


IV. Dynamische Sternmodelle

20. Birkhoff-Theorem, Machsches Prinzip

Birkhoff-Theorem: Ein sphärisch symmetrisches Gravitationsfeld im leeren Raum ist statisch.

Beweis: $\Rightarrow$ Übungsaufgabe 4

Anwendung: Gravitationsfeld **außerhalb** einer sphärisch symmetrischen Massenverteilung ist statisch, selbst wenn die Massenverteilung Monopolschwingungen ausführt. (Nur Monopolschwingungen sind sphärisch symmetrisch.)

$\Rightarrow$ Form und Ausdehnung der Massenverteilung ist irrelevant, ihr Gravitationsfeld erscheint wie das einer Punktmasse im Ursprung.

Machsches Prinzip:

Betrachte leeren Raum innerhalb einer sphärisch symmetrischen Massenverteilung.

$\Rightarrow$ keine Massenverteilung im Zentrum $\Rightarrow r_s = 0 \Rightarrow g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu}$! (20.1)

Metrik **innerhalb** einer sphärisch symmetrischen Massenverteilung ist **Minkowski-Metrik**!

Anwendung: betrachte Massenverteilung im Universum und ihre Geschwindigkeit

$\Rightarrow$ in erster Näherung **isotrope** Massenverteilung, Geschwindigkeiten der Massen in erster Näherung **radial** vom (beliebigen) Beobachter nach außen.

- ⇒ Falls keine Massen in unmittelbarer Umgebung des Beobachters:
Metrik ist Minkowski-Metrik!
- ⇒ Massenverteilung im Universum kann bei Rechnungen mit lokalen Massen vernachlässigt werden, Metrik wird asymptotisch zur Minkowski-Metrik.
- ⇒ Beobachter definiert (lokales) Inertialsystem!
Relativ zu ihm mit konstanter Geschwindigkeit bewegte Systeme sind ebenfalls Inertialsysteme, relativ zu ihm beschleunigte (und insbesondere rotierende) Systeme sind keine Inertialsysteme!
- ⇒ **Inertialsystem** ist Bezugssystem, von dem aus die Massenverteilung im Universum **isotrop** erscheint.

Machsches Prinzip: Massen im Universum legen Inertialsysteme fest.