

## Computers are slower faster

The avant-garde of supercomputers encounters obstacles. The growth of computing power is leveling off. To master the challenges of the future requires fundamental innovations.

---

Stefan Betschon  
28.6.2018, 15:08 clock

Maria Girone is in a difficult position. The Italian physicist heads the [Openlab](#) at the European Laboratory of Elementary Particle Physics (CERN). This is the department responsible for processing the data generated by the Large Hadron Collider (LHC), the world's largest particle accelerator. "Data processing" sounds sweet – data floods that Girone is exposed to are a data tsunami that needs to be tamed.

### Huge challenges

[Girone](#) talked about the challenges she and her employees face at OpenLab on Monday at the [International Supercomputing Conference \(ISC\)](#) in Frankfurt. The detectors of the LHC produce one petabyte of data per second. That's  $10^{15}$  Bytes. This amount of data is not easy to store, it needs to be reduced in real time. It's about choosing the data that's interesting for physicists. This task compares Girone with the attempt to find a single grain of sand in the sand of twenty beach volleyball arenas. The data from the particle accelerator floods a computer science infrastructure that unites 170 data centers in 42 countries around the world. The heart of this infrastructure is a supercomputer near Geneva with 300,000 processor cores.

The preparations for the expansion of the LHC are already under way in Geneva. The High Luminosity (HL) LHC should enable novel experiments from 2025 onwards. To process the data of this particle accelerator, you need computer systems that are 50 to 100 times more powerful than today's systems.

## Supercomputing am Wendepunkt

3400 Computerexperten sind zu Beginn der Woche anlässlich der ISC 2018 nach Frankfurt gereist. Die wenigsten von ihnen dürften es beruflich mit Problemen zu tun haben, die mit denjenigen von Girone vergleichbar sind. Aber alle ahnen, dass die computertechnischen Herausforderungen, die sich jetzt am Cern zeigen, bald auch für den Rest der Welt Bedeutung erlangen.

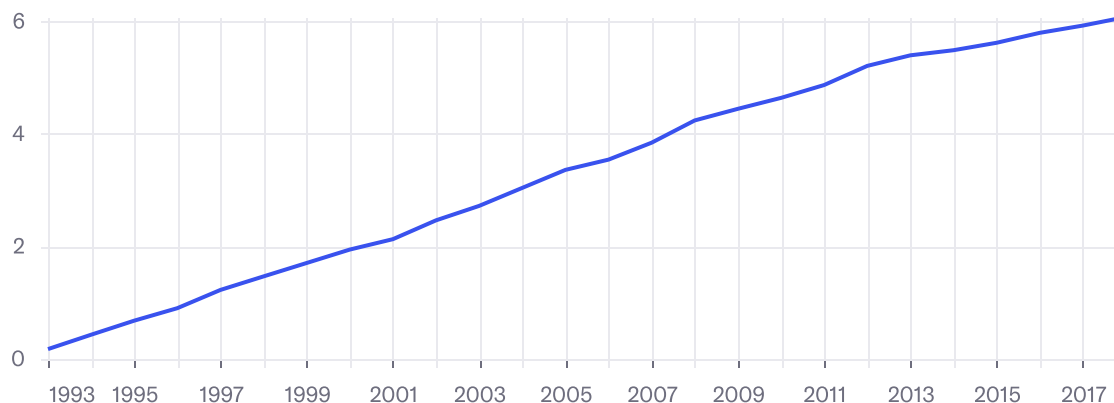
Die Spezialisten, die sich mit Supercomputing beschäftigten, durften sich einst als Avantgarde der Informatik verstehen. Mit dem Rest der Computerwelt hatten sie so viel gemein wie ein Formel-1-Pilot mit einem VW-Golf-Berufspendler. Die teuren und ausgeklügelten Lösungen, die sie für die Hochleistungscomputer entwickelten, kamen nur mit grosser Verzögerung dem Durchschnittsanwender zugute. Dann, in den 1990er Jahren, wendete sich das Blatt: Nun profitierten die Supercomputer von Technologien, die für Durchschnittsanwender entwickelt worden waren. Aus der Formel 1 war ein Akkuschrauber-Rennen geworden. Es braucht aber sehr viele Akkuschrauber, um einen Hochleistungscomputer auf Touren zu bringen.

