



Österreich am CERN

C.W. Fabjan, ÖAW-HEPHY und TU Wien

In dieser Note werden wissenschaftliche und wirtschaftliche Aspekte zu Forschungsaktivitäten von ÖsterreicherInnen auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik, mit Schwerpunkt CERN, zusammengefasst.

Elementarteilchenphysik wird hauptsächlich an den folgenden Instituten durchgeführt:

- Institut für Hochenergiephysik (HEPHY) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW)
- Stefan Meyer Institut der ÖAW (SMI)
- Technische Universität Wien (TU Wien)
- Universität Graz
- Universität Innsbruck (U Ibk)
- Universität Wien (U Wien)
- Österreichisches CERN Personal (Ö-CERN)

1. Wissenschaftliche Beiträge Österreichs auf dem Gebiet der Experimentellen Elementarteilchenphysik

1.1 Österreichisches Teilchenphysik Programm am CERN

Österreichische Forschergruppen haben seit Jahrzehnten an CERN-Experimenten gearbeitet, die Physik-Geschichte geschrieben haben. Beiträge der letzten 30 Jahre:

Abgeschlossene Projekte:

1978 – 1989: UA1 am Proton-Antiproton Collider (HEPHY); Entdeckung der W- und Z-Bosonen; Beweis für die 'Vereinigung' der Elektromagnetischen und Schwachen Wechselwirkung ('Elektroschwache Kraft'), ein Eckpfeiler unseres heutigen physikalischen Weltbildes; Nobelpreis für Physik 1984.

1982 – 2000: ALEPH (U Ibk) und **DELPHI** (HEPHY) am 'Large Electron Positron Collider' (LEP). Zahlreiche Messungen, die unser heutiges physikalisches Weltbild ('Standardmodell' (SM)) mit sehr hoher Präzision bestätigten. Beweis für drei und nur drei Teilchenfamilien; erste, indirekte Hinweise auf mögliche, fundamentale Abweichungen.

2000 – 2004: NA48 am SPS; Eindeutiger Nachweis der 'Direkten Symmetrieverletzung' der Elektroschwachen Kraft, ein notwendiger, noch nicht vollständig verstandener Mechanismus, durch den Materie den Urknall überlebte (HEPHY); Physikpreis der Europäischen Physikalischen Gesellschaft.

Laufende und zukünftige Projekte:

1992 – 2009 (Beginn LHC Betrieb) - 15 Jahre Datennahme (bis ca. 2025)

Mitarbeit an Konzeption, Entwicklung und Aufbau der vier LHC-Experimente: **ALICE**, **ATLAS**, **LHCb** und **CMS** am 'Large Hadron Collider' (LHC):

- **ALICE**: Technische Leitung seit 2001 (Ö-CERN)
- **LHCb**: Technische Leitung seit 2002 (Ö-CERN)
- **ATLAS**: Entwicklungsbeiträge zu drei neuartigen Detektorsystemen; Leitung von Detektorsystem-Gruppen (Ö-CERN); Beiträge zu Daten- und Physikanalyseprogrammen (U IbK)
- **CMS**: HEPHY ist Gründungsmitglied der CMS Kollaboration

Mitarbeit am weltgrößten Spurendetektor mit Siliziumtechnologie; Verantwortung für Funktionskontrolle; Beitrag zu insgesamt ~10% des Spurendetektors; Konzeption, Entwicklung, Bau des Globalen Selektionssystems und des Myonenselektionssystems ('Trigger'), notwendig für die Suche nach dem 'Higgs-Teilchen' – Nachweis; Mitgliedschaft in Leitungsgruppe des Silizium-Spurendetektors. Verantwortung für die offiziellen CMS Spuren- und Vertex-Analysealgorithmen (HEPHY).

Neben den intellektuellen Beiträgen hat Österreich einen substantiellen finanziellen Beitrag zu CMS geleistet: die Sachkosten betragen knapp 7 Millionen Euro, zu denen Personalkosten von ungefähr 18 Millionen Euro hinzuzurechnen sind. Österreichs Beitrag zu den CMS-Sachkosten, normiert auf die Zahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter, ist vergleichbar mit den äquivalenten Beiträgen von Belgien, England, Griechenland, Norwegen, jedoch unter dem Schnitt der CERN-Mitgliedsländer.

