

Die Vorbereitungen zum Bau des
DEUTSCHEN ELEKTRONEN-SYNCHROTRONS (DESY) IN HAMBURG
nach dem Stand vom 31. Juli 1957

Zusammengestellt nach Berichten der Herren:

Dr. O. Beer
Ministerialrat Dr. A. Hoeker
Professor Dr. W. Jentschke
Professor Dr. W. Paul
Ing. J. Sehnalek
Professor Dr. W. Walcher
Dr. H.O. Wüster

Titel:	Seite:
Die Vorgeschichte und Entwicklung des Projektes	1 - 6
Die Planung der Bauvorhaben	7 - 14
Die bisherigen Untersuchungen zur Wahl der Parameter	15 - 19
Übersicht über die organisatorischen und finanziellen Massnahmen im Rechnungsjahr 1957	20 - 22

Die Vorgeschichte und Entwicklung des Projektes

1. Vorgeschichte

Bei den Berufungsverhandlungen des Herrn Jentschke mit Hamburg als Nachfolger für den vakanten Lehrstuhl am Physikalischen Staatsinstitut war der Plan des Baues eines Hochenergiebeschleunigers diskutiert worden. Diese Pläne wurden in einer langen Diskussion mit Herrn Heisenberg in Urbana im Oktober 1954 weiter erörtert. Es war auch die Meinung Herrn Heisenbergs, dass in Deutschland auf dem Gebiet des Baues von Hochenergiebeschleunigern etwas geschehen müsse. Selbstverständlich konnte damals nur der engere Rahmen des Baues einer Maschine in Verantwortung der Hamburger Behörde und eventuell der Forschungsgemeinschaft in Aussicht genommen werden. In Fortführung der Berufungsverhandlungen war Herrn Jentschke vom Hamburger Senat der Bau einer Beschleunigungsanlage im Werte von etwa 7,5 Millionen DM zugesagt worden, wobei die Betriebskosten und die Ausgaben für das erforderliche Personal nicht inbegriffen waren.

In der Folgezeit hat sich jedoch eine Entwicklung angebahnt, die zu einem Aufgehen der ursprünglich geplanten Beschleunigungsanlage in eine Gemeinschaftsanlage des Bundes, Hamburgs und der Länder führte.

In der Zeit vom 11. bis 16. Juni 1956 hatte in Genf ein Symposium on High Energy Accelerators and Pion Physics stattgefunden, an dem eine Anzahl deutscher Physiker teilgenommen hat. Diese deutsche Gruppe diskutierte die Situation auf dem Gebiet der Teilchenbeschleuniger. Sie kam überein, den deutschen Kernphysikern den Bau einer grösseren Maschine, und zwar eines Elektronen-Synchrotrons mit einer Energie von etwa 6 GeV vorzuschlagen und arbeitete zu diesem Zweck eine Denkschrift aus, in der die gegenwärtige Lage der experimentellen kernphysikalischen Forschung allgemein und in Deutschland im besonderen diskutiert wurde. Dieses Memorandum wurde den Arbeitskreisen "Kernphysik", "Kernchemie" und "Kerntechnik" der Fachkommission II des Bundesministeriums für Atomfragen auf ihrer konstituierenden Sitzung am 27. Juni 1956 vorgetragen. Die Idee des Baues

einer solchen grossen Beschleunigeranlage fand sowohl die Zustimmung der Arbeitskreise als auch die der Ministerialbehörde. Daher wurde der Beschluss gefasst, dieses Memorandum an sämtliche Mitglieder des Fachausschusses Kernphysik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft zu versenden, den Fachausschuss mit der Federführung zu beauftragen und für den Juli 1956 eine Zusammenkunft der Interessenten nach Bonn einzuberufen. Nachdem alle Mitglieder des Fachausschusses sich grundsätzlich zustimmend geäussert hatten (nur einige wenige hatten die Frage aufgeworfen, ob Deutschland sich ein so grosses Projekt personell leisten könne), fand am 21. und 22. Juli 1956 in Bonn eine vom Vorsitzenden des Fachausschusses, Herrn Walcher (Marburg), geleitete Sitzung statt, an der 24 Herren teilnahmen. Unter anderen waren anwesend die Herren Brix (Heidelberg), Fleischmann (Erlangen), Hanle (Giessen), Jaeckel (Bonn), Jentschke (Hamburg), Kollath (Mainz), Kulenkampff (Würzburg), Lauterjung (Heidelberg), Paul (Bonn), Riezler (Bonn), Sauter (Köln), Schmelzer (Genf), Schoch (Genf), Schopper (Hechingen/Frankfurt) und Wäffler (Mainz). Die übrigen Kernphysiker, darunter die Herren Dänzer (Frankfurt), Flammersfeld (Göttingen), Gentner (Genf), Haxel (Heidelberg), Heisenberg (Göttingen), Kopfermann (Heidelberg), Maier-Leibnitz (München) und Unsöld (Kiel), hatten sich schriftlich zu dem Projekt geäussert.

Auf dieser Sitzung wurden Referate gehalten über die Organisation des Baues des kleinen Bonner Beschleunigers, über die physikalischen und technischen Einzelheiten der geplanten Beschleunigeranlage und über neuere Prinzipien und Konstruktionen amerikanischer Gruppen, weiter auch über die zur Zeit anderweitig geplanten und in Betrieb befindlichen Höchstenergiebeschleuniger. Die sehr rege Diskussion führte zu folgenden Beschlüssen:

Die Beschleunigeranlage soll in Hamburg aufgestellt werden. Herr Jentschke soll mit der Leitung des gesamten Projektes betraut werden. Eine theoretische Gruppe soll zunächst die Fragen der Strahlungsverluste bearbeiten. Die deutschen Mitarbeiter von CERN stellen ihre Erfahrungen dem Hamburger Projekt zur Verfügung. Weiter soll ein Literaturdienst eingerichtet werden, der allen

Interessenten die nötige einschlägige Literatur zugänglich macht. Ein Kostenvoranschlag für das gesamte Projekt soll ausgearbeitet werden. Darüberhinaus wurde ein Arbeitsausschuss eingesetzt, der für alle Fragen zuständig sein sollte. Er besteht aus den Herren Hoeker (Bundesministerium für Atomfragen), Jentschke (Hamburg), Paul (Bonn) und Walcher (Marburg).

2. Aufgabe

Das geplante Elektronen-Synchrotron hat die Aufgabe, Elektronen auf eine Energie von ca. 6 Milliarden Elektronenvolt (6 GeV) zu beschleunigen. Die Untersuchungen mit diesen hochenergetischen Elektronen dienen zur Erforschung der Natur der Kernkräfte und der Elementarteilchen.

3. Wissenschaftliche Vorbereitung

In der Zeit vom 3. bis 6. Oktober 1956 wurde in Bonn ein Seminar über Hochenergiebeschleuniger abgehalten, auf dem sich etwa 40 jüngere Physiker und Ingenieure an einer Mitarbeit an dem Projekt interessiert zeigten.

In der Zeit vom 30. November bis 2. Dezember 1956 hat in Bonn ein Seminar über Strahlungsprobleme stattgefunden.

Am 15. und 16. Februar 1957 wurden auf einer Elektronenbeschleuniger-Tagung in Bonn Einzelheiten des künftigen Arbeitsprogramms festgelegt. Gleichzeitig wurden interessierte Firmen über das Projekt informiert, damit sie sich auf künftige Ausschreibungen, die eventuell international vorgenommen werden sollen, vorbereiten können (erschienen waren Siemens-Schuckert, Siemens & Halske, AEG, Lepper und BBC).

Am 1. Mai 1957 nahm ein Teil der geplanten Arbeitsgruppen ihre Tätigkeit in Hamburg auf. Die vorläufige Unterbringung erfolgte in den Räumen des Physikalischen Staatsinstituts.

Vom 5. bis 7. Juli 1957 wurde in Marburg eine wissenschaftliche Tagung abgehalten, auf der die ersten Ergebnisse der einzelnen Arbeitsgruppen ausführlich diskutiert werden konnten.

Zur Zeit arbeiten in Bonn, Cambridge/USA, Genf und Hamburg etwa 15 Wissenschaftler an dem Projekt.

4. Organisation

Auf der Kernphysikertagung in Bonn am 6. Oktober 1956 sind die Herren Hoeker, Jentschke, Paul und Walcher gebeten worden, die wissenschaftliche Planung und organisatorische Vorbereitung des Projektes in die Hand zu nehmen. Es bestand Einigkeit darüber, dass der Beschleuniger allen deutschen Hochschulen zur Verfügung stehen sollte. Auf eine gute Zusammenarbeit im internationalen Bereich wurde grosser Wert gelegt. Es bestand keine Neigung, ein Staatsinstitut aufzubauen. Unabhängig vom Eigentum an den investierten Werten ging der Wunsch dahin, für die Leitung ein wissenschaftliches Gremium zu bilden, dem für die Verwaltungs- und Finanzierungsangelegenheiten eine Art Kuratorium zur Seite stehen sollte, in dem die Geldgeber vertreten wären. Da es sich bei der Errichtung dieses Beschleunigers um ein Anliegen aller deutschen Universitäten handelt, sollten alle Länder für die Mitfinanzierung gewonnen werden. Für Hamburg als Standort hatte man sich entschieden, weil Herr Jentschke inzwischen die Leitung des Physikalischen Staatsinstituts übernommen und - wie schon erwähnt - bei seiner Berufung die Zusage erhalten hatte, dass die Freie und Hansestadt Hamburg 7,5 Millionen DM für den Bau eines Hochenergiebeschleunigers zur Verfügung stellen wird. Es wurde in Aussicht genommen, dass sich der Bund etwa zur Hälfte an den entstehenden Kosten beteiligt.

