

## Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Deutschland

Dieter Kranzlmüller

Munich Network Management Team  
Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) &  
Leibniz-Rechenzentrum (LRZ)  
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften



**LMU** LUDWIG-  
MAXIMILIANS-  
UNIVERSITÄT  
MÜNCHEN

**SC15 - Intl. Conference for High Performance  
Computing, Networking, Storage and Analysis**

**lrz**

**SC15**  
Austin, TX | **hpc transforms.**

Austin Convention Center

Search

Conference: Nov.15 - 20, 2015  
Exhibition: Nov.16 - 19, 2015

[REGISTER](#) [ATTEND](#) [CONFERENCE PROGRAM](#) [EXHIBITS](#) [MEDIA](#) [SCINET](#) [HPC MATTERS](#)

**HPC is transforming  
the world!**  
Watch the latest #HPCmatters videos to see how  
HPC is transforming everything from our  
entertainment and consumer goods to  
weather forecasting.

A promotional banner for SC15 featuring the character Baymax from Disney's 'Big Hero 6' and a baby. The background is a collage of data and network visualizations. The text reads: 'HPC is transforming the world! Watch the latest #HPCmatters videos to see how HPC is transforming everything from our entertainment and consumer goods to weather forecasting.'



**SC15 - Intl. Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis**



Austin Convention Center




**Conference: Nov.15 - 20, 2015**  
**Exhibition: Nov.16 - 19, 2015**


[REGISTER](#) | [ATTEND](#) | [CONFERENCE PROGRAM](#) | [EXHIBITS](#) | [MEDIA](#) | [SCINET](#) | [HPC MATTERS](#)

Science Advocate and Emmy Award Winning Actor **Alan Alda** to Open **SC15**




 D. Kranzlmüller Reuter Symposium 3



**Top 500 Supercomputer**




RANK	SITE	SYSTEM	CORES	RMAX (TFLOP/S)	RPEAK (TFLOP/S)	POWER (KW)
1	National Super Computer Center in Guangzhou China	Tianhe-2 (MilkyWay-2) - TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692 12C 2.200GHz, TH Express-2, Intel Xeon Phi 3151P NUDT	3,120,000	33,862.7	54,902.4	17,808
2	DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	Titan - Cray XK7, Opteron 6274 16C 2.200GHz, Cray Gemini interconnect, NVIDIA K20x Cray Inc.	560,640	17,590.0	27,112.5	8,209
3	DOE/NNSA/LLNL United States	Sequoia - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom IBM	1,572,864	17,173.2	20,132.7	7,890
4	RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS) Japan	K computer, SPARC64 VIIIfx 2.0GHz, Tofu interconnect Fujitsu	705,024	10,510.0	11,280.4	12,660
5	DOE/SC/Argonne National Laboratory United States	Mira - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom IBM	786,432	8,586.6	10,066.3	3,945
6	DOE/NNSA/LANL/SNL United States	Trinity - Cray XC40, Xeon E5-2698v3 16C 2.3GHz, Aries interconnect Cray Inc.	301,056	8,100.9	11,078.9	
7	Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) Switzerland	Piz Daint - Cray XC30, Xeon E5-2670 8C 2.600GHz, Aries interconnect, NVIDIA K20x Cray Inc.	115,984	6,271.0	7,788.9	2,325
8	HLRS - Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart Germany	Hazel Hen - Cray XC40, Xeon E5-2680v3 12C 2.5GHz, Aries interconnect Cray Inc.	185,088	5,640.2	7,403.5	

