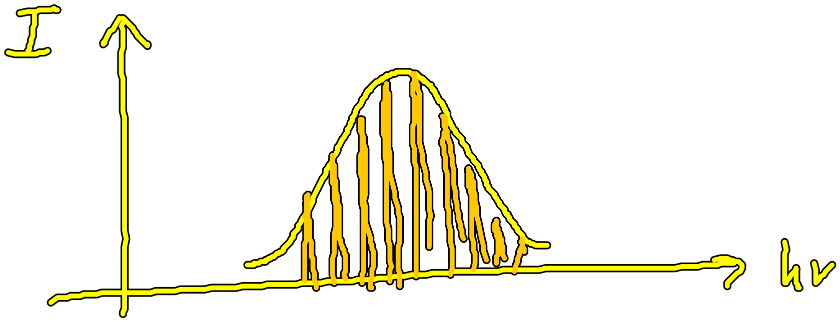
# 6 Quantenoptik




$$[c, c^+] = 1 \Rightarrow c c^+ = + c^+ c + 1 \quad , (c^+)^+ = c$$

$$\boxed{c^+ c \phi = \alpha \phi} \Rightarrow c c^+ c \phi = \alpha c \phi = c^+ c c \phi + c \phi = \alpha c \phi$$

$$\Rightarrow c^+ c (c\phi) = (\alpha - 1) c \phi$$

wenn $\phi$ EF von $c^+c$ zum EV $\alpha$ ist $\Rightarrow$ $c\phi$ ist EF zum EW $\alpha-1$

$n \in \mathbb{N}$ : $c^n \phi$ EF zum EW $\alpha - n$

$$\langle c\phi | c\phi \rangle = \langle \phi | c^+ c | \phi \rangle = \langle \phi | \alpha | \phi \rangle = \alpha \geq 0 \quad , \langle \phi | \phi \rangle = 1$$

$\Rightarrow$ zu jedem $\alpha$ $\exists$ ein $n \in \mathbb{N}$ mit $c^n \phi$ EF zum EW $\alpha - n$
aber $c^{n+1} \phi = 0$

$$c^+ c\, c^n \phi \sim c^+ c (\alpha - n) \phi = 0 \Rightarrow \alpha = n$$

$$= c^+ c^{n+1} \phi = 0 \Rightarrow c^+ c |n\rangle = n |n\rangle$$

aus der Normierung

$$c|n\rangle = \sqrt{n}\, |n-1\rangle$$
$$c^+ |n\rangle = \sqrt{n+1}\, |n+1\rangle$$

$$\Bigg\} \langle n, n' \rangle = \delta_{nn'}$$