

# Bericht über die Aktivitäten des RECFA 2000/01

D. KUHN, FAKT - Tagung Hollabrunn, 17. Sept. 2001

**Anmerkung:** allgemeinere, ausführliche Erläuterungen zu den einzelnen Experimenten und entsprechende Web- Adressen finden sich im Bericht anlässlich der FAKT-Tagung 1999, Obergurgl ([http://oepg-fakt.itp.tuwien.ac.at/fakt/recfa\\_bericht99.htm](http://oepg-fakt.itp.tuwien.ac.at/fakt/recfa_bericht99.htm)). Im Folgenden wird eine Aktualisierung in Stichworten gegeben.

## 1. Status-Berichte der Hochenergiephysik in Europa

### 1.1. CERN

#### 1.1.1 LEP

Mögliche Anzeichen für ein SM-Higgs-Signal veranlaßten CERN, die Laufzeit des LEP bei möglichst hohe Strahlenergien bis Ende 2000 zu verlängern. Die Interpretation der Daten ließ danach das Vorliegen eines Higgs-Signals bei 115 GeV mit einer Signifikanz von  $2.9\sigma$  zu und veranlaßte die beteiligten Experimente, auch für das Jahr 2001 noch Strahlzeit am LEP zu beantragen. Wegen der dadurch bedingten weiteren Verzögerung des Baubeginns für den pp-Beschleuniger LHC, der im LEP-Tunnel installiert werden soll, wurde dieser Antrag vom CERN-Management jedoch abgelehnt und im Jänner 01 mit der Demontage des LEP begonnen.

#### 1.1.2 LHC

Erste Teilchenstrahlen soll der LHC - Beschleuniger im Feber 2006 liefern, die ersten Kollisionen sollen im April 06 erfolgen. Ab August 06 ist dann (bei  $L \approx 2.10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) ein erster Run von ca.  $10 \text{ fb}^{-1}$  geplant, entsprechend einem  $5\sigma$  - Signal für ein SM-Higgs-Teilchen in den Experimenten ATLAS und CMS. Anschließend ist ein Pb - Pb - Experiment von 6 Wochen Dauer geplant.

Eine erste LHC-Zelle hat voll funktioniert, Verträge für die Lieferung weiterer Dipole, Kühlanlagen und Computer wurden abgeschlossen.

Weitere Verzögerungen (nach Problemen beim Schacht-Bau) könnte durch Probleme bei der Lieferung des Supraleiters entstehen, ein zusätzlicher Lieferant wurde unter Vertrag genommen. Für die Datenverarbeitung der LHC - Experimente, d.i. die Übertragung, Verarbeitung und Speicherung von rund 5 - 10 Pb/a, soll ein System mit verteilter Rechnerleistung eingesetzt werden, das auf einem transparenten Netzwerk (1.5 - 3 Gb/s) mit hierarchisch angeordneten Rechenzentren ("Tier0, Tier1, ...") beruht ("GRID-Projekt"). Die Entwicklung der erforderlichen Middleware ist Gegenstand eines Eu-Projekts.

Zur Illustration: Für die LHC-Datenverarbeitung wird eine Rechnerleistung von 4.5 MSpecInt95 benötigt werden, mit Jän. 2000 waren im CERN 3.5 kSpecInt95 verfügbar. Eine einfache Extrapolation der zeitlichen Entwicklung nach dem Moore'schen Gesetz ergibt also bei weitem nicht ausreichende Werte, aber das war schon beim LEP-Computing der Fall, man erwartet auch hier wieder zusätzliche technologische Durchbrüche.

Diskussion über die M&O-Finanzierung wurde begonnen.

#### 1.1.3 Sonstiges

Bulgarien wird dem CERN beitreten, Rumänien, Israel haben sich um die CERN-Mitgliedschaft beworben: Israel wäre das der erste nicht-europäische Mitgliedsland. (CERN als "Welt-Laboratorium"). Iran beteiligt sich an CMS. Eine erste CERN-Sommerschule in Südamerika wurde im Mai 01 in Itacuruca, Brasilien abgehalten, 56 Teilnehmer aus Lateinamerika, 13 EU, 2 US.

