

Schweizerische Bauzeitung

Les Laboratoires du CERN, Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, à Genève

Schweizerische Bauzeitung, Vol.72 (1954)

PDF erstellt am: Feb 1, 2010

Nutzungsbedingungen

Mit dem Zugriff auf den vorliegenden Inhalt gelten die Nutzungsbedingungen als akzeptiert. Die angebotenen Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre, Forschung und für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrücke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und unter deren Einhaltung weitergegeben werden. Die Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Konsortiums der Schweizer Hochschulbibliotheken möglich. Die Rechte für diese und andere Nutzungsarten der Inhalte liegen beim Herausgeber bzw. beim Verlag.

SEALS

Ein Dienst des *Konsortiums der Schweizer Hochschulbibliotheken*
c/o ETH-Bibliothek, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz

retro@seals.ch

<http://retro.seals.ch>

Les Laboratoires du CERN, Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire, à Genève

DK 061.6:539.17

C'est à la Conférence Européenne de la Culture tenue à Lausanne en décembre 1949, sous les auspices du Mouvement Européen, que fut lancée l'idée de créer des laboratoires scientifiques européens.

Au stade actuel des recherches en physique nucléaire, les accélérateurs existant en Europe sont insuffisants pour produire les énergies requises. Ces recherches nécessitent en effet l'utilisation de machines qui produisent des faisceaux d'atomes, animés de très grandes vitesses pouvant provoquer la dissociation des particules du noyau. Or, la plus petite de ces machines coûte plusieurs millions de francs suisses, tandis qu'un accélérateur moderne de l'importance souhaitée coûte plusieurs dizaines de millions, dépense parfois difficile à assumer pour un seul pays. Ajoutons que la complexité des recherches dans ce domaine exige de plus en plus la collaboration, le travail d'équipe de tous les meilleurs spécialistes. C'est pourquoi, en conclusion, la Conférence Européenne de la Culture, considérant:

«Que la coopération des nations de l'Europe pour la recherche dans les sciences de la nature et les sciences humaines exerce une profonde influence sur l'union des esprits et le développement de la conscience européenne», recommandait

«Que les organismes nationaux pour la recherche existant actuellement embrassent l'ensemble des sciences de la nature et des sciences humaines et que des organismes semblables soient créés dans les pays où ils n'existent pas encore»;

«Que pour assurer l'indépendance des savants et l'influence de leurs découvertes sur la culture, ces organismes soient dotés d'un budget suffisant et jouissent d'une gestion autonome»;

«Que les directeurs de ces institutions se réunissent périodiquement en vue d'établir entre eux une collaboration constante»;

considérant d'autre part,

«Que certaines recherches scientifiques exigent des moyens d'action qui dépassent les possibilités nationales et exigent une collaboration européenne», recommandait

«La création d'Instituts européens spécialisés en liaison étroite avec les organismes nationaux correspondants et avec ceux de l'Unesco».

«Comme application caractéristique des principes énoncés dans la présente résolution, la Commission propose de mettre à l'étude la création d'un Institut de Science Nucléaire orienté vers les applications à la vie courante.»

La proposition fut reprise par le professeur I. I. Rabi (Etats-Unis) en juin 1950, lors de la Conférence Générale de l'Unesco, à Florence, et une résolution fut adoptée qui chargeait le Directeur général de cette institution d'encourager la création de laboratoires et de centres de recherches régionaux «afin qu'une collaboration plus étroite et plus fructueuse s'établisse entre les hommes de science des différents pays... dans des domaines où les efforts déployés isolément par un quelconque pays de la région intéressée ne sauraient permettre d'y parvenir».

En novembre 1951, un groupe d'experts venus de huit pays européens réunis dans le cadre de l'Unesco établirent un programme technique. Ils recommandaient la constitution d'un organisme international provisoire doté d'un budget d'environ 1 million de francs suisses pour une durée de 15 à 18 mois. Cet organisme aurait pour but d'établir des plans techniques détaillés et des projets de budgets qui permettraient ensuite aux Etats européens de constituer s'ils le voulaient un organisme définitif doté d'un budget considérable.

Ces propositions furent approuvées par une conférence à laquelle participèrent 12 pays européens et, le 15 février 1952, l'accord portant création d'un Conseil de représentants d'Etats européens pour l'étude des plans d'un laboratoire international était signé à Genève.

Le Conseil tint sa première session à Paris au moment de l'entrée en vigueur de la Convention (2 mai 1952). Il organisa des groupes spécialisés d'études et nomma ses premiers fonctionnaires internationaux.

La première manifestation de l'activité du Conseil fut l'organisation en juin 1952, à Copenhague, d'une conférence scientifique internationale devant permettre un échange de vues général afin de mettre en lumière les problèmes qui pourraient être le plus utilement étudiés dans le cadre d'une coopération internationale. Les résultats de cette conférence ont fourni des directives générales aux groupes d'études.

Quatre emplacements furent proposés pour le futur laboratoire: Arnhem, Copenhague, Genève, Paris. C'est à la troisième session qui se tint à Amsterdam en octobre 1952 qu'à la suite d'une discussion serrée, le site de Genève fut adopté à l'unanimité.

Les groupes présentèrent leurs rapports à la session d'avril 1953 (Rome), ce qui permit au Conseil de proposer une spécification du laboratoire et des machines dont disposerait la future organisation définitive sur la base d'un budget de 120 millions de francs suisses répartis en sept ans. Les observateurs anglais prirent une part très active aux travaux et offrirent à l'organisation préliminaire le concours de tous leurs experts en organisation scientifique.

La convention créant l'organisation définitive fut signée le 1er juillet 1953 dans les salons du Quai d'Orsay, à Paris.

A côté d'un personnel permanent, expérimenté, le laboratoire engagera des savants pour une courte durée (un ou deux ans), afin de renforcer les échanges avec les institutions nationales. L'effectif total sera d'environ 300 personnes dont 75 seront des savants et techniciens hautement qualifiés. Ce chiffre ne comprend pas les boursiers ou les stagiaires qui seront envoyés pour des séjours relativement courts par leurs institutions nationales.

Tout le travail expérimental effectué au laboratoire sera du domaine de la physique des hautes énergies dans le cadre des deux accélérateurs. Le but de l'organisation est d'assurer la collaboration entre Etats européens pour les recherches nucléaires de caractère purement scientifique et fondamental ainsi que pour d'autres recherches en rapport essentiel avec celles-ci (Convention, article 2, par. 1). Les travaux se feront par équipes, composées de savants et techniciens de nationalités différentes. Les résultats des travaux théoriques et expérimentaux seront publiés.

Le Conseil est composé de deux délégués au plus de chaque Etat Membre, lesquels peuvent être accompagnés aux réunions du Conseil par des conseillers. Chaque Etat Membre dispose d'une voix au Conseil. Le Conseil nomme un Directeur à la majorité des deux tiers de tous les Etats Membres pour une période déterminée. Pour la première période est proposé M. F. Bloch, actuellement professeur à l'Université de Stanford (Californie).

Les pays suivants sont Etats Membres du CERN: Allemagne, Belgique, Danemark, France, Grande-Bretagne, Grèce, Italie, Norvège, Pays-Bas, Suède, Suisse, Yougoslavie.

Die wissenschaftlichen Aufgaben des CERN

Von Prof. Dr. Paul Scherrer, ETH, Zürich

Das Institut, welches vom «Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire» in Genf errichtet werden soll, befasst sich mit wissenschaftlichen Untersuchungen über die Struktur der Materie, insbesondere über das Wesen und das Verhalten der Elementarteilchen, aus denen die Materie aufgebaut ist. Es handelt sich dabei nicht um Atomphysik der gewohnten Art; die Forschungen in Genf werden mit Kernprozessen, wie sie sich z. B. im Atomkraftwerk abspielen, überhaupt nichts zu tun haben. Es handelt sich um Erforschung atomarer Vorgänge, die sich in einem ganz andern Energiebereich abspielen als diejenigen, welche bei Kernreaktionen und künstlichen Atomumwandlungen vorkommen. Während die gewöhnliche Kernreaktion mit Energiefreisetzung in der Grössenordnung von 10 bis 20 Millionen Elektronenvolt verbunden ist, soll in Genf im Gebiet der Höchstenergien gearbeitet werden, mit denen man selbst die einzelnen Kernbausteine, die Protonen und die Neutronen, zu neuartigen Reaktionen anregen kann, und durch welche man Näheres

über ihren Aufbau zu erfahren hofft. Um den Teilchen die nötigen enorm hohen Energien mitzutellen, sollen in Genf zwei Beschleunigungsapparate aufgestellt werden, ein Synchrocyclotron, das Protonen auf 600 Millionen Elektronenvolt beschleunigt, und ein Synchrotron, das diese Kernbausteine auf 25 Milliarden Elektronenvolt beschleunigen wird. Beide Maschinen sollen die grössten ihrer Art sein, und man hofft, mit diesen gigantischen Apparaten sehr viel Neues über die Natur der Materie zu erfahren, die unsern Kosmos aufbaut.

Bis vor wenigen Jahren glaubte man, dass sich das Naturgeschehen, soweit es die leblose Materie betrifft, durch die Wechselwirkung weniger Elementarteilchen und die zu diesen gehörigen Kraftfelder beschreiben lasse. Als solche Elementarteilchen betrachtete man die Lichtquanten, die Elektronen und die Partikeln, welche die Atomkerne aufbauen, die Protonen und die Neutronen. Untersuchungen an der kosmischen Strahlung zeigten aber das Vorhandensein von sogenannten Mesonen, einer ganzen Reihe neuartiger Teilchen, deren Eigenschaften noch sehr wenig bekannt sind. Es ist heute als sicher zu betrachten, dass die Mesonen in beliebiger Menge erzeugt werden können, genau so wie man Licht oder Radiowellen in beliebiger Menge erzeugen kann.

