

Strategische Aufgaben der Gauß-Allianz in einem nationalen HPC-Konzept



Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Deutschland

Impressum

Herausgeber: Gauß-Allianz e. V.

Redakteure: Mitglieder der Gauß-Allianz e. V.

Layout: Gauß-Allianz e. V., www.rembrandt-hennig.de

Druck: addprint AG

Bildnachweis: Taiga / fotolia (Umschlag), wladi / fotolia (Seite 15)

August 2016

Strategische Aufgaben der Gauß-Allianz in einem nationalen HPC-Konzept

August 2016

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung und Perspektiven	5
1 Einleitung	7
2 Überblick über das nationale HPC-Ökosystem	9
2.1 Nationale HPC-Strukturen	9
2.1.1 Gauss Centre for Supercomputing	9
2.1.2 Gauß-Allianz	10
2.1.3 Landesspezifische HPC-Strukturen und -Konzepte	10
2.2 Finanzierungsstrukturen	13
2.3 Forschungsförderung	14
2.4 HPC-Zentren und technische Infrastruktur	15
3 Bestehende Struktur und Aufgaben der GA	18
3.1 Vereinsstruktur	18
3.2 Koordinierende Aufgaben	18
3.2.1 Planung und Abstimmung bei Beschaffungen	19
3.2.2 Zugangsmodalitäten	19
3.2.3 Strategische Planung – Profilierung	19
3.2.4 Öffentlichkeitsarbeit	20
3.2.5 Aus- und Weiterbildung	22
3.2.6 Koordinierung für Infrastrukturen	22
3.2.7 HPC-Forschung und -Entwicklung	23
4 Zu erwartende Entwicklungen im Bereich HPC in Deutschland	24
4.1 Förderung des HPC	24
4.2 HPC-Konzepte und -Organisationen neben der Gauß-Allianz	24
4.3 Entwicklung des Bedarfs und der Anforderungen an HPC	25
4.4 Technische Entwicklungen	25
5 Strategische Entwicklung der Gauß-Allianz	27
5.1 Vereinsstruktur	27
5.2 Zukünftige Aufgaben und Kompetenzen	28
5.2.1 Zusammenarbeit und Synergien	28
5.2.2 Beratung	30
5.2.3 Qualifizierung, Aus- und Weiterbildung	30
5.2.4 Öffentlichkeitsarbeit	31
5.2.5 Begleitforschung und -Entwicklung	32
5.2.6 Services	32
5.3 Was kann die GA nicht leisten?	33
5.4 Organisatorische Ausrichtung und Governance-Strukturen	33
6 Empfehlungen und Perspektiven	34
7 Glossar	36
Abbildungsverzeichnis	38
Literaturverzeichnis	39
Anhang	40

Zusammenfassung und Perspektiven

Die Gauß-Allianz fördert sowohl das Wissenschaftsthema „Hochleistungsrechnen“ (HPC) als auch die zugehörige Methodenentwicklung als eigenständige strategische Forschungsaktivität und schafft damit die Voraussetzungen zur nachhaltigen und effizienten Nutzung von Hochleistungsrechenressourcen. Durch Auf- bzw. Ausbau von Beratungs- und Unterstützungsangeboten verbessert sie insbesondere die Zugänglichkeit der HPC-Systeme und sichert gleichzeitig die Durchlässigkeit zwischen den Ebenen 3 bis 1, also von Systemen auf Instituts- und Hochschulebene bis hin zu Landes- und Höchstleistungsrechnerkapazitäten. In dieser Rolle hat die Gauß-Allianz bereits vielfach für Strukturbildung gesorgt, zu denen insbesondere die folgenden Themen gehören:

- Abstimmung der Kern- und Expertisengebiete der Mitglieder, die dann deutschlandweit angeboten werden,
- Erhöhung der Transparenz der HPC-Ressourcenangebote in der Gauß-Allianz durch die Entwicklung einer deutschlandweiten HPC-Landkarte,
- Einrichtung eines Internet-Portals, welches die HPC-Aktivitäten in Deutschland in gebündelter Form darstellt und somit unter Umständen auch KMUs einen einfacheren Zugang zu passenden Ansprechpartnern und Zugangsmöglichkeiten zu den HPC-Ressourcen ermöglicht,
- Beratung der Politik und der Förderorganisationen im Hinblick auf die Bedeutung der wissenschaftlichen Forschung zur Weiterentwicklung des HPC-Ökosystems,
- Aufbau einer effektiven internen Kommunikationsstruktur und Publikation eines regelmäßig erscheinenden Newsletters zur Stützung der Außensichtbarkeit sowie Organisation und Förderung von Konferenzen und Workshops zu entsprechenden Themengebieten.

Die Gauß-Allianz mit ihren Mitgliedern trägt somit maßgeblich zur Verknüpfung der verschiedenen Ebenen des Hochleistungsrechnens in Deutschland bei und erfüllt damit eine wesentliche Aufgabe in der Abstimmung, Entwicklung, Angebot und Betrieb von wissenschaftlichem HPC in Deutschland. Diese Aufgaben sind auch bei einer möglichen Neugestaltung der HPC-Versorgung durch NHR-Zentren von strategischer Bedeutung. Insbesondere verfolgt die Gauß-Allianz in den nächsten fünf Jahren die folgenden Ziele:

- Vereinheitlichung und Vereinfachung der Beantragungs- und Bewilligungsverfahren für den Rechnerzugang: Ein abgestimmtes Konzeptpapier hierzu soll noch im Jahr 2016 vorgelegt werden,
- Etablierung von gemeinsamen Standards und Best-Practice-Beispielen für wissenschaftsgeleitete Begutachtungsverfahren für Anträge auf Rechenzeit und Speichernutzung (Ziel: Herbst 2017),
- Stärkere Einbindung von Zentren der Ebene 3 und anderen interessierten Wissenschaftspartnern durch den Aufbau eines Gauß-Allianz-Forums als zentrale Austauschplattform für Themen um das Hochleistungsrechnen in Deutschland,
- Ausbau der technischen Beratungskompetenz und Weiterentwicklung eines koordinierten Aus- und Weiterbildungskonzeptes, insbesondere auch für Beschäftigte der Zentren,
- Weiterentwicklung der Abstimmung zwischen den HPC-Zentren in Deutschland im Hinblick auf Vereinfachung und Angleichung der Nutzungsmodalitäten an den verschiedenen Standorten, aber auch bei betrieblichen Fragestellungen, wie z.B. beim Erwerb von Software-Lizenzen,
- Verstärkung der Öffentlichkeitsarbeit, z.B. in sozialen Medien, um Nicht-Fachleuten den Nutzen von HPC auf das öffentliche Leben zu vermitteln.

1 Einleitung

Mit der Einführung der Föderalismusreform I im September 2006 und der damit verbundenen Neustrukturierung der Förderung von Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten sowie weiterer national und international geänderter Rahmenbedingungen waren Veränderungen in der Förderung des Hoch- und Höchstleistungsrechnens in Deutschland unausweichlich. Aufgrund der besonderen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Bedeutung dieses Bereiches wurden auf der Basis des Konzeptpapiers „High Performance Computing in Deutschland – Argumente zur Gründung einer strategischen Allianz“ [1], einer von Prof. Dr. Andreas Reuter geleiteten Kommission sowie der Empfehlung einer programmatisch-strukturellen Linie (PSL) für Hochleistungsrechner [5] durch den Wissenschaftsrat die Grundlagen für die erfolgreiche Entwicklung und den Stand des heutigen HPC (engl. "High Performance Computing", dt.: "Hochleistungsrechnen")-Ökosystems in Deutschland gelegt. Seitdem hat sich das wissenschaftliche Rechnen in Deutschland und mit ihm das Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Deutschland weiterentwickelt. Mit den Gründungen von zwei Organisationen wurden die Eckpfeiler für die Umsetzung eines nationalen HPC-Konzeptes geschaffen: zum einem dem Gauss Centre for Supercomputing (GCS) e.V. am 13. April 2007 – mit den drei nationalen Höchstleistungsrechenzentren in Garching (LRZ), Jülich (JSC) und Stuttgart (HLRS) [8] – und zum anderen der Gauß-Allianz (GA) e.V. am 3. Dezember 2008 als gemeinschaftliche Organisation für alle deutschen HPC-Zentren. Das GCS adressiert schwerpunktmäßig das Höchstleistungsrechnen und versorgt unter anderem die wissenschaftliche Gemeinschaft nachhaltig mit Ressourcen der obersten Leistungsklasse – einschließlich der Versorgung und Abstimmung in Europa über PRACE ("Partnership for Advanced Computing in Europe). Die Gauß-Allianz wiederum verfolgt übergreifend die Förderung des Wissenschaftsthemas „Hochleistungsrechnen“ als eigenständige strategische Forschungsaktivität sowie die Schaffung der Voraussetzungen zur nachhaltigen und effizienten Nutzung von HPC-Ressourcen. Beide Organisationen ergänzen sich und repräsentieren das wissenschaftliche Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Deutschland. Um die Abstimmung der beiden Organisationen zu befördern, ist das GCS satzungsgemäß im Vorstand der Gauß-Allianz vertreten.

In den letzten 10 Jahren gab es – basierend auf dem Konzeptpapier der „Reuter-Kommission“ – weitere Empfehlungen und Positionspapiere zur Weiterentwicklung des nationalen HPC-Ökosystems:

- Gauss Centre for Supercomputing: High Performance Computing in Deutschland – „Gedanken zur Fortschreibung eines nationalen HPC-Versorgungs- und Nutzungskonzeptes“, 2011 [2],
- ZKI e.V.: Positionspapier „Weiterentwicklung des Hochleistungsrechnens in Deutschland“, 2013 [3],
- Wissenschaftsrat: Positionspapier „Strategische Weiterentwicklung des Hoch- und Höchstleistungsrechnens in Deutschland“, 2012 [6],
- Wissenschaftsrat: „Bedeutung und Weiterentwicklung von Simulation in der Wissenschaft“, 2014 [16],
- Wissenschaftsrat: „Empfehlungen zur Finanzierung des Nationalen Hoch- und Höchstleistungsrechnens in Deutschland“, 2015 [7],
- DFG: Informationsverarbeitung an Hochschulen – Organisation, Dienste und Systeme, Empfehlungen der Kommission für IT-Infrastruktur für 2011-2015, 2010 [10],
- DFG: Informationsverarbeitung an Hochschulen – Organisation, Dienste und Systeme, Stellungnahme der Kommission für IT-Infrastruktur für 2016-2020, 2016 [12].

Zudem gibt es auf Länderebene regionale HPC-Versorgungskonzepte, wie zum Beispiel in Baden-Württemberg (bwHPC [4]) und Hessen (Hessisches Kompetenzzentrum für Hochleistungsrechnen (HKHLR) [9]).

HPC ist eine Wissenschaft und gleichzeitig Schlüsseltechnologie in unserer heutigen modernen Gesellschaft. Viele Fragestellungen in Wissenschaft, Forschung, Technik und Alltag verlangen nach immer umfassenderen und genaueren Modellbildungen für komplexe Systeme, wie zum Beispiel die Risikovorhersage bei Unwettern, nach immer leistungsfähigeren Methoden zur Problemlösung und Gestaltung technischer Produkte, nach genaueren und umfassenderen Analysemethoden für riesige Datenbestände. Mittlerweile ist der Zugang zu Hoch- und Höchstleistungsrechnern und deren Nutzung für das wissenschaftliche Arbeiten in vielen Forschungsbereichen unverzichtbar. Darüber hinaus hat die numerische Simulation mit Hochleistungsrechnern in Wirtschaft und Industrie inzwischen eine strategische Bedeutung, denn viele Spitzenprodukte ließen sich ohne Modellbildung und Hochleistungsrechnen nicht entwerfen und verbessern. Bereits in der Studie der "Reuter-Kommission" [1] wurde die Bedeutung des deutschen Hoch- und Höchstleistungsrechnens für die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in Wissenschaft und Wirtschaft betont und eine Strategie für das nationale Hoch- und Höchstleistungsrechnen entworfen. Diese Strategie basiert auf einer engen Kooperation aller deutschen HPC-Zentren sowie nachhaltigen technischen, finanziellen und auch organisatorischen Maßnahmen, die diese Kooperationen unterstützen sollen.

Das vorliegende Dokument gibt in Abschnitt 2 einen Überblick über das aktuelle deutsche HPC-Ökosystem, Abschnitt 3 beschreibt die gegenwärtigen Aufgaben und Ziele der Gauß-Allianz. Abschnitt 4 fasst zu erwartende Entwicklungen in Organisation, Förderung, Finanzierung und technischer Infrastruktur des Bereichs Hochleistungsrechnen zusammen. Die Weiterentwicklung und zukünftige Aufgabenbereiche und -themen der Gauß-Allianz werden in Abschnitt 5 beschrieben. Abschließend wird in Abschnitt 6 eine Empfehlung für das nationale Hoch- und Höchstleistungsrechnen gegeben.

2 Überblick über das nationale HPC-Ökosystem

Der Wissens- und Erkenntnisgewinn in vielen Bereichen der Wissenschaft und Wirtschaft in Deutschland ist heute oftmals nur noch mit Hilfe geeigneter Methoden und Infrastrukturen aus dem Bereich des wissenschaftlichen Hochleistungsrechnens möglich. Das nationale HPC-Ökosystem bildet die Basis für die nationale Unterstützung durch Algorithmen, Methoden und Ressourcen über alle Wissenschaftsbereiche hinweg.

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die verschiedenen Bereiche dieses Ökosystems:

- Koordination und Unterstützung des Wissenschaftsgebietes Hochleistungsrechnen in der Spitze und Breite durch das Gauss Centre for Supercomputing bzw. die Gauß-Allianz und in mehreren Bundesländern durch entsprechende regional spezifische Konzepte,
- Finanzierungsinstrumente für HPC-Infrastrukturen in Deutschland,
- Förderung von Anwendungs- und Methodenexpertise innerhalb der verschiedenen Förderprogramme und
- Darstellung der aktuellen technologischen HPC-Infrastruktur über die verschiedenen Leistungsklassen hinweg.

Die verschiedenen Bereiche ergänzen sich und stellen nicht nur Finanzierung sicher, sondern sind durch die verschiedenen koordinierenden Elemente auch die Grundlage für ein abgestimmtes, effizientes und erfolgreiches Gesamtsystem.

2.1 Nationale HPC-Strukturen

Zur Koordination und Abdeckung der verschiedenen Bedürfnisse auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene haben sich in Deutschland in den vergangenen Jahren verschiedene Strukturen etabliert. Diese werden mit ihren spezifischen Aufgaben und Zielen in den folgenden Abschnitten vorgestellt.

2.1.1 Gauss Centre for Supercomputing

Das Gauss Centre for Supercomputing (GCS) vereint die drei Bundeshöchstleistungsrechenzentren HLRS¹, JSC² und LRZ³ zur führenden HPC-Institution Deutschlands.

Oberstes Ziel des GCS ist die nachhaltige Förderung des wissenschaftlichen Höchstleistungsrechnens in Deutschland und Europa durch die Versorgung der computergestützten Wissenschaften mit Rechenkapazität der höchsten Leistungsklasse. Das GCS bietet auf Ebene 1 die leistungsfähigste HPC-Infrastruktur Europas für Wissenschaft und Wirtschaft. In Summe verfügt das GCS über Rechenleistung von über 20 PFlop/s, die Forschenden über öffentliche wissenschaftsgeleitete Vergabeverfahren (Peer-Review) zugänglich ist. Die HPC-Systeme des GCS werden für Forschungsarbeiten in den Ingenieurwissenschaften und den Neuro- und Biowissenschaften, der Chemie und Quantenphysik, der Grundlagen- und Klimaforschung, der Astrophysik, den Materialwissenschaften sowie vielen weiteren Bereichen, die sich die Schlüsseltechnologie Höchstleistungsrechnen zunutze machen, genutzt.

Die Bereitstellung einer Systeminfrastruktur von Weltklasse durch die GCS-Zentren wird vervollständigt durch exzellente fachliche Beratungskompetenz, umfangreiche Trainings und Systemschulungen sowie erstklassigen System- und Projektsupport. Ein Team an hochqualifizierten Fachkräften stellt in allen drei GCS-Zentren sicher, dass durch kontinuierliche Anwender-Schulung und -Fortbildung die HPC-Systeme möglichst effizient betrieben werden. Workshops und Tagungen stellen zudem den intensiven Erfahrungsaustausch zwischen nationalen und internationalen Expertinnen und Experten sicher.

¹ Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart

² Jülich Supercomputing Centre des Forschungszentrums Jülich GmbH

³ Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Garching bei München

Das GCS ist führendes Mitglied der Supercomputing-Initiative "Partnership for Advanced Computing in Europe", PRACE. Im Rahmen des durch PRACE zugänglich gemachten europaweiten Netzwerks aus Höchstleistungsrechnern stellt das GCS über öffentliche Vergabeverfahren der europäischen Wissenschaft und Wirtschaft Systemressourcen zur Verfügung und bietet als "PRACE Advanced Training Centre" (PATC) umfangreiche Trainingsmaßnahmen und Schulungen für europäische Personen, die HPC-Ressourcen nutzen, an.

2.1.2 Gauß-Allianz

Die Gauß-Allianz mit Sitz in Berlin ist ein gemeinnütziger Verein und wurde im Dezember 2008 gegründet. Sie vereinigt unter ihrem Dach als ordentliche Mitglieder das Gauss Centre for Supercomputing (GCS) e.V. mit den drei Bundeshöchstleistungsrechenzentren HLRS, JSC und LRZ sowie die Einrichtungen Deutscher Wetterdienst (DWD), Deutsches Klimarechenzentrum (DKRZ), Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Leibniz Universität Hannover, Max Planck Computing and Data Facility (MPCDF), RWTH Aachen, Technische Universität Darmstadt, Technische Universität Dresden und Zuse Institute Berlin (ZIB), sowie als assoziierte Mitglieder Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e.V., Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg, Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung Göttingen mbH (GWDG), Goethe-Universität Frankfurt am Main, Science Alliance Kaiserslautern e.V., Universität Paderborn und Universität zu Köln. Die Gauß-Allianz bildet mit ihrer Mitgliederstruktur eine deutsche HPC-Allianz zur nachhaltigen Förderung und Entwicklung des Wissenschaftsthemas „Hochleistungsrechnen“ und zur Koordinierung der engen Zusammenarbeit aller deutschen Hoch- und Höchstleistungsrechenzentren. Während die ordentlichen Mitglieder gemäß Satzung für die formalen Vorgänge des Vereins verantwortlich sind (Wahl und Entlastung des Vorstands, Ernennung der kassenprüfenden Personen, etc.), wurde und wird bei allen anderen Themen, Fragen und Abstimmungen Wert auf die Gleichwertigkeit beider Mitgliedergruppen gelegt. Dies hat in den letzten Jahren zu einem sehr synergetischen Miteinander geführt.

Das Hauptaugenmerk der Allianz liegt auf der nachhaltigen Versorgung der computer-gestützten Wissenschaften in Deutschland mit HPC-Ressourcen – insbesondere Rechen- und Speicherkapazität sowie die zugehörige Beratungskompetenz – der obersten Leistungsklassen unter besonderer Berücksichtigung technisch-wissenschaftlicher und wirtschaftsbezogener Anwendungsprobleme. Hierzu sollen die einander ergänzenden Fachkompetenzen und diversifizierten Rechnerarchitekturen in den Partnerzentren für eine nationale Versorgung der wissenschaftlichen Gemeinschaft mit Hochleistungsrechenressourcen gebündelt werden.

Ein weiteres Anliegen ist die Förderung der lokal und fachlich verteilten HPC-nahen Forschungsaktivitäten in Deutschland, um das interdisziplinäre Wissenschaftsthema „Hochleistungsrechnen“ als eigenständige strategische Forschungsaktivität zu stärken und die internationale Sichtbarkeit der deutschen Forschungsanstrengungen zu verbessern.

Die Gauß-Allianz soll zudem Wissenschaft, Wirtschaft, Bund, Länder und Trägerorganisationen dahingehend beraten, dass das Potenzial des wissenschaftlichen Rechnens im Allgemeinen und des Hoch- und Höchstleistungsrechnens im Besonderen für Deutschland optimal erschlossen und weiterentwickelt wird.

