

# Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

Anja Beck

Lehrstuhl für Theoretische Physik IV  
Fakultät Physik  
Technische Universität Dortmund

1. August 2017

2017-07-24

## Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

Anja Beck

Lehrstuhl für Theoretische Physik IV  
Fakultät Physik  
Technische Universität Dortmund

1. August 2017

# Inhalt

- 1 Einführung
- 2 Flavour-Mischung
- 3 Verwendeter Formalismus
- 4 Neue Wechselwirkung
- 5 Ergebnisse
- 6 Bibliographie

2017-07-24

## Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

### Inhalt

- 1 Einführung
- 2 Flavour-Mischung
- 3 Verwendeter Formalismus
- 4 Neue Wechselwirkung
- 5 Ergebnisse
- 6 Bibliographie

# „Entdeckung“ Dunkler Materie

- Menschen schauen schon immer in den Himmel.
- Großteil dessen was das Universums ausmacht ist unbekannt. (Daten ESA, Planck Colaboration)
- Dunkle Materie als Lösung für zu schnelle Galaxien.

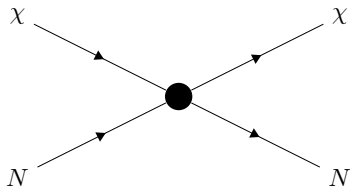


Abbildung: Direct Detection: Streuung eines DM-Teilchens am Atomkern.

2017-07-24

## Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

└ Einführung

└ „Entdeckung“ Dunkler Materie

- Menschen schauen schon immer in den Himmel.
- Großteil dessen was das Universums ausmacht ist unbekannt. (Daten ESA, Planck Colaboration)
- Dunkle Materie als Lösung für zu schnelle Galaxien.



Abbildung: Direct Detection: Streuung eines DM-Teilchens am Atomkern.

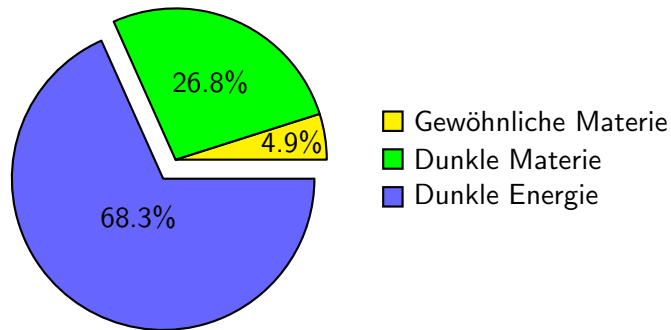


Abbildung: Energieverteilung im Universum (ESA, Planck Colaboration 2013)

2017-07-24

# Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

Einführung

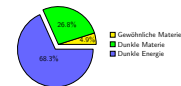


Abbildung: Energieverteilung im Universum (ESA, Planck Colaboration 2013)

# Flavour-Mischung

2017-07-24

Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark  
Matter

└─ Flavour-Mischung

└─ Flavour-Mischung

# Formalismus

2017-07-24

Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

└ Verwendeter Formalismus

└ Formalismus

# Neue Wechselwirkung

- Neue  $U(1)$ -Symmetrie mit Eichboson  $Z'$  [1]
- Unter der neuen Wechselwirkung geladene Teilchen:
  - Leptonen der zweiten und dritten Generation
  - Neue Quarks
  - Dunkle Materie [2]

2017-07-24

## Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

└─ Neue Wechselwirkung

└─ Neue Wechselwirkung

- Neue  $U(1)$ -Symmetrie mit Eichboson  $Z'$  [1]
- Unter der neuen Wechselwirkung geladene Teilchen:
  - Leptonen der zweiten und dritten Generation
  - Neue Quarks
  - Dunkle Materie [2]

# Kopplung der neuen Quarks an die SM-Quarks

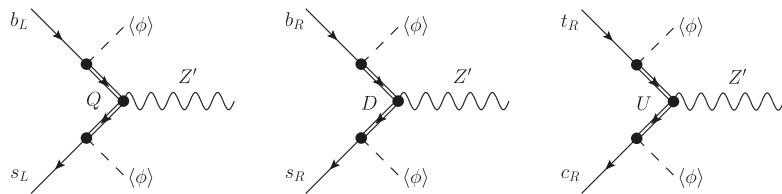


Abbildung: Wechselwirkung von SM-Quarks mit dem Eichboson  $Z'$  (aus [1])

## Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

└ Neue Wechselwirkung

└ Kopplung der neuen Quarks an die SM-Quarks

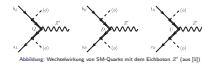


Abbildung: Wechselwirkung von SM-Quarks mit dem Eichboson  $Z'$  (aus [1])