Ausschöpfung des LHC Physikpotentials

Vorbereitung und Durchführung der Physikforschung am LHC, von der sich die Fachwelt eine weitere Revolution unseres physikalischen Weltbildes erwartet. Diese Untersuchungen werden hauptsächlich am HEPHY und an der TU Wien durchgeführt werden (in einer österreichweiten Koordination wird sich die Innsbrucker Gruppe in Zukunft verstärkt dem verwandten Gebiet 'Astro-Teilchenphysik' zuwenden).

Einige Beispiele der Forschungsthematik:

- wodurch erhalten die Elementarteilchen ihre Masse?
- woraus besteht die 'Dunkle' (unsichtbare) Materie, fünf mal häufiger im Kosmos vorhanden als die 'Sichtbare' Materie?
- wieso hat ein winziger Bruchteil der Materie den Urknall überlebt, aus der sich Galaxien, Sterne, Planeten, Leben formen konnte?
- was sind die Eigenschaften der 'Urmaterie', die den Kosmos während der ersten Sekunde erfüllte?
- können wir die fundamentalen Kräfte in einer gemeinsamen Beschreibung zusammenfassen und damit die Entwicklung kurz nach dem Urknall erklären?
- Ist unsere Welt 'supersymmetrisch'?
- Gibt es noch weitere Raumdimensionen?

Die Wiener Gruppen tragen zu Untersuchungen am Standardmodell (SM), insbesondere jedoch zur Physik außerhalb des SM bei (Leitung von Analyse-Gruppen).

Upgrade des CMS Detektors (2009 – 2015)

- Aufrüstung des CMS Experiments auf zehnmal höhere Kollisionsraten (Super LHC) (HEPHY)
- Mitarbeit am Siliziumdetektor, Triggersystem, neuen Analyse-Algorithmen und Vorbereitung auf Physik-Analyse am SuperLHC (HEPHY, TU Wien)

1997 - laufend: ASACUSA: Antiwasserstoff; antiprotonische Atome; Untersuchung der Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie (SMI).

2000 - laufend: n-ToF: Verbesserung und Mitarbeit an der CERN Neutronen-Flugzeit Spektrometer Anlage. Messung von astrophysikalisch wichtigen Reaktionen; (TU Wien).

1.2 Österreichische Teilchenphysik-Programme außerhalb des CERN

Obwohl der Schwerpunkt der österreichischen Teilchenphysik am CERN liegt, liefern österreichische Forscher wichtige, komplementäre Beiträge an anderen Beschleuniger-Labors:

1995 - laufend: Studium von kaonischen Atomen und Kernen bei FRASCATI , GSI (Darmstadt), KEK und JPARC, Japan und in Zukunft bei FAIR (Darmstadt) (SMI).

2001 - laufend: BELLE am KEK (Japan): Präzisionsmessungen von Symmetrieverletzungen und Überprüfung der theoretischen Beschreibung, welche mit dem Nobelpreis für Physik 2008 ausgezeichnet wurde; (HEPHY).
HEPHY war verantwortlich für Auslesesystem des Silizium-Vertexdetektors; Leitung einer Physik-Analyse Gruppe.

2009 - 2013: Ausbau von BELLE auf 10x höhere Experimentierraten, um Physik außerhalb des SM zu prüfen; möglicherweise soll Gesamtverantwortung für neuen Silizium-Spuredetektor übernommen werden (HEPHY).

2. Evaluierungen der österreichischen Teilchenphysik durch externe Komitees

2004: Evaluierung der österreichischen Teilchenphysik durch RECFA (Restricted European Committee for Future Accelerators);
Zitat aus dem Brief des RECFA Leiters, B. Foster, an Frau BM Gehrler:

”In summary, the committee was deeply impressed by the impact that Austria has made in particle physics, particularly at CERN, which is much larger than the relatively small size of the community would suggest. This impact is a tribute to the leadership of the current generation and implies how imperative it is that this leadership should be renewed and strengthened in the universities and in the Academy.”

2008: Evaluierung des HEPHY durch ein ‘Scientific Advisory Board’, eingesetzt von der ÖAW;

Zitat vom ‘executive summary of report’:

“The Scientific Advisory Board (SAB) appraises the overall scientific achievements and performance of HEPHY as being excellent, i.e. being of high international visibility and impact. This same rating applies to most of the projects and departments, with a few being rated as very good (i.e. internationally visible), and some as being outstanding, i.e. only few entities with equal strength existing worldwide.”

