



Leibniz-Rechenzentrum
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

50



2022 JAHRESBERICHT



JAHRESBERICHT 2022



Stand: Januar 2024
LRZ-Bericht 2022

ES



INHALTSVERZEICHNIS

00	60 Jahre LRZ	08
01	Chronik	30
02	IT-Dienste für die Wissenschaft	36
03	Neue Technologien	58
04	Forschung	70
05	Aus- und Weiterbildung	84
06	Menschen	96
07	Kooperationen	110
08	Zahlen und Fakten	126



Von links: Prof. Dieter Kranzlmüller, Prof. Martin Schulz, Prof. Thomas Seidl, Prof. Hans-Joachim Bungartz

DAS LRZ: EIN PERMANENTES START-UP MIT ERFOLGS- GARANTIE

#ZukunftbleibtProgramm: Dies war das Motto unserer Feierlichkeiten zu 60 Jahren LRZ. Die Wahl fiel auf diesen Spruch, weil er den Ansporn des LRZ seit der Gründung 1962 bestens beschreibt. So auch 2022: Wir konnten viele technologische Weichen auf Zukunft stellen!

„Unsere IT-Kathedrale ist uns lieb und teuer.“ So äußerte sich der bayerische Wissenschaftsminister Markus Blume beim Festakt anlässlich unseres runden Geburtstages. Dessen sind wir uns bewusst: Hochtechnologie, ihr Betrieb und das dafür notwendige Fachpersonal sind wertvoll. Um unsere exzellenten Expert:innen im hart umkämpften Markt für IT-Fachkräfte halten und unsere Dienste weiterhin zuverlässig betreiben zu können, ist uns gemeinsam mit der Staatsregierung und dem Wissenschaftsministerium 2022 ein Meilenstein gelungen: Wir konnten die Finanzierung von Personal in vielen Bereichen verstetigen. Dafür ein ganz besonderes „Vergelt's Gott“ allen Beteiligten im Namen des Direktoriums und der LRZ-Leitung.

Der Erfolg des LRZ hängt aber auch maßgeblich an der vertrauensvollen Kooperation mit wichtigen Stakeholdern: mit dem

UNSERE TECHNISCHE ERFAHRUNG, DIE TÄGLICHEN HERAUSFORDERUNGEN, UND UNSERE NEUGIER TREIBEN UNS AN



Präsidenten der BAdW Prof. Dr. Thomas O. Höllmann und der Generalsekretärin Bianca Marzocca, aber insbesondere auch mit unserem direkten Ansprechpartner im Staatsministerium, Herrn MR Georg Antretter. Nicht zuletzt inspiriert uns die Arbeit in den LRZ-Gremien immer wieder aufs Neue. Im engen Austausch mit dem LRZ-Beirat und den Ehrenbeiräten – die das LRZ teils seit Jahrzehnten begleiten – oder in der Zusammenarbeit mit dem SuperMUC Lenkungsausschuss brachten wir 2022 viele zukunftssträchtige Projekte auf den Weg:

- Mit der Wafer Scale Engine 2 (WSE-2) von Cerebras Systems kam im Frühjahr der weltweit größte Chip ans LRZ. Sein Spezialgebiet: KI-Anwendungen.
- Im Herbst sicherten wir uns den Zuschlag, einer von sechs Standorten für einen europäischen Quantencomputer zu werden.
- Als erstes Rechenzentrum haben wir uns dazu entschieden, unseren nächsten Supercomputer in einer Innovationspartnerschaft zu beschaffen. So werden wir unser Flaggschiffsystem noch besser auf die Anforderungen der Forscher:innen zuschneiden und noch enger mit unseren Technologiepartnern zusammenarbeiten können.

Dies sind nur drei Beispiele, die eindrücklich belegen: Gemeinsam mit unseren Partnern sind wir stark. Wir bleiben nie stehen, wir gehen immer weiter mit dem gemeinsamen Ziel vor Augen: Unsere Nutzer:innen aus Wissenschaft und Forschung bestmöglich zu unterstützen und ihnen dafür die notwendigen Infrastrukturen der Extraklasse bereitzustellen!

Um den technologischen Wandel auch weiterhin aktiv gestalten und neue Technologien erfolgreich einführen zu können, bedarf es aber auch der Motivation und des Ansporns unserer Kolleg:innen. Ihre überaus große Bereitschaft, sich selbst und damit das LRZ kontinuierlich weiterentwickeln zu wollen, ist unser großes Kapital.

Zukunftsfähig macht uns nicht zuletzt unsere Diversität: Die über 280 Kolleg:innen am LRZ stammen mittlerweile aus über 40 Nationen weltweit. Darauf sind wir stolz, denn es ist ein Beleg für die Strahlkraft des LRZ weltweit. Natürlich müssen wir diese Diversität aktiv gestalten, um sie zu unserem Vorteil nutzen zu können.

