



DKRZ

DEUTSCHES
KLIMARECHENZENTRUM

2014
2015



Liebe Leserinnen und Leser,

Sie halten heute unser Jahrbuch 2014/2015 in Händen, das Ihnen interessante Details aus den letzten zwei Jahren unseres Arbeitens präsentieren möchte. In wichtigen Projekten wie z.B. zur Modellierung von Wolkenbildung wurden beachtenswerte Ergebnisse erzielt. Gleichzeitig erweitern und vertiefen wir unsere Bemühungen im Bereich der Datendienste. Im Schulprojekt Klimawandel, dessen 10-jähriges Bestehen wir im Oktober 2015 feierten, beteiligt sich das DKRZ an der Weitergabe von Wissen über den Klimawandel aus der Wissenschaft in den schulischen Bereich. Im Fokus dieses Zweijahresberichtes steht der Generationswechsel unseres Rechnersystems. Das neue System Mistral ist 20-fach leistungsfähiger und kann das 10-fache an Daten auf Festplatten speichern. Die Wissenschaftler werden mit seiner Hilfe erstmals grundlegende Fragestellungen wie z.B. die Simulation eines vollständigen Eiszeitzyklus bearbeiten können. Simulationsdaten werden künftig auch über Cloud-Technologien weltweit zugreifbar sein.

Das DKRZ-Team wünscht viel Spaß bei der Lektüre



Ihr Thomas Ludwig

4	Chronik 2014
6	Chronik 2015
8	Veranstaltungen
10	Workshops
14	Im Fokus
16	Generationswechsel: HLRE-3 „Mistral“ ersetzt HLRE-II „Blizzard“
22	Feierliche Einweihung von Mistral
24	Ergebnisse
26	HD(CP) ² : Wolkenbildung und Niederschlag verstehen
28	KomFor: Kompetenzzentrum für Forschungsdaten aus Erde und Umwelt
30	EUDAT und EUDAT2020: Europas gemeinsame Datendienste
32	LSDMA: Management und Analyse von großen Datenmengen
34	Laufende Projekte
36	ReKliEs-De: Regionalmodell-Ensemble für Deutschland
38	MiKlip: Mittelfristige Klimaprognosen
40	IS-ENES2: Infrastruktur für die europäische Erdsystemforschung
42	Das Schulprojekt Klimawandel: Klimaforschung macht Schule
44	WASCAL: Eine deutsch-westafrikanische Forschungsinitiative
46	Seriennummern für Forschungsdaten: Persistente Identifikatoren
48	Neue Projekte
50	PalMod: Simulation eines vollständigen Eiszeitzyklus
51	BigStorage: Konvergenz von HPC- und Cloud-Technologien für Big Data
52	ENVRplus: Kooperation von Umweltforschungsinfrastrukturen
53	Dies und Das
56	Vorschau
56	ESiWACE: Ein Kompetenzzentrum für Wetter- und Klimasimulationen in Europa
58	Das DKRZ und seine Partner
62	Impressum

2014



21. Februar

Vortrag von Adam Brentzel, Universität Lund, zur Visualisierung des Klimawandels aus Sicht der Kunstgeschichte



17.-19. März

DKRZ und italienisches Klimaforschungszentrum CMCC organisieren IS-ENES-Workshop auf der Cap San Diego in Hamburg



19. März

DKRZ auf KLIMZUG-NORD-Abschlusskonferenz



27. März

Gemeinsamer Girls' Day des DKRZ mit MPI-M und CiSAP



10. April

Prof. Ludwig in Rat zu Fragen der Wissenschaftsethik gewählt



12. November

GreenDay am DKRZ



14.-19. November

DKRZ auf Vis-Week in Paris



9.-11. November

Torsten Rathmann erhält ESGF-Preis



29. September - 1. Oktober

Workshop zur Nutzung der 2D-Visualisierungssoftware NCL



16.-21. November

DKRZ auf der Supercomputing Conference (SC'14) in New Orleans



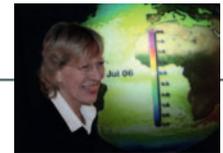
November - Dezember

Umbau der Rechneräume zur Vorbereitung auf HLRE-3



1. Dezember

DAAD-Wissenschaftsreise mit 26 Forschern aus 16 Nationen macht Stopp am DKRZ



2. Dezember

KlimaCampus Hamburg: "Tag der Klimawissenschaften" in der Handelskammer Hamburg



23. April

KlimaCampus Hamburg:
Podiumsdiskussion zu „Weltklimabericht: Was bedeutet er für Hamburg?“



**27. April -
2. Mai**

DKRZ mit Session “Visualization of Earth Science Data” auf EGU in Wien



6. Mai

Vertragsunterzeichnung für Mistral zwischen DKRZ und Bull



7. Mai

DKRZ-Workshop „Datendienste“



Sommer

Nature Publishing Group empfiehlt World Data Center for Climate am DKRZ



22.-26. Juni

DKRZ auf der International Supercomputing Conference (ISC'14) in Leipzig



Juni

DKRZ-Jahrbuch 2012-2013 erscheint



8.-9. Dezember

Paraview-Visualisierungsworkshop am CliSAP



Dezember

Neu auf der DKRZ-Webseite: die Rubrik „Im Fokus“

4. Dezember

Auftakttreffen zum neuen Forschungsverbund ReKliEs-De

Dezember

Ausbau des HPSS-Archivsystems

2015



Frühjahr

Aufbau des HLRE-3:
der neue Supercomputer Mistral



19.-20. Februar

DKRZ-UHH-Workshop
„Participation 4.0“



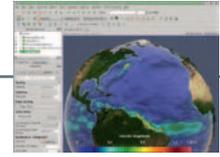
März

Cloud-Storage-System
für DKRZ-Nutzer geht
in Betrieb



24.-26. März

Auftakttreffen
der Projektpartner
von EUDAT2020 in
Helsinki



April - Juni

Kooperation mit
NCAR zur Visualisierung
von ICON-Daten mit Vapor – der
DKRZ-Visualisierer
Niklas Röber zu Gast
am NCAR/USA



5. Oktober

Feierliche Einweihung
von Mistral und
Veröffentlichung der
neuen DKRZ-Broschüre
„Rechner, Daten,
Wissen“



1. Oktober

10-jähriges Jubiläum
des Schulprojekts
„Klimawandel“



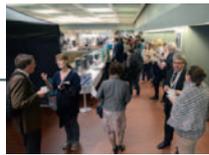
30. September

Start des europäischen
Exzellenzzentrums
ESiWACE unter
DKRZ-Koordination



15. September

DKRZ-Vortrag auf der
Klimawoche „Das
Weltklima im Hochleistungsrechner“



5.-7. Oktober

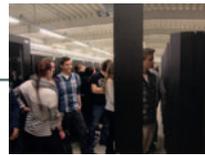
Nutzerworkshop am
DKRZ

Nutzerschulung zur
Handhabung von
Mistral



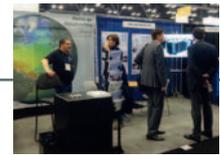
7. November

Nacht des Wissens in
Hamburg



12. November

Gemeinsamer Green-
Day „Berufswunsch
Klimaforscher“ mit
MPI-M und CliSAP
am DKRZ



15.-20. November

DKRZ auf der
Supercomputing
Conference (SC'15)
in Austin: Mistral
auf Platz 64 der
TOP500-Liste



12.-17. April

DKRZ auf EGU in Wien



21. April

Thomas Ludwig als Gast bei Ringvorlesung „Die Welt im Wandel: Klima. Global. Digital.“ an der Universität Bonn



25. April

Gemeinsamer Girls' Day vom DKRZ mit MPI-M und Exzellenzcluster CiSAP

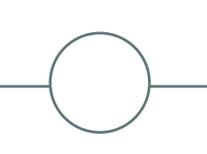
29.-30. April

ENES-Workshop zur Koordinierung der europäischen Beteiligung an ESGF und Auftakttreffen der ENES Data Task Force am DKRZ



12.-17. Juli

DKRZ auf der International Supercomputing Conference (ISC'15) in Frankfurt am Main: Mistral auf Platz 56 der TOP500-Liste, deutschlandweit auf Platz 6



1. Juli

Start des Nutzerbetriebes auf dem Supercomputer Mistral und Schulungsveranstaltung zu dessen effizienter Nutzung



18. Mai

Ben Evans von der „National Computational Infrastructure“-Gruppe der australischen Universitäten zu Gast am DKRZ



1. Mai - 31. Oktober

DKRZ als Partner im Deutschen Pavillon auf der Expo Milano 2015



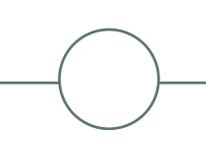
19. November

Antrittsbesuch der Hamburger Wissenschaftssenatorin Katharina Fegebank am KlimaCampus Hamburg



24.-26. November

Dreitägiger Workshop zur Visualisierungssoftware NCL am DWD in Offenbach



25. November

Erster Workshop zur Visualisierungssoftware Vapor am DKRZ



1. Dezember

ESIWACE Kick-off-Meeting in Hamburg

DKRZ in der Öffentlichkeit

Die Arbeit des DKRZ, die es wissenschaftlichen Nutzern ermöglicht, exzellente hochleistungsrechnergestützte Klimaforschung zu betreiben, wird regelmäßig auf internationalen Fachkonferenzen mit Vorträgen, Postern und Ausstellungen präsentiert, so etwa mit einem Infostand und weiteren Aktivitäten auf den beiden wichtigsten Konferenzen im Bereich des Hochleistungsrechnens (High Performance Computing, HPC) der *International Supercomputing (ISC)*, 2014 in Leipzig und 2015 in Frankfurt, oder der *Supercomputing (SC)*, 2014 in New Orleans und 2015 in Austin. In beiden Jahren trugen Mitarbeiter des DKRZ auch wieder mit diversen Vorträgen und Postern zu einer der weltweit größten geowissenschaftlichen Konferenzen, der *EGU (General Assembly der European Geosciences Union)* in Wien, bei.

Am 4. Dezember 2014 lud das DKRZ als Gastgeber zu einem Auftakttreffen der Projektpartner im neuen Forschungsverbund ReKliEs-De (S. 26-27) ein. Innerhalb des Projekts sollen Bandbreiten und Extremwerte aus den Ergebnissen hochaufgelöster regionaler Klimaprojektionen für Deutschland ermittelt und diese für die Klimafolgenforschung sowie die Politikberatung aufbereitet werden.

Am 2. Dezember 2014 beteiligte sich das DKRZ gemeinsam mit den anderen elf Partnern des KlimaCampus Hamburg am Tag der Klimawissenschaften in der Handelskammer Hamburg. Eine Ausstellung unter dem

Motto „Klimaforschung zum Anfassen“ vermittelte anhand von Postern, Filmen und interaktiven Exponaten aktuelles Wissen zu Klima und Klimawandel. Einer der Besuchermagneten war der am DKRZ entwickelte Klimaglobus und die 3D-Visualisierungen des Windes in Hamburg auf Basis des MITRAS-Stadtklimamodells. Parallel zur Ausstellung fand eine Vortragsreihe mit dem Titel „Klimaforschung in Hamburg – regional bis international wahrgenommen und vernetzt“ mit über 300 Gästen statt.



Ausstellung „Klimaforschung zum Anfassen“ beim Tag der Klimawissenschaften



Nacht des Wissens 2015: Besucher bei den Rechnerraumführungen und 3D-Visualisierungen vom DKRZ

Der Klimaglobus und 3D-Visualisierungen waren neben den Führungen zum Supercomputer ebenfalls beliebte Programmpunkte bei der Hamburger Nacht des Wissens, die am 7. November 2015 von über 30.000 Neugierigen besucht wurde. Jeder zwölfte davon nahm an den Vorträgen, Führungen, Diskussionsrunden oder Mitmach-Aktionen der Klima- und Erdsystemforschung im Geomatikum teil. Beim Klimamodellspiel „Krieg der Sterne“ konnten die Besucher mithilfe eines einfachen Klimamodells die Erde selbst in einen Wüsten- oder Eisplaneten verwandeln. Dass Klimamodellierung ohne Parallelrechnen heute undenkbar ist, erklärte Prof. Thomas Ludwig in seinem Vortrag. Wie dies auf Supercomputern funktioniert, zeigte die Gruppe „Wissenschaftliches Rechnen“ gemeinsam mit Schülern der Klosterschule.

Das DKRZ öffnete seine Türen regelmäßig auch beim Girl's Day und GreenDay für dreißig bis fünfzig zukünftige Nachwuchswissenschaftler. Gemeinsam zeigten Mitarbeiter des DKRZ, des Max-Planck-Instituts für Meteorologie und der Universität Hamburg den Schülerinnen und Schülern, wie sie die Laufbahn eines Klimaforschers einschlagen können und wie dessen Arbeitsalltag aussieht.

Die Hamburger Wissenschaftssenatorin Katharina Fegebank traf sich am 19. Oktober 2015 bei ihrem Antrittsbesuch im DKRZ mit den führenden Köpfen der im KlimaCampus Hamburg gebündelten Einrichtungen. Einerseits wollte sie sich einen Überblick über die wissenschaftlichen Klima- und Anpassungsforschungsaktivitäten in Hamburg verschaffen, aber auch aktuelle Themen wie das geplante Engagement bei der kommenden Exzellenzinitiative des BMBF diskutieren.



Die Hamburger Wissenschaftssenatorin Katharina Fegebank bei ihrem Antrittsbesuch am KlimaCampus Hamburg

Weblinks:

Auftakttreffen zu ReKliEs:

www.dkrz.de/p/auftakt_rekliEs/

Tag der Klimaforschung:

www.dkrz.de/p/tagderklimaforschung2015/

Nacht des Wissens: www.dkrz.de/p/ndw2015/

Antrittsbesuch am KlimaCampus Hamburg:

www.dkrz.de/p/antrittsbesuchfegebank2015/



Vortrag auf dem Workshop „Exascale-Technologien in der Klimaforschung“ in Hamburg

Wissen erweitern: Workshops und Schulungen am DKRZ

Das DKRZ bietet für seine Nutzer regelmäßig Schulungen und Workshops an, um sie bei der Klimamodellierung, der Datenhandhabung oder der Visualisierung zu unterstützen, vorhandenes Wissen zu erweitern oder gut erwiesene Praktiken weiterzugeben.

