

CERN Fixed Target Experimente ***Villars SPSC Meeting***

- **Spezielles SPSC (SPS and PS Experiments Committee)**
Meeting in Villars, Kanton Vaud, 22. - 28. September 2004
- **Ziel (Mandat vom Scientific Policy Committee SPC)**
 - **Überblick über gegenwärtige und zukünftige Aktivitäten sowie Aussichten der Fixed Target Physik im Allgemeinen**
 - **Sichten von Möglichkeiten und Optionen eines zukünftigen CERN Fixed Target Programms**
- **Keine Diskussion von konkreten Proposals**
 - **Sammlung von Ideen, Expression-of-Interests, Letter-of-Intent**
 - **11 Vorschläge + COMPASS, DIRAC, CNGS**

SPS and PS Experiments Committee

● Zuständig für folgende CERN Programme (beratend)

- SPS Fixed Target: Protonen und Schwer-Ionen
- SPS Neutrinos (CNGS: CERN Neutrino Gran Sasso beam)
- PS Proton Fixed Target
- AD Antiprotonen

● SPSC Chairman:

- John Dainton (Liverpool)

● SPSC Mitglieder aus Deutschland

- Ian Brock (Bonn), James Ritmann (Bochum und Jülich),
Andreas Schäfer (Regensburg), Uta Stösslein (DESY)

● Deutsche CERN Mitglieder

- Dieter Schlatter (Physics Department Leader), Jürgen Knobloch
(IT Department), Michael Hauschild (SPS/PS Coordinator)

Rahmenbedingungen

● Halb- bis Eintägige Sessions der jeweilige Themenbereiche

- Beschleuniger, Schwer-Ionen, Antiprotonen, Neutrinos, Soft and Hard Hadrons, Heavy Flavour, Verschiedenes
- Organisiert und geleitet durch die SPSC Referees (Convenors)

● Typische Session eines Themenbereiches

- SPSC Mitglieder + eingeladene Experten + Vertreter der Experimente
 - Theorie Überblick
 - Experimenteller Überblick
 - Spezielle Vorträge über besondere Aspekte, zukünftige Entwicklungen
 - Vorstellung eingereicherter Expression-of-Interest oder Letter-of-Intent
- Nur SPSC Mitglieder
 - Anschliessende Diskussion und Empfehlungen

● Alle Villars Vorträge verfügbar auf

<http://committees.web.cern.ch/Committees/SPSC/Villars-info.html>

(SPSC summary erst nach Präsentation im Research Board + SPC im Dezember)

Verfügbare Protonen ab 2006 (SPS)

CERN Verpflichtungen:

→ Protonen für LHC (höchste Priorität)

- “Filling” mode (nur LHC), anfänglich 15% - später 5% der Zeit
- “Set-up” mode (LHC + CNGS), anfänglich 35% - später 10% der Zeit

→ CNGS: 4.5×10^{19} pot/Jahr (pot = protons on target), über 5 Jahre

→ SPS Fixed Target (COMPASS): 7.5×10^5 spills/Jahr (1 spill = 1.2×10^{13} p), über 5 Jahre

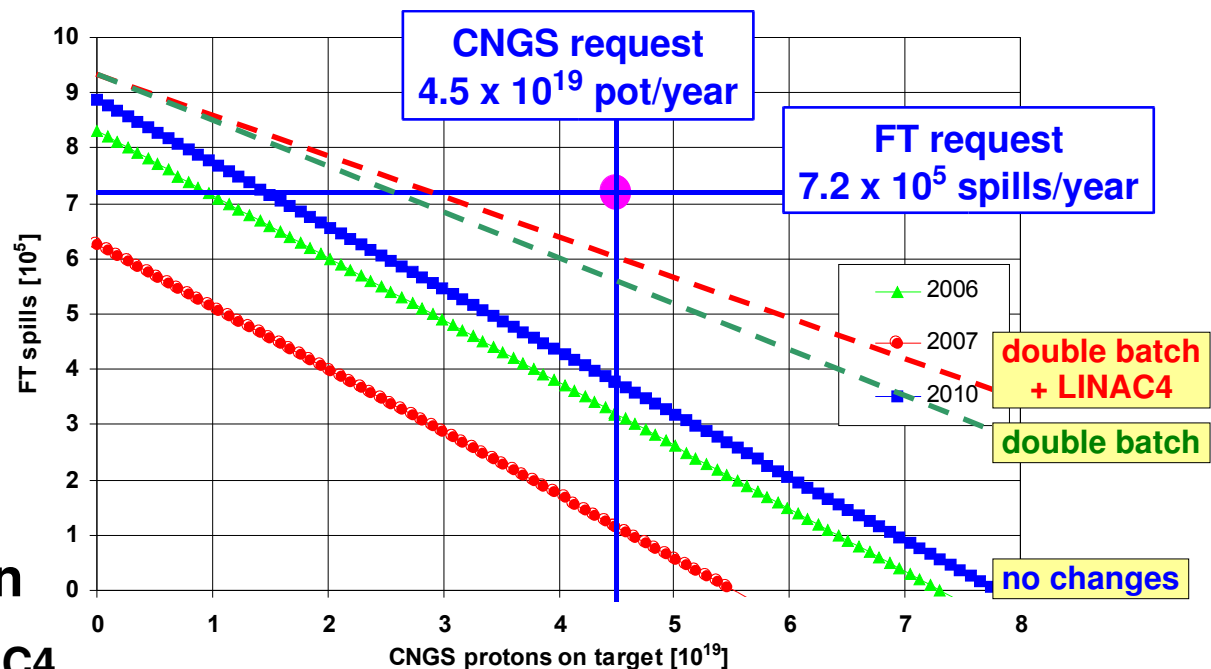
Aber:

→ Konflikt zwischen CNGS und Fixed Target

→ Beide Anforderungen können nicht gleichzeitig erfüllt werden

→ Mögliche Verbesserungen

- double batch injection, LINAC4



Schwer-Ionen I

- **Neuer Injektions-Weg von Schwer-Ionen zum SPS ab 2006**
 - Bisher: Ionenquelle – LINAC3 – **PS Booster** – PS – SPS
 - Neu für LHC: (Neue) Ionenquelle – LINAC3 – **LEIR** – PS – SPS
 - LEIR notwendig zur Erzeugung der erforderlichen LHC bunch Struktur und Emittanz
 - Neuer Injektions-Weg muss schrittweise in Betrieb genommen werden
 - **Keine Schwer-Ionen für SPS Fixed Target Physik vor 2008**
 - nur durch Verzögern des LHC Schwer-Ionen Programms möglich
- **Vorschläge**
 - **NA60**: Fortsetzung des bisherigen Programms (Open Charm, ρ mass shift, thermal radiation) mit Pb – Pb Daten (bisher: In – In, p – In)
 - **NA49**: High p_T suppression, jet quenching bei SPS Energie (bisher nur bei RHIC gesehen)
- **Längerfristig**
 - Suche nach dem “Kritischen Punkt” = QCD Phasenübergang von normaler hadronischer Materie zum Quark Gluon Plasma (QGP)

Schwer-Ionen II

- SPS liegt im idealen Energie-Bereich zur Untersuchung des “Kritischen Punkts”

→ Auf absehbare Zeit keine Konkurrenz (RHIC?)

- Aber:

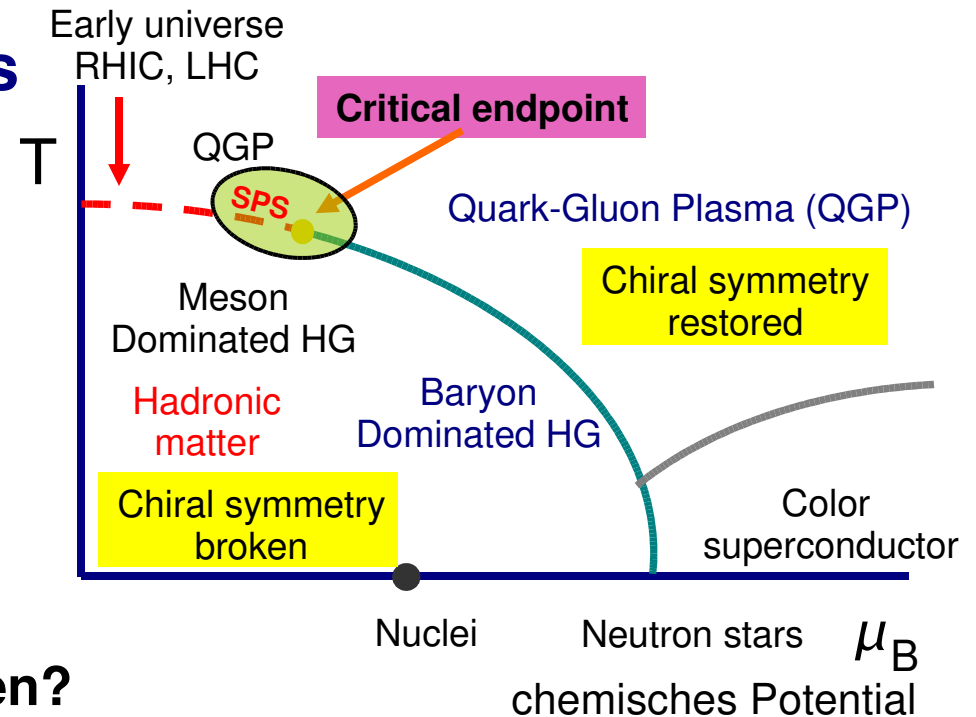
→ noch zu wenig theoretisches Verständnis