2.1.3 Landesspezifische HPC-Strukturen und -Konzepte

Neben Gauss Centre for Supercomputing und Gauß-Allianz gibt es in Deutschland weitere HPC-Strukturen und -Konzepte mit dem Ziel der Abstimmung und Koordinierung zum einen auf Landesebene, wie z.B. in Baden-Württemberg (bwHPC), Bayern (KONWIHR), Hessen (HKHLR) und Nordrhein-Westfalen (HPC-Rahmenkonzept NRW), sowie übergreifend über mehrere Bundesländer wie beim Norddeutschen Verbund für Hoch- und Höchstleistungsrechnen (HLRN).

bwHPC

Das Umsetzungskonzept bwHPC [4][11] beschreibt die vertikale Abstimmung und Koordinierung des HPC in Baden-Württemberg über die drei Ebenen der Leistungspyramide. Auf Ebene 1 steht mit der Cray XC40 (Hazel Hen) am HLRS in Stuttgart ein System der obersten Leistungsklasse zur Verfügung, welches durch das Land Baden-Württemberg und das Bundes-Projekt PetaGCS gefördert wurde. Am Steinbuch Centre for Computing (SCC), KIT in Karlsruhe wird mit dem ForHLR ein System der Ebene 2 betrieben, das im Rahmen des Verfahrens nach Art. 91b GG durch das Land und den Bund gemeinsam gefördert wird. Es ist insbesondere auf die Anforderungen der Forschungsbereiche Umwelt, Energie, Nanostrukturen und -technologien ausgerichtet. Auf Ebene 3 stehen den Wissenschaftlern landesweit vier anwendungsspezifische HPC-Cluster (bwForCluster) sowie ein universeller HPC-Cluster (bwUniCluster) am SCC in Karlsruhe für die Grundversorgung aller Universitäten und Wissenschaften mit HPC-Leistung für Forschung und Lehre zur Verfügung. Gemäß der an den jeweiligen Standorten vorliegenden Kompetenzen werden damit die Forschenden der Wissenschaftsbereiche Biologie, Chemie, Physik, Neurowissenschaften, Mikrosystemtechnik sowie Wirtschafts- und Sozialwissenschaften auf Ebene 3 sowohl anwendungs- und methodenwissenschaftlich betreut als auch mit Rechenressourcen versorgt. Ergänzend dazu werden durch das Interdisziplinäre Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR, Heidelberg), die Simulation Labs (SCC, Karlsruhe) und das Exzellenzcluster „Simulation Technologie“ in Stuttgart Kompetenzen gebündelt, um die Methodenentwicklung im Wissenschaftlichen Rechnen in Baden-Württemberg zu fördern.

Kompetenznetzwerk für Wissenschaftliches Höchstleistungsrechnen in Bayern (KONWIHR)

Das Kompetenznetzwerk für Wissenschaftliches Höchstleistungsrechnen in Bayern (KONWIHR) mit seiner Geschäftsstelle Süd an der TU München und seiner Geschäftsstelle Nord an der FAU Erlangen-Nürnberg wird seit dem Jahr 2000 kontinuierlich durch das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst gefördert. KONWIHR ist Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Forschungsverbände (abayfor). Ziel von KONWIHR ist es, die Nutzung von Hoch- und Höchstleistungsrechnern fachlich zu unterstützen und so deren Einsatzpotential in Forschungs- und Entwicklungsvorhaben auszuweiten. Hierbei wird auf enge Zusammenarbeit zwischen Grundlagendisziplinen, Anwendenden und den beteiligten Rechenzentren (Regionales Rechenzentrum Erlangen (RRZE), Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (LRZ)) sowie auf effizienten Transfer und schnelle Anwendung der Ergebnisse Wert gelegt. Gefördert werden Kurse, Forschungsprojekte, Tagungen und Präsentationen. Seit 2009 werden im Rahmen der KONWIHR-Multicore-Initiative verstärkt kleine Maßnahmen gefördert, deren Ziel es ist, Forschende bei der Anpassung ihrer Anwendungscodes an den Wandel der HPC-Architekturen zu unterstützen. Dazu kommen Forschende oder Promovierende für einen Zeitraum von einigen Wochen/Monaten an eines der beiden Rechenzentren (RRZE bzw. LRZ) und erhalten dort eine persönliche Ansprechperson, die sie bei den Arbeiten unterstützt und berät. Die während des Aufenthalts am Rechenzentrum anfallenden Personalkosten für die Forschenden oder Promovierenden trägt KONWIHR und gewährt bei Bedarf darüber hinaus einen Zuschuss zu den Reise- und Aufenthaltskosten. KONWIHR schließt damit eine Lücke in der Förderlandschaft, da reine „Code-Modernisierung“ bei den meisten Drittmittelgebern wie etwa der DFG bisher nicht förderfähig ist.

Hessisches Kompetenzzentrum für Hochleistungsrechnen (HKHLR)

Das Hessische Kompetenzzentrum für Hochleistungsrechnen (HKHLR) wird vom Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst gefördert und koordiniert das HPC in Hessen an den Universitäten Darmstadt, Frankfurt, Gießen, Kassel und Marburg mit einer Geschäftsstelle in Darmstadt und Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern an allen Standorten. Aufgaben des HKHLR sind die vorhandenen HPC-Strukturen aller Hochschulen in Hessen zu koordinieren, nachhaltig zu etablieren und weiterzuentwickeln. Mit dem Ziel, das HPC-Ökosystem als Infrastruktur und Dienstleistung für die Forschung in Hessen zu verstetigen, werden standortübergreifende wissenschaftliche Dienstleistungen für die Leistung paralleler Programme und die Produktivität der Programmierung gefördert.

Es werden Schulungen auf unterschiedlichen Niveaus zu HPC-Themen angeboten, das Nutzungsverhalten auf den Rechnern analysiert und auf Basis der erhobenen Daten gezielt Personen angesprochen um die parallele Leistungsfähigkeit ihrer Anwendungen zu verbessern. Jährliche Online-Umfragen zeigen den jeweils aktuellen Status auf und geben einen Überblick über die gewünschten Anforderungen an die Rechnersysteme und den Weiterbildungsbedarf. Eine Profilierung der Standorte bezüglich der Anwendungsberatung (z.B. Ingenieur Anwendungen, Physik-/Chemie-Standardprogramme) wird ausgebaut und methodische Schwerpunkte gesetzt (z.B. Beschleuniger, MPI/OpenMP, Debugger, Leistungsanalyse).

HPC-Rahmenkonzept NRW

In Nordrhein-Westfalen (NRW) wurde Mitte 2014 eine Arbeitsgruppe gegründet, um ein HPC-Rahmenkonzept für die weitere Entwicklung des Hochleistungsrechnens im Land zu entwerfen. Das HPC-Rahmenkonzept NRW soll darlegen, wie die flächendeckende Versorgung der HPC-Anwendenden in NRW mit Rechenleistung und Beratung in Zukunft gewährleistet wird und welche Rollen und Versorgungsaufträge den unterschiedlichen Rechenzentrumstypen dabei zukommen. Dabei versteht sich das HPC-Rahmenkonzept NRW als ein Bestandteil eines im Kontext von DV-ISA entwickelten, breiteren IT-Strategierahmens der Hochschulen in NRW. Als zentraler Ansprechpartner zu Strategien, Aktivitäten und Projekten im kooperativen IKM-Kontext der Hochschulen in NRW leistet der DV-ISA im Sinne eines Portfolio- und Multiprojektmanagements die Koordination und Moderation von Projekten und zentralen IKM-Themenbereichen. Die Abstimmung erfolgt dabei mit den Hochschulen und dem Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung (MIWF) des Landes Nordrhein-Westfalen. Die Arbeitsgruppe hat einen ersten Entwurf zur Abstimmung vorgelegt.

Allianz für Hochleistungsrechnen Rheinland-Pfalz (AHRP)

Die AHRP wurde 2010 als eine gemeinsame Einrichtung zwischen der TU Kaiserslautern und der Johannes Gutenberg-Universität Mainz mit dem Ziel gegründet, die Entwicklung des Hochleistungsrechnens in Rheinland-Pfalz zu koordinieren und den Zugang zu den Hochleistungsrechnern in Kaiserslautern und Mainz für die weiteren Hochschulen des Landes zu öffnen. Die Rechenzentren der beiden Universitäten haben hierfür ein gemeinsames Antragsverfahren entwickelt, das allen Forschenden des Landes abhängig von den Rechenbedarfen einen unkomplizierten Zugriff auf die beiden Hochleistungsrechner in Kaiserslautern und Mainz ermöglicht, der auch durch ein einheitliches Batch-System erleichtert wird. Der Datenaustausch zwischen den Rechensystemen wird durch eine schnelle Glasfaserverbindung mit einer Bandbreite von bis zu 120 GBit/s, die durch das Bildungsnetz Rheinland-Pfalz bereitgestellt wird, beschleunigt. Neben dem standardisierten Zugriffsverfahren wurde weiterhin ein gemeinsames Kursprogramm entwickelt, das auch eine Austauschbarkeit von Lehrveranstaltungen für Studierende beinhaltet.

Norddeutscher Verbund für Hoch- und Höchstleistungsrechnen (HLRN)

Der HLRN-Verbund bündelt seit 2001 die wissenschaftlichen Bedarfe für HPC-Ressourcen der inzwischen sieben Bundesländer Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein (siehe <http://www.hlrn.de>). Er nimmt damit eine Sonderrolle in der deutschen HPC-Versorgung wahr, da er durch die beteiligten Länder eine Versorgungs- und Beratungsstruktur institutionell etabliert hat. Die Governance-Strukturen des HLRN mit Verwaltungsrat, Technischer Kommission und Wissenschaftlichem Ausschuss sowie die Grundsätze der dauerhaften Finanzierung sind in einem Verwaltungsabkommen der sieben Bundesländer festgelegt. Der HLRN bündelt Beratungs- und Betriebskapazitäten der Ebene 3 mit zwei Betriebszentren mit HPC-Kapazitäten der Ebene 2 in Berlin am ZIB und in Niedersachsen am LUIS. Es existiert ein länderübergreifendes Beratungsnetzwerk, das die Kompetenzen der Ebene-3-Standorte bündelt und Anwendenden lokale Ansprechpersonen zur Verfügung stellt. In der Verbundstruktur wird damit ein breites Spektrum an HPC-Unterstützung erreicht. Der HLRN besitzt einen Wissenschaftlichen Ausschuss, der über ein wissenschaftsgeleitetes Verfahren die Zulassung von Projekten auf

Rechenzeit nach den in der DFG üblichen Kriterien entscheidet. Die Energie- und Wartungskosten für den Betrieb der HPC-Ressourcen werden durch einen Sockelbetrag finanziert, der von den beiden Sitzländern Berlin und Niedersachsen getragen wird, sowie einem nutzungsabhängigen Zusatzbeitrag der von allen HLRN-Ländern getragen wird. Dieser Zusatzbetrag wird auf der Grundlage der bewilligten und genutzten Rechenkongentente der letzten vier Jahre berechnet. Die Finanzierung der Folgekosten ist durch die zuständigen Ministerien sichergestellt.

Förderjahr	Antragssteller	Zentrum	Fördertitel
2010	Berlin und Niedersachsen, HLRN	ZIB, RRZN	HLRN-II* ⁴
	Hessen, TU Darmstadt	HRZ	Hochleistungsrechner der TU Darmstadt
2012	Berlin und Niedersachsen, HLRN	ZIB, RRZN	HLRN-III
	Sachsen, TU Dresden	ZIH	HRSK-II
2013	Baden-Württemberg, KIT Karlsruhe	SCC	ForHLR
2015	Rheinland-Pfalz, JGU Mainz	ZDV	MOGON II
2016	NRW, RWTH Aachen	IT Center Aachen	Claix
2017	Berlin und Niedersachsen, HLRN	ZIB, Univ. Göttingen/GWDG	HLRN-IV
	Sachsen, TU Dresden	ZIH	HPC-DA
2018	<i>Hessen, Goethe-Universität Frankfurt</i>	CSC	<i>Goethe-Hochleistungsrechner*⁵</i>
	<i>Hessen, TU Darmstadt</i>	HRZ	<i>Lichtenberg II*⁵</i>
	<i>NRW, Universität Paderborn</i>	PC ²	<i>n.a.*⁵</i>
2019	<i>Baden-Württemberg, KIT Karlsruhe</i>	SCC	<i>n.a.*⁵</i>

Tabelle 1: Übersicht der genehmigten und voraussichtlichen Anträge im Rahmen der Förderung von Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten nach Art. 91b Abs. 1 Satz 1 Nr. 3 GG über die programmatische Linie „Hochleistungsrechner“

2.2 Finanzierungsstrukturen

Innerhalb des deutschen HPC-Ökosystems existieren verschiedene Finanzierungsstrukturen und Rahmenbedingungen für Investitions-, Betriebs- und Personalkosten.

Die Finanzierung für die Beschaffung und den Betrieb der Systeme der Ebene 1 werden im Rahmen einer Projektfinanzierung „PetaGCS“ mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und der Ministerien der drei Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen ermöglicht.

⁴ Der HLRN-II wurde im Jahr 2007 vom Wissenschaftsrat zur Förderung empfohlen und im Folgejahr installiert. Aufgrund der Föderalismusreform fand 2010 eine erneute Antragstellung nach Art. 91b statt, obwohl das System bereits seit 2008 in Betrieb war.

⁵ vorbehaltlich der Antragsstellung

Für die Systeme der Ebenen 2 und 3 können im Fall der Universitäten durch Anträge auf Förderung von Investitionen nach Art. 91b GG („Großgeräte in Forschungsbauten“ (FUG), „Forschungsgroßgeräte“) oder nach Art. 143c GG („Großgeräte der Länder“) realisiert werden. Betriebs- und Personalkosten sind nicht förderfähig. Die Finanzierung der thematischen HPC-Zentren DWD und DKRZ wie auch das MPCDF werden daneben entsprechend der Aufgaben in den jeweiligen Organisationen durch Eigenmittel, Mittel der Helmholtz-Gemeinschaft und/oder durch Direktförderung der verantwortlichen Ministerien (BMVI, BMBF) realisiert. Investitionsvorhaben (inkl. Kosten für bauliche Maßnahmen) mit Förderung über Art. 91b GG und einem Investitionsvolumen mit mehr als 5 Mio. Euro werden durch die Gesamtfinanzierung der programmatisch-strukturellen Linie (PSL) „Hochleistungsrechner“ [5] im Rahmen der Förderung von Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten ermöglicht. Tabelle 1 gibt eine Übersicht der geförderten und der voraussichtlichen Anträge innerhalb der PSL. Die Förderung von Systemen der Ebene 3 erfolgte bisher in der Regel über das DFG-Förderprogramm „Forschungsgroßgeräte nach Art. 91b GG“, wobei die Obergrenze der Investitionskosten 5 Mio. Euro beträgt.

2.3 Forschungsförderung

Die Entwicklung geeigneter numerischer Methoden und hocheffizienter Softwarestrukturen sowie die damit einhergehende Qualifikation von Beschäftigten kann nur in entsprechenden interdisziplinären Forschungsprojekten gelingen, für die regelmäßig adäquat ausgestattete Ausschreibungen seitens der Fördereinrichtungen in Deutschland stattfinden müssen. Dies ist so in der Studie der „Reuter-Kommission“ auch explizit als Begleitforschung (in der Höhe von etwa 20 Mio. Euro pro Jahr für zunächst mindestens fünf Jahre) empfohlen worden.

Seit 2007 gab es im Förderschwerpunkt „Höchstleistungsrechnen“ inzwischen fünf Ausschreibungen des BMBF bei denen bisher 26 Projekte gefördert wurden und aktuell 15 Projekte gefördert werden (siehe Tabelle 2, Stand: Juni 2016).

Ausschreibungszeitpunkt	Ausschreibungsthema	Anzahl Projekte	Zeitraum	Fördervolumen
Oktober 2007	HPC-Software für skalierbare Parallelrechner	14	Januar 2009 bis Dezember 2011	18.522.618€
Januar 2010	HPC-Software für skalierbare Parallelrechner	12	April 2011 bis September 2014	16.073.628€
Mai 2012	Anwendungsorientierte HPC-Software für skalierbare Parallelrechner	9	Juli 2013 bis Dezember 2016	11.840.374€
März 2015	Anwendungsorientierte HPC-Software für das Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Wissenschaft und Wirtschaft	6	Februar 2016 bis April 2019	8.545.531€
November 2015	Grundlagenorientierte Forschung für HPC-Software im Hoch- und Höchstleistungsrechnen	n.a.	n.a.	n.a.

Tabelle 2: Übersicht der Ausschreibungen im Förderschwerpunkt „Höchstleistungsrechnen“ des BMBF

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat im Oktober 2011 das Schwerpunktprogramm 1648 „Software für Exascale-Computing“ (SPPEXA) eingerichtet (siehe <http://www.sppexa.de>). Das Programm ist auf sechs Jahre angelegt und fördert Grundlagenforschung im Bereich HPC-Software. In der ersten dreijährigen Phase wurden ab Januar 2013 13 Kooperationsprojekte mit verschiedenen Herausforderungen von Software im Bereich des Exascale Computing gefördert. Im Januar 2016 startete die zweite Drei-Jahres-Phase mit 12 Projekten aus der Phase 1 und vier neuen Projekten.

Im Rahmen der Ausschreibung „Performance Engineering für wissenschaftliche Software“ wird die DFG ab dem Jahr 2016 die Entwicklung von geeigneten Dienststrukturen zur Unterstützung des Performance Engineerings sowie Konzepte für eine effiziente Nutzung von Hochleistungsrechnern fördern.

Darüber hinaus hat die Europäische Union mit den Förderprogrammen FP7 und Horizon2020 Instrumente etabliert, die die europaweite Zusammenarbeit und Forschung unter anderem in den Bereichen der Anwendungs- und Methodenwissenschaften fördern.

Eine langfristige, nachhaltige und kontinuierliche Förderung in den Bereichen der Anwendungs- und Methodenwissenschaften ist die Voraussetzung das Deutschland weiterhin seine Spitzenposition im Bereich der HPC-Software sichert und weltweit ausbaut und Nachhaltigkeit in Expertise, Qualifikation und effizienter Nutzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen schafft. Zum einen wird für die effiziente Nutzung und den Umgang mit HPC-Systemen ausreichend qualifiziertes Personal benötigt, zum anderen bildet eine kontinuierliche Förderung die Grundvoraussetzung zur Heranbildung und Qualifizierung von HPC-Fachkräften, die mittelfristig der Wirtschaft zur Verfügung stehen.

2.4 HPC-Zentren und technische Infrastruktur

Eine optimal abgestimmte technische Infrastruktur ist essentiell für die Nutzung von Softwarepaketen aus den verschiedenen Wissenschaftsgebieten. Von großer Bedeutung sind im HPC Softwarepakete aus den klassischen Bereichen der Molekulardynamik (z.B. Gaussian, Gromacs oder NAMD), der Finiten Elemente (z.B. Fluent oder Abaqus) und der Klimaforschung (z.B. WRF), wobei weitere Bereiche wie Maschinelles Lernen oder Big Data zunehmend an Beachtung gewinnen.

Die Anforderungen und Möglichkeiten der Software sind zum Teil sehr heterogen und profitieren von unterschiedlichen Systemkonfigurationen. Ein Teil der Programmpakete benötigt vor allem eine hohe Rechenleistung während andere vor allem von großen Speicher-Konfigurationen oder einer sehr hohen Anzahl von Prozessorkernen profitieren. Weiterhin lässt sich ein Trend zur breiten Unterstützung von Beschleunigerkarten erkennen. Ein Großteil der wichtigsten Softwarepakete im Bereich HPC besitzt bereits oder plant eine Erweiterung oder zusätzliche Implementierung, um die Vorteile von Grafikkarten (GPUs) zu nutzen [15]. Eine effiziente Nutzung der technischen Infrastruktur kann oftmals nur in Abstimmung mit den Anforderungen der genutzten Softwarepakete erfolgen. Es bedarf daher verschiedener Leistungsebenen und Systemkonfigurationen.

