

Deutsche Beiträge zur Teilchenphysik am Tevatron und KEK

KET-Jahrestagung, Bonn, 18./19. Nov. 2011
Michael Feindt, KIT

Institut für Experimentelle Kernphysik EKP KCETA Karlsruhe Institute of Technology KIT





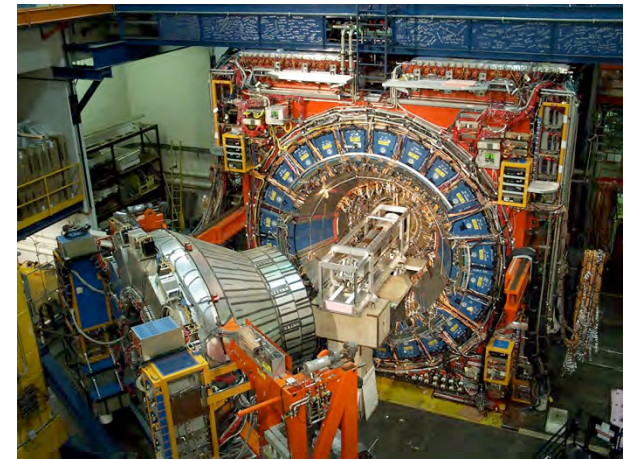
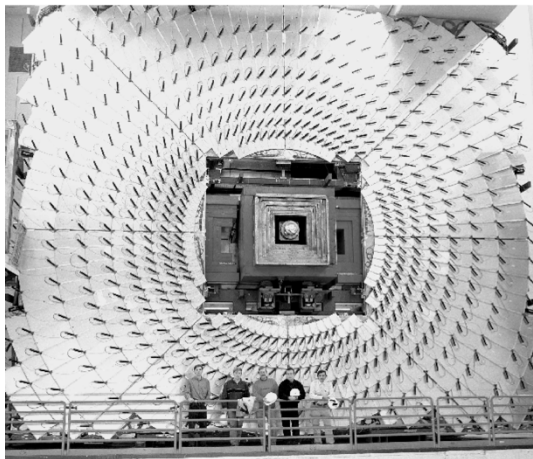
Tevatron



Beendigung der Datennahme im September 2011

26 Jahre hochenergetischer Proton-Antiproton-Kollisionen

Deutsche Gruppen seit 10-16 Jahren maßgeblich beteiligt.

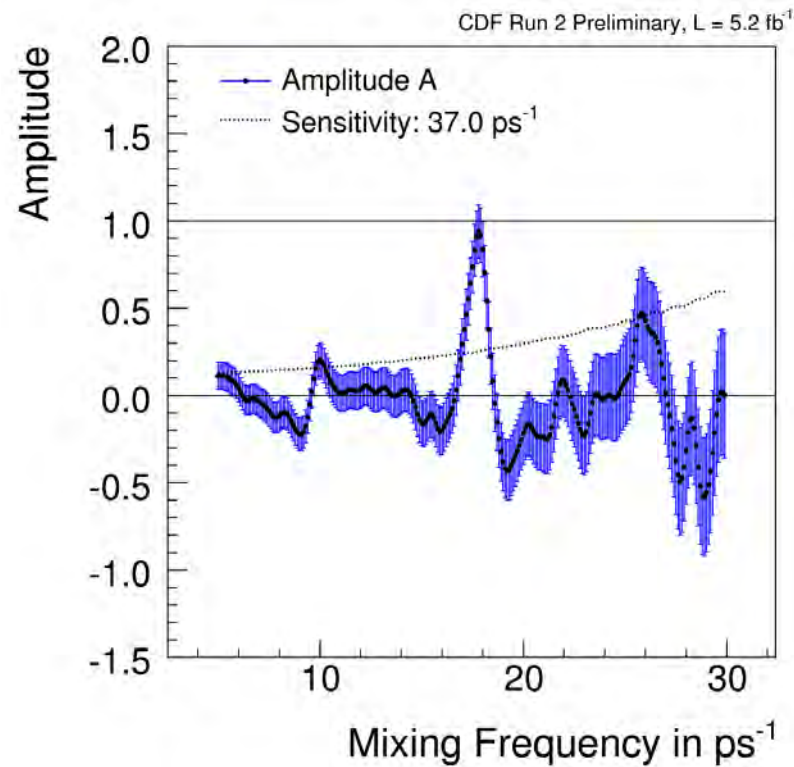


Highlights: Entdeckung des top-Quarks, elektroschwache top-Produktion, Higgs-Limits, B_s -Oszillationen, Entdeckung etlicher schwerer Mesonen und Baryonen, B-Physik, QCD, W- Z- Präzisionsmessungen, viele Limits für neue Physik...

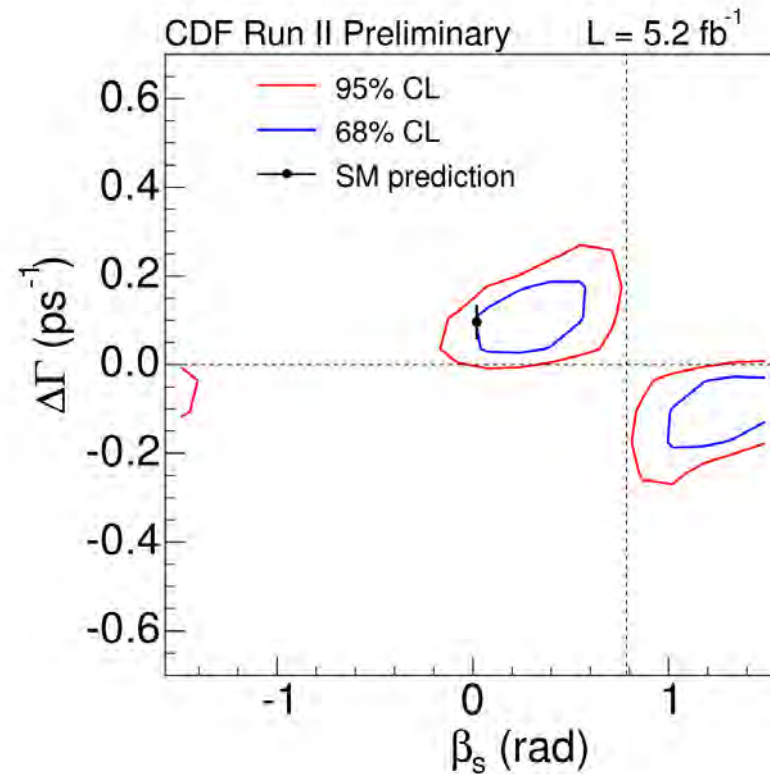
CDF 2010/11 (KIT)



- $B_s \rightarrow J/\psi \Phi$ mit Tagger-Kalibration über B_s -Oszillationsmessung



Welt-signifikanteste Messung der B_s -Oszillationsfrequenz



Messung der $B_{\text{SH}}\text{-}B_{\text{SL}}$ -Massen-differenz und CP-verletzender Phase in B_s - Zerfällen (SM rules okay!)

CDF 2010/11 (KIT)



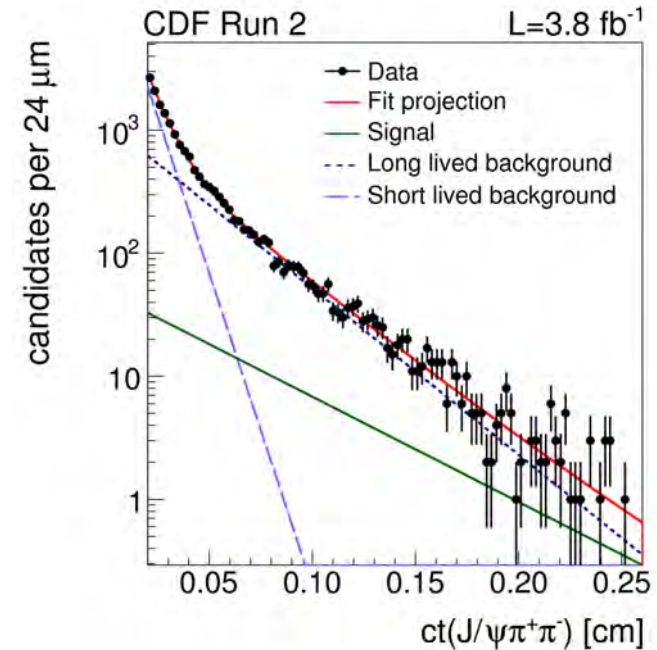
- Erste Lebensdauermessung eines CP-geraden Eigenzustands des B_s in Zerfällen in $J/\psi f_0$
Phys.Rev.D84,052012 (2011)

Fermilab Result of the Week September 2011

- Messung von $BR(B_s \rightarrow D_s^{(*)+} D_s^{(*)-})$
Weltgenaueste Messungen

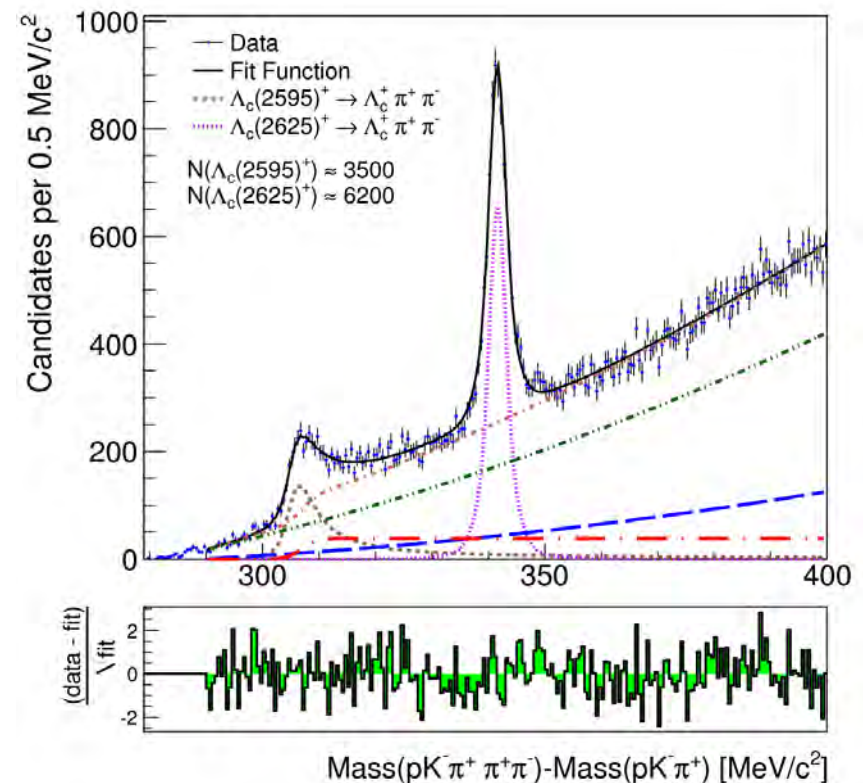
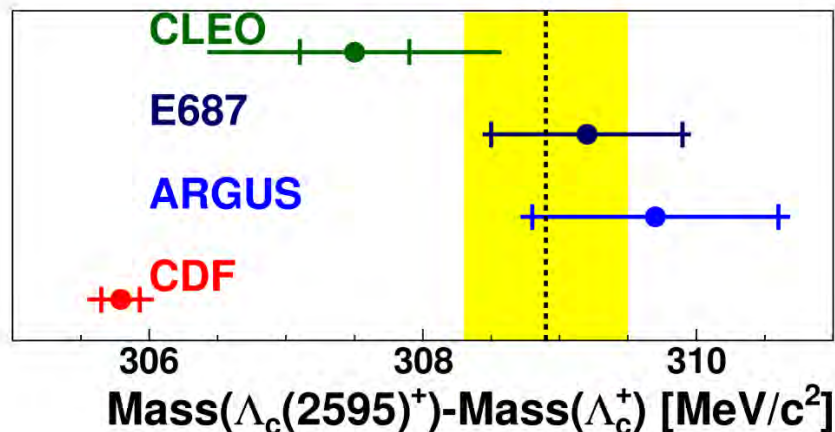
Diese Endzustände dominieren die B_H - B_L –

