

Kosmologie und Astroteilchenphysik

Prof. Dr. Burkhard Kämpfer, PD Dr. Daniel Bemmerer

- Einführung in die Kosmologie
- Gravitationswellen-Astronomie
- Weltmodelle und kosmologische Inflation
- Thermische Geschichte des Universums
- Urknall-Nukleosynthese
- **Kosmische Mikrowellen-Hintergrundstrahlung (heute)**
- Dunkle Energie, dunkle Materie und die beschleunigte Expansion des Universums
- Supernovae als kosmische Standardkerzen
- Neutronensterne
- Entstehung und Nachweis kosmischer Strahlung
- Altersbestimmung des Universums

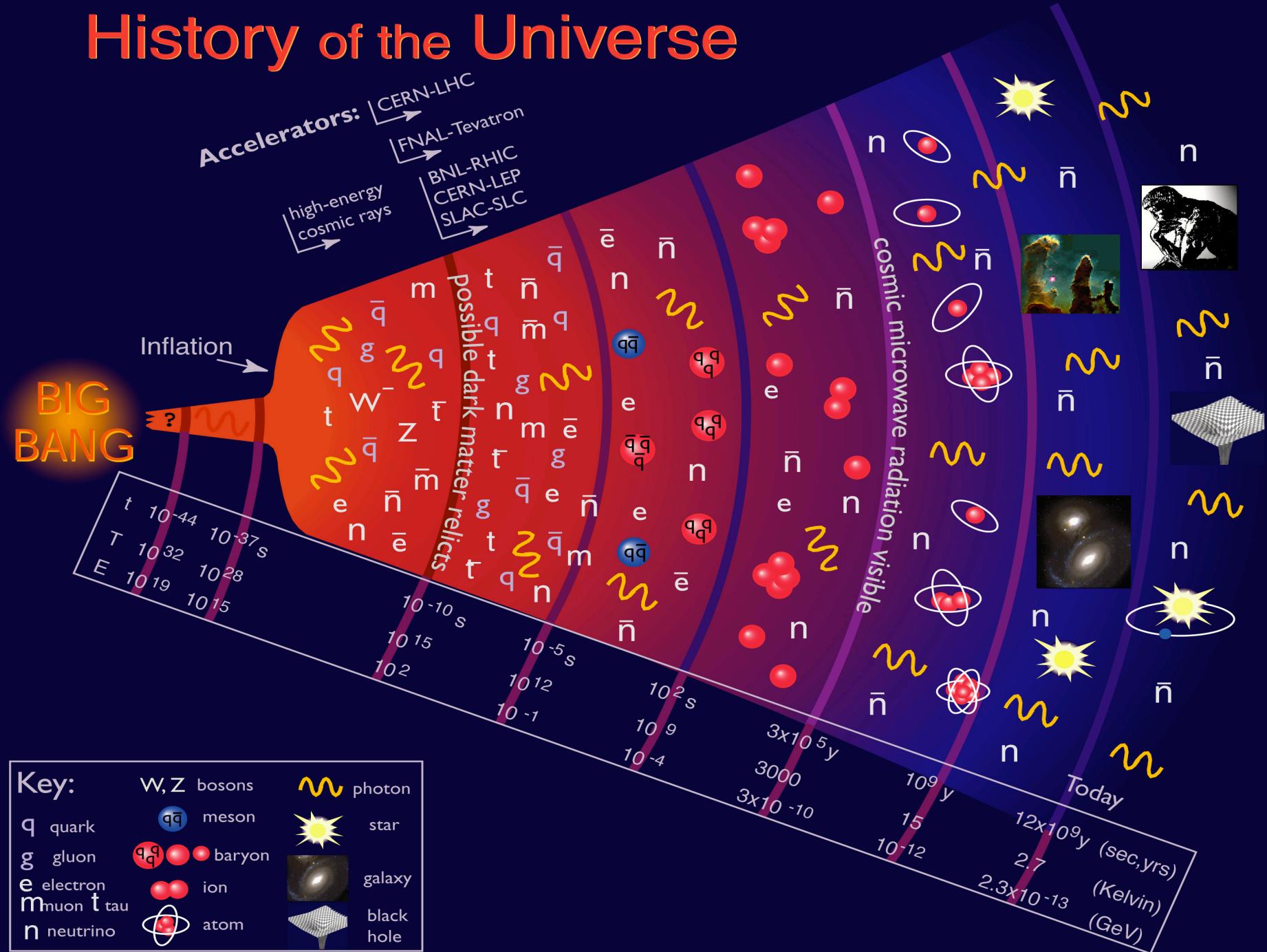
7. Vorlesung, 25.05.2016



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

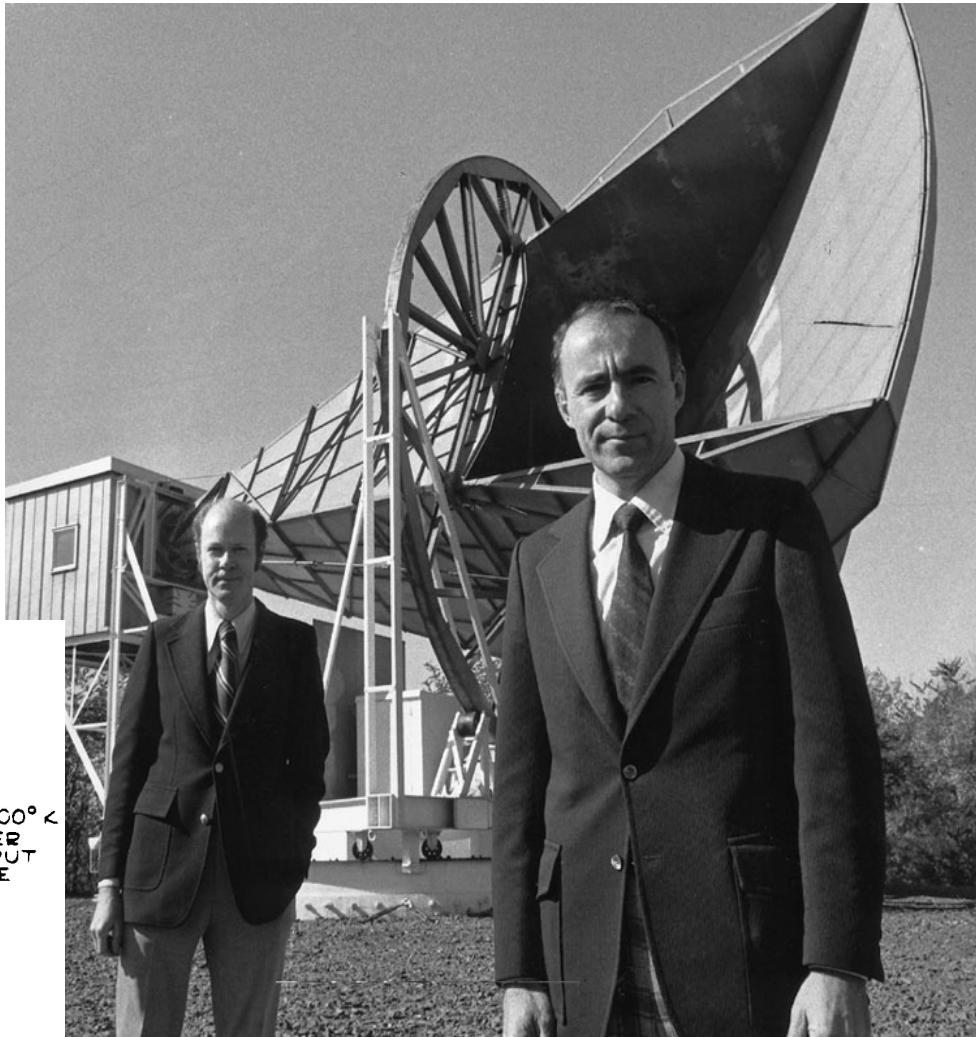
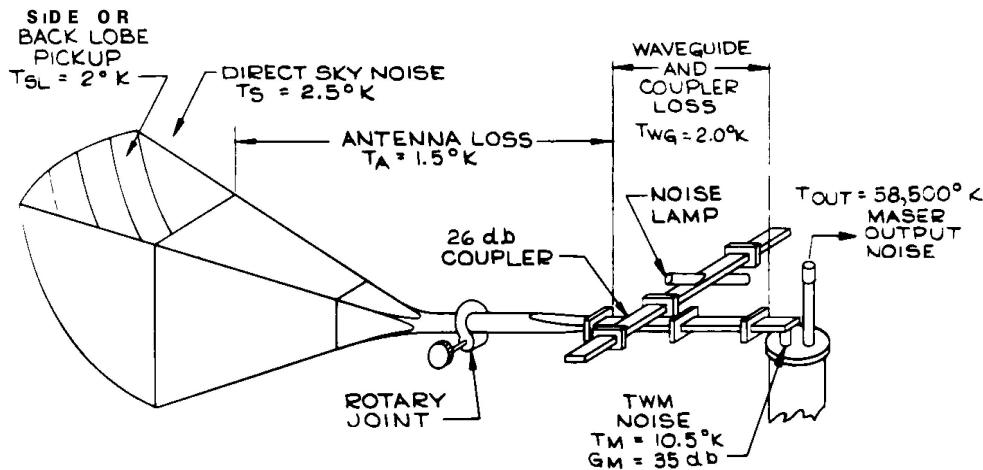


History of the Universe



Entdeckung der Mikrowellen-Hintergrundstrahlung 1965: Penzias, Wilson (1)

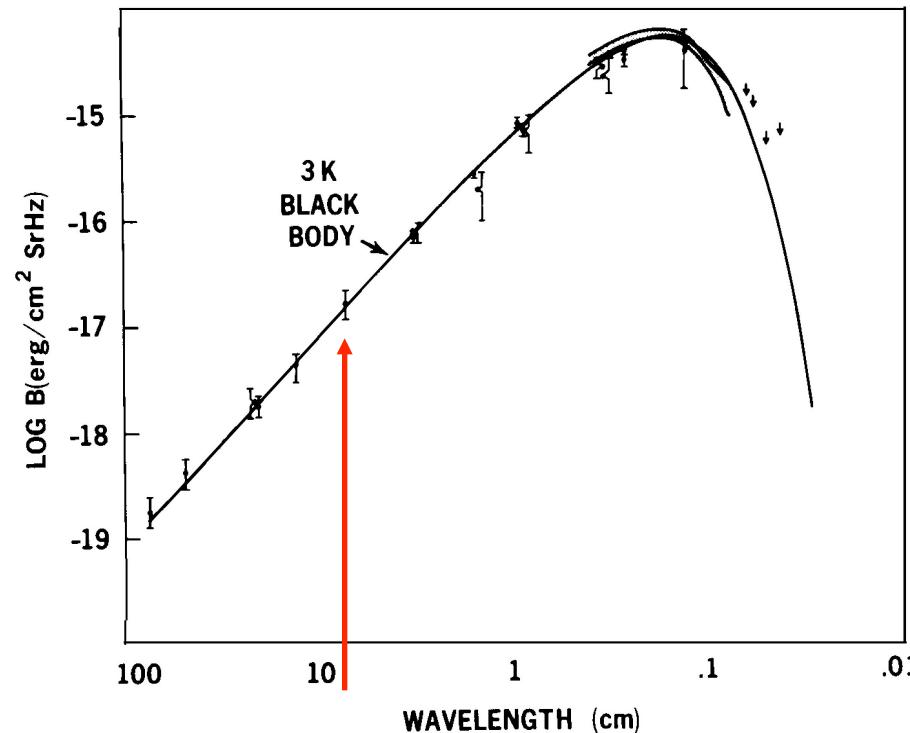
- Radioantenne zur Untersuchung der Mikrowellenemission der Galaxis
- Messung bei $\lambda = 7 \text{ cm}$
- Nobelpreis 1978



