Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 53 (1962)

Heft: 5

Artikel: Überblick über die Organisation des CERN, seine Aufgaben, seine bestehenden und zukünftigen Anlagen

Autor: Grütter, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916912

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Überblick über die Organisation des CERN, seine Aufgaben, seine bestehenden und zukünftigen Anlagen

Vortrag, gehalten an der 25. Hochfrequenztagung des SEV am 26. Oktober 1961 in Genf,

von *F. Grütter*, Genf

061.1(4)CERN : 621.039.001.5

Um an den grossen Entwicklungen, die sich nach dem Krieg auf dem Gebiet der Atomkernforschung anbahnten, teilzunehmen und gleichzeitig dem Abwandern europäischer Physiker nach den USA Einhalt zu gebieten, wurde 1954 die Europäische Organisation für Kernforschung (CERN) in Genf gegründet. Der Hauptzweck der Organisation besteht in der Zusammenarbeit zwischen europäischen Staaten auf dem Gebiet der Kernforschung mit rein wissenschaftlichem und grundlegendem Charakter. Es sind ihr gegenwärtig 14 westeuropäische Staaten angeschlossen. Das Zentrum besitzt zwei grosse Teilchenbeschleuniger, ein 600-MeV-Synchro-Zyklotron und ein 28-GeV-Protonen-Synchrotron mit den notwendigen Experimentiereinrichtungen für die Durchführung von Untersuchungen auf dem Gebiet hochenergetischer Teilchen. Es ist in ständiger Entwicklung begriffen, und es sind bereits Studien für den Bau eines dritten, viel leistungsfähigeren Beschleunigers im Gange.

Afin de pouvoir participer aux grands développements qui commençaient après la guerre dans le domaine de la recherche nucléaire et d'éviter l'émigration de physiciens européens vers les Etats-Unis, l'Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (CERN) fut fondée à Genève, en 1954. Son but principal est la collaboration entre Etats européens dans le domaine de la recherche nucléaire d'un caractère essentiellement scientifique. Elle groupe actuellement 14 Etats d'Europe occidentale. Le Centre est équipé de deux grands accélérateurs de particules, un synchro-cyclotron de 600 MeV et un synchrotron à protons de 28 GeV, avec les dispositifs nécessaires pour pouvoir procéder à des expériences dans le domaine des particules de haute énergie. Son développement se poursuit constamment et on étudie déjà la construction d'un troisième accélérateur encore plus puissant.

Seit zwei Jahrzehnten sind auf dem Gebiet der Atomkernforschung gewaltige Entwicklungen zu verzeichnen. Es handelt sich einerseits um Untersuchungen über Kernspaltung und Kernsynthese zum Zweck einer Energiegewinnung, und anderseits um eine Weiterführung der reinen Grundlagenforschung, insbesondere auf dem Gebiet hoher Teilchen-Energien. In den ersten Nachkriegsjahren hatten die USA auf beiden Gebieten die Führung inne. In der Folge wanderten immer mehr Physiker nach Amerika aus. Es wurde bald klar, dass man in Europa nur durch eine internationale Zusammenarbeit die nötigen Mittel aufbringen könnte, um an den neuen Entwicklungen aktiv teilzunehmen und die führende Stellung in der Kernphysik wieder zurückzugewinnen.

Die Möglichkeiten wurden erstmals diskutiert anlässlich der Europäischen Kulturkonferenz in Lausanne im Jahre 1949. In einer Resolution wurde die Bildung europäischer Institute in Zusammenarbeit mit bestehenden nationalen Organisationen und der UNESCO, insbesondere die Gründung eines kernwissenschaftlichen Institutes empfohlen.

Nach gründlichen Vorarbeiten wurde im September 1954 die «Europäische Organisation für Kernforschung» (CERN [1]) gegründet, welcher zunächst 12 Mitgliedstaaten, nämlich Belgien, Dänemark, die Deutsche Bundesrepublik, Frankreich, Griechenland, Grossbritannien, Italien, die Niederlande, Norwegen, Schweden, die Schweiz und Jugoslawien angehörten. Später traten der Organisation auch Österreich und Spanien bei.