 D. Kranzlmüller Reuter Symposium 4

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN		Top 500 Supercomputer				lrz		
<b>TOP 500</b> The List.		RANK	SITE	SYSTEM	CORES	RMAX (TFLOP/S)	RPEAK (TFLOP/S)	POWER (KW)
1	National Super Computer Center in Guangzhou China	<b>Tianhe-2 (MilkyWay-2)</b> - TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692 12C 2.200GHz, TH Express-2, Intel Xeon Phi 3151P NUDT		3,120,000	33,862.7	54,902.4	17,808	
RANK	SITE	SYSTEM	CORES	RMAX (TFLOP/S)	RPEAK (TFLOP/S)	POWER (KW)		
1	National Super Computer Center in Guangzhou China	<b>Tianhe-2 (MilkyWay-2)</b> - TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692 12C 2.200GHz, TH Express-2, Intel Xeon Phi 3151P NUDT		3,120,000	33,862.7	54,902.4	17,808	
	Computational Science (AICS) Japan	interconnect Fujitsu						
5	DOE/SC/Argonne National Laboratory United States	<b>Mira</b> - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom IBM		786,432	8,586.6	10,066.3	3,945	
6	DOE/NNSA/LANL/SNL United States	<b>Trinity</b> - Cray XC40, Xeon E5-2698v3 16C 2.3GHz, Aries interconnect Cray Inc.		301,056	8,100.9	11,078.9		
7	Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) Switzerland	<b>Piz Daint</b> - Cray XC30, Xeon E5-2670 8C 2.600GHz, Aries interconnect, NVIDIA K20x Cray Inc.		115,984	6,271.0	7,788.9	2,325	
8	HLRS - Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart Germany	<b>Hazel Hen</b> - Cray XC40, Xeon E5-2680v3 12C 2.5GHz, Aries interconnect Cray Inc.		185,088	5,640.2	7,403.5		
MNM D. Kranzlmüller		Reuter Symposium				5		

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN		Top 500 Supercomputer (11/2015)				lrz		
<b>TOP 500</b> The List.		RANK	SITE	SYSTEM	CORES	RMAX (TFLOP/S)	RPEAK (TFLOP/S)	POWER (KW)
1	National Super Computer Center in Guangzhou China	<b>Tianhe-2 (MilkyWay-2)</b> - TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692 12C 2.200GHz, TH Express-2, Intel Xeon Phi 3151P NUDT		3,120,000	33,862.7	54,902.4	17,808	
2	DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	<b>Titan</b> - Cray XK7, Opteron 6274 16C 2.200GHz, Cray Gemini interconnect, NVIDIA K20x Cray Inc.		560,640	17,590.0	27,112.5	8,209	
3	DOE/NNSA/LLNL	<b>Sequoia</b> - BlueGene/Q, Power BQC 16C		1,572,864	17,173.2	20,132.7	7,890	
8	HLRS - Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart Germany	<b>Hazel Hen</b> - Cray XC40, Xeon E5-2680v3 12C 2.5GHz, Aries interconnect Cray Inc.		185,088	5,640.2	7,403.5		
5	DOE/SC/Argonne National Laboratory United States	<b>Mira</b> - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom IBM		786,432	8,586.6	10,066.3	3,945	
6	DOE/NNSA/LANL/SNL United States	<b>Trinity</b> - Cray XC40, Xeon E5-2698v3 16C 2.3GHz, Aries interconnect Cray Inc.		301,056	8,100.9	11,078.9		
7	Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) Switzerland	<b>Piz Daint</b> - Cray XC30, Xeon E5-2670 8C 2.600GHz, Aries interconnect, NVIDIA K20x Cray Inc.		115,984	6,271.0	7,788.9	2,325	
8	HLRS - Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart Germany	<b>Hazel Hen</b> - Cray XC40, Xeon E5-2680v3 12C 2.5GHz, Aries interconnect Cray Inc.		185,088	5,640.2	7,403.5		
MNM D. Kranzlmüller		Reuter Symposium				6		

## HLRS Flagship System "Hazelhen"

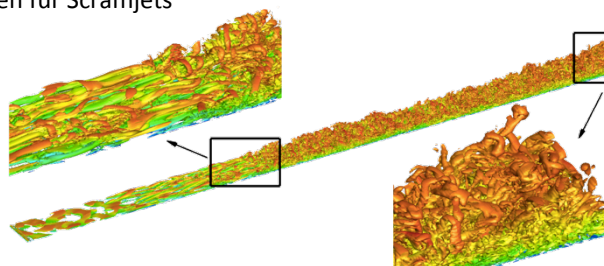
- Cray XC40
  - 185.376 Cores Intel Haswell
  - 7,42 PetaFlops Peak
  - >1 PetaFlops Sustained
  - ~1 PetaByte Main Mem.
  - ~12 PetaByte Disk



