

**Bericht des Direktoriums  
für die  
Geschäftsjahre 1962 und 1963**

10077

## I N H A L T

1. Allgemeiner Bericht
2. Bau des Beschleunigers
3. Vorbereitung der Experimente
4. Berichte und Notizen 1962/63
5. Haushaltsrechnungen für die  
Geschäftsjahre 1962 und 1963
6. Organisationspläne für die  
Geschäftsjahre 1962 und 1963

BERICHT  
des Direktoriums DESY  
für die Jahre 1962 und 1963

1. Allgemeiner Bericht

1.1. Vorbemerkung

In den Jahren 1962 und 1963 wurde der Bau des Beschleunigers entsprechend der vorangegangenen Planung durchgeführt. Alle grundsätzlichen Parameter waren festgelegt und es galt, die Beschleunigerkomponenten nach einem genauen Zeitplan fristgerecht bereitzustellen. Mit großem Einsatz aller Mitarbeiter gelang es, den Beschleuniger bis zum Jahresende 1963 in allen seinen wesentlichen Komponenten fertig aufzubauen.

Bei der Vorbereitung der Experimente wurde eine möglichst vielseitige apparative Grundausstattung zusammengestellt und aus den zahlreichen zur Diskussion stehenden Experimenten die ersten Experimente festgelegt.

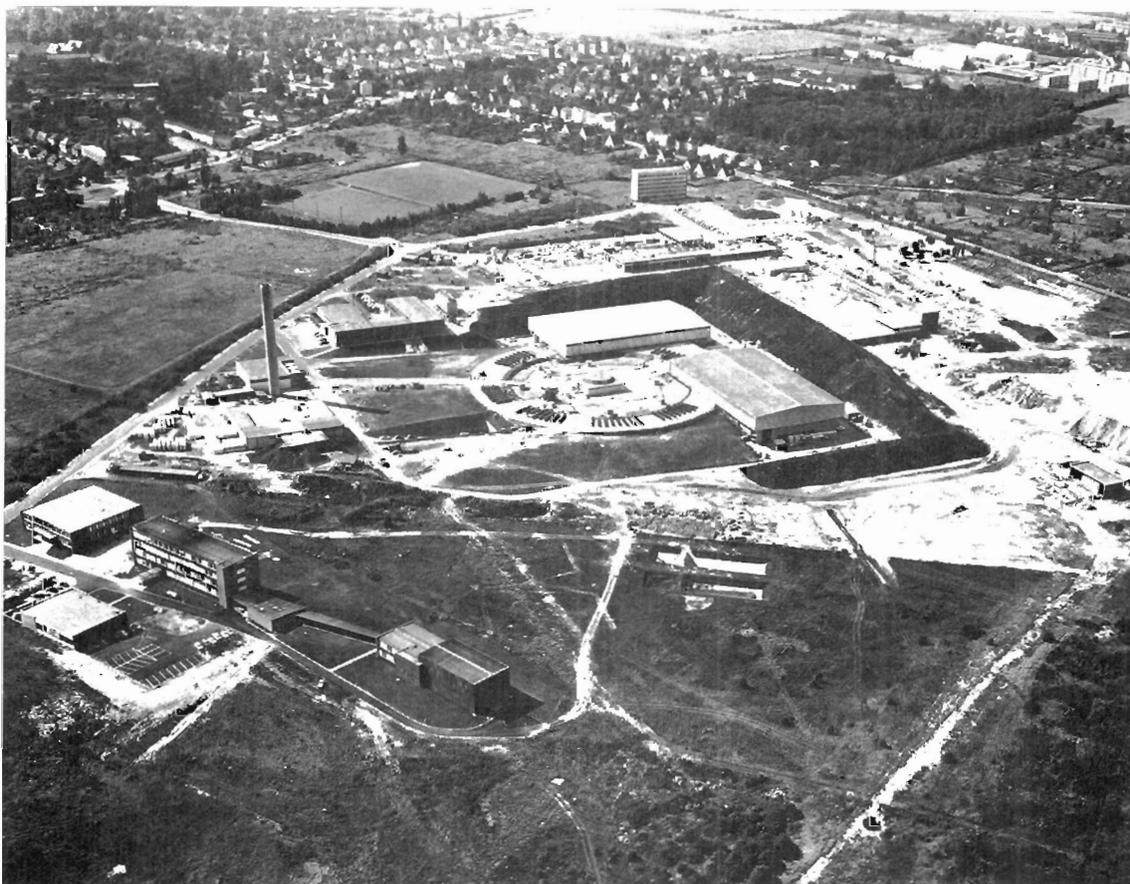


Bild 1: Teilansicht des DESY-Geländes (Luftaufnahme) im Sommer 1963

## Zusammenarbeit mit den Hochschulen

Da das Deutsche Elektronen-Synchrotron allen Universitäten und Forschungsstätten zur Verfügung stehen soll, wurde größtes Gewicht auf die Pflege eines engen Kontaktes mit den Hochschulen gelegt. Besonders intensiv gestaltete sich die Zusammenarbeit bei der Erarbeitung der theoretischen Grundlagen für die ersten DESY-Experimente. An kleineren und größeren Arbeitstagungen, die im Rahmen der "Studiengruppen für Hochenergiephysik" organisiert wurden, diskutierte man die beim Elektronen Synchrotron in Hamburg gegebenen Experimentiermöglichkeiten. Auf experimenteller Seite zeigten sich besonders alle diejenigen Institute Deutschlands, die bisher Blaskammeraufnahmen aus ausländischen Beschleunigerzentren auswerten, an einer aktiven Zusammenarbeit mit DESY interessiert. Eine Gruppe der Technischen Hochschule Karlsruhe beteiligte sich intensiv am Aufbau eines Elektronen-Streuexperimentes und Ende 1963 begann auch eine Gruppe der Universität Bonn mit den ersten Vorbereitungen für ein in Hamburg durchzuführendes Photoproduktionsexperiment.

### 1.2 Entwicklung der Stiftungsorgane

Das durch übereinstimmende Beschlüsse des Wissenschaftlichen Rates vom 25. 3. 1960 sowie des Verwaltungsrates vom 11. 4. und vom 1. 7. 1960 für die Geschäftsjahre 1960, 1961, 1962 und 1963 gewählte Direktorium führte im Berichtszeitraum in unveränderter Zusammensetzung seine Geschäfte weiter.

Mit der Neufassung der Stiftungssatzung, die am 18. April 1962 in Kraft trat, wurde es erforderlich, gemäß § 10 der Satzung je einen weiteren Vertreter und Stellvertreter der Bundesrepublik Deutschland und der Freien und Hansestadt Hamburg im Verwaltungsrat zu benennen.

Der Herr Bundesminister der Finanzen benannte daraufhin im Einvernehmen mit dem Herrn Bundesminister für Atomkernenergie unter dem 1. Juli 1962

Herrn Ministerialdirigent Dr. Günther Schneider-Muntau

und zu seinem Stellvertreter

Herrn Ministerialrat Dr. Friedrich Wissmann.

Der Senat der Freien und Hansestadt Hamburg bestellte unter dem 21. August 1962 für die Finanzbehörde

Herrn Regierungsdirektor Dr. Werner Maschek,

zu seinem Stellvertreter

Herrn Regierungsrat Dr. Hartmut Gollnick

sowie

Herrn Regierungsrat Dr. Wilhelm Wahlers  
Schulbehörde/Hochschulabteilung

zum Stellvertreter für

Herrn Leitenden Regierungsdirektor Dr. Meins

für den ausgeschiedenen

Herrn Oberregierungsrat Hans-Ludwig Schneider.

Nachdem Herr Reg. Dir. Dr. Maschek zum Leiter des Bezirksamtes Altona ernannt und Herr Reg. Rat Gollnick innerhalb der Finanzbehörde versetzt worden war, hat der Senat der Freien und Hansestadt Hamburg laut Mitteilung der Schulbehörde/Hochschulabteilung vom 2. 10. 1963 als neuen Vertreter der Finanzbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg

Herrn Oberregierungsrat Helmut Rademacher

bestellt und zu dessen Stellvertreter

Herrn Regierungsrat Klaus Abend.

Bis zur Satzungsänderung vom 18. 4. 1962 hatte der Verwaltungsrat nur zwei Mitglieder, die sich untereinander darauf geeinigt hatten, sich alle zwei Jahre im Vorsitz abzuwechseln. Zunächst hatte der Vertreter des Bundes den Vorsitz für die Geschäftsjahre 1960 und 1961 übernommen, jedoch bereits für das Geschäftsjahr 1961 Herrn Leitenden Regierungsdirektor Dr. Meins gebeten, den Vorsitz zu übernehmen. Nach dieser Verein-

barung hatte demzufolge Herr Leitender Regierungsdirektor Dr. Meins auch für das Geschäftsjahr 1962 den Vorsitz im Verwaltungsrat.

Mit dem Inkrafttreten der Neufassung der Stiftungssatzung am 18.4.1962 hatte der Verwaltungsrat nach Benennung der Vertreter der Finanzressorts aus seiner Mitte gemäß § 10 Abs. 2 der Satzung neben einem Vorsitzenden auch einen stellvertretenden Vorsitzenden zu wählen. Für das Geschäftsjahr 1963 wählte der Verwaltungsrat am 28. 11. 1962

Herrn Leitenden Regierungsdirektor Dr. Meins  
zum Vorsitzenden und

Herrn Ministerialdirektor Dr. Kriele  
zum stellvertretenden Vorsitzenden.

Am 13. 12. 1963 bestellte das vom Wissenschaftlichen Rat für die Jahre 1964, 1965 und 1966 gewählte Direktorium im Anschluß an die Sitzung des Wissenschaftlichen Rates

Herrn Regierungsdirektor Heinz Berghaus  
gemäß § 8 Abs. 1 der Satzung für die Jahre 1964, 1965 und 1966 zum Verwaltungsdirektor. Die erforderliche Zustimmung des Verwaltungsrates konnte im Jahre 1963 nicht mehr herbeigeführt werden, da sich der Verwaltungsrat bereits auf das Jahr 1964 vertagt hatte.

Zum 31. 12. 1962 schieden gemäß § 13 Abs. 2 der Satzung aus dem Wissenschaftlichen Rat aus die Herren

Althoff  
Deutschmann  
Filthuth  
Fleischmann  
Gentner  
Gottstein  
Heisenberg  
Höhler  
Jensen

Lehmann  
Ludwig  
Meyer-Berkhout  
Schlier  
Schmelzer  
H. Schopper  
Stech  
Steinwedel  
Teucher.

Der Wissenschaftliche Rat wählte gemäß § 13 Abs. 2 der Satzung am 14.12.1962 für die Geschäftsjahre 1963 und 1964 in den Wissenschaftlichen Rat die Herren

Althoff	Kramer
Deutschmann	Lehmann
Filthuth	Meyer-Berkhout
Gentner	Rollnik
Gottstein	Schlier
Heintze	Schmelzer
Heisenberg	H. Schopper
Höhler	Stech
Jensen	Teucher.

In der gleichen Sitzung wählte der Wissenschaftliche Rat für das Geschäftsjahr 1963 gemäß § 13 Abs. 4 der Satzung wiederum

Herrn Professor Dr. Christoph Schmelzer  
zum Vorsitzenden

und

Herrn Professor Dr. G. Höhler  
zum stellvertretenden Vorsitzenden.

Anstelle des verstorbenen Professor Dr. W. Riezler wurde am 14.12.1962

Herr Professor Dr. A. Schoch

in den Haushaltsausschuss des Wissenschaftlichen Rates gewählt.

Mit Ablauf des Geschäftsjahres 1963 schieden nach zweijähriger Mitgliedschaft aus dem Wissenschaftlichen Rat aus die Herren

Bopp	Neuert
Brix	Paul
Citron	Raether
Ehrenberg	Sauter
Kulenkampff	Schoch
Lüders	Walcher.
Meyer-Leibnitz	

Gemäß § 13 Abs. 2 der Satzung wählte der Wissenschaftliche Rat am 13.12.1963 für die Geschäftsjahre 1964 und 1965 in den Wissenschaftlichen

Rat die Herren

Brix	Lüders
Citron	Paul
Ehrenberg	Schoch
Faissner	Soergel
Knop	Walcher.

Zu korrespondierenden Mitgliedern für die Geschäftsjahre 1964 und 1965 wählte der Wissenschaftliche Rat die Herren Professoren  
Neuert und Raether.

Gemäß § 13 Abs. 4 der Satzung wurde für das Geschäftsjahr 1964

Herr Professor Dr. Chr. Schmelzer  
zum Vorsitzenden

und

Herr Professor Dr. J. Höhler  
zum stellvertretenden Vorsitzenden des Wissenschaftlichen Rates

gewählt.

Darüber hinaus wählte der Wissenschaftliche Rat am 13.12.1963 einen Forschungsausschuß, der sich wie folgt zusammensetzt:

Experimentalphysiker

Dr. H. Althoff  
Prof. Dr. A. Schoch

Ersatzmann

Prof. Dr. H. Filthuth

Theoretische Physiker

Prof. Dr. Stech

Ersatzmann

Prof. Dr. G. Kramer.

Da die Amtszeit des Direktoriums zum 31.12.1963 auslief, war gemäß § 5 Abs. 2 der Satzung eine Neuwahl des Direktoriums erforderlich. Der Wissenschaftliche Rat beschloß einstimmig, die Herren

Professor Dr. Jentschke als geschäftsführenden Direktor  
und Professor Dr. Stähelin als dessen Stellvertreter

sowie als weitere Mitglieder

Herrn Professor Dr. Paul  
und Herrn Professor Dr. Walcher

für die Geschäftsjahre 1964, 1965 und 1966 wieder in das Direktorium zu wählen und als fünftes Mitglied für den gleichen Zeitraum

Herrn Professor Dr. Teucher.

Gemäß § 5 Abs. 2 der Satzung bedarf es zur Wahl der Mitglieder des Direktoriums übereinstimmender Beschlüsse des Wissenschaftlichen Rates und des Verwaltungsrates, der sich jedoch bereits auf Januar 1964 vertagt hatte.

Die in der Sitzung des Direktoriums am 16.12.1961 gemäß § 7 Abs. 6 Satz 1 der Satzung beschlossene Geschäftsordnung wurde vom Verwaltungsrat in seiner Sitzung am 28.11.1962 gemäß § 7 Abs. 6 Satz 2 der Satzung genehmigt.

In der gleichen Sitzung beschloß der Verwaltungsrat, von der gemäß § 12 Abs. 6 der Satzung vorgesehenen Geschäftsordnung für den Verwaltungsrat Abstand zu nehmen, da der Verwaltungsrat so klein gehalten sei, daß mit den Bestimmungen des § 12 der Satzung auszukommen sei.

Der Wissenschaftliche Rat stellte in seiner Sitzung am 14.12.1962 fest, daß mit der Wahlordnung und den Regeln für die wissenschaftliche Arbeit am Deutschen Elektronen-Synchrotron die wesentlichsten noch offenen Fragen geordnet sind, die nach seiner Ansicht über die in § 15 der Satzung niedergelegten Bestimmungen hinaus festzulegen waren, und beschloß, von der nach § 15 Abs. 7 der Satzung vorgesehenen Geschäftsordnung abzu-  
sehen.

### 1.3 Entwicklung der Ausgaben

Unter dem 10. April 1958 war eine Übersicht über die Kosten der Errichtung einer Hochenergiebeschleunigeranlage zur Förderung der physikalischen Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Atomkerne und Elementarteilchen durch eine für diesen Zweck zu errichtende Stiftung "Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY" vorgelegt worden. Die damals ermittelten Gesamtkosten beliefen sich auf DM 59.931.200,--. Sie unterstellten eine Bauzeit von 1958 - 1962 und schlossen die Kosten für vorbereitende Maßnahmen im Rechnungsjahr 1957 ein. Dieser Berechnung lagen Haushaltsjahre zu Grunde, die ursprünglich zum 31. März des jeweils folgenden Jahres, insgesamt gesehen also zum 31.3.1963, ausliefen. Bei der Einmaligkeit des in Aussicht genommenen Bauvorhabens war es unmöglich, von der zuständigen Hamburger Fachbehörde Angaben über die Baukosten zu erhalten, die mehr sein konnten als eine sehr grobe Schätzung.

Während der Entwicklung der Hochenergiebeschleunigeranlage hatte das Direktorium Gelegenheit, die Erfahrungen und Erkenntnisse zu prüfen, wie sie der Bau und die Inbetriebnahme verwandter Beschleunigeranlagen, so z.B. bei CERN in Genf und bei CEA in Cambridge/USA vermitteln. Die seit-  
herige Entwicklung auf dem Gebiet der Hochenergiephysik, nicht zuletzt nach dem erfolgreichen Abschluß von Versuchen - z.B. in den USA -, hatte das Direktorium vor die Notwendigkeit gestellt, den jüngsten

wissenschaftlichen Erkenntnissen und Erfahrungen Rechnung zu tragen. Darüber hinaus waren bei der näheren Untersuchung der Möglichkeiten einer Zusammenarbeit der interessierten Institute auf dem Gebiet der Hochenergiephysik mit DESY eine Reihe von Voraussetzungen entfallen, die zu erhöhten Aufwendungen bei der Errichtung der Forschungsanlage geführt haben. Die Anpassung des ursprünglich vorgesehenen Programmes an die in der Zwischenzeit eingetretene Entwicklung der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der sich daraus ergebenden Erweiterung und Ergänzung des Programmes ließ erkennen, daß die Verwirklichung des als unabdingbar anzusehenden weitergehenden Programmes keinesfalls vor Ablauf des Jahres 1964 abgeschlossen werden kann. Unter Berücksichtigung einer Bauzeit bis Ende 1964 waren daher die Gesamtkosten neu zu errechnen.

Das Schwergewicht lag in der technischen Aus- und Umgestaltung des Bauprogramms und hatte eine Vermehrung auch der Personal- und Sachausgaben zur Folge. Zum erweiterten Bauprogramm gehört der Bau von Verbindungskanälen, einer Kontrollstation, der erweiterten Abschirmung, eines großen Laborgebäudes mit Werkstättentrakt, eines Verflüssigerhauses, eines Vorlesungs- und Tagungsgebäudes mit Hörsaal- und Verwaltungstrakt, eines Kantinegebäudes, eines Pfortnerhauses sowie die Aufforstung des DESY-Geländes. Das Ergänzungsprogramm beinhaltet Mehrausgaben in Höhe von DM 50 Mio. Sie entfallen auf:

I. Fortdauernde Ausgaben.

1. <u>Personalausgaben</u>	DM 5.503.800,--
2. <u>Sachausgaben</u>	" 3.703.000,--
3. <u>Allgemeine Ausgaben</u>	" 507.000,--

II. Einmalige Ausgaben

1. <u>Bau des Hochenergiebeschleunigers</u>	DM 1.995.400,--
2. <u>Errichtung der Bauten für den Hochenergiebeschleuniger</u>	" 28.270.000,--
3. <u>Einrichtung und Ausstattung der Gebäude und Anlagen</u>	" 12.411.000,--
	DM 52.390.200,--

Staatsvertrag			
vom 18.12.1959	DM 60.000.000,--		
Schätzung			
vom 10.4.1958	DM 59.931.200,--	./.	DM 68.800,--
			DM 52.321.400,--

	Übertrag	DM 52.321.400,--
Abzüglich Einnahmen vornehmlich aus Erstattung von Kosten aus Kap. II sowie aus Vermietung und Verpachtung.		<u>DM 2.321.400,--</u>
		DM 50.000.000,--
		=====

Nach dem am 18. Dezember 1959 zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Freien und Hansestadt Hamburg abgeschlossenen Staatsvertrag werden die Kosten für die Errichtung der Forschungsanlage sowie die Personal- und Sachausgaben der Stiftung während der Bauzeit der Forschungsanlage (Investitionskosten) bis zu einem Betrag von DM 60 Mio. zu 85 v.H. (= 51 Mio. DM) vom Bund und zu 15 v.H. (= 9 Mio. DM) von Hamburg getragen. Gemäß Artikel 2 Abs. 2 des Staatsvertrages ist über die Aufbringung des über DM 60 Mio. hinausgehenden Betrages erneut zwischen Bund und Hamburg zu verhandeln gewesen.

