

# QUANTENOPTIK

---

## Übungsserie 3

Sommersemester 19  
Abgabe am 13.05.2019

Andrey Surzhykov  
Robert Müller

---

### Aufgabe 1 (*Fockzustände*)

(2 Punkte)

- (a) Berechnen Sie den Erwartungswert des elektrischen Feldoperators für eine einzelne Mode  $\mathbf{k}$

$$\hat{E}(\mathbf{r}, t) = i\sqrt{\frac{\hbar\omega}{2\varepsilon_0 V}} (\hat{a}e^{i(\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}-\omega t)} - \hat{a}^\dagger e^{-i(\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}-\omega t)})$$

bezüglich eines Photonenzahlzustands  $\langle n | \hat{E}(\mathbf{r}, t) | n \rangle$ . Berechnen Sie außerdem die Varianz des elektrischen Feldes  $\langle \Delta \hat{E}(\mathbf{r}, t) \rangle_0^2 = \langle \hat{E}(\mathbf{r}, t)^2 \rangle_0 - \langle \hat{E}(\mathbf{r}, t) \rangle_0^2$  bezüglich des Vakuumzustandes  $|0\rangle$ .

- (b) Begründen Sie, warum Fockzustände kein wohl definiertes elektrisches Feld haben können.

### Aufgabe 2 (*Glauberzustände*)

(3 Punkte)

Zeigen Sie, dass ein Fockzustand einem Kreisring im Raum der kohärenten Zustände entspricht.

### Aufgabe 3 (*Minimale Unsicherheit*)

(2 Punkte)

Zeigen Sie, dass die Varianz des elektrischen Feldes eines kohärenten Zustandes den Vakuumfluktuationen entspricht.

### Aufgabe 4 (*Erwartungswert*)

(3 Punkte)

Berechnen Sie den Erwartungswert der Photonenzahl eines kohärenten Zustandes.