© Michael Resch (HLRS)

## Simulation of the Complete Laminar-turbulent Transition

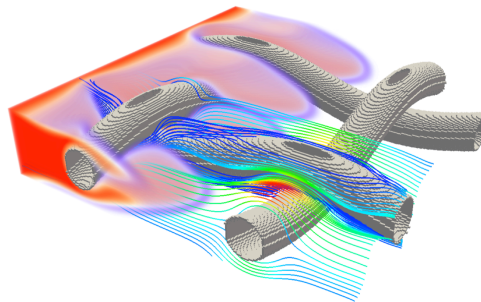
- Institut für Aero- und Gasdynamik, Universität Stuttgart
- Muhammed Atak, Claus-Dieter Munz
- Direkte numerische Simulation der turbulenten Grenzschicht der kompressiblen supersonischen Strömung über eine flache Platte
- 3919 Knoten=93,840 cores; 20 TB Daten; 60 Maschinenstunden
- Turbulente Grenzschichten für Scramjets
- DNS using a DG scheme
- Polynomialer Grad N=5  
→ 1.458 Milliarden DOF
- Strukturiertes Gitter mit 6,750,000 Zellen



© Michael Resch (HLRS)

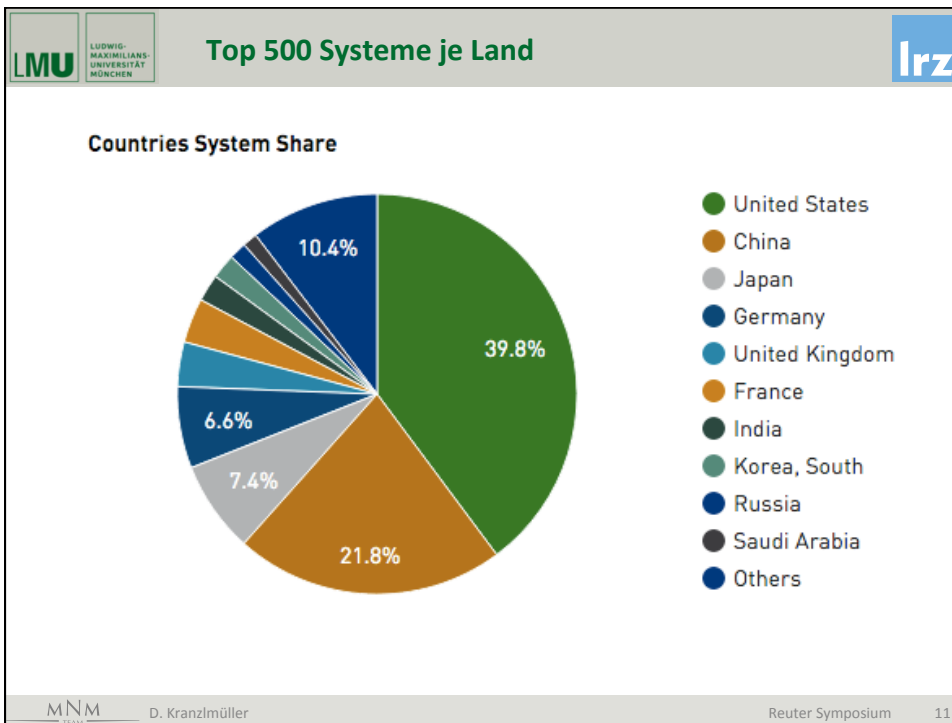
## Ion Transport by Convection and Diffusion

- Simulationstechnik & Wissenschaftliches Rechnen / Siegen
- Kannan Masilamani, Harald Klimach, Sabine Roller
- 3920 Knoten=94080 cores; 1.1 TB Daten; 5 Maschinenstunden
- 1.34 Milliarden Elemente, 76.48 Milliarden degrees of freedom
- **Meereswasser Entsalzung**  
bedeutender Beitrag zur Trinkwasserversorgung



