JUPITER © Forschungszentrum Jülich / Sasha Kreklau

Energiebedarf und Effizienzpotenziale im Supercomputing: Perspektiven aus dem Rechenzentrumsbetrieb und der Forschung

Dezember 3, 2025 I Prof. Kristel Michielsen* | Jülich Supercomputing Centre

*Mit Input von: Thomas Lippert, Thomas Eickermann, Benedikt von St. Vieth, Estela Suarez

JUPITER Einweihung: 5. September 2025

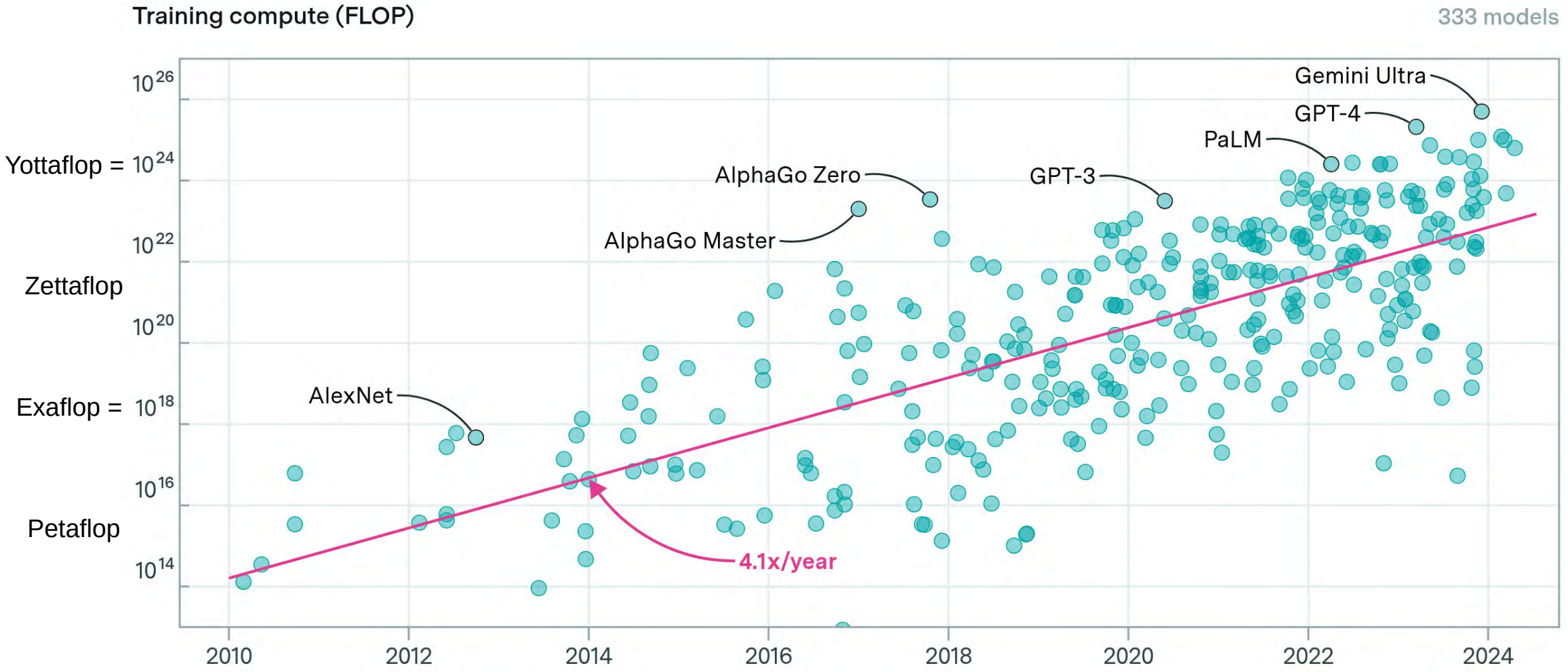
SUPERCOMPUTER

Launch of the Exascale Supercomputer JUPITER

JUPITER was unveiled to the public today at Forschungszentrum Jülich in front of high-ranking guests from politics, science, and industry. The German Chancellor Friedrich Merz and the Minister-President of North Rhine-Westphalia Hendrik Wüst attended the inauguration ceremony of Europe's fastest and most energy-efficient supercomputer.