Der Zweck der Organisation besteht in der Zusammenarbeit zwischen europäischen Staaten auf dem Gebiet der Kernforschung mit rein wissenschaftlichem und grundlegendem Charakter. Die Ergebnisse ihrer experimentellen und theoretischen Arbeiten werden veröffentlicht oder auf andere Weise allgemein zugänglich gemacht. Schon seit einiger Zeit besteht eine enge Zusammenarbeit mit grossen Zentren in den USA und einer ähnlichen Organisation in der UdSSR.

An der Spitze der CERN steht der Rat, bestehend aus 2 Vertretern jedes Mitgliedstaates. Dem Rat sind ein Ratsausschuss, ein Ausschuss für wissenschaftliche Direktiven und ein Finanzausschuss unterstellt.

[1]) Abkürzung für «Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire», eine provisorische Organisation, welche anfangs 1952 gegründet wurde. Die Bezeichnung wurde für die endgültige Organisation beibehalten.

Die finanzielle Beteiligung der Mitgliedstaaten erfolgt nach einem bestimmten Schlüssel, welcher alle drei Jahre entsprechend dem Volkseinkommen der Mitgliedstaaten neu festgelegt wird. Die Beteiligung der Schweiz beträgt gegenwärtig 3,19 %.

Die interne Organisation besteht aus dem Direktorat und 12 Abteilungen. Dazu kommen noch drei Ausschüsse für Forschung, Technik und Verwaltung.

Das Direktorat setzt sich gegenwärtig zusammen aus dem Generaldirektor und drei Mitgliedern. Neben seinen leitenden Funktionen stellt es das Bindeglied zwischen dem Rat und seinen Ausschüssen einerseits, und den internen Ausschüssen anderseits dar.

Die Unterabteilungen sind zuständig für:

a) Betrieb, Unterhalt und die Verbesserung der Teilchenbeschleuniger;

b) Durchführung von Experimenten;

c) Auswertung von experimentell ermittelten Daten;

d) Durchführung theoretischer Untersuchungen;

e) Erforschung neuer Teilchenbeschleunigungs-Methoden;

f) Entwicklung neuer kernphysikalischer Apparate;

g) technische Ausführung neuer Projekte;

h) Projektierung und Unterhalt der Gebäude und Installationen;

j) Finanzen und allgemeine Verwaltung.

Die Grundfläche der CERN-Anlagen beträgt heute 41 ha. Fig. 1 zeigt eine Luftaufnahme der Anlagen.

Das Personal hat gegenwärtig einen Bestand von 1080. Dazu kommen noch rund 250 nicht fest Angestellte, Research Fellows und Stagiaires.

Die technischen Einrichtungen umfassen:

a) zwei Teilchenbeschleuniger, ein 600-MeV-Synchro-Zyklotron und ein 28-GeV-Protonen-Synchrotron;

b) eine grosse Zahl von Magneten und drei elektrostatische Separatoren für die Führung, Bündelung und Trennung der Teilchen nach dem Austritt aus den Beschleunigern;

c) eine Reihe von Apparaten und Messeinrichtungen zur Untersuchung der von den beschleunigten Teilchen erzeugten kernphysikalischen Vorgänge und der Eigenschaften der bei diesen Vorgängen entstehenden Sekundärteilchen;

d) Einrichtungen für die Auswertung der Messdaten, insbesondere photographischer Aufnahmen von Vorgängen in Nebel- und Blasenkammern.

Dazu kommen eine Reihe von Anlagen und Einrichtungen für die Versorgung mit elektrischer Energie, Wasser, Druckluft, Gas, flüssigem Wasserstoff u. a. Von besonderer Bedeutung ist natürlich auch der Strahlenschutz.

Das 600-MeV-Synchro-Zyklotron (Fig. 2) kam im August 1957 in Betrieb. Die Anlage wurde stetig ausgebaut und es wurden von der Zyklotron-Abteilung eine Reihe wichtiger Forschungsergebnisse erzielt.

Die zweite Maschine, das 28-GeV-Protonen-Synchrotron (Fig. 3) konnte Ende 1959 programmgemäss in Betrieb genommen werden. Diese Maschine war seinerzeit die grösste der Welt, wurde aber inzwischen leicht überflügelt vom 30-GeV-Protonen-Synchrotron gleicher Bauart in Brookhaven auf Long Island (USA).

