

**Titel: Unser Klima: Physikalische Grundlagen, Beobachtungen, Modellierung und Klimaprognosen**

Kurzbeschreibung: Im Seminar sollen die physikalischen Grundlagen für die Beschreibung von Klimaänderungen, die experimentellen Beobachtungen von Klimaindikatoren, Klimaantriebe und der Aufbau von Klimamodellen behandelt werden. Am Ende steht die Diskussion der Trennung natürlicher und anthropogener Ursachen der beobachteten Klimaveränderungen in den letzten 150 Jahren und der darauf beruhenden Klimaprognosen.

Themen:

1. Das kalorimetrische Klimamodell 1 (Strahlungsbilanz, Wärmekapazität des Klimasystems, .....
2. Das kalorimetrische Klimamodell 2 (Klimasensitivität gegenüber Änderungen , mit und ohne Rückkopplung, Zeitskalen mit und ohne Rückkopplung)
3. Klima (änderungs )indikatoren
  - wichtige Messgrößen, Mittelwerte, Varianz
  - Beobachtungen: Regionale und globale Temperatur, hydrologischer Kreislauf, Meereshöhe, Eisbedeckung, Drift und Amplitude der Tageslängenänderung..
4. Antriebe 1: Änderung der Treibhausgase und deren Verweildauer im Klimasystem
5. Antriebe 2: Änderung der Solarkonstante, Aerosole, Bodenbedeckung,..
6. Rekonstruktion des Klimas der letzten 150 Jahre (Meßreihe von T und des Meeresspiegels,...), bzw. letzten 1000 Jahre , natürliche Klimavariabilität auf der dekadischen bis Jahrhundertzeitskalen
7. Trennung von natuerlichen/anthropogenen Klimaänderungen 1  
wie lässt sich der antropogewne Effekt nachweisen und mit welcher Sicherheit
8. Klimamodelle: wie funktionieren sie, wofür werden sie gebraucht
9. Klimaprognosen 1:  
Vorhersagen für mittlere Temperatur, Ozeanspiegel, extreme Wetterereignisse  
(Basis: IPCC 2009, The physicsl Science Basis')
10. regionale Vorhersagen als Basis für eine Folgenanalyse, Folgen, Anpassung..  
(IPCC 2009, ,Impacts, Adaptation, Vulnerability)
11. Zwei- Grad Ziel und dessen (**politische**) Begründung,  
Vermeidungsszenarien und Möglichkeiten der Reduktion der Emission der Treibhausgase
12. Potentielle Kippunkte des Klimasystems

## Wesentliche Literatur:

### Bücher:

1. Bergmann, L. und C. Schäfer, Lehrbuch der Experimentalphysik, Band 7, Erde und Planeten, de Gruyter Verlag, Berlin, New York, 2001.
2. Climate Change 2007: Working Group I: The Scientific Basis, WMO 2007, <http://www.ipcc.ch/>
3. Goody, M. and Y.L. Yung, Atmospheric Radiation, Oxford Uni. Press 1989, (IUP 1337)
4. Goose et al., Introduction to climate dynamics and climate modelling, <http://www.climate.be/textbook>
5. Peixoto, J.P. und A.H. Oort, 1993, Physics of Climate, American Institute of Physics, New York, 520 pp.
6. Roedel, W., PHYSIK unserer Umwelt, Die Atmosphäre, Springer Verlag, Heidelberg, 2. Auflage, Eine ausgezeichnete Übersicht der physikalischen Prozesse in der Atmosphäre von den Grundlagen bis zu Klimafragen. (IUP 1511)

