

# Kosmologie und Astroteilchenphysik

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

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

8. Vorlesung, 09.06.2015



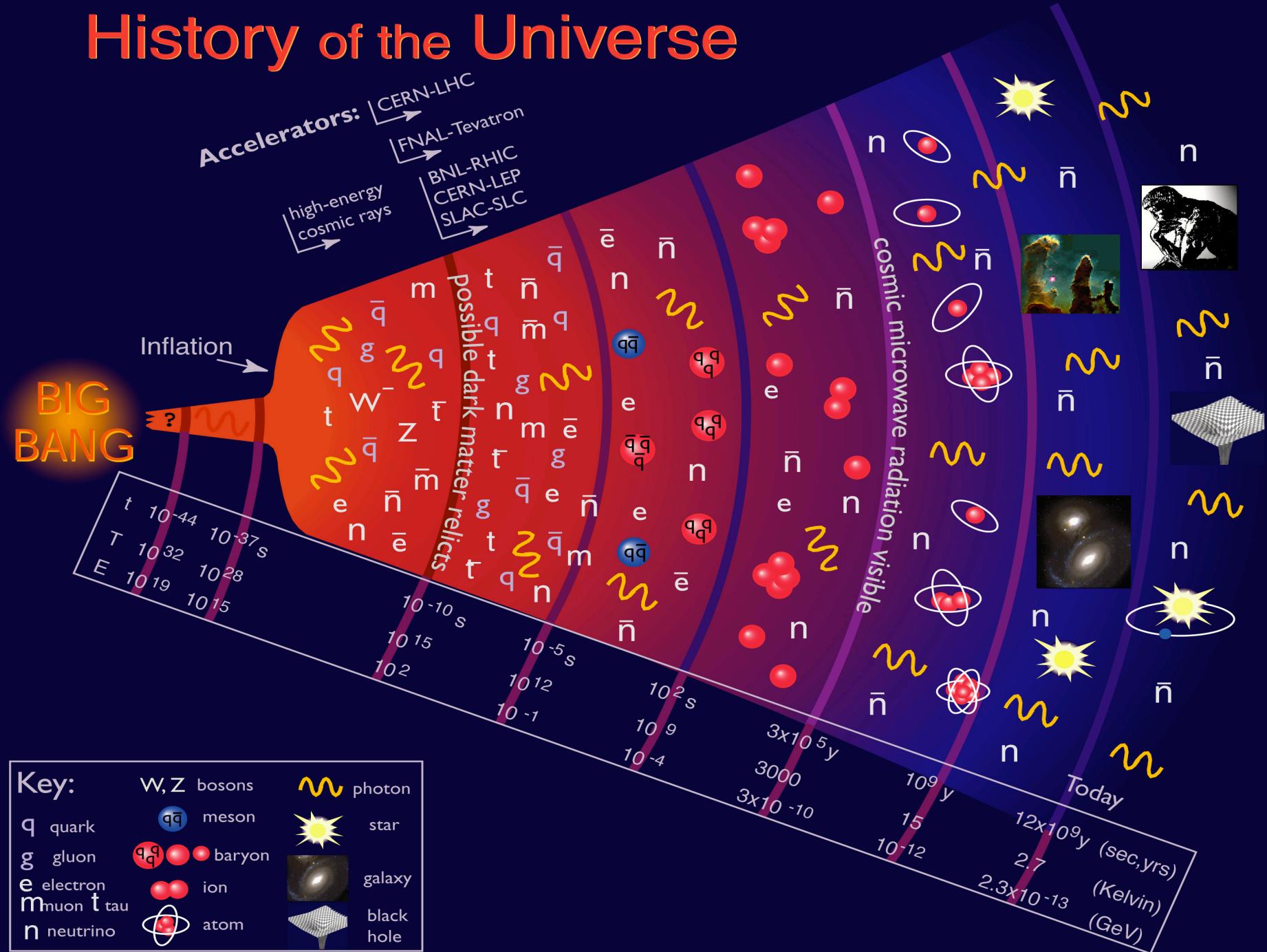
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN



