

**WISSENSCHAFTLICHER
ZWISCHENBERICHT**

**BMBF Fördervorhaben
Experimente mit DELPHI
April 1996 - März 1998**

**Institut für Experimentelle Kernphysik
Universität Karlsruhe**

T. Albrecht, T. Allmendinger, W.-D. Apel, W. de Boer¹,
R. Ehret, M. Feindt, A. Filipis, D.C. Fries, F. Hartmann, E. Grigoriev,
H.-J. Grimm, M. Kaiser, R. Keranen, P. Knaus, D. Knoblauch,
C. Kreuter, J. Lautenbacher, H. Leb, G. Maehlum, M. Moch,
S. Heising, H. Müller, W. Oberschulte-Beckmann, O. Podobrin, F. Röderer,
H. Schneider, U. Schwickerath, A. Sopczak, F. Vollmer, J. Walter, C. Weiser

¹Projektleiter

1 Übersichtsangaben

Projektleitung	Prof. Dr. W. de Boer
Zuwendungsempfänger	Universität Karlsruhe
Förderkennzeichen	05 7 KA 16P(9)
Ausführende Stelle	Institut für Experimentelle Kernphysik
Thema	Elementarteilchenphysik Fortführung des DELPHI-Experiments bei LEP
Bewilligungszeitraum:	01.04.1996 bis 31.12.2000

2 Zusammenfassung

Bei LEP I wurde die elektroschwache Wechselwirkung im Bereich der Z^0 - Resonanz untersucht. Ab 1996 wurde die Energie schrittweise erhöht. Seit Mai 1998 werden bei einer Energie von 189 GeV Daten genommen. Bei dieser Energie sind die Hauptziele die Untersuchung der geladenen W-Bosonen der schwachen Wechselwirkung und die Suche nach neuen Teilchen, insbesondere nach supersymmetrischen Teilchen und nach dem vorhergesagten Higgs-Boson.

Innerhalb der supersymmetrischen Erweiterungen des Standardmodells wird die Masse des Higgs-Bosons im Bereich von 90 bis 130 GeV vorausgesagt. Bis Ende der Datennahme bei LEP II im Jahre 2001 werden wir in der Lage sein, das Higgs-Boson nachzuweisen, falls seine Masse unterhalb 105 GeV liegt. Massen unterhalb 105 GeV gehören zu dem bevorzugten Bereich in der Supersymmetrie.

Für die Suche nach dem Higgs-Boson, das zu 90% in langlebige B-Mesonen zerfällt, ist ein guter Vertexdetektor unentbehrlich. Daher wurde bei DELPHI ein Ausbau des Vertexdetektors vorgenommen, wobei der Zentralbereich verlängert und zum größten Teil mit 3-D-Koordinatenbestimmung ausgestattet wurde. Zusätzlich wurde für eine fast vollständige 4π -Überdeckung des Raumwinkels ein "Very Forward Tracker" mit vier Lagen Siliziumdetektoren als Endkappen des Zentraldetektors gebaut. Durch unser modernes Halbleiterlabor im Forschungszentrum Karlsruhe konnten wir eine führende Rolle beim Ausbau des Vertexdetektors übernehmen, sowohl im Zentralbereich als auch beim Bau der neu entwickelten Pixeldetektoren im Vorwärtsbereich.

Zusätzlich zu den Analysen der LEP I Daten, insbesondere auf dem Gebiet der b-Physik, wo die Ernennung von Prof. Dr. M. Feindt in Karlsruhe eine große Verstärkung dieser Aktivitäten bedeutete, suchen wir mit großem Engagement nach Higgs-Bosonen bei den höheren LEP II Energien. Hierzu konnten wir zwei neue Postdocs mit einschlägigen Erfahrungen auf diesem Gebiet (Dr. A. Sopczak and Dr. R. Keranen) für Karlsruhe gewinnen. Zusätzlich wurde der Leiter dieses Vorhabens zur Koordinator für die "Searches" bei DELPHI ernannt und hat daher seine Rolle als Koordinator der QCD Gruppe bei LEP I abgegeben.

3 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Der DELPHI Detektor wurde durch eine Kollaboration von 47 Instituten aus 24 Ländern gebaut und betrieben.

Die Karlsruher Gruppe beteiligte sich am zentralen elektromagnetischen Kalorimeter, dem HPC, sowie an den innerhalb der HPC liegenden Szintillationszählern, die als schnelle Trigger dienen. Die HPC entstand in Zusammenarbeit mit Gruppen von Ames (USA), Bologna, Genua, Mailand und Rom, Stockholm, Warschau und CERN und der schnelle Trigger in Zusammenarbeit mit Warschau.

Karlsruhe hat eine führende Rolle bei der Erweiterung des Silizium-Vertex-Detektors² übernommen: ein Viertel der neuen dritten Lage des Streifendetektors im Zentralbereich wurde in unserem Institut gebaut, und die Pixeldetektoren, die als Endkappen des Vertexdetektors eingesetzt wurden, sind alle in Karlsruhe gebondet und getestet worden. Am Upgrade des Vertexdetektors sind u.a. Gruppen aus CERN, Marseille, Mailand, Lyon, Oslo, Paris, Rutherford, Uppsala, Wien und Wuppertal beteiligt.

²THE DELPHI SILICON TRACKER AT LEP II, P. Chochula et al., CERN-PPE-97-155, Dec 1997, Submitted to Nucl. Instrum. Methods

4 Liste der 19 wissenschaftlichen Mitarbeiter (Stand: März 1998) (davon 8 Diplomanden, 3 Doktoranden und 4 Postdoktoranden)

W.-D. Apel, Dr.	(FZ Karlsruhe)
W. de Boer, Prof. Dr.	(Universität)
M. Feindt, Prof. Dr.	(Universität)
H. Schneider, Dr.	(Universität)

Postdoktoranden:

E. Grigoriev, Dr.	(BMBF)
R. Keranen, Dr.	(BMBF)
A. Sopczak, Dr.	(Universität)
C. Weiser, Dr.	(GK)

Doktoranden:

S. Heising	(GK)
P. Knaus	(CERN)
U. Schwickerath	(GK)

Diplomanden:

T. Albrecht	(Diplomand)
T. Allmendinger	(Diplomand)
A. Filip	(Diplomand)
H.-J. Grimm	(Diplomand)
M. Moch	(Diplomand)
F. Röderer	(Diplomand)
F. Vollmer	(Diplomand)
J. Walter	(Diplomand)

5 Tätigkeitsbericht

5.1 Zeitlicher Ablauf des Vorhabens

Mitte 1989 wurde der DELPHI - Detektor fertiggestellt und konnte in der ersten Phase der Datennahme am LEP Speicherring erfolgreich eingesetzt werden. Seit Beginn erfolgten innerhalb der DELPHI Kollaboration 163 Veröffentlichungen und in Karlsruhe wurden 23 Diplomarbeiten und 17 Doktorarbeiten fertiggestellt. Die 57 Veröffentlichungen der letzten Förderperiode und die Diplom- und Doktorarbeiten sind im Anhang aufgelistet. Diese Resultate wurden in 42 Vorträgen von Physikern aus Karlsruhe in Seminaren und auf Fachkonferenzen dargestellt (siehe Anhang). Ab 1996 ist die Ausbaustufe LEP II erfolgt. Bei den höheren Energien ist das Hauptziel des Experiments die Untersuchung der W^\pm -Paarerzeugung und die Suche nach Higgs- und supersymmetrischen Teilchen.

Die Aktivitäten der Karlsruher Gruppe können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Beteiligung an Koordination, Betrieb und Software des elektromagnetischen Kalorimeters.
2. Beteiligung an der Erweiterung des Silizium-Streifen-Zählers.
3. Beteiligung am Pixeldetektor.
4. Analyse der DELPHI Daten.
5. Software Entwicklung, insbesondere beim Tracking.
6. Koordination der b- und c-Quark Analysen (Prof. Dr. M. Feindt).
7. Koordination der Suche nach neuen Teilchen bei LEP II (Prof. Dr. W. de Boer).

Im folgenden werden die einzelnen Aktivitäten näher beschrieben.

5.2 Technische Beiträge

5.2.1 Beteiligung am elektromagnetischen Kalorimeter

(W. de Boer, M. Feindt, C. Kreuter, O. Podobrin, C. Weiser)

Beim elektromagnetischen Kalorimeter von DELPHI handelt es sich um die "High Density Projection Chamber" (HPC). Es ist ein Gaskalorimeter mit Strukturen aus Bleidrähten. Geladene Teilchen und Photonen erzeugen im Blei elektromagnetische Schauer. Wie bei einer Zeit-Projektions-Kammer werden dreidimensionale Raumpunkte der Ladungen registriert. Dies ermöglicht eine detaillierte Schauerrekonstruktion mit bis zu 10 longitudinalen "Samplings".

Die Energieauflösung für Elektronen wurde bestimmt zu

$$\sigma_E/E = \sqrt{(0.44/E^{0.6})^2 + 0.042^2}$$

(Energie E in GeV) und die örtliche Auflösung zu

$$\sigma_z = 2.3 \text{ mm}$$

$$\sigma_\theta = 1.1 \text{ mrad}$$

$$\sigma_\phi = 3.1 \text{ mrad}$$

Eigenschaften der Siliziumzähler	Zentralbereich				VFT	
	a	b	c	d	Pixels	Ministrips
Lieferant	Hamamatsu	SINTEF	Hamamatsu	SINTEF	CSEM	MICRON
ein-/doppelseitig	es	es	ds	ds	es	es
“double-metal”	nein	ja	ja	ja	-	nein
p-Seite	-	-	ja	ja	-	-
n-Seite	-	-	ja	ja	-	-
Länge (cm)	5.99	5.99	5.75	6.07,7.91	6.9	5.3
Breite (cm)	3.35	3.35	3.35	2.08	1.7 – 2.2	5.3
Fläche (cm ²)	18.6	17.9	34.2	22.2,29.4	9.9	27.0
“pitch” (μm)	25	44	25	25	330 × 330	100
p-Seite	-	-	42	49.5,99,150	-	-
n-Seite	-	-	42	49.5,99,150	-	-
Ausleseabstand (μm)	50	44,88,176	50	50	330 × 330	200
p-Seite	-	-	42,84	49.5,99,150	-	-
n-Seite	-	-	p^+	“field plate”	-	-
“blocking strip” (n-Seite)	-	-	p^+	“field plate”	-	-
# Auslesekanäle	640	640	640 × 2	384 × 2	8064	256
Dicke des Wafers (μm)	290	310	320	310	290 – 320	300
Implantationsbreite (μm)	8	8	12,14	6,8	-	60
“biasing”	FOXFET	Polysilicon Widerstände	Polysilicon	Polysilicon Widerstände	DC	FOXFET
Auslese	AC	AC	AC	AC	DC	AC
Konduktivität (kΩcm)	3 – 6	3 – 6	3 – 6	3 – 6	10	10
Betriebsspannung (V)	60	60	65	60 – 95	40 – 60	60

Table 1: Eigenschaften der insgesamt 888 Siliziumzähler. Die unterschiedlichen Zähler im Zentralbereich **a**, **b**, **c** and **d** sind in 3 zylindrischen Lagen angeordnet (siehe Abb. 1). Der “Very Forward Tracker” besteht aus 2 Lagen Pixeldetektoren und 2 Lagen Ministrips.

