

Zeitschrift: Schweizer Erziehungs-Rundschau : Organ für das öffentliche und private Bildungswesen der Schweiz = Revue suisse d'éducation : organe de l'enseignement et de l'éducation publics et privés en Suisse

Herausgeber: Verband Schweizerischer Privatschulen

Band: 42 (1969-1970)

Heft: 3

Artikel: Activité scientifique de demain

Autor: Filthuth, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-851904>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

Activité scientifique de demain

H. Filthuth

I. Einführung

Mesdames, Messieurs,

J'aurais voulu parler à la fois en français et en allemand. Mais cela est encore impossible pour un être humain, c'est pour l'avenir, pour la recherche biologique et la médecine de demain. Je vous prie de m'excuser de donner cette conférence en allemand, mais je réponds au désir de Monsieur le président qui certainement a eu une mauvaise expérience de mes conférences en français.

Ich muß gestehen, daß ich mich nicht ganz wohl fühle, über das Thema «Acitivité scientifique de demain» zu sprechen, und zwar aus folgenden Gründen:

1. Ich bin kein Prophet, sondern Physiker, und es übersteigt meine Kompetenz, über die Wissenschaft von morgen zu sprechen. Ich kann auch nicht über die Wissenschaft im allgemeinen sprechen, da ich nicht sehr viel davon verstehe.
2. Ich bin kein Schriftsteller, der über ungeahnte Möglichkeiten der «Science fiction» berichten könnte. Hier empfehle ich Ihnen besser die reichhaltige Literatur, z. B. A. Huxley's «Brave New World».
3. Wäre ich kein Optimist, so würde ich Ihnen heute vielleicht düstere Zukunftsbilder beschreiben. Wie vor 23 Jahren die erste Atombombenexplosion unser Dasein auf der Erde entscheidend beeinflußt hat, so lassen sich mit den Kenntnissen der heutigen Biologie und Medizin ähnliche entscheidende Wendungen in der Geschichte der Menschheit voraussehen.

Ich möchte Sie aber nicht völlig enttäuschen und trotzdem einen Vortrag halten. Da die Wissenschaft, die wir hier beim CERN betreiben, nicht weit von der Wissenschaft – in diesem speziellen Fall der Physik – von morgen entfernt ist, werde ich versuchen, Ihnen einen kurzen Einblick in dies aktuellste Forschungsgebiet der Physik, der Elementarteilchen-Physik, zu vermitteln. Wenn Sie in den beiden nächsten Tagen diskutieren über «Cité politique», «Formation culturelle» und «Religion», so sind diese Gebiete in der Zukunft sicher beeinflußt von der Wissenschaft und Forschung, die wir *heute* betreiben. Ich spreche also über die Wissenschaft von heute, die Grundlagenforschung von heute, die sich morgen in ihren Anwendungen auswirken kann.

Ich hoffe, daß Sie von meinem Vortrag einen Eindruck erhalten, der Ihnen demonstriert, welche Anforderungen an den heutigen jungen Wissenschaftler – und Ihre derzeitigen Schüler sind ja die Wissenschaft-

ler von morgen – gestellt werden. Die Erziehung in der Schule muß direkt beeinflußt sein von dem wissenschaftlichen und technischen Fortschritt. Ein Mensch kann nicht das gesamte Wissen der Menschheit in seinem Leben erlernen. Er muß ausgerüstet werden mit den wesentlichen Kenntnissen, er muß die Grundkenntnisse erwerben, die es ihm ermöglichen, sich jederzeit in ein aktuelles Gebiet einzuarbeiten, um die ihm konfrontierten Probleme zu lösen. Obwohl mehr und mehr nur durch Team-Arbeit und Spezialisierung die heutige Forschung bei ihren Ausmaßen und Methoden durchführbar ist, verlangt sie doch nach wie vor selbständiges Denken und Handeln auf einer breiten Basis. Die Zukunft der Wissenschaft und die Zukunft der Menschheit werden wesentlich beeinflußt von der Erziehung, die wir den jungen Menschen für ihren Lebensweg mitgeben.

Sie werden hier zwei Tage im CERN verbringen, mitten im größten Forschungslaboratorium der Welt. Hier begegnet Ihnen auf Schritt und Tritt die Wissenschaft, mit der sich morgen Ihre Schüler befassen sollen. Diese Wissenschaft geht weit über die Grenzen eines Landes hinaus. Sie wissen, daß CERN das gemeinsame Laboratorium von 13 europäischen Nationen ist. Die Wissenschaft ist die gemeinsame Sprache aller Nationen. Ungeachtet der politischen Konflikte fühlen sich die Wissenschaftler aller Länder verbunden. Hier im CERN arbeiten sie tagtäglich zusammen an den gestellten Aufgaben. Dieses Klima der Verbundenheit und Zusammenarbeit hat sich in den letzten 25 Jahren ganz besonders in der Physik ausgebildet. Bei dem Aufwand und den Ausmaßen der modernen Physik ist der Fortschritt nur durch intensivste Zusammenarbeit und offenen Gedankenaustausch überhaupt möglich. Insbesondere seit der ersten Atombombenexplosion ist nicht nur den Physikern sondern allen Wissenschaftlern bewußt geworden, welche Verantwortung sie tragen, wenn sie Forschung betreiben.

II. Physik der Elementarteilchen

Worin besteht die physikalische Forschung, die hier im CERN-Laboratorium etwa 4000 Physiker, Ingenieure und Techniker beschäftigt? Wir suchen nach den elementaren Bausteinen und elementaren Gesetzen unserer Materie. Mit dieser Problemstellung in der Physik verbindet sich eine ganz bestimmte Philosophie, die Hypothese, vor etwa 2400 Jahren von Demokrit postuliert, daß wir unsere Umwelt, unsere vielfältige Materie, durch etwas Elementares beschreiben können.

Alle materiellen Körper setzen sich aus zahllosen Teilchen zusammen, die so klein sind, daß sie vom menschlichen Auge nicht wahrgenommen werden können. Demokrit nannte diese Teilchen $\alpha\tau\omicron\mu\alpha$, weil er glaubte, daß sie der Endzustand seien, den man durch Teilung materieller Körper in kleinere und immer kleinere Teilchen erreichen könnte. Seit 2400 Jahren bestimmt diese Philosophie unsere Naturforschung. Dieser Idee folgend, ein Stück Materie immer feiner zerteilend, haben wir bisher immer neue Systeme – Welten – entdeckt, die wiederum teilbar sind, angefangen von galaktischen Systemen von 10^{27} cm Ausdehnung bis zu atomaren Systemen von 10^{-8} cm, und schließlich heute untersuchen wir die Welt der sog. Elementarteilchen mit Dimensionen von 10^{-13} cm und kleiner.

Wir kennen heute etwa 200 verschiedene Elementarteilchen. – Allein diese Vielzahl besagt schon, daß diese Teilchen nicht elementar sein können im Sinne von Demokrit. Nach wie vor suchen wir nach den «Atomen», den nicht weiter zerlegbaren Teilchen. Oder gibt es sie überhaupt nicht? Vielleicht kann die Hypothese des Demokrit die Materie nicht beschreiben? Sie besagt ja, daß, wenn einmal die «Atome» entdeckt sind, nichts Neues mehr gefunden werden kann. Oder werden wir unbegrenzt auf immer kleinere subatomare Strukturen stoßen? Gibt es überhaupt kein Ende? Wir kennen bisher keine obere und untere Begrenzung des Weltraums. Vielleicht liegt das Elementare in den Spiralnebeln des intergalaktischen Raumes, den Fixsternen der Galaktischen Systeme, den Planeten der Planetensysteme, den Atomen der atomaren und molekularen Systeme, den subatomaren Teilchen der Protonen und Neutronen. Das heißt, um das Geschehen, die Wechselwirkung der Planeten in unserem Sonnensystem, im wesentlichen ihre Bahnbewegungen zu beschreiben, benötigen wir nicht die Kenntnis über Atome, Moleküle und Elementarteilchen. Das Gleiche gilt für die Atom- und Molekularphysik, deren Phänomene ohne Kenntnis der Elementarteilchen beschrieben werden können.

Was für elementare Teilchen gibt es außer Proton, Neutron und Elektron, den Bausteinen der Atome? Noch vor 25 Jahren vermutete man, hiermit die Elementarteilchen entdeckt zu haben, am Ende angelangt zu sein, und das Bestreben der Physiker bestand darin, die genauen Eigenschaften, die Wechselwirkungskräfte dieser Bausteine, zu erforschen.

Tabelle 1	Ladung	rel. Gewicht
Elektron, e	—	1
Proton, p	+	1.836
Neutron, n	0	1.839

Das Atom besteht aus einem Kern von 10^{-13} cm Ausdehnung, um den sich in einem Abstand von 10^{-8} cm Elektronen auf Kreis- und Ellipsenbahnen bewegen. Der Kern wiederum enthält Protonen und Neutronen, die dicht zusammengepackt sind. Das einfachste Atom, Wasserstoff, besteht aus einem Proton und einem

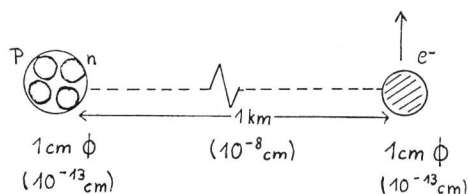


Abbildung 1 Helium-Atom

Elektron, also zwei elementaren Bausteinen, Helium hat einen Kern von zwei Protonen und zwei Neutronen, der von zwei Elektronen umgeben ist. Uran enthält 92 Protonen und 144 Neutronen im Kern, und seine Elektronenhülle enthält 92 Elektronen.

Versuchen wir, das vergrößerte Bild eines Atoms, z. B. Helium, aufzuzeichnen, so benötigen wir ein Blatt Papier von 1 km Durchmesser, wenn wir den Kern als Kugel von 1 cm Durchmesser annehmen. Das Atom besteht also zum größten Teil aus leerem Raum. In unserem vergrößerten Bild treffen wir das nächste Elektron 1 km entfernt vom Kern an (s. Abbildung 1).

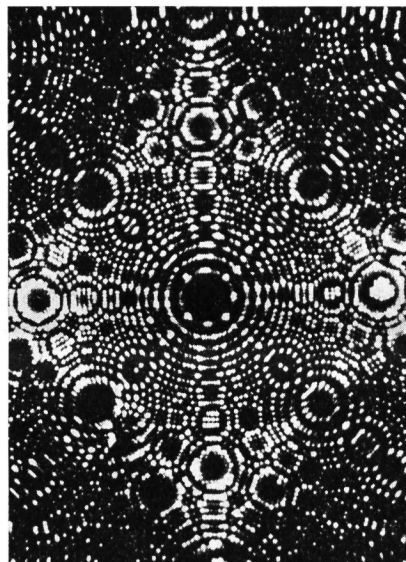


Abbildung 2 Anordnung der Atome in einem Iridium-Kristall

In der Abbildung 2 sehen Sie die Anordnung der Atome in einem Iridium-Kristall. Jeder Punkt entspricht einem einzelnen Atom. Diese Aufnahme wurde mit einem speziellen Ionen-Mikroskop hergestellt.

Um Details von 10^{-13} cm zu sehen, benötigt man spezielle «Supermikroskope», das sind die heutigen großen Teilchenbeschleunigeranlagen. Wenn man ein Objekt unter dem Mikroskop betrachtet, so lassen sich umso kleinere Details erkennen, je kleiner die verwendete Lichtwellenlänge oder Wellenlänge der Elektronen beim Elektronen-Mikroskop ist. Je höher die Energie der Photonen bzw. Elektronen, desto kleiner ihre Wellenlänge. Zur Untersuchung der Struktur der Protonen und Neutronen benutzt man nicht nur «Licht- und Elektronen-Mikroskope», also zum Beispiel Elektronen-Beschleuniger, sondern mit besonderem Erfolg Protonenbeschleuniger. Protonen von 30 Milliarden Elektronenvolt (eV) haben eine effektive Wellenlänge von 10^{-14} cm, für 300 Milliarden eV Protonen beträgt die

Wellenlänge etwa 10^{-15} cm. Man schießt also Protonen dieser hohen Energie auf Protonen. Fliegt das primäre Proton nahe genug an einem Target-Proton vorbei, so wird es abgelenkt. Aus seiner Ablenkung und seinem Energieverlust kann man auf die Struktur der Protonen zurückschließen.

III. Teilchenbeschleuniger

Wie sieht nun ein Supermikroskop, also ein Protonenbeschleuniger aus? Wie bekommt man Protonen von Energien mehrerer Milliarden eV? ($30 \cdot 10^9$ eV \triangleq $\lambda = 10^{-14}$ cm, $\beta = 0.9994$). Da Protonen elektrisch geladen sind, lassen sie sich durch ein elektrisches Potential beschleunigen.