### Einige Veröffentlichungen:

1. Arking, A., Effects of bias in solar radiative transfer codes on global climate model simulations, Geophys. Res. Lett., 32, L20717, doi:10.1029/2005GL023644, 2005.
2. Dessler & Sherwood, A Matter of Humidity, Science, 323, 1020 20 Feb. 2009, and Dessler et al., Water-vapor climate feedback inferred from climate fluctuations 2003 – 2008, Geophys. Res. Lett. 35, L20704, doi:10.1029/2008GL035333, 2008.
3. Foukal et al., Variations in solar luminosity and their effect on the Earth's climate. Nature 443, 161-166, 2006.
4. Knutti R., and G. Hegerl, The equilibrium sensitivity of the Earth's temperature to radiation changes, Nature, 1, 736, 2008.
5. Lean, J. L., and D. H. Rind (2009), How will Earth's surface temperature change in future decades?, Geophys. Res. Lett., 36, L15708, doi:10.1029/2009GL038932.
6. Luterbacher et al., Exceptional European warmth of autumn 2006 and winter 2007: Historical context, the underlying dynamics, and its phenological impacts. Geophys. Res. Lett. 34, L12704, doi:10.1029/2007GL029951, 2007.
7. Science Historical, [http://www.sciencemag.org/feature/data/earthdynamics/el\\_nino\\_papers.dtl#historical](http://www.sciencemag.org/feature/data/earthdynamics/el_nino_papers.dtl#historical) (exzellenter public domain link auf Paleoklima Veröffentlichungen in Science)
8. Miller L., and B. C. Douglas, Mass and volume contributions to twentieth-century global sea level rise, Nature, 428, 406 - 409, 2004; doi:10.1038/nature02309
9. Murphy et al., An observationally based energy balance for the Earth since 1950, JGR, 114, D17107, doi:10.1029/2009JD012105, 2009.
10. Murphy et al., Quantification of modelling uncertainties in a large ensemble of climate change simulations, Nature, 430, 768, 2004
11. Palle et al., Changes in Earth's Reflectance over the Past Two Decades, Science, 304 1299, 2004.
12. Philipona, R. B. Dürr, C. Marty, A. Ohmura, and M. Wild, Radiative forcing - measured at Earth's surface - corroborate the increasing greenhouse effect, Geophys. Res. Lett. 31, L03202, doi:10.1029/2003GL018765, 2004
13. Rahmstorf, S., A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise, Science 315, 368-370, 2007.
14. Ramanathan, V., P.J. Crutzen, J.T. Kiehl, and D. Rosenfeld, Aerosols, Climate, and the Hydrological Cycle, Science, 294, 2119-2124, 2001.

15. Ramaswamy et al., Anthropogenic and Natural Influences in the Evolution of Lower Stratospheric Cooling, *Science*, 311, 1138, 2006.
16. Robock, A., A. Marquardt, B. Kravitz, and G. Stenchikov, Benefits, risks, and costs of stratospheric geoengineering, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L19703, doi:10.1029/2009GL039209, 2009.
17. Schwartz E.S., Heat capacity, time constant, and sensitivity of Earth's climate system, *JGR*, 112, D24S05, doi:10.1029/2007JD008746, 2007.
18. Trouet et al., Persistent Positive North Atlantic Oscillation Mode Dominated the Medieval Climate Anomaly, *Science*, 324, 78, 2009.

Vorlesungen und Seminare:

1. Physics of the Atmosphere, <http://www.iup.uni-heidelberg.de/institut/studium/lehre/Atmosphaerenphysik/>
2. Physics of Climate: [http://www.iup.uni-heidelberg.de/institut/studium/lehre/PhysicsClimate/programm\\_new.html](http://www.iup.uni-heidelberg.de/institut/studium/lehre/PhysicsClimate/programm_new.html)
3. Master Course Experimental Physics 4 (MKEP4), Environmental Physics <http://www.iup.uni-heidelberg.de/institut/studium/lehre/MKEP4/>
4. **Paleo, present and future climate**, [http://www.iup.uni-heidelberg.de/institut/studium/lehre/paleo\\_climate/programm\\_new.html](http://www.iup.uni-heidelberg.de/institut/studium/lehre/paleo_climate/programm_new.html)