Lebensdauerdifferenz: $\rightarrow \Delta\Gamma/\Gamma = 6.97 \pm 1.40 \%$



CDF 2010/11 (KIT)

- Messung der Massen und Breiten der angeregten Charm-Baryonen $\Lambda_c(2595)$, $\Lambda_c(2625)$, $\Sigma_c(2455)$ und $\Sigma_c(2520)$
- Phys.Rev.D84,012003 (2011)
- Fermilab Result of the week Juli 2011
- Bei weitem weltgenaueste Messungen, meist präziser als alter PDG-Wert
- Neue Technik: Monte-Carlo-unabhängige NeuroBayes-Trainings zur Selektion



- Alter PDG-Wert musste um ca. 5 σ korrigiert werden! (Breit-Wigner-Resonanzmodell zu einfach)

CDF 2010/11 (KIT)



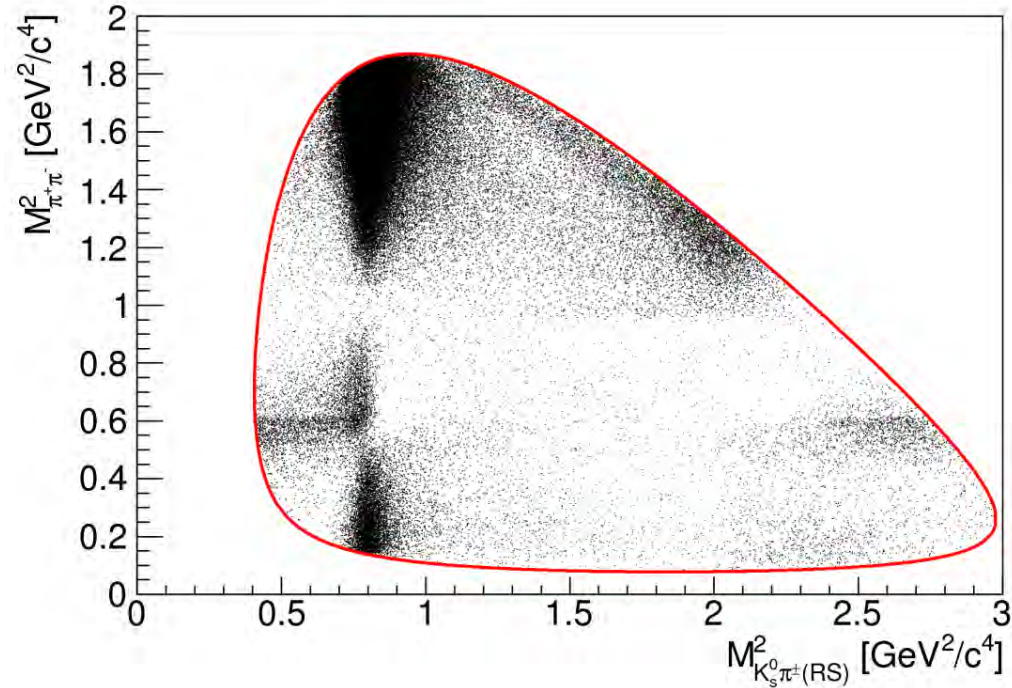
Suche nach CP-Verletzung in $D^0 \rightarrow K_S \pi^+ \pi^-$

Veröffentlichung in Vorbereitung

Suche nach Unterschieden im
Dalitz-Plot von D^0 und $\overline{D}^0$

Erste Dalitz-Plot-Analyse am
Tevatron

Keine CP-Asymmetrie gefunden.



Analyse von orbital angeregten

B^0, B^+ und B_s - Mesonen

(Veröffentlichung in Vorbereitung)

High- p_T -Aktivität (single top, t bar- Asymmetrie, Higgs) in 2011 abgeschlossen.

D0 am Tevatron

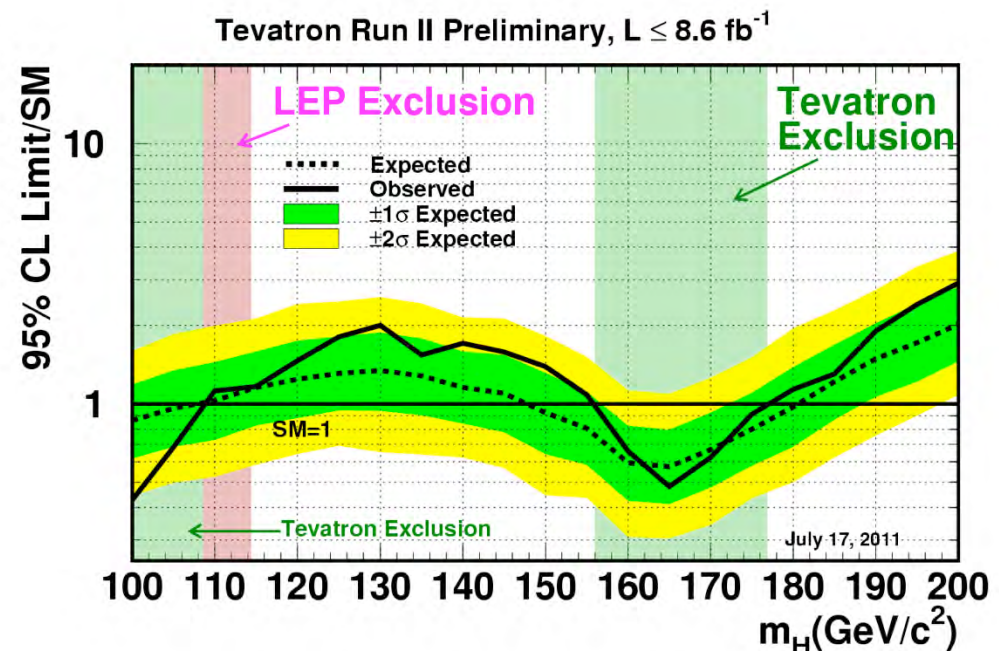


Deutsches D0-Konsortium:

Aachen, Freiburg, Göttingen, Mainz, LMU München, Wuppertal
Aktivität rückläufig, aber immer noch signifikante Resultate.

- Beiträge zu $H \rightarrow WW$ (MZ) in den wichtigen Kanälen $e\mu$ und $e e$

Gemeinsam mit CDF konnte
vor LHC ein SM-Higgs im
Massenbereich um 160
GeV ausgeschlossen
werden.

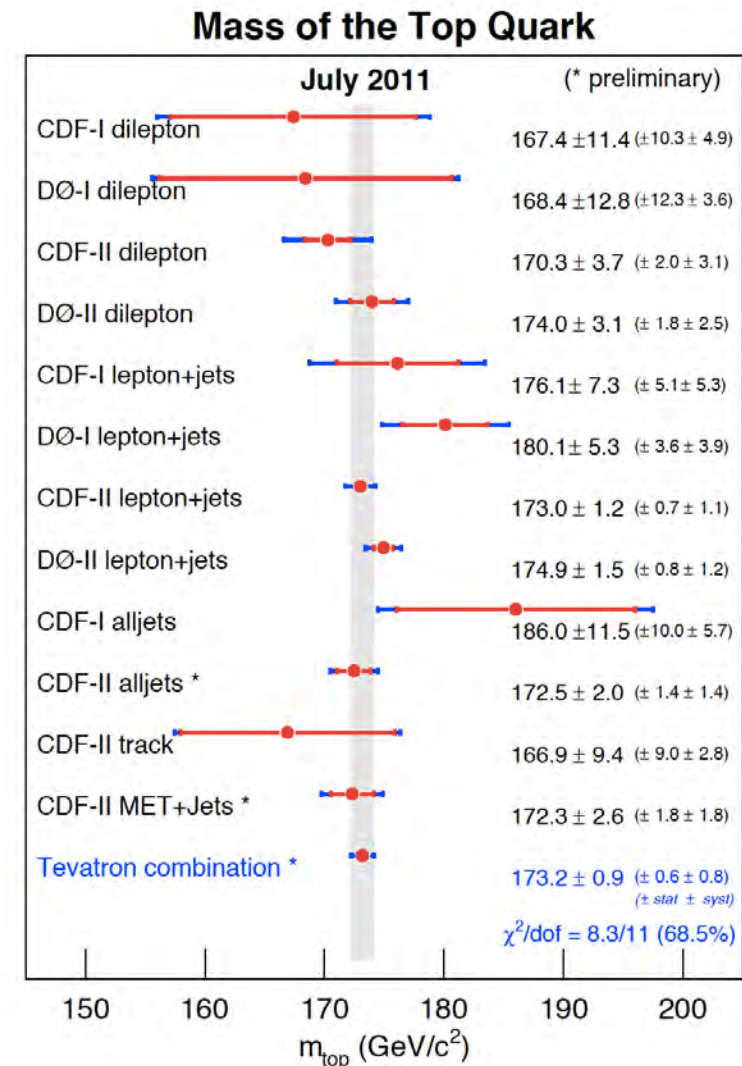


D0 am Tevatron



Aktuelle Beiträge (GÖ,MZ,WU)

- zur top-Massenmessung
- zu deren Tevatron-Kombination
- zur t-tbar-Massendifferenz (Null)
- zur top-Erzeugung
- zu t-tbar-Resonanzen



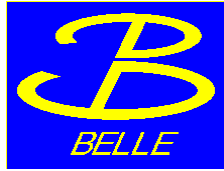
Die an CDF und D0 beteiligten Universitätsgruppen möchten sich beim BMBF für die Förderung im Rahmen der Vorbereitung der LHC-Experimente bedanken.