→ welche experimentellen Signaturen?

- SPSC:

→ Keine Notwendigkeit für ein Verzögern des LHC Schwer-Ionen Programms und Priorität für ein SPS Schwer-Ionen Programm

→ Erneute Evaluierung ~2008 nach Beginn des LHC Schwer-Ionen Programms im Hinblick auf Untersuchung des “Kritischen Punkts”



Neutrinos (OPERA + ICARUS)

● OPERA

- Im Aufbau
- Volle Target-Masse (200 000 bricks) nicht vor Ende 2006 verfügbar

● ICARUS (kein Bericht in Villars, Status Bericht beim SPSC Meeting Ende Okt)

- Volle Ausbau-Stufe: 1 *T600* + 2 *T1200* LAr TPC Module
- Genehmigung wurde erteilt zum Bau einer 3000 t LAr Kälteanlage und zur Installation des *T600* Moduls (Dez 2004) in Halle B von LNGS
- Erstes *T1200* Modul nicht vor Ende 2007 fertig installiert, zweites *T1200* Modul bislang nicht finanziert

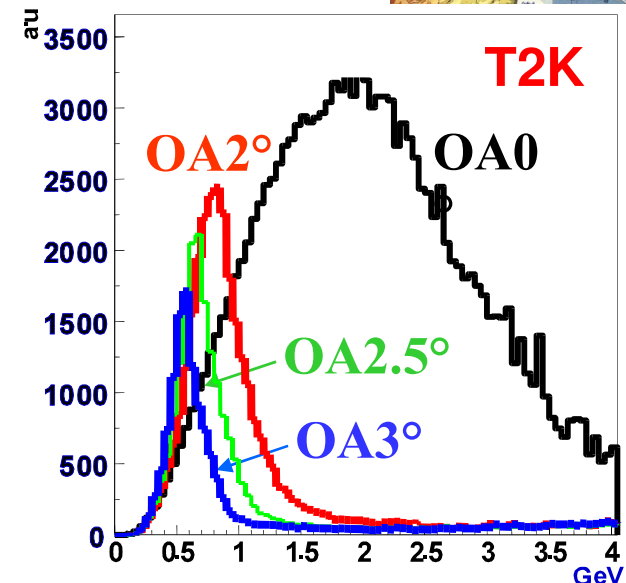
● SPSC:

- CERN Verpflichtung für 4.5×10^{19} pot/Jahr über 5 Jahre bleibt bestehen
- Allerdings: Keine Notwendigkeit für mehr Protonen
- 2006: Bis zur Inbetriebnahme mit voller OPERA Target-Masse erhält COMPASS Priorität

C2GT (CERN Neutrinos to the Gulf of Tarento)

Vorschlag zur Suche nach $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ Oszillationen (ν_e appearance)

- Messung von $\sin^2\theta_{23}$ und Δm^2_{23} ,
Suche nach nicht verschwindendem $\sin^2\theta_{13}$
- Wasser-Cerenkov Detektor, ca. 1-2 Mt, beweglich, erlaubt Messungen in verschiedener Entfernung
- Off-Axis (2°) zum CNGS-Strahl
 - quasi-monochromatischer Neutrino-Strahl aufgrund der Zerfalls-Kinematik
- Aber: Erfordert Modifikation von Target und mag. Horn System



SPSC:

- Interessante Idee, wegen notwendiger Modifikation des CNGS-Strahls jedoch nicht vor Ende von OPERA/ICARUS durchführbar
- Zweifelhafte Konkurrenzfähigkeit zum Zeitpunkt der Datennahme
 - T2K (Tokai / J-PARC to Kamiokande) mit ähnlicher Zielsetzung und Off-Axis Strahl sollte zu dieser Zeit bereits Daten vergleichbarer Genauigkeit gesammelt haben

