effzett
DAS MAGAZIN AUS DEM FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH

Sonder-druck

Glänzende Aussichten

Mit JUPITER bekommt Jülich Europas ersten Exascale-Rechner

GUT ZU WISSEN
Zahlen und Fakten zu JUPITER

BESSER ZU ZWEIT
Warum sich Super- und Quantencomputer ideal ergänzen

PERFEKT AUSGELEGT
JUPITER eignet sich optimal für KI-Anwendungen

Eine neue Dimension des Rechnens

JUPITER ist Europas erster Supercomputer, der die Exascale-Grenze überschreitet – und der schnellste Rechner des Kontinents. Damit beginnt am Forschungszentrum Jülich mitten in Nordrhein-Westfalen ein neues Kapitel im High-Performance-Computing (HPC): JUPITER liefert die hohe Rechenleistung, die Wissenschaft und Industrie brauchen, um Antworten auf die drängenden Fragen unserer Zeit zu finden. „Ob digitale Transformation, Klimaschutz oder Energiewende – wir brauchen diese Rechenleistung, um viele der großen Aufgaben unserer Zeit zu meistern. JUPITER wird ein Motor für Forschung und Innovation sein. Er wird helfen, Wissen zu gewinnen und Lösungen zu entwickeln, die wir dringend benötigen“, betont die Vorstandsvorsitzende des Forschungszentrums Jülich, Prof. Dr. Astrid Lambrecht, die Bedeutung des neuen Exascale-Rechners. Insbesondere Künstliche Intelligenz (KI) und datenintensive Anwendungen bekommen durch JUPITER den Schub, den sie brauchen: für präzisere Simulationen, für Analysen, die gestern noch unmöglich waren, und für das Training der größten KI-Modelle.

JUPITER setzt neue Maßstäbe. Seine modulare Architektur macht ihn flexibel für die Integration von Quantencomputern und weiteren Zukunftstechnologien. Zugleich ist er der effizienteste unter den fünf schnellsten Höchstleistungsrechnern der Welt.[1] Mit mehr als 60 Milliarden Rechenoperationen pro Watt zeigt JUPITER, dass Supercomputing und Energieeffizienz kein Widerspruch sein müssen.

JUPITER ist ein Gemeinschaftswerk. Entwickelt wurde er am Jülich Supercomputing Centre (JSC), gebaut von europäischen Partnern aus Wissenschaft und Industrie, gefördert von EU, Bund und Land. Das Projekt basiert auf mehr als einer Dekade intensiver und engagierter Arbeit und setzt ein starkes Zeichen für Europas kollektive Kraft, bahnbrechende technologische Fortschritte zu erzielen.

„JUPITER markiert den Höhepunkt einer über zehnjährigen Entwicklungsarbeit“, sagt Prof. Thomas Lippert, Direktor des JSC. „Als das modernste und vielseitigste Exascale-System der Welt stellt es eine einzigartige Innovation dar. JUPITER eröffnet Wissenschaft und Industrie in Europa völlig neue Möglichkeiten.“

„Durch die erstmalige Verbindung von Supercomputern mit Quantencomputern lassen sich zudem hochkomplexe Fragestellungen auf bislang unerreichte Weise angehen. Wir bringen die Technik und Expertise mit, um dieses Potenzial zu nutzen“, sagt Prof. Kristel Michielsen, Leiterin der JUelicher Nutzer-Infrastruktur für Quantencomputing (JUNIQ) und Leiterin „HPC für Quantensysteme“ am JSC.

Mit JUPITER beginnt die Zukunft des Exascale-Rechnens in Europa.

[1] TOP500-Liste der weltweit schnellsten Supercomputer, Stand Juni 2025

2 Editorial
Eine neue Dimension des Rechnens

4 Einer für alles
Mit JUPITER muss gerechnet werden. Der schnellste Computer Europas eröffnet neue Möglichkeiten für viele Bereiche – von KI über Hirnforschung bis zur Klimasimulation.

12 Ein Supercomputer – viele hochkarätige Projekte
Wissenschaftler:innen aus ganz Europa können JUPITER nutzen – und testen jetzt schon im Early Access Programm JUREAP Hardware und Anwendungen. Hier geben sie einen Einblick in einige der Projekte.

14 Ein Super-Rechner für die KI
Prof. Thomas Lippert, Direktor des Jülich Supercomputing Centre, erklärt was JUPITER besonders macht.

16 Zahlen und Fakten zu JUPITER

20 Power-Duos
Hybridsysteme aus Quantenrechnern und Supercomputern vereinen das Beste aus beiden Welten.

22 Forschung in Jülich auf einen Blick

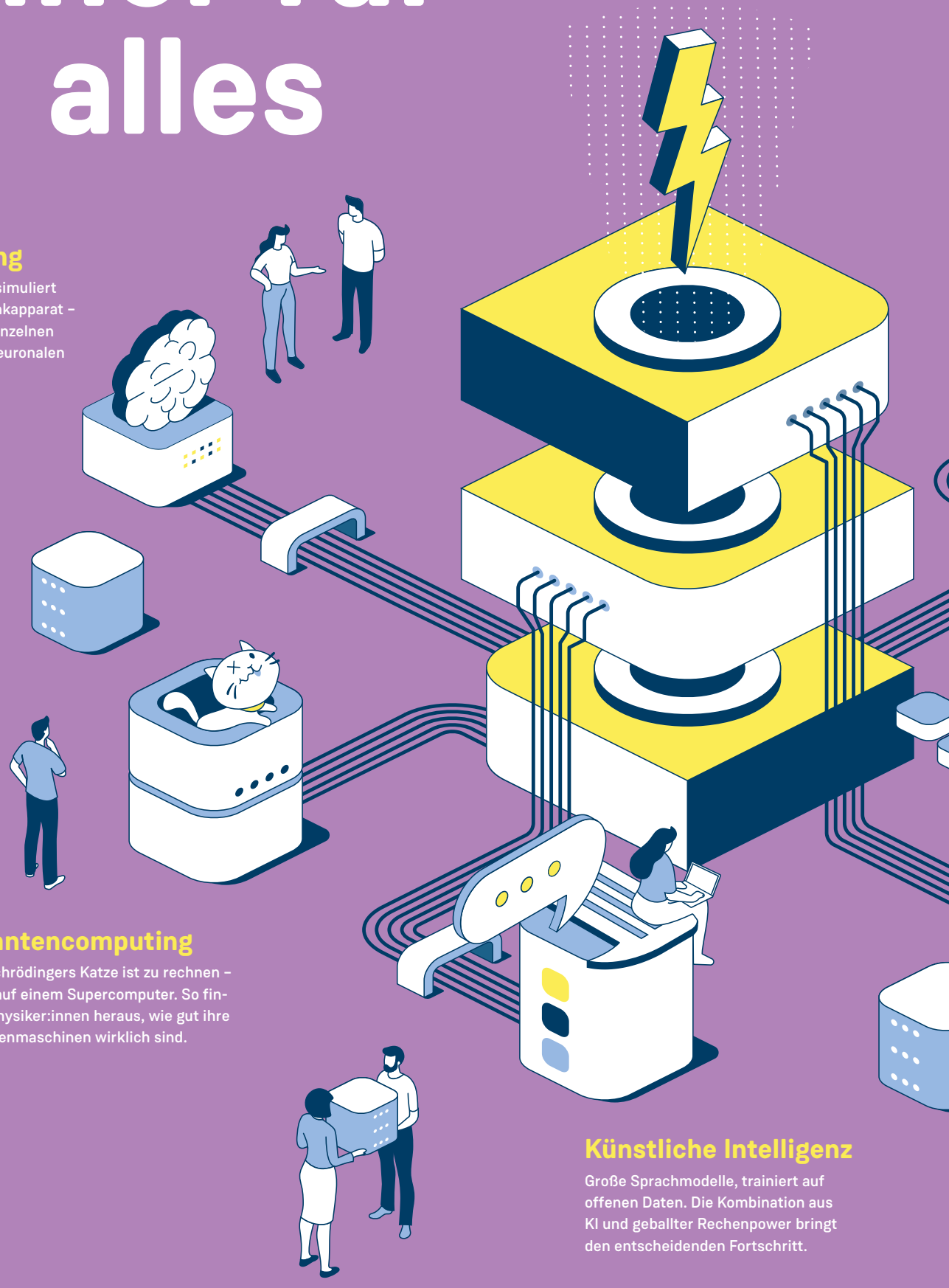
24 Impressum

JUPITER – Europas schnellster Supercomputer erklärt:
youtu.be/vVUFIrY-_xg

Einer für alles

Hirnforschung

Geballte Rechenkraft simuliert den menschlichen Denkapparat – detailgetreu von der einzelnen Nervenzelle bis zum neuronalen Netzwerk.

