

Cern – Auf der Suche nach den kleinsten Teilchen der Materie hat sich zwischen Europa und den USA ein Wettrennen um die grösste und teuerste Forschungsmaschine entwickelt. Kritische Teilchenphysiker sprechen dabei offen von handfesten militärischen Interessen:

Ein Fall von Overkill

VON KURT MARTY

«Das Ziel ist der Fortgang der Physik. Sie wollen ihr die Freiheit bewahren, Kilton, und streiten ihr die Verantwortung ab. Sie dagegen, Eisler, verpflichten die Physik im Namen der Verantwortung der Machtpolitik eines bestimmten Landes.»

Friedrich Dürrenmatt, «Die Physiker»

Mit Carlo Rubbia, dem 55jährigen Draufgänger aus dem oberitalienischen Friaul hat ein absolutes Schwergewicht den internationalen Boxring der Teilchenphysiker betreten. Der Nobelpreisträger und Harvardprofessor hat am Cern (Centre Européen de Recherches Nucléaires) bei Genf eine neue Ära eingeläutet. Predigte sein Vorgänger auf dem Direktorenstuhl des Cern, Herwig Schopper, eher der reinen Grundlagenforschung als «kulturelle Aufgabe» das Wort, erweist sich Rubbia als knallharter Manager und unermüdlicher Pusher im wissenschaftlichen Grossunternehmen mit 6500 Untergebenen, welche laut Aussage von Cern-Physikern mehrheitlich «schweigsam kuschen und sich manchmal vom Boss wie der letzte Dreck behandeln lassen».

Zwar huldigt auch Rubbia der unwiderstehlichen Neugierde und Sucht nach Erkenntnis. «Es ist wie eine Krankheit. Ich bin wie vergiftet von der wissenschaftlichen Neugier. Mein Ziel ist das Lüften der Geheimnisse der Materie.» Aber Rubbia ist Realist genug, um einzusehen, dass mit «reiner» Grundlagenforschung und dergleichen parafilosophischen Abenteuern keine Forschungsgelder zu ergattern sind. Und die neuen wissenschaftlichen Apparaturen sind alles andere als billig: Mit 1,2 Milliarden Franken fällt der allerneueste Teilchenbeschleuniger, das im letzten Sommer eröffnete Lep (Large Electron Positron Collider), ins Gewicht. Ein weiterer Ausbau, der Large Hadron Collider (LHC), soll nochmals eine Milliarde kosten, und zu guter Letzt bestehen Pläne für ein Projekt 2000, das sogenannte Eleusatron. Zusätzlich beträgt das jährliche Cern-Budget mehr als 800

Millionen Franken. Um diese enormen Summen zu sichern, pflegt Rubbia den regen Kontakt mit der Industrie. Zumal sein Vertrauen in die 13 zahlenden europäischen Regierungen (darunter auch die Schweiz) nicht sehr gross ist. «Regierungen machen nämlich nicht immer, was nötig wäre, sondern das, was die Wähler wollen. Und die sind häufig schlecht informiert, reagieren emotional und tendieren zu extremen Lösungen», gestand der Forschungsbaron gegenüber der «Schweizer Illustrierten».

Ziemlich elitär, wenn man bedenkt, dass der Rubbiasche Forschergeist seinerseits vor extremen Lösungen keineswegs zurückschreckt. Immerhin trägt der Teilchenbeschleuniger Lep seine persönliche Handschrift. Und die ist grosszügig: Ein gigantischer 27 Kilometer langer unterirdischer Ring-

