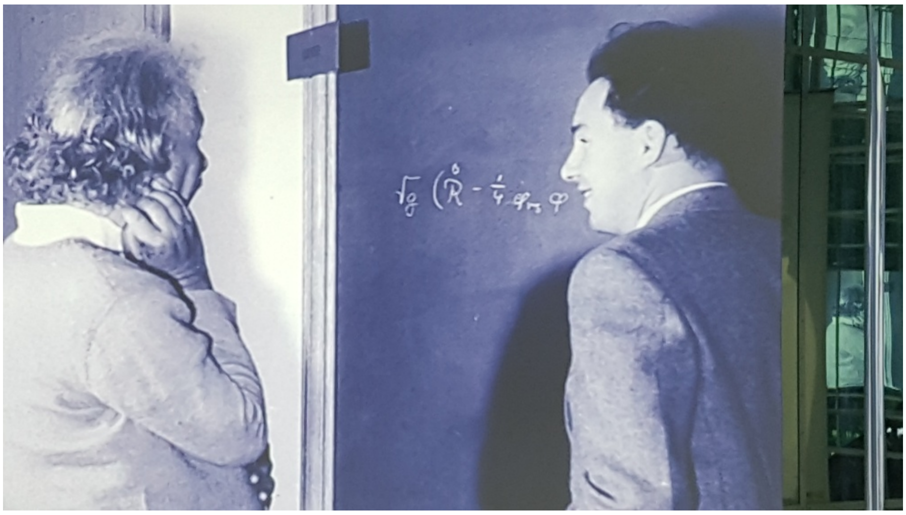
Merkblatt zur Vorlesung

Mathematische Methoden der Allgemeinen Relativitätstheorie (2+1)

im WS 2021/22



Einstein, Minkowski und die Einsteinsche Feldgleichung

(Quelle: Einstein Museum Bern)

Dozent: Prof. Dr. Andreas Bernig, Email bernig@math.uni-frankfurt.de, Raum 821, Robert-Mayer-Strasse 10 (Sekretariat Frau Habash, Raum 802)

Sprechstunde: Nur per Email und im OLAT-Forum

Webseite der Vorlesung: http://www.uni-frankfurt.de/fb/fb12/mathematik/an/bernig/index.html

Diese Vorlesung gehört zu den Modulen *Differentialgeometrie, BaM-DG* sowie *Geometrische Analysis, MaM-GA.*

In der Allgemeinen Relativitätstheorie werden der dreidimensionale Raum zusammen mit der Zeitkoordinate zu einer 4-dimensionalen Raumzeit verknüpft. Diese trägt eine pseudo-Riemannsche Metrik der Signatur (3,1). Die (zeitartigen) Geodätischen entsprechen den Lebenslinien von Teilchen. Gravitation wird durch die Krümmung des Raumes kodiert. Die Einsteinschen Feldgleichungen stellen eine Beziehung zwischen der Krümmung und der Masseverteilung her. Eine mathematische Herleitung dieser Gleichungen über die Variation der totalen Skalarkrümmung wird ein zentraler Bestandteil der Vorlesung sein. Dafür werden Tensoren, Differentialformen, Zusammenhänge auf Vektorbündeln, Divergenzen von symmetrischen Tensoren etc. eingeführt- alles Objekte, die auch in der Geometrie und Analysis von beliebigen pseudo-Riemannschen Mannigfaltigkeiten eine wichtige Rolle spielen.

Ein einfaches Vakuummodell ist die Schwarzschildmetrik, die genauer untersucht wird. Wenn es die Zeit erlaubt, soll ein Singularitätentheorem formuliert und bewiesen werden.

Vorlesungszeiten: Regulärer Vorlesungsbetrieb in Präsenz, Mo 10-12, **Raum 110**.

Coronamassnahmen (siehe Webseiten der Universität für Details):

- 3G (getestet, genesen oder geimpft), wird beim Eingang in das Gebäude überprüft.
- Keine Abstandsregeln im Hörsaal.
- Maskenpflicht während der Vorlesung.

Vorkenntnisse:
Der Begriff der Mannigfaltigkeit wird vorausgesetzt, ebenso wie grundlegende Konzepte wie Vektorfelder oder Differentialformen.

Ideal ist es, die Vorlesungen *Analysis auf Mannigfaltigkeiten* sowie *Riemannsche Geometrie* gehört zu haben. Hat man nur eine davon gehört, ist man ebenfalls gut vorbereitet, muss aber etwas extra Arbeit investieren.

Kenntnisse in Newtonscher Mechanik werden vorausgesetzt. Vorwissen in spezieller Relativitätstheorie ist gut, aber nicht zwingend erforderlich.

Themen

- Quadratische Formen und spezielle Relativitätstheorie
- Pseudo-Riemannsche Mannigfaltigkeiten
- Schwarzschildmetrik
- Einsteinsche Feldgleichung und Einsteinmannigfaltigkeiten
- Hilberts variationeller Ansatz für die Einsteinsche Feldgleichung (Tensoren, Vektorbündel, Zusammenhänge, Krümmung)
- Singularitätentheoreme

Tutorium: Das Tutorium wird von Herrn Olaf Mordhorst (Raum 819, mordhors@math.uni-frankfurt.de) geleitet und findet alle zwei Wochen am Mittwoch von 16-18 Uhr im Raum 901 statt Der erste Termin ist am 3.11.

Übungsblätter werden auf OLAT (siehe unten) bereitgestellt. Das este Übungsblatt wird spätestens am 25.10. hochgeladen und muss bis zum 1.11. abgegeben werden.

Die Termine für die mündliche Prüfung werden im Verlauf des Semesters festgelegt.

OLAT: Informationen zur Vorlesung, insbesondere das Skript sowie die Übungsblätter werden auf der Internet-Lernplattform OLAT
https://olat.server.uni-frankfurt.de/olat/dmz/
bereitgestellt. Zur Anmeldung ist ein Account des Hochschulrechenzentrums nötig.

Literatur: Folgende Bücher werden für die Vorlesung verwendet.

1. Besse: Einstein manifolds, Springer
2. Gallot, Hulin, Lafontaine: Riemannian geometry, Springer
3. Fischer, Kaul: Mathematik für Physiker 3
4. Sachs, Wu: General relativity for mathematicians. Springer
5. Chruściel: Elements of General Relativity, Spinger
6. Natário: Mathematical relativity. arXiv:2003.02855 [gr-qc]
7. Jost: Riemannian geometry and geometric analysis, Springer