

## **Antwort der Bundesregierung**

**auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Mario Brandenburg (Südpfalz),  
Katja Suding, Nicola Beer, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP  
– Drucksache 19/6527 –**

### **Hochleistungsrechnen in Deutschland**

#### Vorbemerkung der Fragesteller

Hochleistungsrechnen (hiernach HPC; High Performance Computing) ist eine unverzichtbare Schlüsseltechnologie und besonders wichtig für Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung. In der Medizin, beim Wetterdienst, beim Umweltschutz und bei der Cybersicherheit werden Hochleistungsrechner bereits eingesetzt. HPC und Künstliche Intelligenz greifen zunehmend ineinander und sind unabdingbar, wenn die deutsche Wissenschaft und Forschung mit neuen Computing-, Speicher- und Kommunikationstechnologien sowie mit Quantencomputing-Chips in eine Exascale-Zukunft geht ([www.hpcwire.com/2018/01/25/hpc-ai-two-communities-future/](http://www.hpcwire.com/2018/01/25/hpc-ai-two-communities-future/)). So wird derzeit in dem Projekt „Providentia“ auf der A9 am Abschnitt München-Garching mit modernem Hochleistungsrechnen als grundlegende Basis in Echtzeit autonomes Fahren getestet ([www.innovations-report.de/html/berichte/informationstechnologie/besserer-verkehrsfluss-sicheres-vernetztes-fahren-auf-der-digital-unterstuetzten-autobahn.html](http://www.innovations-report.de/html/berichte/informationstechnologie/besserer-verkehrsfluss-sicheres-vernetztes-fahren-auf-der-digital-unterstuetzten-autobahn.html)). HPC ermöglicht unter anderem eine Vernetzung und Auswertung von KI-Technologien und weiteren Daten. Verkehrsteilnehmer sollen durch dieses Projekt von weniger Stau und Unfällen profitieren.

Hochleistungsrechner sind die schnellsten ihrer Zeit und zeichnen sich durch eine hohe Anzahl an Prozessoren und/oder Speicherkapazität aus. Ein Merkmal ist die parallele Verarbeitung großer Datenmengen, die lokal aber auch verteilt organisiert werden kann. Es werden drei verschiedene Typen von Hochleistungsrechnern unterschieden. Tier 0-1 sind die schnellsten und mit der höchsten Rechenkapazität. Tier 2 sind regionale oder auch bundesweit eingesetzte Hochleistungsrechner, die eine mittlere Rechenleistung aufweisen. Tier 3 sind lokale oder regional eingesetzte Hochleistungsrechner, die eine schwächere Rechenleistung besitzen.

In Deutschland gibt es insgesamt 21 Hochleistungsrechner (Stand: November 2018), die unter dem Dach der Gauß-Allianz (GCS) organisiert sind, das Mitglied im europäischen Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE) ist. Die Gauß-Allianz fördert die wissenschaftliche Zusammenarbeit von allen Supercomputing Ressourcen in Deutschland. Die drei größten Hochleistungsrechner sind das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS), das Leibniz Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in Garching bei München (LRZ) und das Jülicher Supercomputing Centre (JCS) mit dem derzeit schnellsten HPC Europas JUQUEEN mit einer maximalen Rechenleistung von 5,9 Petaflop/s.

Ein Großteil der schnellsten Rechner weltweit befindet sich in China und den Vereinigten Staaten von Amerika (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/193104/umfrage/rechenleistung-der-leistungstaerksten-supercomputer-weltweit/>). Um im internationalen Wettbewerb mithalten zu können, wird auf europäischer Ebene ein Gemeinschaftsunternehmen Euro-HPC (23 Unternehmen und Forschungsunternehmen gehören dazu) gegründet. So soll bis 2022 ein europäischer Supercomputer der Exaflops-Klasse gebaut werden. Rund 1 Mrd. Euro stehen für den Supercomputer bereit. Die EU beteiligt sich mit 486 Mio. Euro, der Rest wird von den beteiligten Mitgliedstaaten aufgebracht (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/eurohpc-joint-undertaking>).