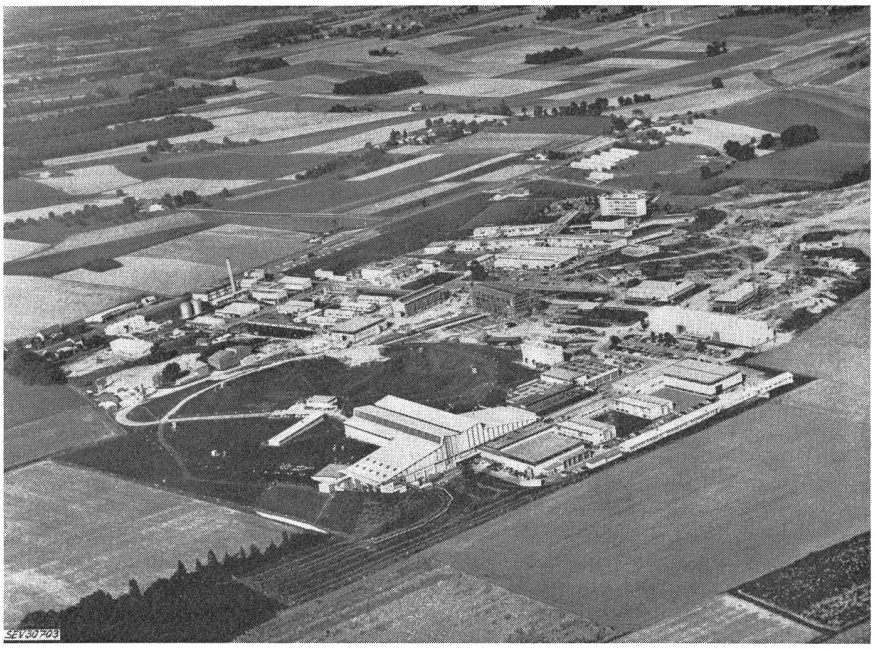

Fig. 1
Luftaufnahme der CERN-Anlagen in Meyrin bei Genf

Als dieser zweite CERN-Beschleuniger projektiert wurde, war über die erforderlichen Experimentiereinrichtungen noch recht wenig bekannt. Sie haben inzwischen für Versuche mit hochenergetischen Teilchen derartige Ausmasse angenommen, das die vorgesehenen Experimentierhallen bald zu klein wurden. Es musste deshalb ein neues Versuchsareal gebaut werden, welches nächstes Jahr vollendet sein wird.

Die im Gange befindlichen theoretischen und experimentellen Untersuchungen umfassen zur Hauptsache:

a) Das Studium der Entstehung, der Struktur und des Zerfalls verschiedener unstabiler Teilchen, insbesondere der Mesonen und der Hyperonen.

b) Die Wechselwirkungen zwischen Nukleonen, d. h. der Protonen und Neutronen und ihrer Antiteilchen, sowie der übrigen Elementarteilchen mit Nukleonen im Bereich hoher Energien.

c) Die Erforschung der Gesetzmässigkeiten im Innern des Atomkerns.

Zur experimentellen Untersuchung der Entstehung der Teilchen, ihrer Wechselwirkung und des Zerfallsprozesses stehen photographische Emulsionen, Zählrohre verschiedener Typs, Nebel- und Blasenkammern und neuerdings Funkenkammern zur Verfügung. Die meisten Apparate und Experimentiereinrichtungen, insbesondere spezielle Zähler und die dazugehörige schnelle Elektronik, sowie Nebel- und Blasenkammern und Bildauswerteeinrichtungen werden von der CERN grösstenteils selbst entwickelt und konstruiert. Viele Teile werden in eigenen Werkstätten gebaut. Aufträge für die Herstellung grösserer Komponenten und von Normalmaterial werden jedoch an die Industrie vergeben. Gelegentlich bringen Forscher-Teams aus den einzelnen Mitgliedstaaten und selbst aus den USA eigene Versuchseinrichtungen mit, falls ihnen die CERN solche nicht zur Verfügung stellen kann.