Hamburg als Sitzland wurde gebeten, die Verhandlungen mit den übrigen Ländern im Rahmen des Königsteiner Abkommens zu führen. Als Unterlage hierfür wurde vom Fachausschuss Kernphysik des Verbandes Deutscher Physikalischer Gesellschaften ein kurzes Memorandum (vom 23. November 1956) zusammen mit einem Budgetvoranschlag überreicht. Danach werden die Gesamtbaukosten der Beschleunigungsanlage auf rd. 43 Millionen DM geschätzt. In einer Organisationsbesprechung am 6. Oktober 1956, an der einige Herren des Fachausschusses Kernphysik und einige Herren des Bundesministeriums für Atomfragen teilgenommen haben,

wurde vor allem die Rechtsform und die Finanzierung diskutiert. Dabei ergab sich die Notwendigkeit der Information der Kultusminister der Länder. Zur Unterstützung der Verhandlungen Hamburgs mit den Ländern wurde der Vorsitzende des Fachausschusses Kernphysik beauftragt, den Präsidenten der Kultusministerkonferenz zu informieren und den Kultusministern über das Generalsekretariat der Kultusministerkonferenz ein kurzes Memorandum einschliesslich des Budgets zuzuleiten. Dabei wurde in jedem Lande ein Physiker gebeten, den Kultusminister besonders zu informieren. Die Kultusministerkonferenz am 14. Dezember 1956 befasste sich danach mit dem Projekt und beschloss einstimmig, den Plan der Errichtung eines Hochenergiebeschleunigers in Hamburg gutzuheissen. Die Ministerpräsidentenkonferenz hat in einer Sitzung am 28. Februar 1957 bis 1. März 1957 von dem Beschluss der Kultusministerkonferenz Kenntnis genommen. Zur Zeit befasst sich ein Gremium bestehend aus den Herren Kultusministern und Finanzministern Franck (Baden-Württ.), Hennig (Hessen), Koch (Niedersachsen), Rucker (Bayern), Schultze-Schlutius (Hamburg), Wegner (Rheinland-Pfalz), Wenke (Hamburg) und Zietsch (Bayern) mit der Frage der Beteiligung der Länder an dem Bau und der Unterhaltung des Hochenergiebeschleunigers.

Es ist gelungen, vom Bundesminister für Verteidigung und vom Bundesminister für Finanzen die Freigabe des ehemaligen Flugplatzes Bahrenfeld in Hamburg-Altona für das Projekt zu erreichen. Über die endgültige Abgrenzung der benötigten Teilfläche wird noch verhandelt.

5. Finanzierung

Für Vorbereitungsmaßnahmen hat der Bundesminister für Atomfragen einen Betrag von insgesamt DM 100.000.-- DM freigegeben. Hamburg hat aus dem Nachtragshaushalt 1956 für die "Vorbereitung des Neubaus der 6 GeV Beschleunigeranlage einschliesslich Einrichtung" 200.000.-- DM zur Verfügung gestellt und durch Beschluss der Bürgerschaft vom 3. Juli 1957 die Sperrung dieses Betrages aufgehoben. Ausserdem hat die Bürgerschaft am 3. Juli 1957 der

Schaffung folgender Planstellen für die Beschleunigeranlage zugestimmt: 1 a.o.Professur, 3 TO.A I Stellen, 1 TO.A IVa Stelle, 4 TO.A IVb und VIb Stellen und eine TO.A VII Stelle. Der hierfür erforderliche Aufwand beträgt DM 120.000.-- pro Jahr.

Für die weitere Vorbereitung des Projektes sind sofort 1,3 Millionen DM erforderlich. Hamburg und Bund haben ein vorläufiges Übereinkommen geschlossen, sich zu 50 % an den bis zum Ende dieses Haushaltsjahres entstehenden Kosten zu beteiligen.

Die Planung der Bauvorhaben

1. Sofortmassnahmen für die Unterbringung des Entwicklungsstabes.

Ein Vergleich mit der Planung der Beschleuniger in Genf und Cambridge und Diskussionen über das Problem liessen erkennen, dass, bevor die eigentlichen Bauten fertiggestellt werden können, Arbeitsplätze für etwa 70 Personen (einschliesslich Hilfspersonal) geschaffen sein müssen. Im Physikalischen Staatsinstitut in Hamburg konnten nur behelfsweise provisorische Unterkünfte für etwa 15 Personen zur Verfügung gestellt werden. Dort ist ausserdem keine Möglichkeit zu experimentieren.

Es bestand daher die Notwendigkeit, mit einem Sofortprogramm für die Unterbringung des vorläufigen Entwicklungsstabes zu beginnen. Eventuell mietbare Räume hätten für die Umgestaltung in eine für die DESY-Entwicklung vernünftige Aufteilung und Einrichtung einen im Vergleich zu einem Neubau nicht tragbaren Aufwand erfordert. Ausserdem erschien es zweckmässig, die vorläufige Unterkunft in die Nähe der endgültigen Bauten zu legen. Es war nicht möglich, hierfür bereits einen Teil der endgültigen Gebäude zu planen (z.B. Experimentierhalle oder Labors), da der Ort der Ringfundierung und damit auch der Hilfsbauten erst nach eingehenden Bodenuntersuchungen festgestellt werden kann. Damit diese einwandfrei durchgeführt werden können, muss zudem der Boden ungestört sein.

Für die Wahl der Bauweise waren folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

1. Die Möglichkeit die Bauten in kurzer Zeit zu errichten.
2. Eine preisgünstige Bauweise.
3. Eine möglichst vielseitige Verwendbarkeit des Baues.
(geringer Aufwand für eine spätere Umgestaltung)

Es wurden folgende Bauarten diskutiert:

- A. Holzbaracken (als Fertigbauten oder nach eigenen Plänen gefertigte Gebäude).
- B. Metallbaracken (als Fertigbauten).
- C. Massivbauten (aus Stein oder Beton als Fertigbauten oder nach eigenen Plänen gefertigte Gebäude).

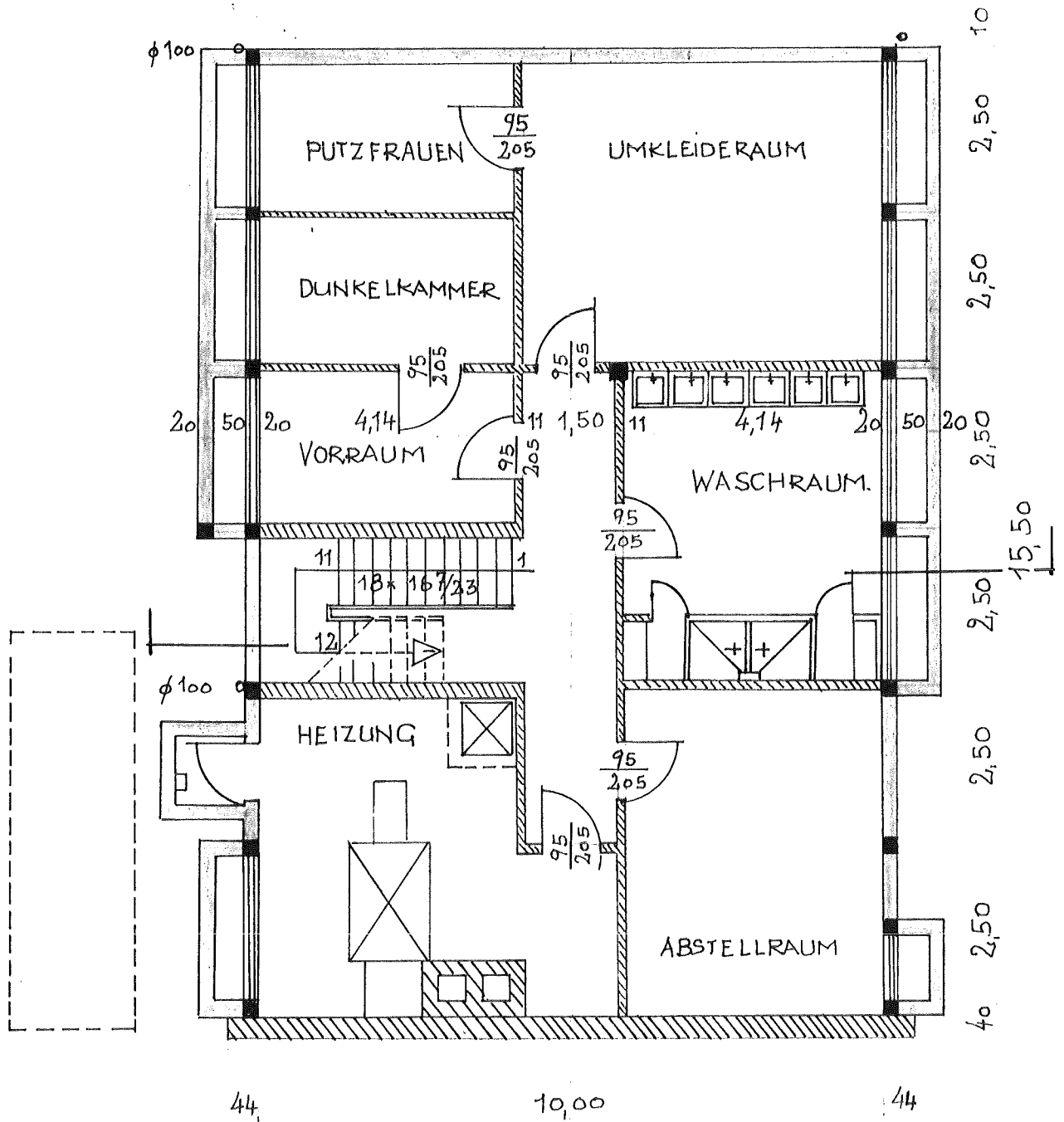
D. Schulbauten, wie sie von der Baubehörde der Freien und Hansestadt Hamburg in Norm-Bauweise kurzfristig errichtet werden.

Zum Gesichtspunkt 1 ergab sich, dass keine der Bauweisen zu bevorzugen ist. Die garantierte Zeit für die schlüsselfertige Errichtung war je nach Firma 4 bis 6 Monate. Zum Gesichtspunkt 2 ergab sich, dass Metallbaracken die teuerste Bauweise bedeuten. Die angebotene Ausführungsform war ausserdem nicht erprobt. Die schlechte Raumausnutzungsmöglichkeit der an sich sehr schönen Schulbauten für ihre Verwendung als Laboratorien, Werkstätten und Verwaltungsräume hätte die Errichtung von sechs derartigen Gebäuden notwendig gemacht. Daher schied auch diese Bauform aus Preisgründen aus. Holzbaracken für die Benutzung als Werkstätten und Laboratorien sind in Hamburg von der Baupolizei nicht gestattet.

