

Was ist eigentlich ein schwarzes Loch?

Jens Boos

boos@ualberta.ca

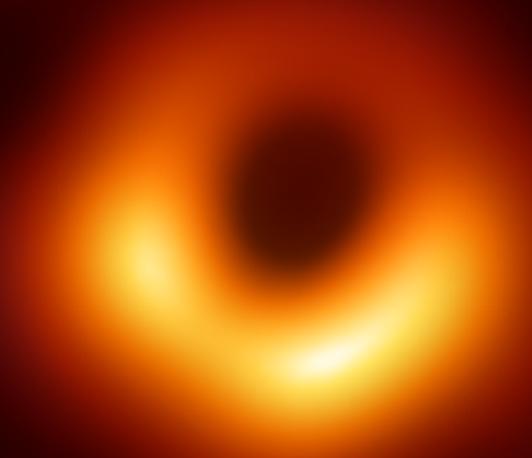
University of Alberta

Rotary Club Oberhausen Antony-Hütte

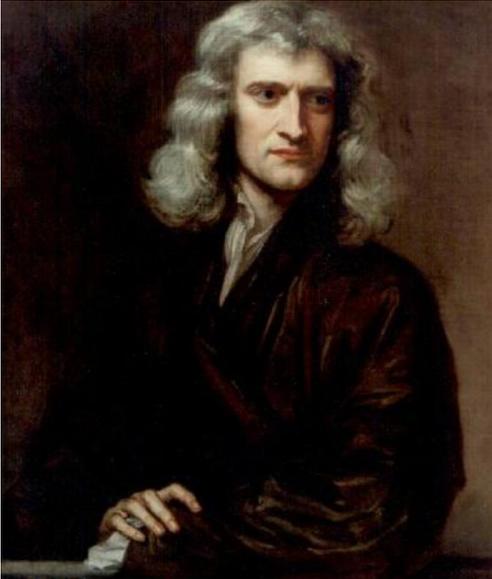
Hotel NH Oberhausen

Freitag, 20. Dezember, 2019, 13:00 Uhr





Das Newtonsche Gravitationsgesetz



$$F = -\frac{GMm}{r^2}$$

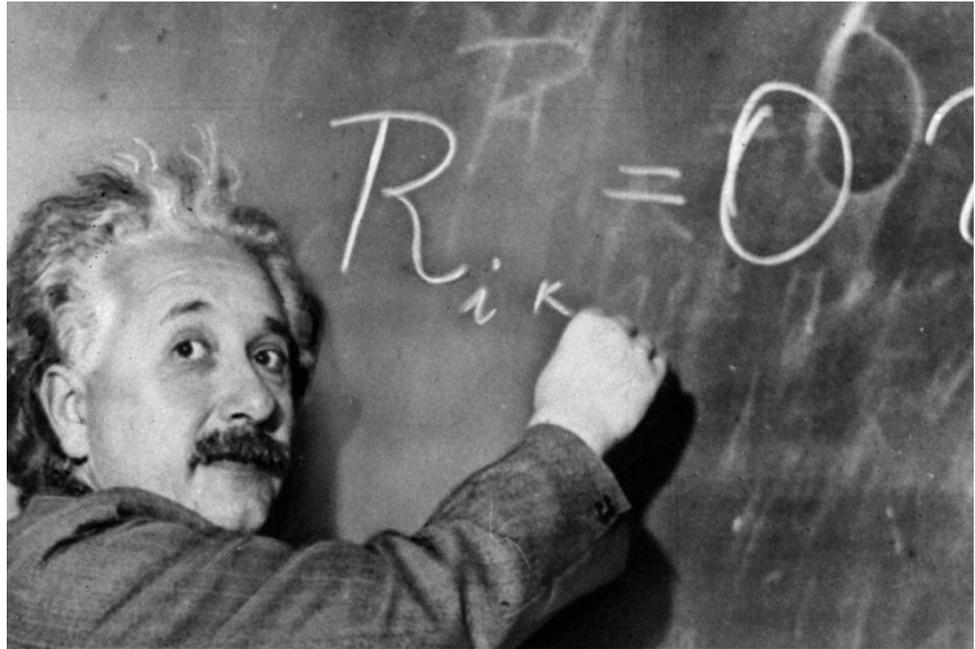
Principia Mathematica (1687): Die Gravitationskraft nimmt mit dem inversen Abstandsquadrat ab.

Das Newtonsche Gravitationsgesetz



Dabei ist es egal, wo wir uns befinden.
Auf der Erde, im Weltall, oder auf Neptun.
Aber kann das wirklich sein?

Einsteins Einspruch



Einstein (1905): Nichts kann sich schneller bewegen als Licht.

