

## **Unterrichtung**

**durch die Europäische Kommission**

Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen

Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen:

Hochleistungsrechnen - Europas Position im weltweiten Wettlauf

COM(2012) 45 final

Der Bundesrat wird über die Vorlage gemäß § 2 EUZBLG auch durch die Bundesregierung unterrichtet

Hinweis: vgl. Drucksache 237/09 = AE-Nr. 090227



EUROPÄISCHE KOMMISSION

Brüssel, den 15.2.2012  
COM(2012) 45 final

**MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN  
RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND  
DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN**

**Hochleistungsrechnen: Europas Position im weltweiten Wettlauf**

## MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS UND DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN

### Hochleistungsrechnen: Europas Position im weltweiten Wettlauf

#### 1. ZWECK

In dieser Mitteilung wird die strategische Bedeutung der Hochleistungsrechentechnik (*High-Performance Computing*, HPC) als wesentliches Element der Innovationsfähigkeit der Europäischen Union dargelegt, und die Mitgliedstaaten, die Industrie und die Forschergemeinde werden aufgerufen, in Zusammenarbeit mit der Kommission die gemeinsamen Anstrengungen zu verstärken, damit Europa bis 2020 eine führende Position bei der Bereitstellung und Nutzung von HPC-Systemen und HPC-Dienstleistungen erreicht<sup>1</sup>.

Diese Mitteilung schließt sich an die Mitteilung zur IKT-Infrastruktur für die *e*-Wissenschaft und an die Schlussfolgerungen des Rates an, in denen ein weiterer Ausbau der Rechnerinfrastrukturen wie die *Partnership for Advanced Computing in Europe* (PRACE)<sup>2</sup> sowie die Zusammenlegung von Investitionen in das *High-Performance Computing* im Rahmen von PRACE gefordert wird, um die Stellung der europäischen Industrie und Forschung und Lehre bei der Nutzung, Entwicklung und Fertigung fortgeschrittener Rechnerprodukte, -dienste und -technologien zu stärken<sup>3</sup>.

#### 2. HIGH-PERFORMANCE COMPUTING: WOZU?

Der Wettlauf um die Spitzenstellung bei HPC-Systemen wird sowohl durch die Notwendigkeit vorangetrieben, große gesellschaftliche und wissenschaftliche Herausforderungen auf wirksamere Weise zu bewältigen, beispielsweise die Früherkennung und Behandlung von Erkrankungen wie Alzheimer, die Entschlüsselung des menschlichen

---

<sup>1</sup> *High-Performance Computing* (HPC) wird in dieser Mitteilung als Synonym für *High-End Computing*, *Supercomputing*, *World-Class Computing* usw. verwendet, um es von *Distributed Computing*, *Cloud Computing* und *Compute-Servers* zu unterscheiden.

Es gibt keine feststehende Definition dafür, ab wann ein Computer als Hochleistungsrechner anzusehen ist. Grund dafür ist die Tatsache, dass die Mikroprozessorenleistung seit vielen Jahren exponentiell ansteigt, so dass jede Festlegung schon bald überholt ist. In der Regel gilt ein Computer als Hochleistungsrechner, wenn er viele Prozessoren (Dutzende, Hunderte oder gar Tausende) verwendet, die vernetzt sind, so dass eine Leistung weit über der eines einzelnen Prozessors erreicht wird. Die derartige Verwendung von zahlreichen Prozessoren wird zuweilen auch als *Parallel-Computing* bezeichnet. In den leistungsfähigsten Rechnern des Jahres 2010 werden Hunderttausende Prozessorkerne eingesetzt, sie bewältigen  $10^{15}$  Fließkommaoperation pro Sekunde (als „Petaflop“ bezeichnet). Dies übersteigt die Leistung des leistungsfähigsten Rechners, der im Jahr 2000 ausgeliefert wurde, um das Tausendfache, der seinerseits 1000 Mal so leistungsfähig war wie Rechner ein Jahrzehnt zuvor. Experten gehen davon aus, dass es bis 2020 Computer geben wird, deren Leistungsfähigkeit im Exa-Bereich liegt ( $10^{18}$  Operationen in der Sekunde).

<sup>2</sup> PRACE: [www.prace-ri.eu](http://www.prace-ri.eu)

<sup>3</sup> KOM(2009) 108; Schlussfolgerungen des Rates 17190/09 und 9451/10.

Gehirns<sup>4</sup>, die Vorhersage der Klimaentwicklung oder die Verhütung und Bewältigung von Katastrophen großen Ausmaßes, sowie vom Innovationsbedarf der Industrie bei Produkten und Dienstleistungen.