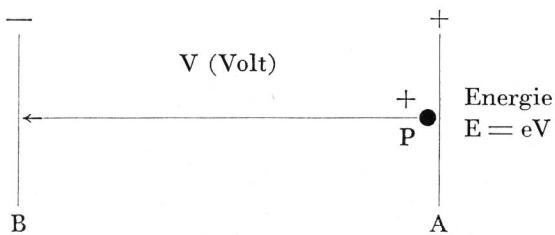


Abbildung 3 Beschleunigungsprinzip im elektrischen Feld

Um Protonen auf $30 \cdot 10^9$ eV zu beschleunigen, muß man sie also eine Spannung von 30 Milliarden Volt, z. B. zwischen zwei Metallplatten, durchlaufen lassen (s. Abbildung 3). Eine derartige Anordnung hat aber ihre praktischen Grenzen. Die beiden Platten müßten einen Abstand von mindestens 6 km haben, da sonst durch Funkenüberschlag die angelegte Spannung zusammenbrechen würde. Pro cm Plattenabstand lassen sich nur 50 000 Volt aufrechterhalten. Eine Strecke von 6 km ist schon sehr beachtlich. Natürlich müssen sich die Protonen im Vakuum bewegen, d. h. zwischen den Punkten A und B muß eine 6 km lange Vakuumröhre angebracht werden. Und schließlich muß man das Vakuumrohr mit einer Magnetspule umgeben, damit die Protonen nicht aus dem Rohr herauslaufen. Um diese technische Schwierigkeit zu umgehen, haben die Physiker und Ingenieure das Synchrotron erfunden. Mit Hilfe eines Magnetfeldes (Elektromagnete) zwingt man die Protonen auf dem Umfang eines Kreises umzulaufen. Im Fall des CERN-PS* hat dieser Kreis einen Durchmesser von 200 m, und 100 Elektromagnete sind in gleichmäßigen Abständen auf der Peripherie aufgestellt.

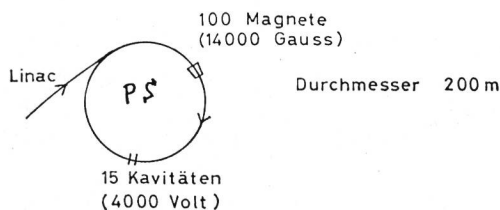


Abbildung 4 Prinzip des Proton-Synchrotrons (PS)

Wie beschleunigt man die Protonen? Auf dem Kreisumfang sind 15 Kavitäten angebracht, die eine elek-

* PS ist die Abkürzung für Protonen-Synchrotron.

trische Spannung von 4000 Volt erzeugen und jedesmal beim Durchlaufen die Protonen entsprechend beschleunigen, bis sie die Energie von 30 Milliarden eV erreicht haben. Mit zunehmender Geschwindigkeit (Energie) der Protonen muß natürlich laufend das Magnetfeld (elektrischer Strom) der 100 Magneteinheiten erhöht werden, sonst würden die Protonen ihre Kreisbahn im Vakuumrohr verlassen. Etwa eine Million mal durchläuft ein Proton die Kreisbahn bis es die volle Energie erreicht hat, d. h. eine Strecke von etwa 400 000 km, das ist der Abstand Erde-Mond. Schließlich müssen die Protonen einmal in das Vakuumrohr des Synchrotrons hineingebracht werden. Dazu nimmt man gasförmigen Wasserstoff aus einer Stahlflasche, den man in Zeitintervallen von einer Sekunde in kleinen Quantitäten, etwa 10^{12} – 10^{13} Protonen, einströmen läßt, nachdem er vorher ionisiert wurde, d. h. vom neutralen Wasserstoffatom hat man das Elektron abgespalten. Diese Protonen werden in einem Linearbeschleuniger zunächst auf 50 Millionen eV Energie beschleunigt (das sind zwei Promille der Energie, die sie später erreichen) und in das Vakuumrohr des Synchrotrons

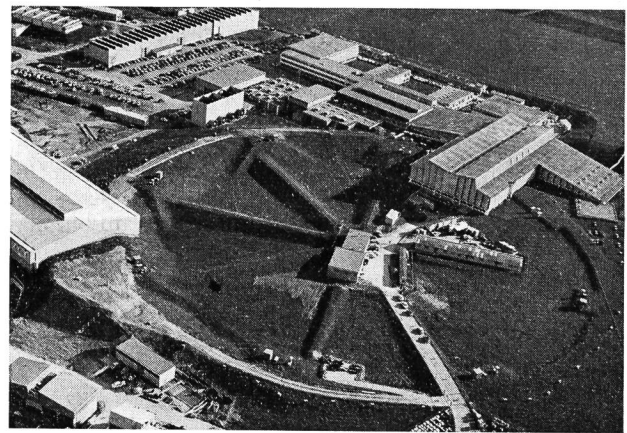


Abbildung 5 Gesamtansicht des CERN-28 GeV Proton-Synchrotrons (PS)

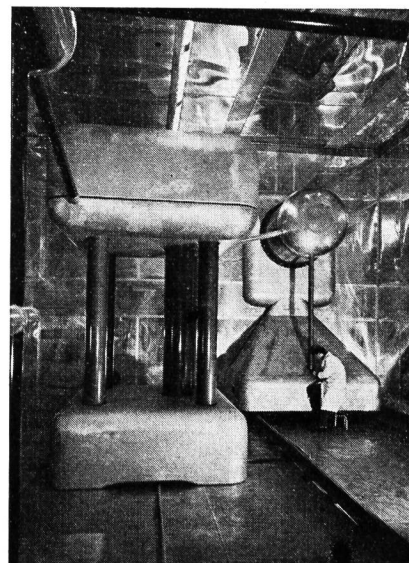


Abbildung 6 Cockcroft-Walton Beschleunigungsstufe des CERN-PS

eingeschlossen. Die folgenden Abbildungen zeigen Ihnen die Anlagen des CERN-Proton-Synchrotrons (Abbildungen 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11).

Nach dieser kurzen Beschreibung des PS bleibt noch zu skizzieren, wie man Protonen indirekt sichtbar macht, da 10^{-13} cm kein bloßes Auge wahrnehmen kann. Wie ich ja zu Beginn ausführte, besteht das Prinzip unseres Mikroskops im Beschuß von Protonen hoher

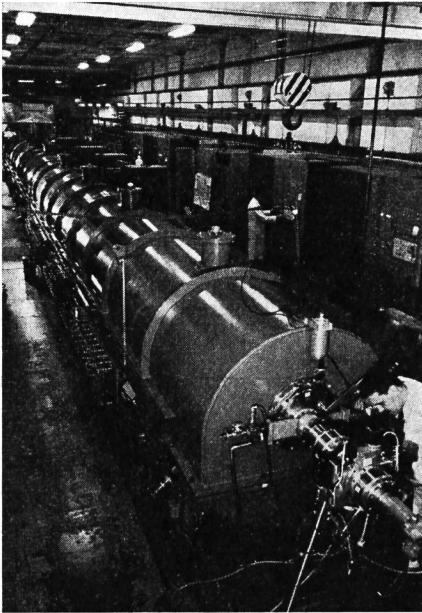


Abbildung 7
Linear-
Beschleuniger
des CERN-PS

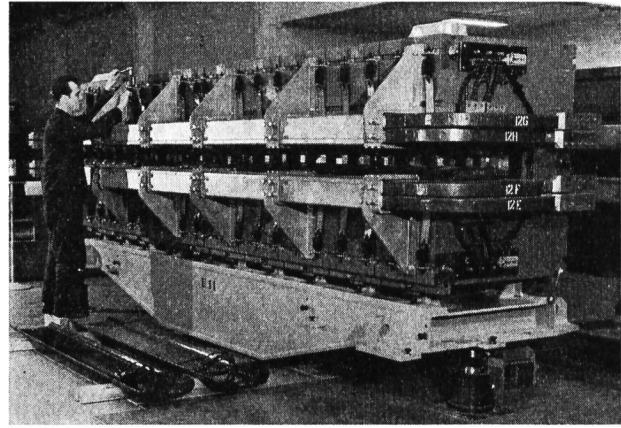


Abbildung 9 Magneteinheit des PS

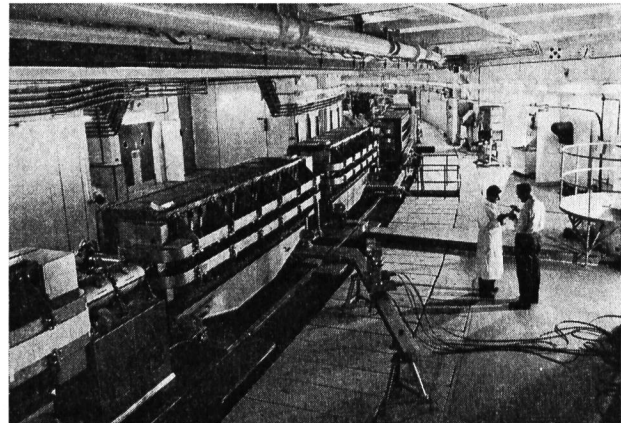


Abbildung 10 Innenansicht des PS-Rings

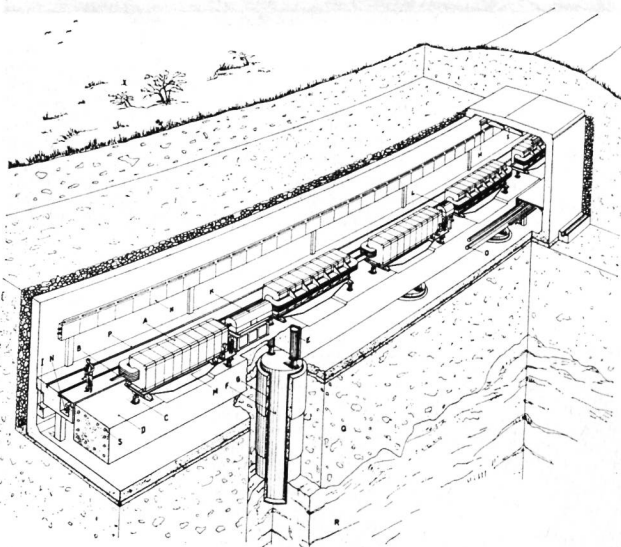


Abbildung 8 Schematische Teilansicht des PS-Rings

Légende

- | | |
|---|---------------------------------------|
| A Aimant | K Accélérateur HF |
| B Chambre à vide | L Lentille |
| C Vérin | M Pompe à vide |
| D Socle annulaire en béton | N Câbles électriques |
| E Colonnes-support souples | O Tuyauterie d'eau pour aimant |
| F Colonnes-support en béton dans le roc | P Rails |
| G Bitume | Q Terre meuble |
| H Pont roulant de 2 tonnes | R Roc |
| I Ventilation | S Contrôle de la température du béton |

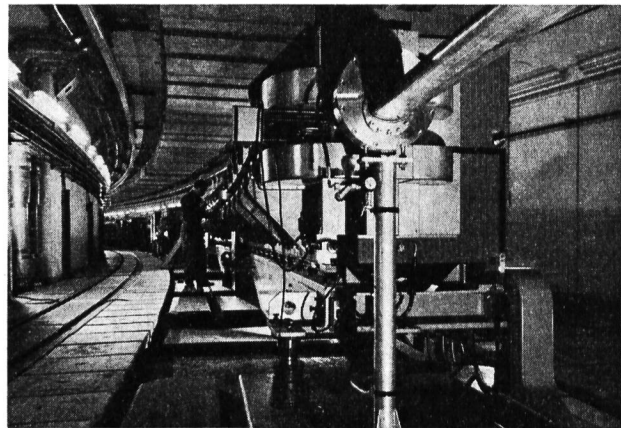


Abbildung 11 Innenansicht des PS-Rings

Energie (kleine Wellenlänge) auf Protonen oder Neutronen. Aus der Ablenkung und Geschwindigkeitsänderung der eingeschlossenen Protonen kann man auf ihre innere Struktur schließen. Die Schwärzung photographischer Platten ist eine naheliegende Möglichkeit zur Sichtbarmachung dieser kleinen Teilchen. Diese Methode wurde auch in den ersten Jahren der Elementarteilchen-Physik entwickelt. Sie hat sich aber in ihrer Anwendung als sehr begrenzt gezeigt.

Hingegen ist die Blaskammer, insbesondere die Wasserstoff-Blaskammer, eines der wichtigsten In-

strumente geworden, um die Flugbahnen von Elementarteilchen sichtbar zu machen und somit ihre Reaktionen (Ablenkungen) zu untersuchen.

IV. Was ist eine Blaskammer?

Die Blaskammer (Abb. 12) ist im wesentlichen ein Druckkessel, in dem eine Flüssigkeit in überhitztem Zustand gehalten wird. Ein elektrisch geladenes Teilchen, z. B. ein Elementarteilchen, das sich durch die überhitzte Flüssigkeit bewegt, erzeugt aufgrund seiner Ionisierung entlang seiner Bahnspur sichtbare Kochbläschen von einigen Zehntelmillimeter Durchmesser, und zwar umso mehr, je langsamer das Teilchen fliegt. Aus der Zahl der Blasen pro cm läßt sich die Teilchen-

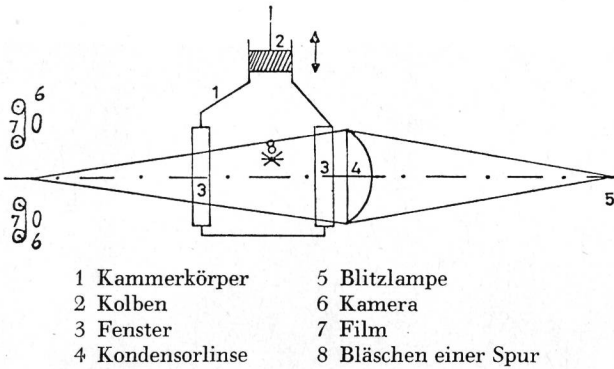


Abbildung 12 Schematischer Aufbau einer Blaskammer

geschwindigkeit bestimmen. Um die Flüssigkeit zu überhitzen, wird sie bei konstanter Temperatur expandiert. Das geschieht durch die Bewegung einer Membran oder eines Kolbens.