Es blieb daher nur noch die Wahl zwischen den verschiedenen Ausführungsformen der Massivbauten. Versetzbare Fertigbaracken erwiesen sich als etwa 50 % billiger als feste Gebäude. Der Preis für ihre Versetzung ist grösser als 50 % des Neuwertes. Auf dem zur Verfügung stehenden Gelände ist ein Abschnitt vorhanden, auf dem der Beschleuniger sicher nicht gebaut werden kann. Ausserdem wurde darüber Klarheit gewonnen, dass nicht direkt mit dem Beschleuniger verbundene Gebäude später verwendbar sind. Es wurde eine Bauform gefunden, bei der stützende Träger innerhalb der Gebäude fehlen. Daher ist eine Umgestaltung der Innenräume ohne grossen Aufwand möglich. Die Bauten, die aus einem mit Ziegelsteinen ausgemauerten Betongerüst bestehen, könnten versetzt werden. Da diese Ausführungsform ausserdem zu den billigen gehört und in kurzer Zeit auszuführen ist, wurde sie gewählt.

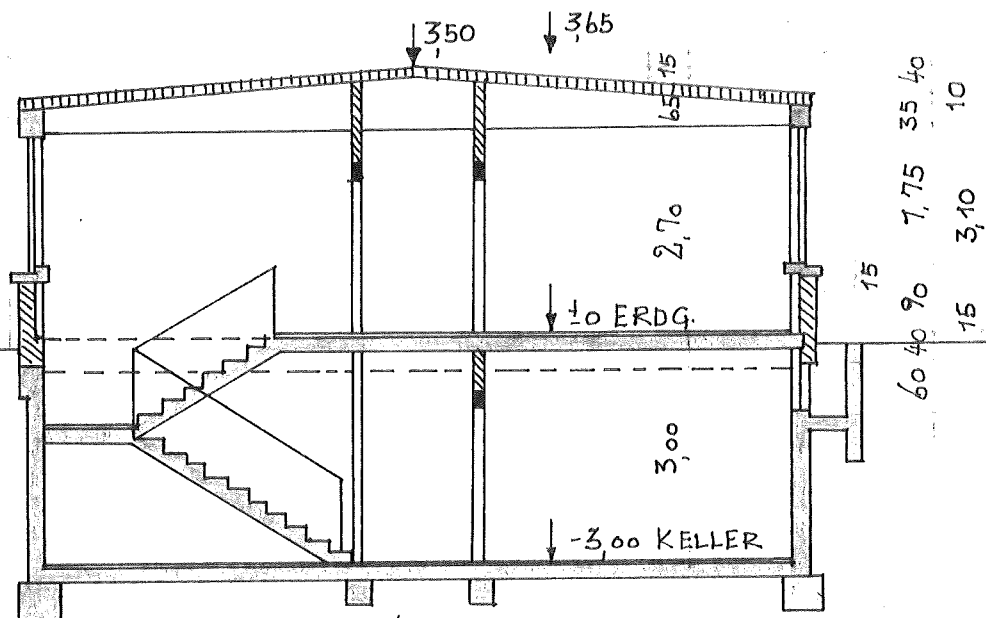
Auf den beiliegenden Zeichnungen sind die Raumaufteilungen für den Verwaltungsbau, die Labors und die Werkstätten zusammengestellt. In dem Verwaltungsbau werden auch die Theoretische Gruppe und die Leiter der Arbeitsgruppen untergebracht. Der Laborbau enthält die Räume für Magnet-, HF-, Regel-, Einschiess- und Vakuum-Versuche. Die Reserve dieses Gebäudeteiles wird in etwa einem Jahr

KELLERGESCHOSS 1:100



SCHNITT C-D WERKSTATTGEBÄUDE

1:100



nach Beginn der Versuche aufgebraucht sein. Etwa noch ein bis zwei Jahre später, wenn Versuche grösseren Massstabes an 1:1 Modellen beginnen, hat der Laborraum nicht mehr die ausreichende Grösse. Im Werkstattgebäude ist eine mechanische und eine Elektronik-Werkstatt untergebracht. Lager und Stromversorgungseinheiten befinden sich ebenfalls in diesem Bau. In dem unterkellerten Teil sind die Heizung für die ganze Anlage, Dunkelkammer und allgemeine Räume vorgesehen. Das Werkstatt- und das Laborgebäude erhalten Wasser- und fest verlegte Starkstrom-Anschlüsse. Das Verwaltungsgebäude bekommt normale Installation für Licht und Kraft und in wenigen Räumen Wasserversorgung. Für alle Bauten sind in den Fussboden eingelassene, abdeckbare Kanäle (25cm breit, 5cm tief) geplant. Daher können die Räume untereinander verbunden und ohne Installationsaufwand zusätzlich versorgt werden. Hiermit ist auch die Möglichkeit gegeben, eventuell die Verwaltungsräume als Labors zu benutzen.

Die Pläne und Vorarbeiten (Ausschreibungen, Genehmigungen usw.) für diese Bauten sind abgeschlossen. Die Vermessungsarbeiten für die Begrenzung der Gebäude sind durchgeführt. Die ausführende Baufirma hat, obwohl der Auftrag noch nicht erteilt werden konnte, auf eigenes Risiko mit Vorbereitungen begonnen.

Das Projekt wurde gemeinsam mit der Baubehörde der Freien und Hansestadt Hamburg und Baufirmen ausgearbeitet. Als Preis wurde einschliesslich aller Sonderinstallationen, Erschliessungskosten und Aussenanlagen DM 650.000.-- ermittelt.

2. Vorarbeiten für die Bestimmung des Ortes der Bauten und für die Vermessung der genauen Grössen des Beschleunigers

Auf einen Kreis mit einem Durchmesser von etwa 80 m werden ca. 50 Magnete einer Länge von ungefähr je 3 m verteilt. Jeder Magnet hat zwischen seinen Polschuhen an jedem Ort eine bestimmte Sollfeldstärke. Durch diese Feldstärke definierte Punkte dürfen auf einer bestimmten vorgeschriebenen Bahn entlang des ganzen Kreises nicht mehr als etwa 0.1 mm von Magnet zu Magnet abweichen oder sich

verschoben. Damit sind die Toleranzen für horizontale und vertikale Änderungen der Ringfundierung in Abschnitten zueinander festgelegt. Der gesamte Ring kann, wenn die relativen Verschiebungen aller einzelnen Sektoren zueinander diese Toleranzen einhalten, beliebig und nach beliebigen Richtungen wandern.

Dieses sind äusserst harte, aber anscheinend noch gerade erfüllbare Bedingungen, die (denkt man an einen festen Aufbau) an das Fundament für die Aufstellung des Magneten gestellt werden müssen. Vorausgesetzt ist ein Boden, der in dem Bereich der Bauten keine relativen Verschiebungen zueinander erkennen lässt, d.h. er muss aus homogenem und möglichst festem oder gepresstem Material bestehen.

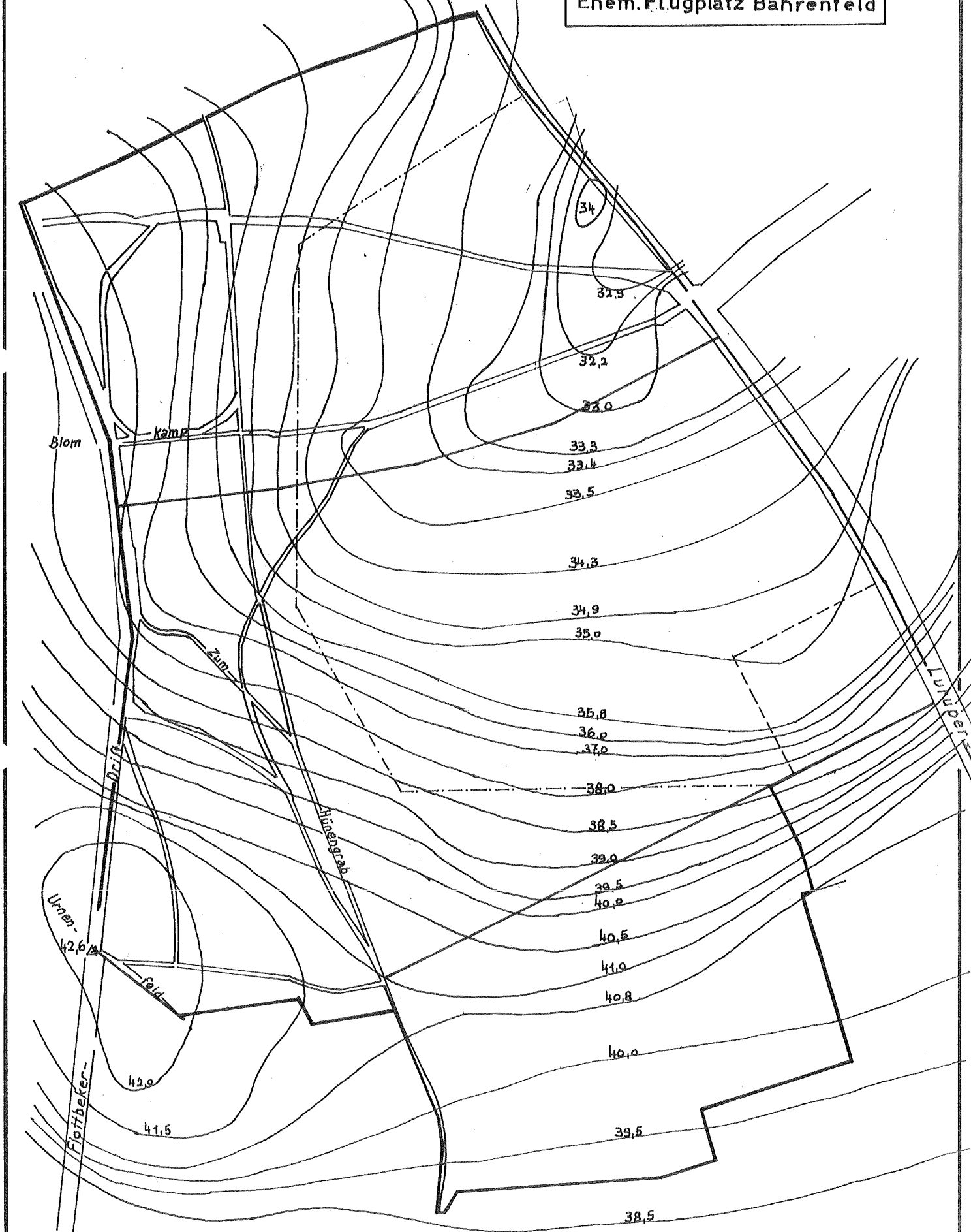
Der auf dem zur Verfügung stehenden Platz befindliche Sandboden schien nach oberflächlichen Betrachtungen die für diesen Zweck geeigneten Eigenschaften zu haben. Wie die beiliegende Höhenschichtkarte, die mit Hilfe vorhandener Unterlagen zusammengestellt wurde, zeigt, handelt es sich um ein verhältnismässig ebenes Gebiet. Ein aus sechs in der Umgebung des Platzes vorhandenen Brunnenbohrungen, deren Bodenschichten beim Geologischen Landesamt Hamburg zu erfahren waren, konstruiertes geologisches Profil zeigt, dass die Vorstellung eines homogenen Bodens mindestens nicht für das ganze Gelände in ausreichender Tiefe zutreffend sein muss. Es besteht sogar die Möglichkeit, dass der für eine feste Fundierung ganz unbrauchbare Geschiebelehm den Ort und vielleicht die Ausführungsform des Fundamentes beeinflusst.