Ein ASCI Red genannter Supercomputer der amerikanischen Sandia National Laboratories dominierte Ende der 1990er Jahre dank knapp 10 000 Pentium-Prozessoren von Intel während mehreren Jahren die Liste der 500 schnellsten Computer. Dieser Computer erreichte als erster eine Rechenleistung im Teraflops-Bereich. Ein Teraflops entspricht  $10^{12}$  Gleitkomma-Operationen pro Sekunde. Der Kampf um einen Spitzenplatz in der halbjährlich publizierten Top-500-Liste wurde langweilig: Es gewann, wer in möglichst vielen Metallschränken möglichst viele Intel-Prozessoren einstecken konnte. Doch jetzt wird das Rennen wieder spannend, das Supercomputing befindet sich an einem Wendepunkt.

Die Weiterentwicklung der Intel-Prozessoren (Central Processing Unit, CPU) ist ins Stocken geraten. Die CPU sind zunehmend auf die Unterstützung durch Beschleuniger angewiesen und werden mit Grafikkarten (Graphic Processing Unit, GPU) gekoppelt. Wichtigster Hersteller von GPU für das Supercomputing ist die kalifornische Firma Nvidia. Knapp ein Fünftel der 500 schnellsten Computer verwenden inzwischen GPU von Nvidia.

## Müdigkeitserscheinungen beim High-Performance-Computing

Die Rechenleistung der 500 schnellsten Computer, in Teraflops, Skala logarithmiert. Ein Teraflop entspricht  $10^{12}$  Gleitkommaoperationen pro Sekunde.



Die Leistung der Supercomputer wächst seit 2013 langsamer als der langfristige Trend. – Quelle: [www.top500.org](http://www.top500.org) – Grafik: efl

Auf der neuesten Top-500-Liste, die am Montag in Frankfurt präsentiert wurde, findet sich unter den drei bestplatzierten Systemen keines, das Prozessoren von Intel einsetzt. Der schnellste Supercomputer der Welt, ein System namens [Summit](#), das vom amerikanischen Oak Ridge National Laboratory betrieben wird, stammt von IBM. Er vereint 4356 Module mit jeweils zwei Power-9-CPU von IBM mit jeweils 22 Rechenkernen. Jedes Modul enthält neben den IBM-CPU noch sechs GPU von Nvidia. Die Rechenleistung des schnellsten Computers wird mit 122,3 Petaflops angegeben. Ein Petaflops entspricht 1000 Teraflops oder  $10^{15}$  Gleitkomma-Operationen pro Sekunde. Zusammen mit einer Speicherkapazität von 168 Petabyte füllen die Komponenten von Summit mehr als 300 mannshohe Metallkästen.

## Piz Daint ist spitze

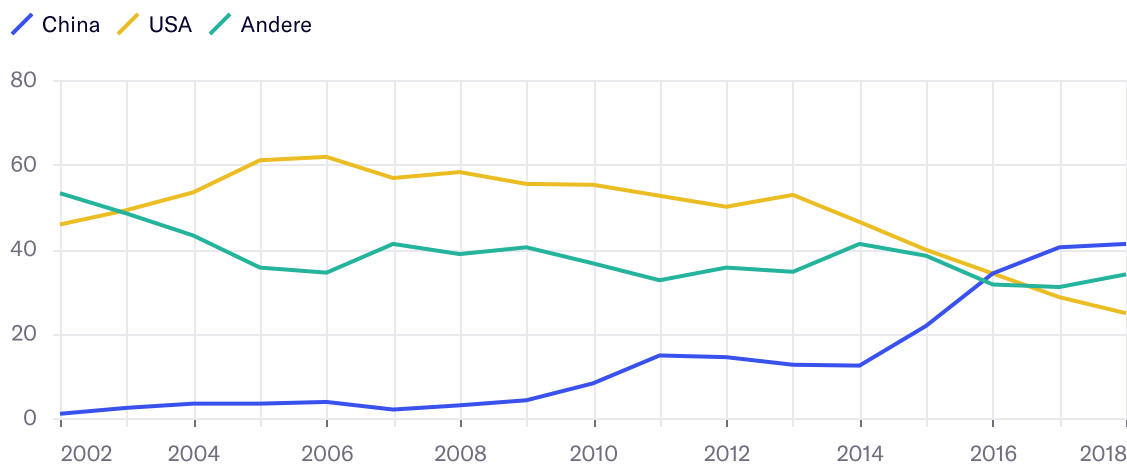
Seit 25 Jahren treffen sich die Supercomputing-Experten alle sechs Monate an einer internationalen Konferenz in den USA oder in Europa. Und seit 25 Jahren bildet die Publikation der [Top-500-Liste](#) am ersten Tag einen Höhepunkt dieser Konferenz. Die Aussagekraft dieser Liste darf bezweifelt werden. Das Zählen von Flops zur Bewertung der Rechenleistung ist ein bisschen so, als würde man die Leistung eines Fussballers daran messen, wie viele Schritte er während des Spiels gemacht hat.