04 Thomson - Brooks/Cole

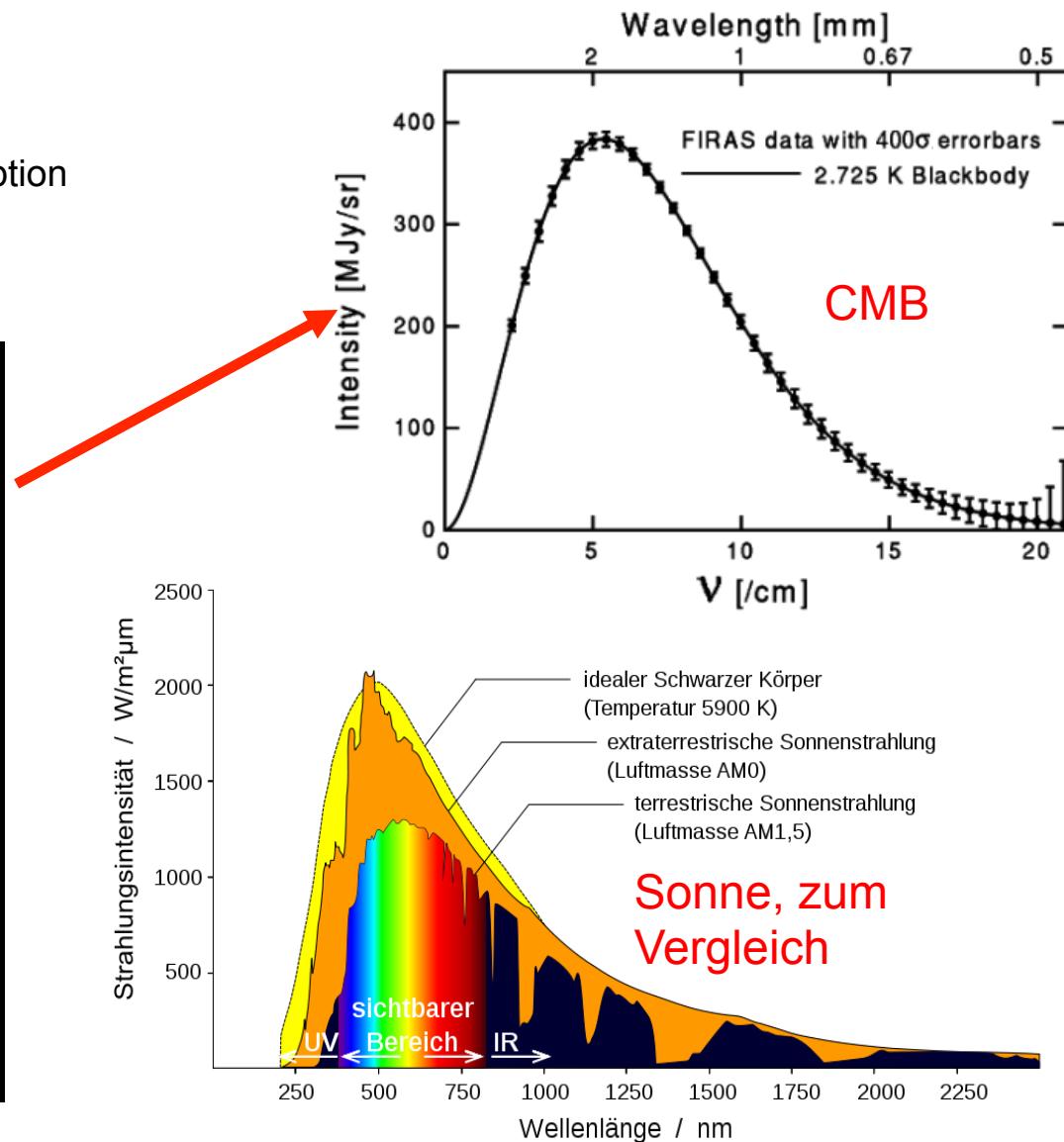
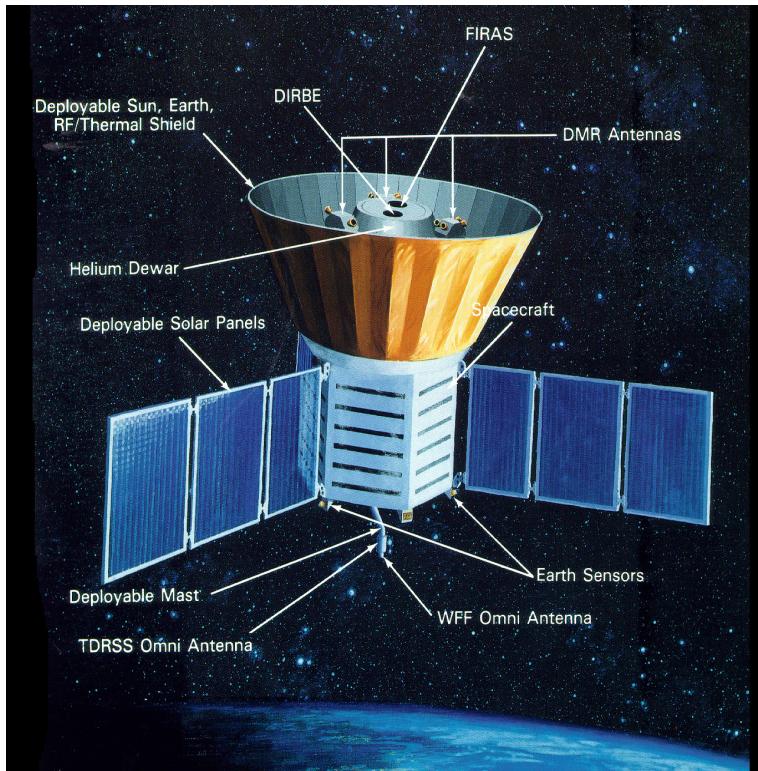
Entdeckung der Mikrowellen-Hintergrundstrahlung 1965: Penzias, Wilson (2)