5.2.2 Beteiligung an der Erweiterung des Silizium-Streifen-Zählers

(W. de Boer, A. Filips, E. Grigoriev, F. Hartmann, S. Heising, F. Röderer, J. Walter)

Die Erweiterung des Silizium-Streifen-Detektors ist inzwischen komplett durchgeführt worden, wodurch drei dimensionales “b-tagging” in einem großen Polarwinkelbereich möglich geworden ist. Letzteres ist wichtig für die Suche nach den Higgs-Bosonen. Der Detektor besteht jetzt aus 888 Siliziumzählern, angeordnet in 3 Lagen im Zentralbereich mit Endkappen aus Ministrips und Pixeldetektoren (siehe Abb. 1). Die gesamte sensitive Fläche ist jetzt ca. $1.6 m^2$. Genauere Angaben kann man Tabelle 1 entnehmen³.

Karlsruhe hat für die Erweiterung des Vertex-Detektors den Bau und Test von 25% der neuen äußeren Lage mit $R\Phi$ - und Rz -Auslese übernommen und auch die Endringe für die Befestigung der Detektoren geliefert. Die Präzision dieser Ringe konnte mit Hilfe einer drei-dimensionale Vermessungsmaschine, die unserer Gruppe im Forschungszentrum Karlsruhe zur Verfügung steht, überprüft werden. Durch eine Vielzahl von Diplomanden und die ausgezeichneten Halbleitertestmöglichkeiten konnten wir sehr ausführliche Akzeptanztests der Detektoren machen.

5.2.3 Beteiligung am Pixeldetektor

(W. de Boer, A. Filips, E. Grigoriev, F. Hartmann, S. Heising, F. Röderer, J. Walter)

Das Produktionsschema der neuartigen Pixeldetektoren im Vorwärtsbereich war kompliziert:

³The DELPHI Silicon Tracker at LEP II, P. Chocula et al., CERN-PPE/97-155.

Die Detektoren mit einer Fläche von 9.9 cm^2 wurden von der Firma CSEM in Neuchatel hergestellt (zwei Detektoren pro Wafer). Die sensitive Fläche besteht aus 8064 Pixeldioden der Größe $330 \times 300 \text{ }\mu\text{m}$, angeordnet in 16 Feldern, die je mit Hilfe der *Flip – Chip – Bondtechnologie* von der Firma IBM an einem Auslesechip angeschlossen werden (siehe Abb. 2). Um die hohe Anzahl von Kanälen schnell auslesen zu können, hat der Auslesechip einen Digitalteil, der mit einem “Sparse Data Scan” nur die Adressen getroffener Pixel auf einen Bus am Rande des Detektors sendet. Dieser Bus wird via Drahtbonds mit einem Auslekabel aus Kapton verbunden. Die Spannungsversorgung wird über das Kaptonkabel zugeführt, welches daher mit Entkoppelungskondensatoren bestückt wurde. Diese Bestückung wurde mit einem SMD-Automaten in Karlsruhe durchgeführt.

Bevor die Detektoren mit den Auslesechips versehen werden, war es wichtig, die Detektoren und vor allem die empfindliche Busleitungen sorgfältig zu testen, da das “Flip-Chip-Bonden” teuer ist und die Auslesechips nachher nicht wieder verwendbar sind. In Karlsruhe wurde eine neue Methode entwickelt, um diese Detektoren effizient zu testen. Eine empfindliche Kapazitätsmessung *aller* Bondpads zeigt nicht nur alle unterbrochenen Leitungen, sondern auch alle Kurzschlüsse der Busleitungen an. Hierzu wurde eine Probestation automatisiert, wobei alle Bondpads automatisch angefahren und die Kapazitäten bestimmt wurden. Für die Bondpads außerhalb der Toleranz wurde die Messung wiederholt. Nach ca. einer Stunde lieferte der Rechner ein komplettes Meßprotokoll inklusive der Koordinaten der defekten Stellen. Diese Stellen wurden dann im Mikroskop eingehend untersucht. Manche Kurzschlüsse zwischen den Busleitungen konnten mit Hilfe einer angelegten Batteriespannung an der Probe-Nadel weggebrannt werden. Insgesamt wurden ca. 20% der insgesamt 200 Detektoren verworfen. Nach dem “Flip-Chip-Bonden” wurden die Bondpads der Busleitungen mit dem Auslekabel verbunden. Das gesamte Bonden der Pixeldetektoren wurde in Karlsruhe auf zwei automatischen Bondingmaschinen durchgeführt.

5.2.4 Auflösung des neuen Vertexdetektors

Die Auflösung des Vertexdetektors beträgt nach der Ausrichtung mit echten Spuren $9 \text{ }\mu\text{m}$ in $R\phi$ und $11 \text{ }\mu\text{m}$ in Rz , wie aus der Abb. 3 ersichtlich ist. Dadurch erreicht man eine Auflösung des kürzesten Abstands vom Primärvertex von $28 \text{ }\mu\text{m} \oplus 71/(p \sin^{\frac{3}{2}}\theta) \text{ }\mu\text{m}$ in $R\phi$ und $34 \text{ }\mu\text{m} \oplus 69/p \text{ }\mu\text{m}$ in Rz , wo p der Spurimpuls in GeV/c ist (siehe Abb. 4). Diese Auflösung erlaubt eine sehr hohe Nachweiswahrscheinlichkeit für B-Mesonen, deren Flugstrecken bei LEP typisch $\gamma ct \approx 2 \text{ mm}$ sind. Da die Higgs-Bosonen zu 67% in einem 4-Jet Endzustand vom hZ -Zerfall erwartet werden, ist die Wahrscheinlichkeit, daß mindestens ein Jet im Vorwärtsbereich erzeugt wird, vor allem bei der Produktion an der Schwelle, relativ groß. Daher ist die Akzeptanzerweiterung im Vorwärtsbereich wichtig. Abb. 5 zeigt die verbesserte Nachweiswahrscheinlichkeit für b-Quarks im Vorwärtsbereich. Die Unterdrückung des Untergrundes von QCD und W-Paare durch “b-tagging” beträgt ein bis zwei Größenordnungen, ohne die Nachweiswahrscheinlichkeit für die Higgs-Bosonen für Higgs-Bosonen stark zu beeinflussen (siehe Abb. 6).

5.2.5 Software-Beteiligung

(W.-D. Apel, M. Feindt, R. Keranen, H. Schneider, F. Vollmer, C. Weiser)

Bei der Programmentwicklung hat sich Karlsruhe in dieser Förderperiode weiter an der Optimierung der Parameter in Monte-Carlo-Generatoren für hadronische Endzustände und an der Optimierung der Spursuche, u.a. der Elektron-Pion-Trennung, der Spursuche im Vertexdetektor und der Rekonstruktion von Spuren mit “Knicken”, beteiligt.

Zusätzlich wurden die Monte-Carlo-Simulationsprogramme, die Rekonstruktion und die DELPHI Datenbank im neuen Rechenzentrum installiert, wodurch wir auf bis zu 200 Workstations gle-

ichzeitig im Hintergrund die Monte-Carlo-Produktion laufen lassen können. Dies funktioniert vollautomatisch und sehr effizient, wodurch wir innerhalb der Kollaboration der größte Monte-Carlo-Produzent innerhalb der DELPHI-Kollaboration sind.

Durch den neuen Vertexdetektor konnte die Spursuche der geladenen Teilchen verbessert werden. Die folgenden Arbeiten wurden durchgeführt:

- Die Suche nach sehr kurzen Spuren im Vertexdetektor (“VD-only” Spuren) wurde erfolgreich eingeführt. Dies ist u.a. wichtig für die Ladungsbestimmung an sekundären Vertices.
- Die Suche nach Spuren mit “Knicken” wurde von Herrn Weiser aus Karlsruhe eingeführt. Diese “Knicke” entstehen durch Wechselwirkungen mit Materie im Detektor oder durch Zerfälle, in denen neutrale Teilchen erzeugt werden. Somit gelang es beispielsweise, die Produktion des Σ aus dem Zerfall $\Sigma \rightarrow n\pi$ nachzuweisen, wie im nächsten Kapitel gezeigt wird.

5.3 Wissenschaftliche Beiträge der Karlsruher Gruppe

5.3.1 Suche nach dem Higgs-Boson

(T. Allmendinger, W. de Boer, R. Keranen,
U. Schwickerath, A. Sopczak, F. Vollmer)

Da das Minimale Supersymmetrische Standardmodell (MSSM) eine Higgsmasse unterhalb 130 GeV, und bevorzugt sogar unterhalb 105 GeV, vorhersagt⁴, ist die Suche nach dem Higgs-Boson bei LEP eine der Hauptaktivitäten. Im Standardmodell (SM) wird das Higgs-Boson als Bremsstrahlung des Z^0 's produziert, wonach es zu 90% in b-Quark-Paare und zu 10% in τ -Paare zerfällt. Im MSSM kann es zusätzlich durch die assoziierte Produktion $e^+e^- \rightarrow hA$ entstehen, wobei A ein pseudoskalaros Boson ist. Das Higgs-Boson hat für einen bestimmten Teil des MSSM Parameterraums und in anderen Modellen die Möglichkeit, in unsichtbare Teilchen wie LSP's oder rechtshändige Neutrinos zu zerfallen. Daher haben wir mehrere mögliche Kanäle untersucht: $e^+e^- \rightarrow hZ \rightarrow b\bar{b}q\bar{q}$, $e^+e^- \rightarrow hZ \rightarrow b\bar{b}\nu\bar{\nu}$, $e^+e^- \rightarrow hA \rightarrow b\bar{b}b\bar{b}$ und $e^+e^- \rightarrow hZ \rightarrow \text{LSP}\overline{\text{LSP}}q\bar{q}$. Abbildung 7 zeigt, daß das Higgs-Boson mit 95% C.L. schwerer als 79 GeV sein muss, wenn man beliebige Verzweigungsverhältnisse in sichtbare und unsichtbare Endzustände annimmt. Für $\text{BR}(h \rightarrow \text{inv}) = 0$ bekommt man eine untere Grenze von 85.5 GeV (95% C.L.), die für das Standardmodell gilt.

5.3.2 Globale Fits im "Constrained Minimal Supersymmetric Standard Model" (CMSSM)⁴

(W. de Boer, R. Ehret, H.-J. Grimm)

Im Gegensatz zum SM laufen die Kopplungskonstanten im MSSM bei einer Energie von $\approx 10^{16}$ GeV zusammen⁵. Bei dieser Energie stellt sich heraus, daß auch die Yukawakopplungen der b-Quarks und τ -Leptonen sich vereinigen lassen und die unterschiedlichen Massen für Quarks and Leptonen werden – wie die unterschiedlichen Kräfte zwischen starken und elektroschwachen Wechselwirkungen – durch Strahlungskorrekturen hervorgerufen.

Die Vereinheitlichung der Yukawakopplungen führt zu einen Zusammenhang zwischen top Masse und $\tan\beta$ (siehe Fig. 8). Für eine Topmasse von 175 GeV sind dann noch 3 Bereiche von $\tan\beta$ erlaubt. Ein globaler Fit⁴ aller Einschränkungen der Vereinheitlichung, der kosmologischen Dichte der dunklen Materie, der elektroschwachen Symmetriebrechung zusammen mit dem Pinguin-Zerfall eines b-Quarks in ein s-Quark und ein Photon, wie jetzt von CLEO und ALEPH beobachtet wurde, führt zu den in Fig. 9 angegebenen Ausschlußbereichen. Bei kleinem $\tan\beta$ ist der Parameterraum zusätzlich eingeschränkt durch die unteren Grenzen der Higgsmasse von 90 GeV, wie aus Fig. 10 hervorgeht. Nur das positive Vorzeichen des Higgs-Mischungsparameters ist noch erlaubt. Die vorhergesagte Higgsmasse hängt jedoch von der Topmasse ab (siehe Abb. 11), so daß die Werte der Konturen in Fig. 10 um ca. 5 GeV erhöht werden müssen, wenn man eine Topmasse von 180 GeV annimmt.