Durch ein (oder mehrere) Glasfenster ist das Flüssigkeitsvolumen beobachtbar. Mit Hilfe einer Dunkel-feldbeleuchtung (s. Abb. 12) werden die Teilchenspuren (Kochbläschen) photographisch von mindestens zwei Kameras registriert, sodaß für eine spätere Analyse der räumliche Verlauf der Spuren rekonstruiert werden kann. Um den Teilchenimpuls, Masse \times Geschwindigkeit, zu messen, ist die Blaskammer von einem Magnetfeld von etwa 20 000 Gauß umgeben. Somit

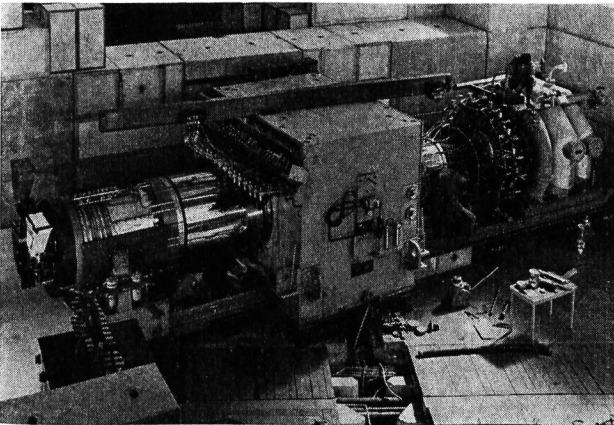


Abbildung 13 1000-l-Propankammer

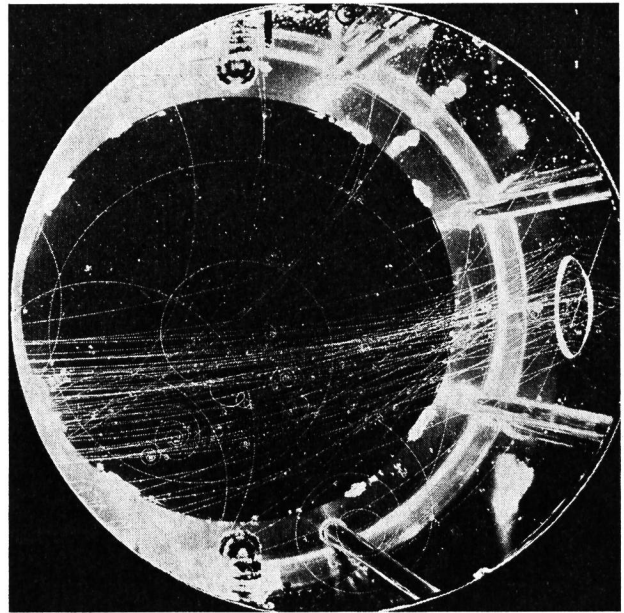


Abbildung 14 Spuren eines μ -Mesonen-Strahls in der CERN Propankammer

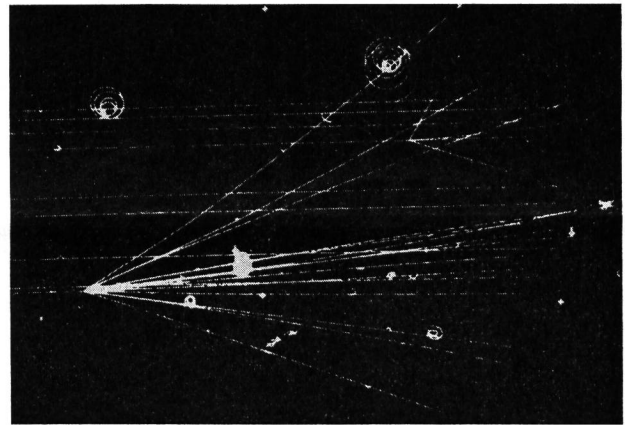


Abbildung 15 Zusammenstoß eines 25 GeV Protons mit einem Proton in der CERN Wasserstoff-Blaskammer. Bei dem Stoß werden 14 Sekundärteilchen, im wesentlichen Mesonen, erzeugt.

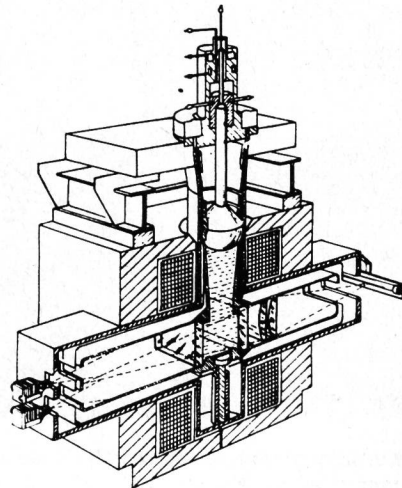


Abbildung 16 Schematischer Aufbau der (200 cm \times 60 cm \times 50 cm) CERN Wasserstoff-Blaskammer

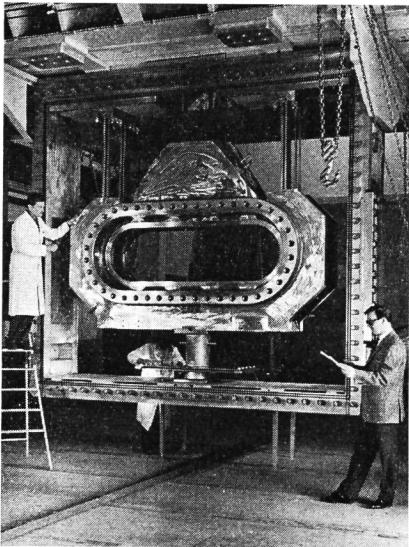


Abbildung 17
Kammerkörper
(rostfreier Stahl)
der CERN
Wasserstoff-
kammer beim
Einbau in den
Vakuumtank

beschreibt jedes elektrisch geladene Teilchen eine Spiralbahn in der Kammer. Der Durchmesser der Spirale ist dem Impuls proportional.

Abb. 13 zeigt die 1000-l-Propankammer beim CERN, dem Europäischen Hochenergiephysik-Zentrum in Genf, und Abb. 14 ist die Aufnahme von Teilchenspuren in der Kammer.

Was geschieht, wenn ein Proton von 25 GeV auf ein ruhendes Proton in der Kammer trifft, zeigt die folgende Abbildung (Abb. 15).

Man könnte annehmen, daß die beiden Protonen in 14 Bruchstücke auseinanderfliegen. Eine genaue Analyse zeigt aber, daß sich die beiden Protonen beim Zusammenstoß erhitzt haben. Durch Abstrahlen von Mesonen kühlen sie sich ab. – Die Reaktion in der Abb. 15 wurde in einer Wasserstoff-Blasen-kammer fotografiert. Die Wasserstoff-Blasen-kammer hat eine ganz besondere Stellung in der Elementarteilchen-Physik. Die Kammerflüssigkeit besteht aus reinen Protonen, also den elementaren Bausteinen, deren Struktur man untersuchen möchte. Man hat also ein ideales Target und einen empfindlichen Detektor in einem Instrument vereinigt. Technisch läßt sich ein derartiges Instru-

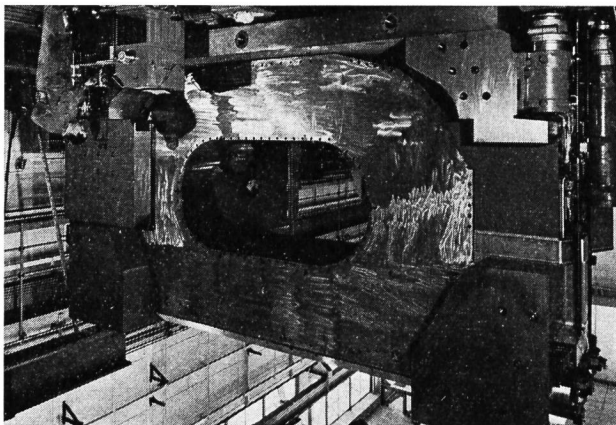


Abbildung 18 Der 400-t-Elektromagnet der CERN Wasserstoffkammer bei der Montage.

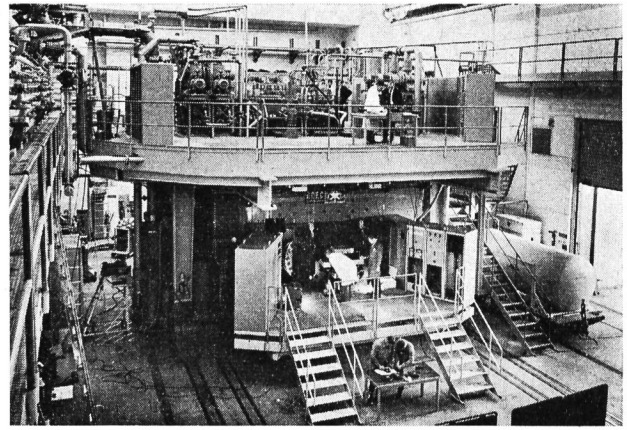


Abbildung 19 Gesamtansicht der CERN Wasserstoffkammer in Betrieb am 30 GeV Proton-Synchrotron in Genf.

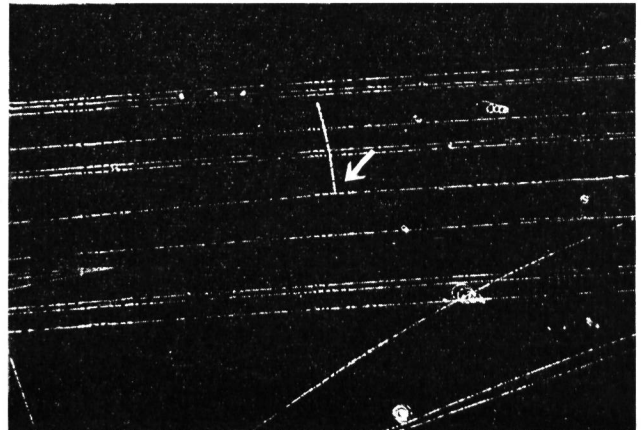


Abbildung 20 Elastische $p+p$ -Streuung in einer Wasserstoff-Blasen-kammer. Nach der Streuung fliegen die beiden Protonen unter 90° auseinander (siehe Pfeil).

ment nur mit großem Aufwand verwirklichen, da man eine Temperatur von -250°C aufrechterhalten muß, um den flüssigen Wasserstoff nicht zu verdampfen. In der Abb. 16 ist die 1000-l-Wasserstoffblasen-kammer beim CERN schematisch dargestellt. Abb. 17, 18 und 19 zeigen Aufnahmen des Kammerkörpers im Vakuum-Tank, des Magneten und der Gesamtanordnung. Die Beobachtung der einfachen Ablenkung (elastische Streuung) eines primären Protons an einem Proton der Kammerflüssigkeit ist in Abb. 20 fotografiert. Die beiden Protonen verhalten sich genauso wie zwei Billardkugeln, nach dem Zusammenstoß fliegen sie unter einem Winkel von 90° auseinander.

Es gibt außer der Blasen-kammer noch weitere Detektoren, insbesondere die *Funkenkammer*. Aber es würde hier zu weit führen, sämtliche Instrumente der Elementarteilchen-Physik zu beschreiben. Ich kann nur kurz erwähnen, daß die Funkenkammer eine Anordnung von vielen Metallplatten oder Drähten ist, in die eine elektrische Spannung angelegt wird. Wenn ein elektrisch geladenes Teilchen, z. B. Proton, durch die Kammer fliegt, so erzeugt es entlang seiner Flugbahn Funkenüberschläge. Diese sind sichtbar und lassen sich fotografisch registrieren (Abb. 21).

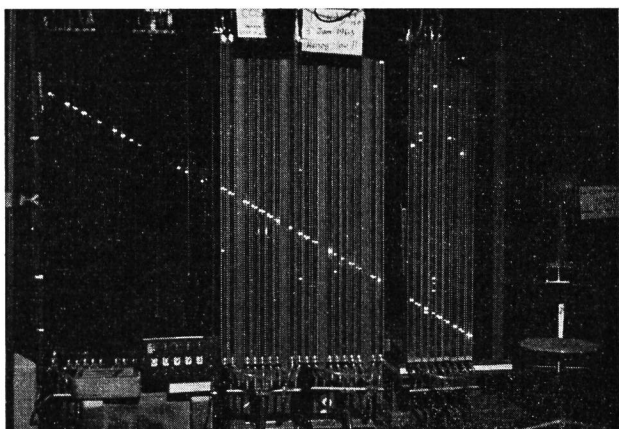


Abbildung 21 Funkenkammer

V. Elementarteilchen

Ich möchte nun auf die in der Einführung gestellte Frage zurückkommen: Was für Elementarteilchen gibt es außer Proton, Neutron und Elektron? Den ersten Einblick in die Vielfalt der Elementarteilchen erhielten Sie durch die Reaktion der Abbildung 15. Beim Zusammenstoß zweier Protonen wurden 14 sekundäre Teilchen, Mesonen, erzeugt.