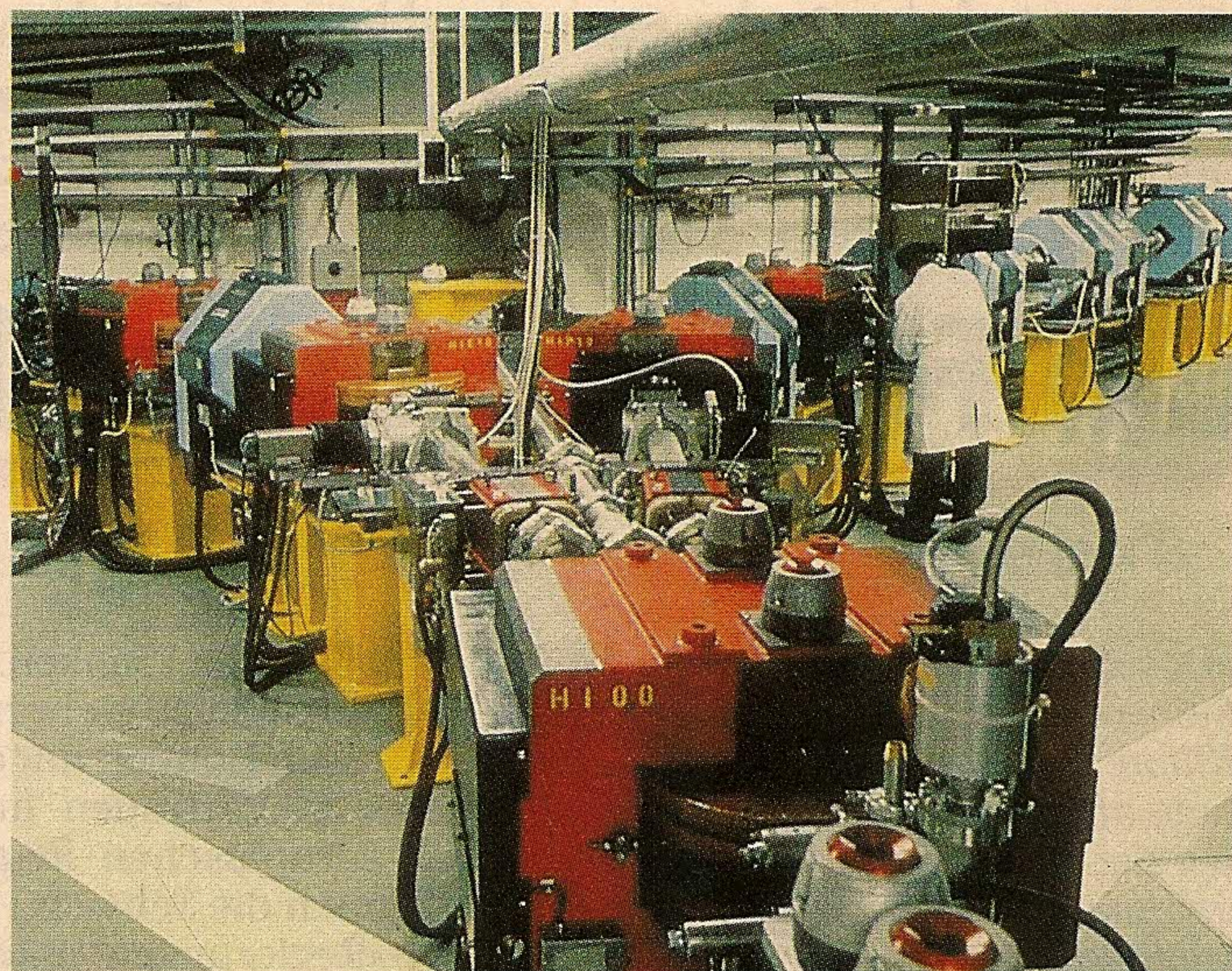
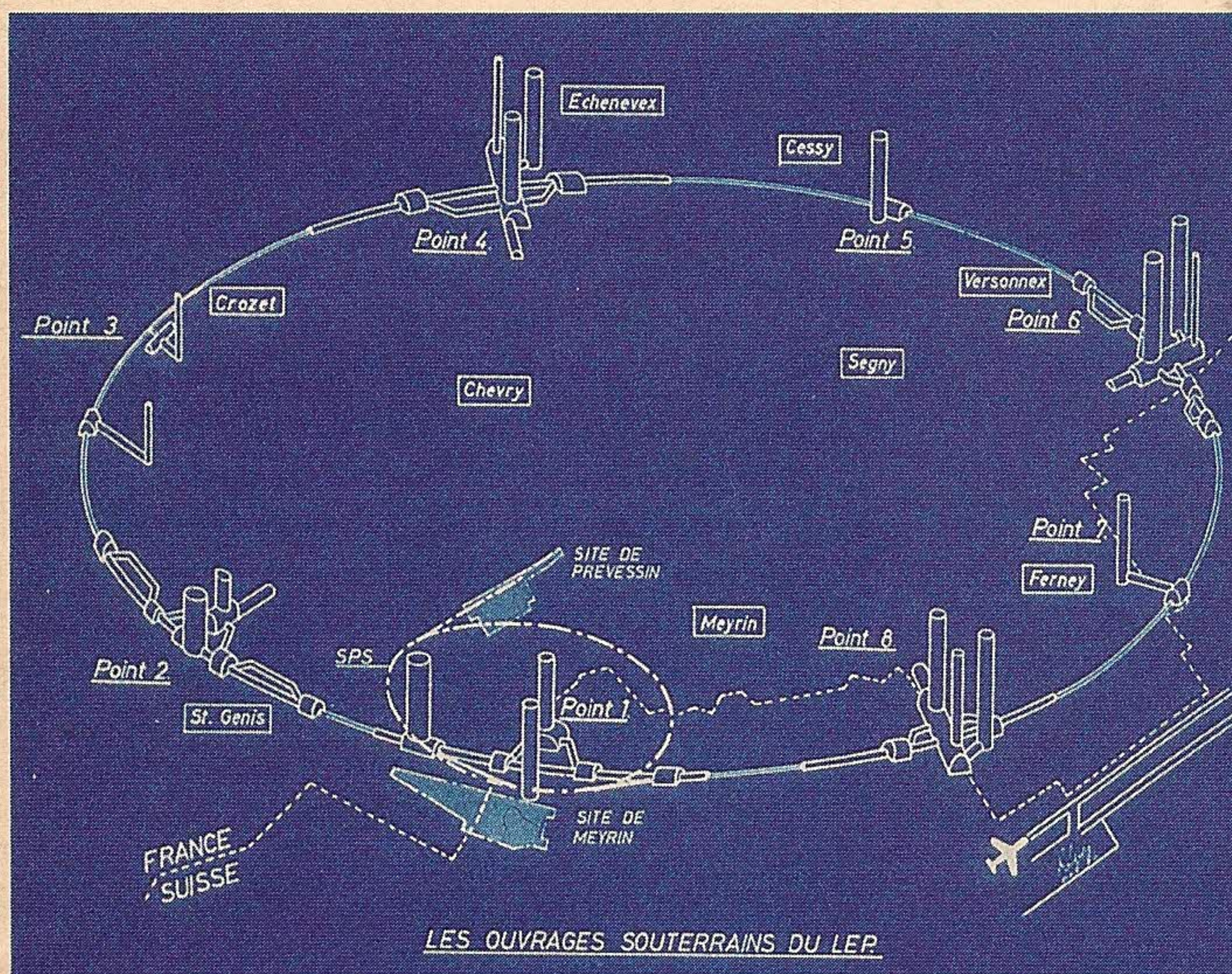
tunnel mit einem Durchmesser von 3,8 Metern, 60 000 Tonnen technische Ausrüstung, 3821 Magnete, 128 Resonatoren, vier unterirdische Höhlen von 25 Metern Höhe mit Detektoren im Ausmass von Zweifamilienhäusern. Insgesamt wurden 6600 Kilometer Kabel verlegt, und der verwendete Stahl würde ausreichen, mehrmals den Eiffelturm zu bauen. Riesenmagnete treiben die Elektronen und deren Antiteilchen, die Positronen, in umgekehrtem Umlaufsinn auf beinahe Lichtgeschwindigkeit, um sie in den Detektoren zur Kollision zu bringen. In den auseinanderfliegenden Trümmern suchen die Teilchenphysiker nach Anzeichen für die kleinsten Bausteine der Materie (siehe Kasten «Am Ende das grosse Schweigen?»).