Hochleistungsrechnen

Der Umstieg auf die neue Rechnertechnologie erfordert für die Nutzer umfangreiche Anpassungen bei der Ausführung, Programmierung und Optimierung der Klimamodelle. Neben neuen Dokumentationen auf der DKRZ-Webseite im Nutzerportal boten DKRZ-Mitarbeiter im Juli und Oktober 2015 Schulungen an, in denen Tipps und Anregungen zur Handhabung von Mistral an die Nutzer weitergeben wurden. Eine Videoaufzeichnung der Veranstaltung ist auf der DKRZ-Webseite verfügbar.

Vom 17. bis 19. März 2014 trafen sich rund 80 Entwickler und Nutzer von Klimamodellen, Vertreter von Rechenzentren sowie von Rechner- und Prozessorherstellern zu einem Workshop in Hamburg zum Thema „Exascale-Technologien in der Klimaforschung“, der im Rahmen des Projektes IS-ENES (*Infrastructure for the European Network for Earth System Modelling*) vom DKRZ gemeinsam mit dem italienischen Klimarechenzentrum CMCC organisiert wurde. Es war der dritte Workshop, der führende Experten aus Europa und den USA zusammenbrachte, um über künftige Entwicklungen zu diskutieren. Die Workshop-Reihe soll auch zukünftig fortgesetzt werden.

Am 29. und 30. April 2014 trafen sich 17 Experten aus Großbritannien, Frankreich, Schweden und Deutschland am DKRZ zu einem IS-ENES2 / ESGF-Koordinierungsworkshop. Der Schwerpunkt des Treffens lag auf der Abstimmung der europäischen Aktivitäten innerhalb

der ESGF im Hinblick auf die nächste Phase der globalen Klimamodellvergleichsexperimente CMIP6 und dem Gründungstreffen einer *ENES Data Task Force (DTF)*. Die ENES DTF wurde ins Leben gerufen, um die Entwicklung und den Betrieb der ENES-Klimadateninfrastruktur zu koordinieren. Ihre Mitglieder setzen sich aus den Einrichtungen zusammen, welche die an IS-ENES2 beteiligten Datenarchive betreiben.

Datenmanagement

Am 7. Mai 2014 veranstaltete das DKRZ für etwa vierzig Teilnehmer einen Workshop zum Thema „DKRZ-Datendienste: Von der Antragstellung zur Publikation“. Der Fokus des ersten Teils lag auf den Datendiensten des DKRZ: die Erzeugung von Daten für Archive der *Earth System Grid Federation (ESGF)* sowie der Zugang zu Metadaten und Bereitstellung der Daten im ESGF, die Langzeitarchivierung und die Datenpublikation mit *Digital Object Identifiern (DOI)*. Im zweiten Teil des Workshops wurde die Einführung einer neuen Datenkategorie, der Konsortialdaten, diskutiert und die Planung der Plattenkontingente am zukünftigen HLRE-3 vorgestellt.

Visualisierung

Neben der Statistik ist die Visualisierung die wichtigste Methode, um die bei Klimasimulationen entstehenden Datenmengen auszuwerten und die Ergebnisse zu kommunizieren. Das DKRZ-Visualisierungsteam vermittelt Wissen zu fachspezifischen Softwarelösungen

anhand von Workshops in Hamburg oder bei anderen Nutzereinrichtungen sowie darüber hinaus etwa im Rahmen von Konferenzen.



Workshop zur 2D-Visualisierung mit NCL: Vorne rechts steht Karin Meier-Fleischer vom DKRZ, im Hintergrund Mary Haley, Leiterin des NCL-Software-Teams vom NCAR in Boulder, USA, den Wissenschaftlern beratend zur Seite.

Im April 2014 organisierten die DKRZ-Visualisierer auf der *General Assembly der European Geosciences Union (EGU)* einen Workshop „*Visualization Tools – A light hands-on*“ für etwa 40 Teilnehmer. Vorgestellt wurde die Nutzung kostenfreier Software zur Visualisierung von Klimasimulationsdaten: Paraview (3D) und NCL (2D). Auf einer vorangestellten PICO-Session (PICO kurz für *Presenting Interactive Content*), die von den DKRZ-Visualisierern initiiert und moderiert wurde, erhielten die einhundert Teilnehmer einen Überblick über die Visualisierungsdienste des DKRZ.

Workshops



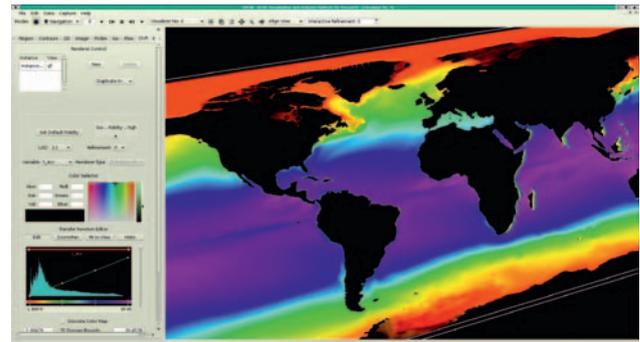
Workshop zur 3D-Visualisierungssoftware Vapor

Vom 29. September bis 1. Oktober 2014 boten die beiden NCL-Expertinnen Karin Meier-Fleischer vom DKRZ und die Leiterin des NCL-Software-Teams Mary Haley vom NCAR in Boulder, USA, einen Workshop zur 2D-Visualisierung von Klimadaten mit der interaktiven Skriptsprache NCL (NCAR Command Language) am DKRZ an. In praktischen Übungen konnten die 20 Teilnehmer das neuerworbene Wissen direkt umsetzen. Begleitende NCL-Tutorial-Dokumente wurden auf der DKRZ-Webseite veröffentlicht. Ein weiterer NCL-Workshop für knapp 20 Mitarbeiter des Deutschen Wetterdienstes wurde im November 2015 im DWD-Schulungszentrum Langen durchgeführt.

Das DKRZ unterstützt die Anwendung der frei verfügbaren 3D-Visualisierungssoftware Paraview. Am 8. und 9. Dezember 2014 gaben DKRZ-Visualisierer

am Exzellenzcluster CliSAP eine Einführung in grundlegende Anwendungen von Paraview und informierten über spezielle, am DKRZ entwickelte Plug-ins wie zum Beispiel für das Einlesen von ICON-Daten. Grundlage der Hands-on-Schulung war ein am DKRZ entwickeltes Tutorial-Dokument, welches online verfügbar ist.

Die am NCAR in Boulder entwickelte 3D-Visualisierungssoftware Vapor kann seit Mitte 2015 mit den unstrukturierten Gittern von ICON- und MPAS-Daten umgehen und diese darstellen. Der DKRZ-Visualisierer Niklas Röber war von April bis Juni am NCAR, um dort mit den Vapor-Entwicklern die passende Datenimport-Lösung zu programmieren. Am 25. November 2015 stellte er 18 Nutzern Vapor am Beispiel von extrem hoch aufgelösten ICON-Atmosphärendaten aus dem HD(CP)²-Projekt sowie von Simulationsdaten des ICON-Ozeanmodelles vor.



Visualisierungssoftware Vapor



Teilnehmer des Workshops „Participation 4.0“

Interdisziplinäre Workshops

Am 19. und 20. Februar 2015 luden Prof. Thomas Ludwig und Dr. Gabriele Gramelsberger, Wissenschaftsphilosophin am Forscherkolleg MECS der Leuphana-Universität Lüneburg, zu einem Workshop „Participation 4.0“ nach Hamburg ein. Die dreißig teilnehmenden Sozial-, Medien- und Naturwissenschaftler

hinterfragten verschiedene Partizipationsformen an der Schnittstelle von datenintensiver Wissenschaft und Gesellschaft sowie das Konzept von „Citizen Science“ und diskutierten Partizipations-Möglichkeiten am Hamburger Exzellenz-Cluster CliSAP.

Weblinks:

Mistral-Schulung als Video:

www.dkrz.de/p/schulung_mistral/

IS-ENES Workshop in Hamburg:

verc.enes.org/ISENES2/events/ws3/

Workshop „Datendienste“:

www.dkrz.de/p/ws-datendienste/

NCL:

www.dkrz.de/Nutzerportal-en/workshops/past-events/NCL_WS_Fall-2014/

Paraview:

www.dkrz.de/Nutzerportal-en/doku/vis/sw/paraview/

Vapor:

www.dkrz.de/Nutzerportal-en/doku/vis/sw/vapor/

Installation neuer Wärmetauscher-Elemente für die Warmwasserkühlung





Im Fokus



Generationswechsel: HLRE-3 „Mistral“ ersetzt HLRE-II „Blizzard“

Für das DKRZ war die Ablösung des „Hochleistungsrechnersystems für die Erdsystemforschung 2“ (HLRE-II) Blizzard durch das HLRE-3-System Mistral ohne Zweifel das umfangreichste und wichtigste Projekt der letzten Jahre.



72 Rechnerknoten auf der Gabel – mehr als eine Tonne Metall

Die Investitionen von insgesamt 41 Millionen Euro übernahmen zu zwei Dritteln das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und zu einem Drittel die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF). Die Mittel wurden dem DKRZ

über das Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG) – zur Verfügung gestellt und ermöglichten neben der Beschaffung des neuen Supercomputers den ebenfalls notwendigen Ausbau des HPSS-Archivsystems sowie den Umbau der Rechnerräume und der technischen Infrastruktur zur Stromversorgung und Kühlung.

Die Lieferung und Installation der ersten Ausbaustufe der Mistral im Frühjahr/Sommer 2015 und die Deinstallation der Blizzard im Herbst waren nur zwei Meilensteine dieses Generationswechsels. Der gesamte Prozess von der Mittelbeantragung, der Ausschreibung, dem Vertragsabschluss bis hin zur stufenweisen Installation, Inbetriebnahme und Endabnahme umfasst für derart komplexe Systeme regelmäßig mehrere Jahre.

Technologisch wurden dabei mehrere markante Wechsel gleichzeitig vollzogen. Das bisher eingesetzte IBM Power6-System wurde durch ein massiv paralleles System von Atos/Bull auf Basis von Intel-Prozessortechnik (Haswell/Broadwell) abgelöst bei einem Anstieg der Gesamtzahl der Prozessorkerne um etwa den Faktor 12 auf etwa 100.000 und einer Spitzenrechenleistung von 3 PetaFlops. Statt des bisher verwendeten Unix-Betriebssystems AIX von IBM wird nun ein Linux-Betriebssystem von RedHat eingesetzt. Das bisher eingesetzte, 6 Petabyte umfassende,



Der Aufbau des Supercomputers Mistral ist zweistufig geplant: Im Frühjahr 2015 wurde die erste Phase installiert und im Juli 2015 an die Nutzer für den Betrieb übergeben. Im Herbst 2015 wurde der Vorgänger Blizzard abgeschaltet und demontiert, um so im Rechnerraum Platz für die zweite Ausbaustufe Mistrals zu schaffen, die planmäßig im Sommer 2016 in Betrieb gehen soll.

parallele GPFS-Filesystem wurde gleichzeitig durch ein auf Public-Domain-Software basierendes paralleles Lustre-Dateisystem von Seagate mit einer Größe von über 50 Petabyte ersetzt.

Auf der zweimal jährlich veröffentlichten TOP500-Liste der weltweit leistungstärksten Supercomputer erreichte die erste Ausbaustufe im Juni 2015 Platz 56. In Deutschland belegte Mistral damit Platz 6. Gleichzeitig konnten die Systeme für Pre- und Postprocessing,

Datenanalyse und Visualisierung als homogener Bestandteil des Gesamtsystems realisiert werden. So verfügt Mistral im Endausbau über rund 100 Knoten für Datenbearbeitung und -analyse sowie etwa zwanzig mit High-End-GPUs ausgestattete Visualisierungsknoten, die über netzwerkbasierendes 3D-Rendering für die interaktive visuelle Datenanalyse direkt am Arbeitsplatz der Wissenschaftler genutzt werden können.



Neben einer Spitzenrechenleistung von 3 PetaFLOPS zeichnet sich Mistral durch das parallele Festplattenspeichersystem von 50 Petabyte aus. Dieses wird benötigt, um die besonders datenintensiven Anforderungen der Klimamodellierer zu erfüllen.

Weiterhin wurde, um der durch die gestiegene Rechenleistung ebenfalls stark wachsenden Datenproduktion Rechnung zu tragen, das bisher zur Verwaltung des Magnetbandarchivs eingesetzte „High-Performance Storage System“ (HPSS) softwareseitig auf den neuesten Stand gebracht und mit neuer Hardware versehen. Alleine der Festplattencache des neuen Archivsystems hat nun eine Größe von 5 Petabyte. Das System verwaltet die gesamten am DKRZ gespeicherten Simulationsdaten – bis Ende 2015 etwa 45 Petabyte, verteilt über 20 Millionen Dateien – und fungiert als zentrale Ein- und Ausgabeschnittstelle des Magnetbandarchivs. Das Archivsystem ist nun in der Lage, einen Datenzuwachs von bis zu 75 Petabyte pro Jahr zu bewältigen und bis 2020 bis zu 500 Petabyte Klimadaten zu speichern. Neu hinzugekommen ist auch eine Sauerstoffreduktion der Luft im Datenarchiv, die das Risiko eines Datenverlustes durch Feuer weiter verringert. Besonders wichtige Datensätze werden in doppelter Kopie in Hamburg und Garching gelagert.

Auch für die Nutzer des neuen Supercomputers und die Mitarbeiter, die sie beim Umstieg und der Anpassung ihrer Anwendungen auf das neue System unterstützen, bedeutet der Systemwechsel einigen Aufwand. Im Vorfeld der Mistral-Installation stellte die Firma Bull bereits im Juli 2014 ein kleineres, baugleiches Testsystem zur Verfügung. Dadurch konnte das DKRZ zusammen mit Bull auf Basis der im Rahmen der Ausschreibung verteilten Benchmark-Suite frühzeitig viele zentrale Modelle verschiedener Nutzergruppen portieren und optimieren. So konnte der durch die im Vergleich zur Power6 niedrigere Taktfrequenz der Intel-Prozessoren erwartete geringere Durchsatz der Klima-Codes weitgehend kompensiert oder sogar verbessert werden.