97 % der Industrieunternehmen, die HPC einsetzen, halten sie für unverzichtbar, wenn es um ihre Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit sowie um ihr unternehmerisches Überleben geht<sup>5</sup>. Dank HPC konnten die Automobilhersteller die für die Entwicklung neuer Fahrzeugplattformen benötigte Zeit von 60 auf 24 Monate verkürzen und dabei Crash-Festigkeit, Umweltfreundlichkeit und Insassenkomfort deutlich verbessern. Einige dieser Hersteller gaben Einsparungen von 40 Mrd. EUR durch den HPC-Einsatz an. HPC liegt auch den Wettervorhersagen zugrunde, die wir bei der Planung unserer alltäglichen Aktivitäten heranziehen und auf die wir uns bei der Bewältigung von Unwetterlagen verlassen, bei denen es um Menschenleben und hohe materielle Verluste gehen kann. Krankenhäuser in Deutschland setzen HPC ein, um vorherzusagen, welche werdenden Mütter durch Kaiserschnitt entbunden werden müssen, um zu vermeiden, dass riskantere Entscheidungen in letzter Minute auf herkömmliche Weise während der Entbindung getroffen werden müssen. HPC ist somit sowohl für die industriellen Fähigkeiten der EU als auch für die Bürger Europas von höchster Bedeutung.

Makroökonomisch betrachtet zeigt sich, dass Investitionen in HPC eine äußerst hohe Rendite erwirtschaften und Unternehmen und Länder, die am meisten in HPC investieren, auf wissenschaftlichem und wirtschaftlichem Gebiet am erfolgreichsten sind. Fortschritte bei HPC, wie neue Rechentechnologien, Software, Energieeffizienz, Speicheranwendungen usw., fließen darüber hinaus in die weitere IKT-Industrie und den Massenmarkt ein, wo sie innerhalb von fünf Jahren nach Einführung im Bereich der HPC-Spitzenklasse den privaten Verbrauchern zur Verfügung stehen. Umgekehrt findet auch fortgeschrittene Computertechnik, die für den Verbraucherbereich konzipiert wurde (z. B. energieeffiziente Chips, Grafikkarten) verstärkt Eingang in die Hochleistungsrechentechnik.

### 3. DER EUROPÄISCHE MARKT FÜR HIGH-PERFORMANCE COMPUTING

Europa verfügt über Stärken bei der HPC-Anwendung sowie bei der Entwicklung fortgeschrittener Software und Dienstleistungen. Dennoch hatten HPC-Anbieter aus der EU 2009 nur einen Marktanteil von 4,3 %<sup>5</sup>. Die meisten HPC-Hersteller in der EU verschwanden bis zum Beginn des neuen Jahrtausends vom Markt. Seither haben in den USA hergestellte Supercomputer 95 % des EU-Markts erobert.

Die Nachfrage nach HPC speist sich im Wesentlichen aus drei Gruppen: dem staatlichen Sektor, der strategische nationale Sicherheitsinteressen wahrnimmt, dem Sektor der öffentlichen Forschung und Innovation, der hauptsächlich Rechenzentren umfasst, die mit Universitäten assoziiert oder als zentrale nationale Einrichtungen etabliert sind, sowie der Industrie. Größenmäßig handelt es sich beim EU-Markt für hochwertige HPC-Systeme um einen relativ kleinen Markt: Er belief sich 2009 auf rund 630 Mio. EUR, weltweit wächst er

<sup>4</sup> Siehe z. B. die Initiative zur virtuellen Humanphysiologie (*Virtual Physiological Human*), [www.vph-noe.eu](http://www.vph-noe.eu);

*The Human Brain Project*, [www.humanbrainproject.eu](http://www.humanbrainproject.eu).

<sup>5</sup> Studien der IDC (International Data Corporation) „*A Strategic Agenda for European Leadership in Supercomputing: HPC 2020*“ und „*Financing a Software Infrastructure for Highly Parallelised Codes*“.

jedoch seit 2003 mit einer mittleren jährlichen Wachstumsrate (CAGR) von 3 %. Etwa zwei Drittel dieses Markts hängt von öffentlicher Finanzierung ab. Der umfassendere globale HPC-Markt (HPC-Systeme, Speicherung, Middleware, Anwendungen und Dienstleistungen) hatte 2010 ein Volumen von 14 Mrd. EUR, wovon rund 32 % auf Europa entfielen, und wies eine Wachstumsrate (CAGR) von 7,5 % auf.<sup>5</sup>

Hinsichtlich der eingesetzten HPC-Kapazität verlor die EU von 2008 bis 2010 10 % der hochwertigen Rechnerkapazität, während andere Nationen ihre Anstrengungen in diesem Bereich in demselben Zeitraum verstärkten. 2011 verfügten die USA und Japan jeder für sich über mehr HPC-Kapazität als alle EU-Länder zusammen<sup>6</sup>, und China hatte mehr Kapazität als jeder einzelne Mitgliedstaat. China und Russland erklärten HPC zu einem Bereich von strategischem Vorrang und steigerten ihre Anstrengungen massiv. Weniger hochwertige Rechnerressourcen in der EU bedeuten jedoch, dass das wissenschaftliche Know-how, das sich wesentlich auf HPC stützt und die Entwicklung neuer HPC-Systeme beeinflusst, in Europa schwächelt. Wissenschaftler verlegen daher ihre Forschungstätigkeit in andere Weltgegenden, wo sie ein besseres Umfeld für HPC vorfinden.