Etwa 200 subatomare Teilchen plus Antiteilchen (jedes Teilchen existiert in der Antimaterie als Antiteilchen) sind uns heute bekannt. Der Stand der heutigen Elementarteilchen-Physik läßt sich etwa vergleichen mit der Chemie von 1900, als Mendelýev die chemischen Elemente nach dem Periodischen System ordnete.

Wir unterscheiden Baryonen, Mesonen, Leptonen und Photonen und ihre verschiedenartigen Wechselwirkungen, stark, schwach und elektromagnetisch¹.

Tabelle 2 gibt einen Überblick:

Baryonen	Mesonen	Leptonen	Photon
n, p Λ Σ Ξ etc.	π K	e μ ν _e ν _μ	γ
stark		schwach	elektro- magn.

Die Mesonen sind die «Photonen» der starken Wechselwirkung. Ein beschleunigtes Elektron emittiert Photonen, entsprechend emittiert ein beschleunigtes Baryon Mesonen. Ein entsprechendes «Photon» (Intermediäres Boson) der schwachen Wechselwirkung kennen wir noch nicht, wir vermuten, daß es existiert. Zukünftige Experimente der Elementarteilchen-Physik sind bestimmt, nach diesem Intermediären Boson zu suchen. – Vermittels ihrer verschiedenen Wechselwirkungen können sich die Elementarteilchen ineinander

¹ Von der Gravitation sehen wir hier ab, da sie im subatomaren Bereich so schwach ist, daß sie keine Rolle spielt.

Tabelle 3

$\pi^- + p \rightarrow n + \pi^0$ $\gamma^* \rightarrow \Lambda + \pi$	stark
$n \rightarrow p + e^- + \nu_e$ $\Sigma \rightarrow n + \pi$	schwach
$\Sigma \rightarrow \Lambda^0 + \gamma$ $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$	elektro- magn.

transformieren, unter Beachtung der Energieerhaltung und gewisser «Auswahlregeln».

Wie schon oben angedeutet, lassen sich die Elementarteilchen nach einem Periodischen System ordnen. Teilchen gleicher Spins und gleicher Parität² klassifizieren sich in Multipletts von 8 bis 10 Teilchen (siehe Tabelle 4).

Wie man aus dem Periodischen System der chemischen Elemente schließt, daß ihnen eine elementare Struktur zugrunde liegt, so liegt die Vermutung nahe, daß auch die sogenannten Elementarteilchen aus elementaren Bausteinen zusammengesetzt sind.

Postuliert man drei fundamentale Teilchen – Quarks³ –, so lassen sich sämtliche bisher bekannten Baryonen und Mesonen als gebundene Systeme dieser Quarks verstehen. Die Baryonen bestehen aus drei Quarks, die Mesonen aus einem Quark-Antiquark-Paar. Es ist sofort ersichtlich, daß die elektrische Ladung dieser Quarks nicht ganzzahlig ist (s. Tabelle 5).

Das Proton hat z. B. die Struktur (p – p – n), das π⁻-Meson setzt sich zusammen aus (n – p̄), das K⁻-Meson aus (λ – p̄). Bisher haben wir noch nicht diese Bausteine nachweisen können. Vielleicht finden wir sie morgen mit einem stärkeren Mikroskop als dem bisherigen 30 Milliarden eV PS. Wir können aber mit der Hypothese, daß drei Quarks die Grundbausteine sind, sämtliche 200 bekannten Elementarteilchen als zusammengesetzte Systeme dieser Quarks erklären.

VI. Experimente

a) Das Ω⁻-Hyperon

Als vor sechs Jahren die Physiker die soeben skizzierten Überlegungen anstellten, erkannten sie als kritischen Test ihrer Theorie den Nachweis des noch unbekanntes Teilchens, das sich aus drei λ-Quarks zusammensetzt. Sie nannten es das Ω⁻-Teilchen und sagten genau seine Eigenschaften voraus: Das 1.9fache Gewicht eines Protons, negative Ladung, Zerfall Ω⁻ → Ξ + π, oder Λ + K⁻, Zerfallszeit ~ 10⁻¹⁰ sec. In den Hochenergielaboratorien setzte eine eifrige Suche

² Jedes Elementarteilchen ist durch seine Masse und durch seine Quantenzahlen Ladung, Spin u. Parität charakterisiert.

³ Die Anregung des Namens Quark erhielt M. Gell-Mann von James Joyce aus Finnegan's wake, «Three quarks for Muster Mark. Sure he hasn't got much of a bark . . .»

Baryonen

		T_3				
		-1	$-\frac{1}{2}$	0	$+\frac{1}{2}$	+1
Spin $\frac{1}{2}$, Parität(+)	$S=0$		N		P	
	$S=-1$	Σ^-		Σ^0, Λ		Σ^+
	$S=-2$		Ξ^-		Ξ^0	

		T_3				
		$-\frac{3}{2}$	$-\frac{1}{2}$	0	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{3}{2}$
Spin $\frac{3}{2}$, Parität(+)	$S=0$	N^{*-}	N^{*0}	N^{*+}	N^{*++}	
	$S=-1$		γ^{*-}	γ^{*0}	γ^{*+}	
	$S=-2$		Ξ^{*0}		Ξ^{*-}	
	$S=-3$			Ω^-		

Tabelle 4a

Mesonen

		$T_3 = -1$					$T_3 = -1$				
		$-\frac{1}{2}$	0	$+\frac{1}{2}$	+1	-1	$-\frac{1}{2}$	0	$+\frac{1}{2}$	+1	
Spin 0, Parität(-)	$S=+1$		K^0		K^+		K^{*0}		K^{*+}		
	$S=0$	π^-	π^0, η		π^+	ρ^-	ρ^0, ω		ρ^+		
	$S=-1$		K^-		\bar{K}^0		K^{*-}		K^{*0}		
		Spin 0, Parität(-)					Spin 1, Parität (-)				

Tabelle 4b

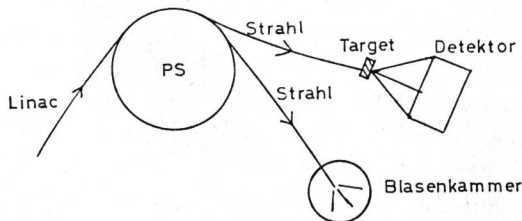


Abbildung 22

Schematischer Aufbau eines Experimentes am PS

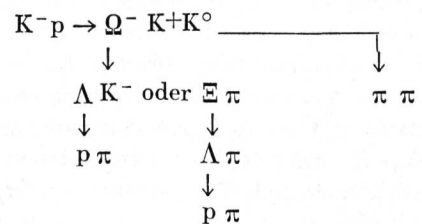
nach diesem hypothetischen «Element» ein. Zwei Jahre später gelang es den Physikern in Brookhaven, USA und CERN, dieses «exotische» Teilchen in einer Wasserstoff-Blasen-kammer zu erzeugen und seinen Zerfall, $\Omega^- \rightarrow \Xi + \pi$ und $\Omega^- \rightarrow \Lambda + K^-$ nachzuweisen.

Ich möchte Ihnen am Beispiel dieses Experimentes zeigen, wie man mit dem Supermikroskop experimentiert. Im Prinzip hat jedes Experiment den in Abbildung 22 skizzierten Aufbau.

Ein Teilchenstrahl wird vom PS auf ein zu untersuchendes Target geschossen. Der primäre Teilchenstrahl ruft im Target Reaktionen hervor, und die abgelenkten Primärteilchen, bzw. die erzeugten Sekundärteilchen (z. B. sucht man nach den Bruchstücken eines Protons) werden in einem geeigneten Detektor nachgewiesen. Die Blasen-kammer vereinigt Target und Detektor. Als primären Teilchenstrahl hat man natürlich die im PS beschleunigten Protonen zur Verfügung. Aber auch die im Synchrotron in einem internen Target erzeugten Mesonen, Antiprotonen usw., können durch magnetische Linsen und elektrische Filter als reiner Mesonen- oder Antiprotonenstrahl in die Blasen-kammer geführt werden. (Strahl-führung Abb. 23, 24 und 25.)

Um das Ω^- zu erzeugen, wurden negative K^- -Mesonen von 5 GeV in eine 2 m große Wasserstoff-Blasen-kammer gelenkt. Die K^- -Mesonen waren im 30 Milliarden eV Proton-Synchrotron erzeugt. Im Rhythmus von zwei Sekunden durchsetzte ein K^- -Mesonenstrahl die Wasserstoff-kammer. Bei jedem Strahlimpuls

wurden die Teilchenspuren in der Kammerflüssigkeit photographisch registriert. Um ein Ω^- zu erzeugen, bedurfte es mehrerer 100 000 Strahlenimpulse (10^{17} Protonen). Insgesamt wurden etwa 10^6 Blasen-kammer-bilder aufgenommen. Diese Bilder waren anschließend zu durchmustern nach der folgenden Reaktionskette



d. h. nach dem in Abbildung 26 skizzierten Spurenbild.

Kanton St.Gallen

Kantonsschule Wattwil

Die neu gegründete Kantonsschule Wattwil wird zu Beginn des Schuljahres 1970/71 (20. April 1970) ihren Betrieb aufnehmen. Sie wird folgende Abteilungen umfassen: Gymnasium (Maturitätstypen A und B), Oberrealschule (Maturitätstypus C), Wirtschaftsgymnasium, Diplomhandelsschule und Lehrerseminar. Der Unterricht wird mit der 3. Gymnasialklasse, der 1. Oberrealklasse, der 1. Klasse des Wirtschaftsgymnasiums, der 1. Diplomhandelsklasse sowie der 1. und 2. Seminarklasse beginnen.

Auf Frühjahr 1970 werden folgende Hauptlehrstellen zur Besetzung ausgeschrieben:

eine Hauptlehrstelle für deutsche Sprache,

eine Hauptlehrstelle für französische Sprache,

eine Hauptlehrstelle für lateinische Sprache und alte Geschichte,

eine Hauptlehrstelle für Mathematik und evtl. Physik,

eine Hauptlehrstelle für Biologie
und ein weiteres Fach (z. B. Chemie),

eine Hauptlehrstelle für Geographie
und ein weiteres Fach,

**eine Hauptlehrstelle für Gesang,
Musiklehre, Klavier- u. Orgelunterricht**

Die Besetzung der Hilfslehrstellen erfolgt in einem späteren Zeitpunkt.

Ueber die Gehaltsverhältnisse und die weiteren Anstellungsbedingungen gibt Herr Rektor Dr. Kurt Meyer, Hochwachtstr. 1b, 9000 St.Gallen (Telefon 071 22 10 20) Auskunft.

Bewerber mit abgeschlossener Hochschulbildung (bzw. Fachausbildung) sind gebeten, ihre Anmeldung mit Lebenslauf und Zeugnissen über Studium und Praxis bis 20. Juni 1969 dem kantonalen Erziehungsdepartement, Regierungsgebäude, 9001 St.Gallen, einzureichen.

St.Gallen, den 22. Mai 1969

Erziehungsdepartement des Kantons St.Gallen

Kantonsschule Glarus

Offene Lehrstellen

Auf den 16. Oktober 1969 sind an der Kantonsschule Glarus folgende Lehrstellen zu besetzen:

1 Lehrstelle für Latein und Griechisch

1 Lehrstelle für Französisch und Italienisch

1 Lehrstelle für Mathematik, evtl. mit Physik

Die Bewerber müssen ausreichende Ausweise über wissenschaftliche Befähigung und Lehr-tätigkeit auf der Mittelschule beibringen.

Der Kanton Glarus führt ein Gymnasium und ein Unterseminar von idealer Größe. Ab 1. Juli 1969 treten die zeitgemäße Neufestsetzung der Besoldung und die Ausrichtung von Treueprämien in Kraft.

Vor der Anmeldung ist vom Rektorat der Kantonsschule Glarus schriftlich Auskunft über die einzureichenden Ausweise und über die Anstellungsbedingungen einzuholen. Persönliche Vorstellung soll nur auf Ersuchen erfolgen.

Anmeldungen sind bis zum 30. Juni 1969 dem Rektorat der Kantonsschule Glarus schriftlich einzureichen.

Glarus den 25. April 1969

Die Erziehungsdirektion des Kantons Glarus

Kantonales Gymnasium Winterthur

Auf den 16. Oktober 1969 oder auf den 16. April
1970 sind folgende Lehrstellen zu besetzen:

3 Lehrstellen für Latein

und ein anderes Fach

2 Lehrstellen für Mathematik

und ein anderes Fach

1 Lehrstelle für Physik

und ein anderes Fach

1 Lehrstelle für Biologie

und ein anderes Fach

1 Lehrstelle für Zeichnen

Die Bewerberinnen und Bewerber müssen sich
über eine abgeschlossene Hochschulausbil-
dung ausweisen können. Die Anmeldungen
sind bis zum 5. Juli 1969 dem Rektorat des
Kantonalen Gymnasiums Winterthur, Gottfried-
Keller-Straße 8, 8400 Winterthur, einzureichen.
Vor der Anmeldung sind schriftlich Auskünfte
über die Anstellungsbedingungen und die ein-
zureichenden Ausweise einzuholen.

