

Projektnummer: 988

Projekttitel: CMIP6 Support Folgeantrag

Antragszeitraum: 1.1.2017 – 31.12.2017

Projektleitung

Stephanie Legutke
Deutsches Klimarechenzentrum GmbH
Abteilung Datenmanagement (DM)
Tel: +49-40-460094-348
e-mail: legutke@dkrz.de

Ansprechpartner

für MPI-ESM1.2 und MPI-ESM2:
Matthias Bittner
MPI für Meteorologie
Tel: +49-40-41173-170
e-mail: matthias.bittner@mpimet.mpg.de

für AWI-CM:
Dmitry Sein
Alfred-Wegener-Institut
Tel: +49-471-4831-1481
e-mail: dmitry.sein@awi.de

für EMAC2:
Patrick Jöckel
DLR, Institut für Physik der Atmosphäre
Tel: +49-8153-28-2565
e-mail: patrick.joekel@dlr.de

Duy Cai
DLR, Institut für Physik der Atmosphäre
Tel: +49-8153-28-2558
e-mail: duy.cai@dlr.de

für ICON-MESSy:
Astrid Kerkweg
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität
Bonn
Tel: +49-228-735183
e-mail: kerkweg@uni-bonn.de

Zusammenfassung

Im November 2015 wurden RZ- und Speicher-Ressourcen auf dem HLRE-3 am DKRZ für die Durchführung von CMIP6-Experimenten beantragt. Die in diesen Experimenten erzeugten Ergebnisse sind Teil des deutschen Beitrags zur Datenbasis für den nächsten 6. Sachstandsbericht des Weltklimarates (IPCC/AR6). Zu dieser Datenbasis sollen mehrere in Deutschland entwickelte Erdsystem- und Klimamodelle¹ beitragen. Erstmals beteiligen sich auch Modelle, die Prozesse der Atmosphärenchemie berücksichtigen, an CMIP-Experimenten.

Die auch für die deutsche Anpassungs- und Vermeidungspolitik relevanten Szenarienrechnungen sollen zunächst mit dem MPI-ESM1.2-HR des MPI-M durchgeführt werden. Diese Version unterscheidet sich von der für CMIP5 verwendeten Version durch inhaltliche Weiterentwicklung und eine höhere Auflösung. Alle tier1-Experimente des CMIP6/ScenarioMIP² sollen, wie generell von CMIP6 verlangt, durchgeführt werden. Das sind je eine Projektion neu entwickelter RCP 2.6-, 4.5-, 7.0- und 8.5-Szenarien. Für eine verbesserte Abschätzung der den Klimaprojektionen inhärenten Unsicherheiten sollen für das RCP 7.0-Szenarium 10 Ensemblemitglieder realisiert werden.

Neben dem MPI-M planen auch das AWI, das DLR und die Universität Bonn sich an CMIP6 mit eigenen Modellen zu beteiligen. Dabei handelt es sich um ein CM mit einem Ozean, dessen Gleichungen auf einem Finite-Elemente-Gitter formuliert sind (AWI-CM), und das auf dem ICON-Gitter formulierte ESM der nächsten Generation am MPI-M (MPI-ESM2), sowie um 2 Klimamodelle, die auch Komponenten der Atmosphärenchemie berücksichtigen (EMAC2 sowie MPI-ESM2 mit Atmosphärenchemie (ICON-MESSy)). Für die Teilnahme an den dezentral organisierten, thematisch fokussierten und von CMIP6 befürworteten MIPs werden Ressourcen im Rahmen der dezentral organisierten MIPs beantragt werden.

Die Aktivitäten werden unter der Projektbezeichnung 'CMIP6' durch das BMBF gefördert. Der Textteil des Antrags (d.h. ohne Arbeitspakete und Tabellen) war dem Erstantrag für RZ am DKRZ, der die Bewilligung des 988-RZ-Projekts zur Folge hatte, beigelegt. Darin ist eine detaillierte Begründung der geplanten Arbeiten sowie eine ausführliche Beschreibung der CMIP6-Organisationsstruktur auf internationaler Ebene einschließlich relevanter Literatur enthalten.

