

Der deutsche Beitrag zum CMIP5 (IPCC/AR5) Datenarchiv

K. Glushak¹, S. Legutke¹, H. Widmann¹, J. Wegner¹, H.-D. Hollweg¹, K. Fieg¹,
M. Lautenschlager¹, M. Giorgetta², J. Jungclaus², C. Reick²

(1) Deutsches Klima Rechenzentrum (DKRZ), Hamburg, Deutschland,
(2) Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M), Hamburg, Deutschland

Das Projekt CMIP5

Das international koordinierte Klimamodell-Vergleichsprojekt (CMIP5) ermöglicht die umfassende Auswertung und den systematischen Vergleich von Erdsystemmodellen (ESM). Weltweit berechnen etwa 20 Klimamodellierungsgruppen diverse Szenarien- und Vergleichsexperimente, die standardisiert konfiguriert und angetrieben werden.

Am DKRZ werden unter Verwendung der Modellierumgebung IMDI die CMIP5-Experimente, die auf dem am Max-Planck-Institut entwickelten Erdsystemmodell (MPI-ESM) basieren, durchgeführt. Die Modellierumgebung bietet viele Vorteile wie z.B. Flexibilität in der Modell- und Experimentkonfiguration. Die Klassen I-V, in die wir die durchgeführten CMIP5 Experimente unterteilt haben, sind hier um das Überblickschema (zentrale Abb.) in fünf Schaubildern dargestellt und beschrieben. Die Experimente wurden mit zwei Modellversionen von MPI-ESM (/MR) durchgeführt, die sich in der vertikalen Auflösung der Atmosphäre und der horizontalen Auflösung im Ozeanmodell unterscheiden. MPI-ESM-P ergänzt die CMIP5-Läufe um Paläoexperimente, die mit dem größeren Modellgitter (LR) gerechnet wurden.

	Modellgitter	"Stand-alone" Experimente	Gekoppelte Experimente	Gesamtanzahl Modelljahre	Gesamtmenge der Rohdaten [TB = 1000 GB]
MPI-ESM-LR	T63L40/GR15L40	7	252	7751	293 TB
MPI-ESM-MR	T63L95/TP04L40	5	67	2803	233 TB
MPI-ESM-P	T63L40/GR15L40	-	10	3028	114 TB
Gesamt		12	329	13582	640 TB

Grundlegende Simulationen für die Modelbewertung und das Verständnis des historischen und Paläo-Klimas

Um eine Evaluierung des Erdsystemmodells MPI-ESM gegen das heutige Klima und den beobachteten Klimawandel zu ermöglichen, wurden Kontroll- und historische Experimente durchgeführt. Paläo-Experimente erlauben die Untersuchung der Wirkung bekannter Änderungen des Sonnenorbits und der Treibhausgaskonzentrationen (past1000, vor 6000 Jahren (mittl. Holozän)).

Ein Experiment über das Maximum der letzten Eiszeit (vor ca. 18000 Jahren) zeigt die Reaktion des Klimasystems auf Randbedingungen der Eiszeit.

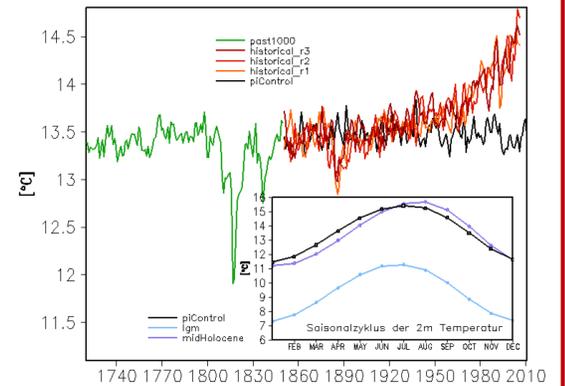


Abb.1 Jahresmittel der globalen 2-Meter-Temperatur über Land

Diagnostische Experimente zum Verständnis der Langzeitsimulationen

Die diagnostischen Experimente erlauben den Einfluß sowohl der Antriebsdaten als auch der Rückkopplungen im Modell zu untersuchen. Experimente mit festgehaltener Ozeanoberflächentemperatur (SST) ermöglichen Abschätzungen der Modellreaktion in Abhängigkeit von der Stärke der Antriebsdaten. Die Experimente *1pctCO2* und *abrupt4xCO2* untersuchen Klimaänderungen, die mit einer stetigen, einprozentigen Erhöhung bzw. einer abrupten Vervielfachung der atmosphärischen CO₂-Konzentration einhergehen (siehe Abb. 2).

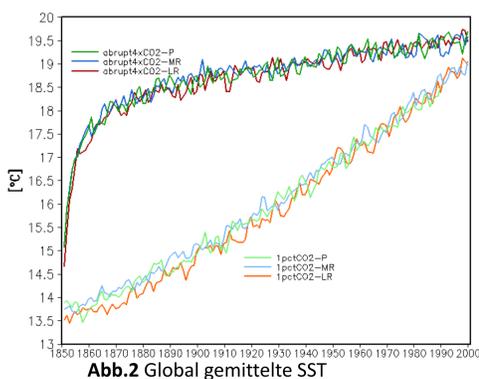


Abb.2 Global gemittelte SST

Dekadische Experimente (10 – 30 jährige Hindcasts und Projektionen)

Die dekadischen Experimente erlauben sowohl eine Abschätzung der Unsicherheit von Modellsimulationen als auch die Abhängigkeit zukünftiger Klimazustände vom Ausgangszustand. Die Experimente sind deshalb mit dem beobachteten Ozeanzustand initialisiert und große Ensembles wurden gerechnet. Dabei liegt der Fokus auf der Untersuchung der Vorhersagequalität der Klimatrajektorie in der Gegenwart und der nahen Zukunft.