Zürich, den 5. Mai 1969

Die Erziehungsdirektion

Wer zeichnet gerne Landeskarten?

Bei der Eidgenössischen Landestopographie,
Wabern BE, sind auf Frühjahr 1970

3 Kartographenlehrstellen

zu besetzen. Die Lehrzeit dauert 4 Jahre. Es
können sich gut ausgewiesene Schüler (wenn
möglich mit Sekundarschulbildung) melden.
Erforderlich sind: zeichnerische Begabung,
Gestaltungs- und Schönheitssinn, Fähigkeit
für sauberes und exaktes Arbeiten. Die Bewer-
ber werden zu einer Besprechung und Eignungsprüfung eingeladen.

Anmeldungen bis 15. Juli 1969 an die Direktion
der Eidg. Landestopographie, 3084 Wabern

Sekundarschule Schönenberg-Kradolf-Sulgen mit Sitz in Kradolf

Auf Beginn des Wintersemesters 1969/70 (Mitte
Oktober) suchen wir an unsere Schule

1 Sekundarlehrer(in)

sprachlich-historischer Richtung und

1 Sekundarlehrer

mathem.-naturwissenschaftlicher Richtung

Wir bieten neben der gesetzlichen Besoldung
angemessene Ortszulagen, Haushalt- und Kin-
derzulagen. Auswärtige Dienstjahre werden
angerechnet. Wer in unserer fünfklassigen
Schule mit einer jungen aufgeschlossenen
Lehrerschaft und Behörde mitarbeiten möchte,
richte seine Bewerbung mit den üblichen
Unterlagen an den Sekundarschulpräsidenten
Hch. Kundert, Post 8583 Sulgen, Telefon 072
3 18 38, wo auch jede gewünschte Auskunft
gerne erteilt wird.

Sekundarschulvorsteherschaft
Schönenberg-Kradolf-Sulgen

Die markierten Knicke in der Skizze sind die wesentlichen Punkte, auf die bei der Durchmusterung zu achten ist.

In dem ersten Experiment, also 10^6 Aufnahmen, wurden zwei Teichen gefunden. Abbildung 27 zeigt eines dieser Ereignisse. Die Reaktionen wurden genauestens analysiert, d. h. sämtliche sichtbaren Spuren vermessen und ihre räumliche Lage berechnet. Aus den Bahnkrümmungen wurden die Impulse der Teilchen bestimmt und schließlich die Kinematik der Reaktion berechnet. Diese Rechnungen stimmten mit den

vorhergesagten Eigenschaften des Ω^- überein. Dieses Experiment gilt als erster Triumph des Quarkmodells von Gell-Mann und Ne'eman.

b) Neutrino-Experiment

Wie schon zu Beginn ausgeführt, kennen wir drei Arten von Wechselwirkungen: Die starken der Protonen und Neutronen, die bei ihrer Aufheizung bzw. Abkühlung Mesonen emittieren, die elektro-magnetischen der Elektronen, die Photonen, also Licht, Röntgen- und Gammastrahlen aussenden, und die schwa-

Quarks

	el. Ladung Spin Strangeness		
	Q	J	S
π	$-\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	0
P	$+\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	0
λ	$-\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	-1

Antiquarks

	Q	J	S
	$\bar{\pi}$	$+\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$
\bar{P}	$-\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	0
$\bar{\lambda}$	$+\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	+1

Tabelle 5

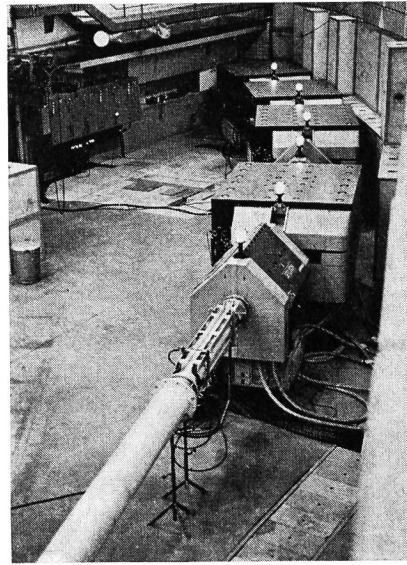


Abbildung 24
Strahlführung eines herausgelenkten Teilchenstrahls vom CERN-PS.

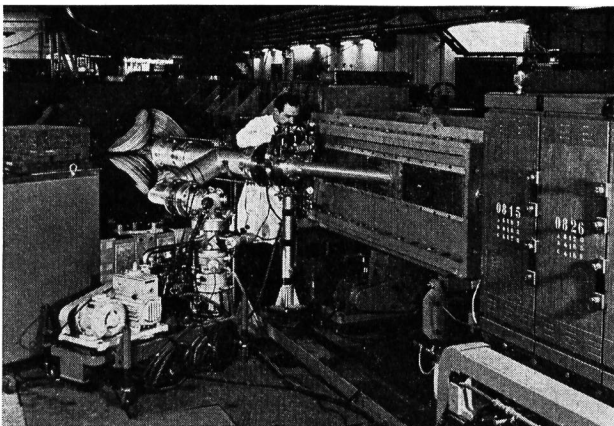


Abbildung 23 Strahlführung eines herausgelenkten Teilchenstrahls vom CERN-PS.

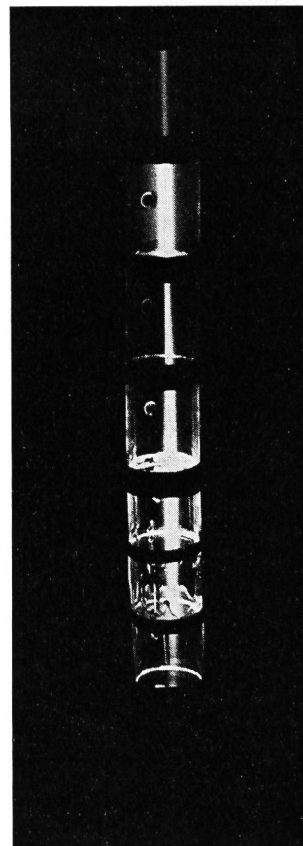


Abbildung 25
Der herausgelenkte Protonenstrahl des CERN-PS durchsetzt gasförmiges Neon. Die Protonen regen das Neon entlang ihrer Flugbahn zum Leuchten an.

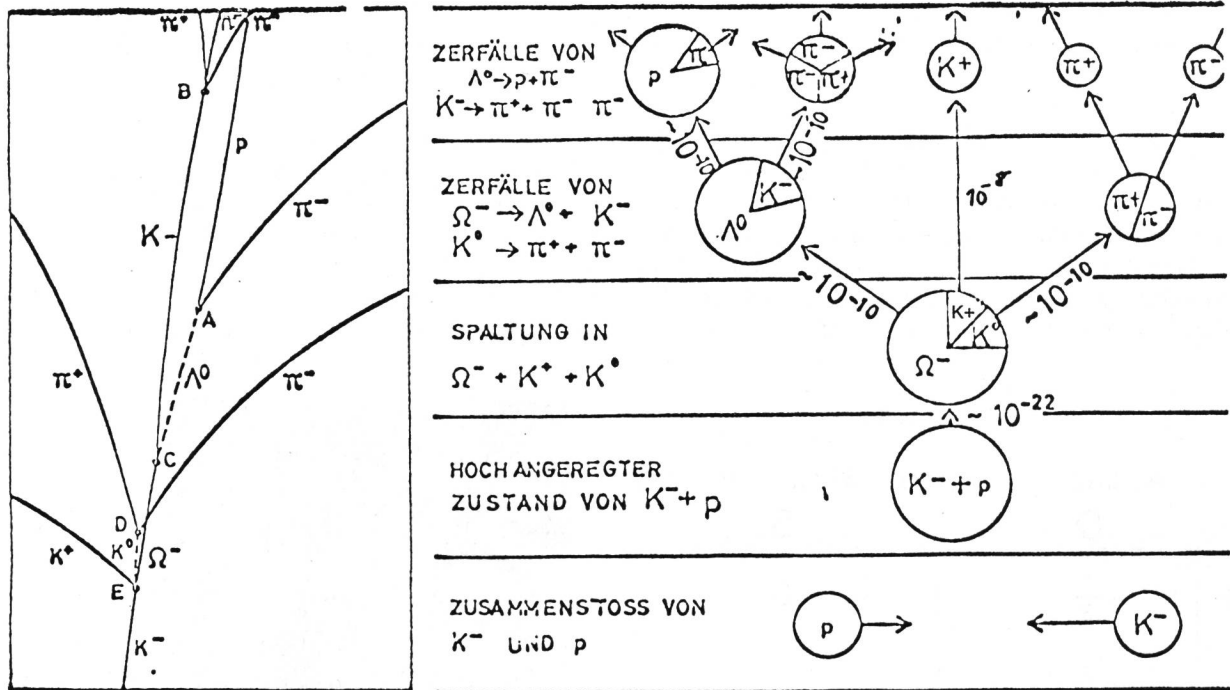


Abbildung 26 Erzeugungs- und Zerfallsreaktion des Ω^- -Hyperons



Abbildung 27 Beobachtung des Ω^- -Hyperons in der Brookhaven (USA) Wasserstoffblasenkammer (s. dazu Text Abbildung 26)

10^{14} pro m^2 und pro Sekunde. Sie besitzen Energien von etwa 1 MeV. Diese relativ energiearmen Neutrinos transportieren einige Prozent der Sonnenenergie. Würden sie mit unserer Umgebung genauso stark reagieren wie die Lichtstrahlung der Sonne, würden sie die Erde unbewohnbar machen. Ihre Wechselwirkungen sind aber so schwach, daß sie nur mit einigen Atomen pro Jahr und pro Tonne Materie reagieren. (10^{-44} cm^2 Wirkungsquerschnitt.) Analog dem Photon, das die elektro-magnetische Wechselwirkung überträgt, würde das Intermediäre Boson für die schwache Wechselwirkung verantwortlich sein.

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, gibt es zwei Arten von Neutrinos, ν_e und ν_μ . Das ν_e tritt immer mit einem Elektron (oder Positron) zusammen auf, z. B. $n \rightarrow p + e^- + \nu_e$ und das ν_μ mit einem μ -Meson, $\pi \rightarrow \mu + \nu_\mu$. Der Unterschied zwischen ν_e und ν_μ wurde erstmals 1962 von amerikanischen Physikern der Columbia University und dem Brookhaven Laboratorium nachgewiesen.

So wie energiereiche Elektronen Röntgen- bzw. γ -Strahlen, d. h. Photonen, erzeugen, können energiereiche Neutrinos ein «Photon», das Intermediäre Boson, W, wenn es existiert, erzeugen.

$$\nu_\mu + Z \rightarrow \mu^- + W^+ + Z$$

$$W^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu \text{ oder } e^+ + \nu_e$$

Dabei ist Z ein Proton oder Atomkern. Je schwerer das Boson, umso höhere Neutrino-Energie ist für seine Erzeugung erforderlich.

Woher bekommt man energiereiche Neutrinos? – Aus dem Zerfall energiereicher π -Mesonen, die mit einem Teilchenbeschleuniger produziert werden können.

chen Wechselwirkungen der Neutrinos. Die «Photonen» der Neutrinos hat man noch nicht entdeckt. Die zukünftigen Experimente nach der Suche dieser «Photonen» (intermediäre Bosonen) sind in Vorbereitung.

Neutrinos sind die am häufigsten auftretenden Teilchen in der Natur. Es gibt mehr Neutrinos als Atome im Universum, und ihre Gesamtenergie übertrifft die Energie aller sichtbaren Sterne. Neutrinos von der Sonne treffen auf die Erde mit einer Häufigkeit von

Stellenausschreibung

Auf Frühjahr 1970 sind am **Gymnasium am Kohlenberg, Basel**, folgende Lehrstellen zu besetzen:

4–5 Lehrstellen sprachlicher Richtung

Es kommen Kombinationen der Fächer

Latein-Griechisch-

Deutsch-Französisch-Englisch

in Frage. Eine dieser Stellen, und zwar für Deutsch, Französisch und ein weiteres Fach, ist ausschließlich für die Unterstufe (5.–9. Schuljahr) vorgesehen, die übrigen für den Unterricht an der Unter- und Oberstufe (7.–12. Schuljahr).

3 Lehrstellen mathematisch naturwissenschaftlicher Richtung

Es kommen Kombinationen der Fächer

Mathematik-Physik-

Chemie-Biologie-Geographie

in Frage. Die Stellen für Mathematik, Physik und Chemie sind vorwiegend für die Oberstufe (9.–12. Schuljahr) vorgesehen, für die Fächer Biologie und Geographie für die Unter- und Oberstufe (5.–11. Schuljahr).

2–3 Lehrstellen für Knaben und Mähdenturnen

Für den Unterricht an der Oberstufe wird ein Basler Oberlehrerdiplom oder ein Basler Mittellehrerdiplom mit Doktordiplom oder ein anderer gleichwertiger Ausweis verlangt, für den Unterricht ausschließlich an der Unterstufe ein Basler Mittellehrerdiplom oder ein gleichwertiger Ausweis.