Zukünftige CERN Beschleuniger Optionen

	INTEREST FOR			
	LHC upgrade	Neutrino physics beyond CNGS	Radio-active ion beams (EURISOL)	Others
Low energy 50 Hz RCS (~ 400 MeV / 2.5 GeV)	Valuable	Very interesting for super-beam + beta-beam	No	?
50 Hz SPL (~ 2 GeV)	Valuable	Very interesting for super-beam + beta-beam	Ideal	Spare flux ⇒ possibility to serve more users
High energy 8 Hz RCS (30-50 GeV)	Valuable	Very interesting for neutrino factory	No	Valuable
New PS (30-50 GeV)	Valuable	No	No	Valuable
1 TeV LHC injector	Very interesting for luminosity upgrade. Essential for doubling the LHC energy	No	No	Valuable

- **SPL = Superconducting Proton LINAC, 4 MW**
- **RCS = Rapid Cycling Synchrotron**
- **beta-beam = Erzeugung eines reinen ν_e – Strahls durch Beta-Zerfall radioaktiver Isotope in einem Beschleuniger**

Neutrino Programm (Strategie)

● SPSC:

- **Zukünftige neutrino facilities haben grosses Potential**
 - CERN sollte Budget und Personal zur Verfügung stellen, um sich an diesen Entwicklungen zu beteiligen
- **2.2 GeV SPL und super-beam** (konventioneller Neutrino-Strahl, 4 MW proton power)
 - Scheint nicht die attraktivste Option zu sein, kein signifikanter Vorteil gegenüber T2K
 - Niedrige Strahl-Energie erfordert relativ “nahen” Detektor <130 km, z.B. Frejus, Long Baseline oder Very Long Baseline Experimente nicht möglich
- **RCS (oder SPL) und beta-beams**
 - Attraktiv und interessant, bisher zuwenig R&D, CERN sollte Engagement verstärken
- **Neutrino Detektoren**
 - Bisher: Skalierung existierender Technologien in immer grössere Dimensionen
 - CERN-Beteiligung an neuartigen Technologien wünschenswert, z.B. preiswertere Licht-Sensoren, grosse magnetische Detektoren (Unterscheidung: e^+ von e^-)
- **Hadron Produktion**
 - Existierende CERN-Detektoren sollten für Studien über Hadron Produktion bei verschiedenen Target Materialien genutzt werden

Soft and Hard Hadrons (COMPASS)

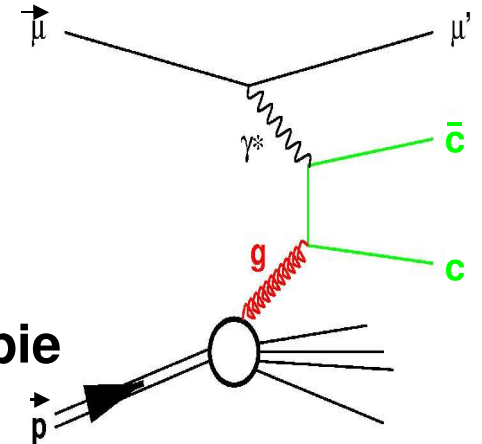
● Derzeit laufende, genehmigte Programme

→ Muon-Strahl: Messung des Gluon-Spins $\Delta G/G$

- 2002-04 und ab 2006,
derzeit (aus open charm): $\sigma(\Delta G/G) = 0.24$, Ziel: $\sigma(\Delta G/G) = 0.14$

→ Hadron-Strahl: Primakoff-Effekt, Hadron-Spektroskopie

- ab 2006, Test Run 2004 soeben abgeschlossen



● Langfristig vorgeschlagene Messungen (ab 2010)

→ Bestimmung der Generalized Parton Density (GPD), Struktur-Funktionen über Lepton DIS und Drell-Yan Prozesse, Proton "Tomographie"?

