



## Hochleistungsrechnen und EuroHPC-Initiative

Brüssel, 11. Januar 2018

### Fragen und Antworten

#### Was bedeutet eigentlich „Hochleistungsrechnen“ (HPC) und „Rechnen im Exa-Maßstab“?

Das Hochleistungsrechnen (oder *High-Performance Computing* – HPC) ist ein Teilgebiet der elektronischen Rechentechnik, das wissenschaftliche und ingenieurtechnische Aufgaben betrifft, die vom Rechenaufwand her so anspruchsvoll sind, dass die Berechnungen nicht mit üblichen Allzweckrechnern durchgeführt werden können. Die beim Hochleistungsrechnen benutzten Anlagen werden oft auch als Supercomputer bezeichnet.

Der nächste angestrebte Entwicklungsschritt beim Hochleistungsrechnen ist eine Rechenleistung im Exa-Maßstab (d. h. mindestens  $10^{18}$  bzw. 1 Trillion Rechenoperationen pro Sekunde), die voraussichtlich um 2021–2022 erreicht werden wird.

#### Welche Art von wissenschaftlichen, industriellen oder gesellschaftlichen Problemstellungen werden mit dem Hochleistungsrechnen angegangen?

Wegen seiner fachübergreifenden Natur und angesichts der Möglichkeit, große Datenmengen zu verarbeiten und komplexe Berechnungen durchzuführen, ist das Hochleistungsrechnen für eine breite Palette wissenschaftlicher, industrieller und gesellschaftlicher Herausforderungen unverzichtbar geworden.

##### 1. Geowissenschaften und Klimaforschung:

Das Hochleistungsrechnen ist eine wichtige Stütze der Klimaforschung und -vorhersage, denn es erlaubt genauere Wettervorhersagen in Echtzeit, die Vorhersage und Bewältigung großer Naturkatastrophen wie verheerender Wirbelstürme oder die Untersuchung des Verhaltens der Meere und Ozeane. Schwere Unwetter kosteten im Zeitraum von 1970 bis 2012 in [Europa](#) 149 959 Menschenleben und verursachten volkswirtschaftliche Schäden in Höhe von 270 Mrd. EUR. Wettervorhersagen hängen in hohem Maße von numerischen Simulationen ab, die auf Supercomputern laufen. Je leistungsfähiger der Supercomputer ist, umso genauer und umso frühzeitiger können Klimaforscher die Größe und Zugbahn von Stürmen und die Ausbreitung von Überflutungen einschätzen und das Treffen wichtiger Entscheidungen unterstützen, z. B. über die rechtzeitige Auslösung von Frühwarnsystemen, damit die Bevölkerung evakuiert werden kann, um Menschenleben zu retten.

Außerdem ermöglicht Hochleistungsrechentechnik die Durchführung von Simulationen in immer höheren Auflösungen (z. B. zur Untersuchung des Verhaltens der Ozeane) und eine genauere Beobachtung der Entwicklung der Erdressourcen. Hochleistungsrechner verbessern unser Wissen über geophysikalische Prozesse und über die Struktur des Erdinneren, was uns zu einem besseren Verständnis von Naturkatastrophen wie Erdbeben verhilft. Bei der Erstellung von Erdbebengefährdungskarten stützen sich die Seismologen auf Bodenbewegungsdaten, die von mehr als 10 000 Seismometern weltweit aufgezeichnet werden. Solche gewaltigen Datenmengen können nur von hochleistungsfähigen HPC-Infrastrukturen verarbeitet werden.

##### 2. Sichere, saubere und effiziente Energieversorgung:

Hochleistungsrechner sind ein unverzichtbares Werkzeug für die Konzeption von Anlagen zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen, für die Entwicklung hochleistungsfähiger photovoltaischer Werkstoffe, für die Erprobung neuer und effizienterer Materialien für Solarzellen oder auch zur Optimierung von Turbinen für die Stromerzeugung. So kann beispielsweise die Wirtschaftlichkeit von Windkraftanlagen vorab abgeschätzt werden. Dazu werden genaue Windgutachten erstellt und die Windparkkonzeption sowie die kurzfristige Windausbeute im Kleinstmaßstab simuliert, um so die tägliche Stromausbeute vorherzusagen. Für den Windkraftsektor ist HPC insbesondere an Standorten mit komplexen Geländemerkmale ein entscheidendes Werkzeug.