HZDR



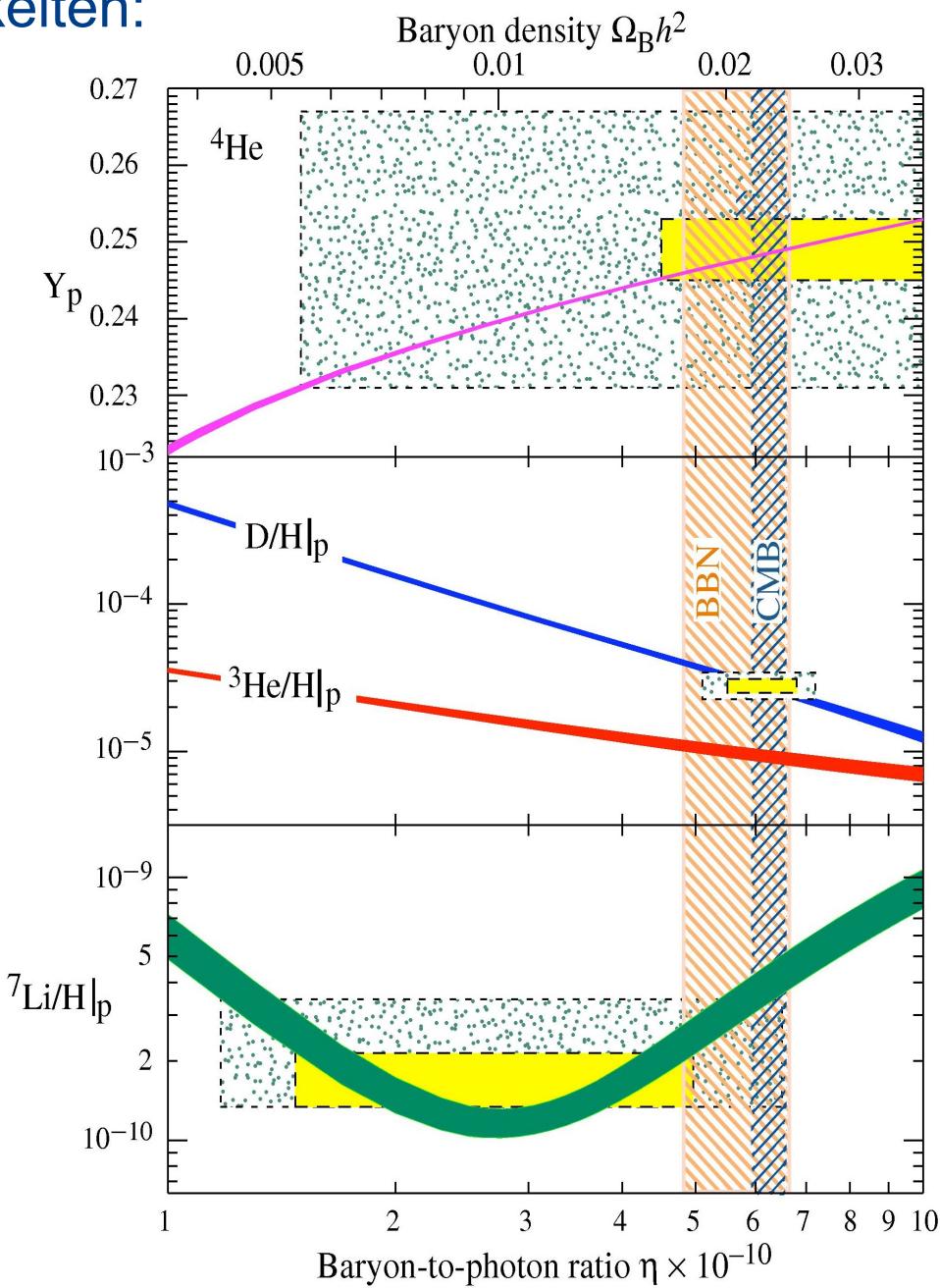
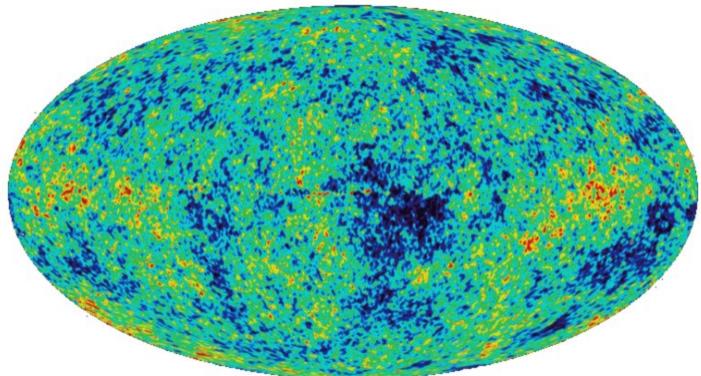
# History of the Universe



# Gesamtschau der Nuklidhäufigkeiten:

$^4\text{He}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^7\text{Li}$

Vorhersage und Beobachtung  
stimmen einigermaßen überein für  
diese drei Nuklide!