Die EU kann sich vieler erfolgreicher Unternehmen für wissenschaftliche und technische Software rühmen und ist in vielen wichtigen Bereichen der Entwicklung paralleler Software gut aufgestellt. Die große Mehrzahl der maßgebenden, auf HPC-Rechnern in der EU eingesetzten Anwendungen paralleler Software wurde in Europa geschaffen und wird hier weiterentwickelt. Die Beherrschung fortgeschrittener HPC-Hardware steht aber in engem Zusammenhang mit der zugehörigen Software – ein Zurückfallen auf der einen Seite führt unweigerlich zu einem Verlust von Fähigkeiten auf der anderen Seite.

#### 4. ERNEUERUNG DES HPC IN EUROPA

*Die Notwendigkeit einer Politik auf EU-Ebene wird zunehmend anerkannt*

Die Entwicklung der HPC-Technik galt lange als eine nationale Angelegenheit der Mitgliedstaaten, bei der häufig militärische und kernenergietechnische Anwendungen die treibende Kraft waren. In den letzten Jahren hat die zunehmende Bedeutung des HPC für Forschung und Industrie wie auch der exponentielle Anstieg der Investitionen, die zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit auf weltweitem Niveau erforderlich sind, zu der gemeinsamen Einsicht geführt, dass eine „Europäisierung“ dieses Bereichs für alle von Vorteil wäre. Dies gilt auch für Mitgliedstaaten, die Schwierigkeiten bei der Schaffung autarker nationaler HPC-Infrastrukturen haben, wohingegen sie einen wertvollen Beitrag zu HPC-Fähigkeiten auf EU-Ebene leisten als auch von einer solchen profitieren können.

2006 veröffentlichte die Taskforce zu HPC in Europa das Weißbuch „*Scientific Case for Advanced Computing in Europe*“<sup>7</sup>, in dem für HPC als Stütze der Wettbewerbsfähigkeit der EU plädiert wurde. Diese Arbeiten wurden im Zusammenhang mit dem Fahrplan für Forschungsinfrastrukturen des ESFRI<sup>8</sup> durchgeführt. Sie hatten die Konsolidierung nationaler HPC-Strategien zur Folge, z. B. in Deutschland und Frankreich mit Gründung des Gauss Centre for Supercomputing e. V. bzw. von GENCI (*Grand Equipement National de Calcul*

---

<sup>6</sup> [www.top500.org/charts/list/37/countries](http://www.top500.org/charts/list/37/countries).

<sup>7</sup> [www.hpcineuropetaskforce.eu/files/Scientific case for European HPC infrastructure HET.pdf](http://www.hpcineuropetaskforce.eu/files/Scientific%20case%20for%20European%20HPC%20infrastructure%20HET.pdf).

<sup>8</sup> European Strategy Forum for Research Infrastructures, [ec.europa.eu/research/infrastructures/index\\_en.cfm?pg=esfri](http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index_en.cfm?pg=esfri).

*Intensif*). Diese Entwicklungen führten ihrerseits zur Einrichtung von PRACE, da den Mitgliedstaaten und nationalen Akteuren klar wurde, dass sie nur durch gemeinsame und koordinierte Anstrengungen in der Lage sein werden, wettbewerbsfähig zu bleiben. Dies wurde vom Rat 2009 unterstützt, der zu weiteren Bemühungen in diesem Bereich aufrief.

*Jetzt ergeben sich neue Handlungsmöglichkeiten*

Der HPC-Bereich macht derzeit große Veränderungen durch, da die nächste Generation von Rechnersystemen („Systeme im Exa-Maßstab“<sup>1</sup>) für 2020 entwickelt wird. Bei diesen neuen Systemen sind zahlreiche schwierige Herausforderungen zu bewältigen, von der Verringerung des Energieverbrauchs auf ein Hundertstel<sup>9</sup> bis zur Entwicklung von Programmiermodellen für Computer, die Millionen von Rechnelementen umfassen. Die Herausforderungen sind für alle Akteure in diesem Bereich die gleichen und können nicht durch bloße Extrapolation bewältigt werden, sondern erfordern radikale Innovationen bei vielen Rechentechnologien. Den Akteuren in Industrie und Forschung in der EU gibt dies die Chance, sich in diesem Bereich neu zu positionieren.

*Europa verfügt über Erfahrung in der gesamten Lieferkette*

Europa verfügt über alle technischen Fähigkeiten und das qualifizierte Personal, um die Herausforderungen des Exa-Computing anzugehen, d. h. heimische Fähigkeiten heraufzubilden, die das gesamte Technologiespektrum von Prozessorarchitekturen bis hin zu Anwendungen abdecken<sup>10</sup>. Auch wenn die EU im Vergleich zu den USA bei HPC-Systemanbietern hinterher hinkt, weist es besondere Stärken bei Anwendungen, bei Rechnern mit äußerst geringer Leistungsaufnahme sowie bei Systemen und Integration auf, auf denen aufgebaut werden kann, um sich mit Erfolg an diesem globalen Wettlauf zu beteiligen und die EU als Anbieter von Spitzentechnologie wieder auf die Weltbühne zurück zu bringen.