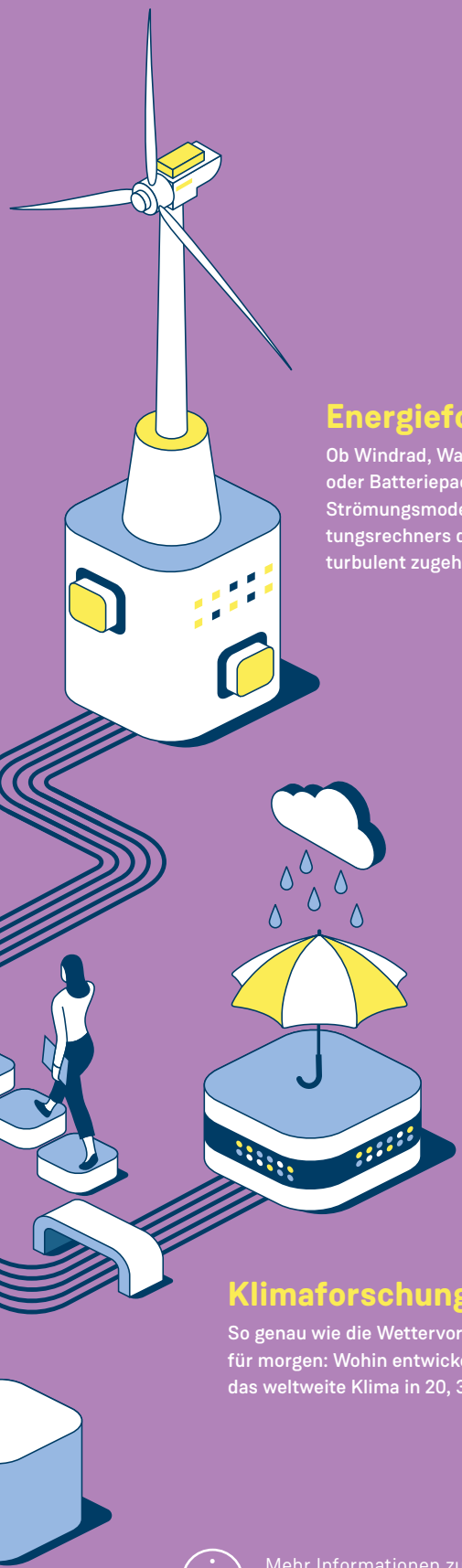


Quantencomputing

Mit Schrödingers Katze ist zu rechnen – auch auf einem Supercomputer. So finden Physiker:innen heraus, wie gut ihre Quantenmaschinen wirklich sind.

Künstliche Intelligenz

Große Sprachmodelle, trainiert auf offenen Daten. Die Kombination aus KI und geballter Rechenpower bringt den entscheidenden Fortschritt.



Energieforschung

Ob Windrad, Wasserstoffturbine oder Batteriepack: Im exakten Strömungsmodell des Hochleistungsrechners darf es auch turbulent zugehen.

Klimaforschung

So genau wie die Wettervorhersage für morgen: Wohin entwickelt sich das weltweite Klima in 20, 30 Jahren?

Mehr Informationen zu JUPITER:
go.fzj.de/effzett-jupiter

In Jülich steht der erste Exascale-fähige Rechner Europas, JUPITER. Der vielseitige Supercomputer wird eine der weltweit stärksten KI-Maschinen sein und eröffnet neue Möglichkeiten für die Simulation komplexer Systeme. Die Anwendungen reichen vom Quantenkosmos bis zu Fragestellungen der Energiewende.

Im Jahr 1965 hielt der erste Supercomputer Einzug in Europa. Der CDC 6600 am Forschungszentrum CERN konnte pro Sekunde drei Millionen Rechenoperationen durchführen. Jedes Smartphone würde diese Leistung heutzutage um unzählige Größenordnungen übertreffen. Nun, 60 Jahre später, steht am Jülich Supercomputing Centre (JSC) der Ururenkel des CDC 6600: JUPITER. Er erreicht als erster Rechner in Europa die magische Grenze von einer Trillion Rechenoperationen – eine 1 mit 18 Nullen. Das entspricht etwa einer Million moderner Smartphones oder 333 Milliarden Exemplaren des CDC 6600. JUPITER stößt damit in die Klasse der Exascale-Rechner vor.

Doch JUPITERs Rekordgeschwindigkeit ist kein Selbstzweck: Die Simulationen, die auf dem Giganten laufen, ermöglichen Einblicke, die rein experimentell oder theoretisch nicht zu erlangen sind. Als computertechnisches Multitalent bewältigt JUPITER eine Vielzahl unterschiedlichster Anwendungsfälle. Dabei geht es um die großen Herausforderungen der Zukunft, vom Kleinsten bis zum Größten: vom Verhalten einzelner Quanten bis hin zu globalen Klimamodellen, von molekularen Vorgängen in Nervenzellen bis zu großen Sprachmodellen.

Die flexible Architektur von JUPITER ermöglicht eine große Bandbreite von Anwendungen. Das Booster-Modul des Superrechners arbeitet auf Basis von Grafikprozessoren (GPUs), die besonders geeignet sind für eine Vielzahl hochparalleler Anwendungen, wie hier vorgestellt. Das Clustermodul hingegen eignet sich für variablere Aufgabenstellungen mit komplexen Ausführungsmustern, wie zum Beispiel für manche Physiksimulationen zu Wechselwirkungen von Elementarteilchen in Atomkernen. Mit dem Ansatz ist JUPITER gut aufgestellt und kann sowohl klassische HPC-Simulationen (High-Performance-Computing) als auch fortschrittliche Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) bedienen.

Von der Wettervorhersage zur Klimasimulation

Eine typische Anwendung, die schon seit Jahrzehnten ohne die Rechenleistung von Supercomputern nicht denkbar wäre, ist die Wettervorhersage. Der Deutsche Wetterdienst benutzt dafür das Atmosphärenmodell ICON, eine modular aufgebaute Open-Source-Software. Sie ermöglicht es, kurze Zeiträume mit einer hohen räumlichen Auflösung zu berechnen und so – ausgehend von aktuellen Messwerten und Beobachtungen – eine Prognose für das Wetter der kommenden Tage zu stellen. Es ist zudem möglich, mit einer niedrigeren Auflösung zu arbeiten und dann über Jahrzehnte hinweg die globale Klimaentwicklung zu simulieren. „Wir wollen damit allerdings sehr viel weiter und präziser in die Zukunft schauen, also detaillierte langfristige Klimavorhersagen erstellen“, erklärt die Meteorologin Dr. Sabine Grießbach (JSC).

Wie wird sich die weltweite Durchschnittstemperatur verändern, wenn wir weiter CO_2 in die Atmosphäre pumpen? Und wie sieht es aus mit Extremwetterereignissen? Werden Hitzewellen in Zukunft häufiger über uns hereinbrechen? Und mit welcher Intensität?

Dank der Rechenleistung von JUPITER kann ICON diese Fragen künftig so genau wie nie zuvor beantworten. Der entscheidende Vorteil, den JUPITER dem Modell bietet, heißt geringere Maschenweite: ICON legt ein Gitternetz aus Dreiecken um den Erdball. Für jede dieser Zellen berechnet es die relevanten Größen wie Temperatur, Druck und Luftfeuchtigkeit. Die Maschenweite des Netzes gibt in etwa an, wie breit ein einzelnes Dreieck ist. Bei den derzeitigen Wettervorhersagen mit ICON liegt sie bei etwa 13 Kilometern. Phänomene mit einer kleineren Ausdehnung – wie etwa Wolken – können dann im wahrsten Sinn des Wortes durch das Raster fallen.

„Mit JUPITER können wir das ändern und die Klimazukunft mit der räumlichen Auflösung von etwa einem Kilometer simulieren“, erklärt Dr. Lars Hoffmann (JSC), Experte für Atmosphärenforschung und Modellierung: „Damit ist ein Brückenschlag zwischen Wetter- und Klimamodellierung möglich. Und extreme Ereignisse wie heftige Gewitter und Starkregen dürften sich deutlich realistischer im Computer abbilden lassen als heutzutage.“ Nach ersten Arbeiten auf dem Testsystem JEDI werden jetzt in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Meteorologie und dem Deutschen Klimarechenzentrum Tests auf JUPITER durchgeführt.

← Sabine Grießbach möchte mit JUPITER detaillierte Klimaprognosen erstellen.

JEDI heißt das erste Modul von JUPITER. Es wurde bereits im April 2024 installiert und verfügt über besonders effiziente GPUs des weltweit führenden Chipherstellers NVIDIA. Die gleiche Hardware ist auch im Booster-Modul von JUPITER verbaut.

Ein wichtiger Punkt wird sein, wie die Wetter- und Klimamodelle mit der neuesten Generation von Grafikkarten, die bei JUPITER zum Einsatz kommt, funktionieren. „Aktuell untersuchen wir, mit welchen Softwarebibliotheken und Einstellungen ICON auf JUPITER am schnellsten läuft“, berichtet Grießbach.

Künstliche Intelligenz auf dem Supercomputer

Eine weitere Anwendung, die von JUPITER mit seinen NVIDIA-GPUs profitiert, ist das maschinelle Lernen. Gerade die generative KI, die zum Beispiel Bilder und Texte erzeugt, hat in den vergangenen Jahren mit Sprachprogrammen wie ChatGPT eindrücklich bewiesen, dass diese Algorithmen menschlicher Sprache verblüffend nahekommen.

Große Sprachmodelle werden mit einer Unzahl von Texten trainiert. Dabei erschließen sie sich selbst, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Wort auf ein anderes folgt – um damit selbst Wort für Wort einen sinnvollen Satz bilden zu können. Das Modell muss sich also riesige Datenmengen an sprachlichen Bausteinen und ihrer Verbindung zueinander merken.

„Zu einem Sprung in der Qualität dieser Sprachmodelle kam es erst, als sie mit vielen Parametern auf gewaltigen Datenmengen trainiert wurden. Und das war nur möglich, weil dafür Hochleistungsrechner benutzt wurden“, erklärt Chelsea Maria John (JSC). In einem Team mit Fokus auf Algorithmen und Methoden für Rechenbeschleuniger, hierzu gehören beispielsweise die JUPITER GPUs von NVIDIA, beschäftigt sie sich mit der Schnittstelle von KI und Superrechnern.

Ihr Hauptaugenmerk liegt auf einem Open-Source-Sprachmodell, das sie in einem deutschen Projekt (OpenGPT-X) mitentwickelte: „OpenGPT-X war ein deutscher Verbund aus zehn Projektpartnern aus Forschung, Industrie und Medien. Im Projekt wurde Teuken-7B trainiert, das verschiedene europäische Sprachen beherrscht, aber vor allem Deutsch.“ Die Software zum Trainieren solcher Large Language Models läuft auch auf JUPITER. Dessen Prozessoren sind für KI maßgeschneidert.

