auswärtige Benutzer müssen während ihrer Messungen die erforderliche experimentelle und auch wissenschaftliche Unterstützung erfahren. Dies betrifft insbesondere solche Arbeitsgruppen, die, wie z.B. Biologen, selbst noch nicht mit diesen Methoden vertraut sind. Daher muß in ausreichendem Maße wissenschaftliches Personal vorhanden sein, welches die auswärtigen Arbeitsgruppen betreuen kann.

- Den Benutzern müssen während ihrer Messungen die erforderlichen Hilfseinrichtungen zur Verfügung stehen. Dazu gehören Rechner für die primäre Auswertung der Meßdaten sowie Kryostaten, Magnete und andere Einrichtungen für die Probenumgebung. Weiterhin sind in geringerem Umfang auch chemische und biologische Einrichtungen notwendig, da die entsprechende Infrastruktur von den jeweiligen Nutzergruppen nicht oder nur schwer zum Meßplatz mitgebracht werden kann.

Neben einer qualifizierten Unterstützung der verschiedenen Nutzergruppen ist es wichtig, daß in ausreichendem Maße die Methoden der Neutronenbeugung und Spektroskopie weiterentwickelt werden. Dies sollte möglichst gemeinsam mit auswärtigen Gruppen aus Hochschulen und insbesondere aus Großforschungseinrichtungen sowie Wissenschaftlern aus der Industrie geschehen, die über die technischen Voraussetzungen für solche Weiterentwicklungen verfügen. Gerade auf diesem Gebiet erscheint es besonders vordringlich, daß seitens der Verbundforschung hierfür Mittel bereitgestellt werden.

B.V. Zusammenfassende Empfehlung

Der Wissenschaftsrat anerkennt die Notwendigkeit, eine moderne Neutronenquelle für die Bundesrepublik Deutschland zu bauen. Er unterstützt daher die Initiative des Frei-

staates Bayern, für die Technische Universität München eine moderne Neutronenquelle zu schaffen, die grundsätzlich allen interessierten Wissenschaftlern aus der Bundesrepublik Deutschland sowie ausländischen Gästen offenstehen soll. Das Vorhaben, mit dem der mehr als 30 Jahre alte Münchener Forschungsreaktor ersetzt werden soll, ist geeignet, für die Forschung mit Neutronen sowie für die nationale und internationale Zusammenarbeit auf diesem Gebiet sehr gute Bedingungen zu schaffen.

Unter forschungspolitischen Aspekten ist es außerdem begrüßenswert, daß der neue Forschungsreaktor als eine zentrale Einrichtung der Technischen Universität München etabliert werden soll. Damit wird dieser Universität, die über mehr als 30 Jahre Erfahrung im Umgang mit einem Forschungsreaktor und über ein großes Potential an Nachwuchswissenschaftlern verfügt, die Möglichkeit eröffnet, auch weiterhin in diesen Bereichen der Forschung und Lehre tätig zu sein. Auswärtige Nutzer sollten nach Maßgabe der oben ausgeführten Empfehlungen Zugang zur Neutronenquelle erhalten und bei ihren Forschungsarbeiten angemessen unterstützt werden.

Da die Gesamtkosten für den geplanten Neubau des Forschungsreaktors erst in etwa zwei Jahren endgültig beurteilt werden können, ist der Wissenschaftsrat zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht in der Lage, eine abschließende Stellungnahme zum Finanzvolumen und zur Finanzierung abzugeben. Erst nach Erteilung der ersten Teilgenehmigung im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren sowie nach Klärung der Frage, ob hochangereichertes Uran als Betriebsmittel für den Reaktor zur Verfügung steht, sollte - vorbehaltlich der Finanzierungsmöglichkeiten - über eine Aufnahme des Forschungsreaktors in den Rahmenplan entschieden werden.

Bis dahin wird dieses Vorhaben in Kategorie P[1] eingestuft.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Verhandlungen zwischen der Bundesregierung und der Bayerischen Staatsregierung kann - auf der Basis der vorliegenden Kostenschätzung - die Finanzierung der erforderlichen Investitionen als gesichert gelten. Bei der Finanzierung der Betriebskosten für die ersten zehn Jahre ergibt sich auf der Basis der Kostenschätzung der Bayerischen Staatsregierung eine Finanzierungslücke von 80,5 Millionen DM. Die Bayerische Staatsregierung sollte bis spätestens Anfang Oktober 1989 eine Erklärung zur Absicherung der Finanzierung der Betriebskosten abgeben, damit im Zuge der Nachmeldungen zum 19. Rahmenplan für den Hochschulbau über eine Erhöhung der Planungskosten (derzeit sind 10 Mio DM freigegeben) verhandelt werden kann. Sollte dies nicht möglich sein, wird sich der Wissenschaftsrat in Anbetracht der Dringlichkeit der einzuleitenden Planungsschritte für eine überregionale Neutronenquelle erneut mit den Verwirklichungsmöglichkeiten des Neubaus einer Neutronenquelle befassen.

---

[1] Kategorie P: Prüfkategorie. Das Votum zur Aufnahme in den Rahmenplan wird bis zum Abschluß der Prüfung durch den Wissenschaftsrat zurückgestellt. Nach Beendigung der Prüfung wird das Vorhaben in Kategorie I, II oder III eingeordnet. Die Freigabe der Planungskosten wird im Einzelfall empfohlen.

Anhang 1: Verzeichnis der vorgelegten Unterlagen

Unterlagen zum geplanten Forschungsreaktor in München:

- Technische Universität München, Physik Department: Das Konzept der neuen Neutronenquelle der Technischen Universität München in Garching. Garching, September 1985

- Interatom: Research Facilities: Neubau des Forschungsreaktors München, Februar 1986

- Fakultät für Physik der Technischen Universität München: 30 Jahre FRM. Forschungsreaktor München in Garching, Vergangenheit und Zukunft, Oktober 1987

- Interatom: Konzeptbeschreibung FRM II. Technischer Bericht. Bergisch Gladbach, September 1988

Sonstige Unterlagen:

- Dr. H.G. Bell: Statistische Angaben zur Neutronenstreuung in der Bundesrepublik Deutschland, Jülich 1988

- Erweiterter Sachverständigenkreis Naturwissenschaftliche Grundlagenforschung: Stellungnahme zur zukünftigen Entwicklung von Neutronenquellen für die Forschung in der Bundesrepublik Deutschland, März 1986

- R. Kampmann, R. Wagner: New instrumentation and novel neutron guides for materials research at the FRG-1 research reactor in Geesthacht/FRG, Oktober 1987

- Kernforschungsanlage Jülich: SNQ Project Proposal for a Spallation Neutron Source, Dezember 1984

- The National Research Council: Neutron Research on Condensed Matter - A Study of the Facilities and Scientific Opportunities in the United States, Washington D.C. 1977

- C.D. West: Overview of the ANS project. Oak Ridge National Laboratory, Tennessee 1988

- Ames Laboratory, Iowa State University: Report of the Review Panel on Neutron Scattering. (Brinkman Report). Iowa, Oktober 1980

- National Laboratory for high energy physics, KEK: KENS ReportVI. Tokohn, November 1986

- Institut Max von Laue-Langevin, Grenoble, France: Annual Reports 85-87

- Institut Max von Laue-Langevin: Neutron Research Facilities at the ILL High Flux, Juni 1986

- Institut Max von Laue-Langevin: Industrial Research at the ILL, Januar 1988

- Institut Max von Laue-Langevin: Brochure issued on the occassion of the 20th anniversary of the institute's foundation, Januar 1987