Gegenwärtig gilt das uneingeschränkte Hauptinteresse den sogenannten Z-Bosonen, die bei einer Energie von 90 GeV (Gigaelektronenvolt) auftreten. Später soll die Energie auf 200 GeV erhöht werden. Hier müssten laut Orakel der Theoretiker das Top-Quark und das Higgs-Boson auftauchen. Das Z-Boson wurde bereits 1983 von Rubbia und Simon van der Meer am Cern gemessen. Dafür gab's den langersehnten Nobelpreis und für die Physikerfamilie am Cern die Gewissheit, auf der richtigen Fährte zu sein. Nobelpreise in der Physik bedeuten

KEY COLOR



Cern-Direktor Carlo Rubbia: Knallharter Manager im Ring der Teilchenphysiker.



Suche nach der Urkraft des Universums: Cern-Teilchenbeschleuniger «Lep» bei Genf (Skizze, 600 MeV-Linac-Injektor).

mehr als das, sind Heiligsprechungen und stimulieren den staatlichen Geldfluss ganz gewaltig. Was die italienische Regierung bewies, indem sie schleunigst 30 Millionen Franken für ihr Wunderkind locker machte. Erwin Chargaff, der prominente Wissenschaftskritiker, formulierte es so: «Ohne den Nobelpreis käme die gesamte Teilchenphysik zum Stillstand.»

Von Demokrit bis Rubbia hat es immer schon Bestrebungen gegeben, die Welt im Innersten zu entziffern. Erst heute aber drängen sich Abertausende ums wissenschaftliche Okular, um ihre Neugierde zu befriedigen. Der Zusammenhang mit dem Wandel der klassischen Physik zur Big Science, vom Kleinlabor zur Grossunternehmung, ist unverkennbar. Die Gründung des Cern im Jahr 1954 bedeutete eine glorreiche Wiederauferstehung des Mythos von der reinen Grundlagenforschung. Das Trauma von Hiroshima und Nagasaki musste schliesslich überwunden werden. Die Reinwaschung von der Erbschuld war das eine, das andere der Wiederaufbau des kriegszerstörten Europa. Es galt den Vorsprung der Amerikaner wettzumachen, auch in der Teilchenphysik. Konkurrenz hiess das geistlockernde Zauberwort.

Dabei ist es bis heute geblieben. Im Boxring der Teilchenphysiker steht nämlich Rubbia, der italienische Muhammad Ali der Teilchenspalter, nicht allein, da hält sich auch der Direktor des amerikanischen Konkurrenzinstituts Slac (Stanford Linear Accelerator Center), Burtón Richter, ganz tapfer. Auch er selbstredend im Besitz eines Nobelpreistitels und einer Z-Fabrik. Allerdings ist diese nur eine umfunktionierte, ältere Maschine, welche ver-

gleichsweise mickrige 320 Millionen Franken gekostet hat. Richters Hoffnung, damit Rubbia vorzeitig in die Knie zu zwingen und den Nobelpreis für seine Mannschaft einzuheimsen, wurde arg gedämpft. Eigentlich hätte das Slac bereits vor zwei Jahren Z-Bosonen hervorbringen sollen, statt dessen ging der Beschleuniger wegen technischen Schwierigkeiten erst im April dieses Jahres in Betrieb und spuckte nur eine klägliche Handvoll Z-Bosonen aus. Schmach des einen, Triumph des andern. «Wir sind viel effizienter. Wir liefern mehr Teilchen, mehr Möglichkeiten, mehr Daten als jedes andere Labor der Welt. Wir haben die Schlacht der Teilchenbeschleuniger gewonnen», posaunte Rubbia dem «Sunday Times Magazine» ins Ohr.

Zwar produziert das Lep laut einem Pressesprecher des Cerns «schon jetzt Tausende von Z-Bosonen», aber die Schlacht ist deswegen noch nicht gewonnen. Dafür sorgen nicht zuletzt handfeste militärische Interessen.

Ronald Reagans «Strategic Defense Initiative» (SDI oder «Krieg der Sterne») zum Beispiel. Im Zuge des SDI-Programmes zur Mobilisierung der Kräfte in Forschung und Industrie wurde 1983 nämlich das «Ronald Reagan Center for High Energy Physics» gegründet, welches den Bau eines Teilchenbeschleunigers vorsieht, dessen Ausmasse nochmals jegliche Grenzen sprengen. Mit einer Energie von 40 000 GeV (Cern: max. 200 GeV) und einem Umfang von 85 Kilometern macht der sogenannte «Superconducting Super Collider» (SSC) sogar Rubbias Lep-Ring bei Genf zur Schnecke. Im Juli gab das amerikanische Repräsentantenhaus grünes Licht für den Bau des

sechs Milliarden Dollar teuren Riesenprojekts, sehr zum Schrecken der Cern-Physiker.

Das Interesse der SDI-Ideologen ist klar: Know-how zu sammeln auf dem Gebiet der Teilchenstrahl- und Laserwaffen sowie der thermonuklearen Explosionen und der Mikroelektronik. Dabei sind nicht die neusten Theorien über die Struktur der Materie von Belang, sondern vielmehr die Maschinen, welche zum Nachweis der Theorien benötigt werden. «Diese Art von Randbedingungen (hohe Energie, tiefe Temperaturen, hoher Druck, Supraleitung) werden oft in Entwicklungssystemen für militärische Ziele realisiert, selten in jenen für das tägliche Leben», warnt der dissidente Cern-Physiker André Gsponer in seinem Buch «La Quadrature du Cern».