Die 24.000 GPUs des Booster-Moduls sind darauf ausgelegt, dass sie Daten hochgradig parallel verarbeiten. Klassische Prozessoren (CPUs) dagegen können besonders gut komplexe Berechnungen sehr schnell hintereinander abarbeiten. Dafür besitzen sie wenige, aber leistungsstarke Rechenkerne. GPUs hingegen verfügen über mehr Rechenkerne, die zwar nicht ganz so rechenstark sind, dafür aber Hand in Hand gleichzeitig arbeiten. Durch dieses parallele Rechnen führen sie die relativ einfachen Einzeloperationen, die zum Beispiel für die KI angestellt werden, schneller durch als klassische Prozessoren.

„Dadurch lassen sich große Sprachmodelle sehr viel schneller und effizienter trainieren. Wir müssen allerdings auch dafür sorgen, dass die Aufgaben gleichmäßig auf alle Prozessoren verteilt werden“, sagt John.

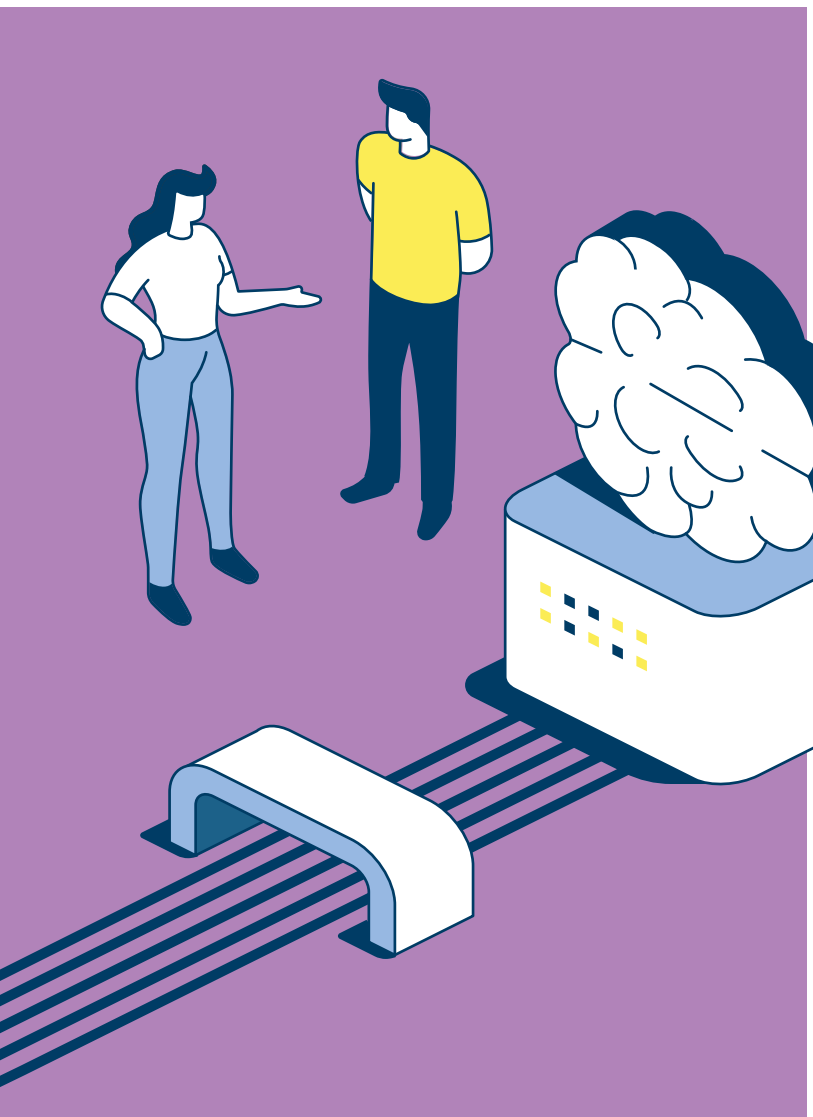
← Chelsea Maria John braucht die Rechenpower von JUPITER, um Open-Source-Sprachmodelle zu entwickeln.

„Eine weitere Herausforderung ist, den Energieverbrauch zu minimieren. Denn das Trainieren von Sprachmodellen verschlingt sehr viel Strom." Auch aus diesem Grund wurde JUPITER besonders energieeffizient konzipiert (siehe S. 18).

Gut vorbereitet

Für Anwender:innen bietet JUPITER große Chancen. Um das Potenzial für herausragende Wissenschaft früh auszunutzen und bereits in den Aufbauprozess von JUPITER zu integrieren, wurde das „JUPITER Research and Early Access Program" (JUREAP) ins Leben gerufen. Darin arbeiten HPC-Spezialisten und Domänenwissenschaftler eng zusammen, um Algorithmen und Methoden sowie das System an sich ideal vorzubereiten. Mehr dazu auf den Seiten 12 – 13.

Gehirnzellen, im Elektronenhirn simuliert



Große Sprachmodelle arbeiten mit künstlichen neuronalen Netzwerken, die von der Arbeitsweise des Gehirns inspiriert sind. Mit deren natürlichen Vorbildern beschäftigt sich Dr. Thorsten Hater (JSC): mit Nervenzellen, die im menschlichen Denkapparat miteinander kommunizieren. Er möchte den Exascale-Rechner JUPITER nutzen, um das Verhalten einzelner Neuronen noch realistischer zu simulieren. Viele Modelle behandeln eine Nervenzelle nur als Punkt, der mit anderen Punkten in Verbindung steht. Über diese Verbindungen laufen die Spikes, die elektrischen Signale. „Das ist natürlich stark vereinfacht", sagt Hater. „In unserem Modell besitzen die Neuronen eine räumliche Ausdehnung wie in der Realität. So lassen sich viele Vorgänge auf molekularer Ebene detailliert beschreiben: Wir können das elektrische Feld entlang der gesamten Zelle berechnen. Und damit zeigen, wie die Reizweiterleitung an einem einzelnen Neuron variiert. Wir erhalten ein sehr viel realistischeres Bild dieser Prozesse."

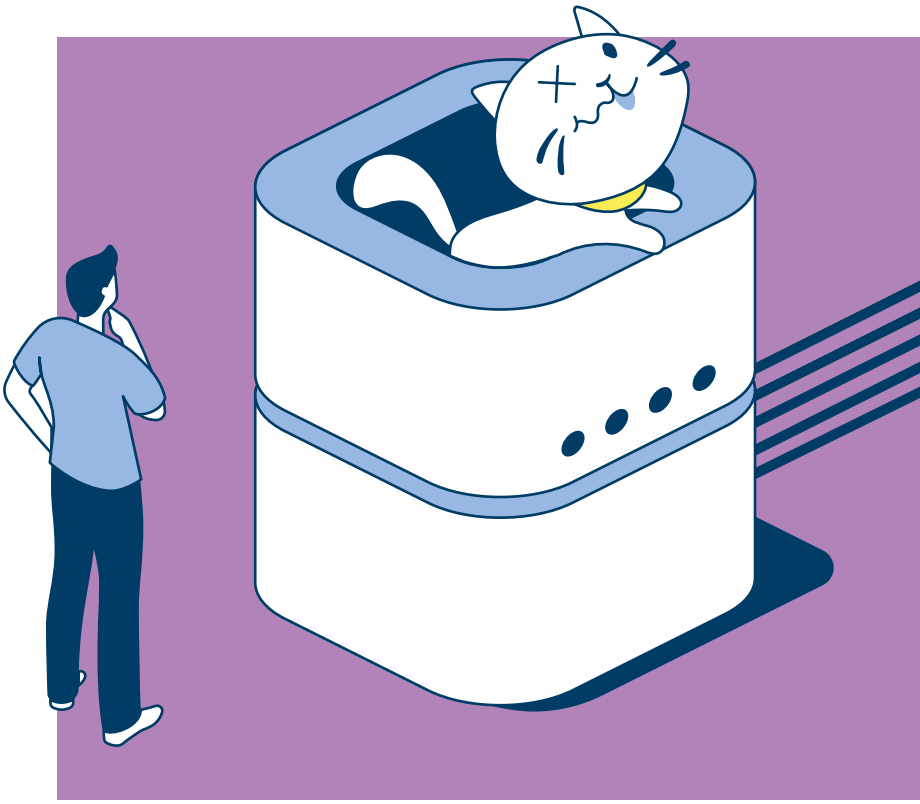
Für die Simulation benutzt Hater ein Programm namens Arbor. Damit lassen sich mehr als zwei Millionen einzelne Zellen rechnerisch miteinander verschalten. Nützlich sind solche Modelle von natürlichen neuronalen Netzwerken zum Beispiel für die Entwicklung von Medikamenten gegen neurodegenerative Erkrankungen wie Alzheimer.

Die Veränderungen, die dabei an den Nervenzellen im Gehirn stattfinden, möchte der Physiker und Softwareentwickler auf dem Exascale-Rechner simulieren und untersuchen.

Ganz andere Veränderungen steuern Vorgänge des Lernens und Vergessens. Auch diese möchte Hater mit Simulationen besser verstehen: „Das Faszinierende an unserem Gehirn ist, dass es kein statisches Gebilde ist. Die Idee, dass wir es simulieren können als ein Netzwerk mit einer fixen Konnektivität, ist daher falsch. Unser Gehirn ist plastisch, das heißt, es verändert sich binnen Minuten, Stunden oder sogar Tagen, indem es beispielsweise Verbindungen zwischen Nervenzellen stärkt oder schwächt. Und genau diese Prozesse wollen wir künftig im Rechner nachstellen."

Die Simulations-Software Arbor ist auf die Hardware des JUPITER-Booster-Moduls bereits angepasst. Die NVIDIA GH200 Superchips stellen eine Kombination aus CPU und GPU dar, ein sogenanntes System-on-a-Chip. In dieser Form arbeiten die beiden Prozessortypen besonders effizient zusammen, weil sie auch räumlich eng aneinandergekoppelt sind. Das äußert sich in einer hohen Bandbreite und damit in einem schnellen Datenfluss.

← Thorsten Hater will den Exascale-Rechner nutzen, um Prozesse im menschlichen Gehirn realistischer zu simulieren.