Die voraussichtliche Dauer des BMBF-geförderten Vorhabens ist Juli 2016 bis Juni 2020. Die für Juli 2017 bis Juni 2020 geplanten Experimente, sowie die dafür benötigte RZ sind in den Tabellen 2a und 3a aufgeführt. In Tabelle 4a ist der für die gesamte Projektlaufzeit voraussichtlich benötigte Speicherplatz im <work>, <arch> und <doku> Bereich erfasst. Die in 2017 benötigten und hier beantragten Ressourcen sind in den Tabellen 2b, 3b und 4b enthalten. Tabelle 1 ist eine Aufstellung der pro Simulationsjahr benötigten Ressourcen.

¹ ESM: Erdsystemmodell; CM: Klimamodell

² MIP: CMIP-endorsed Model Intercomparison Project.

Beantragte Ressourcen für die Modellrechnungen

Für 2017 wird ein Antrag für:

- **1.229.920 Knotenstunden**

auf der Mistral gestellt. Es besteht für die beantragten Experimente in 2017 ein

- Bedarf an Speicherkapazität von **2.484.090 GB in <work>**
- Bedarf an Speicherkapazität von **3.120.534 GB in <arch> und**
- Bedarf an Speicherkapazität von **288.533 GB in <doku>.**

Erläuterungen zu den Tabellen

Tabelle 1 enthält die technischen Kennzahlen der Modelle wie Anzahl der Gitterpunkte, Modellebenen, sowie Speicher- und RZ-Bedarf pro Simulationsjahr auf dem HLRE-3, der Mistral. Die RZ für das Modell ICON-MESSy beruht teilweise auf Abschätzungen. So ist die RZ für ICON-MESSy aus der für MPI-ESM2 und der RZ für die Chemie in einer Gitterzelle in EMAC2-C (ca. 6×10^{-4} Knotenstunden pro Simulationsjahr inkl. Transporte) berechnet.

Die im Erstantrag genannte einheitliche grobe Auflösung R2B4 für Atmosphäre und Ozean in MPI-ESM2 war zur Zeit der Antragstellung die einzig verfügbare, und das auch nur in einer Vorversion. Inzwischen wurde diese Vorversion überwunden und das MPI-M entwickelt gezielt eine Produktionsversion mit gemischter Auflösung (Atmosphäre R2B4, Ozean R2B6), da erst mit der höheren Ozeanauflösung (~40km) die Vorteile der neuen ICON-Implementierung im Vergleich zu MPI-ESM1 zur Geltung kommen. Deswegen ist nun geplant Rechnungen mit MPI-ESM2 nur in dieser höheren Auflösung durchzuführen und es werden in diesem Folgeantrag entsprechend mehr Ressourcen beantragt.

Tabelle 1: Ressourcenanforderungen auf der **Mistral** pro simuliertes Jahr

	MPI-ESM1.2-HR	MPI-ESM2-LR	AWI-CM	EMAC2-D ¹	EMAC2-C ²	ICON-MESSy
RZ [KnSt/a]	216	37	480	9	250	455
Speicher für Output [GB/a]	400	300	596	800	1.600	3.000
Frequenz der Rerun-Speicherung [Sim. Jahre]	20	20	1	1/2	1/4	1
Speicher für Rerun-Files [GB]	7	3	3	1,20	15	600
Speicher gesamt pro sim. Jahr [GB/a]	400	300	599	802	1.660	3.600
Atmosphärgitter: Akronym[Auflösung]	T127L95 [ca. 1°]	R2B4 [ca. 160 km]	T127L95 [ca. 1°]	T42L47MA [ca. 4°]		R2B4 [ca. 160 km]
Ozeangitter: Akronym[Auflösung]	TP04L40 [ca. 0,4°]	R2B6 [ca. 40 km]	GLO1 (1°-0,05°)	GR30L40 [3°]		R2B4 [ca. 160 km]
Modellversion: Atmos.	ECHAM6.3	ICON-AES	ECHAM6.3	ECHAM5		ICON-AES mit MESSy und Atmos.-Chemie
Modellversion: Ozean	MPIOM	ICON-OES	FESOM	MPIOM		ICON-OES
Anz. Gitterzellen: Atmosphäre Ozean	7.004.160 6.811.850	962.560 11.660.175	6.947.160 830.305	385.024 288.000		716.800 52.500