5.3.3 Messung der Produktionsraten von Σ -Baryonen und b-Hadronen

(Z. Albrecht, M. Feindt, M. Moch, C. Weiser)

Messungen der Produktionsraten verschiedenster Hadronen sind essentiell für die Konstruktion und Bestimmung der freien Parameter von Fragmentationsmodellen. Darüber hinaus ist ihre

⁴W. de Boer, H.-J. Grimm, A.V. Gladyshev, D.I. Kazakov, Higgs Limits and $b \rightarrow s\gamma$ Constraints in Minimal Supersymmetry, hep-ph/9805378, zur Veröffentlichung in Phys. Lett. angenommen

⁵U. Amaldi, W. de Boer, H. Fürstenau, Phys. Lett. **260B** (1991) 337

präzise Kenntnis zur Minimierung der Fehler in vielen Messungen notwendig. Es wurde der differentielle, inklusive Produktionswirkungsquerschnitt des Σ^- -Baryons bestimmt. Der Aufbau des in DELPHI installierten Mikrovertexdetektors erlaubt den Nachweis geladener Teilchen, die vor den Hauptspurkammern zerfallen oder einer hadronischen Wechselwirkung unterliegen. Durch Auffinden des Schnittpunktes der beiden geladenen Spuren kann der Zerfall $\Sigma^- \rightarrow n\pi^-$ nachgewiesen werden. Das $n\pi$ Massenspektrum wird in Abb. 12 gezeigt, das inklusive Σ -Impulsspektrum in Abb. 13. Somit kann auf die Rekonstruktion des Neutrons, die experimentell nicht mit ausreichender Genauigkeit durchführbar ist, vollständig verzichtet werden.

Die Bestimmung der Produktionsraten seltsamer sowie geladener und neutraler b-Hadronen erfolgte in inklusiver Weise. Dabei wurden die exzellenten Möglichkeiten des DELPHI-Detektors zur Vertexrekonstruktion und Teilchenidentifikation ausgenutzt. Zur Messung der Rate von b-Hadronen, die ein s-Quark enthalten, wurde eine völlig neuartige Methode angewendet. Sie basiert auf Fragmentationseigenschaften, die Rückschlüsse über die Art des primären Hadrons erlauben. Detaillierte Kenntnisse des B-Zerfalls werden nicht benötigt. Hiermit wurde erstmals eine Rate primär erzeugter b-Hadronen mit gegebenem Quarkinhalt gemessen. Die relevanten Fragmentationseigenschaften konnten in $c\bar{c}$ -Ereignissen überprüft werden.

Die Rate geladener und neutraler b-Hadronen wurde erstmals durch inklusive Rekonstruktion der Ladung des schwachen Zerfallsvertex gemessen. Die Beiträge der positiven, neutralen und negativen b-Hadronen zur Vertexladung sind in Abb. 14 klar erkennbar. Dies erlaubt die derzeit genaueste Bestimmung der Raten von B_d^0 - und B_u^+ -Mesonen.

Weiterhin untersuchen wir die von DELPHI entdeckten angeregten B-Hadronen (B^{**} , B_s^{**} , Σ_b und Σ_b^*)⁶ und arbeiten mit dem neuen Vertex-Detektor an einer genauen Bestimmung der Lebensdauer und semileptonischen Verzweigungsverhältnissen von B^+ -Mesonen.

5.3.4 Vorträge

Resultate dieser Analysen wurden von Physikern aus Karlsruhe auf folgenden Konferenzen vorge-
tragen (für Einzelheiten siehe Liste der Vorträge):

- International Conference on High Energy Physics, Warschau 1996
- Epiphany Conference, Krakow, 1997
- BCSPIN Conference in Kathmandu, 1997
- NANP97 Conference, Dubna 1997
- WIN97 Conference, Capri, 1997
- Hadron97, Brookhaven 1997
- Europhysics Conference on High Energy Physics, Jerusalem, 1997
- Nordic Meeting on Physics, Oslo, 1998
- PASCOS98, Boston, 1998
- DPG - Tagung, Hamburg 1996
- DPG - Tagung, München 1997
- DPG - Tagung, Freiburg 1998

⁶C.J. Kreuter, Beobachtung von Orbital Angeregten B-Mesonen mit dem DELPHI Detektor bei LEP, Doktorarbeit Univ. Karlsruhe, 1996, IEKP-KA/96-02.

5.4 Wissenschaftliche Ergebnisse des Vorhabens.

Die gesamte Liste der Veröffentlichungen der DELPHI-Kollaboration ist im Anhang zu finden. Die wichtigsten Ergebnisse sind:

- Es gibt nur DREI leichte Neutrinos ($N_\nu = 2.993 \pm 0.011^7$), was gleichbedeutend ist mit: es gibt nur drei Familien von Elementarteilchen, die bekannten Quarks und Leptonen. Im Prinzip könnte es noch mehr schwere Neutrinos geben, aber dann müßte deren Masse oberhalb von 45 GeV liegen. Die bekannten Neutrinos haben jedoch eine verschwindend kleine Masse; ihre oberen Grenzen liegen im MeV Bereich.
- Im Standardmodell bekommt das Z^0 -Boson seine Masse durch den Higgs-Mechanismus. Bisher wurde das erwartete Higgs-Boson jedoch nicht gefunden. Die untere Grenze für die Masse des Higgs-Boson liegt jetzt oberhalb von 90 GeV⁸. Dies ist jedoch kein Versagen des Standardmodells, da die Higgsmasse innerhalb dieses Modells nicht vorausgesagt wird. In der supersymmetrischen Erweiterung des Standardmodells erwartet man das leichteste Higgs-boson bei einer Masse im Bereich von 90 bis 130 GeV, so daß die jetzt beschlossene Energieerhöhung auf 200 GeV und ein zusätzlicher Run im Jahre 2000 sehr wichtig sind. LEP II wird dann Higgs-Bosonen bis zu einer Masse von 105 GeV nachweisen können.
- Es wurde nach allen möglichen supersymmetrischen Teilchen des Minimalen Supersymmetrischen Standardmodells gesucht, jedoch keine gefunden. Daher konnten nur untere Schranken für die Massen der gesuchten Teilchen angegeben werden
- Das schwerste Quark der dritten Familie, das Topquark, liefert in höherer Ordnung virtuelle Beiträge zu den Wirkungsquerschnitten bei LEP. Aus den LEP-Daten wurde die Topmasse ermittelt zu:

$$M_t = 157_{-10}^{+12} \text{ GeV} \quad (1)$$

Dieser Wert für die Topmasse stimmt gut mit dem beim Tevatron direkt gemessenen Wert von 173.8 ± 5.2 GeV überein⁹.

5.5 Eigenleistungen der Universität.

Für die Mitarbeit in einer großen internationalen Kollaboration sind eine ausreichende Rechnerkapazität und gute Werkstätten eine wichtige Voraussetzung. Die Universität Karlsruhe hat ein großes Rechenzentrum, wo die DELPHI Monte-Carlo-Produktion vollautomatisch 24 Stunden am Tag im Hintergrund auf einem Cluster von 256 superschnellen IBM Workstations läuft.

Unsere Werkstätten sind in das Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) integriert. Durch die hervorragende Infrastruktur des Zentrums sind wir in der Lage, auch im "High-Tech" Bereich Beiträge zu liefern. Zur Infrastruktur vom FZK gehören computergesteuerte Dreh- und Fräß-Maschinen, Schweiß-Roboter, Ultrahoch-Vakuum-Ausstattung, ein Halbleiterlabor mit Reinraum, Bonding-Maschinen, eine drei-dimensionale Vermessungsmaschine und Mikroskope.

⁷The LEP Collaborations, LEPEWWG/98-01

⁸W. de Boer, Invited Talk at the XVII Physics in Collision Conference, Frascati, June, 1998

⁹Mittelwert der Particle Data Group, Eur. Phys. J. **3** (1998) 24

DELPHI Veröffentlichungen im Jahre 1996

- CERN-PPE/96-03 Rev. Search for New Phenomena Using Single Photon Events at LEP1
P. Abreu et al.
20 December 1996
Zeit. Phys. C74 (1997) 577
- CERN-PPE/96-05 Charged Particle Multiplicity in e^+e^- Interactions at $\sqrt{s} = 130$ GeV
P. Abreu et al.
22 January 1996
Phys. Lett. B372 (1996) 172
- CERN-PPE/96-06 Measurement of the B_d^0 oscillation frequency using kaons, leptons and jet charge
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C72 (1996) 17
- CERN-PPE/96-11 Determination of V_{cb} from the semileptonic decay $B^0 \rightarrow D^{*-} l^+ \nu$
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C71 (1996) 539
- CERN-PPE/96-12 Production of Σ^0 and Ω^- in Z Decays
W. Adam et al.
Zeit. Phys. C70 (1996) 371
- CERN-PPE/96-13 Updated Precision Measurement of the Average Lifetime of B Hadrons
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B377 (1996) 195
- CERN-PPE/96-15 Measurement of the partial decay width $R_b^0 = \Gamma_{b\bar{b}}/\Gamma_{had}$ of the Z with the DELPHI detector at LEP
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C70 (1996) 531
- CERN-PPE/96-16 Search for exclusive decays of the Λ_b baryon and measurement of its mass
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B374 (1996) 351
- CERN-PPE/96-21 Determination of the average lifetime of b -baryons
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C71 (1996) 199
- CERN-PPE/96-26 First Measurement of $f_2'(1525)$ Production in Z^0 Hadronic Decays
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B379 (1996) 309
- CERN-PPE/96-32 Mean lifetime of the B_s^0 meson
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C71 (1996) 11

- CERN-PPE/96-44 First Study of the Interference between Initial and Final State Radiation at the Z Resonance
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C72 (1996) 31
- CERN-PPE/96-54 Kaon Interference in the Hadronic Decays of the Z
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B379 (1996) 330
- CERN-PPE/96-60 Study of radiative leptonic events with hard photons and search for excited charged leptons at $\sqrt{s} = 130 - 136$ GeV
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B380 (1996) 480
- CERN-PPE/96-61 Search for anomalous production of single photons at $\sqrt{s} = 130$ and 136 GeV
W. Adam et al.
Phys. Lett. B380 (1996) 471
- CERN-PPE/96-67 Study of rare b decays with the DELPHI detector at LEP
W. Adam et al.
Zeit. Phys. C72 (1996) 207
- CERN-PPE/96-75 Search for the lightest chargino at $\sqrt{s} = 130$ and 136 GeV
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B382 (1996) 323
- CERN-PPE/96-76 Search for high mass $\gamma\gamma$ resonances in $e^+e^- \rightarrow l^+l^-\gamma\gamma, \nu\bar{\nu}\gamma\gamma$ and $q\bar{q}\gamma\gamma$ at LEP I
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C72 (1996) 179
- CERN-PPE/96-77 Measurement of Inclusive $K^{*0}(892), \phi(1020)$ and $K_2^{*0}(1430)$ Production in Hadronic Z Decays
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C73 (1996) 61
- CERN-PPE/96-110 Search for neutralinos, scalar leptons and scalar quarks in e^+e^- interactions at $\sqrt{s} = 130$ GeV and 136 GeV
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B387 (1996) 651
- CERN-PPE/96-119 Search for Pair Production of Heavy Objects in 4-Jet Events at $\sqrt{s} = 130 - 136$ GeV
W. Adam et al.
Zeit. Phys. C73 (1996) 1
- CERN-PPE/96-120 Tuning and Test of Fragmentation Models Based on Identified Particles and Precision Event Shape Data
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C73 (1996) 11