Nachdem das Kuratorium der Stiftung Volkswagenwerk beschlossen hatte, die Finanzierung des Labor- und Werkstattgebäudes zu übernehmen, kam folgende Einigung über die Aufbringung der Mehrkosten in Höhe von DM 50 Mio. zustande:

- a) DM 20 Mio. in dem im Staatsvertrag vorgesehenen Verhältnis 85 : 15 von Bund und Hamburg,
- b) DM 10 Mio. durch Übernahme der Finanzierung des Labor- und Werkstattgebäudes mit Ausstattung und Einrichtung einschließlich der erforderlichen Außenanlagen durch die Stiftung Volkswagenwerk,
- c) die restlichen DM 20 Mio. zu 75 v.H vom Bund und zu 25 v.H. von Hamburg.

Von den für Beschleunigerbauten vorgesehenen DM 46.516.800,-- sind bis zum 31.12.1963 insgesamt rund DM 30.733.000,-- verausgabt worden. Die Ausgabe in den beiden Berichtsjahren betrug rund DM 15.877.000,--, von denen auf die VW-Stiftung DM 4.494.000,-- entfielen. Fertiggestellt wurden im Berichtszeitraum die Experimentierhalle II, die Kraftstation, der Betriebshof und der Kühlturm. Der weitere Ausbau des Straßennetzes mit Beleuchtung und Kanalisation wurde planmäßig fortgeführt. Noch im Bau

befanden sich die Kontrollstation, die Verbindungsgänge und das von der Stiftung Volkswagenwerk finanzierte Labor- und Werkstattgebäude. Der Werkstattflügel und das Rechenzentrum im Labor- und Werkstattgebäude konnten bereits bezogen werden. Alle weiteren noch zu errichtenden Gebäude und Anlagen waren in der Planung begriffen. Die Bauaufträge werden auf Grund eines Bauvertrages über die Baubehörde der Freien und Hansestadt Hamburg als bauausführende Stelle vergeben.

Von den für den Bau des Beschleunigers veranschlagten DM 28.125.000,-- sind bis zum 31. 12. 1963 insgesamt rund DM 23.992.000,-- ausgegeben. Im Berichtszeitraum betrug die Ausgabe rund DM 13.014.000,--. Die Arbeiten am Bau des Beschleunigers wurden planmäßig weitergeführt. In den Berichtsjahren wurden aufgewendet für

Ringmagnet	DM 3.559.500,--
Hochfrequenzsystem	" 1.729.500,--
Linearbeschleuniger (einschl. Ersatzteile)	" 542.500,--
Regel- und Steueranlage	" 737.000,--
Energieversorgung	" 4.383.500,--
Baugruppe	" 76.500,--
Vakuum und Strahlenschutz	" 1.985.500,--

Die Aufträge für den Beschleuniger werden, soweit sie einen größeren finanziellen Aufwand erfordern, über die Hamburger Finanzbehörde abgewickelt.

Für die Einrichtung und Ausstattung der Gebäude und Anlagen mit Schaltanlagen, Maschinensätzen, Laborgeräten usw. wurden im Berichtszeitraum rund DM 1.400.000,-- ausgegeben.

Für Allgemeine Ausgaben betrugen die Aufwendungen in den Berichtsjahren rund DM 1.792.000,--. Der Schwerpunkt lag mit DM 1.546.600,-- bei dem Lagermaterial und dem für die Werkstätten benötigten Material. Der Hauptanteil beim Lagermaterial fiel auf die Umrüstung des Elektroniklagers; in den Werkstätten mußten viele spezielle Geräte, welche die einschlägige Industrie nicht herstellt, entwickelt und gefertigt werden.

Sachausgaben entstanden im Berichtszeitraum in Höhe von DM 2.373.000,--. Sie entfielen hauptsächlich auf Unterhaltungs- und Bewirtschaftungskosten (DM 1.399.000,--), Verwaltungskostenerstattung an die Baubehörde Hamburg gemäß Bauvertrag (DM 433.000,--), Reisekosten (DM 183.000,--, in denen auf Grund einer Prüfung beim Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung ein zu erstattender Betrag von DM 43.400,-- enthalten ist), Geschäftsbedürfnisse (DM 176.000,--) und Post- und Fernmeldegebühren (DM 126.000,--).

Für Personalausgaben wurden DM 5.761.500,-- benötigt. Davon entfielen auf Gehälter DM 5.176.000,--, auf Löhne DM 502.000,-- und auf Beihilfen und Unterstützungen DM 38.000,--.

Mit der Vorbereitung der Experimente war im Geschäftsjahr 1961 begonnen worden. Im Verfolg der raschen Fortschritte bei der Fertigstellung der Forschungsanlage im Berichtszeitraum wurde auch die Vorbereitung der Experimente verstärkt. Die Kosten für die Vorbereitung und Durchführung der Experimente sind in Kapitel II (Betriebshaushalt) veranschlagt. Sie werden vom Bund und der Ländergemeinschaft (Königsteiner Staatsabkommen) je zur Hälfte finanziert. Während im Geschäftsjahr 1961 als erste Vorbereitungskosten rund DM 1.209.000,-- benötigt wurden, betragen die Aufwendungen im Berichtszeitraum bereits rund DM 8.838.000,--.

Auf Personalausgaben entfielen DM 1.608.000,--, von denen für Gehälter DM 1.542.500,-- ausgegeben wurden.

Die Sachausgaben beliefen sich auf DM 1.028.000,--. In diesem Betrag ist die Erstattung von DM 850.000,-- als anteilige Kosten der Verwaltung, Werkstätten, Konstruktion und Labors an Personal-, Sach- und Allgemeine Ausgaben für die Vorbereitung und Durchführung der Experimente enthalten. In den ausgegebenen Reisekosten von DM 151.000,-- ist - wie im Investitionshaushalt - ein Betrag von DM 43.900,-- enthalten, der auf Grund einer Prüfung beim Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung erstattet werden mußte.

Allgemeine Ausgaben entstanden in Höhe von DM 6.202.000,--, von denen auf die Vorbereitung der Experimente DM 6.088.000,-- entfielen.

Anfang 1964 sollte der Beschleuniger seinen Betrieb aufnehmen. Dem hohen Investitionsaufwand von DM 110.000.000,-- stehen dann hohe laufende Kosten gegenüber. Allein um die ganze Anlage in Betrieb zu halten, werden jährlich etwa DM 10.000.000,-- nötig sein. Dazu kommen die Kosten der einzelnen Experimente, die am Beschleuniger durchgeführt werden. Die hohen Grundkosten in der Hochenergiephysik erzwingen einen ganz neuen Arbeitsstil, in dem es darauf ankommt, die Beschleuniger möglichst rationell auszunutzen. Es ist daher größtes Gewicht darauf zu legen, daß jedes Experiment bis ins letzte vorbereitet wird und daß in möglichst vielen Meßkanälen gleichzeitig möglichst viel experimentelle Information gesammelt wird. Das erfordert im ganzen sehr komplexe Apparate, die nicht mehr durch einzelne Wissenschaftler mit wenigen Technikern, sondern nur noch von wohlorganisierten Gruppen betrieben werden können. Eine volle Ausnutzung des Beschleunigers erfordert daher sehr viel Personal. Da bisher in Deutschland nur in sehr bescheidenem Maße Ausbildungsmöglichkeiten für Hochenergiephysiker vorhanden sind, dürften jedoch noch wenigstens 3 - 5 Jahre verstreichen, bis hier genügend viele ausgebildete Physiker zur Verfügung stehen, um das Deutsche Elektronen-Synchrotron voll auszunutzen.

Für das Jahr 1964, das noch kein volles Betriebsjahr sein wird, sind die laufenden Kosten (Betrieb und Experimente) gemäß Haushaltsplan 1964 auf DM 19,9 Mio. veranschlagt. Eine Umrechnung auf ein volles Betriebsjahr ergäbe DM 25,7 Mio. Gehen wir davon aus, daß in etwa 4 - 5 Jahren eine angemessene Ausnutzung des Beschleunigers erreicht werden kann, so steht zu erwarten, daß die Summe der laufenden Kosten etwa im Jahre 1968 einen Stand von DM 40 Mio. erreicht. Davon wären DM 10,2 Mio. reine Betriebskosten, was den schon in früheren Voranschlägen enthaltenen Betriebskosten entspricht.

Die erwähnte Summe von DM 40 Mio. bezieht sich auf eine etwa 80 %ige Ausnutzung des Beschleunigers. Ungefähr bei diesem Ausnutzungsgrad dürfte das beste Verhältnis von Aufwand zu Wirkung liegen.

Um den Beschleuniger noch besser auszunutzen, müßten die Wartungsperioden stark zusammengedrängt werden, was sich wiederum nur durch eine unverhältnismäßig große Vermehrung des Betriebspersonals erreichen läßt. Auf der

anderen Seite verringern sich bei schlechterer Ausnutzung wohl die laufenden Forschungskosten, während sich jedoch die Kosten für die Aufrechterhaltung des Betriebes nur wenig ändern. Berücksichtigt man ferner die hohen bisherigen Investitionen und bedenkt man, daß auch die modernste Forschungsanlage mit den Jahrzehnten veralten wird, so kommt man zu dem Schluß, daß die erwähnte optimale Ausnutzung so rasch wie möglich anzustreben ist.

Nach einer Vorschätzung werden von den DM 40 Mio. entfallen auf:

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1.) Personalausgaben bei einem Personalbestand von ca. 750 Mitarbeitern                             | DM 11.000.000,-- |
| 2.) Sachausgaben  | " 5.500.000,--   |
| 3.) Allgemeine Ausgaben<br>(davon rund DM 15.000.000,-- wissenschaftlicher Bedarf für Experimente). | " 23.500.000,--  |

Die vom Direktorium für eine volle Ausnutzung der Forschungsanlage für erforderlich gehaltenen Aufwendungen wurden vom Arbeitskreis Kernphysik der Deutschen Atomkommission geprüft und anerkannt. Ein vom Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung eingeholtes Gutachten von Herrn Professor Schoch bestätigte die Annahme des Direktoriums. Es stützte sich u.a. auch auf Ausführungen des Generaldirektors von CERN, Professor Weißkopf, mit denen die Notwendigkeit der für erforderlich gehaltenen Aufwendungen für die Forschung auf dem Gebiet der Hochenergiephysik begründet wurde.

Nach Artikel 3 Abs. 5 des Staatsvertrages vom 18.12.1959 waren die Vertragschließenden von Betriebskosten in Höhe von DM 10 Mio. im Jahr ausgegangen, an denen sich die Ländergemeinschaft nach einem Beschluß der Ministerpräsidenten der Länder vom 19.6.1959 bis zu 50 v.H. beteiligen wollte. Die Vertragschließenden hatten sich vorbehalten, auch mit den übrigen Ländern erneut zu verhandeln, falls die Betriebskosten den Betrag von DM 10 Mio. übersteigen sollten.

Nachdem der Bund seine Bereitschaft erklärt hatte, sich an der Aufbringung von 50 v.H. der vom Direktorium aufgezeigten Betriebskosten zu beteiligen,

übernahmen die Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg die Verhandlungen mit der Ländergemeinschaft, die im Herbst 1963 zu einer Empfehlung der Kultus- und der Finanzminister der Länder an ihre Ministerpräsidenten führte, sich bis zu jährlichen Betriebskosten von DM 30 Mio. mit 50 v.H. zu beteiligen. Zu einem Beschluß der Ministerpräsidenten der Länder ist es im Berichtsjahr 1963 nicht mehr gekommen.

#### 1.4 Die Entwicklung des Mitarbeiterstabes

In den Vorjahren war es nie möglich gewesen, für alle Stellen geeignete Bewerber zu gewinnen. Der Engpaß bestand hauptsächlich in der Besetzung der höher qualifizierten Positionen mit erfahrenen Mitarbeitern, die weitere Hilfskräfte hätten anleiten können. Mit der Beendigung der Planungsarbeiten und dem Übergang zur Ausführung wurde jedoch in der Berichtsperiode der Stellenplan nahezu voll ausgeschöpft (vergl. Tabelle).

1963 mußte sich das Direktorium sogar vom Verwaltungsrat zu einem Vorgriff auf den Stellenplan von 1964 ermächtigen lassen, da die im Haushaltsplan 1963 vorgesehenen Stellen nicht ausreichten. Noch zwei Jahre vorher, als dieser Plan aufgestellt worden war, hatte man nämlich gehofft, für den späteren Beschleunigerbetrieb nicht mehr Personal als vorher für den Bau zu benötigen.

Eine detaillierte Analyse der künftigen Betriebsorganisation erfolgte erst im Sommer 1962 bei der Vorbereitung des Stellenplans für das Jahr 1964. Dabei zeigte sich zur großen Überraschung, daß allein für den Betrieb des Beschleunigers mehr Personal benötigt würde als vorher für den Bau. Während der Bauzeit konnten nämlich die meisten größeren Aufgaben von Fremdfirmen erfüllt werden, wogegen später viele Wartungsarbeiten in kurzen Betriebspausen durch eigenes Personal wahrgenommen werden müssen.

Außerdem erfordert der zu einer guten Ausnutzung des Beschleunigers notwendige Schichtbetrieb zusätzliches Personal. Daraus folgte, daß das technische Hilfspersonal zur Unterstützung der Experimentiergruppen zum größten Teil neu angeworben werden mußte.

Übersicht über die besetzten Stellen der Jahre 1962 u. 1963  
(Stand jeweils am 31.12.)

M = Beschleunigerbau  
E = Vorbereitung der Experimente  
V = Verwaltung

	1962					1963				
	M	E	V	Summe	Soll	M	E	V	Summe	Soll
Leitung			1	1	7		2	1	3	7
Dipl.-Phys.u.Dipl.-Ing.	24	19		43	65	25	35		60	79
Fachschul-Ing.	26	8		34	42	23	10		33	43
Techn.Angestellte	111	19		130	143	149	37		186	210
Verw.Angestellte	4	3	22	29	33	5	2	44	51	52
Sonst.Angestellte,*) Arbeiter	21	3	12	36	41	27	9	37	73	66
	186	52	35	273	331	229	95	82	406	457

\*) Darin insbesondere enthalten: Lagerverwalter, Fremdsprachliche Angestellte, Fernsprechangestellte, Büchereiangestellte, Angestellte im Lochkartendienst.

Eingeplant waren für das Jahr 1963 folgende Stellen:

Errichtung eines Hochenergiebeschleunigers	285 Stellen
Vorbereitung und Durchführung der Experimente	124 Stellen
Vorgriff auf Stellenplan 1964	<u>48 Stellen</u>
	457 Stellen
	=====

Da eine Reihe von Mitarbeitern gleichzeitig Funktionen beim Beschleunigerbau (M) und bei der Vorbereitung der Experimente (E) zu versehen hatte, ist die in der vorstehenden Tabelle erfolgte Abgrenzung der Bereiche etwas willkürlich. Allgemein kann man jedoch aus der Tabelle die Tendenz ablesen, daß im Maschinenbereich (M) die Anzahl der Physiker und Diplomingenieure nahezu konstant blieb, während mit dem Zusammenbau des Beschleunigers vor allem der Bestand an Technikern und Hilfspersonal anstieg. In der gleichen Zeit vergrößerte sich der Anteil der mit der Vorbereitung von Experimenten beschäftigten Leute von 9 % auf 17 % des gesamten Personalbestandes.

Die Vorbereitung der Experimente litt darunter, daß sich unter den 12 zu Anfang der Berichtsperiode im E-Bereich ausgewiesenen Physikern kaum einer befand, der schon Erfahrungen mit Hochenergiebeschleunigern hatte. Fünf Physiker wurden deshalb zu längeren Forschungs- und Studienaufenthalten an ausländische Beschleunigerzentren beurlaubt bzw. delegiert, um dort die Arbeitstechnik bei Hochenergie-Experimenten kennenzulernen. Versuche, erfahrene Wissenschaftler zur Anleitung der Experimentiergruppen bei DESY anzuwerben, stießen auf sehr große Schwierigkeiten. Wohl standen dafür schon im Jahre 1962 Stellen zur Verfügung, die in ihrer Dotierung an Hochschullehrstühle angeglichen waren und durch den Wissenschaftlichen Rat in Berufungsverfahren besetzt werden sollten. Entsprechende Rufe ergingen zu Beginn des Jahres 1962 an sechs international anerkannte Wissenschaftler. Die Verhandlungen mit den Kandidaten zogen sich jedoch sehr lange hin, weil sich der Verwaltungsrat von DESY lange nicht über die Formalitäten des Vertrages einigen konnte. Bis Ende des Jahres 1963 wurden so erst zwei dieser gehobenen Stellen besetzt.

## 2. Bau des Beschleunigers

Die am Beschleuniger beteiligten technischen (M-)Gruppen beendeten in der Berichtszeit ihre Einzelaufgaben und bereiteten die gemeinsame Inbetriebnahme des Synchrotrons vor.

### 2.1 Magnetgruppe (M2)

In den Jahren 1962/63 wurden alle Magnetblöcke, die Magnetspulen und die Fundamente angeliefert, die zu Magnetsektoren zusammengebaut und vor ihrer Montage im Ringtunnel eingehend vermessen wurden.

Die Blöcke wurden vom 10.4.62 bis 5.12.62,  
die Spulen vom 14.5.62 bis 24. 6.63 und  
die Fundamente vom 12.2.62 bis 10. 5.63  
angeliefert.

Der Zusammenbau dauerte vom Mai 1962 bis Juli 1963.

Die Montage auf dem Betonringträger geschah vom 22.7.63  
bis 26.7.63.

