

RECHEN SCHIEBER.

Supercomputer in Zeuthen für
die Erforschung von Elementarteilchen



Was hält die Welt im Innersten zusammen und wie ist sie entstanden?
Um diese Frage zu erforschen, sind Höchstleistungsrechner mit Tausen-
den von Prozessoren mittlerweile unentbehrlich. Die Entwicklung solcher
Rechner und der zugehörigen IT-Infrastruktur ist eines von vielen Themen
bei DESY.

Beschleuniger | Forschung mit Photonen | [Teilchenphysik](#)

Deutsches Elektronen-Synchrotron
Ein Forschungszentrum der Helmholtz-Gemeinschaft



Fragen der Teilchenphysik

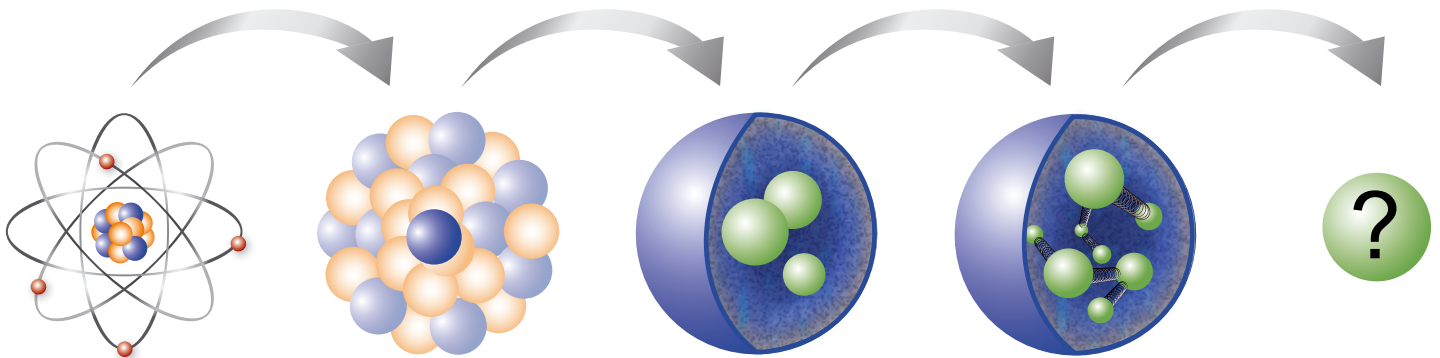
Ziel der Elementarteilchenphysik ist es, die kleinsten Bausteine unserer Welt zu identifizieren und deren Zusammenspiel zu ergründen. Die theoretischen Teilchenphysiker entwickeln hierzu abstrakte Modelle, die die ungewohnten und oft schwer zu verstehenden Eigenschaften der Grundkräfte beschreiben. An großen Teilchenbeschleunigern werden diese Modellvorstellungen dann experimentell getestet. Die Theorie zur Beschreibung der Eigenschaften der so genannten Starken Kraft ist die Quantenchromodynamik (QCD). Genaue Berechnungen, ausgehend von den Grundgleichungen dieser Theorie, sind jedoch sehr schwierig. Daher bleibt es bis heute eine der wichtigen Herausforderungen der theoretischen Teilchenphysik, die Größen zu berechnen, die im Experiment gemessen werden können. Phänomene wie Phasenübergänge im frühen Universum oder das Verhalten der Natur bei Umkehr der Zeit sind bislang unverstanden.

einem einzelnen Prozessor geleistet werden, sondern es müssen viele Prozessoren durch ein schnelles Netzwerk zusammen geschaltet werden. Diese so genannten massiv-parallelen Rechner müssen trotz ihrer hohen Komplexität im Dauerbetrieb über viele Wochen fehlerfrei arbeiten. Die Realisierung umfangreicher Rechnersysteme setzt die Skalierbarkeit der Architektur voraus. Für einen kostengünstigen Einsatz sind außerdem geringer Stromverbrauch und kompakte Bauweise wichtige Qualitätsmerkmale.

Um derartige Höchstleistungsrechner der Forschung zur Verfügung zu stellen, beteiligt sich DESY an der Entwicklung von Parallelcomputern, die speziell für die numerischen Probleme der Teilchenphysik zugeschnitten sind.

APE – Spezialrechner für die Forschung

Etwa 2,5 TFlops Rechenleistung werden den Forschern am Standort Zeuthen zur Verfügung gestellt. Dies



Die Welt im Höchstleistungsrechner

Eines der erfolgreichsten Methoden, die die Wissenschaftler zur Untersuchung der Starken Kraft entwickelt haben, ist die Simulation dieser Theorien auf Computern. Bei derartigen Rechnungen kommt es vor allem darauf an, eine möglichst große Anzahl von Operationen mit Gleitkommazahlen durchzuführen. Das entscheidende Leistungskriterium der eingesetzten Rechner bemisst sich daher in „floating point operations per second“ (Flops). Die aktuell erreichbare Rechenleistung von vielen TFlops (ein Teraflop entspricht 1 000 000 000 000 Flops) kann nicht von

geschieht innerhalb der Aktivitäten des John von Neumann Institutes für Computing NIC auf Rechnern vom Typ apeNEXT und APEmille. In diesen Rechnern arbeiten Tausende von speziell entwickelten Prozessoren, die für die Anwendungsprogramme der Forscher eine Effizienz von teilweise über 50% erreichen. Dies ist viel, wenn man bedenkt, dass ähnliche Programme auf gängigen kommerziellen Systemen 15–30% Effizienz aufweisen. Bei der neueren Rechnergeneration apeNEXT wurde auch das Netzwerk auf dem Prozessor integriert. Aufgrund der Leistungsfähigkeit dieses Netzwerks bleibt der Rechner auch dann schnell, wenn viele Prozessoren zusammen