*Die Partnerschaft für Hochleistungsrechentechnik in Europa (PRACE) weist den Weg*

Nach der Errichtung von PRACE mit eigener Rechtspersönlichkeit im Jahr 2010 hat der akademische Bereich seine führenden Rechnersysteme in einer einzigen Infrastruktur zusammengelegt und allen Forschern in der EU zur Verfügung gestellt. Für die Erreichung der kritischen Masse und die Gewährung des Zugangs zu diesen HPC-Systemen der Spitzenklasse ist nunmehr die wissenschaftliche Exzellenz ausschlaggebend, nicht mehr der geografische Standort eines Wissenschaftlers. PRACE weitet ihre Dienste auf HPC-Systeme im mittleren Leistungsbereich mit dem Ziel aus, eine Plattform für verteiltes Rechnen (*Distributed Computing*) bereitzustellen, die von den Nutzern unabhängig von ihrem Standort und der Verfügbarkeit nationaler Mittel genutzt werden kann. Mit dem PRACE-Modell der Bündelung und gemeinsamen Nutzung von Systemen und Fachwissen werden die vorhandenen begrenzten Ressourcen auf optimale Weise genutzt.

---

<sup>9</sup> Entsprechend den Zielen Europas für eine umweltfreundliche Wirtschaft, [ec.europa.eu/europe2020/targets/eu-targets/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/europe2020/targets/eu-targets/index_en.htm); KOM(2009) 111, Mobilisierung der Informations- und Kommunikationstechnologien für die Erleichterung des Übergangs zu einer energieeffizienten, kohlenstoffarmen Wirtschaft.

<sup>10</sup> Konsultationsveranstaltungen mit HPC-Experten im September 2010 und März 2011, [cordis.europa.eu/fp7/ict/e-infrastructure/events-p-2011\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/ict/e-infrastructure/events-p-2011_en.html)

*Der Nutzen eines erneuten Engagements im HPC-Bereich für Europa*

Die Erlangung eines unabhängigen Zugangs zu HPC-Systemen und -Dienstleistungen in der EU würde Wachstum und Wettbewerbsfähigkeit der IKT-Branche und der Wirtschaft insgesamt fördern. Investitionen in HPC-Exzellenzzentren würden zu Konzeption und Bau dedizierter HPC-Systeme mit spezifischen Merkmalen beitragen, die auf gegebene gesellschaftliche oder industrielle Herausforderungen optimal zugeschnitten sind (z. B. ist für die Simulation des menschlichen Gehirns eine andere Computerarchitektur erforderlich als für Entwurf und Simulation eines effizienteren Akkumulators für Elektroautos).

**5. DIE VOR UNS LIEGENDEN HERAUSFORDERUNGEN**

Das Zusammenkommen der drei oben dargelegten Faktoren, i) des Wettlaufs beim Exa-Computing, ii) der Verfügbarkeit des Technologieangebots in Europa und iii) des Erfolgs von PRACE, ermöglicht es der EU jetzt, sich erneut im HPC-Bereich zu engagieren und eine Spitzenstellung sowohl als Anbieter von Technologien, Systemen, Anwendungsprogrammcode und -dienstleistungen als auch bei deren Nutzung zur Lösung großer wissenschaftlicher, industrieller und gesellschaftlicher Probleme anzustreben.

Die Umkehrung des derzeitigen HPC-Niedergangs in der EU erfordert eine Konzertierung der Anstrengungen im Sinne einer wirksameren Reaktion auf eine Reihe von Mängeln und Herausforderungen:

- (a) Die öffentlichen HPC-Dienste EU-weit und in den Mitgliedstaaten sind weiterhin fragmentiert. Dies führt zu einer ineffizienten Nutzung der Ressourcen und einem nur teilweise erfolgenden Austausch von Fachwissen.
- (b) Die EU gibt erheblich weniger als andere Regionen für den Erwerb von Rechnersystemen der Spitzenklasse aus (nur halb so viel wie die USA bei einem vergleichbaren BIP<sup>5</sup>). Folglich sind Anzahl und Leistung der in der EU verfügbaren Rechnersysteme verglichen mit anderen Weltregionen einfach zu niedrig, und die für HPC vorgesehenen FuE-Mittel sind gering.
- (c) Innerhalb der Europäischen Union werden anders als in den USA nur sehr wenige öffentliche FuE-Beschaffungsmittel im Wege der vorkommerziellen Auftragsvergabe vergeben<sup>11</sup>. Die vorkommerzielle Auftragsvergabe steht als Mittel zur Verfügung, um innovative FuE zur Erreichung spezifischer Technologie- und Systemziele zu beschaffen. Insbesondere in den USA wird die vorkommerzielle Auftragsvergabe genutzt, um den Stand der Technik im HPC-Bereich voranzubringen<sup>12</sup>. Innerhalb der Europäischen Union wird die Mehrzahl der HPC-Spitzenysteme vom öffentlichen Sektor beschafft. Die Zusammenlegung von nationalen und EU-Mitteln für die vorkommerzielle Auftragsvergabe ist ein Schlüsselement, das die HPC-Fähigkeiten der EU voranbringen kann und die

---

<sup>11</sup> KOM(2007) 799, Vorkommerzielle Auftragsvergabe – Innovationsförderung zur Sicherung tragfähiger und hochwertiger öffentlicher Dienste in Europa: „In den USA belaufen sich die jährlichen Ausgaben des öffentlichen Sektors für FuE-Aufträge auf 50 Mrd. USD, einen Betrag, der zwanzigmal höher als in Europa ist.“

<sup>12</sup> EURAB-Bericht, PREST, 2004, „US defence R&D spending: an analysis of the impacts“.