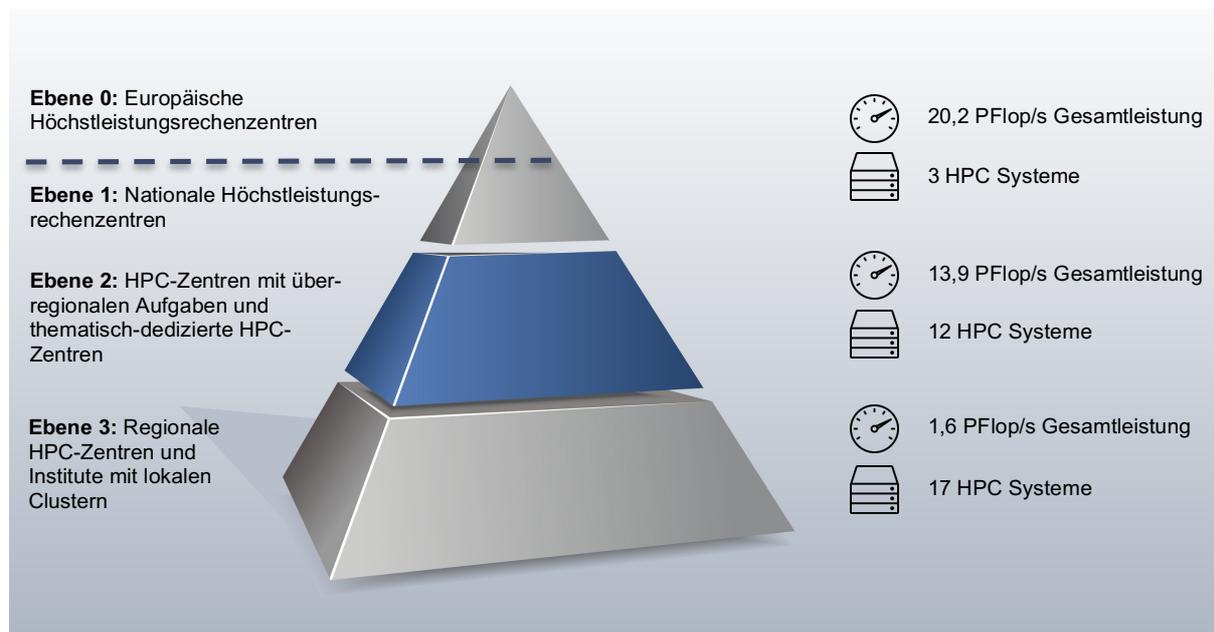


Abbildung 1: Schematische Darstellung des deutschen HPC-Ökosystems mittels einer Leistungspyramide nach der Leistungsstufe

Basierend auf den Empfehlungen des Wissenschaftsrates [6], [7] ist das aktuelle deutsche HPC-Ökosystem als HPC-Leistungspyramide strukturiert. Dabei kann eine Klassifizierung sowohl nach der Leistungsstufe als auch nach der Leistungsfähigkeit der HPC-Rechner erfolgen.

Klassifizierung der HPC-Pyramide nach Leistungsfähigkeit/-klasse nach [7]:

Ebene 1: Rechner der höchsten Leistungsklasse, die notwendig sind, um die anspruchsvollsten Anwendungsaufgaben für Capability Computing⁶ zu lösen. Sie werden aber auch für Capacity Computing⁷ genutzt, wenn sehr viele Prozessoren benötigt werden.

Ebene 2: Rechner, die vorrangig dem Capacity Computing dienen und deren Rechenleistung ausreichend für hochkomplexe Anwendungsprobleme ist, die auf einem Rechner der typischen Leistungsklasse an Universitäten zumeist nicht zu lösen wären. Rechensysteme dieser Ebene werden auch für Capability Computing einfacher bis mittlerer Kapazität, vorrangig aber für Capability Test Computing⁸ eingesetzt.

Ebene 3: Rechner für Capacity Computing, die in ihrer Leistungsfähigkeit auf das Gros der Rechenaufgaben im Wissenschaftsbereich ausgerichtet sind.

Die Rechner der Ebene 1 werden darüber hinaus zu festgelegten Anteilen über das GCS innerhalb von PRACE als europäische Infrastruktur auf Ebene 0 zur Verfügung gestellt. Die sich daraus ergebende HPC-Leistungspyramide ist in Abbildung 1 dargestellt.

Auf Ebene 0/1 stehen der Wissenschaft drei Höchstleistungsrechner mit einer theoretischen Gesamtleistung von 20,2 PFlop/s und 886k Prozessorkernen zur Verfügung. 41% der Prozessorkerne basieren auf der Power-Architektur von IBM und 59% auf Intels Implementierung der x86_64-Architektur (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7). Die Speicherausstattung der Systeme auf Ebene 1 lässt sich nach dem Verhältnis Speicher/Prozessorkern wie folgt klassifizieren: im Wesentlichen besitzen die Systeme Rechenknoten mit ~1 GByte/Prozessorkern, ~2 GByte/Prozessorkern und ~5 GByte/Prozessorkern (mit Ausnahme der „Fat Nodes“ des SuperMUC-Systems, siehe Abbildung 8). Alle drei Systeme verfügen über unterschiedliche Verbindungsnetzwerke und Netzwerktopologien. Auf Ebene 1 stehen damit Systeme der höchsten Leistungsklasse für die unterschiedlichen Bedürfnisse der verschiedenen Anwendungswissenschaften zur Verfügung.

Die Zentren der Gauß-Allianz verfügen zusammen über Hochleistungsrechner der Ebene 2 mit einer theoretischen Gesamtleistung von 13,9 PFlop/s und 439k Prozessorkernen zur Erfüllung ihrer überregionalen bzw. thematisch-dedizierten Aufgaben. Im Vergleich zur Ebene 1 sind 92% der Prozessorkerne der Systeme der Ebene 2 von Intel, die restlichen 8% von AMD (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7). Alle Prozessoren implementieren die x86-64-Architektur. Aufgrund der unterschiedlichen Beschaffungszeitpunkte der Zentren ergibt sich eine höhere Varianz bei den zur Verfügung stehenden Prozessorgenerationen und Prozessoren. Auch die Speicherausstattung der Systeme auf Ebene 2 ist vielschichtiger, unter anderem aufgrund der Ausstattung der Systeme mit sogenannten SMP-Knoten (siehe Abbildung 8). 57,3% der Prozessorkerne können auf 2 GByte, weitere 27,5% auf 3 GByte Hauptspeicher zugreifen. 2,8% der Prozessorkerne sind mit 8 GByte oder mehr ausgestattet. Acht der Systeme verwenden ein Infiniband-Netzwerk und vier Systeme ein Cray Aries-Netzwerk.

Die in der Statistik auf Ebene 3 erfassten Systeme umfassen nur Systeme der Gauß-Allianz-Mitglieder und repräsentieren somit nur eine kleine Teilmenge der auf dieser Ebene tatsächlich

⁶ „einzelne Rechenaufgaben (inkl. komplexer Simulationen), die besonders viele Prozessoren und Speicher benötigen und auch entsprechend skalieren“ [7]

⁷ „Lösen von Problemen, die man in viele parallele Rechenaufgaben mittlerer Komplexität [...] aufteilt“ [7]

⁸ „systematisches Testen und Optimieren komplexer Simulationsprogramme, v. a. hinsichtlich der Skalierbarkeit“ [7]

verfügbaren Systeme. Die Statistik umfasst 17 Systeme mit einer theoretischen Gesamtleistung von 1,6 PFlop/s und 93k Prozessorkernen (siehe Abbildung 1). Im Vergleich zur Ebene 2 steigt der Anteil der Prozessorkerne mit AMD-Technologie auf 14%. 86% basieren auf Intel-Architekturen (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7). Die Speicherausstattung pro Prozessorkern ist wie folgt gestaffelt: 36,6% mit 2 GByte, 18,6% mit 3 GByte, 32,8% mit 4 GByte und 6,8% mit 8 GByte oder mehr (siehe Abbildung 8). Alle HPC-Systeme und Cluster verwenden Infiniband-Netzwerke in verschiedenen Ausführungen.

Der Großteil der Systeme der Ebene 3, die die Grundversorgung mit HPC-Ressourcen innerhalb der Versorgungspyramide übernehmen, ist aktuell noch mit Prozessoren älterer Prozessorgenerationen ausgestattet (siehe Abbildung 7). Nur 2% der Prozessorkerne gehören zu Intels aktuellen Haswell-Prozessoren. Auf Ebene 2 sind es dagegen schon 39%. Auf Ebene 1 entfallen 31% der Prozessorkerne auf Intels Haswell-Prozessoren. Die Aktualität der Prozessoren ist unter anderem abhängig von den Beschaffungszyklen, den Beschaffungszeitpunkten der Zentren und von den Innovationszeitpunkten und der Marktveröffentlichung der Prozessorhersteller. Bei der Prozessorarchitektur dominiert über alle Ebenen die x86_64-Architektur. Ergänzt wird diese auf Ebene 1 durch IBM 64bit-PowerPC. Eine Besonderheit sind auf Ebene 3 Intel Silvermont-Prozessoren, die speziell auf geringen Energieverbrauch optimiert sind.

Die Speicherausstattung der Systeme der verschiedenen Ebenen (siehe Abbildung 8) zeigt, dass Systeme der Ebene 3 eher mehr Speicher für speicherintensive Anwendungen (mehr als 8 GByte pro Prozessorkern) vorsehen. Mit Zunahme der Leistungsfähigkeit der Systeme über Ebene 2 bis zu Ebene 1 – und damit einhergehenden höheren Skalierungen in der Zahl der Prozessoren – ist es unter anderem wichtig, dass das Speicherverhalten der Anwendungen für eine effiziente Nutzung der HPC-Ressourcen optimiert und für die Skalierung angepasst wird. Einige Systeme der Ebene 2 sind mit sogenannten SMP-Knoten ausgestattet und können somit auch Anwendungen mit hohem Speicherbedarf Ressourcen zur Verfügung stellen.

In den vergangenen Jahren haben sich vermehrt GPGPUs bzw. Many-Core-Prozessoren im wissenschaftlichen Rechnen und im Hochleistungsrechnen etabliert. Waren vor fünf Jahren nur 3,8% der TOP500-Systeme mit zusätzlichen Beschleunigern ausgestattet, so sind es heute schon 20,8% (Stand: Nov. 2015). Im Hinblick auf die Ausstattung der Systeme in Deutschland mit GPGPUs bzw. mit Many-Core-Prozessoren (siehe Abbildung 9) kann beobachtet werden, dass auch hier pro Ebene immer mehr Systeme mit derartigen Beschleunigern installiert werden. Insbesondere auf Ebene 2 stehen den Anwendenden Systeme mit einer Vielzahl von GPGPUs für wissenschaftliche Berechnungen zur Verfügung. Auch die Systeme der Ebene 3 geben den Anwendenden eine Einstiegsmöglichkeit in das wissenschaftliche Rechnen mit GPGPUs. Many-Core-Prozessoren (z.B. Intel Xeon Phi) sind im Vergleich zu den GPGPUs zwar auf allen Ebenen vertreten, jedoch nicht in der gleichen Größenordnung.

Betrachtet man die theoretische Gesamtleistung der Ebenen der Leistungspyramide (siehe Abbildung 10) so kann man feststellen, dass die Systeme der Ebene 1 eine ähnliche Leistungsstärke (Minimum: 5.900 TFlop/s, Durchschnitt: 6.747 TFlop/s, Maximum: 7.420 TFlop/s) aufweisen. Ein durchschnittliches System der Ebene 2 verfügt über eine theoretische Gesamtleistung von 1.162 TFlop/s und das schnellste System über eine theoretische Leistung von 2.800 TFlop/s. Die Systeme der Ebene 1 sind mindestens doppelt so schnell wie die Systeme der Ebene 2; der Übergang der Systeme von Ebene 3 zu Ebene 2 ist fließend. Ein durchschnittliches System der Ebene 3 besitzt eine theoretische Gesamtleistung von 98 TFlop/s. Der Durchschnitt für die theoretische Gesamtleistung eines Systems der aktuellen Top500-Liste vom November 2015 beträgt zum Vergleich 1.153 TFlop/s und liegt damit auf dem Niveau eines durchschnittlichen Systems der Ebene 2.

Fazit: Die Systeme der Ebenen 1, 2 und 3 unterscheiden sich gemäß den Anforderungen der zu bearbeitenden Anwendungswissenschaften in ihrer Ausstattung anhand des Speichers, der Netzwerktopologie und der Bereitstellung von zusätzlichen Beschleunigern nach Typ und Anzahl.

3 Bestehende Struktur und Aufgaben der GA

Die Studie der „Reuter-Kommission“ hat die Bildung einer gemeinschaftlichen Organisation für alle deutschen HPC-Zentren vorgeschlagen, die die Höchstleistungsrechenzentren, HPC-Zentren an Universitäten und Forschungseinrichtungen sowie thematisch-dedizierte HPC-Zentren zusammenführt. Die Gauß-Allianz wurde genau nach dieser Vorgabe gegründet und strukturiert (vgl. Satzung im Anhang).

3.1 Vereinsstruktur

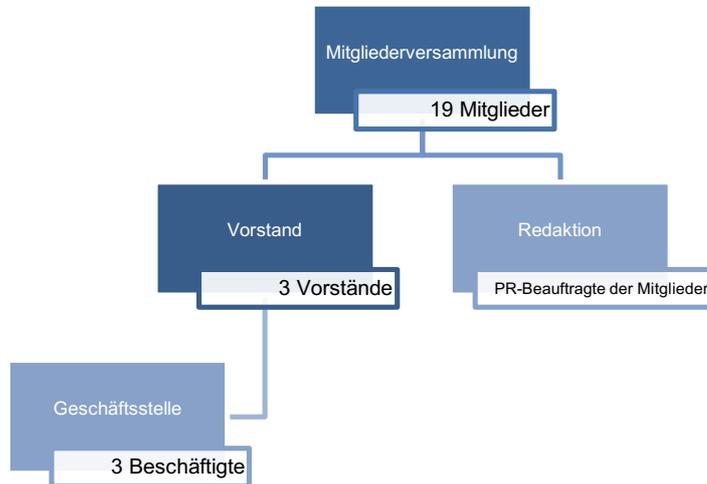


Abbildung 2: Organigramm der Gauß-Allianz e.V.

Das zentrale Organ des Vereins ist die Mitgliederversammlung, welche den Vorstand für zwei Jahre wählt. Aktuell setzt sich die Mitgliederversammlung der Gauß-Allianz aus elf ordentlichen und acht assoziierten Mitgliedern zusammen.

Der Vorstand führt die Geschäfte des Vereins und wird durch die Beschäftigten der Geschäftsstelle, welche seit Mitte 2014 durch die sechs Bundesländer Bayern, Baden-Württemberg, Berlin, Hessen, Rheinland-Pfalz und Sachsen gefördert wird, unterstützt. Er setzt sich aus dem Vorsitzenden und zwei Stellvertretern zusammen, wobei ein Vorstandsmitglied Mitglied des Vorstands des Gauss Centre for Supercomputing e.V. sein sollte. Zur Unterstützung der Vereinstätigkeiten können durch den Vorstand und die Mitgliederversammlung Ausschüsse oder ein wissenschaftlicher Beirat einberufen werden.

Die Redaktion setzt sich aus Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die Öffentlichkeitsarbeit der einzelnen Mitglieder zusammen und ist für die Erstellung des Gauß-Allianz-Infobriefes zuständig.

3.2 Koordinierende Aufgaben

Die Gauß-Allianz verfolgt in erster Linie planende und koordinierende Aufgaben zur Förderung des Hoch- und Höchstleistungsrechnens in Deutschland als eigenständige strategische Forschungsaktivität sowie zur Schaffung der Voraussetzungen für die nachhaltige und effiziente Nutzung von HPC-Ressourcen. Darüber hinaus implementiert sie ein zentrales Online-Portal für das HPC in Deutschland, welches einen Überblick über die HPC-Landschaft in Deutschland geben soll. Es soll als erste Anlaufstelle für Fragestellungen aus und um das HPC sowohl für den Wissenschaftsbereich von Universitäten und Hochschulen als auch für den Kreis der kleinen und mittleren Unternehmen etabliert werden und die Vernetzung von Nutzern und HPC-Zentren unterstützen. Weiterhin fördert die Gauß-Allianz die Kommunikation und den Informationsfluss zwischen den HPC-Zentren sowie den Austausch von Unterlagen für Schulungsmaßnahmen und die Weiterbildung.

Entsprechend ihres satzungsgemäßen Zweckes verfolgt die Gauß-Allianz die folgenden darauf basierenden und erweiterten Aufgaben:

- Schaffung der Voraussetzungen für einen nachhaltig effizienten Betrieb und Nutzung von Hochleistungsrechenressourcen der obersten Leistungsklassen,
- Etablierung des Hochleistungsrechnens als eigenständige strategische Forschungsaktivität,
- Förderung der HPC-Ausbildung und Qualifizierung,
- Verbesserung der internationalen Sichtbarkeit der deutschen HPC-Forschungsaktivitäten,
- Veröffentlichung und Verbreitung der wissenschaftlichen Ergebnisse der Vereinsmitglieder,
- Durchführung und Unterstützung wissenschaftlicher Veranstaltungen,
- Beratung von Wissenschaft, Wirtschaft, Bund, Ländern und Trägerorganisationen.

Basierend auf diesen Aufgaben werden in den folgenden Unterkapiteln die sich daraus ergebenden konkreten Aufgaben beschrieben.

3.2.1 Planung und Abstimmung bei Beschaffungen

Innerhalb der Ebene 1 erfolgt eine gemeinsame Planung und Abstimmung der Beschaffung durch das GCS. Unterstützt wird dies durch die gemeinsame Projektfinanzierung.

Auf der Ebene 2 erschwert die aktuelle Finanzierungsstruktur ein abgestimmtes Vorgehen. Dies gilt aufgrund der Wettbewerbssituation insbesondere bei bedarfsorientierten Beschaffungen über die programmatisch-strukturelle Linie. Daher erfolgt aktuell nur ein informeller Austausch von Planungen innerhalb einer Ebene bzw. zwischen den Ebenen. Soweit möglich wurden die Planungen angepasst, z.B. bei der Festlegung von Antragszeitpunkten.

Die Beschaffungen der Ebene-2-Zentren orientieren sich primär an dem aktuellen und zukünftigen Nutzerbedarf sowie an der Finanzierungsplanung der Bundesländer bzw. Länderverbände (HLRN). Aufgrund der Rahmenbedingungen ist eine weitergehende Beschaffungsplanung und Koordination, wie in der Studie der „Reuter-Kommission“ gefordert, nur bedingt möglich.

3.2.2 Zugangsmodalitäten

Eine Kernaufgabe der Gauß-Allianz zur Förderung des Wissenschaftsthemas „Hochleistungsrechnen“ ist es durch Koordination und Bündelung von Prozessen und Informationen die notwendigen Voraussetzungen für eine abgestimmte Zugangsstruktur zur nachhaltigen und effizienten Nutzung von HPC-Ressourcen zu schaffen.

Innerhalb der Ebene 1 – koordiniert durch das GCS – existiert ein abgestimmtes Zugangsverfahren. Die Zentren der Ebene 2 (ohne DWD aufgrund der besonderen Aufgaben) verwenden wissenschaftsgeleitete Verfahren, in denen über die Vergabe von Rechenzeit entschieden wird. Diese können sich von Zentrum zu Zentrum unterscheiden. Eine Etablierung von gemeinsamen Standards und die technische Unterstützung der Antrags- und Begutachtungsverfahren ist in Vorbereitung.

3.2.3 Strategische Planung – Profilierung

Das Wissenschaftsgebiet Hoch- und Höchstleistungsrechnen ist komplex und vielfältig. Zur Stärkung und zur Unterstützung der strategischen Rolle des Hochleistungsrechnens für Deutschland sowie zur dienstleistungsorientierten Ausrichtung der Zentren innerhalb der Gauß-Allianz ist die Bildung von Schwerpunkten unter Berücksichtigung einer nachgewiesenen besonderen Expertise essentiell. Diese Expertise geht einher mit der Aus- und Weiterbildung, Betreuung und Unterstützung sowie der Weiterentwicklung von Methoden in den jeweiligen Gebieten. In diesem Zusammenhang hat die Gauß-Allianz die Schwerpunktbildung/Profilierung der Zentren (ohne GCS, DWD und DFN aufgrund ihrer besonderen Aufgaben) vorangetrieben, die nach Anwendungs- und Methodenwissenschaften unterschieden werden kann. Eine zentrale Eigenschaft der Profilierung innerhalb der Gauß-Allianz ist die Fokussierung der Zentren auf ihre Expertise und Kerngebiete, die auch deutschlandweit

angeboten werden können. Dies stellt sicher, dass Nutzenden und Kunden in Zukunft durch die Zentren der Gauß-Allianz effizient und qualitativ hochwertig beraten und betreut werden. Die aktuelle diversifizierte Mitgliederstruktur der Gauß-Allianz ermöglicht es somit, einen Großteil der verschiedenen Anwendungswissenschaften mit Bedarf an HPC-Ressourcen zu unterstützen und zu versorgen sowie die HPC-Methodenentwicklung in Deutschland in einem möglichst breiten Themenspektrum voranzubringen.

