Performanceoptimierung von parallelen Programmen
Die Formel 1 der Informatik

Philipp Gschwandtner, Universität Innsbruck, 28. September 2018

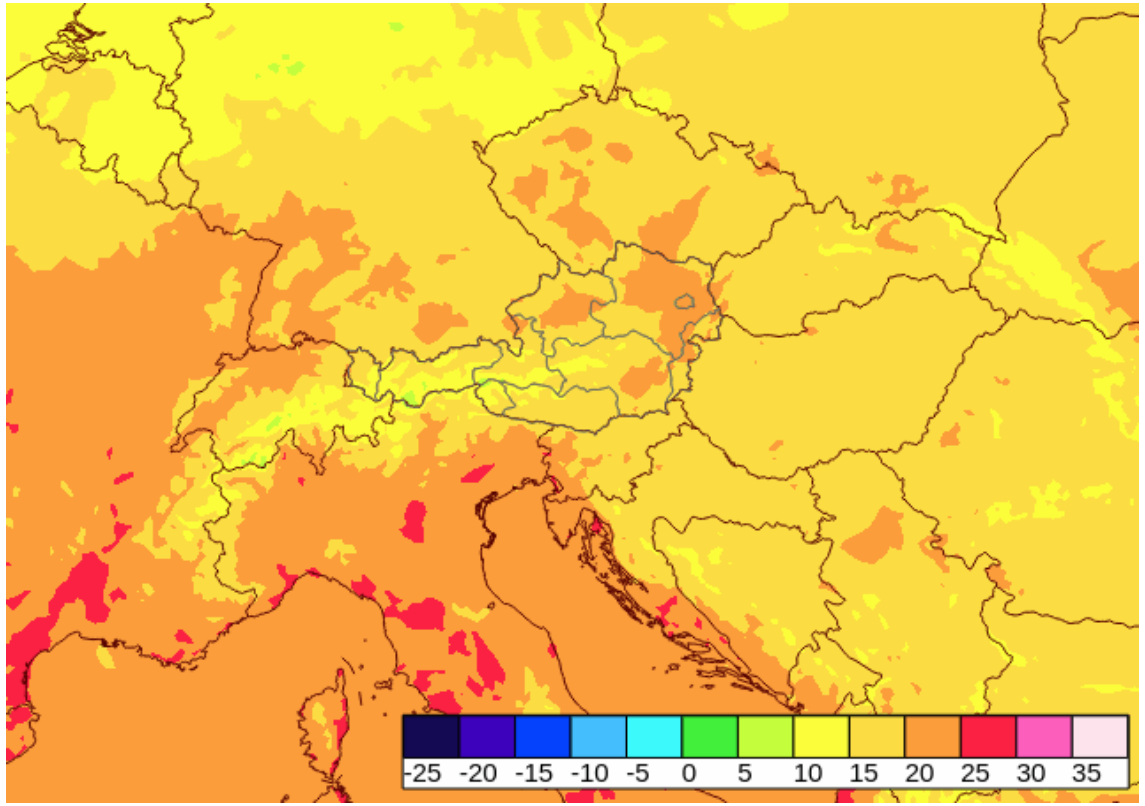
Was ist „Hochleistungsrechnen“?

- Englisch „HPC – High Performance Computing“
- Wikipedia: „[…] Rechenarbeiten, deren Bearbeitung einer hohen Rechenleistung oder Speicherkapazität bedarf“ [1]
- Schneller Fortschritt verhindert genaue Definition

[1] https://de.wikipedia.org/wiki/Hochleistungsrechnen

Wozu brauche ich das?

- Problemstellung: Wettervorhersage
  - Bild auf der rechten Seite benötigt auf einem PC 1 Woche zum Rechnen
  - Man braucht diese Bilder aber jeden Tag aufs Neue!
  - Was tun?