Davon wollen die Verantwortlichen des Cern nichts wissen. Wie die Bibel werden die Grundsätze des Cern zitiert, welche jede militärische Forschung ausschliessen. «Natürlich kann man jegliches Wissen zum Guten oder Schlechten verwenden. Ich kann mir aber nicht vorstellen, dass unsere Teilchenforschung am Cern für militärische Interessen eingesetzt wird», verneint der Cern-Sprecher diesbezügliche Vermutungen.

Schon die Personalstruktur würde ihm aber zeigen, dass sich das Cern unmöglich aus dem militärisch-akademischen Filz heraushalten kann. Am Cern arbeiten ständig 400 amerikanische Gastphysiker, und es darf angenommen werden, dass diese nicht nur Postkarten vom Mont Blanc nach Hause schicken. Um so mehr, als das Wissen in Sachen Teilchenphysik eher von Europa nach Amerika als umgekehrt fliesst. «Sehr wenig Leute haben

das Wissen, und diese sind am Cern», bestätigt Rubbia selbst diese These; er, der den Amerikanern neustens Zusammenarbeit angeboten hat, um Parallelprojekte wie SSC und LHC zu vermeiden. Oder schießt der Wissenschaftsmanager gar auf die reichlich fliessenden SDI-Gelder?

Aber auch innereuropäisch stekken Militärs und Wissenschaftler unter einer Decke. Ein Beispiel von vielen: Der ehemalige Präsident des Cern-Wissenschaftsrates, der Franzose Jean

Teillac, mutierte ohne viel Federlesens zum höchsten Verantwortlichen der französischen Nuklearprogramme (zivil wie militärische).

Ein weiteres Beispiel: «Eureka», das europäische Pendant zu SDI. Einer der Forschungsbereiche: Laser- und Partikelstrahlen. Im Rahmen des Eureka-Projekts «Cosine» hat sich auch das Cern hartnäckig um Aufträge beworben. Schliesslich kam aber die Zusammenarbeit doch nicht zustande. Das zeigt deutlich die Suche des Cern nach

neuen Finanzierungsquellen in allen möglichen Bereichen. Für die Schweiz, die mit jährlich über 30 Millionen Franken am Cern beteiligt ist, stellen sich für die mögliche zukünftige Zusammenarbeit mit Eureka ganz konkrete, neutralitätspolitische Fragen.

Trotzdem zelebriert man am Cern die reine Grundlagenforschung, und wenn die Technik profitiert, dann sind es lauter kleinere oder grössere Nützlichkeiten. Der Teflonpfanneneffekt! Man sieht sich exakt in der Ver-

Am Ende das grosse Schweigen?

Wie sich die Elementarteilchen wundersam vermehren

Vom erklärten Ziel, die Welt mit möglichst wenig Teilchen zu beschreiben, sind die heutigen Physiker offenbar weiter entfernt als je. Zwar zeigen sich Vereinfachungstendenzen, aber ihnen steht eine regelrechte Teilcheninflation gegenüber. Zudem verbergen sich die uralten Fragen nach dem Wesen der Materie hinter Bergen von Formeln und Theorien. Waren Anfang der dreissiger Jahre nur wenige Teilchen bekannt, so stieg die Teilchenzahl in den sechziger und siebziger Jahren auf über 100. Meist künstlich in Teilchenbeschleunigern produziert, zerfallen sie in etwa 0,000 000 000 000 000 000 001 Sekunden, so dass von Existenz nur mit Einschränkung gesprochen werden kann.

Alle diese Teilchen lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen: Die Hadronen (Protonen, Neutronen, Mesonen), welche auf die starke Kraft reagieren, und die Leptonen (Elektronen, Myonen), welche die elektromagnetische und schwache Kraft spüren. Während Leptonen bis heute nicht weiter teilbar, also elementar sind, bestehen die Hadronen aus sogenannten Quarks. Fünf Quarks (Up-, Down-, Strange-, Charm- und Bottom-Quark) wurden bereits nachgewiesen, das Top-Quark ist noch flüchtig.