● SPSC:

→ Besorgt über geringere Anzahl an Protonen ab 2006

- Erfordert u.U. geänderte Prioritäten beim Physik-Programm
- Priorität für COMPASS beim SPS run 2006 (bis volle OPERA Target-Masse installiert)
- Anstrengungen zur Erhöhung der Anzahl der insgesamt verfügbaren Protonen durch Double Batch Injection, LINAC4 sehr wünschenswert

→ GPD Messungen interessant in anderswo nicht erreichbarem kin. Bereich

Soft and Hard Hadrons (DIRAC + NA49)

DIRAC (PS)

- Bislang: Messungen der Lebensdauer gebundener $\pi^+ - \pi^-$ Zustände am PS (bis 2003, abgeschlossen)
- Proposal: Lebensdauer gebundener $K - \pi$ Zustände am PS (2006-08), empfohlen vom SPSC, Genehmigung noch ausstehend

Vorschläge

→ DIRAC → SPS

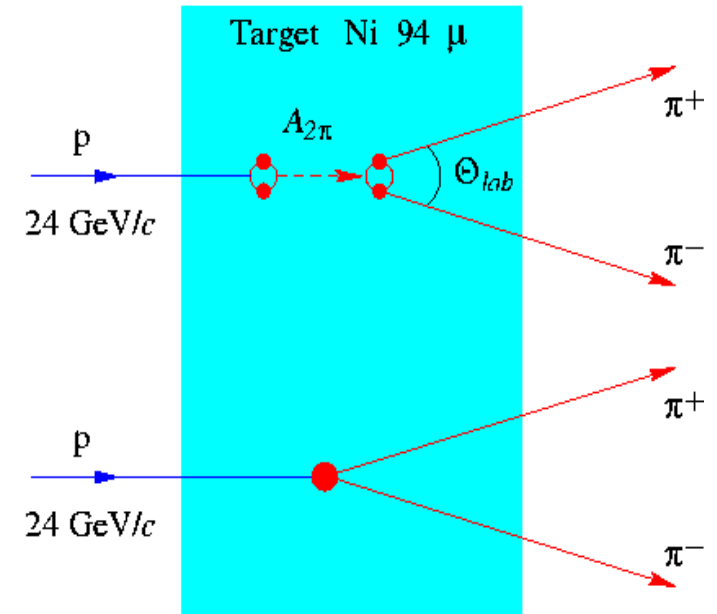
- Wiederholung der $\pi^+ - \pi^-$ und $K - \pi$ Messungen mit DIRAC Detektor am SPS ab 2009/10, möglicher Nachweis von $K - K$ gebundenen Zuständen(?)
- Höhere Strahl-Energie und Intensität: 1-2 Größenordnungen mehr Statistik erwartet

→ NA49: Weitere Suche nach Pentaquarks, Cronin-Effekt

SPSC:

→ DIRAC Messungen am SPS würden experimentellen Fehler erstmalig vergleichbar machen zum theoretischen Fehler, interessant

→ NA49: Vorschlag nicht überzeugend



Kaon Physik

- Seltene Kaon-Zerfälle (BR typisch $10^{-10} \dots 10^{-11}$) sind ein hervorragendes Werkzeug zum Test der Flavour Struktur

→ Sensitiv auf Flavour Changing Neutral Currents (FCNC)

- Keine Standard Modell tree-level Beiträge
- Starke Unterdrückung im Standard Modell
- Berechenbar im SM mit hoher Genauigkeit

- Wichtigste zu untersuchende Zerfälle

$$K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \nu \text{ (mittelfristig)}$$

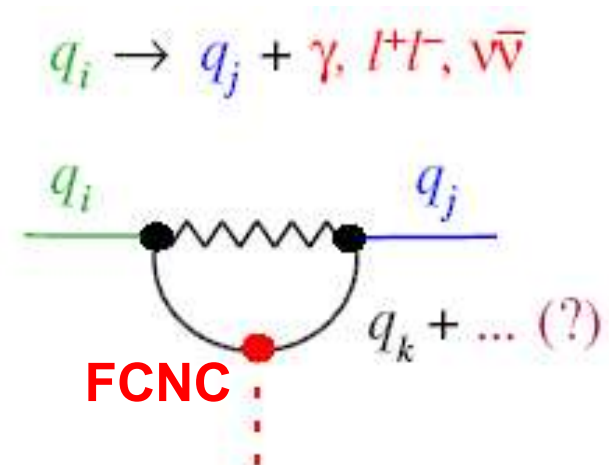
$$K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu, K_L \rightarrow \pi^0 e^+ e^-, K_L \rightarrow \pi^0 \mu^+ \mu^- \text{ (längerfristig)}$$

- Letter-of-Intent “NA48/3”: Messung von $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \nu$

- Nach 2010:

→ “NA48/4”: $K_L \rightarrow \pi^0 e^+ e^-$, $K_L \rightarrow \pi^0 \mu^+ \mu^-$ und “NA48/5”: $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu$

- Mögliche Konkurrenz L-05 / J-PARC (Proposal 2005?)