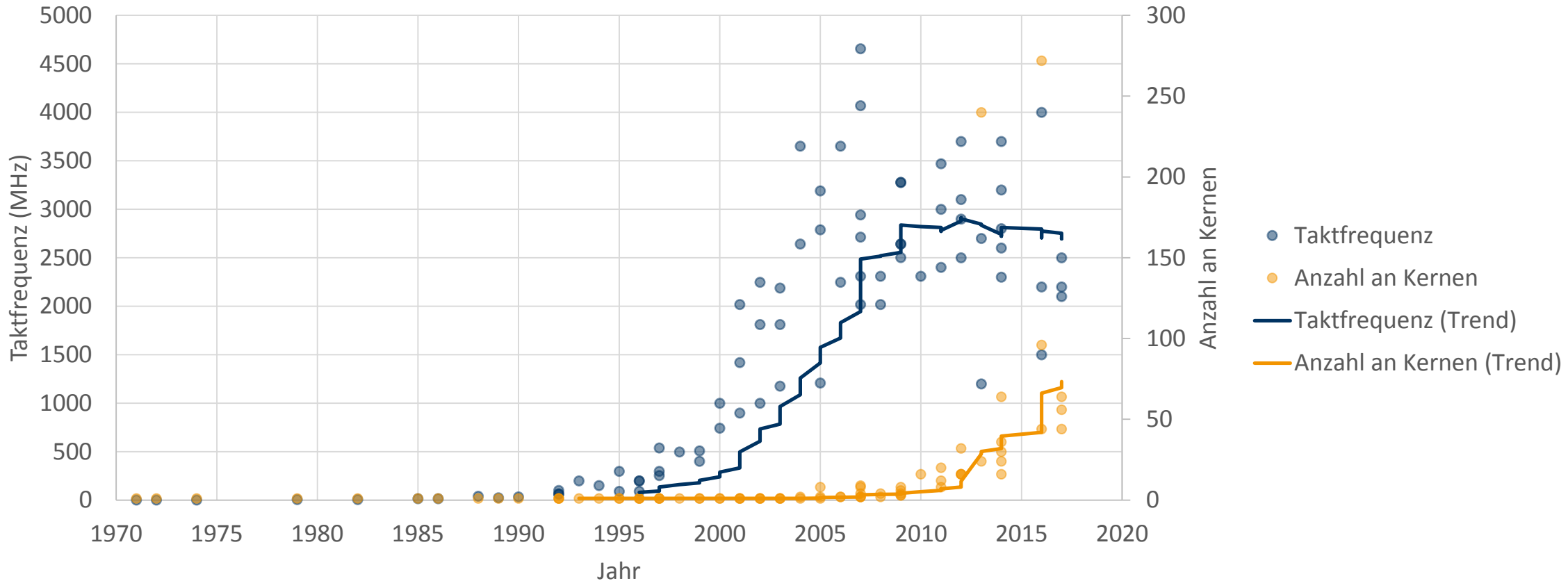


Quelle: https://www.zamg.ac.at/cms/de/wetter/wetteranimation/aladin_animation.php?imgtype=0 (28.09.2018, 14:00)

Performanceoptimierung: Frequenz erhöhen?