¹ nur Dynamik, d.h. ohne Atmosphärenchemie; ² einschließlich Atmosphärenchemie

Die Angaben für MPI-ESM1.2-HR gelten für 6-stündige Ausgabe und stündliche Kopplung von Atmosphäre und Ozean. Die RZ für dieses Modell ist stark vom Umfang der Datenausgabe abhängig. So braucht es bei monatlicher Ausgabe nur etwa 2/3 der RZ. Jedoch ergab die Finalisierung der Ausgabeanforderungen für die MIPs einen erheblichen Mehrbedarf an Speicherplatz.

Testrechnungen mit dem AWI-CM in 2016 ergaben, dass das Gitter des Ozeans sowie andere Aspekte der Modellkonfiguration des AWI-CM noch modifiziert werden mussten, was eine deutliche Erhöhung der Ressourcen ergab.

Das Vorhaben, Mitte 2016 mit den Simulationen des AWI-CM zu beginnen, ließ sich aufgrund verspätet zur Verfügung gestellter Antriebsdaten (z.B. Ozon und Aerosol) nicht umsetzen. Stattdessen wurde die Zeit für weiterführende Optimierungsarbeiten am Gitter der Ozeankomponente FESOM des AWI-CM verwendet, sodass die Vorteile, welche sich durch eine Erhöhung der Gitterauflösung ergaben, noch deutlicher heraustreten werden.

Ebenso ließen sich leider auch die Vorhaben, Mitte 2016 mit den Simulationen von MPI-ESM1.2-HR, MPI-ESM2 und EMAC2 zu beginnen, nicht umsetzen. Zum einen wegen der bereits oben genannten verspätet zur Verfügung gestellten Antriebsdaten, wobei insbesondere auf die Datensätze für die Solarstrahlung und die Landnutzung hingewiesen wird.

Infolge der Veröffentlichung des Diskussionspapiers zu den solaren Antriebsdaten im April 2016 [1] wurde intensiv die Frage der Geeignetheit der bereitgestellten Datenträger diskutiert, sodass lange unklar war, ob diese Daten als final angesehen werden können. Zudem wurde Mitte September aufgrund eines Fehlers in der Aufbereitung eine neue Version der Daten angekündigt [2], die zur Benutzung in den Modellen neu prozessiert werden müssen. Die Änderung der Solarantriebsdaten erfordert Modellanpassungen, welche noch nicht vollständig abgeschlossen sind.

Lange gab es nur Vorversionen der von der Hurtt-Gruppe für CMIP6 bereitgestellten Daten der historischen Landnutzungsänderungen, in denen man zudem etliche Fehler gefunden hat, sodass im August ein neuer Datensatz angekündigt wurde³. Erst seit 14. Oktober gibt es den finalen Datensatz, der in den nächsten Wochen zur Benutzung in MPI-ESM prozessiert wird.

Weiterhin hat sich das Landnutzungsprotokoll gegenüber CMIP5 deutlich geändert, sodass auch dadurch Modellanpassungen notwendig sind, die, obwohl nicht versucht wurde das neue Protokoll in Fülle umzusetzen, noch nicht vollständig abgeschlossen sind.

Ferner ist noch keine finale Liste der geforderten Ausgabevariablen verfügbar. Die letzte Veröffentlichung (13. Oktober) ist immer noch eine Betaversion⁴. So gibt es immer noch Inkonsistenzen zwischen dem, was von den verschiedenen MIPs direkt bekannt ist, und dem Inhalt der Betaversion der Variablenliste.

Die genannten Umstände betreffen alle CMIP6-Experimente. Dennoch wird eine Klärung innerhalb der nächsten Wochen erwartet und ein Beginn der Rechnungen ist noch in 2016 geplant.

