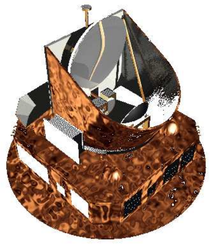
Der Planck-Satellit



Das Projekt

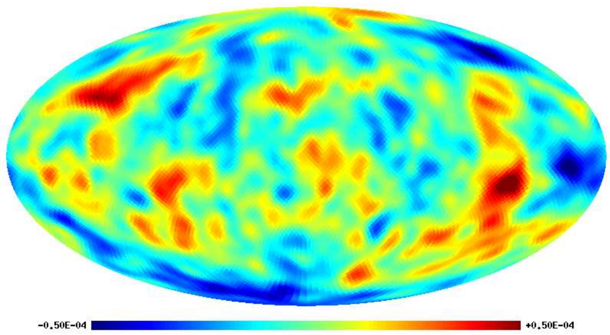
Die kosmische Mikrowellen-Hintergrundstrahlung trägt eine Fülle von Informationen über den Zustand des Universums etwa 300.000 Jahre nach dem Urknall. Seit dieser Zeit konnte sich diese Strahlung fast ungestört ausbreiten, so dass wir in ihr ein direktes Abbild des frühen Universums sehen.

Im Jahre 1992 konnte der COBE-Satellit erstmals Strukturen im kosmischen Mikrowellenhintergrund nachweisen. Die kleinsten Strukturen, die COBE sehen konnte, waren aber immer noch relativ groß. Seitdem versuchen zahlreiche Experimente, kleinere Strukturen im Mikrowellenhintergrund zu finden, denn gerade aus ihnen kann eine Fülle von Informationen über das Universum gewonnen werden.

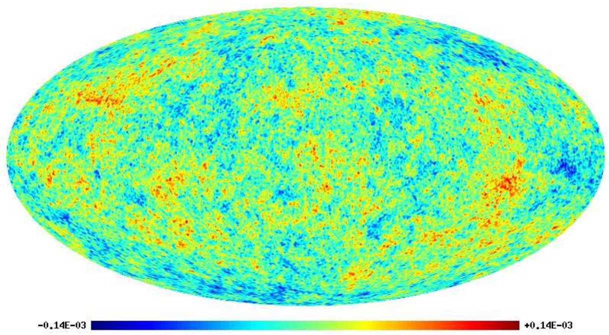
Das ehrgeizigste Projekt dieser Art ist der *Planck*-Satellit, der vom Jahr 2007 an den gesamten Himmel etwa 50-fach genauer und etwa zehnmal empfindlicher als COBE beobachten wird. *Planck* wird zwei Instrumente tragen, das Hoch- und das Niederfrequenz-Instrument, die in insgesamt neun verschiedenen Frequenzbändern im Mikrowellenbereich messen können. Damit werden einerseits kosmologische Ergebnisse bisher utopisch erscheinender Genauigkeit erzielt werden können, andererseits wird *Planck* aber auch höchst wertvolle Daten über viele Klassen astrophysikalischer Objekte liefern, zu denen Körper im Sonnensystem ebenso gehören wie Galaxienhaufen.

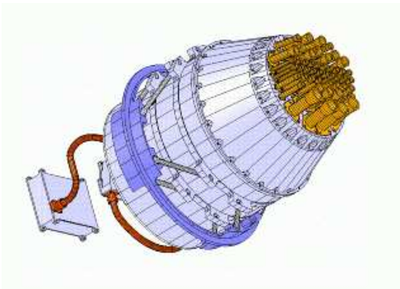
In dem europäischen Konsortium, das *Planck* entwickelt und betreiben wird, wird Deutschland durch das Max-Planck-Institut für Astrophysik vertreten. Neben der Untersuchung wissenschaftlicher Fragestellungen ist es eine der zentralen Aufgaben des Instituts, ein Datenzentrum aufzubauen, in dem die gesamten Daten der *Planck*-Mission gesammelt werden. Das MPA trägt außerdem zur Entwicklung der Datenanalyse-Software für die Mission bei und entwickelt zusammen mit anderen Gruppen des *Planck*-Konsortiums Software, mit deren Hilfe die Daten der *Planck*-Mission vollständig simuliert werden kann.