Abbildung 3 gibt einen Überblick über die Kernwissenschaftsgebiete im Bereich der Anwendungswissenschaften der Mitglieder der Gauß-Allianz. Im Resultat ist eine Versorgungslandkarte der Schwerpunkte der Anwendungswissenschaften entstanden, welche eine abgestimmte Zuordnung von Anwendungswissenschaften zu Zentren gemäß einem Governance-Modell ermöglicht. Das heißt aber nicht, dass nicht genannte Anwendungswissenschaften mit Bedarf an HPC nicht versorgt werden. Die meisten Zentren der Gauß-Allianz sind an eine Universität angegliedert und decken somit ohnehin schon ein breites bzw. das gesamte Spektrum der Anwendungswissenschaften ab.



Abbildung 3: Detaillierter Überblick über die Kernwissenschaftsgebiete im Bereich der Anwendungswissenschaften

Die HPC-Methodenentwicklung ist ein entscheidender Faktor um die strategische Position Deutschlands im Wissenschaftlichen Rechnen insbesondere im Hochleistungsrechnen zu stärken. Die Zentren der Gauß-Allianz sind ausgewiesene Experten in ihren Gebieten. Abbildung 4 zeigt die Breite der Methodenexpertise innerhalb der Gauß-Allianz und deren Diversifizierung in 24 verschiedene Methodenwissenschaften. Die Methodenwissenschaften wurden in fünf Themenbereiche (Numerik für HPC, Programm- und Laufzeitoptimierung, HPC-Management, Innovative Architekturen und Big Data) eingeteilt.

3.2.4 Öffentlichkeitsarbeit

Gauß-Allianz-Infobrief

Der Gauß-Allianz-Infobrief (https://www.gauss-allianz.de/de/info_letter) informiert in regelmäßigen Abständen Betreiber und Nutzer über wichtige Neuigkeiten innerhalb der deutschen HPC-Gemeinschaft und im Gebiet des Hochleistungsrechnens allgemein. Seit dem Start im August 2011 sind in den ersten 43 Ausgaben insgesamt 330 Beiträge erschienen. Der Infobrief deckt ein breites Themenspektrum im Bereich des Hochleistungsrechnens in Deutschland ab, wobei neben allgemeinen Themen der Öffentlichkeitsarbeit die Schwerpunkte in den Bereichen Projekte, Hardware, Ausbildung und Forschungsaktivitäten liegen (siehe Abbildung 5). Darüber hinaus werden hier zentral wichtige Veranstaltungen und Schulungsangebote veröffentlicht.



Abbildung 4: Detaillierter Überblick über die Kernkompetenzen der Methodenexpertisen

Die Verbreitung des Infobriefes erfolgt sowohl über die Webpräsenz der Gauß-Allianz als auch über elektronischen und postalischen Versand. Über 300 Empfänger werden direkt über die Verteiler der Gauß-Allianz erreicht, wobei ein starker Trend vom postalischen hin zum elektronischen Versand zu beobachten ist. Darüber hinaus wird der Infobrief durch die Mitglieder der Gauß-Allianz an weitere Interessenten über dezentral verwaltete Verteiler weitergeleitet. Somit wird eine hohe Sichtbarkeit des Infobriefes ermöglicht.

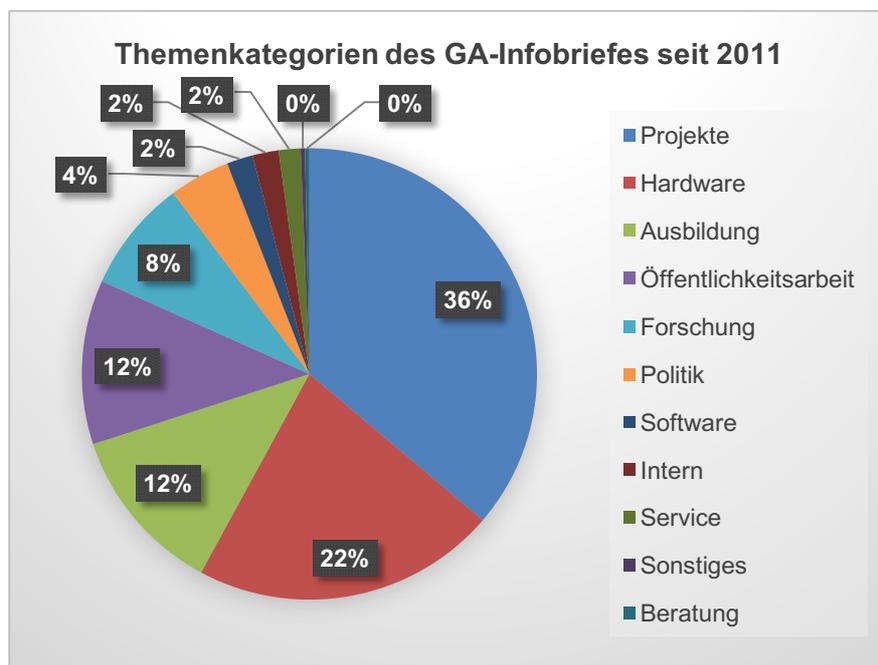


Abbildung 5: Verteilung der 330 Beiträge in den ersten 43 Ausgaben des Infobriefes nach Themenkategorien

Konferenzen

Die Gauß-Allianz veranstaltet seit Juni 2010 regelmäßig HPC-Status-Konferenzen (Juni 2010 in Schwetzingen, Dezember 2011 in Darmstadt, September 2013 in Dresden, Dezember 2014 in Aachen und Dezember 2015 in Frankfurt), bei denen insbesondere die durch das BMBF geförderten Projekte im Mittelpunkt stehen und ihre bisher erzielten Ergebnisse präsentieren. Dies fördert die Sichtbarkeit der Forschung im Bereich des Hochleistungsrechnens, den Austausch und die breitere Verteilung von Informationen dieser Projekte.

Darüber hinaus unterstützt und fördert die Gauß-Allianz regelmäßig Konferenzen, Workshops und Tagungen aus dem Bereich des Hochleistungsrechnens. Bisher geförderte Konferenzen waren unter anderem die „Facing the Multicore Challenge III“, die „EnA-HPC“, die „IWOMP“ und der „Parallel Tools Workshop“.

3.2.5 Aus- und Weiterbildung

Die Mitglieder der Gauß-Allianz verantworten in Deutschland die HPC-Ausbildung durch universitäre Lehre, die durch Graduiertenschulen, duale Ausbildungsprogramme sowie der Beteiligung an der Nachwuchsförderung in fächerübergreifenden DFG-Großprojekten (SFB, SFB/TRR) ergänzt wird. Darüber hinaus ergänzen sie die Aktivitäten der drei Ebene-1-Zentren des GCS durch themenspezifische und aktuelle Schulungs- und Weiterbildungsangebote im Kontext des Hochleistungsrechnens. Zusätzlich sind Fachkräfte mehrerer Mitglieds-einrichtungen international sehr aktiv und sichtbar als Lehrkräfte in HPC-orientierten Summer Schools sowie dem Tutorial-Programm der ACM/IEEE Supercomputing und ISC HPC-Konferenzen. Die Aktivitäten lassen sich in vier Kategorien einteilen, grob unterschieden nach dem Zeitpunkt, zu dem eine HPC-nutzende Person sie besucht.

Duales Ausbildungsprogramm. Kenntnisse der parallelen Programmierung sowie Grundlagen des Hochleistungsrechnens und ggfs. der mathematischen Modellierung sind heutzutage unabdingbar für die Pflege und Weiterentwicklung technisch-wissenschaftlicher Software. Diese Fähigkeiten können in dualen Ausbildungsprogrammen erworben werden, die z.B. ein Bachelor-Studium mit einer Berufsausbildung an einer geeigneten Einrichtung kombinieren.

Universitäre Lehre. Im Rahmen der universitären Ausbildung gibt es bei den lang bestehenden Fachrichtungen (z.B. Informatik) eine Einbeziehung der Themen Parallelprogrammierung und Hochleistungsrechnen in die Curricula. Zumindest im Rahmen des Master-Studiums ist dies an fast allen Einrichtungen durch mindestens einen Lehrstuhl der Fall. Darüber hinaus haben einige Universitäten neue Fachrichtungen um die Computational Sciences eingeführt und bieten in diesem Kontext sowohl Bachelor- als auch Master-Studiengänge an, die verschiedene Aspekte des Hochleistungsrechnens – kombiniert mit anderen Wissenschaften – umfassen.

Graduiertenkolleg. In den letzten Jahren sind an etlichen Standorten strukturierte Promotionsprogramme bzw. Graduiertenkollegs entstanden, von denen mehrere im Bereich Computational Sciences angesiedelt sind. Hier wird generell eine vertiefende Ausbildung in den Fachwissenschaften (Ingenieurwissenschaften oder Naturwissenschaften) mit Inhalten der Numerik, der Informatik und des Hochleistungsrechnens verknüpft.

Kurse, Tutorials und Workshops. Unabhängig von der universitären Ausbildung haben viele Standorte ein eigenes Aus- und Weiterbildungsangebot rund um das Hochleistungsrechnen entworfen. Dieses umfasst sowohl im Rahmen von Tutorials und Workshops vermittelte Grundlagen der Benutzung der HPC-Systeme, ggfs. zusammen mit Kursen zu Programmiersprachen und zur Softwaretechnik, als auch Parallelprogrammierung sowie die Benutzung von Leistungs- und Korrektheitsanalysewerkzeugen für technisch-wissenschaftliche Anwendungen. Dieses Angebot wird durch Spezialthemen einzelner Einrichtungen ergänzt und unterstützt somit auch die Angebote die bereits durch das GCS zur Verfügung stehen.

3.2.6 Koordinierung für Infrastrukturen

Die EGI.eu (European Grid Infrastructure Foundation) ist eine Stiftung des niederländischen Rechts, welche als Non-Profit-Organisation den Verbund der nationalen Grid-Infrastrukturen europaweit koordiniert und leitet. Hierfür stellt EGI.eu die notwendigen föderierten Dienste europaweit den teilnehmenden Ländern zur Verfügung. EGI.eu besteht aus Teilnehmern (nationalen Grid-Initiativen), die die Interessen der nationalen Grid-Community vertreten. Pro Staat darf es hierfür nur eine Organisation geben. In Deutschland wird die Nationale Grid-Initiative Deutschlands (NGI-DE) durch die Gauß-Allianz repräsentiert, welche als juristische Mantelorganisation auftritt und die Dienste von EGI.eu selbst nicht nutzt.

Den Zugang zu europaweiten Grid-Infrastrukturen und Diensten gewährt EGI.eu allen Ländern der teilnehmenden Grid-Initiativen. Mit der Teilnahme der Gauß-Allianz an EGI.eu wird es allen deutschen Universitäten und Forschungseinrichtungen ermöglicht, die Dienste von EGI.eu und die europaweiten Grid-Infrastrukturen zu nutzen, unabhängig davon, ob eine Mitgliedschaft in der Gauß-Allianz besteht. Die Nutzung zu kommerziellen Zwecken oder durch gewerbliche Unternehmen ist jedoch ausgeschlossen.

Zur Weiterentwicklung von Grid-Infrastrukturen innerhalb von NGI-DE, der Nutzung der „European Grid and Cloud Infrastructure“ („EGI.eu“) und auch zur Finanzierung des EGI-Beitrags hat sich ein Konsortium aus 17 Kooperationspartnern um die Gauß-Allianz (7 GA-Mitglieder und 10 Nicht-GA-Mitglieder) zusammengeschlossen und ein entsprechendes Cooperation Agreement unterzeichnet. Innerhalb dieses Konsortiums übernimmt die Gauß-Allianz eine koordinierende Rolle – formal- und steuerrechtlich – für die deutsche Grid-Community und schafft somit die rechtliche Basis für den Zugang zu europaweiten Grid-Infrastrukturen und -Diensten für die nationalen wissenschaftlichen Einrichtungen.

3.2.7 HPC-Forschung und -Entwicklung

Eine nachhaltige HPC-Forschung in den Bereichen Anwendungs- und Methodwissenschaften, wie sie durch die Projekte des BMBF und der DFG gefördert wird, ist essentiell für die Stärkung und Entwicklung des Wissenschaftsthemas HPC und der nötigen Heranbildung von Experten auf diesem Gebiet. Die Gauß-Allianz setzt sich massiv für eine langfristige, kontinuierliche und nachhaltige Forschungsförderung ein und begleitet diese. Insbesondere hat sie sich auf allen Ebenen für die Förderungen im Forschungsschwerpunkt „Höchstleistungsrechnen“ des BMBF eingesetzt und die Einwerbung des Schwerpunktprogramms 1648 „Software for Exascale Computing“ unterstützt.

4 Zu erwartende Entwicklungen im Bereich HPC in Deutschland

4.1 Förderung des HPC

Das voraussichtliche Ende der programmatisch-strukturellen Linie „Hochleistungsrechner“ [13][14] sowie die Empfehlung des Wissenschaftsrates zur Einrichtung eines Verbundes von Kompetenzzentren für „Nationales Hoch- und Höchstleistungsrechnen“ (NHR) [7] werden zu einer Neustrukturierung des Hochleistungsrechnens insbesondere auf der aktuellen Ebene 2 des deutschen HPC-Ökosystems führen. Die Förderung im Rahmen der NHR-Zentren soll zum einen eine langfristige Planungssicherheit ermöglichen sowie zum anderen erstmalig die Möglichkeit bieten, sowohl Investitions- als auch Betriebs- und Personalkosten flexibel und bedarfsgerecht zu finanzieren. Für inhaltlich oder regional stark fokussierte Forschungsvorhaben erachtet es der Wissenschaftsrat für sinnvoll, dass weitere HPC-Zentren außerhalb des NHR auf der Ebene 2 bestehen. In welchem Rahmen eine Finanzierung dieser Zentren ermöglicht wird, ist noch nicht geklärt. Auch Fragen der Fördermöglichkeit der Betriebskosten, die auf dieser Ebene einen signifikanten Anteil einnehmen werden, und der Personalkosten sind noch offen. Aktuell ist noch nicht absehbar, welchen Einfluss das NHR auf die anderen Bereiche im nationalen Hochleistungsrechnen nehmen wird.

Auf der Ebene 3 erachtet der Wissenschaftsrat die Finanzierungsstruktur aus Projekt- und DFG-Finanzierungen für HPC-Investitionen als adäquat. In Zukunft wird auch die Finanzierung der Betriebs- und Personalkosten, insbesondere für die Zentren der Ebene 3 mit Übergang zur Ebene 2, eine große Herausforderung darstellen. Eine Möglichkeit zur Förderung dieser Kosten auf dieser Ebene ist aktuell nicht vorgesehen.

Die Methodenentwicklung und -förderung innerhalb der aktuellen Förderprogramme des BMBF und der DFG haben einen mittelfristigen Zeithorizont. Inwiefern es anschließende bzw. ergänzende Förderprogramme geben wird, ist aktuell nicht absehbar. Eine langfristige, nachhaltige Förderung und Planungssicherheit im Bereich der Methodenexpertise ist bisher voraussichtlich nur für die Zentren im NHR vorgesehen. Gleiches gilt auch für die Pflege und Weiterentwicklung der wissenschaftlichen (Simulations-)Software.

4.2 HPC-Konzepte und -Organisationen neben der Gauß-Allianz

Es ist zu erwarten, dass sich die bestehenden HPC-Konzepte und Organisationen zur Unterstützung der lokalen, regionalen und nationalen Bedürfnisse im Bereich des Hochleistungsrechnens an die zukünftigen Rahmenbedingungen anpassen und zielgerichtet weiterentwickeln. Es ist zudem denkbar, dass weitere Bundesländer eigene landesspezifische Konzepte entwickeln werden, um den Bedarf der Forschung an HPC-Ressourcen und -Expertise gezielt zu adressieren und koordinieren.

Welche Rolle und organisatorische Form der Verbund von Kompetenzzentren für Nationales Hoch- und Höchstleistungsrechnen (NHR) in Zukunft annehmen wird, ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht absehbar. Auch der mögliche Einfluss des NHR auf andere Konzepte lässt sich nicht genau vorhersehen.

Die aktuelle Strategiediskussion lässt vermuten, dass sich die Mehrzahl der möglichen NHR-Zentren aus Mitgliedern der Gauß-Allianz zusammensetzen wird. Auch nach einer Einführung einer NHR-Struktur wird aber eine Abstimmung und Koordination zwischen den Ebenen benötigt, so dass die Aufgabe der Gauß-Allianz unabhängig davon relevant bleiben. Diese Koordination gewinnt noch einmal an Bedeutung, da der Finanzierungsabstand zwischen den neuen NHR-Zentren und Zentren der Ebene 3 gegenüber den aktuellen Strukturen noch einmal ansteigen wird. Es ist daher das Ziel der Gauß-Allianz, nach einer möglichen Einführung von NHR-Zentren, weiterhin das Bindeglied zwischen den heutigen Ebenen 1 und 3 zu bilden und hierbei in einem noch verstärkten Maße die Interessen aller HPC-Zentren und Nutzenden in Deutschland zu vertreten und die Zusammenarbeit mit dem Gauss Center for Supercomputing für die Ebene 1 und dem ZKI und ihrem Arbeitskreis Supercomputing für die Ebene 3 zu intensivieren und organisatorisch zu stärken.

4.3 Entwicklung des Bedarfs und der Anforderungen an HPC

Der simulationsbasierte Erkenntnisgewinn mit Hilfe des Hochleistungsrechnens hat sich als grundlegende Komponente des täglichen wissenschaftlichen Arbeitens in vielen Wissenschaftsgebieten aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften etabliert. Diese Bereiche werden auch in Zukunft einen hohen Bedarf an HPC-Ressourcen haben. Immer leistungsfähigere HPC-Systeme ermöglichen es diesen Wissenschaftsgebieten immer feinere und komplexere Modelle zu berechnen. Zum Teil erlauben sie es ihnen erstmalig, komplexe Modelle zu einem System zu koppeln und somit deren Abhängigkeiten untereinander zu berücksichtigen. Neben den klassischen Anwendungswissenschaften des HPC ist zu erwarten, dass in Zukunft weitere Wissenschaftsgebiete verstärkt HPC-Ressourcen und Methoden nachfragen. Durch den aktuellen Wandel hin zu verstärkter Digitalisierung und Technisierung unter anderem in den Geistes- und Lebenswissenschaften wird es in Zukunft einen hohen Bedarf an effizienten, leistungsfähigen Methoden und Infrastrukturen zur automatischen Wissensgenerierung und Datenanalyse geben. Nur mit Hilfe des „Computational Science and Engineering“ (CSE) wird es zukünftig möglich sein, dass neue Wissenschaftsgebiete das Hochleistungsrechnen für sich erschließen und die hochwertigen Ressourcen effektiv und effizient nutzen [16]. Die besondere Bedeutung des CSE für das wissenschaftliche Hochleistungsrechnen wird auch in der aktuellen Stellungnahme der Kommission für IT-Infrastruktur hervorgehoben [12].

Bedingt durch den Umgang mit großen Datenmengen und der Nutzung von cloud-basierten Diensten wird es in Zukunft einen vermehrten Bedarf für entsprechende Sicherheitsanforderungen und -konzepte auf allen Ebenen des HPC-Ökosystems in den Bereichen der Verfügbarkeit, Vertraulichkeit und Integrität geben. Auch muss die Netzinfrastruktur adäquat an die zu erwartenden Datenmengen angepasst werden.

4.4 Technische Entwicklungen

Der verstärkte Trend zur Nutzung von cloud-basierten Diensten zum Rechnen und Speichern wird voraussichtlich in den nächsten Jahren auch im Bereich des wissenschaftlichen Hochleistungsrechnens eine integrale Rolle einnehmen. Diese Entwicklung erfordert die Bereitstellung und Wartung von Infrastruktur, die Anpassung an die nötigen Sicherheitsanforderungen und den Ausbau transparenter Zugangsmöglichkeiten für die Nutzenden.

Im Wissenschaftsgebiet datenintensives Rechnen entwickeln sich unter dem Schlagwort „Big Data“ aktuell verschiedene Bereiche und Techniken zur Generierung von Erkenntnissen und Wissen. Dies führt zu einem erhöhten und stetig wachsenden Bedarf an Speicher und an Ressourcen zur Verwaltung, Verarbeitung und Analyse der Daten.