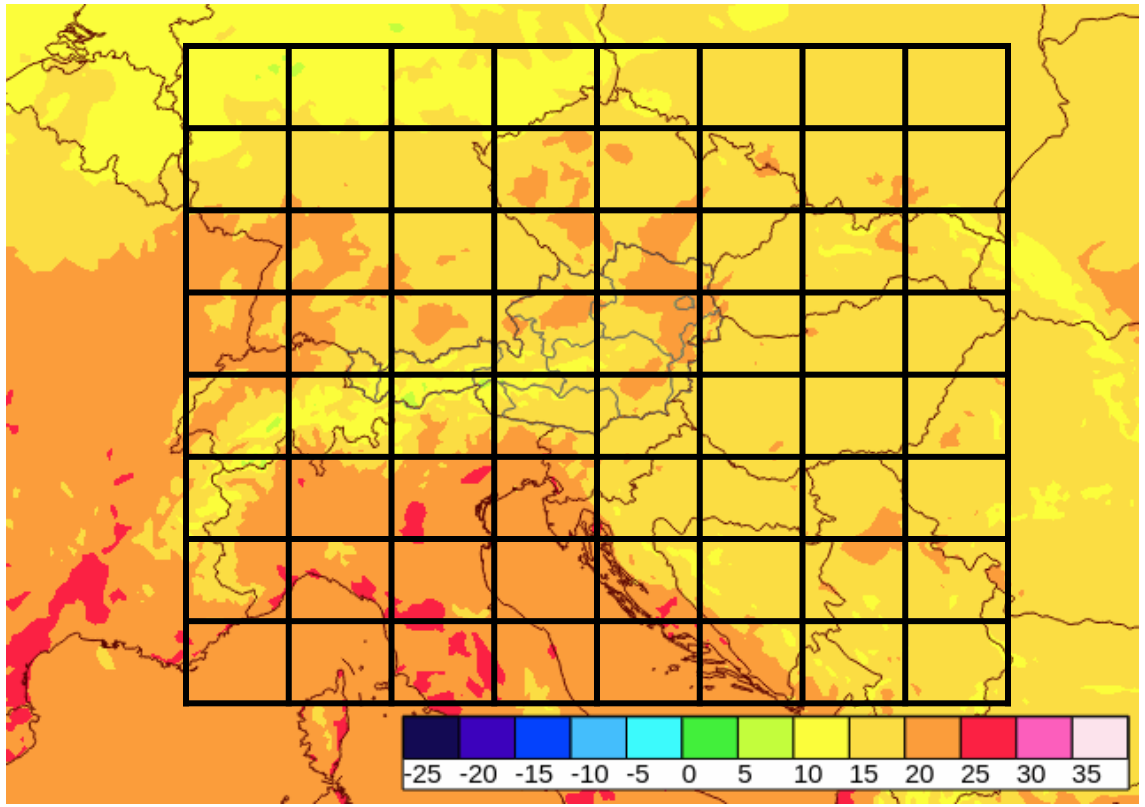
Quelle: https://www.youtube.com/watch?v=NxNUK3U73SI

Taktfrequenz und Anzahl an Kerne - Trend von 1970 bis heute



Was sind parallele Programme?

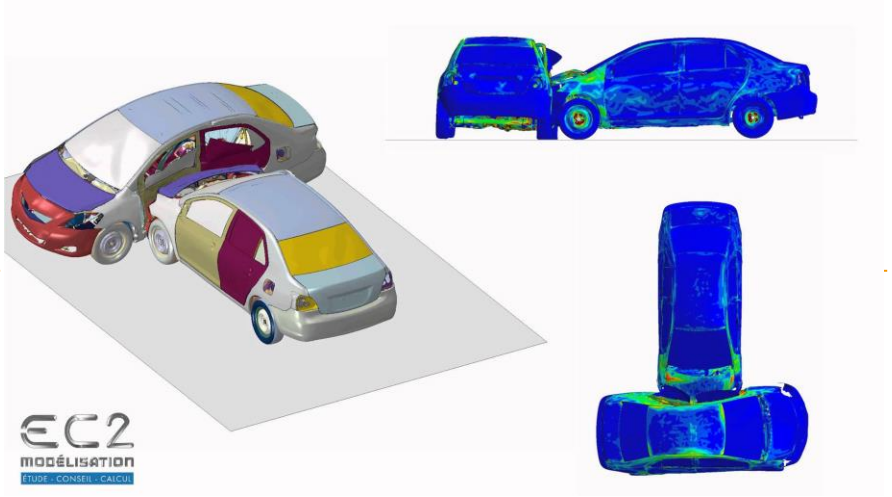
- Programme, welche aus Teilen bestehen, die gleichzeitig ausgeführt werden können
- Beispiel Wettervorhersage
  - Unterteile das Problem in 8x8 = 64 einzelne Blöcke und lass‘ jeden Block auf einem PC rechnen
- Arbeitsteilung, nicht Redundanz!