Um zu zeigen, dass es sich auch bei den Experimentiereinrichtungen für Untersuchungen mit hochenergetischen Teilchen wieder um ansehnliche Objekte handelt, seien einige Daten einer 2-m-Wasserstoff-Blasenkammer, die sich gegenwärtig im Bau befindet erwähnt: Die Füllung besteht aus 1000 l flüssigem Wasserstoff unter einem Druck von 7 kg/cm² und einer Temperatur von —248 °C. Der Magnet wird ein Gewicht von etwa 500 t haben und seine Erregerleistung beträgt 6 MW. Die Kammer samt Magnet

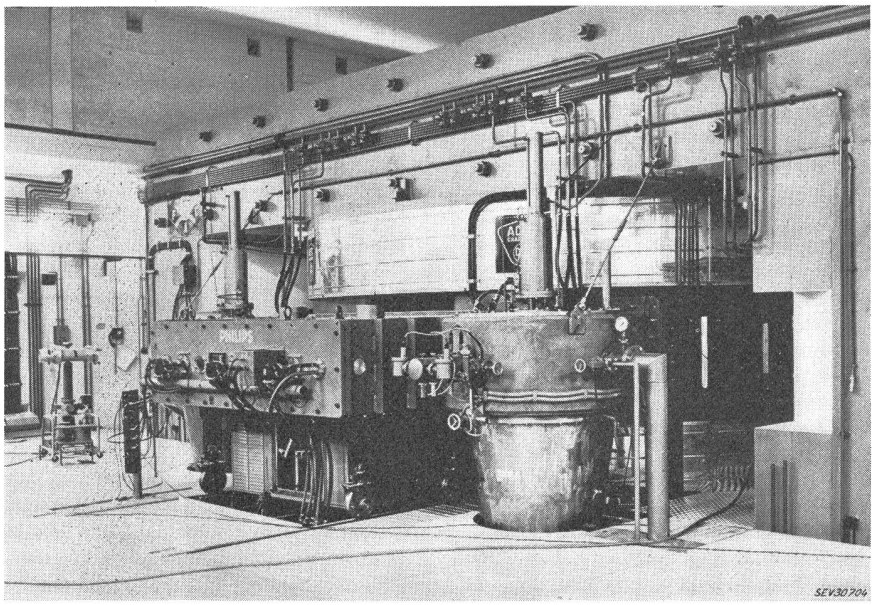

Fig. 2
Das 600-MeV-Synchro-Zyklotron der CERN

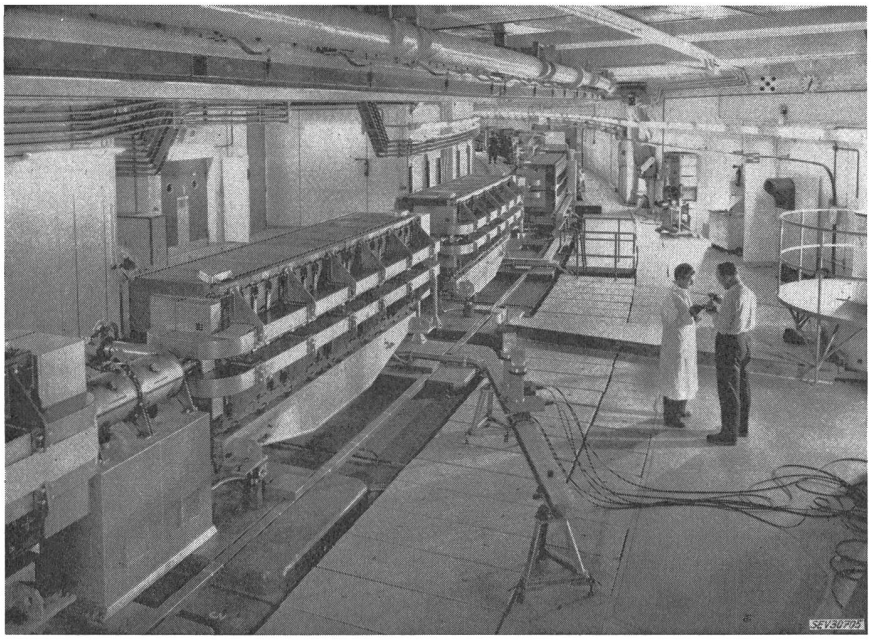

Fig. 3
Teilansicht des
28-GeV-Protonsynchrotrons der CERN

gleichen Dimensionen (Durchmesser jedes Ringes 200 m) anzubauen, in welches von diesem Protonen in gegenläufigem Sinn eingespritzt und angereichert würden. Bei genügender Dichte würden die Teilchen aufeinander geschossen, wobei im Massenmittelpunkt die doppelte Energie der einzelnen Protonen wirksam wäre. Beim Stoss zweier 25-GeV-Protonen wäre dies aequivalent der Stossenergie von 1300-GeV-Protonen beim Auftreffen auf feststehende Targets. Neben Proton-Proton Stössen wären auch Wechselwirkungen zwischen leichtern und schwereren Teilchen denkbar. Trotzdem hat diese Methode nicht das uneingeschränkte Gefallen der Physiker gefunden, da die Zahl der Reaktionen pro Zeiteinheit gering ist und die Möglichkeiten in bezug auf die Durchführung von Experimenten zu beschränkt erscheinen.

Gegenwärtig ist kein anderes Prinzip bekannt, welches gestatten würde, bei gleichem oder geringerem Aufwand höhere Teilchenenergien zu erreichen. Es bleibt deshalb im Moment nicht viel anderes übrig als an eine Extrapolation bestehender Protonen-Synchrotrone mit alternierendem Feldgradienten zu denken. Zunächst wurde in der Sowjetunion ein Projekt für eine 70-GeV-Maschine ausgearbeitet; hernach wurden am California Institute of Technology in Pasadena einerseits und am Lawrence Radiation Laboratory der University of California in Berkeley anderseits die Möglichkeiten für den Bau einer Maschine bis zu 300 GeV untersucht, und schliesslich ist auf