Die Serienmagnetmessungen erstreckten sich auf die Bestimmungen der Feldstärke und des Gradienten des Magnetfeldes bei 3 kG mit Spule und Integrator und die Vermessung des Injektionsfeldes bei 2 verschiedenen Aussteuerungen. Die Messungen bei kleinen Feldern erfolgten punktweise mit "Peaking-Strips" und erfaßten sowohl die Feldstärke als auch den Gradienten in der Umgebung des Sollkreises. Es zeigte sich, daß der statistische Feldfehler bei Injektion gerade so klein war wie gefordert, während er bei dem mittleren Feld von 3 kG noch um einen Faktor 2 bis 3 kleiner und damit vernachlässigbar war. Der systematische Fehler im Feldgradienten war bei Injektion etwas kleiner als früher an den Modellen.

Die Serienmessungen begannen am 24.10.62 und endeten am 29.6.63. Die Aufstellung im Ring wurde so gewählt, daß die "closed orbit"-Verbiegung bei der Injektion möglichst klein blieb. Bei mittleren Feldern brauchte keine Rücksicht auf den B-Fehler genommen zu werden.

Der Ende 1962 vergebene Auftrag für die Polflächenwindungen geriet in dem Bestreben, Geld zu sparen, leider an eine ungeeignete Firma. Wir mußten eine erhebliche Zeitüberschreitung und viele Nacharbeit bei DESY in Kauf nehmen. Mitte Januar 1964 waren die Polflächenwindungen im Ring montiert. Es wird vorgeschlagen, in Ruhe neue und bessere Polflächenwindungen zu erstellen. Hierzu sind die ersten Schritte eingeleitet.

Nach dem Einschalten der Magnetstromversorgung zeigten sich starke Vibrationen der Magnete. Um ihren Anregungsmechanismus zu verstehen, wurden die Amplituden und Phasen der Schwingungen auf den Magneten und auf dem Ringträger unter verschiedenen Bedingungen gemessen. Die Anregung geschah durch einen mechanischen Vibrator variabler Frequenz, um die Resonanzen des Systems zu finden. Auch die Dämpfung des Ringträgers und die mechanische Kopplung zwischen den Magneten und dem Ringträger wurden versuchsweise geändert. Dabei ergab sich, daß eine der leicht anregbaren Resonanzen in der Nähe von 50 Hz lag und die mitwirkende Federkraft zum Hauptteil einer Verformung des Betonträgers zuzuschreiben war. Dadurch war eine Abhilfe nur in beschränktem Umfange möglich. Sie wurde durch eine weiche Aufstellung der Magnete geschaffen, indem in die Magnetstützen Tellerfedern eingebaut wurden. Hierdurch gingen die Maximalamplituden von 100  $\mu$  auf 30  $\mu$  zurück. Die Magnete wurden mehrmals im Ring justiert, eine Grobjustierung vom 16.10.63 bis 6.11.63 und eine Feinjustierung vom 3.1.64 bis 17.1.64. 13 F-Sektoren und 3 D-Sektoren wurden

mit Zusatzwicklungen zum beam-bumping ausgestattet. Während die Magnete selbst inzwischen erprobt sind, müssen die Versuche erst noch zeigen, ob diese Zusatzwicklungen allen Forderungen genügen.

## 2.2 Hochfrequenzgruppe (M3)

Nachdem im Jahre 1961 die wesentlichen Entwicklungsarbeiten für die Hauptkomponenten der Hochfrequenzanlage abgeschlossen waren, wurde 1962 mit der Serienproduktion der Beschleunigungsstrecken und Hohlleiter begonnen; außerdem wurde der Hochfrequenzsender an seinen endgültigen Platz in der Kraftstation verbracht und dort betriebsbereit gemacht.

Die Montage und Funktionsprobe der Einzelkomponenten erstreckte sich von Herbst 1962 bis Frühsommer 1963. Nach Vervollständigung der Kontrolleinrichtungen und provisorischer Inbetriebnahme von Vakuumpumpen konnte im August 1963 zum erstenmal ein Funktionstest der gesamten Hochfrequenzanlage mit der für 6 GeV benötigten Leistung durchgeführt werden, welcher erfolgreich verlief.

Im einzelnen wurde das Programm folgendermaßen abgewickelt:

### 2.20 Beschleunigungsstrecken

Die Hauptarbeit bei der Produktion der Beschleunigungsstrecken wurde in der DESY-Werkstätte ausgeführt, welche mittlerweile durch den Bau von Prototypen über die erforderlichen Spezialapparaturen und die technologischen Erfahrungen im vakuumdichten Löten und Schweißen verfügte. Das Produktionsverfahren und alle Einrichtungen hierzu wurden in einer Vorserie von 4 Beschleunigungsstrecken nochmals einer Kontrolle unterzogen, bevor mit der Herstellung weiterer 16 Einheiten begonnen wurde. Die darin enthaltene Reserve von 4 Beschleunigungsstrecken wurde für eventuelle Bedarfsfälle (Herstellungsmängel oder Austausch zwecks Reinigung im späteren Betrieb) vorgesehen.

Die elektrolytische Aufkupferung des 5 mm starken Mantels auf den bei DESY vorgearbeiteten Kern der Beschleunigungsstrecke führte die Firma Elmore's Metall-A.G. in Schladern (Sieg) aus, welche auch das sauerstofffreie Kupfer als Ausgangsmaterial für die Stirn- und Trennwände der Beschleunigungsstrecken lieferte. Die Ätz- und Spülprozesse zur Entfernung der Aluminiumteile des Kernes und zur Oberflächenreinigung wurden an der von M 3 betreuten Ätz- und Spülanlage auf dem DESY-Gelände ausgeführt.

60 wassergekühlte Feinabstimmereinheiten mit Servoantrieb für die ferngesteuerte Resonanzabstimmung der Beschleunigungsstrecken wurden unter Heranziehung Hamburger Werkstätten vervollständigt. Für die Fernüberwachung der HF-Amplituden und Phasen der einzelnen Beschleunigungsstrecken sowie der vor- und rücklaufenden Wellen der jeweiligen Einspeiseabschnitte wurden insgesamt 80 koaxiale HF-Kabel des Typs 3/10 gleicher elektrischer Länge vorgesehen, welche in 16 Gruppen von je 5 Stück über den zentralen Kontrollraum zur Kraftstation laufen. Lieferung, Montage und Abgleich der Kabel auf gleiche elektrische Länge innerhalb  $\pm 3^\circ$  übernahmen Felten & Guillaume.

Das in den internen DESY-Notizen HF-11 und HF-12 beschriebene Verfahren der automatischen Scharfabstimmung der Beschleunigungsstrecken mit Hilfe von Phasendiskriminatoren wurde im Jahre 1962 zunächst für 4 Beschleunigungseinheiten praktisch verwirklicht. Der Ausbau des 5-buchtigen Kontrollgestell'es für das gesamte System der Hohlraum-Resonatoren erfolgte von Anfang bis Mitte 1963.

Die zur Montage und Justierung der Beschleunigungsstrecken nebst Hohlleitereinspeisung dienende Konsole wurde in Zusammenarbeit mit der Magnet- und der Vakuum-Gruppe so abgeändert, daß sie gleichzeitig 2 Korrekturspulen zur Kompensation des magnetischen Erdfeldes und 2 Ionengetterpumpen aufnehmen konnte; die kurzfristige Lieferung übernahm die Firma Jucho, Dortmund, im I. Quartal 1963.

Die erste vollständige Beschleunigungsstrecke wurde im Januar 1963 im Ringtunnel montiert und kurze Zeit später mit Hochfrequenzleistung und automatischer Resonanzabstimmung betriebsmäßig getestet. Die Aufstellung und Evakuierung weiterer Beschleunigungsstrecken erfolgte nach jeweils vorausgegangenen individuellen Leckproben im Zuge der Installation und provisorischen Inbetriebnahme von Vakuumpumpenständen in den Monaten April bis Juli 1963. Die Evakuierung der letzten unter den 16 Beschleunigungsstrecken war Mitte August 1963 abgeschlossen; unmittelbar darauf wurde das gesamte HF-System mit einer Pulsleistung von 200 kW getestet.

Mit Hilfe der in der Senderhalle aufgestellten Kontrolleinrichtung für die Hohlraum-Resonatoren konnte die individuelle Resonanzabstimmung der Beschleunigungsstrecken in sehr kurzer Zeit erfolgreich ausgeführt werden. Amplituden- und Phasenfehler der einzelnen Einheiten waren innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen; außerdem ergab die wirksame Wasserkühlung nur eine kurze und geringe Temperaturdrift, so daß das System bei annähernd konstanter HF-Leistung auch ohne automatische Nachstimmung längere Zeit in Resonanz blieb.

## 2.21 Hohlleiter-Ringleitung und -Speiseleitung

Der Hauptauftrag zur Herstellung der 18" x 9"-Rechteckhohlleiter für die ca. 300 m lange HF-Ringleitung und ca. 100 m lange Speiseleitung wurde Anfang 1962 an die Firma Jucho vergeben, welche den Hauptanteil im Juni 1962 auslieferte. Nach baulichen Montagevorbereitungen im Ringtunnel und im Versorgungstunnel (Befestigung der beweglichen Aufhängevorrichtungen) wurden Ringleitung und Speiseleitung im Herbst 1962 in vorläufiger Form für Hochfrequenzmessungen zusammengebaut. Nach den elektrischen Abgleicharbeiten erfolgte im Jahre 1963 der endgültige Zusammenbau aller Teile einschließlich der aus drei Hohlleiter-Kreuzschaltern und einem Diplexer bestehenden Umschalt- und Koppereinrichtung für den Klystron-Doppelsender.

Der elektrische Abgleich der 16 Ringleitungsabschnitte auf den vorgesehenen Resonanzmodus von je 24 Wellenlängen erforderte noch den Einbau zusätzlicher induktiver Verkürzungselemente; geringfügige Modifikationen waren auch an den Abzweigleitungen notwendig, welche die einzelnen Beschleunigungsstrecken an die Ringleitung ankoppeln. Die Feineinstellung der elektrischen Länge ist in beiden Fällen innerhalb eines Bereiches von  $\pm 10^\circ$  mit Hilfe verstellbarer Phasenschiebereinsätze möglich. Zur exakten Einstellung wurden einfache Abstimmkriterien ausfindig gemacht.

Das abgegliche Ringsystem zeigte die theoretisch vorausgerechneten Eigenschaften; durch sorgfältige Messung konnte Amplitudengleichheit innerhalb  $\pm 3^\circ$  an allen Abgängen nachgewiesen werden. Bei Verstimmung einzelner Beschleunigungsstrecken bis zu mehr als 10 Bandbreiten bleibt die ideale Amplituden- und Phasenverteilung annähernd erhalten; die mit der Verstimmung wachsende Zufuhr von Blindleistung an der betreffenden Stelle äußert sich deutlich sichtbar in der Anzeige von vor- und rücklaufenden Wellen mittels der in die Abzweigleitungen eingebauten Richtkoppler.

## 2.22 Hochfrequenz-Leistungsverstärker und Modulation

Der 400 kW-Klystrondoppelsender wurde im Juli 1962 in den Vorbereitungsbauten abgebaut und in der Senderhalle der Kraftstation wieder betriebsfertig gemacht. Als spätere Erweiterungsmöglichkeit wurde genügend Platz für maximal 4 Klystronverstärker oder eine zusätzliche "Super-Power"-Triodenstufe vorgesehen. Zusätzlich zu dem für Versuchszwecke benutzten 125 kW-Hochspannungsnetzgerät, welches sich zusammen mit dem Modulationsverstärker in der Senderhalle selbst befindet, wurde von der Gruppe M 6 in Zusammenarbeit mit M 3 der für 7,5 bis 8 GeV Endenergie ausgelegte 800 kW-Siliziumgleichrichter im Laufe des Jahres 1963 im Kellergeschoß und im Freigelände des Sendertraktes aufgebaut und in Betrieb genommen. Über die Möglichkeit der Her-

stellung geeigneter Verstärkerröhren zur Erzeugung einer gepulsten Senderleistung von 1,5 bis 2 MW wurde mit verschiedenen in Frage kommenden Herstellern informatorisch verhandelt; eine Entscheidung hierüber sollte getroffen werden, sobald über den ersten Beschleunigerbetrieb mit 6 GeV ausreichende Erfahrungen vorliegen.

Für die Nachbestückung des 400 kW-Klystrondoppelsenders in der ersten Betriebsperiode des Beschleunigers wurden im August 1963 fünf Eimac-Röhren der bisher benutzten Type X 602 K bestellt, wovon zum gegenwärtigen Zeitpunkt drei Stück geliefert sind.

Die Senderanlage wurde in ihren Vorstufen durch einen von Firma Rohde & Schwarz gelieferten 2 kW-Fernsehbildsender erweitert, welcher in seiner Amplitude mit Frequenzen bis zu einigen MHz moduliert werden kann und im Bedarfsfalle als modulierte Steuerstufe für lineare Verstärkung durch Triodenstufen oder Klystronverstärker eingesetzt werden kann, insbesondere für schnelle Strahlregelsysteme zur Erhöhung der Stromstärke des Beschleunigers. Durch die Entwicklung eines Phasenmodulators wurde daneben auch die Möglichkeit der schnellen Phasenregelung des Senderstromes verwirklicht.

Der als Sollwertgeber für die programmierte HF-Amplitudensteuerung vorgesehene Hallsonden-Funktionsgenerator wurde dahingehend erweitert, daß zusätzlich zu den B bzw.  $B^4$  proportionalen Zeitfunktionen noch ein von diesen unabhängiger Anfangswert für den Einschubzeitpunkt in Form einer Rechteckschwelle eingestellt werden kann. Ferner wurde die Möglichkeit zum Anfügen einer Abschaltfunktion zur Erzielung eines langen Targetpulses vorbereitet.

### 2.23 Sonstiges

Der HF-Generator zur Frequenzbestimmung der Betatronschwingungen (Q-Wert) des Strahles wurde versuchsmäßig aufgebaut.

Die Anlage wurde in Zusammenarbeit mit der Gruppe M 9 in ihrer Bandbreite und Leistung so ausgelegt, daß neben sinusförmigen Dipolfeldern für die Strahlmessung auch hochfrequente zeitlich rechteckförmige Quadrupolfelder für die Strahlaufweitung (Ejektion) erzeugt werden können. Von M 3 wurden ferner elektronische Steuerungen im Zusammenhang mit der Strahlejektion (Beam Bump) aufgebaut.

Zur Vorbündelung des injizierten Strahles auf 60 cm Wellenlänge wurde in Zusammenarbeit mit der Gruppe M 4 ein 500 MHz-Resonator entworfen und zwischen Kanone und 1. Abschnitt des Linearbeschleunigers eingebaut. Die Leistungszufuhr erfolgt von dem 500 MHz-Steuersender über einen einstellbaren Leistungsteiler und Phasenschieber.

### 2.3 Linacgruppe (M4)

#### 2.30 Linearbeschleuniger

Bis zum Ende der Berichtszeit hatte der Linearbeschleuniger etwa 2000 Betriebsstunden hinter sich. Zwei Reparaturen wurden notwendig, als im April 1962 und im Februar 1963 Lötstellen in der Fokussierungsspule des ersten Abschnittes undicht wurden. Die Garantiezeit für die Maschine lief am 31.10.62 ab. Vorher erfolgte im Oktober 1962 noch eine Nachjustierung der fünf pulsformenden Netzwerke in den Modulatoren durch die Lieferfirma AEI, Associated Electrical Industries, Manchester.

Der Anfang des Jahres 1962 war im wesentlichen Funktionsprüfungen des Linearbeschleunigers gewidmet. Es wurden alle fünf Ersatzklystrons in Betrieb genommen und auf ihre Daten hin geprüft. Die erste Hochfrequenzsteuerstufe wurde untersucht, um den Arbeitspunkt zwischen Versechsfacher und "Driveklystron" festzulegen. Die Abhängigkeit der Klystrons von der Heizleistung wurde für einen späteren Vergleich bei Alterungserscheinungen aufgenommen. Ferner wurde die Verteilung der  $\gamma$ -Strahlung für verschiedene Betriebsbedingungen im Linacraum gemes-

sen. Mit Hilfe von zwei X, Y - Blenden konnte die Dichteverteilung im Strahlquerschnitt als Gaußverteilung festgestellt werden, was eine wesentliche Voraussetzung für die Methoden der späteren Emittanzmessung ist. Der Einfluß von verschiedenen Parametern des Linearbeschleunigers auf diese Verteilung wurde untersucht.

Im März 1962 erfolgte der Aufbau eines neuen Vakuumsystems hinter dem Linac unter Einschluß eines  $30^{\circ}$ -Analysemagneten. Mit diesem Aufbau konnten studiert werden: das Verhalten des "Pre-bunchers", d.h. der Ausgangsstrom als Funktion seiner Phasenlage, Energie-Strom-Kurven für verschiedene Hochfrequenzleistungen, der Verlust an Strahlstrom längs des Linearbeschleunigers, die Bestimmung von charakteristischen Werten des Hohlleiters aus Betriebswerten, die Einflüsse der verschiedenen Parameter auf das Energiespektrum. Dieses Programm dauerte bis Juni 1962.

Im folgenden wurden Messungen über die Emittanzverteilung des Linacstrahls in den beiden Transversalkomponenten gemacht und die Einflüsse der Fokussierungsparameter am Linearbeschleuniger auf diese Verteilung untersucht, wobei die Methode mit zwei Schlitzblenden in den Brennpunkten einer Quadrupollinse sich als die genaueste erwies.

Für die Kontrolle der Restfeldstärken der Ablenkmagnete und Quadrupollinsen wurde eine "Peaking-Strip"-Meßanlage eingebaut. Eine positionsempfindliche "Pickup"-Spule nach dem Resonanzprinzip wurde entwickelt und der bestehende Einschub für die Energieservokontrolle geändert.

Eine Reihe von Bestrahlungen wurde zur Prüfung von Ionisationskammern, Vakuumkammern und optischen Gittern durchgeführt. Die Kühlwasserkontrolle wurde erweitert und die Fokussierungsspulen am Linearbeschleuniger durch Einbau von Temperaturfühlern zusätzlich geschützt.

Im Februar 1963 wurde die Empfindlichkeit des Energiespektrums gegenüber der Hochfrequenz gemessen und festgestellt, daß eine Stabilität in der Frequenz von  $3 \cdot 10^{-5}$  noch toleriert werden kann. Die Abhängigkeit der Frequenz von der Kühlwassertemperatur wurde gemessen. Untersuchungen über die Abhängigkeit des Energiespektrums im Strahl von der Strahlstromstärke ergaben nahezu Konstanz zwischen 35 ma und 190 ma Totalstrom. Im Steuereinschub für die Elektronenquelle wurde ein Chopper eingebaut und die Elektronik von Verzögerungsketten auf Univibratorstufen umgestellt.

Die Empfindlichkeit des Faradaykäfigs in Abhängigkeit von Länge und Durchmesser und Strahlenergie wurde gemessen. Im März schlossen sich Messungen über die Winkelabhängigkeit der gestreuten Elektronen nach Durchgang durch Al und Cu-Platten an. Die Messungen wurden in Abhängigkeit von Strahlenergie und Schichtdicke gemacht und dienten der Feststellung der optimalen Plattendicke der beweglichen Cu-Blenden.