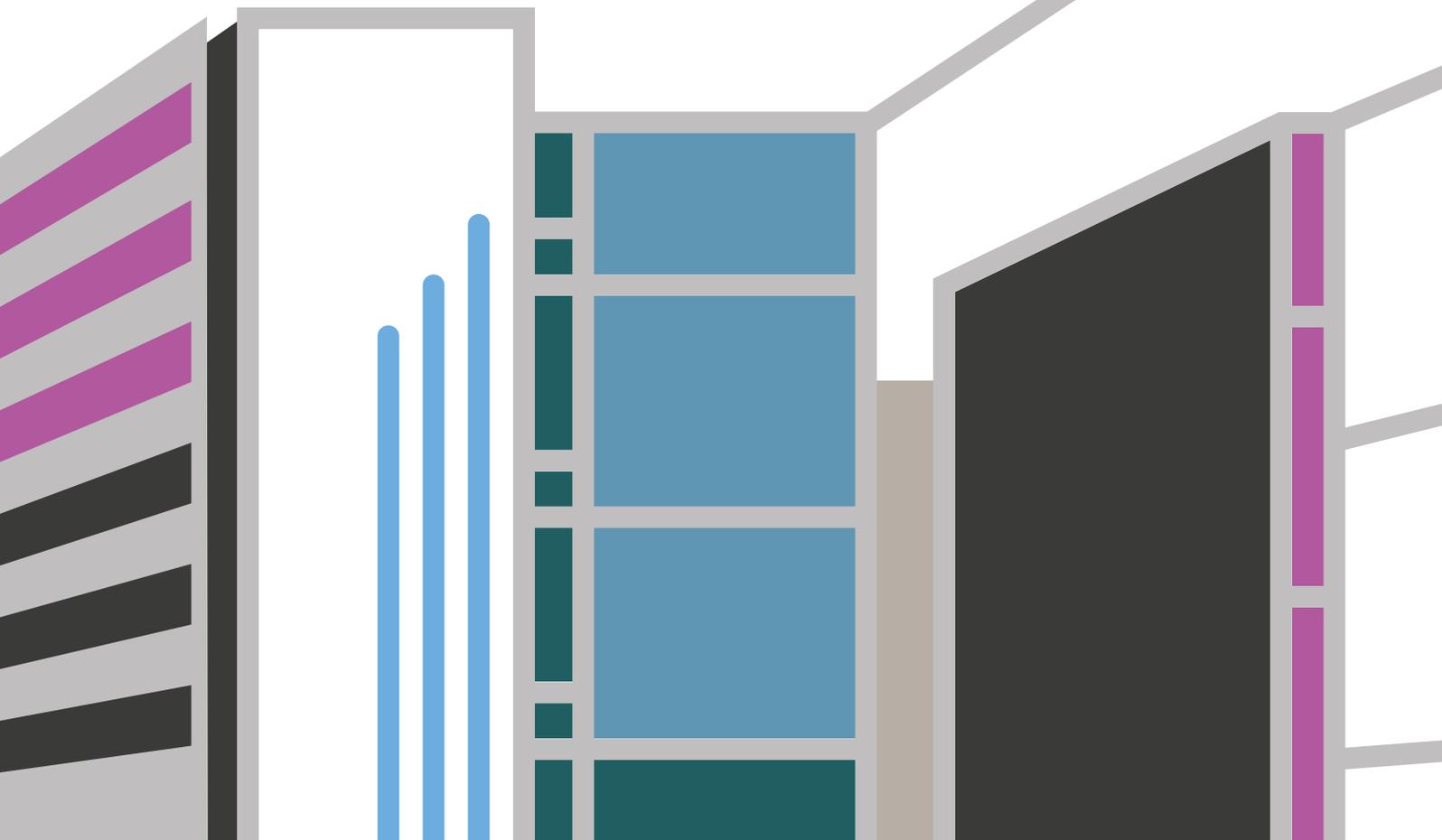
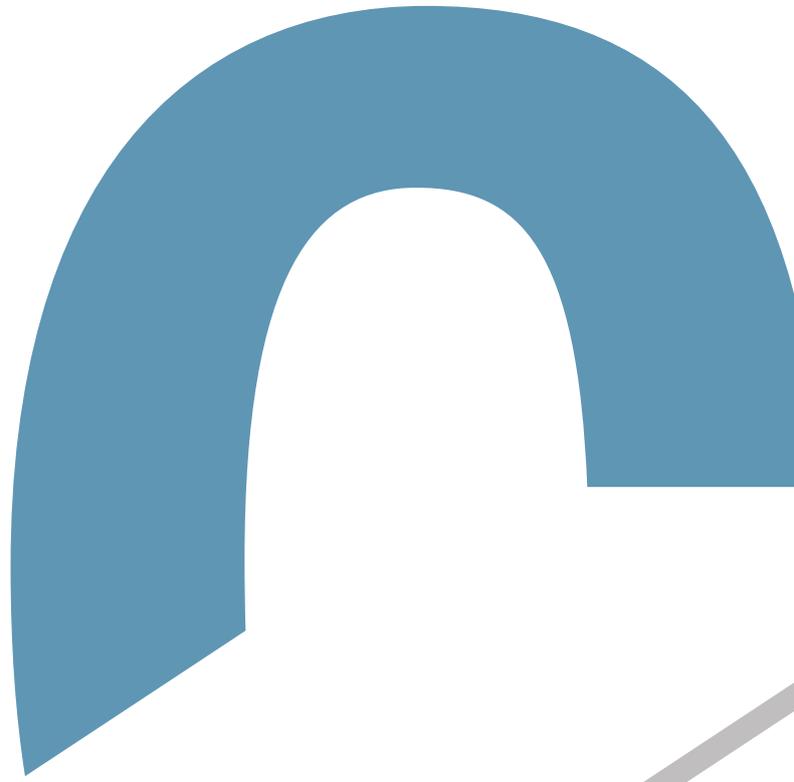
Lassen Sie uns diesen Weg also weiter gemeinsam gehen und der Kathedrale zu noch schönerem Glanz verhelfen.

Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller
Vorsitzender des Direktoriums

Prof. Dr. Hans-Joachim Bungartz
Mitglied des Direktoriums

Prof. Dr. Martin Schulz
Mitglied des Direktoriums

Prof. Dr. Thomas Seidl
Mitglied des Direktoriums

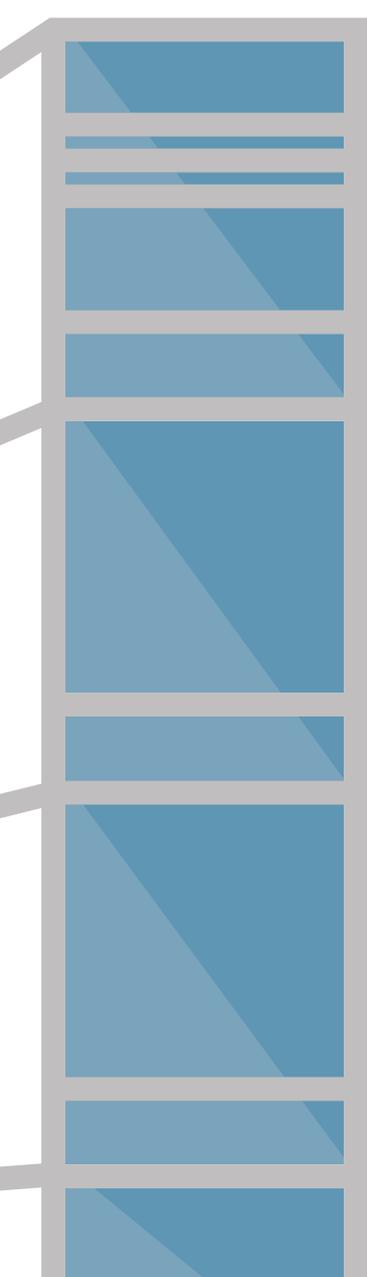




60

JAHRE LRZ

Zukunft bleibt Programm: Das LRZ wird 60	10
Einigkeit schafft Sicherheit	12
Ein Projekt, das unsere Erfahrung fordert und Spaß macht	14
Neueste Erkenntnisse vom Leben	18
Das LRZ ist stets auf der Höhe der Zeit	24
Wissen und Elan fürs Morgen	28



ZUKUNFT BLEIBT PROGRAMM: DAS LRZ WIRD 60

Im Dialog mit Forschenden schrieb das Leibniz-Rechenzentrum IT-Geschichte: die Anbindungen an das Deutsche Wissenschaftsnetz in den 1980er Jahren; 2012 der erste heißwassergekühlte Supercomputer auf der Top-500-Liste. Ein erster deutscher Quantendemonstrator in Arbeit. So soll es weitergehen.



Alles Gute zum Geburtstag: Das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) wird 60 Jahre, sein Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) 10 Jahre alt. Gefeiert wurde das am 14. Juli 2022 mit Einsichten in faszinierende Forschungsprojekte, mit einer Retrospektive auf die Entwicklung der Computertechnik sowie mit Diskussionen zu IT und Digitalisierung an Universitäten und Hochschulen. Beim Festakt anwesend waren der Bayerische Staatsminister für Wissenschaft und Kunst, Markus Blume, sowie Gäste aus Wissenschaft, Forschung und Politik.

INNOVATIVE TECHNIK UND FASZINIERENDE ERKENNTNISSE AUS DER FORSCHUNG

Dieter Kranzlmüller, Leiter des LRZ, führte Blume durch das Rechenzentrum und zeigte ihm neueste Computertechnik: Im Quantum Integration Centre (QIC) den ersten Quantendemonstrator, der in die Supercomputer integriert wird. Außerdem das CS-2-System von Cerebras Systems, das mit dem weltweit größten Chip höchste Rechenleistung bei der smarten Datenverarbeitung bietet: „Die Herausforderungen unserer Zeit lassen sich nur mit der Analyse riesiger Datenmengen bewältigen. Das LRZ nimmt dabei eine Vorreiterrolle ein und ist innerhalb der letzten 60 Jahre zu Bayerns renommiertestem Aushängeschild für die Verarbeitung von Big Data geworden“, sagte Blume.

Beim anschließenden Festakt ließ das LRZ-Direktorium die Wachstumsgeschichte des akademischen Rechenzentrums Revue passieren. 1962 startete das LRZ als IT-Dienstleister der Münchner Universitäten, bot seine Services schnell Instituten und Hochschulen jenseits der Stadtgrenzen an, wuchs in den 1990er Jahren zum Supercomputing-Zentrum von internationalem Rang und begleitet heute Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Bayern bei der Digitalisierung. 2006 zog das Institut der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAW) auf den Forschungscampus Garching.

Geschichten aus dem Rechenzentrum und von seinen Mitarbeitenden finden sich auf dem YouTube Kanal des LRZ.

<https://www.youtube.com/@LeibnizRechenzentrum/videos>.

Dort finden Interessierte auch Mitschnitte der LRZ60-Geburtstagsfeier.





„Die außerordentliche Entwicklung des Leibniz-Rechenzentrums basiert auf einem engen Zusammenspiel von breit angelegter Grundlagenforschung und anwendungsbezogener Umsetzung. Im Hinblick auf seine Innovationsfähigkeit ist das LRZ permanent ein Startup und beweist, dass Kreativität und Effizienz im Laufe von sechzig Jahren nicht nachlassen müssen“, so Akademiepräsident Thomas O. Höllmann.