Allerdings muss hier einschränkend von «indirektem Nachweis» gesprochen werden, weil die Quarks stets im Zweier- und Dreierverband eingeschlossen sind, also einzeln gar nicht vorkommen. Für jedes Quark mussten drei sogenannte Farbzustände eingeführt werden, so dass sich ihre Zahl zusammen mit den jeweiligen Antiteilchen auf 36 erhöht. Dazu gesellen sich noch die sechs Leptonen mit ihren Antiteilchen. Total also 48 heute elementare Teilchen. Und schon tüfteln Theoretiker an der nächsten Teilung...

Am selben Syndrom kranken die Theorien der vier bekannten Kräfte: der Gravitation (Erddanziehungskraft), der elektromagnetischen Kraft (Licht, Elektromotoren), der schwachen Kraft (bei Kernzerfällen wirksam) und der starken Kraft (Kernreaktoren).

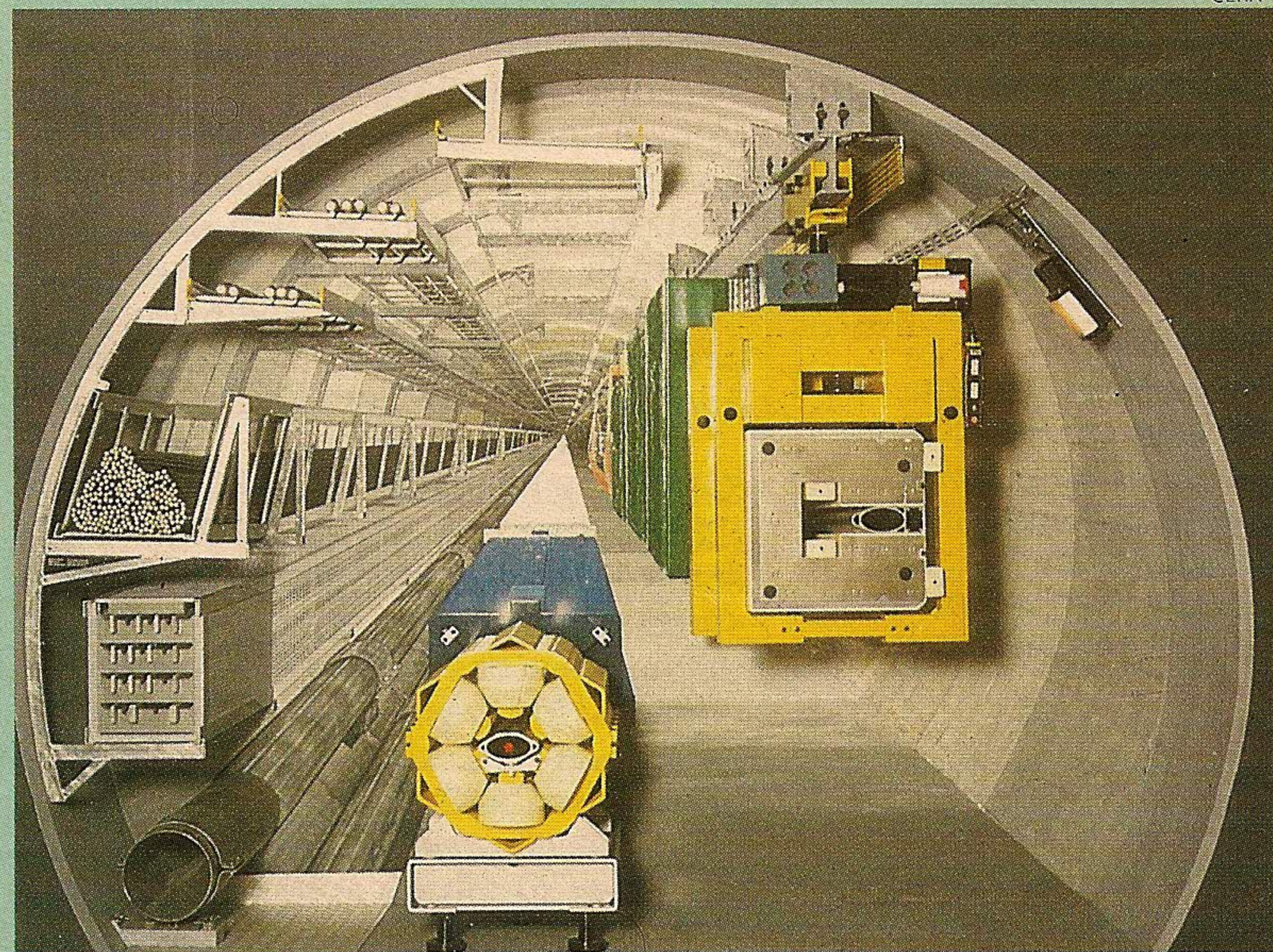
Oberstes Ziel: Beschreibung durch eine einheitliche Theorie. So wie James Clerk Maxwell im letzten Jahrhundert die elektrische und die magnetische Kraft zur elektromagnetischen Kraft vereinigte, gelang es 1979, die elektromagnetische