Entwicklung von Systemen im Exa-Maßstab für das HPC ermöglicht, die sich ein einzelner Mitgliedstaat nicht leisten kann.

- (d) Die europäischen HPC-Anbieter haben es sehr schwer, ihre Produkte in Nicht-EU-Ländern mit nationalen HPC-Anbietern an den öffentlichen Sektor zu verkaufen, weil dem nationale Bestimmungen, z. B. aus Gründen der nationalen Sicherheit, entgegenstehen. Gleichzeitig kommt geistiges Eigentum, das in europäischen HPC-relevanten Forschungsprojekten entwickelt wurde, häufig hauptsächlich den außerhalb der EU befindlichen Muttergesellschaften der teilnehmenden Unternehmen zugute, da das Forschungsrahmenprogramm für den Transfer von geistigem Eigentum an verbundene Unternehmen in Drittländern nur wenige Einschränkungen vorsieht. Es muss daher ein ausgewogenerer Mechanismus gefunden werden.
- (e) Die Interaktion von Industrie und Universitäten bei der Nutzung von Systemen, Anwendungsprogrammcode und Dienstleistungen der Rechner Spitzenklasse ist begrenzt, besonders hinsichtlich der HPC-Nutzung für Innovationen im Industrie- und Dienstleistungsbereich. Europa mangelt es auch an fortgeschrittenen experimentellen Rechnereinrichtungen der Spitzenklasse, die es der Industrie und den Universitäten ermöglichen würden, Möglichkeiten der Exa-Technologie zu erforschen oder Hardware und Software für bestimmte Anwendungen gemeinsam zu entwerfen.
- (f) Es gibt nur wenig gut geschultes Personal mit einer angemessenen Ausbildung im HPC-Bereich, besonders was die parallele Programmierung angeht. Dazu kommt, dass Wissenschaftler, die sich mit Rechenwerkzeugen und Anwendungsprogrammcode befassen, häufig keine attraktiven Karriereaussichten haben. Dies steht der HPC-Nutzung in Forschung und Industrie entgegen. Bis 2020 wird die Rechenleistung, die heute in den leistungsfähigsten HPC-Systemen verfügbar ist, auf Desktopsystemen bereitstehen. Gut ausgebildetes Personal, das diese Rechenleistung effizient einsetzen kann, ist von ganz wesentlicher Bedeutung.

## **6. EIN AKTIONSPLAN ZUR ERREICHUNG EINER SPITZENSTELLUNG EUROPAS IM BEREICH HPC**

Der Rat hat einen weiteren Ausbau der europäischen Infrastruktur für die Hochleistungsrechentechnik und eine Zusammenlegung der nationalen Investitionen im HPC-Bereich gefordert, um die Stellung der europäischen Industrie und Universitäten bei Einsatz, Entwicklung und Herstellung fortgeschrittener Rechnerprodukte, -dienstleistungen und -technologien zu stärken<sup>2</sup>. Das ist das übergeordnete Ziel, an dem sich eine erneuerte europäische HPC-Strategie ausrichtet.

### **Einzelziele**

Zur Erreichung dieses allgemeinen Ziels wurden die folgenden Einzelziele festgelegt:

- Bereitstellung einer europäischen HPC-Infrastruktur von Weltklasse, die einer breiten Palette universitärer und industrieller Nutzer und besonders KMU zugute kommt, einschließlich im HPC-Bereich gut ausgebildeten Personals;

- Gewährleistung eines unabhängigen Zugangs zu HPC-Technologien, -Systemen und -Dienstleistungen für die EU;
- Etablierung einer gesamteuropäischen HPC-Leitungsstruktur zur Zusammenlegung ausgeweiteter Ressourcen und Steigerung der Effizienz, unter anderem durch die strategische Nutzung einer gemeinsamen und vorkommerziellen Auftragsvergabe;
- Sicherstellung der Position der EU als weltweiter Akteur.

Der HPC-Bereich ist für die Gesellschaft, die Wettbewerbsfähigkeit und die Innovationsfähigkeit Europas von großer strategischer Bedeutung. Um das Ziel der Exzellenz bei der HPC-Nutzung zu erreichen und einen unabhängigen Zugang zu Systemen und Dienstleistungen in der EU zu gewährleisten, müssen mehrere Maßnahmen zur gleichen Zeit von den Mitgliedstaaten, der Kommission und der Industrie ergriffen werden. Diese (unten aufgeführten) Maßnahmen werden sich in synergetischer Weise sowohl auf das HPC-Angebot als auch die HPC-Nachfrage auswirken.