- CERN-PPE/96-129 Search for Lepton Flavour Number violating Z^0 -Decays
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C73 (1997) 243
- CERN-PPE/96-130 Measurement of Event Shape and Inclusive Distributions at $\sqrt{s} = 130$ and 136 GeV
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C73 (1997) 229
- CERN-PPE/96-131 An Upper Limit for $Br(Z^0 \rightarrow ggg)$ from Symmetric 3-jet Z^0 Hadronic Decays
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B389 (1996) 405
- CERN-PPE/96-139 A precise measurement of the B_d^0 meson lifetime using a new technique
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C74 (1997) 19
- CERN-PPE/96-169 Search for excited leptons in e^+e^- collisions at $\sqrt{s} = 161$ GeV
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B393 (1997) 245
- CERN-PPE/96-185 A Measurement of α_s from the Scaling Violation in e^+e^- Annihilation
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B398 (1997) 194
- CERN-PPE/96-188 Search for stable heavy charged particles in e^+e^- collisions at $\sqrt{s} = 130$ - 136 , 161 and 172 GeV
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B396 (1997) 315
- CERN-PPE/96-193 Identified Particles in Quark and Gluon Jets
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B401 (1997) 118
- CERN-PPE/96-194 Search for the B_c Meson
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B398 (1997) 207
- CERN-PPE/96-195 Search for Neutral Heavy Leptons Produced in Z Decays
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C74 (1997) 57

DELPHI Veröffentlichungen im Jahre 1997

- CERN-PPE/97-09 Measurement and interpretation of the W-pair cross-section in e^+e^- interactions at 161 GeV
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B397 (1997) 158
- CERN-PPE/97-27 Rapidity Correlations in Λ Baryon and Proton Production in Hadronic Z^0 Decays
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B416 (1998) 247
- CERN-PPE/97-30 Measurement of Correlations between Pions from Different W's in $e^+e^- \rightarrow W^+W^-$ Events
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B401 (1997) 181
- CERN-PPE/97-34 Measurement of the transverse spin correlation in $Z \rightarrow \tau^+\tau^-$ decays
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B404 (1997) 194
- CERN-PPE/97-39 Measurement of the Multiplicity of Gluons Splitting to Bottom Quark Pairs in Hadronic Z^0 Decays
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B405 (1997) 202
- CERN-PPE/97-45 A study of the reaction $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma_{ISR}$ at LEP and search for new physics at annihilation energies near 80 GeV
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C75 (1997) 581
- CERN-PPE/97-51 Measurement of $B_d^0 - \overline{B}_d^0$ oscillations
P. Abreu et al.
Zeit. Phys. C76 (1997) 579
- CERN-PPE/97-55 Measurement of the Spin Density Matrix for the ρ^0 , $K^{*0}(892)$ and ϕ Produced in Z^0 Decays
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B406 (1997) 271
- CERN-PPE/97-62 Observation of Charge-Ordering in Particle Production in Hadronic Z^0 Decay
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B407 (1997) 174

- CERN-PPE/97-85 Search for neutral and charged Higgs bosons in e^+e^- collisions at $\sqrt{s} = 161$ GeV and 172 GeV
P. Abreu et al.
E. Phys. J. C2 (1998) 1
- CERN-PPE/97-107 Search for charginos, neutralinos and gravitinos at LEP
P. Abreu et al.
E. Phys. J. C1 (1998) 1
- CERN-PPE/97-108 Measurement of the Quark and Gluon Fragmentation Functions in Z^0 Hadronic Decays
P. Abreu et al.
E. Phys. J. C... (1998) ...
- CERN-PPE/97-112 Measurement of the Triple Gluon Vertex from double quark tagged 4-Jet Events
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B414 (1997) 401
- CERN-PPE/97-113 Charged Particle Multiplicity in $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$ events at 161 and 172 GeV and from the Decay of the W Boson
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B416 (1998) 233
- CERN-PPE/97-114 Search for $B_s^0 - \bar{B}_s^0$ oscillations
W. Adam et al.
Phys. Lett. B414 (1997) 382
- CERN-PPE/97-141 m_b at M_Z
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B418 (1998) 430
- CERN-PPE/97-145 Search for charged Higgs bosons in e^+e^- collisions at $\sqrt{s} = 172$ GeV
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B420 (1998) 140
- CERN-PPE/97-160 Measurement of the W-pair cross-section and of the W mass in e^+e^- interactions at 172 GeV
P. Abreu et al.
E. Phys. J. C2 (1998) 581
- CERN-PPE/97-163 Measurement of Trilinear Gauge Couplings in e^+e^- Collisions at 161 GeV and 172 GeV
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B423 (1998) 194

DELPHI Veröffentlichungen im Jahre 1998

- CERN-EP/98-07 Measurement of the inclusive charmless and double-charm B branching ratios
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B... (1998) ...
- CERN-EP/98-14 A study of the hadronic resonance structure in the decay $\tau \rightarrow 3\pi\nu_\tau$
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B... (1998) ...
- CERN-PPE/98-24 Investigation of the Splitting of Quark and Gluon Jets
P. Abreu et al.
E. Phys. J. C... (1998) ...
- CERN-EP/98-30 First Evidence for a Charm Radial Excitation, $D^{*'}$
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B... (1998) ...
- CERN-EP/98-34 Measurement of the charged particle multiplicity of weakly decaying B hadrons
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B425 (1998) 399
- CERN-EP/98-75 Measurement of the $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma(\gamma)$ cross section at the LEP energies
P. Abreu et al.
Phys. Lett. B... (1998) ...

Sonstige Veröffentlichungen in den Jahren 1996-1998

1. The DELPHI Silicon Tracker at LEP-2. P. Chochula et al., CERN-PPE-97-155, Dec 1997, 39pp, Submitted to Nucl. Instrum. Methods.
2. B Physics, M. Feindt, hep-ph/9802380, to be published in the Proc. of the International Europhysics Conference on High-Energy Physics (HEP 97), Jerusalem, Israel, 19-26 Aug 1997.
3. Updated Combined Fit of Low-Energy Constraints to Minimal Supersymmetry, W. de Boer, et al., hep-ph/9712376, to be published in the Proc. of the International Europhysics Conference on High-Energy Physics (HEP 97), Jerusalem, Israel, 19-26 Aug 1997.
4. Searches for Higgs Bosons at LEP-2, A. Sopczak, hep-ph/9712283, to be published in the Proc. of the 1st Int. Workshop on Non-Accelerator New Physics (NANP 97), Dubna, Moscow Region, Russia, 7-11 Jul 1997.
5. In Search of SUSY, W. de Boer, hep-ph/9705309, Acta Phys.Polon. **B28** (1997) 1395.
6. Global Fits of the MSSM and SM to Electroweak Precision Data, W. de Boer, A. Dabelstein, W. Hollik, W. Mosle, U. Schwickerath, Z.Phys. **C75** (1997) 627.
7. Global Fits of the MSSM and SM to Electroweak Precision Data, W. de Boer, hep-ph/9611395, Proc. of the 28th International Conference on High-energy Physics (ICHEP 96), Warsaw, Poland, 25-31 Jul 1996.
8. The Constrained MSSM Revisited, W. de Boer (Karlsruhe U.), hep-ph/9611394, Proc. of the 28th International Conference on High-energy Physics (ICHEP 96), Warsaw, Poland, 25-31 Jul 1996.
9. MSSM Predictions of the neutral Higgs Boson and LEP-2 Production Cross Sections, A.V. Gladyshev, D.I. Kazakov (Dubna, JINR), W. de Boer, G. Burkart, R. Ehret (Karlsruhe U.), Nucl.Phys. **B498** (1997) 3-27.
10. Searches for New Physics, G.F. Giudice, et al., hep-ph/9602207, CERN Yellow Report 96-01.
11. The LEP Experiments: Aleph, Delphi, L3, Opal
Combining Heavy Flavour Electroweak Measurements at LEP.
CERN-PPE/96-17
Nucl. Instrum. Meth **A 378** (1996) 101.
12. OPAL Collaboration and L3 Collaboration and DELPHI Collaboration and ALEPH Collaboration and LEP Electroweak Working Group and SLD Heavy Flavour Group,
A Combination of Preliminary Electroweak Measurements and Constraints on the Standard Model.
CERN-PPE/97-154
13. ALEPH, DELPHI, L3 and OPAL Collaborations,
The LEP working group for Higgs boson searches,
Lower bound for the Standard Model Higgs boson mass from combining the results of the four LEP experiments,
CERN-PPE/98-46.
14. Working Group on Physics with Linear Colliders, E. Accomando et al., Phys. Rep. **299** (1998) 1.

Vorträge (1996)

1. W. de Boer
Prospects of Supersymmetry at LEP II
Bartolt Institute of Physics, Newpark, 28.4.1996
2. W. de Boer
Physics at LEP II
Northeastern University, Boston, 9.5.1996
3. W. de Boer
Physics at LEP II
University of Ames, Ames, 13.5.1996
4. W. de Boer
Physics at LEP II
University of Madison, Madison, 16.5.1996
5. W. de Boer
 R_b and the MSSM
FERMILAB, Batavia, 22.5.1996
6. W. de Boer
The Constrained MSSM Revisited
ICHEP96, Warschau, 7.1996
7. W. de Boer
Global Fits of the MSSM and SM to Electroweak Precision Data
ICHEP96, Warschau, 7.1996
8. W. de Boer
Electroweak Precision Tests
Caltech, Pasadena, 4.9.1996
9. W. de Boer
Physics at LEP II
LBNL, Berkeley, 13.9.1996
10. W. de Boer
Physics at LEP II
University of Florida, Gainesville, 17.9.1996
11. W. de Boer
Physics at LEP II
University of Michigan, Ann Arbor, 27.9.1996
12. W. de Boer
DELPHI Results at LEP II
CERN, Genf, 8.10.1996
13. M.Kaiser, W. de Boer, F. Hartmann, D. Knobloch, A. Körpert, H. Leber, G. Maehlum, S. Meyer
The new outer Layer of DELPHI Vertex Detector
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Hamburg, 18.3.-23.3.1996
14. C.Kreuter, M. Feindt, O. Podobrin
B Spektroskopie mit dem DELPHI Detektor bei LEP
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Hamburg, 18.3.-23.3.1996
15. S.Meyer, W. de Boer, F. Hartmann, M. Kaiser, D. Knobloch, A. Körpert, H. Leber, G. Maehlum
The new DELPHI-Pixel-Detector
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Hamburg, 18.3.-23.3.1996

16. W.Oberschullegen.Beckmann, M. Feindt, C. Weiser
Vertexdetektorspurerkennung mit dem DELPHI-Detektor
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Hamburg, 18.3.-23.3.1996
17. M. Schimmelpfennig, W. de Boer, M.Kaiser
Scaling Violation in e^+e^- Annihilation including new DELPHI data at LEP
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Hamburg, 18.3.-23.3.1996
18. U. Schwickerath
Combined Fit of Low Energy Constraints to Minimal Supersymmetry
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Hamburg, 18.3.-23.3.1996
19. A. Seitz
Messung der Gluon-Selbstkopplung mit quarkgetagkten Vier-Jet-Ereignissen gemessen mit dem DELPHI-Detektor bei LEP
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Hamburg, 18.3.-23.3.1996
20. C.Weiser, M. Feindt, W. Oberschulte gen. Beckmann
 Σ^\pm Produktion in multihadronischen Z^0 Zerfällen
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Hamburg, 18.3.-23.3.1996
21. Ch. Weiser
Evidence for radially excited B Mesons and the Decay $B^* \rightarrow Be^+e^-$
ICHEP'96, Warschau

Vorträge (1997)