Mistrals bullx-Rechnerknoten mit je zwei Intel 12-Kern-Haswell-Prozessoren: Im Endausbau stehen den Klimaforschern etwa 100.000 Prozessorkerne zur Verfügung – dies ergibt eine Leistungssteigerung um den Faktor 20 im Vergleich zur Blizzard.



Glasfaserbasiertes Hochleistungsnetzwerk von Mistral

Damit die nun zur Verfügung stehende große Zahl der Prozessorkerne mit einzelnen Anwendungen genutzt werden kann, müssen die Anwendungsprogramme gut skalierbar sein, um von der gestiegenen Rechenleistung auch zu profitieren, also „die PS auf den Boden zu bringen“. Viele Arbeiten des DKRZ an den Klimamodellen, wie z.B. an dem im Rahmen des HD(CP)²-Projektes eingesetzten ICON-Modell, haben dazu beigetragen, dass bereits zur Aufnahme des

Nutzerbetriebs im Juli 2015 einzelne Simulationen bis zu der Hälfte des Gesamtsystems nutzten. Diese Vorarbeiten trugen auch dazu bei, dass Mistral bereits innerhalb einiger Wochen zu über 90 Prozent ausgelastet war.

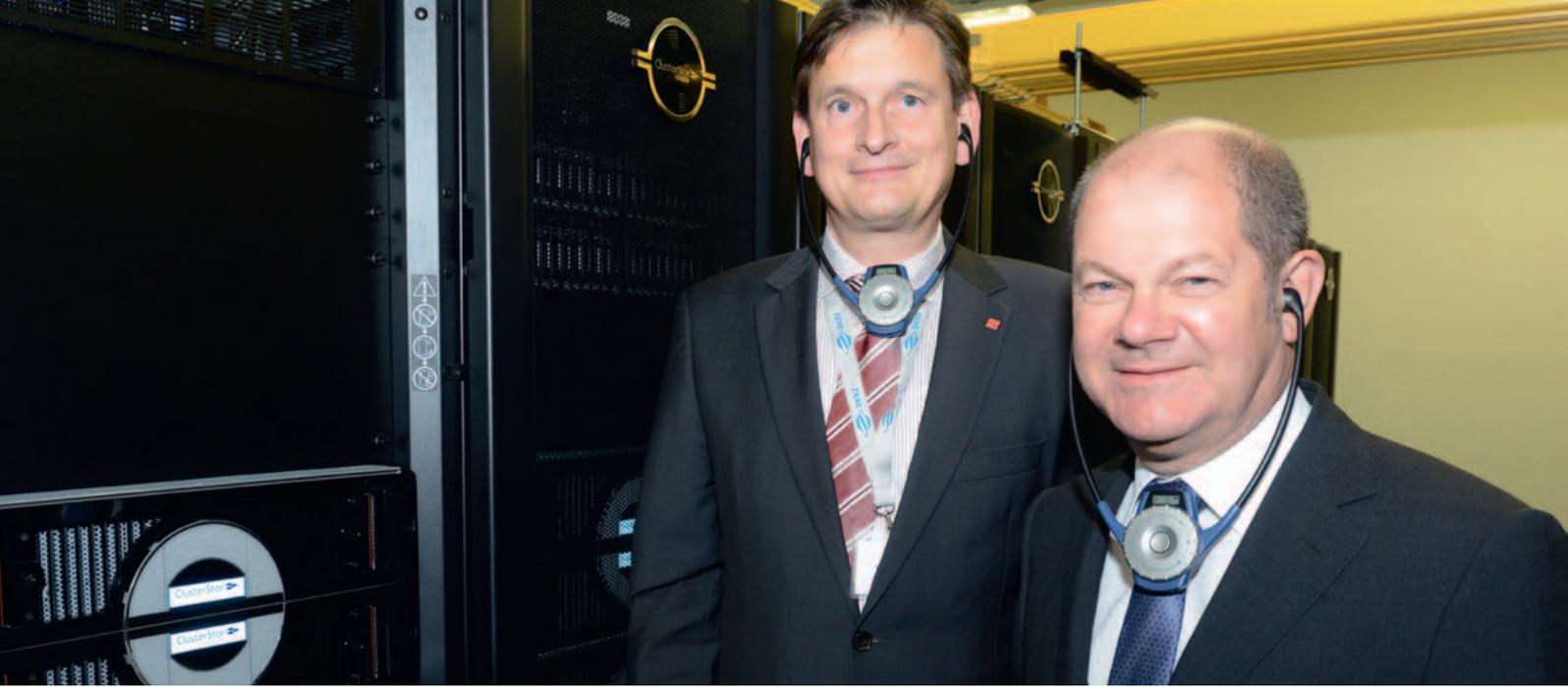
Nicht nur der Supercomputer, sondern auch viele systemnahe Softwarekomponenten und Tools wurden durch andere ersetzt, angefangen mit einem neuen



rungen gleichzeitig eine höhere Betriebssicherheit gewährleisten sollen. Durch den Umstieg von einer Kaltwasserkühlung auf eine Warmwasserkühlung, die in der Regel ganzjährig eine freie Kühlung der Rechnerknoten gestattet, sowie andere technologische Verbesserungen konnte die Energieeffizienz von HLRE-3 wesentlich gegenüber HLRE-II verbessert werden. Im Endausbau der Mistral werden mehr als 85 Prozent des Energieverbrauchs in tatsächliche Rechenleistung umgesetzt; weniger als 15 Prozent müssen für den Betrieb der Infrastruktur wie die Kühlung aufgewandt werden. Gleichzeitig werden die Rechnersysteme nun über eine neue unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) vor Spannungsspitzen und kurzzeitigen Spannungseinbrüchen, die in der Vergangenheit mehrmals pro Jahr für Betriebsunterbrechungen verantwortlich waren, geschützt. Die hier verwendete USV-Anlage gehört mit einer Verlustleistung von 1-2% zu den derzeit effizientesten Anlagen ihrer Klasse.

Batch-System SLURM, den Compilern, Bibliotheken sowie Werkzeugen zur Leistungsmessung. Entsprechend wurde im Nutzerportal der DKRZ-Webseite eine ganz neue Dokumentation aufgebaut, die alle notwendigen Hinweise zur Nutzung des neuen Systems enthält.

Der Umstieg auf die neue Rechnertechnologie erforderte umfangreiche Anpassungen im Bereich der technischen Infrastruktur, die neben Energieeinspa-



Hamburgs Erster Bürgermeister Olaf Scholz lässt sich von Thomas Ludwig den Supercomputer Mistral zeigen.

Feierliche Einweihung von Mistral

Mit einem Festakt weihten am 5. Oktober 2015 Hamburgs Bürgermeister Olaf Scholz, der Parlamentarische BMBF-Staatssekretär Stefan Müller und weitere Ehrengäste den neuen Supercomputer Mistral ein. Olaf Scholz erklärte, dass „Hamburg längst zu den Klimaforschungshauptstädten“ zähle. Stefan Müller betonte, dass die Kombination aus Supercomputer, dem besonders großen Festplattensystem und einem der größten Klimadaten-Archive der Welt dazu beitrage, Deutschlands Spitzenforschung zu sichern.

Genau wie seine Vorgänger steht Mistral den Klimaforschern für aufwendige Klimasimulationen bereit, die regelmäßig in die Weltklimaberichte einfließen.

Ludwig Kronthaler, Generalsekretär der Max-Planck-Gesellschaft, bestätigte in seinen Grußworten: „Nur über das DKRZ waren und sind die Berechnungen für die Weltklimaberichte möglich.“ Daniela Jacob, Direktorin des Climate Service Center Germany (GERICS), brach die Bedeutung der Berechnungen auf konkrete Fragen herunter: „Kann ein Bauer auf einem bestimmten Flecken Erde in der Zukunft noch Bananen anbauen?“ Antworten darauf ergeben sich aus Klimamodellierungen mit einer hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung. Mit Mistral kann die Gitternetzauflösung nun in Regionalmodellen auf bis zu 100 Meter verkleinert werden.

Eine Vielzahl von Medien nahm die Einweihung zum Anlass, um über den neuen Hochleistungsrechner Mistral zu berichten: knapp 300 Zeitungsartikel, Fernseh- und Radiobeiträge mit einer Reichweite von 18 Millionen Kontakten erschienen dazu. Neben Fachmedien wie c't oder com! Professional schrieben auch bundesdeutsche Leitmedien wie die ZEIT oder Welt am Sonntag über den neuen Klimarechner.

An die Festveranstaltung schloss sich ein DKRZ-Nutzerworkshop an, in dem das DKRZ und der französische Hersteller Bull/Atos den Supercomputer Mistral detailliert vorstellten. Danach konnten die Nutzer mit dem DKRZ-Team ihre Anforderungen in Bezug auf Infrastruktur und Dienste des DKRZ in verschiedenen Arbeitsgruppen zu den Themen Optimierung, Datenanalyse, -produktion und -bereitstellung diskutieren. In einer Ausstellung mit mehr als 60 Postern stellten die Nutzer ihre aktuellen Forschungsprojekte vor, die mithilfe der DKRZ-Ressourcen ermöglicht wurden.

Im Anschluss an den Workshop nahmen knapp hundert Nutzer die Möglichkeit wahr, unter Anleitung von DKRZ-Spezialisten direkt mit Mistral zu arbeiten. Neben Infos zur grundlegenden Handhabung des Batchsystems, einer Einführung in die neue Intel-Hard- und Software erhielten die Wissenschaftler dort Tipps und Anregungen zur Nutzung von Mistral, die sich für die DKRZ-Mitarbeiter während der Durchführung der Anwendungsbenchmarks als gut und wichtig erwiesen haben.

Weblinks:

Imagefilm: youtu.be/ifznv-g_py0/

www.dkrz.de/about/kontakt/presse/aktuell/archiv-2015/hlre3-installation

Poster des Nutzerworkshops:

www.dkrz.de/Klimaforschung/HLRE-Projekte/poster-zum-nutzerworkshop-2015

Nutzerschulung als Video:

www.dkrz.de/Nutzerportal/dokumentationen/de-training/de-introduction-to-dkrzs-hlre-3-system-mistral



Volles Haus: mehr als 200 Gäste nahmen an der Einweihung teil.





Ergebnisse

HD(CP)²: Wolkenbildung und Niederschlag verstehen



Bisher haben vor allem begrenzte Computerkapazitäten eine angemessene Darstellung von Wolken und Niederschlägen in Klimamodellen eingeschränkt. Die Skalen, auf denen diese Prozesse ablaufen, reichen vom Mikrometerbereich bis hin zu Hunderten von Kilometern. Um den Einfluss aller Skalen in den Simulationen berücksichtigen zu können, werden kleinskalige Prozesse durch Annahmen an beobachtete Zusammenhänge angenähert; sie werden „parametrisiert“. Leider stellen einige Parametrisierungen, z.B. die von Konvektion und Niederschlag, einen Großteil der Unsicherheiten in heutigen Klimamodellen dar.

Im BMBF-Projekt „Wolken und Niederschlag im Klimasystem“ HD(CP)² arbeiten Natur- und Computerwissenschaftler daran, Klimamodelle durch eine bessere Darstellung von Wolkenbildung und Niederschlag zu verbessern und dabei durch eine Abschätzung des Einflusses der durch diese Prozesse verursachten Modellfehler deren Unsicherheit zu quantifizieren und zu reduzieren.

Das DKRZ leitet das Teilprojekt, in dem die Modell-Codes parallelisiert und optimiert werden, die Modellierungsinfrastruktur weiterentwickelt wird, sowie Lösungen zur Visualisierung der enormen Datenmengen gesucht werden. Hochleistungsrechner verfügen heute über viele tausende Prozessorkerne und verteilten Spei-

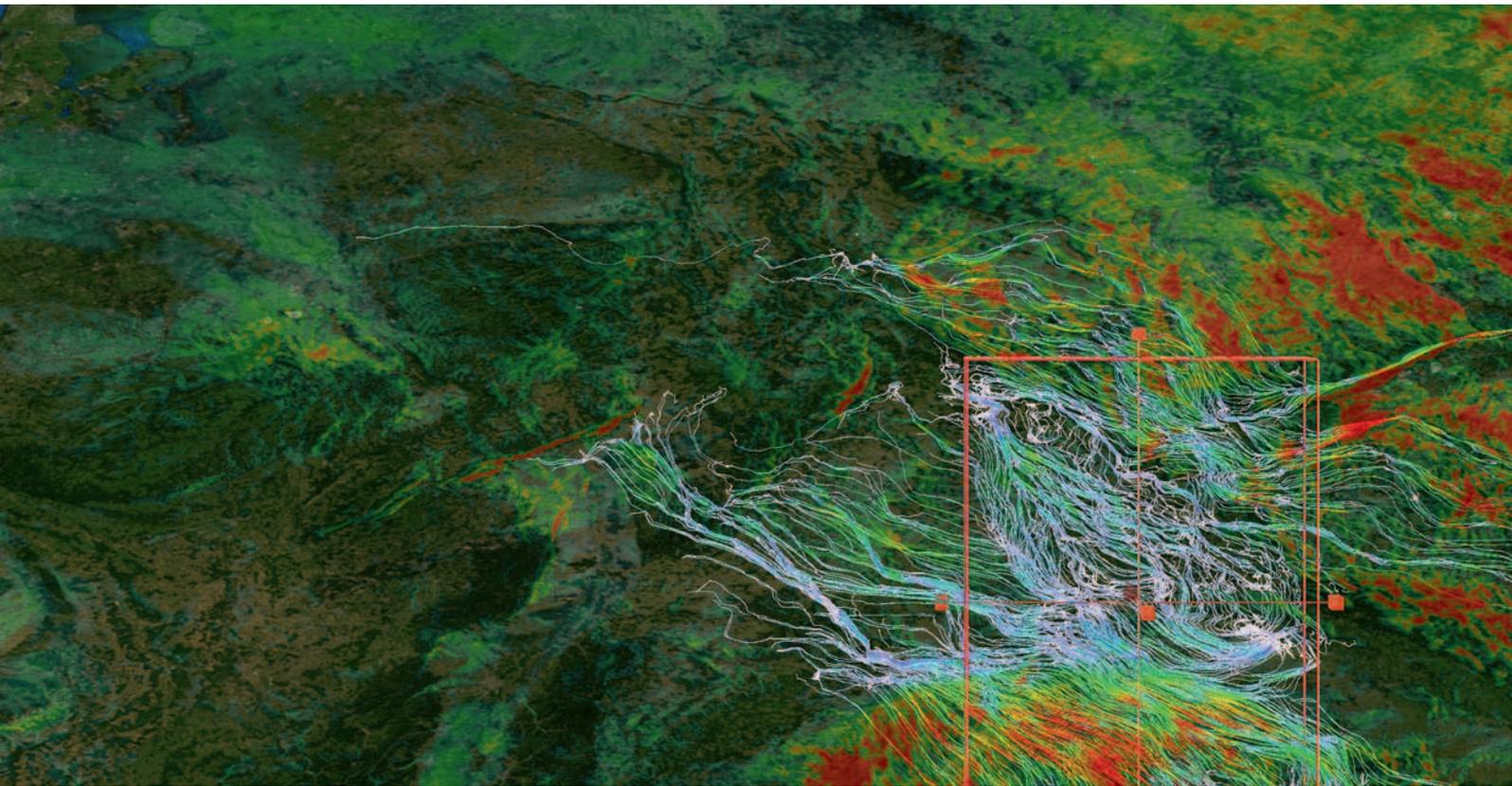
cher. Um die Leistung massiv paralleler Systeme auszuschöpfen, müssen die Rechnungen auf sehr viele Prozessorkerne verteilt werden. Für das in HD(CP)² eingesetzte ICON-Modell mussten dafür alle globalen Datenstrukturen durch verteilte ersetzt und Algorithmen entsprechend parallelisiert werden. Dazu hat das DKRZ das Modell in dreierlei Hinsicht restrukturiert: Gebietszerlegung des Rechengitters, Implementierung von Kommunikationsmustern basierend auf MPI (*Message Passing Interface*) und paralleles Einlesen und Schreiben von NetCDF-Daten.