Maxwell hat 1864 auf Grund theoretischer Überlegungen über die Natur des elektromagnetischen Feldes die Radiowellen vorausgesagt; er hat erkannt, dass die oszillatorische Bewegung elektrischer Ladung zur Aussendung von elektromagnetischen Wellen führen muss. Je nach der Frequenz handelt es sich um Radiowellen, Licht oder Röntgenlicht. Erst 1879, also 15 Jahre später, gelang es H. Hertz, die Maxwell'sche Theorie experimentell nachzuprüfen, indem er Radiowellen herstellte, also jene Wellen, welche heute eine so grosse Rolle in der Übermittlungstechnik spielen. Heute ist die Maxwell'sche Theorie durch die Planck'sche Quantentheorie verfeinert. Die Physiker haben erkannt, dass jedem Kraftfeld charakteristische Korpuskel zugeordnet sind. Im Falle des elektromagnetischen Feldes sind diese zugeordneten Korpuskel die Photonen oder Lichtquanten; diese können sich vom strahlenden Elektron ablösen und sich in ihren Wirkungen wie kleine, mit Masse begabte Teilchen verhalten.

Aus Versuchen mit Atomkernen wissen wir, dass zwischen den Bausteinen der Kerne, den Protonen und Nucleonen, äusserst starke anziehende Kräfte vorhanden sind; diese Kräfte geben Anlass zu den enormen Energie-Umsetzungen, mit welchen wir es bei Kernreaktionen zu tun haben. Die Kräfte zwischen den Kernbestandteilen, den Nucleonen, sind aber anderer Art als die elektrischen Kräfte, die zwischen geladenen Teilchen auftreten; sie befolgen ein anderes Kraftgesetz; namentlich wirken sie nur auf relativ kurze Distanzen. Im einzelnen sind uns diese Kernkraftfelder sehr wenig bekannt, und sie müssen unbedingt erforscht werden, wenn wir die Materie verstehen wollen. Zu diesem Nucleonfeld gehören sicher Teilchen, die, wie im elektrischen Feld die Photonen, dem Kraftfelde zugeordnet sind. Auf Grund quantentheoretischer Betrachtungen hat Yukawa vermutet, dass dem Nucleon-Kraftfeld zugeordneten Partikel Mesonen sein müssen. Tatsächlich gelingt es, Protonen oder Neutronen durch Energiezufuhr genau so zur Mesonenemission anzuregen, wie man das Elektron durch Energiezufuhr zur Ausstrahlung von Lichtquanten anregen kann. Diese Mesonenstrahlung ist noch kaum untersucht, denn man kann mit den spärlich auftretenden Mesonen, welche man in der kosmischen Strahlung vorfindet, kaum experimentieren, und künstliche Mesonen werden erst seit kurzer Zeit in den grossen amerikanischen Maschinen hergestellt. Die wenigen Experimente, welche vorliegen, zeigen aber schon, dass die Mesonenstrahlung sehr viel verwickelter ist als die elektromagnetische Strahlung; man kennt heute schon etwa zehn verschiedene Mesonenarten, welche sich ganz verschieden verhalten.

Die Erzeugung von Mesonenstrahlung führt uns in ein völlig neues Forschungsgebiet, das vergleichbar ist mit der Erzeugung der ersten Radiowellen. Wir erwarten von der Erforschung der Mesonenstrahlung grundlegende Aufschlüsse über die Natur der noch fast unbekanntesten Kernkräfte, die für die spätere Anwendung der Atomenergie für zivile Zwecke fundamental sein werden. Ob diese Mesonenstrahlung als solche direkte technische Anwendung finden wird, ist völlig ungewiss.

Es besteht nun zwischen der Erzeugung von Lichtquanten und der Erzeugung von Mesonen ein grundlegender Unter-

schied. Die Lichtquanten sind Teilchen ohne Ruhemasse; sie sind daher leicht und mit sehr kleinen Energiebeträgen zu erzeugen. Die Ruhemasse der am häufigsten anzutreffenden Mesonen (der sog. π -Mesonen) beträgt aber etwa 300 Millionen Elektronenvolt. Es ist also nicht möglich, solche Partikel zu produzieren, ohne dem Nucleon einen Energiebetrag von dieser Grösse zuzuführen. Um diese enormen Energiekonzentrationen herzustellen, sind die grossen Maschinen nötig, welche in Genf gebaut werden sollen. Leider gibt es keinen andern Weg, der uns die Erforschung dieser enorm starken kurzreichweitigen Kernkraftfelder ermöglicht.

Die Mesonen sind Partikel mit ausserordentlich bemerkenswerten Eigenschaften; sie sind alle instabil und wandeln sich, nachdem sie zur Ruhe gekommen sind, in andere Teilchen um. Es scheint auch, dass alle diese Mesonen sowohl elektrisch geladen als auch neutral vorkommen. Viele Mesonen reagieren ausserordentlich stark mit Atomkernen, in die sie eindringen und die sie zur Verdampfung bringen, andere Mesonen wieder haben praktisch keine Wechselwirkung mit Nucleonen.

Alle Physiker, welche sich mit der Struktur der Materie befassen, stehen unter dem Eindruck, dass sich hier eine Welt von Erscheinungen auftut, die uns vor einigen Jahren noch völlig verschlossen war und die für das Verständnis der Materie fundamental ist. Ohne die Kenntnis des Mesonenfeldes ist eine exakte Beherrschung der Kernkräfte unmöglich. Der Weg zu diesen Erkenntnissen führt leider über die grossen Maschinen, die für das Genfer Institut projektiert sind. Diese Maschinen sind so kostspielig, dass die einzelnen europäischen Staaten nicht gewillt sind, die grossen Geldmittel, die zu ihrem Bau nötig sind, auszugeben. Einzig Amerika, das ja zurzeit jährlich Millionenbeträge für die Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Kernphysik auswirft, kann solche Maschinen bauen. Bis jetzt befindet sich ein Kosmotron für 2,5 Milliarden Elektronenvolt im Betrieb (Brookhaven), ein Bevatron für 6 Milliarden Elektronenvolt, zwei Cyclotrons für 400 Millionen Elektronenvolt (Chicago, Berkley) und in der Grössenordnung von 300 Millionen Elektronenvolt sind eine ganze Reihe von Maschinen in Funktion.

Es ist klar, dass sich die europäischen Staaten sehr anstrengen müssen, wenn sie auf diesem neuen, bedeutsamen Resultate versprechenden Gebiete mitarbeiten und es nicht ganz den Amerikanern überlassen wollen.

Der «Conseil» hat Prof. E. Amaldi, Rom, als Generalsekretär gewählt. Er bildete Arbeitsgruppen, die sich mit der Projektierung der Laboratorien befassen. Aus ihren Berichten geht hervor, dass in allen Gruppen sehr gute Arbeit geleistet worden ist:

1. Die Synchrocyclotrongruppe, die unter Leitung von Prof. C. J. Bakker (Amsterdam) arbeitet, hat das Projekt für die 600 MeV-Maschine praktisch fertig gestellt, so

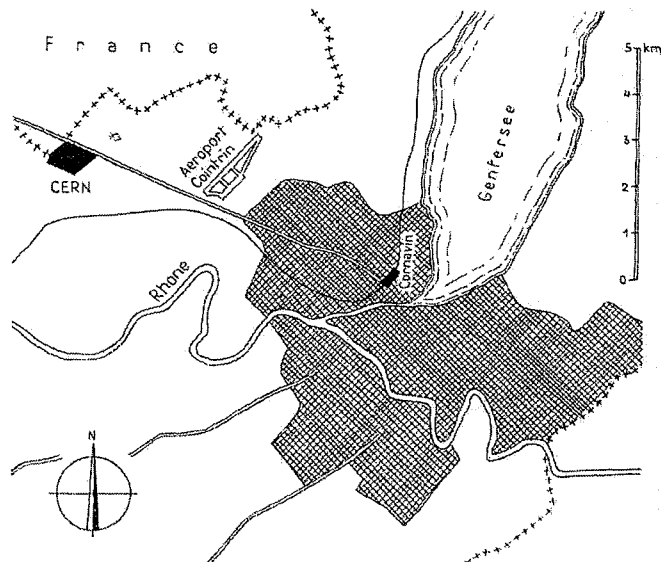


Bild 1. Die Lage der CERN-Laboratorien im Kanton Genf, Massstab 1:150 000

Fig. 1. Laboratoires du CERN, plan de situation 1:150 000

das die Maschine heute in Auftrag gegeben werden kann. Einige besonders schwer zu beurteilende Neuerungen an der Maschine wurden in für diesen Zweck gebauten Versuchsanlagen experimentell ausprobiert. Um noch gewisse Einzelheiten über den Verlauf des Magnetfeldes im grossen, über 3000 t Eisen enthaltenden Magneten abzuklären, ist ein Modellmagnet im Masstab 1:10 gebaut worden. Nach der vorgelegten Zeittafel wird der Bau dieser Maschine, vom Moment der Bestellung der Bestandteile an gerechnet, 3 Jahre und 3 Monate erfordern.