	New Throat	Old Throat
He Temp.	4.22	4.22
Calculated Contribution from Cold Load Waveguide	.38	.70 ± 0.2
Attenuator Setting for Balance	<u>2.73</u>	<u>2.40 ± 0.1</u>
Total C.L.	7.33	7.32 ± 0.3
Atmosphere	2.3 ± 0.3	2.3 ± 0.3
Waveguide and Antenna loss	1.8 ± 0.3	.9 ± 0.3
Back lobes	.1 ± 0.1	.1 ± 0.1
Total Ant.	4.2 ± 0.7	3.3 ± 0.7
Background	3.1 ± 1	3.4 ± 1



Isotropie und Anisotropie, gesehen mit COBE 1992: Smoot, Mather (1)

- COBE = COsmic Background Explorer
- Satellit, schaltet atmosphärische Absorption aus
- Perfektes Schwarzkörper-Spektrum (besser als z.B. Sonne)



Isotropie und Anisotropie, gesehen mit COBE 1992: Smoot, Mather (2)



10^{-3} Dipol-Anisotropie

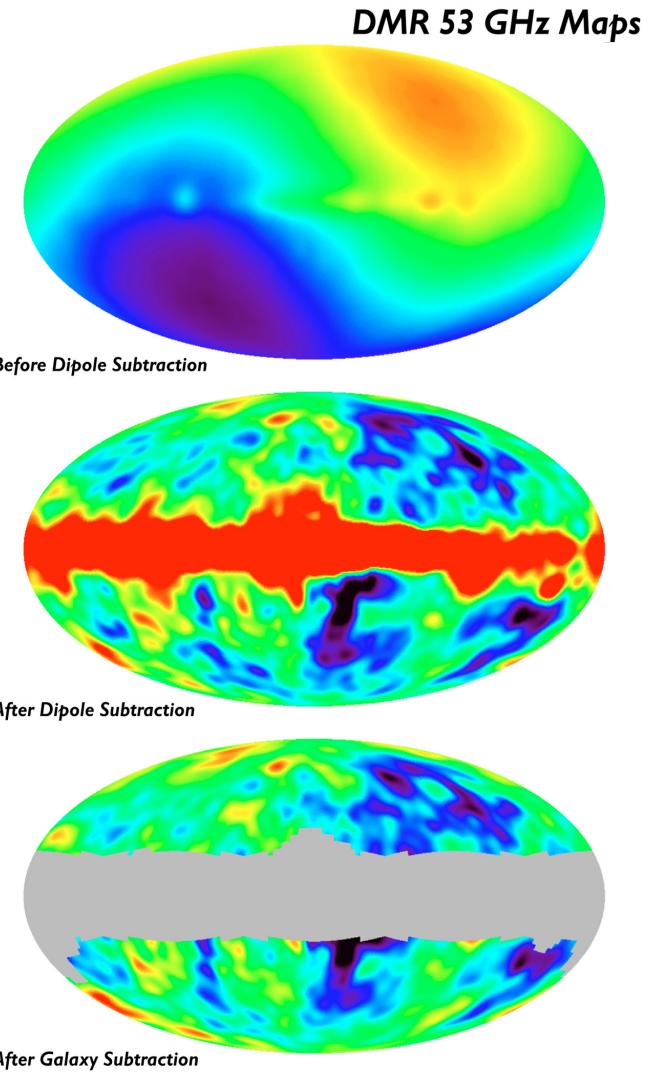


Doppler-Effekt aus der Bewegung von
COBE relativ zum Mikrowellen-
Hintergrund

Nobelpreis 2006

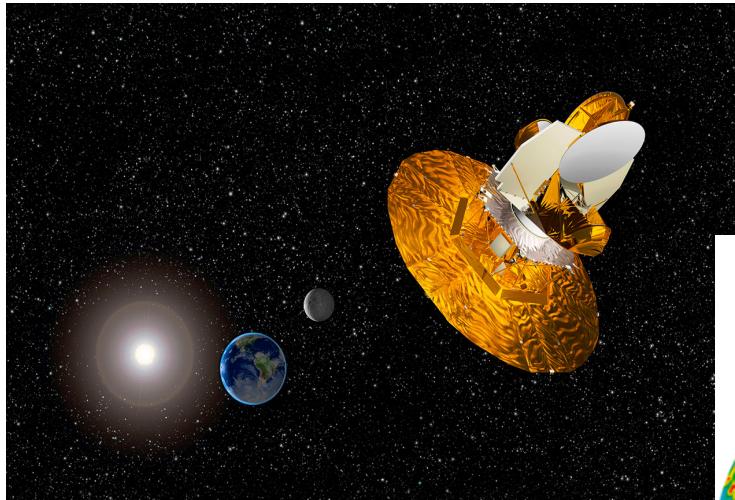


10^{-5} kosmische
Anisotropie

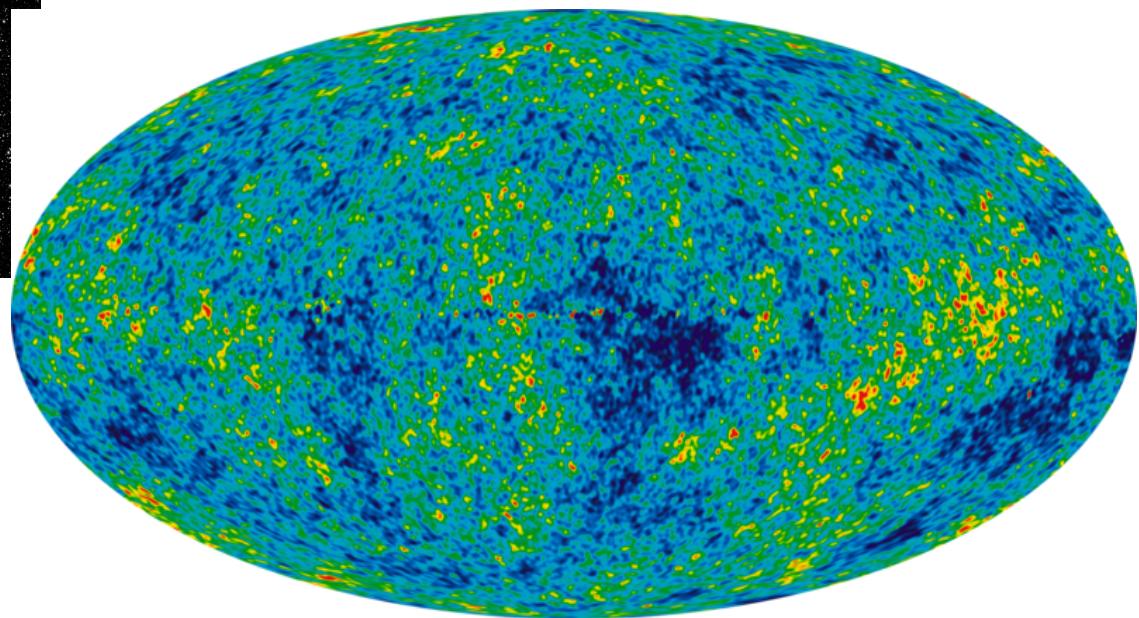


Anisotropie, gesehen mit WMAP

- WMAP = Wilkinson Microwave Anisotropy Probe
- Orbit um L₂-Punkt der Sonne
- Verbesserte Winkelauflösung



7 Jahre Statistik mit WMAP (2010),
Galaxis und Dipolbewegung
subtrahiert



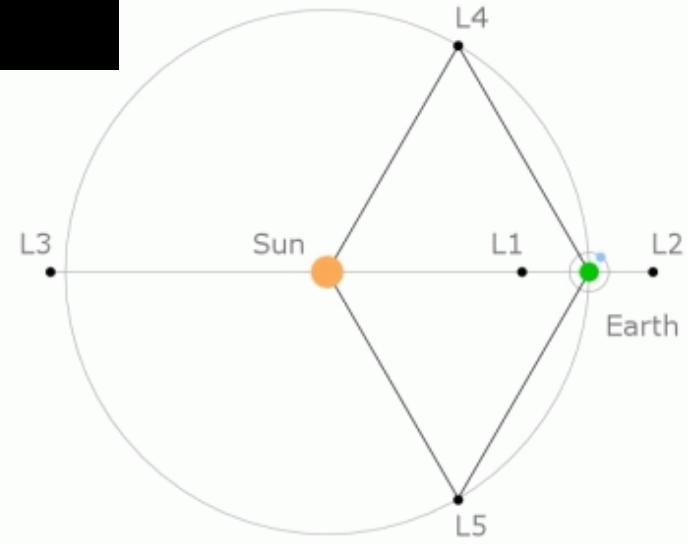
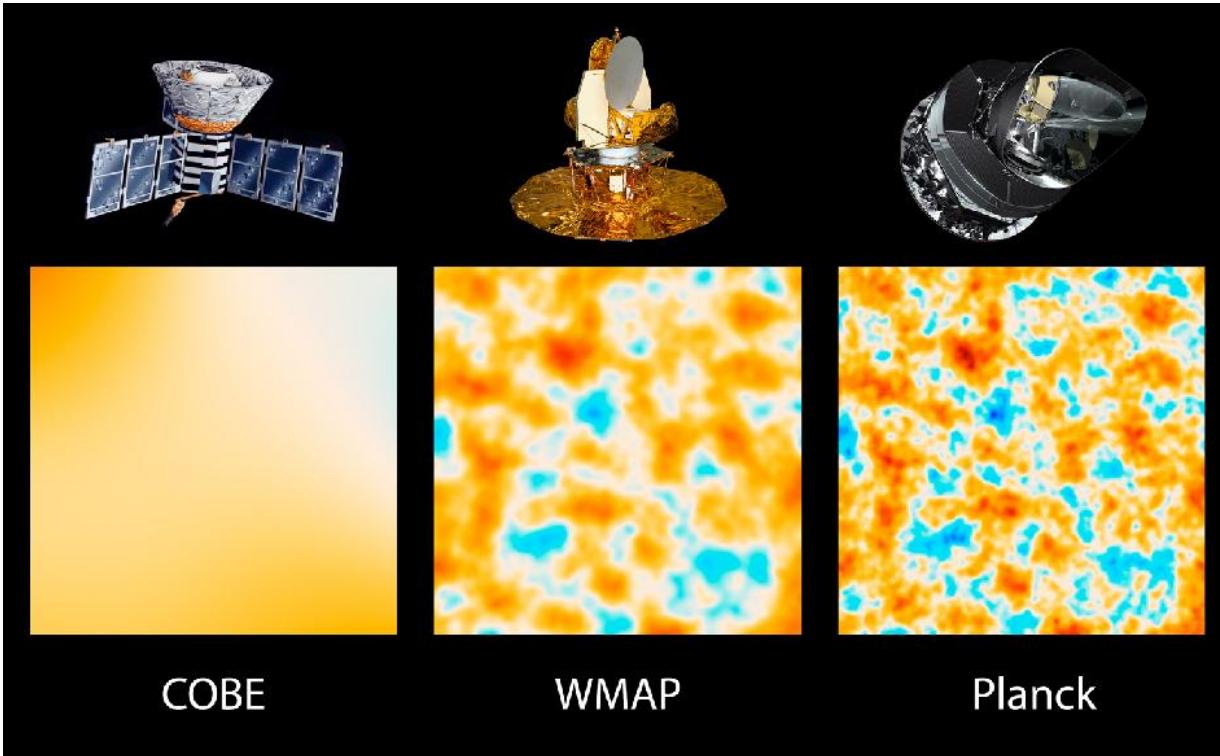
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