mit der schwachen Kraft theoretisch zu vereinigen. Jeder Kraft entsprechen ein oder mehrere Übertragungsteilchen (Eichbosonen), so der elektromagnetischen Kraft das Photon, der schwachen Kraft die W- und Z-Bosonen, der starken Kraft acht Gluonen und der Gravitation das Graviton. Als Konsequenz der elektroschwachen Theorie wiesen Rubbia und sein Team die W- und Z-Bosonen am Cern nach.

Das Lep nimmt nun die Fährte des T-Quarks und des Higgs-Bosons auf. Das Higgs-Boson hat sich wegen eines komplizierten, theoretischen Manövers, Symmetriebrechung genannt, aufgedrängt. Laut der ursprünglichen Theorie sind die W- und

Unter Vereinheitlichung verstehen die Cern-Physiker nur jene im Rahmen des Standardmodells, worin die Gravitation ausgeklammert wird. Um alle vier Kräfte zu vereinen, hat man die Supersymmetrie-Theorie erdacht. Hier besteht das Problem hauptsächlich darin, alle bekannten Teilchen unter einen Hut zu bringen. Auch die umfassendste Theorie schafft dies bis heute nicht. Weit gravierender ist das Problem der Nichtmessbarkeit, weil die benötigten Urknallenergien im Experiment nicht reproduzierbar sind. Hier öffnen sich weniger theoretische als natürliche Grenzen.

Eine andere Richtung der Physik oder der Sprung in die Metaphysik drängt sich früher oder später auf. Stephen Hawking, das «Genie im Rollstuhl», ist dafür das treffendste Beispiel. Sein Bestseller «Eine kurze Geschichte der Zeit» ist eine einzige



Modell des «Lep»-Tunnels: Rennbahn für elektronische Winzlinge.

Z-Bosonen sowieso masselos. Erst das Higgs gibt ihnen Masse und dem glücklichen Finder die Fahrkarte nach Stockholm zur Nobelpreisverleihung.

Eine nächsthöhere Vereinigung versucht das Standardmodell, welches die elektromagnetische, die schwache und die starke Kraft nach gleichen mathematischen Prinzipien beschreiben soll. Dabei können insgesamt 20 Parameter beliebig gewählt werden, ein Indiz für eine höchst unbefriedigende Theorie. Und Erweiterungen können nur um den Preis weiterer Kräfte erfolgen.

Gratwanderung zwischen Physik und Metaphysik.

Herwig Schopper, der frühere Cern-Direktor, dazu: «Die Dominanz der Symmetrie bringt uns wieder stärker in die Nähe des Platonschen Denkens, bei dem Ideen im Mittelpunkt stehen.» Noch skeptischer drückt sich der Philosoph und Wissenschaftstheoretiker Wolfgang Stegmüller aus. «Es ist nicht ausgeschlossen, dass am Ende der Elementarteilchenforschung das grosse Schweigen stehen wird. Eine Tragödie wäre dies auch nicht.»

längerung «der Entwicklung des Fernsehens, der Röntgenstrahlen und der Chips», wie es in der Presseerklärung zur Lep-Eröffnung heisst. Bezeichnenderweise haben sich zahlreiche Cern-Physiker aktiv an der Friedensbewegung gegen die Stationierung von atomaren Waffen beteiligt.

Bedeutend realistischer sind da die amerikanischen Kollegen vom Slac. 300 von ihnen haben vehement gegen die militärische Vereinnahmung des benachbarten SSRL (von dem sie technisch abhängen) protestiert. «Die grossen Lehrstätten sind progressiv zu Instrumenten des Militarismus geworden», bekannte John Harris, der technische Direktor des Slac.