Deep Learning ist aktuell ein sehr vielversprechender und schnell wachsender Forschungszweig auf den Gebieten der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens zur automatischen Extraktion von Wissen aus Daten. Unterstützt wird dies durch eine starke Förderung durch kommerzielle Anbieter im Bereich der Hardware (GPGPU und Many-Core) und der zugehörigen Software. Die Herausforderungen für das Deep Learning liegen zum einen in der Datenmenge von bis zu mehreren PByte und zum anderen in einem hohen Bedarf an paralleler Rechenleistung für das Training der neuronalen Analysenetze und für die Analyse der Daten. Es ist zu erwarten, dass in den kommenden Jahren in vielen Anwendungswissenschaften verstärkt Deep Learning Techniken zur Datenanalyse im Bereich des wissenschaftlichen Hochleistungsrechnens zum Einsatz kommen werden.

Der Anstieg der Datenmengen und die deutschlandweit verteilte Nutzung von HPC-Ressourcen wird in Zukunft auch erhöhte Anforderungen an die Netz- und Kommunikationsinfrastruktur in und zwischen den verschiedenen Rechenzentren stellen. Insbesondere wird dies der Fall sein, wenn Rechenzeit für Projekte nicht explizit an einem Standort gewährt wird, bei einer örtlichen Trennung von Datenquellen (z.B. Mikroskope) und NHR-Systemen im Bereich des datenintensiven Rechnens oder wenn Kooperationen von Forschungsgruppen an verschiedenen Standorten angestrebt werden.

Es ist zudem zu erwarten, dass der Trend zur Nutzung von Beschleunigerkarten und Many-Core-Prozessoren auch in den nächsten Jahren anhalten und eine wichtige Rolle spielen wird. Eine Besonderheit ist dabei, dass Intel die aktuelle Version seines Many-Core-Prozessors Xeon Phi – Knights Landing – sowohl als Erweiterungskarte als auch als alleinstehenden Many-Core-Prozessor anbietet, sodass reine Many-Core-Maschinen ohne zusätzliche Host-Prozessoren möglich werden. Daraus resultieren neue Herausforderungen für das Software-Design zur effizienten Unterstützung zukünftiger heterogener Systeme.

5 Strategische Entwicklung der Gauß-Allianz

Ein balanciertes HPC-Ökosystem ist von strategischer Bedeutung für die deutsche Wissenschaft und ist bei seiner Weiterentwicklung zu erhalten. Diese Balance bezieht sich einerseits auf die Hard- und Software-Ausstattung (HPC-Infrastruktur), andererseits aber insbesondere auch auf die Betreuung der Wissenschaft (HPC-Anwendungswissenschaft) mit effektiven und innovativen Methodenwerkzeugen.

Forschende müssen dabei aus ihrem lokalen Umfeld der Ebene 3 durch Schulungsmaßnahmen und Beratung bei der Skalierung in die Ebene 2 oder 1 begleitet werden. Der Gauß-Allianz kommt hierbei als Bindeglied zwischen den Ebenen des HPC-Ökosystems eine zentrale Bedeutung zu. Die Qualität der Betreuung sowie die Durchlässigkeit zwischen den Ebenen stellt die Balance des Systems sicher.

Die Durchlässigkeit zwischen den Ebenen wird wesentlich durch Kommunikationsstrukturen unterstützt. Hierbei stellt die Kooperation mit Strukturen im Bereich der Ebene 3 – wie zum Beispiel mit dem ZKI-AK Supercomputing – ein Element dar. Derartige Kommunikationsstrukturen ergänzen einen breiten Zugang der Wissenschaft zum Beratungs- und Schulungsangebot von Gauß-Allianz und Gauss Centre for Supercomputing.

Die Mitglieder der Gauß-Allianz haben sich zum Ziel gesetzt, die wissenschaftliche Nutzbarkeit der HPC-Ressourcen in Deutschland optimal zu gestalten und einen maximalen Erkenntnisgewinn aus den HPC-Investitionen zu unterstützen.

Dies stützt sich auf die folgenden Säulen ab:

- Förderung der Forschung im Bereich HPC und Etablierung des HPC als eigener Forschungsbereich,
- Förderung der HPC-Ausbildung und Qualifizierung,
- Profilierung der Zentren hinsichtlich der unterstützten Anwendungswissenschaften, der Methodenforschung und der Anwendungssoftware,
- Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Ebenen 1 bis 3,
- Optimierung des Zugangs und der Nutzung der Systeme durch die Anwendungswissenschaftler durch Bündelung von Beratungsangeboten und Angebot von Schulungsmaterialien,
- Zusammenarbeit und Synergiefindung bei gemeinsamen Lösungen (Standards und Tools),

die detailliert in Abschnitt 5.2 beschrieben werden.

5.1 Vereinsstruktur

Die Gauß-Allianz wurde zur Schaffung nachhaltiger und effizienter Nutzungsstrukturen von Rechenressourcen der oberen Leistungsklassen auf Ebene 2 der HPC-Pyramide gegründet. Dieser Auftrag hat immer auch eine Schnittstellenfunktion beinhaltet, der einen transparenten Übergang von Anwendenden und Anwendungen zwischen den Ebenen 3 bis 1 ermöglicht.

Insbesondere bei einer Umsetzung der Vorschläge des Wissenschaftsrates zum Aufbau von NHR-Zentren und dem sich hierdurch vergrößernden Abstand zwischen Zentren der Ebene 3 und den darüber liegenden Ebenen würde die Bedeutung dieser Schnittstellenfunktion noch einmal anwachsen. Die Gauß-Allianz wird sich daher noch stärker als Plattform aller HPC-Zentren und Organisationen des deutschen HPC-Ökosystems von der Ebene 3 bis zur Ebene 1 inklusive dem Gauss Centre for Supercomputing und aller zukünftigen Strukturen und Gemeinschaften in Deutschland positionieren, die das Ziel verfolgen, das Hochleistungsrechnen in Deutschland mit einem entsprechenden Engagement zu fördern und weiter voranzubringen.

Zur Förderung der Ziele des Vereins und zur gezielten Stärkung des Wissenschaftsthemas Hochleistungsrechnen in Deutschland plant die Gauß-Allianz daher, sich in Zukunft noch breiter aufzustellen und somit das Spektrum der sich einander ergänzenden Anwendungs- und Methodenexpertisen der Gemeinschaft weiter auszubauen. Durch die verstärkten Aktivitäten der Gauß-Allianz soll der Verein für weitere Mitglieder – auch aus der bisherigen Ebene 3 der Leistungspyramide – offenstehen, um somit auch die Sichtbarkeit und die Bedeutung der Gauß-Allianz als Schnittstelle zwischen den Mitgliedern der Gauß-Allianz und HPC-interessierten Personen aus Wissenschaft und Wirtschaft in Deutschland weiterhin zu erhöhen. Hierfür ist es von entscheidender Bedeutung, dass weiterhin alle Ebenen des HPC-Ökosystems in Deutschland in der Gauß-Allianz vertreten sind und durch die Aktivitäten des Vereins vertreten werden.

5.2 Zukünftige Aufgaben und Kompetenzen

Der Schwerpunkt der Arbeit der Gauß-Allianz besteht in der Vernetzung der Mitglieder sowie der Erhöhung der Sichtbarkeit von deren HPC-Aktivitäten. Dies umfasst die Bereiche Öffentlichkeitsarbeit, Aus- und Weiterbildung, Beratung und der Abstimmung zwischen den Zentren zur Generierung von Synergieeffekten bzw. für eine vereinfachte Nutzung von immer komplexer werdenden Hochleistungsrechenressourcen. Die dafür notwendigen Dienste und Strukturen sollen durch die Gauß-Allianz bereitgestellt werden.

Auf die Einbindung der Ebene-3-Systeme, die die Basis der Leistungspyramide darstellen, und eine erhöhte Durchlässigkeit von Ebene 3 zu Ebene 2 und 1, soll in der Zukunft ein besonderer Fokus gelegt werden. Um dies zu stärken, wird durch den Aufbau eines Gauß-Allianz-Forums eine Kommunikations-Plattform geschaffen, die den Ebene-3-Zentren und allen weiteren am HPC interessierten Wissenschaftspartnern offenstehen soll. Mit einer breiteren Ausrichtung der Gauß-Allianz über alle Ebenen der Leistungspyramide hinweg schafft die Gauß-Allianz die Voraussetzungen, das HPC-Ökosystem in Deutschland ganzheitlich zu betrachten und darzustellen.

Dazu zählt insbesondere die zentrale Sammlung, Aufarbeitung und Präsentation von Daten und Informationen aus den Bereichen der HPC-Ressourcen, Methoden- und Anwendungsexpertisen und der HPC-Aktivitäten an den diversen Standorten. Dies wird es der Gauß-Allianz ermöglichen, bedarfsgerecht unterschiedlichste Anfragen – unter Umständen auch von klein- und mittelständischen Unternehmen – gemäß einem Governance-Modell an die jeweils besten Ansprechpartner weiterzuleiten und somit effiziente Informations-, Beratungs- und Servicestrukturen zu etablieren. Die Arbeiten zur Profilierung der Anwendungs- und Methodenwissenschaften der jetzigen Mitglieder nehmen dafür eine ganz zentrale Rolle ein.

5.2.1 Zusammenarbeit und Synergien

Durch Zusammenarbeit und Abstimmung der HPC-Zentren der Gauß-Allianz werden zum einen Synergien generiert, zum anderen soll aber auch versucht werden, einen Mehrwert für die HPC-Anwendenden zu schaffen. Das Spektrum der Gebiete für eine Zusammenarbeit ist vielfältig. Im Folgenden soll detailliert auf die Zusammenarbeit in den Bereichen Antragsverfahren, Zugang und Nutzung von HPC-Infrastrukturen und Beschaffung eingegangen werden.

Bei der Optimierung des Zugangs und der Nutzung sind zwei unterschiedliche Teilaspekte zu betrachten: die Antragsverfahren, mit denen Forschende die Nutzung von Kapazitäten auf den Systemen genehmigen lassen können und die technische Auslegung der Systeme.

Antragsverfahren

Deutschlandweit abgestimmte Antragsverfahren für den Zugang zu regionalen und nationalen HPC-Ressourcen sollen den Prozess der Antragsstellung vereinfachen, dessen Transparenz und Unabhängigkeit erhöhen sowie den bürokratischen Aufwand durch Wiederverwendbarkeit und Homogenisierung reduzieren. Lokale und regionale Rahmenbedingungen sollen dabei weiterhin mitberücksichtigt werden. Zudem soll die Zusammenarbeit der Lenkungsorgane gefördert und unterstützt werden.

Die Gauß-Allianz hat die folgenden Schwerpunkte zur Abstimmung und Optimierung von Antragsverfahren identifiziert:

- Detaillierte Beschreibung der Verfahren, Zugriff auf Informationen und zielgerichtete Vermittlung über das Portal der Gauß-Allianz,
- Abstimmung der Verfahren (Homogenisierung), soweit innerhalb lokaler/regionaler Rahmenbedingungen möglich und ohne Eingriff in die Verantwortung von Gremien und Governance-Strukturen und
- Entwicklungspartnerschaften bei Software-Systemen zur Verwaltung von Anträgen und Unterstützung von Begutachtungsverfahren.

Zugang und Nutzung von HPC-Infrastrukturen

Neben dem organisatorischen Zugang zu den HPC-Systemen stellt die Optimierung des technischen Zugangs eine wichtige Komponente in der anwenderorientierten Nutzung der nationalen HPC-Infrastruktur dar.

Eine detaillierte Darstellung der Systemeigenschaften und technischer Besonderheiten (z.B. Speicher je Prozessorkern, SMP-Knoten, Beschleunigerkarten, SSD-Speichersysteme, ...) sowie ein Überblick über die System- und Anwendungssoftware auf dem Web-Portal der Gauß-Allianz soll Anwendenden helfen das passende System für eine spezifische Problemstellung schneller zu identifizieren.

Angestrebt wird eine Abstimmung des technischen Zugangs (Autorisierung, Authentifizierung, Account-Vergabe, ...), wobei einerseits aufgrund der stetigen Weiterentwicklung der technologischen Möglichkeiten und den unterschiedlichen Rahmenbedingungen an den verschiedenen Standorten eine vollständige Vereinheitlichung weder möglich noch wünschenswert ist, wohl aber eine Reduktion der verschiedenen Varianten und Konfigurationen.

Darüber hinaus ist eine Abstimmung der angebotenen Systemschnittstellen auf den Systemen der Mitglieder der Gauß-Allianz innerhalb der lokalen Rahmenbedingungen wünschenswert. Dies betrifft z.B. die Konfiguration von Betriebssystemvarianten und Software-Paketen. Eine Vereinfachung in diesem Bereich würde vor allem für die Nutzung verschiedener Systeme und die Durchlässigkeit der verschiedenen Ebenen der Leistungspyramide eine Verbesserung bringen.

Für den Bereich Verwaltung und HPC-Administration möchte die Gauß-Allianz den Austausch von Erfahrungen und eine breitere Abstimmung bei Software-Entwicklungen fördern und unterstützen. Dies betrifft unter anderem Software aus den Gebieten HPC-Monitoring-, HPC-Managementsysteme und Datenmanagementsysteme.

Beschaffungen

Einer Zusammenarbeit bei Beschaffungen sind durch verschiedene Faktoren wie EU-Vergaberecht, Vertraulichkeit von Angeboten und einem Wettbewerb unter den verschiedenen Zentren in der Praxis enge Grenzen gesetzt. Es gibt allerdings einzelne Bereiche, in denen Synergien möglich sind und angestrebt werden sollten, sofern es die Rahmenbedingungen zulassen.

Eine enge Abstimmung im Bereich von (Abnahme-)Benchmarks für installierte Systeme und Abnahmekriterien für Neu-Installationen kann einen wesentlichen Beitrag zur Qualität und Effektivität leisten. Hierbei können die Mitglieder der Gauß-Allianz gegenseitig von Erfahrungen und Lösungsansätzen profitieren, Best-Practices und Empfehlungen austauschen und somit gerade in der Phase einer Neu-Installation und den damit verbundenen Tests unnötige Mehrarbeit vermeiden. Die Zusammenarbeit in der Erzeugung und Auswahl von Benchmarks entlastet die einzelnen Beschäftigten der Standorte und ist auch im Sinne der Anbieter und Systemhersteller vorteilhaft, da deren Benchmarking-Kosten bzw. Angebotskosten reduziert werden, ohne dass die Qualität des Angebots vermindert wird.

Eine Optimierung der Lizenzkosten für kommerzielle Software-Pakete kann sowohl durch eine abgestimmte Bedarfsanalyse und Profilierung der HPC-Zentren als auch durch entsprechende Beschaffungsk Kooperationen erzielt werden. Einige Bundesländer sind bei allgemeinen Software-Beschaffungen sehr erfolgreich bei der Beschaffung von Landeslizenzen oder Landesverträgen, die teilweise auch Öffnungsklauseln für weitere Einrichtungen enthalten.

Auch der ZKI hat bereits Erfolge bei der abgestimmten Verhandlung von Software-Lizenzverträgen erzielt. Einige Software-Hersteller ziehen solche Verhandlungen auch Einzelverhandlungen vor und sind bereit, dies mit entsprechenden Rabatten zu unterstützen. Auch im Bereich der HPC-Software lassen sich innerhalb der Gauß-Allianz oder auch in Zusammenarbeit mit Organisationen wie z.B. dem ZKI Synergien schaffen.

5.2.2 Beratung

Die Gauß-Allianz steht in erster Linie der Wissenschaft, aber in gleichem Maße auch der Wirtschaft (KMUs) und der Politik in beratender Funktion für den Bereich Hochleistungsrechnen zur Seite. Basierend auf den verschiedenen Expertisen der Mitglieder der Gauß-Allianz sollen andere Wissenschaftsbereiche in der Nutzung von HPC-Ressourcen und in der Entwicklung von effizienter Software für die jeweiligen Forschungsvorhaben unterstützt werden. Eine zielgerichtete Vermittlung der Anwendenden zu den jeweiligen Personen mit Expertise im Kompetenznetzwerk der Gauß-Allianz soll eine bestmögliche Beratung und effektive Lösungsentwicklung garantieren.

In einer Reihe von Bundesländern entstehen bereits HPC-Strategiekonzepte, die die lokalen Zentren der Ebene 3 unterstützen und mit der Ebene 2 verknüpfen. Die Gauß-Allianz kann hier – falls gewünscht – eine beratende Rolle bei landesübergreifenden Entwicklungen übernehmen.

Darüber hinaus bietet sie sich organisatorisch an, um die Bedürfnisse der verschiedenen Bereiche und Zielgruppen des Hochleistungsrechnens über alle Länder und Ebenen hinweg zusammenzuführen und zu konsolidieren.

In Zukunft soll ein öffentliches Gauß-Allianz-Forum für einen Wissenstransfer im Hochleistungsrechnen etabliert werden, an welches keine Aufnahmekriterien oder Aufgaben gebunden sind. Dieses soll als Plattform dienen um Forschende, HPC-Interessierte und Organisationen aus der Wissenschaft und Wirtschaft besser miteinander zu verbinden und den Austausch dieser mit den HPC-Zentren in Deutschland zu fördern.

Community-Building – Gauß-Allianz-Forum

Die Rechenzentren und Systeme der Ebene 3 übernehmen eine wichtige Rolle, um in der Breite Anwendergruppen an das HPC heranzuführen. Daneben gibt es eine gute Reihe von anderen Wissenschaftspartnern, die ebenfalls am HPC interessiert sind. Bis auf regionale Kompetenzverbünde sind diese Zentren kaum organisiert. Ein Informationsaustausch erfolgt derzeit durch den ZKI Arbeitskreis Supercomputing. Um eine Zusammenarbeit für eine nationale Kooperationsstruktur sicherzustellen, ist die Einrichtung des Gauß-Allianz-Forums geplant. Das Forum bietet eine Plattform, um den Austausch zwischen den verschiedenen Partnern im HPC – insbesondere auch den Zentren der Ebene 3 – zu gewähren. Ziel ist die Entwicklung von gemeinsamen Positionen und der Austausch zu gemeinsamen Beratungs- und Schulungsangeboten. Die Gauß-Allianz organisiert hierfür regelmäßige Termine des Forums und eine Kommunikationsplattform für den internen Austausch. Ergänzend bietet sich die Entwicklung eines Formats innerhalb des HPC-Portals an, in dem sich die Ebene-3-Zentren präsentieren können.

5.2.3 Qualifizierung, Aus- und Weiterbildung

In dem Bereich der Qualifizierung, Aus- und Weiterbildung verfügen die Mitglieder der Gauß-Allianz über entsprechende regionale Ausbildungskonzepte. Jedes Zentrum bietet bereits Informationen, Veranstaltungen und Kurse zu grundlegenden HPC-Themen an, z.B. für die Benutzung der eigenen HPC-Ressourcen und der Verwendung der grundlegenden HPC-Techniken. Für die darauf aufbauenden Themen und insbesondere bei Spezialthemen ist geplant, ein abgestimmtes überregionales Ausbildungskonzept zu entwickeln und zu etablieren. Dabei sollen die Zentren ihre Angebote bei denen sie eine besondere Expertise besitzen, in einen nationalen Fokus rücken, beispielsweise auf Basis ihrer speziellen Methoden- und Anwendungsexpertise und unter Einbeziehung von Personen mit Expertise aus den jeweiligen Anwendungswissenschaften.

Neben der bereits bestehenden koordinierten Ankündigung von Veranstaltungen über den Gauß-Allianz-Infobrief ist die Einrichtung und Etablierung eines elektronischen nationalen

HPC-Veranstaltungskalenders geplant. Darüber hinaus soll der Aufbau einer Plattform zur Bereitstellung und zum Austausch von Ausbildungsmaterialien die Ausbildungsaktivitäten unterstützen und Expertisen bündeln.

Zur Förderung des Wissenstransfers und des Erfahrungsaustausches zwischen den Mitgliedern der Gauß-Allianz in den Bereichen der Anwendungs- und Methodenexpertisen sowie in der HPC-Administration und -Verwaltung sollen dynamische und flexible Austauschprogramme für die Beschäftigten der Zentren etabliert werden. Ziel soll es sein, Beschäftigten den Besuch anderer Zentren zu erleichtern und gegenseitig von Erfahrungen und Best Practices zu profitieren. Dies soll die Lösung von Herausforderungen aus den jeweiligen Bereichen unterstützen und beschleunigen sowie den Arbeitsaufwand reduzieren.

Der Informationsaustausch auf Technischer- und Betriebsebene ist insbesondere für die Durchlässigkeit in Richtung höherer Leistungsebenen bedeutend.