Die Ziele sind vollständig erreicht worden:

- Die langjährige Erfahrung mit „echten“ Hadron-Collider-Daten war sehr nützlich für einen schnellen Erfolg am LHC.
- Es sind darüber hinaus eine Reihe sehr wichtiger physikalischer Erkenntnisse erzielt worden.

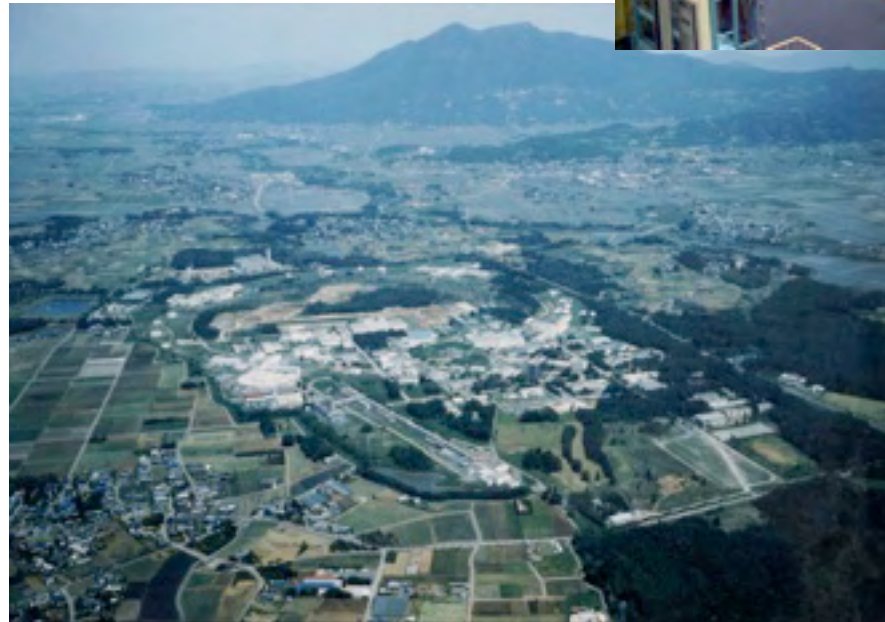
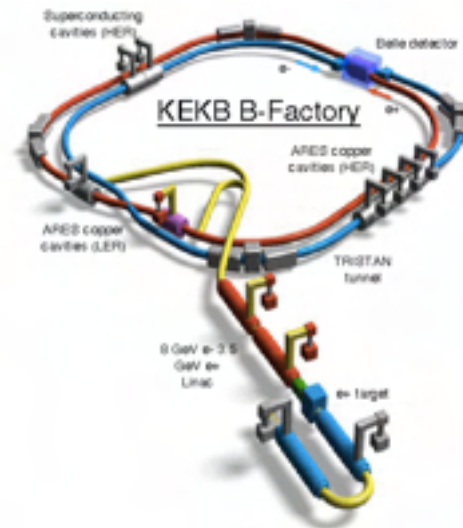


Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

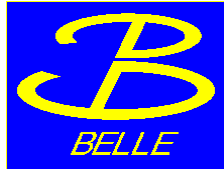


Belle

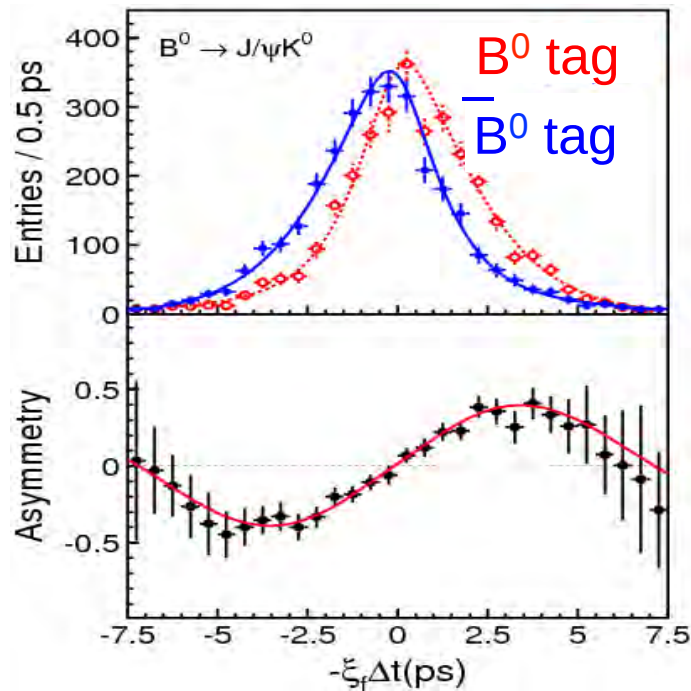
- B-Fabrik-Experiment am KEKB-Beschleuniger in Japan



- KEKB-Beschleuniger hält Weltrekord in instantaner ($=2.1 \times 10^{-34} \text{ s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$) und integrierter Luminosität (1041 fb^{-1})
- Belle hat ungefähr 1 Milliarde (10^9) B-Meson-Paare aufgenommen.
- Datennahme 2001-2010. Deutsche Beteiligung seit 2008.
- Upgrade zu Super Flavour Factory (Luminosity > mal 50) auf dem Weg → SuperKEKB, Belle II

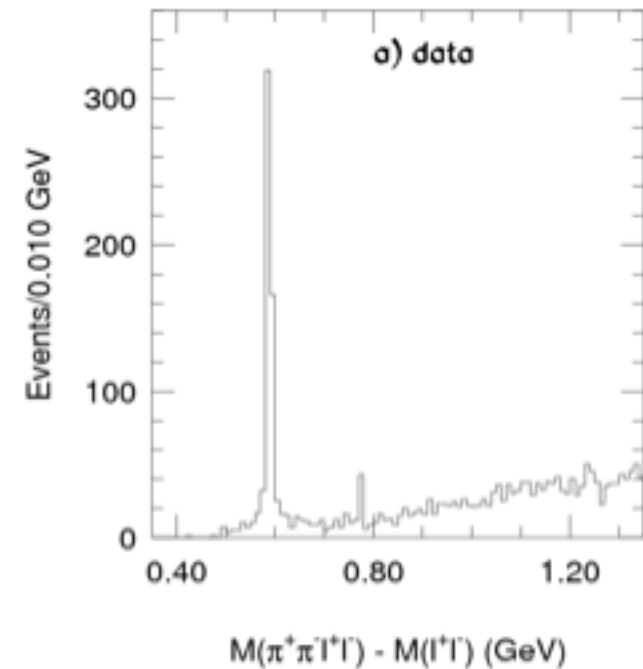


Physik



Präzisionsmessung von fundamentalen SM Parametern (CKM-Matrix)

Entdeckung neuer Teilchen



nature

Vol 452|20 March 2008|doi:10.1038/nature06827

LETTERS

Suche nach Physik jenseits des SM

Difference in direct charge-parity violation between charged and neutral B meson decays

The Belle Collaboration*

Equal amounts of matter and antimatter are predicted to have been produced in the Big Bang, but our observable Universe is clearly matter-dominated. One of the prerequisites¹ for under-

source of CP violation. CP violation may arise from the interference between these two amplitudes, similar to two waves interfering with each other to produce a combined wave. However, this still depends

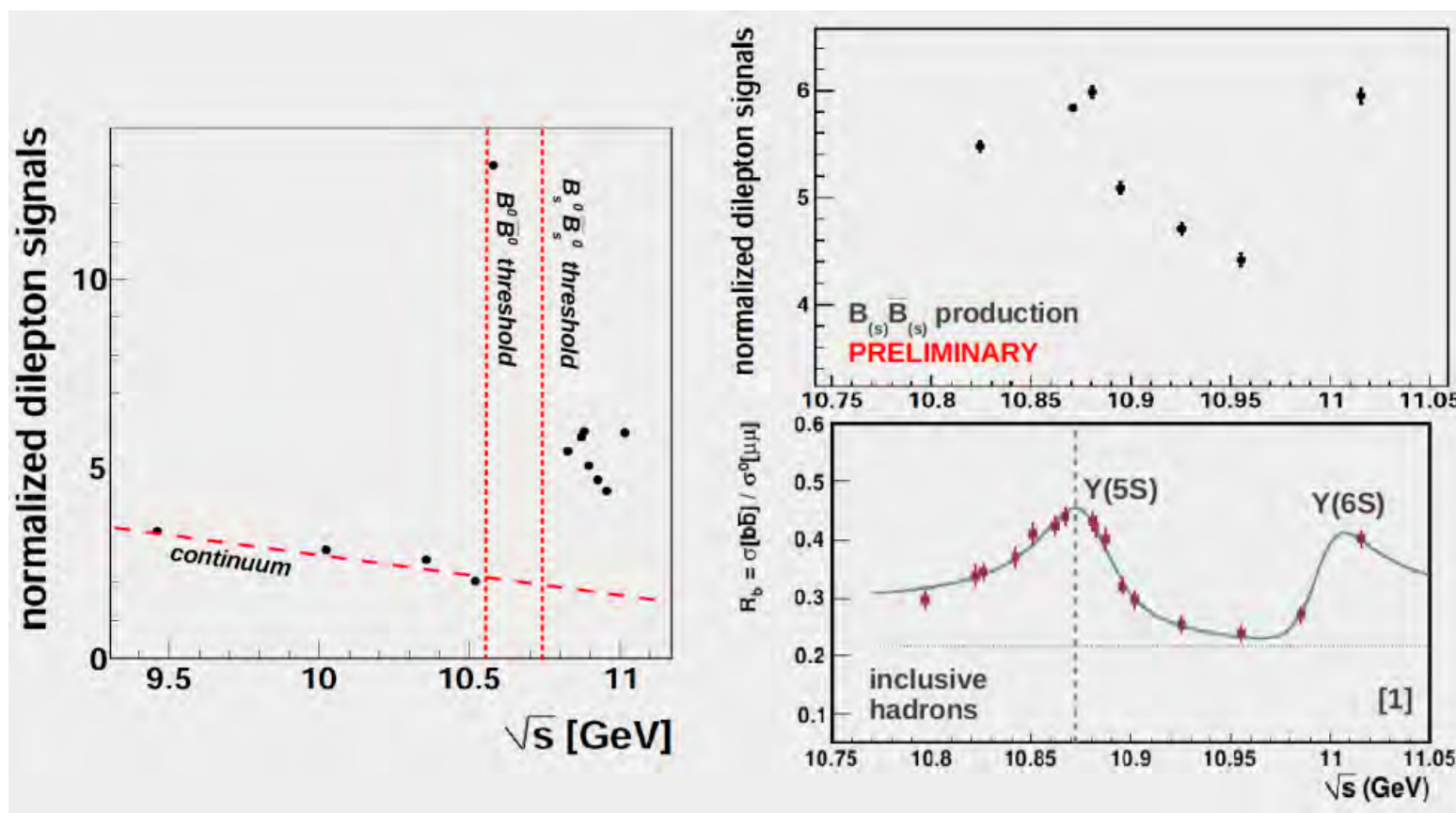
Total: 350 Physik- und 95 technische Publikationen

Bottomonium-Analyse in Gießen

Warum ist $\text{Br}(Y(5S) \rightarrow Y(nS)\pi^+\pi^-)$ Faktor ≥ 1000 zu groß?

