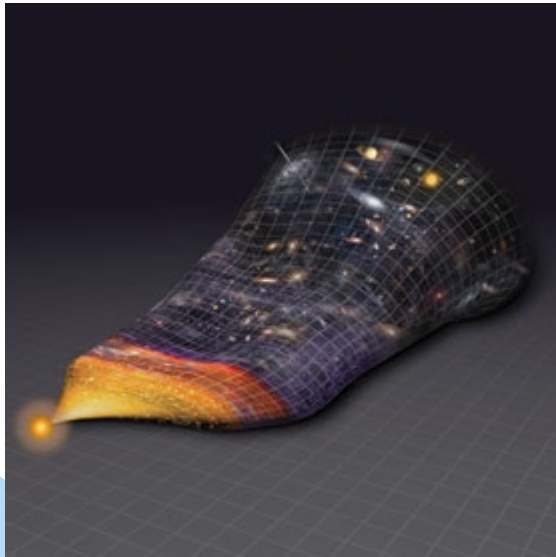


Kosmische Inflation auf dem Prüfstand



Michael Sokaliwska

Extra-Seminar WS11/12

Argelander-Institut für
Astronomie

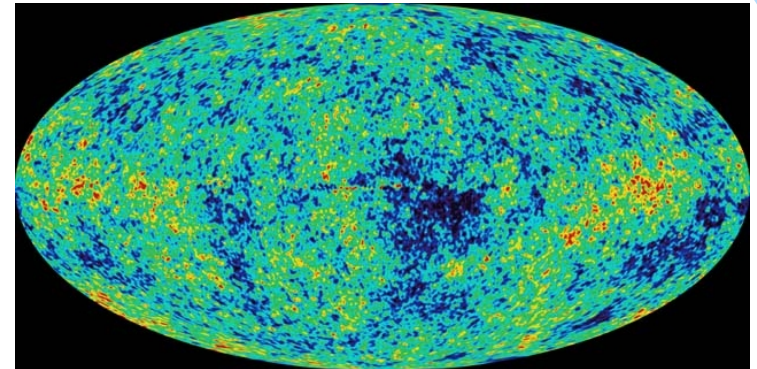
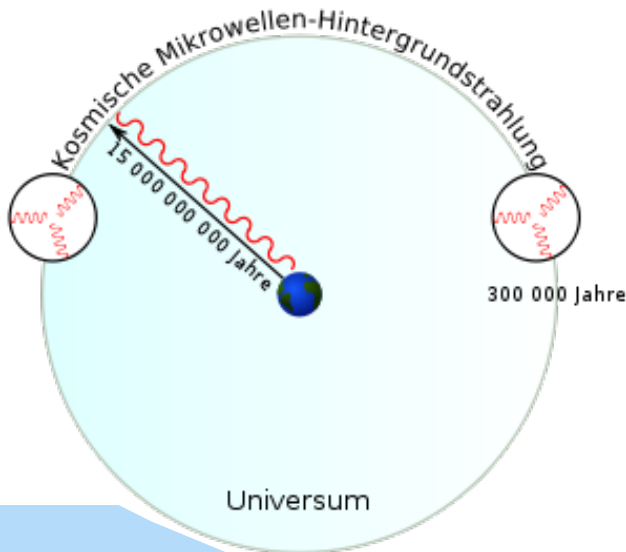
Bonn, 15.02.2012

Probleme der Standard-Kosmologie

Horizontproblem

Flachheitsproblem

Existenz magnetischer Monopole



Die Lösung

Ca. $1e-35$ Sekunden nach dem „Urknall“ dehnte sich das Universum innerhalb von ca. $1e-30$ Sekunden um einen Faktor von mindestens $1e+25$ in alle Richtungen aus