Die für 2016 geplanten Experimente wurden dementsprechend nach 2017 verschoben.

³ <http://luh.umd.edu/data.shtml>

⁴ <https://www.earthsystemcog.org/projects/wip/CMIP6DataRequest>

Tabelle 2a: In diesem DKRZ-Projekt geplante CMIP6-Simulationsjahre in **2017-2020**.

	MPI-ESM1.2-HR		MPI-ESM2		AWI-CM		EMAC2-D		EMAC2-C		ICON-MESSy	
	Real.	Jahre	Real.	Jahre	Real.	Jahre	Real.	Jahre	Real.	Jahre	Real.	Jahre
piControl	1	500	1	1.000	1	350	1	500	1	100	1	251
1ptCO2			1	150	1	150			1	150	1	150
abrupt4xCO2			1	140	1	140			1	140	1	140
amip	1	36	1	36			1	36	1	36	1	36
<i>historical</i>	5	825	1	165	5	825			1	165		
RCP-2.6	1	86	1	86	1	86						
RCP-4.5	1	86	1	86	1	86						
RCP-8.5	1	86	1	86	1	86						
RCP-7.0	10	860	1	86	5	430						
Jahre pro Modell	2.479		1.835		2.153		536		591		577	

Das MiKlip-Projekt beinhaltet ebenfalls Simulationen mit MPI-ESM1.2-HR. So wurde in Absprache mit den Verantwortlichen für das MiKlip-Projekt die Rechenzeit für die DECK- und historical-Simulationen zwischen beiden Projekten aufgeteilt. Für die betroffenen Experimente wird dementsprechend an dieser Stelle nicht die gesamte oder keine Rechenzeit beantragt.

Wir erinnern daran, dass zusätzliche Realisationen der RCP 2.6, 4.5 und 8.5 Experimente mit MPI-ESM1.2-HR vom DWD auf den Rechnern des DWDs geplant sind.

Tabelle 2b: In diesem DKRZ-Projekt geplante CMIP6-Simulationsjahre in **2017**.

	MPI-ESM1.2-HR		MPI-ESM2-LR		AWI-CM		EMAC2-D		EMAC2-C	
	Real.	Jahre	Real.	Jahre	Real.	Jahre	Real.	Jahre	Real.	Jahre
piControl	1	500	1	1.000	1	350	1	500	1	100
1ptCO2					1	150			1	150
abrupt4xCO2					1	140			1	140
amip	1	36	1	36			1	36	1	36
<i>historical</i>	5	825			3	495				
RCP-2.6	1	86								
RCP-4.5	1	86								
RCP-8.5	1	86								
RCP-7.0	10	860								
Jahre pro Modell	2.479		1.036		1.135		536		426	

Im Vergleich zu den vorhergehenden Rechenzeitanträgen vom Oktober 2015 und vom April 2016 sind für das AWI-CM noch vier Realisierungen des RCP7.0 Szenario-Laufes hinzugekommen, um die Unsicherheit nicht nur für die historischen Bedingungen, sondern auch für zukünftige Klimate abschätzen zu können. Dies ist wichtig, da sich durch die nichtlinearen Zusammenhänge im komplexen gekoppelten Klimasystem die Variabilität und damit auch die Unsicherheit in den Modellergebnissen bei stark verändertem mittlerem Klima ändern kann. In der Tat werden im ScenarioMIP-Protokoll als Tier2-Simulationen sogar neun zusätzliche Realisierungen des RCP7.0 Szenario-Laufes vorgeschlagen. Hier wird ein Kompromiss eingegangen, da das Ozeanmodell des AWI im Vergleich zu anderen Modellen eine lokal stark verfeinerte Auflösung hat.