Suche nach neuen Resonanzen in $Y(5S)$, $Y(6S)$ - Region
in inklusiven Dilepton-Paaren (aus semileptonischen B, B_s Zerfällen)

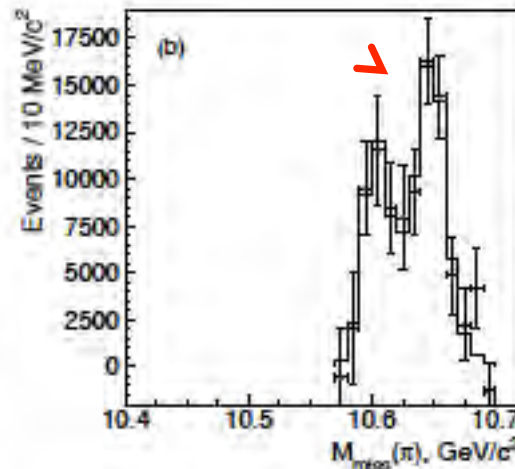
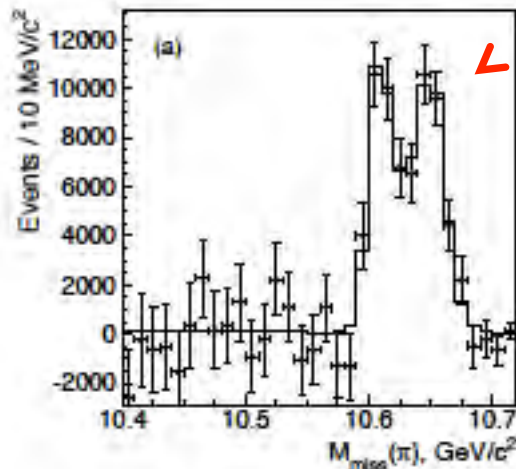
Proceedings XLIX International Winter Meeting on Nuclear Physics, Bormio, 2011



Erklärung (Belle 2011): Entdeckung zweier Resonanzen Z_b^+ in den Kanälen

$$\Upsilon(5S) \rightarrow Z_b^+ \pi^- \rightarrow \Upsilon(1S, 2S, 3S) \pi^+ \pi^-$$

$$\Upsilon(5S) \rightarrow Z_b^+ \pi^- \rightarrow h_b(1S, 2S) \pi^+ \pi^-$$

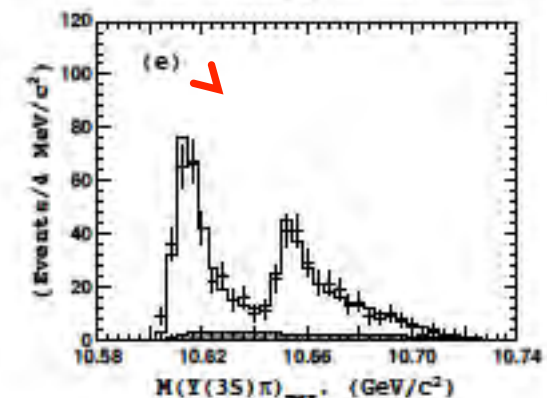
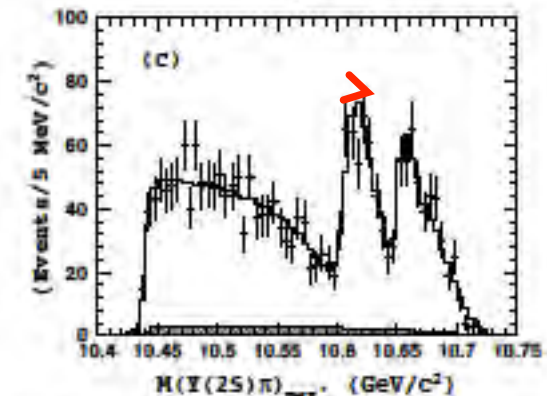
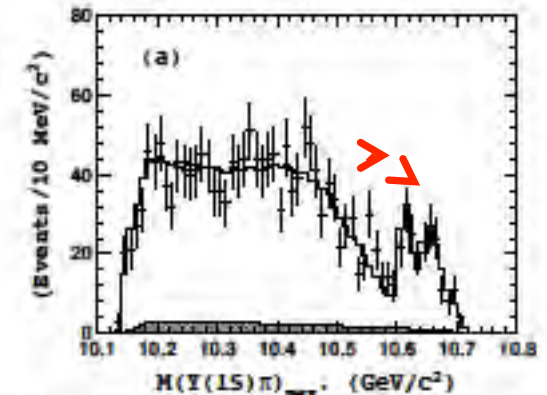


Qualitativ neue Erkenntnis:

Z_b eindeutig keine $q\bar{q}$ -Zustände:

- enthalten $b\bar{b}$
- aber elektrisch geladen

Klare Evidenz für Existenz von entweder
Vier-Quark-Zuständen oder $B^{(*)} B^{*-}$ Molekülen



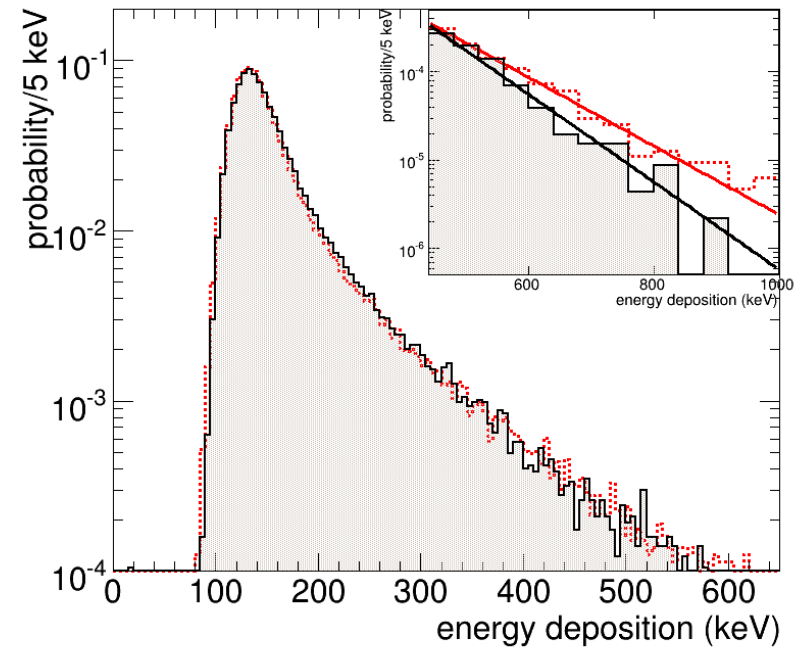
A. Frey et al.

Aktivitäten in Belle-II:

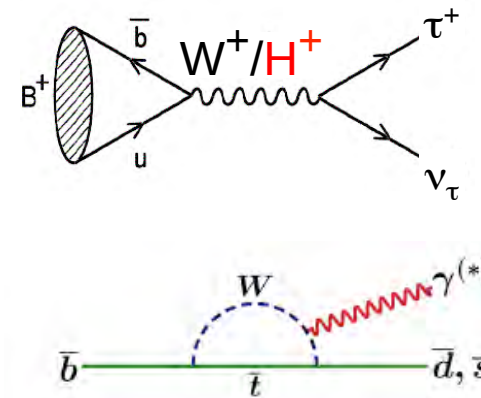
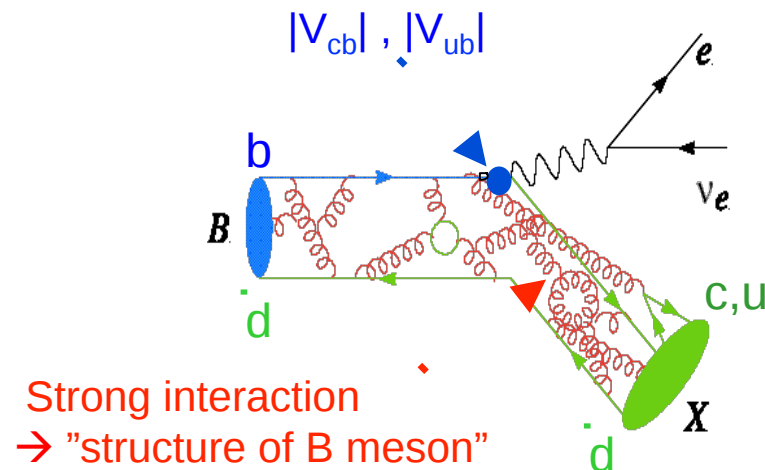
- Mitarbeit beim Data Handling Hybrid
- DEPFET Testbeam Analyse
- Simulation (Pixel Digitizer)

Physikanalysen in Belle:

- Im Rahmen der CKM-Gruppe
 - $B \rightarrow \pi \tau \nu$
 - $B \rightarrow D l \nu$
- 3 laufende Doktorarbeiten