Ende April wurde ein 500 MHz Resonator als "Prebuncher" unter gleichzeitiger Verlängerung des Injektionsweges um etwa 1 m eingebaut. Die Versuche zur Bestimmung der neuen Fokussierungsbedingungen und Justierung der Elektronenquelle dauerten bis Ende Mai. Der Strahlquerschnitt am Linearbeschleuniger-Ausgang verringerte sich dadurch von 10 mm auf 5 mm. Versuche, den "Prebuncher" mit Hochfrequenz in Betrieb zu nehmen, hatten nur begrenzten Erfolg, da das Vakuum im Resonator zu schlecht war. Eine Protonenresonanzanlage für die Feldmessung des Analysiermagneten wurde eingebaut und in Betrieb genommen.

Von August 1963 bis Mitte November war der Linearbeschleuniger wegen des Umbaus der Abschirmwand zum Ring und des Aufbaus sowie der Verkabelung des Injektionsweges nicht in Betrieb. In dieser Zeit wurde auch der provisorische Aufbau der Fokussierungsspulen am Injektionsteil des Linearbeschleunigers durch einen einfacheren und endgültigen ersetzt. Die Prüfeinheit zur Kontrolle der elektronischen Einschübe des Linearbeschleunigers wurde umgebaut und erweitert.

Am 14.11.1963 wurde der Linearbetrieb wieder aufgenommen. Die neuen Fokussierungsbedingungen an der Elektronenquelle wurden ausgemessen und die Strahlungsverhältnisse im Ringgebiet vermessen. Die Netzstromversorgung über den Synchrongenerator wurde ausprobiert. Der Strahl geradeaus, 25 m hinter dem Linac, wurde in seinem Querschnitt untersucht und der Einfluß der Abschirmung des Strahlrohres durch  $\mu$ -Metall vermessen. Am 30.11. wurde der Strahl ohne Strahlanpassung durch Quadrupoltripel längs des Injektionsweges durch die Magnete  $7^\circ$ ,  $43^\circ$  und  $30^\circ$  gesteuert. Es wurden die Emittanzen in x und y gemessen und die schnelle Emittanzmessung in Betrieb genommen. Die Emittanzen ergaben sich zu etwa  $1 \cdot 10^{-6}$  mrad gegenüber  $1,5 \cdot 10^{-6}$  mrad vor dem Umbau der Elektronenquelle. Am 17.12.1963 erfolgte der erste Einschubversuch in den Ring bis zum Magnetsektor 10. Der Versuch verlief ohne Schwierigkeiten.

### 2.31 Injektionsweg und Inflektor

Anfang 1962 waren die Magnete und Linsen für den Injektionsweg fertiggestellt und vermessen. Von den sechs Strahlblenden waren zwei fertig, die übrigen wurden im Laufe des Jahres ausgeliefert und in Betrieb genommen. Im August 1962 wurde beschlossen, die Injektionsstelle um ein gerades Stück weiter stromabwärts zu verlegen. Der Injektionsweg wurde neu berechnet unter Berücksichtigung der Strahlanpassung, der Energieanpassung und der Bedingung einer Strahltaille mit starker Dispersion, die es gestattet, das Energiespektrum zu begrenzen. Wegen der geringen noch zur Verfügung stehenden Zeit war eine weitere Nebenbedingung die, daß die neuen Ablenkmagnete aus Änderung der alten hervorgehen mußten. Es mußten neue Spulen und neue Netzgeräte hergestellt werden. Die Magnete waren im Februar 1963 fertig, die Spulen wurden im Mai 1963 geliefert. Ein neuer  $7^\circ$ -Ablenkmagnet wurde aus Verschnittstücken hergestellt. Es wurde eine neue Protonenresonanzanlage gebaut. Die neuen Gestelle und Vakuumkammern waren im Juni 1963 fertig. Für die Kontrolle des Strahls längs des Injektionsweges wurden fünf

Stromtransformatoren gebaut. Es mußten zwei weitere Strahlblenden in Auftrag gegeben werden. Die Abschaltetelektronik für den Inflektor war im Versuchsaufbau Ende 1962 fertig. Es folgte die Fertigung der endgültigen Ausführung und die Fertigung der Bedienungseinschübe. Die Inflektorspule selbst war Anfang 1963 fertig, der Vakuumtank dafür wurde zum ersten Mal im Juli 1963 auf Dichtigkeit getestet. Endgültig dicht war er erst im November. Aufbau und Installation der zwei Elektronikgestelle für den Inflektor war im Oktober beendet. Anfang Dezember wurde der Inflektortank in den Ring eingebracht und der Inflektor in Betrieb genommen.

Während der Monate August, September und Oktober 1963 fand der Aufbau des Injektionsweges statt, die Verkabelung der Bedienungsgestelle, die Verkabelung zu den Elementen am Injektionsweg, die Verdoppelung der Kontrolleinheiten für die Injektionselemente im Hauptkontrollraum und die Funktionsprüfung der Einzeleinheiten.

#### 2.4 Gruppe für Steuerung und Regelung (M5)

Die Arbeiten der Gruppe M5 in den Jahren 1962/63 erstreckten sich auf die Gebiete Meß- und Steuerverkabelung (1), Strahlbeobachtung (2), Netzgeräte (3), Zentrale Kontrolleinrichtungen (4) und Spezialgeräte (5).

##### 2.40 Meß- und Steuerverkabelung

Nach voraufgegangenen Untersuchungen an einer Reihe von Koaxialkabel-Mustern verschiedener Firmen, aus denen die zu erwartenden Streuungen in den technischen Daten entnommen sowie die zweckmäßigsten Meßverfahren ermittelt wurden, begannen die detaillierten Arbeiten der Spezifikation, Ausschreibung und Auftragsvergabe. Es handelte sich hierbei im wesentlichen um Kabelverbindungen zwischen dem Ringtunnel und dem Zentralgebäude (60 x Koax 3/8" und 160 x RG 58) sowie einigen Verbindungen zwischen der Haupt- und den Unterkontrollen. Ferner wurden 70 hochspannungsfeste Koaxialkabel sternförmig für die Ionengetterpumpen verlegt. Bei den Steuerkabeln wurde aus Gründen der Kostenerspar-

nis durch Bündelung das System Hauptverteiler, Unterverteiler, Endverteiler angewendet. Den Grundstock bilden je 400 Adern  $0,6 \text{ } \varnothing$  zu den 8 Ringabschnitten und zu 2 Unterkontrollstationen. Aus dem Ringgebäude wurden von den geraden Stücken 16 und 22 für die Elektronenstreuexperimente sowohl Impuls- als auch Hochspannungskabel und Steuerleitungen zum Experimentebeobachtungsraum verlegt. Der größte Teil der Kabelarbeiten war mit dem Jahresende 1963 abgeschlossen. Die hierzu nötige Detailplanung, Bauaufsicht und Abnahme nahm die volle Arbeitskraft eines Diplom-Ingenieurs und durchschnittlich zweier Helfer in Anspruch.

#### 2.41 Strahlbeobachtung

2.410 Strahlmeßspulen: Während 1962 im wesentlichen die endgültige Konzeption erarbeitet wurde, standen 1963 Fragen der Konstruktion und Fertigung für die Serie im Mittelpunkt. Die Umstellung von kapazitiven auf induktive Meß-Sonden ergab sich auf Grund von Informationen über die bei CEA beobachteten Störungen durch Streuladungen. Die indessen auch bei den Meß-Spulen unerläßliche statische Abschirmung wurde bei uns gleichzeitig als Vakuumrohr ausgebildet, so daß sich alle elektrisch wirksamen Teile außerhalb des Vakuums befinden. Erprobt wurden neben den mit einer Metallisierung versehenen Keramikrohren solche aus Titanband ( $5 \times 0,5 \text{ mm}$ ), die ähnlich wie die Hauptvakuumkammern außen verglast und mit Araldit versehen sind. Sie sind jedoch in ihrem elektrischen Verhalten nicht ganz so gut wie die Keramikrohre (Bandbreite  $5 \dots 10 \text{ MHz}$ ). Die Meß-Spulen selbst sind nicht aus Einzeldrähten gewickelt worden, vielmehr konnte die wirtschaftlichere Methode der "gedruckten Schaltungen" angewendet werden. Die Strahlstromtransformatoren wurden nach anfänglichen Versuchen mit Ferritringen mit Ringbandkernen ausgerüstet, die bei genügender Bandbreite eine noch größere Empfindlichkeit gewährleisten. Bei den zu diesen Spulen gehörigen Verstärkern stellten sich folgende Merkmale heraus: pro Meß-Station ein Verstärker, der mittels Quecksilberrelais an die horizontale oder vertikale Spule geschaltet wird, ausschließliche Verwendung von Röhren und anderen strahlungsfesten Bauelementen wegen der Ungewißheit über die Lebensdauer von

Halbleitern im Ring, Aufteilung des gesamten Verstärkers in 4 Baugruppen - Vorverstärker, Abschwächer, Hauptverstärker und Endverstärker. Letzterer hebt den Pegel des mehrere MHz breiten Signals von 1 auf 10 Volt an 50 Ohm. Damit soll eventuellen leistungsstarken Störern auf der Übertragungsstrecke zum Beobachtungszentrum entgegengewirkt werden.

20 Meß-Stationen, davon 8 geeignet zur zusätzlichen Aufnahme von Strahlstromtransformatoren, wurden Anfang 1963 bei Fremdfirmen in Auftrag gegeben. Zwei für den Einschub vorgesehene Stationen sind in der DESY-Werkstatt gefertigt worden. Insgesamt 30 Verstärkereinschübe wurden bestellt. Auslieferung, Prüfung und Einbau "vor Ort" waren bis zum Jahresende fast beendet.

2.411 Schwenknetze: Hier handelt es sich um eine Methode, mit der man auf sehr einfache Weise Aufschluß über die Querschnittsverteilung des Elektronenstrahles beim Einschub in das Synchrotron bekommen kann: Man stellt im Vakuum in den Weg der Elektronen einen mit Leuchtstoff versehenen Schirm (Netz oder Folie). Durch ein Einblickfenster kann man über Spiegel das entstehende Bild auf eine Fernsehkamera bringen. Nach der Betrachtung auf dem Fernsehschirm muß der Leuchtschirm wieder herausgeschwenkt werden. Vorversuche am Linearbeschleuniger dienten der Erprobung einer ersten Apparatur und der Wahl des richtigen Leuchtstoffes. Bis zum Jahresende 1963 wurden zwei weitere vakuumtüchtige Apparaturen bereitgestellt.

2.412 Fernrohr: Mit seiner Hilfe soll der (Lichtquanten emittierende) Elektronenstrahl unmittelbar betrachtet werden. Hierzu war die Konstruktion einer speziellen Vakuumkammer mit Einblickfenster, von Spiegeln, Linsen und einer Stroboskop-Schlitzscheibe nötig. Bis auf die mit der Einjustierung und Inbetriebnahme zusammenhängenden Arbeiten war das Projekt zum Jahresende 1963 im wesentlichen fertig.

2.413 Bildverstärker: Während die zeitliche Auflösung des Stroboskop-Fernrohres bei einigen 100 Mikrosekunden liegt, ist für

Beobachtungen im Mikrosekundenbereich ein Bildverstärker erforderlich. Er wirkt gepulst sowohl als schneller Lichtverschluß bis zu etwa 100 nsek. herunter als auch zur Pegelanhebung der im Verhältnis der Belichtungszeiten kleiner gewordenen Lichtintensität. Die eigentliche Bildverstärkeröhre wurde in England gekauft, die für die Fernübertragung nötige Fernsehkamera stellte der Norddeutsche Rundfunk als Schenkung zur Verfügung. Alle übrigen zu der Anlage erforderlichen Geräte und optischen Einrichtungen sind im Berichtszeitraum von einem Fachschul-Ingenieur berechnet, entworfen, bestellt und gemessen worden. Ende 1963 war die Anlage im Labor vorführbar, jedoch noch nicht "vor Ort".

#### 2.42 Netzgeräte

Auf diesem Arbeitsgebiet gibt es zwei wesentliche Argumente für Entwicklung und Serienbau in eigener Regie: Spezielle Anforderungen an die Geräte mit zum Teil sich noch während der Bauzeit ändernden Spezifikationen und Ersparnisse bei der Anschaffung, wenn sie den normalen Rahmen augenfällig überschreiten. Letzteres gilt für zwei Projekte, die 1962/63 realisiert wurden: die rund 70 Netzgeräte für die Ionengetterpumpen (Industriestückpreis DM 3.000,--) und die sogenannten Netzkarten. Das sind Niederspannungsnetzgeräte in Steckkartenform. Sie werden nach unseren Mustern von Industriefirmen gebaut und sind inzwischen Lager-Norm-Artikel. Der bisherige Verbrauch liegt bei über 1000 Stück. Im Herbst 1963 ist ein Industrieauftrag über 3000 Stück Netzkarten (Stückpreis rund DM 130,--) in einer weiterentwickelten Version erteilt worden. Wegen der speziellen Anforderungen wurden folgende Geräte in den beiden Jahren entwickelt: Netzgerät für Ionisationsmanometer (30 x), Stromversorgung der Dipole der Polflächenwindungen 2 x 2 A/24V (20 x), Stromversorgungen der Korrekturspulen, der horizontalen Dipole und Kopplungsquadrupolwindungen 2 x 0,3 A/24V (20 x), Stromversorgung der Ablenkmanete im Injektionsweg 0...20 A/50V mit  $10^{-4}$  Konstanz (5 x), 2 Geräte für 100A/60V, davon eins auf Strom, das andere auf Spannung geregelt. Ferner wurde eine

Reihe von Geräten in geringer Stückzahl gefertigt und an die bestellenden Gruppen ausgeliefert. Darunter fallen auch die Muster der Transduktorstromversorgungen, die in größerer Stückzahl 1964 von der Energieversorgungs-Gruppe benötigt werden. Ein im Rahmen dieser Arbeiten immer wiederkehrendes Element ist der sogenannte Rechenverstärker. Da er für allgemeine Zwecke verwendet werden kann und bei einem in die Hunderte gehenden Verbrauch erhebliche Mehrkosten durch Kauf bei Industriefirmen verursachen würde, wird er beim Erscheinen neuer geeigneter Transistoren sofort auf den neuesten technischen Stand gebracht. Ende 1963 existierte bereits die fünfte Entwicklungsstufe.

#### 2.43 Zentrale Kontrolleinrichtungen

Die zu diesem Sachgebiet geleisteten Arbeiten betreffen hauptsächlich solche Geräte und Anlagen, die im Zentralgebäude, dem vorläufigen Hauptkontrollraum des Synchrotrons, installiert wurden.

2.430 Die Steuerung der Vakuumpumpenstände: Auf Grund von Vorversuchen wurde von der Vakuum-Gruppe ein Pflichtenblatt für die Steuerelektronik aufgestellt, nach dem die Geräte entworfen, im Muster erprobt und schließlich in einer Serie von 24 Stück durch eine Fremdfirma gebaut wurden. Etwa parallel mit der Inbetriebnahme der Vakuumkammern gegen Jahresende 1963 konnte auch die Steuerung von der Zentrale aus vorgenommen werden.

2.431 Ortsdosismeßanlage: Die Kontroll- und Auswerteelektronik für die fest installierte Strahlungsmeßanlage wurde ebenfalls im Zentralgebäude eingebaut. Für die 40 bestellten Ionisationsmeßkammern wurden elektronische Auswerteschaltungen entwickelt, die allen besonderen Bedingungen unseres Synchrotronbetriebes Rechnung tragen. Ende 1963 war ein Musterrahmen für 5 Meßstellen so weit fertig, daß mit den letzten Arbeitsgängen an der inzwischen vorbereiteten Serie begonnen werden konnte.

2.432 Türenkontrollsystem: 1962 wurden die ersten detaillierten Überlegungen zur Abgrenzung und zentralen Überwachung der Sperr-

und Kontrollgebiete angestellt. Vorbereitende Arbeiten betrafen das hierfür nötige Kabelnetzwerk. Im Spätsommer 1963 nahmen die Pläne nach eingehenden Diskussionen feste Formen an, die Relais-schaltungen wurden ausgearbeitet und das "Türeninterlocksystem" unmittelbar nach der Montage der hierzu nötigen Sperren und Türen in Betrieb genommen.

2.433 Kommunikationseinrichtungen: Unter diesen Sammelbegriff fallen alle die für den innerbetrieblichen Nachrichtenverkehr erforderlichen Anlagen. Neben den Normaltelefonen sind dies Direkttelefone zum Hauptkontrollraum, Lautsprecher mit verschiedenen Mikrophonsprechstellen, Sprechklinkenleitungen für Kopfhörersprechgarnituren, drahtlose Senderempfänger und Fernseh-anlagen. Soweit als irgend möglich wurden fertige Industriege-räte verwendet. Doch mußten für die optimale Ausnutzung der Ge-räte einige Sondereinrichtungen entworfen, gebaut und erprobt werden.

2.434 Fernsteuerung der Injektion: Die hierfür notwendigen Steuergeräte, die in ihrer Konzeption vorgegeben waren, wur-den wie andere zur "Einrichtung des Hauptkontrollraumes" ge-hörige Geräte termingerecht zum Funktionieren gebracht.

#### 2.45 Spezialgeräte

Außerdem seien noch folgende Arbeiten erwähnt:

2.450 Pulsdehner: Dieses Gerät wird für die Regelung des Mag-netstromsystems auf einen konstanten Wert von  $dB/dt$  zum In-jektionszeitpunkt benötigt. Die Information liegt als Impuls von wenigen Mikrosekunden Breite vor und muß in eine der Im-pulshöhe proportionalen Gleichspannung umgewandelt werden. Diese folgt in dem ausgeführten Gerät Amplitudenänderungen praktisch trägheitsfrei und mit einer Genauigkeit von besser als 1 %.

2.451 Pulsstromversorgung für Ejektion: Hierzu lag die Spe-zifikation der Gruppe für Targets und Ejektion vor. Das Ziel,

einen mit 50 Hz periodischen Pulsstrom von 2 msec. Dauer und 6000 A Amplitude zu erzeugen, wurde von vornherein mit Transistoren zu erreichen versucht. Aus konstruktiven und elektrischen Gründen sind jeweils 18 Leistungstransistoren zu einem 250 A liefernden "Transistormodul" zusammengefaßt. Zu je 2 dieser Moduln gehört ein "Kondensatormodul", der eine Kondensator-Spulen-Kette als Energiespeicher sowie Hilfseinrichtungen enthält. Beide Moduln sind wassergekühlt. Nach Ingangsetzen der ersten 1000 A wurden die Arbeiten aus Termingründen allein durch die Gruppe für Targets und Ejektionen fortgeführt.