Aus Sicht der Fragesteller sollte die Bundesregierung die Chancen der Technologie nutzen. Das Euro-HPC-Projekt ist ein erster Schritt beim Aufbau eines europäischen HPC-Zentrums. Bezüglich der Standortvergabe der Hochleistungsrechner sollte Deutschland berücksichtigt werden. Unabhängig von der europäischen Entwicklung sollte die Bundesregierung den Technologiestandort Deutschland unterstützen und eine langfristige Perspektive und strategische Richtung für das Hochleistungsrechnen „Based in Germany“ bieten. In diesem Sinne sollte der Zukauf von Rechenzeiten vermieden werden, damit Expertise in Deutschland aufgebaut werden kann. Hochleistungsrechnen ist eine wichtige Basis für unsere zukünftige Wirtschaft, die auch auf intelligenter Verknüpfung von Daten mittels KI-Systemen basieren wird. Der Aufbau einer starken deutschen HPC-Infrastruktur ist unmittelbar mit dem Wohlstand der Gesellschaft verknüpft und aus diesem Grund elementar.

1. Sieht die Bundesregierung HPC in Deutschland als eine Schlüsseltechnologie an?  
Wenn ja, wie begründet sie das?  
Wenn nein, warum nicht?
2. Welche Chancen in welchen Bereichen sieht die Bundesregierung beim Einsatz von Hochleistungsrechnern?

Die Fragen 1 und 2 werden im Zusammenhang beantwortet.

Die Bundesregierung hält den Zugang und die Nutzung von Hoch- und Höchstleistungsinfrastrukturen (High Performance Computing, HPC) für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit von Wissenschaft und Wirtschaft für unerlässlich. Ohne Simulationsverfahren auf Hoch- und Höchstleistungsrechnern ist Grundlagenforschung wie z. B. in der Energieforschung, den Material- und Lebenswissenschaften oder auch der Klimaforschung undenkbar. HPC ist auch Grundlage für zahlreiche innovative Produkte in den Schlüsselbereichen der deutschen Wirtschaft. Elektronische Geräte, Autos, Flugzeuge oder neuartige Medikamente basieren heute auf Ergebnissen von Simulationen auf Hoch- und Höchstleistungsrechnern.

Neben den etablierten Anwendungsfeldern erlangt HPC auch in anderen Bereichen zunehmende Bedeutung. HPC ist zum Beispiel auch der Treiber für die anwendungsorientierte Forschung in den Bereichen künstliche Intelligenz (KI) und

Big Data, die auf entsprechende Infrastrukturen angewiesen sind. Zu nennen sind hier aber auch die Verwendung agentenbasierter Modelle zur Simulation komplexer sozialer Phänomene in den Sozialwissenschaften oder komplexe Simulationen im Bereich der Logistik.

3. Ist die Bundesregierung der Auffassung, dass Deutschland die Chance hat, in diesem Bereich eine führende Rolle zu übernehmen?

Wenn ja, durch welche Maßnahmen?

Wenn nein, warum nicht?

Innerhalb Europas ist Deutschland gemeinsam mit Frankreich führend, was die zur Verfügung stehende Rechenleistung betrifft. Als einziges europäisches Land neben der Schweiz verfügt Deutschland mit dem „SuperMUC“ (München-Garching) über einen der zehn schnellsten Rechner weltweit.

Das Hoch- und Höchstleistungsrechnen setzt Kompetenzen im Bereich Rechnerarchitekturen sowie in der Konstruktion und Produktion von Rechner-Hardware voraus. Der Betrieb von Hoch- und Höchstleistungsrechnern erfordert ebenso Kompetenzen in spezifischen Feldern der Betriebssoftware, bei Programmiersprachen, Compilern und Laufzeitumgebungen insbesondere zur Parallelisierung von Software/Anwendungssoftware sowie für die Entwicklung von Werkzeugen und Produktionsumgebungen zur Anpassung an leistungsfähige Rechnerumgebungen. Deutschland hat in den genannten Bereichen eine sehr hohe Methodenkompetenz und nimmt im Bereich der Anwendungsentwicklung und HPC-Software bereits jetzt eine führende Rolle ein.