1. W. de Boer
Physics at LEP II
Universität Warschau, 2.1.1997
2. W. de Boer
In Search of SUSY
Epiphany Conference, Cracow, 4.1.1997
3. W. de Boer
In Search of SUSY
BCSPIN97 Conference, Kathmandu, Nepal, 26.-28.5.1997
4. W. de Boer
Update on Low Energy Constraints in the MSSM
Europhysics Conference on High Energy Physics, Jerusalem, 19.-26.8.1997
5. W. de Boer
Update on Low Energy Constraints in the MSSM
University Santander, 24.9.1997
6. R. Ehret, M. Feindt, C. Kreuter, W. Oberschulte gen. Beckmann, O. Podobrin, C. Weiser
Spektroskopie schwerer Quarks mit dem DELPHI Detektor bei LEP
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, München, 17.3.-21.3. 1997
7. R. Ehret
B-Spectroscopy at DELPHI
HADRON 97, BNL, August 1997
8. M. Feindt, W.Oberschullegen.Beckmann, O. Podobrin
Beobachtung des B^* Dalitz Zerfalls mit dem DELPHI Detektor
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, München, 17.3.-21.3. 1997

9. M. Feindt
B Physics
Europhysics Conference on High Energy Physics, Jerusalem, 19.-26.8.1997
10. P. Kluit, U.Schwickerath, C. Weiser
Suche nach schweren stabilen geladenen Teilchen mit dem DELPHI Detektor bei LEP
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, München, 17.3.-21.3. 1997
11. S.Meyer, W. de Boer, M. Kaiser, D. Knobloch, H. Leb
The new DELPHI-Pixel-Detector
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, München, 17.3.-21.3. 1997
12. A. Sopczak
Searches for Higgs Bosons at LEP2
First International Workshop on Nonaccelerator New Physics (NANP97), Dubna, Russland, 7.-11.7.1997
13. Ch. Weiser
B Spectroscopy at LEP
WIN97, Capri

Vorträge (1998)

1. W. de Boer
Searches at LEP II
Nordic Meeting on Physics Oslo, 2.1.-8.1 1998
2. Z.T.Albrecht, M. Feindt, Ch. Kreuter
Analyse von angeregten B-Mesonen mit dem DELPHI Detektor
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Freiburg, 23.3.-26.3. 1998
3. W. de Boer
Neue Teilchen
Hauptvortrag DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Freiburg, 23.3.-26.3. 1998
4. M.Moch, M. Feindt, Ch. Kreuter
Untersuchung der b-Baryonerzeugung mit dem DELPHI-Detektor
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Freiburg, 23.3.-26.3. 1998
5. U. Schwickerath
Suche nach Higgs-Boson Produktionim Vierjetkanal mit dem DELPHI-Detektor bei LEP
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Freiburg, 23.3.-26.3. 1998
6. A. Sopczak
Kombinierte Higgs-Bosonen Massengrenzen der LEP Experimente
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Freiburg, 23.3.-26.3. 1998
7. A. Sopczak
Aspects of Higgs Boson Searches
PASCOS98, Boston, 23.3.-30.3. 1998

8. Ch.Weiser, M. Feindt, Ch. Kreuter
Messung der Produktionsraten von b-Hadronen mit dem DELPHI Detektor bei LEP
DPG Frühjahrstagung Teilchenphysik, Freiburg, 23.3.-26.3. 1998

IEKP - Berichte und Proceedings im Jahre 1996

1. D. Knoblauch
Aufbau und Test der Mikrostreifendetektormodule für den Upgrade des DELPHI-Vertexdetektors.
IEKP-KA/96-01
2. C. J. Kreuter
Beobachtung von Orbital Angeregten B Mesonen mit dem DELPHI Detektor bei LEP.
IEKP-KA/96-02
3. A. V. Gladyshev, D. I. Kazakov, W. de Boer, G. Burkart, R. Ehret
MSSM Predictions of the Neutral Higgs Boson Masses and LEP II Production Cross Sections
IEKP-KA/96-3
4. W. de Boer et al
Combined Fit of Low Energy Constraints to Minimal Supersymmetry and Discovery Potential at LEP II
IEKP-KA/96-4
5. D. Kazakov
Minimal Supersymmetric Extension of the Standard Model
IEKP-KA/96-5
6. W. de Boer, A. Dabelstein, W. Hollik, W. Mosle, U. Schwickerarth
Global Fits of the SM and MSSM to Electroweak Precision Data
IEKP-KA/96-7
7. W. de Boer, A. Dabelstein, W. Hollik, W. Mosle, U. Schwickerarth
Update Global Fits of the SM and MSSM to Electroweak Precision Data
IEKP-KA/96-8
8. F. Hartmann
Messungen, Analyse und Optimierung von Silizium-Halbleiter-Detektoren für die Herstellung des '96-Upgrade des DELPHI-Vertex-Detektors
IEKP-KA/96-9
9. W. de Boer
The Constrained MSSM Revisited
IEKP-KA/96-10
10. W. de Boer
Global Fits of the SM and MSSM to Electroweak Precision Data
IEKP-KA/96-11

IEKP - Berichte und Proceedings im Jahre 1997

1. M. Kaiser
Erweiterung des DELPHI Vertexdetektors und Messung der starken Kopplungskonstanten α_s aus der Skalenverletzung in inklusiven Impulsverteilungen
IEKP-KA/97-01
2. W. de Boer
In Search of SUSY
IEKP-KA/97-02
3. W. Oberschulte gen. Beckmann
Beobachtung des B^* -Dalitz-Zerfalls mit dem DELPHI-Detektor am LEP-Speicherring.
IEKP-KA/97-05
4. A. Sopczak
Searches for Higgs Bosons at LEP2
IEKP-KA/97-14

IEKP - Berichte und Proceedings im Jahre 1998

1. M. Feindt
B Physics
IEKP-KA/98-04
2. Ch. Weiser
Messung der Produktionsraten von Σ^- , B_s und B^+ Hadronen in Z^0 Zerfällen
IEKP-KA/98-5

Diplom- und Doktorarbeiten beim DELPHI Experiment

Diplomarbeiten (1996)

1. F. Hartmann
Messungen, Analyse und Optimierung von Silizium-Halbleiter-Detektoren für die Herstellung des '96 Upgrade des DELPHI Vertexdetektors
Universität Karlsruhe

Diplomarbeiten (1997)

1. H. Leb
Bau und Test der DELPHI Pixeldetektoren für den Upgrade des Vertexdetektors IEKP-KA/97-01

Diplomarbeiten (1998)

1. J. Lautenbacher
Supersymmetrie bei LEP
Universität Karlsruhe

Doktorarbeiten (1996)

1. C. J. Kreuter
Beobachtung von Orbital Angeregten B Mesonen mit dem DELPHI Detektor bei LEP.
Universität Karlsruhe
2. M. Kaiser
Erweiterung des DELPHI Vertexdetektors und Messung der starken Kopplungskonstanten α_s aus der Skalenverletzung in inklusiven Impulsverteilungen.
Universität Karlsruhe

Doktorarbeiten (1997)

1. W. Oberschulte gen. Beckmann
Beobachtung des B^* -Dalitz-Zerfalls mit dem DELPHI-Detektor am LEP-Speicherring.
Universität Karlsruhe

Doktorarbeiten (1998)

1. C. Weiser
Messung der Produktionsraten von Σ^- , B_s und B^+ Hadronen in Z^0 Zerfällen
Universität Karlsruhe

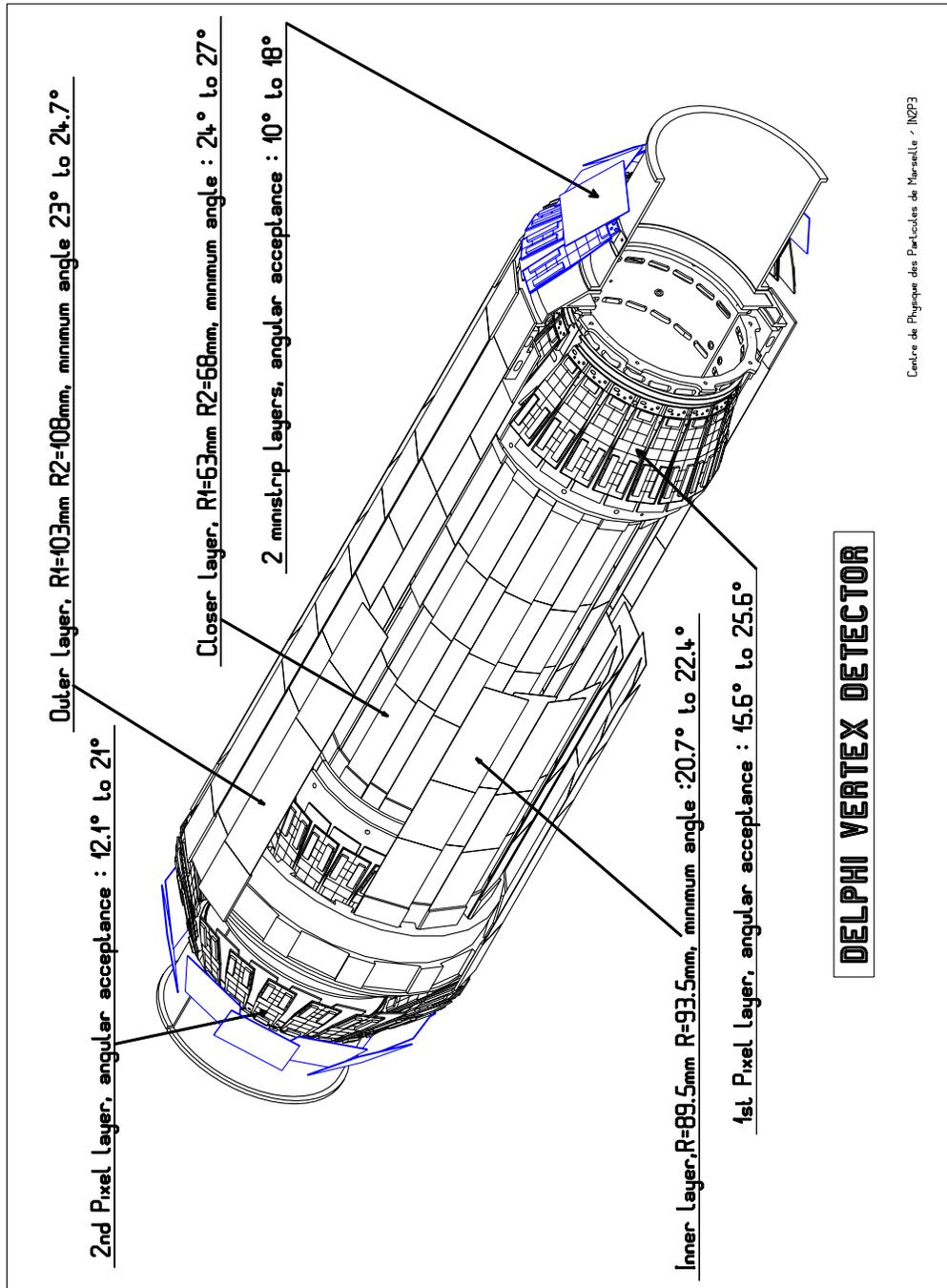


Figure 1: DELPHI Vertexdetektor nach der Erweiterung in 1997. Neu sind eine verlängerte dritte Lage im Zentralbereich, 2 Lagen Pixeldetektoren und 2 Lagen Ministripdetektoren im Endkappenbereich.