Dieses Prinzip ist **unvereinbar** mit Newtons Gravitationsgesetz.

Die Allgemeine Relativitätstheorie: Gravitation und Raumzeit

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^3}T_{\mu\nu}$$

Die Einsteinschen Feldgleichungen vereinen die Gravitation mit dem Relativitätsprinzip. Raum und Zeit sind nicht mehr unabhängig, sondern bilden die gekrümmte Raumzeit.

“Die Materie sagt der Raumzeit, wie sie sich krümmen muss,
und die Raumzeit sagt der Materie, wie sie sich bewegen soll.”

- John A. Wheeler

Die Allgemeine Relativitätstheorie: Gravitation und Raumzeit

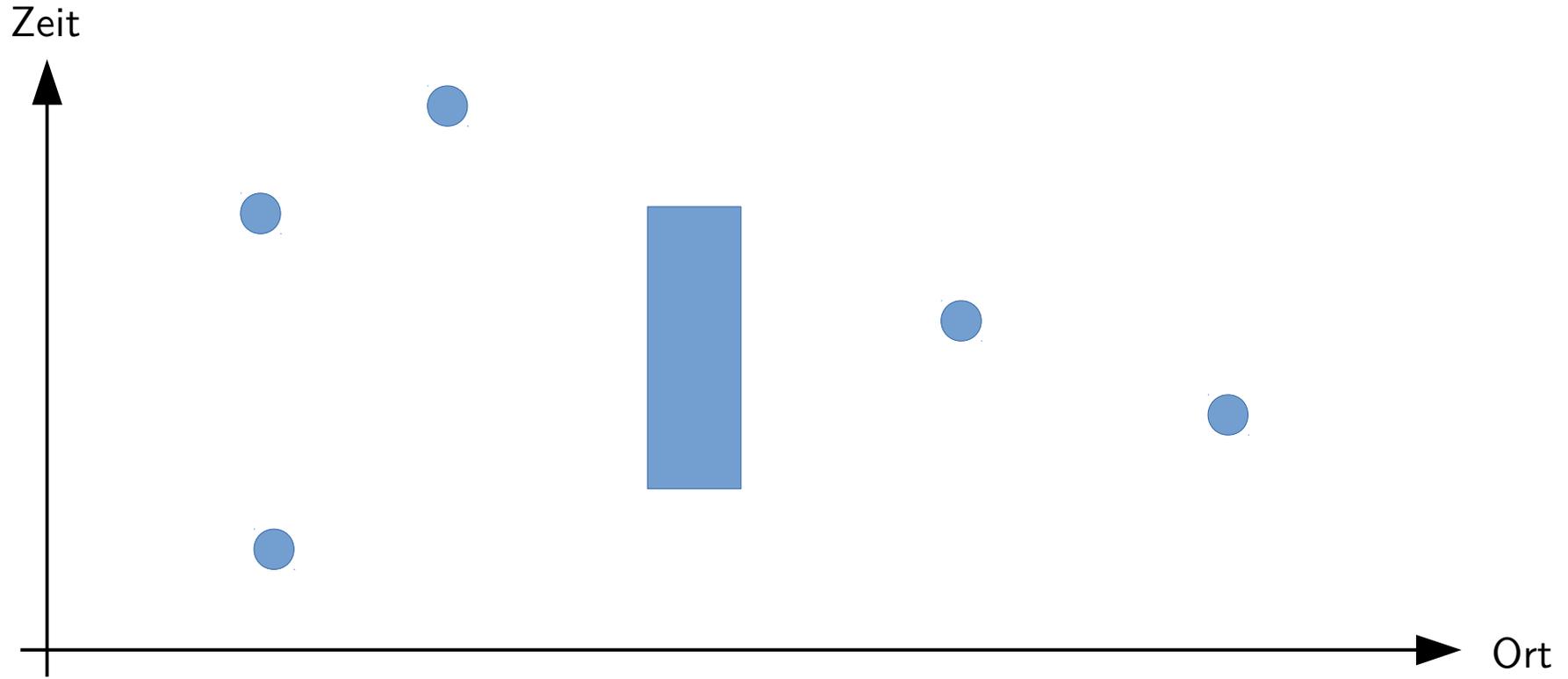


Die Einsteinschen Feldgleichungen vereinen die Gravitation mit dem Relativitätsprinzip. Raum und Zeit sind nicht mehr unabhängig, sondern bilden die gekrümmte Raumzeit.

“Die Materie sagt der Raumzeit, wie sie sich krümmen muss,
und die Raumzeit sagt der Materie, wie sie sich bewegen soll.”

- John A. Wheeler

... was ist eigentlich Raumzeit?



... was ist eigentlich Raumzeit?