# Beschränkung der Parameter

Zerfall  $B \rightarrow K\bar{l}l$

$$540 \text{ GeV} \lesssim \frac{m_{Z'}}{g'} \lesssim 4.9 \text{ TeV}$$

2017-07-24

Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

└ Neue Wechselwirkung

└ Beschränkung der Parameter

$$540 \text{ GeV} \lesssim \frac{m_{Z'}}{g'} \lesssim 4.9 \text{ TeV}$$

# Beschränkung der Parameter

Relic Density

$$m_{Z'} \approx 2m_\chi$$

2017-07-24

Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark  
Matter  
└─ Neue Wechselwirkung  
└─ Beschränkung der Parameter

$$m_{Z'} \approx 2m_\chi$$

# Beschränkung der Parameter

Direct Detection

$$10 \text{ GeV} \lesssim m_{Z'} \lesssim 46 \text{ GeV}$$

$$2 \cdot 10^{-3} \lesssim g' \lesssim 10^{-2}$$

2017-07-24

## Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

└ Neue Wechselwirkung

└ Beschränkung der Parameter

$$10 \text{ GeV} \lesssim m_{Z'} \lesssim 46 \text{ GeV}$$
$$2 \cdot 10^{-3} \lesssim g' \lesssim 10^{-2}$$

# Schranken aus dem $B$ -Zerfall

Real- und Imaginärteil variabel

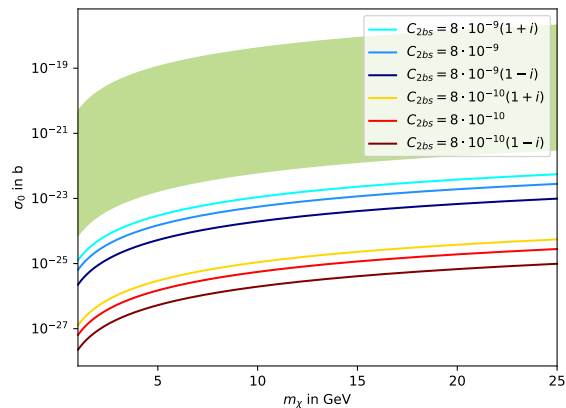


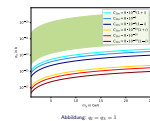
Abbildung:  $q_l = q_\chi = 1$

2017-07-24

## Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

Ergebnisse

Schranken aus dem  $B$ -Zerfall



# Schranken aus dem $B$ -Zerfall

Real- und Imaginärteil variabel

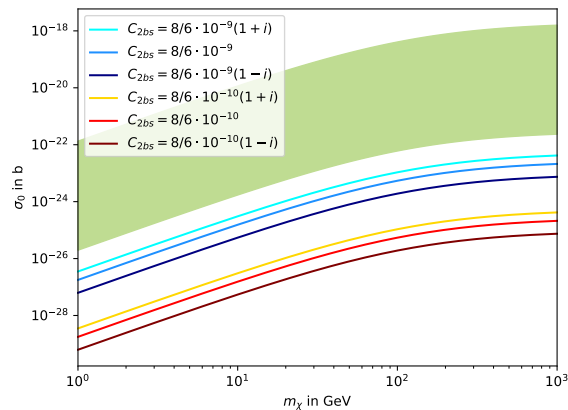


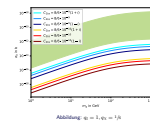
Abbildung:  $q_l = 1, q_\chi = 1/6$

2017-07-24

## Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

Ergebnisse

Schranken aus dem  $B$ -Zerfall



# Schranken aus dem $B$ -Zerfall

Fester Realteil, variabler Imaginärteil

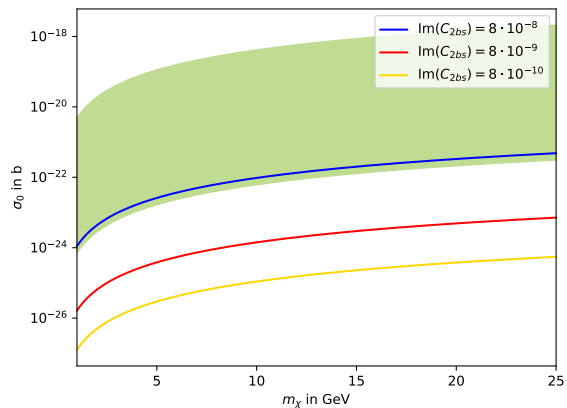


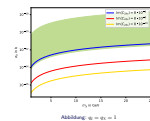
Abbildung:  $q_l = q_\chi = 1$