Komplementäre, speziell auf HPC ausgerichtete Forschungstätigkeiten werden als solche hier nicht angesprochen, da sie Teil der Maßnahmen zur fortgeschrittenen Rechentechnik des gemeinsamen strategischen Rahmens der EU für Forschung und Innovation „Horizont 2020“<sup>13</sup> sind.

### 6.1. Leitungsstrukturen auf EU-Ebene

Ein Aktionsplan für eine Erneuerung im HPC-Bereich durch die EU bedarf einer angemessenen Führung, um konkrete Ziele festzulegen, politische Entscheidungen zu treffen, Fortschritte zu überwachen und über mehrere Mitgliedstaaten hinweg Ressourcen zusammenzulegen und gemeinsam zu nutzen. Die Führung sollte fair, offen, einfach und effizient sein und dazu beitragen, Interessen, Fähigkeiten und Ressourcen auszugleichen und zwischen ihnen zu vermitteln.

Eine solche Führung umfasst zwei wesentliche Dimensionen. Sie sind über die HPC/PRACE-Zentren, die die Entwicklung und Innovation vorantreiben, miteinander verknüpft.

- (g) Für die Industrie durch die von der Industrie geführte Technologieplattform für HPC-Anbieter in der EU und ein Netz von Kompetenzzentren, die Fachwissen und Dienstleistungen zu HPC-Anwendungen und Softwareentwicklung bereitstellen;
- (h) Für die Wissenschaft durch PRACE und Exzellenzzentren, die vordringliche gesellschaftliche und wissenschaftliche Herausforderungen durch Einführung und Anwendung von HPC-Software und -Dienstleistungen angehen.

- Die EU-Industrie, die Systeme und Dienstleistungen im HPC-Bereich anbietet, sollte die Forschungsagenda über die Technologieplattform koordinieren und dadurch eine kritische Masse industrieller FuE im HPC-Bereich schaffen.

<sup>13</sup> KOM(2011) 811 endg., Spezifisches Programm zur Durchführung des Rahmenprogramms für Forschung und Innovation „Horizont 2020“ (2014–2020), 1.1. Informations- und Kommunikationstechnologien: Rechner der nächsten Generation.

## 6.2. Finanzausstattung

Das 2009 erreichte Investitionsniveau von 630 Mio. EUR pro Jahr<sup>5</sup> zur Anschaffung von HPC-Ressourcen der Spitzenklasse in ganz Europa reicht nicht aus, um Systeme und Dienstleistungen im HPC-Bereich auf weltweit wettbewerbsfähigem Niveau aufrecht zu erhalten. Es müsste auf rund 1,2 Mrd. EUR im Jahr verdoppelt werden, damit Europa wieder zu einem maßgebenden Akteur im HPC-Bereich wird<sup>5</sup>. Die Konsultation der Beteiligten hat die Notwendigkeit eines solchen erhöhten Investitionsniveaus bestätigt.

In Ergänzung der derzeitigen Anstrengungen wären somit zusätzlich 600 Mio. EUR erforderlich, die gemeinsam von den nationalen Haushalten, der Kommission (z. B. Gemeinsame Programmplanung) und industrielle Nutzer aufzubringen wären. Etwa die Hälfte dieser zusätzlichen Mittel würde auf die Beschaffung von HPC-Systemen und Prüfeinrichtungen entfallen, ein weiteres Viertel auf die Ausbildung und das verbleibende Viertel auf die Entwicklung und Hochskalierung von HPC-Software.

- Die Union, die Mitgliedstaaten und die Industrie sollten ihre Investitionen in HPC auf rund 1,2 Mrd. EUR im Jahr steigern, was hinsichtlich des BIP-Anteils anderen Weltregionen entsprechen würde.

## 6.3. Verfahren zur vorkommerziellen Auftragsvergabe und Zusammenlegung von Ressourcen

Hauptabnehmer für HPC der Spitzenklasse ist der öffentliche Sektor. Ein Teil seiner Haushaltsmittel (in der Größenordnung von 10 % im Jahr), die für die Beschaffung von HPC-Systemen in der EU aufgewendet werden, sollte für die vorkommerzielle Auftragsvergabe genutzt werden, um heimische EU-Lieferfähigkeiten auszubauen und zu erhalten, die das gesamte Technologiespektrum von Prozessorarchitekturen bis hin zu Anwendungen abdecken. Auf dem Wege dieser von staatlicher Seite initiierten Investitionen könnten HPC-Anbieter in der EU dabei unterstützt werden<sup>14</sup>, etwa alle zwei Jahre ein HPC-System der Spitzenklasse zu entwickeln.