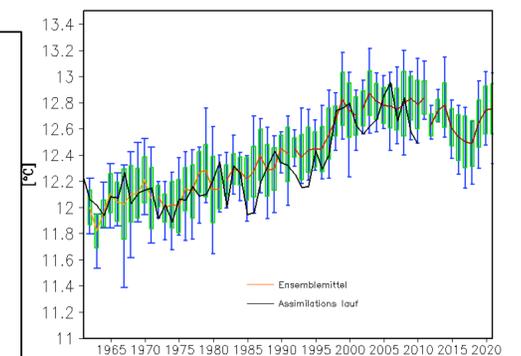
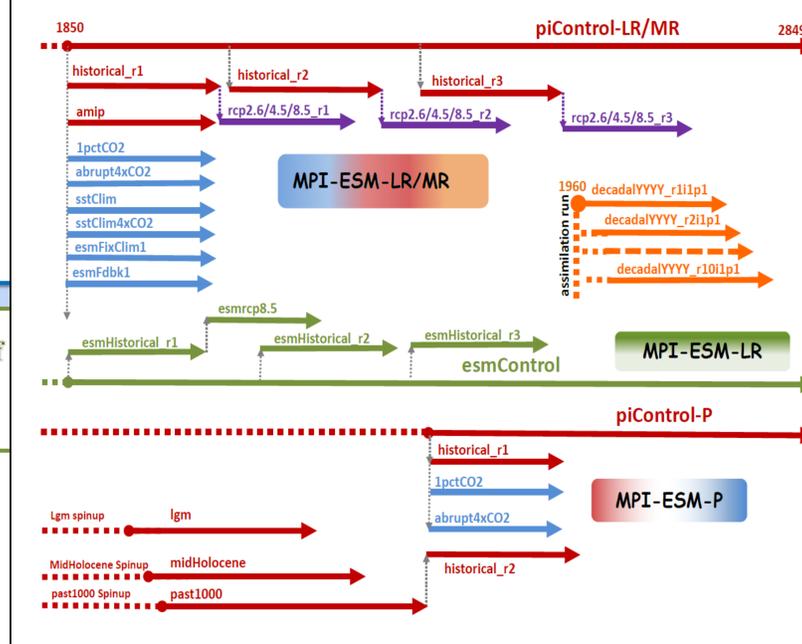


Abb.3 Ozeanoberflächentemperaturen im Nordatlantik (SST)

Schematischer Überblick der durchgeführten CMIP5-Experimente



Simulationen des Kohlenstoffkreislauf und Klimas in der Vergangenheit und Zukunft

Diese Experimente erlauben eine Diagnostik der Komponenten des gesamten Kohlenstoffkreislaufs und ihrer Rückkopplung auf das Klimasystem. Gekoppelte Kohlenstoff-/Klima-Experimente mit vorgeschriebenen anthropogenen CO₂-Emissionen und prognostischer Berechnung der CO₂-Konzentrationen sind von besonderem Interesse. So unterscheiden sich die Experimente *esmHistorical* und *esmrcp85* von den Experimenten *historical* beziehungsweise *rcp85*, darin, dass die CO₂-Emissionen statt der CO₂-Konzentrationen vorgegeben werden. Die Abbildung zeigt insbesondere die Abweichung der berechneten von der vorgegebenen CO₂-Konzentration.

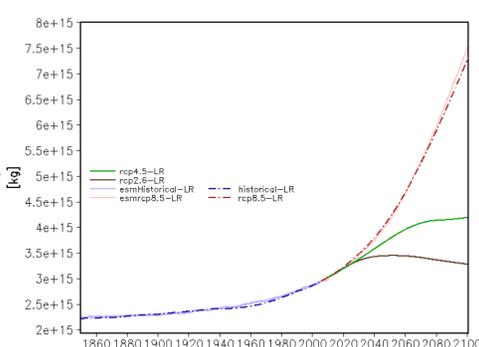


Abb.4 Gesamtmasse des atmosph. Kohlendioxid [kg]

Klimaprojektionen für die Zukunft

Drei CO₂-Konzentrationszenarien wurden in den Experimenten berücksichtigt. Die Unterschiede der Szenarien basieren auf drei verschiedenen Vermeidungsstrategien.

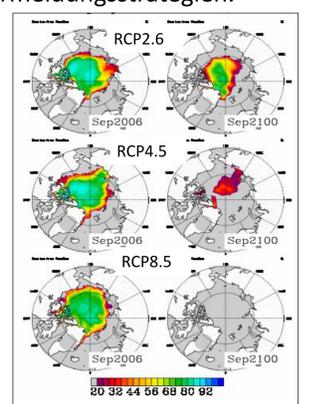


Abb.5 Meereisverteilung in der Arktik [°]

Die "representative concentration pathways" (RCPs) beginnen im Modelljahr 2006 und werden für zwei Ensemblemitglieder bis zum Jahr 2100 (für ein Ensemblemitglied bis 2300) fortgesetzt. Die Abbildung zeigt die Meereisverteilung in der zentralen Arktik im September am Beginn und am Ende der drei verschiedenen Simulationen.