Eine Anstellung als Turnlehrer ist nur möglich, wenn der Bewerber über ein Diplom verfügt, das zum Unterricht auch in zwei wissenschaftlichen Fächern berechtigt. Verlangt wird ein Eidgenössisches Turnlehrerpatent II (evtl. I).

Die Besoldung ist gesetzlich geregelt. Der Eintritt in die staatliche Pensions-, Witwen- und Waisenkasse ist obligatorisch.

Interessenten sind gebeten, ihr Bewerbungsschreiben, einen handgeschriebenen Lebenslauf sowie Abschriften des Maturitätsdiploms, des Lehrerdiplooms und allfälliger Arbeitszeugnisse bis zum 30. Juni 1969 beim Rektorat des Gymnasiums am Kohlenberg, Kohlenberg 17, 4051 Basel, einzureichen.

Basel, den 15. Mai 1969

Erziehungsdepartement des Kantons Basel-Stadt

Rheineck SG

Wir suchen zur Ergänzung unseres Teams

Sekundarlehrer

sprachlich-historischer Richtung

Übernahme des Gesangsunterrichts erwünscht

Stellenantritt: 20. Oktober 1969

Besoldung: nach kantonalem Gesetz (in Revision)

Ortszulage: bis Fr. 4400.—

Bewerbungen und Anfragen bitte an: Herrn Willi Graf, Schulratspräsident, 9424 Rheineck, Tel. 071 44 21 32.

Schule Hospental UR

Wir suchen an unsere Primarschule

1 Lehrerin für Unterstufe, 1. bis 3. Klasse (etwa 15 Schüler)

1 Lehrer für Oberstufe, 4. bis 7. Klasse (etwa 20–25 Schüler)

Besoldung nach der kantonalen Verordnung.

Interessenten wollen sich melden bei Renner Baptist, Schulpräsident, 6493 Hospental.

Basler Kinderheilstätte Langenbruck BL Heimschule

Wir suchen eine

Lehrerin oder einen **Lehrer**

für die Unterstufe unserer Heimschule in Langenbruck BL (1. und 2. Klasse; insgesamt 10–12 Kinder). Erfordernisse: Diplom für die Primarstufe, womöglich heilpädagogische Vorbildung und Schulerfahrung.

Umfang der unterrichtlichen Aufgabe, Besoldung und Ferien entsprechen den Verhältnissen an den Sonderklassen der Stadt Basel; es besteht keine Aufsichtspflicht außerhalb der Schulzeit; Wohnung und Verpflegung sind extern.

Stellenantritt nach Uebereinkunft.

Bewerbungen mit den üblichen Beilagen (genaue Personalien, handgeschriebener Lebenslauf, Diplom und allfällige weitere Ausweise, Zeugnisse über bisherige Tätigkeit) sind bis zum 26. August 1969 an das Rektorat der Primarschule Grossbasel-West, Spitalstraße 52, 4000 Basel (Telefon 061 43 87 00) zu richten. Diese Stelle erteilt auch Auskunft auf allfällige Fragen.

Die **Heilpädagogische Hilfsschule Romanshorn** sucht auf Beginn des Schuljahres 1970

2 diplomierte Lehrerinnen

womöglich mit heilpädagogischer Ausbildung (die aber auch im Kanton nachgeholt werden kann). Eventuell eine Lehrerin und eine Kindergärtnerin zur Betreuung ihrer 20 praktisch bildungsfähigen Kinder. Die beiden jetzigen Lehrerinnen sollen wegen Erreichung der Altersgrenze ersetzt werden. Die Hälfte der Kinder ist im Internat untergebracht, das von zwei Erzieherinnen betreut wird und von Montag bis Freitag im Betrieb ist. Samstag/Sonntag ist die Schule geschlossen. Ferien analog Volksschule. Anstellungsbedingungen gemäß Thurg. Lehrerbesoldungsverordnung. Die Stellen eignen sich z. B. für zwei Freundinnen, die sich gut ergänzen könnten, jedoch auswärts wohnen müßten.

Anfragen und weitere Auskünfte beim Präsidenten Dr. med. W. Pauli, Kantonsarzt, 8590 Romanshorn, Telefon 071 63 42 45.

Handelsschule Dr. Gademann Zürich

Geßnerallee 32, b. Hauptbahnhof Tel. 051 25 14 16

Handels- und Sprachkurse für Anfänger und Fortgeschrittene. Vorbereitung für **Handels-Sekretär/-innen-Diplom**. Stenodaktylo-Ausbildung. Vorbereitung für die Aufnahmeprüfung **PTT** und **SBB** sowie mittlere Beamtenlaufbahn.

Ergänzungskurse für **Realschüler** in Sekundarschulfächern sowie kaufmännischer Unterricht. Bürolistenausbildung für Primarschüler.

Tages- und **Abendschule**. Individueller, raschfördernder Unterricht. Prospekte durch das Sekretariat.



Wandtafelreparaturen und Wandtafelüberholungen werden von uns rasch und zuverlässig ausgeführt

Maßstabfabrik Schaffhausen AG

Telefon 053 5 88 51

Oberwalliser Verein zur Förderung geistig behinderter Kinder und Jugendlicher

Im Herbst 1969 bezieht unsere heilpädagogische Schule für geistig behinderte Kinder das neue Schulgebäude in Glis-Brig.

Gesucht wird daher auf Schulbeginn ein

Pädagogischer Leiter

- Aufgaben:**
- Erteilen von Unterricht in der Oberstufe der Schulbildungsfähigen;
 - Leitung des gesamten Schulbetriebes.

Unsere Schule besteht aus je einer Abteilung für schulbildungsfähige und praktischbildungsfähige Kinder und Jugendliche im Alter von 5 bis 17 Jahren; sie umfaßt 10 Klassen mit insgesamt 90 externen Knaben und Mädchen.

Anforderungen: In Frage kommt nur eine charakterlich und beruflich bestausgewiesene Persönlichkeit mit abgeschlossener heilpädagogischer und psychologischer Ausbildung und mit praktischer Erfahrung im Umgang mit geistig behinderten Kindern.

Außerdem obliegen dieser Fachkraft in Zusammenarbeit mit der Schulkommission weitere administrative und organisatorische Aufgaben, insbesondere die Führung des gesamten Lehr- und Betreuungspersonals.

- Wir bieten:**
- Gehalt nach kantonalem Lehrbesoldungsdekret und entsprechend der zusätzlichen Verantwortung; Pensionskasse.
 - Dauernde Aufgabe in ausbaufähiger privater Institution.

Handschriftliche Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen sind bis zum 20. Juni 1969 zu richten an **Dr. Wolfgang Imahorn, Kinderarzt, Naters VS.**

Abbildung 28, 29, 30: Reaktion von Antiproton und Proton in einer Wasserstoffblasenkammer

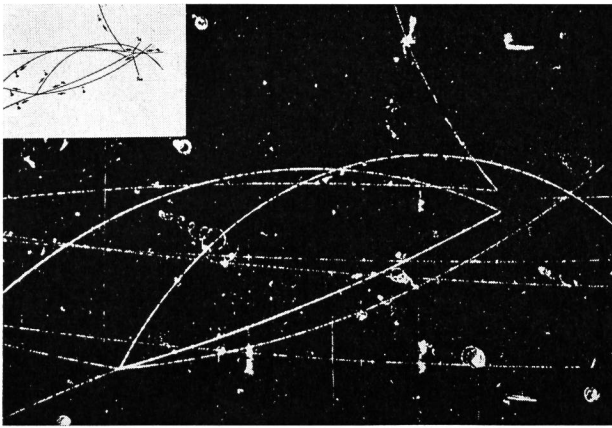


Abbildung 28 $\bar{p} p \rightarrow \Lambda \bar{\Lambda}$

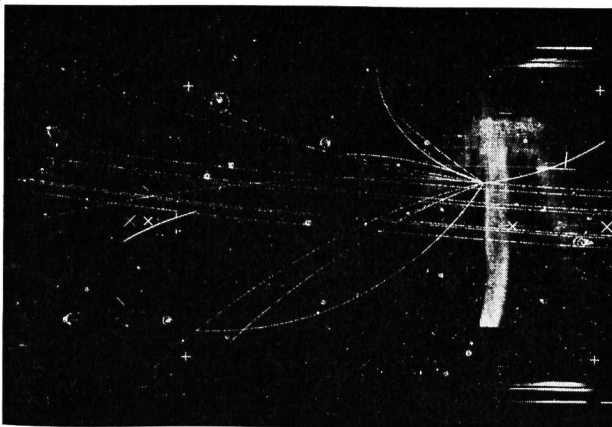
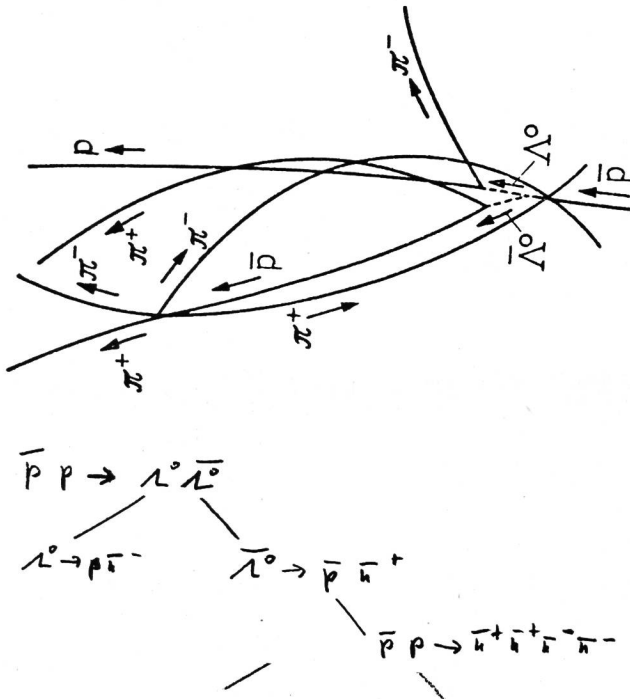


Abbildung 29 $\bar{p} p \rightarrow 10 \pi$ -Mesonen

nen, $\pi \rightarrow \mu + \nu_\mu$. Der interne Proton-Strahl des 30 Milliarden eV Proton-Synchrotrons wird auf ein äußeres Target gelenkt und dabei praktisch völlig vernichtet. Die gesamte Energie der Protonen wird in Form von Mesonen abgestrahlt. Die Mesonen ihrerseits zerfallen nach $\sim 10^{-8}$ sec (20 m Flugstrecke) in Neutrinos. In diesen Neutrino-Strahl von mehreren Milliarden eV-Energie wird eine Blasen-kammer gestellt (s. Abb. 31, 32).

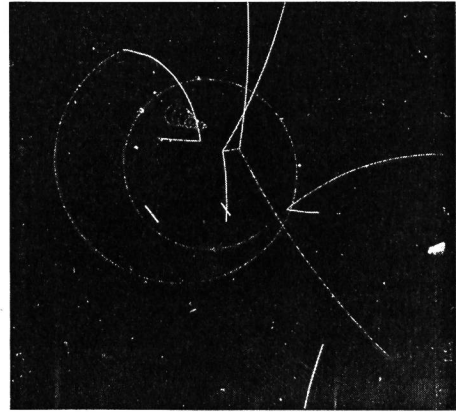
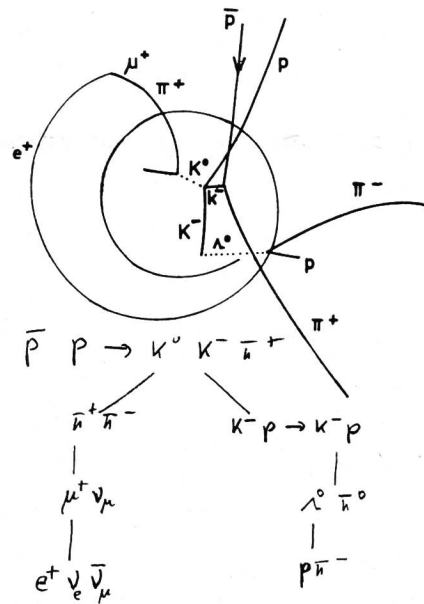


Abbildung 30 $\bar{p} p \rightarrow 2 K$ -Mesonen



Mit dem CERN-Beschleuniger konnten in dem kürzlich durchgeführten Experiment etwa 1000 Neutrino-Reaktionen in der 1000-l-Propankammer beobachtet werden⁴. Die Abbildungen 33, 34 zeigen einige typische Neutrino-Reaktionen. Bisher wurde das intermediäre Boson noch nicht beobachtet. Man stellte fest, daß es schwerer sein müßte als zwei Protonen-Massen. Mit Hilfe der größeren Blasen-kammern und des zukünftigen 300-Milliarden-Proton-Synchrotrons wird es vielleicht in der Zukunft möglich sein, dieses «Photon» der schwachen Wechselwirkung zu entdecken.

⁴ 10 Reaktionen pro Tag bei vollem Betrieb des PS.

