# Mathematische Ergänzungen zur Quantenphysik (EP3)

WS 2018/2019

**http://www.physik.uni-kl.de/eggert/erg3/**

## Vorlesungen und Übungen im Wechsel:

Do 11:45-13:15 in 46-308

Sebastian Eggert, Büro: 46-551, Tel.: 205-2375
Martin Bonkhoff, Büro: 46-554, Tel.: 205-2299

**Literatur:** Die Vorlesung folgt den ersten Kapiteln aus

R. Shankar: Principles of Quantum Mechanics (Springer)

**Benotung:** Allgemein gilt: 4=40-54%, 3=55-69%, 2=70-84%, 1=85-100% der mögl. Punkte.

1) Übungen — 1-4 Übungsaufgaben pro Woche. Alle Aufgaben werden benotet. Wichtiger Teil des Kurses, denn: „*Wer nichts tun kann, versteht nichts*" (Paracelsus). Zulassung zur Klausur (Modulprüfung) bei 50% der Punkte.

2) Modulprüfung — Normalerweise zusammen mit Klausur der Experimentalphysik 3 am 9.2.2019

## Inhalt:

1) 25.10.2018 Komplexe Vektorräume. Basis.
2) 15.11.2018 Skalarprodukt. Lineare Abbildungen.
3) 29.11.2018 Operatoren
4) 13.12.2018 Eigenwertprobleme
5) 10.01.2019 Diagonalisierung von Matrizen. Funktionen von Operatoren. Kommutierende Operatoren.
6) 24.01.2019 Symmetrien. Unschärfe. Funktionenraum.
7) 07.02.2019 Kontinuierliche Hilberträume mit unendlichen Dimensionen. Produkträume.

# Vorlesungen:

**Donnerstag, 25.10.:** Komplexe Vektorräume. Basis.

# Webseite: http://www.physik.uni-kl.de/eggert/erg3/

# Lektüre:

Kapitel über komplexe lineare Vektorräume und Unterräume
(z.B. Shankar Kap.1.1-1.4)

# Übungen:

Einzureichen bis Mo, 5.11.2018 12:00 in Fach neben 46-594. Jeweils 10 Punkte.

1.) Betrachte geordnete Paare von Zahlen $(a,b)$, die folgende Regeln zur Addition und skalarer Multiplikation folgen: $(a,b)+(c,d) = (a+c,\ b+d)$ und $\alpha(a,b)=(\alpha a,\ \alpha b)$ wobei $a$, $b$, $c$, $d$ und $\alpha$ reell sein sollen. Prüfe ob die Definition für Vektorräume erfüllt ist für Paare $(a,b)$ die jeweils folgende Bedingung erfüllen:

a.) $a$, $b$, $\alpha$ beliebig
b.) $a$, $b$, $\alpha$ positiv
c.) $a=-b$, $\alpha$ beliebig
d.) $a$, $b$, $\alpha$ ganzzahlig
e.) $a$, $\alpha$ beliebig, $b=0$
f.) $a$, $\alpha$ beliebig, $b=1$

2.) Benutze die Definition für lineare Vektorräume um zu zeigen, dass

a.) $0|a\rangle = \vec{0}$ für alle $|a\rangle$
b.) $\alpha\vec{0} = \vec{0}$
c.) $\alpha|a\rangle = -|a\rangle$ (inverser Vektor) falls $\alpha = -1$. Gilt der Umkehrschluss?

3.) Prüfe ob folgende Mengen von reellen 3-Tupeln linear unabhängig sind:

a.) $\{(1,1,0),(1,0,1),(3,2,1)\}$
b.) $\{|a\rangle,\vec{0},|b\rangle\}$
c.) $\{(1,1,0),\ (1,0,1),\ (0,1,1)\}$

4 a) Zeige, dass die Polynome bis zur Ordnung $x^4$ einen komplexen Vektorraum bilden. Was sind geeignete Additions- und skalare Multiplikationsregeln?

b) Finde eine Basis für diesen Vektorraum. Welche Dimension hat der Vektorraum?

c) Zeige, dass $\langle P_a | P_b \rangle \equiv \int_{-1}^{1} dx\, P_a^*(x) P_b(x)$ der Definition eines Inneren Produktes genügt.

d) Finde eine orthonormale Basis mit Hilfe dieses Inneren Produktes.

e) Stelle das Polynom $P(x)=1-4\,x^2+x^4$ in der orthonormalen Basis dar.