DRESDEN
concept



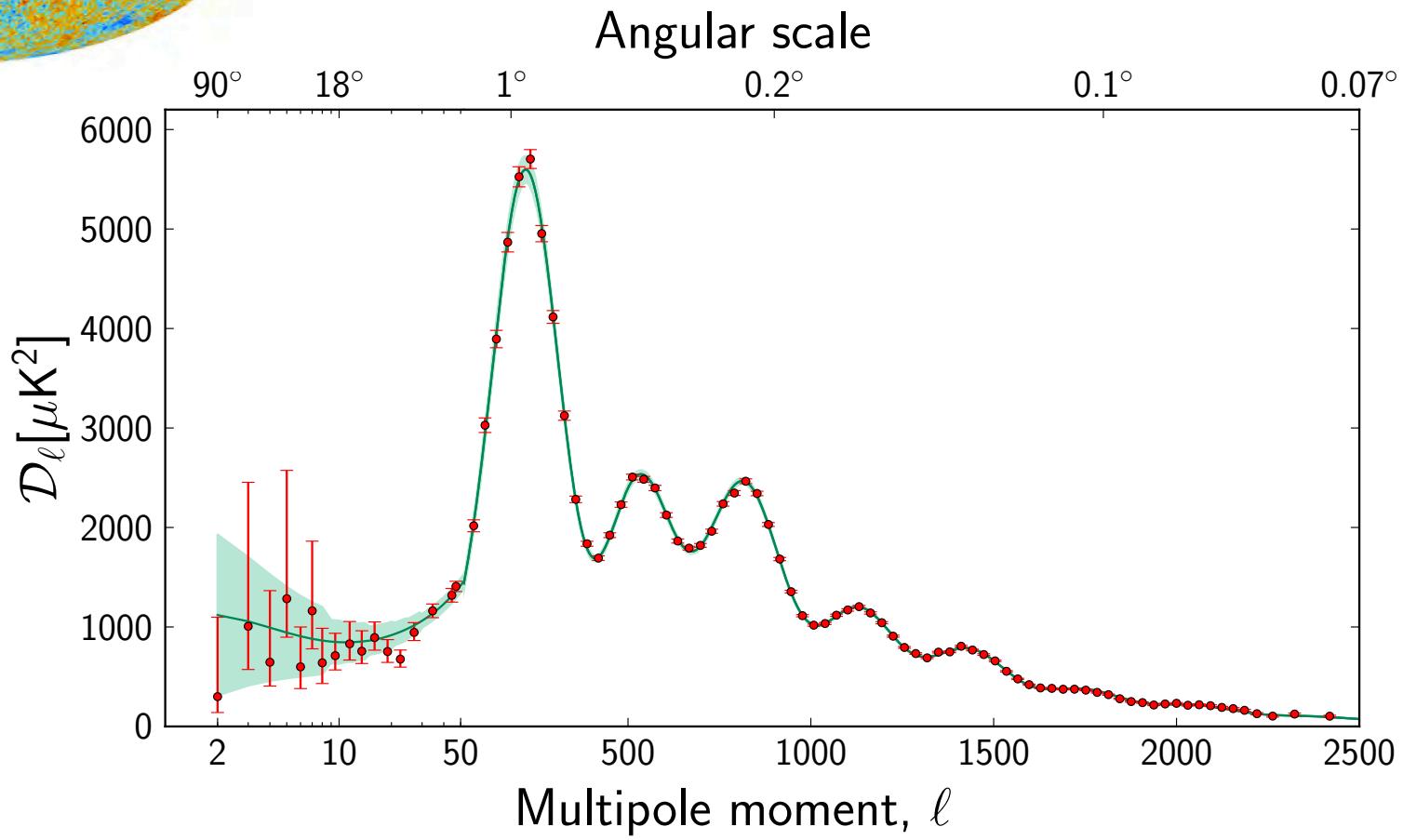
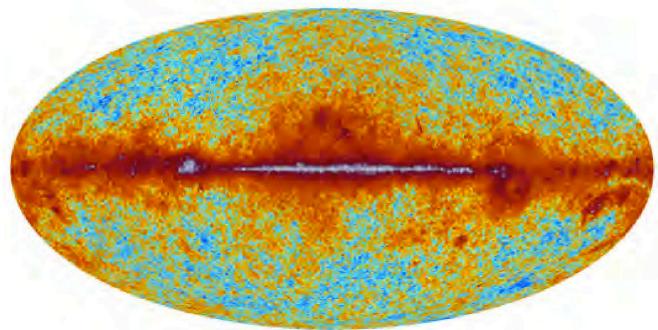
HZDR