Heutige Kernkraftwerke könnten mithilfe der Fusionsenergie bald von einer sichereren, umweltfreundlicheren und nahezu unerschöpflichen Energiequelle abgelöst werden. Aktuelle experimentelle Fusionsreaktoren setzen Hochleistungsrechner ein, um das Verhalten des Fusionsplasmas, z. B. Instabilitäten, Plasmaturbulenzen, Plasma-Wand-Wechselwirkungen, und die

Energiezufuhr zu simulieren und zu steuern.

### **3. Gesundheit, demografischer Wandel und Wohlergehen:**

Das Hochleistungsrechnen ist eine treibende Kraft bei der Entwicklung neuer Formen der Medizin. Personalisierte Medizin und Präzisionsmedizin sind in hohem Maße auf Hochleistungsrechentechnik zur Verarbeitung von Informationen über die Gene eines Menschen, über Proteine und über Umweltfaktoren angewiesen, um Erkrankungen zu verhüten, zu erkennen und zu behandeln. Bei Krebs hat beispielsweise jede Erkrankung ihr eigenes genetisches Profil, sodass jede Tumorzelle und jedes Gewebe einzigartige Merkmale mit spezifischen Tendenzen und Angriffspunkten aufweist. Mithilfe der personalisierten Medizin und der Präzisionsmedizin wird die richtige Behandlung bestimmt, die dem genauen Bedarf des Patienten entspricht.

Ein weiteres Problemfeld, in dem das Hochleistungsrechnen Effizienzgewinne bringt, ist die frühzeitige Erkennung seltener Krankheiten. Dank HPC-Technik können Diagnosen und Analysen, die heute sonst Wochen dauern würden, schon in wenigen Tagen abgeschlossen werden.

Außerdem erlauben Hochleistungsrechner eine schnellere und effektivere Auswertung von Genomsequenzen. Es gibt circa 4100 humangenetische Erkrankungen, die eine der Hauptursachen für Säuglingssterblichkeit sind.

Auch in der biomolekularen Forschung werden Hochleistungsrechner eingesetzt, um die Dynamik von Biomolekülen und Proteinen in menschlichen Zellen zu untersuchen. Das ist wichtig, um Autoimmunerkrankungen, aber auch Krebs und Diabetes effizienter behandeln zu können. In der Gehirnforschung, z. B. in der FET-Leitinitiative „Human Brain Project“, werden Hochleistungsrechner zur Simulation und Modellierung des menschlichen Gehirns in verschiedenen Größenordnungen und in hohen Auflösungen eingesetzt, um dessen Aufbau und Funktionsweise besser zu verstehen.

Und nicht zuletzt ist HPC auch der Dreh- und Angelpunkt für die Entwicklung neuer Arzneimittel. Die Entwicklungszeit eines neuen Arzneimittels liegt zwischen 10 und 17 Jahren. Zudem machen steigende Kosten eine solche Entwicklung sowohl für die Pharmaunternehmen als auch die Patienten zunehmend unerschwinglich. Die Erprobung neuer Moleküle, die als Wirkstoffkandidaten infrage kommen, kann durch den HPC-Einsatz beträchtlich beschleunigt werden. Darüber hinaus kann das Hochleistungsrechnen dabei helfen, vorhandene Arzneimittel für die Behandlung neuer Krankheiten nutzbar zu machen. Dadurch wird nicht nur die Versorgung der Patienten verbessert, sondern es werden auch die Kosten des gesamten Prozesses verringert.