2.452 Digitales Auswertegerät: Dieses Gerät entstand im Laufe des Jahres 1962 im Rahmen von Arbeiten mit digitalen Bausteinen. Um dekadische Zähler (Valvo-Bausteine, 500 kHz) einfach und sicher auslesen zu können, wurde, ebenfalls unter Verwendung von Valvoteilen und Siemens Projektionseinheiten, ein Auslesegerät zusammengestellt. Diese sehr vielseitig verwendbare Einheit wurde in einigen Exemplaren nachgebaut und befindet sich bei verschiedenen Stellen unseres Hauses in Benutzung.

## 2.5 Energieversorgungs-Gruppe (M6)

### 2.50 Allgemeine Stromversorgung

Der Endausbau unserer zentralen 10 kV - Drehstromstation wurde abgeschlossen. Die Umspannstationen zwischen den Experimentierhallen - für die Versorgung des Beschleunigers und der Hallen - und für die Laborgebäude wurden in Betrieb genommen. Nach Beendigung der Bauarbeiten des Gängesystems konnten am Ende des Berichtsabschnittes auch viele Kabelverbindungen des Drehstromniederspannungsnetzes hergestellt werden. Gebäudeinstallationen in der Kraftstation, der Experimentierhalle II, im Bauhof und der Kontrollstation sowie im Gängesystem wurden von beauftragten Firmen nach unseren Projekten ausgeführt. Im Dezember 1963 war der Stromverbrauch etwa 500 000 kWh bei einer Spitzenleistung von etwa 2500 kW.

## 2.51 Stromversorgung der Synchrotron-Führungsmagnete

Nachdem sich Anfang 1962 in Cambridge beim ersten Betrieb mit der Magnetstromversorgung Schwierigkeiten infolge kapazitiver Verschiebungsströme ergeben hatten, wandten wir uns erneut der Frage der Streukapazitäten zu, die wegen der großen räumlichen Ausdehnung beachtliche Größen erreichen. Gemeinsam mit der Magnet-Gruppe wurden Kompensationsmethoden für die Verschiebungsströme bei der Grundfrequenz 50 Hz angegeben. So wurde die Wicklungsanordnung der Drosselspule geändert, die Kondensatoren wurden auf Isolatoren gestellt, und die Transformatoren zur Einspeisung der Wechselstromleistung wurden mit elektrostatischen Abschirmungen versehen. Schließlich konnte bei der Spezifikation für die Hochspannungskabel noch Rücksicht auf die Streuströme genommen werden. Bei ihnen wurde die innere Isolation aus Polyäthylen vorgeschrieben.

Die Anlagen für die Serienprüfungen der Magnetsektoren wurden so umgebaut, daß die Prüfungen betriebssicher und bei ausreichender Stromstabilisierung durchgeführt werden konnten. Dazu waren die Entwicklungen einiger elektronischer Geräte und eingehende regelungstechnische Untersuchungen nötig. Einige Zeit wurde eine Modellanlage für die Stromversorgung der Führungsmagnete betrieben und damit Erfahrungen gesammelt. Die Überwachungs- und Steuerungseinrichtungen für die White-Schaltung wurden projektiert und gebaut. Von den entsprechenden Lieferfirmen wurden folgende Montagen durchgeführt:

Kondensatoren: August 1962 bis August 1963;

Drosselspule (mit Bahntransport): März und April 1963;

Stromquellen: Dezember 1962 bis Juni 1963;

Hochspannungskabel: Januar bis August 1963;

Niederspannungskabel: Februar bis April 1963.

Ab August erfolgten dann Komponententests und die stufenweise Inbetriebnahme, die mit einem einwöchigen Dauerversuch im November abgeschlossen wurden. Anschließend daran wurden Filterkreise zur Siebung der Oberwellen des Wechselrichters erprobt und in einer provisorischen Ausführung installiert. Seitdem ist die Magnetstromversorgung bis zu einer Endenergie des Beschleunigers von 6 GeV betriebsbereit.



Die Konstruktionsarbeiten für geflanschte Stahlrohrleitungen wurden für den Ausbau der Experimentierhallen vom Mai bis Juli 1963 fortgesetzt und seit November 1963 werden dort die Haupt- und Stichleitungen montiert. Mehrere Hydranten zum Anschluß der Strahlführungsmagnete werden in zwei Ausführungen von eigenen Kräften hergestellt.

#### 2.54 Verschiedene Stromquellen

Das Netzgerät für den HF-Gleichrichter (50 kV-Gleichspannung, 16 A) wurde vom April bis Dezember 1963 montiert, wobei die Steuerung und Überwachung nach eigenen Entwürfen und von eigenen Kräften ausgeführt wurde. Die Betriebnahme erfolgte anschließend. - Ein Gerät zur Stoßerregung von F-Magneten (am Ende der Beschleunigungsperiode) mit Senderöhren wurde nahezu vollendet. Die dazu nötigen Netzversorgungsgleichrichter waren vorher geliefert worden. Umfangreiche Kurzschlußversuche zur Festlegung der Schutzeinrichtungen wurden durchgeführt. Ein weiteres Pulsgerät für den Blasenkammerstrahl wurde projektiert.

#### 2.55 Stromversorgung der Experimente

Ab März 1963 wurde ein Prototyp-Gerät ähnlich Anlage C (s.u.) mit 1800 A Gleichstrom in Betrieb genommen. Folgende Geräte wurden projektiert und in Auftrag gegeben:

- Typ A) 375 A vollgesteuerte Drehstrombrücke (DB) mit gesteuerten Silizium-Gleichrichtern (Ende 1963 projektiert);
- Typ B) 750 A 2 halbgesteuerte DB mit Saugdrossel und gesteuerten Silizium-Gleichrichtern;  
7 Stk. in Auftrag gegeben;
- Typ B) 400 Hz-AS-Synchronumformer, ungesteuerte DB;  
5 Stk. in Auftrag gegeben;
- Typ C) 1500 A Drehtrafo, DB mit Dioden und Transduktoren,  
6 Stk. in Auftrag gegeben;

Typ D) 1000 A 2 halbgesteuerte DB mit Saugdrossel und gesteuerte Silizium-Gleichrichter;  
7 Stck. in Auftrag gegeben.

Die Gleichrichteranlage für den Blasenkammermagneten - 5500 A, 600 V - wurde projektiert und in Auftrag gegeben. Desgleichen die 10 kV-Drehstrom-Unterstation für den Blasenkammermagneten und für den Hochspannungsring.

Ein von den HEW erworbener gebrauchter Drehstrom-Gleichstrom-Umformer wurde nach einer Überholung im Herstellerwerk bei uns montiert. Die Anlagen zum Anlassen und Erregen wurden von uns entworfen und installiert.

## 2.6 Baugruppe (M7)

In den Jahren 1962/63 wurden im Ringtunnel zwei 10 t Teleskop-Brücken-Kräne montiert. Mit diesen Kränen wurden die Ringträger-Stützen und -Fertigteile an ihren Ort transportiert. Der Ringträger wurde durch Ausbetonieren der Fugen kontinuierlich geschlossen und von Hilfsstützen auf die Ringträgerstützen umgelagert. Der geschlossene Ringträger wurde mit Sand gefüllt und thermisch isoliert. Es wurden umfangreiche Vermessungsarbeiten am Vermessungssystem unternommen, die als Grundlage der Einmessungen bei der Magnetmontage dienten. Vor und nach der Magnetmontage auf dem Ringträger wurde dieser eingehend auf sein Schwingungsverhalten untersucht. Im Untergeschoß des Ringtunnels wurde eine komplizierte Abstützung für die Lafette des e-p-Streuexperimentes entworfen und montiert.

Die Experimentierhalle II wurde fertiggestellt und ihr 20 t-Brückenkran in Betrieb genommen.

Das Gangsystem zwischen Ringtunnel, Experimentierhallen und Kontrollstation wurde fertig projektiert und gebaut. Desgleichen wurde ein Beobachtungsbunker für die Synchrotronstrahlung an den Ringtunnel angebaut.

Sämtliche Betonblöcke und -Balken für die bewegliche Abschirmung zwischen Ringtunnel und Experimentierhallen wurden hergestellt und an Ort und Stelle transportiert. Hierfür war es zur Einsparung von Transportkosten notwendig, eine Betonierhalle zu errichten und einen 10 t-Gabelstapler zu beschaffen. Die Betonieranlage wurde so entworfen und gebaut, daß sie auf die Dauer als Bauhof und zur Unterbringung der Betriebskolonnen dienen kann. Außerdem wurden ein erheblicher Teil der Abschirmblöcke für die Experimente-Abschirmung und die kleineren Ziegelformate hergestellt.

Der zweite und dritte Bauabschnitt der Kraftstation wurde errichtet. Im Zusammenhang mit der Stromversorgung des Synchrotrons und der Experimente wurde eine größere Anzahl von Trafo- und Schaltschrank-Fundamenten hergestellt.

Die Planung für die Kontrollstation, das Werkstättengebäude, die Rechenstation und das Laborgebäude wurde beendet. Die ersten dieser drei Gebäude wurden bezugsfertig und das Laborgebäude rohbaufertig erstellt. Hierfür waren umfangreiche Straßenbaumaßnahmen notwendig.

Die Planung für das Verflüssigergebäude wurde fertiggestellt. Die Planung für das Kantinegebäude wurde nahezu beendet.

Die Außenanlagen wurden durch das Kühlwasser-Versickerungssystem, das Gebäude zur Enteisung des Brunnenwassers und die Sicherheitseinzäunung des Synchrotrons ergänzt. Das Pförtnerhaus wurde zur Berücksichtigung verschiedener Wünsche mehrfach geplant.

Organisatorisch wurde im Berichtszeitraum innerhalb der Baugruppe je eine einsatzfähige Transport-, Betriebshandwerker- und Betriebshelferkolonne aufgebaut, die sich besonders bei den vielfältig ineinandergreifenden und oft nicht voraussehbaren Arbeiten zur Montage des Synchrotrons bewährt haben.

## 2.7 Vakuu- und Strahlenschutzgruppe (M8)

Nach Erprobung einer Hochvakuum-Pumpen-Kombination von Turbomolekular- und Ionengetterpumpen wurde die endgültige Planung der Vakuumanlage ausgeführt, 16 bzw. 70 Stück dieser Pumpentypen bestellt und in der zweiten Hälfte des Jahres 1963 montiert.

Für die H.V.-Messung wurden 100 Stück der inzwischen gut bewährten Eigenbau-Ionisationsmanometer-Meßröhre gefertigt und eingebaut; die gemeinsam mit M5 entwickelten Netzgeräte waren Ende 1963 in der Fertigung.

Von den metall-gedichteten Ventilen zur Abschottung der Ringröhre wurde ein Muster gemeinsam mit der Konstruktion durchentwickelt und erprobt. Eine Serie von 16 Stück ging in die Fertigung; der Einbau im Ring war Ende 1963 im Gange.

Nach Erprobung eines Musters einer Titanband-Glas-Vakuumkammer für die Magnetsektoren wurde die Serienfertigung in die Wege geleitet. Es stellte sich heraus, daß lediglich die Formkörper und die Bandbewicklung durch auswärtige Firmen ausgeführt werden konnten. Die Verglasung mit dem Glaslot (von dem inzwischen 3 t selbst erschmolzen wurden), sowie die weitere Beschichtung mit Versteifungsrohren, Glasgewebebändern und Epoxyd-Harz mußten in eigener Fertigung geschehen. Die umfangreichen Vorrichtungen dafür wurden gebaut und insgesamt 55 Kammern bearbeitet. Beim letzten Arbeitstag, dem Entfernen der Formrohre, traten Schwierigkeiten auf, die vorher nicht beobachtet worden waren und schließlich die rechtzeitige Fertigstellung einer ausreichenden Zahl von jeder Type unmöglich machten. Als Ersatz wurde eine einfache, geschlitzte V2A-Blech-Kammer nur mit Araldit-Überzug entwickelt, die ohne große Vorrichtungen zu fertigen war. Von diesem Typ sind weitere 20 Kammern bis zum Jahresende 1963 fertig geworden.

Neben der Fortsetzung und Erweiterung der routinemäßigen Strahlenschutz-Messungen wurde nach einem eigenen Entwurf die Entwicklung von Ionisationskammer-Meßstellen für  $\gamma$ - und Neutronen-Strahlung gemeinsam mit der Firma Pychlau

in Freiburg durchgeführt. Die Meßstellen sollen ein ortsfestes Überwachungsnetz bilden, das sowohl die Registrierung der Ortsdosen vornimmt als auch verschiedene Alarmsignale bei Dosisleistungsüberschreitungen abgeben kann. Nach Erprobung und Eichmessungen am Van de Graaff-Generator des II. Institutes, bei denen die Empfindlichkeit für schnelle Neutronen bis auf 30 % der  $\gamma$ -Empfindlichkeit gesteigert werden konnte, wurde eine Serie von 40 Stück bei der Firma Pychlau in Auftrag gegeben. Gleichzeitig lief die Entwicklung und Fertigung der Auswerte-Elektronik hierfür durch M5.

## 2.8 Target- und Ejektionsgruppe (M9)

### 2.80 Targets

Für die Erzeugung von Gammastrahlen wurden verschiedene Targetmechanismen entwickelt und gebaut, die es ermöglichen, ferngesteuert vom Kontrollraum der Maschine aus, an bestimmten Stellen im Targetbereich Targets in gewünschte Positionen zu bringen und verschiedene Targets gegeneinander auszuwechseln. Diese Targets stehen während der Beschleunigung entweder fest (Doppeltarget, Sechskopftarget) und der Strahl wird am Ende der Beschleunigung auf sie zubewegt oder sie rotieren synchron zur Maschine mit 50 Hz (Rotierendes Target).

### 2.81 Ejektion

Die in der vergangenen Berichtsperiode bei DESY und bei CEA ausgearbeitete Methode zur langsamen Ejektion des Elektronenstrahles wurde konstruktiv und baulich bearbeitet. Regenerator, 1. und 2. Ejektionsmagnet wurden, von geringfügigen Änderungen abgesehen, fertiggestellt. Zum Pulsen dieser Magnete wurde ein erstes Pulsgerät für 6000 A Pulsstrom, bestehend aus Transistor- und Kondensatorbänken, in Zusammenarbeit mit der Gruppe M5 entwickelt, gebaut und erfolgreich ausprobiert. Weitere Geräte für 1500 A und 4500 A wurden daraufhin in Auftrag gegeben.

## 2.82 Strahlgymnastik

Um am Ende der Beschleunigung den Elektronenstrahl definiert auf ein Target oder in das Feld des Generators zu bekommen, wurde von M9 das Konzept des "beam bumping" für DESY ausgelegt. Die technische Durchführung lag bei der Gruppe M6.

Vorwiegend für mittlere Energien ist es günstig, den Elektronenstrahl zum Erreichen langer Pulse aufzuweiten. Hierfür wurden zwei Methoden in Angriff genommen, die gleichzeitig weitere Möglichkeiten der Strahlbeeinflussung bieten. Die eine Methode benutzt ein rechteckförmiges HF-Feld mit der Grundfrequenz gleich der halben Umlauffrequenz (bei  $Q = 6,25$ ), das über einen magnetischen Quadrupol auf den Strahl für eine Dauer von etwa 100 Umläufen einwirkt. Hierbei tritt eine praktisch inkohärente Strahlaufweitung ein. Die Anlage hierfür wurde in Zusammenarbeit mit M3 in Angriff genommen. Gleichzeitig kann mit dieser Anlage durch Umschalten des Ferritquadrupols auf ungefähr homogenes Feld die Betatronfrequenz durch Aufsuchen der Resonanz in der Nähe von 750 kHz gemessen werden ("HF-knock out"). - Die zweite Methode benutzt zwei quasistatische Quadrupole, die jeweils während der Beschleunigung so programmiert gefahren werden, daß sich die horizontale Betatronfrequenz von 6,25 in die Nähe der Resonanz 6,5 verschiebt, während die vertikale Betatronfrequenz unverändert bleibt. In der Nähe der Resonanz weitet sich der Strahl auf. Mit diesen Quadrupolen, die in Auftrag gegeben wurden, kann grundsätzlich bei jeder Maschinenenergie die Betatronfrequenz variiert werden. Die Stromversorgung dieser Quadrupole hat M6 übernommen.

## 2.83 Vakuumkammern

Für den Auslaß der Gammastrahlen und des Elektronenstrahls, sowie für die HF-Beeinflussung des Strahls wurden spezielle Vakuumkammern in Anlehnung an die normalen, Titan-gewickelten Vakuumkammern konstruiert und auswärts bis zum Prozeß der Verglasung fertiggestellt. Ebenfalls wurde eine Kammer konstruiert, die den Austritt von Teilchen durch eine dünne Folie auf der

ganzen Länge eines Synchrotronmagneten hinter einem Target zuläßt. Diese Kammer, die bei der elastischen Streuung von Elektronen am internen Target eingesetzt werden soll, wurde am Ende der Berichtszeit in die Fertigung gegeben.

## 2.9 Technische Dienste

Durch Beschluß des Direktoriums wurden am 1. Juli 1962 die Konstruktion, die Mechanische Werkstatt, die Elektronik-Werkstatt, die Tischlerei, das Photolabor, die Arbeitsvorbereitung und die Montage-Gruppe zu den "Technischen Diensten" zusammengefaßt. Im Laufe des Jahres 1963 kamen noch die Läger, die Normung und die Warenannahme hinzu.

### 2.90 Konstruktion

Im Sommer 1962 wurde durch bauliche Veränderungen die Unterbringung der Konstruktion dem steigenden Personalstand angepaßt. Die Pauserei wurde vom Photolabor getrennt und der Konstruktion angegliedert.

Bis zum Herbst 1963 bildete die Fertigstellung und Inbetriebnahme des Synchrotrons den Schwerpunkt aller Aufgaben in der Konstruktion. Ab Ende des Jahres wurden mit zunehmendem Umfang auch Konstruktionsarbeiten aus dem Bereich der Experimente übernommen.

### 2.91 Mechanische Werkstatt

Die Mechanische Werkstatt wurde personell und kapazitätsmäßig erweitert. Die Beschaffung von Werkzeugmaschinen (Fräsbänke und Blechbearbeitungsmaschinen) ermöglichte die kurzfristige Erledigung von vielen Aufgaben im eigenen Bereich. In diesem Zusammenhang sei nur an die Erstellung der V2A-Vakuumkammern erinnert. - Soweit möglich wurde der Umzug in den Werkstattneubau vorbereitet.

### 2.92 Elektronik-Werkstatt

Der ständige Personalmangel in der Elektronik-Werkstatt konnte im Berichtszeitraum nicht behoben werden. Hierbei macht

sich z.T. die bei DESY übliche Bezahlung und speziell die Einstellung als Lohnempfänger und nicht als Technische Angestellte bemerkbar. Sehr viele Bewerber legen unbedingt Wert auf die Einstellung als Angestellte. Die Besetzung in der Arbeitsvorbereitung der Elektronik-Werkstatt wurde dem Bedarf entsprechend erhöht, so daß die Voraussetzungen für die Abwicklung der erheblichen Anzahl von Fremdaufträgen bewältigt werden konnte.