Vergleich Teststrahl Daten und
G4 Simulation



Belle-Aktivitäten @ KIT

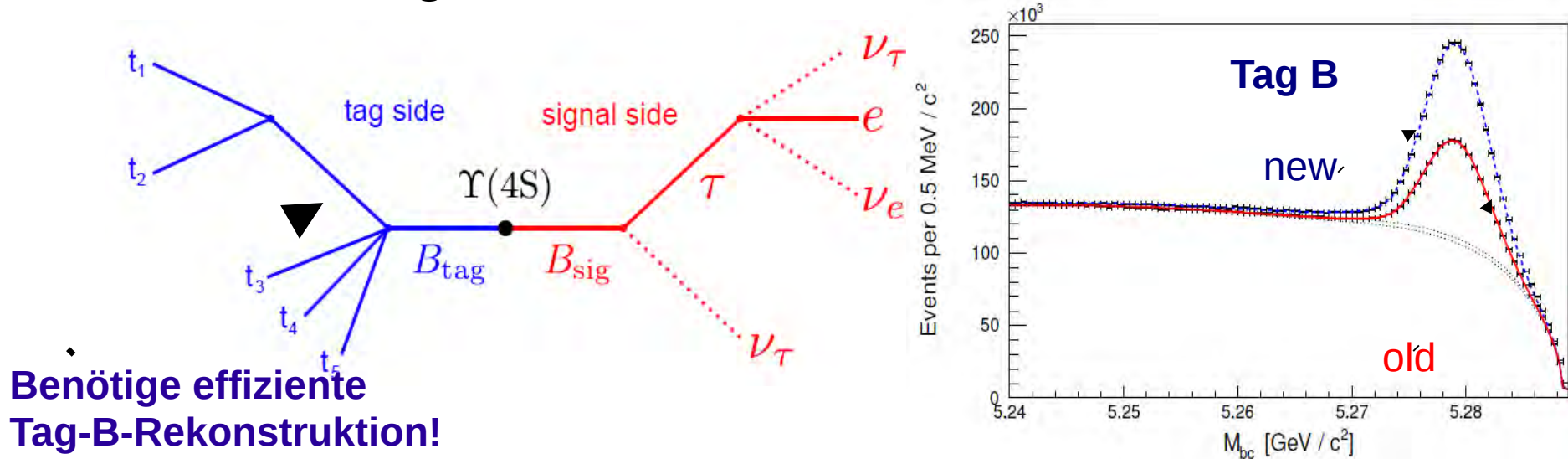
- 7 abgeschlossene Arbeiten

D. Stemmer	Diploma	Br($B^0 \rightarrow D^* D$)	2011
F. Keller	Diploma	Hadronic tag B reconstruction	2011
B. Kronenbitter	Diploma	CPV in $B^0 \rightarrow D^* D^*$	2011
M. Meseck	Diploma	Br($B^0 \rightarrow D^* D$) and polarization	2010
M. Prim	Diploma	Neural network based B^0 flavor tagger	2009
C. Barth	Diploma	Luminosity optimization of KEKB accelerator	2009
D. Zander	Diploma	Hadronic tag B reconstruction and search for $Y(4140)$	2009

- 11 laufende Analysen

C. Bartel	Diploma	Br($\Lambda_c \rightarrow p K \pi$)
M. Heider	Diploma	Br($B \rightarrow D^{(*)} n \pi$) and resonant structure
A. Hirsch	Diploma	Br($B \rightarrow X_{cc} K$) and Br($B \rightarrow X(3872)K$)
A. Heller	Diploma	Br($B \rightarrow (e, \mu) \nu \gamma$)
K. Kirchgessner	Diploma	Semileptonic tag B reconstruction
S. Neubauer	PhD	Search for $B \rightarrow h^{(*)} \nu \nu$
M. Röhrken	PhD	Time dependent CPV in $B^0 \rightarrow D^+ D^-$ and $D^{*+} D^-$
M. Prim	PhD	Polarization and CPV in $B \rightarrow \phi K \pi$
B. Kronenbitter	PhD	CPV in $B^0 \rightarrow D^{*+} D^{*-}$ and full B reconstruction
M. Huschle	PhD	Hadronic tag B_s reconstruction and study of B_s decays
A. Zupanc	Postdoc	Br($D_s \rightarrow l \nu$) and measurement of D_s decay constant

Vollständige Rekonstruktion von B-Zerfällen (KIT)



- **Hadronische B-Rekonstruktion**

- Hierarchisches System mit 1140 Zerfallskanälen, ca. 100 NeuroBayes-Netzwerke.
- Verdopplung der Akzeptanz bei gleichem Untergrundlevel gegenüber altem Algo.
- Finalisiert, alle Daten und MC prozessiert, steht der Kollaboration zur Analyse von insb. seltenen Zerfälle und Endzuständen mit Neutrinos zur Verfügung
- Publiziert in **Nucl.Instrum.Meth. A654, 432–440 (2011)**

- 1 Doktorarbeit, 2 Diplomarbeiten

- **Semileptonische B- Rekonstruktion**

vor Kurzem gestartet (Diplomarbeit)

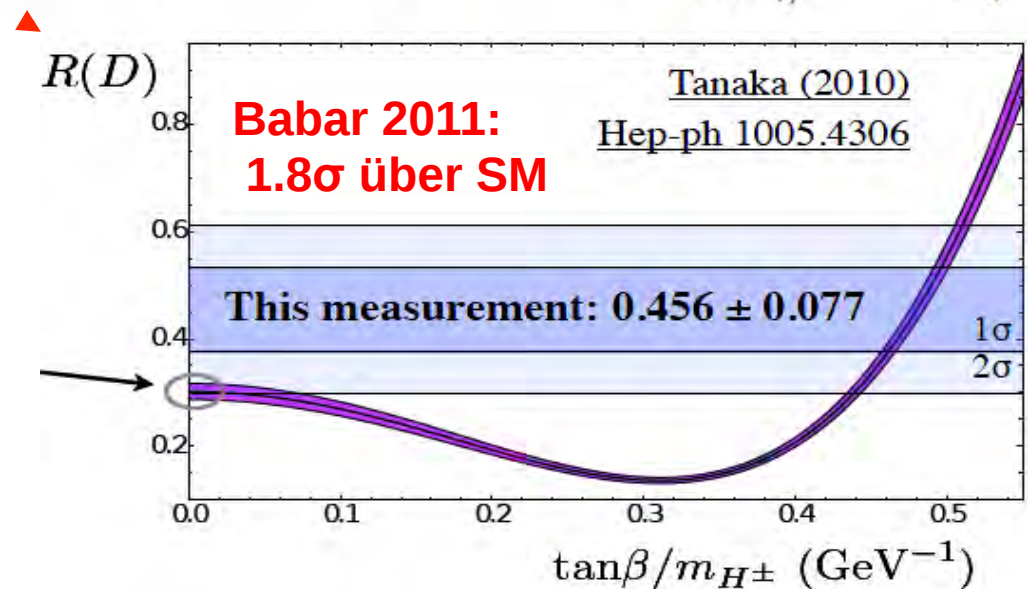
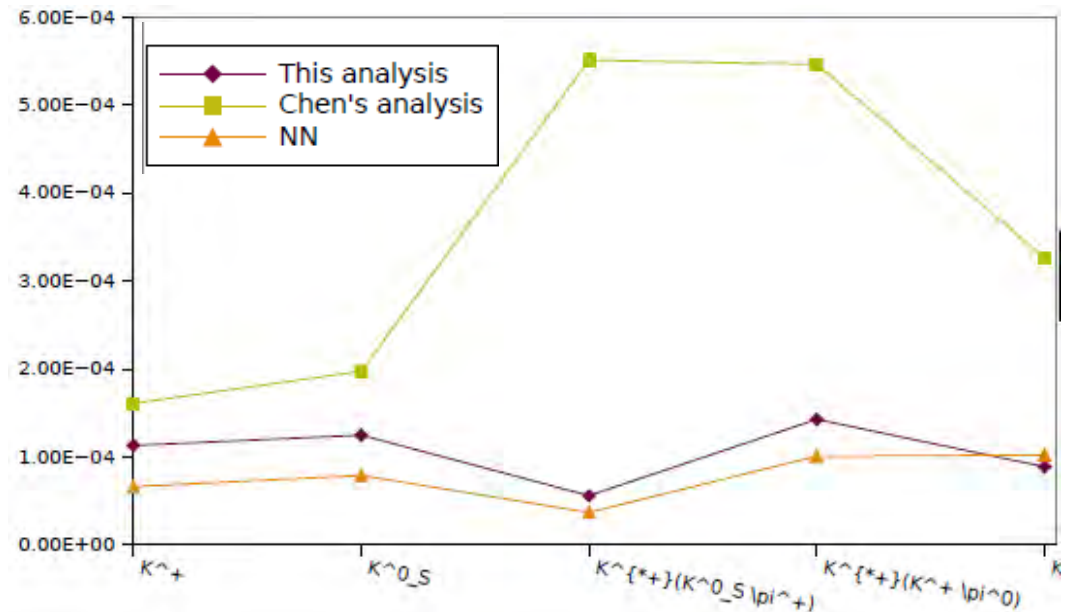
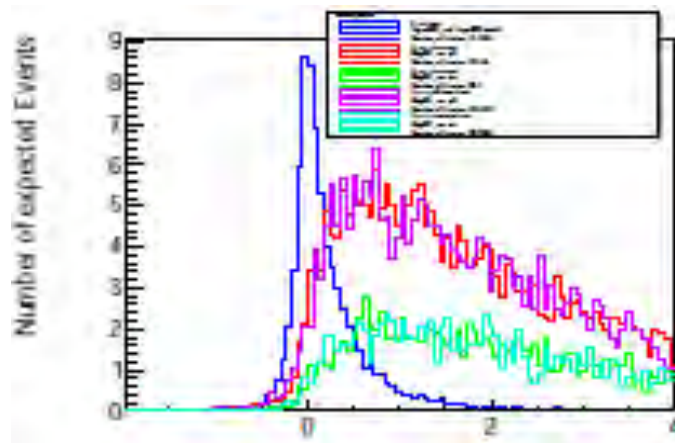
Seltene B Meson-Zerfälle @ KIT

- $B \rightarrow h^{(*)} \nu \nu$

- $B \rightarrow D^{(*)} \tau \nu$

- $B \rightarrow (e, \mu) \nu \gamma$

Potenzial, erste Evidenz zu sehen



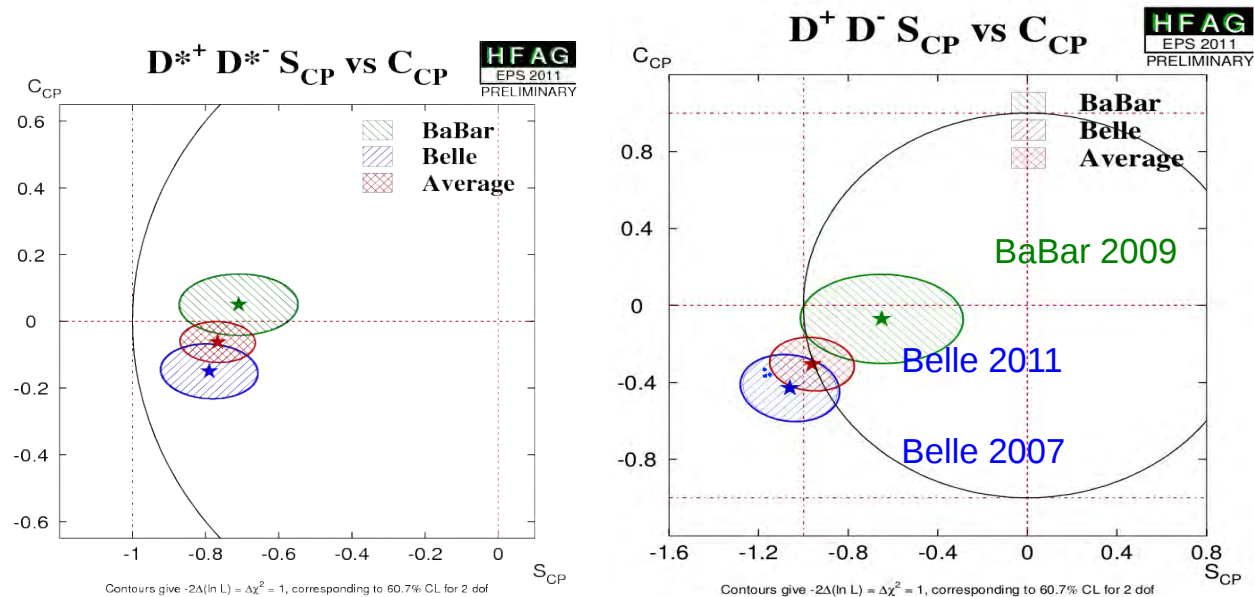
Zeitabhängige CP-Verletzung in $b \rightarrow \bar{c} c d$ Übergängen (KIT)