2. Der Bericht der Protonsynchrotrongruppe, die von O. Dahl (Belgien) und J. Adams (Harwell) geleitet wird, zeigt, dass die Projektierung der 25-Milliarden-Volt-Maschine grosse theoretische Vorarbeiten erforderte. Es war sehr schwierig, mit Sicherheit die Bedingungen für die Stabilität der Teilchenbahnen im etwa 600 m langen und nur 8 cm weiten Beschleunigungsrohr anzugeben. Die Länge des Weges, den ein Teilchen bis zur Erreichung der vollen Geschwindigkeit zurücklegt, beträgt etwa 400 000 km. Während dieser Zeit muss es durch ein, sich genau mit der Geschwindigkeit synchron änderndes, magnetisches Führungsfeld auf der Bahn gehalten werden. Es war lange Zeit nicht sicher, ob sich die Teilchen mit der nötigen Präzision auf der vorgeschriebenen Bahn auch tatsächlich werden halten lassen und ob der enorme Magnet von 200 m Durchmesser sich überhaupt genügend genau würde bauen und waagrecht stellen lassen. Die

besten Fachleute für den Bau grosser Beschleuniger, wie die Arbeitsgruppe, die in Harwell das grosse Cyclotron gebaut hatte, Dr. Blewett, der Konstrukteur des Brookhaven-Kosmotrons u. a., arbeiteten an diesem Projekt mit. Es war lange Zeit unsicher, ob sich eine solche Maschine überhaupt würde bauen lassen. Die Realisierbarkeit scheint aber jetzt gesichert zu sein, und die Gruppe ist dabei, die Detailpläne auszuarbeiten. Versuche über die Form des Magnetfeldes und über das Hochfrequenzbeschleunigungsfeld sind in Genf im Gange. Ein Linearbeschleuniger für 50 Millionen Volt, der dazu dient, die Teilchen in die Maschine einzuspritzen, ist ebenfalls studiert. Die Berechnung der Schutzvorrichtungen gegen Streustrahlung, die zur Abschirmung 6 m dicke Betonwände erfordern, ist ebenfalls abgeschlossen. Die Bauzeit für die Maschine wird leider immer noch mit 6 Jahren angegeben.

3. Die Laboratoriumsgruppe projiziert die Gebäude mit den Experimentierausrüstungen sowie alle Hilfseinrichtungen und studiert die Organisation des Laboratoriums. Ueber die architektonische Seite der Bauten berichtet in diesem Heft Dr. R. Steiger, den der «Conseil» zum Chef-Architekten ernannt hat. Die Leitung dieser Gruppe, deren Arbeiten sehr weit fortgeschritten sind, untersteht Prof. L. Kovarski, Paris, und Prof. Dr. P. Preiswerk in Zürich.

4. Die theoretische Gruppe, die unter der Leitung von Prof. Niels Bohr in Kopenhagen steht, hat verschiedene Aufgaben zu erfüllen: Sie soll einerseits eine Schule von

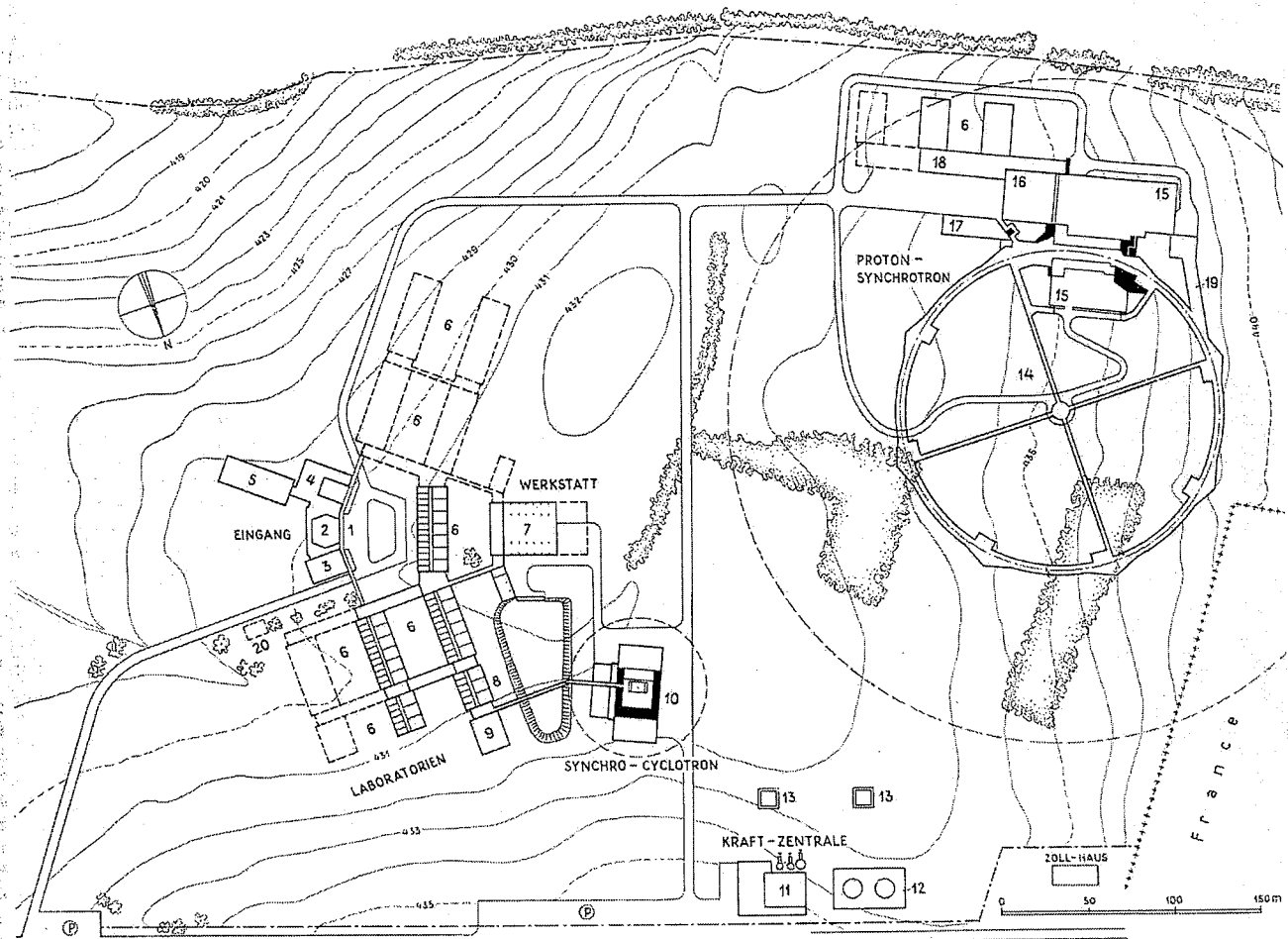


Bild 2. CERN-Laboratorien, Lageplan 1:4000

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1 Eingang | 10 Synchro-Cyclotron |
| 2 Hörsaal | 11 Kraftzentrale |
| 3 Bibliothek | 12 Oeltanks |
| 4 Restaurant | 13 Kühltürme |
| 5 Theoretische Laboratorien und Verwaltung | 14 Magnetring des Proton-Synchrotrons |
| 6 Laboratorien | 15 Experimentierhallen |
| 7 Zentrale Werkstatt | 16 Werkstatt des Proton-Synchrotrons |
| 8 Werkstatt für das Synchro-Cyclotron | 17 Generatorenraum |
| 9 Kontrollstation für das Synchro-Cyclotron | 18 Theoretische Laboratorien |
| | 19 Linear-Accelerator |

Fig. 2. Laboratoires du CERN, plan de situation 1:4000

- | | |
|---|--|
| 1 Entrée | 10 Synchro-Cyclotron |
| 2 Auditoire | 11 Centrale |
| 3 Bibliothèque | 12 Citernes |
| 4 Restaurant | 13 Réfrigérants |
| 5 Laboratoires théoriques et Administration | 14 Aimant circulaire du Proton-Synchrotron |
| 6 Laboratoires expérimentaux | 15 Salles d'expériences |
| 7 Atelier central | 16 Atelier du Proton-Synchrotron |
| 8 Atelier pour le Synchro-Cyclotron | 17 Générateurs |
| 9 Station de contrôle pour le Synchro-Cyclotron | 18 Laboratoires théoriques |
| | 19 Accélérateur linéaire |

theoretischen Physikern heranziehen, an denen in Europa grosser Mangel besteht, weil fast alle guten Theoretiker (Fermi, Weisskopf, Teller, Bethe, Wentzel usw.) nach Amerika gegangen sind. Andererseits soll diese Gruppe untersuchen, welche Probleme geeignet sind, mit den grossen Maschinen bearbeitet zu werden. Weiter soll sie die Experimentalphysiker bei den schwierigen Experimenten theoretisch beraten. Eine weitere Aufgabe dieser Gruppe besteht in der Ueberwachung der Cooperation mit andern Institutionen, die auf dem Gebiet der hohen Energien arbeiten und deren Zusammenarbeit mit dem Genfer Institut erwünscht ist. Für solche Cooperation kommen die Arbeiten auf dem Gebiete der kosmischen Strahlung in Betracht, die namentlich in Italien zurzeit sehr gefördert werden. (Die italienische Regierung hat für diese und für atomphysikalische Arbeiten einen laufenden jährlichen Kredit von 3 Mio Schweizerfranken ausgesetzt.)

Für die theoretische Gruppe und für die «Cooperationen», die sie veranlassen wird, sollen von den Mitteln, die dem CERN zur Verfügung stehen, in den ersten Jahren etwa 6 % verwendet werden. Die theoretische Physik, die von der theoretischen Gruppe gepflegt wird, war an den Fortschritten der Physik in Europa immer in hohem Masse beteiligt; man denke nur an die Maxwell'sche Theorie des elektromagnetischen Feldes, an die Planck'sche Quantentheorie und an die de Broglie-Schrödinger-Heisenberg'sche Wellenmechanik, ohne die der enorme Fortschritt auf dem Gebiet der Struktur der Materie ganz undenkbar wäre.