INNOVATIV UND EFFIZIENT

Das LRZ setzt seit 1962 auf zukunftsweisende Technologien: 1977 baute es das erste Fernzugriffsnetz, aus dem das Münchner Wissenschaftsnetz (MWN) und viele Services entstanden. Durch die Erfahrungen mit Großrechenanlagen wird das LRZ Ende der 1980er Jahre zum Hochleistungsrechen- und ab 2000 nationales Supercomputing-Zentrum. Damit seine Datenspeicher auch aus dem Ausland erreichbar sind, entwickelt das LRZ clevere Vernetzung und Dienste in der Cloud, überdies Tools und Technik zur Steigerung der Energieeffizienz. Heute werden Computer-Ressourcen mit heißem Wasser gekühlt und die Abwärme durch Adsorptionskältemaschinen genutzt. Außerdem liefert das LRZ Werkzeuge für die Visualisierung von Forschungsergebnissen und deren Transfer in virtuelle Welten. Seine Beschäftigten widmen sich heute Zukunftstechnologien wie KI und Quantencomputing. „Unsere Mission am LRZ bleibt unverändert: Wir bauen IT-Infrastrukturen für Wissenschaft und Forschung und bleiben ein verlässlicher Partner. Aber was wir heute erreicht haben, sollten wir morgen noch besser machen,“ so LRZ-Leiter Kranzlmüller.

Vorträge zu Forschung und der Zukunft des Rechenzentrums runden den Festakt ab: Wissenschaftler:innen zeigten, wie High-Performance Computing (HPC), Virtual Reality oder KI-Methoden den Erkenntnisgewinn beflügeln. Junge Forschende präsentierten Vorstellungen zur Zukunft von IT, Computern und Rechenzentren. Und internationale Forschungspartner und Gäste diskutierten, wie die Integration von KI und Quantenprozessoren das Supercomputing beschleunigen wird.





Dr.
Wolfgang Heubisch

EINIGKEIT SCHAFFT SICHERHEIT



Sie waren von 2008 bis 2013 Wissenschaftsminister Bayerns – an welche Begebenheit mit dem LRZ erinnern Sie sich heute noch gerne?

Dr. Wolfgang Heubisch: Mit Abstand die beste Erinnerung habe ich an die Feier zum 50jährigen Bestehen des LRZ 2012. Da herrschte wie jetzt auch eine Aufbruchsstimmung sondergleichen und überall war zu spüren: Wir gehen jetzt in eine neue Zeit. Das LRZ gehörte zu den Spitzenrechenzentren in Deutschland, der SuperMUC war gerade in Betrieb genommen und zum schnellsten Rechner Europas gekürt worden. Mich hat beim Festakt fasziniert, wie klein das LRZ im Grunde ist und welche Stärke, welchen Einfluss es hatte.

In Ihre Amtszeit fielen die Anträge für den SuperMUC, aufregend für Sie als verantwortlicher Minister?

Heubisch: Schon, das war doch eine Initialzündung, das LRZ sollte den ersten Supercomputer in Bayern bekommen. Aber ehrlich gesagt, wir Politiker haben damals diese High Performance Computing-Welt gar nicht so recht durchdrungen und konnten nicht wissen, welche Möglichkeiten überhaupt darin für die Wissenschaft stecken. Deshalb sind wir im Zusammenhang mit den Anträgen in die USA gereist, haben HPC-Zentren besucht und uns deren Systeme angeschaut. Der damalige Leiter des LRZ, Professor Arndt Bode, und sein Stellvertreter Doktor Victor Apostolescu konnten mir



Zum Festakt am 14 Juli 2022 kam auch Dr. Wolfgang Heubisch, von 2008 bis 2013 Minister für Wissenschaft und Kunst. In seine Ägide fallen die Installation von SuperMUC, dem ersten mit heißem Wasser gekühlten Supercomputer, sowie die Feierlichkeiten zum 50. Geburtstag.

die Notwendigkeit von Supercomputing für die Forschung dabei sehr verständlich erläutern. Als Minister brauchst du Fachleute, denen du vertrauen kannst, um Entscheidungen und Anträge abschätzen zu können. Aber die Präsidenten der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) und Technischen Universität München (TUM) unterstützen damals ebenfalls die Anschaffung, so eine Einigkeit schafft Sicherheit.

War es schwer, die Fördergelder – immerhin mehrstellige Millionenbeträge – für das LRZ im bayerischen Haushalt einzustellen?

Heubisch: Ich kann mich jedenfalls nicht an Diskussionen und laute Gegenstimmen erinnern. Im Grundsatz wurde nie gezweifelt, dass die Wissenschaft Computertechnik braucht und dass in die Ausrüstung des LRZ investiert werden muss.

Um 2010 plante das Wissenschafts- und Wirtschaftsministerium das Programm "Bayern 2020": Welche Rolle spielten dabei LRZ und Supercomputing?

Heubisch: Bayern 2020 war die High-Tech-Agenda von damals und sollte Bayern als Standort für innovative Forschung und Technik weiter stärken. Das Programm wurde fraktionsübergreifend angenommen. Auch das LRZ spielte darin eine Rolle. Als Dienstleister sollte es Wissenschaft und Forschung bei Zukunftsthemen wie der Digitalisierung unterstützen, außerdem braucht Bayern Spezialist:innen, die mit neuen Technologien arbeiten können. Natürlich wurde Bayern 2020 auch kritisiert: Muss denn so viel Förderung in den Großraum München fließen? Aber es wäre undenkbar gewesen, DAS wissenschaftliche Rechenzentrum in Garching, das sich für die Forschung in Bayern und Deutschland stark machte, nicht zu berücksichtigen.