Eine zentrale Sammlung und Darstellung der Ausbildungsmöglichkeiten an den verschiedenen Zentren und Universitäten soll in Zukunft die Sichtbarkeit des Themas Ausbildung im Bereich Hochleistungsrechnen und CSE verbessern. Dies soll zum Beispiel Studierenden einen vereinfachten Einstieg und Überblick über das Thema HPC und die verschiedenen Entwicklungsmöglichkeiten bieten. Eine wichtige Rolle wird dabei das Web- und Informations-Portal der Gauß-Allianz als zentrale Anlaufstelle im Internet einnehmen.

5.2.4 Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit ist eines der wichtigsten Mittel für den strategischen Aufbau von Beziehungen zwischen den Mitgliedern der Gauß-Allianz und der Wissenschaft und Wirtschaft. Die Kernaufgaben der Öffentlichkeitsarbeit der Gauß-Allianz sind die Erhöhung des Bekanntheitsgrads des Vereins, die Informationsversorgung mit Neuigkeiten des nationalen HPC-Umfeldes und eine zentrale Kontakt- und Vermittlungsfunktion.

Die Sicherstellung der Informationsversorgung der HPC-Gemeinschaft in Deutschland mit aktuellen Themen des nationalen Hoch- und Höchstleistungsrechnens ist weiterhin eine strategische Aufgabe der Gauß-Allianz. Hierfür kann auf die bereits etablierten Kommunikations- und Informationsstrukturen aus dem Gauß-Allianz-Infobrief aufgebaut werden. Mit dem beobachtbaren Trend in der Gesellschaft hin zur elektronischen Informationsversorgung besteht zudem das Potenzial, neben dem existierenden postalischen und elektronischen Versand in Form eines Print-Layouts, neue Kommunikationskanäle z.B. über soziale Medien für die Zwecke der Gauß-Allianz zu erschließen. Damit sollen sowohl moderne Technologien für die Informationsaufbereitung genutzt als auch neue Nutzergruppen erschlossen und Akzeptanz, Sichtbarkeit und Attraktivität gesteigert werden.

Die Erhöhung der Sichtbarkeit und die Erschließung neuer Nutzergruppen sollen darüber hinaus mit Hilfe eines innerhalb der Gauß-Allianz abgestimmten Konzeptes zur Präsenz auf Messen ermöglicht werden. Zu den Kernmessen in Deutschland gehören dabei die einschlägige Konferenz zum Thema Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Deutschland, Europa und weltweit „International Supercomputing Conference (ISC)“ zur Sichtbarkeit in der nationalen und internationalen HPC-Gemeinschaft sowie die CeBIT zur Sichtbarkeit und Kontaktaufnahme zu neuen Nutzergruppen aus Wissenschaft und Wirtschaft. Auf der ISC sollen in Zukunft alle Mitglieder der Gauß-Allianz vertreten sein, sowohl mit den Ständen der bereits vertretenen Mitglieder als auch mit einem Gemeinschaftsstand aller bisher noch nicht vertretenen Mitglieder. Langfristig soll versucht werden, die Zusammengehörigkeit der Mitglieder in der Gauß-Allianz mit Hilfe eines mit den Organisatoren der ISC abgestimmten Raumkonzeptes „Konzept der Zusammenführung zu einer Gauß-Allianz Fläche“ sichtbar zu gestalten. Auf der CeBIT wird unter der Voraussetzung der Finanzierbarkeit ein Gemeinschaftsstand angestrebt.

Eine wesentliche Aufgabe der Öffentlichkeitsarbeit muss es darüber hinaus sein, den Nutzen und Einfluss von HPC für das öffentliche Leben („Social Impact“) einfach und verständlich darzustellen sowie die Möglichkeiten und Eigenschaften des HPC zu vermarkten. Dies soll in Zukunft mit Hilfe von Informationsveranstaltungen und Fallstudien beginnend mit einigen Schlüsselprojekten der Gauß-Allianz-Mitglieder realisiert werden.

Zur Unterstützung der Präsenz auf Messen, von Informationsveranstaltungen und der Breitenwerbung sollen gemeinsame Materialien (z.B. in Form von Broschüren und Präsentationen) mit dem Leistungsportfolio der GA-Mitglieder im Bereich der Anwendungs- und Methodenexpertisen, zur Darstellung des gesellschaftlichen Einflusses von HPC auf das alltägliche Leben und in den Anwendungswissenschaften erstellt werden.

5.2.5 Begleitforschung und -Entwicklung

Die Möglichkeiten zur Zusammenarbeit und zur Weiterentwicklung der Begleitforschung in den Bereichen

- Algorithmen, Methoden- und Software-Entwicklung,
- Sichtbarkeit, Verwertung, Nachhaltigkeit von HPC-Projekten

werden noch zwischen den Mitgliedern abgestimmt.

Die Mitglieder kooperieren untereinander bereits in vielfältiger bi- und multilateraler Weise im Zusammenhang von Förderprojekten oder aufgrund gemeinsamer inhaltlicher Interessen.

5.2.6 Services

Als zentrale Schnittstelle zwischen den HPC-Zentren der Gauß-Allianz und sowohl HPC-affinen als auch HPC-nichtaffinen Nutzergruppen aus Wissenschaft und Wirtschaft soll die bisherige Webpräsenz der Gauß-Allianz als zentrales Informations-, Beratungs- und Service-Portal mit den folgenden Kernaufgaben strategisch positioniert und etabliert werden:

- Überblick über das HPC-Ökosystem in Deutschland in den Bereichen HPC-Ressourcen, Software, sowie Methoden- und Anwendungsexpertisen,
- Vermittlung und Beratung basierend auf den Methoden- und Anwendungsexpertisen und dem HPC-Ressourcen-Bedarf gemäß eines abgestimmten Governance-Modells
- Öffentlichkeitsarbeit,
- Self-Service-Portal zur Verwaltung von Newslettern und Infobrief, HPC-Veranstaltungen, (BMBF-) Forschungsprojektseiten, HPC-Software und Methodenexpertisen und HPC-Ressourcen,
- Kommunikationskanäle für bedarfsgerechte Informationsversorgung,
- Plattform zur Bereitstellung und zum Austausch von Ausbildungsmaterialien, IT-Diensten, Software-Stacks,
- Portal zur Unterstützung im Bereich der Antragsverfahren und des Zugangs zu den HPC-Infrastrukturen.

Das HPC-Portal bildet somit eine Kernkomponente für einen erfolgreichen (Erst-)Kontakt und eine Vermittlung zwischen den Nutzergruppen und den HPC-Zentren.

Zur Unterstützung des Kernbereiches „Aus- und Weiterbildung“ soll ein elektronischer, interaktiver, deutschlandweiter HPC-Veranstaltungskalender für Veranstaltungen, Weiterbildungen u. ä. aus dem Bereich des Hochleistungsrechnens geschaffen werden, der es den Nutzergruppen einfach und effizient erlaubt nach thematischen, zeitlichen und örtlichen Kriterien die passenden Veranstaltungen zu finden. Ein wesentliches Akzeptanzkriterium des Kalenders besteht darin, den Aufwand für die Verwaltung der Veranstaltungen möglichst gering zu halten, d.h. die Vermeidung der manuellen Pflege von mehreren Veranstaltungslisten an den jeweiligen Einrichtungen. Dafür werden entsprechende Schnittstellen benötigt, die es erlauben, bestehende Veranstaltungslisten automatisiert zu importieren aber auch die Möglichkeit eröffnen, Teilinformationen gemäß selbstdefinierter Kriterien aus dem Veranstaltungskalender zu exportieren und einfach auf den eigenen Webpräsenzen zu integrieren.

Der bisherige Hostingansatz von Projektseiten innerhalb des Gauß-Allianz-HPC-Informationportals soll zu einem integrierten Service weiterentwickelt werden. Projektinhalte können damit an einer zentralen Stelle innerhalb des HPC-Portals erstellt, verwaltet und wiederverwendet

werden. Trotz der Verwendung eines einheitlichen Template soll die Möglichkeit individueller Designs und der Verknüpfung mit einer individuellen Domain gewahrt werden. Durch die Nutzung dieses Service sollen sich für die Projektleiter und -mitglieder folgende Vorteile ergeben:

- Erstellung und Nutzung von individuellen Projektseiten bei gleichzeitiger Aktualität der Daten innerhalb des HPC-Informationportal und der individuellen Projektseiten,
- Pflege von Informationen nur an einer Stelle notwendig,
- Wiederverwendung von Infrastruktur und Technologie,
- Erhöhung der Sichtbarkeit der wissenschaftlichen Ergebnisse,
- Schaffung von freien Kapazitäten für die eigentliche Projektarbeit durch Reduzierung des Arbeitsaufwands im Bereich der Administration von Web-Servern, Content-Management-Systemen und der Search-Engine-Optimisation (SEO),
- Nachhaltige Verfügbarkeit und Sichtbarkeit der Projektergebnisse.

5.3 Was kann die GA nicht leisten?

Die Zusammenarbeit und Koordinierung in der Gauß-Allianz über alle Ebenen der Leistungspyramide basiert auf Konsens und dem gemeinsamen Interesse das Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Deutschland zu fördern. Daher kann die Gauß-Allianz aufgrund fehlender Unabhängigkeit bzw. möglicher Konfliktpotentiale die folgenden Aufgaben voraussichtlich nicht leisten:

- Begutachtungen bzw. Entscheidungen im Bereich „Finanzierung“,
- Beschaffungs- und Antragsentscheidungen.

5.4 Organisatorische Ausrichtung und Governance-Strukturen

Mit einer breiteren Ausrichtung – wie in Abschnitt 5.1 beschrieben – sowie dem Auslaufen der PSL ergibt sich die Notwendigkeit für die Gauß-Allianz, die bestehende Mitgliederstruktur an die zukünftigen Gegebenheiten anzupassen. Dies beinhaltet sowohl die Mitgliedertypen mit den entsprechenden Rechten und Pflichten, den Kriterien für die Einordnung in die Mitgliedertypen und als Konsequenz die Anpassung der Satzung unter Berücksichtigung der Aspekte der Gemeinnützigkeit des Vereins. Es ist jedoch vereinbart, dass die Zahl der Mitglieder nicht sinkt, sondern eher weiteren Mitgliedern zum Beispiel aus der Ebene 3 die Möglichkeit gegeben wird, auch Mitglied im Gauß-Allianz e.V. zu werden.

6 Empfehlungen und Perspektiven

Ein nachhaltiges und balanciertes HPC-Ökosystem ist von wesentlicher Bedeutung für die Versorgung der deutschen Wissenschaft mit HPC-Ressourcen. Forschende müssen dabei aus ihrem lokalen Umfeld der Ebene 3 durch abgestimmte Konzepte in der HPC-Infrastruktur, Schulungsmaßnahmen und Beratung bei der Skalierung in die Ebene 2 oder 1 begleitet werden. Die Qualität der Betreuung sowie die Durchlässigkeit zwischen den Ebenen stellt die Balance des Systems sicher. Der Gauß-Allianz kommt hierbei als Bindeglied zwischen den Ebenen des HPC-Ökosystems eine zentrale Bedeutung zu. Aus diesem Grund wurden in den letzten Jahren gezielt neue Mitglieder der Ebene 3 in den Verein aufgenommen.

Auch in einer künftigen NHR-Struktur wird ein Organ zur Abstimmung und technischen Koordination zwischen den HPC-Zentren benötigt. Dies erfordert eine Einbindung aller Zentren von Ebene 3 bis 1, da diese gemeinsam ein HPC-Ökosystem mit der notwendigen Durchlässigkeit bilden. Ebenso ist sicherzustellen, dass auch den Interessen der Länder als Verantwortliche für die regionale wirtschaftliche Strukturentwicklung geeignet Rechnung getragen wird.

Die Gauß-Allianz kann als zentrales Organ die Abstimmung und technische Koordination übernehmen und hat in den letzten Jahren erste erfolgreiche Schritte unternommen, um diese Aufgabe zu erfüllen. Um Relevanz in einem möglichen NHR-System zu besitzen, wird die Gauß-Allianz ihre erfolgreiche Entwicklung fortsetzen. Hierzu gehören als notwendige Voraussetzungen:

- Geeignete Einbindung der Ebene-3-Zentren in einen konstruktiven Austausch,
- Aufbau von Strukturen zur Berücksichtigung der landesspezifischen Anforderungen der Ebene-2-Zentren,
- Einrichtung abgestimmter Antragsverfahren unter Berücksichtigung und Einbindung etablierter lokaler und regionaler Rahmenbedingungen.

Bei der Einführung von koordinierten Begutachtungsverfahren auf Ebene 1 und 2 muss sichergestellt werden, dass auch für Projekte, die im Begutachtungsverfahren auf Ebene 3 verwiesen werden, eine adäquate Ressourcenausstattung auf Länderebene zur Durchführung der Projekte zur Verfügung steht.

Bei der Gestaltung des HPC-Ökosystems kann die Gauß-Allianz deshalb insbesondere in den folgenden vier wichtigen Bereichen konstruktiv mitwirken:

Hardware und Infrastrukturen

- Das Potenzial vielversprechender, innovativer Hardware (Many-Core, GPGPU, FPGA, ...) wird meist auch auf Ebene 3 untersucht und häufig dann im Bottom-Up-Prinzip in entsprechender Größenordnung auf den Ebenen 2 und 1 installiert. Für eine abgestimmte HPC-Infrastruktur ist es von entscheidender Bedeutung, dass ein Erfahrungsaustausch zwischen allen Ebenen stattfindet und dies in den Bedarfsanalysen der Ebenen 2 und 1 berücksichtigt wird. Eine Einschränkung der Skalierung auf die nächsthöhere Ebene aufgrund fehlender bzw. nicht ausreichender Ausstattung mit innovativer HPC-Hardware für bestimmte Forschergruppen und Wissenschaftsbereiche sollte vermieden werden. Es ist jedoch klar, dass nicht jeder Trend auf den Ebenen 2 und 1 ermöglicht werden kann.
- Zur Unterstützung der zukünftigen Entwicklungen in den Bereichen der thematisch-verteilten NHR-Zentren sowie des Big Data werden aller Voraussicht nach noch leistungsfähigere Netz-Infrastrukturen benötigt. Diese sollten an die zukünftigen Bedarfe adäquat angepasst werden.

Die Gauß-Allianz kann die Erfahrungen mit innovativen Architekturen auf allen Ebenen bündeln und in die Weiterentwicklung der nationalen Infrastruktur einbringen.

Finanzierung

- Eine nachhaltige Finanzierungsstruktur für Investitions-, Betriebs- und Personalkosten auf allen Ebenen des HPC-Ökosystems ist für die Balance des Systems unabdingbar. Ein Verlust von Methoden- und Beratungskompetenz durch Unterfinanzierung der GA-Zentren, die eventuell nicht zu den NHR-Zentren gehören werden, muss vermieden werden.
- Neben einer möglichen NHR-Struktur, welche teilweise Aufgaben im Bereich der Entwicklung der Methodenexpertise sowie der Code-Modernisierung übernehmen könnte, werden darüber hinaus im Bereich der Forschungsförderung weiterhin nachhaltige und dem Bedarf angepasste Finanzierungs- und Förderkonzepte für eine strategische Positionierung des nationalen HPC-Ökosystems benötigt.

Die Gauß-Allianz kann die politische Diskussion zur Finanzierung einer alle Ebenen des Hochleistungsrechnens in Deutschland umfassenden HPC-Infrastruktur im Hinblick auf eine nachhaltig tragfähige Lösung kompetent begleiten.

Zugang, Organisation und Governance

- Bei einer möglichen Einrichtung von national verteilten, thematischen NHR-Zentren wird es einen (neuen) Bedarf für einfachere Authentifizierungsprozesse bei dem Zugang zu HPC-Infrastrukturen (Einrichtung von Accounts, ...) geben. Die Nutzung bestehender Authentifizierungsstrukturen wie DFN-AAI und der Entwicklung eines Service-Portals für alle Ebenen könnte die Klarheit und Transparenz bei der Authentifizierung erhöhen und somit zu einem Mehrwert für die Anwendenden führen.
- Auch für nichtlokale, über Deutschland verteilte Forschende bedarf es nach einfachen technischen Zugängen zu HPC-Infrastrukturen, die in entsprechenden Konzepten auf allen Ebenen abgestimmt, entwickelt und umgesetzt werden sollten.
- Im Hinblick auf die Übernahme von aufgrund von Kapazitätsgründen auf Ebene 2 abgewiesenen Anträgen bzw. von bisherigen Ebene-3-Projekten, die einen sehr hohen Ressourcenbedarf haben, sollten transparente Prozesse und Verfahren zur organisatorischen Abstimmung und Übernahme zwischen NHR-Zentren und Zentren der Ebene 3 etabliert werden.
- Beim Übergang von der derzeitigen Versorgung auf Ebene 2 hin zu einer thematischen Profilierung der NHR-Zentren muss vermieden werden, dass einzelne Wissenschaftsgebiete aufgrund der Profilierung der Zentren von der Versorgung mit HPC-Ressourcen ausgeschlossen werden. Die Balance des HPC-Ökosystems muss auch unter Berücksichtigung der Notwendigkeit der Profilierung gewährleistet bleiben.

Die Gauß-Allianz kann die Weiterentwicklung sowohl nutzerzentrierter als auch betrieblich angebrachter Zugangsmechanismen vorantreiben und so den Nutzern einen leichteren Zugang zu allen Ebenen des deutschen HPC-Ökosystems erschließen.

Antragsverfahren

- Deutschlandweit abgestimmte Antragsverfahren für den Zugang zu regionalen und nationalen HPC-Ressourcen können den Prozess der Antragsstellung für HPC-Nutzende, Gutachterinnen und Gutachter sowie Zentren vereinfachen und somit einen signifikanten Mehrwert bieten.
- Bei der Abstimmung der Antragsverfahren sollten lokale wie auch regionale Rahmenbedingungen mitberücksichtigt werden. Zudem sollte dabei die Zusammenarbeit der Lenkungsorgane gefördert und unterstützt werden.

Die Gauß-Allianz kann die Randbedingungen für ein abgestimmtes Antragsverfahren darstellen und im Hinblick auf die Akzeptanz einer solchen Lösung durch die Gremien an den verschiedenen Standorten vertrauensbildend wirken.