Wegen des hohen RZ-Bedarfs des Chemiemoduls in EMAC werden zunächst 500 Jahre des prä-industriellen Kontrolllaufs mit EMAC2-D, also ohne Atmosphärenchemie durchgeführt. Die letzten 100 Jahre werden dann mit der Atmosphärenchemie, also mit EMAC2-C wiederholt. Derzeit werden die finalen CMIP6-Antriebsdaten für das EMAC-Modellsystem prozessiert. Neben den Vorbereitungen der Antriebsdaten wurden einige Modellanpassungen vorgenommen, die wegen Neuerungen in den Antriebsdaten notwendig wurden. Die Modellinfrastruktur von EMAC wurde u.a. mit der Hilfe des DKRZ um die Verwendung der yaxt-Bibliothek erweitert. Dies erlaubt eine bessere Skalierung auf einer größeren Zahl von Knoten. Zudem wurde eine detaillierte Behandlung der NMVOC-Chemie (flüchtige organische Verbindungen ohne Methan) hinzugefügt sowie neue chemische Spezies (verschiedene HFC, HCFCs) in den Chemiemechanismus implementiert, woraufhin eine Anpassung der Strahlungsberechnung nötig wurde. Bei der letzten Antragstellung war noch nicht klar, ob die ScenarioMIPs eine Voraussetzung für die AerChemMIP Simulationen darstellen, da die Beschreibung erst 2016 verfügbar wurde [3]. Da die ScenarioMIPs nun keine Voraussetzung darstellen, sollen diese bei EMAC2 zugunsten der eigentlichen AerChemMIP Simulationen eingespart werden.

Tabelle 3a: RZ, die in diesem Projekt für **2017-2020** beantragt wird.

	MPI-ESM1.2-HR			MPI-ESM2			AWI-CM		
	Knoten- stunden	Ded. Kn	WC- Tage	Knoten- stunden	Ded. Kn	WC- Tage	Knoten- stunden	Ded. Kn	WC- Tage
piControl	108.000	108	42	37.000	56	28	168.000	120	58
1ptCO2		108		5.550	56	4	72.000	120	25
abrupt4xCO2		108		5.180	56	4	67.200	120	23
amip	7.776	108	3	1.332	56	1			
historical	178.200	108	69	6.105	56	5	396.000	120	138
RCP-2.6	18.576	108	7	3.182	56	2	41.280	120	14
RCP-4.5	18.576	108	7	3.182	56	2	41.280	120	14
RCP-8.5	18.576	108	7	3.182	56	2	41.280	120	14
RCP-7.0	185.760	108	72	3.182	56	2	206.400	120	72
KnSt/Modell	535.464			67.895			1.033.440		
Tage (seriell)	207			51			359		

Für die Restlaufzeit des Projektes von 2017 bis 2020 ist die gesamte für die Durchführung der noch geplanten Experimente benötigte RZ in Tabelle 3a für die einzelnen Modelle aufsummiert. In der fortgeführten Tabelle 3a für die Chemiemodelle ist in der Spalte ‚EMAC2‘ noch die Summe der Einträge der vorherigen Spalten ‚EMAC2-D‘ und ‚EMAC2-C‘ aufgeführt. Außerdem enthält die Tabelle die Anzahl der Knoten auf denen die Rechnungen durchgeführt werden sollen, sowie die Anzahl der Tage (WC: WallClock), die die Rechnungen mit der angegebenen Anzahl von Knoten benötigen werden. Alle Rechnungen werden so konfiguriert, dass sie mit den benutzten Knoten gut skalieren.

Tabelle 3a: Fortführung von Tabelle 3a mit den Atmosphärenchemiemodellen

EMAC2-D			EMAC2-C			EMAC2		ICON-MESSy		
Knoten- stunden	Ded. Kn	WC- Tage	Knoten- stunden	Ded. Kn	WC- Tage	Knoten- stunden	WC- Tage	Knoten- stunden	Ded. Kn	WC- Tage
4.500	4	47	25.000	10	104	29.500	151	114.205	200	24
	4		37.500	10	156	37.500	156	68.250	200	14
	4		35.000	10	146	35.000	146	63.700	200	13
324	4	3	9.000	10	38	9.324	41	16.380	200	3
	4		41.250	10	172	41.250	172		200	
	4			10					200	
	4			10					200	
	4			10					200	
	4			10					200	
4.824			147.750			152.574		262.535		
50			616			666		55		

Die in 2017 benötigte RZ ist in Tabelle 3b eingetragen. Da in 2017 noch keine Experimente mit ICON-MESSy durchgeführt werden, ist die zugehörige Spalte in der fortgeführten Tabelle für die Chemiemodelle weggelassen. Wie in Tabelle 3a gibt es je eine Spalte für die EMAC2-Konfiguration ohne Chemie und für die mit Chemie, sowie für beide Konfigurationen zusammen.