Grund eines Abkommens zwischen den Vereinigten Staaten und der Sowjetunion eine Studie für einen 300...1000-GeV-Protonen-Beschleuniger ausgearbeitet worden. Eine solche Maschine würde einen Durchmesser von etwa 6 km haben. Das Gesamtgewicht des Magneten würde rund 42 000 t betragen und für seine Erregung würde eine Spitzenleistung von 200 MW erforderlich sein. Für die Beschleunigung der Teilchen müsste eine Hochfrequenzleistung von 2,5 MW aufgewendet werden.

Natürlich wurde auch eine Maschine mit supraleitenden Magnet-Spulen in die Untersuchung einbezogen. Die Erzeugung hoher magnetischer Führungsfelder in einem eisenlosen Magnet würde es ermöglichen, die Dimensionen eines Beschleunigers für 1000 GeV wesentlich kleiner zu halten. Auch die Erregerverluste würden um einige Grössenordnungen geringer werden. Es ist jedoch heute noch verfrüht, sich über die technische Ausführbarkeit einer solchen Maschine in allernächster Zukunft auszusprechen.

Die Kosten für den Bau einer «klassischen» Maschine für 1000 GeV werden auf rund drei Milliarden Schweizerfranken geschätzt. Dazu kämen später noch die Aufwendungen für die Experimentiereinrichtungen.

und Zusatzeinrichtungen im Gesamtgewicht von etwa 650 t muss leicht verschiebbar und drehbar sein.

Ein Experiment mit einer einzigen Blasenkammer kann bis zu 100 000 photographische Aufnahmen erfordern, eventuell sogar mehr. Die Berechnung der Teilcheneigenschaften aus den Bahndaten erfolgt mittels grosser Rechenmaschinen. Die CERN besitzt eine «Mercury» der Firma Ferranti und eine IBM 709. Diese werden aber den stetig steigenden Anforderungen bald nicht mehr genügen.

Für die Führung der Teilchenstrahlen wird die CERN anfangs 1962 allein im Protonen-Synchrotron-Areal 65 Magnete mit einem Gesamtgewicht von 900 t besitzen. Für ihre Erregung werden etwa 60 Generatoren und Gleichrichter zur Verfügung stehen. Dazu kommen 8 Generatoren mit einer Gesamtleistung von 12 MW für die Erregung von Spurenkammer-Magneten. Im weitern sind die drei schon genannten elektrostatischen Separatoren von je 10 m Länge und Elektrodenspannungen von 1000 kV vorhanden.