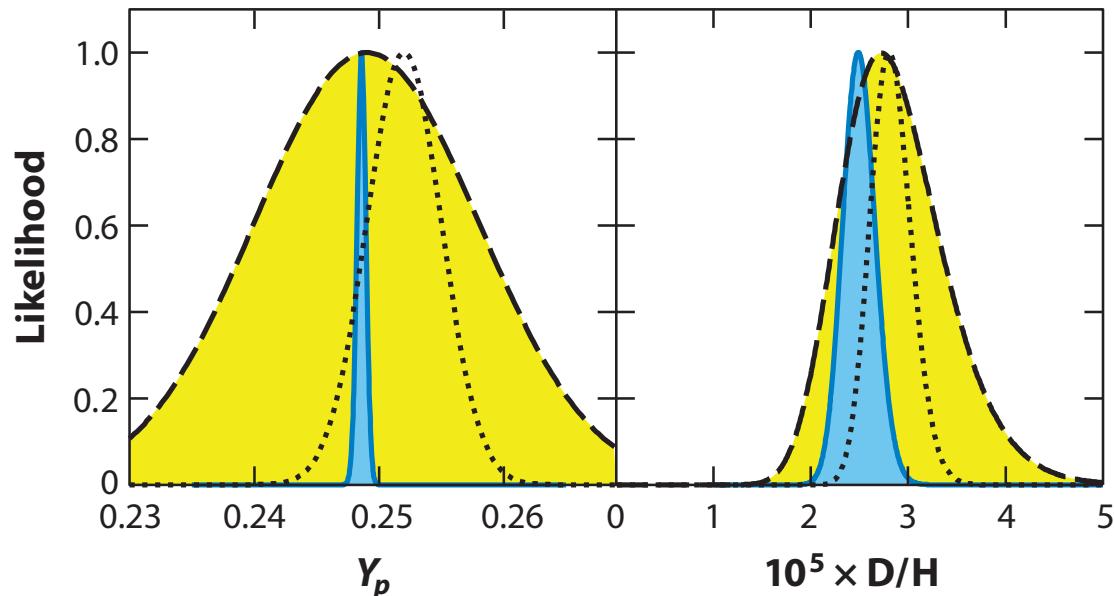


# Vorhersage und Messung: $^4\text{He}$ , $^2\text{H}$ , $^7\text{Li}$

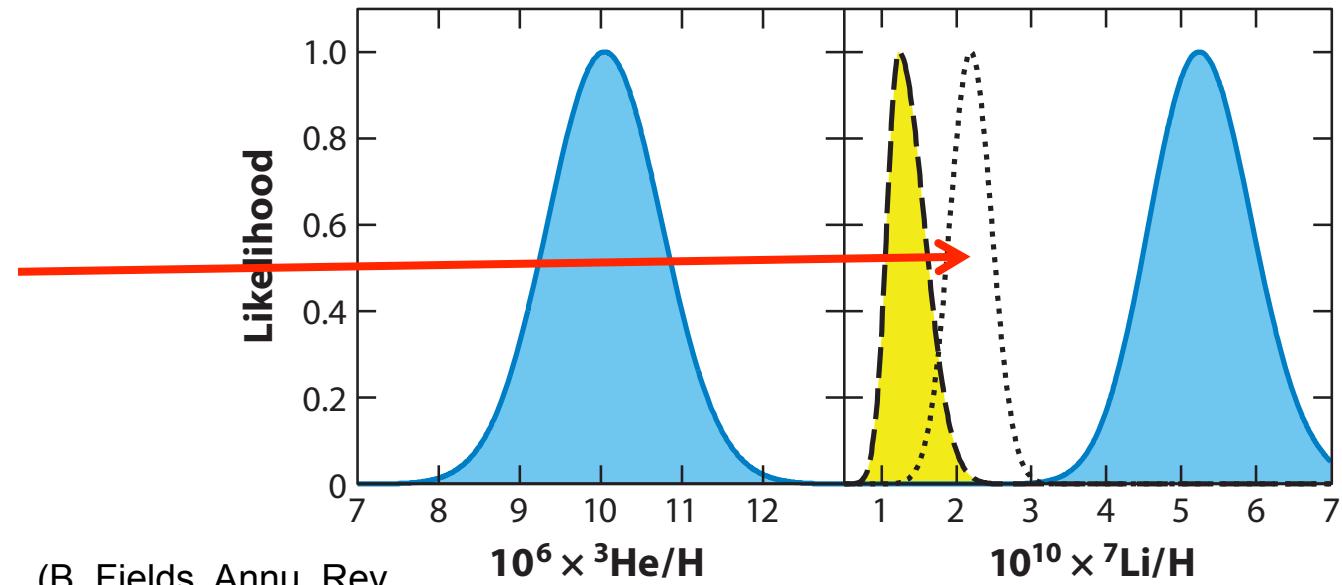
Blau = Vorhersage, basierend auf CMB