Die TU München gehört für den Zeitraum seit 2008 zu den zehn bei HPC weltweit am höchsten bewerteten Hochschulen, in Europa stammen fünf der 20 bei HPC am höchsten bewerteten Hochschulen aus Deutschland (Quelle: Computer Science Rankings).

In Deutschland sind alle neun HPC-Rechner, die laut dem Ranking von TOP500.org derzeit unter den 100 leistungsstärksten Computern der Welt rangieren, in wissenschaftlichen Einrichtungen angesiedelt. Die dort erarbeiteten Ergebnisse und die vorhandenen Fähigkeiten sind – mit Ausnahme exportkontrollrechtlich unzulässiger Kooperationen – offen nutzbar für den weltweiten Austausch der akademischen Fachgemeinschaften. Durch den Personalwechsel von Spezialisten aus Forschungseinrichtungen in die Wirtschaft wird auch die wirtschaftliche Nutzung dieser Expertise gefördert.

4. Wie viele deutsche Professorinnen und Professoren bzw. Leiterinnen und Leiter von außeruniversitären Forschungseinrichtungen gibt es nach Kenntnis der Bundesregierung derzeit, die sich hauptsächlich mit der Forschung und Entwicklung an Hochleistungsrechnern beschäftigen (bitte Name, Lehrstuhl und Forschungseinrichtung angeben)?

Zu der genauen Anzahl von Professorinnen und Professoren mit einem Forschungsschwerpunkt auf HPC-Technologien liegen der Bundesregierung keine Informationen vor. Entsprechende Hochschulstatistiken gibt es hierzu nicht.

5. Auf welchem Level bewegen sich deutsche Forschungsinstitutionen im Bereich des Hochleistungsrechnens mit anderen Ländern verglichen (beispielsweise wie den Vereinigten Staaten von Amerika oder der Volksrepublik China) nach Kenntnis der Bundesregierung?

Gibt es andere Länder, die Deutschland voraus sind?

Wenn ja, warum?

Repräsentative Vergleichsdaten von unabhängiger Seite sind nicht verfügbar. Die Kooperation der deutschen Forschungseinrichtungen, die spezifische HPC-Schwerpunkte verfolgen, mit europäischen und internationalen Partnern, der internationale Austausch von wissenschaftlichem Personal an den Einrichtungen und das Interesse weiterer Staaten an einem Erfahrungsaustausch mit diesen dokumentiert nachdrücklich die hohe Leistungsfähigkeit der Arbeit deutscher Forschungsinstitutionen zu HPC.

Hier macht sich insbesondere bemerkbar, dass die Arbeit mit Hoch- und Höchstleistungsrechnern in Deutschland rein ziviler Natur ist und keine besonderen Hindernisse für den wissenschaftlichen Austausch bestehen.

6. Wie viele Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt die Bundesregierung mit der Erforschung von Chancen von HPC (bitte nach Ressort aufschlüsseln)?

Zu den Aufgaben des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gehören u. a. die fachliche und politische Bewertung der Technologieentwicklung sowie die Forschungsförderung im Bereich Höchst- und Hochleistungsrechnen, nicht jedoch die Erforschung der damit verbundenen Chancen.

7. Gibt es eine Art Task-Force oder Arbeitsgruppe innerhalb der Bundesregierung, die sich mit dem Einsatz von HPC auseinandersetzt?

Wenn ja, wie setzt sich diese Gruppe zusammen?

Wer leitet diese Gruppe?

Wie oft trifft sich diese Gruppe formell oder informell?

Was will die Gruppe gegebenenfalls erreichen, und bis zu welchem Zeitpunkt?

Nein, das Thema wird im Rahmen der regulären Organisationsstrukturen der Bundesregierung bearbeitet.

8. Beabsichtigt die Bundesregierung, eine eigene deutsche HPC-Strategie, angelehnt an das Gauß-Allianz Strategiepapier „Strategische Aufgaben der Gauß-Allianz in einem nationalen HPC-Konzept“ zu beschließen?