3. Angewandte CERN-Entwicklungen für Österreich

Die für die CERN Beschleuniger und Experimente benötigte Spitzentechnologie führt häufig zu neuen Anwendungen außerhalb der Teilchenphysik. Am bekanntesten sind das ‘World Wide Web’ und medizinische Diagnostik (Positron-Emissions-Tomograph/CT, PET/CT), beide am CERN erfunden. Zwei für Österreich wichtige Anwendungen sind:

3.1 ‘Computing GRID‘ in Österreich

Für die enormen Datenmengen der LHC-Experimente musste ein neues Rechner-Konzept entwickelt werden, das ‘Grid’. Eine große Anzahl weltweit verteilter Rechner wird über das Internet verbunden und erscheint dem Benutzer wie ein einziger, sehr leistungsfähiger Computer. Österreich hat sich sehr intensiv an der Entwicklung und Planung des LHC – Computing Grids (WLCG) beteiligt. Der Rat für Forschung und Technologieentwicklung hatte zunächst ein Grid- Pilotprojekt an der Universität Innsbruck finanziert. Im Rahmen des Austrian Grid- Projekts wurden dann die Planung und der derzeit noch laufende Ausbau einer gemeinsamen Installation für die Wiener und die Innsbrucker Teilchenphysikgruppe begonnen.

Mit diesem „Austrian Federated WLCG“ erfüllt Österreich zugleich seine Verpflichtung gegenüber dem CERN aus dem *Computing Memorandum of Understanding* und ermöglicht den österreichischen PhysikerInnen die Mitarbeit an der LHC Forschung.

Das Grid-Konzept ist auch für andere Forschungsbereiche mit hohem Rechenbedarf (Meteorologie, Katastrophenforschung, Medizin) sehr attraktiv. Deshalb wurde deren Entwicklung in mehreren EU-Projekten (EGEE, „Enabling Grids for E-Science“) gefördert und soll von einer gemeinsamen Grid- Initiative nationaler Institutionen (EGI, „European Grid Initiative“) weitergeführt werden.

Die sehr anspruchsvolle Mitarbeit an der Planung und dem Aufbau dieser österreichischen Grid-Installationen, zu der auch Mittel aus den EGEE - Projekten eingeworben werden

konnten, hat den beteiligten jungen Wissenschaftlern und Studenten hervorragende Möglichkeiten geboten, sich erstklassige Expertise auf aktuellste Entwicklungen im IT - Bereich anzueignen.

Österreichs GRID repräsentiert eine Investition von 1.1 Millionen Euro; absolut gemessen, ist das Ö-GRID vergleichbar mit den Installationen in Portugal, Schweden und Schweiz.

3.2 Beiträge des CERN zu MedAustron

Die Planung und Errichtung der Beschleunigeranlage für MedAustron erfolgt in enger Zusammenarbeit mit CERN. Basierend auf Verträgen zwischen CERN und dem Land Niederösterreich bzw. der EBG MedAustron GmbH arbeitet seit Beginn 2008 ein Team von CERN und EBG MedAustron Mitarbeitern am CERN gemeinsam an der Entwicklung der Teilchenbeschleunigeranlage.

Die Entwicklungs- und Entwurfsphase ist fast abgeschlossen; die Aktivität verschiebt sich auf die Ausschreibungen der Beschleunigerkomponenten und die Vergabe der entsprechenden Aufträge. In den Jahren 2010 und 2011 wird ein Großteil der Komponenten produziert und am CERN, unter Verwendung der CERN Infrastruktur und Messlabors, getestet. 2012 erfolgen die Lieferung der Komponenten nach Wr. Neustadt und die Installation vor Ort. Die Projektphase wird beendet mit der Integration der Komponenten und der Inbetriebnahme des Beschleunigers mit dem Ziel, Anfang 2014 die ersten Patienten zu behandeln und die Forschungstätigkeit aufzunehmen.

CERN stellt in dieser Zusammenarbeit Infrastruktur, Labors und Experten in allen benötigten technischen Bereichen. Die wesentlichsten Beiträge von CERN Personal sind:

- Technische Expertise zur Optimierung des Beschleunigerdesigns
- Technische Kenntnisse und Marktkenntnisse zur Vorbereitung von Ausschreibungen und Vergabe von Aufträgen.
- Erfahrung beim follow-up in der Produktionsphase und bei Abnahmetests
- Technische Kompetenz für die Installationsphase und Inbetriebnahme in Wiener Neustadt
- Ausbildung der technischen Mitarbeiter von MedAustron und Wissenstransfer, um den Betrieb der Anlage in Wiener Neustadt zu gewährleisten

Ohne die massive Beteiligung des CERN und die Bereitstellung von Personal, Laborinfrastruktur und Testinfrastruktur kann das MedAustron Projekt nicht verwirklicht werden.