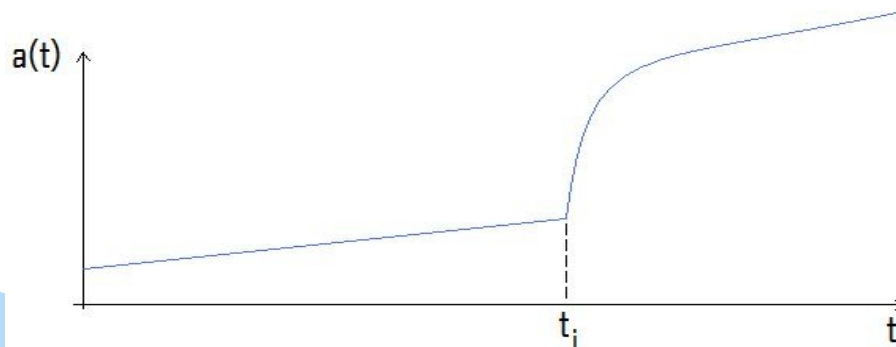
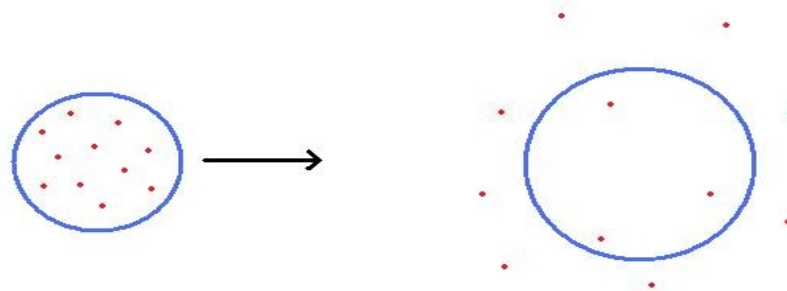
→ Inflation

(Alan Guth, 1981)

Horizontproblem:

Raumgebiete waren zunächst kausal verbunden

Mit der Inflation dehnte sich der Raum über den Licht-Horizont hinaus aus



Flachheitsproblem:

Dichteterm in Friedmann-Gleichung dominiert
Krümmungsterm

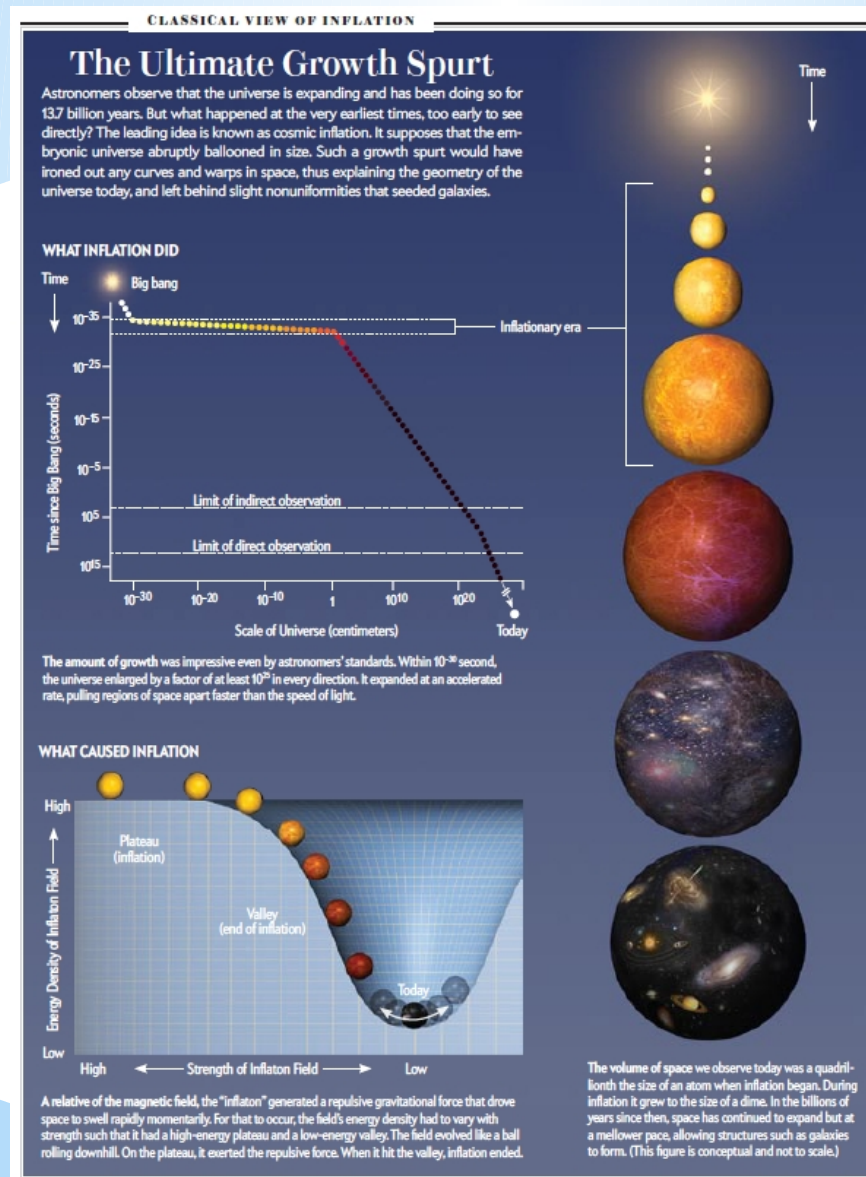
Das Universum wird flach

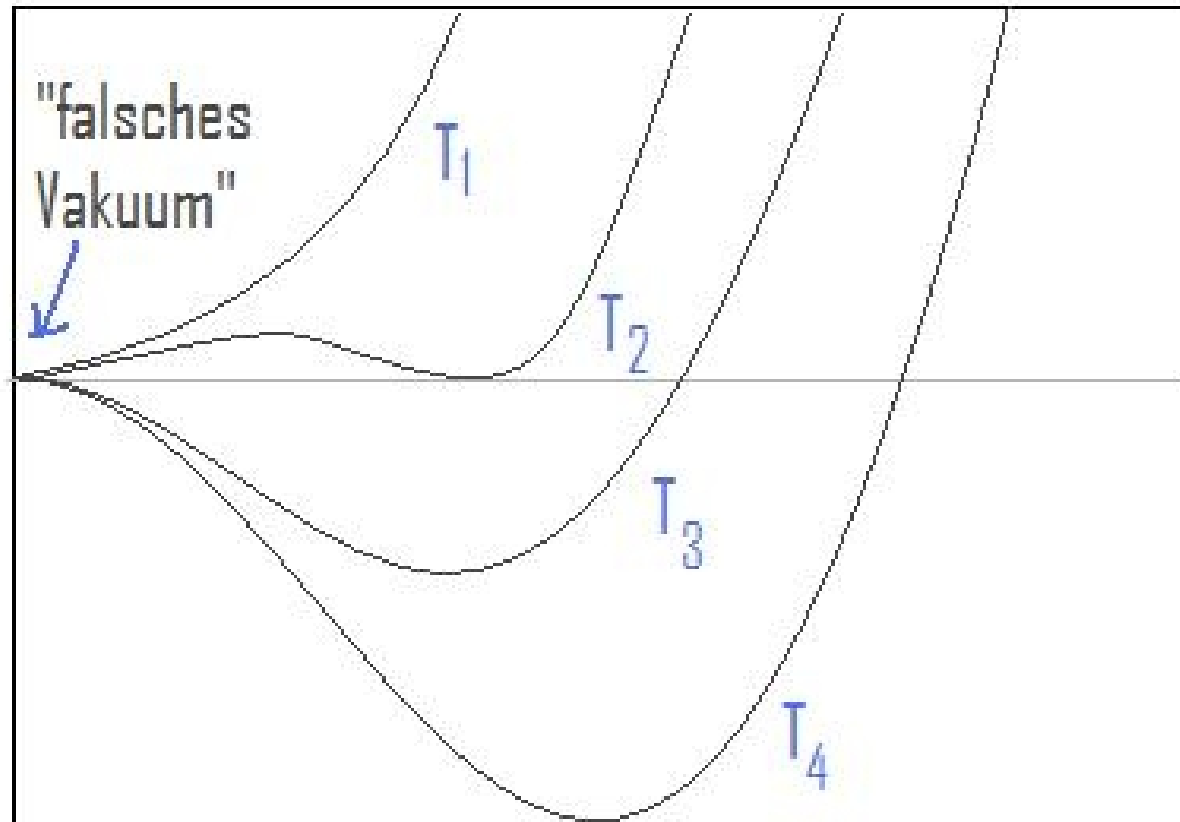
Magnetische Monopole:

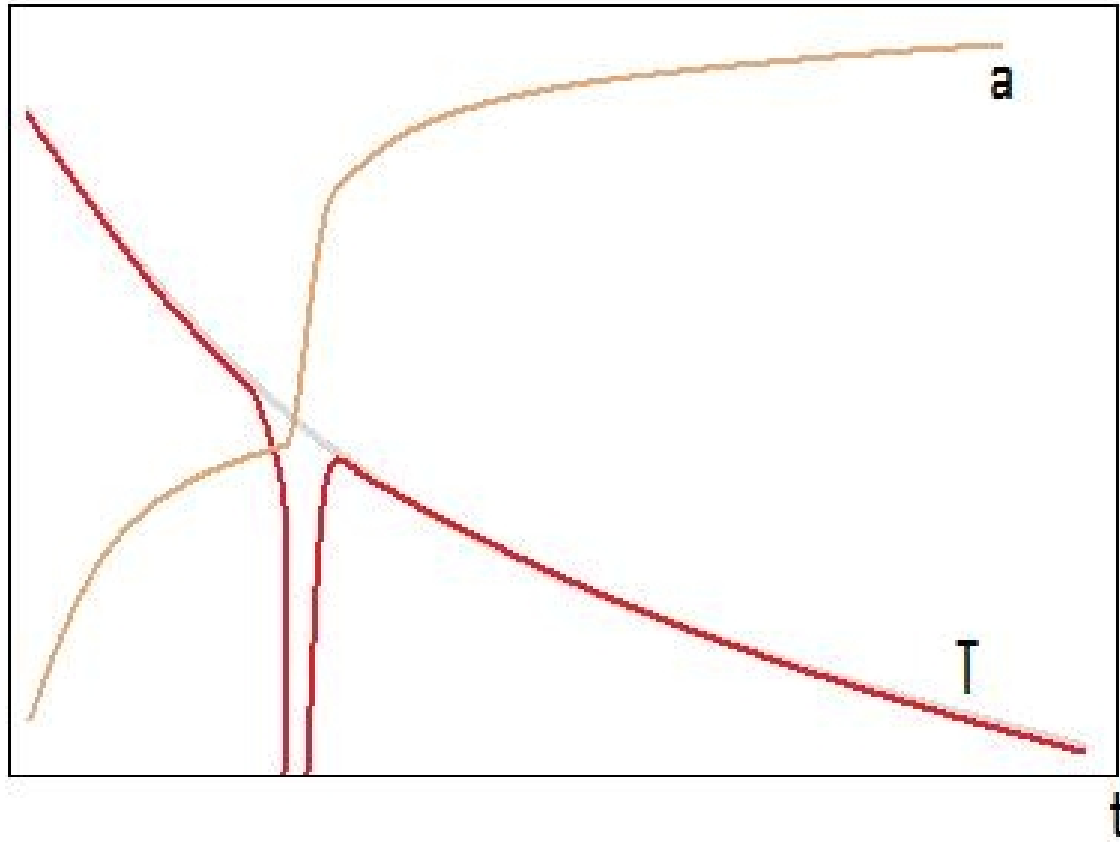
Anzahldichte nimmt mit Inflation exponentiell ab

Die magn. Monopole „verschwinden“

Das Inflaton-Feld







Voraussetzung:

Negative Zustandsgleichung

$$p = -\rho$$

Skalares Feld φ

$$\rho(\varphi) = \frac{1}{2} \dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2} (\nabla \varphi)^2 + V(\varphi)$$

$$p(\varphi) = \frac{1}{2} \dot{\varphi}^2 - \frac{1}{2} (\nabla \varphi)^2 - V(\varphi).$$

Mit „slow-rolling approximation“ &
Ignorieren räumlicher Inhomogenitäten

$$\dot{\varphi}^2 \ll V(\varphi), (\nabla \varphi)^2 \ll V(\varphi)$$

Um ausreichend flaches Potential zu erhalten

Sehr enger Parameter-Bereich für λ ($\sim 1\text{E-}15$)

Problem: Anfangsbedingungen für Inflation extrem unwahrscheinlich $\rightarrow$ „Schlechte Inflation“ viel wahrscheinlicher