Gelb = Messung

Gepunktet = Messung, mit anderem  
Auswerteverfahren



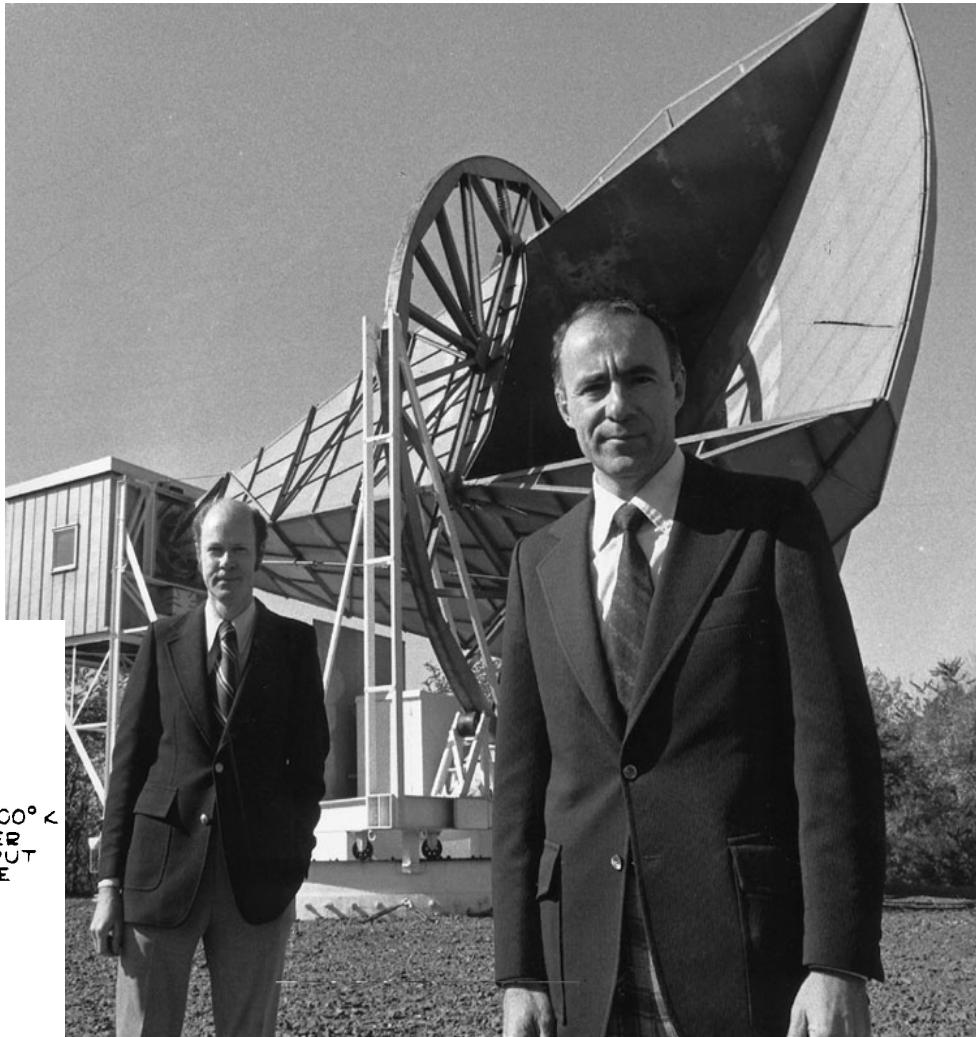
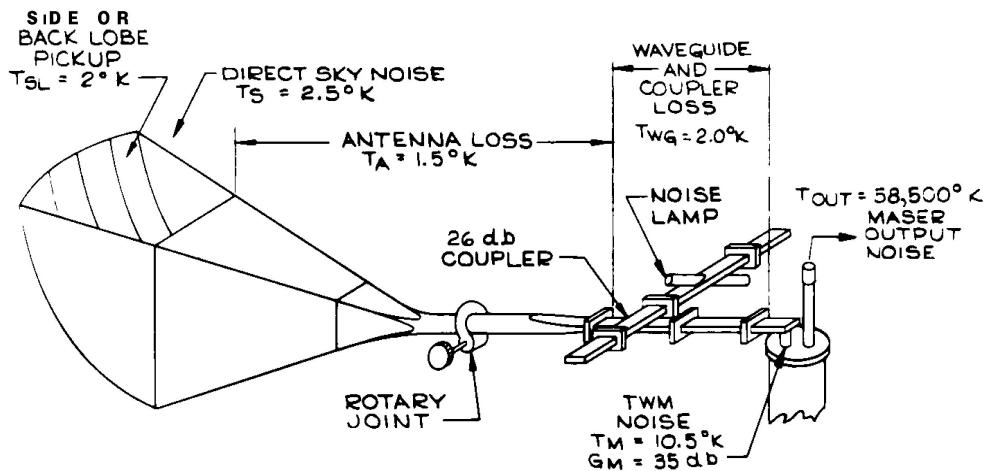
Lithium-(7-)  
Problem der  
Kosmologie



