

**Problem 4.1** – Mastergleichung für Kopplung an dephasierende Umgebung (20 points)

Dies ist eine etwas ausführlichere Aufgabe, die Sie elektronisch abgeben. Benutzen Sie eine der Formatvorlagen aus Blatt 01 und reichen Sie ein vollständiges “Päckchen” aus Quelltext (etwa .tex) und eventuell erforderlichen Dateien (etwa .cls, .bbl) ein. Details zur Abgabe (als Anhang einer Nachricht oder Hochladen über PULS) können Sie bei H. Haakh erfragen. Sprache: deutsch oder englisch.

(1) Fassen Sie die Überlegungen zusammen, die hinter der Mastergleichung der Quantenoptik in Born-Markov-Näherung stehen: was ist mit “System” gemeint? wie geht das “Bad” ein? welche Bedeutung haben die Namen “Born” und “Markov” für die Herleitung der Mastergleichung?

(2) Betrachten Sie genauer das Beispiel eines Zwei-Niveau-Systems, das an eine dephasierende Umgebung koppelt:

$$V = \sigma_3 B \quad (4.1)$$

(übliche Notation der Vorlesung, kein Laserfeld). Führen Sie die Berechnung der dissipativen Terme in der Mastergleichung (Lindblad-Form) sowie eventuell der Frequenz- und Energie-Verschiebungen durch. Nehmen Sie zur Vereinfachung an, dass sich die Umgebung in einem thermischen Zustand befindet derart, dass

$$\lim_{\omega \rightarrow 0} \bar{n}(\omega) J(\omega) = \Gamma > 0 \quad (4.2)$$

wobei  $J(\omega)$  die spektrale Dichte der Kopplung an die Umgebung und  $\bar{n}(\omega)$  die Bose-Einstein-Verteilung ist.

(3) Nehmen Sie an, dass die Mastergleichung den Lindblad-Operator  $L = L^\dagger = \sqrt{\Gamma} \sigma_3$  enthält. Berichten Sie, wie die Bewegungsgleichungen für die diagonalen und nicht-diagonalen Elemente des Dichteoperators aufgestellt und gelöst werden.