7 Glossar

A

abayfor • *Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Forschungsverbände*
ACM • *Association for Computing Machinery*
AHRP • *Allianz für Hochleistungsrechnen Rheinland-Pfalz*

B

BMBF • *Bundesministerium für Bildung und Forschung*
BMVI • *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur*
bwHPC • *Hochleistungsrechnen in Baden-Württemberg*

C

CSC • *Center for Scientific Computing, Goethe-Universität Frankfurt*
CSE • *Computational Science and Engineering*

D

DESY • *Deutsches Elektronen-Synchrotron*
DFG • *Deutsche Forschungsgemeinschaft*
DFN • *Deutsches Forschungsnetz*
DFN-AAI • *Authentifikations- und Autorisierungs-Infrastruktur des DFN*
DKRZ • *Deutsches Klimarechenzentrum*
DV-ISA • *Arbeitskreis DV-Infrastruktur der Hochschulen in NRW*
DWD • *Deutscher Wetterdienst*

E

EGI.eu • *European Grid Infrastructure Foundation*

F

FAU • *Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg*
FPGA • *Field-programmable Gate Array*
FUGB • *Förderung von Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten nach Art. 91b GG*

G

GA • *Gauß-Allianz*
GCS • *Gauss Centre for Supercomputing*
GPGPU • *General Purpose Graphics Processing Unit*
GWDG • *Gesellschaft für wissenschaftliche Datenverarbeitung Göttingen mbH*

H

HKHLR • *Hessisches Kompetenzzentrum für Hochleistungsrechnen*
HLRN • *Norddeutscher Verbund für Hoch- und Höchstleistungsrechnen*
HLRS • *Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart*
HPC • *engl. "High Performance Computing", dt: "Hochleistungsrechnen"*
HRZ • *Hochschulrechenzentrum, Technische Universität Darmstadt*

I

IEEE • *Institute of Electrical and Electronics Engineers*
IKM • *Information, Kommunikation und Medien*
IWR • *Interdisziplinäres Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen, Heidelberg*

J

JGU • *Johannes Gutenberg-Universität Mainz*
JSC • *Jülich Supercomputing Centre, Forschungszentrum Jülich*

K

KIT • *Karlsruher Institut für Technologie*
KMU • *Kleine und mittlere Unternehmen*
KONWIHR • *Kompetenznetzwerk für Wissenschaftliches Höchstleistungsrechnen in Bayern*

L

LRZ • *Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften*
LUIS • *Leibniz Universität IT Services, Leibniz Universität Hannover*

M

MIWF • *Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung*
MPCDF • *Max Planck Computing and Data Facility*

N

NGI-DE • *Nationale Grid-Initiative Deutschland*
NHR • *Nationales Hoch- und Höchstleistungsrechnen*

P

PATC • *PRACE Advanced Training Centre*
PRACE • *Partnership for Advanced Computing in Europe, Partnership for Advanced Computing in Europe*
PSL • *programmatisch-strukturelle Linie Hochleistungsrechner*

R

RRZE • *Regionales Rechenzentrum Erlangen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg*

S

SCC • *Steinbuch Centre for Supercomputing, Karlsruher Institut für Technologie*
SEO • *Search-Engine-Optimisation*
SMP • *Symmetric multiprocessing*
SPPEXA • *Schwerpunktprogramm 1648 „Software für Exascale-Computing“*
SSD • *Solid-State Drive*

Z

ZDV • *Zentrum für Datenverarbeitung, Johannes Gutenberg-Universität Mainz*
ZIB • *Zuse Institute Berlin*
ZIH • *Zentrum für Informationsdienste und Hochleistungsrechnen, Technische Universität Dresden*
ZKI • *Zentren für Kommunikation und Informationsverarbeitung*

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung des deutschen HPC-Ökosystems mittels einer Leistungspyramide nach der Leistungsstufe	15
Abbildung 2: Organigramm der Gauß-Allianz e.V.	18
Abbildung 3: Detaillierter Überblick über die Kernwissenschaftsgebiete im Bereich der Anwendungswissenschaften	20
Abbildung 4: Detaillierter Überblick über die Kernkompetenzen der Methodenexpertisen	21
Abbildung 5: Verteilung der 330 Beiträge in den ersten 43 Ausgaben des Infobriefes nach Themenkategorien	21
Abbildung 6: Verteilung der Prozessorhersteller innerhalb der Gauß-Allianz auf Basis der Prozessorkerne kategorisiert nach Leistungsfähigkeit der Systeme.	40
Abbildung 7: Verteilung der Prozessorgenerationen innerhalb der Gauß-Allianz kategorisiert nach Leistungsfähigkeit der Systeme.	40
Abbildung 8: Verteilung des Arbeitsspeicher pro Kern – Verhältnis der Systeme der Gauß-Allianz kategorisiert nach der Leistungsfähigkeit der Systeme	41
Abbildung 9: Anteil der Systeme mit Beschleunigern (links), Ausstattung der Systeme mit Beschleunigern mit GPGPUs bzw. Many-Core-Prozessoren (Minimum (MIN), Maximum(MAX), Durchschnitt (AVG), Gesamtsumme (SUM)).....	41
Abbildung 10: Statistische Darstellung (Minimum (MIN), Maximum(MAX), Durchschnitt (AVG), Gesamtsumme (SUM)) der theoretischen Gesamtleistung der Systeme der Gauß-Allianz kategorisiert nach der Leistungsfähigkeit der Systeme.	42

Literaturverzeichnis

- [1] European Media Laboratory GmbH, **High Performance Computing in Deutschland: Argumente zur Gründung einer strategischen Allianz**, Heidelberg 14./22. September 2006
- [2] Gauss Centre for Supercomputing, **High Performance Computing in Deutschland: Gedanken zur Fortschreibung eines nationalen HPC-Versorgungs- und Nutzungskonzeptes**, Berlin, 15.09.2011
- [3] ZKI e.V., **Weiterentwicklung des Hochleistungsrechnens in Deutschland**, Heilbronn, 02.12.2013
- [4] Hannes Hartenstein, Thomas Walter und Peter Castellaz, **Aktuelle Umsetzungskonzepte der Universitäten des Landes Baden-Württemberg für Hochleistungsrechnen und datenintensive Dienste, Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation**, Band 36, Heft 2, Mai 2013, De Gruyter
- [5] Wissenschaftsrat, **Empfehlungen zur Einrichtung einer programmatisch-strukturellen Linie „Hochleistungsrechner“ im Rahmen der Förderung von Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten nach Art. 91b Abs. 1 Nr. 3 GG**, Drs. 8619-08, Berlin, 4. Juli 2008
- [6] Wissenschaftsrat, **Positionspapier „Strategische Weiterentwicklung des Hoch- und Höchstleistungsrechnens in Deutschland“**, Drs.1838-12, Berlin, Januar 2012
- [7] Wissenschaftsrat, **Empfehlungen zur Finanzierung des Nationalen Hoch- und Höchstleistungsrechnens in Deutschland**, Drs. 4488-15, Stuttgart, 24. April 2015
- [8] H.-G. Hegering, **Auf dem Wege zu einem nationalen und europäischen HPC-Konzept., Gauß-Zentrum, HPC-Allianz, PRACE**, Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation 31 (1), 57-61, München, 2008, K.G. Saur Verlag
- [9] **Hessisches Kompetenzzentrum für Hochleistungsrechnen (HKHLR)**, <http://www.hpc-hessen.de>
- [10] Deutsche Forschungsgemeinschaft, **Informationsverarbeitung an Hochschulen – Organisation, Dienste und Systeme**, Empfehlungen der Kommission für IT-Infrastruktur für 2011-2015, Bonn, 2010
- [11] **Umsetzungskonzepte für Hochleistungsrechnen in Baden-Württemberg - bwHPC**, https://www.bwhpc-c5.de/bwhpc_konzept.php, Stand: 16.03.2016
- [12] Deutsche Forschungsgemeinschaft, **Informationsverarbeitung an Hochschulen – Organisation, Dienste und Systeme**, Stellungnahme der Kommission für IT-Infrastruktur für 2016-2020, Bonn, 2016
- [13] **Ausführungsvereinbarung über die gemeinsame Förderung von Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten**, <http://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Papers/AV-FuG.pdf>, Stand 15.4.2016
- [14] Wissenschaftsrat, **Leitfaden zur Begutachtung von Forschungsbauten – gültig ab Förderphase 2017**, Drs. 4554-15, Stuttgart, 24. April 2015
- [15] Intersect360 Research, **HPC Application Support for GPU Computing**, November 2015
- [16] Wissenschaftsrat, **Positionspapier “Bedeutung und Weiterentwicklung von Simulation in Wissenschaft”**, Drs. 4032-14, Dresden, 11. Juli 2014

Anhang

Technische Details innerhalb des nationalen HPC-Ökosystems

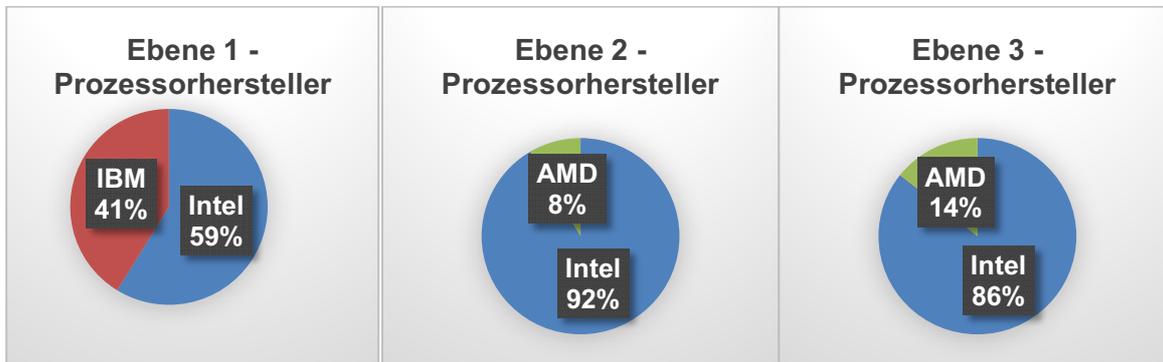


Abbildung 6: Verteilung der Prozessorhersteller innerhalb der Gauß-Allianz auf Basis der Prozessorkerne kategorisiert nach Leistungsfähigkeit der Systeme.

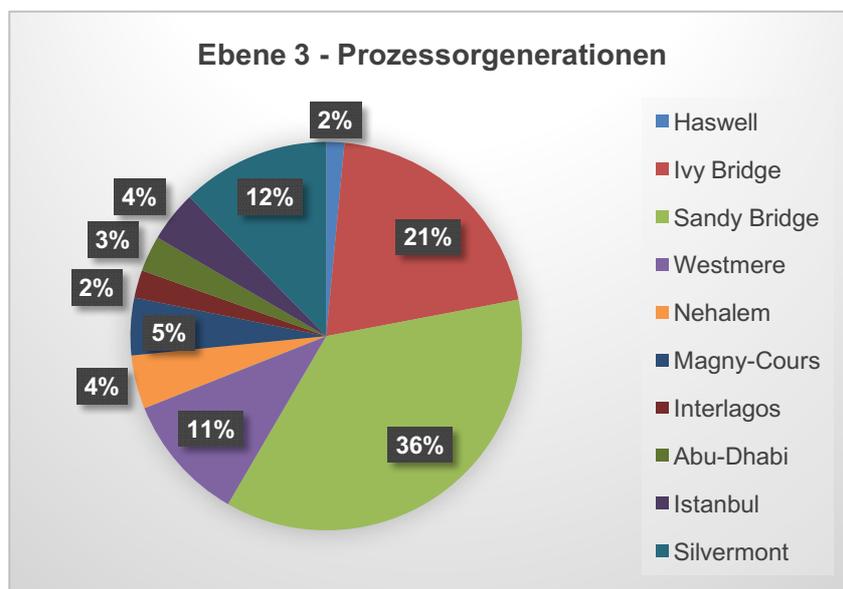
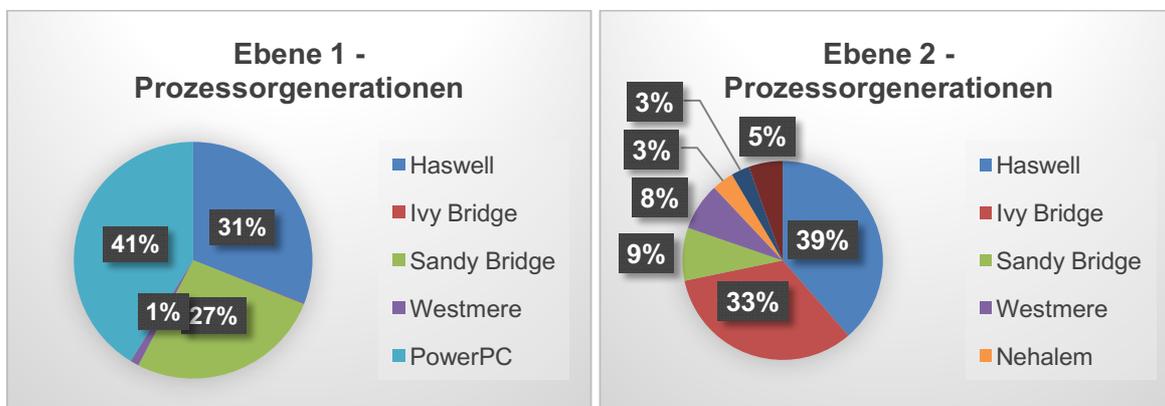


Abbildung 7: Verteilung der Prozessorgenerationen innerhalb der Gauß-Allianz kategorisiert nach Leistungsfähigkeit der Systeme.

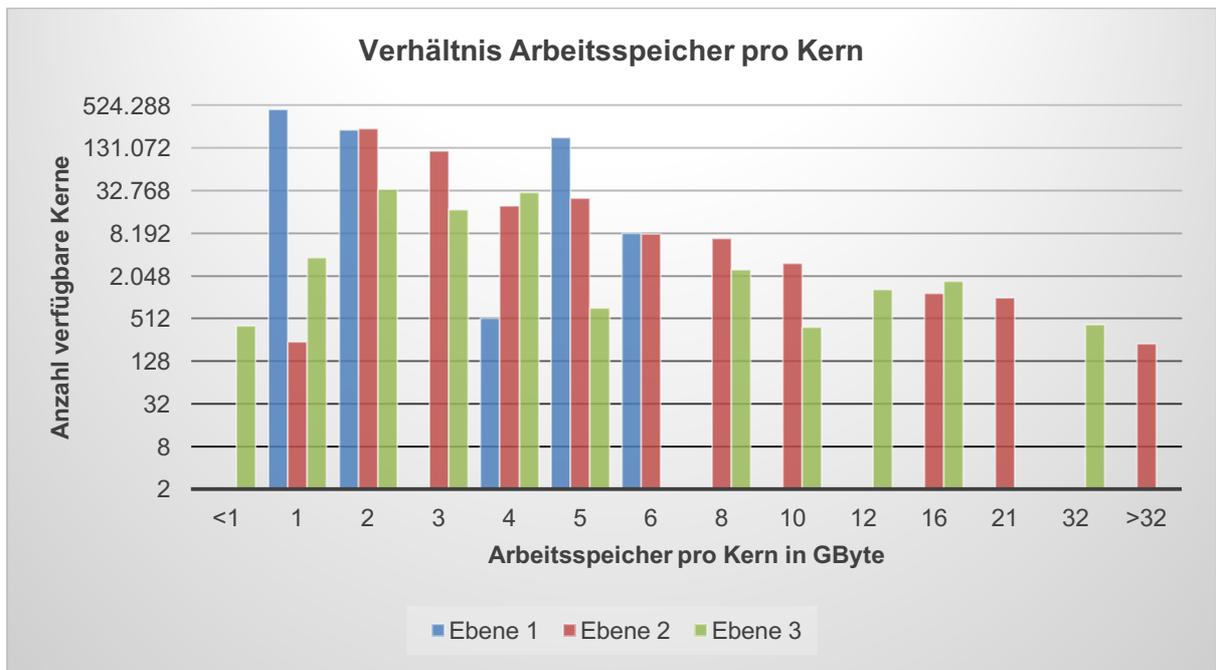


Abbildung 8: Verteilung des Arbeitsspeicher pro Kern – Verhältnis der Systeme der Gauß-Allianz kategorisiert nach der Leistungsfähigkeit der Systeme

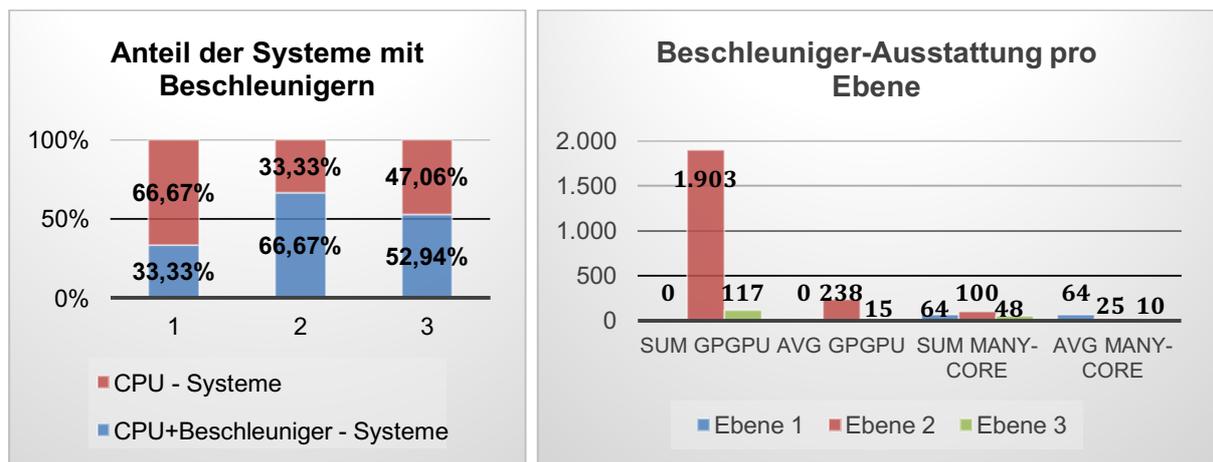


Abbildung 9: Anteil der Systeme mit Beschleunigern (links), Ausstattung der Systeme mit Beschleunigern mit GPGPUs bzw. Many-Core-Prozessoren (Minimum (MIN), Maximum (MAX), Durchschnitt (AVG), Gesamtsumme (SUM))

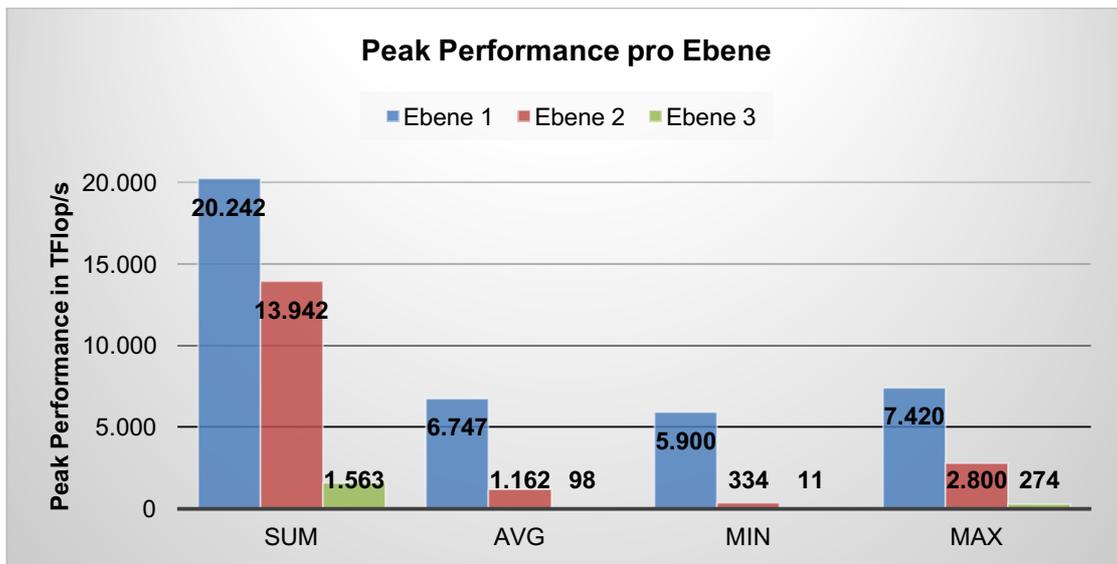


Abbildung 10: Statistische Darstellung (Minimum (MIN), Maximum(MAX), Durchschnitt (AVG), Gesamtsumme (SUM)) der theoretischen Gesamtleistung der Systeme der Gauß-Allianz kategorisiert nach der Leistungsfähigkeit der Systeme.

Aktuelle Fassung der Satzung der Gauß-Allianz e. V. mit Stand vom 23.10.2014

Die beiliegende Satzung wurde in der Gründungsversammlung vom 3. Dezember 2008 errichtet und zuletzt am 23. Oktober 2014 geändert.

Satzung der Gauß-Allianz e.V.¹

Inhaltsverzeichnis

§ 1	Name, Sitz, Geschäftsjahr.....	2
§ 2	Zweck und Aufgaben.....	2
§ 3	Mitgliedschaft	3
§ 4	Ordentliche Mitglieder	3
§ 5	Assoziierte Mitglieder	4
§ 6	Ehrenmitglieder	4
§ 7	Beendigung der Mitgliedschaft	4
§ 8	Mitgliedsbeiträge und Stimmrechte	5
§ 9	Organe des Vereins	5
§ 10	Vorstand	5
§ 11	Zuständigkeit des Vorstands	6
§ 12	Amtsdauer des Vorstands	6
§ 13	Beschlussfassung des Vorstands	6
§ 14	Mitgliederversammlung	7
§ 15	Einberufung der Mitgliederversammlung.....	7
§ 16	Beschlussfähigkeit der Mitgliederversammlung	8
§ 17	Beschlussfassung der Mitgliederversammlung	8
§ 18	Nachträgliche Anträge zur Tagesordnung der Mitgliederversammlung	9
§ 19	Außerordentliche Mitgliederversammlung	9
§ 20	Ausschüsse/Beiräte.....	10
§ 21	Auflösung des Vereins	10
	Schlussvermerk.....	10

¹ Der Satzungstext verwendet aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich die männliche Form, die sich sowohl auf Frauen als auch auf Männer gleichermaßen bezieht.

§ 1 Name, Sitz, Geschäftsjahr

- (1) Der Verein führt den Namen „Gauß-Allianz“. Er soll in das Vereinsregister eingetragen werden; nach der Eintragung führt er den Zusatz „e.V.“.
- (2) Der Verein hat seinen Sitz in Berlin.
- (3) Der Verein ist politisch, ethnisch und konfessionell neutral.
- (4) Das Geschäftsjahr des Vereins ist das Kalenderjahr.
- (5) Der Verein verfolgt ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige wissenschaftliche Zwecke gemäß § 52 der Abgabenordnung (AO).