Die Entwicklung einer regionalen ICON-Variante mit einer effektiven Gitterlänge von 100 m (ICON-LES) ist abgeschlossen; damit ist zum ersten Mal die Verwendung eines globalen Zirkulationsmodells in einem regionalen Setup mit einer Auflösung möglich, die bisher nur von klassischen LES-Modellen erreicht werden konnte.

Vom DKRZ durchgeführte Skalierungsmessungen für ICON-LES zeigten auf dem Blue Gene/Q-System „JUQUEEN“, dass die Restrukturierung erfolgreich war. Dabei wurden allerdings nur die reinen Berechnungen gemessen - nicht aber die Ausgabe der Ergebnisse auf das Datei-System. Reale Produktionsrechnungen mit ICON-LES einschließlich Ein- und Ausgabe sind auf „JUQUEEN“ aufgrund dessen begrenzter Speicher-ausstattung nicht möglich; sie werden auf der seit Juli

Weblink:

hdcp2.zmaw.de/



Mit ICON-LES simulierte Windgeschwindigkeit (Farbe) und einzelne Strömungslinien in Süddeutschland

2015 zur Verfügung stehenden „Mistral“ am DKRZ durchgeführt. Die Simulationen stellen aufgrund der Gittergröße von mehr als 3 Milliarden Zellen extrem hohe Anforderungen an das Rechnersystem; so dauert die Simulation eines Tages auf 500 Mistral-Knoten etwa 7 Tage und erzeugt 45 Terabyte Ergebnisdaten.

In der ersten Förderphase (2012-2015) wurde die Infrastruktur geschaffen, die für hoch aufgelöste Simulationen und deren Auswertung notwendig ist. In der zweiten Phase (2016-2019) wird diese in sechs wissenschaftlichen Projekten eingesetzt.

KomFor: Kompetenzzentrum für Forschungsdaten aus Erde und Umwelt

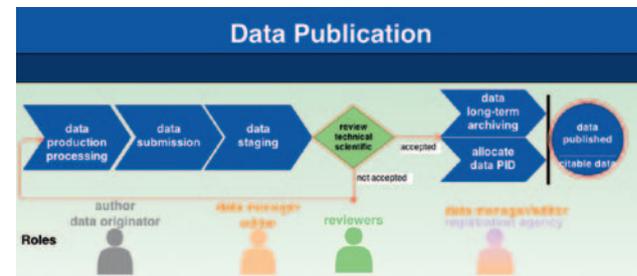


Dienstleistungen für Forschungsdaten

Wie kann die Verfügbarkeit und Qualität wissenschaftlicher Daten nachhaltig verbessert werden? Hier setzte das Forschungsprojekt KomFor mit DKRZ-Beteiligung an.

KomFor basiert auf den vom *International Council for Science (ICSU)* zertifizierten Welt Datenzentren und deren deutschen Dienstleistern, die seit 2003 in einem nationalen Cluster kooperieren: dem *World Data Centre (WDC) for Climate (WDCC)* am DKRZ, dem WDC für Fernerkundung (WDC-RSAT, DLR), dem Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ) und dem *Data Publisher für Earth & Environmental Science (PANGAEA)*, Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung / Marum). Ergänzt um die Deutsche Nationalbibliothek für Wissenschaft und Technologie entwickelt das Konsortium gemeinsame Standards für Forschungsdatenorganisationen und -infrastrukturen. Unter anderem hat das Konsortium einen Registrierungsdienst für wissenschaftliche Daten implementiert (*DataCite*), der mittlerweile von einer internationalen Vereinigung von Bibliotheken unterstützt und weltweit eingesetzt wird.

In diesem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekt zum Aufbau einer nachhaltigen und zuverlässigen Art und Weise für die Datenpublikationen im Einklang mit anerkannten Qualitätsstandards für wissenschaftliche Veröffentlichungen wurde der Zugriff auf Datenpublikationswerkzeuge für Projekte, Institute, Forschungsgruppen und einzelne Forscher ermöglicht.



Workflow für die Datenpublikation

Das in KomFor entwickelte Datenmanagement-Konzept umfasst den gesamten Lebenszyklus von Forschungsdaten, von der Projektplanungsphase über Datenerhebung, Qualitätssicherung, Registrierung und Langzeitarchivierung bis zur Publikation von Daten. Die Ergebnisse aus KomFor sollen in das internationale Umfeld eingebracht und dort weiterentwickelt werden.



Datenlebenszyklus

Darüber hinaus bietet KomFor ein eigenes, von PAN-GAEA betriebenes Portal an, welches Dienste für den Zugriff auf Datensysteme und Schnittstellen liefert.



Zugang zum Datenportal auf der KomFor-Webseite

Das hierfür im Projekt KomFor entwickelte Kompetenzzentrum ist ein Bindeglied zwischen Forschungseinrichtungen, Verlagen, Bibliotheken und einem bestehenden Archivnetzwerk für Daten aus Erd- und Umweltforschung.



Forschungsdaten-Wiki

Das Projekt KomFor und weitere DFG-geförderte Projekte, die auf die Realisierung von Forschungsdateninfrastrukturen ausgerichtet sind, haben gemeinsam das Forschungsdaten-Wiki „forschungswiki.org“ entwickelt, welches Informationen zum Umgang mit digitalen Forschungsdaten sammelt. Ein Redaktionsteam steuert die Weiterentwicklung des technisch am GFZ angesiedelten Wikis.

Weblinks:

Kompetenzzentrum KomFor:

www.komfor.net/

Archivnetzwerk für Daten aus Erd- und Umweltforschung:

[www.komfor.net/data-portal.html /](http://www.komfor.net/data-portal.html/)

Forschungsdatenwiki rund um dem Umgang mit digitalen Forschungsdaten:

www.forschungsdaten.org/

WDC-Climate (DKRZ):

www.dkrz.de/daten/wdcc/

ICSU:

www.icsu.org/

DataCite:

www.datacite.org/

EUDAT und EUDAT2020: Europas gemeinsame Datendienste



Das Projekt EUDAT (*European Data Infrastructure*) wurde von Oktober 2011 bis Februar 2015 durch das europäische Programm FP7 gefördert. Ziel der 25 Partner aus verschiedenen Forschungsdisziplinen und Rechenzentren, darunter das DKRZ, war die Entwicklung einer gemeinsamen Forschungsdateninfrastruktur, die disziplinübergreifende Anforderungen der europäischen Forschergemeinschaft realisiert.

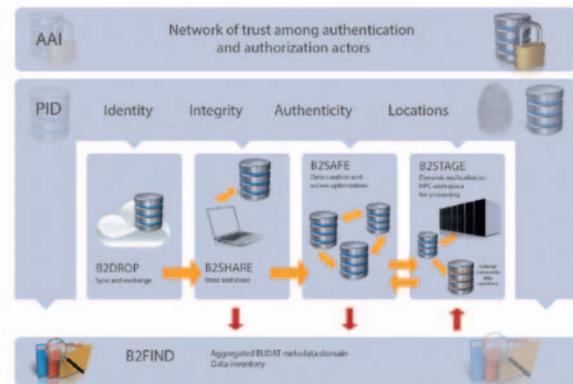
Zu Beginn waren fünf wissenschaftliche Forschungsverbände in EUDAT vertreten: EPOS (*European Earth Observatory*), VPH (*Virtual Physiological Human*), Life Watch (*Biodiversität und Ökosystem*), CLARIN (*Common Language Resources and Technology Infrastructure*) und ENES (*European Network for Earth System Modelling*). Das DKRZ und seine beiden Partner, das MPI für Meteorologie und CERFACS, repräsentierten dabei die Anforderungen und Erfahrungen der Klimaforschungs-Community ENES.

In den Jahren 2014 und 2015 wurden erste EUDAT-Dienste realisiert, die die zu erwartende Zunahme der Datenmenge, Komplexität und Vernetzung bewältigen können. Diese Dienste decken folgende Bereiche ab:

- › B2SAFE: ein robuster und sicherer reiner Speicher- und Archivdienst für Forschungsdaten unterschiedlichster Größenordnungen und Anforderungsprofile.

- › B2SHARE: ein Endbenutzer-Archivdienst für kleine Datenobjekte.
- › B2DROP: eine auf EUDAT-Speicher basierende persönliche Daten-Cloud für den Datenaustausch.
- › B2STAGE: ein leichtgewichtiger Dienst für den Transfer zwischen EUDAT-Ressourcen und HPC-Rechnern.
- › B2FIND: ein benutzerfreundliches Portal zur disziplinübergreifenden Suche von Forschungsdaten.

Das DKRZ entwickelte maßgeblich den Metadaten-dienst B2FIND. Die dabei und bei dem vielfältigen Austausch mit anderen Wissenschaftsbereichen und Rechenzentren gesammelten Erfahrungen fließen zurück in die Datendienste des DKRZ.



EUDAT-Dienste

EUDAT2020

Ab März 2015 wird das Projekt als EUDAT2020 für drei weitere Jahre fortgesetzt, während der die mittlerweile 35 Partner weitere Datendienste erstellen, bereits bestehende verbessern und die EUDAT-Infrastruktur dauerhaft etablieren wollen.

Neue bzw. verbesserte Dienste werden unter anderem in den Bereichen der semantischen Annotation, der EUDAT-internen Bearbeitung von Metadaten, der automatischen Bearbeitung komplexer Abläufe sowie der Verwendung von eindeutigen und persistenten Identifikatoren (PIDs) erarbeitet.

Mittels eines langfristigen Partnerschaftsabkommens sollen Datendienste dauerhaft angeboten und eine größere Anzahl von Fachdisziplinen, unterstützenden Forschungsverbänden und Einzelnutzern für die EUDAT-Dienste gewonnen werden.

Arbeitsschwerpunkte des DKRZ sind die Weiterentwicklung des Datenkatalogs B2FIND und des Identifikationsdienstes B2HANDLE sowie die Integration von PIDs in die EUDAT2020-Infrastruktur. Das DKRZ beteiligt sich außerdem an der Zertifizierung von digitalen Langzeitarchiven und der Evaluierung von Graph-Datenbanken für das Management von Forschungsdaten.



EUDAT-Partner

LSDMA: Management und Analyse von großen Datenmengen



Im Projekt „Large Scale Data Management and Analysis“ arbeiten Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft gemeinsam mit universitären Einrichtungen an vereinheitlichten Lösungen zur Unterstützung des Datenlebenszyklus von Forschungsdaten. Das Projekt hat eine Laufzeit von 2012 bis Dezember 2016 und wird von der Helmholtz-Gemeinschaft unter Führung des KIT in Karlsruhe getragen. Innerhalb community-spezifischer, sogenannter Datenlebenszyklus-Laboratorien („Data Life Cycle Labs“) werden Lösungen für wichtige Probleme der Datenverwaltung und -prozessierung entwickelt. Parallel dazu wird in einem Integrations-Arbeitspaket daran gearbeitet, generische, community-übergreifende Komponenten und Lösungsansätze zu identifizieren und weiterzuentwickeln. Das DKRZ ist

Partner in einem Datenlebenszyklus-Labor und arbeitet zudem im Integrationsteam mit.

Im Rahmen des Datenlebenszyklus-Labors „Erde und Umwelt“ kooperiert das DKRZ mit dem KIT insbesondere im Bereich der konkreten Unterstützung von Klimawissenschaftlern bei der Verwaltung und Prozessierung von Klimadaten.