### **4. Ernährungs- und Lebensmittelsicherheit, nachhaltige Landwirtschaft, Meeresforschung und Biowirtschaft:**

Hochleistungsrechner sind für die Entwicklung einer nachhaltigeren Landwirtschaft unverzichtbar, denn sie tragen zur Optimierung der Lebensmittelerzeugung bei und ermöglichen die Analyse der Nachhaltigkeitsfaktoren, die Schädlingsbeobachtung, die Kontrolle von Krankheiten und die Untersuchung der Auswirkungen von Pestiziden. Zu den HPC-gestützten Anwendungen zählen beispielsweise RFID-Tags (Funketiketten), die eine große Menge an Informationen über Feuchtigkeitsgehalt, Gewicht und GPS-Position von Heuballen speichern und übermitteln können. Künftig werden Mikrotags in der Größe von Bodenpartikeln massive Verbreitung finden, um zu messen, wie hoch der Feuchtigkeitsgehalt oder die Krankheitsbelastung ist oder sogar um zu bestimmen, ob das Getreide erntereif ist oder nicht.

HPC-Technik kann auch zu einer effizienteren Verwaltung der Wasserbestände und Agrarressourcen beitragen und durch eine bessere Dürrebewältigung und entsprechende Gegenmaßnahmen für anfällige Bevölkerungsgruppen in der Region nützlich sein.

### **5. Cybersicherheit und abwehr:**

Auch für die nationale Sicherheit und Verteidigung ist das Hochleistungsrechnen von allergrößter Bedeutung, z. B. für die Entwicklung komplexer Verschlüsselungstechnik, die Rückverfolgung von Cyberangriffen und entsprechende Abwehrmaßnahmen, aber auch für den Aufbau einer effizienten Forensik oder für kerntechnische Simulationen.

Im Bereich der [Cybersicherheit](#) werden Hochleistungsrechner in Verbindung mit künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen eingesetzt, um ungewöhnliches Systemverhalten, Insider-Bedrohungen und elektronischen Betrug aufzudecken und Cyberangriffsmuster sehr frühzeitig zu erkennen (in wenigen Stunden anstatt mehreren Tagen), oder auch um möglichen Systemmissbrauch zu erkennen und sofort automatische Gegenmaßnahmen zu treffen, noch bevor es überhaupt zu einem Angriff kommt.

Hochleistungsrechner werden auch bei der Terrorismus- und Verbrechensbekämpfung eingesetzt, z. B. zur Gesichtserkennung oder zur Feststellung verdächtiger Verhaltensweisen in unübersichtlichen öffentlichen Bereichen.

### **6. Intelligente, umweltfreundliche und integrierte Stadtplanung:**

Hochleistungsrechentechnik unterstützt den Aufbau [intelligenterer Städte](#) durch eine effizientere Steuerung großer Verkehrsinfrastrukturen, für die riesige Datenmengen in Echtzeit ausgewertet werden müssen.

So wird die Entwicklung autonomer Fahrzeuge stark auf Hochleistungsrechentechnik beruhen, denn solche Fahrzeuge greifen ständig auf eine große Vielfalt von Daten zurück, um die Navigation, die Straßenbedingungen, den Fahrzeugzustand sowie den Komfort und die Sicherheit der Fahrgäste zu überwachen und zu optimieren. Fahrerlose Autos müssen ständig Daten mit ihren Management- und Überwachungssystemen austauschen und mit großen Datenbanken synchronisieren, die sie mit Echtzeit-Informationen über das örtliche Umfeld, die Verkehrslage, Notmeldungen und Wetterbedingungen versorgen.

### **7. Kosmologie und Astrophysik:**

Wissenschaftler setzen Hochleistungsrechner ein, um den Weltraum genauer zu beobachten, um die gewaltigen Vorgänge nach dem Urknall, die Gravitationswellen erzeugt haben, zu simulieren, um Supernovae und Doppelsternsysteme aufzuspüren oder um dunkle Materie und Energie besser zu verstehen.

### **Welche Bedeutung hat das Hochleistungsrechnen für den digitalen Binnenmarkt?**

Das Ziel des [digitalen Binnenmarkts](#) ist es, virtuelle Barrieren zu beseitigen und die 28 nationalen Märkte zu einem einzigen zusammenzuführen. Ein reibungslos funktionierender digitaler Binnenmarkt könnte mit 415 Mrd. EUR jährlich zur Wirtschaftsleistung der EU und zur Schaffung Hunderttausender neuer Arbeitsplätze beitragen. Das Hochleistungsrechnen (HPC) birgt mit Blick auf die Entwicklung des digitalen Binnenmarkts ein riesiges Potenzial für die Schaffung von Arbeitsplätzen.