Personal: im CERN sind derzeit 2700 FTE aktiv (2000 CERN allgemein, 700 LHC + Detektoren), diese Zahl muß bis 2006 auf 2000 reduziert werden: keine Kapazitäten für F&E für künftige Projekte! (Während LEP-Aufbau waren ca. 150 FTE schon mit LHC beschäftigt)

Weiteres Problem: starke Konkurrenz durch Industrie bei Anstellung von IT-Fachleuten.

Idee eines Global Accelerator Networks wird diskutiert: kann ein künftiger Beschleuniger dezentral von beteiligten Instituten betrieben werden (bei möglichst kleiner Bedienungsmannschaft vor Ort)? Ermöglicht stärkerer Einbindung von Studierenden und jüngerem wiss. Nachwuchs, Geldmittel für HEP bleiben dann stärker im Lande. Wird auch vom ICFA diskutiert.

### Aktive Experimente und Projekte:

**NA48:**  $\epsilon/\epsilon$  nach Analyse von 20 M Ereignissen bestimmt zu  $(15 \pm 2.7) \cdot 10^{-4}$ , gegenüber kTeV - Resultat 99 von  $(28 \pm 4.1) \cdot 10^{-4}$ , kTeV neu  $(19.8 \pm 1.7 \pm 2.3) \cdot 10^{-4}$  ... !!

**Antiproton-Decelerator AD:** (p von 26 GeV/c  $\rightarrow$   $\bar{p}$  3.5 GeV/c  $\rightarrow$  0.1 GeV) hat Betrieb aufgenommen. Ziele: Untersuchung von Antiwasserstoff: CPT-Test: Gravitationseffekte, Antiprotonische Atome.

**ATRAP** ("Antimatter Factory"): kalte  $e^+$  gespeichert

**ASACUSA:**  $\bar{p}$  - Rydbergkonstante mit verbesserter Präzision bestimmt, neue Resonante Linien (UV) beobachtet, 3Körper-Rechnungen getestet.

**ATHENA:** Ziel: Vergleiche zwischen H und  $\bar{H}$  mit Genauigkeit von  $10^{-12} - 10^{-15}$  mittels 2-Photonen-Laserspektroskopie  $\Delta E$  (1S - 2S)

**nTOF:** (24 GeV/c p mit  $3 \cdot 10^{13}$  ppp auf Pb-Target  $\rightarrow$   $10^{15}$  npp mit 0.1 eV - 100 MeV,  $\Delta E/E \approx 7 \cdot 10^{-5}$  mittels ToF): Ziel: genaueste Bestimmung von Wq. n-induzierter Reaktionen. Stand: genaue Kalibration des Spektrums ist erfolgt.

**CNGS:**  $\nu_\mu$  Strahl ( $\sim 200$  GeV) vom CERN (aus 450 GeV p) nach Gran Sasso:  $\nu_\tau$  - Nachweis im Emulsionsexperiment Opera: Bau begonnen.

**SPL** (Supraleitender Protonen-Linac): Projekt einer hochintensiven Protonenquelle (einige MW Strahlenergie): bes. für  $\mu$  - Speicherring einer "v - Factory" erforderlich. Auch für ISOLDE oder als Injektor für das 28 GeV-PS von Interesse. Die 108 Rf-Resonatoren des LEP könnten hierfür Verwendung finden.

### 1.2 DESY

HERA wird in einer 9-monatigen Betriebsunterbrechung u.a. in den H1- und Zeus-Experimentierbereichen für den Einsatz polarisierter Strahlteilchen umgerüstet.

Im März 2001 wurde im DESY der Technical Design Report für das TESLA- Projekt präsentiert. Die Kosten für eine 500 GeV - Version betragen 3.1 GEuro, für den FEL zusätzlich 0.5 ME. Der Bau würde 8 Jahre dauern und 7000 Mann-Jahre erfordern, von denen 50% bei DESY vorhanden sind, ein Betrieb durch beteiligte Institute im Rahmen des Global Accelerator Network scheint möglich.

Ausbau auf 800 GeV möglich durch Verdoppelung der Zahl der Beschleunigungsstrecken und der Kühlaggregate.

### 1.3 Sonstiges

#### Statistiken über Studentenzahlen:

Zahl der Physik-Studenten europaweit rückläufig, US ebenso. Beunruhigend: Qualität und Quantität des Physik-Unterrichts in den Sekundarschulen verschlechtert sich. Outreach-Aktivität sehr wichtig, bes. mit Lehrern als Zielgruppe.