Es ist erfreulich zu sehen, mit welcher Begeisterung und mit welchem Erfolg die vier Gruppen tätig waren. In relativ kurzer Zeit haben sie baureife Projekte für diese schwierigen Maschinen und komplizierten neuen Anlagen vorgelegt.

Es ist sicher, dass das Genfer Institut, wenn es einmal arbeitet, sich zu einem wissenschaftlichen Weltzentrum entwickeln wird, von dem man Entdeckungen und Fortschritte von grösster Tragweite erwarten darf.

Ueber die Bauten des CERN

Chefarchitekt Dr. R. Steiger, Bureau Haefeli, Moser, Steiger, Zürich; Mitarbeiter P. Steiger, Beratender Architekt P. Herbé, Paris; Ingenieurarbeiten: Ing. C. Hubacher mit Ingenieur-

bureau Fietz & Hauri, Zürich; Mitarbeiter für die örtliche Bauleitung: H. Lesemann und J. Erb, Architekten, Genf.

1. Allgemeines

Im Sommer 1952 wurden Ing. C. Hubacher und Arch. Dr. R. Steiger als beratende Fachleute für den baulichen Teil des geplanten europäischen Kernphysikinstitutes zugezogen. Baumumfang, Bauprogramm und die Ausmasse der grossen Acceleratoren waren damals nur in grossen Zügen bekannt. Die ersten Projekte bezogen sich auf ein Gelände in Holland. Bis zum Sommer 1953 klärten sich Organisation und Finanzierung des CERN ab; als Ort wurde Genf gewählt, und das Projekt gewann in seinen Einzelheiten bestimmtere Gestalt. Die Studien für das Cyclotron waren inzwischen von den Physikern sehr gefördert worden und das Proton-Synchrotron wurde in seinem Durchmesser, der von anfänglich etwa 100 m auf 150 m, dann auf 300 m gewachsen war, mit etwa 200 m festgelegt. Am 1. August 1953 wurde ein erster Projektierungsvertrag für einen Teil der Bauten abgeschlossen, in dem äusserst kurze Planungsstermine enthalten waren. Am 15. März 1954 erfolgte ein Auftrag für die Pläne für die gesamten Bauten. Bereits am 17. Mai 1954 begann man mit den Strassenbauarbeiten zur Erschliessung des Baugeländes und am 26. Juli mit dem Erdaushub für das Cyclotron.

2. Das Baugelände

Der Bauplatz liegt etwa 7 km in nordwestlicher Richtung vom Zentrum der Stadt Genf entfernt, an der Hauptstrasse nach Lyon, zwischen Meyrin und der französischen Grenze, in der Nähe des Flugplatzes Cointrin. Seine Grösse beträgt 500 m auf 750 m oder rd. 375 000 m². In dem zur Bebauung vorgesehenen Teil ist er leicht gegen Süden geneigt. Festgelagerte Grundmoräne und Molasse-Sandstein in Tiefen von 4 bis 12 m bilden einen guten Baugrund und die gegenwärtig laufenden Sondierungen ergeben im allgemeinen befriedigende Resultate.

3. Die Anordnung der Gebäude auf dem Gelände

Von Anfang an spielte bei den Studien für die Gesamtanlage die ideale Forderung, die Abteilungen, in welchen theoretisch gearbeitet wird, mit den experimentellen Ab-

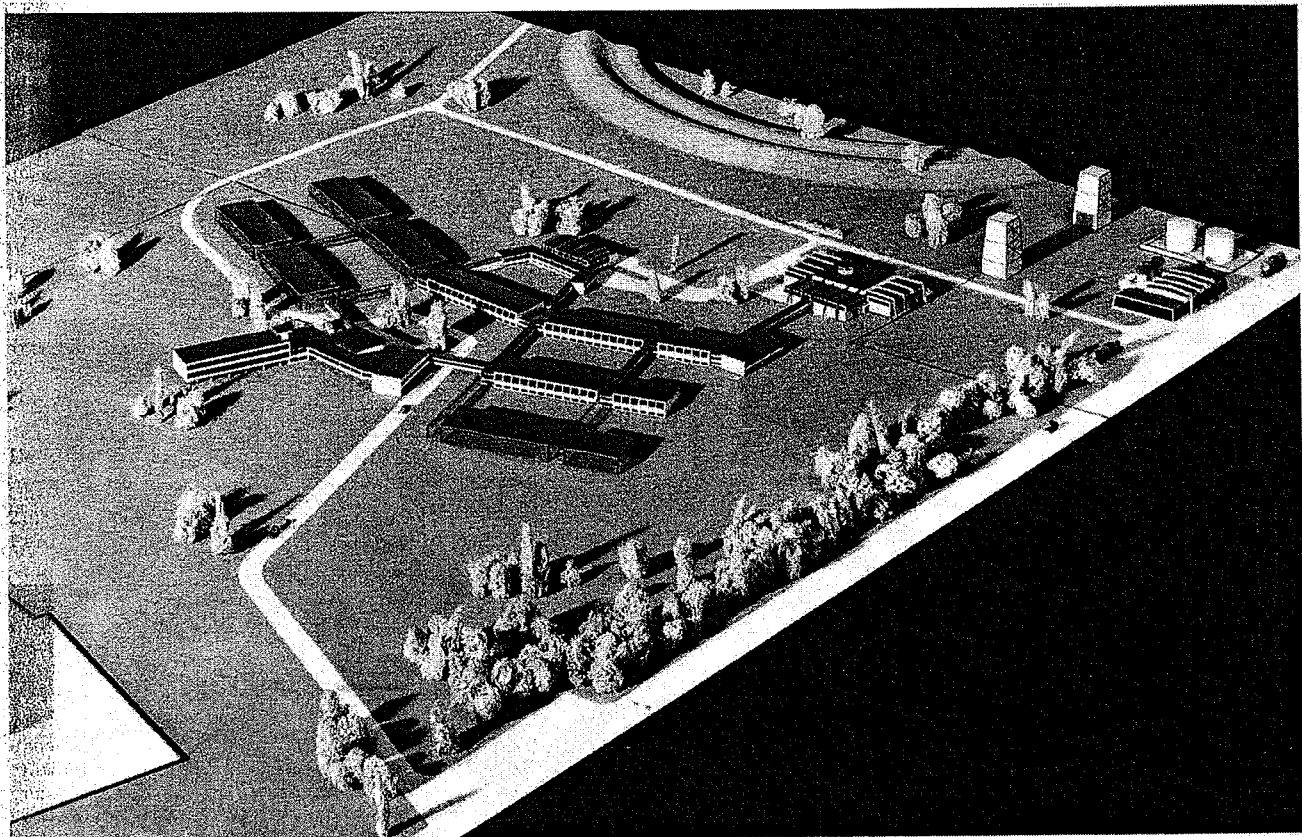


Bild 3. Modell der CERN-Laboratorien

Fig. 3. Maquette des laboratoires du CERN

teilungen und den grossen Acceleratoren in möglichst nahe Beziehung zu bringen, eine grosse Rolle. Dies ist aber nur in beschränkter Masse möglich, da um die grossen Acceleratoren Zonen liegen, in denen wegen Einflüssen der Strahlung keine Messungen ausgeführt werden können. Diese Zone ist beim Cyclotron mit einem Durchmesser von 80 m angenommen und für das Proton-Synchrotron beträgt sie 100 m, gemessen von der Axe des Magneten. Ausserdem ist vor der Neutronenseite des Cyclotrons ein Experimentierfeld von 300 m Länge freizuhalten. Diese Bedingungen ergaben trotz des Bestrebens nach einer Zusammenfassung der Bauten eine verhältnismässig ausgedehnte Gesamt-Anlage. Es lassen sich zwei Zonen unterscheiden:

a) die Bauten für die zentralen Forschungslaboratorien, der Eingangsbau mit den theoretischen Laboratorien, den Hörsälen, der Bibliothek, den Verwaltungsräumen und dem Restaurant. Die Lage der Baustrakte berücksichtigt im allgemeinen die Hauptwindrichtung (der in Genf zeitweise sehr starken Bise). Eine weitere wichtige Forderung war die organische spätere Erweiterung der Laboratorien mit Beibehaltung der zentralen Lage der allgemeinen Räume.

b) Die Zone der grossen Gebäude für die grossen Magneten, die zentrale Werkstatt und die Kraftzentrale.

4. Die einzelnen Bauten

a) Die Laborbauten

Die Laboratorien sind als einstöckige Bauten mit einem verhältnismässig hohen Kellergeschoss ausgebildet. Dieses dient für die Aufnahme von Spezial-Labors und als Abstellraum für die vielen physikalischen Apparate, die die moderne Forschung benötigt. Da die endgültige Einteilung der Labors noch nicht bekannt ist und erfahrungsgemäss auch nach Inbetriebnahme dauernd mit Veränderungen in der Einteilung zu rechnen ist, wurden im Innern in Anlehnung an amerikanische Beispiele bewegliche Wand- und Installationselemente vorgesehen, die nach Belieben kombiniert werden können.

Die einzelnen Laborgruppen sind durch verglaste Korridore miteinander verbunden. Die bei deren Anschlüssen entstehenden Plätze werden als Erholungs- und Diskussionsräume für die dort arbeitenden Physiker ausgebildet.

b) Der Eingangsbau mit theoretischen Labors, Hörsälen, Bibliothek und Verwaltungsräumen ist noch im Studium begriffen.

c) Das Synchro-Cyclotron

Das Zentrum des Cyclotrongebäudes bildet ein Raum von 16 auf 17 m, der den 3000 t schweren Magneten mit seinen Wicklungen und die Vakuumkammer von etwa 5 m Durchmesser und zahlreiche Zusatzapparate aufzunehmen hat. Dieser Raum, in welchem die für die Experimente nötige Beschleunigung von Atomkernen erfolgt, ist nach aussen gegen die schädlichen Wirkungen der direkten und indirekten Strahlung durch Wände in Barytcon (Dichte 3,5, d. h. 3500 t/m³) von fast 6 m Dicke abgeschirmt.