Quantencomputer, simuliert auf dem Supercomputer

Mit welchen Prozessoren JUPITER rechnet, spielt für Dr. Dennis Willsch (JSC) nur eine untergeordnete Rolle: „Unsere Simulationen können auf jedem Rechner laufen, auf dem ein Fortran-Compiler installiert ist – auch auf einem handelsüblichen Laptop."

Trotzdem nutzt der Physiker üblicherweise Hochleistungscomputer, um darauf JUQCS laufen zu lassen. Das ist eine Software, mit der sich universale Quantencomputer simulieren lassen. Diese Maschinen nutzen die exotischen Regeln der Quantenwelt, um damit bestimmte Aufgabenstellungen schneller lösen zu können als ein Supercomputer – zumindest theoretisch. So zum Beispiel dürfte der Shor-Algorithmus, mit dem sich bestimmte Verschlüsselungssysteme knacken lassen, von einem Quantencomputer in Windeseile berechnet werden.

JUPITER

Beschafft wurde der Exascale-Rechner JUPITER von der europäischen Supercomputing-Initiative EuroHPC Joint Undertaking (EuroHPC JU), die den Supercomputer mit 250 Millionen Euro fördert. Jeweils weitere 125 Millionen Euro steuern das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) und das Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (MKW NRW) über das Gauss Centre for Supercomputing (GCS) bei.

Doch in der Praxis existiert noch keine Maschine, die dafür genug Qubits besitzt. Ein Qubit ist für einen Quantencomputer das, was ein Bit für einen konventionellen Rechner ist.

Ein weiteres Problem: „In den bereits existierenden Prototypen von Quantencomputern treten viele Fehler in den Qubits auf. Deshalb simulieren wir diese Quantenrechner unter Idealbedingungen auf normalen Computersystemen. Wir erhalten so das Ergebnis, wie es in der Theorie aussehen würde, und können damit die Qualität des realen Ergebnisses beurteilen“, sagt der Physiker. Doch bei der Simulation gibt es einen begrenzenden Faktor: Das ist der Speicher des Rechners, auf dem die Simulation läuft. „Der Speicher ist wirklich die Engstelle“, so Dennis Willsch. „Und der Speicherbedarf wächst exponentiell: Er verdoppelt sich für jedes weitere Qubit, das hinzukommt.“

Ein Laptop schafft mit seinem Speicher ungefähr 32 Qubits. Der Rekord auf einem Supercomputer liegt bei 48 Qubits. JUPITER bringt genug

← Dennis Willsch blickt mit dem Supercomputer in die Welt der Quanten und simuliert universale Quantencomputer.

Speicher mit, um noch ein paar Qubits in der Simulation zulegen zu können, sagt der Forscher: „Auf einem Exascale-Rechner könnten wir über die Schwelle von 50 Qubits kommen. Das wäre dann ein neuer Weltrekord.“

Der NVIDIA GH200 Superchip vereint schnellen GPU-seitigen Speicher mit energieeffizientem CPU-Hauptspeicher. Dank der integrierten Architektur ist es möglich, beide Speicherbereiche homogen zu nutzen. Das Booster-Modul kommt so auf über 5 Petabyte Speicher, der durch Anwendungen genutzt werden kann. Das entspricht knapp 650.000 handelsüblichen Laptops.

Wasserstoffturbinen und Windparks

Weitaus alltäglicher sind die Anwendungen, mit denen sich Mathis Bode (JSC) beschäftigt: Er untersucht Strömungsphänomene von Flüssigkeiten und Gasen: „Da geht es zum Beispiel um die Aerodynamik von Autos und Flugzeugen, aber auch um die Vorgänge im Inneren von Turbinen und Motoren."

Auch für viele Aspekte der Energiewende spielt die Simulation von Strömungen eine wichtige Rolle: Wie können Batteriepacks effizient gekühlt werden? Wie müssen Klimaanlagen ausgelegt werden, um ein Gebäude sparsam auf konstanter Temperatur zu halten? Wie müssen die Rotorblätter von Windkraftanlagen geformt werden, damit sie die Energie aus der Luft optimal ernten? Und auch in Hinblick auf den künftigen Energieträger Wasserstoff sieht Mathis Bode Anwendungspotenzial: „In einer Wasserstoffwirtschaft brauchen wir zeitnah Wasserstoffkraftwerke. Und für deren Entwicklung ist es nötig, die Prozesse in ihrem Inneren zu simulieren, etwa an den Turbinen. JUPITER erlaubt es uns erstmals, die realen, industriell relevanten Bedingungen auf einem Supercomputer abzubilden. Dabei liefert er die Simulationsresultate auch noch in viel kürzerer Zeit."

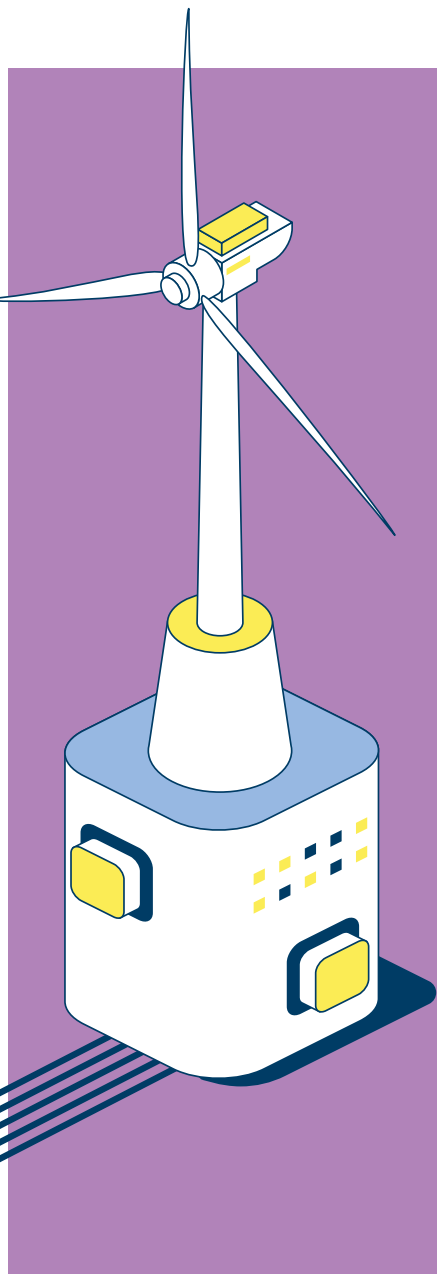
Strömungsphänomene werden von den Navier-Stokes-Gleichungen beschrieben. Diese zu lösen, ist aber alles andere als alltäglich: Die Differentialgleichungen sind in der Regel so komplex, dass sie sich auch mit Supercomputern nur näherungsweise lösen lassen. Mathis Bode nutzt dazu unter anderem das Software-Paket nekRS, mit dem sich neben der reinen Strömungsmechanik weitere Vorgänge berücksichtigen lassen, wie etwa chemische Prozesse, die bei einer Verbrennung in einem Motor ablaufen. „Dazu muss das Programm die im Motor herrschenden extremen Bedingungen berücksichtigen, die die Strömung beeinflussen, wie hohe Temperaturen, hohe Drücke und starke Verwirbelung", erklärt der Strömungsexperte. Zusätzlich kann nekRS alle relevanten Größen von Strömungsphänomenen gleichzeitig simulieren, ohne wichtige Informationen abzuschneiden: zum Beispiel sowohl die geometriegeführte Strömung als auch kleinste turbulente Wirbel. „All diese Daten bei der Strömung zu berücksichtigen, das stellt schon hohe Herausforderungen an eine Simulation und resultiert in einem enorm großen Rechen- und Memorybedarf."

Mit JUPITER ändert sich das. „nekRS ist bereits dahin optimiert, auf Grafikkarten zu arbeiten, wie sie in JUPITERs Booster-Modul zum Einsatz kommen. Durch die schiere Anzahl der Prozessoren ergibt sich ein enormer Zeitgewinn", sagt Bode: „Was früher zwei Wochen gedauert hat, wird auf JUPITER nur noch einen Tag in Anspruch nehmen."

Das Multitalent JUPITER lässt für eine Vielzahl von Forschungsfeldern gewaltige Fortschritte erwarten. Durch seine modulare Hardware-Architektur deckt er ein breites Spektrum an Anwendungen ab. Welche Erkenntnisse im Einzelnen auf die Fachleute in Jülich warten, lässt sich momentan noch nicht sagen. Das Exascale-Zeitalter in Europa hat gerade erst begonnen.

ARNDT REUNING

← Mathis Bode kann mit JUPITER komplizierte Strömungsphänomene schneller und genauer berechnen – das ist für viele Bereiche der Energieversorgung relevant.



Ein Superrechner – viele hochkarätige Projekte

BIOPHYSIK

Prof. Dr. Gerhard Hummer, Direktor der Abteilung für Theoretische Biophysik, Max-Planck-Institut für Biophysik, Frankfurt am Main, Deutschland

Mithilfe von biomolekularen Simulationen und Modellierungen erforschen wir, wie biologische Systeme auf molekularer Ebene funktionieren. So gewinnen wir tiefere Einblicke in die Funktionsweise lebender Zellen. Dies ist eine wichtige Grundlage für die Entwicklung neuer Therapien und Anwendungen in der Nanotechnologie. Mit JUPITER wollen wir Molekulardynamik-Simulationen des Kernporenkomplexes – das ist der größte Proteinkomplex in Zellen – durchführen, um zu verstehen, wie dieser den molekularen Transport reguliert. Mit Hunderten Millionen Atomen erfordern diese Simulationen Exascale-Rechenleistung, um aussagekräftige Zeitskalen zu erreichen. Exascale ermöglicht einzigartige Einblicke auf atomarer Ebene, welche die Weiterentwicklung der Kerntransport-Modelle vorantreiben und den Grundstein für eine verbesserte Kontrolle des Gentransports sowie den Kampf gegen Retroviren wie HIV legen.