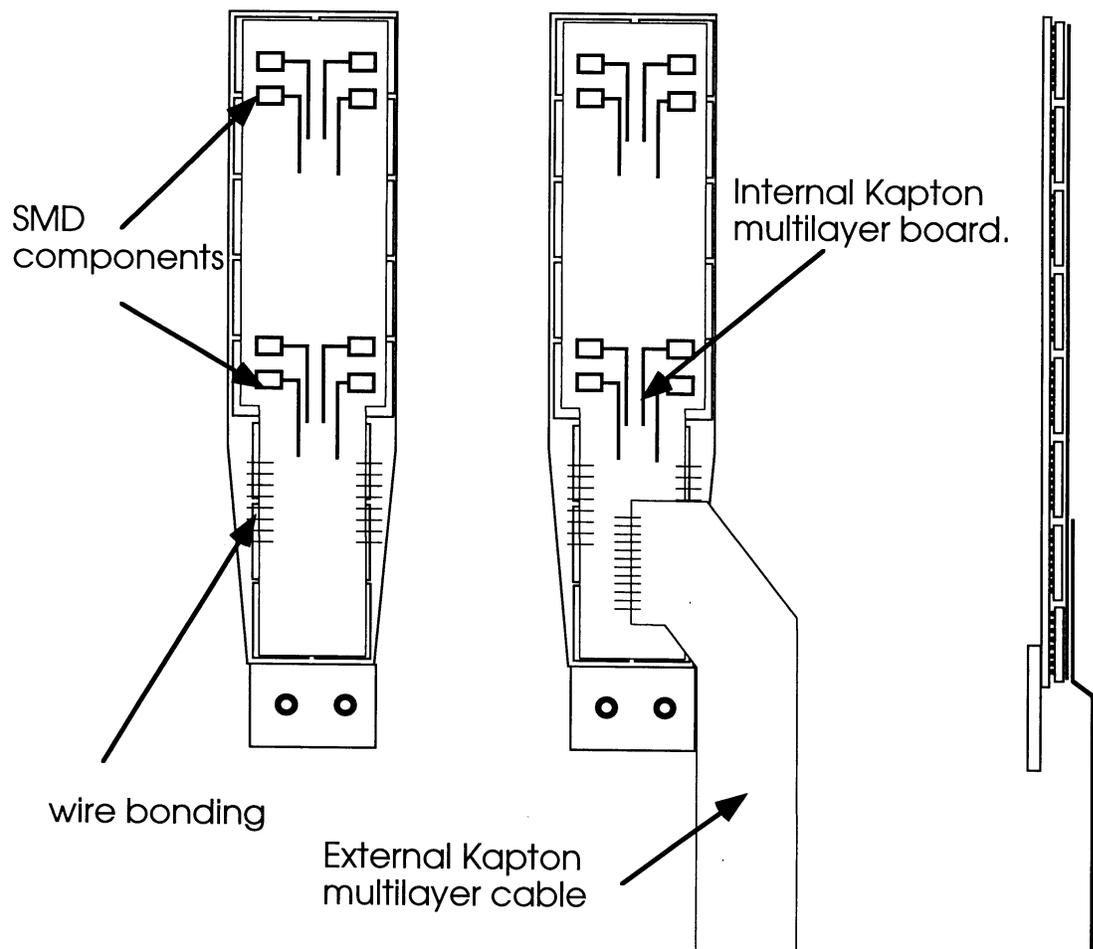


Figure 2: Aufbau eines Pixeldetektors.

DELPHI

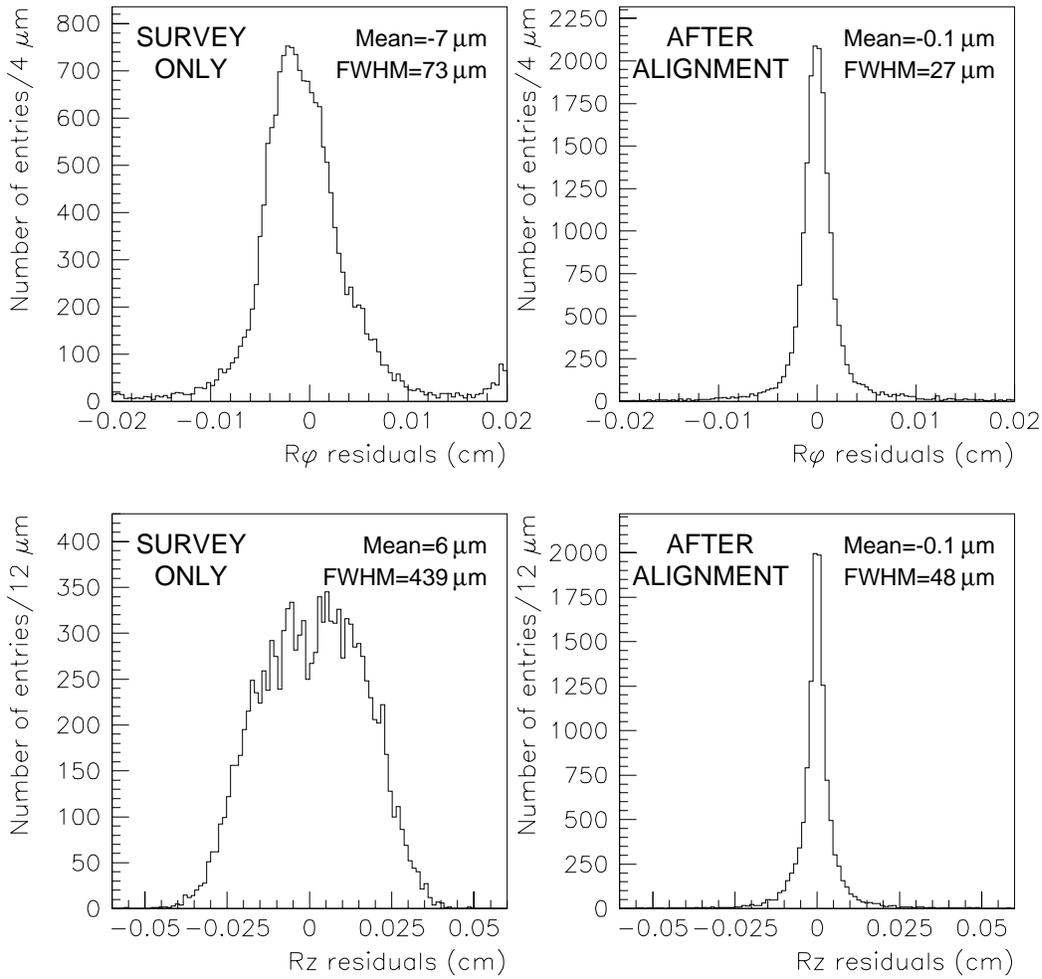


Figure 3: Auflösung des Vertexdetektors vor und nach Ausrichtung der verschiedenen Spurdetektoren.

DELPHI

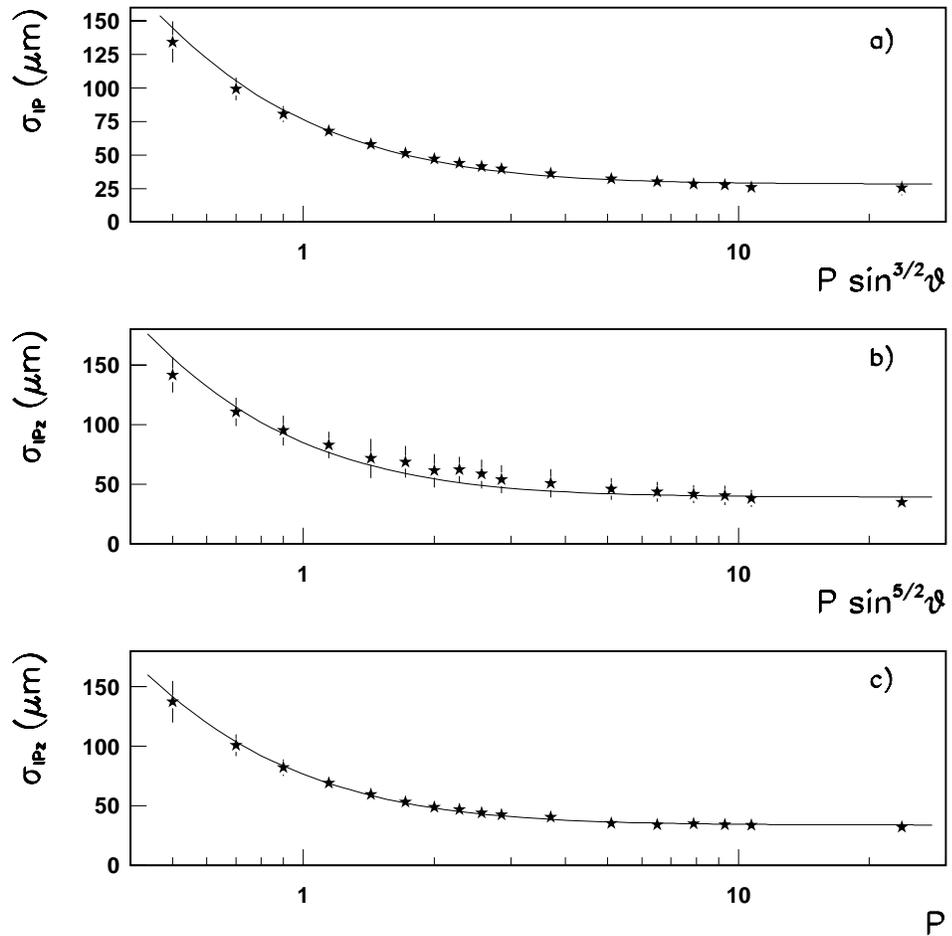


Figure 4: Impaktparameterauflösung des Vertexdetektors als Funktion des Spurimpulses.

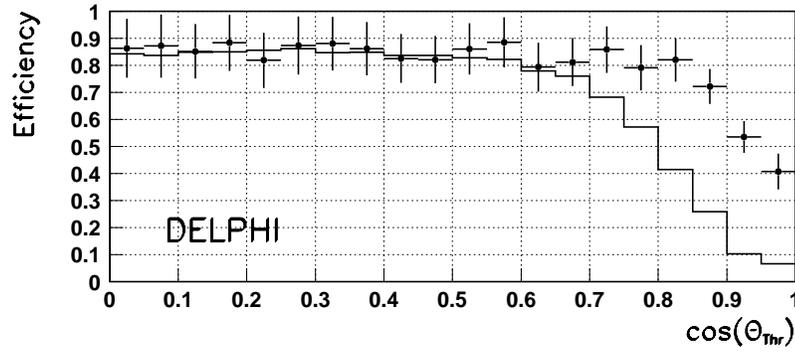


Figure 5: Effizienz für den Nachweis eines primären b-Quarks als Funktion des Polarwinkels: die Linie für den alten Detektor, Punkte mit Fehlerbalken nach der Erweiterung des Vertexdetektors.