Maßnahmen der vorkommerziellen Auftragsvergabe für FuE im HPC-Bereich in der EU könnten für eine Kofinanzierung durch die Union in Frage kommen (z. B. über Horizont 2020 – eInfrastrukturen, Instrumente der Kohäsionspolitik)<sup>15</sup>, indem einer der folgenden Wege eingeschlagen wird:

- (a) Gemeinsame Aktionen zur vorkommerziellen Auftragsvergabe unter Beteiligung mehrerer oder aller Mitgliedstaaten (z. B. von PRACE organisiert) zur Entwicklung von HPC-Fähigkeiten der Spitzenklasse mit eindeutigem europäischem Auftrag.
- (b) Aktionen der vorkommerziellen Auftragsvergabe, die von bedeutenden Nutzern oder Mitgliedstaaten einzeln (also ohne Zusammenlegung nationaler Haushaltsmittel) durchgeführt werden, könnten ebenfalls finanziell gefördert werden<sup>15</sup> (in einem geringeren Ausmaß als unter Buchstabe a), wenn i) ein angemessener Anteil der sich daraus ergebenden HPC-Entwicklung allen europäischen Nutzern zur Verfügung gestellt wird, ii) die vorkommerzielle Auftragsvergabe allen Rechtspersonen offen

<sup>14</sup> Im Einklang mit dem WTO-Übereinkommen über das öffentliche Beschaffungswesen, Artikel III.

<sup>15</sup> Im Rahmen der Haushaltsmittel, die für diesen Zweck im Programm zugewiesen wurden. Vorbehaltlich der Annahme des Programms Horizont 2020 durch den Gesetzgeber.

steht, die zur finanziellen Förderung im Rahmen von Horizont 2020 berechtigt sind, und iii) die Spezifikationen so festgelegt werden, dass sie den Erfordernissen auf EU-Ebene entsprechen.

- Die Mitgliedstaaten sind aufgerufen, gemeinsame Beschaffungsmaßnahmen durchzuführen und die vorkommerzielle Auftragsvergabe zu nutzen, um die Entwicklung fortgeschrittener Systeme und Dienstleistungen im HPC-Bereich zu fördern. Jeder Mitgliedstaat sollte aktiv zur Nutzung der vorkommerziellen Auftragsvergabe ermuntern und dafür Mittel in der Größenordnung von 10 % seines jährlichen HPC-Beschaffungshaushalts vorsehen.
- Die Kommission sollte zu der von den Mitgliedstaaten insgesamt aufgebrachten Finanzierung zur vorkommerziellen Auftragsvergabe für HPC-Systeme und -Dienstleistungen mit Auftrag auf EU-Ebene und EU-weiter Verfügbarkeit beitragen.
- HPC-Projekte im Rahmen von eInfrastruktur, die von der Kommission finanziell unterstützt werden, sollten dazu ermutigt werden, die vorkommerzielle Auftragsvergabe zu nutzen, wo dies von Belang ist.
- Die EU-Industrie wird aufgerufen, sich aktiv bei Anstrengungen im Bereich des fortgeschrittenen HPC und der Anwendungsentwicklung in Reaktion auf eine vorkommerzielle Auftragsvergabe zu engagieren.

#### 6.4. Ausbau des europäischen HPC-Ökosystems

PRACE gewährleistet eine breite Verfügbarkeit von HPC-Ressourcen unter gleichen Zugangsbedingungen. Sie muss durch folgende Kompetenzen weiter gestärkt werden: i) Bündelung von nationalen und EU-Mitteln, ii) Festlegung der Spezifikationen und gemeinsame (vorkommerzielle) Auftragsvergabe für Systeme der Spitzenklasse, iii) Unterstützung der Mitgliedstaaten bei der Vorbereitung von Beschaffungsvorhaben, iv) Erbringung von Forschungs- und Innovationsdienstleistungen für die Industrie und v) Bereitstellung einer Plattform für den Austausch der Ressourcen und Beiträge, die für den Betrieb der Hochleistungsrecheninfrastruktur erforderlich sind.

Darüber hinaus muss eine eInfrastruktur für HPC-Anwendungssoftware und -Werkzeuge geschaffen werden. Sie sollte die Stärken der EU bei HPC-Anwendungen durch die Koordinierung und Stimulierung der Entwicklung und Skalierung von Parallel-Softwarecode und durch das Verfügarmachen hochwertiger HPC-Software für Anwender weiter festigen.

- PRACE-Mitgliedsländer sollten die Weiterentwicklung von PRACE zu einer global führenden eInfrastruktur unterstützen.
- Exzellenzzentren sollten eingerichtet werden für die Anwendung des HPC in den für Europa wichtigsten wissenschaftlichen oder industriellen Bereichen (z. B. Energie, Lebenswissenschaften und Klima).
- PRACE sollte ihre Führungsstrukturen für die oben beschriebene erweiterte Rolle verfeinern, sich auf eine erste größere vorkommerzielle Auftragsvergabe 2014 vorbereiten, ihre Dienstleistungen weiterhin der gesamten europäischen Forschung und Lehre zur Verfügung stellen und der Industrie Schulungen und Fachwissen bereitstellen. Supercomputing-Zentren, die ihre Länder als PRACE-Hauptpartner vertreten, sollten die Rechtspersönlichkeit von PRACE stärken und auf eine Weise organisieren, dass sie in der Lage ist, diese erweiterte Rolle zu übernehmen.
- Die europäische Industrie wird eindringlich aufgerufen, die Dienste und das Know-how von PRACE und ihrer Partner in Anspruch zu nehmen.
- Die Kommission wird PRACE weiter unterstützen und gewährleisten, dass sie ein fester Bestandteil der europäischen eInfrastruktur bleibt, und sie wird die Schaffung und den Betrieb einer europäischen eInfrastruktur für das HPC unterstützen.
- Zentren für das Co-Design von Hardware und Software sollten eingerichtet werden und die Weiterentwicklung von Technologien, HPC-Ressourcen, Werkzeugen und Methoden in den Vordergrund stellen.