arbeiten. In der Fachsprache nennt man solche Parallelrechner skalierend. Der Zugang zu den Prozessoren ist durch ein Netzwerk von PCs realisiert, die mit dem Betriebssystem Linux ausgestattet sind. Diese PCs sind für das Laden der Programme, das Starten der Maschine sowie für die Ein- und Ausgabe der Daten zuständig. Fast alle elementaren Operationen des Prozessors werden direkt von den Benutzerprogrammen kontrolliert. Eine möglichst effiziente Nutzung dieser Maschinen stellt daher hohe Anforderungen an die Software. Die Entwicklung der APE-Rechner erfolgte in Zusammenarbeit von DESY, dem Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN, Italien) und der Université Paris-Sud (Frankreich).

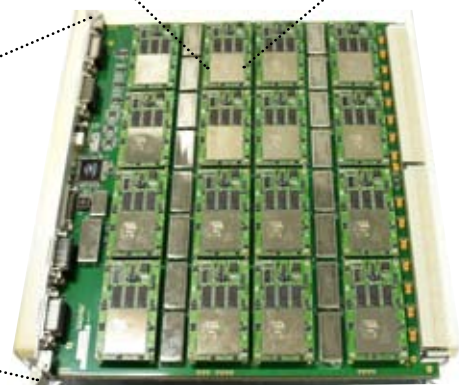
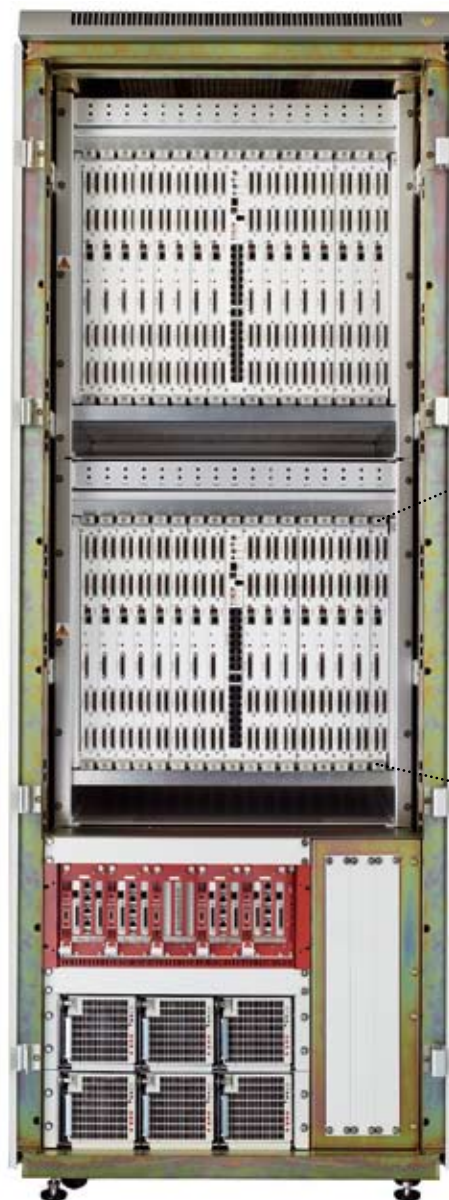
Wohin mit den Daten?

Bei den Rechnungen auf den Höchstleistungscomputern werden mit hohem Aufwand Daten erzeugt. Um diese Daten einer möglichst großen Anzahl von Forschern zugänglich zu machen, werden Grid-Technologien genutzt. Das International Lattice Data Grid (ILDG) hat mittlerweile Standards definiert, wie Datensätze einheitlich zu beschreiben sind. Forscher können nun nach diesen so genannten Metadaten suchen und über Referenzen die für sie interessanten Datensätze finden. Zur Speicherung der Daten wurden in Australien, Großbritannien, Japan, Kontinental-Europa und in den USA regionale Datengrids aufgebaut. Über einheitliche Schnitt-

stellen kann der Forscher die Daten abrufen, egal wo auf der Welt diese gespeichert sind. DESY ist an der Entwicklung dieser Standards und dem Aufbau der kontinental-europäischen Datengrid-Infrastruktur maßgeblich beteiligt. ●

Weitere Informationen

<http://www-zeuthen.desy.de/ape>
<http://www-zeuthen.desy.de/nic>
<http://www-zeuthen.desy.de/latfor>
<http://www.lqcd.org/ildg>



apeNEXT Rack mit 512 Prozessoren (© Eurotech)
 Unten rechts: apeNEXT Board mit 16 Prozessoren
 Oben rechts: Der apeNEXT Prozessor (metallfarbiger Baustein links) auf einem Modul, wo u.a. auch der Arbeitsspeicher untergebracht ist. Der Prozessor wird mit einer Taktrate von etwa 140 MHz betrieben und kann in dieser Konfiguration 1.1×10^9 Gleitkomma-Operationen pro Sekunde ausführen.



Deutsches Elektronen-Synchrotron Ein Forschungszentrum der Helmholtz-Gemeinschaft

Die Helmholtz-Gemeinschaft leistet Beiträge zur Lösung großer und drängender Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft durch wissenschaftliche Spitzenleistungen in sechs Forschungsbereichen.

Sie ist mit 28 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in 16 Forschungszentren und einem

Jahresbudget von rund 2,8 Milliarden Euro die größte Wissenschaftsorganisation Deutschlands. Ihre Arbeit steht in der Tradition des großen Naturforschers Hermann von Helmholtz (1821–1894).

www.helmholtz.de