(B. Fields, Annu. Rev.  
Nucl. Part. Sci. 2011)

# 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



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

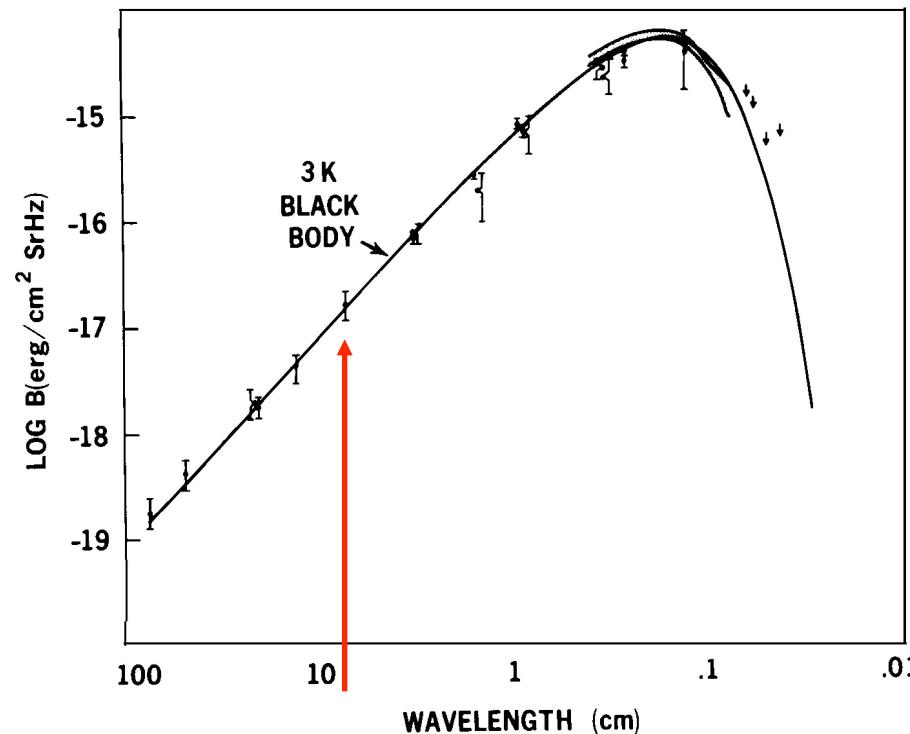
DRESDEN  
concept



HZDR

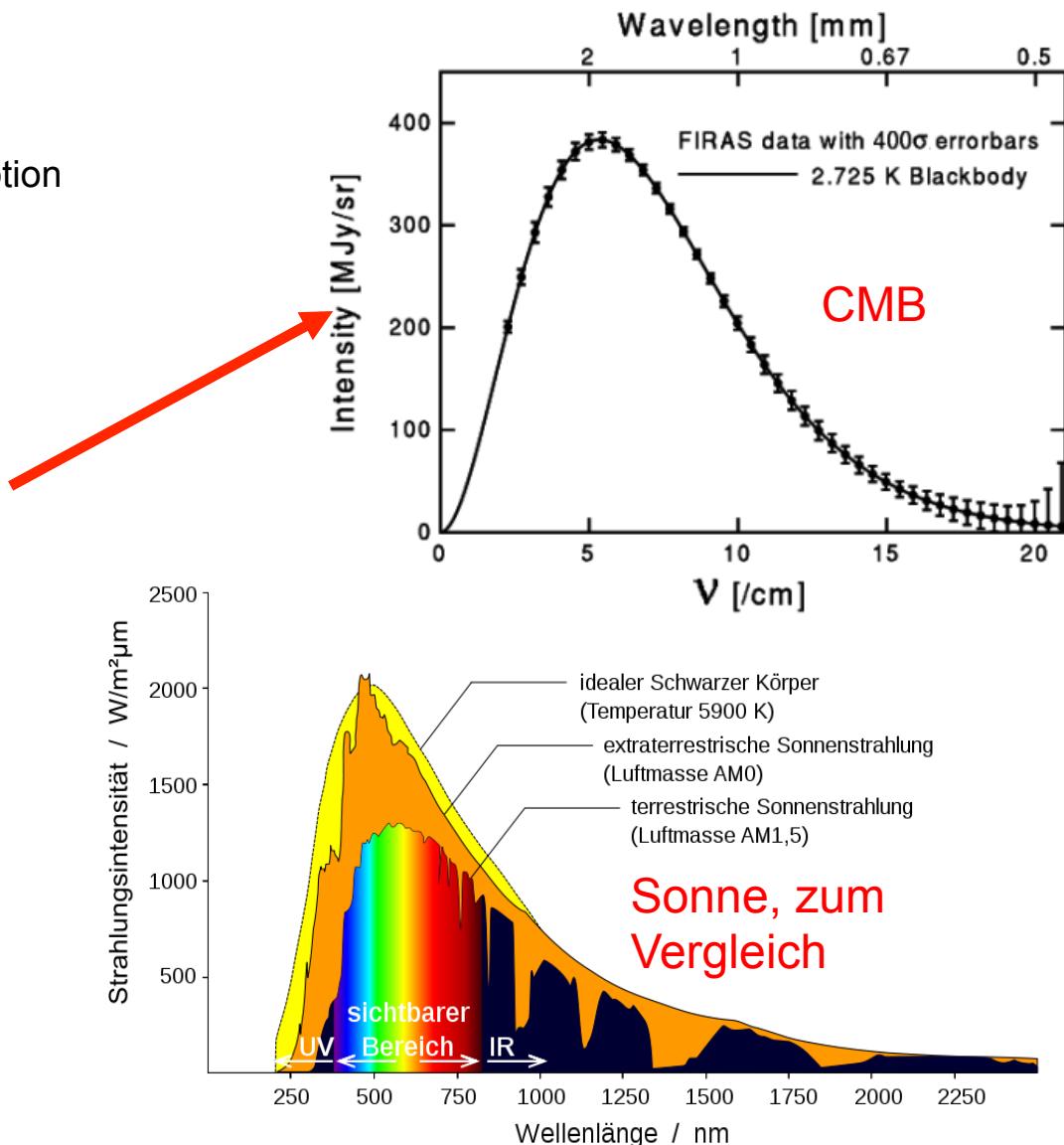
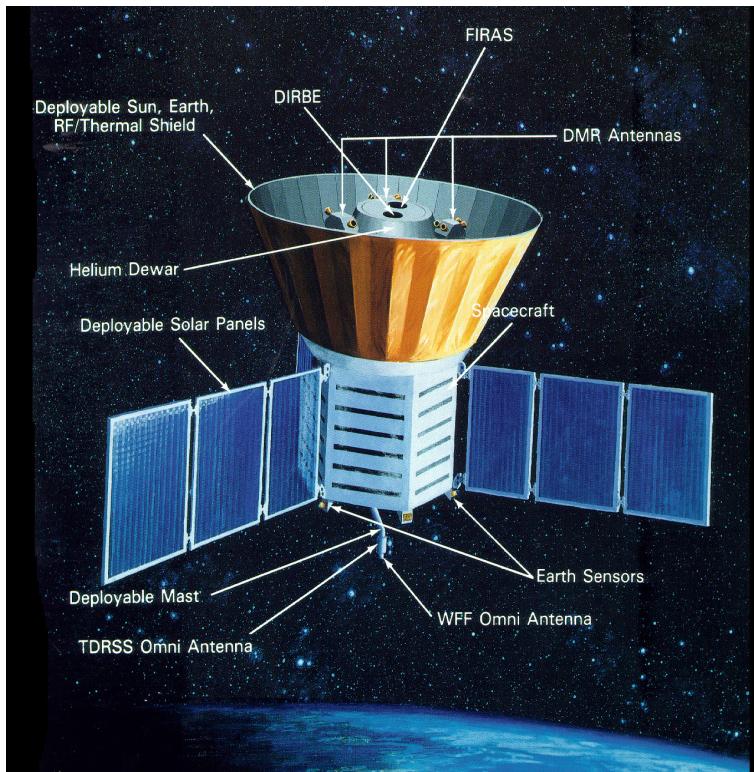
# Entdeckung der Mikrowellen-Hintergrundstrahlung 1965: Penzias, Wilson (2)

	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)