© Michael Resch (HLRS)

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN		Deutschland in der Top 500 Liste (11/2015)			lrz	
RANK	SITE	SYSTEM	CORES	RMAX (TFLOP/S)	RPEAK (TFLOP/S)	POWER (KW)
8	HLRS - Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart Germany	Hazel Hen - Cray XC40, Xeon E5-2680v3 12C 2.5GHz, Aries interconnect Cray Inc.	185,088	5,640.2	7,403.5	
11	Forschungszentrum Juelich (FZJ) Germany	JUQUEEN - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.600GHz, Custom Interconnect IBM	458,752	5,008.9	5,872.0	2,301
23	Leibniz Rechenzentrum Germany	SuperMUC - iDataPlex DX360M4, Xeon E5-2680 8C 2.70GHz, Infiniband FDR IBM/Lenovo	147,456	2,897.0	3,185.1	3,422.7
24	Leibniz Rechenzentrum Germany	SuperMUC Phase 2 - IBM NeXTScale nx360M5, Xeon E5-2697v3 14C 2.6GHz, Infiniband FDR14 Lenovo/IBM	86,016	2,813.6	3,578.3	1,480.8
50	Forschungszentrum Juelich (FZJ) Germany	JURECA - T-Platforms V-Class, Xeon E5-2680v3 12C 2.5GHz, Infiniband EDR/ParTec ParaStation ClusterSuite, NVIDIA Tesla K80/K40 T-Platforms	49,476	1,424.7	1,693.4	1,016
56	Max-Planck-Gesellschaft MPI/IPP Germany	iDataPlex DX360M4, Intel Xeon E5-2680v2 10C 2.800GHz, Infiniband FDR Lenovo/IBM	65,320	1,283.3	1,463.2	1,260
64	DKRZ - Deutsches Klimarechenzentrum Germany	Mistral - bullx DLC 720, Xeon E5-2680v3 12C 2.5GHz, Infiniband FDR Bull, Atos Group	37,344	1,139.2	1,493.8	
77	TU Dresden, ZIH Germany	Taurus - bullx DLC 720, Xeon E5-2680v3 12C 2.5GHz, Infiniband FDR Bull, Atos Group	34,656	1,029.9	1,386.2	620



- LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN **Bedeutung des Hochleistungsrechnens** lrz
- Modellierung und Simulation stellen Wettbewerbsfaktor dar
    - für die Weiterentwicklung der Wissenschaften
    - für die Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen
  - Wissenschaft & Forschung: Theorie, Experiment und Simulation
    - schneller
    - billiger
    - umweltschonend
    - manchmal der einzige Weg
  - Wissenschaftliches Rechnen und HPC als zusätzliche Methodik des Erkenntnisgewinns
  - Notwendigkeit eines nationalen Versorgungskonzeptes (Sicherung des Standortvorteils)
- MNM D. Kranzmüller Reuter Symposium 12

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN		Deutschland in der Top 500 (11/1996)				lrz
RANK	SITE	SYSTEM	CORES	RMAX (GFLOP/S)	RPEAK (GFLOP/S)	POWER (KW)
17	HWW/Universitaet Stuttgart Germany	SX-4/32 NEC	32	60.6	64.0	
24	Forschungszentrum Juelich (FZJ) Germany	T3E Cray Inc.	136	53.1	81.6	
34	Max-Planck-Gesellschaft MPI/IPP Germany	T3E Cray Inc.	128	50.4	76.8	
36	Universitaet Stuttgart Germany	T3E Cray Inc.	128	50.4	76.8	
67	ZIB/Konrad Zuse-Zentrum fuer Informationstechnik Germany	T3D SC256-8/464 Cray Inc.	256	25.3	38.4	
79	Scientific Supercomputing Center Karlsruhe Germany	VPP300/10 Fujitsu/SNI	10	21.4	22.0	
87	Scientific Supercomputing Center Karlsruhe Germany	SP2 77 MHz wide IBM	84	17.9	25.9	
89	VW (Volkswagen AG) Germany	SX-3/34R NEC	3	17.4	19.2	
92	Universitaet Aachen/RWTH Germany	VPP300/8 Fujitsu/SNI	8	17.1	17.6	
97	Forschungszentrum Juelich (FZJ) Germany	T916/12512 Cray Inc.	12	15.4	21.6	
100	German Aerospace Laboratory [DLR] Germany	SX-4/8 NEC	8	15.3	16.0	

TOP 500 The List.