Tabelle 3b: Für 2017 beantragte RZ

	MPI-ESM1.2-HR			MPI-ESM2-LR			AWI-CM		
	Knoten- stunden	Ded. Kn	WC- Tage	Knoten- stunden	Ded. Kn	WC- Tage	Knoten- stunden	Ded. Kn	WC- Tage
piControl	108.000	108	42	37.000	56	28	168.000	120	58
1ptCO2		108			56		72.000	120	25
abrupt4xCO2		108			56		67.200	120	23
amip	7.776	108	3	1.332	56	1		120	
historical	178.200	108	69		56		237.600	120	83
RCP-2.6	18.576	108	7		56			120	
RCP-4.5	18.576	108	7		56			120	
RCP-8.5	18.576	108	7		56			120	
RCP-7.0	185.760	108	72		56			120	
KnSt/Modell	535.464			38.332			544.800		
Tage (seriell)	207			29			189		

Tabelle 3b: Fortsetzung von Tabelle 3b mit den Atmosphärenchemiemodellen

EMAC2-D			EMAC2-C			EMAC2	
Knoten- stunden	Ded. Kn	WC- Tage	Knoten- stunden	Ded. Kn	WC- Tage	Knoten- stunden	WC- Tage
4.500	4	47	25.000	10	104	29.500	151
	4		37.500	10	156	37.500	156
	4		35.000	10	146	35.000	146
324	4	3	9.000	10	38	9.324	41
	4			10			
	4			10			
	4			10			
	4			10			
4.824			106.500			111.324	
50			444			494	
Projekt-RZ in 2017 [Knotenstunden]:						1.229.920	

Die folgende Tabelle (4a) enthält den pro Modell und Experiment sowie pro Modell benötigten Speicherplatz im <work>, <arch> und <doku> Bereich der in diesem Projekt für 2017-2020 voraussichtlich benötigt wird. Der für 2017 benötigte Speicherplatz ist in Tabelle (4b) zu sehen.

EMAC2 benötigt nur 10% der Ausgabe im schnellen Zugriff auf Platte. 90% der Daten kann sofort ins Bandarchiv geschrieben werden (Tabelle 4b).

Tabelle 4a: Benötigter Speicherplatz [GB] am DKRZ in 2017-2020

	MPI-ESM1.2-HR			MPI-ESM2-LR			AWI-CM		
	<work>	<arch>	<doku>	<work>	<arch>	<doku>	<work>	<arch>	<doku>
piControl	200.175	200.175	20.018	300.150	300.150	30.015	209.650	209.650	20.965
1ptCO2				45.023	45.023	4.502	89.850	89.850	8.985
abrupt4xCO2				42.021	42.021	4.202	83.860	83.860	8.386
amip	14.413	14.413	1.441	10.805	10.805	1.081			
historical	330.289	330.289	33.029	49.525	49.525	4.952	494.175	494.175	49.418
RCP-2.6	34.430	34.430	3.443	25.813	25.813	2.581	51.514	51.514	5.151
RCP-4.5	34.430	34.430	3.443	25.813	25.813	2.581	51.514	51.514	5.151
RCP-8.5	34.430	34.430	3.443	25.813	25.813	2.581	51.514	51.514	5.151
RCP-7.0	344.301	344.301	34.430	25.813	25.813	2.581	257.570	257.570	25.757
pro Modell	992.468	992.468	99.247	550.775	550.775	55.078	1.289.647	1.289.647	128.965