Sichere Aussagen können erst nach einer systematischen Untersuchung des Bodens gemacht werden. Deshalb wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Grundbau und Bodenmechanik der TH München ein Bohrplan (s. Zeichnung) entworfen. Nach diesem Plan werden die Bodenschichten des Geländes an zwanzig Punkten bis zu einer Tiefe von 30 m registriert, der Grundwasserstand festgestellt und die mechanischen Eigenschaften aller auftretenden Bodenarten nach Entnahme sog. ungestörter Proben geprüft. Der Plan wurde so angelegt, dass zunächst die bodenmechanischen

HÖHENSCHICHTENKARTE

1: 5000

Ehem. Flugplatz Bahrenfeld



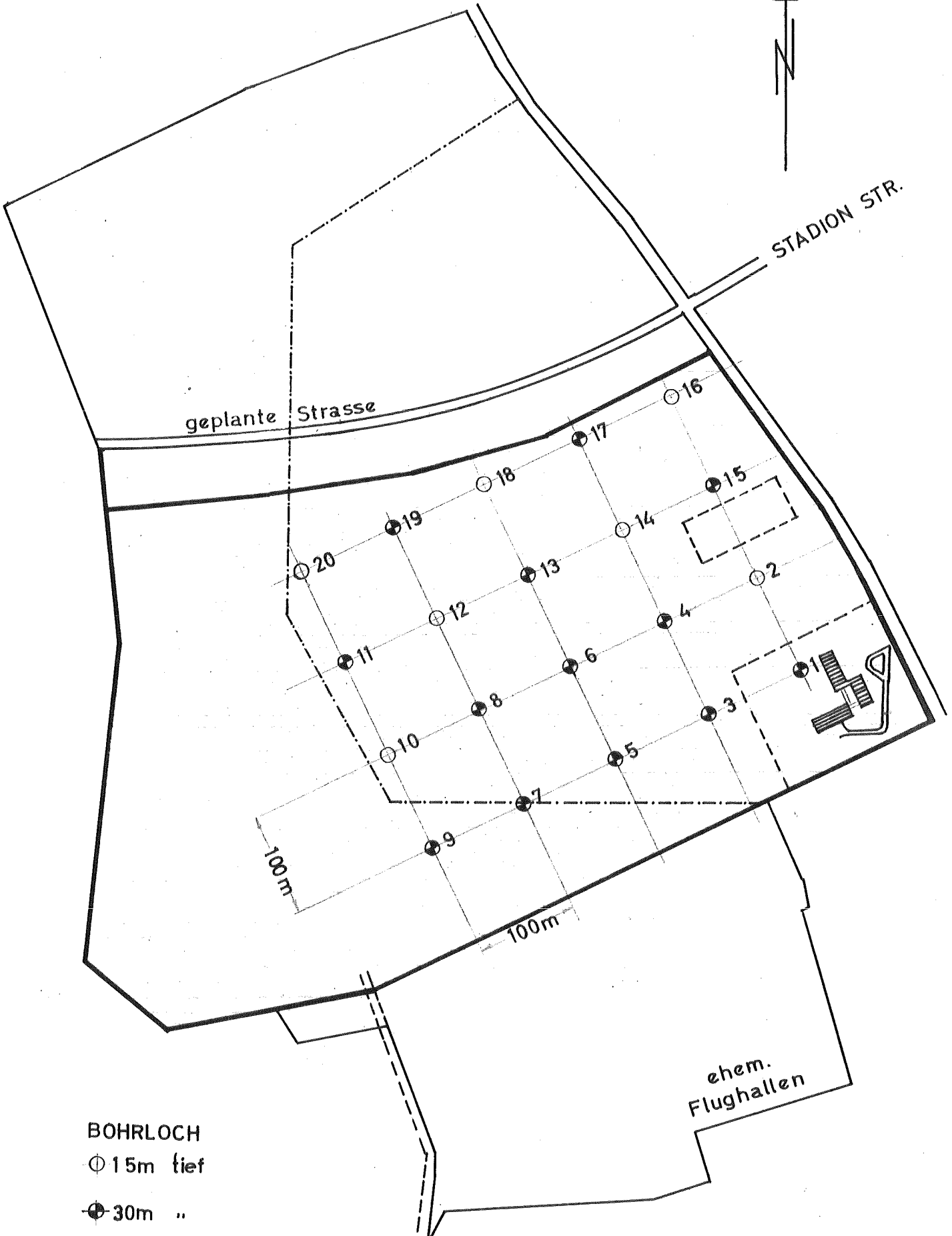
BOHR- u. GELÄNDEPLAN

1 : 5000



STADION STR.

geplante Strasse



BOHRLOCH

○ 15m tief

● 30m ..

ehem.
Flughallen

[Handwritten signature]
7.57

Eigenschaften des für den Bau des Beschleunigers mit Sicherheit zur Verfügung stehenden Platzes untersucht werden. Dieses Gebiet ist auf der Zeichnung nach Norden durch eine geplante Strasse, nach Westen und Süden durch eine eingezeichnete strichpunktierte Linie und nach Osten durch die Luruper Chaussee begrenzt. Zunächst wurden Verhandlungen über das ganze strichpunktiert eingerahmte Gebiet geführt. Sie sind jetzt so umgelenkt, dass, wegen der geplanten Strasse, der hervorgehoben eingerahmte Teil für das Forschungsvorhaben zur Verfügung gestellt werden soll. Die Bohrungen müssen ergeben, ob eine Verschiebung des vorgesehenen Bauplatzes nach Westen oder Norden notwendig ist. In letzterem Fall sind neue Abmachungen wegen des Fortfalles der geplanten Strasse erforderlich. Bodentemperatur- und Pegelmessungen des Grundwassers werden zuerst an der Bohrstelle 3 vorgenommen.

Messungen der relativen Bodenverschiebungen erfolgen, sobald der Platz für die Fundierung auf Grund der Bohrergebnisse festgelegt ist. Auch muss dann der Baugrund nochmals genauer untersucht werden. Hierfür wird der Abstand der Bohrlöcher voneinander auf 25 m verringert. Die Vermessung des Ringes von einem Bezugsmittelpunkt aus erfolgt mit Invardrähten bzw. -bändern. Winkel- und Kontrollmessungen werden mit optischen Messgeräten ausgeführt. Der Ring erhält an den Stellen, an denen er ausgehend vom Mittelpunkt mit Invardrähten - die in Kanälen gespannt sind - vermessen wird, Ausbuchtungen. Diese sind so dimensioniert, dass sowohl derartige Stellen untereinander, als auch diese Stellen zum Mittelpunkt hin optische Sicht haben. Die Anzahl dieser Punkte darf nicht zu nahe bei der Zahl der Betatronschwingungen pro Umlauf liegen. Für die Vermessungen, die äusserste Anforderungen an die Genauigkeit stellen, wurde das Geodätische Institut der TH München gewonnen. Die Erfahrungen von CERN wurden studiert und sie werden ausgenutzt. Die Vermessungen und der Aufbau einer Dauereinrichtung zur Kontrolle der Masse des Ringes sind unabhängig davon, wie auf Grund der Bodenuntersuchungen und späterer Überlegungen die Aufstellung des Ringes erfolgt.

3. Verschiedene Möglichkeiten der Aufstellung des Ringes und einiges über die Planung der Gebäude.

Überlegt man sich die Aufstellungsarten, die es für den Ring gibt, so kann man diese in drei Gruppen einteilen. Wir wollen Sie A starr, B halbstarr und C schwimmend nennen. Ihre Besonderheiten sollen weiter unten erläutert werden. Fragt man sich, warum überhaupt andere Möglichkeiten als die erprobten und üblichen diskutiert werden sollen, so findet man hierfür zwei Gründe: Erstens besteht die Möglichkeit, dass der Boden eine so teure Fundierung erforderlich macht, dass ein aussergewöhnlicher Weg gesucht werden muss und zweitens ist es nicht ausgeschlossen, dass man bei der Diskussion vieler Möglichkeiten auf eine einfache und billige, bisher übersehene Lösung stösst.

A. Zu dieser Gruppe wollen wir alle Aufstellungen zählen, bei denen Änderungen oder Verschiebungen des Fundamentes in ihrer ganzen Grösse oder in einem durch Hebelwirkung übertragenen Verhältnis den Ring oder Teile des Ringes verrücken. Es gibt nur die Möglichkeit der Nachjustierung. Alle Anforderungen, die gestellt werden, müssen vom Boden und der Verankerung im Boden erfüllt werden. Hierfür sind die verschiedensten Ausführungsmöglichkeiten z.B. in den Berichten von CERN, Brookhaven und Cambridge diskutiert und beschrieben. Es seien noch die wichtigsten Fehler vermerkt, die bei dieser Fundierungsform auftreten:

a) Änderungen im Fundament, b) Temperaturschwankungen und c) von aussen oder auf dem Ring angeregte mechanische Schwingungen. Ihre Vermeidung erfordert eine sehr stabile Gründung und keine Bodenverschiebungen, Temperaturstabilisierung für den Ring und seine Aufbauten auf etwa $\pm 1^\circ \text{C}$ und je nach der Möglichkeit des Auftretens von Schwingungen (sie lassen sich aus den Dimensionen und Materialkonstanten des Ringes ermitteln) eine Dämpfung.