4. CERN als Ausbildungsstätte

Die Ausbildung junger WissenschaftlerInnen, IngenieurInnen und TechnikerInnen in den CERN-Kompetenzbereichen ist eine der Hauptaufgaben des CERN.

Im 'CERN Academic Training Program' geben weltweit führende Wissenschaftler Vorlesungsreihen in experimenteller und theoretischer Teilchenphysik, Beschleunigerphysik, Ingenieurwissenschaften (Informatik, Elektronik, Kryogenik, Messtechnik). In 'Akademien'

(Schools) für Master-Niveau Studien werden diese Gebiete vertieft, vergleichbar mit universitären Vorlesungen.

In Anbetracht der führenden Rolle des CERN in der Teilchenphysik und den erwähnten Ingenieursfächern ist die Qualität der Forschung und Lehre am CERN mit der einer 'Elite-Universität' vergleichbar.

Mit ähnlicher Qualität werden am CERN 'Soft Skills' vermittelt: Teamarbeit, Kommunikation und Präsentation in Fremdsprachen, Projektmanagement in komplexen internationalen Kollaborationen, Arbeitsplanung in einem zeitlichen und finanziellen Rahmen, Verständnis und Umgang mit fremden Kulturen sind Fähigkeiten, die am internationalen Stellenmarkt hoch bewertet werden. Absolventen der Teilchenphysik haben überdurchschnittliche Chancen auf Spitzenpositionen (siehe Positionspapier der Deutschen Teilchenphysik, <http://www.ketweb.de/ketStudie/ketStudie.html>).

In der Teilchenphysik und auf Technologiegebieten bietet der CERN Ausbildung für Diplomanden und Dissertanten. Im Zeitraum 1995-2008 haben insgesamt ~150 österreichische DissertantInnen ihre Forschungsarbeit am CERN durchgeführt, d.h. durchschnittlich 12 Dissertationen/Jahr. Dazu hat insbesondere das innovative, und von anderen Ländern wiederholt kopierte, vom BMWF gestartete und unterstützte 'Technical Doctoral Program' beigetragen. Dieses fördert Forschungsarbeit auf Technologiegebieten am CERN und ist als 'Intellektueller Technologietransfer' anzusehen. Zu erwähnen wäre, dass diese Dissertations-Arbeiten häufig zu längerfristigen Zusammenarbeiten zwischen CERN und den heimischen österreichischen Universitäten führen.

Vergleichsweise wurden an der Physikfakultät der TU Wien in den letzten acht Jahren durchschnittlich 25 Doktorate/Jahr in experimenteller Physik (ohne die CERN-Dissertationen) verliehen.

5. Öffentlichkeitsarbeit

Teilchenphysik hat eine lange Tradition, naturwissenschaftliche Themen der Bevölkerung und Schülern zu vermitteln. Österreich ist in das vom CERN europaweit koordinierte 'Outreach' Programm eingebunden. HEPHY ist stark und erfolgreich engagiert (Kinderuni, Begabtenakademie, Masterclasses, Wanderausstellung), oft mit Uni-Wien koordiniert (<http://www.hephy.at/veranstaltungen/>). Der Fachausschuss für Kern- und Teilchenphysik hat ebenfalls eine signifikante Publikumsarbeit (www.teilchen.at). Der CERN wurde in mehr als 100 österreichischen Presseartikeln im Jahre 2008 behandelt. Der Suchbegriff 'Beschleuniger' war 2008 der in Österreich meistverwendete Google-Suchbegriff (vor Obama)...

6. Österreicher am CERN in Zahlen

Augenblicklich (April 2009) sind am CERN aktiv 173 österreichische Akademiker registriert, die sich wie folgt aufteilen:

- | | |
|--|----|
| ➤ Akademiker von österreichischen Institutionen am CERN forschend | 85 |
| ➤ Akademiker als Mitglieder des CERN Personals | 53 |
| ➤ Akademiker an nicht-österreichischen Institutionen angestellt, am CERN forschend | 35 |