Um die Leistungsfähigkeit des Cyclotrons möglichst auszunützen, sind zwei Experimentierhallen vorgesehen,

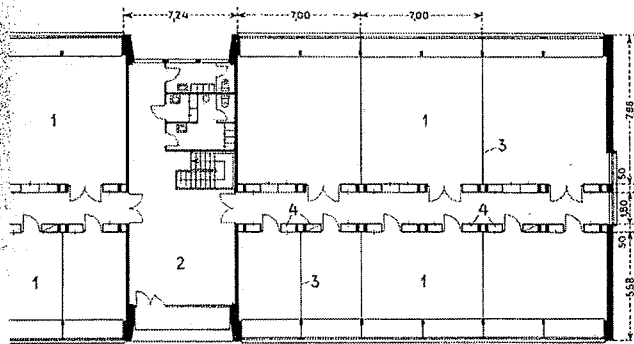


Bild 4. Laboratorien, Teilgrundriss 1:400. 1 Laboratorien; 2 Aufenthalts- und Diskussionsplatz; 3 Versetzbare Wände in Holz; 4 Schächte für Ventilation, elektrische und sanitäre Installationen

Fig. 4. Laboratoires, plan partial, 1:400. 1 Laboratoires; 2 Dégagement et foyer; 3 Parois mobiles en bois; 4 Gains de ventilation et pour installations électriques et sanitaires

die im wesentlichen der Forschung mit Protonen und Neutronen dienen. Symmetrisch zu diesen beiden sich gegenüberliegenden Hallen liegt der Raum für die Umformung der elektrischen Energie in die erforderliche Form, sowie für alle anderen technischen Anlagen für das Cyclotron, wie Kühlwasserzubereitung, Luftkonditionierung usw.

Die Schutzwände zwischen dem Cyclotron und den Experimentierhallen sind aus vielen 1,8 t schweren Blöcken aus Barytcon aufgebaut. Sie liegen auf einem Träger aus armiertem Beton, der mit einer hydraulischen oder mechanischen Vorrichtung versenkt werden kann. Dadurch wird der Aufbau der Blöcke erleichtert, und Änderungen der Ausschussrohre können nach Bedarf in kurzer Zeit vorgenommen werden. Dies ist im Hinblick auf das zu erwartende stark belastete und vielgestaltete Forschungsprogramm des europäischen Instituts von besonderer Bedeutung.

Die Experimentierhallen und der Apparateraum sind in einer von aussen klar erkennbaren Eisenkonstruktion vorgesehen. Jeder Raum erhält einen Kran von 20 t Tragkraft. Die V-förmige Anordnung der Stützen soll auf einfache Weise verhindern, dass durch die Bewegung des Krans zu grosse Erschütterungen auf die verhältnismässig empfindlichen Apparategruppen der Experimentierhallen übertragen werden.

Die Anordnung der Wände und des Daches innerhalb der Stützen und Träger schützt diese vor Brandgefahr, die bei Verwendung von Chemikalien für Experimente besteht. Die Hallen werden durch ein Fensterband unter der Decke und durch grosse Glasflächen an den Stirnwänden belichtet. Die Wände sind so konstruiert, dass nach Bedarf Teile davon geöffnet werden können, um den Strahl des Cyclotrons für Experimente im Freien zu verwenden.

Eines der Hauptprobleme dieses Baues bildet die Aufnahme der ausserordentlich grossen Gewichte von Magnet und Schutzmauern (rd. 18 000 t) durch die Fundamente, wobei gefordert wird, dass zwischen dem zentralen Cyclotronraum und den Experimentierhallen praktisch weder Setzungen noch erhebliche Deformationen auftreten dürfen. Die Fundamente wurden deshalb als ein möglichst starres Gerippe mit grosser Konstruktionshöhe ausgebildet, das gleichsam wie ein Schiff auf dem Untergrund aufruhrt und allfällige Setzungen und Drehungen als Gesamtes aufnimmt.

d) Das Proton-Synchrotron

Hier handelt es sich um einen Bau, für den es kein Beispiel gibt. Die grössten bis jetzt bekannten Acceleratoren sind in den Vereinigten Staaten gebaut worden, nämlich das Cosmotron in Brookhaven (3 Milliarden Elektronenvolt mit etwa 22 m Magnet-Durchmesser) und das seit einigen Monaten in Berkeley (Kalifornien) laufende Bevatron (6 Milliarden Elektronenvolt mit etwa 40 m Magnet-Durchmesser). Das Genfer Proton-Synchrotron, das einen Magnet-Durchmesser von 200 m aufweist, soll eine Leistung von 25 Milliarden Elektronenvolt erreichen. Es handelt sich in allen Teilen um eine Neuerung in grossem Massstab. Die Anlage, die im Verlaufe ihrer weiteren Entwicklung noch Änderungen erfahren wird, besteht im wesentlichen aus drei Teilen, nämlich dem Ring, der den Magneten mit der Vakuumröhre aufzunehmen hat, der grossen Experimentierhalle und dem Trakt mit den Forschungslaboratorien.

Der Ring ist im Boden eingegraben und teilweise mit einem Erdwall überdeckt, um einen genügenden Strahlen-

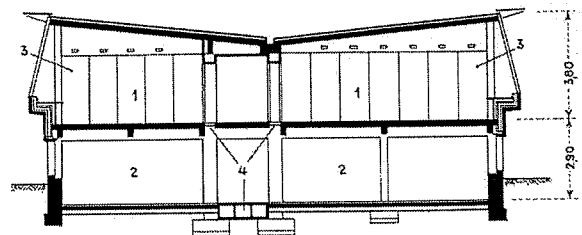


Bild 5. Laboratorien, Schnitt 1:250. 1 Laboratorium; 2 Apparateraum und Laboratorium; 3 Versetzbare Wände in Holz; 4 Schächte für Ventilation, elektrische und sanitäre Installationen

Fig. 5. Laboratoires, coupe 1:250. 1 Laboratoire; 2 Appareils; 3 Parois mobiles en bois; 4 Gains de ventilation et pour installations électriques et sanitaires

schutz zu erhalten. Der Ring hat einen Durchmesser von etwa 200 m und einen lichten Querschnitt von 3,50 m Höhe auf 5,20 m Breite. Der Magnet liegt in der Mitte des Kanals und besteht auf seinem ganzen Umfange von etwa 600 m aus einzelnen Elementen von 5 m Länge. Das Gewicht eines Elementes beträgt 40 t. Je drei Elemente erhalten unter anderem eine Vakuumpumpe für die Röhre und eine Beschleunigungsstelle. Da für Setzungen und horizontale Deformationen aus physikalischen Gründen nur ganz geringe Toleranzen zugelassen werden, nämlich auf Teilstücke des Ringes von 60 m nur 0,2 mm und auf den ganzen Ringdurchmesser nur 2 mm, müssen die Auflager der Magnete mit grosser Präzision regulierbar ausgebildet werden. Dadurch lassen sich mögliche Bewegungen der Fundamente ausgleichen. Die Nivellierung des Magnetes bei der Montage und bei späteren Kontrollen erfolgt durch besondere Nivellierinstrumente, für welche ein Sicht-Polygon freigehalten werden muss.

Da eine Temperaturschwankung von 1°C eine Deformation des Magnetes von 2 mm zur Folge hat, d. h. die bereits erwähnte Toleranz schon erreicht, ist die Schaffung eines konstanten Raumklimas von sehr grosser Wichtigkeit. Dies erfolgt durch acht gleichmässig auf den Ring verteilte Luftkonditionierungsanlagen, welche so gesteuert sind, dass keine lokalen Tem-