VII. Zukunft

Wie sieht die Zukunft der Elementarteilchen-Physik aus? Die Energie der Protonen, der bisher größten Teilchenbeschleuniger, war noch nicht ausreichend, um ein Proton oder ein Neutron zu zerspalten, und um das Photon der schwachen Wechselwirkung (intermediäres Boson) zu erzeugen. Wir müssen also Protonenbeschleuniger höherer Energie bauen. Das zur Zeit größte PS mit 70 Milliarden eV befindet sich in Serpukov in der Nähe von Moskau. Unser Europäisches Laboratorium

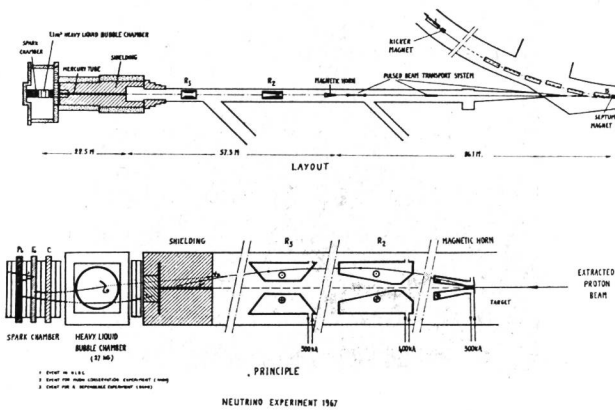


Abb. 31 Schemat. Aufbau des Neutrino-Strahls am CERN-PS

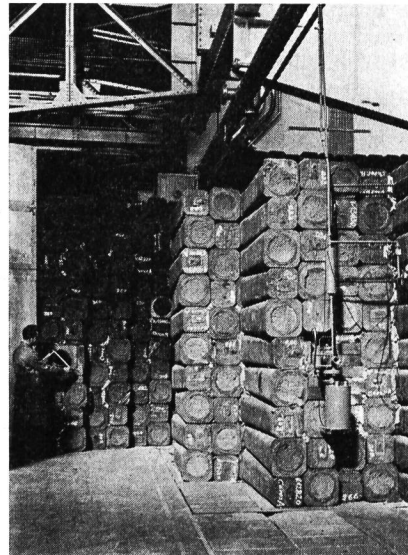
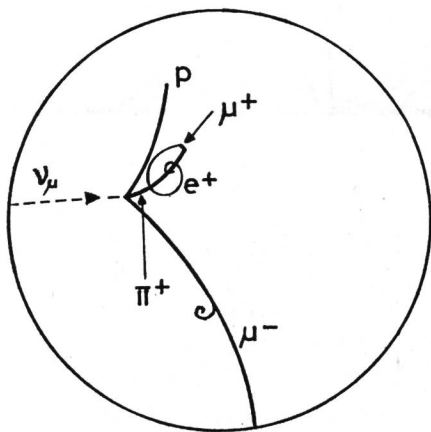


Abbildung 32 Eisenabschirmung am CERN-Neutrinostrahl

hat zwei neue Projekte in Angriff genommen, um Protonen höherer Energie zu erzeugen.

1. 300-Milliarden-eV-Proton-Synchrotron

Ein PS von 300 GeV Energie ist in Planung. Dieser Beschleuniger hat den zehnfachen Durchmesser des bisherigen 30 GeV PS, also 2 km. Wir hoffen, mit sei-



$$\nu_{\mu} + p \rightarrow \mu^{-} + \pi^{+} + p$$

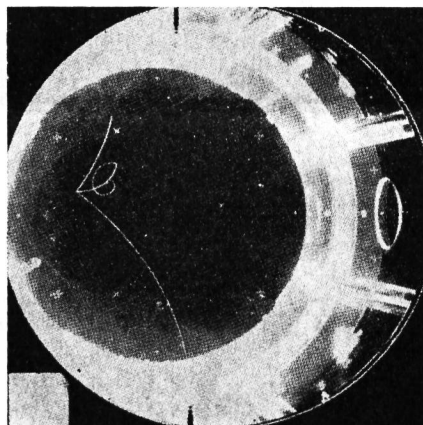
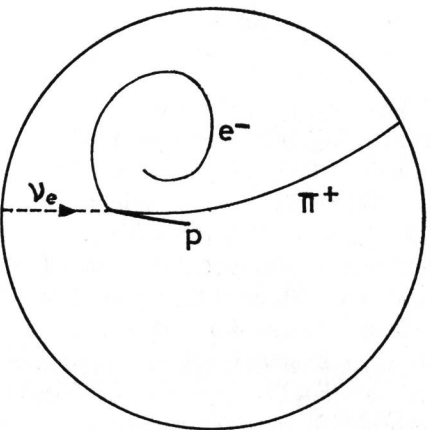


Abbildung 33 Neutrino-Reaktionen in der CERN 1000-1-Propankammer



$$\nu_{e} + p \rightarrow e^{-} + \pi^{+} + p$$

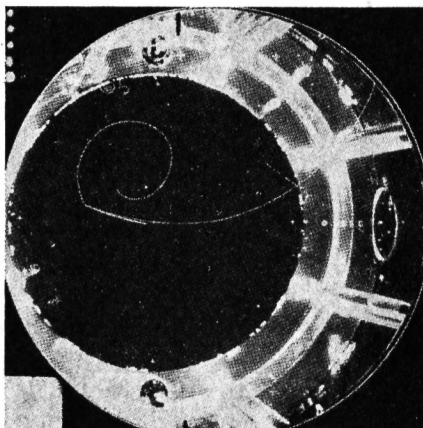


Abbildung 34 Neutrino-Reaktionen in der CERN 1000-1-Propankammer

Oberstufenschulgemeinde Bülach

An unserer Schule ist zu besetzen:

1 Lehrstelle für die Sonderklasse B

Die freiwillige Gemeindegulage entspricht den kantonalen Höchstansätzen und ist bei der Beamtenversicherungskasse versichert.

Bewerber und Bewerberinnen sind gebeten, ihre Anmeldungen unter Beilage der üblichen Ausweise dem Präsidenten der Oberstufenschulpflege, Herrn E. Meier-Breitenstein, Weinbergstraße 16, 8180 Bülach, einzureichen.

Basler Hilfsverein für Geistesschwache

Unser kleines Wohnheim mit Werkstube für praktisch-bildungsfähige und gewöhnungsfähige Jugendliche sucht auf den 1. August oder nach Uebereinkunft

Erzieherin / Hausmutter

wenn möglich mit Erfahrung im Umgang mit geistesschwachen Kindern oder Jugendlichen.

Aufgabenbereich: Betreuung der internen Schützlinge, Organisation des Haushaltes, Mithilfe bei allen Hausarbeiten und Anleitung der Schützlinge dazu.

Geboten wird: Mitarbeit in einem kleinen Team, angenehme Arbeitsverhältnisse, 5-Tage-Woche, gute Entlohnung.

Auskunft durch den Präsidenten:
S. Oppler-Laur, Vormbergweg 5, 4126 Bettingen BS.

Gesucht wird auf Herbst 1969 für das **Heilpädagogische Kinder- und Schulheim «Sonnegg»** in Zweisimmen ein

Heimleiter-Ehepaar

Der Leiter sollte im Besitze eines Lehrerpates sein, seine Frau über gründliche hauswirtschaftliche Kenntnisse verfügen.

Im Heim werden 24 normal begabte Kinder im Alter von 5 Jahren bis und mit 4. Schuljahr für die Dauer von 6 bis maximal 12 Monaten aufgenommen.

Anmeldungen sind zu richten an: Bezirkssekretariat Pro Juventute Bern, Schläflistraße 6, 3013 Bern.

Einwohnergemeinde Emmen

Für die **heilpädagogische Hilfsschule** – geistesschwache Kinder – der Gemeinde Emmen/Emmenbrücke (Vorort von Luzern) suchen wir auf Beginn des Schuljahres 1969/70 (Herbstschulbeginn: 25. August 1969)

Lehrerin

Wegen der notwendigen Erweiterung dieser Hilfsschule suchen wir auf Beginn des **Schuljahres 1970/71** noch eine weitere

Lehrerin

Anforderungen:

Diplom als Sonderschullehrerin, eventuell als Hilfsschullehrerin mit Praktika in heilpädagogischen Sonderschulen.

Wir bieten:

Dauerstelle, gute Entlohnung, Pensionskasse.

Auskunft über die Besoldung erteilt auf Wunsch das Personalamt der Gemeindeverwaltung Emmen, 6020 Emmenbrücke, Telefon 041 5 21 32.

Schriftliche Anmeldungen mit den üblichen Unterlagen wie Zeugniskopien, Photo usw. wollen Sie bitte einreichen bis zum **15. Juli 1969** an

Herrn Walter Pfister, Schulpflegepräsident,
Gersagstraße 6, **6020 Emmenbrücke**

Die Schulpflege
Das Rektorat

Heilpädagogische Sonderschule der Stadt Aarau

Wir suchen auf Beginn des Winterhalbjahres an unsere Sonderschule

Lehrer oder Lehrerin

mit entsprechender Ausbildung. Kann bei Eignung mit der Schulleitung betraut werden.

Besoldung nach Dekret, dazu Ortszulage und Zulage für die Tätigkeit als Schulleiter.

Städtische Pensionskasse obligatorisch.

Anmeldungen sind erbeten an den Präsidenten der Kommission für die Heilpädagogische Sonderschule, Herrn Dr. K. Häuptli, Hohlgasse, 5000 Aarau. Er kann auch nähere Auskunft erteilen.
Anmeldefrist 15. Juni 1969.

Stellen-Ausschreibungen und -Gesuche

Auskunft durch die Inseraten-Verwaltung:
M. Kopp, Kreuzstraße 58, 8008 Zürich
(Bei Anfragen bitte Rückporto beilegen)

Wanderungen **FERIEN** Schulreisen



Bergferien unvergeßlich!

29. Juni-13. September 1969 Wandertouren in kleinen Gruppen unter kundiger Führung. Bergsteigerkurse und Touren in Fels u. Eis. Geführte Reitausflüge mit Islandpferden. Prospekte und Anmeldung: Schweiz, Bergsteiger-Institut «Rosenlauri», Arnold Glatt- hard, Bergführer, 3860 Meiringen.

Aareschlucht bei Meiringen

Berner Oberland

an der Route Brünig-Susten-Grimsel. Diese 1400 m lange, 100 bis 200 m tiefe Schlucht mit ihren Nischen, Grotten, Erkern und Gewölben stellt ein großes Naturwunder dar. Ein lohnendes Ausflugsziel!

Luftseilbahn Wengen-Männlichen

Berner Oberland (2230 m ü. M.)



Prachtvolles Hochgebirgs Panorama der Jungfrau-Region

Vielseitiges Wandergebiet mit dem unvergleichlichen Höhenweg nach Kleine Scheidegg (1 1/2 Stunden)

Zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten für Gesellschafts- und Schulreisen aller Altersklassen

Direkte Billette ab allen Bahnstationen

Auskünfte:

Talstation Wengen, Telefon 036 3 45 33 oder an den Bahnschaltern

Mürren-Schilthorn, 2974 Meter

Schilthornhütte des Ski-Clubs Mürren, bewirbt Juli, August, September. 2 Std. ob Mürren. Ausgangspunkt für leichte Touren aufs Schilthorn, über die Bietenlücke ins Saustal, auf Schwalmeren usw. Spezialpreise für Schulen und Vereine.

Auskunft:

H. R. von Allmen, Hüttenwart, 3825 Mürren, Telefon 036 3 42 30

Berghotel Hahnenmoospaß, 3715 Adelboden

Sommerlager

für Schulen und Kurse im schönen Wandergebiet Adelboden-Lenk. Massenlager für 40 Personen. Leiterzimmer. Eigene Kochgelegenheit od. Hotelverpflegung. Unverbindliche Preisofferte.

Fam. W. Spori-Reichen, Tel. Privat 033 73 19 58 Gesch. 73 21 41

Adelboden Ferienlager in zentraler Lage mit 27 Betten, elektr. Küche, Dusche. Preis pro Person, pauschal, Fr. 4.50 pro Tag. Auskunft F. Inniger, Postfach 24, 3715 Adelboden, Telefon 033 73 16 52.

SBB



die schöpferische Pause

Tea-Room-Pension «Derby», 3770 Zweisimmen

Das Haus für Ihren Schulausflug oder Ferien nächst der Gondelbahn-Talstation. Massenlager und Zimmer für etwa 25 Personen. Spezialpreis für Schulen und Vereine. Es empfiehlt sich höflich: Hans Eggen, Tel. 030 2 14 38

Hotel-Pension Oeschinensee

Kandersteg (Berner Oberland, 1600 m ü. M.) ist bekannt für seine gute Küche zu günstigen Preisen, für Schulen und Gesellschaften. Betten, Massenlager

Telefon 033 75 11 19 oder 75 12 44

David Wandfluh-Berger



MONTREUX-OBERLAND BERNOIS

Les Avants · Château d'Oex · Gstaad · Zweisimmen · Lenk · Interlaken · Lucerne · Bern

Das Erlebnis des Jahres: eine Schulreise mit der MOB, verbunden mit einem Ausflug auf die

ROCHERS DE NAYE (2045 m)

Schönste Aussicht der Westschweiz. 55 Min. von Montreux mit der Zahnradbahn. Höchster alpiner Blumengarten Europas. Gutes Hotel und Restaurant. Zimmer und Massenlager.

Spezialpreise für Schulen.

Direktion T. Bücher

Verlangen Sie Prospekte unentgeltlich bei der MOB in Montreux, Telefon 021 61 55 22.