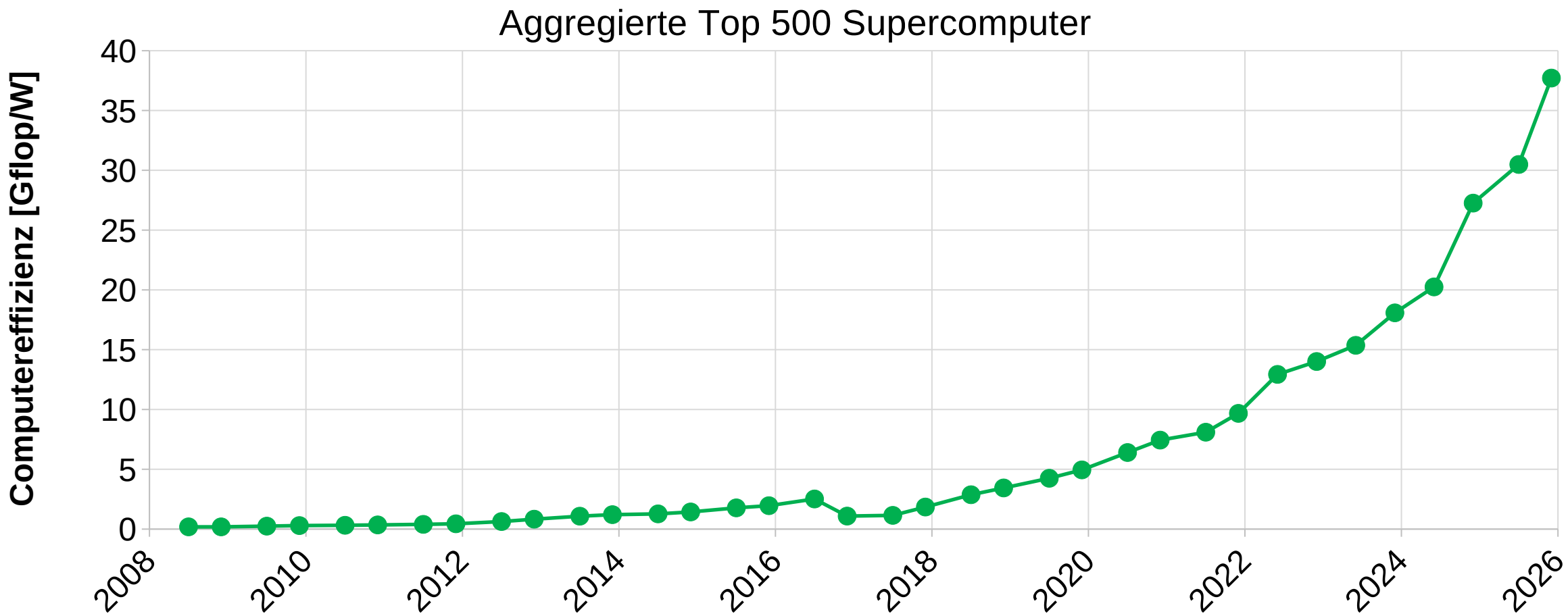
Prof. Dr. Dr. Thomas Lippert, Director of Jülich Supercomputing Centre (JSC), **Prof. Dr. Kristel Michielsen**, Director of JSC, **Ekaterina Zaharieva**, Commissioner Startups, Research and Innovation, European Commission, **Hendrik Wüst**, NRW Minister-President, **Prof. Dr. Astrid Lambrecht**, Chair of the Board of Directors at FZJ, **Friedrich Merz**, Federal Chancellor, **Dorothee Bär**, Federal Minister for Research, Technology and Space, **Karsten Wildberger**, Federal Ministry for Digital Transformation and Government Modernisation, **Ina Brandes**, Minister for Culture and Science of NRW, **Prof. Dr. Laurens Kuipers**, Board of Directors at FZJ. *Fotos: Forschungszentrum Jülich / Kurt Steinhausen.*

Rechenbedarf im Wandel: KI-Training 2010 – 2024



Quelle: EPOCH AI, Sevilla & Roldán, 2025. https://epoch.ai/blog/training-compute-of-frontier-ai-models-grows-by-4-5x-per-year

Supercomputer werden Energieeffizienter



Quelle: Top500.org

Nachhaltigkeit im Supercomputing – was Zentren bereits tun…

… oder tun werden

1. **Präzise Messung des Stromverbrauchs**
2. **Energieeffiziente Hardware kaufen**
3. **Optimierung der Rechenzentrumsinfrastruktur**
   - Weniger Stromverbrauch für Peripheriegeräte, direkte Warmwasserkühlung, freie Kühlung, usw.
4. **Nutzung erneuerbarer Energien**
5. **Wiederverwendung von Abwärme**
6. **Optimierung des Systembetriebs**
   - Ausschalten nicht genutzter Knoten, energiebewusste Planung,…
7. **Modulare Architektur:** passende Modul für jede Anwendung
8. **Sicherstellen sinnvoller Nutzungszwecke**
   - Peer-Review-wissenschaftliche Projekte (kein Krypto-Mining…)
   - Nutzerunterstützung für effizientere Ausführung von Simulationen