Waren eigentlich die Entwicklung des LRZ und sein internationales Wachstum schon 2012 vorauszusehen? Gab es damals schon Diskussionen um Quantencomputer oder Künstliche Intelligenz?

Heubisch: Also Quantentechnologie war damals eher noch Theorie und daher kein Gesprächsthema in der Politik. Und in puncto Künstlicher Intelligenz wurde damals nur in Frage gestellt, ob IT einmal das menschliche Gehirn ersetzen oder sich mit einem Menschen unterhalten könne. Das alles war noch weit entfernt, aber inzwischen sind wir alle schlauer. Die Entwicklung der letzten zehn Jahre in der IT ging ja sehr schnell und hat Vieles schon verändert, aber die größten Veränderungen stehen uns jetzt bevor.

EIN PROJEKT, DAS UNSERE ERFAHRUNG FORDERT UND SPASS MACHT

Seit 2012 unterstützt das V2C Forschende bei der Visualisierung von Daten und bringt Forschungsergebnisse in die räumlichen Welten von Augmented, Virtual oder Mixed Reality (AR, VR, MR). Diese Aufgaben ziehen neue, andere Forschende ans LRZ.



Der Kaisersaal der Neuen Residenz Bamberg erstrahlt in VR.



Dr.
Thomas Odaker

INTERVIEW

Zehn Jahre Visualisierung oder Virtual reality (VR) für die Wissenschaft:

Was ist oder war Ihr Lieblings-Projekt?

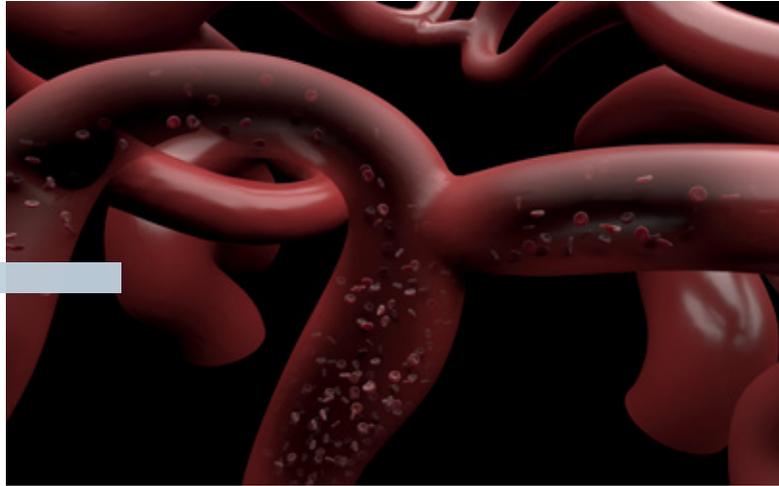
Dr. Thomas Odaker: Schwer zu sagen, im Lauf der Jahre wechselten die Favoriten regelmäßig. Der Nachbau des Kaisersaals von Bamberg in der virtuellen Welt, die detaillierteste und größte Visualisierung einer kosmischen Turbulenz, die 3D-Videointerviews von Zeitzeug:innen des Holocausts oder die Entwicklung der MOOSAİK-App mit AR – das waren zuletzt Projekte, die Kreativität, Wissen und Erfahrungen von uns forderten. Immer noch sehr gerne erkläre ich das Erdmodell von Prof. Hans-Peter Bunge. Diese Arbeit enthält alles, was uns Spaß macht: die technische Herausforderung, große Datensätze in Grafikprogramme zu transportieren und in Bilder umzusetzen, dafür Workflows und Schnittstellen zu entwickeln. Herausgekommen sind tolle Bilder, die man gerne anschaut.

Haben sich die Nutzungskreise des V2C verändert?

Odaker: Im Wesentlichen nicht, dafür aber die Technik, die Software und damit die Arbeitsabläufe. 2016 eroberten die Head Mounted Displays, kurz HMD; den Massenmarkt, was zu einem VR-Hype und damit auch zu teils unrealistischen Erwartungen führte. Vor allem aber die Software-Umgebung ist heute deutlich praktischer, vielfältiger und flexibler als vor zehn Jahren.

DER DIGITALE ZWILLING

Projekt: CompBioMed



SPIELERISCH LERNEN

Projekt: Bridge of Knowledge

ZEITZEUGNISSE IN VIRTUAL REALITY

Projekt: Lediz





Das V2C stellt nicht nur Technik, es berät Forschende auch:

Wo brauchen sie Unterstützung?

Odaker: Das V2C zeigt Wissenschaftler:innen auf, was machbar ist und wo die Grenzen der Technik liegen. Außerdem erklären wir, welche Daten für eine Visualisierung oder zum Aufbau von VR nötig sind, mit welchen Programmen sie verarbeitet werden können und welche Probleme dabei im Umgang mit großen Datensätzen entstehen. Natürlich beraten wir Lehrstühle und Institute bei der Anschaffung von Technik. Hauptaufgabe des V2C ist jedoch die Optimierung von Anwendungen für die virtuelle Realität sowie die Visualisierung größter Datensätze.