Die Bundesregierung setzt beim Höchstleistungsrechnen weiterhin auf das Zusammenwirken der drei stärksten HPC-Betreiber im Rahmen des Gauss Center für Supercomputing e. V. In diesem Kontext wird auch über die strategische Weiterentwicklung hin zu Exascale-Höchstleistungsrechnern beraten. Ein zusätzlicher Bedarf nach einer von der Bundesregierung formulierten Strategie für das Höchstleistungsrechnen ist derzeit nicht erkennbar.

9. Wie ist der Stand der Strategie für Nationales Hochleistungsrechnen, wie sie im Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD angekündigt wurde (siehe 2018, Zeile 1390)?

Wann wird die Strategie beschlossen?

Die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) von Bund und Ländern hat im November 2018 die Bund-Länder-Vereinbarung Forschungsbauten, Großgeräte und Nationales Hochleistungsrechnen (AV FGH) beschlossen.

Auf dieser Grundlage wird mit dem Nationalen Hochleistungsrechnen (NHR) ein zukunftsfähiges Netzwerk von Hochleistungsrechnern der Ebene zwei errichtet, mit dessen Rechenkapazitäten die deutschen Hochschulen gestärkt werden. Dafür stellen Bund und Länder gemeinsam insgesamt bis zu 62,5 Mio. Euro jährlich bereit.

Die Aufnahme erfolgt im Rahmen eines wettbewerblichen und wissenschaftsgeleiteten Auswahlverfahrens. Die Zentren werden grundsätzlich jeweils über einen Zeitraum von zehn Jahren gefördert, eine Weiterförderung ist möglich. Nach jeweils vier und acht Jahren werden die Zentren evaluiert. Das NHR insgesamt wird ab dem siebten Jahr der Förderung evaluiert.

10. Welche HPC-Projekte werden derzeit von der Bundesregierung mit welcher Summe gefördert (bitte nach Projekt, Laufzeit und Fördersumme aufschlüsseln)?

Es wird auf die im Anhang beigefügte Projektliste sowie auf die Antwort zu Frage 9 verwiesen.

11. Welchen Beitrag leistet die Bundesregierung, damit die Technologiesouveränität im Bereich des Hochleistungsrechnens in Deutschland gewährleistet ist?

Besonders hohe Bedeutung misst die Bundesregierung der Projektförderung in den Bereichen Rechnerarchitekturen, der Softwareentwicklung und dem Betrieb zu, da mit diesen Feldern Fähigkeiten abgedeckt sind, die für Konfiguration, Aufbau und Optimierung sowie Betrieb und Nutzung von Hoch- und Höchstleistungsrechnern notwendig sind. Die Bundesregierung fördert diese Themenfelder kontinuierlich auf dem Wege der Projektförderung (siehe Antwort zu Frage 10), auf Basis des Verwaltungsabkommens zwischen dem Bund und den Ländern Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen sowie anteilig auch an außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Darüber hinaus wird beispielsweise durch die Förderung der Mikroelektronik, insbesondere im Spitzencluster Cool Silicon, zur Entwicklung energieeffizienter Prozessorarchitekturen beigetragen, die essentiell für Leistungssteigerungen beim Höchstleistungsrechnen sind. Im Übrigen wird auf die Antwort zu Frage 3 verwiesen.

12. Hat die Bundesregierung konkrete Erkenntnisse darüber, inwieweit

- a) Deutschland und  
b) die Europäische Union

bei der Entwicklung und dem Betrieb von HPC bei kritischen Technologien und Systemen von Nicht-EU-Lieferanten abhängt?