MNM D. Kranzmüller Reuter Symposium 13

- | LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN |  | Wissenschaftsrat über HPC |  | lrz |
|--|--|---------------------------|--|-----|
| ■  | 1995: Empfehlung zur Versorgung von W&F mit Höchstleistungsrechenkapazität     |                           |  |     |
| ■  | 1999: Stellungnahme zur Einrichtung von Zentren für Höchstleistungsrechnen     |                           |  |     |
| ■  | 2000: Empfehlung zur zukünftigen Nutzung von Höchstleistungsrechnern           |                           |  |     |
| ■  | Aussagen:  |                           |  |     |
|  | – Höchstleistungsrechenzentren an der Spitze der Versorgungspyramide           |                           |  |     |
|  | – Beschaffungsspirale  |                           |  |     |
|  | – Schaffung eines nationalen Koordinierungsausschusses (2001-2007)             |                           |  |     |
|  | – Forderung nach HPC-Kompetenznetzwerken                                       |                           |  |     |
|  | – Forderung nach einschlägigen Studiengängen                                   |                           |  |     |
|  | – Absage an eine nachfrageorientierte Steuerung der HLR-Nutzung durch Gebühren |                           |  |     |
|  | – Nutzungszugang aufgrund wissenschaftlicher Beurteilung                       |                           |  |     |
- MNM D. Kranzmüller Reuter Symposium 14

**LMU** LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN **Weg zu einem nationalen HPC-Konzept** **lrz**

- 2001: Nationaler Koordinierungsausschuss
- 2004: WR Empfehlung zur Einrichtung europäischer Höchstleistungsrechner
  - Ziel: Konkurrenzsituation zu USA und Japan verbessern
  - Konzepte: Versorgungspyramide und Beschaffungsspirale übernehmen
- 2005: Studie: *Petaflops-Computing mit Standort Deutschland im europäischen Forschungsraum* (Scientific Case, Auftrag des BMBF)
- 2006: Gemeinsame Arbeitsgruppe Bayern/Baden-Württemberg: *„Konzept für Einrichtung und Betrieb eines Deutsch-Europäischen Zentrums für Höchstleistungsrechnen“*
- Juni/Sept. 2006: **„Reuter-Kommission“**: Studie *„HPC in Deutschland – Argumente zur Gründung einer strategischen Allianz“*
- ab Juli 2006: Gründung **Gauss Centre for Supercomputing (GCS)**

MNM D. Kranzmüller Reuter Symposium 15

**LMU** LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN **Gauss Centre for Supercomputing (GCS e.V.)** **lrz**

- Kombination der 3 nationalen Höchstleistungsrechenzentren:
  - John von Neumann Institut für Computing (NIC), FZ Jülich
  - High Performance Computing Center Stuttgart (HLRS)
  - Leibniz-Rechenzentrum (LRZ), Garching bei München
- Gegründet am 13. April 2007 mit Sitz in Berlin




The image shows the GCS logo on the left, which includes the text 'GCS Gauss Centre for Supercomputing' and a small European Union flag. To the right of the logo is a photograph of several rows of server racks in a data center environment.

- Hosting Member in PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe)
  - 400 Million € von Deutschland, Frankreich, Italien und Spanien
    - ➔ Europäische Tier-0 HPC Basis (TCO)
  - 70+ Million € EU Kommission FP7 & Horizon 2020
  - Zusätzlich ~ 60 Million € von anderen PRACE Mitgliedern


The PRACE logo features the word 'PRACE' in a bold, blue, sans-serif font, surrounded by a circular arrangement of blue stars, similar to the European Union flag.




