

### Aufgabe 1: Physikalische Level-Zwei-Zustände

Unter welchen Bedingungen an  $\beta$  und  $\epsilon$  (mit  $a = 1$  in der Massenschalen-Bedingung) ist ein allgemeiner Level-Zwei-Zustand

$$|\beta, \epsilon, k\rangle := (\beta_{\mu\nu}\alpha_{-1}^\mu\alpha_{-1}^\nu + \epsilon_\mu\alpha_{-2}^\mu)|k\rangle \quad (1)$$

ein physikalischer Zustand?

### Aufgabe 2: Marginale Zustände auf Level zwei

Marginale Zustände  $|spur\rangle = |\beta_{spur}, \epsilon_{spur}, k\rangle$  bilden einen Unterraum innerhalb aller Level-Zwei-Zustände. Dieser wird aufgespannt von

$$L_{-1}\lambda \cdot \alpha_{-1}|k\rangle \quad \text{und} \quad (L_{-2} + \gamma L_{-1}^2)|k\rangle. \quad (2)$$

Drücken Sie  $\beta_{spur}$  und  $\epsilon_{spur}$  durch  $\lambda$  und  $\gamma$  aus.

### Aufgabe 3: Null-Zustände auf Level zwei

Unter welchen Bedingungen an  $\lambda, \gamma$  und  $D$  sind die marginalen Zustände aus Aufgabe 2 physikalisch, d.h. Null-Zustände?