Die Liste der 500 leistungsfähigsten Hoch- und Höchstleistungsrechner (TOP500.org aus November 2018) führt 35 Hersteller bzw. Herstellerkonsortien für Hoch- und Höchstleistungsrechner auf. Mit wenigen Ausnahmen stammen die

Hersteller der Prozessoren der in der Liste aufgeführten ca. 500 HPC-Systeme aus den USA. Insbesondere was die Prozessoren für HPC-Systeme betrifft, existiert derzeit in Europa und damit auch in Deutschland eine Abhängigkeit von Nicht-EU-Lieferanten. Um dieser Situation entgegenzuwirken, fördert die Europäische Kommission die European Processor Initiative (EPI), die das Ziel hat, einen in Europa entwickelten und hergestellten Prozessor für HPC-Anwendungen zu entwickeln.

Die von der Bundesregierung geförderten Höchstleistungsrechner werden in aller Regel für den spezifischen Einsatzzweck in Zusammenarbeit der jeweiligen Forschungseinrichtung mit den Herstellern konfiguriert, gebaut und gemeinsam installiert. Die in den letzten Jahren gewachsene Zahl der Hersteller von HPC-Systemen dokumentiert, dass es im Bereich Entwicklung und Betrieb sowohl in Europa als auch weltweit prinzipiell eine ausreichende Vielfalt von Anbietern von HPC-Systemen gibt und eine Abhängigkeit wie im Bereich der Prozessoren nicht vorliegt.

13. Teilt die Bundesregierung die Auffassung der Fragesteller, dass derzeit keine klare HPC-Förderstruktur gegeben ist und dass das Hochleistungsrechnen in Deutschland mehr gefördert werden muss?

Wenn ja, warum?

Wenn nein, warum nicht?

Die Bundesregierung teilt die Auffassung der Fragesteller nicht. Die Bundesregierung hat mit der Unterstützung des Gauss Center für Supercomputing e. V. sowie der Gauß-Allianz die Voraussetzungen dafür geschaffen, dass die Förderung des Höchst- und Hochleistungsrechnens in Deutschland in einem gemeinsam mit der Fach- und Nutzercommunity und den Förderinstitutionen getriebenen Prozess erfolgt. Hierdurch wird sichergestellt, dass sowohl die Bedarfe der Nutzer aus der Wissenschaft als auch der Nutzer aus der Wirtschaft gedeckt werden können. Durch eine zyklische und mit den Akteuren abgestimmte Beschaffungsplanung ist sichergestellt, dass Nutzer aus Deutschland jederzeit auf die aktuellste Technologie zurückgreifen können.

14. Wie bewertet die Bundesregierung das Euro-HPC-Projekt?

Welche Konsequenzen zieht die Bundesregierung für die eigene Strategie (siehe Frage 9)?

Die Bundesregierung bewertet EuroHPC und die damit verbundenen Ziele positiv. Deutschland hat bereits im März 2017 gemeinsam mit sieben anderen Mitgliedstaaten ein Memorandum of Understanding zu einer verstärkten europäischen Zusammenarbeit im Bereich HPC unterzeichnet und ist als Gründungsmitglied von EuroHPC an dessen Etablierung und Ausgestaltung in den kommenden Jahren beteiligt.

Eine Beteiligung von Wissenschaftlern und Wirtschaftsvertretern aus Deutschland am Arbeitsprogramm von EuroHPC wird aktiv unterstützt und durch eine Ko-Finanzierung für erfolgreiche Antragsteller aus Deutschland im wettbewerblichen Verfahren sichergestellt. Eine unmittelbare Beziehung zu den in der Antwort zu Frage 9 dargestellten nationalen Aktivitäten besteht nicht, da EuroHPC auf die Schaffung eines gesamteuropäischen HPC-Ökosystems abzielt und damit eine andere Perspektive einnimmt.

15. Welche Vorbereitungen unternimmt die Bundesregierung um sicherzustellen, dass einer (oder der) Exascale-Rechner des Euro-HPC-Projektes an einem deutschen Standort errichtet wird?

Das derzeitige Ziel des gemeinsamen Unternehmens EuroHPC ist nicht die Beschaffung von einem oder mehreren Exascale-Rechnern, sondern die Beschaffung von zwei Pre-Exascale-Rechnern und mehrerer Petascale-Rechner. Über eine Beschaffung von Exascale-Rechnern kann erst nach der Verabschiedung des EU-Haushaltes für die Jahre von 2020 bis 2027 entschieden werden.