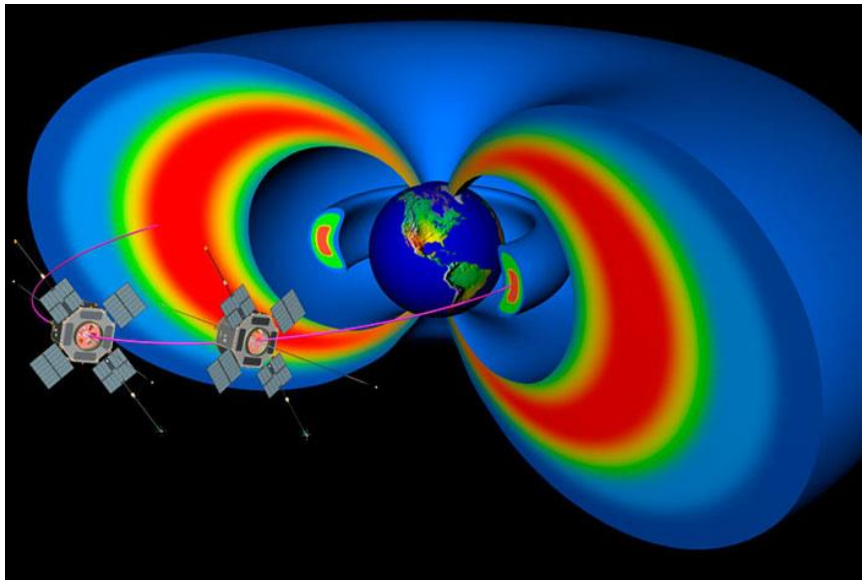


Quelle: https://www.zamg.ac.at/cms/de/wetter/wetteranimation/aladin_animation.php?imgtype=0 (28.09.2018, 14:00)

Weitere Anwendungen

- Physikalische Simulationen
  - Auto-Crashtest
  - Wetter im Weltraum
  - Ölbohrunfälle am Meer
- Medizinische Simulationen
- ..... Simulationen





Quellen: https://www.youtube.com/watch?v=5-dn4lnS3s0, https://phys.org/news/2014-06-simulations-space-weather.html