B. Überlegt man sich, wie vielleicht einige der möglichen Fehler auszuschliessen wären, so liegt es nahe zu versuchen, die kritische Boden- und Fundamentierungsfrage zu erleichtern. Es gibt bereits eine Lösung (CERN), bei der ein starrer Ring so auf in den Boden eingelassenen

Pfeilern aufgehängt ist, dass Ausdehnungen, die durch kleine Temperaturschwankungen verursacht werden, gleichmässig über den ganzen Ring verteilt werden. Kleine horizontale Bewegungen der Pfeiler werden untersetzt und vertikale in ihrer ganzen Grösse übertragen. Ausgehend von diesem Prinzip stellt man fest, dass ein starrer Ring möglich ist, bei dem nach genügender Temperaturstabilisierung, bei ungenügendem Fundament nur noch senkrechte Veränderungen kritisch sind. Für diese gibt es die Möglichkeit, sie hydraulisch oder mittels eines Triebes automatisch auszugleichen. Die Frage nach einem Bezugspunkt oder wonach eingeregelt werden soll, lässt sich verhältnismässig einfach beantworten: In der Mitte des Ringes befindet sich eine optische Messvorrichtung (senkrechte Verschiebungen werden bei dem Ring ohnehin auf diese Art gemessen), die Messpunkte in Bezug auf ihre Höhenlage abtastet. Auf die Höhe, auf deren Niveau die meisten Punkte liegen, werden die abweichenden Sektoren eingeregelt. Bei dieser Anordnung können die Bestandteile auf dem Ring, für die die engen Toleranzen einzuhalten sind, in Bezug auf horizontale Bewegungen fest, für vertikale Verschiebungen aber voneinander unabhängig bewegbar montiert sein. Die Regelung kann weitgehend mit handelsüblichen Geräten, nämlich mit einem Einkanaldiskriminator und einem Zählwerk erledigt werden. Weitere Überlegungen, vor allem auch über die Preisfrage, müssen zeigen, ob eine derartige Aufstellung in Frage kommt.

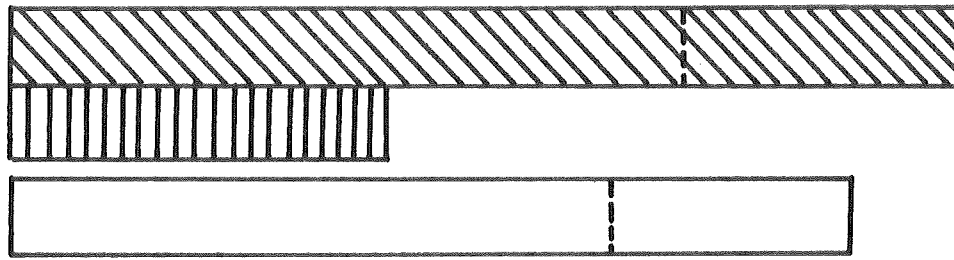
C. Der nächste Schritt zur weiteren Unabhängigkeit der Aufstellung des Ringes von Boden- und Fundamenteigenschaften wäre seine Ausbildung als Schwimmkörper. Die Überlegung, dass ein derartiges "Schiff" bei einer Breite von einem Meter nur etwa einen Meter Tiefgang hat, wenn es im Wasser schwimmt, lässt diesen Gedanken zunächst verlockend erscheinen. Da jedoch, um stabile Verhältnisse zu erhalten, das Metazentrum über dem Schwerpunkt liegen muss, ist wegen der Forderung leichter Zugänglichkeit aller Teile seine Geräumigkeit wohl wesentlich zu erweitern. Ein weiteres Problem sind die von aussen oder auf dem Ring erregbaren Schwingungen. Um sie unwirksam zu machen, kann man sich das "Schiff" in einer zähen Flüssigkeit schwimmend vor-

stellen. Der wesentlichste Punkt in der Überlegung, ob eine derartige Lösung sinnvoll ist, wird vermutlich die Preisfrage sein. Es wird gerade versucht, diese zu klären.

Da es notwendig ist, sich eine Vorstellung der Anordnung aller zu dem Beschleuniger gehörenden Bauten zu machen, wurde eine vergleichende Aufstellung der in Genf und Cambridge hierfür benötigten Grössen gemacht (s. Abb.). Die entsprechenden Hamburger Räume sind als Diskussionsgrundlage angenommen. Es werden verschiedene Anordnungen skizziert. Sie sollen vor allem im Hinblick auf die durchzuführenden Versuche überlegt werden. Hier spielen auch die Strahlenschutzprobleme eine Rolle, die mit Rücksicht auf das experimentierende und den Beschleuniger bedienende Personal bedacht sein müssen. Berechnungen, deren Grundlagen in Genf und Cambridge gemacht wurden, zeigen, dass für die volle Unschädlichmachung der Strahlung nach aussen - bei der Grösse des Platzes - eigentlich gar keine Abschirmung notwendig wäre. Selbstverständlich wird sie dennoch, unter anderem allein wegen der weiteren Verwendbarkeit des zur Verfügung stehenden Geländes, unter Zuhilfenahme aller vorliegenden Erfahrungen durchgeführt.

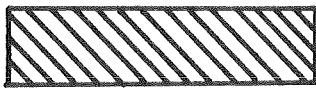
Eine weitere wesentliche Rolle spielt die Energieversorgung und die Verteilung des Stromes auf die einzelnen Verbraucher, denn zum Betrieb des Beschleunigers werden etwa 4 Megawatt benötigt.

EXPERIMENTIER-HALLEN



3155 qm (2230 + 925)
1255 qm
2800 qm (2000 + 800)

WERKSTÄTTEN



1040 qm



700 qm

MASCH.- u. TRAFU- STATIONEN



1146 qm (+670)



1370 qm



1200 qm

LINEAR BESCHLEUNIGER



700 qm



740 qm



750 qm

LABORRÄUME



3456 qm



1544 qm



2000 qm



PROJEKT HAMBURG
(DESY)



PROJEKT CAMBRIDGE
(LIVINGSTON)



PROJEKT GENF
(CERN)

Die bisherigen Untersuchungen über die Wahl der Parameter.

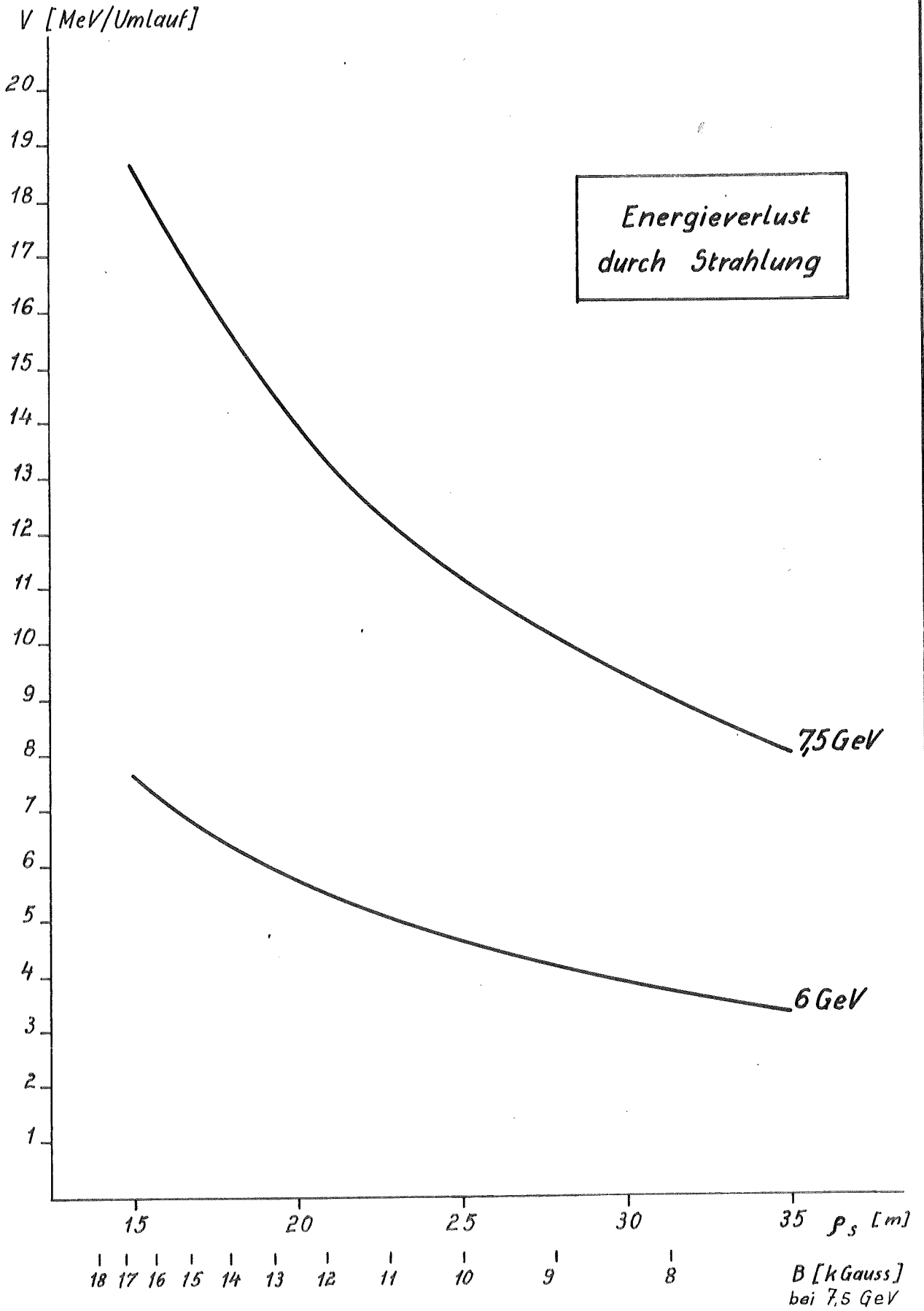
Das geplante Elektronen-Synchrotron soll die Beschleunigung von Elektronen auf eine Endenergie von 6 GeV ermöglichen. Die Verwendung der Fokussierung mit alternierendem Feldgradienten gestattet, den erforderlichen Querschnitt der Vakuumkammer auf ein Mindestmass herabzusetzen. Hierdurch vermindern sich die Kosten für den Magneten und seine Energieversorgung. Die Parameter der Maschine sollen so gewählt werden, dass eine Erhöhung der Endenergie auf 7,5 GeV allein durch Vergrößerung der Anlagen für die Energieversorgung des Magneten und des Hochfrequenzsystems grundsätzlich möglich ist. Aus dieser Forderung ergibt sich, dass der dieser Energie entsprechende Maximalwert des magnetischen Führungsfeldes nicht zu hoch liegen darf, da sonst der Bereich, in dem der Feldgradient den geforderten Wert hat, durch Sättigungserscheinungen in den Polschuhen zu stark eingeengt wird. Auch die durch die Abstrahlung in den Magnetsektoren bedingten Energieverluste lassen die Wahl eines kleineren Feldes günstig erscheinen; sie sind gegeben durch

$$V = 2,65 B W^3 \text{ keV/Umlauf ,}$$

hier ist W die Energie in GeV und B das zugehörige Magnetfeld in kGauss (s. Abb.).