- $B^0 \rightarrow D^+ D^-$
- $B^0 \rightarrow D^{*+} D^{*-}$
- $B^0 \rightarrow D^{*+} D^- / D^{*-} D^+$

Große Verbesserungen in allen Moden,
(neue Spurrekonstruktion, bessere Kontinuumsunterdrückung und Selektion)

Resultate präsentiert auf
EPS-HEP 2011

Publikationen in
Vorbereitung

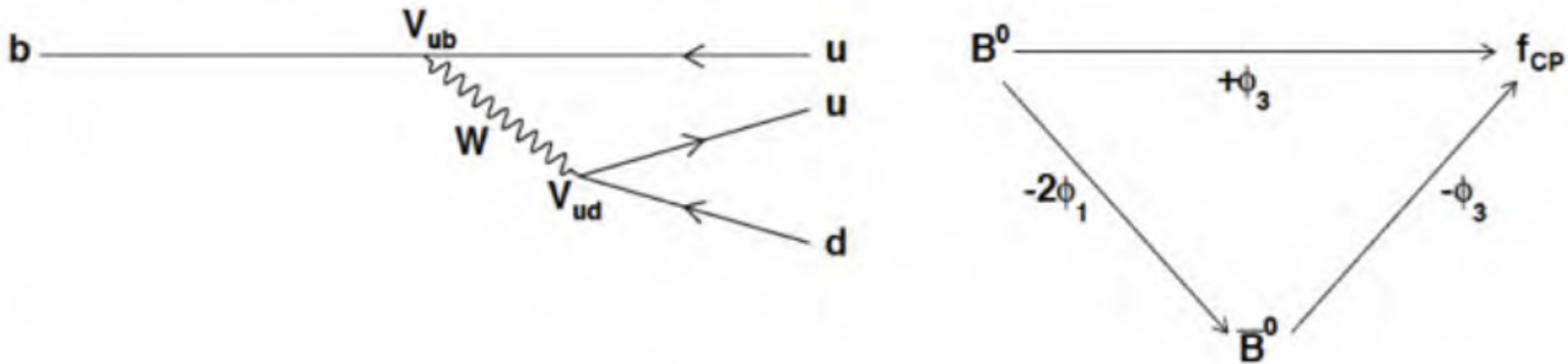


Analysen am MPI

Messung des Winkels ϕ_2 durch Studien der vier von uud-Tree-Graphen dominierten Zerfälle (BR, S_{CP} , A_{CP})

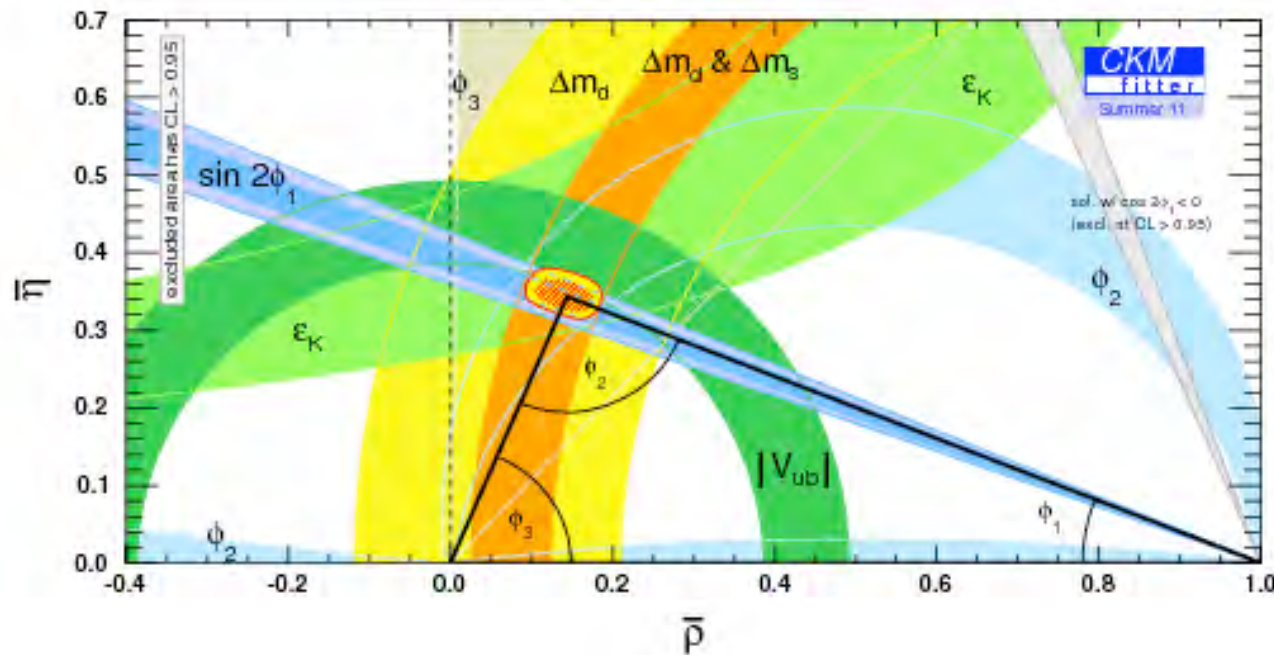
$$B \rightarrow \pi\pi \quad B \rightarrow \rho\rho \quad B \rightarrow \rho\pi \quad B \rightarrow a_1\pi$$

Status: Weit fortgeschritten, Resultate für Winterkonferenzen vorgesehen.



Analyse des Zerfalls $B \rightarrow \omega K_S$ (BR, S_{CP} , A_{CP}) zur Bestimmung des CKM-Winkels ϕ_1 .

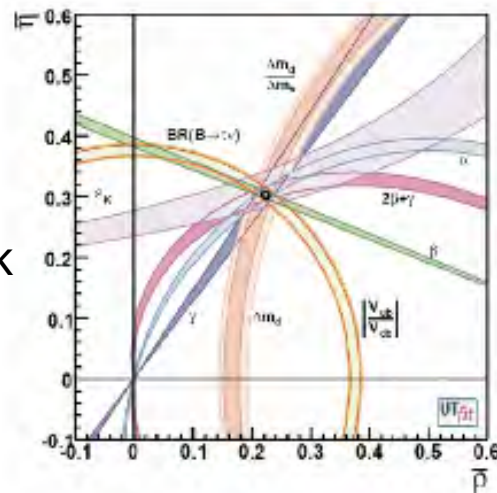
CKM-Matrix heute und nach Belle II



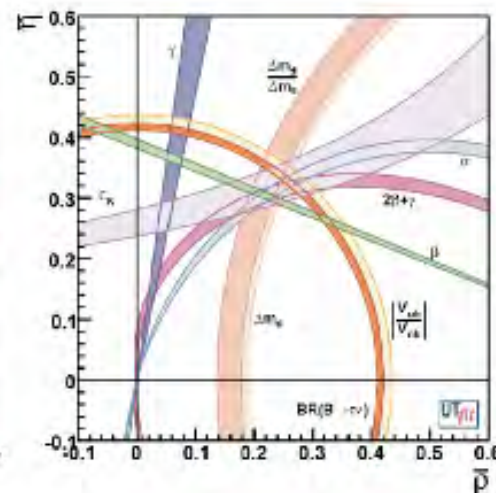
Heute:
Großer experimenteller Fortschritt in letztem Jahrzehnt. Keine signifikante Abweichung vom Standardmodell. Kommende und gehende 2-3 σ -Effekte bisher nicht signifikanter geworden.

Minimale SUSY muss sich schon sehr anstrengen (Parameterraum eingeschränkt).

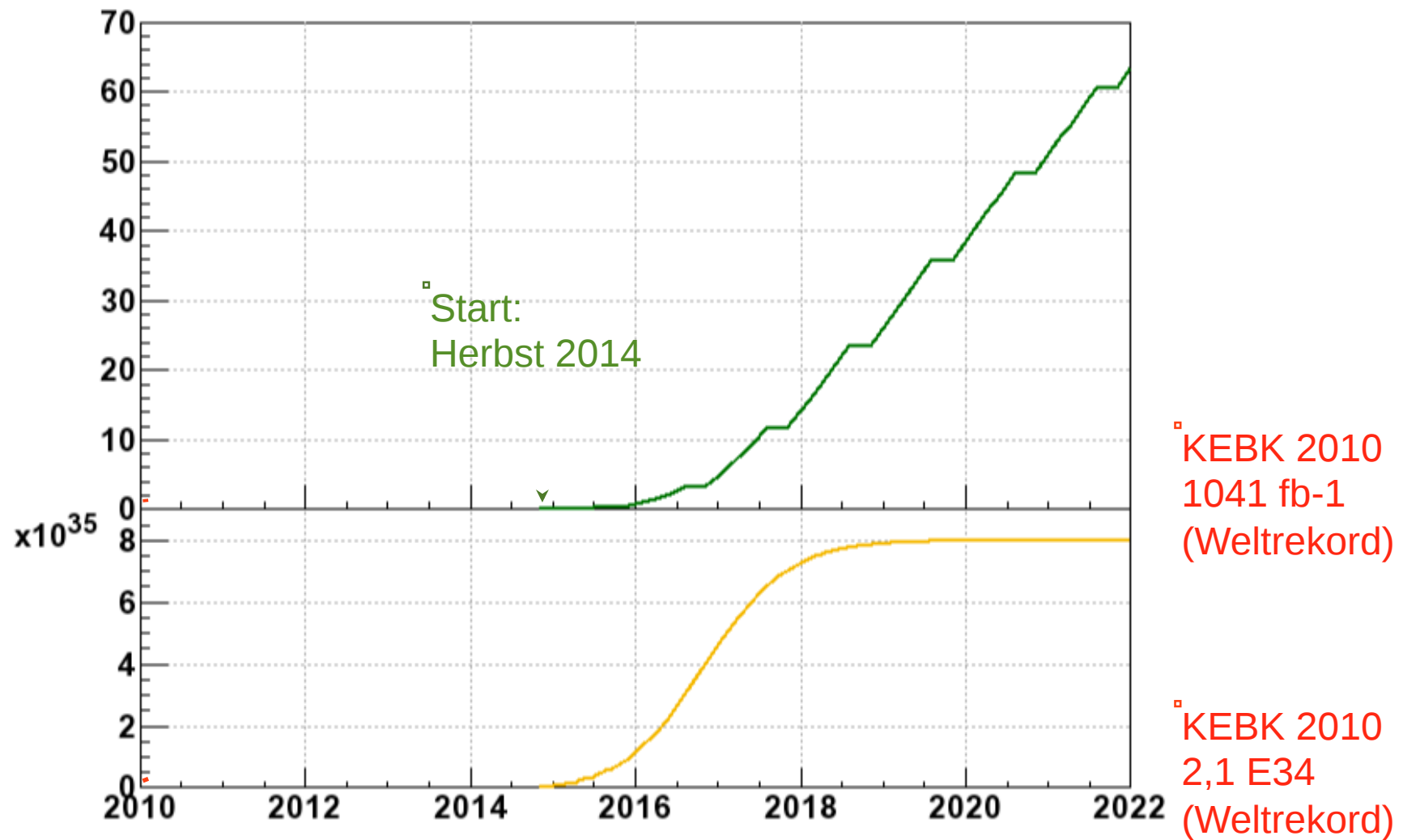
Szenario 2020
Standard-Modell:
ein perfektes Dreieck