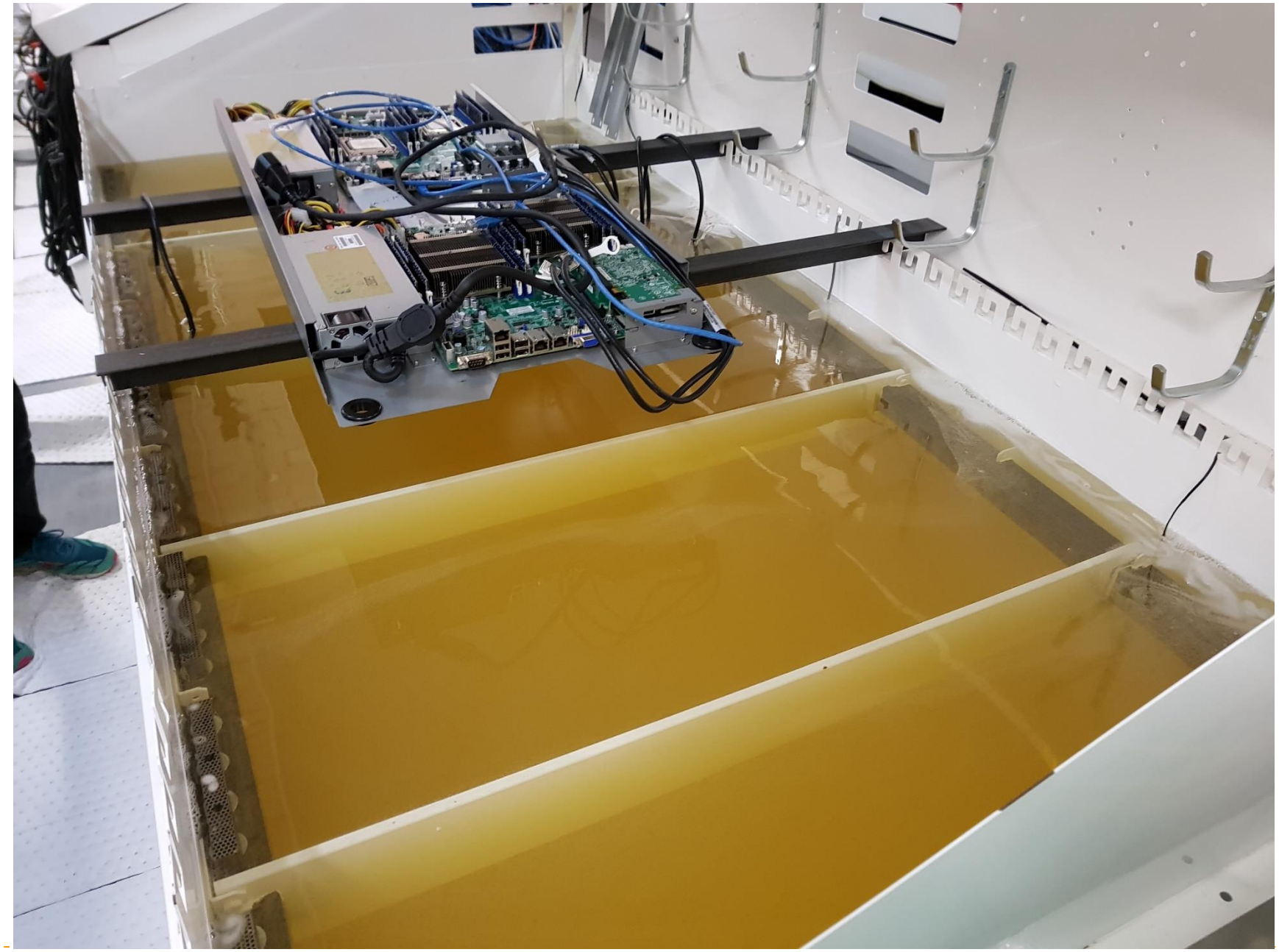
Der Schnellste in Innsbruck: LEO 4

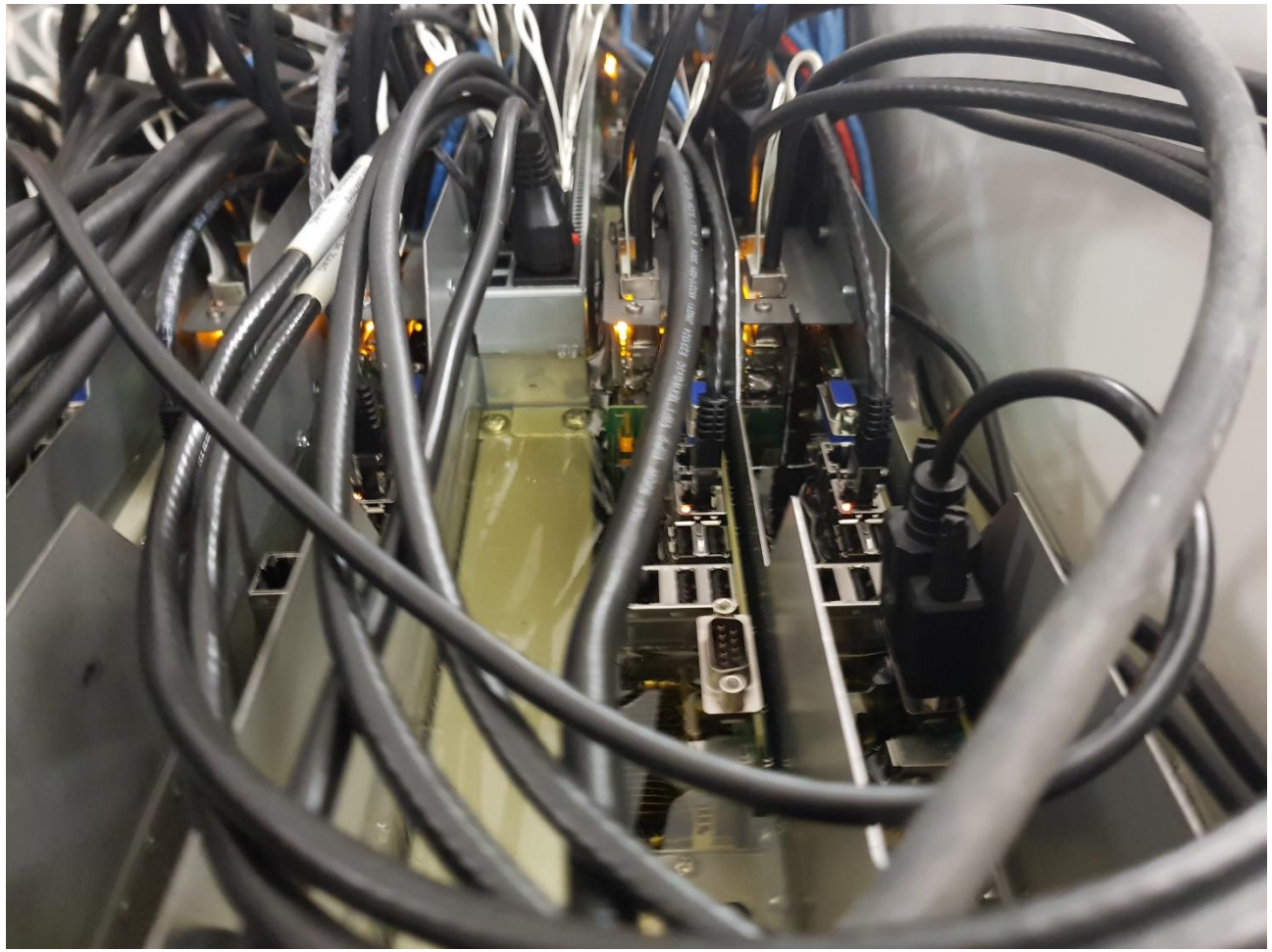
- Steht im CCB (Centrum für Chemie und Biomedizin, Innrain 80)
- Kerne: 1344
- RAM: ca. 5 TB
- Festplattenspeicher: 147 TB