Planck-Satellit 2013: Power-Spektrum des Mikrowellen-Hintergrunds



Planck-Satellit 2013: Power-Spektrum des Mikrowellen-Hintergrunds

30 GHz



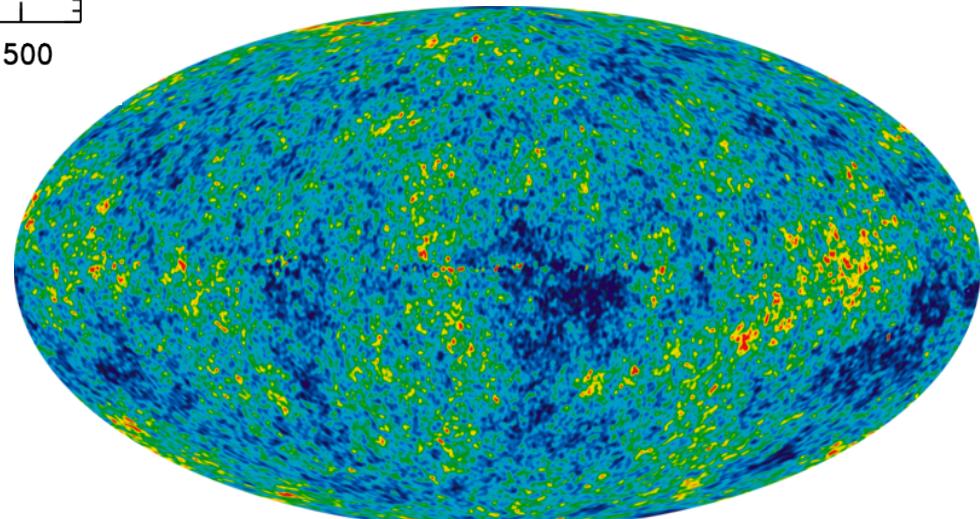
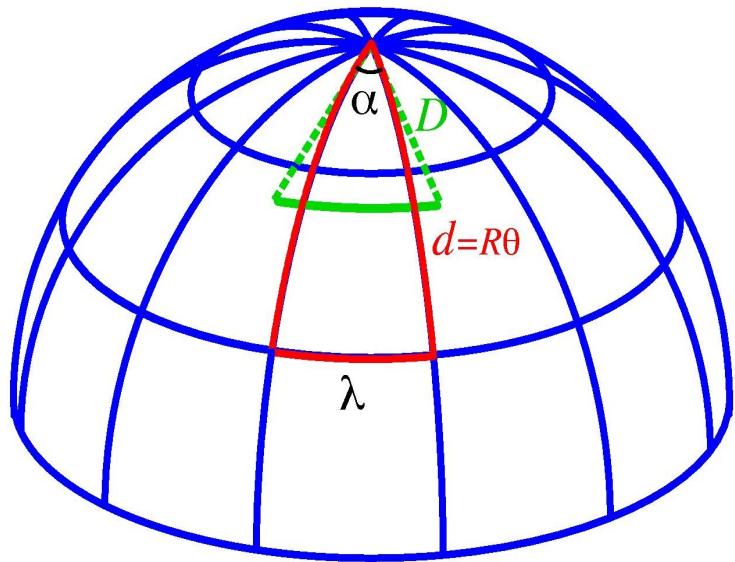
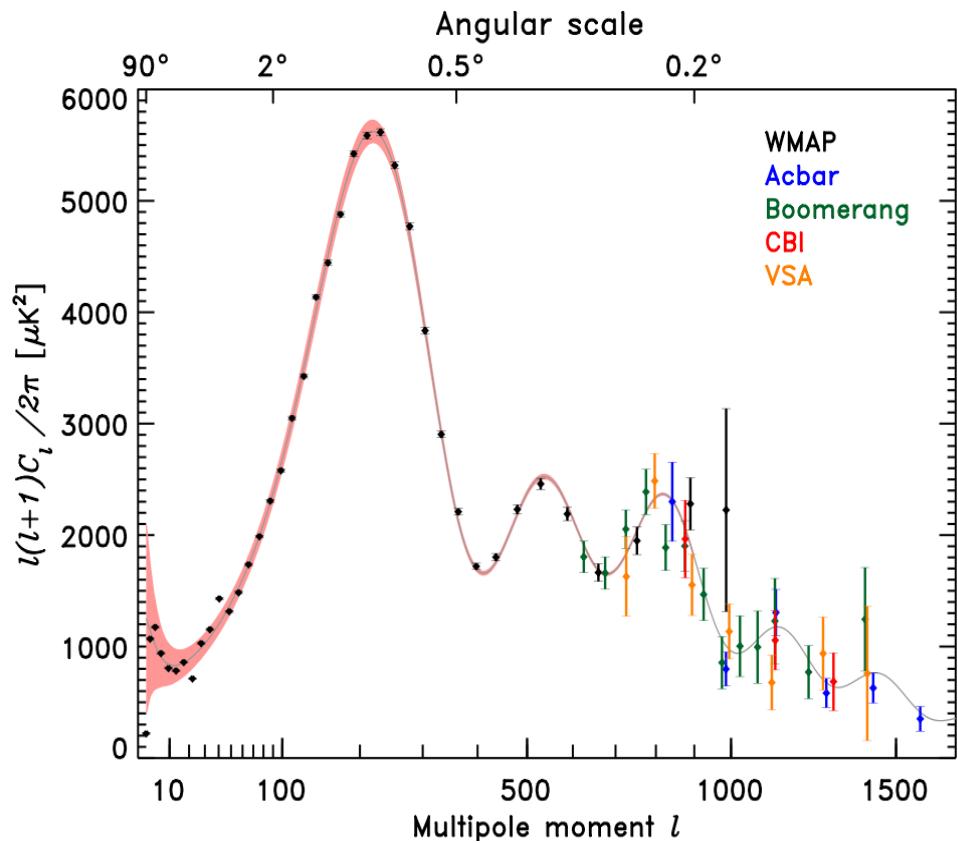
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