Das V2C forscht selbst oder beteiligt sich an Projekten – wo liegen die Schwerpunkte?

Odaker: Früher haben wir uns intensiv mit der Verarbeitung von großen Datenmengen, der Darstellung räumlicher Bilder und den damit zusammenhängenden Systemfragen beschäftigt. Doch die Workflows sind einfacher geworden, daher widmen wir uns jetzt eher den Mensch-Maschine-Interaktionen, also wie Anwender:innen im virtuellen Raum mit Objekten interagieren, zusätzlich mit der Wirkung von Interfaces.

Kommen Forschende noch ans LRZ, um Visualisierungen anzusehen oder in die VR einzutauchen?

Odaker: HMD sind günstig geworden und werden inzwischen von Lehrstühlen selbst angeschafft. Mit der fünfseitigen CAVE und mit der Powerwall decken wir das obere Spektrum der Darstellung ab. Solche Systeme bieten die besten Möglichkeiten, in Daten einzutauchen, sich darin zu bewegen und ein Modell mit allen Sinnen aufzunehmen. Es ist immer wieder eine Freude zu sehen, wie sich Forschende in der CAVE bewegen und darin neue Perspektiven für ihre Forschung gewinnen.

Corona hat die Digitalisierung in Universitäten und Forschung beschleunigt: Sind dem V2C durch virtuelle Vorlesungen neue Aufgaben erwachsen?

Odaker: Nein, im Gegenteil, die Nutzungszahlen sind eingebrochen, weil HMD aus hygienischer Sicht eher problematisch sind. Es gibt noch keine etablierten Software-Lösungen, um größere Gruppen in VR zusammenzubringen. Als Konsequenz aus Corona-Maßnahmen haben wir aber in den Mozilla Hubs/The Virtual World Räume aufgebaut, um Projekte zu präsentieren. Kleine Gruppen konnten sich dort virtuell treffen und sich austauschen.

Welche Entwicklungen werden das V2C treiben?

Odaker: Eher die Technik, LED zum Beispiel. Auch neue, einfacher anwendbare Software und Baukästen für Online-Welten werden unsere Arbeit verändern.

Und was wäre ein Wunschprojekt für das V2C?

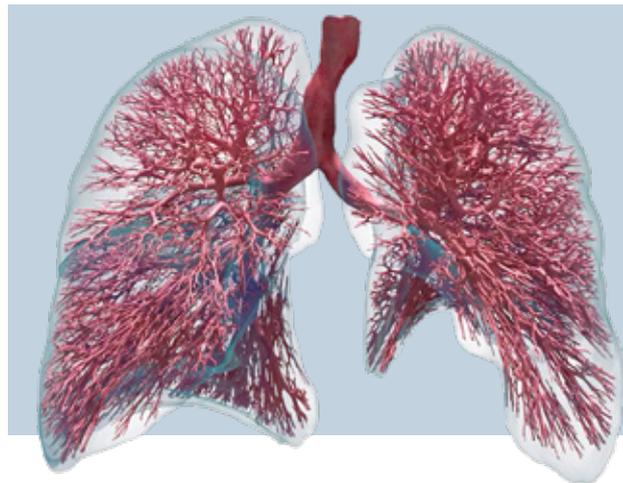
Odaker: Eines, das uns wie das Erdmodell von Professor Bunge fordert und das uns deshalb Spaß macht: wenn wir mit komplexen, schwierigen Datensätzen umgehen und diese händeln können. Kurzum – wenn wir ordentlich herausgefordert werden.

NEUESTE ERKENNTNISSE VOM LEBEN

Wie Simulationen helfen, das Leben, den Menschen und seine Kunst zu verstehen oder vorzubeugen. Fünf mitreißende Lektionen zum 60. Geburtstag des Leibniz-Rechenzentrums, die zeigen, warum Supercomputer und Virtual Reality in den Lebens- und Umwelt- sowie den Geisteswissenschaften immer wichtiger werden.

Modelle für Medizin und Technik

„Das Schöne an meinem Beruf ist, dass ich alles machen kann, was mich interessiert“: Prof. Dr. Wolfgang Wall führt an der Technischen Universität München (TUM) den Lehrstuhl für numerische Mechanik und ist an Dingen wie Batterien ebenso interessiert wie an Werkstoffen, an additiver Fertigung oder Organen. Sein Aufgabenfeld beschreibt er als „Modellbildung für Ingenieurwesen und Medizin“ und zum besseren Verständnis erläutert er, wie Modelle und Simulationen helfen, teure Experimente zu ersetzen, komplexe Bauteile zu gestalten, die Eigenschaften von Materialien zu beeinflussen oder biologische Prozesse zu verstehen. „Ein Modell ist eine vereinfachte Repräsentation der Wirklichkeit, die eine gewisse Aussagekraft hat“, erklärt er. „Wir haben mit der Mathematik eine strenge Lehrmeisterin dabei und müssen das Modell exakt formulieren und genau bestimmen, was wir darin berücksichtigen wollen.“ Dann können damit mechanische Abläufe simuliert und nachvollzogen werden. Am Lehrstuhl Numerische Mechanik fragen sie sich etwa, wie sich polymere Netzwerke verhalten: „Das ist die mechanische Struktur im Inneren einer Zelle,



sie besteht aus dünnsten Fasern, die sich durch das thermische Feld ständig bewegen und mit Proteinen verbinden.“ Im Micro- oder Nanometer-Bereich fallen Experimente schwer, denn Zellen sind deutlich kleiner als Sandkörner. Die Modelle von Walls Team machen aber sichtbar, wie sich Zellen bewegen oder Polymere sich verbinden. Das Team simuliert außerdem, wie