Diese Prozessierung erfolgt möglichst nahe bei den Klimadatenarchiven, um den Aufwand für den Datentransport zu minimieren. Die Prozessierungsschritte werden über die standardisierte WPS-Schnittstelle (*Web-Processing-Service*) zur Verfügung gestellt. WPS ist ein Standard des *Open Geospatial Consortium* (OGC)

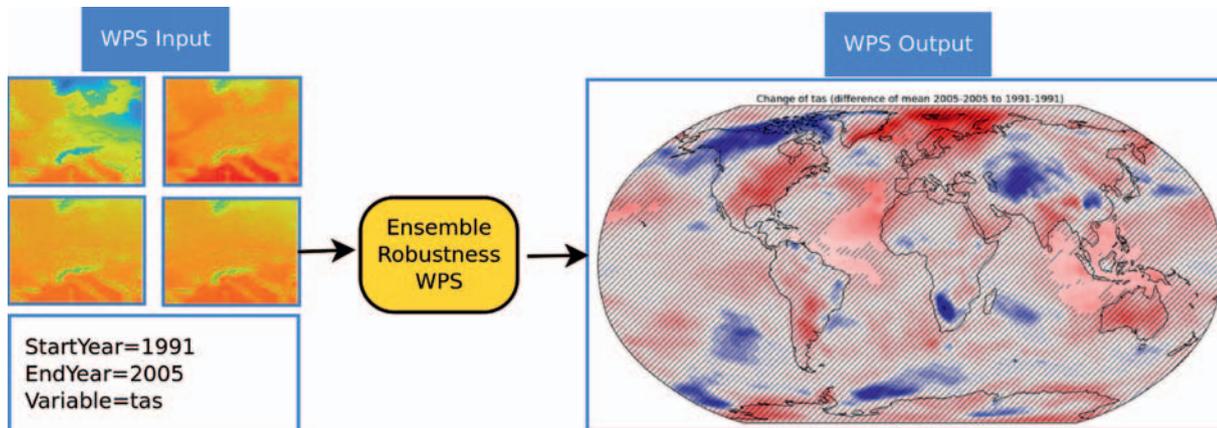
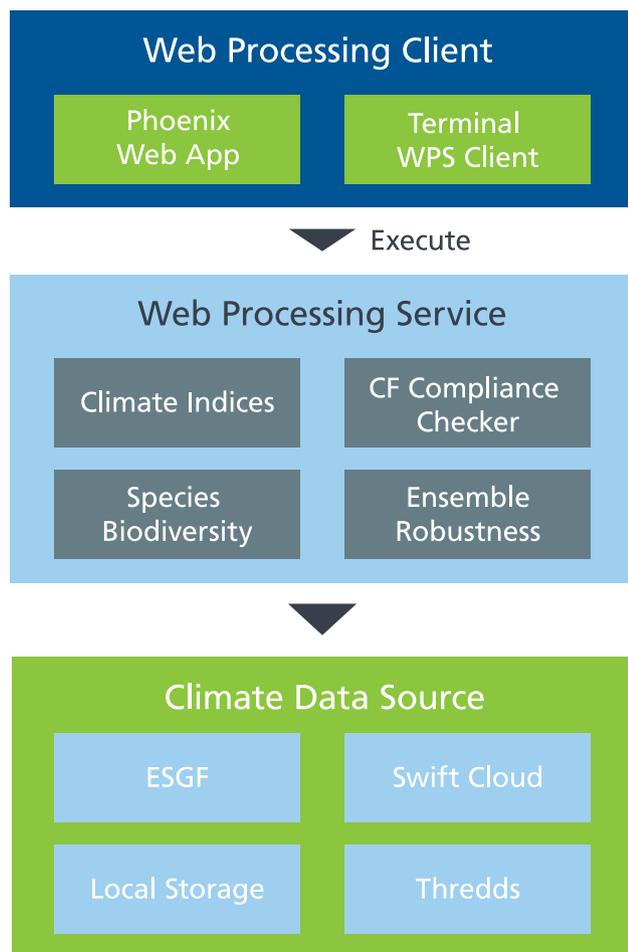


Abbildung 1: Ausgehend von einem Ensemble-Datensatz (WPS-Input) der Oberflächentemperatur wird als Web-Processing-Service die Temperaturanomalie und die statistische Robustheit dieses Signals berechnet und dargestellt (WPS-Output).

für die Prozessierung von Geodaten über das Internet, der es ermöglicht, Prozessierungen zu beschreiben und über eine Web-Schnittstelle auszuführen. Abbildung 1 zeigt, wie ein WPS-Prozess mit Klimadaten im NetCDF-Format als Eingabe aufgerufen und als Ergebnis ein Bild mit einer Statistik erstellt wird.



Birdhouse-Web-Processing-Service mit WPS-Klienten und Datenanbindung.

Das von DKRZ-Mitarbeitern entwickelte, auf Python basierende Werkzeug „Birdhouse“ unterstützt Klimawissenschaftler bei der Erstellung neuer WPS-Prozessierungsdienste. Birdhouse bietet die Integration von Klimadatenarchiven und stellt WPS-Klienten zur Verfügung.

Zu den möglichen Klimadatenquellen gehören ESGF (*Earth System Grid Federation*), *Swift Cloud*, *Thredds*-Datenserver und lokale Daten. Mit Phoenix, einer der Birdhouse-Anwendungen, können Prozessierungen über einfache Eingabemasken ausgewählt und gestartet werden. Ein Wizard unterstützt bei der Auswahl der Eingabe-Klimadaten. Zusätzlich zu dieser Web-Anwendung gibt es auch einen kommandobasierten WPS-Klienten, den Forscher in ihre Datenanalyseskripte integrieren können.

Zunächst wurden in Birdhouse Prozessierungen für Klimaindizes und -statistik sowie zur Überprüfung der Einhaltung des NetCDF-CF-Standards (*Climate and Forecast*) der Klima-Metadaten als WPS-Dienste realisiert.

Weblinks:

www.helmholtz-isdma.de/

Dokumentation zu birdhouse:

birdhouse.readthedocs.org/en/latest/

GitHub repository für birdhouse:

github.com/bird-house/



A blue-tinted landscape photograph. On the left side, there is a large, leafless tree with a thick trunk and many thin, bare branches. The ground is a flat, textured surface, possibly sand or dry earth, with some faint tracks or ripples. In the distance, towards the right, there is a smaller, bare tree. The sky is a uniform, deep blue. The overall mood is desolate and quiet.

Laufende Projekte

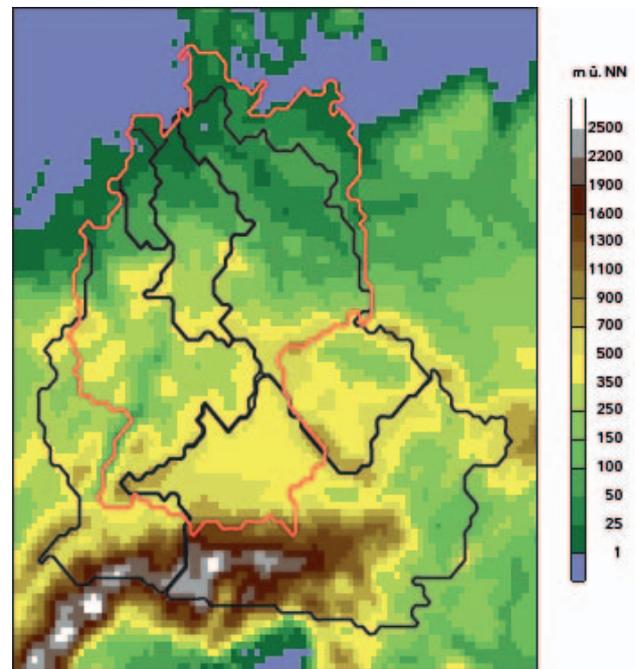
ReKliEs-De: Regionalmodell-Ensemble für Deutschland

Mit dem fünften IPCC-Bericht und den im Hinblick darauf durchgeführten globalen Simulationen auf Basis neuer Klimaszenarien wurde eine Aktualisierung des Wissensstandes über mögliche zukünftige regionale Klimaänderungen für Deutschland notwendig. Das vom BMBF für den Zeitraum vom September 2014 bis August 2017 geförderte Projekt ReKliEs-De (Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland) wurde von den Bundesländern initiiert, um dieses Wissen für die Politikberatung verfügbar zu machen.

Die Datenbasis für den fünften Weltklimabericht beruht auf globalen Simulationen, die im Rahmen des fünften weltweiten Klimamodell-Vergleichsprojektes CMIP5 durchgeführt wurden. Regionalisierungen dieser Daten erfolgen unter der Koordination der internationalen Initiative CORDEX für verschiedene ausgewählte Regionen. Am DKRZ werden dabei primär regionale Simulationen für Europa und Afrika berechnet, gespeichert und bereitgestellt.

ReKliEs-De wird in enger Kooperation mit der europäischen Initiative EURO-CORDEX durchgeführt. Alle in EURO-CORDEX erstellten Simulationen für die Regionalbereiche EUR-11 (Auflösung 12 km), EUR-44 (50 km) sowie AFR-44 (50 km) werden in einem zentralen Datenarchiv am DKRZ qualitätsgeprüft und langzeitarchiviert. In ReKliEs-De werden auf Basis der EUR-11-

Daten für Deutschland rund 30 verschiedene Klimakennzahlen berechnet, anhand derer sich zum Beispiel Wahrscheinlichkeiten für Extremwetterereignisse ablesen lassen.



ReKliEs-De-Untersuchungsgebiet mit Höheninformationen in einer Auflösung von 12 km: Deutschland (roter Umriss) und die Einzugsgebiete von Donau, Rhein, Elbe, Weser und Ems (schwarz).

GCM + RCP	CCLM	REMO	WRF	WR2010	STARS
MPI-ESM-LR RCP 2.6					
MPI-ESM-LR RCP 8.5					
CNRM-CM5 RCP 8.5					
HadGEM2-ES RCP 8.5					
EC-EARTH RCP 8.5, r12					
MIROC-ESM RCP 8.5					
MIROC5 RCP 8.5					

ReKliEs-De-Simulationen (violett) sowie Simulationen, die bereits in EURO-CORDEX (hellgrau) und für das Klimafolgen-Online-Portal (dunkelgrau) durchgeführt wurden (Stand: November 2015).

Hintergrund und Ziel des Projektes

Bis zum vierten IPCC-Bericht 2007 wurden Szenarien der Emissionsverläufe von Treibhausgasen verwendet. Für den fünften Bericht 2013 hat man neue Szenarien repräsentativer Konzentrationsverläufe, die RCP-Szenarien, verwendet. Jedes der vier RCP-Szenarien repräsentiert verschiedene sozioökonomische Entwicklungen, die jeweils zum selben Konzentrationsverlauf führen. Die Bandbreite dieser vier Szenarien ist größer als die früherer Emissionsszenarien; so wurde das RCP2.6-Szenario so definiert, dass das 2-Grad-Ziel erreicht werden kann. Für Klimafolgenforschung und Politikberatung stellt sich damit die Frage, in wie weit diese neuen Szenarien bisherige Aussagen über den möglichen künftigen Klimawandel in Deutschland verändern.

Ein Ziel des Projektes ist die Bereitstellung verlässlicher regionaler Informationen über die Bandbreiten und Extreme möglicher zukünftiger Klimaentwicklungen auf Basis der neuen Szenarien. Dafür werden neben

Deutschland auch die Einzugsgebiete der großen deutschen Flüsse untersucht. Die wissenschaftlichen Ergebnisse und Daten werden nutzerorientiert zur Verwendung in Klimafolgenforschung und Politikberatung aufbereitet.

Darüber hinaus wird untersucht, wie viele verschiedene Klimasimulationen erforderlich sind, um zuverlässige Aussagen abzuleiten und ob sich die Ergebnisse statistischer Modellansätze systematisch von denen dynamischer Modelle unterscheiden. Ergänzend werden einige besonders hochaufgelöste Simulationen (Auflösung 1 km) für ausgewählte Starkniederschlagsphasen durchgeführt. Das soll klären, ob diese Simulationen wesentliche Verbesserungen gegenüber der gröberen Auflösung von 12 km erzielen.

Weblinks:

CMIP5:

cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/

EURO-CORDEX:

www.euro-cordex.net/

ReKliEs-De:

reklies.hlnug.de/

MiKlip: Mittelfristigen Klimaprognosen



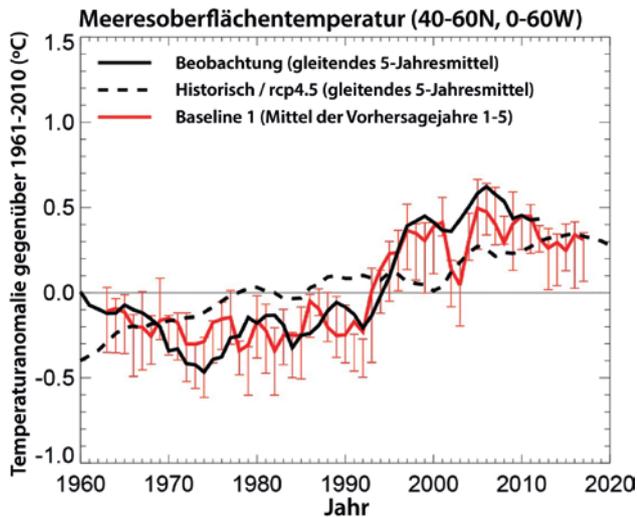
Wirtschaft, Politik und Gesellschaft benötigen verlässliche Aussagen zu Klimaentwicklungen im Bereich von Jahren bis hin zu Dekaden, da deren Planungshorizonte oft in der Größenordnung von 10 Jahren liegen. Solches Klimawissen ist wichtig, um die Anpassungsfähigkeit von Industrie und Gesellschaft an Klimaänderungen zu verbessern.

Im BMBF-Projekt MiKlip (Mittelfristige Klimaprognosen) wird die Vorhersagbarkeit natürlicher und menschengemachter Klimaschwankungen auf einer Zeitskala von bis zu 10 Jahren untersucht mit dem Ziel, ein operationelles System für solche mittelfristigen Vorhersagen zu entwickeln. Das Projekt wurde zunächst für vier Jahre gefördert; nun ist eine zweite, vierjährige Projektphase angelaufen.

Das Vorhersagesystem basiert auf dem am MPI für Meteorologie entwickelten Erdsystemmodell MPI-ESM sowie einer Initialisierungsprozedur, über welche die Simulationen auf Basis von Beobachtungsdaten für den Ozean und für die Atmosphäre gestartet werden können. Das System kann für retrospektive Vorhersagen, sogenannte Hindcasts, und für Vorhersagen eingesetzt werden. Durch den Vergleich von Hindcasts mit der entsprechenden beobachteten Vergangenheit kann die Vorhersagegüte des Systems eingeschätzt werden.