MNM D. Kranzmüller Reuter Symposium 16






**Gauss Centre for Supercomputing (GCS e.V.)**


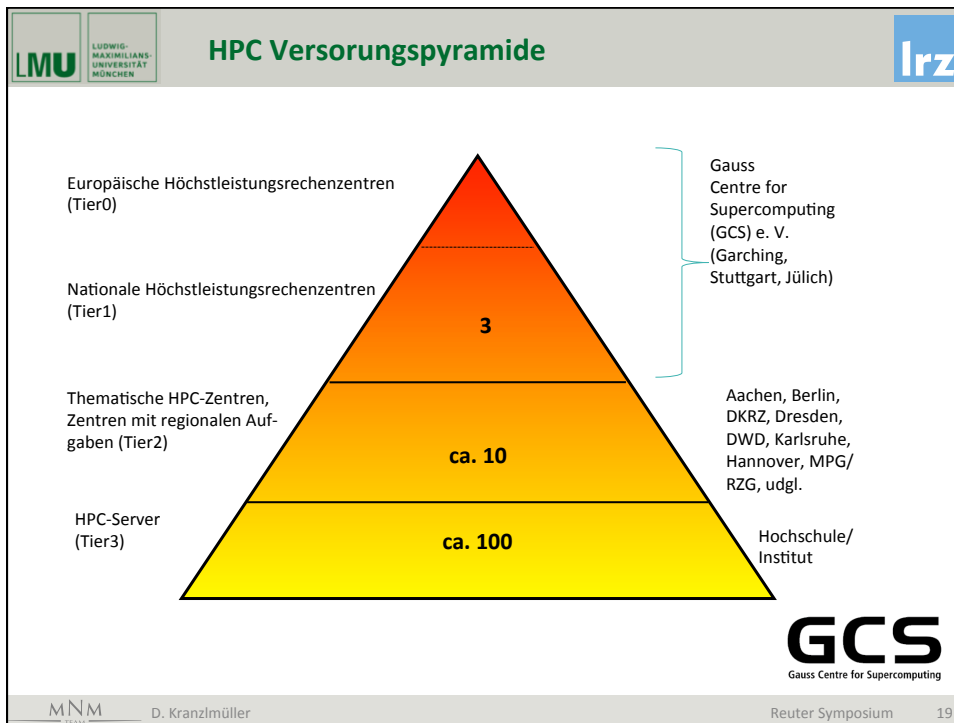
- Ziele nach „außen“
  - Stärkung der nationalen Handlungsfähigkeit
  - Europäische Führerschaft
  - **Höchstleistungsrechnen als Schlüsseltechnologie** auf höchstem Niveau für Wissenschaft und Wirtschaft zugänglich machen
  - Vorsprung von USA und Japan ausgleichen
  - Führende Beteiligung an PRACE
- Ziele nach „innen“
  - Erarbeitung eines Betriebs- und Organisationsmodells für GCS
  - Vorbereitung eines gemeinsamen Finanzierungsmodells Bund/Länder
  - Abstimmung im Kontext PRACE
  - Koordinierte Beschaffungsplanung
  - Koordinierung der Infrastrukturen
  - Koordinierung von Nutzungszugang und Nutzersupport
  - Koordinierung von Entwicklungsaktivitäten
  - Aktives Mitwirken bei der Gründung einer deutschen HPC-Allianz


 D. Kranzmüller
 Reuter Symposium 17



**Gauß-Allianz**


- MoU zur Gründung der Gauß-Allianz, unterzeichnet von 12 Institutionen am 18.06.2008 bei ISC in Dresden
- Gründung der **Gauß-Allianz e. V.** am 03.12.2008 mit Sitz Berlin
  - Ordentliche Mitglieder: GCS, RWTH Aachen, TU Darmstadt, TU Dresden, ZIB Berlin, RRZN Hannover, KIT Karlsruhe, RZG Garching, DWD, DKRZ
  - Assoziierte Mitglieder: DFN, RRZE Erlangen, Uni Frankfurt, DESY, Heinz-Nixdorf-Institut Paderborn
- Mitwirkung an den BMBF-Calls „*HPC-Software für skalierbare Parallelrechner*“ 2007/2010
- Gauß-Allianz nimmt im Rahmen EGI Aufgaben der NGI-DE wahr
- 2015: Wissenschaftsrat: *Empfehlungen zur Finanzierung des Nationalen Hoch- und Höchstleistungsrechnens in Deutschland*