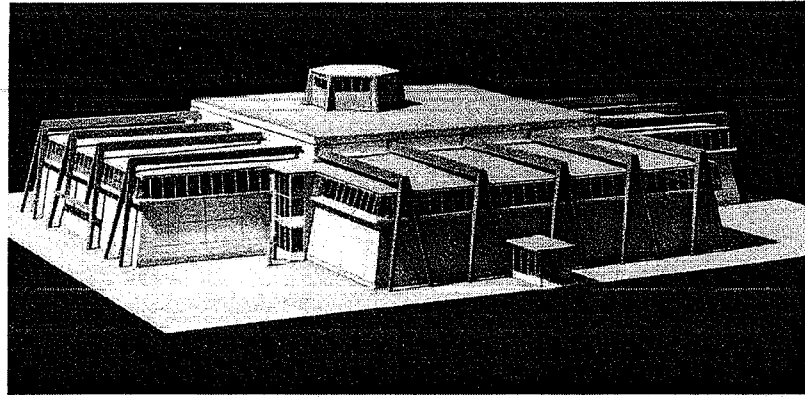
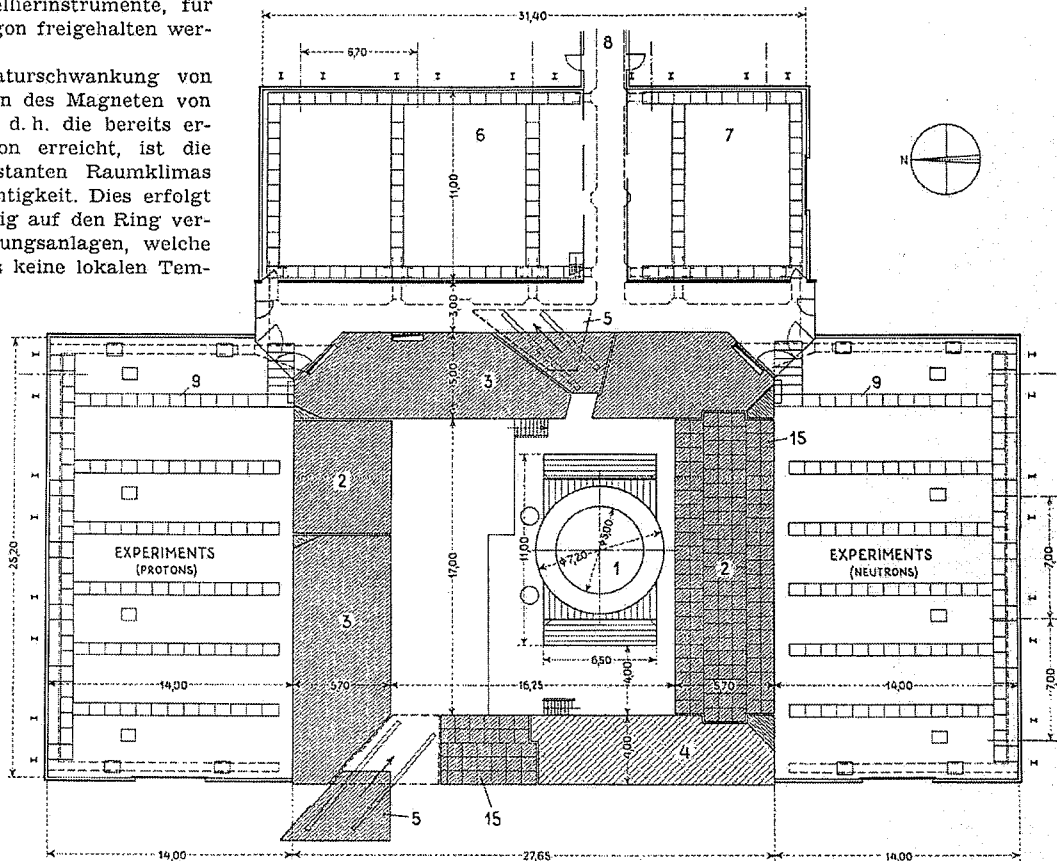


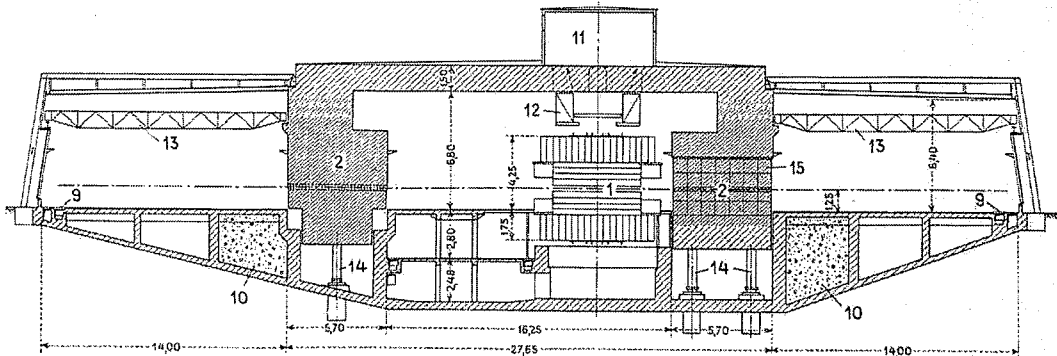
Bild 6. Modell des Synchro-Cyclotron-Gebäudes

Fig. 6. Bâtiment du Synchro-Cyclotron, maquette

- 1 Magnet und Vacuumkammer des Magnetes
- 2 versenkbare Wände
- 3 Schutzwände aus Barytbeton
- 4 Schutzwand aus normalem Beton
- 5 Horizontal verschiebbare Türen
- 6 Apparateraum, elektrische Seite
- 7 Apparateraum, Wasserseite
- 8 Korridor zur Kontrollstation
- 9 Kabelkanäle
- 10 Kiesfüllung
- 11 Ventilationsraum
- 12 Kran 70 t
- 13 Krane 20 t
- 14 Hebevorrichtung
- 15 Barytblöcke



- 1 Aimant
- 2 Mur coulissant en sens vertical
- 3 Murs de protection en béton de baryte
- 4 Murs de protection en béton normal
- 5 Portes coulissantes en sens horizontal
- 6 Salle pour appareils électriques
- 7 Salle pour appareils de réfrigération
- 8 Corridor pour la station de contrôle
- 9 Caniveaux des cables
- 10 Remplissage de gravier
- 11 Appareils de ventilation
- 12 Crue, 70 t
- 13 Crues, 20 t
- 14 Appareils élévateurs
- 15 Gabes en baryte



Bilder 7 und 8. Synchro-Cyclotron-Gebäude, Grundriss und Schnitt 1: 400

Fig. 7 et 8. Bâtiment du Synchro-Cyclotron, plan et coupé 1: 400

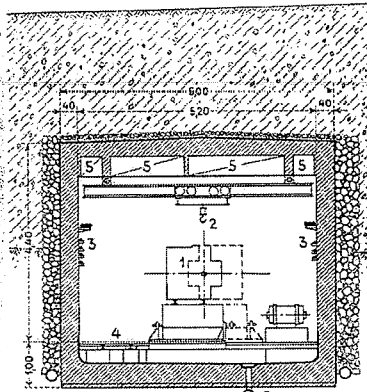


Bild 9. Magnetring. Schnitt 1:150. 1 Magnet, 2 2-t-Kran, 3 Kabel, 4 Rollgleise, 5 Ventilation, 6 Kanalisation

peraturschwankungen auftreten. Das gleiche Problem der konstanten Temperatur stellt sich für das Kühlwasser, das durch die feinen Kanäle der Wicklungen des Magneten gepresst wird. Es müssen dafür grosse Kühlwassermengen zur Verfügung gestellt werden (für die PS-Maschine allein 3 m³/min.). Dieses Wasser wird aus der etwa 5 km entfernten Rhone in die Anlage gepumpt und nach Verwendung durch Abwasserkanäle zurückgeleitet.

Die einzelnen Elemente des Magnetrings werden auf Rädern montiert und auf Eisenbahnschienen aus den Experimentierhallen, wo sie vorher in langwierigen Verfahren einzeln und in Gruppen geprüft wurden, nacheinander in den Magnet-Kanal gerollt. Um die Vakuumaggregate, Hochfrequenz- und anderen Apparate zu montieren oder später auszuwechseln, stehen Krane von 2 t Tragkraft zur Verfügung, die auf Kranschiene um den ganzen Ring bewegt werden können.

An den Ring angeschlossen ist der Raum für den Linear-Accelerator, welcher den Partikeln, die später im Magnet annähernd auf Lichtgeschwindigkeit getrieben werden, den Anfangsimpuls erteilt. Für den Raum wie für den Apparat gelten die selben Klima- und Kühlwasseranforderungen wie für den Ring.

In einem weiteren an den Ring angeschlossenem Raum erfolgt die Umformung der elektrischen Energie in die erforderliche Stromart und Spannung. Der gesamte Strombedarf

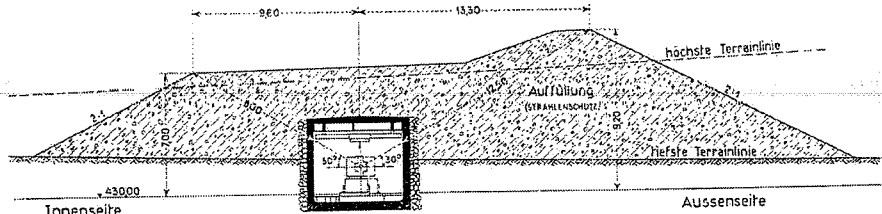


Bild 10. Magnetring des Proton-Synchrotrons, Querschnitt 1:400

Fig. 10. Aimant circulaire du Proton-synchrotron, Coupe 1:400

Legende zu Bild 11 (Seite 545)

- 14 Magnetring
- 15 Experimentierhallen
- 16 Werkstatt
- 17 Generatorraum
- 18 Laboratorien
- 19 Linear-Accelerator
- 20 Bewegliche Schutzwände (Baryt)
- 21 Schutzwände (Baryt)
- 22 Hydraulische Hubtäre
- 23 Axe des Magnetrings
- 24 Ventilationsapparate
- 25 Hochfrequenzstationen
- 26 Nivellementsunkte
- 27 Personeneingang (Labyrinth)

Légende de la fig. 11 (page 545)

- 14 Aimant circulaire
- 15 Salles d'expériences
- 16 Atelier
- 17 Générateurs
- 18 Laboratoires
- 19 Accélérateur linéaire
- 20 Murs de protection amovibles en béton de baryte
- 21 Murs de protection en baryte
- 22 Porte coulissante en sens vertical
- 23 Axe de l'aimant circulaire
- 24 Appareils de ventilation
- 25 Postes haute fréquence
- 26 Repères de nivellement
- 27 Entrée (labyrinthe)

wird auf 5000 kW geschätzt. Davon dient ein Teil für die Bewegung des Schwungrades, das die Energie so aufspeichert, dass in Intervallen von etwa 5 s Stösse bis zu 25 000 kW den Magnetwicklungen zugeführt werden können. Ein anderer Teil der elektrischen Energie wird für die Zusatzapparate und die Ablenkmagnete in den Experimentierhallen verwendet.