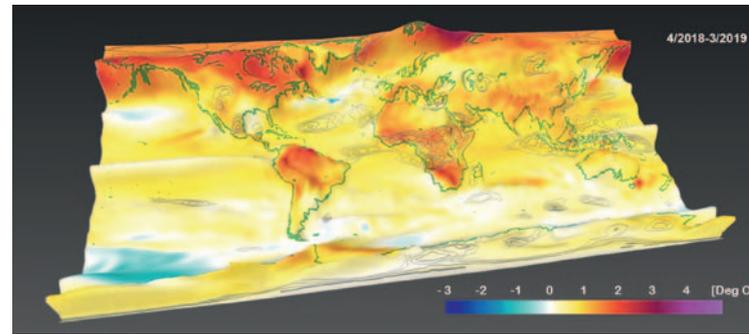
Ein Großteil der Forschung innerhalb des Projektes, vom zentralen Vorhersage- und Evaluierungssystem bis zu den MiKlip-Modulen zu Initialisierung, Prozessverständnis, Regionalisierung und Evaluierung, ist auf die Hochleistungsrechnerressourcen am DKRZ angewiesen. MiKlip nutzt den Supercomputer des DKRZ für rechenzeitintensive Simulationen. Bis heute wurden bereits Hindcasts von drei Generationen des Vorhersagesystems erstellt. Diese unterscheiden sich vor allem in der verwendeten Initialisierungsprozedur sowie der Anzahl der berechneten Ensemble-Mitglieder (3, 10 und 30). Aufgrund der hohen Anzahl an Ensemble-Mitgliedern bei der dritten Generation haben die Simulationen fast 4 Millionen CPU-Stunden auf dem HLRE-II-System Blizzard benötigt. Für die nächste Produktionsphase auf HLRE-3 ist eine Erhöhung der horizontalen Modellauflösung geplant, was den Bedarf an Rechenzeit signifikant erhöhen wird.

Das Vorhersagesystem erzeugt, je nach Modellauflösung und Ensemble-Größe, sehr umfangreiche Ergebnisdaten. Die Hindcasts, weitere unterstützende Simulationen sowie Beobachtungsdatensätze für die Evaluierung der Hindcasts werden als standardisierte CMOR-NetCDF-Dateien gespeichert. Für die datenintensiven Analysen wurde am DKRZ ein projekteigenes System, der MiKlip-Server mit 11 Rechnerknoten und einer Festplattenkapazität von 1 Petabyte, betrieben.



Die Abbildung zeigt die Ozeantemperaturanomalie gemittelt über das Gebiet des Subpolarwirbels (40–60°N, 0–60°W) für den Zeitraum 1960–2020. Die retrospektiven Vorhersagen (Baseline1-System), die für die Evaluierung des Systems verwendet werden, sind in jedem Jahr gestartet worden. Diese initialisierten Simulationen sind zusammen mit nicht-initialisierten Simulationen (Historisch/RCP4.5) und Beobachtungen, gemittelt über Zeiträume von 5 Jahren und 10 Ensemble-Mitglieder, dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass die initialisierten Simulationen sowohl den Trend als auch die dekadischen Schwankungen wiedergeben, wohingegen die nicht-initialisierten Simulationen nur den Trend gut erfassen. Zusätzlich ist die Streuung der Vorhersagen als senkrechte Balken gezeigt. Diese Streuung stellt in etwa die Unsicherheit der (retrospektiven) Vorhersagen dar. Adaptiert von Marotzke et al. (2016)

Für die zweite Projektphase stehen MiKlip 14 projekt-eigene HLRE-3-Rechnerknoten und ein eigenes Kontingent von 2,9 Petabyte auf dem parallelen Dateisystem zur Verfügung. Der MiKlip-Server bedient auch das „Zentrale Evaluierungssystem“ (CES), welches für die Datensuche oder für die Analyse der Hindcasts genutzt werden kann. Eine Erkundung des CES ist mit einem Gastzugang möglich.



Gleichzeitige Visualisierung der vorhergesagten 2m-Temperaturanomalie (Farbe) und der Ensemble-Streuung (Standardabweichung, als Höhe). Zusätzlich sind mit den Isolinien Bereiche hoher Korrelationen zwischen Vorhersage und Re-Analyse markiert, also Gebiete, in denen die retrospektiven Vorhersagen besonders erfolgreich sind (aus Böttinger et al. 2015).

Weblinks:

Miklip-Projektseite: www.fona-miklip.de

Im-Fokusbeitrag zu Miklip:

www.dkrz.de/Klimaforschung/HLRE-Projekte/focus/miklip/

Zentrales Evaluierungssystem (CES):

www-miklip.dkrz.de/

Publikationen:

Marotzke J., et al. 2016: MiKlip – a National Research Project on Decadal Climate Prediction, submitted to Bulletin of the American Meteorological Society (BAMS).

Böttinger et al. 2015: Visualization of 2D uncertainty in decadal climate predictions, Short Papers, Workshop on Visualisation in Environmental Sciences (EnvirVis), A. Middel and K. Rink and G. H. Weber (Editors).

IS-ENES2: Infrastruktur für die europäische Erdsystemforschung



Die zweite Förderphase des Projektes IS-ENES des *European Network for Earth System Modelling* (ENES) hat das Ziel, eine gemeinsame Software-Infrastruktur für die Entwicklung und Pflege gemeinsamer Software-Komponenten sowie zur koordinierten Verteilung von Klimadaten aufzubauen. Das DKRZ beteiligt sich daran in den Bereichen Nutzerunterstützung, Analyse von Klimamodellen hinsichtlich zukünftiger Rechnerarchitekturen sowie Aufbau und Betrieb einer verteilten Dateninfrastruktur für die effiziente Suche und Verteilung von Modelldaten.

Das DKRZ entwickelt und betreut das ENES-Portal, den zentralen Eintrittspunkt für alle ENES-Services in den Bereichen Erdsystemmodelle, Werkzeuge, Daten und Metadaten für unterschiedliche Benutzerkreise, und ist ein essentieller Partner in der *Earth System Grid Federation* (ESGF), einem internationalen Konsortium von Datenzentren, das einen weltweiten Zugang zum größten Klimadatenarchiv ermöglicht. Darüber hinaus engagiert sich das DKRZ aktiv in den Bereichen Projektkoordination, Netzwerkbildung, Qualitätssicherung, Wissensaustausch im HPC-Umfeld, Kooperation mit Partnern aus der Industrie und Gestaltung der ENES-Strategie.

Im Rahmen von IS-ENES übernimmt das DKRZ den *First-Level-Support* für Nutzer der weltweiten Datenknotenföderation ESGF und unterstützt sie in den Bereichen Qualitätssicherung und Administration.

Von Mitte Juni 2015 bis Mitte Januar 2016 stand das ESGF wegen eines Hacker-Angriffs und einer umfassenden Software-Überholung nicht zur Verfügung. Dem ENES-Portal, das sowohl technisch als auch zu großen Teilen inhaltlich vom DKRZ betreut wird, fiel während dieser Auszeit eine besondere Rolle zu, da dort Informationen über alternative Datenzugänge bereitgestellt werden konnten. Einer dieser Zugänge, das *World Data Centre for Climate* (WDCC) des DKRZ, konnte in diesem Zeitraum einen sprunghaften Anstieg der Download-Zahlen verzeichnen.



Für seine Nutzerunterstützung bekam DKRZ-Mitarbeiter Dr. Torsten Rathmann 2014 eine Auszeichnung der ESGF.

Moderne Erdsystemmodelle (*Earth System Models, ESMs*) sind hochkomplexe Programme, die aus mehreren hunderttausend Quellcodezeilen bestehen und sehr hohe Anforderungen an Hochleistungsrechner stellen, wie z.B. die an Anzahl von Gleitkommaoperationen pro Sekunde (FLOPS), die Netzwerkbandbreite, den Speicherdurchsatz oder den Dateisystemdurchsatz. Aufgrund dieser Komplexität können die Leistungsanforderungen eines Erdsystemmodells nicht durch idealisierte Minianwendungen nachgebildet werden, so dass das Benchmarking von HPC-Systemen im Hinblick auf ihre Eignung für die Klimaforschung ein aufwändiger Prozess für Computerhersteller, Rechenzentren und Modellentwickler ist. Um diese Prozedur zu optimieren, werden vom DKRZ und anderen IS-ENES-Projektpartnern Benchmarks auf der Basis von vier europäischen, voll gekoppelten globalen ESMs entwickelt und bereitgestellt. Diese Benchmark-Suite wird nicht nur die Rechnerbeschaffungen in Europa vereinfachen und verbessern, sondern auch eine exzellente Grundlage für das Co-Design von zukünftigen Erdsystemmodellen und HPC-Systemen liefern.

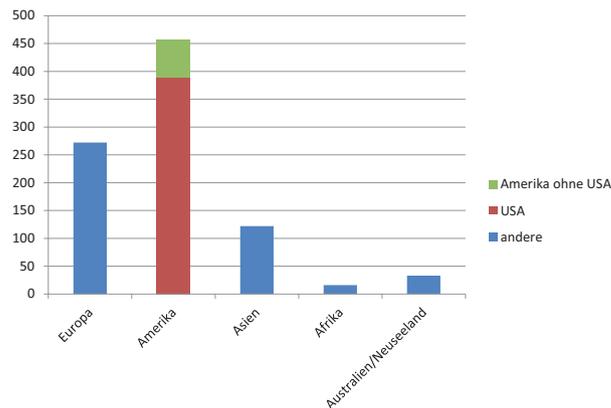
Weblinks:

ENES-Portal:
portal.enes.org/

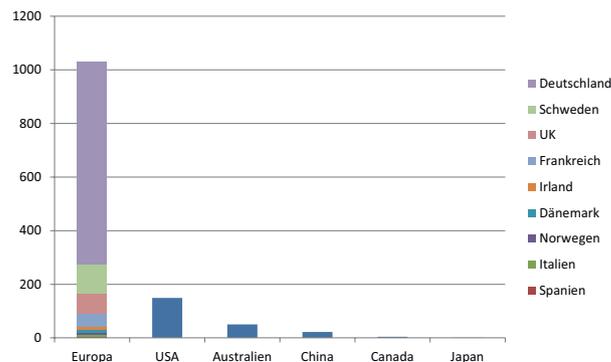
Earth System Grid Federation (ESGF):
esgf-data.dkrz.de/

IS-ENES-Benchmarks:
<https://redmine.dkrz.de/projects/enes-benchmark-suite>

Fragen im ESGF



Antworten im ESGF



Im Rahmen von IS-ENES übernimmt das DKRZ den *First-Level-Support* für Nutzer der weltweiten Datenknotenföderation ESGF. Das zeigt sich inzwischen deutlich in der ESGF-Support-Statistik. Im Diagramm unten sind die Antworten Ländern zugeordnet, im Diagramm oben die Fragen.



Das Schulprojekt Klimawandel: Klimaforschung macht Schule

In dem am DKRZ angesiedelten Schulprojekt Klimawandel kooperieren seit 2005 Hamburger Klimaforschungsinstitute mit Schulen in Hamburg und Schleswig-Holstein. Unterstützt von studentischen Mitarbeitern begleiten die beiden Projektleiter Dieter Kasang und Hans Luthardt Schülerinnen und Schüler an bis zu zwölf Schulen bei Arbeiten zu eigenen Fragestellungen aus dem Bereich Klimawandel. Gegenwärtig fördern die Stiftungen der Sparkasse Holstein, die Stiftung für Verantwortung sowie Klimaforschungsinstitute das Projekt. Das DKRZ unterstützt es logistisch und personell. Am 1. Oktober 2015 feierten etwa 300 Schülerinnen und Schüler, Lehrer, Vertreter der Wissenschaft und Ehrengäste das zehnjährige Jubiläum.

Über das Schulprojekt Klimawandel soll bei Schülerinnen und Schülern Interesse an klimabezogenen Themen geweckt und ihr Engagement für die nachhaltige Entwicklung unserer Gesellschaft gefördert werden. Statt konventioneller Methoden bestimmt wissenschaftsorientiertes Arbeiten den Unterricht, so dass die Schüler Kompetenzen erwerben, die ihnen in ihrem späteren Werdegang in Universität und Beruf helfen. Für die Wissenschaft bietet das Projekt neben der Nachwuchsförderung die Möglichkeit, ihre Ergebnisse in die Gesellschaft zu tragen, und so ein Bewusstsein für diese Ergebnisse zu schaffen.

Während der Projektarbeit bearbeiten die Schülergruppen selbst gewählte Themen zum Klimawandel unter Nutzung aktueller Forschungsergebnisse. Sie wenden dabei die in der Klimaforschung üblichen, für die Schule vereinfachten wissenschaftlichen Methoden an. So werden etwa Experimente mit einem einfachen Klimamodell durchgeführt. Das Projektteam unterstützt die Schüler mit mindestens zwei Besuchen an jeder Schule, hilft ihnen bei der Themenauswahl, bei der Verwendung des Klimamodells und bei der Auswertung der Daten. Zum Abschluss präsentieren die Schüler ihre Ergebnisse an den Schulen und auf zentralen Projektworkshops. Ausgewählte Schülerarbeiten werden auf der Projekthomepage veröffentlicht. Dort sind inzwischen über hundert Arbeiten zu Themen wie „Klimawandel und Korallen“, „Cyanobakterien in der Ostsee“, „Wechselwirkungen zwischen Vulkanismus und Klimawandel“, „Wie groß ist der Einfluss der Sonne auf das Klima?“ abrufbar. Jährlich beteiligen sich etwa 250 Schüler und Schülerinnen an dem Projekt. Die Lehrkräfte werden parallel in Fortbildungen geschult und die entwickelten Methoden einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt, wie z.B. im März 2016 auf dem nationalen Open-Educational-Resources-Festival in Berlin.



Eine Schülerarbeit von der Stadtteilschule Bergstedt, die auf dem Bundeswettbewerb von „Jugend forscht“ einen Spezialpreis gewonnen hat.



Prof. Guy Brasseur mit Schülern und Schülerinnen bei der 10-jährigen Jubiläumsfeier des Schulprojekts Klimawandel

2011 gewann das Projekt beim deutschlandweiten Wettbewerb „Schule trifft Wissenschaft“ der Robert-Bosch-Stiftung den 2. Platz mit einem Preisgeld von 20.000 Euro. Viele Schülerarbeiten waren bei „Jugend forscht“ sowohl regional als auch im Bundeswettbewerb erfolgreich.