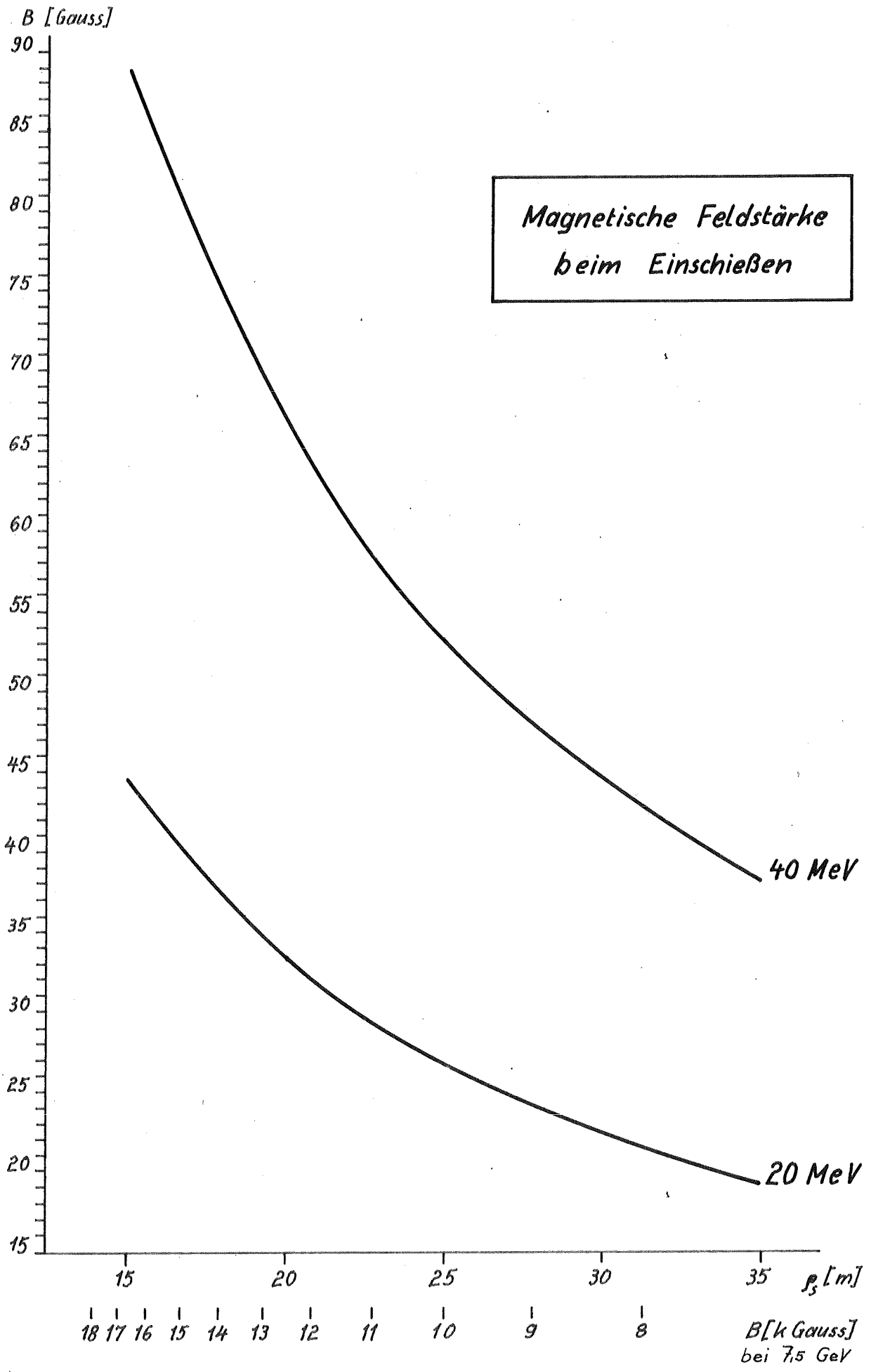
Bei einem Magnetfeld von 10 kGauss wird sich die Sättigung in den Polschuhen noch nicht stark bemerkbar machen. Bei 7,5 GeV ist der zugehörige Krümmungsradius ρ_s der Sollbahn 25 m und der Energieverlust pro Umlauf 11,2 MeV. Dieser Energieverlust ist durch die HF-Beschleunigung auszugleichen. Die Energie von 6 GeV wird bei einem Magnetfeld von 8 kGauss erreicht, der Strahlungsverlust beträgt hier 4,58 MeV. Die durch diese Strahlungsverluste bedingten hohen Anforderungen an das HF-System sind für das Elektronen-Synchrotron kennzeichnend, bei Protonenbeschleunigern tritt wegen der viel höheren Ruhemasse keine merkliche Abstrahlung auf.

Einer weiteren Verminderung der maximalen Feldstärke, die hiernach vorteilhaft erscheinen würde, steht neben den proportional zum Radius wachsenden Kosten für den Magneten und das Ringgebäude folgende Tatsache entgegen: Mit dem

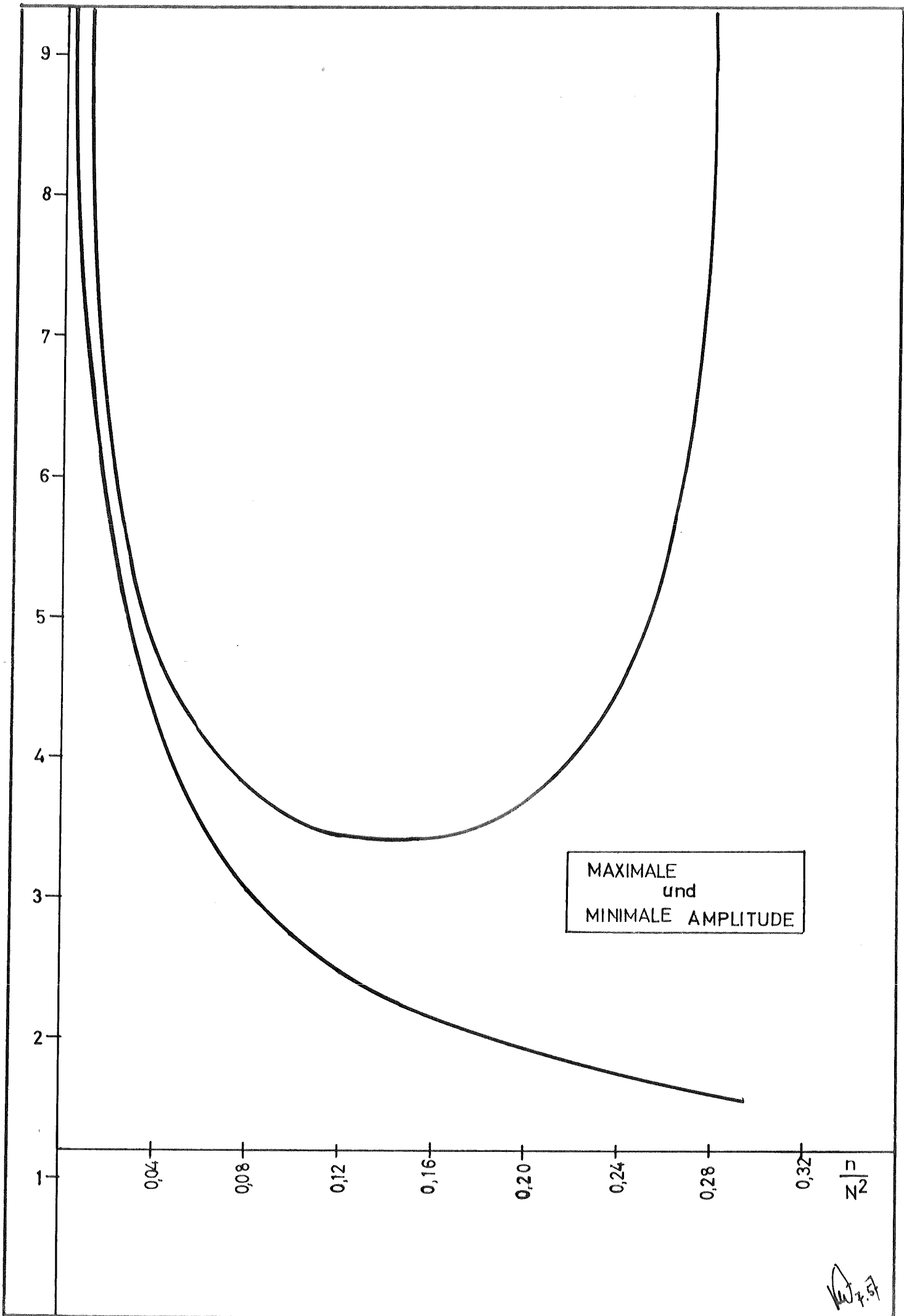


Maximalfeld fällt bei fester Einschussenergie auch das Feld beim Einschliessen ab (s. Abb.). Die durch die Schwankungen der Eigenschaften des Magnetmaterials bedingten Fehler des Führungsfeldes beim Einschliessen nehmen aber bei Annäherung an die Remanenz (etwa 6 - 10 Gauss) stark zu und setzen für dieses Feld eine untere Grenze. Für die Vorbeschleunigung soll ein Linearbeschleuniger mit einer Endenergie von 40 MeV verwendet werden, der von der Industrie geliefert werden soll. Dieser Energie entspricht bei einem Radius von 25 m ein Feld von 53 Gauss. Da ein wesentliches Unterschreiten dieses Wertes die Feldfehler zu gross werden lassen könnte, wurde der Radius von 25 m zunächst den weiteren Rechnungen zugrunde gelegt.