Die Gesamtzahl der 120 (85+35) auswärtigen, d.h. nicht dem CERN Personal angehörigen, österreichischen Forscher ('User') ist normiert auf die Bevölkerung vergleichbar mit der Zahl der deutschen CERN User (14.6 User/ Million Einwohner für Österreich; 12.4 User/ Million Einwohner für Deutschland). Vergleichbare Zahlen sind für Schweden um ungefähr 30%, für Portugal um ca. 20% niedriger, reichen allerdings nicht an die Zahlen für die Schweiz mit fast 25 Usern/ Million Einwohner. Während die österreichische Benutzer-Zahl zufriedenstellend ist, muss festgehalten werden, dass die Zahl der Professoren und Doktoratsstudenten in Teilchenphysik unter dem europäischen Durchschnitt liegt. Die jüngst geschaffene Professur für Experimentelle Teilchenphysik an der TU Wien wird beitragen, diese Situation zu verbessern.

In Österreich sind die Physiker innerhalb der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft in Arbeitsbereichen (Fachausschüssen) organisiert. Die Stärke der Kern- und Teilchenphysiker ist vergleichbar mit der der Atom- und Quantenphysiker oder der Festkörperphysiker. Jede dieser drei Fachrichtungen trägt mit ca. 20% zu der Physik in Österreich bei.

7. Wirtschaftliche Aspekte

Ungefähr die Hälfte des CERN Budgets wird für den Bau von Beschleuniger- und Experimentieranlagen sowie deren Betrieb und Wartung verwendet. Charakteristisch für die Zusammenarbeit mit der Industrie ist, dass vor allem Firmen auf Gebieten der Spitzentechnologie (Stark- und Schwachstrom, Elektronik, Kryogenik, IT, Kontrollsysteme, Metallurgie und Verbundmaterialien) benötigt werden.

Während der LHC Konstruktionsperiode (1994 – 2007) wurden Aufträge an die österr. Industrie im Werte von ca. 73 Millionen Euro vergeben. Dieses Auftragsvolumen ist vergleichbar, normiert auf die Bevölkerung, mit Aufträgen an die deutsche Industrie, die für das LHC Projekt etwa 600 Millionen Euro betragen.

Der Bau des LHC und der Detektoren ist weitgehend abgeschlossen. Jetzt beginnt das LHC Maschinen- und Detektor-Verbesserungsprogramm ('Upgrade'), sowie ein weitreichendes Konsolidierungsprogramm der CERN Maschinen und Infrastruktur: der CERN sieht dafür in den kommenden 4-5 Jahren Investitionen im Rahmen von 600-650 Millionen Euro vor. Diese Programme benötigen Zweige der Industrie, in denen Österreich gut vertreten ist.

Der 'Rückflusskoeffizient' (der Quotient der Industrieaufträge an österreichische Firmen und dem österreichischen Beitrag zum Materialbudget) betrug in den Jahren 1997 bis 2007 im Mittel 0.69. Nicht berücksichtigt in dem Rückflusskoeffizienten sind die jährlichen Zahlungen an UNIQA, der Krankenversicherung des CERN-Personals, von ca. 1.3 Millionen Euro.

Wenn auch der Rückfluss während der LHC-Periode für Österreich zufriedenstellend war, so gibt es Potential für Verbesserungen. Länder wie Finnland und Portugal haben gezeigt, dass relativ einfache Maßnahmen (z.B. Teilzeit Industrie-Verbindungsperson; besonders wirkungsvoll sind Fachleute, die neben der Verbindungsfunktion im wissenschaftlich/technischen Arbeitsprogramm des CERN integriert sind) eine bedeutende Hebelwirkung erzielen können. Aufträge im High-Tech Sektor sind aber nur die Spitze des wirtschaftlichen Eisberges. Industrieaufträge im technologischen Neuland, häufig durchgeführt in intensiver Zusammenarbeit mit dem professionellen CERN Personal, vermitteln den Firmen wichtige Kenntnisse und neue Fertigungsverfahren für Anschlussaufträge. Diese indirekte Wertschöpfung drückt sich in erhöhter Wettbewerbsfähigkeit und zusätzlichen Aufträgen - außerhalb des CERN - aus. Dieser 'Multiplikationsfaktor' wurde in mehreren Studien untersucht, welche, unabhängig von einander, für diesen Faktor einen Wert von ungefähr 'Drei' finden. Im Durchschnitt bedeutet jeder Auftrag an eine Firma im Wert von einer Million Nachfolgaufträge im Wert von 3 Millionen (siehe CERN-2003-005 FTT Division).