Weblinks:

Schulprojekt Klimawandel:
klimaprojekt.de/

Schülerarbeiten auf der Projekthomepage:
bildungsserver.hamburg.de/00-klimaprojekt-schulen/

Newsmeldung zum 10-jährigen Jubiläum:
www.dkrz.de/p/10jahre_schulprojektklimawandel/

WASCAL: Eine deutsch-westafrikanische Forschungsinitiative

Das DKRZ ist ein Partner im deutschen WASCAL-Projektverbund, der vom Zentrum für Entwicklungsforschung (Universität Bonn) koordiniert und im Rahmen der "Forschung für Nachhaltigkeit" des BMBF gefördert wird. Wissenschaftler dieses Verbundes kooperieren seit 2012 mit Kollegen und Institutionen in 10 westafrikanischen Ländern und entwickeln u.a. Modelle für Klima und Wetter, Landschaftsdynamik, Agrarsysteme, Märkte und Lebensunterhalt, Risikomanagement und fachübergreifende Systemanalyse. Der spezielle Fokus liegt auf der Anpassung an zunehmende Klimavariabilität und Emissionsminderungsmaßnahmen.

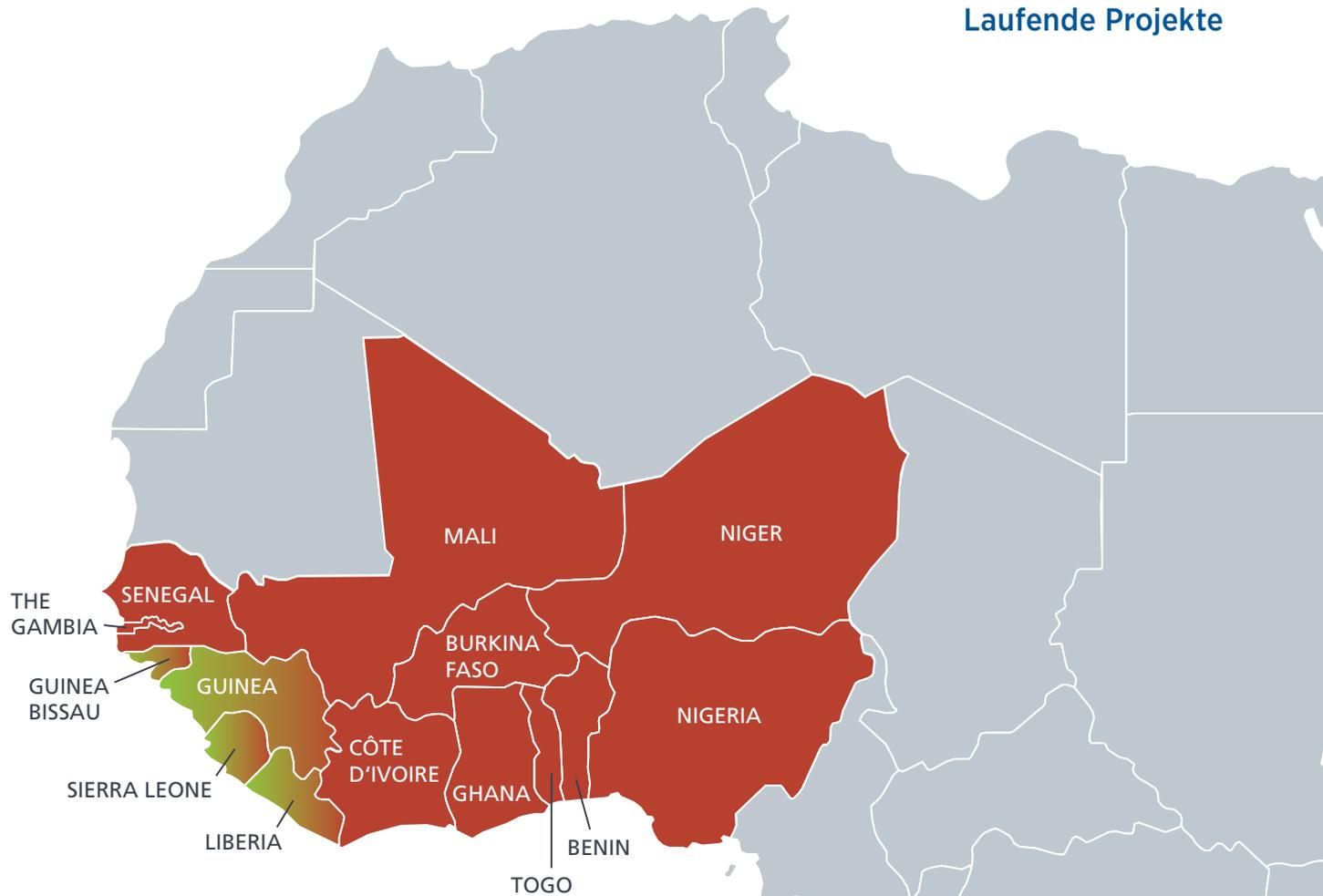
Im WASCAL-Kompetenzzentrum in Ouagadougou, Burkina Faso, fließen Daten aus Beobachtungsnetzwerken und künftig auch aus Modellsimulationen des regionalen Klimas zusammen. Im DKRZ-Rechenprojekt „WASCAL – Regionale Klimasimulationen für Westafrika“ nutzten Modellierer die HLRE-II und HLRE-3 Plattformen des DKRZ für Untersuchungen u.a. für die Abschätzung der Leistung von regionalisierten globalen Klima-Projektionen (dynamisches und statistisches Downscaling), die den Anforderungen von lokalen Anwendungen z.B. in der Hydrologie oder Landwirtschaft genügen. Es kamen sowohl das deutsche Regionalmodell COSMO-CLM (CCLM), als auch das Weather Research and Forecasting Modell (WRF) zum Einsatz, das in den Vereinigten Staaten entwickelt wurde.

Die ersten Jahrgänge afrikanischer Nachwuchswissenschaftler der 6 PhD- und 4 MSc-Graduierten-Programme von WASCAL, welche an Universitäten in 9 von 10 WASCAL-Mitgliedsländern angesiedelt sind und jeweils mit einem Partnerinstitut einer deutschen Universität kooperieren, haben bereits Abschlüsse gemacht.

In der Konsolidierungsphase von WASCAL (März 2016 bis März 2017) werden bisherige Ergebnisse an die afrikanischen Partner übergeben, die danach unter der Schirmherrschaft der ECOWAS weiterarbeiten werden. Ab 2017 soll in einem neu errichteten Gebäude in der Nähe der Universität von Ouagadougou ein dauerhafter Standort für das Kompetenzzentrum geschaffen worden sein, in welchem u.a. mithilfe von dessen rechentechnischer Ausstattung für die Region wichtige Fragestellungen effektiv bearbeitet werden können.

Interim-Gebäude des Competence Center in Ouagadougou, Burkina Faso. Das DKRZ unterstützt das Competence Center bei Planung und Auswahl der IT-Systeme.





10 WASCAL-Mitgliedsländer (rot), 5 grün-schraffierte Länder in Westafrika sind ebenfalls Mitglied der Economic Community of West African States (ECOWAS)

Weblink:

Projektseite:
www.wascal.org/



Seriennummern für Forschungsdaten: Persistente Identifikatoren

Um die steigende Anzahl an Datenobjekten mit langfristig gesicherter Qualität zu verwalten und neue datenbasierte Nutzerdienste anzubieten, bringt das DKRZ den Einsatz von Persistenten Identifikatoren (PIDs) und essentiellen Metadaten (Informationstypen) weiter voran. Versieht man Forschungsdaten schon gleich bei oder direkt nach Ihrer Erzeugung mit Metadaten und PIDs, also eindeutigen Kennzeichnungen ähnlich der ISBN für Bücher, werden sie eindeutig referenzierbar

und ihre Herkunft kann zweifelsfrei bestimmt werden. PIDs werden in verschiedenen Bereichen wissenschaftlicher Datenverwaltung zunehmend als elementar für den langfristig nachprüfbareren Umgang mit Forschungsdaten angesehen. Trotz dieser Sicht auf PIDs als Zukunftstechnologie mangelt es derzeit noch an einheitlichen Standards und operativ einsetzbaren Lösungen.

Seit ihrer Gründung 2013 hat sich die Research Data Alliance (RDA) als wichtige globale Organisation zur Förderung datengetriebener Forschung und Innovation positioniert. Unter der Leitung des DKRZ kam im September 2014 die RDA-Arbeitsgruppe „PID-Informationstypen“ erfolgreich zum Abschluss und veröffentlichte als eine der ersten Arbeitsgruppen der RDA eine international anerkannte Spezifikation. Ein typisches Anwendungsszenario ist ein Softwaretool, mit welchem jeder Wissenschaftler die Echtheit und Aktualität der ihm vorliegenden Daten überprüfen kann und welches gegebenenfalls eine neue Datenversion aus einer Dateninfrastruktur wie ESGF anfordern kann. Bereits am DKRZ entwickelte Konzepte zur Gruppierung von Datenobjekten in sinnvolle Einheiten werden darüber hinaus in einer Ende 2015 neu gegründeten Arbeitsgruppe zu Objektkollektionen interdisziplinär fortgeführt und verbessert.

Damit PIDs auch noch nach Jahren sinnvoll nutzbar sind, muss eine entsprechende Infrastruktur geschaffen werden, eine Art Registrierstelle mit fest vorgegebenen Prozessen, welche die langfristige Qualität der PID-Pflege sicherstellen. 2015 entwickelte das DKRZ die hierfür erforderlichen organisatorischen Regeln, die im Rahmen der CMIP6-Datenföderation erstmals zum Einsatz kommen werden. Unter der Notwendigkeit, mit enormen Mengen von Objekten und Identifikatoren umzugehen, beginnt außerdem die Entwicklung einer hochskalierbaren Lösung auf Basis eines *message queueing*-Systems, das seinen Ursprung in der Finanzindustrie hat.

Im Rahmen des EUDAT2020-Projektes werden Synergien genutzt, die in die Entwicklung einer quelloffenen Python-Softwarebibliothek zur Interaktion mit PID-Diensten münden. Die hierbei in Zusammenarbeit mit europäischen Partnern gewonnenen praktischen Kenntnisse sichern dabei die dauerhaft hohe Qualität des Entwicklungsprozesses auf Augenhöhe mit industrieller Softwareentwicklung.

Weblink:

rd-alliance.org



A large, sculptural ice formation, possibly a sea stack or a large icebergs, stands on a beach. The ice is white and textured, with a prominent archway at its base. The background shows a vast expanse of water and a hazy horizon. The entire image is overlaid with a semi-transparent orange-red gradient. The text "Neue Projekte" is written in a clean, white, sans-serif font, positioned in the upper right quadrant of the image.

Neue Projekte

PalMod: Simulation eines vollständigen Eiszeitzyklus



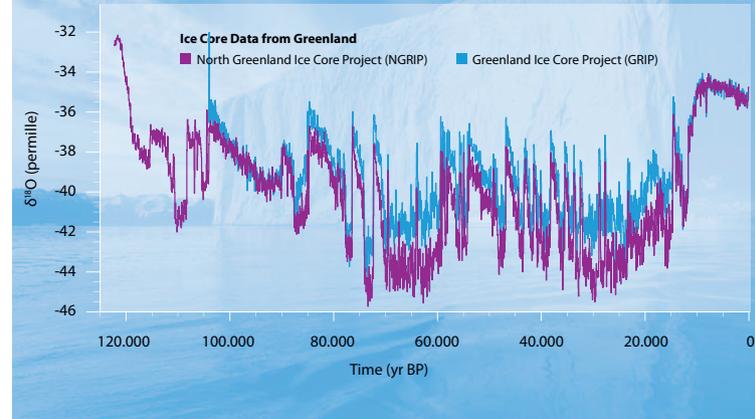
**PAL
MOD**

GERMAN
CLIMATE
MODELING
INITIATIVE

Eine Simulation von 135.000 Jahren mit einem gekoppelten Atmosphären-Ozean-Inlandeis-Modell von der letzten Zwischenwarmzeit bis zum Anthropozän: dieses ambitionierte Ziel verfolgen 18 wissenschaftliche Institutionen aus ganz Deutschland im Rahmen des BMBF-finanzierten PalMod-Projekts.

Ziel ist es, das Verständnis der Dynamik des Klimasystems und der Klimavariabilität während des letzten Eiszeitzyklus zu verbessern. Hierzu werden nicht nur die Erdsystemmodelle in Bezug auf umfangreichere physikalische und biogeochemische Prozesse weiterentwickelt, sondern auch die Laufzeitreduzierung der Modelle auf Hochleistungsrechnersystemen ist von entscheidender Bedeutung.

Das DKRZ ist Partner in diesem Projekt und beteiligt sich u.a. an der optimalen Nutzung des DKRZ-Hochleistungsrechners Mistral für die geplanten Simulationläufe. Ebenso sollen neue Algorithmen, Datenstrukturen und andere Hardware-Architekturen im



Das Isotopenverhältnis Delta-O18, hier aus zwei grönländischen Eisbohrkernen, repräsentiert den Klimaverlauf der letzten 140.000 Jahre, der im Rahmen von Palmod untersucht und mit Modellen reproduziert werden soll.

Hinblick auf deren Nutzbarkeit für Paläoklima-Simulationen untersucht werden.

Die wissenschaftlichen Ziele des Palmod-Projekts sollen innerhalb von 10 Jahren erreicht werden. Für diesen Zeitraum sind drei Projektphasen eingeplant – die erste davon startete im August 2015 und endet im Juli 2019.

Weblinks:

Projektwebseite:

www.palmod.de/

Auftakttreffen:

<https://www.dkrz.de/p/palmod-auftakt/>



BigStorage: Konvergenz von HPC- und Cloud-Technologien für Big Data



Der Umgang mit sehr großen Datenmengen gewinnt sowohl im Hochleistungsrechnen als auch in Cloud-Umgebungen zunehmend an Bedeutung. Dieser Aspekt ist aber bisher kaum in der universitären Ausbildung enthalten, so dass es heute einen großen Bedarf an geeigneten Experten, sogenannten Datenwissenschaftlern, gibt.