2017-07-24

## Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

Ergebnisse

Schranken aus dem  $B$ -Zerfall



# Schranken aus dem $B$ -Zerfall

Fester Realteil, variabler Imaginärteil

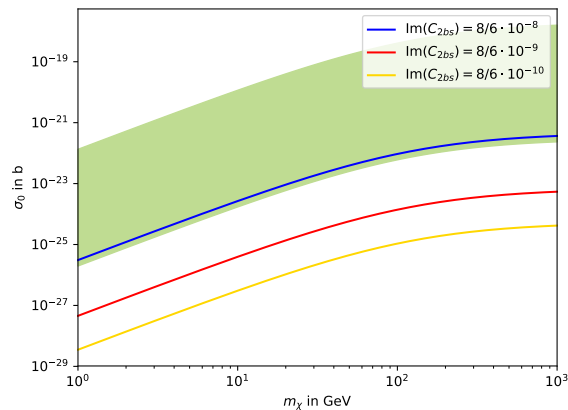


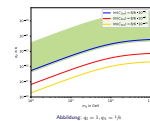
Abbildung:  $q_l = 1, q_\chi = 1/6$

2017-07-24

## Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

Ergebnisse

Schranken aus dem  $B$ -Zerfall



# Schranken aus der Relic Density

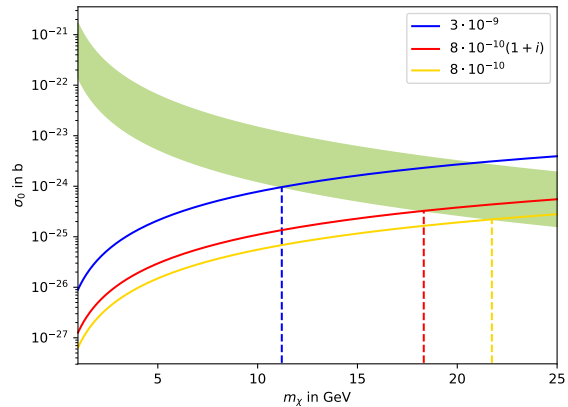


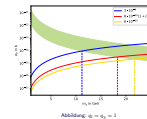
Abbildung:  $q_l = q_\chi = 1$

2017-07-24

Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

Ergebnisse

Schranken aus der Relic Density





# Schranken aus der Relic Density

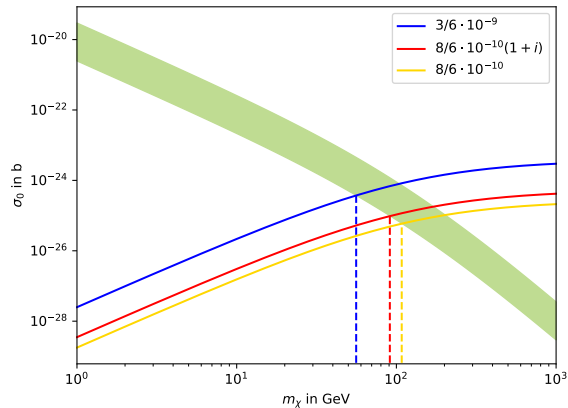


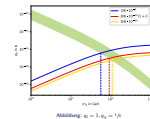
Abbildung:  $q_l = 1, q_\chi = 1/6$

2017-07-24

Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

Ergebnisse

Schranken aus der Relic Density



## Bibliographie



W. Altmannshofer, S. Gori, M. Pospelov und I. Yavin.  
*Dressing  $L_\mu - L_\tau$  in Color.* 2016. arXiv: 1403.1269v3  
[hep-ph].



W. Altmannshofer, S. Gori, S. Profumo und F. S. Queiroz.  
*Explaining Dark Matter and B Decay Anomalies with an  
 $L_\mu - L_\tau$  Model.* 2017. arXiv: 1609.04026v2 [hep-ph].

2017-07-24

## Flavour Mixing Effects in the Direct Detection of Dark Matter

└ Bibliographie

└ Bibliographie

- W. Altmannshofer, S. Gori, M. Pospelov und I. Yavin.  
*Dressing  $L_\mu - L_\tau$  in Color.* 2016. arXiv: 1403.1269v3  
[hep-ph].
- W. Altmannshofer, S. Gori, S. Profumo und F. S. Queiroz.  
*Explaining Dark Matter and B Decay Anomalies with an  
 $L_\mu - L_\tau$  Model.* 2017. arXiv: 1609.04026v2 [hep-ph].