TEILCHENPHYSIK

Prof. Dr. Zoltan Fodor, Bergische Universität Wuppertal, Deutschland

Als Teilchenphysiker:innen berechnen wir mikrophysikalische Größen, wie beispielsweise das magnetische Moment des Myons, eines Elementarteilchens. JUPITER wird mehr als zehnmal so groß sein wie sein Vorgänger. Dadurch können wir die Auflösung unseres „Mikroskops“ erheblich steigern und eine bisher unerreichte Präzision erzielen. Die Ergebnisse dieser Berechnungen können mit derzeit laufenden experimentellen Messungen verglichen werden. Sollten sie voneinander abweichen, hätte dies tiefgreifende Auswirkungen auf die Grundgesetze der Natur. Beispielsweise könnte ein noch unentdecktes Teilchen existieren oder es könnte eine neue Wechselwirkung entdeckt werden.

KI: LARGE LANGUAGE MODELS (LLM)

Prof. Dr. Alexandra Birch, Universität Edinburgh, UK

Wir erforschen mehrsprachige Large Language Models (LLMs), die den Bedürfnissen der europäischen Bevölkerung gerecht werden. Dabei entwickeln wir schwerpunktmäßig Modelle, die in jeder Sprache denken und auch lange Texte verstehen können. JUPITER wird uns dabei unterstützen, diese Modelle mit großen Mengen mehrsprachiger Daten zu trainieren und umfangreiche synthetische Trainingssätze mit langen Dokumenten und Reasoning-Ketten zu erstellen. So können wir bisher unerreichbare Leistungen erzielen. Entstehen sollen Modelle, die sowohl für die Forschung als auch für Industrie und Behörden nützlich sind. Diese Nutzergruppen erhalten somit Zugang zu den besten generativen KI-Modellen, die die Anforderungen in der gesamten EU berücksichtigen.

KI: BASISMODELLE

Prof. Dr. André Martins, Universität Lissabon, Chief Science Officer bei Unbabel, Portugal

Das Ziel unserer Forschung ist es, die nächste Generation von KI-Basismodellen für die Spracherzeugung zu entwickeln und sie mit fortschrittlichen kognitiven Fähigkeiten auszustatten. Durch die Integration von Konzepten aus dem maschinellen Lernen, dem Sparse Modelling, der Informationstheorie und der Kognitionswissenschaft verfolgen wir einen interdisziplinären Ansatz, um die Grenzen des multimodalen Denkens zu erweitern. Mithilfe von JUPITER wollen wir multimodale und mehrsprachige Sprachmodelle skalieren, die sämtliche europäischen Sprachen unterstützen und die Grenzen bestehender Modelle überwinden. Die auf JUPITER trainierten Modelle werden öffentlich zugänglich sein und daher sowohl der gesamten Forschungsgemeinschaft als auch europäischen Unternehmen zugutekommen, die fortschrittliche KI-Systeme entwickeln möchten.

Forschende aus ganz Europa können JUPITER nutzen. In einem umfangreichen Verfahren haben die europäische Supercomputing-Initiative EuroHPC Joint Undertaking (EuroHPC JU) und das Gauss Centre for Supercomputing verschiedene Projekte für einen besonders frühen Zugang geprüft und ausgewählt. Diese laufen nun im JUPITER Research and Early Access Program (JUREAP), das vom JSC initiiert und durchgeführt wird. Beteiligte Wissenschaftler:innen können im Rahmen des Programms Hardware und Anwendungen testen und für ihre wissenschaftlichen Projekte nutzen. Im Folgenden geben die Anwender:innen selbst einen Einblick in einige der Projekte.

STRÖMUNGSMECHANIK

Prof. Dr.-Ing. Christian Hasse, Leiter des Fachgebiets Simulation reaktiver Thermo-Fluid Systeme, TU Darmstadt, Deutschland

Der Ersatz fossiler Brennstoffe durch Wasserstoff, beispielsweise in der CO_2-freien Stromerzeugung, ist entscheidend, um Netto-Null-Emissionen zu erreichen. Allerdings unterscheidet sich die Dynamik turbulenter unter Druck stehender Wasserstoffflammen deutlich von der Dynamik herkömmlicher Brennstoffe und ist kaum verstanden. Exascale-Supercomputing treibt den Fortschritt in der Grundlagenforschung voran und ermöglicht es uns, die Komplexität der Wasserstoffverbrennungsdynamik durch Direkte Numerische Simulation (DNS) zu entschlüsseln. Wir können nun die kürzesten Zeitskalen bis hinunter zu Nanosekunden auflösen und turbulente Flammenstrukturen im Mikrometerbereich erfassen. Exascale-Computing mit JUPITER ermöglicht erstmals DNS unter technisch relevanten Gasturbinenbedingungen – ein Meilenstein im Bereich Computational Engineering und Prozessvirtualisierung.

KI: COMPUTERGRAFIK UND VISUALISIERUNG

Prof. Dr. Björn Ommer, Leiter der Computer Vision & Learning Group, LMU München, Deutschland

Unsere Forschung konzentriert sich auf leichtgewichtige Basismodelle für die Videodarstellung und -generierung, inspiriert durch den Erfolg generativer Ansätze wie „Stable Diffusion“. Mit JUPITER wollen wir räumlich-zeitliche Komprimierungs- und Diffusionsarchitekturen entwickeln, die die Erstellung von qualitativ hochwertigen zugänglichen Videomodellen ermöglichen. Exascale-Computing spielt dabei eine entscheidende Rolle. Es ermöglicht uns, auf riesigen Datensätzen zu trainieren und gleichzeitig die Modelleffizienz zu optimieren. Dieser Ansatz eröffnet spannende Möglichkeiten für die Entwicklung von Videomodellen, die weit über ihre Trainingsdaten hinaus generalisierbar sind. Solche Modelle haben das Potenzial, gesellschaftliche Auswirkungen in vielfältigen Bereichen zu erzielen – von der Weiterentwicklung der medizinischen Bildgebung bis hin zur Verbesserung des autonomen Fahrens – und zugleich Zugänglichkeit und Innovation zu fördern.

Vorbereitung für Exascale

In einem mehrstufigen Prozess haben sich mehr als 120 Projekte im Rahmen von JUREAP für die allerersten Rechnungen auf JUPITER beworben. Um die Leistung der NVIDIA Grace Hopper Superchips optimal zu nutzen, wurden diese Anwendungen gemeinsam mit einem Team aus Experten des JSC an das System angepasst. In umfangreichen Tests überprüften sie die Fähigkeit von JUPITER, großskalige Simulationen und KI-Anwendungen effizient durchzuführen – diese liefen auf mehr als 3.200 GPUs seines Vorgängers, des JUWELS-Booster-Systems. 15 europäische und 18 nationale Projekte, ausgewählt in einem unabhängigen Verfahren, werden nun auf größere Systemdimensionen skaliert, um gesellschaftlich und wissenschaftlich relevante Fragen zu lösen und die Leistungsfähigkeit von JUPITER zu demonstrieren.

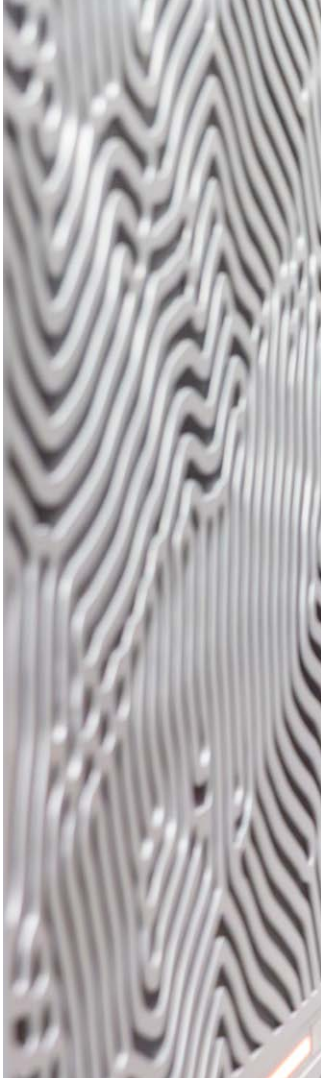
Weitere Projektvorstellungen
(auf Englisch):

Make JUPITER shine
go.fzj.de/effzett-jupiter-applications

Cutting-Edge Research and AI with JUPITER
go.fzj.de/effzett-jupiter-eurohpc

Ein Super-Rechner für die KI

JUPITER ist nicht nur der schnellste europäische Supercomputer. Er ist herausragend in Sachen Energieeffizienz und bietet völlig neues Potenzial für KI-Anwendungen. Im Kurzinterview erklärt Prof. Thomas Lippert, Direktor des Jülich Supercomputing Centre, was JUPITER auszeichnet.



↑ Thomas Lippert zwischen den JUPITER-Racks.

Prof. Lippert, was ist das Besondere an der Hardware von JUPITER?
JUPITER ist ein dynamischer modularer Supercomputer, der aus zwei Teilen besteht: einem hochskalierbaren Booster-Modul für besonders rechenintensive Probleme, das massiv durch Grafikprozessoren unterstützt wird, und einem Cluster-Modul, das sich universell einsetzen lässt, insbesondere für sehr komplexe Rechenaufgaben.

Wieso ist die Modularität von JUPITER so wichtig?
Die Module können wissenschaftliche Probleme getrennt oder zusammen lösen oder auch eine KI trainieren, je nach Bedarf. Außerdem ist eine modulare Architektur offen für Zukunftstechnologien. Zum Beispiel für Quantencomputer, die uns völlig neue Möglichkeiten eröffnen. Durch die Verbindung mit JUPITER heben wir die Anwendung von Quantencomputern in Europa auf ein neues Level.

Welche Rolle spielt bei einem System dieser Größe und Leistung der Energieverbrauch?
Das System ist ein Vorreiter in Sachen Energieeffizienz. JEDI[1], das Vorläufer-Modul von JUPITER, wurde zweimal in Folge Spitzenreiter im Green500-Ranking der energieeffizientesten Superrechner der Welt. Und JUPITER selbst wurde als Newcomer der TOP500-Liste im Juni 2025 der effizienteste unter den fünf leistungsfähigsten Supercomputern weltweit.