Der Bedarf an geraden Stücken in der Maschine liegt, wenn die Wellenlänge der Betatronschwingungen etwa $1/6$ des Umfanges beträgt, zwischen 90 und 100 m. Hierbei ist der Raumbedarf der Beschleunigungsstrecken, der Einrichtung zum Einlenken des Strahles, der Spulenköpfe sowie der Bedarf an Targets, Korrekturlinsen usw. berücksichtigt. Es erschien daher zweckmässig, den mittleren Radius R_s der Maschine versuchsweise auf 40 m festzulegen - die Gesamtlänge der geraden Stücke ist dann 94,23 m - und verschiedene mögliche Anordnungen mit diesem Radius auf ihre Eigenschaften zu untersuchen. Es wurden dabei zwei Anordnungsarten betrachtet. Bei der ersten liegen gleich lange, gerade Stücke in der Mitte aller fokussierenden und aller defokussierenden Sektoren, bei der zweiten nur in der Mitte der radial fokussierenden Sektoren. Für den relativen Feldgradienten wurde ein Wert von etwa $0,05 \text{ cm}^{-1}$ gewählt, der sich ohne grosse Schwierigkeiten verwirklichen lassen wird. Der Feldindex n ergibt sich hieraus mit $g_s = 25 \text{ m}$ zu 125. Zur Festlegung der Zahl der Feldperioden N in der Maschine wurden zunächst die auftretenden Betatronschwingungen in ihrer Abhängigkeit von N untersucht. Als geeignetes Mass für die Güte der Fokussierung ergibt sich die maximale Amplitude der Betatronschwingung bei festgehaltenem Steigungswinkel der Bahn beim Überschreiten des Sollkreises. Diese Grösse wird am besten in Abhängigkeit von n/N^2 aufgetragen (s. Abb.). Es zeigt sich, dass ein breites, ziemlich flaches Minimum in dieser Kurve auftritt. Für



9/8.57.76



Handwritten signature and date: 15.7.57

ein n von 125 entspricht dem Minimum für die erste Anordnung eine Zahl von etwa 30 Feldperioden. Für die zweite Anordnung liegt das Minimum etwas höher. Ein zu hoher Wert von N ist nicht sehr günstig, da für jede weitere Feldperiode etwa 1 m gerades Stück für die Spulenköpfe verbraucht wird, ausserdem sinkt die Länge des einzelnen geraden Stückes mit steigender Periodenzahl. Am günstigsten erscheint bei der ersten Anordnung eine Wahl von 27 Feldperioden. Die Länge des einzelnen geraden Stückes beträgt dann 1,75 m, wovon etwa 50 cm für die Spulenköpfe verbraucht werden. Die Anordnung der HF-Beschleunigungsstrecken könnte in diesem Falle so erfolgen, dass jedes dritte gerade Stück mit einer Beschleunigungsstrecke besetzt wird. In dem zur Verfügung stehenden Raum von etwa 1,25 m sollten sich bei einer Frequenz von ca. 500 MHz $4 \lambda / 2$ Resonatoren unterbringen lassen. Insgesamt würden somit 72 Resonatoren in der Maschine Platz finden. Bei einer Sollphase von 45° beträgt die notwendige Spitzenspannung der HF bei 6 GeV 6,48 MV, bei 7,5 GeV 15,8 MV, die durchschnittliche Feldstärke in den Resonatoren ist dann 0,29 bzw. 0,7 MV/m. Vergleicht man diese Werte mit den viel höheren Feldstärkewerten in Linearbeschleunigern (Stanford etwa 20 MV/m) so scheinen diese Anforderungen nicht zu hoch zu sein. Für die Maschine mit 27 Feldperioden wurde weiterhin das Stabilitätsdiagramm näher untersucht. (s. Abb.). Es ergibt sich für $n = 125$ als Zahl der Betatronschwingungen pro Umlauf 5,75, die maximale Amplitude der Betatronschwingungen ist 1,25 cm/mrad. Der Abstand zwischen den Mitten der benachbarten, zu ganz- und halbzahligen Resonanzen gehörenden Stoppbänder, wird am besten durch die Länge und Breite des zwischen diesen Stoppbändern liegenden Bereiches im Stabilitätsdiagramm gekennzeichnet. Diese betragen 10,8 bzw. 3,4 %, wenn man sie für $N = 27$ durch die mögliche Abweichung des Feldindex n von seinem Werte in der Mitte der Raute kennzeichnet. Die Energieunschärfe des aus dem Linearbeschleuniger in die Maschine eingeschossenen Strahls führt zu Synchrotronschwingungen, deren radiale Amplitude durch den maximalen momentum compaction factor α_{\max} bestimmt wird. Dieser hat in unserem Falle die Grösse 0,065 und führt bei einer