Aus der Art der verschiedenen geplanten Experimente und der Verteilung der verschiedenen Strahlen-Richtungen gleichmässig auf die Aussen- und die Innenseite des Ringes ergibt sich eine symmetrische T-Form der Experimentierhalle. Der Vertikalstamm, der senkrecht zum Ring steht, ist in der Höhe so bemessen, dass der Kran von 20 t über dem aus Blöcken beidseitig und über dem Magnetring aufgebauten Strahlenschutz betätigt werden kann. Die anschliessenden T-Schenkel sind als niedrigere Hallen vorgesehen. Das Ueber-

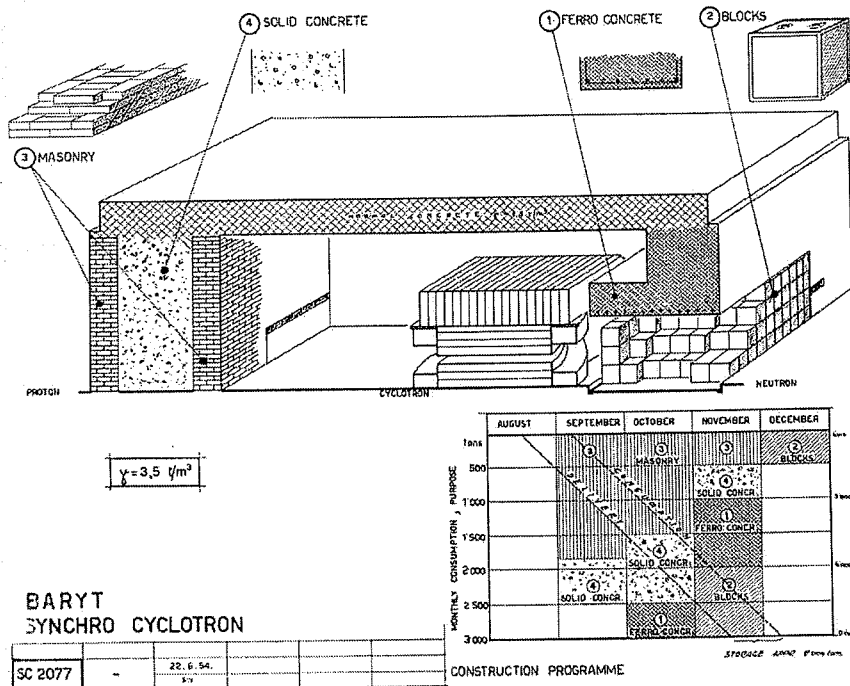


Bild 12. Studien über Schwerbeton aus Baryt (Dichte 3.5) als Schutz gegen schädliche Strahlung

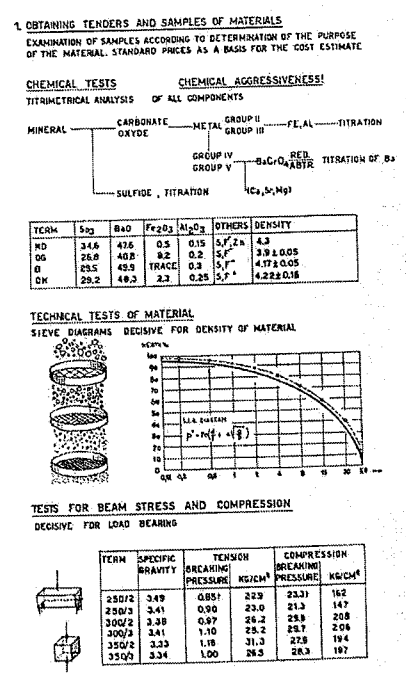


Fig. 12. Etudes concernant la confection de béton lourd à base de baryte (densité 3.5) contre le rayonnement dangereux

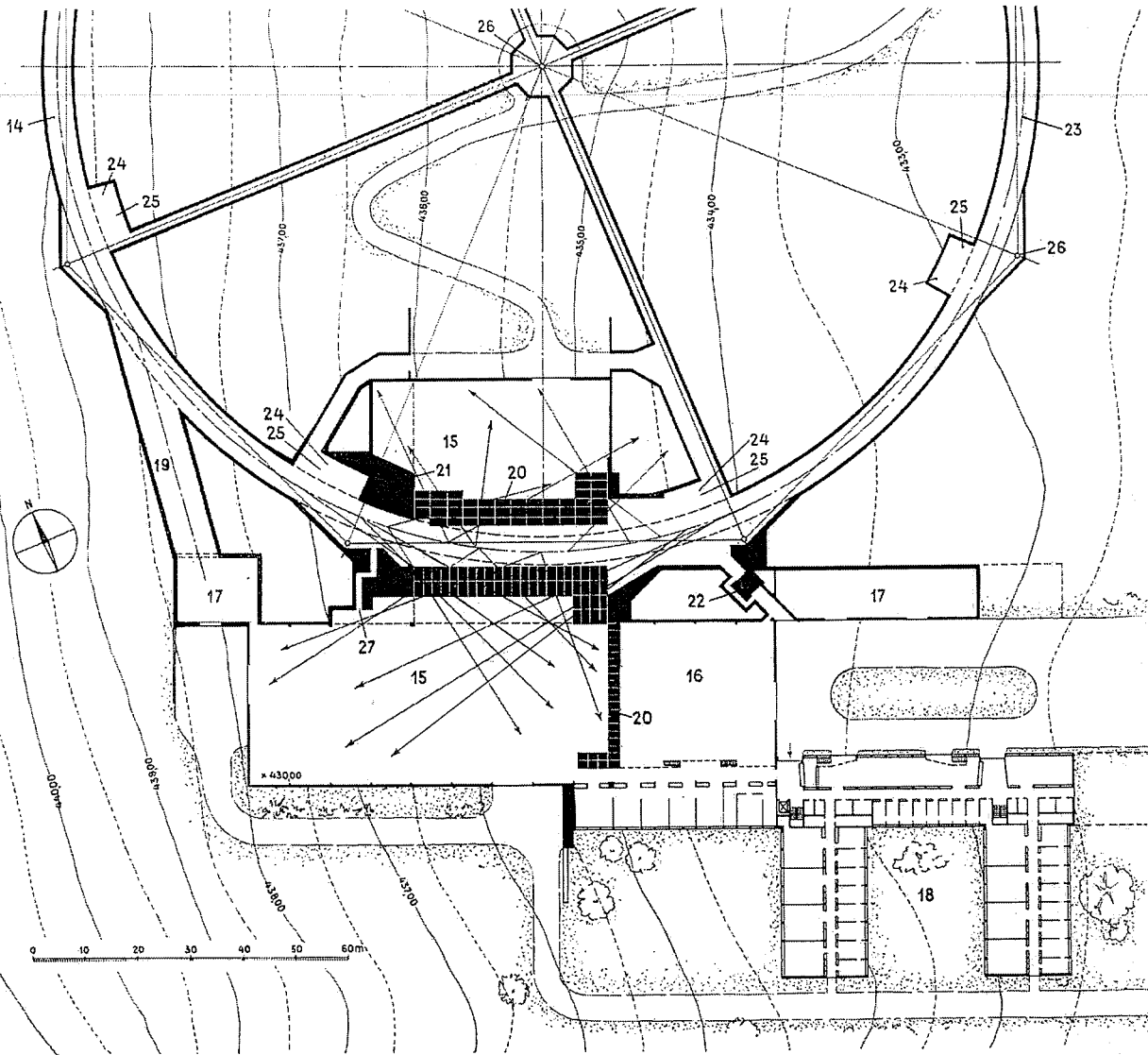
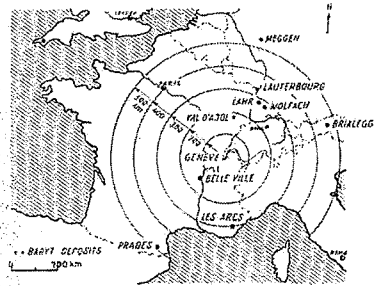


Bild 11. Proton-Synchrotron, Grundriss, Masstab 1:1250. Legende Seite 544

Fig. 11. Proton-Synchrotron, plan 1:1250. Légende voir page 544

2. DETAILED TESTS IN COOPERATION WITH THE DISTRIBUTORS IN QUESTION



A. TRANSPORTAL PROBLEM (COSTS)

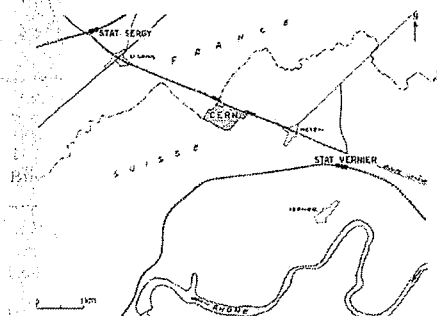


Bild 13. Fortsetzung von Bild 12






D. DELIVERY TERMS

CLARIFICATION OF PRODUCTION CAPACITY ON THE BASIS OF QUANTITY AND QUANTITY OF THE QUARRIES, STONE QUARRY INSPECTIONS.