Szenario 2020
neue Physik:
kein geschlossenes Dreieck



Super-KEKB Luminositätsplanung (vor Erdbeben)



Super-KEKB und Belle II werden gebaut!



Trotz Erdbebens: Finanzierung gesichert. Ein Jahr Verzögerung.
Grundsteinlegung gestern, 18.Nov. 2011. Start Physik: Ende 2015.

SuperKEKB and Belle II

Belle II

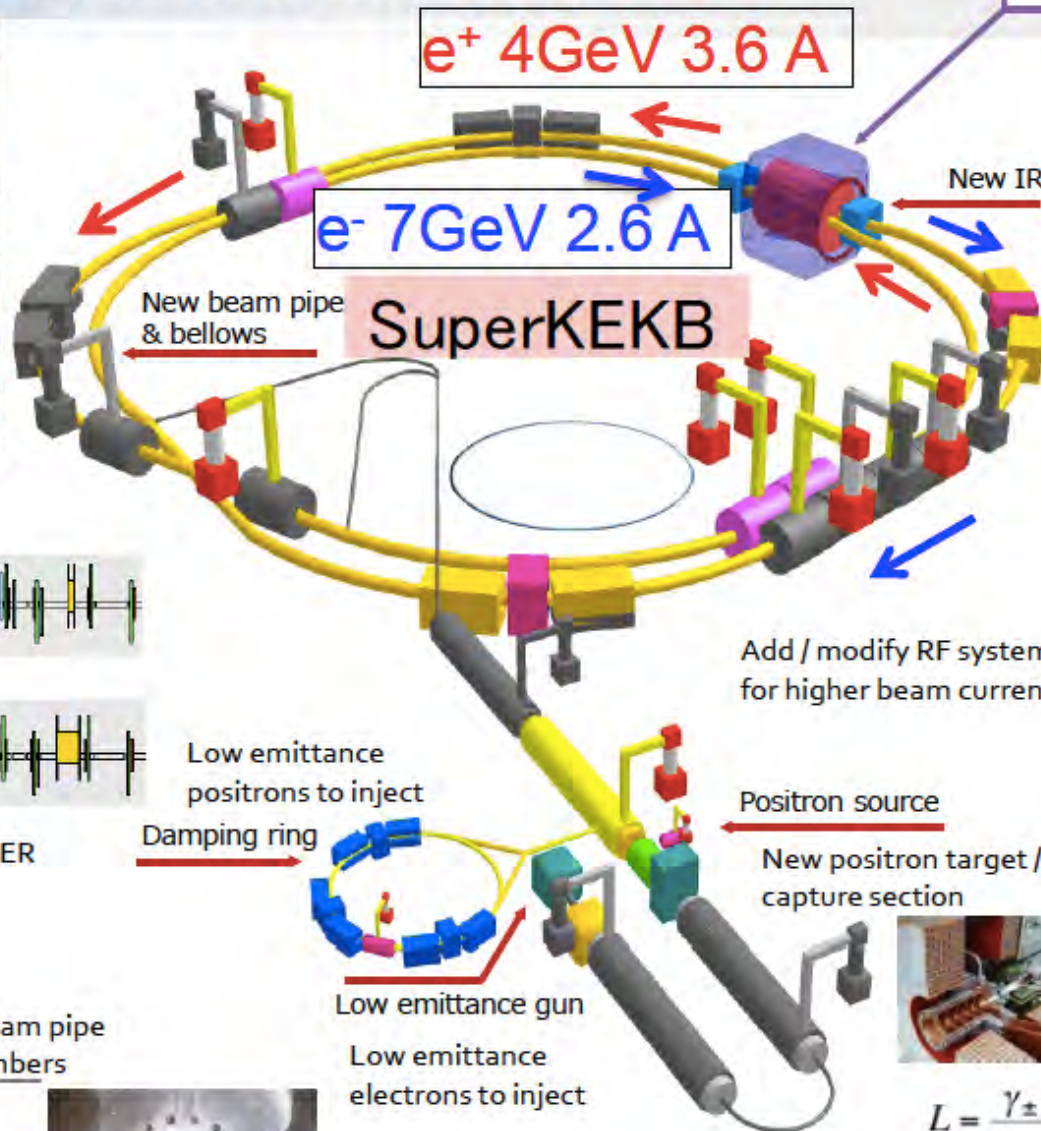
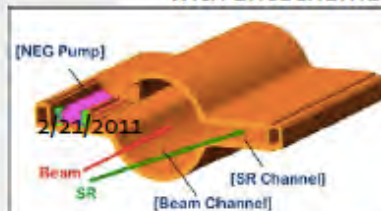


Replace short dipoles with longer ones (LER)



Redesign the lattices of HER & LER to squeeze the emittance

TiN-coated beam pipe with antechambers

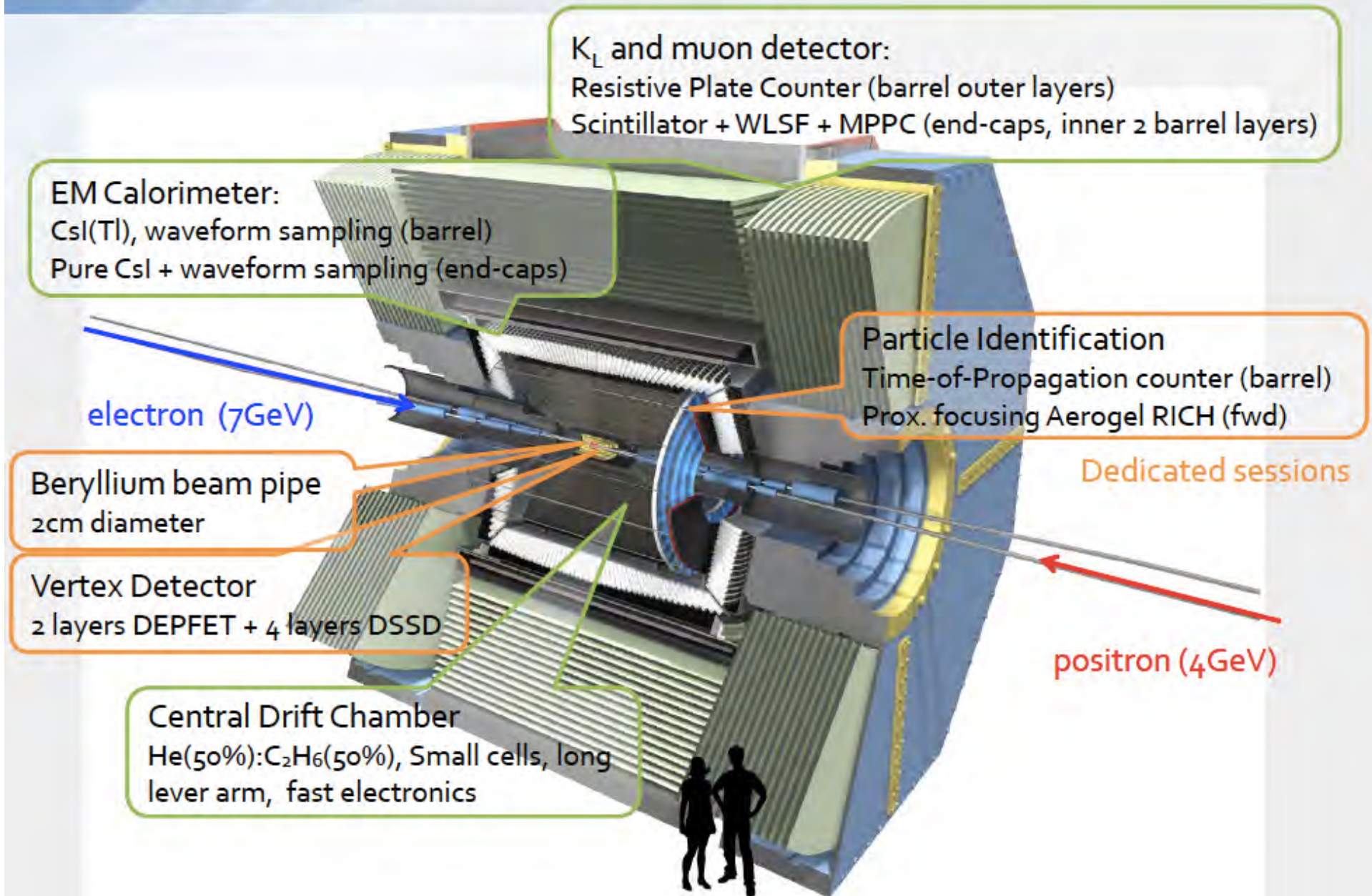


$$L = \frac{\gamma_{\pm}}{2e r_e} \left(1 + \frac{\sigma_y^*}{\sigma_x^*} \right) \frac{I_{\pm} \xi_{\pm y}}{\beta_y^*} \left(\frac{R_L}{R_y} \right)$$

Target: $L = 8 \times 10^{35} / \text{cm}^2 / \text{s}$



Belle II Detector



Deutsche Beteiligung an Belle II



- Belle II: Aktuell (11/2011) 419 Mitglieder aus 58 Instituten in 14 Ländern
- Deutsche Beteiligung: 79 Mitglieder aus 9 Instituten (nach Japan (121) größte Beteiligung)