$\frac{n}{N^2}$

n

0.35
250

0.30
200

0.25
150

0.20
100

0.15
50

0.10

0.05

0.00

0.05

0.10

0.15

0.20

0.25

0.30

0.35

50

100

150

200

6

9

12

15

18

21

27

27

21

18

15

12

9

6

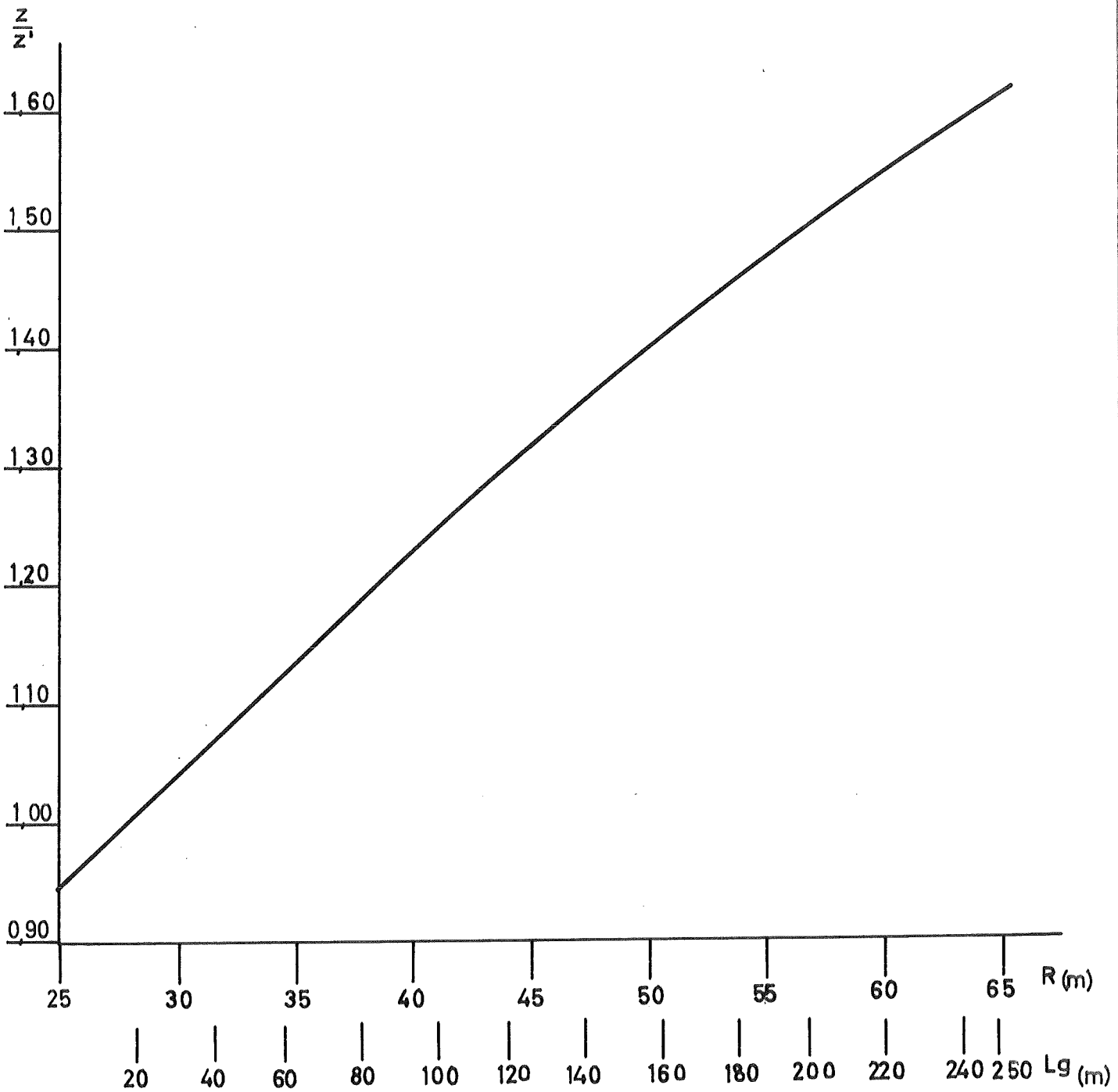
fofdod
N=27
 $\frac{R_s}{P_s} = 16$

Handwritten signature

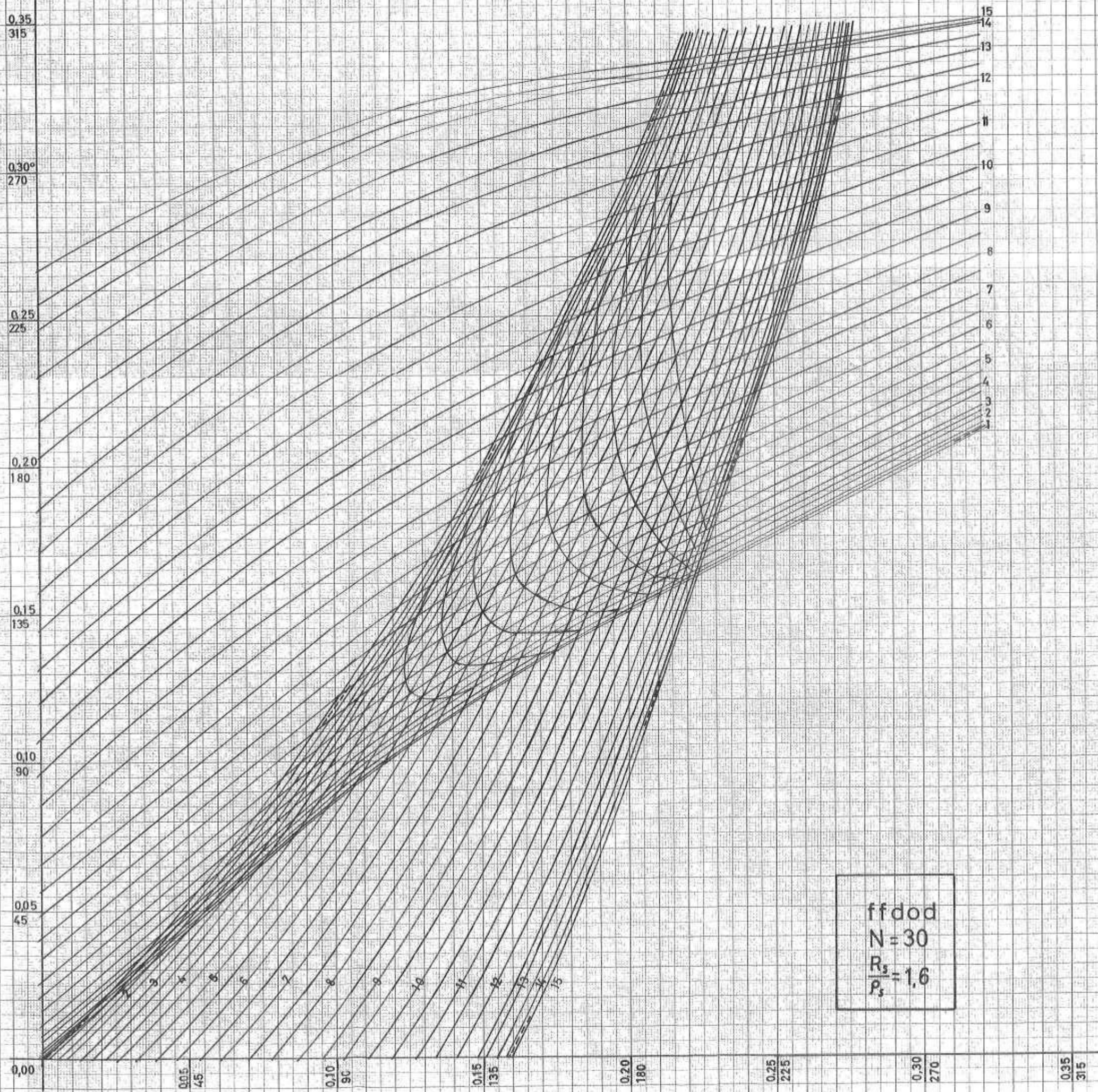
Energieunschärfe des eingeschossenen Strahles von 2,5 % zu einer Schwingungsamplitude von 4,1 cm.

Für die zweite Anordnung erscheint die Zahl von 30 Feldperioden am günstigsten. Hierfür ergibt sich bei einer Länge des geraden Stückes von 3,14 m eine Betatronschwingungsamplitude von 1,11 cm/mrad für die radiale und 1,36 cm/mrad für die axiale Schwingung. Die Zahl der Betatronschwingungen pro Umlauf ist für die radiale Schwingung 4,75, für die axiale Schwingung 5,75. Die Länge des brauchbaren Arbeitsbereiches ist 10,7 %, seine Breite 2,8 % (s. Abb.). Die Beschleunigungsstrecken würden in dieser Anordnung am besten in jedem zweiten geraden Stück angebracht werden, - auch hier liesse sich eine genügend grosse Anzahl von Resonatoren unterbringen. Der maximale momentum compaction factor ist um etwa $1/3$ grösser; er beträgt 0,086 und würde bei gleicher Energieunschärfe zu einer radialen Schwingungsamplitude von 5,4 cm führen.

Aus den oben geschilderten Untersuchungen lässt sich ein ungefähres Bild von der günstigsten, endgültig zu wählenden Anordnung gewinnen. Es ist geplant, als nächstes den Mindestquerschnitt der Vakuumkammer für eine Reihe von Anordnungen zu berechnen, die den gegebenen technischen Erfordernissen entsprechen. Für diese Berechnungen ist die Untersuchung zweier physikalischer Fragestellungen notwendig, die bereits in Angriff genommen sind. Es handelt sich hier um die Wirkung der Streuung der Elektronen an den Atomen des in der Vakuumkammer noch vorhandenen Restgases auf den Querschnitt des Strahles, sowie um die Rückwirkung der Abstrahlung der Elektronen auf ihre Bahnen im Synchrotron. Hierbei sind besonders die durch die quantenhafte Abstrahlung bedingten Effekte zu berücksichtigen. Die bisherigen Untersuchungen geben schon durchaus brauchbare Hinweise für die Wahl der endgültigen Anordnung, da alle für die Berechnung des erforderlichen Querschnittes der Vakuumkammer massgeblichen Grössen nur schwach von dem Verhältnis zwischen mittlerem Radius der Sollbahn und Krümmungsradius der Sollbahn in den Magnetsektoren abhängen; für die maximale Amplitude der Betatronschwingungen ergibt sich z.B. bei der ersten Anordnung die in der letzten Abbildung eingetragene Abhängigkeit.



L_g = gesamte Länge der geraden Stücke in m.
 R = mittl. Radius bei konst. Krümmungsradius
 der Magnetsektoren $\varrho = 25\text{m}$.
 $\frac{z}{z'}$ = Maximalamplitude in cm pro Milliradian.



Wt

Nach der Erledigung dieses Programmes wird es möglich sein, die in die Bauplanung eingehenden Grössen endgültig festzulegen.

Übersicht über die organisatorischen und finanziellen
Massnahmen im Rechnungsjahr 1957.

Ab 1. Dezember 1956 stellte die Hochschulabteilung Hamburg für das geplante DESY-Projekt eine Arbeitskraft für organisatorische und verwaltungstechnische Aufgaben zur Verfügung. Eine Schreibkraft kam Anfang Januar 1957 für die umfangreicher werdenden Arbeiten hinzu. Die Hauptaufgabe dieser ersten Arbeitsgruppe bestand darin, Kostenanschläge auszuarbeiten, einen für das Projekt geeigneten Platz in Hamburg zu finden, Personal anzuwerben, Sitzungen und Tagungen zu organisieren und die interessierten deutschen Stellen über den jeweils neuesten technischen Stand anderer Projekte z.B. CERN und Cambridge durch Berichte auf dem laufenden zu halten.

In dem Zeitraum vom 1. Januar 1957 bis 31.7.1957 wurden vom Bundesminister für Atomfragen für die vorbereitenden Massnahmen DM 100.000.-- zur Verfügung gestellt. Hiervon sind für nachstehende Zwecke folgende Beträge ausgegeben worden:

1. Für Personalkosten	DM 41.001.74
2. Allgemeine Geschäftsbedürfnisse	4.775.90
3. Kosten für Geräte, Apparate, Instrumente und Maschinen	8.409.75
4. Reisekosten für Teilnahme an Tagungen, für Vergütung von Reisekosten für Bewerber usw.	15.488.80
5. Sonstige Ausgaben wie Anzeigengebühren usw.	<u>4.299.83</u>

insgesamt also:DM 73.976.02
=====

Die Personalbesetzung ergibt am Stichtag 31.Juli 1957 folgendes Bild:

a) Theoretische Gruppe	3 Wissenschaftler 2 techn.Hilfskräfte
b) Magnet-Gruppe	2 Wissenschaftler
c) Hochfrequenz-Gruppe	1 Wissenschaftler 1 techn.Hilfskraft
d) Linearbeschleuniger	1 Wissenschaftler
e) Bau und Strahlenschutz	1 Wissenschaftler 1 techn.Hilfskraft

f) Regel-Technik	1 Wissenschaftler
g) Verwaltung	1 Verwaltungsleiter 2 Schreibkräfte

Das Durchschnittsgehalt für dieses Personal beträgt pro Monat DM 825.--.

Unter der Voraussetzung, dass die beim Bundesminister für Atomfragen und beim Senat der Freien und Hansestadt Hamburg beantragten 1,6 Millionen DM für das Rechnungsjahr 1957 noch im 3. Quartal freigegeben werden, sollen damit folgende Unkosten bestritten werden:

A. Bis zur Fertigstellung der in Bahrenfeld zu errichtenden Gebäude:

a) für Erschliessung des Geländes	DM	100.000.--
b) für Bodenbohrungen und statische Messungen am Standort der Maschine		30.000.--
c) für Ankauf und Errichtung von Gebäuden		400.000.--
d) für Installation im Institut		150.000.--
e) für die Einrichtung der Gebäude, jedoch ohne technische Geräte		50.000.--
f) für Erstausrüstung mit physikalischen und technischen Geräten		90.000.--
g) für Wohnraumbeschaffung		150.000.--
h) für Werkzeugmaschinen		150.000.--
i) für Geschäftsbedürfnisse		22.000.--
k) für Werkverträge		150.000.--
l) für Beschaffung eines VW Busses		8.000.--
		<hr/>
		DM 1.300.000.--

B. Nach voraussichtlicher Fertigstellung der Gebäude bis 1.1.1958 sind bis zum 31.3.1958 für nachstehende Zwecke noch DM 300.000.-- erforderlich.

1. Allgemeine Kosten	DM 151.500.--
2. Spezielle Kosten	106.000.--
3. Sonderkosten	42.500.--

zu 1. Allgemeine Kosten:

Unter allgemeinen Kosten (laufenden Kosten) werden Ausgaben für Gehälter, Sozial-Lasten, Reisekosten, Verwaltungskosten im weiteren Sinne, sowie ein Teil der Ausgaben für die Durchführung der eigentlichen Planungsarbeiten, nämlich Verbrauchs- und Materialkosten,

verstanden. Die zuletzt genannte Gruppe umfasst die Kosten für Kleinmaterial und kurzlebige Wirtschaftsgüter. Der Berechnung der allgemeinen Kosten wurden die im Rechnungsjahr 1956 bei der Proton-Synchrotron-Abteilung des Europäischen Instituts für Kernphysik (CERN) in Genf gemachten Erfahrungen und Ausgaben zugrunde gelegt. Diese Zahlen können als zuverlässige Richtwerte dienen, da in dieser Abteilung ein dem unseren weitgehend ähnliches Projekt durchgeführt wird.

zu 2. Spezielle Kosten:

In den unter diesem Titel angeführten Kosten sind enthalten Ausgaben für apparative Erstausrüstung der Laboratorien, sowie Kosten für zusätzliche allgemeine Ausstattungen.

zu 3. Sonderkosten:

In den laufenden Ausgaben (Allgemeine Kosten) sind nicht enthalten die Ausgaben, die durch die Bewirtschaftung der Gebäude und Fahrzeuge entstehen. Zu diesen Bewirtschaftungsausgaben zählen Kosten für die Versorgung der Gebäude mit Strom, Gas und Wasser, Heizungskosten usw. Ausserdem sind hierin enthalten die Kosten für Tagungen, sowie für Beratungen und die Erstellung von Gutachten.

Für das Rechnungsjahr 1958 ist inzwischen ebenfalls ein Budget ausgearbeitet worden.