HPC ist ein Schlüsselfaktor insbesondere für die Digitalisierung der Industrie, für die industrielle Innovation und die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Das EuroHPC-Umfeld wird der europäischen Industrie und insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) einen besseren Zugang zu Supercomputern ermöglichen, damit sie innovative Produkte entwickeln können.

Hochleistungsrechner können riesige Datenmengen in Echtzeit handhaben und verarbeiten und bilden dadurch die Grundlage für den Aufbau einer lebendigen [Datenwirtschaft](#) und eines integrierten Ökosystems für Exa-Supercomputer und Massendatenverarbeitung, das die EU in die Lage versetzen wird, den größtmöglichen Nutzen daraus zu ziehen. Gleichzeitig wird ein hoher [Datenschutz](#) und ein hohes Sicherheitsniveau gewahrt. Die EuroHPC-Infrastruktur wird es ermöglichen, sensible Daten in Europa zu verarbeiten und dabei die Privatsphäre, das Eigentum und die Zugriffs- und Verwertungsrechte in Europa zu gewährleisten.

### **Warum ist es notwendig, dass die EU eine solche HPC-Initiative ergreift?**

Trotz der bisherigen Bemühungen und Investitionen verfügt die EU noch nicht über die leistungsfähigsten Supercomputer, und die vorhandenen Hochleistungsrechner beruhen auf außereuropäischer Technik. Die verfügbare Rechenzeit reicht nicht aus, um den ständig steigenden Bedarf zu decken. Um diese Bedarfslücke zu schließen, müssen europäische Wissenschaftler und Unternehmen ihre Daten außerhalb der EU verarbeiten lassen. Daraus ergeben sich aber Probleme in Bezug auf die Privatsphäre, den Datenschutz, den Schutz von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen und das Eigentum an Daten, insbesondere bei sensiblen Anwendungen.

Die europäische Versorgungskette für HPC-Technik ist unterentwickelt, und der Anteil europäischer Technik an laufenden Hochleistungsrechnern ist nach wie vor unbedeutend. Ohne klare Perspektiven für einen Leitmarkt und den Verkauf einer Exa-HPC-Anlage an den öffentlichen Sektor werden europäische Hersteller nicht das Risiko eingehen, solche Anlagen selbst zu bauen.

Außerdem investieren die Mitgliedstaaten bisher jeder für sich allein in die Entwicklung und Anschaffung von HPC-Infrastrukturen. Aber trotz beträchtlicher Investitionen sowohl auf nationaler Ebene als auch auf Unionsebene wird in Europa – im Vergleich zur Konkurrenz aus den USA, China oder Japan – eindeutig viel zu wenig Geld für das Hochleistungsrechnen ausgegeben. Die bestehende Investitionslücke beläuft sich auf 500–750 Mio. EUR pro Jahr. Der Bedarf an materiellen und finanziellen Mitteln für den Aufbau eines tragfähigen HPC-Ökosystems auf Exa-Niveau hat inzwischen eine Größenordnung erreicht, bei der kein einzelnes Land in Europa mehr in der Lage ist, ein solches System nachhaltig und in einem mit der außereuropäischen Konkurrenz vergleichbaren Zeitrahmen aufzubauen. Deshalb müssen die Mitgliedstaaten ihre HPC-Investitionsstrategien auf europäischer Ebene koordinieren und ihre Mittel bündeln.

Eine solche Bündelung und Rationalisierung auf EU-Ebene ist nun unverzichtbar geworden. Eine gemeinsame Infrastruktur und die gemeinsame Nutzung der bestehenden Kapazitäten würde allen nützen: Industrie, KMU, Wissenschaft, öffentlichem Sektor und insbesondere kleineren Mitgliedstaaten, die keine eigenständigen nationalen Hochleistungsrecheninfrastrukturen haben. So könnte insbesondere ein eigener, unabhängiger Zugang der EU zu HPC-Spitzentechnik gesichert werden.