Batterien Energie speichern. Und ein überaus faszinierendes Modell ist die digitale Darstellung der menschlichen Lunge, die der SuperMUC-NG des LRZ berechnete: „Kein Mensch und kein Mediziner hat bisher gesehen, was in der Lunge beim Atmen passiert“, sagt Wall, und: „Bei einem Erwachsenen besteht die Lunge aus etwa 500 Millionen Alveolen, Bläschen aus dünnster Membran. Und nun stellen Sie sich vor, Sie müssten einen Figurenballon mit 500 Millionen Ohren aufblasen, wovon ein Teil mit Wasser gefüllt ist, andere wiederum trocken, spröde oder steif wurden.“ Das wiederum ist die Situation beim Beatmen. Auf Grundlage des Lungenmodells können dafür Frequenz, Druck und Volumen individuell berechnet und getestet werden. Ein Segen für die Menschheit, der auch mit Unterstützung des LRZ entstand: „Das ist nicht nur eine Kunden- oder Provider-Beziehung, sondern viel mehr eine Partnerschaft, in der wir zusammenarbeiten“, sagt Wall. „Was wir machen, funktioniert nicht mit kommerzieller Software. Die Expert:innen des LRZ ermöglichen uns, die Software zu entwickeln, mit der wir die Leistungen erreichen, die wir für unsere Modellierung brauchen.“

Schauen Sie den gesamten Vortrag von Prof. Dr. Wolfgang Wall:

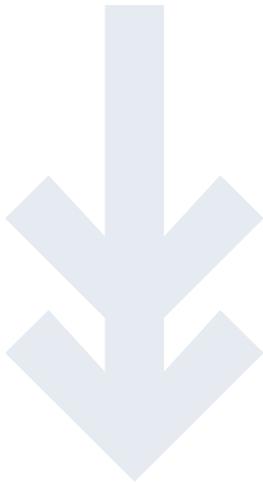
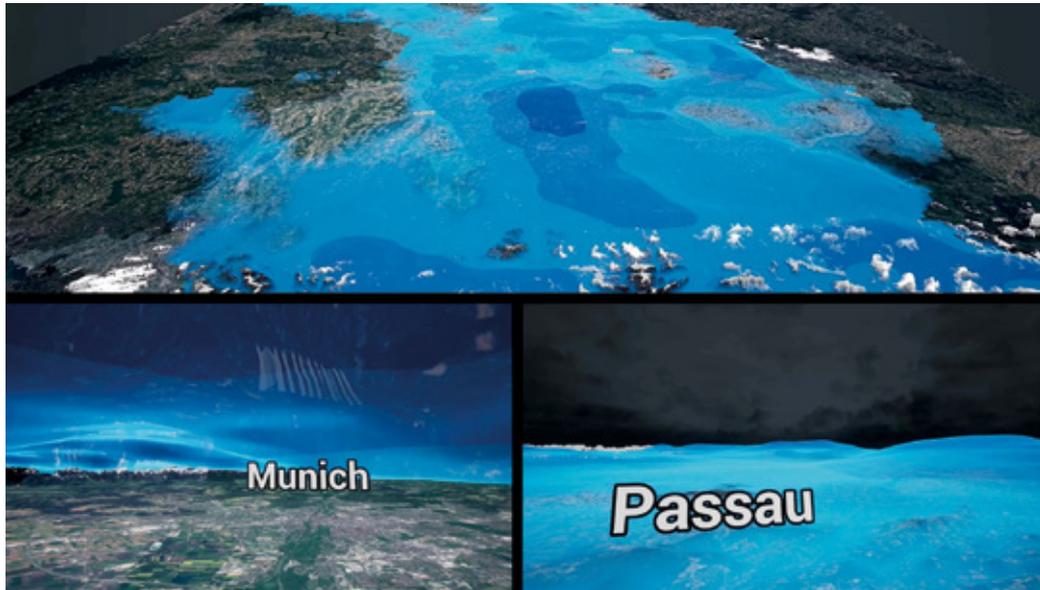
<https://tiny.badw.de/rcdCKq>



Neue Methoden für die Hydrologie



Die Simulationen und Visualisierungen von ClimEX überraschen: Sie zeigen, dass in Bayern Starkregen und Hochwasser aber auch Dürreperioden in den kommenden Jahren zunehmen: „Was früher alle 100 Jahre vorkam, könnte uns jetzt alle 10 Jahre treffen, und wenn bei extremem Regen bisher 1000 Kubikmeter Wasser pro Sekunde herunterprasselte, werden es bald 1400 Kubikmeter pro Sekunde sein“, erläutert Ralf Ludwig, Professor an der Ludwig-Maximilians-Universität München und Leiter des internationalen Projekts Klimawandel und Extreme, ClimEX. Der Hydrologe und sein Team erkunden mit dem Landesamt für Umweltschutz in Bayern sowie Instituten in Kanada die Folgen des Klimawandels oder die die Verteilung von Wasser. Seit 2014 unterstützt das LRZ die dazu notwendigen Simulationen. So berechnete SuperMUC-NG in 100 Millionen CPU-Stunden Extremwetterereignisse für die Jahre 1950, 2000, 2010, 2030 und 2050, alle jeweils mit kleinen Abweichungen der Randerscheinungen, insgesamt 7500 Modelljahre – eine einzigartige Rechenarbeit weltweit. Aus diesen unterschiedlichen Simulationen leiten die Forschenden wiederum Schwankungsbreiten für Extremwetterlagen ab, die sie mit Daten aus der Vergangenheit vergleichen. So können sie Klimaveränderungen erfassen und nachweisen.



