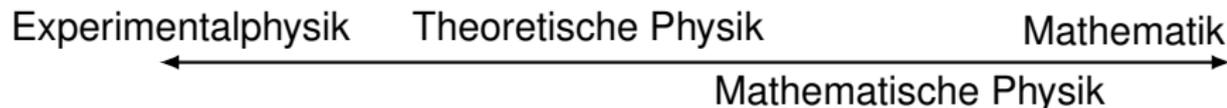


Wahlfachvorstellung Theoretische Physik und Mathematische Physik

Thomas Willwacher

ETH, 04.05.2022

- 1 Was ist theoretische/mathematische Physik?
- 2 Wieso? ... und für wen (und wen nicht)?
- 3 Kurze Vorstellung einiger Fächer



- Die Theoretische Physik strebt danach, in der Experimentalphysik gefundene empirische Ergebnisse theoretisch zu erklären und auf bekannte Gesetzmässigkeiten zurückzuführen.
- Die Mathematische Physik legt dabei Wert auf mathematische Strenge und auf das Verständnis der zu Grunde liegenden mathematischen Strukturen.

Kernfächer:

- Quantenmechanik I (HS, 10KP)
- Elektrodynamik (FS, 7KP)

Wahlfächer:

- Allgemeine Relativitätstheorie (HS, 10KP)
- Quantenfeldtheorie I (HS, 10KP) und II (FS, 10KP)
- Methoden der math. Physik II (FS, 6KP)
- Statistische Physik (HS, 10KP)
- Quantenmechanik II (FS, 10KP)
- Spezialvorlesungen

Achtung: Anrechenbarkeit jew. s. Vorlesungsverzeichnis

Wieso Theoretische/Mathematische Physik wählen?

- Enorme Breite und Vielfalt der wählbaren Fächer
- Sie benutzen Methoden und Theorien ganz verschiedener mathematischer Disziplinen
- Realitätsbezug und Anwendungen der Mathematik
- \Rightarrow Besseres Verständnis der Mathematik, mehr Sicherheit in ihrer Benutzung
- Sie gewinnen physikalische Intuition

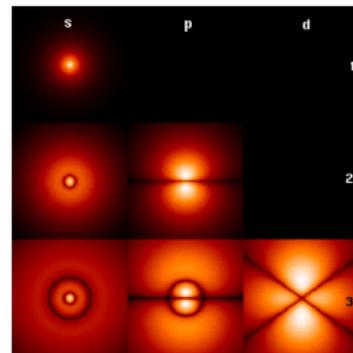
Für wen? Was sollten Sie mitbringen?

- Interesse an der Physik
- Interesse an mathematischer Breite
- Ggf. physikalisches Grundverständnis
- Ggf. spezifische mathematische Grundlagen
- Wenig Berührungsängste gegenüber “physikalischen Herleitungen”

Fragen (soweit)?

Teil 2: Vorstellung der einzelnen Fächer

- Beschreibung der Welt auf mikroskopischen Skalen (Quantentheorie) (I)
- Wellenfunktionen und Schrödingergleichung (I)
- Symmetrien (I)
- Mehrteilchensysteme (II)
- Aufbau des Atoms (II)



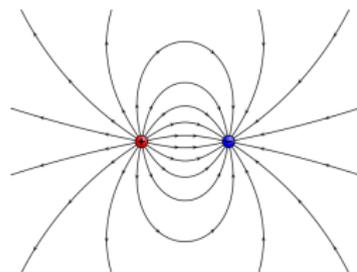
Mathematische Konzepte und Theorien:

- Hilberträume und Operatoren
- Gruppen- und Darstellungstheorie

Vorteilhafte Fächer (nicht zwingend benötigt):

- Funktionalanalysis
- MMP I und II bzw. Analysis III/IV
- Algebra bzw. Lie Gruppen (o.ä.)
- QM I für QM II