 D. Kranzmüller
 Reuter Symposium 18

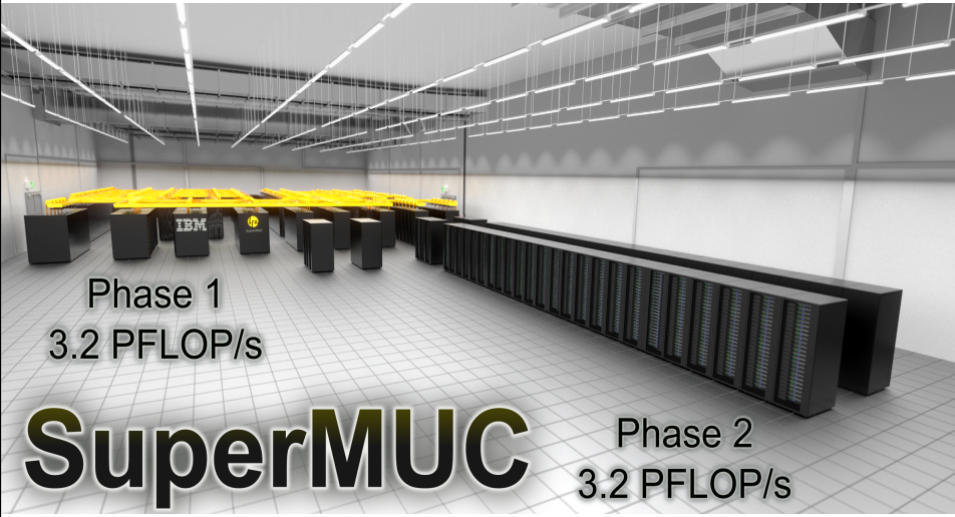


- LMU** LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN **Deutsche HPC Erfolge - Auswahl** **lrz**
- Unterstützung einer großen und weiter steigenden Anzahl von Anwendungen auf HPC Systemen
  - Leitung von erfolgreichen deutschen und europäischen HPC Leuchtturmprojekten (PRACE, Exascale, DFG, ...)
  - Weiterentwicklung von hochskalierbaren HPC Software-Entwicklungswerkzeugen
  - Entwicklung innovativer HPC Betriebskonzepte – Beispiel: Warmwasserkühlung
- MNM D. Kranzmüller Reuter Symposium 20