An einer Podiumsdiskussion zum 25-Jahr-Jubiläum der Top-500-Liste hat sich am Montag in Frankfurt [Thomas Schulthess](#) als Kritiker des Top-500-Rituals hervorgetan. Er ist Professor am ETH-Institut für theoretische Physik und Direktor des [Centro Svizzero di Calcolo Scientifico \(CSCS\)](#) in Lugano. Schulthess forderte neue Metriken, die besser als Flops in der Lage sind, den wissenschaftlichen Output einer Supercomputer-Anwendung zu bewerten. Schulthess hat aber als Direktor des CSCS keine Gründe, sich über die gängigen Messmethoden zu beklagen. Der Piz Daint genannte schnellste Supercomputer der Schweiz kommt auf der Top-500-Liste seit Jahren gut weg. Auf der neuesten Liste ist er auf Platz sechs aufgeführt, als schnellster Computer nicht nur der Schweiz, sondern auch Europas.

Auch Kritiker der Top-500-Liste müssen zugeben, dass diese Datensammlung, die nun 25 Jahre umfasst, sehr wertvoll ist. Sie bietet eine sehr detaillierte Beschreibung des computertechnischen Fortschritts, sie dokumentiert das Kommen und Gehen von Herstellern und den Auf- und Abstieg von Technologien.

## Unter den 500 schnellsten Computern der Welt hat die Zahl chinesischer Systeme jüngst stark zugenommen

Supercomputing im Ländervergleich, in Prozent



Quelle: [www.top500.org](http://www.top500.org) – Grafik: efl

In der jüngsten, 51. Ausgabe der Liste konnten die Amerikaner den Spitzenplatz zurückerobern. Der Summit-Supercomputer ist schneller als der schnellste chinesische Computer namens Sunway Taihulight, der zwei Jahre lang die Top-500-Liste anführte. Doch auch ohne Spitzenplatz konnten die Chinesen ihre Präsenz im Supercomputing ausbauen. 2005 erstmals auf der Liste erwähnt, ist China hier inzwischen besser vertreten als jede andere Nation. Vor allem aber haben chinesische Firmen als Lieferanten rasch an Bedeutung gewonnen. Lenovo, das 2014 das Server-Geschäft von IBM übernommen hat, gilt vor Hewlett-Packard Enterprise als wichtigster Anbieter von Supercomputer-Technologie.

## Schlechte Aussichten

Für Maria Girone bedeutet die neueste Top-500-Liste wiederum keine guten Nachrichten. Einmal mehr zeigt sich, dass sich die Zunahme der Rechenleistung verlangsamt. Diese Verlangsamung wurde erstmals 2013 sichtbar und hat sich seither akzentuiert. Vor 2013 konnte die Rechenleistung der 500 schnellsten Computer gesamthaft pro Jahr um den Faktor 1,8 gesteigert werden. Auf der Basis des Mooreschen Gesetzes wäre eine Steigerung um den Faktor 1,6 zu erwarten gewesen. Doch in der Realität konnte seit 2013 die Rechenleistung pro Jahr nur noch um den Faktor 1,4 gesteigert werden. Das bedeutet, dass es nun doppelt so lange dauert, ein bestimmtes Wachstumsziel zu erreichen. Damit in den 2020er Jahren die Daten des HL-LHC-Teilchenbeschleunigers verarbeitet werden können, braucht es grundlegende technische Durchbrüche, von denen nicht bekannt ist, wo sie zu erwarten sind.

---

### Europe pushes supercomputing

In the EU Commission wants to promote high-performance computing. In order not to be relegated to the US or China, a one-billion-euro investment is planned. Switzerland participates in this project.

11.1.2018, 14:32



---

### Departure for exascale computing

25 years ago, the first supercomputer was commissioned in Switzerland. The further development of these machines now presents unexpected obstacles.

Stefan Betschon / 27.10.2016, 18:06



## Digital Newsletter

Five times a week our newsletter informs about digital topics with news and analysis on Google, Facebook and Co. [Here you can register for free with one click](#) .

---

Copyright © Neue Zürcher Zeitung AG. Alle Rechte vorbehalten. Eine Weiterverarbeitung, Wiederveröffentlichung oder dauerhafte Speicherung zu gewerblichen oder anderen Zwecken ohne vorherige ausdrückliche Erlaubnis von Neue Zürcher Zeitung ist nicht gestattet.