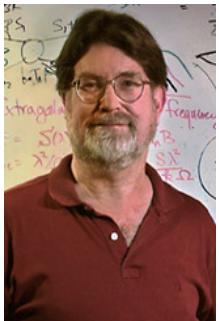


$10^{-3}$  Dipol-Anisotropie

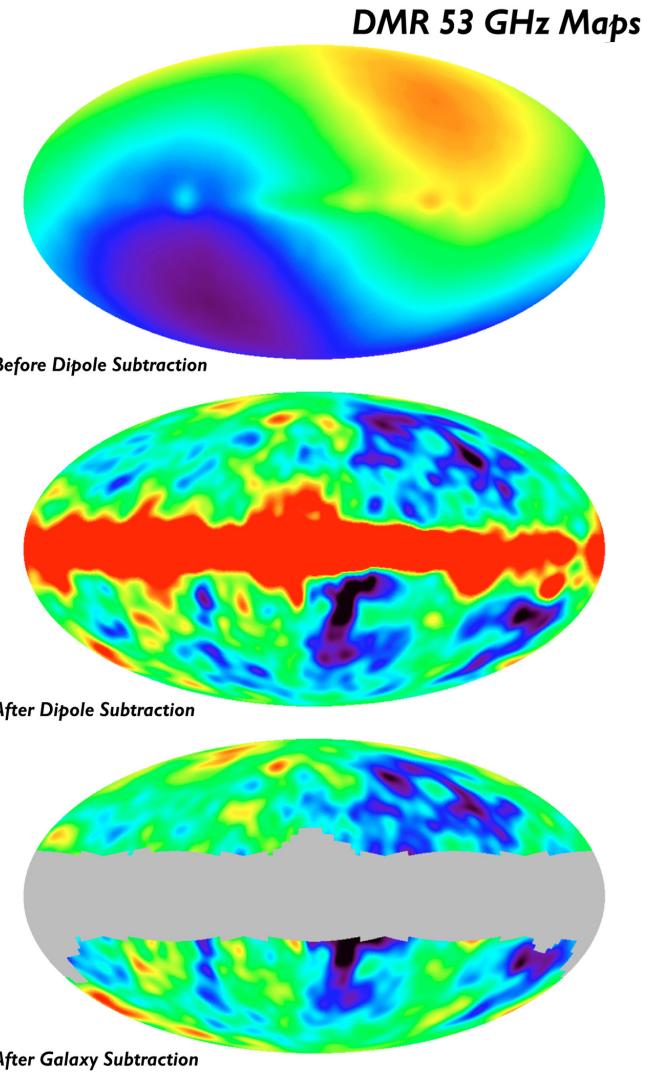


Doppler-Effekt aus der Bewegung von COBE relativ zum Mikrowellen-Hintergrund

Nobelpreis 2006

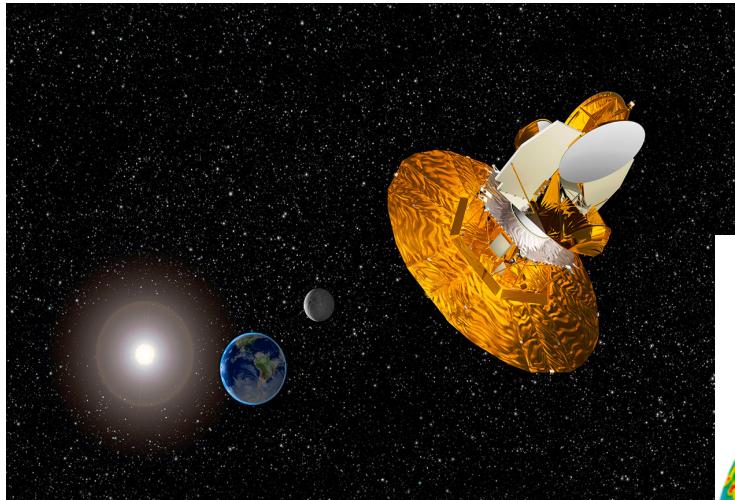


$10^{-5}$  kosmische Anisotropie