## **Worum geht es bei der EuroHPC-Initiative?**

Am 10. Mai 2017 bekräftigte die Europäische Kommission in ihrer Mitteilung über die [Halbzeitbewertung der Strategie für einen digitalen Binnenmarkt](#) ihre Pläne, in das Hochleistungsrechnen zu investieren, und gab ihre Absicht bekannt, ein neues Rechtsinstrument vorzuschlagen, das den Rahmen für die Vergabe öffentlicher Aufträge für eine integrierte Hochleistungsrechen- und Dateninfrastruktur im Exa-Maßstab in der EU bilden soll. Damit sollte ein wirksamer und effizienter Weg gebahnt werden, damit die EU und ihre Mitgliedstaaten gemeinsam in ein wegweisendes europäisches Ökosystem für das Hochleistungsrechnen und die Massendatenverarbeitung investieren können, das alle nötige Technik, Anwendungen und Qualifikationen umfasst und das von einer Hochleistungsrechen- und Dateninfrastruktur von Weltrang getragen wird.

Die Initiative wird die gemeinsame Anschaffung von Hochleistungsrechnern ermöglichen und allen Mitgliedstaaten Zugang zu Supercomputern verschaffen, die eine mit den besten Anlagen der Welt vergleichbare Leistung bieten. Diese Rechenanlagen werden in eine europaweite Infrastruktur eingebettet sein und der Wissenschaft und industriellen Forschung sowie dem öffentlichen Sektor unabhängig von ihrem Standort zur Verfügung stehen. Die gesteigerte Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von HPC-Spitzenressourcen wird die Anwender dazu ermutigen, ihre Tätigkeiten und Daten in Europa zu belassen und somit zum Erhalt einer kritischen Masse an Know-how und Personal in den Mitgliedstaaten beitragen.

## **Warum schlägt die Kommission die Gründung eines gemeinsamen Unternehmens zur Umsetzung der EuroHPC-Initiative vor?**

Heutige Finanzierungsinstrumente reichen nicht aus, wenn es um eine solche großangelegte Zusammenarbeit im Bereich der Supercomputer geht. In einer [Folgenabschätzung](#) wurde festgestellt, dass sich die EuroHPC-Initiative am besten in Form eines gemeinsamen Unternehmens umsetzen lässt. Dieses Rechtsinstrument ermöglicht es, mit den Mitgliedstaaten alle Kräfte zu bündeln, um die Entwicklung einer europaweiten Hochleistungsrechen- und Dateninfrastruktur zu unterstützen. Damit werden drei dringende Bedarfswfälle angegangen:

- Beschaffung und Einrichtung einer Weltklasse-HPC-Infrastruktur im Vor-Exa-Maßstab in Europa;
- Bereitstellung dieser Infrastruktur für öffentliche und private Anwender zur Entwicklung wegweisender wissenschaftlicher und industrieller Anwendungen;
- Unterstützung der rechtzeitigen Entwicklung europäischer Hochleistungsrechentechne der nächsten Generation und deren Integration in Exa-Systeme in einem Zeitrahmen, der gegenüber der weltweiten Konkurrenz wettbewerbsfähig ist.

Das Gemeinsame Unternehmen EuroHPC wird eine effiziente Kombination aus gemeinsamer Beschaffung und gemeinsamem Besitz von Supercomputern sowie gemeinsame Investitionen in die Entwicklung von Technologien für die angeschafften Anlagen seitens der Kommission und der Mitgliedstaaten ermöglichen.

## **Wer wird sich am Gemeinsamen Unternehmen EuroHPC beteiligen?**

Das Gemeinsame Unternehmen EuroHPC wird zwei Arten von Mitgliedern haben: öffentliche und private Mitglieder. Die öffentlichen Mitglieder werden die Europäische Union (vertreten durch die Europäische Kommission) und die 13 Mitgliedstaaten und assoziierten Länder sein, die die [EuroHPC-Erklärung](#) bereits unterzeichnet haben. Weitere Mitgliedstaaten und assoziierte Länder können sich dem Gemeinsamen Unternehmen jederzeit anschließen.

