

Berichte aus der Physik

Jan van Leusen

***CP*-Verletzung und long-distance Effekte
in radiativen *B*-Zerfällen**

D 82 (Diss. RWTH Aachen)

Shaker Verlag
Aachen 2004

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2004

Copyright Shaker Verlag 2004

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-3402-0

ISSN 0945-0963

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

In der vorliegenden Arbeit werden seltene Zerfälle aus dem Bereich der B -Meson-Physik diskutiert. Dabei wird das Hauptaugenmerk auf Zerfälle mit $b \rightarrow d$ -Übergang gelegt. Neben den bekannten short-distance Amplituden aus der effektiven Theorie in Kombination mit Bremsstrahlungsamplituden in radiativen Zerfällen werden mögliche long-distance Effekte eingeführt, die durch hadronische Zwischenzustände in Form von $D\bar{D}$ -Mesonen generiert werden. Die Modelle werden auf Verzweigungsverhältnisse, CP -Asymmetrien, Stokesvektorkomponenten und Vorwärts-Rückwärtsasymmetrien untersucht.

Für den Zerfall $\bar{B}^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ wird das Modell aus der QCD-Faktorisierung diskutiert und mit den aktuellen Ergebnissen aus den Experimenten verglichen. Durch eine final-state Wechselwirkung in Form einer Mischung von $\pi\pi \leftrightarrow D\bar{D}$ gleichen Isospins wird ein Modell vorgestellt, das die experimentellen Beobachtungen zu den $B \rightarrow \pi\pi$ -Zerfällen beschreiben kann.

Im weiteren Verlauf der Arbeit werden radiative Zerfallskanäle untersucht. Neben den CP -Asymmetrien wird außerdem der Stokesvektor $\vec{S}$ des Photons betrachtet. Zusätzlich zu dem effektiven short-distance Pinguinoperator $\mathcal{O}_7$ wird dem Modell für den Zerfall $\bar{B}^0 \rightarrow \rho^0\gamma$ ein long-distance Beitrag in Form eines Dreiecksloops mit $D\bar{D}$ -Zwischenzuständen hinzugefügt. Mittels einer Dispersionsrelation können sowohl der Imaginär- als auch der Realteil ohne Divergenzen berechnet werden. Neben einer anderen CKM-Struktur erzeugt diese Art von Beitrag eine große dynamische Phase. Die long-distance Amplitude wird mit einem Parameter ξ variiert, um anderen möglichen Zwischenzuständen wie DD^* Rechnung zu tragen. In Abhängigkeit von dieser Variation kann es zu einer großen CP -Verletzung kommen. Auf die Stokesvektorkomponenten hat die long-distance Amplitude ebenfalls einen Einfluss. Die beiden Stokeskomponenten S_1 und S_3 können indirekt im Zerfall $\bar{B}^0 \rightarrow \pi^+\pi^-e^+e^-$ gemessen werden. Durch $S_1 \neq 0$ wird dort ein T -ungerader Effekt generiert. Die Überlegungen werden auf den Zerfall $\bar{B}^0 \rightarrow K^*\gamma$ übertragen.

Die Amplitude für den Zerfall $\bar{B}^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ wird in drei Anteile aufgeteilt: Bremsstrahlungs-, Kontinuums- und ρ -Anteil. Der Bremsstrahlungsanteil wird aus der Amplitude des Zerfalls $\bar{B}^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ bestimmt und dominiert die Region für niedrige Photonenergien. Der ρ -Anteil wird aus dem short-distance Hamiltonoperator für $b \rightarrow d\gamma$ zusammen mit einem long-distance Beitrag von der Form $B \rightarrow D\bar{D} \rightarrow \rho\gamma$ gewonnen. Dieser Anteil dominiert die Region für hohe Photonenergien um den ρ^0 -Pol. Basierend auf dem effektiven Operator $\mathcal{O}_7$ wird der Kontinuumsanteil berechnet. Die sich daraus ergebenden elektrischen und magnetischen Amplitudenanteile werden in einer Multipolentwicklung dargestellt. Aufbauend aufeinander werden zunächst die Interferenzen von Bremsstrahlungs- und ρ -Anteil ohne long-distance Beitrag sowie von Bremsstrahlungs- und Kontinuumsanteil getrennt voneinander in der QCD-Faktorisierung und im $\pi\pi \leftrightarrow D\bar{D}$ -Mischungsmodell diskutiert. Das Kapitel schließt mit einer Diskussion aller drei Anteile. Untersucht werden Branchingratios, Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrien, CP -Asymmetrien und Stokesvektorkomponenten.

Der Zerfall $\bar{B}^0 \rightarrow \pi^+\pi^-e^+e^-$ wird für den $\pi\pi$ -Zustand auf der ρ^0 -Resonanz diskutiert. In dem long-distance Beitrag von $\bar{B}^0 \rightarrow \rho^0\gamma$ wird der aufgrund des Vierteilchenendzustands mögliche variable elektromagnetische Formfaktor für D -Mesonen zusätzlich implementiert. Durch eine Messung der differentiellen Zerfallsrate bzgl. des Winkels zwischen der π -Mesonen- und Leptonenebene können die Stokeskomponenten S_1 und S_3 aus dem Zerfall $\bar{B}^0 \rightarrow \rho^0\gamma$ indirekt beobachtet werden. Abschließend wurde analog der Zerfall $\bar{B}^0 \rightarrow \pi^+K^-e^+e^-$ hervorgehend aus $\bar{B}^0 \rightarrow K^*\gamma$ berechnet.