In der Elektronik-Werkstatt wurden z.T. Mustergeräte und Eigenentwicklungen gebaut oder in geringem Umfang Kleinserien, deren Vergabe nach außen nicht möglich war. Ferner verrichtete die Elektronik-Werkstatt erhebliche Montagearbeiten bei der Installation des Synchrotrons im Ringtunnel. - Die Abteilung "Fernmeldewesen" wurde sehr stark für die Planung und Verkabelung der Meß- und Steuerkabel hinzugezogen.

### 2.93 Tischlerei

Die vorübergehend in der Kraftstation untergebrachte Tischlerei zog Ende 1962 in die Räume des Bauhofes. Dem Arbeitsanfall entsprechend wurde die Besetzung um zwei Tischler erhöht, so daß die Anforderungen, die teils sehr kurz gestellt wurden, fast immer erfüllt werden konnten. Ende 1963 war der Neubau im Werkstattgebäude bezugsfertig, so daß die Tischlerei in ihre endgültigen Räume einziehen konnte.

Die Tischlerei machte kurzfristig Hilfs- und Montageeinrichtungen - z.B. für die Vakuumkammer - sowie spezielle Einrichtungen für Labors. U.a. wurden Modelle für die einzelnen technischen Gruppen gebaut.

### 2.94 Photolabor

Seit 1963 haben wir die Möglichkeit, Farbaufnahmen im Positiv- und Negativverfahren selbst herzustellen und zu bearbeiten. Die Ausrüstung wurde vervollständigt, so daß den Wünschen jederzeit entsprochen werden konnte. Vielfach konnten Unterlagen für Lieferfirmen zur Verfügung gestellt werden.

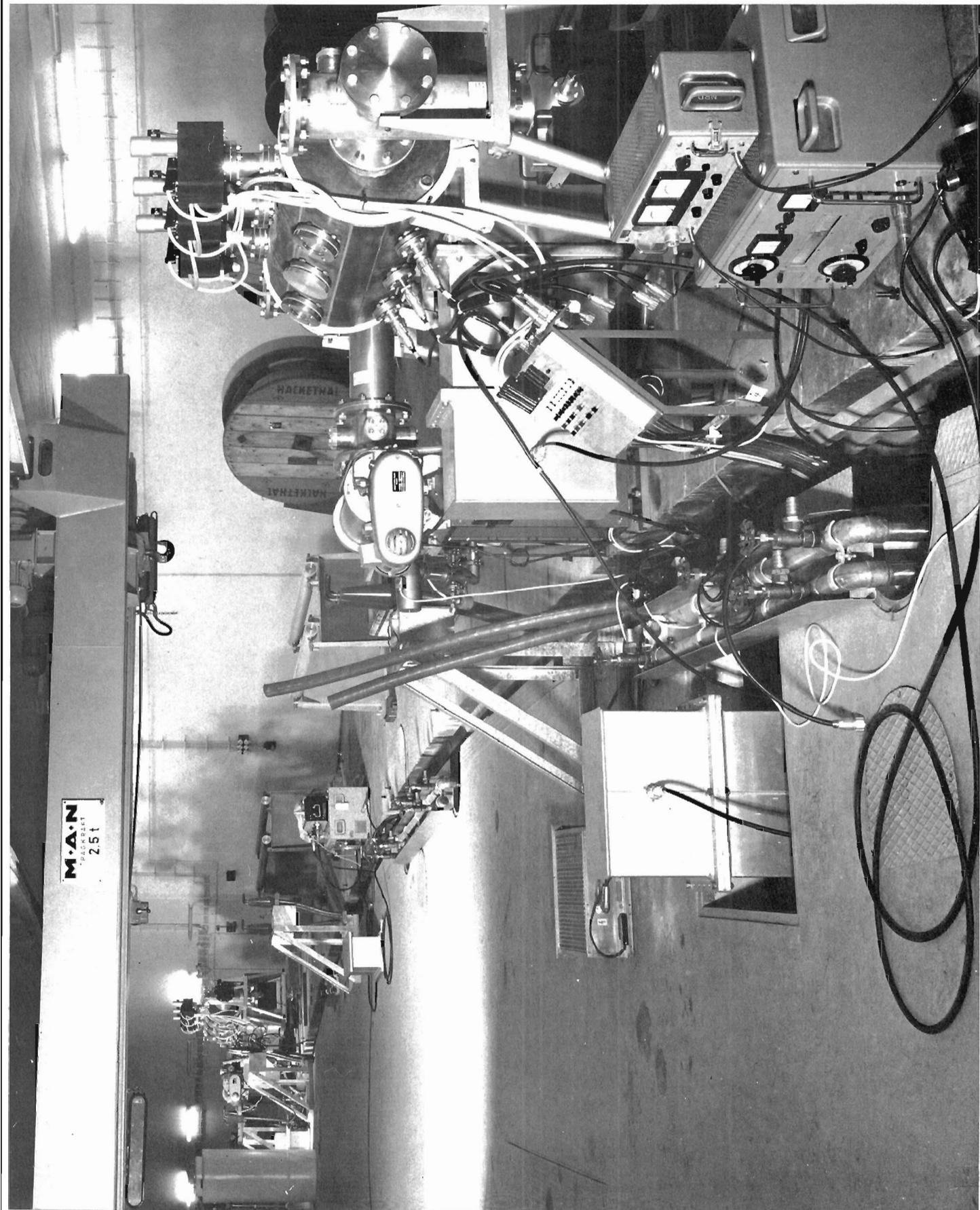


Bild 2 (Hochfrequenzgruppe - M3-): Montage der Beschleunigungsstrecken im Ringtunnel

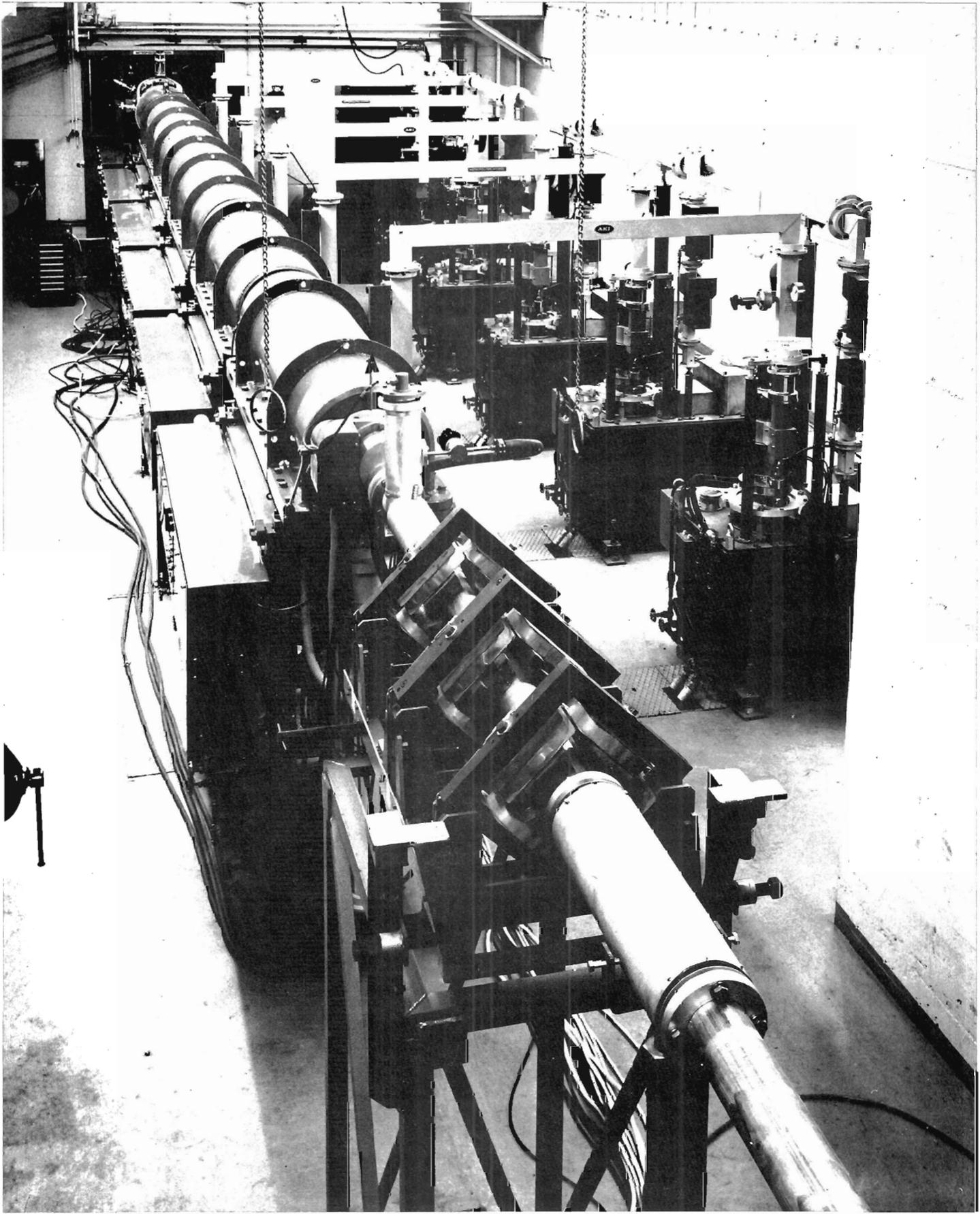


Bild 3 (Linacgruppe -M4-): Der Linearbeschleuniger

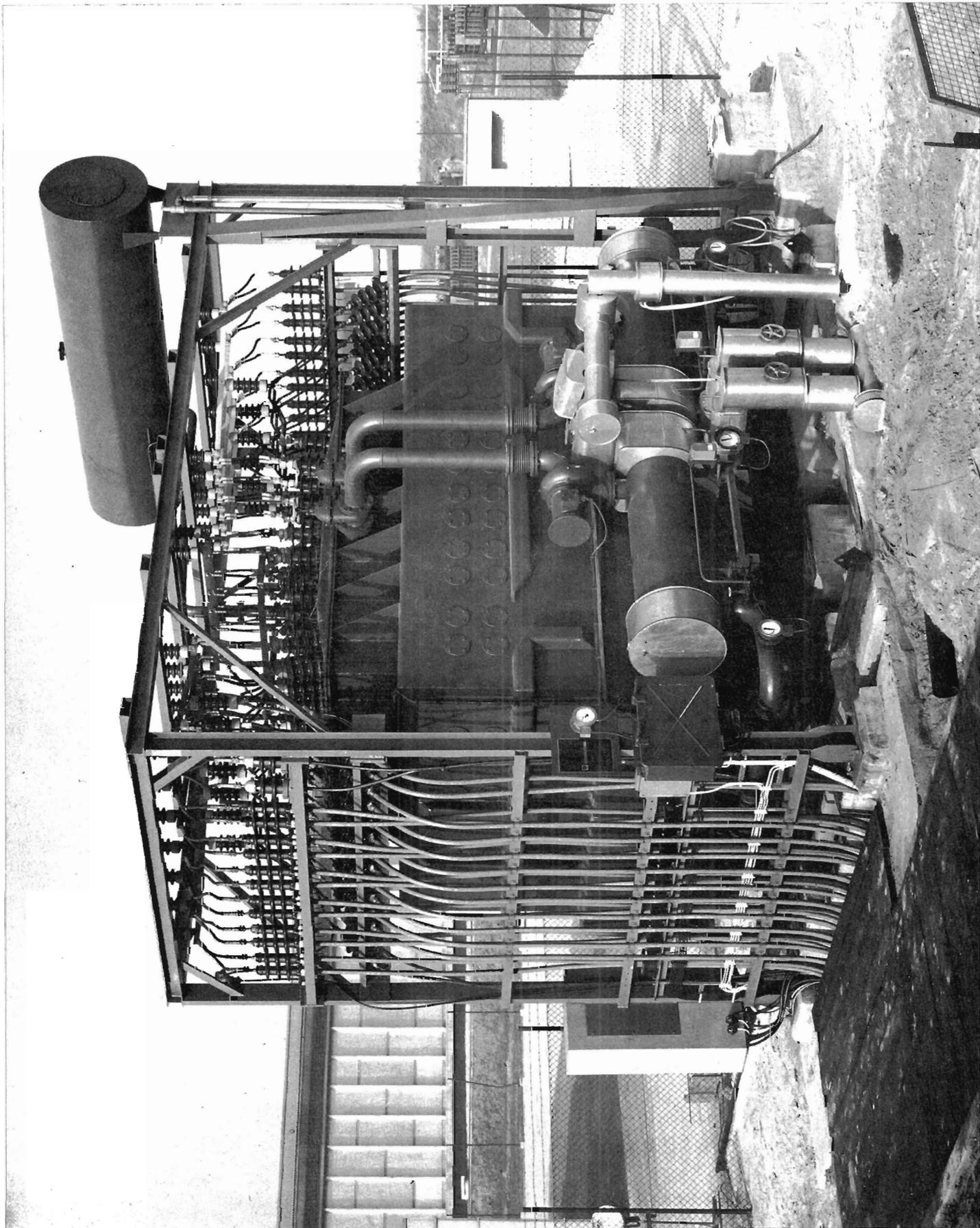


Bild 4 (Energieversorgungsgruppe -M6-): Die 166 t schwere Drosselspule

#### 2.95 Arbeitsvorbereitung

Die Arbeitsvorbereitung wurde den erhöhten Anforderungen entsprechend personell durch die Einstellung eines Sachbearbeiters verstärkt. Die zum Teil unter ganz erheblichem Zeitdruck stehenden Aufträge, sowohl innerbetrieblich als auch außerbetrieblich, konnten dadurch bewältigt werden.

#### 2.96 Montage-Gruppe

Zur Zeit der Aufstellung der Technischen Dienste waren die Montagearbeiten am Führungsmagneten bereits in vollem Gange. Durch Lieferverzögerungen der Firma Siemens waren diese Arbeiten verspätet ausgeführt worden. Hinzu kam noch, daß eine Erhöhung der Montagekapazität erst im Frühjahr 1963 durch die Einstellung von drei Monteuren vorgenommen wurde. - Die Montagen der Führungsmagnete im Ringtunnel wurden im Juli 1963 im wesentlichen abgeschlossen. Die Montage-Gruppe konnte der Vakuum- und Vermessungs-Gruppe für die Durchführung weiterer Montagen zur Verfügung gestellt werden.

Als die Herstellung der Polflächenwindungen durch finanziellen Zusammenbruch der Herstellerfirma in Frage gestellt wurde, ging die Montage-Gruppe geschlossen nach Berlin, um die Fertigung zu beenden.

#### 2.97 Normung und Lager

Die Normung und die Lager wurden Ende 1963 übernommen und zogen nach Fertigstellung in die dafür vorgesehenen Räume im Werkstatt- und Laborgebäude, wobei jedoch noch ein erheblicher Anteil an Restarbeiten zu erledigen war.

In der Normung werden die Lagerbestände überprüft und den Erfordernissen nach Menge und Umfang angepaßt. Durch laufende Hinzunahme neuer Artikel wurde die Normliste wesentlich erweitert.

### 3. Vorbereitung der Experimente

#### 3.1 Elektronenstreuung (F 21)

Anfang 1962 begann eine Gruppe aus Mitgliedern der Technischen Hochschule Karlsruhe und des Deutschen Elektronen-Synchrotrons mit der Planung für das Experiment der elastischen Streuung von Elektronen an Protonen und Neutronen. Diese Streuversuche sollen die Frage nach der Struktur des Protons und des Neutrons in Bereichen unterhalb der bisher zugänglichen Dimensionen aufklären.

Verschiedene magnetische Spektrometer wurden mit Hilfe des bei DESY vorhandenen Analogrechners berechnet und auf ihre Verwendbarkeit zur Impulsanalyse der an einem inneren Target im Synchrotron gestreuten Elektronen untersucht. Dabei wurden besonders die Möglichkeiten von Koinzidenzmessungen zwischen Elektron und Rückstoßproton berücksichtigt. Die Verwendung von mindestens zwei verschiedenartigen Spektrometern schien wünschenswert, weil dadurch die Gefahr systematischer Fehler verringert wird.

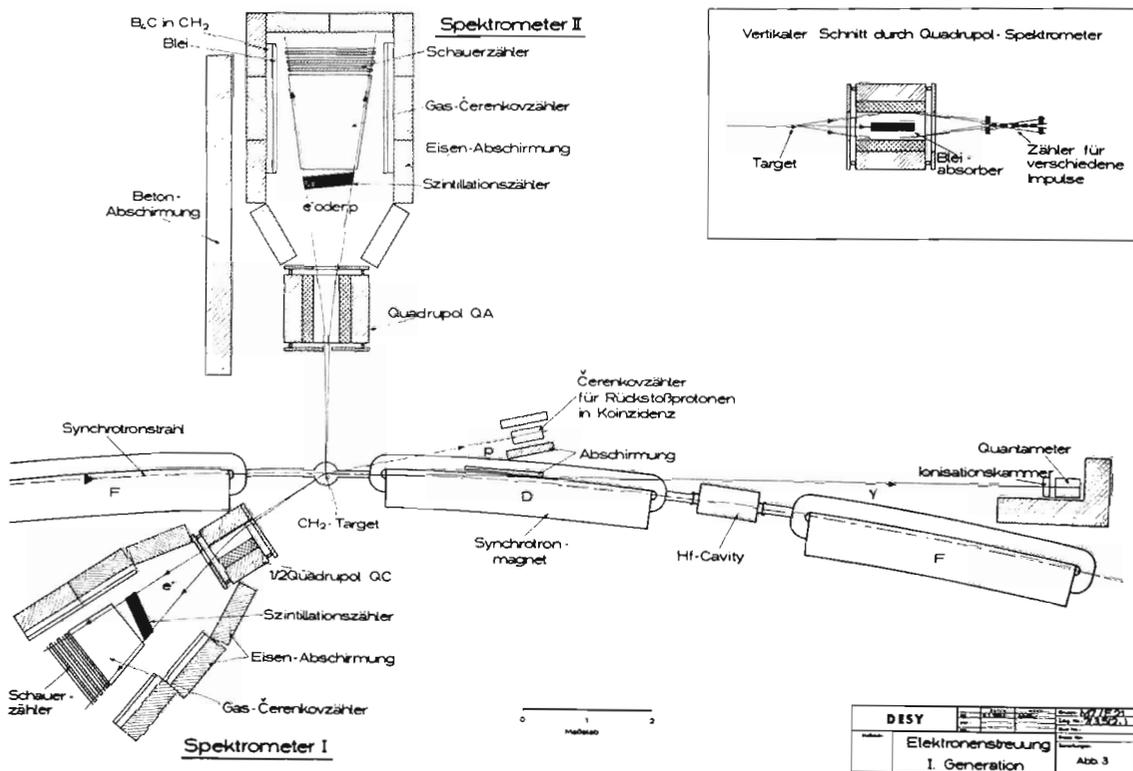


Bild 5: Eine Anordnung des Elektron-Proton-Streuexperimentes

Gegen Ende 1962 konnte das folgende Konzept weitgehend festgelegt werden: In einem ersten Experiment sollte ein  $\text{CH}_2$ -Target verwendet werden, um daran die Streuung am Proton mit Hilfe von je einem einlinsigen Spektrometer auf der Ringinnen- und Ringaußenseite zu untersuchen. Diese Anordnung überdeckt einen Streuwinkelbereich von etwa  $5^\circ - 150^\circ$  mit der Möglichkeit von Koinzidenzen im Bereich von  $55^\circ - 150^\circ$ . In einem späteren Experiment soll dann an einer anderen Stelle des Rings ein Spektrometer mit besserer Auflösung, bestehend aus zwei Quadrupolen und einem großen Ablenkmagneten zur Impulsanalyse, auf der Ringinnenseite aufgebaut werden. Diese zweite Anordnung wird mit einem flüssigen Wasserstoff- oder Deuteriumtarget arbeiten, damit der störende Untergrund, der beim  $\text{CH}_2$ -Target durch die Streuung am Kohlenstoff entsteht, vermieden wird. Der Nachteil, daß ein Target mit reinem Wasserstoff eine größere Ausdehnung hat, wird in dem zweiten Experiment durch die größere Dispersion im Spektrometer wettgemacht.