Im Rahmen des durch die EU geförderten *European Training Networks (ETN) „Storage-based convergence between HPC and cloud to handle Big Data“*

(BigStorage) sollen Datenwissenschaftler ausgebildet sowie neue Techniken zur effizienten Datenanalyse entwickelt werden. Im Projekt werden insgesamt 15 Stellen, verteilt auf zehn internationale Partner aus Forschung und Wirtschaft, gefördert. Das DKRZ leitet eine Arbeitsgruppe, die typische Anforderungen der Klimawissenschaften herausarbeitet und anderen Projektpartnern zur Verfügung stellt. Um die Kosten steigender Datenmengen zu minimieren, arbeitet das DKRZ auch an neuen Ein-/Ausgabe-Schnittstellen, die es erlauben, Daten effizient zu komprimieren. Dadurch verringert sich das zu übertragende und zu speichernde Datenvolumen, so dass die Übertragung schneller erfolgt und weniger Speicherhardware angeschafft werden muss.

Weblink:

bigstorage-project.eu/

ENVRI^{plus}: Kooperation von Umweltforschungsinfrastrukturen



Als Repräsentant des Europäischen Netzwerkes für Erdsystemmodellierung (ENES) und dessen Infrastruktur (IS-ENES) ist das DKRZ Partner im europäischen ENVRI^{plus} Projekt, das von Mai 2015 bis April 2019 gefördert wird und in dem unterschiedliche Umweltforschungsinfrastrukturen kooperieren.

Das DKRZ trägt insbesondere mit seiner Expertise in der Unterstützung des gesamten Lebenszyklus von Klimadaten zum Bereich „interdisziplinäre Atmosphären-Wissenschaften“ bei. In ENVRI^{plus} bearbeitet das DKRZ übergreifend nutzbare Komponenten zur Datenidentifikation mithilfe persistenter Identifikatoren (PIDs), zur Datenzitierung mithilfe digitaler Objekt-Identifikatoren (DOIs) und datenzentrumsnaher Prozessierung. Dabei werden jeweils übergreifende Absprachen für eine einheitliche Identifikation und Zitierung von Daten angestrebt. Daneben werden unterstützende Dienste und deren langfristiger Betrieb anhand konkreter Beispiele geplant. Weiterhin soll eine gemeinsame Nutzung basierend auf OGC-WPS-Standard-Prozessierungsdiensten abgestimmt werden. Das DKRZ entwickelt und betreibt ein eigenes WPS-basiertes System für Klimawissenschaftler. Unter Einbeziehung der hier gesammelten Erfahrungen werden

neue Entwicklungen gemeinsam mit anderen ENVRI^{plus} Partnern angestrebt.



Forschungsinfrastrukturen und -bereiche in der Erdsystemforschung

Weblink:
www.envriplus.eu/

Dies und Das

Empfehlung des Weltklimadatenarchivs WDCC am DKRZ

Das am DKRZ betriebene World Data Centre for Climate (WDCC) gehört zu den Datenarchiven, die für die langfristige Speicherung von Forschungsdaten im Zusammenhang mit einer Datenveröffentlichung in der Open-Access-Zeitschrift „Scientific Data“ von der Nature Publishing Group (NPG) empfohlen werden. Die NPG ist ein international agierender Verlag für wissenschaftliche Publikationen und Datenbanken.

In der Zeitschrift „Scientific Data“ werden Daten, die zum Beispiel in einem der empfohlenen Datenzentren verfügbar gemacht werden müssen, ausführlich beschrieben. In einem Peer-Review-Prozess wird die Relevanz und Qualität der Beschreibung begutachtet.

Wissenschaftliche Projekte im Fokus

Im Dezember 2014 wurde die DKRZ-Webseite um die Rubrik „Im Fokus“ ausgebaut. Dort haben DKRZ-Nutzer die Möglichkeit, ihre wissenschaftlichen Projekte, die mithilfe der DKRZ-Ressourcen realisiert werden, detailliert vorzustellen. Als erster Beitrag erschien „WASCAL – Regionale Klimasimulationen für Westafrika“. WASCAL ist ein forschungsbasiertes Projekt mit dem Ziel, effektive Anpassungs- und Vermeidungsstrategien für Klimaveränderungen in Westafrika zu entwickeln.

Als weiteres Projekt erschien im März 2015 eine Veröffentlichung zum Projekt REACT4C, welches Flugrouten so optimieren möchte, dass sie möglichst wenig zum Klimawandel beitragen.

Im Oktober 2015 stellte sich das Projekt MiKlip vor, in dem die Vorhersagbarkeit natürlicher und menschengemachter Klimaschwankungen auf einer Zeitskala von bis zu 10 Jahren erforscht werden.

Ende 2015 widmete sich ein weiterer Beitrag dem Projekt HD(CP)², welches Wolken und Niederschlag im Klimasystem untersucht.

Neuer DKRZ-Service: Cloud-Storage



Seit März 2015 bietet das DKRZ seinen Nutzern ein Cloud-Storage-System auf Basis der quelloffenen Software Swift an, die Bestandteil der populären Cloud-Infrastruktur OpenStack ist.

Das neue System soll den Datenaustausch von vor allem auch wenig strukturierten Daten innerhalb verteilt arbeitender Forschungsgruppen erleichtern. Das Cloud-Storage-System ist eine hochverfügbare, skalierbare Speicherlösung, die ähnlich wie Amazon S3 die Speicherung und den Zugriff auf Daten standortunabhängig ermöglicht. Das System hat aktuell eine Speicherkapazität von 1,5 Petabyte, die sich auf 10 redundante Speicherknoten verteilen. Der Zugriff erfolgt über einen Webbrowser

oder die Kommandozeile. Das Cloud-Storage-System steht allen Nutzern des DKRZ zur Verfügung. Projektmitglieder teilen sich jeweils einen gemeinsamen Speicherbereich von mehrere Terabyte. Zusätzlich hat jeder Nutzer einen persönlichen Account mit einer Speicherkapazität von 50 Gigabyte.

DKRZ ist Forschungspartner im Deutschen Pavillon Expo Milano 2015

Die Weltausstellung EXPO fand vom 1. Mai bis 31. Oktober 2015 in Mailand, Italien statt. Der Deutsche Pavillon widmete sich dem Thema „Klima erforschen“. Das DKRZ war als Forschungspartner der ARGE Deutscher Pavillon auf der EXPO 2015 vertreten. Ein „Forschungscontainer“ im Deutschen Pavillon zeigte, welche Klimaforschung das DKRZ ermöglicht. Der Innenraum des Containers war mit Bildern von Rechnerracks unseres Hochleistungsrechners gestaltet. Notizen, Pläne und Zettel auf einer Pinnwand symbolisierten die Arbeit von Wissenschaftlern. Besucher konnten sich außerdem auf einem Touchscreen verschiedene visualisierte Ergebnisse der mit MPI-ESM gerechneten CMIP5-Klimasimulationen anzeigen lassen.



FORSCHUNGSPARTNER
DER ARGE
DEUTSCHER PAVILLON



DKRZ@YouTube

Das DKRZ bespielt auf YouTube einen eigenen Kanal, auf dem informative Filme über das DKRZ und seinen Service, sowie Visualisierungen von Ergebnissen der Simulationen, die auf unseren Hochleistungsrechnern durchgeführt werden, zu sehen sind.

Der siebenminütige Film „Mistral – der neue Supercomputer am DKRZ“ stellt das 2015 in Betrieb genommene Hochleistungsrechnersystem Mistral vor.

Die neueste Animation zeigt Ergebnisse des BMBF-Projektes HD(CP)², welches mit besonders hoch aufgelösten Beobachtungs- und Simulationsdaten die Wolkenbildung und Entwicklung von Niederschlag untersucht.

Weblinks:

Auflistung aller empfohlenen Forschungsdatenarchive:

<http://www.nature.com/sdata/policies/repositories>

Im Fokus:

www.dkrz.de/Klimaforschung/HLRE-Projekte/focus/

DKRZ-Cloud-Service:

www.dkrz.de/Nutzerportal-en/doku/cloud/

YouTube-Kanal des DKRZ:

https://www.youtube.com/channel/UCDQ5_DZHS48H9jIF-nyUGhA



ESiWACE: Ein Kompetenzzentrum für Wetter- und Klimasimulationen in Europa

ESiWACE – kurz für *Centre of Excellence in Simulation of Weather and Climate in Europe* – ist eines der acht neu eingerichteten Exzellenzzentren für HPC-Anwendungen, die im Rahmen des Programmes Horizon2020 von der EU mit je fünf Millionen Euro gefördert werden. ESiWACE startete im September 2015 mit sechzehn Partnern aus sieben Ländern. Das DKRZ ist der Koordinator des auf vier Jahre ausgelegten Projektes.

Eines der erklärten Hauptziele von ESiWACE ist es, die Forschungsfelder der Wetterprognose und der Klimasimulationen, die bislang ihre Entwicklungen im Wesentli-

chen getrennt voneinander vorangetrieben haben, stärker zusammenzubringen. Durch gemeinsam definierte Ziele soll einerseits erreicht werden, den hohen Anforderungen der Community an kommende Höchstleistungsrechner-systeme gegenüber den Hardwareherstellern besonderes Gewicht zu verleihen und andererseits die Entwicklung gemeinsam genutzter Komponenten durch koordinierte Anwendungsentwicklungen für eine optimale Nutzung auf zukünftigen Rechnersystemen voranzutreiben. Von diesen Arbeiten ist das gesamte Spektrum der Aufgaben betroffen, die bei der Durchführung von Wetter- oder Klimasimulationen anfallen.

Konkret sollen folgende Bereiche optimiert und unterstützt werden:

- › Sicherstellung der Skalierbarkeit von Modellen und Softwarewerkzeugen im Hinblick auf künftige Rechnergenerationen
- › Verbesserung der Nutzbarkeit von Modellen und Werkzeugen mit dem Ziel der Optimierung der wissenschaftlichen Arbeitsabläufe
- › Optimierung von Nutzbarkeit und Verfügbarkeit der Modellergebnisse

ESiWACE wird von zwei etablierten europäischen Netzwerken getragen: dem *European Network for Earth System Modelling* (ENES) und dem *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF).

Die 16 ESiWACE-Partner sind: Deutsches Klimarechenzentrum (DKRZ), European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS-IPSL), the Max Planck Society (MPG), Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique (CERFACS), Barcelona Supercomputing Center (BSC), Science and Technology Facilities Council (STFC), UK Met Office (MetO), The University of Reading (UREAD), Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), National University of Ireland Galway / Irish Centre for High End Computing (ICHEC), Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), Deutscher Wetterdienst (DWD), Seagate Systems UK Ltd. (SEAGATE), ATOS/BULL SAS (BULL), und Alinea Software Ltd. (ALINEA).



Struktur des ESiWACE -Projektes

Weblinks:

Projektwebseite:

www.esiwace.eu/

European Network for Earth System Modeling (ENES): verc.enes.org

European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF): www.ecmwf.int

Partner und Verbund des DKRZ

Das DKRZ ist eine gemeinnützige GmbH mit vier Gesellschaftern.



MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT
Max-Planck-Gesellschaft zur
Förderung der Wissenschaften e.V.



Hamburg

Freie und Hansestadt Hamburg vertreten
durch die Universität Hamburg

 **Helmholtz-Zentrum
Geesthacht**

Zentrum für Material- und Küstenforschung



Alfred-Wegener-Institut
für Polar- und Meeresforschung
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Gefördert von:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



HELMHOLTZ
GEMEINSCHAFT



Als wichtiger Partner ist das DKRZ in nationale, europäische und internationale Kooperationen integriert.



Universität Hamburg
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG



Centrum für Erdsystemforschung und
Nachhaltigkeit an der Universität Hamburg



Max-Planck-Institut
für Meteorologie



GERICS
Climate Service Center
Germany



enes
EUROPEAN NETWORK
FOR EARTH SYSTEM MODELLING



Exzellenzcluster „Integrated Climate
System Analysis and Prediction“ (CI-SAP)



Deutsches
Klima
Konsortium



GA
Gauß-Allianz



WORLD DATA SYSTEM
ICSU



Impressum

Herausgeber

Deutsches Klimarechenzentrum GmbH
Bundesstraße 45a
20146 Hamburg
www.dkrz.de
info@dkrz.de

Konzept und Koordination

Michael Böttinger, Jana Meyer
Öffentlichkeitsarbeit DKRZ

Text und Redaktion

Michael Böttinger, Jana Meyer auf Basis von Textbeiträgen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des DKRZ und Max-Planck-Institutes für Meteorologie (MPI-M), insbesondere von (alphabetisch sortiert):

Dr. Panagiotis Adamidis, Dr. Joachim Biercamp, Dr. Hendryk Bockelmann, Michael Böttinger, Carsten Ehbrecht, Irina Fast, Dr. Kerstin Fieg, Ulf Garternicht, Dr. Ilse Hamann, Heinke Höck, Dr. Dieter Kasang, Dr. Stephan Kindermann, Dr. Michael Kuhn, Dr. Michael Lautenschlager, Dr. Hans Luthardt, Jana Meyer, Dr. Wolfgang Müller (MPI-M), Dr. Holger Pohlmann (MPI-M), Hans Ramthun, Dr. Torsten Rathmann, Hannes Thiemann, Dr. Frank Toussaint, Dr. Freja Vamborg (MPI-M), Dr. Tobias Weigel

Gestaltung

Gerrit Horwege, Jeran und Horwege Design GbR
www.j-h-design.de

Druck

SAXOPRINT GmbH
www.saxoprint.de

Bildnachweis

© KomFor (S. 28/29), EUDAT (S. 30/31), LSDMA (S. 32/33), ReKliEs (S. 36), Jelana Vajen/WASCAL (S. 44/45), © Andrey Prokhorov / iStock (S. 46), © Mike & Valerie Mille / Fotolia (S. 48/49), PalMod (S. 50), ENVRI^{plus} (S. 52), DKRZ (alle weiteren Fotos und Grafiken)

Klimaneutral gedruckt auf FSC-zertifiziertem Papier