## 6.5. Ausschöpfung des HPC-Potenzials durch die Industrie

Der Industrie kommt eine doppelte Rolle in der Hochleistungsrechenntechnik zu: erstens als Anbieter von Systemen, Technologien und Softwaredienstleistungen für das HPC und zweitens als Anwender des HPC für die Innovation bei Produkten, Verfahren und Dienstleistungen. Beide sind wichtig, um Europa wettbewerbsfähiger zu machen. Besonders für KMU ist der Zugang zu HPC, Modellbildung, Simulation, Dienstleistungen zur Produkt-Prototypenherstellung und Beratungsdienstleistungen wichtig, um wettbewerbsfähig zu bleiben. In diesem Aktionsplan wird für einen doppelten Ansatz plädiert: Stärkung sowohl der Nachfrage als auch des Angebots der Industrie im HPC-Bereich.

- Die Mitgliedstaaten werden ermutigt, HPC-Kompetenzzentren einzurichten, die den Zugang der Industrie, besonders von KMU, zu HPC-Dienstleistungen erleichtern, und sollten Supercomputing-Zentren für den Know-how-Transfer unterstützen.
- Die Kommission sollte die Einrichtung eines Netzes von HPC-Kompetenzzentren unterstützen, um europaweite Dienste und die Verbreitung bewährter Praktiken zu fördern (z. B. Förderung von HPC-Expertenteams, die industrielle Anwender unterstützen).
- Die Mitgliedstaaten und die Kommission sollten die nötigen Maßnahmen treffen, um die Zahl der Arbeitnehmer wesentlich zu erhöhen, die über eine gute Ausbildung und gute HPC-Kenntnisse verfügen (z. B. durch ein Modellcurriculum und durch Schulungen an HPC-Kompetenzzentren)<sup>16</sup>.
- Die HPC-Branche der EU sollten ihre Anstrengungen steigern, ein unabhängiges und dem Stand der Technik entsprechendes EU-Angebot an wichtigen HPC-Komponenten, Software und Systemen sicherzustellen.
- Die EU-Industrie sollte proaktiv an die Nutzung und Anwendung der HPC als wesentliches Werkzeug für die Entwicklung innovativer Dienstleistungen und Produkte herangehen.

## 6.6. Gewährleistung gleicher Wettbewerbsbedingungen

Um eine autonome und lebensfähige industrielle Kapazität im Bereich der Hochleistungsrechenntechnik der Spitzenklasse zu entwickeln, muss die EU sicherstellen, dass ihre HPC-Branche in der gleichen Weise fairen Zugang zu den Weltmärkten erhält, wie die entsprechende Branche anderer Weltregionen Zugang zum EU-Binnenmarkt hat, und dass europäische FuE-Investitionen im HPC-Bereich eindeutig der Wirtschaft der EU zugute kommen.

- Die Kommission wird Ungleichheiten beim HPC-Marktzugang in ihren IKT-Dialogen und in Handelsgesprächen mit den betreffenden Ländern ansprechen und dabei anstreben, dass deren nationale HPC-Beschaffung und FuE der in der EU ansässigen Industrie offen stehen<sup>14</sup>.
- Für geistiges Eigentum, das im HPC-Bereich mit Unterstützung des Programms „Horizont 2020“ gewonnen wird, kann die Kommission weitere Nutzungsverpflichtungen festlegen<sup>17</sup>.
- 

<sup>16</sup> Im Einklang mit KOM(2007) 496, IKT-Kompetenzen für das 21. Jahrhundert: Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung fördern.

<sup>17</sup> Im Einklang mit den Artikeln 40 und 41 von KOM(2011) 810 endg., Regeln für die Beteiligung am Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizont 2020“ (2014-2020) sowie für die Verbreitung der Ergebnisse.

## 7. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Mit der Schaffung der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) im Jahr 1975 traf Europa die Entscheidung, dass ein unabhängiger Zugang zum Weltraum ein strategisches Ziel darstellt, das für die Wettbewerbsfähigkeit Europas von wesentlicher Bedeutung ist. In dieser Mitteilung wird für eine ähnlich strategische Entscheidung im Hinblick auf HPC-Systeme und -Dienste plädiert, die für die soziale, wirtschaftliche und wissenschaftliche Entwicklung der EU und ihre Wettbewerbsfähigkeit ausschlaggebend sind. Diese erneuerte HPC-Strategie wird die EU als Zentrum für Innovation, Kernpunkt wissenschaftlicher Exzellenz und globalen Partner positionieren. Die EU sollte bei der Rechentechnik im Exa-Maßstab zur Spitzengruppe gehören.

Die Kommission wird in enger Zusammenarbeit mit den Mitgliedstaaten die Umsetzung dieses Aktionsplans überwachen und dem Europäischen Parlament und dem Rat bis 2015 Bericht erstatten.