TERMINE

Zeitraum wählen ▾	Nächste Termine	Clubtermine ausblenden	Distrikttermine ausblenden	Nachbarclubs auswählen ▾
Datum / Uhrzeit	Club / Ort	Thema / Beschreibung		
20.12.2019 13:00	Oberhausen Antony-Hütte Hotel NH Oberhausen	Was ist eigentlich ein schwarzes Loch? - zzgl. Grünkohlessen		
21.12.2019 16:00	Oberhausen Antony-Hütte Hotel NH Oberhausen	Weihnachtsfeier		
27.12.2019 13:00	Oberhausen Antony-Hütte Hotel NH Oberhausen	Stallwache		
03.01.2020 13:00	Oberhausen Antony-Hütte Hotel NH Oberhausen	Lebensbericht		

Vielleicht überraschend: Wir benutzen das Prinzip der Raumzeit alltäglich!

Schwarze Löcher: Vorhersagen der Einsteinschen Feldgleichungen

Man nehme eine $\left\{ \begin{array}{l} \text{Erde} \\ \text{Sonne} \end{array} \right.$ und komprimiere sie in eine Kugel von $\left\{ \begin{array}{l} 3\text{mm} \\ 10\text{km} \end{array} \right.$ Durchmesser.

Schwarze Löcher umgeben unvorstellbar schwere **dichte** Objekte.

Der Schwarzschild-Radius:

$$r_s = \frac{2GM}{c^2}$$

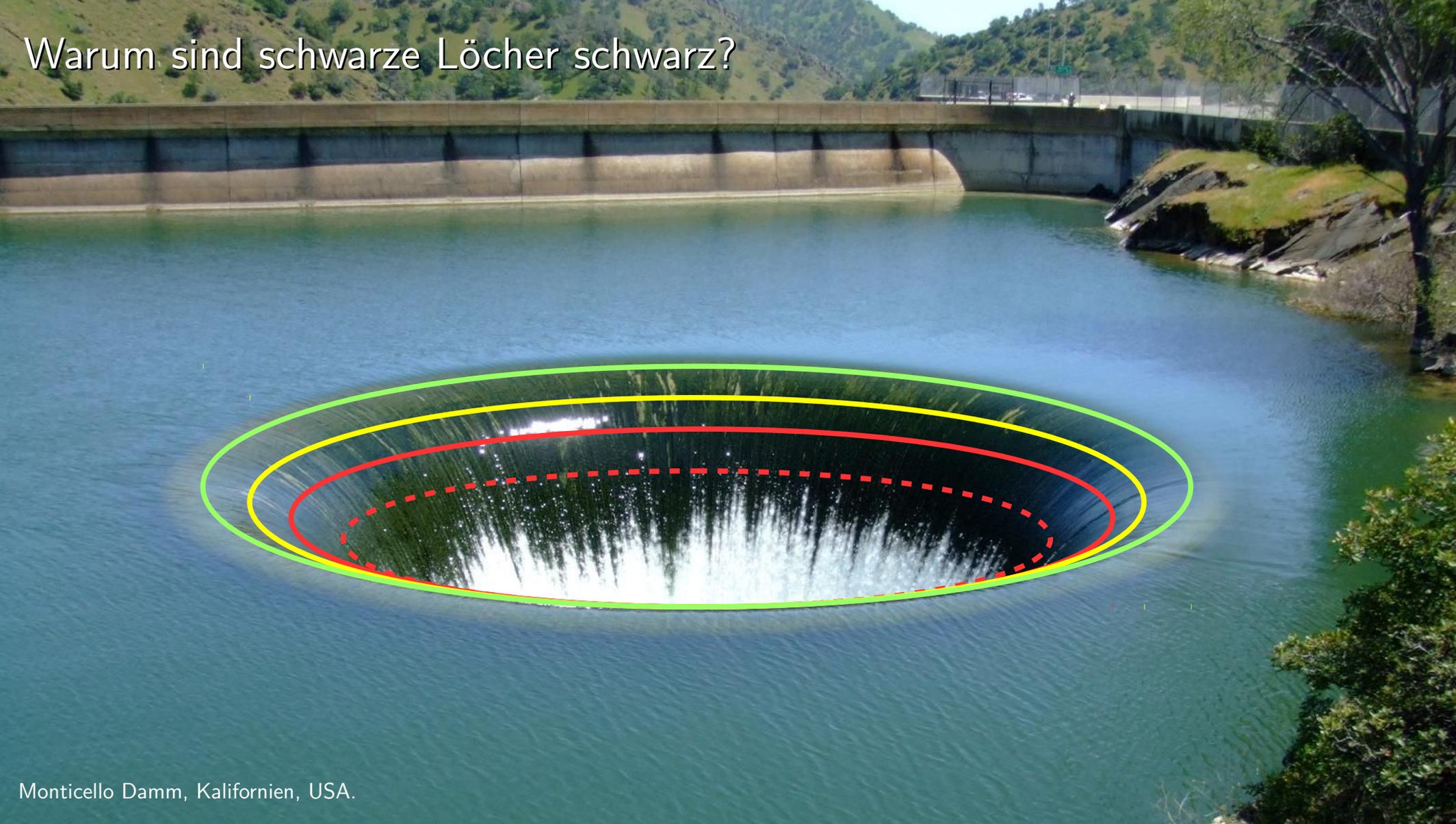


Warum sind schwarze Löcher schwarz?



Monticello Damm, Kalifornien, USA.

Warum sind schwarze Löcher schwarz?



Monticello Damm, Kalifornien, USA.

Wie sieht ein schwarzes Loch aus?



Wir stellen uns oft Löcher als zwei-dimensionale Objekte vor. Aber das muss nicht so sein.

Der Ereignishorizont, und die zentrale Singularität

Am Ereignishorizont kann nichts mehr der Anziehungskraft des schwarzen Loches entkommen.

~~Einem schwarzen Loch kann nichts entkommen.~~

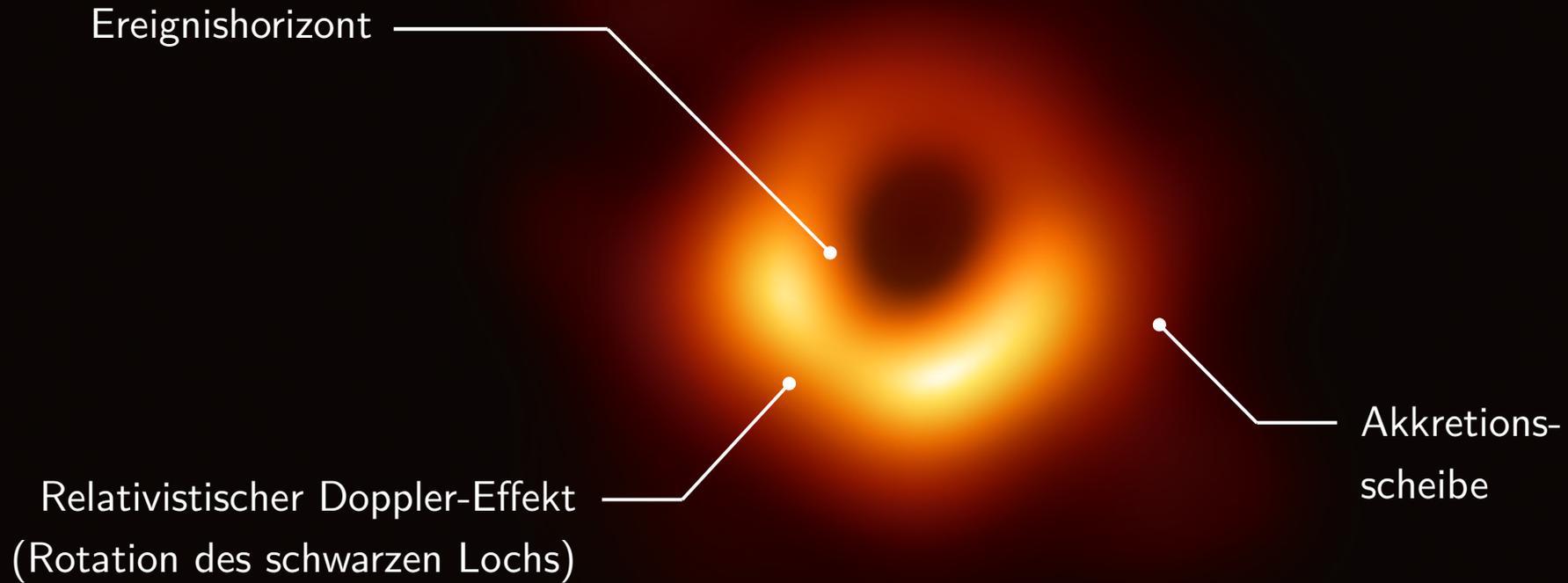
Was passiert im Innern des schwarzen Lochs?

- Die Materie verdichtet sich immer mehr.
- Raum und Zeit enden in einer "Singularität."
- Kann das wirklich sein?

Darüber hinaus: Quantenphysik & Quantengravitation.



Was ist eigentlich ein schwarzes Loch?



Das hier abgebildete schwarze Loch M87* hat eine Masse von mehreren Milliarden Sonnen.
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit und Ihr Interesse.