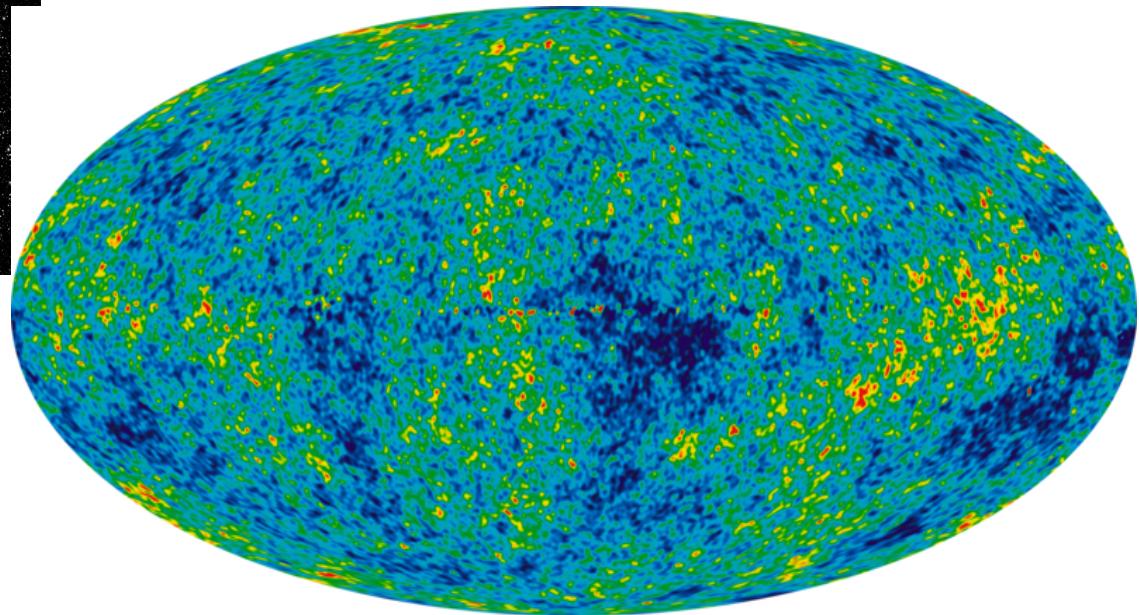


# Anisotropie, gesehen mit WMAP

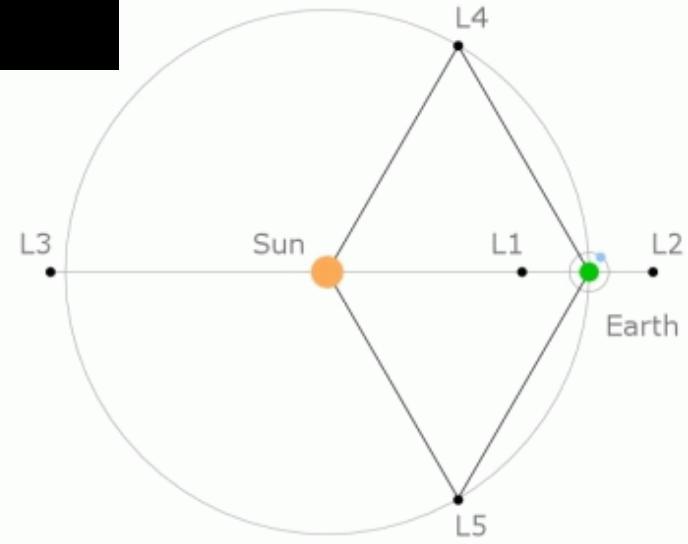
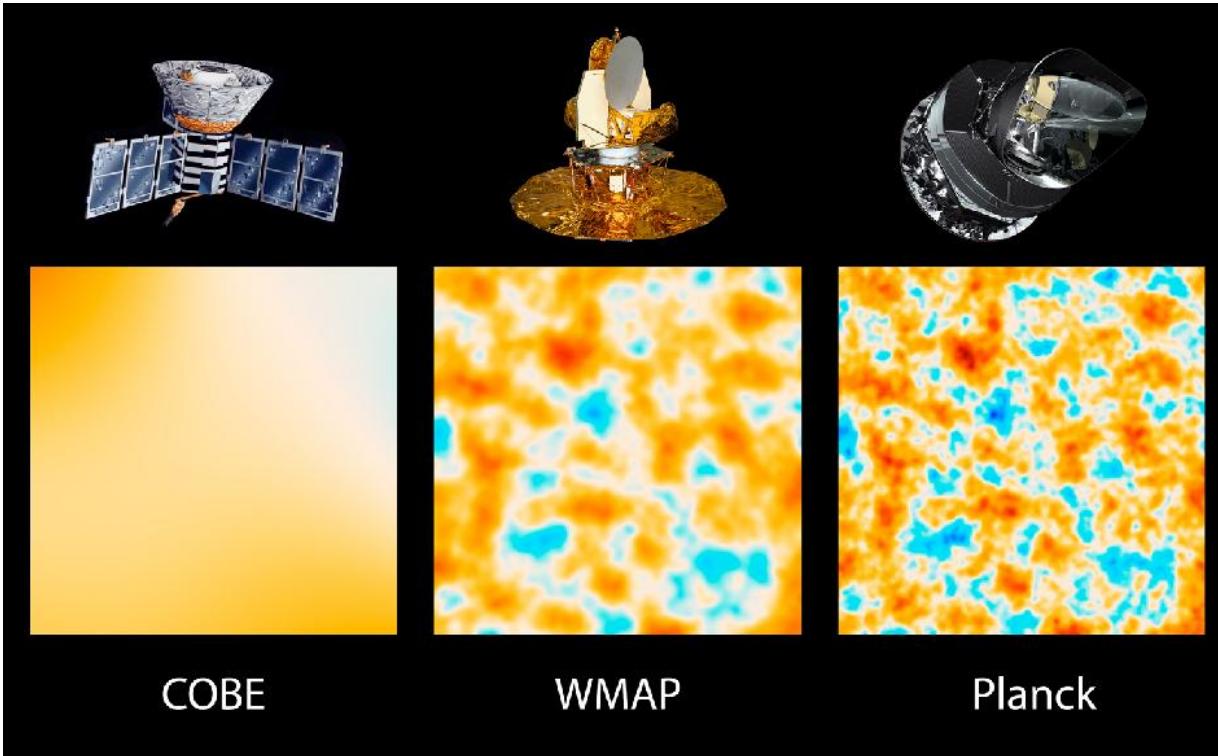
- WMAP = Wilkinson Microwave Anisotropy Probe
- Orbit um L<sub>2</sub>-Punkt der Sonne
- Verbesserte Winkelauflösung