Szenenwechsel zur zivilen Anwendung: Hier erwies sich Carlo Rubbia in der Folge von Tschernobyl als umsichtiger PR-Profi. In einem Interview mit der «Schweizer Illustrierten» wünschte er zunächst die Atomenergie durch Kernspaltung zum Teufel, feierte aber gleichzeitig die Kernfusion als wichtigste Option zur Lösung des Energieproblems. Welches im übrigen auch dasjenige des Cern ist, dessen Lep bei Vollbetrieb die Energie einer Stadt mit 200 000 Einwohnern verschluckt. «Ein solcher Schritt wäre die Förderung der Fusionsenergie, jener Energieform, die das Gegenteil der Kernspaltung ist. Paradoxerweise wird aber auf diesem Gebiet sehr wenig geforscht.» Und weiter im blauäugigen Credo: «Ich brauche nur nachts an den Himmel zu schauen... Jedes dieser Gestirne ist eine Fusionsmaschine. Die Kernfusion produziert tatsächlich Radioaktivität, aber nur in Form kurzlebiger Atome.»

Abgesehen davon, dass die Schweiz jährlich 30 Millionen Franken (20 Prozent des Aufwands für die gesamte Energieforschung) in die Fusionsforschung steckt, und abgesehen davon, dass das bei der Fusion freiwerdende Tritium genbiologisch äusserst gefährlich ist, sind Energieexperten heute doch mehrheitlich der Ansicht, das Energieproblem müsse in den nächsten 20 Jahren entschärft werden und nicht erst in 50 Jahren, wenn im allergünstigsten Fall Fusionsenergie zur Verfügung stehen soll. Aber was Rubbia und seiner Mannschaft offenbar am Herzen liegt, sind primär nicht die neuen Energien, sondern die Forschungsgelder. Und die sind nur über Forschungsprogramme zu bekommen. Der Zusammenhang der Fusionstechnologie mit dem Cern ist allerdings ein bisschen kompliziert, er führt über die Industrie, welche das Cern mit den nötigen Forschungsgeräten versorgt. Beispielsweise über den Lieferanten

der supraleitenden Magnete, Asea Brown Boveri (ABB). Die alleinige Produktion für das Cern wäre viel zu kostspielig. Glücklicherweise ist ABB auch Zulieferant der Euratom (Europäische Zusammenarbeit im Bereich der Kernenergieforschung), beziehungsweise deren Projekts Net (Next European Torus), welches nicht ohne supraleitende Magnete auskommt. Auch die Schweiz ist an Euratom beteiligt, und zwar über den 30-Millionen-Ausgabenposten für Fusionsenergieforschung. Hier schliesst sich der Kreis, und es wird dem Laien klarer, wieso sich Rubbia so emphatisch für die Fusionsenergie stark macht.

Und die Amerikaner schlafen nicht. Unlängst triumphierten die Slac-Forscher auf einer grossangelegten Pressekonferenz, ihre Suchaktion nach den raren Z-Partikeln sei erfolgreich verlaufen; in diesem Zusammenhang habe der Nachweis erbracht werden können, dass es insgesamt nur drei verschiedene «Familien» von Elementarteilchen gebe, in die sich die subatomaren Winzlinge aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften jeweils einordnen liessen.

Mit dieser Aussage wird das sogenannte Standard-Modell von der Entstehung des Weltalls aus einem Urknall wesentlich gestützt. Oberstes Gebot bildet indessen weiterhin die Sicherung neuer Geldquellen im Wettrüsten um den grössten und raffiniertesten Beschleunigerring. Ein Wettrüsten, das selbst der Teilchenphysiker, Nobelpreisträger (1988) und Direktor des Fermilab in Chicago, Leon M. Lederman, als «einen schrecklichen Fall von Overkill» bezeichnet hat. Und Peter Higgs, nach dessen Namen das meistgesuchte Teilchen der Gegenwart benannt ist, mokiert sich: «Wenn ich das viele Geld für diese Projekte sehe und die geopfert Lebenszeit, so komme ich nicht darum herum zu sagen: «Mein Gott, was habe ich angerichtet?»

Den verblüffendsten Vorschlag machte aber ein anderer namhafter Wissenschaftler: John Gribbin, Astronom und wissenschaftlicher Beirat von «New Scientist», forderte in eben diesem Wissenschaftsmagazin die Teilchen- und Astrophysiker auf, ihre Forschungsgelder demonstrativ in Forschungsprogramme zu stecken, die sich mit dem «zurzeit grössten Problem der Menschheit befassen, nämlich dem Treibhauseffekt. Ich bin lieber ein kosmologischer Ignorant in einer bewohnbaren Welt als ein kosmologischer Klugscheisser ohne was zu beissen.»