Sollte es in diesem Zeitraum zu einer Ausschreibung für die Beschaffung und den Betrieb von Exascale-Systemen durch das in EuroHPC vorgesehene wettbewerbliche Verfahren kommen, sieht die Bundesregierung den Standort Deutschland aufgrund seiner vielfältigen und langjährigen Expertise im Bereich der Entwicklung und des Betriebs von HPC-Systemen gut aufgestellt. Die Bundesregierung setzt aber nicht allein auf die europäische Initiative, sondern auch auf die national geförderte Weiterentwicklung des Gauss Center for Supercomputing e. V. und dessen Kooperationen in Europa.

16. Teilt die Bundesregierung die Auffassung der Fragesteller bezüglich des Euro-HPC-Projektes, dass bereits der Betrieb eines eigenen Supercomputers einen Vorteil an Expertise bringt, im Vergleich zum reinen Zukauf von Rechenzeiten?

Die Bundesregierung teilt die Auffassung der Fragesteller, dass der Betrieb eines eigenen Supercomputers im Vergleich zum reinen Zukauf von Rechenzeiten an extern betriebenen Rechnern einen Vorteil an Expertise darstellt. Im Übrigen wird auf die Antwort der Bundesregierung auf die Schriftliche Frage 164 des Abgeordneten Mario Brandenburg auf Bundestagsdrucksache 19/5282 verwiesen.

17. Welchen deutschen Standort hält die Bundesregierung für den Exascale-Rechner am geeignetsten (bitte begründen)?

Derzeit gibt es noch keine Exascale-Rechner, die auf dem Markt zu beschaffen wären, daher stellt sich die Frage nach einem oder mehreren Standorten in Deutschland aktuell nicht. Wie bei den Systemen der derzeit leistungsstärksten Rechnergeneration wird es in Abhängigkeit von deren Betrieb und Nutzung nicht nur eine „Art“ von Exascale-Rechner geben, sondern – in Abhängigkeit von der nutzerspezifischen Konfiguration – unterschiedliche Systeme, die unterschiedliche Anforderungen an den Standort stellen.

18. Hat die Bundesregierung Kenntnis darüber, welche Rolle die Firma ATOS (<https://atos.net/en/products/high-performance-computing-hpc>) bei dem Euro-HPC-Projekt einnimmt?

Die Firma ATOS ist weder Partner noch Mitglied des Gemeinsamen Unternehmens EuroHPC. Sie ist jedoch Konsortialführer im Projekt EPI, das wegen der dort vorgesehenen Prozessorentwicklung starke Querbezüge zu EuroHPC hat. Daher werden die Arbeitsprogramme dieser beiden Initiativen in einigen Bereichen aufeinander abgestimmt werden.

19. Wie hoch sind die finanziellen Mittel, die die Bundesregierung in das EuroHPC-Projekt gibt?

Welcher Output wird bei welchem Input erwartet?

Gibt es definierte Key-Performance-Indikatoren (KPIs)?

Die finanziellen Mittel, die die Bundesregierung für das Gemeinsame Unternehmen EuroHPC bereitstellt, sind abhängig vom Erfolg der Antragsteller aus Deutschland in den Ausschreibungen von EuroHPC. Dabei handelt es sich um ein wettbewerbliches Verfahren auf Basis einer Ko-Finanzierung durch die EU. Zu unterscheiden ist hier zwischen der Beschaffung und dem Betrieb von HPC-Systemen und der Beteiligung an den Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten im Rahmen der Arbeitsprogramme von EuroHPC.

In der derzeitigen Phase von EuroHPC wird sich die Bundesregierung nicht an der Beschaffung von den in der Antwort zu Frage 15 genannten Systemen beteiligen, sondern sieht eine Beteiligung von Institutionen aus Deutschland bei den Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten als prioritär an. Hier ist der höchste Mehrwert hinsichtlich der Entwicklung von Exascale-Systemen für den Standort Deutschland zu erwarten.