Die gesamte installierte Leistung für experimentelle Zwecke im Protonen-Synchrotron-Areal wird innert kurzer Zeit über 30 MVA betragen, d. i. 6mal mehr als für den Betrieb des Beschleunigers gebraucht wird.

Bis heute wurden von der CERN rund 350 Millionen Schweizerfranken für den Bau der Anlagen und die Forschung ausgegeben.

Das Projekt des 28-GeV-Protonen-Synchrotrons hat vor 8 Jahren in der wissenschaftlichen Welt einiges Aufsehen erregt. Als die Maschine in Betrieb kam öffnete sie den Physikern die Tür in ein neues, grosses Gebiet, und es wurde angenommen, dass sie ihren Ansprüchen für einige Zeit genügen dürfte. Aber schon wird wiederum ernsthaft an Projekten für Maschinen zur Erzeugung von viel energiereichern Teilchen gearbeitet. Die CERN muss an dieser Entwicklung ebenfalls teilnehmen, will sie nicht in kurzer Zeit ihre durch einen beträchtlichen finanziellen und geistigen Aufwand errungene, führende Stellung verlieren und auf einen zweiten Platz zurückfallen.

Zunächst wurde von der Akzelerator-Forschungsabteilung die Möglichkeit untersucht, an das Protonen-Synchrotron ein Doppelringsystem in Form einer 8 mit

Es ist klar, dass man nur durch eine interkontinentale Zusammenarbeit an die Verwirklichung solcher Projekte denken kann. Bei der CERN wird gegenwärtig die Frage geprüft, ob unabhängig von der übrigen Welt eine neue Maschine in der Grössenordnung von 100...300 GeV gebaut werden, oder ob der Anschluss an eine interkontinentale Organisation gesucht werden soll. Im ersten Fall bestünde die Gefahr, dass die CERN nach Fertigstellung einer sehr kostspieligen Maschine bald von einer andern Organisation überflügelt würde; im zweiten Fall müsste sie ihren Status als rein europäische Organisation aufgeben.

Diese schwierigen Fragen werden gegenwärtig sowohl innerhalb wie ausserhalb der Organisation lebhaft diskutiert. Ein Entscheid ist nicht in nächster Zukunft zu erwarten, darf aber anderseits auch nicht zu lange hinausgezögert werden, denn grosse Maschinen haben lange Bauzeiten und die Physiker werden schon in wenigen Jahren weit mächtigere Einrichtungen und wesentlich höhere Teilchenenergien für ihre Forschungen auf dem Gebiet des Atomkerns verlangen.

Adresse des Autors:
F. Grütter, Leiter der CERN Engineering Division, Genève 23.

Das Hochfrequenz-Beschleunigungs-System des CERN-Protonsynchrotrons

Vortrag, gehalten an der 25. Hochfrequenztagung des SEV am 26. Oktober 1961 in Genf,
von *H. Fischer*, Genf

621.384.612

Das Hochfrequenz-Beschleunigungsprogramm des CPS wird beschrieben, mit dem Protonen in 1,2 s auf maximal 28 GeV beschleunigt werden können. Die für die Beschleunigung notwendige Hochfrequenz-Spannung durchläuft dabei die Frequenzen 3...9,4 MHz. Die Spannung verteilt sich auf 16 Doppelresonatoren, die auf dem Umfang des Synchrotrons angeordnet sind. Die richtige Beschleunigungsfrequenz und -phase wird aus der Messung der rotierenden Protonenpakete selbst abgeleitet. Das entsprechende Strahlregelungssystem wird beschrieben.

Description du programme d'accélération à haute fréquence du C. P. S., avec lequel des protons peuvent être accélérés en 1,2 s à la valeur maximale de 28 GeV. Ce faisant, la tension à haute fréquence nécessaire pour l'accélération passe de 3 à 9,4 MHz. Elle est répartie entre 16 résonateurs doubles, disposés sur le pourtour du synchrotron. La fréquence et la phase qui conviennent pour l'accélération résultent de la mesure des paquets de protons en rotation. L'auteur décrit le système de réglage du faisceau.