The GREEN 500 CERTIFICATE

JEDI - BullSequana XH3000, Grace Hopper Superchip 72C 3GHz, NVIDIA GH200 Superchip, Quad-Rail NVIDIA InfiniBand NDR200

EuroHPC/FZJ, Germany

is ranked

No. 1

among the World's TOP500 Supercomputers

with 72.733 GFlops/watts Performance

in the Green500 List published at the ISC24

Conference on June 01, 2024.

Congratulations from the Green500 Editors

Wu-chun Feng
Virginia Tech

Kirk Cameron
Virginia Tech

Nr.1

JEDI

(0,5 JUPITER Rack)

THE GREEN 500™

JUPITER: Energieeffizienteste Exascale Computer

JÜLICH Forschungszentrum | JÜLICH SUPERCOMPUTING CENTRE

JUPITER in Jülich

der effizienteste Exascale-Computer

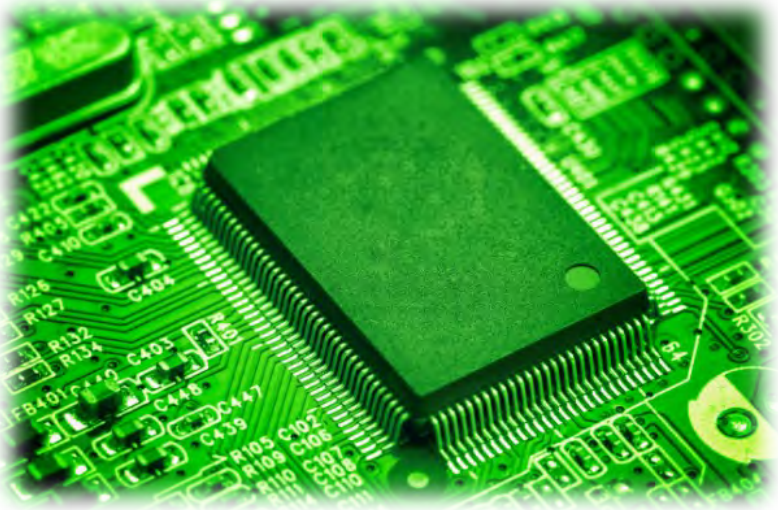
Nr.14 THE GREEN 500

- **Nr.4** Weltweit in Rechenleistung
  - ~6,000 Knoten = 24,000 GPUs
  - 1 ExaFLOP/s
- **Energiemessungen mit ~2% Genauigkeit**
  - ~12,000 Sensoren
  - PUE (Power Usage Effectiveness) ≤ 1.15
- **Energieverbrauch** (~Jülich Stadt)
  - 12 MW Durchschnitt; 18 MW Maximum
- **Direkte Wasserkühlung** (warmes Wasser)
  - 36° Input, 42 - 44° Output
  - Glycol-freie hybride Kühlung
  - Weniger als 30 m^3/h Ruhr-Wasser
    - nur in sehr heiße Sommer Tagen benötigt
- **Wiederverwendung von Abwärme**
  - FZJ-Campus Verbrauch ~7.5 MW
  - Nutzung in der erste Aufbaustufe: 3.6 MW

Nachhaltigkeit im Supercomputing – was Forscher bereits tun…

… oder tun werden

1. **Forschung an**
   - innovativen **energieeffizienten Hardwaretechnologien**, etwa ARM- oder RISC-V-basierten Prozessoren
   - **Neue Rechenparadigmen:** Quantencomputing, Neuromorphes Rechnen, Photonisches Rechnen, Kryo-Computing, Rechnen mit gemischter Genauigkeit, …
2. **Energieeffiziente Programmierung**
   - CPUs nur bei Bedarf
   - Parallele Elemente nutzen
   - Geräteinterner Speicher bevorzugt
   - Algorithmische Effizienz
   - Schlanker Code
   - Daten sparsam verwalten
   - Performance pro Watt



EuroHPC Joint Undertaking

Federal Ministry of Research, Technology and Space

Ministry of Culture and Science of the State of North Rhine-Westphalia

GCS Gauss Centre for Supercomputing

JÜLICH Forschungszentrum Shaping Change