Quelle: https://www.uibk.ac.at/fakultaeten/chemie_und_pharmazie/index.html.de

Der Schnellste in Österreich: VSC-3

- Steht in Wien (Arsenalgelände)
- Leistungsdaten
  - Kerne: 32320
  - Arbeitspeicher: 130 TB
  - Festplattenspeicher: 500 TB
- Liegt in Öl!
- Stromkosten: halbe Million Euro im Jahr





Aufbau von JUWELS (Forschungszentrum Jülich, Deutschland)

Quelle: https://www.youtube.com/watch?v=8Y8zTG2a-UE

Der Schnellste weltweit: Summit

- Steht in Oak Ridge, Tennessee, USA
- Kerne: Über 2 Millionen
- RAM: 2800 TB
- Festplattenspeicher: 250 000 TB
- Leistungsaufnahme: ca. 9 Gigawatt
  - Zum Vergleich: Leistungsaufnahme von Innsbruck im Schnitt ca. 90 Gigawatt!

Quelle: https://www.hpcwire.com/2018/06/08/ornl-summit-supercomputer-is-officially-here/

Vergleich mit Formel 1

- Sehr forschungsnah, neue Technologien, schnelle Entwicklung
- Extrem teuer (Anschaffungskosten, Stromkosten)
  - Summit: 200 Millionen US-Dollar
- Nur für spezielle Zwecke geeignet (kein Steam, Netflix, Spotify, …)
  - Teilweise sehr komplexe Bedienung
  - Betriebssystem: Linux!
- Umweltaspekte werden immer wichtiger (Abwärme!)

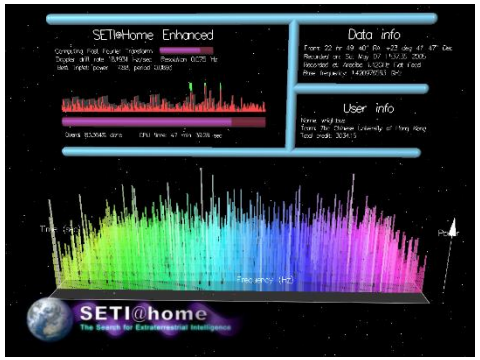
Wie kann man Programme optimieren?

- Bekommt jeder Kern gleich viel Arbeit?
  - Falls nicht: Wie Arbeit zuteilen?
- Wie oft müssen die Kerne miteinander reden?
  - Je seltner desto besser
- Programm an Eigenschaften von Superrechner anpassen
  - Grafikkarten vorhanden?
  - Spezialhardware vorhanden?

Supercomputer @ home: BOINC Projekt

- Macht eigenen Computer zum Teil eines weltweiten “Supercomputers”

- Verschiedene Anwendungen
  - seti@home – Suche nach Außerirdischen
  - folding@home – medizinische Simulationen
  - …



Quellen: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Setiathomeversion5point15.png, https://en.wikipedia.org/wiki/Arecibo_Observatory#/media/File:The_Arecibo_Observatory_20151101114231-0_8e7cc_c7a44aca_orig.jpg

Performanc ogrammen r Informatik

niversität Innsbruck, 28. September 2018

Noch Fragen?