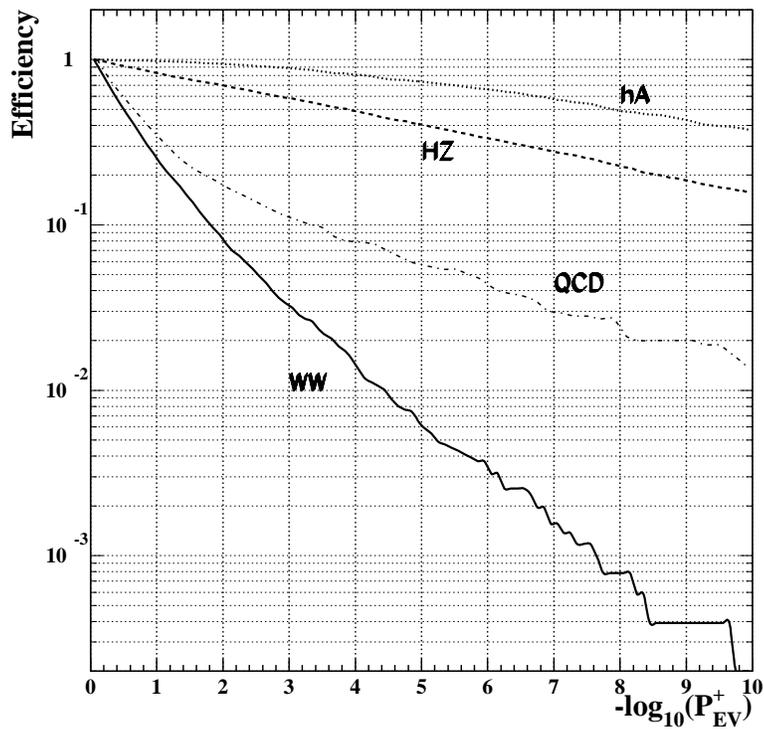


Figure 6: Unterdrückung des Untergrundes bei der Higgs-Suche durch das "b-tagging".

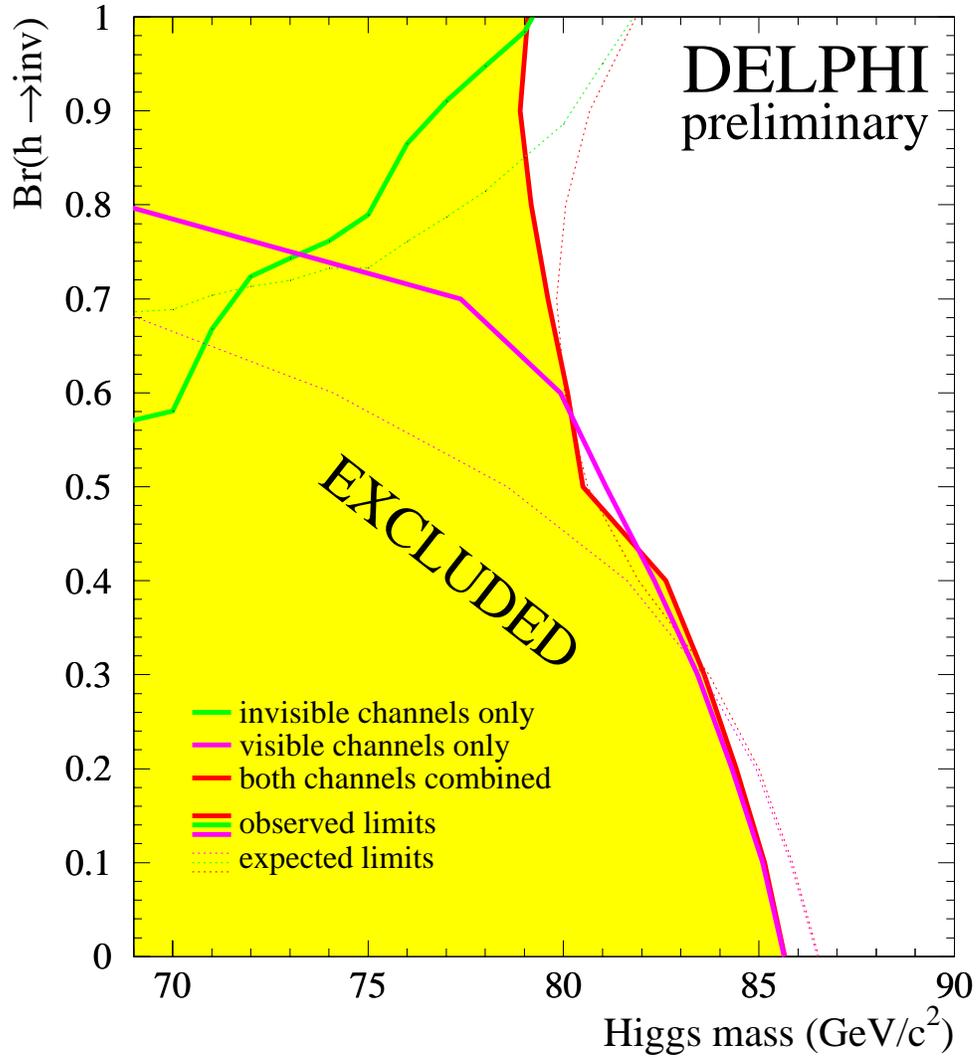


Figure 7: Untere Grenze für die Higgsmasse als Funktion des Verzweigungsverhältnis in unsichtbare Endzustände. Für 100% sichtbare Endzustände muß das Higgs-Boson schwerer als 85,5 GeV sein, für beliebige Verzweigungsverhältnisse ist die Ausschlußgrenze 79 GeV (95% C.L.).

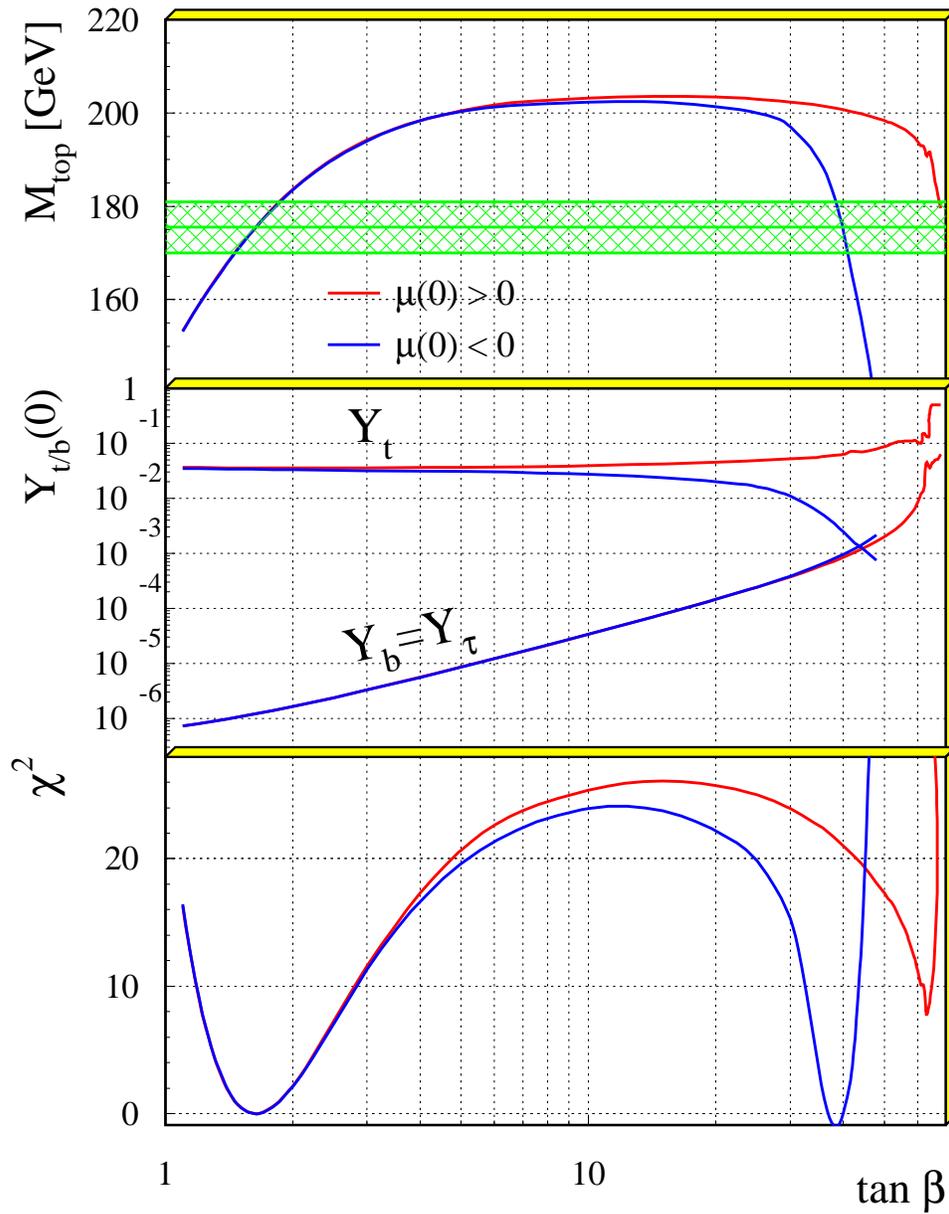


Figure 8: Die Topmasse als Funktion von $\tan \beta$. Dieser Zusammenhang kommt zustande durch die Vereinheitlichung der b und τ Yukawakopplungen. Für eine Topmasse von 175 GeV sind nur drei Bereiche von $\tan \beta$ erlaubt: $\tan \beta = 1.6 \pm 0.3$, $\tan \beta \approx 35$ und $\tan \beta \approx 64$.

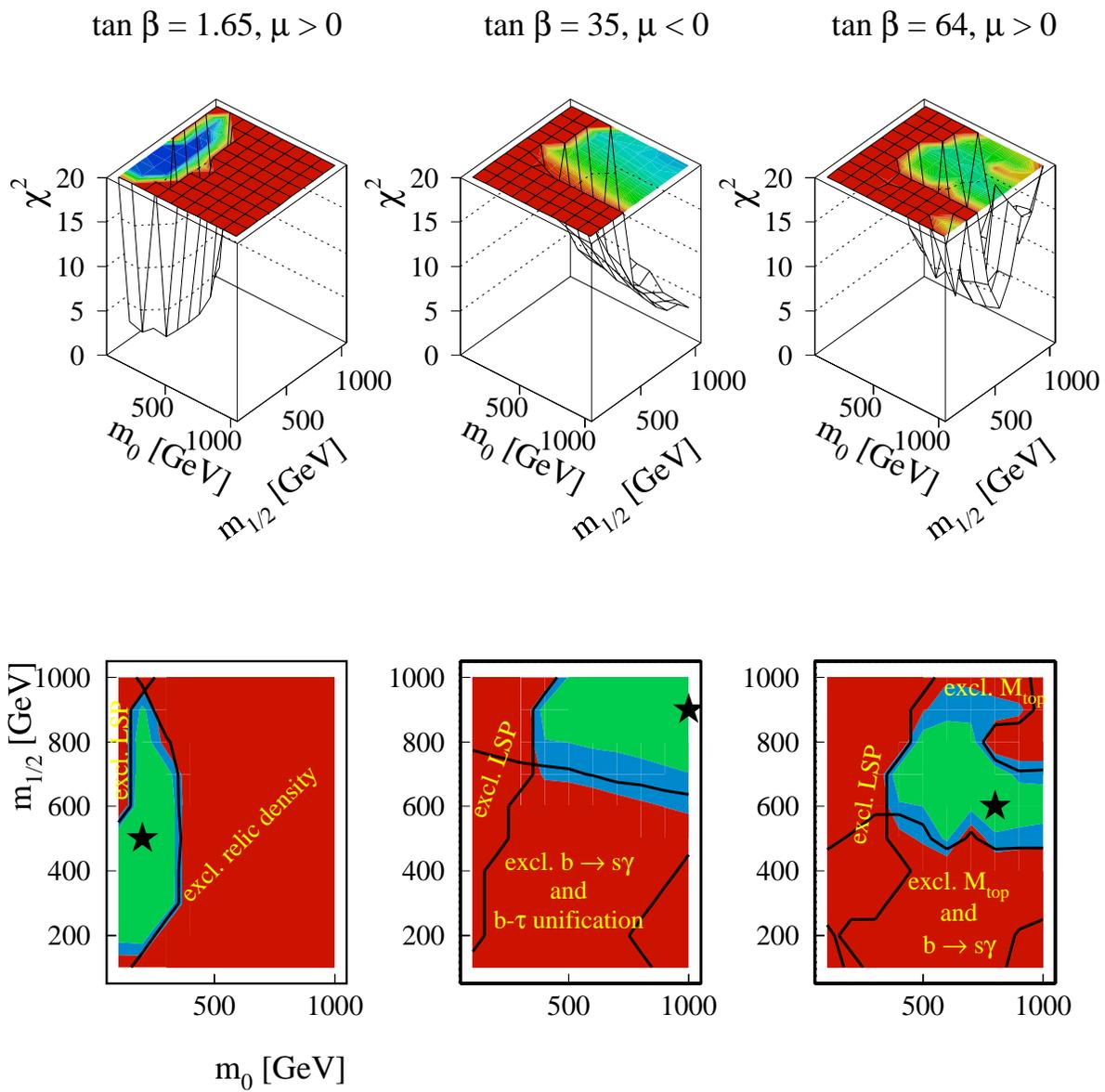


Figure 9: Die χ^2 Verteilung der globalen Anpassung der Niederenergiegedaten an das CMSSM für die drei erlaubten Werte von $\tan \beta$ in Fig. 8 .