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

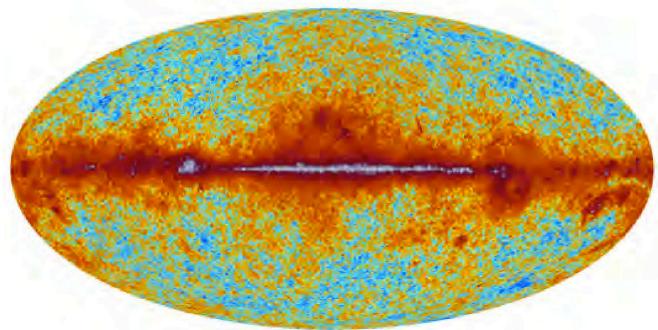


# Planck-Satellit 2013: Power-Spektrum des Mikrowellen-Hintergrunds

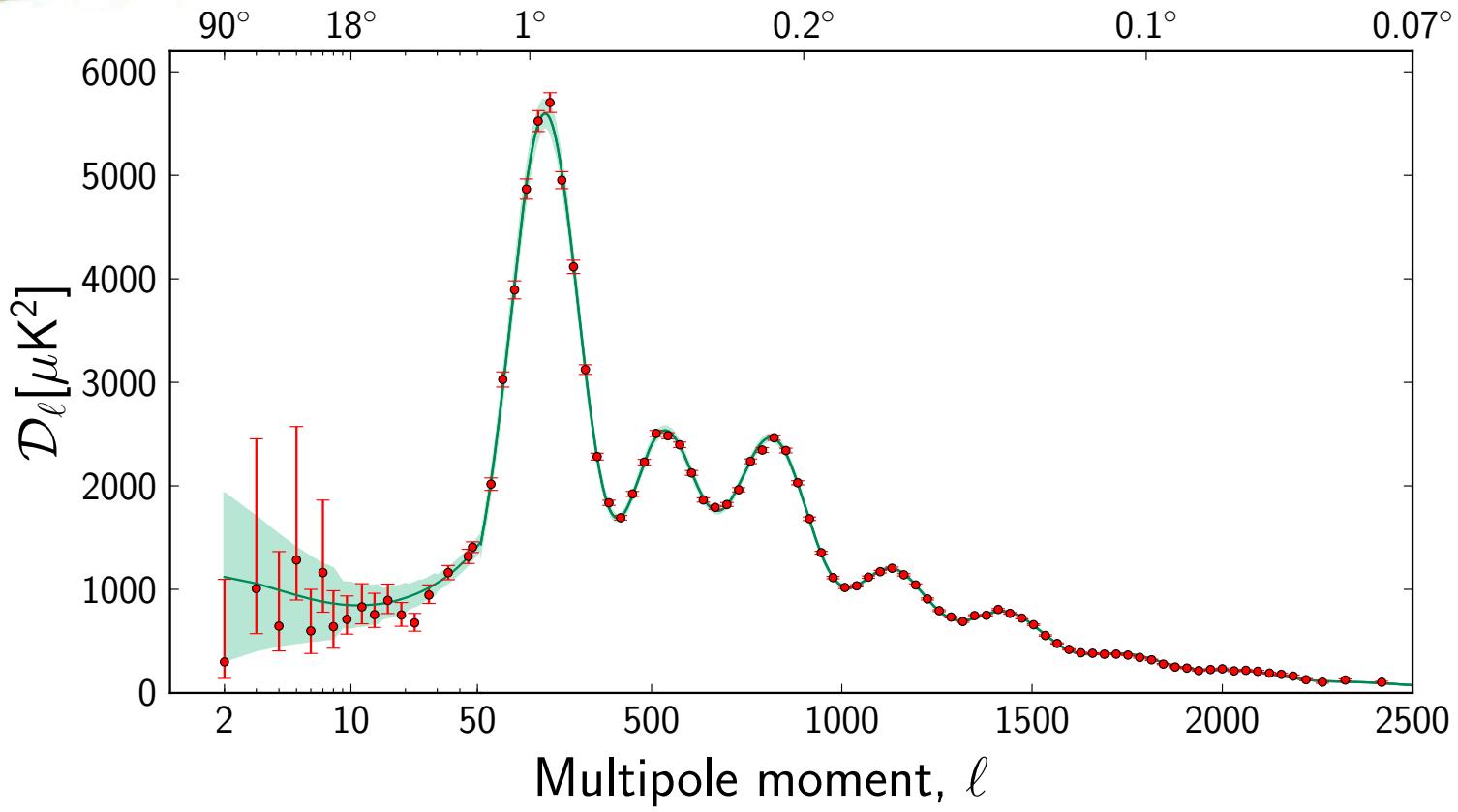


# Planck-Satellit 2013: Power-Spektrum des Mikrowellen-Hintergrunds

30 GHz



Angular scale



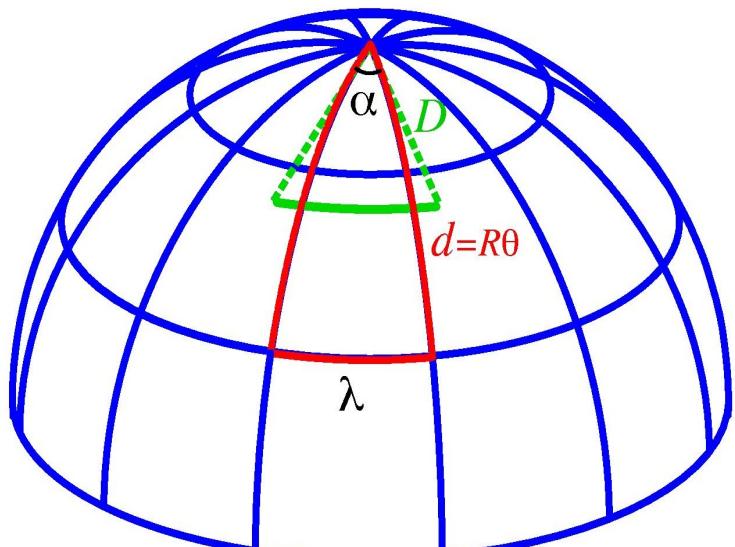
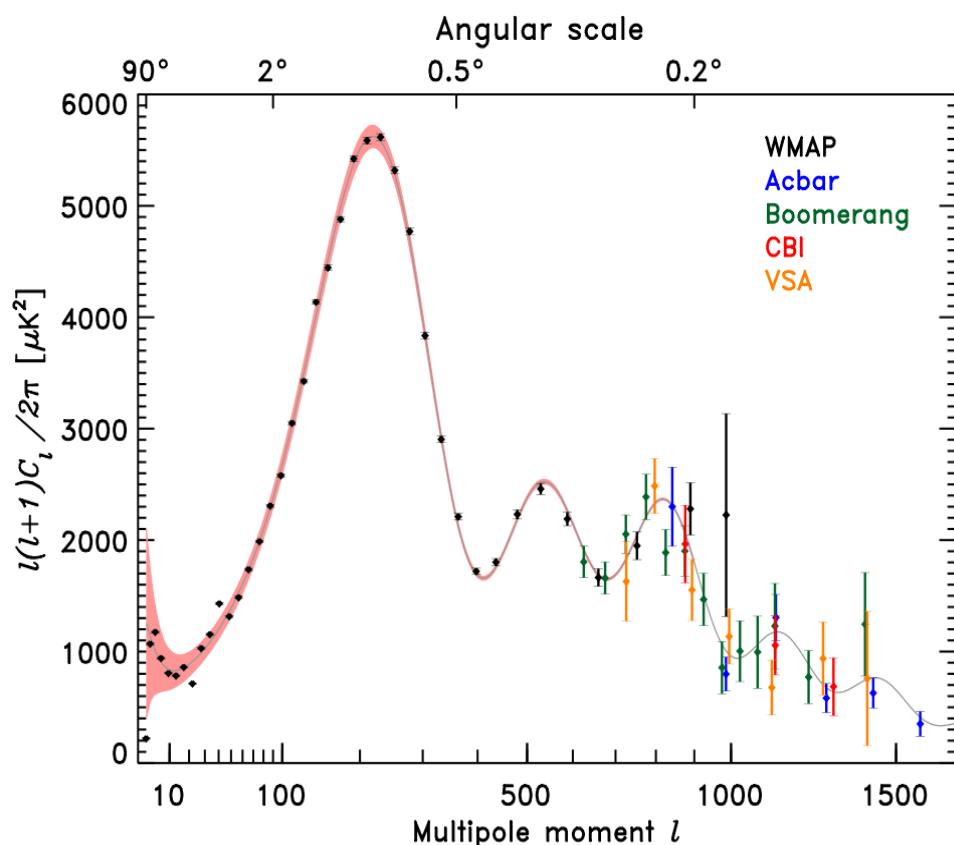
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

DRESDEN  
concept



HZDR

# Zur Interpretation des ersten Peaks im Power-Spektrum



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

DRESDEN  
concept



HZDR