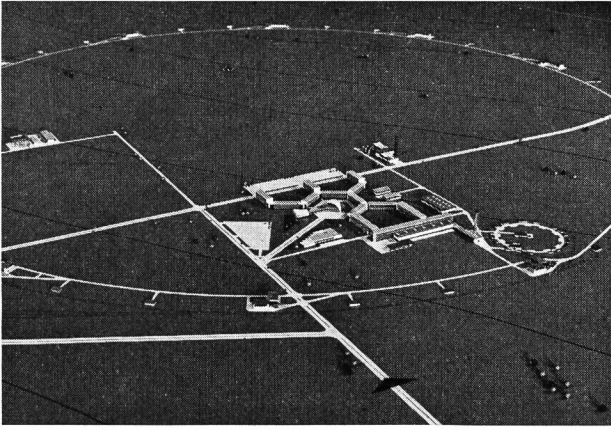


Abb. 35 Mod. des geplanten europ. 300-GeV-Beschleunigers

nem Bau im nächsten Jahr zu beginnen, wenn die Regierungen der europäischen Länder ihre Zustimmung erteilt haben und der Standort des neuen Laboratoriums ausgewählt ist. Bisher haben ihre Beteiligung zugesichert: Österreich, Belgien, Italien, Frankreich und Deutschland. Die Kosten der Maschine mit den notwendigen Laboreinrichtungen sind auf etwa 2 Milliarden SFr abgeschätzt. Die beiden Abbildungen 35 und 36 zeigen Ihnen ein Modell des 300 GeV Beschleunigers und einen Plan, der von den Ländern vorgeschlagenen Standorte des neuen Laboratoriums. – In den USA, bei Chicago, befindet sich seit etwa einem halben Jahr ein 200 GeV PS im Bau.

2. Speicherringe

Sicher werden 300 GeV nicht die höchste Protonenenergie sein, die Physiker im Laboratorium herstellen.

Um höhere Energien zu erzeugen, muß man jedoch ein neues Prinzip anwenden. Das klassische PS von 30 und 300 GeV einfach linear zu vergrößern, würde technisch und finanziell zu aufwendig sein. Deshalb wird zur Zeit hier im CERN ein neuer Weg versucht.

Bisher schießt man Protonen einer bestimmten Energie auf ruhende Protonen. Die verfügbare Energie bei einem solchen Zusammenstoß beträgt aber nicht 30 oder 300 GeV, sondern nur 7,6 bzw. 20 GeV. – Das liegt an der Relativitätstheorie. – Man erreicht aber wesentlich höhere Energie, wenn sich beide Protonen aufeinander zubewegen, analog einem Zusammenstoß zweier sich entgegengerichteter Autos.

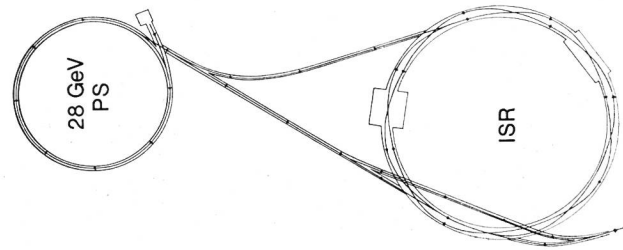


Abbildung 37 Schema der CERN-Speicherringe

Bei einem solchen Zusammenstoß zweier Protonen von je 30 GeV beträgt die verfügbare Energie $30 + 30 = 60$ GeV. Man müßte einen klassischen Beschleuniger von etwa 1700 GeV bauen, um die gleiche verfügbare Energie zu bekommen. Neben dem CERN-PS werden zur Zeit zwei Speicherringe gebaut, die es erlauben, Protonen von 30 GeV auf Protonen von 30 GeV zu schießen. Das Prinzip ist auf der nächsten Abbildung skizziert.

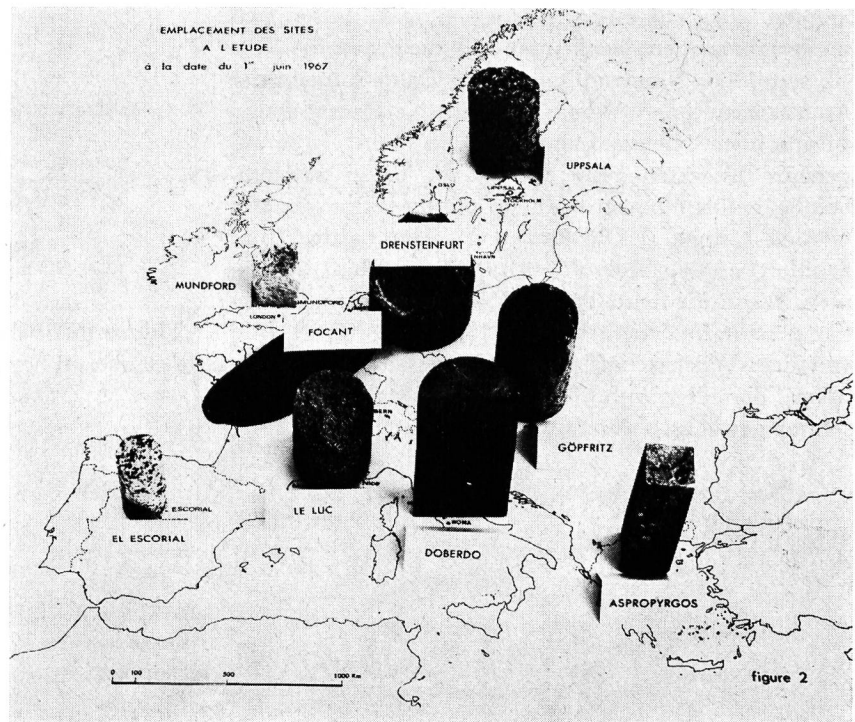


Abbildung 36
Vorgeschlagene Standorte
für den 300-GeV-Beschleuniger

VIII. Schlußbemerkung

Wie ich nur kurz skizzieren konnte, ist noch kein Ende unserer physikalischen Forschung abzusehen. Wir finden neue Strukturen und neue Welten im subatomaren Bereich, d. h. in den Welten von 10^{-14} cm und kleiner. Für die Astronomie hat mit der Möglichkeit, in den Weltraum mit Raketen und Satelliten vorzudringen, ein neuer Abschnitt begonnen. Die Biologie ist dabei, die Struktur der einfachsten Lebewesen aufzuklären. Wo liegen die Grenzen, fragten wir uns zu Beginn? Gibt es etwas Fundamentales, aus dem sich alles eines Tages erklären läßt? Vielleicht müssen wir die Hypothese von Demokrit verwerfen.



Abbildg. 38 Bauphase der CERN-Speicherringe Sommer 1968

Ich hoffe, daß meine Ausführungen nicht zu viel Verwirrung angerichtet haben. Aber ich möchte nochmals auf die zu Beginn skizzierten Bemerkungen zurückkommen. Die Entwicklung der Wissenschaft von morgen, ihre zukünftigen Entdeckungen, lassen sich nicht voraussagen. Denken Sie nur zurück an die Physik seit 1900. Niemand konnte die Entdeckungen der Atomstruktur, der Atomkerne und der Kernspaltung voraussehen. Niemand ahnte, daß im Atomkern so ungeheure Energien gespeichert sind, die zur Atombombe geführt haben oder im Atomreaktor genutzt werden können. – Die jungen Wissenschaftler, Ihre Schüler, werden die zukünftige Wissenschaft bestimmen. Wenn Sie heute das CERN-Laboratorium besichtigen, so hoffe ich, bekommen Sie ein gewisses Bild von dem Wissenschaftler, dem Ingenieur, dem Techniker, der den Anforderungen der modernen Forschung gewachsen sein muß.

Budgets 1968 du CERN

Budget de base	197,51 millions fr. s.
Budget supplémentaire (construction anneaux de stockage à intersections – ISR)	78,43 millions fr. s.
Budget supplémentaire (études préparatoires accélérateur à 300 GeV)	4,09 millions fr. s.

Budgets auxquels les 13 Etats Membres contribuent comme suit:

Autriche	1,90 %
Belgique	3,56 %
Danemark	2,05 %
Espagne	3,43 %
France	19,34 %
Grèce	0,60 %
Italie	11,24 %
Norvège	1,41 %
Pays-Bas	3,88 %
République fédérale d'Allemagne	23,30 %
Royaume-Uni	22,16 %
Suède	4,02 %
Suisse	3,11 %



«This could be the discovery of the century. Depending, of course, on how far down it goes.»

Drawing by O'Brian.

Copyright 1958 The New Yorker Magazine Inc.

Wanderungen **FERIEN** Schulreisen

Kronberg

Aussichts- und Wanderberg im Appenzellerland

Das 1663 m hohe grüne Wanderparadies vor dem Säntismassiv eignet sich ausgezeichnet für Ausflüge und Schulreisen – Herrliche Aussicht auf Alpen, Mittelland, Ostschweiz und Bodensee – Modernes Bergrestaurant – Viele gefahrlose Alpwanderwege – Für Schulen und Gesellschaften besonders günstige Tarife auf der



Luftseilbahn Jakobsbad-Kronberg, Telefon 071 89 12 89

HOHER KASTEN

Luftseilbahn

Die Rigi der Ostschweiz, 1790 m, Appenzell I. Rh. Herrliche Rundschau. Schöne, gefahrlose Wanderwege. Neues, gepflegtes Bergrestaurant, 400 Sitzplätze. Ideale Konferenzzimmer.

Telefon Berggasthaus 071 88 11 17, Talstation 071 88 13 22

Landgasthof Weißbadbrücke, Weißbad bei Appenzell

Zentral gelegener Landgasthof für prächtige Wanderungen in das schöne Alpsteingebiet

Ein angenehmer Aufenthalt lohnt sich mit unserer preiswerten Verpflegung im heimeligen Restaurant oder im großen, schattigen Garten (großer Parkplatz), 1 Min. von Station Weißbad, Appenzell. Reisemarken werden angenommen.

Familie Gmünder-Ullmann, 9057 Weißbad, Tel. 071 88 13 31

Schulreisen und Vereinsausflüge

Die

Rorschach-Heiden-Bergbahn

führt in ideale Ausflugs- und Wandergebiete

Neu: Rundfahrt-Billet Rorschach – Motorboot (Naturschutzgebiet) – Rheineck. Bahn – Walzenhausen. Auto – Heiden. Bahn – Rorschach. Preis pro Schüler bis 16 Jahre: Fr. 2.70.

Schweizerischer Schulreise- und Gesellschaftstarif. Auskunft erteilt gerne die Direktion RHB. Tel. 071 91 14 92.



Für die **SCHULREISE** immer mehr gesucht

50 km staubfreie Spazier- und Wanderwege
Beliebtes Ausflugsziel:
Braunwald-Gumen-Oberblegisee

Auskünfte durch das Verkehrsbüro

Der NIESEN, 2362 m



der Aussichtsberg des Berner Oberlandes mit der einzigartigen Rundschau
Saison Mai bis Oktober

Niesenbahn und Berghaus Niesen-Kulm

Schulreise nach Bern?

Dann besuchen Sie den

Städt. Tierpark Dählhölzli

und sein reichhaltiges

Vivarium

(Vögel, Reptilien, Fische fremder Länder)

Ein großes Erlebnis für kleine und große Schüler!

Bahnhof-Buffer Bern

ist jederzeit in der Lage, Schulklassen zu günstigen Preisen und schnell zu verpflegen. Verlangen Sie unsere Vorschläge. Fritz Haller, Bahnhof-Buffer, 3001 Bern, Telefon 031 22 34 21.

Schulreisen in die Bundesstadt

Günstige Verpflegung im alkoholfreien Restaurant/Tea-Room **PERGOLA** Bern, Belpstraße 43, Telefon 031 25 91 46
Parkplatz vor und hinter dem Hause

Schwarzwald-Alp im Berner Oberland

Route Meiringen-Große Scheidegg-Grindelwald oder Faulhorn. Zwischenstation für Schulreisen. Gutes Massenlager und gute Verpflegung. Verlangen Sie Spezialangebot. **Fam. Ernst Thöni.** Im Winter ideales Skigebiet für Skilager – Schneesicher und Lawinengeschützt. Telefon 036 5 12 31

Taubenlochschlucht in Biel

Infolge Bauarbeiten (Nationalstraßenbau) ist die Schlucht bis 31. Juli 1969 geschlossen

MOLESON-VILLAGE im Greyzerland

3 Luftseilbahnen

30 km markierte Wanderwege

300 km Panorama

Verlangen Sie Prospekte, Preise und Vorschläge
Centre touristique Gruyères-Molésion-Vudalla S. A.
1, place de la Gare, 1630 Bulle, tél. 029 2 95 10

Wir organisieren gerne und gratis eine perfekte Schulreise



Eine Postkarte genügt oder Telefon 024 2 62 15
CIE CHEMIN DE FER YVERDON-STE-CROIX, 1400 Yverdon

Gut ausgebaute Pensionen und Ferienheime für

Landschulwochen Sommerlager Skisportwochen

im Wallis, Berner Oberland, Graubünden und in der Zentralschweiz

Im Sommer führen wir einzelne Betriebe für Einzelgäste und Familien
Verlangen Sie Vorschläge bei



Dubletta Ferienheimzentrale
Postfach 41
4000 Basel 20
Telefon 061 42 66 40