Anfang 1963 wurden die Spektrometerlafetten mit einer Abstützung für die Tunnelkragdecke konstruiert und in Auftrag gegeben. Fer-

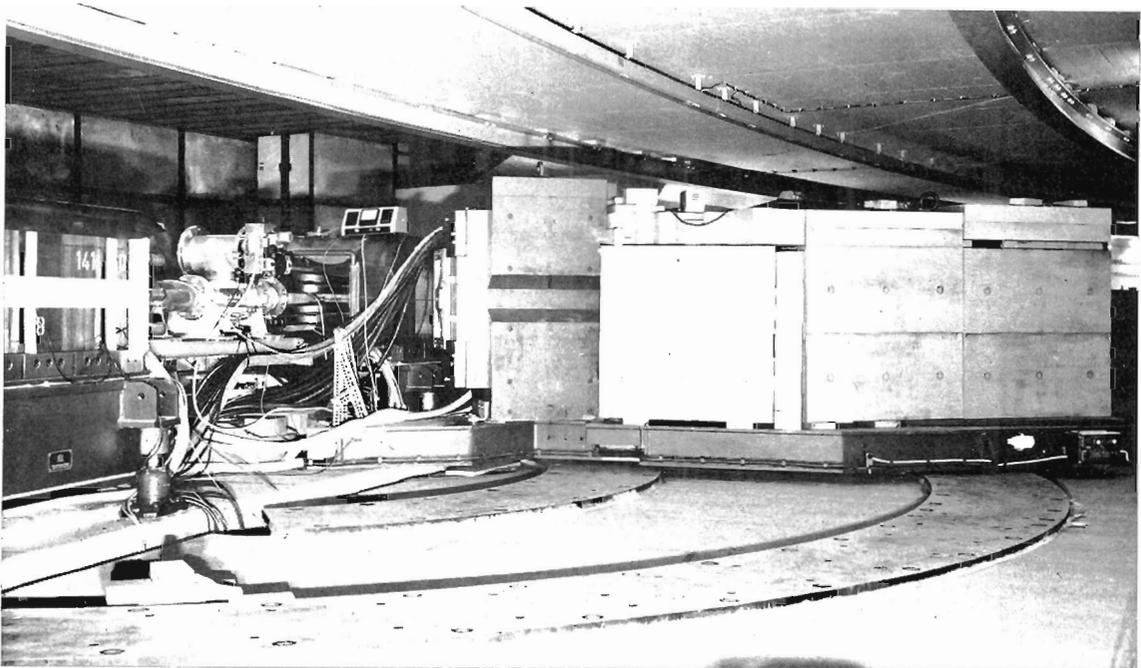


Bild 6: Probelauf der ersten Lafette für das Elektron-Proton-Streuexperiment bei voller Belastung

ner wurden eine fernsteuerbare Szintillationszählerbank und ein fernsteuerbarer Targetmechanismus für CH<sub>2</sub>- und C-Target konstruiert.

Für das Innenspektrometer des ersten Experiments wurde ein besonderer, halbierter Quadrupol entwickelt und in Auftrag gegeben, der es ermöglicht, den Bereich der meßbaren Streuwinkel weiter nach rückwärts auszudehnen. Ein Gas-Schwellen-Cerenkovzähler zum selektiven Nachweis gestreuter Elektronen wurde in Karlsruhe entworfen und gebaut.

Die Kragdeckenabstützung und die Spektrometerlafetten konnten im Herbst 1963 montiert werden. Ein Probelauf der ersten Lafette unter voller Belastung zeigte, daß die damit verbundene Lastverschiebung keinen störenden Einfluß auf das Synchrotron ausüben würde.

### 3.2 Photoerzeugung von Pionen (F 31)

Anfang 1962 begann eine Gruppe mit der Planung eines Experiments zur Messung der Erzeugung einzelner Pionen. Zunächst wurde die Grundvorstellung des Experiments entworfen und die auftretenden Probleme diskutiert.

An einem Modell wurde die Lichtausbeute eines totalabsorbierenden Cerenkovzählers untersucht. Dieser Zähler wird zum Nachweis des  $\pi^0$ -Zerfalls der Reaktion  $\gamma + p \longrightarrow p + \pi^0$  verwendet, wobei die Genauigkeit der Energiemessung stark von der Lichtausbeute des Cerenkovzählers abhängt.

Zur Untersuchung der erzeugten Mesonen oder der Rückstoßprotonen wurden am Analogrechner zwei Spektrometer für verschiedene Bereiche von Impuls und Erzeugungswinkel entworfen. Eine große Lafette zur Aufnahme der Spektrometernagete und eine kleine Lafette zur Aufnahme des totalabsorbierenden Cerenkovzählers (beide Lafetten mit gemeinsamem Drehpunkt) wurden in Zusammenarbeit mit einer Industriefirma konstruiert.

Über Prozesse, bei denen mehrere Pionen gleichzeitig erzeugt werden, wurden auf Grund des statistischen Modells Überlegungen an-

gestellt, und die Frage wurde diskutiert, wie durch solche Mehrfachprozesse die Messung der Einpionenerzeugung gestört werden könnte.

Für einfachere Vorversuche über die Rückstoß-Spektren bei der Photoerzeugung wurde ein Reichweitenteleskop für kinetische Energien von einigen hundert MeV gebaut. Als Target für diese Rückstoßexperimente konnte als Leihgabe der US Atomic Energy Commission ein vorher an der Purdue University verwendetes Target für flüssigen Wasserstoff beschafft werden.

### 3.3 Paarerzeugung (F 32)

Im Jahre 1962 bildete sich eine Gruppe zum Studium verschiedener möglicher Experimente. Besonders intensiv wurde die Paarerzeugung von  $\mu$ -Mesonen, K-Mesonen und Nukleonen diskutiert. Außerdem wurden Berechnungen des Gamma- und Elektronenuntergrunds für verschiedene Versuchsanordnungen durchgeführt und in mehreren internen Berichten zusammengefaßt.

Anfang 1963 entschied sich die Gruppe zunächst für ein Funkenkammerexperiment über die Erzeugung von Mesonenpaaren. Es handelt sich um ein recht kompliziertes und umfangreiches Experiment. Außer fünf großen Funkenkammern mit den entsprechenden Hilfsaggregaten werden dazu etwa 60 Photovervielfacher mit der dazugehörigen Elektronik benötigt. Da erfahrungsgemäß der Aufwand für die Auswertung mit dem Aufwand für das Experiment vergleichbar ist, wurde der Bau von digitalisierten Auswertetischen und die Entwicklung von Auswerteprogrammen ungefähr gleichzeitig mit dem Bau der experimentellen Apparatur begonnen.

Viele Einzelteile - von der Funkenkammer bis zu einzelnen Baugruppen der Elektronik - konnten Ende 1963 schon ausprobiert werden. Es wurden Probeaufnahmen mit verschiedenen auf dem Markt erhältlichen Filmen gemacht, die sich für die Funkenkammeraufnahmen eignen. Um eine spätere automatische Filmauswertung zu erleichtern, wurde beschlossen, wegen des besseren Signal-zu-Rausch-Verhältnisses, Umkehrfilm zu verwenden.

### 3.4 Cerenkov-Gruppe (E 1)

Im Jahre 1962 wurde unter der Leitung eines wissenschaftlichen Mitarbeiters des I. Instituts für Experimentalphysik der Universität Hamburg, der als Gast beim Deutschen Elektronen-Synchrotron tätig ist, eine Gruppe zum Bau großer Cerenkovzähler gebildet.

Die entwickelten Zähler sind in ihren nutzbaren Querschnitten an das Magnetprogramm angepaßt, wobei der differentielle Cerenkovzähler G 1 zur Verwendung bei den großen Magnetaperturen (bis  $20 \times 50 \text{ cm}^2$ ) und der kleine differentielle Zähler G 2 zur Verwendung mit den kleineren Magneten vorgesehen ist.

Um die Zähler den Messungen von Teilchengeschwindigkeiten in verschiedenen Bereichen optimal anpassen zu können, sind sie so konstruiert, daß der Cerenkovwinkel durch Einsatz von Verlängerungsstücken in den Druckbehältern in einem weiten Bereich frei einstellbar ist. Bild 7 zeigt einen Schnitt durch den Cerenkovzähler G 1 ohne Verlängerungsstücke.

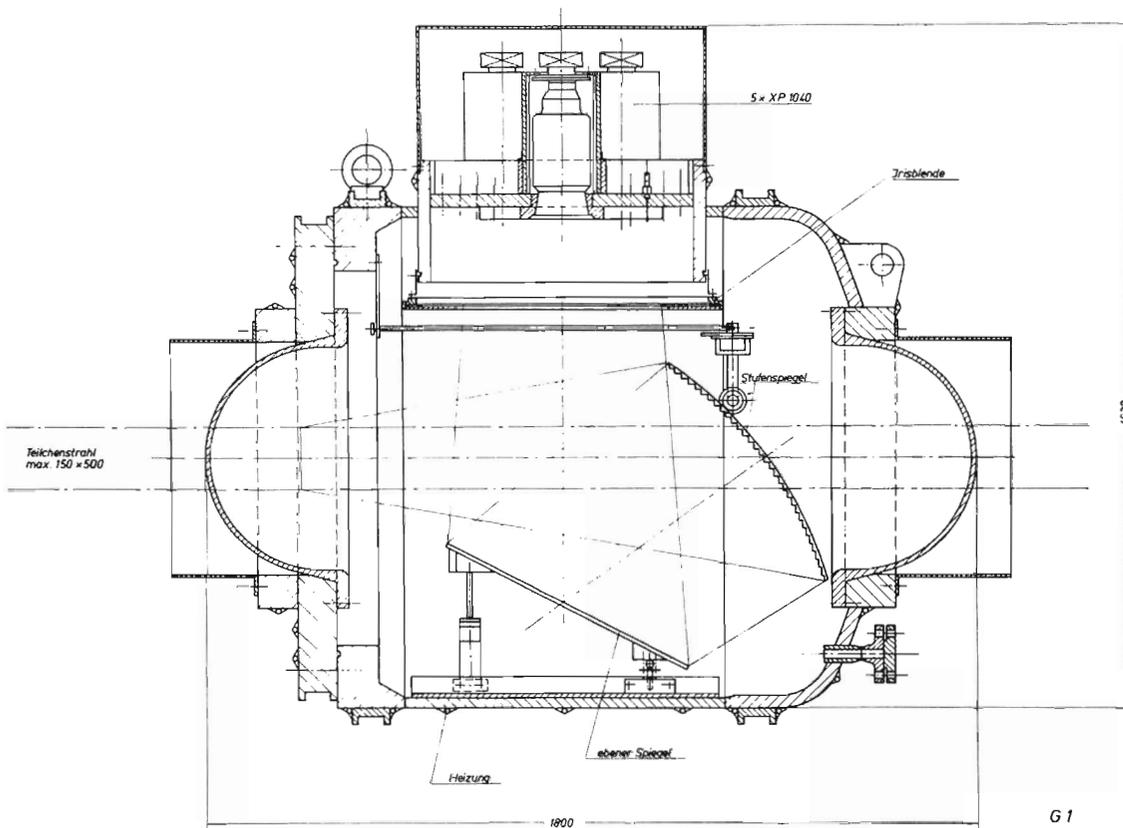


Bild 7: Schnitt durch den Cerenkovzähler G 1

Als Radiatormaterial für die Zähler wurde nach eingehenden Untersuchungen Trifluormonochlormethan ( $\text{CF}_3\text{Cl}$ ) gewählt, welches unter der Handelsbezeichnung Frigen 13 erhältlich ist. Mit dieser chemischen Verbindung kann man ohne allzuviel optische Dispersion alle Brechungsindices zwischen 1 und 1,23 erzeugen.

Damit man beim Einfüllen der Zähler ohne großen Zeitverlust sofort den richtigen Betriebszustand erreichen kann, wird das Frigen in einem Verteilungssystem in zwei Zuständen zur Verfügung gehalten, einmal bei 48 ata und  $+45^\circ\text{C}$  und einmal bei dem gleichen Druck aber bei  $-20^\circ\text{C}$ . Auf diese Weise können die Zähler am Ort des Experiments durch Mischbatterien mit Frigen im gewünschten Zustand gefüllt werden.

Da das Frigen 13 verhältnismäßig teuer ist, sind auch Anlagen vorgesehen, um das Frigen aus den Zählern wieder in die Vorratsbehälter zurückzupumpen, wo es dann bei tiefen Temperaturen und niederem Druck gespeichert wird.

### 3.5 Theoretische Gruppe (T)

Die Mitglieder der theoretischen Gruppe bei DESY haben eine zweifache Aufgabe:

- (a) Sie verfolgen die allgemeine Entwicklung auf dem Gebiet der theoretischen Hochenergiephysik,
- (b) sie bearbeiten in Zusammenarbeit mit den Experimentalphysikern theoretische Fragen, die direkt mit den geplanten Experimenten in Verbindung stehen.

Dabei arbeiten sie eng mit ihren Kollegen von der Universität Hamburg zusammen.

Als eigener Beitrag zur theoretischen Hochenergiephysik, speziell zur Untersuchung ihrer statistischen Aspekte entstand: "On a classical statistical model with the non-relativistic Integrals of motion" (H. Joos, H. Satz; DESY-Bericht 64/2, eingereicht bei Nuov. Cim.). Eine theoretische Arbeit zum geplanten Experiment zur Photoerzeugung von Pion-Resonanzen ist: "Photoproduction of  $\rho$ - and  $\omega$ -Mesons in the peripheral Model" (H. Joos, G. Kramer, DESY-Bericht 64/1, Zeitschrift für Physik, im Druck).

### 3.6 Rechenzentrum (E 2)

Die Arbeiten zur Untersuchung der Strahlrückwirkung auf das Hochfrequenzsystem des Synchrotrons wurden fortgeführt und zu einem vorläufigen Abschluß gebracht. Ferner wurden die Überlegungen zur Korrektur von Feldfehlern im Synchrotron beendet. Neben Arbeiten zur Unterstützung anderer Gruppen wurde zur Berechnung des elektromagnetischen Untergrundes bei Experimenten ein umfangreiches Programm zur Berechnung von Elektron-Photon-Kaskaden in Materie in Angriff genommen.

Da sich die Benutzung auswärtiger Rechenanlagen für die Zwecke von DESY als unzureichend und unwirtschaftlich erwiesen hatte, wurde im Mai 1963 eine Rechenanlage vom Typ IBM 640 sowie eine Anlage IBM 1401 in Betrieb genommen. Im November 1963 wurde die IBM 640 gegen eine Großrechenanlage IBM 7044 ausgetauscht, die bereits nach einem knappen Monat mit mehr als 10 Stunden täglich ausgenutzt wurde.



Bild 8: Blick in das Rechenzentrum bei DESY

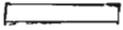
### 3.7 Strahlführung und Strahlungsmessung (E 4/5)

Die Aufgabe der Gruppe bestand in der Entwicklung der Methoden und der experimentellen Ausrüstung, die für den Aufbau und die Ausmessung von Teilchenstrahlen und Spektrometern erforderlich sind.

#### a) Strahlführung:

Untersuchungen zur Optik von Teilchenstrahlen führten zu einer zusammenfassenden Arbeit über Hochenergie-Strahloptik. Die dabei gewonnenen Erfahrungen wurden sowohl für die Gestaltung der DESY-Strahlführungsmagnete als auch für den Entwurf der Spektrometer und Strahlführungen der geplanten Experimente nutzbar gemacht. Eine Übersicht über die Magnete, die als Grundausrüstung für die Experimente gewählt wurden, zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 2:

Magnetart	Typ	Apertur		magn. Länge	Gewicht	best. Anzahl
			$\phi$			
Ablenk- magnet	MA	51 x 17 cm		133 cm	18 t	5
	MB	33 x 10,5 cm		103 cm	7 t	10
Quadru- polma- gnet	QC	50 x 12,5 cm	35,5	66 cm	9 t	2
	QA	40 x 10 cm	29,-	105 cm	10 t	11
	QB	22 x 5,5 cm	16,-	104 cm	3 t	11
	QD	22 x 5,5 cm	16,-	54 cm	1,5 t	10
stark fo- kussieren- de C-Ma- gnete	MC	40 x 10 cm	(40)	108 cm	10 t	3
Paarspek- trometer		23 bis 68 x 10		180 cm	20 t	1

Ablenkmagnete gibt es in zwei, Quadrupolmagnete in drei verschiedenen Querschnittsgrößen, wobei der kleinste Quadrupolmagnet noch in zwei verschiedenen Längen hergestellt wird. Darüber hinaus wurde in Zusammenarbeit mit der Funkenkammergruppe (F 32) ein großer Ablenkmagnet mit einer Apertur von 150 x 27 cm konstruiert, der zwischen Paaren von Funkenkammern zur Analyse von Teilchenimpulsen dienen soll. Zum gleichen Experiment gehört auch ein neuartiger Filtermagnet, der hochenergetische, geladene Teilchen ohne Richtungsänderung durchlassen soll, während er weiche Untergrundteilchen vor den Funkenkammern zurückhält.

Die Ausmessung von Prototypen der Linsen ergab, daß die erreichten Feldlinearitäten sogar in den Endzonen sehr befriedigend sind. Sie gestatten den Aufbau von Spektrometern, bei denen ohne wesentliche Verringerung der optischen Qualität große Öffnungen ausgenutzt werden können.