- Beschreibung von elektromagnetischen Feldern
- Maxwell-Gleichungen
- Elektrostatik
- Elektromagnetische Wellen
- Spezielle Relativitätstheorie



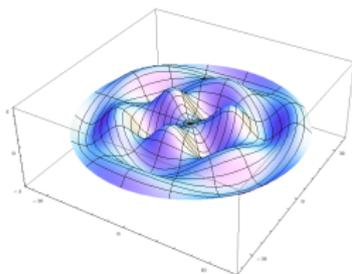
Mathematische Konzepte und Theorien:

- Harmonische Analyse, Fourier-Transformation, Kugelfunktionen
- Partielle Differentialgleichungen
- (Differentialgeometrie: Differentialformen, Zusammenhänge, Tensorkalkül)

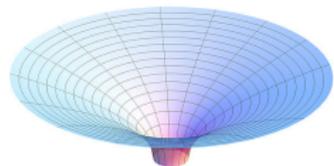
Vorteilhafte Fächer:

- MMP I (und II), Analysis IV

- Spezielle Funktionen, Eigenfunktionenentwicklung, harmonische Analyse (I)
- Fourierreihen (I)
- Partielle Differentialgleichungen (I)
- Lie Gruppen und Lie Algebren (II)
- Darstellungstheorie (II)



- Beschreibung des Gravitationsfeldes
- Einstein Gleichungen
- Wechselwirkung mit Materie
- Beispielprobleme (Schwarzschild Schwarzes Loch, Perihelpräzession)



Mathematische Konzepte und Theorien:

- Differentialgeometrie: Metriken, Zusammenhänge, Differentialformen und Tensoren, Krümmungstensor
- Partielle Differentialgleichungen

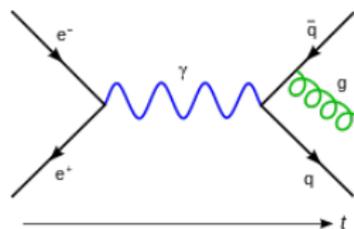
Vorteilhafte Fächer:

- Differentialgeometrie I und II

Quantenfeldtheorie I und II

- “Verheiratung” von Quantenmechanik und spezieller Relativitätstheorie
- Quantisierung von Feldtheorien (Bosonisch/Fermionisch)
- Teilchen als Anregungen von Feldern, und umgekehrt
- Elemente des Standardmodells: Eichtheorien, Quantenelektrodynamik, Symmetriebrechung
- Pfadintegral
- Renomierung
- Störungstheorie und Feynman-Diagramme

Viele Herleitungen nicht mathematisch streng, aber:
experimentell bestgeprüfte Theorie



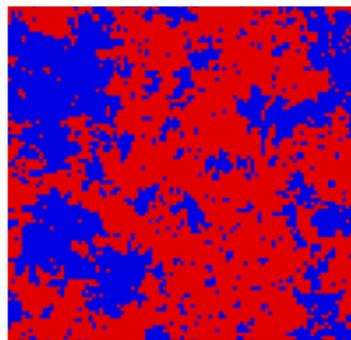
Mathematische Konzepte und Theorien:

- Lie Gruppen, Lie Algebren
- Hilberträume und Operatoren
- Zusammenhänge
- Störungstheorie: Taylor-Entwicklung, Wick's Theorem

Vorteilhafte Fächer:

- Elektrodynamik
- Quantenmechanik I und II
- MMP I und II / Analysis IV

- Beschreibung von “grossen” Systemen, die sich nicht sinnvoll exakt, sondern nur statistisch beschreiben lassen
- Thermodynamik
- Klassische und Quanten-statistische Physik, ideale Gase, Wechselwirkungen
- Phasenübergänge
- Magnetismus
- Renomierung



Mathematische Konzepte und Theorien:

- Wahrscheinlichkeitstheorie
- Hilberträume und Operatoren

Vorteilhafte Fächer:

- Wahrscheinlichkeit und Statistik
- Wahrscheinlichkeitstheorie