Was ist das Geheimnis der herausragenden Energieeffizienz?
Hier greifen mehrere Aspekte ineinander: Zum einen setzen wir besonders effiziente Recheneinheiten ein – konkret eine optimierte Version des NVIDIA Grace Hopper Superchips GH200, der eine maximale Performance pro Watt bietet. Zum anderen bringen wir langjährige Erfahrung darin mit, die Hardware von Supercomputern so anzupassen, dass sie energieoptimiert arbeitet. Schon bei der Beschaffung von JUPITER haben wir darauf geachtet, dass die Hardware nicht nur auf maximale Performance getrimmt ist, sondern auch den Stromverbrauch optimiert – zum Beispiel durch direkte Warmwasserkühlung. Diese ist deutlich effizienter als eine herkömmliche Kaltwasser- oder auch Luftkühlung.

JUPITER AI Factory

Die JUPITER AI Factory (kurz: JAIF) wird mit rund 55 Millionen Euro von der europäischen Kommission sowie dem Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen und dem Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Forschung, Kunst und Kultur gefördert. Mehrere führende deutsche KI-Institutionen haben sich zu dem Gemeinschaftsprojekt zusammengeschlossen. Neben dem koordinierenden Jülich Supercomputing Centre sind das Center für Künstliche Intelligenz der RWTH Aachen University, die Fraunhofer-Institute für Angewandte Informationstechnik und für Intelligente Analyse- und Informationssysteme sowie das Hessian Center for Artificial Intelligence als Hauptpartner beteiligt. Darüber hinaus arbeitet die JUPITER AI Factory eng mit den deutschen KI-Servicezentren WestAI und hessian.AISC sowie dem KI Bundesverband als assoziierten Partnern zusammen.

Außerdem binden wir den Supercomputer künftig in das Wärmenetz des Jülicher Campus ein – so trägt er zur nachhaltigen Beheizung unserer Gebäude bei. Darüber hinaus wird JUPITER vollständig mit grünem Strom betrieben.

Welche Bedeutung hat JUPITER konkret für das Training von KI? Immer wieder ist zu hören, Europa verfüge nicht über ausreichende Rechenkapazitäten, um mit der Entwicklung Schritt zu halten …

Zunächst einmal: Am Jülich Supercomputing Centre stellen wir Wissenschaftler:innen bereits seit Jahren KI-Rechenzeit zur Verfügung. Als wir 2020 den GPU-basierten JUWELS Booster in Betrieb genommen haben – damals Europas schnellster Supercomputer – war das ein echter Wendepunkt für den Einsatz von KI-Modellen. Von daher: Europa hat die Rechenleistung und auch die Kompetenz und Erfahrung, um im Bereich KI „mithalten“ zu können. Und mit JUPITER haben wir jetzt einen nächsten, riesigen Meilenstein erreicht. Er ist der Höhepunkt einer über zehn Jahre laufenden Entwicklungsarbeit des JSC mit europäischen und internationalen Partner:innen. Er wird das weltweit modernste und vielseitigste Exascale-System für hochpräzise Simulationen und das Training größter KI-Modelle sein. Nur um eine Zahl zu nennen: Für das Training eines sogenannten Large Language Models (LLM) mit mehr als 100 Milliarden Parametern bräuchte JUPITER bei voller Auslastung nicht einmal eine Woche.

Wer kann von der Leistung von JUPITER profitieren?

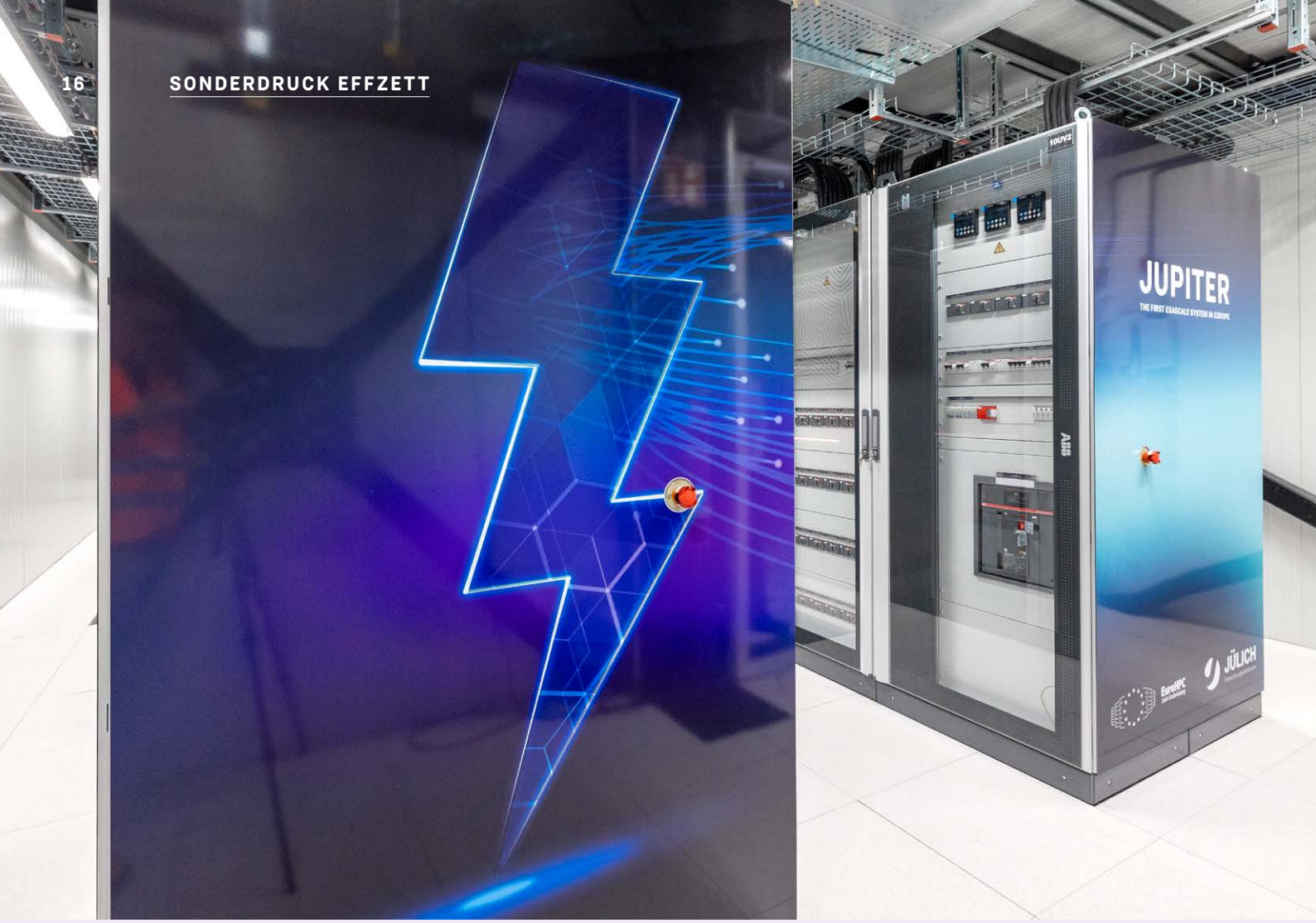
Von JUPITER profitiert die Forschung genauso wie die Industrie. Wir haben gemeinsam mit unseren Partner:innen in NRW und Hessen im März 2025 den Zuschlag erhalten, die JUPITER AI Factory – JAIF – aufzubauen. Als Teil eines Netzwerks von 13 KI-Fabriken in der Europäischen Union bilden wir einen zentralen Pfeiler für die europäische KI-Infrastruktur. Über JAIF erhalten Start-ups, Mittelstand und Industrie, und natürlich auch Forschungseinrichtungen sowie der öffentliche Sektor Zugang zu JUPITER. Damit alles gut klappt, bieten wir ein umfassendes KI-Ökosystem mit individueller Unterstützung für alle KI-Anwendungsfälle – von Schulungen und Beratungen bis hin zu Basismodellen der nächsten Generation und auch Anwendungsoptimierung.

Wir danken für das Gespräch.

„Von JUPITER profitiert die Forschung genauso wie die Industrie.“

THOMAS LIPPERT

[1] kurz für „JUPITER Exascale Development Instrument“



Zahlen und Fakten zu JUPITER

1 Trillion

Berechnungen pro Sekunde schafft der voll ausgebaute Superrechner JUPITER, was etwa der Leistung von einer Million moderner Smartphones entspricht.

JUPITER

Akronym für „Joint Undertaking Pioneer for Innovative and Transformative Exascale Research“

500 Millionen Euro

kostet das Projekt, 250 Millionen Euro davon trägt die Europäische Kommission, je 125 Millionen Euro steuern die Wissenschaftsministerien von Bund und Land über das Gauss Centre for Supercomputing bei. Das deutsch-französische Konsortium ParTec-Eviden installiert JUPITER.