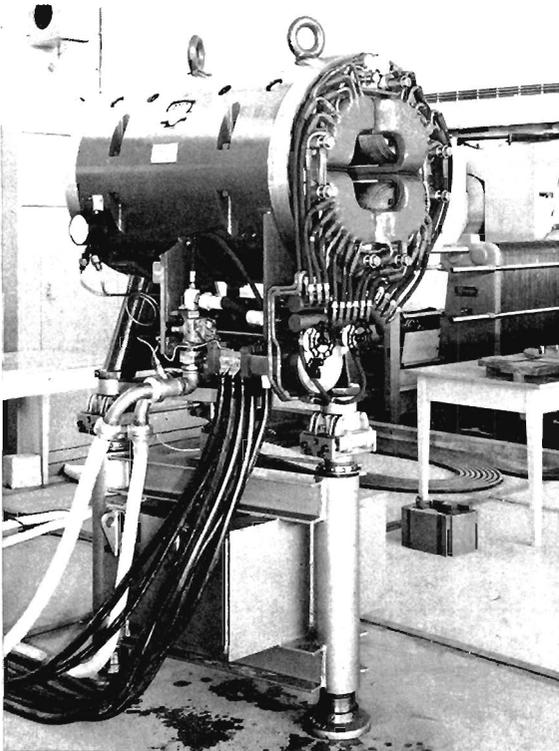


Bild 9: Quadrupolmagnet  
Typ QB

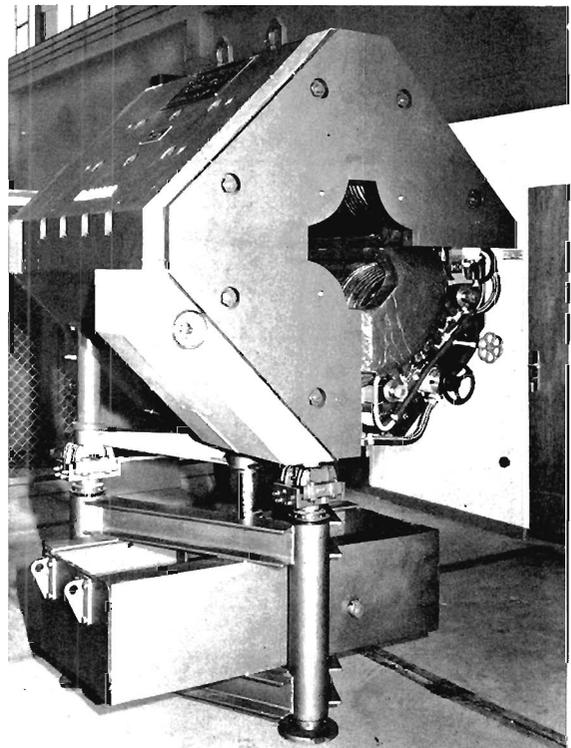


Bild 10: Quadrupol, Typ QA, mit  
teilweise abmontierter Spiegelplatte

Für das Ausmessen der Magnete wurde eine Meßapparatur aufgebaut. Die Feldmessung erfolgt durch eine Hall-Sonde, die auf dem Arm einer Koordinatenmeßbank über das ganze Feldvolumen bewegt werden kann. Aus den gemessenen Daten sollen dann die optischen Transformationseigenschaften jedes Magneten berechnet werden.

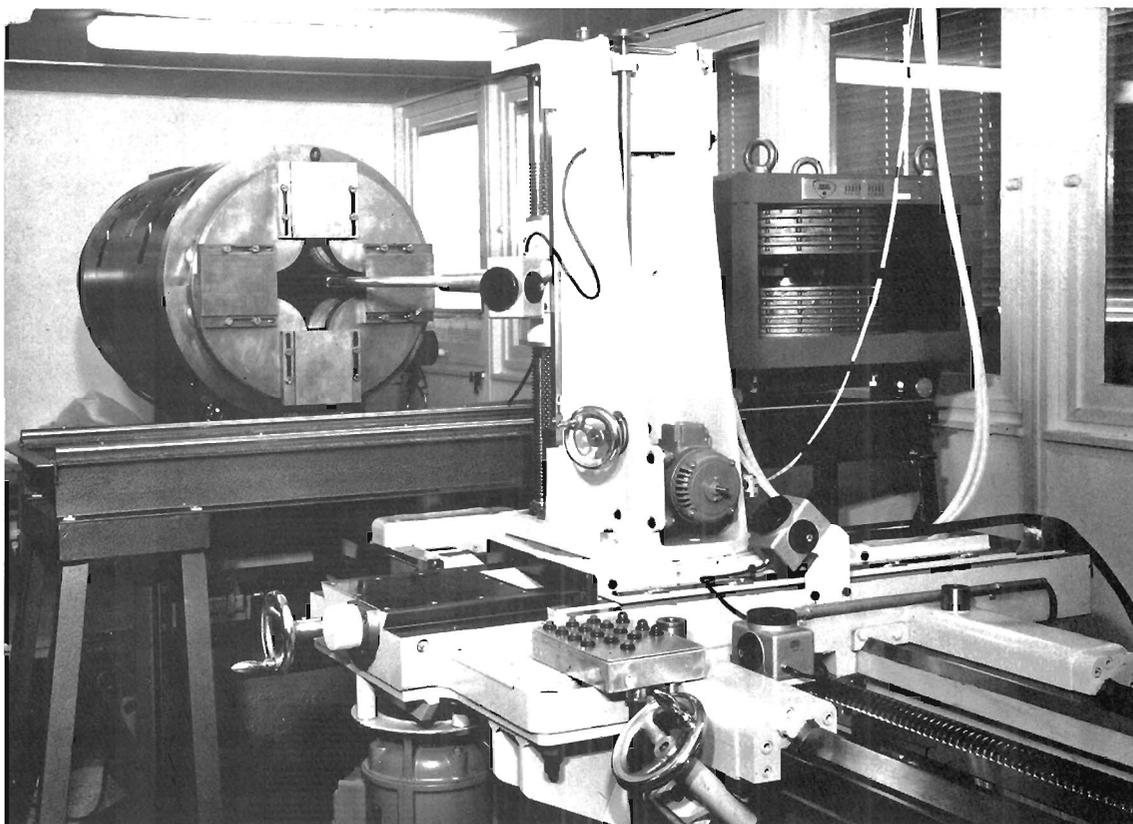


Bild 11: Magnet im Meß-Stand

Ein Analogrechner, der in Zusammenarbeit mit der Elektronikgruppe (M5) entwickelt wurde, macht Teilchenbahnen und Strahleinhüllende auf einem Oszillographenschirm sichtbar, und gestattet damit einen schnellen Überblick über eine Vielfalt von Spektrometersystemen und über den Einfluß der einzelnen Systemparameter. Das Ergebnis kann in einem langsameren Rechenmodus mit einer relativen Genauigkeit von  $10^{-3}$  aufgezeichnet werden.

b) Strahlungsmessung:

Der Bau des Paarspektrometers zur Energiemessung an  $\gamma$ -Strahlen wurde so weit vorangetrieben, daß es einschließlich der dazugehörigen Zähler und Elektronik Ende 1963 fast vollständig für erste Strahlungsmessungen bereitstand. Zur Messung der  $\gamma$ -Strahlintensität wurden Quantameter und dünne Ionisationskammern (1 mm Folienabstand, fünf Folien zu  $5\mu$  Dicke) mit den dazugehörigen Integratoren entwickelt. Daneben wurde eine ganze Reihe von Hilfsgeräten für die Strahlführung und Strahlungsmessung entwickelt und hergestellt, wie:

- Optisches Justiersystem für Magnete - feinjustierbares Magnetgestell - System evakuierbarer Strahlrohre, die nach einem Baukastenprinzip zusammengesetzt werden können - justierbare Durchführungen durch die Abschirmwand - Strahlverschluß - drei verschiedene Gehäuse für Vervielfacher - beweglicher Zählerstand mit Fernsteuerung etc.

### 3.8 Elektronik für die Experimente (E 6)

Die Aufgabe der Elektronikgruppe bestand darin, den Experimentiergruppen die elektronischen Geräte zur Verfügung zu stellen, die benötigt werden, um die von den Strahlungsdetektoren gemessenen Signale zu klassifizieren und zu registrieren. Die einzelnen Teilgeräte sollten nach ihren logischen Funktionen in einem Baukastensystem je nach den Anforderungen der individuellen Experimente zusammensetzbar sein.

Die mechanischen Abmessungen der einzelnen Baublöcke wurden in Zusammenarbeit mit anderen europäischen Forschungsinstituten nach einem einheitlichen - inzwischen unter dem Namen ESONE bekannt gewordenen - System gewählt.

Im folgenden sind die Geräte genannt, deren Entwicklung 1962 oder 1963 begann und die zum größten Teil Ende 1963 als Prototypen zur Verfügung standen:

- Spannungsteiler für Vervielfacher 56 AVP, 53 AVP, XP 1040 -  
Nulldurchgangsnetzwerk für schnelle Koinzidenzen - Mischstufe -

- schneller Verstärker - langsamer Verstärker - langsamer Diskriminator - schnelle Zweifachkoinzidenz - langsame Dreifachkoinzidenz - Signalverstärker - schneller Torgenerator - langsamer Torgenerator - Impulsformer 25 MHz - Netzkontrolleinheit - Zähldekade 25 MHz - Verzögerungskasten - Zählratenmeßgerät - Abschwächer mit Stufenschalter - kontinuierlich einstellbarer Abschwächer - Datenverarbeitungsanlage für Zählerexperimente mit automatischer Ausdruckvorrichtung.

Für die meisten angeführten Geräte gab es zu Beginn der Berichtsperiode noch kaum Vorbilder, da der größte Teil der an den bestehenden Hochenergielaboratorien betriebenen Geräte durch neue Entwicklungen der Halbleitertechnik überholt war. Neuentwicklungen für vergleichbare Geräte setzten - wie aber erst später bekannt wurde - etwa zur gleichen Zeit wie bei DESY auch an englischen und amerikanischen Laboratorien ein. Während es bei uns verhältnismäßig leicht war, die kleinen Stückzahlen moderner Halbleiterelemente, die für Prototypen notwendig waren, zu erhalten, ergaben sich jedoch vor allem beim Bau der Vorserien sehr große Verzögerungen aus dem Umstand, daß ausländische Lieferanten moderner Schaltelemente ihre Lieferzusagen oft nicht einhielten. (Amerikanische Laboratorien scheinen in dieser Hinsicht weniger Schwierigkeiten gehabt zu haben).

Noch im Jahre 1963 wurde eine ganze Reihe von Nachbuaufträgen an die Industrie verteilt. Dabei mußte DESY anfänglich in den meisten Fällen selbst für die Beschaffung der Bauelemente besorgt sein. Erst gegen Ende 1963, als die Beschaffungsmöglichkeiten sich gebessert hatten, fand sich die Industrie auch bereit, mit den Nachbuaufträgen ebenfalls die Verantwortung für die Materialbeschaffung zu übernehmen.

Zur Nachprüfung und zur späteren Wartung der von der Industrie auszuliefernden Geräte wurde eine neue Prüfgruppe aufgebaut. Ihre Hauptaufgabe bestand jedoch zunächst darin, die zur Prüfung schneller Schaltungen erforderlichen besonderen Meßgeräte selbst zu entwickeln und zu bauen.

### 3.9 Kältetechnik (E 7)

Da Versuche, erfahrene Fachkräfte für die Abteilung Kältetechnik zu finden, fehlgeschlagen waren, wurden einzelne kältetechnische Aufgaben zunächst von Mitgliedern verschiedener Experimentiergruppen kommissarisch wahrgenommen. Erst im Laufe des Jahres 1963 gelang es, einen erfahrenen Ingenieur zur Leitung der Gruppe zu finden.

Zur Belieferung der Experimente mit flüssigem Helium, Wasserstoff und Stickstoff wurde ein kombinierter Helium-Wasserstoff-Verflüssiger (Stundenleistung: 6 - 8 Liter Helium, 16 - 20 Liter Parawasserstoff) und eine Stickstoffverflüssigungsanlage mit einer Leistung von 25 - 30 Litern  $N_2$  pro Stunde bestellt. Außerdem wurden die erforderlichen Transport- und Lagergefäße für diese Stoffe in Auftrag gegeben und ein Teil der Wasserstoff-Sicherheits-einrichtungen, wie Wasserstoffmonitoren, angebracht.

Im gleichen Zeitraum schloß die Gruppe Kältetechnik die Planung des Kältelabors und der Aufstellungsräume für die verschiedenen Verflüssiger und Speicherbehälter sowie die Bestellungen der Druckspeicher für die gasförmige Lagerung von Wasserstoff und Helium ab. Ebenso wurden Lieferverträge mit den entsprechenden Firmen ausgehandelt, um die Versorgung von DESY mit flüssigem Wasserstoff, Helium, Argon sowie Neon/Helium-Gemischen sicherzustellen.





Berichte und Notizen 1962 und 1963

- A 1.9 Die Polflächenwindungen für den DESY-Magneten, HARDT W.  
(9.4.1962)
- 1.10 Arbeitsberichte der Gruppen M 1 bis M 8, vorgetragen in  
der Sitzung des Wissenschaftlichen Rates am 15.12.1961  
(11.4.1962)
- 2.85 Phänomenologische Theorie zur Berechnung einer Kaskade  
aus schweren Teilchen (Nukleonenkaskade) in der Materie,  
PASSOW (Febr. 1962)
- 2.86 Kosten der DESY-Bauteile und ihres Aufbaues, BEER O.  
(17.4.1962)
- 2.87 Graphische Darstellung der differentiellen Wirkungsquer-  
schnitte von Bethe-Heitler und Pauli-Weißkopf im extrem  
relativistischen Grenzfall, VON BEHR J. (1.6.1962)
- 2.88 Graphische Darstellung des differentiellen Wirkungs-  
querschnittes von Muonen nach der Bethe-Heitler-Formel  
für DESY-Energien, VON BEHR J. (1.6.1962)
- 2.89 Die Energie-Richtungsverteilung von Paar-Elektronen, die  
durch ein Bremsstrahlungs-Spektrum erzeugt werden und  
Vielfachstreuung erleiden, VON BEHR J. (1.6.1962)
- 2.90 Über das Spektrum und die Winkelverteilung der Synchro-  
tronstrahlung, RIPKEN G. (3.7.1962)
- 2.91 Vorbündelung des DESY-Injektors auf 500 MHz, TIMM U.  
(6.7.1962)
- 2.92 Der Lawinentransistor und seine Anwendung in der Hoch-  
energie-Elektronik, STUCKENBERG H.-J. (17.7.1962)
- 2.93 Die Tunneldiode und ihre Anwendung als schnelles Schalt-  
element, STUCKENBERG H.-J. (20.7.1962)
- 2.94 Methoden zur Aufweitung des Synchrotronstrahls,  
BEHREND H.-J.
- 2.95 Bestimmung des Polprofils für einen stark fokussierenden  
C-Magneten, HULTSCHIG H. (Dez. 1962)

- A 2.96 Wirkungsquerschnitte für Bremsstrahlung und Paarerzeugung bei hohen Energien, LUBLLOW D. (30.1.1963)
- 2.97 Some technical problems of RF acceleration for particle acceleration above 10 GeV, SCHAFFER G. (19.12.1962)
- 2.98 Preliminary design of special magnet pulsing equipment for the DESY accelerator, BERNDT M.M. (12.2.1963)
- 2.99 Untersuchungen an Photomultipliern mit optischen Impulsen, RATHJE J. (Juni 1963)
- 2.100 Der Injektionsweg, SCHMIDT W. (Juni 1963)
- 2.101 Experimente mit der Synchrotronstrahlung, HAENSEL (August 1963)
- 2.102 Zählverlust in elektronischer Logik durch Statistik und Totzeit, WEBER J. (Juli 1963)
- 2.103 Abschätzung der Mehrfacherzeugung bei Experimenten zur Photo-Einfach-Erzeugung, VON BEHR J., RIPKEN G. (August 1963)
- 2.104 Zur Strombegrenzung und Strahlzusammenziehung beim Elektronen-Synchrotron, PAULIN A. (August 1963)
- 2.105 Das HF-Spannungsprogramm an den Beschleunigungsstrecken des Synchrotrons, LEIBRECHT K. (August 1963)

.....

H a u s h a l t s r e c h n u n g e n

des

Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY

für die Geschäftsjahre

1962 und 1963

Titel	Zweckbestimmung	Soll 1962  DM	Ist 1962  DM	Gegenüber dem Soll beträgt das Ist mehr + weniger ./. DM
<u>Kapitel I</u>				
	Personalausgaben	2.546.000	2.601.118.--	+ 55.118.--
	Sachausgaben	723.000	1.105.332.34	+ 382.332.34
	Allgemeine Ausgaben	546.000	860.200.72	+ 314.200.72
702	Einmalige Ausgaben Errichtung der Bauten für den Hochenergiebeschleuniger	3.428.000	8.053.016.77	+ 4.625.016.77
703	Bau des Hochenergiebeschleunigers	10.730.000	7.148.971.80	./..3.581.028.20
705	Einrichtung und Ausstattung d. Gebäude und Anlagen	1.925.000	776.576.26	./..1.148.423.74
	Gesamtausgaben	19.898.000	20.545.215.89	+ 647.215.89
	Gesamteinnahmen	19.898.000	20.545.215.89	+ 647.215.89
<u>Kapitel II</u>				
	Personalausgaben	1.021.500	441.805.64	./.. 579.694.36
	Sachausgaben	420.000	389.252.52	./.. 30.747.48
	Allgemeine Ausgaben			
302	Wissenschaftlicher Bedarf für die Vorbereitung der Experimente	2.060.000	1.771.193.03	./.. 288.806.97
	Sonstige Allgemeinen Ausgaben	135.000	10.533.95	./.. 124.466.05
	Gesamtausgaben	3.636.500	2.612.785.14	./..1.023.714.86
	Gesamteinnahmen	3.636.500	2.612.785.14	./..1.023.714.86

Titel	Zweckbestimmung	Soll 1963	Ist 1963	Gegenüber dem Soll beträgt das Ist mehr + weniger ./. DM
		DM	DM	
<u>Kapitel I</u>				
	Personalausgaben	3.269.000	3.160.403.61	./.
	Sachausgaben	1.089.500	1.267.530.18	+
	Allgemeine Ausgaben	448.500	931.832.97	+
702	Einmalige Ausgaben Errichtung der Bauteile für den Hochenergiebeschleuniger	11.339.000	12.277.456.75 (R 4.453.384.79)	+ 938.456.75
703	Bau des Hochenergiebe- schleunigers	6.418.000	6.418.000.-- (R 552.549.63)	-
705	Einrichtung und Ausstat- tung d. Gebäude u. Anlagen	3.999.700	620.708.87	./.
	Gesamtausgaben	26.563.700	24.675.932.38 (R 5.005.934.42)	./.
	Gesamteinnahmen	26.563.700	24.675.932.38 (R 5.005.934.42)	./.
=====				
<u>Kapitel II</u>				
	Personalausgaben	1.906.500	1.166.259.20	./.
	Sachausgaben	607.500	639.314.75	+
	Allgemeine Ausgaben			
302	Wissenschaftlicher Bedarf f. d. Vorbereitung der Experimente	4.184.000	4.971.756.29 (R 654.949.76)	+ 787.756.29
	Sonstige Allgemeinen Ausga- ben	184.100	103.168.41	./.
	Gesamtausgaben	6.882.100	6.880.498.65 (R 654.949.76)	./.
	Gesamteinnahmen	6.882.100	6.880.498.65 (R 654.949.76)	./.
=====				