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

**SuperMUC Phase 1 + 2 am LRZ**

lrz



Phase 1  
3.2 PFLOP/s

**SuperMUC**


Phase 2  
3.2 PFLOP/s

MNM D. Kranzmüller Reuter Symposium 21




LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

**SuperMUC SuperMUC Warmwasserkühlung**



lrz






MNM D. Kranzmüller Reuter Symposium 22

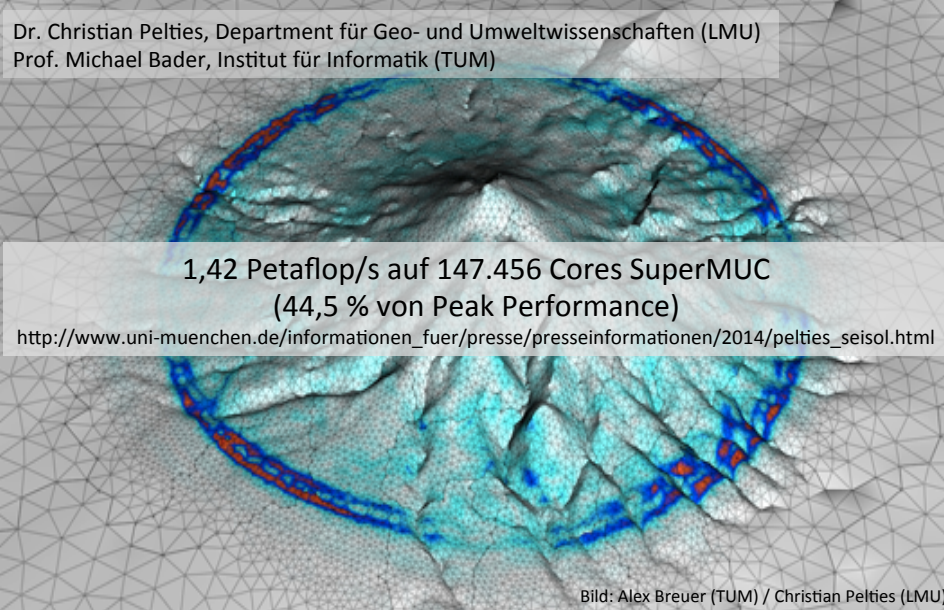


**Deutsche HPC Erfolge - Auswahl**


- Unterstützung einer großen und weiter steigenden Anzahl von Anwendungen auf HPC Systemen
- Leitung von erfolgreichen deutschen und europäischen HPC Leuchtturmprojekten (PRACE, Exascale, ...)
- Weiterentwicklung von hochskalierbaren HPC Software-Entwicklungswerkzeugen
- Entwicklung innovativer HPC Betriebskonzepte – Beispiel: Warmwasserkühlung
- Hochskalierbare Anwendungen (> 100.000 Cores) und Leistungsoptimierung für Energy-to-Solution


 D. Kranzmüller
 

 23



**SeisSol – Numerische Simulation von seismischen Wellen**




Dr. Christian Pelties, Department für Geo- und Umweltwissenschaften (LMU)  
 Prof. Michael Bader, Institut für Informatik (TUM)



**1,42 Petaflop/s auf 147.456 Cores SuperMUC  
 (44,5 % von Peak Performance)**

[http://www.uni-muenchen.de/informationen\\_fuer/presse/presseinformationen/2014/pelties\\_seisol.html](http://www.uni-muenchen.de/informationen_fuer/presse/presseinformationen/2014/pelties_seisol.html)

Bild: Alex Breuer (TUM) / Christian Pelties (LMU)


 D. Kranzmüller
 

 24

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

## 1KITE Project (1,000 Insect Transcriptome Evolution)

KITE Databank

lrz

Does DNA act as a telephone line? p. 1044  
Mutations enhancing leukemia development p. 1051 & 1077  
A stable gold support gives sharper resolution p. 1077  
All a'witter over an Internet study p. 1033  
The extragalactic background's uneven glow p. 1033 & 1034  
A cellular target for human norovirus p. 1033 & 1034

Science 310 21 DECEMBER 2004 AAAS

Science 310 7 NOVEMBER 2004 AAAS

**Avian genomes**  
SPECIAL ISSUE  
Sequencing across the bird species tree p. 1005

**Insect phylogeny resolved**  
Molecular insights into insect origins and evolution p. 1033

Alexandros Stamatakis, H-ITS

MNM D. Kranzlmüller Reuter Symposium 25

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

## Fazit und Ausblick

lrz

- Die WR-Empfehlungen von 2004, die BMBF-Initiativen und das Reuter-Papier haben in den letzten Jahren viel bewegt
- Die HPC-Situation in D ist verbessert worden, aber auch andere Länder haben nachgezogen (Beispiel: China)
- Die Nachhaltigkeit der Maßnahmen der letzten Jahre ist nicht gesichert sondern erfordert eine Weiterführung und Weiterentwicklung.
- Deutschland muss in Europa an der Spitze bleiben
- Hoch- und Höchstleistungsrechnen sind und bleiben auch zukünftig ein wichtiger Wettbewerbsfaktor

MNM D. Kranzlmüller Reuter Symposium 26

# Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Deutschland

Dieter Kranzlmüller  
[kranzmueller@lrz.de](mailto:kranzmueller@lrz.de)



Dank an Heinz-Gerd Hegering, Michael Resch, Alexandros Stamatakis, Michael Bader, ...