NA48/3

● Erfordert Modifikation des NA48 Detektors (20 MCHF?) und des K^+ Strahls

→ 40-fach höhere Strahl-Intensität und Detektor-Akzeptanz

- Herausforderung: “GIGATRACKER” = Kombination aus Schnellem Silizium Pixel-Detektor (SPIBES) und TPC mit Micromegas (KABES) im Kaon-Strahl, 800 Mhz(!) bei 40 Mhz/cm²

→ Proposal erwartet für 2005, Aufbau 2006-08

→ Datennahme 2009-10: ~80 Ereignisse/Jahr

- Mögliche Konkurrenz P940 / FNAL (Proposal 2005?): ~28 Ereignisse/Jahr

● SPSC:

→ NA48/3 Vorschlag sehr attraktiv

→ längerfristige Perspektive ab 2010 sehr interessant

→ Multi-Mega-Watt Proton Maschine mit hoher Intensität und Energie würde eine neue Generation von Kaon-Physik Experimenten erlauben

→ CERN's Kaon Programm bleibt weiterhin konkurrenzfähig

Antiprotonen

● Bislang existierende Experimente:

- ASACUSA: He^+p^- Erzeugung und Spektroskopie
- ATHENA, ATRAP: e^+p^- Erzeugung, verschiedene Methoden

● ASACUSA, ATRAP und ACE wollen weitermachen, Teilung von ATHENA in AEGIS und ALPHA

● SPSC:

- Der Antiproton Decelerator AD bleibt bislang einzigartig zur Untersuchung von CPT-Verletzung mit kalten Antiprotonen
- Fortführung des erfolgreichen Antiproton Programms
- Bau eines zusätzlichen **Extra Low ENergy Antiproton Ringes (ELENA)**
 - Effizientere Reduzierung der p^- Energie von 5.3 MeV (AD Extraktion) auf 100 keV (bislang durch Degradier-Folie), erlaubt 10 – 100 fach höhere Antiproton Intensität
- Verbesserte, schnellere Umschaltung zwischen den Experimenten

Andere Projekte

● SPSC: Fortführung bestehender Experimente

→ CAST (CERN Axion Search Telescope)

- Suche nach solaren Axionen mit Hilfe eines LHC Dipol-Magneten
- Nachweis durch Konversion von Axionen in Photonen (Röntgen-Bereich) im B-Feld

→ ACE (Antiproton Cell Experiment)

- biologische Wirkung von p^- (durch zusätzliche Energiedeposition bei Annihilation)
- Fernziel Krebstherapie

● Weitere Vorschläge (SPSC Kenntnisnahme)

→ $(g-2)_\mu$

- Neues Proposal zur Fortführung von E821 am BNL, Ziel: 0.2 ppm (derzeit 0.6 ppm) und Lol für neues J-PARC Phase II Experiment (>2011) mit 0.05 ppm
- Europäische Initiative/Beteiligung willkommen

→ “CRYSTAL”

- Untersuchung von Einkristallen beim Durchgang hochenergetischer Elektronen (~ 300 GeV), u.a. e^+e^- Paar-Produktion im starken E-Feld ($\sim 10^{16}$ V/cm) des Kristalls
- Mögliche Anwendungen: Linear Collider

Zusammenfassung SPSC Empfehlungen

<http://committees.web.cern.ch/Committees/SPSC/Villars-info.html>

→ Konflikt: Verfügbare Protonen für CNGS und COMPASS

- Technische Verbesserungen möglich, aber dennoch nicht voll ausreichend

→ CNGS

- Keine Notwendigkeit zur Erhöhung über 4.5×10^{19} pot/Jahr und 5 Jahre hinaus, Priorität für COMPASS 2006 solange OPERA noch nicht vollständig installiert

→ Zukünftige CERN Beschleuniger (im Hinblick auf Neutrino Factory)

- SPL nicht die attraktivste Option, beta-beams interessant, mehr R&D nötig

→ Kein SPS Schwer-Ionen Programm vor 2008/09

→ Soft and Hard Hadrons

- Langfristiges COMPASS Programm >2010 (Generalized Parton Densities) und DIRAC am SPS interessant

→ Kaon Physik

- Attraktiver Vorschlag zur Untersuchung seltener geladener Kaon-Zerfälle: NA48/3 Option für Ausdehnung auf neutrale Kaon-Zerfälle im Anschluss

→ Fortführung des Antiproton-Programms, Verbesserungen durch ELENA