Das MPA nimmt damit eine wichtige Rolle im *Planck*-Projekt ein, die sowohl Astrophysiker als auch Informatiker vor große und spannende Herausforderungen stellt.

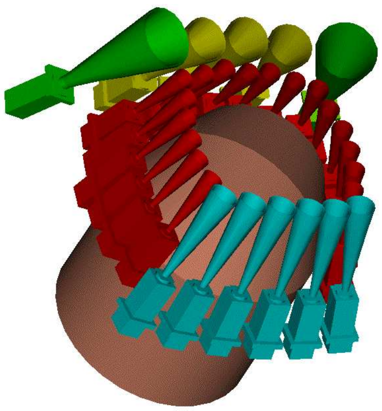


Simulierte Himmelskarte des Mikrowellenhintergrunds, wie COBE sie beobachten konnte (oben) — und wie *Planck* sie beobachten wird (unten). Die Farbe stellt Temperaturschwankungen des Mikrowellenhintergrunds in Grad Kelvin dar.



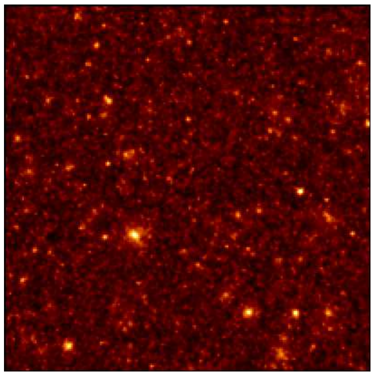


Die beiden Instrumente, die an Bord von *Planck* messen werden: Das Hochfrequenz-Instrument (oben) misst zwischen 100 und 1000 GHz (0.3 bis 3 mm Wellenlänge), das Niederfrequenz-Instrument (unten) zwischen 30 und 100 GHz (3 bis 10 mm Wellenlänge). Das Niederfrequenz-Instrument umgibt das Hochfrequenz-Instrument wie ein Kranz.



Die Mikrowellenstrahlung, die 300.000 Jahre nach dem Urknall frei wurde, hat auf dem Weg zu uns das gesamte beobachtbare Universum durchquert. Sie wurde auf diesem Weg durch viele weitere Arten astronomischer Objekte „angereichert“ und verändert. Dazu gehören Quasare und Radiogalaxien in sehr großen Entfernungen von uns, aber auch die Milchstraße und die Planeten des Sonnensystems. *Planck* wird daher auch für Untersuchungen aller dieser Objekte und Objektklassen unschätzbar wertvolle Daten liefern. Man schätzt, dass *Planck* etwa einige 10.000 Quasare und Radiogalaxien finden wird.

Besonders interessant sind Galaxienhaufen. Sie enthalten ein Gas, das mit einigen zehn Millionen Grad so heiß ist, dass es keine Atome mehr enthält, sondern getrennte Elektronen und Atomkerne. Teilchen des Mikrowellenhintergrunds, die das Elektronengas in Galaxienhaufen durchqueren, werden von den sehr energiereichen Elektronen gestoßen und damit zu höheren Energien hin gestreut. Sie „fehlen“ dann in den Wellenlängenbereichen, bei denen typische Beobachtungen des Mikrowellenhintergrunds stattfinden, und tauchen bei höheren Energien, also kürzeren Wellenlängen, wieder auf. Dementsprechend werfen Galaxienhaufen vor dem Mikrowellenhintergrund einen Schatten. Dieser Effekt heißt Sunyaev-Zeldovich-Effekt nach seinen beiden Entdeckern. Prof. Sunyaev ist einer der Direktoren des MPA.



Simulation des Sunyaev-Zeldovich-Effekts: Galaxienhaufen vor dem Mikrowellenhintergrund. *Planck* wird einige 10.000 bis 100.000 Galaxienhaufen finden.