**Anlage**

Projekt	Laufzeit	Fördersumme
Eigenwert-Löser für PetaFlop-Anwendungen: Algorithmische Erweiterungen und Optimierungen (ELPA-AEO)	01.02.2016 - 31.01.2019	1,2 Mio. Euro
Parallele Algorithmische Differentiation in Open Modelica für energietechnische Simulationen und Optimierungen (PARADOM)	01.05.2016 - 30.04.2019	1,2 Mio. Euro
Ultra-Skalierbare Multiphysiksimulationen für Erstarrungsprozesse in Metallen (SKAMPY)	01.02.2016 - 31.07.2019	1 Mio. Euro
Eine portable HPC-Toolbox zur Simulation und Inversion von Wellenfeldern (WAVE)	01.02.2016 - 31.07.2019	1,5 Mio. Euro
Raum-Zeit-parallele adaptive Simulation von Phasenfeldmodellen auf Höchstleistungsrechnern (ParaPhase)	01.05.2016 - 30.04.2019	1,3 Mio. Euro
Hochparallele Software-Verifikation nebenläufiger Anwendungen in der Automobilindustrie (HPSV)	01.02.2016 - 31.05.2019	1,5 Mio. Euro
Hardware- und Leistungsorientierte Codegenerierung für Informatik und Ingenieurwesen (HPC2SE)	01.01.2017 - 31.12.2019	1,4 Mio. Euro
Eine taskbasierte Programmierumgebung zur Entwicklung reaktiver HPC Anwendungen (Chameleon)	01.04.2017 - 31.03.2020	0,9 Mio. Euro
Domänenspezifische Programmierung und zielplattformbewusste Compiler-Infrastruktur für Algorithmen auf unstrukturierten Gittern (HighPerMeshes)	01.04.2017 - 31.03.2020	1,6 Mio. Euro
Metaprogrammierung für heterogene verteilte Systeme (MEPHISTO)	01.02.2017 - 31.01.2020	0,9 Mio. Euro
Automatisierte Partitionierung für heterogene Systeme durch Code-Analyse und -Transformation (Mekong)	01.01.2017 - 31.12.2019	0,6 Mio. Euro
Task-basierte Lastverteilung und Auto-Tuning in der Partikelsimulation (TaLPas)	01.01.2017 - 31.12.2019	1,7 Mio. Euro
Metaprogrammierung für Beschleunigerarchitekturen (Metacca)	01.01.2017 - 31.12.2019	1,7 Mio. Euro
Effizienz und Zuverlässigkeit - Selbstorganisation in HPC- Systemen (ENVELOPE)	01.01.2017 - 31.12.2019	1,2 Mio. Euro
Entwicklung eines task-basierten Programmiermodells mit entsprechender Ausführungsumgebung (ProThOS)	01.01.2017 - 31.12.2019	1,1 Mio. Euro
Selbstadaption für zeitschrittbasierte Simulationstechniken auf heterogenen HPC-Systemen (SeASiTe)	01.01.2017 - 31.12.2019	1,5 Mio. Euro
High Performance Deep Learning Framework (HP-DLF)	01.11.2017 - 31.10.2020	2,0 Mio. Euro
OpenMP für rekonfigurierbare heterogene Architekturen (ORKA-HPC)	01.11.2017 - 31.10.2020	2,2 Mio. Euro
Beschaffung und Betrieb von Supercomputern für das GCS als Beitrag zum Nationalen Versorgungskonzept für Tier 0/1 im Rahmen eines europäischen HPC-Ökosystems (PetaGCS)	01.11.2008 - 31-12-2019	200 Mio. Euro
Koordination und Sicherstellung der weiteren Verfügbarkeit der Supercomputing-Ressourcen des GCS	01.01.2017 - 31.12.2025	226,3 Mio. Euro

im Rahmen der nationalen Höchstleistungsrechner Infrastruktur (SiVeGCS)		
Integration der nationalen Höchstleistungsrechenzentren Deutschlands (InHPC-DE)	01.10.2017 - 31.12.2021	14,9 Mio. Euro