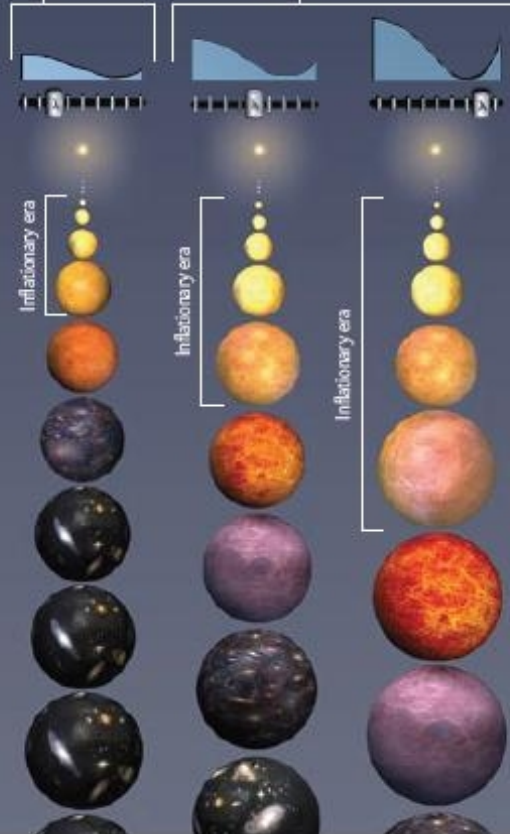
PROBLEM #1: "BAD" INFLATION

Unlikely to Be Good

Inflation was supposed to create a huge volume of space matching the observed large-scale features of our universe naturally. But unless the inflaton energy curve had a very specific shape (obtained by finely tuning one or more parameters, abbreviated λ here), the outcome would be "bad"—a huge volume with too high a density and the wrong distribution of galaxies. Given the range of possible λ values, bad inflation seems more likely.

"Good" inflation: Only for a narrow range of λ does inflation yield the observed galaxy density.

"Bad" inflation: A typical value of λ produces a higher galaxy density and possibly more space.



Roger Penrose:

Einige Konfigurationen führen zu
Inflation und >>flacher Geometrie<<

Andere ergeben ohne Inflation ein
flaches Universum

„Paukenschlag“: Konfigurationen OHNE
Inflation 10¹⁰⁰ mal wahrscheinlicher

Gibbons & Turok (2008):

Extrapolationen zeigen, dass Universum ohne
Inflation wahrscheinlicher ist!

Quantenfluktuationen des Inflaton-Feldes

Durch die rasche Expansion werden
Quantenfluktuationen zu großen Skalen hin
„aufgebläht“

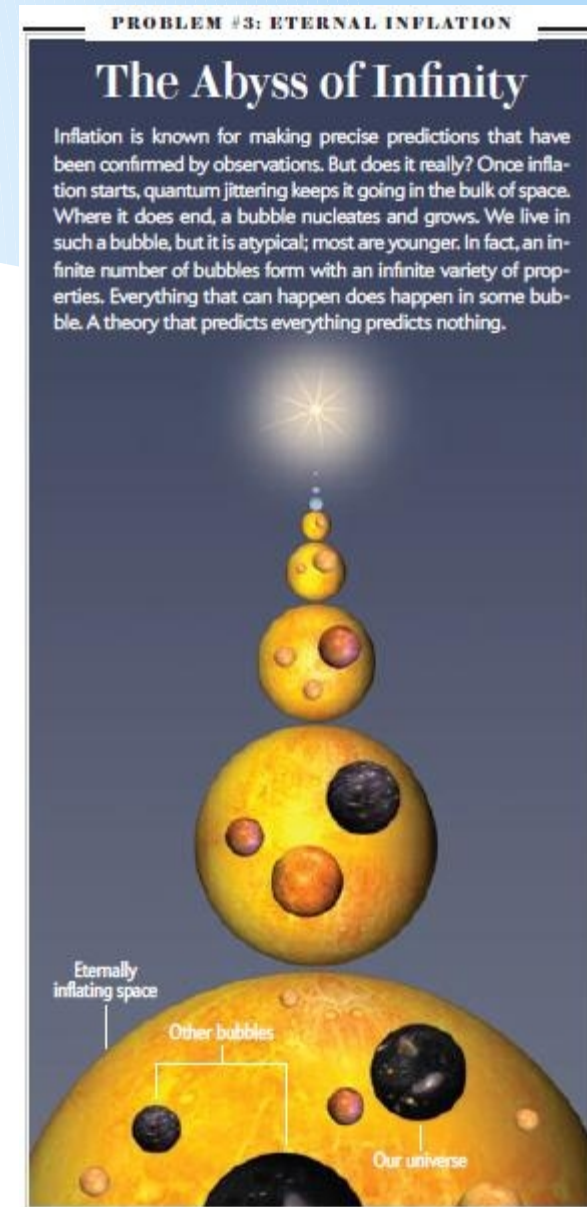
→ „Samen“ für heutige Strukturen

→ Problem: Ewige Inflation

Jede Ausreißer-Region ruft weitere Ausreißer hervor → Die Inflation dauert ewig an!