## 2. Besuche in Mitgliedsländern

Besucht wurden Griechenland (März 01), Portugal (Mai 01) und Schweden (Sept. 01) In jeweils einer offenen Sitzung wurden Berichte über die Organisation (Universitätsgruppen, eigene

Forschungsinstitute), die ministerielle Zuständigkeit und Budgetierung einerseits und über die Arbeiten der im jeweiligen Land aktiven Gruppen andererseits gehört, in einer geschlossenen Sitzung dann mit Vertretern des besuchten Landes eingehend diskutiert und ein Schreiben an die zuständige Regierungsstelle konzipiert. Unzureichende Personelle Ausstattung, unzureichende oder fehlende Anstellungsmöglichkeiten für jüngere Wissenschaftler bei gleichzeitig starker Konkurrenz anderer Forschungsbereiche und insbesondere der Industrie, sowie schließlich der hohe finanzielle Aufwand für die derzeit vorbereiteten LHC -Experimente, zusätzlich zum allgemeinen CERN-Beitrag sind - mit naturgemäß starken länderspezifischen Unterschieden - die hauptsächlichsten Problembereiche.

### **3. Arbeitsgruppe: "Future of Accelerator-Based Particle Physics in Europe"**

Ausgangslage: LEP-Experimente sind beendet, LHC im Bau: Szenario für Post-LHC Ära sollte entwickelt werden. Mit TESLA steht z.B. ein realisierbares Projekt zur Verfügung.

ECFA hat daher eine Arbeitsgruppe von 11 europäischen Physikern eingesetzt, um einen entsprechenden Bericht auszuarbeiten.

Ich hatte die Ehre, für diese Arbeitsgruppe als Vertreter der CERN-Mitgliedsstaaten Polen, Tschechien, Slowakei, Ungarn und Österreich nominiert zu werden und möchte dem BWFK für die Bereitstellung der erforderlichen Reisemittel (10 Meetings, vorwiegend im CERN) meinen besonderen Dank aussprechen.

Vor der Ausarbeitung des Berichtes selbst wurden von der Kommission namhafte Vertreter der größeren laufenden oder geplanten Hochenergie-Projekte sowie Repräsentanten der Hochenergiephysik in Japan, Russland und den USA angehört .

Eine erste Version des Berichtes wurde dann im Juli d.J. der "Plenary ECFA" in Budapest vorgelegt und nach Diskussion verschiedener dort gemachter Vorschläge und Einwände wurde vom ECFA am 8.Sept. d.J. eine endgültige Version formuliert, die u.a. den Mitgliedern des ECFA, ICFA, HEPAP, (Snowmass-Bericht), und des Subpanels des Global Science Forums zugesandt werden wird.

#### **Die wichtigsten Aussagen dieses Berichtes sind:**

**1. Volle Unterstützung und Förderung für das LHC-Projekt** wird empfohlen: LHC wird wichtige offene Fragen der Hochenergiephysik beantworten können: Existenz eines Higgs-Bosons mit einer Masse unter 1 TeV (nach SM derzeit 220 GeV als obere Grenze angenommen),

Nachweis von SUSY-Teilchen, Beobachtung von Abweichungen vom SM. Eine Aufrüstung des LHC sollte eher der Verbesserung der Luminosität als einer Erhöhung der Energie dienen.

**2. Trotz der Konzentration der vorhandenen Ressourcen auf LHC sollten die derzeit laufenden und geplanten Experimente** voll unterstützt werden, da diese

- interessante Resultate erwarten lassen
- wichtig für die Ausbildung des wiss. Nachwuchses sind.

**3. Projekte für die Zeit nach LHC:** Der derzeitige Wissensstand in der Hochenergiephysik macht es besonders wünschenswert, Präzisionsmessungen im Energiebereich 90 - ~ 400 GeV durchzuführen (Z-Masse bis top-Schwelle: Higgs nach SM und SUSY, SUSY-Teilchen, allfällige

Abweichungen vom SM etc.). Hierfür scheint ein  $e^+ - e^-$  **Collider mit hoher Luminosität** optimal. International gibt es bereits starke F+E-Aktivität in diesem Bereich, Projekte mit unterschiedlichen Technologien gibt es in Europa (TESLA), USA (NLC) und Japan (JLC).