§ 2 Zweck und Aufgaben

- (1) Die Gauß-Allianz verfolgt den Zweck, Wissenschaft und Forschung zu fördern. Zu diesem Zweck unterstützt sie die wissenschaftliche Gemeinschaft in Deutschland durch die Schaffung der Voraussetzungen zur nachhaltigen und effizienten Nutzung von Supercomputing-Ressourcen der obersten Leistungsklassen, insbesondere durch die Koordination und Bündelung der einander ergänzenden Kompetenzen und diversifizierten Rechnerarchitekturen sowie der zugehörigen Zugangsstruktur. Sie fördert das Wissenschaftsthema "High Performance Computing" (HPC) als eigenständige strategische Forschungsaktivität und sorgt für eine verbesserte internationale Sichtbarkeit der deutschen Forschungsanstrengungen auf diesem Gebiet.
- (2) Der Satzungszweck wird verwirklicht insbesondere durch Forschungsvorhaben, Vergabe von Forschungsaufträgen an Hilfspersonen im Sinne des § 57 Abs. 1 Satz 2 AO sowie durch Förderung der Erforschung und Entwicklung von Strategien zur Verbesserung der Effizienz, Anwendbarkeit und vereinfachten Nutzbarkeit des Hoch- und Höchstleistungsrechnens, Durchführung wissenschaftlicher Veranstaltungen und Beratung von Wissenschaft, Wirtschaft, Bund, Länder und Trägerorganisationen zur optimalen Erschließung und Weiterentwicklung des Potenzials des wissenschaftlichen Rechnens im Allgemeinen und insbesondere des Hoch- und Höchstleistungsrechnens. Alle wissenschaftlichen Ergebnisse des Vereines, ob aus Forschung oder anderer wissenschaftlicher Tätigkeit, sollen zeitnah veröffentlicht werden und alle Veranstaltungen des Vereines sind der Allgemeinheit zugänglich.
- (3) Der Verein ist selbstlos tätig; er verfolgt nicht in erster Linie eigenwirtschaftliche Zwecke.
- (4) Mittel des Vereins dürfen nur für die satzungsgemäßen Zwecke verwendet werden. Die Mitglieder erhalten in ihrer Eigenschaft als Mitglieder keine Zuwendungen aus Mitteln des Vereins. Es darf keine Person durch Ausgaben,

die dem Zweck der Körperschaft fremd sind, oder durch unverhältnismäßig hohe Vergütungen begünstigt werden.

- (5) Alle Inhaber von Vereinsämtern sind ehrenamtlich tätig.
- (6) Jeder Beschluss über die Änderung der Satzung ist vor dessen Anmeldung beim Registergericht dem zuständigen Finanzamt vorzulegen.

§ 3 Mitgliedschaft

Mitglieder der Gauß-Allianz sind:

- a) Ordentliche Mitglieder
- b) Assoziierte Mitglieder
- c) Ehrenmitglieder

§ 4 Ordentliche Mitglieder

- (1) Als ordentliches Mitglied kann jede juristische Person sowie jeder Verein und jede Gesellschaft mit Teilrechtsfähigkeit (Vereinigung), die den Vereinszweck unterstützt, und deren bauliche Einrichtungen und Systeme die Kriterien zur Begutachtung von Hochleistungsrechnern gemäß der Empfehlungen des Wissenschaftsrates zur Einrichtung einer programmatisch-strukturellen Linie „Hochleistungsrechner“ im Rahmen der Förderung von Forschungsbauten an Hochschulen einschließlich Großgeräten nach Art. 91b Abs. 1 Nr. 3 GG vom 04.07.2008 (Drs. 8619-08)² erfüllen, aufgenommen werden.
- (2) Als ordentliche Mitglieder können auch wissenschaftliche Hochleistungsrechenzentren mit thematisch gewidmeter Aufgabenstellung und überregionaler Bedeutung (z.B. Rechenzentrum Garching der Max-Planck-Gesellschaft, Deutscher Wetterdienst Offenbach, Deutsches Klimarechenzentrum Hamburg) aufgenommen werden.
- (3) Über den schriftlichen Aufnahmeantrag entscheidet der Vorstand. Ein Aufnahmeanspruch besteht nicht. Der Vorstand informiert die Mitgliederversammlung über seine Entscheidung.
- (4) Juristische Personen und Vereinigungen bevollmächtigen eine natürliche Person, die die juristische Person bzw. die Vereinigung gegenüber dem Verein vertritt. Ein späterer Wechsel in der Vertretung ist mitzuteilen. Der/die Bevollmächtigte kann schriftlich für sich einen ständigen Vertreter benennen.

² Das Dokument kann unter <http://www.wissenschaftsrat.de/texte/8619-08.pdf> eingesehen werden.

§ 5 Assoziierte Mitglieder

- (1) Jede juristische Person oder Vereinigung, die den Vereinszweck unterstützen will und die nennenswerte Beiträge zum HPC in Deutschland bereits erbracht haben und weiterhin erbringen, ohne die in § 4 Abs. 1 genannten Kriterien für die Aufnahme von ordentlichen Mitgliedern zu erfüllen, kann als assoziiertes Mitglied aufgenommen werden.
- (2) Assoziierte Mitglieder haben kein aktives Wahlrecht. Sie haben kein Stimmrecht in der Mitgliederversammlung. Es steht ihnen frei, für den Vorstand zu kandidieren, Anträge zu stellen und sich an der Willensbildung der Gauß-Allianz zu beteiligen.
- (3) Über die Aufnahme entscheidet der Vorstand. Ein Aufnahmeanspruch besteht nicht. Der Vorstand informiert die Mitgliederversammlung über seine Entscheidung.
- (4) § 4 Abs. 4 gilt entsprechend.

§ 6 Ehrenmitglieder

- (1) Zu Ehrenmitgliedern des Vereins können Forscher und Förderer der Wissenschaft ernannt werden, die für besondere Verdienste um die Forschung im Gebiet HPC ausgezeichnet werden sollen.
- (2) Die Ernennung steht der Mitgliederversammlung auf Vorschlag des Vorstands zu.
- (3) Ehrenmitglieder haben kein aktives und passives Wahlrecht. Sie haben kein Stimmrecht in der Mitgliederversammlung. Es steht ihnen frei, Anträge zu stellen und sich an der Willensbildung der Gauß-Allianz zu beteiligen.

§ 7 Beendigung der Mitgliedschaft

Die Mitgliedschaft endet

- mit dem Tod eines Mitglieds (bei natürlichen Personen) bzw. mit Beendigung der Geschäftstätigkeit (bei juristischen Personen und Vereinigungen mit Teilrechtsfähigkeit),
- durch freiwilligen Austritt mit schriftlicher Erklärung gegenüber einem Mitglied des Vorstands unter Einhaltung einer Kündigungsfrist von drei Monaten zum Ende eines Geschäftsjahres,
- durch Streichung von der Mitgliederliste auf Beschluss des Vorstands, wenn das Mitglied trotz zweimaliger Mahnung mit der Zahlung des Beitrags im Rückstand ist – die Streichung ist dem Mitglied mitzuteilen –,

- auf Beschluss des Vorstands durch Ausschluss aus dem Verein, wenn das Mitglied gegen die Vereinsinteressen gröblich verstoßen hat. Vor der Beschlussfassung ist dem Mitglied unter Setzung einer angemessenen Frist Gelegenheit zu geben, sich persönlich vor dem Vorstand oder schriftlich zu rechtfertigen. Gegen den Ausschlussbeschluss des Vorstands steht dem Mitglied das Recht der Berufung an die Mitgliederversammlung zu. Die Berufung muss innerhalb eines Monats ab Zugang des Ausschlussbeschlusses beim Vorstand schriftlich eingelegt werden. Liegt die Berufung vor, hat der Vorstand innerhalb von zwei Monaten die Mitgliederversammlung zur Entscheidung über die Berufung einzuberufen. Geschieht das nicht, gilt der Ausschlussbeschluss als nicht erlassen.

§ 8 Mitgliedsbeiträge und Stimmrechte

- (1) Von den Mitgliedern werden Beiträge erhoben. Die Höhe des Jahresbeitrags je Mitglied und dessen Fälligkeit werden von der Mitgliederversammlung jährlich neu beschlossen, die assoziierten Mitglieder sind geeignet zu hören. Bei einer Erhöhung des Beitrages gibt es für die Mitglieder ein außerordentliches Kündigungsrecht zum Jahresende.
- (2) Über die laufenden Beiträge hinaus können Sonderleistungen erbracht werden.

§ 9 Organe des Vereins

- (1) Organe des Vereins sind:
 - a) der Vorstand
 - b) die Mitgliederversammlung.
- (2) Die Organe des Vereins können ihre Entscheidungen im schriftlichen Verfahren treffen, soweit nicht ein Mitglied des entsprechenden Organs widerspricht.

§ 10 Vorstand

- (1) Der Vorstand im Sinne des § 26 BGB besteht aus dem Vorsitzenden und zwei stellvertretenden Vorsitzenden. Eines der Vorstandsmitglieder sollte ein Mitglied des Vorstandes des GCS e.V. sein.
- (2) Der Verein wird gerichtlich und außergerichtlich durch zwei Mitglieder des Vorstands vertreten. In begründeten Ausnahmefällen kann der Vorstand dem Vorstandsvorsitzenden oder seinem Stellvertreter für eine definierte Aufgabe und zeitlich befristet eine Alleinvertretungsbefugnis erteilen.

(3) Die Vereinigung mehrerer Vorstandsämter in einer Person ist unzulässig.

§ 11 Zuständigkeit des Vorstands

(1) Der Vorstand ist für alle Angelegenheiten des Vereins zuständig, soweit sie nicht durch die Satzung einem anderen Vereinsorgan zugewiesen sind.

(2) Der Vorstand ist insbesondere zuständig für

- die Vorbereitung der Mitgliederversammlungen, deren Einberufung und die Aufstellung der Tagesordnung,
- die Ausführung der Beschlüsse der Mitgliederversammlung.
- die Aufstellung eines Haushaltsplans für jedes Geschäftsjahr,
- das Erstellen des Jahresberichts,
- die Beschlussfassung über Aufnahme, Streichung und Ausschluss von Mitgliedern.

(3) Der Vorstand bedient sich zur Erledigung laufender Aufgaben einer Geschäftsstelle.

§ 12 Amtsdauer des Vorstands

(1) Der Vorstand wird von der Mitgliederversammlung auf die Dauer von zwei Jahren, vom Tage der Wahl an gerechnet, gewählt. Er bleibt jedoch bis zur Neuwahl des Vorstands im Amt.

(2) Scheidet ein Mitglied des Vorstands während der Amtsperiode aus, so wählt die Mitgliederversammlung ein Ersatzmitglied für die restliche Amtsdauer des Ausgeschiedenen.

§ 13 Beschlussfassung des Vorstands

(1) Der Vorstand ist beschlussfähig, wenn mindestens zwei Vorstandsmitglieder auf einer ordentlich einberufenen Vorstandssitzung anwesend sind. Eine Sitzung gilt als ordentliche Sitzung, wenn sie vom Vorsitzenden, bei dessen Verhinderung von einem seiner Stellvertreter, einberufen wurde und zur Einberufung eine Frist von mindestens drei Tagen eingehalten ist. Die Vorstandssitzung kann entweder an einen Ort oder als Tele-/Videokonferenz zum gleichen Zeitpunkt an verschiedene Orte einberufen werden.

(2) Die Vorstandssitzung wird vom Vorsitzenden, bei dessen Verhinderung von dem stellvertretenden Vorsitzenden, der zur Sitzung eingeladen hat, geleitet.

- (3) Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme des Leiters der Vorstandssitzung.
- (4) Ein Beschluss kommt auch ohne Vorstandssitzung durch schriftliche oder elektronisch übermittelte Zustimmung aller Vorstandsmitglieder zustande.
- (5) Die Beschlüsse des Vorstands sind zu protokollieren. Der Sitzungsleiter unterschreibt die Protokolle.

§ 14 Mitgliederversammlung

- (1) Die Mitgliederversammlung besteht aus den Mitgliedern des Vereins (§ 3). Stimmberechtigt sind nur die ordentlichen Mitglieder.
- (2) Zur Ausübung des Stimmrechts kann ein anderes Mitglied schriftlich bevollmächtigt werden.
- (3) Die Mitgliederversammlung ist ausschließlich für folgende Angelegenheiten zuständig:
 - Genehmigung des Haushaltsplans für das nächste Geschäftsjahr,
 - Beschlussfassung über die Höhe und Fälligkeit des Jahresbeitrags,
 - Entgegennahme des Jahresberichtes des Vorstands und der Jahresrechnung,
 - Entlastung des Vorstands,
 - Wahl und Abberufung der Mitglieder des Vorstands,
 - Wahl von Prüfern für die Jahresrechnung,
 - Beschlussfassung über Änderung der Satzung und über die Auflösung des Vereins,
 - Beschlussfassung über die Berufung gegen einen Ausschließungsbeschluss des Vorstands,
 - Vorlagen des Vorstands zur Beschlussfassung durch die Mitgliederversammlung,
 - Ernennung von Ehrenmitgliedern.

§ 15 Einberufung der Mitgliederversammlung

- (1) Mindestens einmal im Jahr beruft der Vorstand eine ordentliche Mitgliederversammlung unter Einhaltung einer Frist von zwei Wochen schriftlich oder auf elektronischem Wege mit Angabe der Tagesordnung ein.

- (2) Die Frist beginnt mit dem auf die Absendung des Einladungsschreibens folgenden Tag.
- (3) Das Einladungsschreiben gilt als dem Mitglied zugegangen, wenn es an die letzte vom Mitglied dem Verein schriftlich bekannt gegebene Adresse gerichtet ist.
- (4) Die Mitgliederversammlung kann an einen Ort oder – in Ausnahmefällen nach Beschluss des Vorstands – auch als Videokonferenz zum gleichen Zeitpunkt an verschiedene Orte einberufen werden.

§ 16 Beschlussfähigkeit der Mitgliederversammlung

- (1) Die Mitgliederversammlung ist beschlussfähig, wenn wenigstens zwei Drittel der stimmberechtigten Mitglieder vertreten sind.
- (2) Ist eine einberufene Mitgliederversammlung nicht beschlussfähig, so ist eine weitere Mitgliederversammlung mit derselben Tagesordnung einzuberufen.
- (3) Die neue Versammlung ist ohne Rücksicht auf die Zahl der erschienenen Mitglieder beschlussfähig.
- (4) Die Einladung zu der weiteren Versammlung hat einen Hinweis auf die erleichterte Beschlussfähigkeit zu enthalten.

§ 17 Beschlussfassung der Mitgliederversammlung

- (1) Die Mitgliederversammlung wird vom Vorstandsvorsitzenden, bei dessen Verhinderung von einem der stellvertretenden Vorstandsvorsitzenden geleitet. Ist kein Vorstandsmitglied anwesend, bestimmt die Versammlung den Leiter. Bei Wahlen kann die Versammlungsleitung für die Dauer des Wahlgangs und der vorhergehenden Diskussion einem Wahlausschuss übertragen werden.
- (2) Der Protokollführer wird vom Versammlungsleiter bestimmt. Zum Protokollführer kann auch ein Nichtmitglied bestimmt werden.
- (3) Die Art der Abstimmung bestimmt der Versammlungsleiter. Wenn mindestens ein Drittel der bei der Abstimmung anwesenden stimmberechtigten Mitglieder eine schriftliche Abstimmung beantragt, muss dies durchgeführt werden.
- (4) Die Mitgliederversammlung ist nicht öffentlich. Über die Teilnahme von Gästen entscheidet die Mitgliederversammlung auf Antrag des Versammlungsleiters.

- (5) Die Mitgliederversammlung fasst Beschlüsse im Allgemeinen mit einfacher Mehrheit der abgegebenen gültigen Stimmen. Stimmenthaltungen bleiben daher außer Betracht.
- (6) Zur Änderung der Satzung ist jedoch eine Mehrheit von drei Viertel der abgegebenen gültigen Stimmen und zur Änderung des Zwecks sowie zur Auflösung des Vereins eine solche von vier Fünfteln erforderlich.
- (7) Für Wahlen gilt: Hat in einem ersten Wahlgang kein Kandidat die Mehrheit der abgegebenen gültigen Stimmen erreicht, findet eine Stichwahl zwischen den Kandidaten statt, die die beiden höchsten Stimmenzahlen erreicht haben.
- (8) Über die Beschlüsse der Mitgliederversammlung ist ein Protokoll anzufertigen, das vom jeweiligen Versammlungsleiter und dem Protokollführer zu unterzeichnen ist. Das Protokoll soll enthalten: Ort und Zeit der Versammlung, die Person des Versammlungsleiters und des Protokollführers, die Zahl der erschienenen Mitglieder, die Tagesordnung, die einzelnen Abstimmungsergebnisse und die Art der Abstimmung. Bei Satzungsänderungen ist die zu ändernde Bestimmung anzugeben.
- (9) Außerhalb der Mitgliederversammlung können Beschlüsse aufgrund schriftlicher Abstimmung einschließlich solcher per Telefax oder auf elektronischem Wege gefasst werden, wenn eine Frist von mindestens drei Wochen zur Abgabe der Erklärung gegeben wird und sich mindestens 50 % der stimmberechtigten Mitglieder an der Abstimmung beteiligen.

§ 18 Nachträgliche Anträge zur Tagesordnung der Mitgliederversammlung

- (1) Jedes Mitglied kann bis spätestens eine Woche vor dem Tag der Mitgliederversammlung beim Vorstand schriftlich beantragen, dass weitere Angelegenheiten nachträglich auf die Tagesordnung gesetzt werden. Der Versammlungsleiter hat zu Beginn der Mitgliederversammlung die Tagesordnung entsprechend zu ergänzen.
- (2) Über Anträge auf Ergänzung der Tagesordnung, die erst in der Mitgliederversammlung gestellt werden, beschließt die Mitgliederversammlung mit einfacher Mehrheit.

§ 19 Außerordentliche Mitgliederversammlung

- (1) Der Vorstand kann jederzeit eine außerordentliche Mitgliederversammlung einberufen.
- (2) Eine außerordentliche Mitgliederversammlung muss einberufen werden, wenn das Interesse des Vereins dies erfordert oder wenn die Einberufung von ei-

nem Drittel aller ordentlichen Mitglieder schriftlich unter Angabe des Zwecks und der Gründe verlangt wird.

- (3) Für die außerordentliche Mitgliederversammlung gelten die §§ 14 bis 18 entsprechend.

§ 20 Ausschüsse/Beiräte

Vorstand und Mitgliederversammlung können jeweils für sich oder gemeinschaftlich Ausschüsse oder Beiräte einrichten und aufheben.

§ 21 Auflösung des Vereins

- (1) Die Auflösung des Vereins kann nur in einer Mitgliederversammlung mit der in § 17 festgelegten Stimmenmehrheit beschlossen werden.
- (2) Die Liquidation erfolgt durch den Vorstand.
- (3) Bei Auflösung oder Aufhebung der Körperschaft oder bei Wegfall steuerbegünstigter Zwecke fällt das Vermögen der Körperschaft an den Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e. V., der es unmittelbar und ausschließlich für gemeinnützige Zwecke zu verwenden hat..

Schlussvermerk

Die vorstehende Satzung wurde in der Gründungsversammlung vom 3.12.2008 errichtet.



Deutscher Wetterdienst

Deutsches Elektronen-Synchrotron

Deutsches Klimarechenzentrum GmbH

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Regionales Rechenzentrum Erlangen

Gauss Centre for Supercomputing e. V.

Goethe-Universität Frankfurt am Main, Center for Scientific Computing

Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Zentrum für Datenverarbeitung

Karlsruher Institut für Technologie, Steinbuch Centre for Computing

Leibniz Universität, Leibniz Universität IT Services

Max-Planck-Gesellschaft, Max Planck Computing and Data Facility

RWTH Aachen University, IT Center

Science Alliance Kaiserslautern e. V.

Technische Universität Darmstadt, Hochschulrechenzentrum

Technische Universität Dresden, Zentrum für Informationsdienste und Hochleistungsrechnen

Universität Paderborn, Paderborn Center for Parallel Computing

Universität zu Köln, Regionales Rechenzentrum der Universität zu Köln

Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e. V.

Zuse Institute Berlin

Gauß-Allianz e. V.

Alexanderplatz 1 • 10178 Berlin • Germany
Telefon: 030-263935930 • E-Mail: service@gauss-allianz.de
Registernummer: VR 28849 B (AG Berlin-Charlottenburg)
Vorstand: Prof. Dr. Wolfgang E. Nagel (Vorsitzender)
Prof. Dr. Thomas Ludwig (Stellvertreter)
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Michael M. Resch (Stellvertreter)