8. ÖsterreicherInnen in CERN-Leitungsfunktionen

Am CERN haben ÖsterreicherInnen wiederholt leitende Stellen innegehabt: zwei Generaldirektoren, W. Jentschke und V. Weißkopf (österreichischer und amerikanischer Staatsbürger), Direktor für Beschleuniger, Direktor für Administration, drei Department-Leiter und stellvertretender Leiter, Technischer Leiter von LHC Experimenten, CERN-Ratsvorsitzender und Stellvertreter.

Augenblicklich aktiv sind: Verantwortliche für auswärtige Angelegenheiten im Direktorium, Verantwortlicher für Beziehung zu Sitzländern, zwei Technische Leiter von LHC Experimenten, Leiter vom nicht-LHC Experiment AEGIS, Ko-Leiterin der Arbeitsgruppe für CERN-Erweiterung.

9. CERN: Perspektiven für die nächsten 15 bis 20 Jahre

Das außergewöhnliche Entdeckungspotential des LHC wurde kurz angedeutet. Die Attraktivität der CERN Forschungsprogramme schlägt sich auch in der ständig zunehmenden Zahl der auswärtigen Forscher nieder, die CERN als ihre Forschungsbasis benützen. Die Zahl der registrierten CERN Forscher aus den Mitgliedsstaaten betrug im Juni 2005 4100 Forscher; sie ist bis Februar 2009 auf 6000 angestiegen, ein 50%iger Zuwachs. Die Zahl der Forscher aus den Nicht-Mitgliedsländern zeigt eine mehr als 50%ige Steigerung, von 2100 (Juni 2005) auf 3500 (Februar 2009), mit weiterhin steigender Tendenz.

Die weltweit führende wissenschaftliche Rolle des CERN wird durch zwei jüngere Initiativen weiter gestärkt:

9.1 Europäische Strategie für Teilchenphysik

Im Juli 2006 hat der CERN Rat einstimmig die mittelfristige wissenschaftliche Strategie für Teilchenphysik in Europa definiert. Diese umfasst LHC, SuperLHC, Diskussionen zu einem Linear Collider, Neutrinophysik, Entwicklungen auf dem Gebiet der Beschleuniger und Detektorphysik, Nicht-Beschleuniger Experimente (Astroteilchenphysik, Niederenergieexperimente). Diese wissenschaftliche Strategie wird aktiv verfolgt und aktualisiert, wofür der CERN Rat gemäß der CERN Konvention die Verantwortung übernimmt, basierend auf Vorschlägen einer wissenschaftlichen Berater-Gruppe. In diesen Strategie-Diskussionen wurde auch der Entschluss gefasst, einen Rahmen auszuarbeiten, innerhalb dessen Europa mit anderen Regionen (Amerika, Asien) zusammenarbeitet. Diese weitere Initiative hat ihren Niederschlag gefunden in:

9.2 Arbeitsgruppe zur wissenschaftlichen und geographischen Erweiterung des CERN

In der CERN Ratssitzung im Dezember 2008 wurde beschlossen eine Arbeitsgruppe einzusetzen, mit der Aufgabe, Szenarien für die strategische Entwicklung des CERN aus wissenschaftlicher Sicht sowie für die geographische Erweiterung auszuarbeiten.

Die geographische Erweiterung betrifft potentielle neue Mitgliedsstaaten und die Beziehung zu Nichtmitglieds-Ländern. Den Vorsitz dieser bedeutenden Arbeitsgruppe haben Frankreich (M. Spiro) und Österreich (Ch. Kokkinakis).

10. Zusammenfassung

Die CERN-Mitgliedsstaaten haben den CERN zu der weltweit führenden Institution für Grundlagenforschung in der Teilchenphysik aufgebaut. Österreichische Wissenschaftler liefern international sehr anerkannte, auf einigen Gebieten weltweit führende, Beiträge. In Österreich repräsentieren die Kern- und Teilchenphysiker ca. 20% der Physiker im akademischen Bereich, zahlenmäßig vergleichbar mit den Atom- und Quantenphysikern oder Festkörperphysikern. Der LHC wurde gebaut mit dem Potential, unser physikalisches Weltbild zu revolutionieren. Der österreichische Staat und die österreichischen Forscher haben dazu wesentliche finanzielle und intellektuelle Beiträge eingebracht. Der Beginn des LHC Betriebes und der LHC Forschung ist für Herbst 2009 angesetzt.

Ich bedanke mich bei Kolleginnen und Kollegen für Diskussion und Information.

Mai 2009