„In einem ewig inflationären Universum geschieht alles, was überhaupt geschehen kann; es geschieht sogar unendlich oft.“ (Alan Guth, 1981)

- Frage 1: Ist unser Universum nur die Ausnahme von der Regel?
- Frage 2: Kann das Modell Vorhersagen machen, wenn es im Endeffekt ALLES vorhersagt?



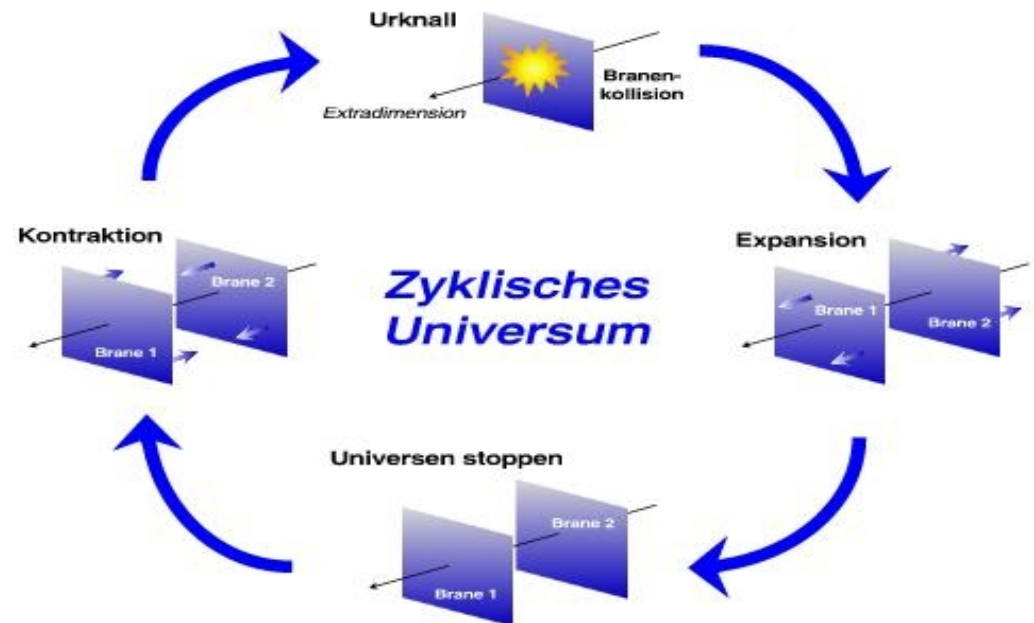
Weiteres Problem

→ Die Anfangssingularität!



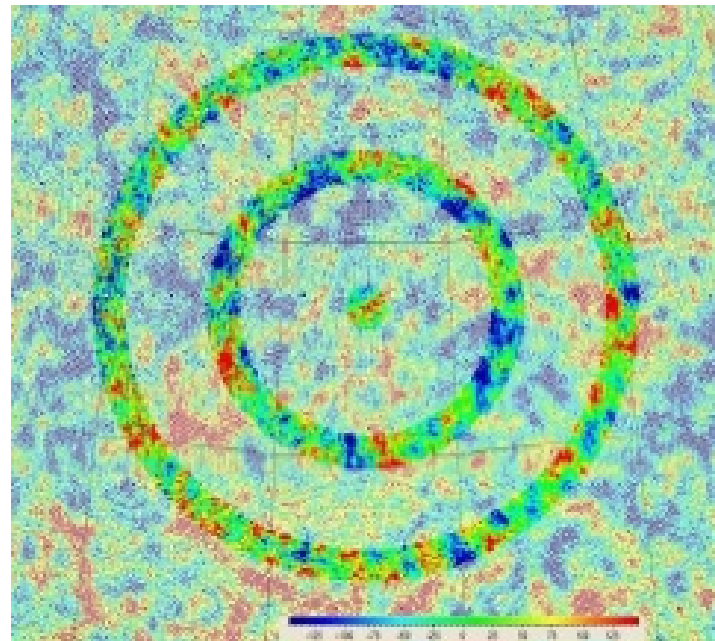
Alternative: Das Zyklische Modell

- 4D-Branen in 5-D Raumzeit
- Paralell-Brane
- Rückprall nach Kontraktion
- In Kontraktionsphase werden Aureißer immer kleiner



Weit hergeholt?

Concentric circles in WMAP data may provide evidence of violent pre-Big-Bang activity (V.G.Gurzadyan, R.Penrose, 2010)



Paralleluniversum entdeckt!!!



Vielen Dank!