QUARRY	DELIVERY TERMS	SPECIFIC GRAVITY
MINES DE GARROT LES ARCS (VARI)	NORMAL MIXTURE CLEANED APPR. 330 TON/ WEEK	4.15 ± 0.10
MINES DE GARROT VAL D'AJOL (VOSGES)	GRANULATION 01:7:14: 14:7:0 CLEANED APPR. 170 TON/ WEEK	4.10 ± 0.30
MINES DE VALLEMANNA (PYRENEES ORIENT)	GRANULATION SEPARATELY DELIVERED APPR. 500 TON/ WEEK	4.05 ± 0.10
"SACHTLEBEN" WOLFACH/BADEN	FRESH SUPPLY APPR. 14 000 TO 018 MM APPR. 8 000 TO 0170 MM	4.20 3.05
SPRESSART GRUBEN DEUTSCHE SCHWER-SPAT, NEUSS-RHEIN	GRAVEL GRANULATION 23 000 TO TOTAL	4.15
LAHR AM MAIN STOLTE & COMP.	MIXTURE, 35:1 0:17 MM 30:1 7-20MM 35:1 20:70MM 400:500 TON/MONTH	4.15

INVESTIGATIONS NOT YET COMPLETED, LIST INCOMPLETE

C. MANUFACTURE OF BLOCKS

-  SIZES, WEIGHTS
-  WALL THICKNESS & BONDS
-  STRENGTH
-  DELIVERY CAPACITY, PRICES
-  PRICE COMPARISON

EXTENSIVE PRELIMINARY TESTS BY THE FIRM HUNZICHER & CO BAUSTOFFWERKE, BRUGG ARE BEING MADE.

d. DETAILED TECHNICAL INVESTIGATIONS OF MATERIALS





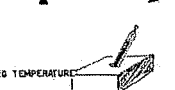
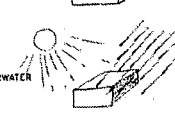
- LARGER QUANTITY OF SAMPLES 
- MIXING WITH CEMENT MIXER 
- VARIATION OF CEMENT ADDITIVES 
- LOAD TEST WITH BEAM 
- EXAMINATION OF CONCRETE SETTING TEMPERATURE 
- REACTION IN OPEN AIR AND UNDERWATER 

Fig. 13. Suite de la fig. 12

einandergreifen der beiden seitlichen mit dem mittleren Kran erlaubt Transporte an beliebige Stellen der Halle.

Für die Experimente verwendet man meist sehr schwere Apparate wie Wilsonkammern, Ablenkmagnete, Schaltapparate und ähnliches. Dazu tritt die Abschirmung von Strahlen in schweren Materialien. Deshalb muss der Boden der Halle sehr tragfähig (10 t/m²) ausgebildet werden. Er erhält ausserdem ein Netz von abdeckbaren Bodenkanälen, die das Abwasser der Kühlanlagen für die Magnete aufnehmen und die Kabelverbindungen der Apparate unter sich und mit der Kontrollstation, dem Generatorraum und dem Magnetring ermöglichen, ohne den Verkehr mit den auf Rollen beweglichen Apparaten zu hindern. Für den Ingenieur ergibt sich als Spezialproblem die Ausbildung der im Strahlenbereich stehenden Betonstützen mit möglichst geringer Armierung, was zur Verhütung störender elektrischer Felder nötig ist.

Experimentierhalle und Magnetkanal sind durch eine 6 m starke Wand aus Barytblöcken (Dichte 3500 kg/m³) getrennt. Diese Blöcke können je nach Bedürfnis, z. B. zum Einbau von Durchschussöffnungen, mit dem Kran ab- und wieder aufgebaut werden. Als Durchgang für Personen dient ein schmaler, mehrfach abgewinkelter Korridor auf der einen und für leichtere Transporte eine mechanisch versenkbare Türe von 50 t Gewicht auf der andern Seite.

An die Halle westlich angegliedert ist ein kammförmiger Laboratoriumstrakt von gleicher Form wie die bereits beschriebenen Laboratorien. Hier sind die Kontrollanlagen für den Magneten und die Zusatzapparate aufgestellt und hier werden die Versuche ausgewertet sowie notwendige Geräte angefertigt.

e) Werkstatt

Zwischen dem Synchro-Cyclotron und dem Proton-Synchrotron liegt die Werkstatt, in der die schweren Metallbearbeitungsmaschinen, die Schreinerei, die Malerei, die Glasbläserei und andere zentrale Betriebe untergebracht sind. Sie ist mit Korridoren an die zentrale Laboratoriumsgruppe angeschlossen.

f) Kraftzentrale

Die Kraftzentrale und die Heizung liegen an der Kantonsstrasse und sind mit den genannten Anlagen durch einen unterirdischen Röhren- und Kabelkanal verbunden. Da die Frage der Strombelieferung entweder ganz aus dem städtischen Netz oder in Kombination mit einer teilweisen Eigen-Erzeugung erst später gelöst werden wird, ist die Kraftzentrale für einen Ausbau, der beide Möglichkeiten zulässt, vorgesehen.

*

Die gesamte Bauanlage wird ungefähr 200 000 m³ umbauten Raum umfassen (das Zürcher Kantonsspital weist vergleichsweise einen umbauten Raum von 320 000 m³ auf). Die Bauten folgen sich entsprechend dem Stand der Abklärung der physikalischen Probleme und mit Berücksichtigung der verhältnismässig langen Montagezeit einzelner Maschinen. Vorläufig sind die Bauetappen wie folgt vorgesehen:

- a) Anschlussstrassen und unterirdische Kanäle für Cyclotron und Proton-Synchrotron, Parkplatz, Kanalisation und Drainageumleitungen; Baubeginn 17. Mai 1954,
- b) Synchro-Cyclotron; Baubeginn 26. Juli 1954,
- c) Proton-Synchrotron, 1. Teil der Experimentierhalle zwecks Prüfung der Magnete, Erdschutzwand, d) Werkstatt, e) Kraftzentrale, f) Zentraler Labortrakt, g) Eingangstrakt, h) Zweiter Teil der Experimentierhalle des Proton-Synchrotrons und Ring für den Magneten.

Die Bauzeit ist mit 2½ bis 3 Jahren sehr kurz bemessen; dies ist damit begründet, dass die Inbetriebnahme der grossen Acceleratoren im Hinblick auf die vielen gegenwärtig schon stehenden physikalischen Fragen zeitlich nicht allzu weit hinausgeschoben werden kann.

*

Als Beispiel für die Bearbeitung eines Einzelproblems zeigen die Bilder 12 und 13 die Zusammenstellung der Untersuchungen über die Eigenschaften und die Beschaffung des für den Schwerbeton nötigen Baryts.

Le nouveau laboratoire d'essais hydrauliques et aérodynamiques des Ateliers des Charmilles S. A., Genève

DK 061.6: 621.24

Les Ateliers des Charmilles S. A. ont reconnu très tôt l'importance des recherches théoriques et expérimentales dans le domaine de l'écoulement des fluides, des phénomènes de cavitation, de même que pour l'étude et le contrôle sur

modèles réduits des caractéristiques des turbines hydrauliques. Ils réalisèrent donc un laboratoire doté d'un équipement qui subit au cours des années des transformations successives pour être maintenu à un niveau scientifique élevé. Les

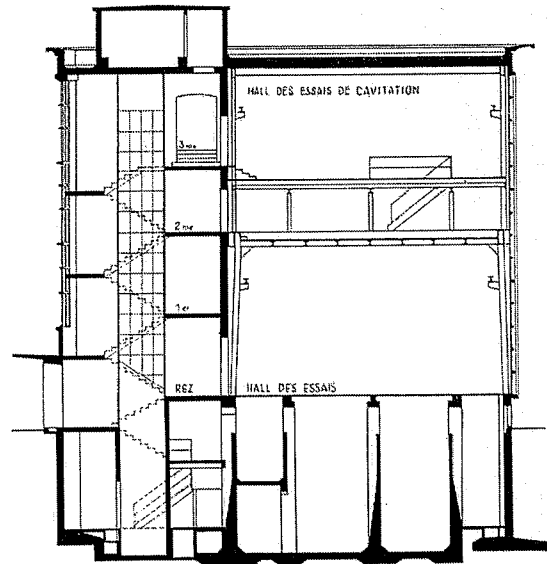
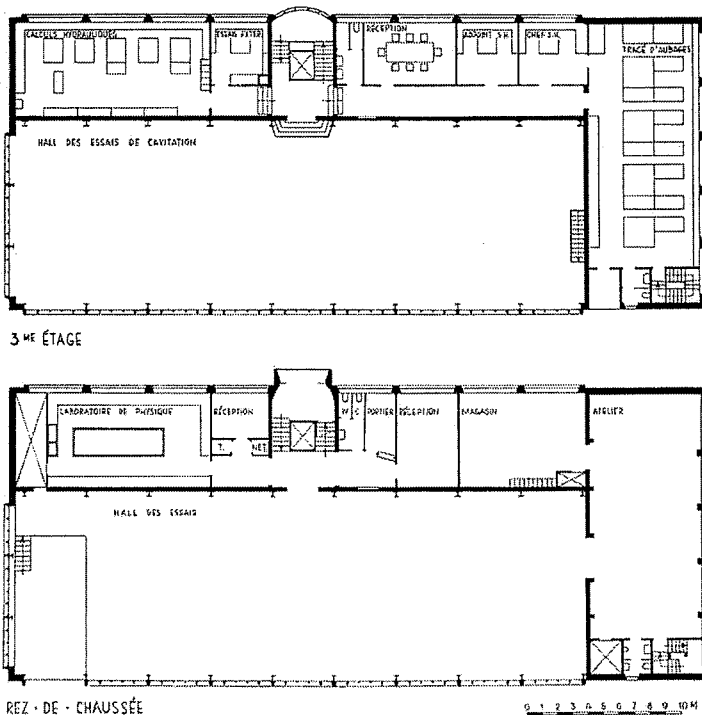


Fig. 3. Coupe du laboratoire, plan 1: 300

Fig. 1 et 2 (à gauche). Plans du troisième étage et du rez-de-chaussée, plan 1: 450