Die Arbeitsgruppe empfiehlt dringend, Entscheidungen über die zu verwendende Technologie und den Standort vorzubereiten.

4. Umfang und Komplexität derzeitiger und künftiger Beschleunigerprojekte machen langfristige und intensive F+E- Programme erforderlich (typisch 20 Jahre von der ersten konkreten Idee bis zur Fertigstellung), d.h. künftige Projekte sind schon abhängig von den derzeit vorhandenen F+E - Kapazitäten.

Die Arbeitsgruppe stellt fest, daß die **Forschungsdisziplin der Beschleunigerphysik und -technologie** an den europäischen Universitäten kaum vertreten ist und daher in diesem Bereich nur wenig wissenschaftlicher Nachwuchs ausgebildet wird. Die AG empfiehlt daher dringend, die Ausbildungsmöglichkeiten in diesem Bereich an den europäischen Universitäten, in den nationalen Forschungszentren und im CERN hinsichtlich der Curricula und der finanziellen Ausstattung nachhaltig zu verbessern.

5. Die Neutrinophysik ist derzeit von besonderem Interesse (Massenwerte, Flavour-Oszillationen): Es sollten daher starke und hinsichtlich Flavour und Energie selektive **Neutrino-Quellen** bereitgestellt werden. F+E existiert für Anlagen mit  $\mu$  - Speicherringen, besonders auch im Zusammenhang mit Studien zum Bau von  $\mu$  - Collidern. Starke p-Quellen sind erforderlich (SPL-Projekt am CERN).

6. Abhängig von den Beobachtungen am LHC (z.B. Hinweise auf starke Wechselwirkungen zwischen den W-Bosonen, extra- Dimensionen etc.) könnten **Beschleuniger mit höchsten Energien** wichtig werden. Hier gibt es Studien zu pp-Collidern im 100 TeV-Bereich (VLHC) oder Lepton-Lepton- Beschleunigern bei einigen TeV.

**VLHC**: müßte nach dem heutigen Stand der Technik eine Länge von etwa 200 km haben: F+E erforderlich, um Kosten/Länge zu reduzieren.

**Multi-TeV Lepton-Collider**: stellt Alternative oder Ergänzung dar. ("Punktförmige" Streupartner, Quantenzahlen des Anfangszustands genau definiert):

**CLIC** bei CERN (3 TeV  $e^+e^-$ ): Teststrecke mit neuer Technologie betrieben: die Beschleunigungs-Energie wird von einem niederenergetischen, hochintensiven Treiber-Strahl auf den Hauptstrahl übertragen., größere Strukturen müssen aber noch getestet werden.

**Muon-Collider**: "Higgs-Factory" bei niedern Energien, bei höheren Energien: detaillierte Präzisionsmessungen betreffend die Physik jenseits des Standardmodells. Das Projekt beruht aber auf noch nicht erprobten Technologien (Ionisationskühlung der Muonen). Ein gravierendes Problem besteht in der enorm hohen  $\nu$ - Hintergrundstrahlung. Die AG empfiehlt weltweite F+E-Aktivitäten zum Projekt der Muon-Collider.

#### **Schlußbemerkung der Arbeitsgruppe (sinngemäß):**

Die Umsetzung der oben angeführten Empfehlungen - möglichst in weltweiter Zusammenarbeit - wird eine sehr sinnvolle und interessante Forschungstätigkeit im Bereich der Hochenergiephysik und damit bei der Enträtselung der Struktur der Materie sicherstellen. In der nächsten Zukunft wird der LHC unser Verständnis der Teilchenphysik revolutionieren. Als nächster Schritt sollte dann in internationaler Zusammenarbeit ein  $e^+e^-$  - Collider errichtet werden, und hier ist Europa durch die Präsentation des "Technical Design Report" für TESLA in führender Position.

Die AG hält es für essentiell wichtig, daß Europa über sein Forschungszentrum CERN in der Lage ist, in der Erforschung der Multi-TeV- Region, die sich in der Zeit nach dem LHC öffnen wird, eine führende Rolle zu spielen.