$$\tan \beta = 1.65, \mu < 0 \quad \tan \beta = 1.65, \mu > 0$$

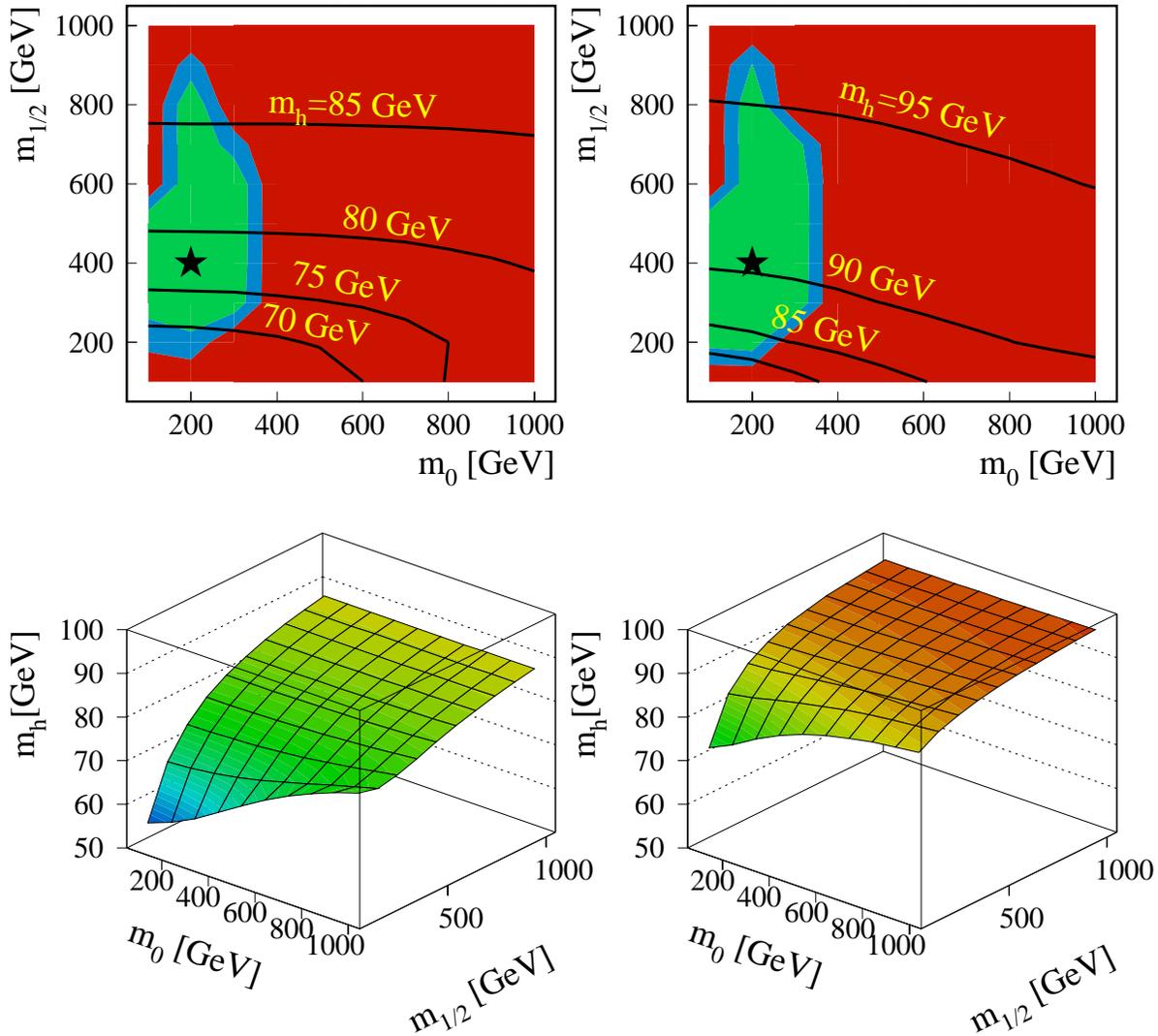


Figure 10: Die Higgsmasse als Funktion der SUSY Massenparameter (oben die Projektion der Higgsmasse im Vergleich mit dem erlaubten Parameterraum bei kleinem $\tan \beta$ und zwei unterschiedlichen Vorzeichen von μ , unten die Higgsmasse.)

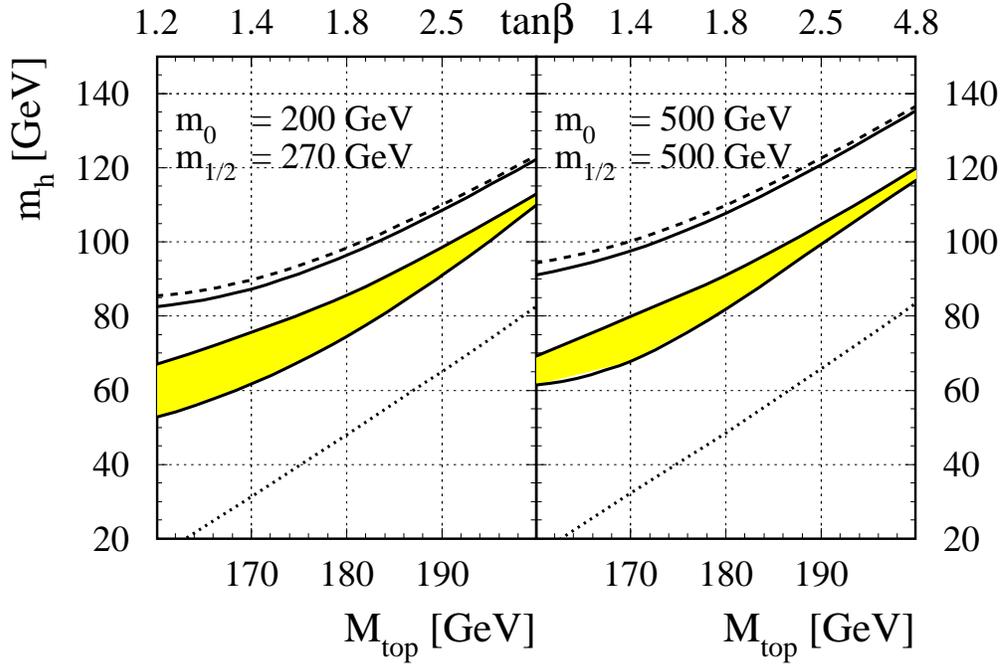


Figure 11: Die Higgsmasse als Funktion der Topmasse. Die gepunktete Linie zeigt die Rechnung in nullter Ordnung, die zwei oberen Linien die Higgsmasse nach kompletten Korrekturen in erster Ordnung (gestrichelt die Hauptbeiträge der dritten Generation). Das Band beinhaltet die wichtigsten Korrekturen zweiter Ordnung (obere und untere Linie unterscheiden sich im Vorzeichen der Higgs-Mischungsparameter μ , die die Mischung im Stopsektor beeinflusst).

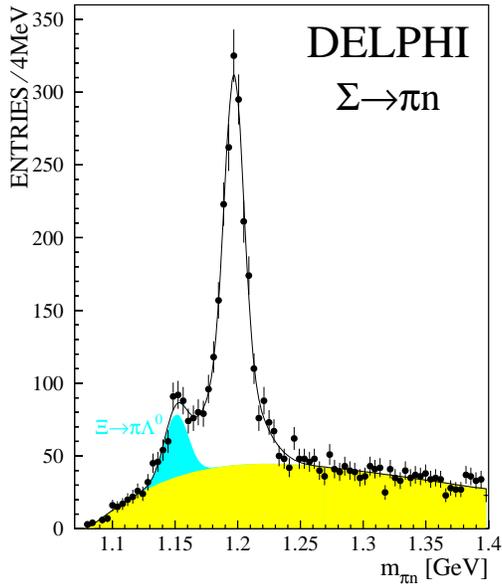


Figure 12: Das $n\pi$ -Massenspektrum.

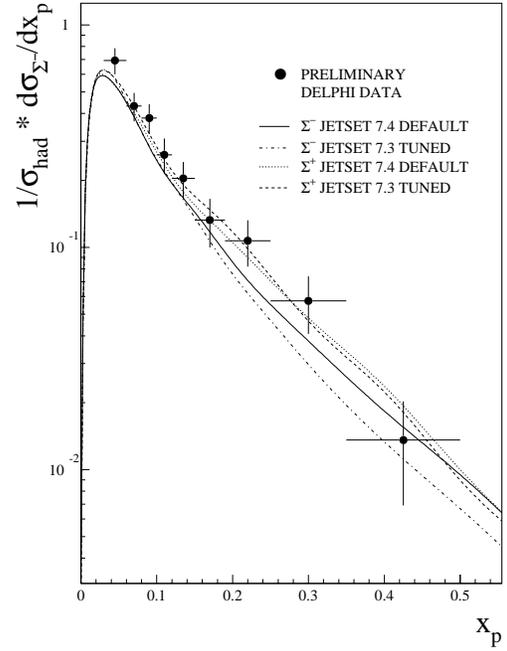


Figure 13: Der gemessene differentielle Σ^- -Wirkungsquerschnitt im Vergleich mit dem JETSET-Modell.

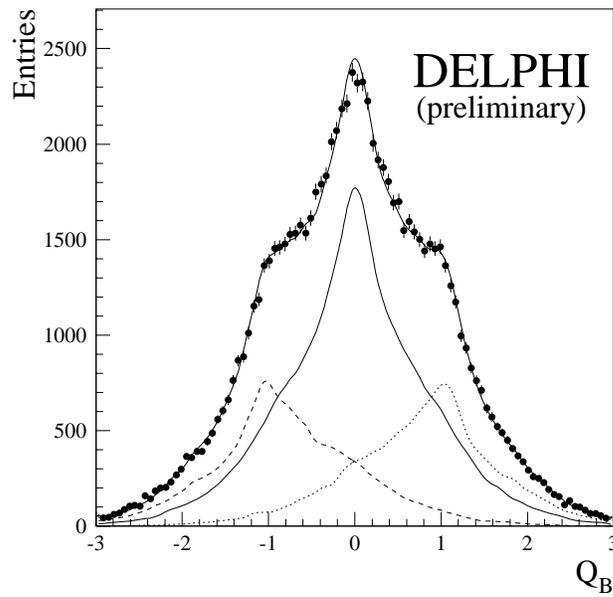


Figure 14: Die Verteilung der Vertexladung für die Daten (Punkte mit Fehlerbalken), das Ergebnis der Anpassung und die Beiträge neutraler und geladener b -Hadronen.