Fortsetzung von **Tabelle 4a**

EMAC2-D			EMAC2-C			EMAC2			ICON / MESSy		
<work>	<arch>	<doku>	<work>	<arch>	<doku>	<work>	<arch>	<doku>	<work>	<arch>	<doku>
401.200	401.200	40.120	16.600	166.000	16.600	417.800	567.200	56.720	903.600	903.600	90.360
			24.900	249.000	24.900	24.900	249.000	24.900	540.000	540.000	54.000
			23.240	232.400	23.240	23.240	232.400	23.240	504.000	504.000	50.400
28.886	28.886	2.889	5.976	59.760	5.976	34.862	88.646	8.865	129.600	129.600	12.960
			27.390	273.900	27.390	27.390	273.900	27.390			
430.086	430.086	43.009	98.106	981.060	98.106	528.192	1.411.146	141.115	2.077.200	2.077.200	207.720
Speicherplatz für alle Modelle in 2017-2020 [GB]									<work> 5.438.282	<arch> 6.321.236	<doku> 632.124

Tabelle 4b: Benötigter Speicherplatz [GB] am DKRZ in 2017

	MPI-ESM1.2-HR			MPI-ESM2-LR			AWI-CM		
	<work>	<arch>	<doku>	<work>	<arch>	<doku>	<work>	<arch>	<doku>
piControl	200.175	200.175	20.018	300.150	300.150	30.015	209.650	209.650	20.965
1ptCO2							89.850	89.850	8.985
abrupt4xCO2							83.860	83.860	8.386
amip	14.413	14.413	1.441	10.805	10.805	1.081			
historical	330.289	330.289	33.029				296.505	296.505	29.651
RCP-2.6	34.430	34.430	3.443						
RCP-4.5	34.430	34.430	3.443						
RCP-8.5	34.430	34.430	3.443						
RCP-7.0	344.301	344.301	34.430						
pro Modell	992.468	992.468	99.247	310.955	310.955	31.096	679.865	679.865	67.987

Fortsetzung von **Tabelle 4b**

EMAC2-D			EMAC2-C			EMAC2		
<work>	<arch>	<doku>	<work>	<arch>	<doku>	<work>	<arch>	<doku>
401.200	401.200	16.600	16.600	166.000	16.600	417.800	567.200	33.200
			24.900	249.000	24.900	24.900	249.000	24.900
			23.240	232.400	23.240	23.240	232.400	23.240
28.886	28.886	2.889	5.976	59.760	5.976	34.862	88.646	8.865
430.086	430.086	19.489	70.716	707.160	70.716	500.802	1.137.246	90.205
Speicherplatz für alle Modelle in 2017 [GB]			<work>	<arch>	<doku>			
			2.484.090	3.120.534	288.533			

Literaturverzeichnis

- [1] K. Matthes, B. Funke, M. E. Anderson, L. Barnard, J. Beer, P. Charbonneau, M. A. Clilverd, T. Dudok de Wit, M. Haberreiter, A. Hendry, C. H. Jackman, M. Kretschmar, T. Kruschke, M. Kunze, U. Langermatz, D. R. Marsh, A. Maycock, S. Misios, C. J. Rodger, A. A. Scaife, A. Seppälä, M. Shangguan, M. Sinnhuber, K. Tourpali, I. Usoskin, M. van de Kamp, P. T. Verronen und S. Versick, „Solar Forcing for CMIP6 (v3.1)“, *Geosci. Model Dev. Discuss.*, doi:10.5194/gmd-2016-91, in review 2016.
- [2] „Interactive comment on Geosci. Model Dev. Discuss.“, doi:10.5194/gmd-2016-91, 2016.
- [3] W. J. Collins, J.-F. Lamarque, M. Schulz, O. Boucher, V. Eyring, M. I. Hegglin, A. Maycock, G. Myhre, M. Prather, D. Shindell und S. J. Smith, "AerChemMIP: Quantifying the effects of chemistry and aerosols in CMIP6", doi:10.5194/gmd-2016-139, *Geosci. Model Dev. Discuss.*, in review 2016.