1. Einleitung

Die Erzeugung von Gleichspannungen ist bekanntlich auf etwa 10 MV begrenzt. Will man Elementarteilchen höhere Energien als 10 MV verleihen, muss man sie viele Male nacheinander kleinere Spannungen durchlaufen lassen, so dass sich die aufgenommene Energie akkumuliert. Dies ist nur bei Verwendung von Wechselspannungen möglich. Bei hochfrequenten Wechselspannungen kann man den Skin-Effekt ausnützen und dadurch einen besonders guten Wirkungsgrad der Beschleunigung erhalten. Dieses Prinzip wird bei allen modernen Beschleunigern angewendet. Die Elementarteilchen müssen die Hochfrequenzspannungen in der richtigen Phase durchlaufen, um beschleunigt und nicht gebremst zu werden. Es haben sich verschiedene Beschleunigertypen herausgebildet, und zwar unterscheidet man die Linearbeschleuniger von den Zirkularbeschleunigern und bei den Zirkularbeschleunigern die beiden Grundtypen des Synchrotrons und des Zyklotrons. Bei den Zirkularbeschleunigern werden die Teilchen durch Magnetfelder auf kreisförmigen oder spiraligen Bahnen gehalten.

2. CERN-Protonsynchrotron

2.1 Allgemeines

Fig. 1 zeigt das Schema des CERN-Protonsynchrotrons (CPS). Unten links der Linearbeschleuniger, der den Protonen die nötige Anfangsenergie von 50 MeV verleiht, mit der sie in das Synchrotron injiziert werden können. Das CERN-Synchrotron beschleunigt die Protonen im Gegensatz zum Zyklotron auf konstantem Radius, und zwar ist $R = 100$ m. Das Magnetfeld des Synchrotrons muss mit wachsender Energie der Protonen ansteigen, um diese auf der Kreisbahn zu halten. Auf dem Umfang sind 16 Beschleunigungseinheiten angeordnet, die von den Protonen sehr viele Male durchlaufen werden, wobei diese jedesmal an Energie gewinnen. Ein Beschleunigungsvorgang beim Synchrotron dauert etwa 1 s und die Teilchen durchlaufen die Kreisbahn dabei etwa 500000mal.

Um ein Proton auf einer Kreisbahn zu halten, braucht man folgende Magnetfeldstärke:

$$B = \frac{p}{e R_0} \qquad (1)$$

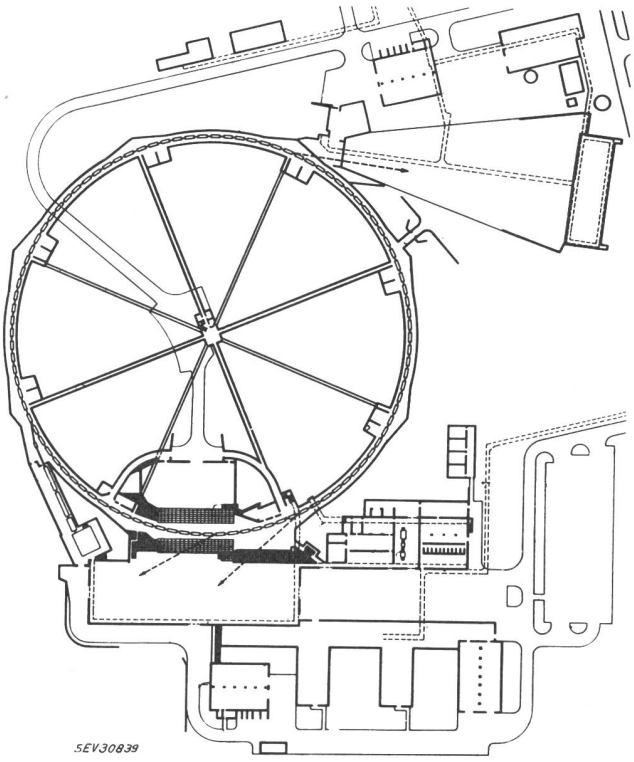

Fig. 1
CERN-Protonsynchrotron (CPS)