40 ExaFLOP/s

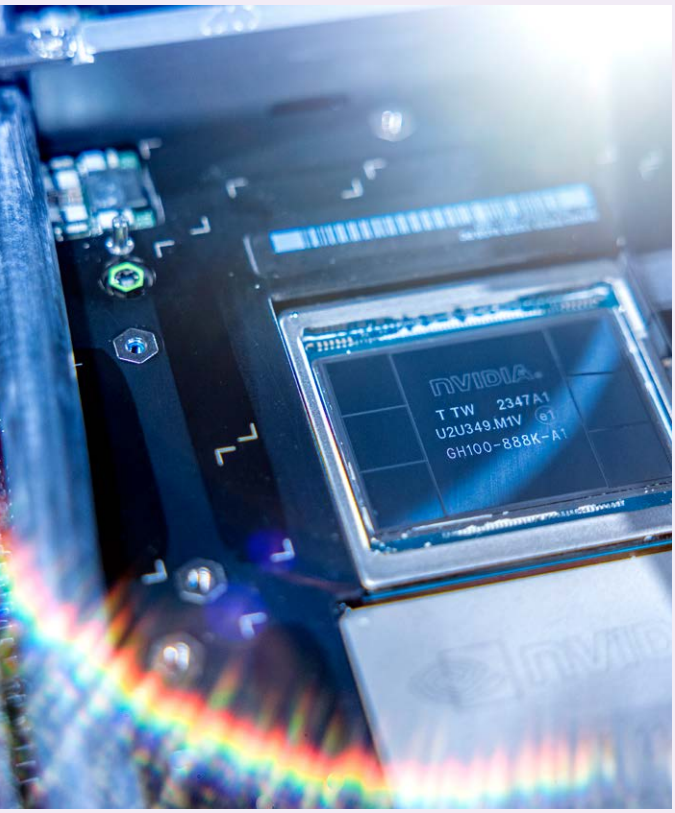
kann JUPITER bei Berechnungen mit niedrigerer Genauigkeit (8 Bit) erreichen, wie sie für das Training von KI-Modellen üblich sind. Im speziellen 8-Bit-Sparsity-Modus sind gar 80 ExaFLOP/s drin. Das macht JUPITER zu einem der weltweit schnellsten Rechner für KI.

Fast 1 Exabyte

Speicherkapazität ergänzt die Rechenpower. Sie ist verteilt auf einen ultraschnellen 30-Petabyte-Flashspeicher als Datenturbo, einen mehr als 300-Petabyte-Festplattenspeicher und ein 370 Petabyte großes Datenarchiv. Ein zukünftiges Speicherupgrade ist vorgesehen.

Das Cluster-Modul

von ParTec ergänzt den Booster. Es wird aus mehr als 1.300 Knoten bestehen und auch die neuen, in Europa entwickelten und hergestellten Rhea-Prozessoren von SiPearl beinhalten. Es fokussiert sich auf datenintensive Anwendungen, die höhere Anforderungen an serielle Leistung und Speicherbandbreite haben. In der Klimaforschung wird damit zum Beispiel die Dynamik im Ozean berechnet, der Booster hingegen würde die Prozesse in der Atmosphäre modellieren.



24.000 GPUs

stecken im JUPITER Booster von Eviden. In dem Herzstück von JUPITER sind sie in rund 6.000 Knoten über ein Hochgeschwindigkeitsnetzwerk miteinander gekoppelt. Die innovativen NVIDIA Grace Hopper Superchips vereinen Grafikprozessoren (GPUs) und klassische Hauptprozessoren (CPUs). Die Superchips sind besonders stromsparend – und jeder von ihnen ist eine Art Mini-Supercomputer, optimiert für das Training Künstlicher Intelligenz. Ein großes KI-Basismodell mit hundert Milliarden Parametern kann von JUPITER in etwa einer Woche trainiert werden.

Mehr Details zum Aufbau von JUPITER (auf Englisch)
A deep dive into JUPITER building blocks
go.fzj.de/effzett-jupiter-tech

50 Spezialcontainer

bilden das Modular Data Centre MDC – ein modulares High-Performance-Rechenzentrum, in dem JUPITER untergebracht ist. Die Container stehen auf einer Bodenplatte mit einer Fläche von etwa einem halben Fußballfeld (3.690 m²). Jeder Container ist mit eigenem Transformator und eigener Kühleinheit auf dem Dach ausgestattet. Die Infrastruktur lässt sich so schnell und flexibel für neue Rechnergenerationen anpassen. Reparaturen können an einzelnen Einheiten durchgeführt werden, ohne das ganze System lahmzulegen.

≈ 12 Megawatt

Strom verbraucht JUPITER im Schnitt: Das neue Rechenzentrum wird eines der energieeffizientesten der Welt sein.

51.000

Netzwerk-Verbindungen machen es möglich, in JUPITER dreimal mehr Daten als im weltweiten Datenverkehr gleichzeitig zu übertragen.

Green IT

JUPITER war im Juni 2025 der energieeffizienteste Computer unter den Top 5 auf der TOP500 Liste der weltweit schnellsten Supercomputer. JEDI, das Entwicklungssystem von JUPITER, führt die Green500-Liste der energieeffizientesten Supercomputer an. Es erreicht 72 Milliarden Rechenoperationen pro Watt und Sekunde. Vor allem die effizient arbeitenden NVIDIA-Superchips haben daran einen Anteil. Aber auch die Warmwasserkühlung von Eviden trägt dazu bei. Denn diese Art der Kühlung arbeitet effizienter als eine herkömmliche Kaltwasser- oder auch Luftkühlung. In Zukunft soll außerdem die Abwärme von JUPITER genutzt werden, um benachbarte Gebäude zu beheizen.

JEDI

ist die Abkürzung für „JUPITER Exascale Development Instrument“. Der energieeffizienteste Supercomputer weltweit ist eine Vorversion von JUPITER und verfügt über die identische Hardware wie der JUPITER Booster. Auf JEDI lassen sich wissenschaftliche Simulationen und auch KI-Modelle bereits in einem frühen Stadium für Rechnungen auf JUPITER anpassen. Das stellt sicher, dass die JUPITER-Hardware direkt effizient genutzt werden kann – unter anderem im „JUPITER Research and Early Access Program“ (JUREAP). Darüber hinaus dient JEDI als Plattform für die Entwicklung des JUPITER Management Stack, also für die Software zur Verwaltung von JUPITER. Diese sorgt dafür, dass das System den Nutzer:innen verlässlich zur Verfügung steht.

15 europäische und 18 nationale Projekte

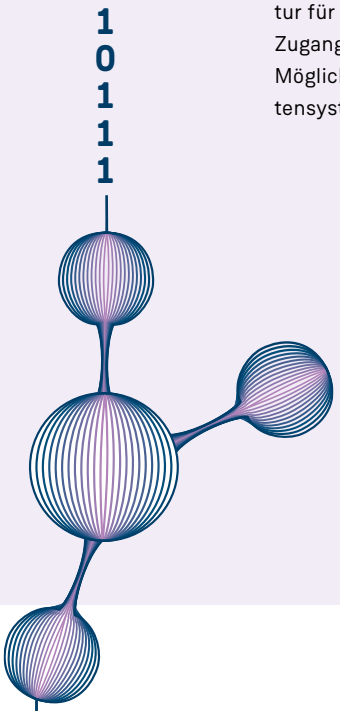
werden als Erstes auf JUPITER gerechnet. Sie wurden für das „JUPITER Research and Early Access Program“ (JUREAP) ausgewählt. Nun arbeiten Jülicher zusammen mit europäischen Forscher:innen daran, die Anwendungen für JUPITER zu optimieren. Das Themenspektrum der Anwendungen reicht vom Einsatz von KI bei generativer Videogenerierung über Klimamodelle, Teilchenphysik und Energieforschung bis hin zu Simulationen der Molekulardynamik für die Arzneimittelentwicklung.

Weitere Fotos und Informationen zu JUPITER gibt es auch in unserem Newsroom.
fz-juelich.de/de/newsroom-jupiter

Power-Duos

Jülicher Forscher:innen verknüpfen Quantenrechner mit Supercomputern. Solche Hybridsysteme sollen die Vorteile aus beiden Welten vereinen und bislang unlösbare wissenschaftliche Rätsel knacken. Auch JUPITER wird Teil eines Duos.

↑ Kristel Michielsen leitet die JUelicher Nutzer-Infrastruktur für Quantencomputing (JUNIQ). Die Plattform bietet Zugang zu modernsten Quantencomputern sowie die Möglichkeit, Supercomputer mit bereits laufenden Quantensystemen zu verbinden.



Supercomputer und Quantencomputer ticken völlig unterschiedlich. Man könnte sagen, der eine ist Traditionalist, der andere Revolutionär. Supercomputer rechnen zuverlässig nach den uns vertrauten Regeln der Physik mit Einsen und Nullen. Quantencomputer kommen hingegen aus der bizarren Welt der Quanten: Sie nutzen alle Zahlen zwischen Eins und Null, schaffen unvorstellbar viel gleichzeitig, sind aber noch schwer in den Griff zu bekommen.

Die ungleichen Rechenkünstler sollen künftig in Jülich als Power-Duo zusammenarbeiten.

Ein solches Hybridsystem bilden der bewährte Supercomputer JURECA DC und JADE, ein 100-Qubit-Quantensimulator der französischen Firma Pasqal, der seit Ende 2024 am Jülich Supercomputing Centre (JSC) steht. Weitere werden folgen. Der neue Exascale-Supercomputer JUPITER wird mit dem D-Wave-Advantage2-System gekoppelt werden, einem kürzlich für die JUelicher Nutzer-Infrastruktur für Quantencomputing (JUNIQ, siehe Kasten) erworbenen Annealing-Quantencomputer. Dieses Duo schafft neue Möglichkeiten für Durchbrüche in der Künstlichen Intelligenz und der Optimierung, etwa in der Logistik. Solche Hybridsysteme sollen außerdem Antworten auf einige der kniffligsten Fragen der modernen Wissenschaft finden – etwa Modellierungen von komplexen Klimaszenarien oder Strukturen von riesigen Molekülen.

DAS BESTE AUS ZWEI WELTEN

„Wir wollen die Vorteile beider Systeme vereinen“, erklärt Prof. Kristel Michielsen vom JSC. „Der Supercomputer erledigt den Großteil der Arbeit und sorgt für einen stabilen Workflow. Der Quantencomputer springt ein, wenn sein Partner nicht mehr weiterkommt oder zu lange für die Problemlösung brauchen würde.“ Ein Beispiel wären Klimasimulationen: „Die zentrale Modellierung führt der Supercomputer durch, während der Quantencomputer bestimmte Teilaufgaben wie sehr komplexe Optimierungsfragen übernimmt.“ Das könnte etwa die Betrachtung der Atmosphärenchemie sein: Hier sorgt die Vielzahl der chemischen Teilchen und Prozesse dafür, dass die Anzahl der zu testenden Möglichkeiten riesig ist.

