Quanteninformation

Harald Rieder, 2017

Inhalt

[Mathe-Auffrischung 1](#_Toc473652430)

[Lineare Algebra 1](#_Toc473652431)

[Analysis 1](#_Toc473652432)

[Komplexe Zahlen 1](#_Toc473652433)

# Mathe-Auffrischung

## Lineare Algebra

Rechnen mit Matrizen, Skalarprodukt, Tensorprodukt, Vektorprodukt (auch in Variante mit asym. Tensor)

Nicht jede Matrix ein Tensorprodukt, doch jede in Summe aus Tensorprodukten entwickelbar. => Verschränkung

Besondere Matrizen: orthogonale (Erhaltung Skalarprodukt), symmetrische, Zshg. mit Determinante

Transformation von Matrizen aus Transformation von Vektoren

Funktionen von Matrizen über Potenzreihe, e hoch Matrix, ln Matrix

Eigenwerte

Physik: Unterscheidung zwischen Vektoren und ihren Darstellungen, Beispiel Drehungen und Transl.

## Analysis

Funktionen sind auch nur unendlich dichte Zahlentupel

Distributionen: Delta-Distribution

Funktionen als Vektoren, Beispieldef. Skalarprodukt

Nicht jede F. mehrerer Veränderlicher ein Produkt aber entwickelbar. => Verschränkung

Partielle Ableitungen, e hoch Differentialoperator

Integrale mit Delta-Distribution

Lineare Differentialgleichungen mit Eigenwerten

Nichtlineare versus lineare DGL

## Komplexe Zahlen

Definition, Rechenregeln

Andere Darstellung der Algebra durch Matrizen, Beispiel Wikipedia

* Es geht um die Algebra.

Physik: wir müssen die Imaginärteile immer irgendwie loswerden: Beispiel E-Technik, Skalarprodukt QT

Polardarstellung, Drehung in der komplexen Ebene

Trigonometrische Funktionen und e-Funktion

[Quaternionen und Dirac-Matrizen, Clifford-Algebren]

## Gruppen

Definition

## Vektorräume

# Hilberträume

# Shannonsche Informationstheorie

# Philosophischer Ausflug

# Quantentheorie

* alles über 1 Kamm scheren: Hilbertraum und lineare Operatoren als abstraktes Modell für Funktionen/n-Tupel und lineare Differential- und Matrixoperatoren
* Die aufgrund der Linearität beliebige Zerlegbarkeit (freie Wahl der Basis), z.B. Fouriertransformation
* Eigenwerte linearer Operatoren
* Das Skalarprodukt. Die Zweischichtigkeit: linear und nichtlinear
* Produkträume, offene Quantensysteme, Dichteoperatoren, Verschränkung und Ganzheit
* halbklassisch, Korrespondenzprinzip
* es gibt eine absolute Zeit (passend zu unserer Alltagsvorstellung, erst mal ausreichend für Quantenrechner)
* Schrödingergleichung, Pauligleichung
* Beispiele (Wasserstoffproblem, harmonischer Oszillator)
* Die unitäre Zeitentwicklung: „es geschieht nichts“ (Heisenberg). Integration der Schrödingergleichung.

# Interpretationen der Quantentheorie

* Das Messproblem: seine Dreifaltigkeit und 2/3 Lösung durch Dekohärenztheorie
* Das verbleibende schlimme 1/3: die totlebendige Schrödingerkatze.
* Die Wahrscheinlichkeitsinterpretation (z.B. Stern-Gerlach-Experimente) mit Kollaps der Wellenfunktion
* Wigners Freund, Heisenbergsche Schnitte
* Die Viele-Welten-Interpretation („many minds“)
* [Die „shut up and calculate“ Interpretation]
* Es gibt keine Teilchen, es gibt keine Materiefelder, es gibt Symmetrien, mathematikartige Gesetze, Bewusstsein.

# Quanteninformation

* [Das Problem des Kontinuums mit der Information, die Willkür der Einteilung, absolute Information durch schwarze Löcher?]
* Q-Bit als kleinste sinnvolle Einheit, die Beziehung zwischen Q-Bit und klassischem Bit
* Q-Bit Beispiele (es gibt auch Q-Trits, …)
* Produkträume von Q-Bits und unitäre Zeitentwicklung = Quantenrechner
* In etwa bis zur Hälfte von <https://quantiki.org/wiki/basic-concepts-quantum-computation> oder Matthias Homeister

Literaturverweise und Aufgaben in den einzelnen Kapiteln