Die privaten Mitglieder des Gemeinsamen Unternehmens werden Vertreter der Beteiligten und Interessenträger aus dem HPC- und Big-Data-Bereich sein, z. B. aus Wissenschaft und Industrie. Zwei vertragliche öffentlich-private Partnerschaften ([ETP4HPC](#) und [Big Data Value Association](#)) haben bereits schriftlich ihre Unterstützung für die Gründung des Gemeinsamen Unternehmens EuroHPC bekundet.

Das Gemeinsame Unternehmen EuroHPC wird voraussichtlich im Jahr 2019 seinen Betrieb aufnehmen und soll bis Ende 2026 tätig sein.

## **Über welche Mittelausstattung wird das Gemeinsame Unternehmen EuroHPC verfügen?**

Das Gemeinsame Unternehmen EuroHPC wird von seinen Mitgliedern gemeinsam finanziert. Der Finanzbeitrag der Union wird die Verwaltungs- und Betriebskosten decken und bis zu 486 Mio. EUR betragen. Er stammt aus Haushaltsmitteln, die im laufenden [mehrjährigen Finanzrahmen](#) (MFF) vorgesehen sind, und zwar insbesondere aus dem Rahmenprogramm [Horizont 2020](#) und der Fazilität „Connecting Europe“ ([CEF](#)).

Zu diesem Betrag muss ein vergleichbarer Beitrag der an EuroHPC beteiligten Staaten als Teil ihrer nationalen HPC-Programme hinzukommen. Die privaten Mitglieder sollten auch Sachbeiträge leisten –

im Rahmen ihrer derzeitigen Mitarbeit in den vertraglichen öffentlich-privaten Partnerschaften [ETP4HPC](#) und [BDVA](#).

Mit einem Gesamtbudget von ungefähr 1 Mrd. EUR wird das gemeinsame Unternehmen bis 2026 tätig sein.

Das Gemeinsame Unternehmen EuroHPC wird im Rahmen offener und wettbewerblicher Ausschreibungen oder Aufforderungen finanzielle Unterstützung in Form öffentlicher Aufträge oder Finanzhilfen für Forschung und Innovation an Beteiligte leisten. Diese ähneln denjenigen, die die Kommission bei Horizont 2020 oder für die innovationsfördernde Auftragsvergabe durchführt.

### **Welcher Zusammenhang besteht zwischen Hochleistungsrechnen, künstlicher Intelligenz und vertieftem Lernen (*Deep Learning*)?**

Techniken des vertieften Lernens können durch den Einsatz von Hochleistungsrechnern leichter angewandt werden. Der gemeinsame Einsatz von Supercomputerkapazität und künstlicher Intelligenz macht maschinelles Lernen schneller und effizienter, was wiederum dazu beiträgt, innovativere Lösungen und Technologien zu schaffen, die unseren Lebensalltag verbessern.

Erst kürzlich haben Techniken der künstlichen Intelligenz und des vertieften Lernens in Verbindung mit dem Hochleistungsrechnen zu bahnbrechenden Entwicklungen in Bereichen wie Bildsegmentierung (Erkennung von Mustern), Spracherkennung (Erkennung und Übersetzung gesprochener Sprache in Text durch den Computer) oder selbstfahrende Autos geführt.

Die Kombination aus Hochleistungsrechnern, künstlicher Intelligenz und vertieftem Lernen ist von großer Bedeutung für Gebiete wie die [Cybersicherheit](#), wo sie hilft, frühzeitig ungewöhnliches Systemverhalten, Insider-Bedrohungen und elektronischen Betrug sowie andere Cyberangriffsmuster zu erkennen (in wenigen Stunden anstatt mehreren Tagen). Dies hilft auch, möglichen Systemmissbrauch zu erkennen und sofort automatische Gegenmaßnahmen zu treffen, noch bevor es zu einem Angriff kommt.

### **Weitere Informationen**

[Pressemitteilung „Europa investiert in Supercomputer“](#)

MEMO/18/3

Kontakt für die Medien:

[Nathalie VANDYSTADT](#) (+32 2 296 70 83)

[Inga HOGLUND](#) (+32 2 295 06 98)

Kontakt für die Öffentlichkeit: [Europe Direct](#) – telefonisch unter [00 800 67 89 10 11](#) oder per [E-Mail](#)