Univ. Bonn (17)	KIT Karlsruhe (16)
DESY (5) neu!	LMU München (5)
Univ. Gießen (5)	MPI München (17)
Univ. Göttingen (4)	TU München (6)
Univ. Heidelberg (4)	

- Hauptaktivitäten:
- Hardware/Elektronik/DAQ/Software/Simulation für DEPFET-Pixel-Detektor
- Computing-Konzeption, Grid-Ressourcen, Software-Framework, Spurfindungs-Software, Fit-Software, Alignment, NeuroBayes-Anwendungen für PID, Flavour-Tagging, vollständige Rekonstruktion

DEPFET-Pixeldetektor für Belle II

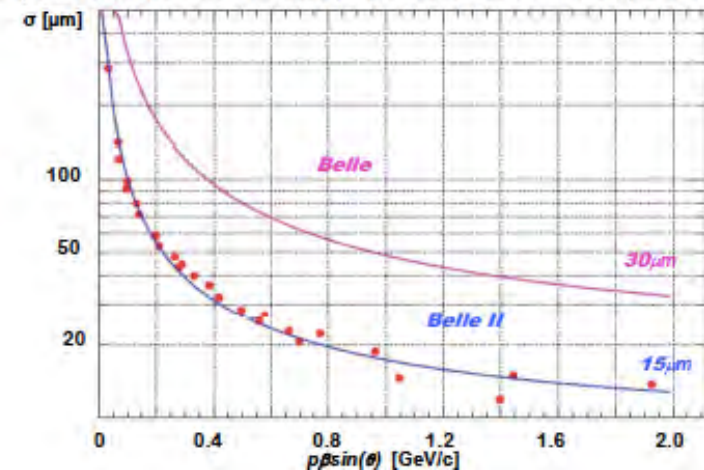


Gemeinsames Projekt aller beteiligten deutschen (+ einiger anderer) Gruppen aus der ursprünglich für die ILC R&D gegründete DEPFET-Kollaboration
Projektleiter: Ch. Kiesling (MPI)

Planung, Konstruktion, Mechanik, Kühlung, Halbleiterherstellung, Simulation, Auslese-Elektronik, Online-Datenreduktion, Tests, Rekonstruktion...

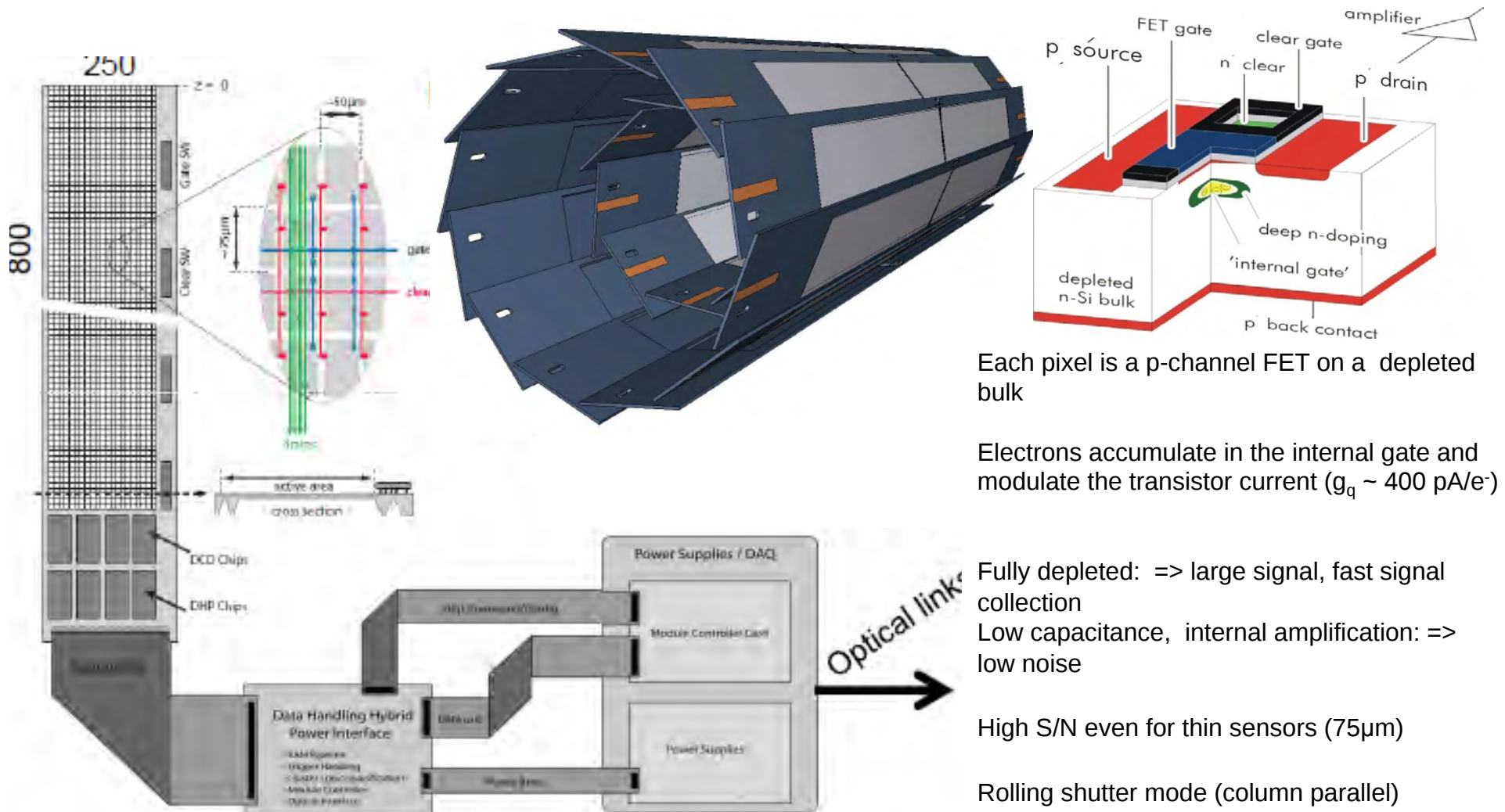


Expected impact parameter resolution (in z) of Belle II with the PXD compared to Belle.



DEPFET PXD Overview

2 layers: @1.4(2.2) cm Pixels: 50 x 50(75) μm 75 μm thick 0.20% X_0



Each pixel is a p-channel FET on a depleted bulk

Electrons accumulate in the internal gate and modulate the transistor current ($g_q \sim 400 \text{ pA/e}^-$)

Fully depleted: $\Rightarrow$ large signal, fast signal collection

Low capacitance, internal amplification: $\Rightarrow$ low noise

High S/N even for thin sensors (75 μm)

Rolling shutter mode (column parallel)

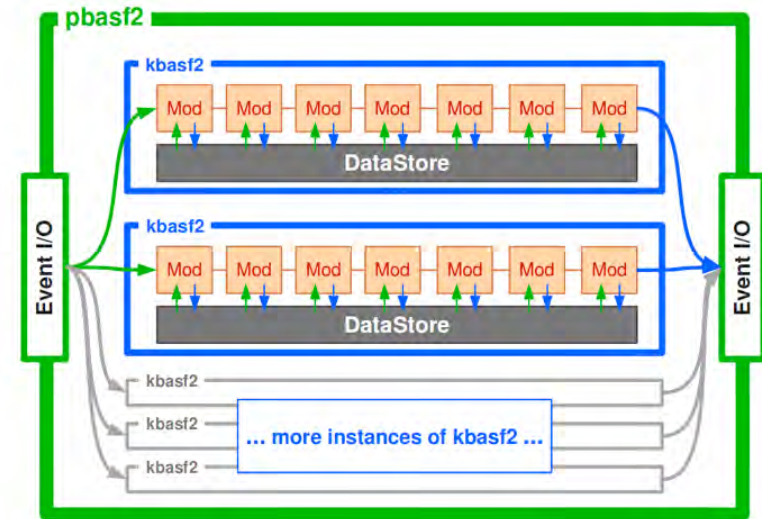
$\Rightarrow 20 \mu\text{s}$ frame readout time

$\Rightarrow$ Low power (only few lines powered)

Software-Vorbereitungen für Belle II



- Belle II Computing Coordinator:
Thomas Kuhr (KIT)
- „Internationalisierung“ und „Globalisierung“
→ u.a. Code Repositories und Grid-Fähigkeit
- Neuentwicklung des Belle II Software
Frameworks (BASF II): europäisches Projekt
Hauptakteure: MPI & KIT
- PXD- und SVD- Monte Carlo-Simulation (MPI)
- Spurrekonstruktion (Convenor: M. Heck (KIT)
(KIT, TU München, MPI, Wien)
- General Fitting Package GENFIT (TU München)
- Einführung von NeuroBayes und freie Lizenzen von Phi-T (via KIT)





Management-Positionen in Belle I und Belle II

- **Belle I:**
 - Anze Zupanc (KIT): Charm group convener
 - Phillip Urquijo (Bonn): CKM group convener
- **Belle II:**
 - Jeremy Dalseno (MPI): Dalitz proto physics group convener
 - Martin Heck (KIT): Tracking group convener
 - Christian Kiesling (MPI): DEPFET project leader
 - Christian Kiesling (MPI): Finance board member
 - Thomas Kuhr (KIT): Computing coordinator
 - Thomas Müller (KIT): Executive board member
 - Norbert Wermes (Bonn): Finance board member

Ein Teil der Analyseaktivität bei Belle I wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG unterstützt. Vielen Dank!



Die an Bau und Vorbereitung des Belle II-Experiments beteiligten deutschen Universitätsgruppen werden vom BMBF unterstützt. Vielen Dank!





Deutschland am Tevatron



Für den relativ begrenzten finanziellen Einsatz haben die deutschen CDF- und DØ-Beteiligungen sehr erfolgreich zu vielen physikalischen Erkenntnissen beigetragen und sich in eine hervorragende Startposition für die LHC- Experimente gebracht.

Die Aktivitäten laufen langsam aus. Es werden keine neuen Analysen mehr begonnen.



Deutschland bei Belle I / II



Für den bisher begrenzten finanziellen Einsatz und die relativ kurze Zeit seit Eintritt (<3 Jahre) haben die deutschen Beteiligungen an Belle und Belle II eine erfolgreiche Bilanz und großen Einfluss vorzuweisen. Nach Japan zweitgrößte Community.

MoU zwischen KEK und BMBF, DESY, MPG gestern unterzeichnet.

Mit dem sehr herausfordernden DEPFET-Pixeldetektor liefern die beteiligten Gruppen einen entscheidenden Hardwarebeitrag für Belle II. Belle II an der Super-KEKB B-Fabrik wird neben LHCb die Flavour-Physik in der zweiten Hälfte des Jahrzehnts dominieren.

Grundsteinlegung SuperKEKB / Belle II

18.11.2011



Unterzeichnung MoU zwischen KEK und BMBF, DESY, MPG