Bei derartigen Modellierungen mit unzähligen Parametern wären selbst die leistungsstärksten Supercomputer wie der neue Exascale-Rechner JUPITER Jahre oder gar Jahrzehnte beschäftigt. Nicht so die Quantenrechner. Ihre Recheneinheiten, die Qubits, können anders als herkömmliche Bits nicht nur die Werte 0 und 1 anneh-

men, sondern auch beliebig viele dazwischen. Aus diesem Grund hat ein Quantenprozessor das Potenzial, zahlreiche Operationen parallel auszuführen, weshalb er erheblich schneller und effizienter rechnen könnte als ein klassischer Computer. „Das spart Zeit und Energie“, sagt Michielsen.

Das JSC hat bereits ein kleines Fünf-Qubit-System des deutsch-finnischen Herstellers IQM mit seinem Supercomputer JURECA DC verknüpft und erste Testexperimente durchgeführt. Bald schon soll ein supraleitendes Qubit-System hinzukommen, das Jülicher Forscher:innen gemeinsam mit der Goethe-Universität Frankfurt und den beiden Firmen ParTec und Quantum Machines entwickeln, sowie ein Ionenfallen-System des deutschen Start-ups eleQtron. Alle drei Systeme werden in die Supercomputing-Infrastruktur des JSC integriert und sind Teil der Nutzer-Infrastruktur JUNIQ, in der das Forschungszentrum verschiedenste Quantensysteme bündelt, weiterentwickelt und testet. „JUNIQ bietet den Nutzer:innen die einzigartige Möglichkeit, sich das jeweils passende Quantensystem herauszusuchen und verschiedene Konzepte auf einer Plattform miteinander zu vergleichen“, betont Michielsen.

Damit die Quantenrechner ihre Stärken in den passenden Momenten auch ausspielen können, müssen die Forschenden zunächst die Kommunikation und die Methodik der beiden unterschiedlichen Computertypen aufeinander abstimmen. Dazu braucht es eine Software, die sowohl die traditionelle als auch die quantenmechanische Herangehensweise berücksichtigt. Gelingt das alles, könnten die Hybride neben wichtigen Fragen aus der Klimaforschung auch etliche aus Chemie, Medizin, Material- und Finanzwissenschaften oder KI-Forschung, Logistik und Quantenphysik beantworten. Gerade bei den größten wissenschaftlichen Herausforderungen könnte es sich also als großer Vorteil erweisen, wenn zwei kooperieren, die völlig unterschiedlich ticken.

JANOSCH DEEG

JUNIQ

JUNIQ – die „JUelicher Nutzer-Infrastruktur für Quantencomputing“ – ist Teil des großen Future-IT-Ökosystems des Forschungszentrums. Die einzigartige Plattform bietet Wissenschaft und Wirtschaft einen Zugang zu einer Vielzahl von Quantensystemen in unterschiedlichen Entwicklungsstufen: von hochmodernen kommerziellen Systemen wie dem D-Wave-Quantenannealer über Quantensimulatoren wie JADE bis hin zu kontinuierlich optimierten experimentellen Quantencomputern von Projekten wie QSolid und OpenSuperQPlus.

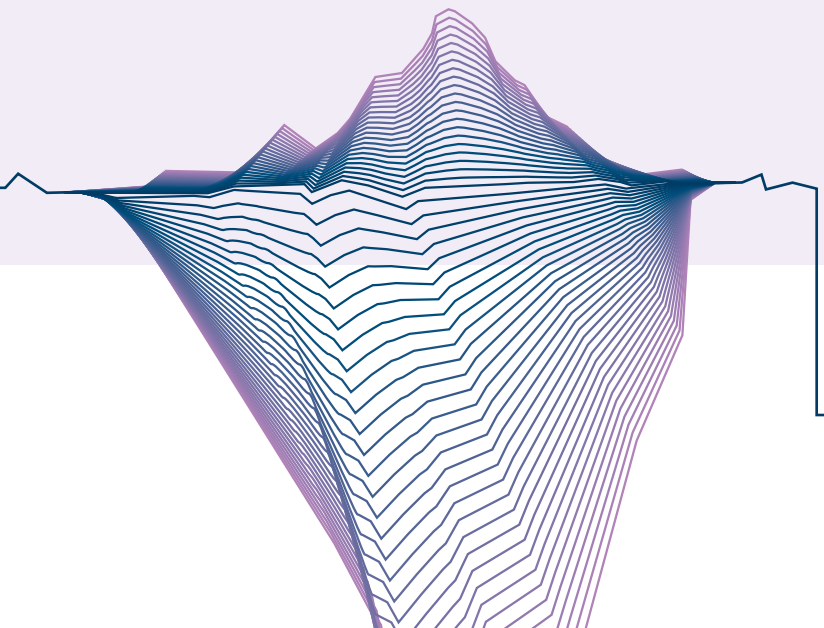
Durch hybride Ansätze, also die Verbindung von Quantencomputern mit Supercomputern, und die Integration von Künstlicher Intelligenz können komplexe Fragestellungen auf völlig neue Weise adressiert werden. Nutzer:innen profitieren außerdem von umfassender Unterstützung bei der Entwicklung von Algorithmen und Anwendungen fürs Quantencomputing.

Mehr zu JUNIQ
go.fzj.de/effzett-juniq

Umfangreiche Expertise

Bei der Entwicklung solcher Hybridcomputer am Jülicher Standort zahlt sich die breite Expertise des Forschungszentrums beim Super- und Quantencomputing aus. Schon im Jahr 1987 war das Jülich Supercomputing Centre (JSC) das erste Höchstleistungsrechenzentrum in Deutschland. Inzwischen betreibt Jülich fünf Supercomputer – einer davon ist JUPITER, Europas leistungsstärkster Superrechner.

Auch die Jülicher Quantenforschung ist einzigartig in Deutschland. Die Wissenschaftler:innen decken das gesamte Spektrum der Quantenforschung ab: von der Quantentheorie über den Bau von Hardware und die Programmierung von Software bis hin zu Test und Weiterentwicklung fertiger Bauteile. Die Forscher:innen arbeiten je nach Problemstellung mit ganz verschiedenen Systemen, die ihre eigene Charakteristik haben – darunter etwa ein Quantenannealer des kanadischen Unternehmens D-Wave. Das ermöglicht es, in Jülich verschiedene Techniken und Power-Duos auszuprobieren.



Forschung in Jülich auf einen Blick

15
Institute

18
Außenstellen im In- und Ausland

238
Fußballfelder
hätten Platz auf dem 1,7 Quadratkilometer großen Campus des Forschungszentrums Jülich

973
Millionen Euro
betrugen die Erlöse des Forschungszentrums im Jahr 2024

Supercomputer JUPITER und JUWELS
Quantencomputing-Infrastruktur JUNIQ
Jülich Supercomputing Centre

900-MHz-NMR-Spektrometer
Institut für Biologische Informationsprozesse

Atmosphären-simulationskammer SAPHIR
Institute of Climate and Energy Systems

EBRAINS
Institut für Neurowissen-schaften und Medizin

3

Forschungsschwerpunkte

Information

Energie

Bioökonomie

115

neue Patentanmeldungen

im Jahr 2024

2.390

Publikationen

im Jahr 2024

Ausgewählte Forschungs-infrastrukturen auf dem Jülicher Campus

DPPN

Institut für Bio- und Geowissenschaften

Elektronen-mikroskope PICO und KRIOS

Ernst Ruska-Centrum

Nanotechnologie

Helmholtz Nano Facility

Quantentechnologie

Helmholtz Quantum Center (in Planung)

Im Forschungszentrum Jülich arbeiten knapp 7.600 Menschen Hand in Hand mit rund 1.500 Gastwissenschaftler:innen aus 86 Ländern. Wir gehören zu den großen interdisziplinären Forschungseinrichtungen in Europa und leisten als Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft Beiträge zur Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit.

Weitere Informationen
fz-juelich.de

Mehr effzett gibt es unter
effzett.fz-juelich.de

Mehr zu JUPITER
go.fzj.de/effzett-jupiter

Impressum

effzett Magazin des Forschungszentrums Jülich, ISSN 1433-7371

Herausgeber: Forschungszentrum Jülich GmbH, 52425 Jülich

Konzeption und Redaktion: Dr. Barbara Schunk, Christian Hohlfeld, Armin Großek (V.i.S.d.P.)

Autor:innen: Arndt Reuning, Janosch Deeg, Tobias Schlößer, Dr. Barbara Schunk

Grafik und Layout: SeitenPlan GmbH, Dortmund

Bildnachweise: Forschungszentrum Jülich (S. 12 beide oben), Forschungszentrum Jülich/Sascha Kreklau (Titel, S. 2, 3 Mi. und u., 6 li., 8 o., 10, 11 li., 15, 16, 17, 18, 19, 20 o.), Forschungszentrum Jülich/Bernd Nörig (S. 9 li.), SeitenPlan (20 u., 21, 22 – 23 (Illustration)), SeitenPlan mit Material von Shutterstock.com (S. 3 o., 4 – 5, 6, 7, 8, 9, 11), Deutscher Zukunftspreis Ansgar Pudenz (S. 13 re.), TU Darmstadt (S. 13 li.), Privat (S. 12 beide unten)

Kontakt: Geschäftsbereich Unternehmenskommunikation, Tel.: 02461 61-4661, Fax: 02461 61-4666, E-Mail: info@fz-juelich.de

Druck: Schmidt, Ley + Wiegandt GmbH + Co. KG, Lünen

Auflage: 1.000

Alle in der effzett verwendeten Bezeichnungen sind geschlechtsneutral zu verstehen. Wird auf eine Nennung verschiedener Varianten der Bezeichnungen verzichtet, geschieht das allein aus Gründen der besseren Lesbarkeit.

FSC www.fsc.org RECYCLED Papier aus Recyclingmaterial FSC® C015859

JÜLICH Forschungszentrum