DRESDEN
concept

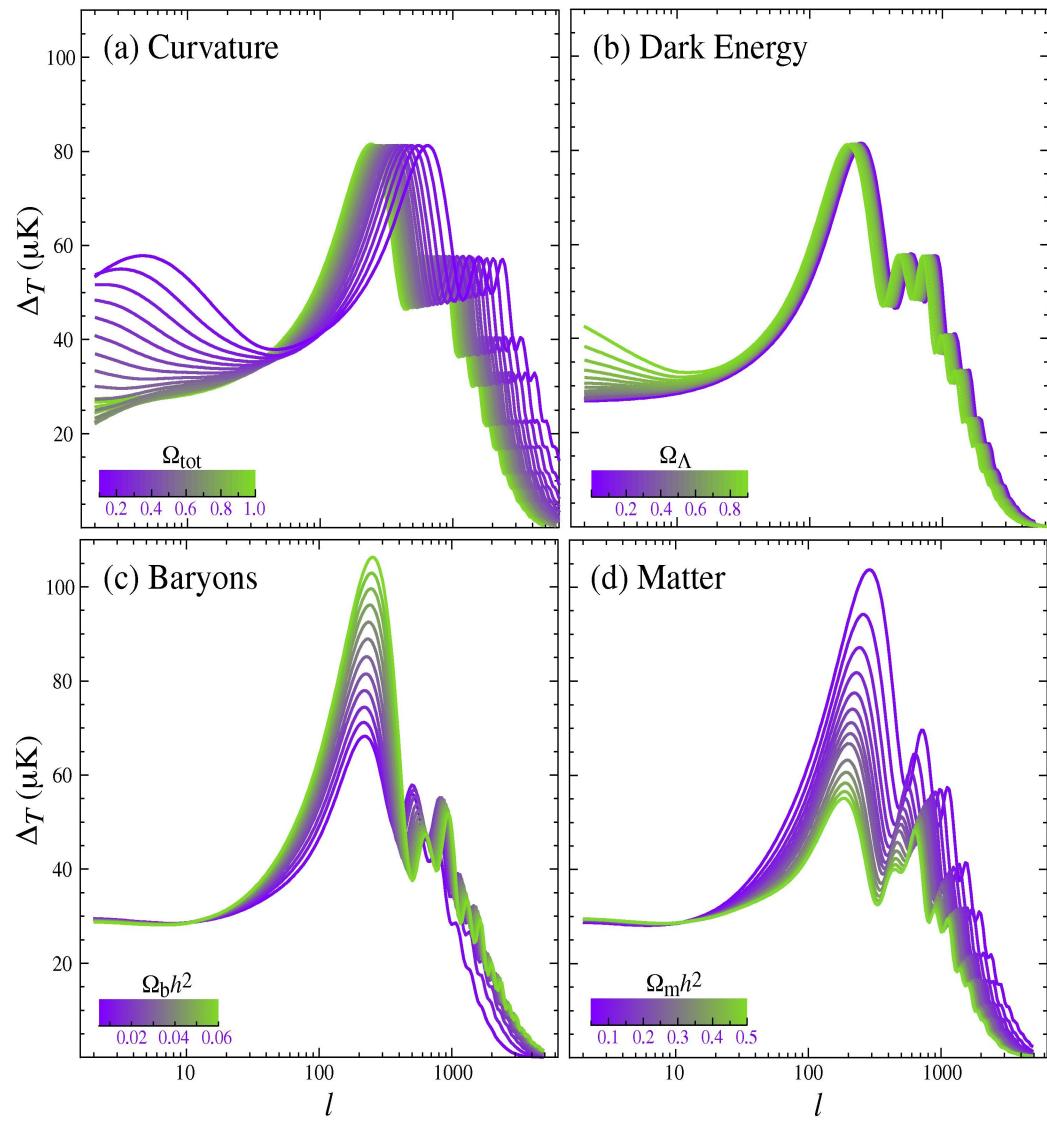
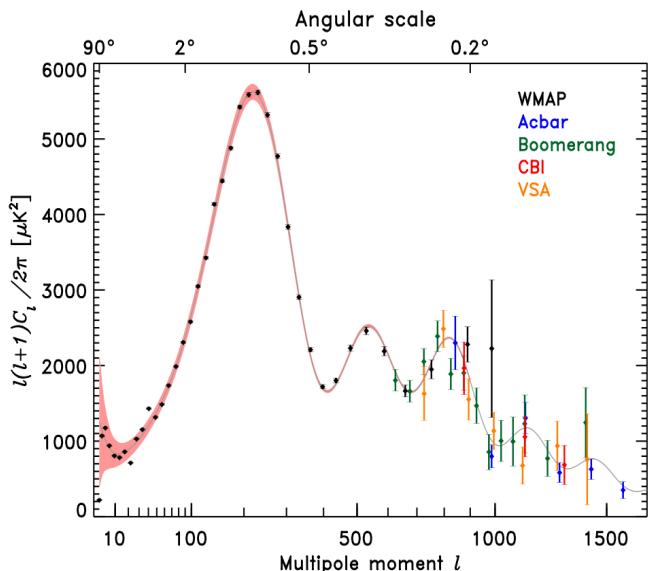


HZDR

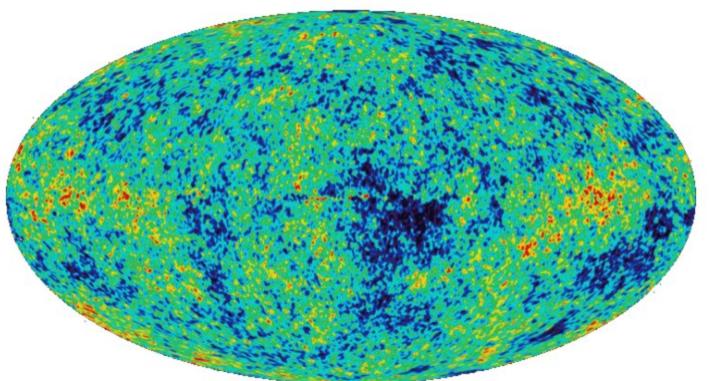
Zur Interpretation des ersten Peaks im Power-Spektrum



Zur Interpretation der weiteren Peaks im Power-Spektrum



CMB-Wert von η und berechnete Nuklidhäufigkeiten für ${}^4\text{He}$, ${}^2\text{H}$, ${}^7\text{Li}$



Particle Data Group 2015