Die so gewonnenen Daten flossen außerdem in eine Visualisierung, die Hochwasserereignisse in Bayern der Vergangenheit zeigt und deren Auswirkungen für die Zukunft prognostiziert. Das ganze Land, das wird sofort ersichtlich, wird sich auf große Überschwemmungen gefasst machen müssen – und kann nun mit Hilfe der Simulationen vorbeugen. „Mit 50 Berechnungsläufen hatten wir die Chance, 50mal so viele extreme Wetterereignisse statistisch zu erfassen und zu analysieren“, erläutert Ludwig. „Wir haben durch die Kooperation mit dem LRZ Zugang zu neuen Methoden gewonnen, konnten uns von einem Datenutzer zu einem Datenprovider entwickeln. Der Datensatz, der für ClimEX entstand, wird inzwischen von vielen Institutionen weltweit eingesetzt und ist ein beliebtes Umfeld für die weitere Methodentwicklung. Und wir konnten uns dadurch breitere und neue Projektförderungen erschließen, speziell aus der EU.“

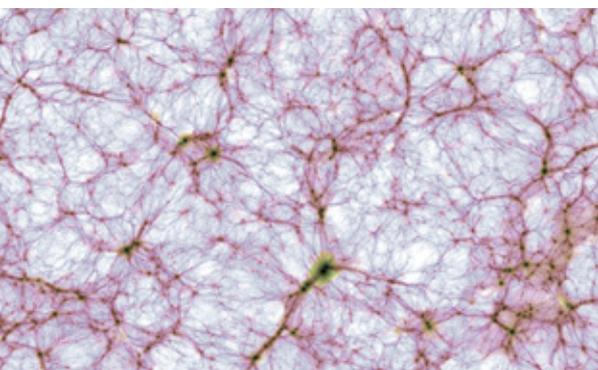
Das Projekt ClimEX befindet sich inzwischen in der zweiten Runde: Jetzt untersuchen die Hydrolog:innen aus Kanada und Bayern, wie der Mensch durch seine Eingriffe in den Wasserhaushalt von Regionen Dürren selbst verursacht und – noch wichtiger – wie diese gemildert werden könnten. „Wir können mit Hilfe des LRZ neue Dinge erforschen“, so Ludwig. „Das Entscheidende ist aber: Diese Infrastruktur lässt uns darüber nachdenken, wo die Wissenschaft hingehen soll.“

**Mehr übers bayerische Klima
von Prof. Dr. Ralf Ludwig:**
<https://tiny.badw.de/2e8n2T>



Vom Werden der Welt

Astrophysiker beobachten. Oder sie rechnen. Prof. Dr. Volker Springel, Direktor beim Max-Planck-Institut für Astrophysik, beschäftigt sich mit Formeln und formt daraus Code. „Wir arbeiten schon jahrzehntelang erfolgreich mit dem LRZ zusammen“, erzählt er zum Start seiner Geburtstags-Vorlesung, „Die Supercomputer ermöglichen uns Fortschritte, die auf dem Gebiet der Kosmologie weltweit führend sind.“ Die fruchtbare Kooperation startete mit dem Hochleistungsrechner Bayern (HLRB): Darauf simulierte das Team die Anfangszeiten unseres Universums vor etwa 13,5 Milliarden Jahren sowie die Entwicklung physikalischer Gesetze. Hintergedanke dabei: Wenn alle Theorien stimmen, müssten sich mit dieser Entwicklungsrechnung erst der Urknall, die Entstehung von Galaxien, der Milchstraße, Sternen und schwarzen Löchern nachvollziehen, außerdem Beobachtungen und Hypothesen zum Werden der Welt verifizieren lassen. Diese Rechnung ging auf.



Schrittweise an neue Technologien angepasst und dabei um viele weitere Parameter ergänzt, beschäftigt die Software inzwischen den SuperMUC-NG und bald auch dessen Nachfolger. „Unser Appetit auf Rechenleistung ist groß, Exascale klingt in meinen Ohren unheimlich reizvoll“, sagt Springel. Die vorerst letzte Version der Entwicklungsrechnung bildet mehrere Millionen von Lichtjahren ab. Schon heute ist die Erkenntnis aus den Millennium-Simulationen hoch: Mit ihnen gelang der Nachweis, dass Neutrinos nicht zur

dunklen Materie gehören und dass es die von Albert Einstein angenommene kosmologische Konstante tatsächlich gibt. Sie zeigte, wie sich Sterne formten und „was passiert, wenn Materie in schwarze Löcher fällt“, wie Springel erklärt: „Wir können solche Experimente ja nicht durchführen.“ Aber der „seltsame Materie-Mix“ im All ist längst nicht erschlossen, auch das Zusammenspiel zwischen dunkler und baryonischer Materie nicht. Und wie schwarze Löcher das Wachstum von Galaxien beeinflussen, wollen die Forschenden nun wissen. Springel arbeitet mit seinem Team weiter an der Software: „Eine extrem anspruchsvolle Arbeit, die extrem leistungsfähige Supercomputer und extrem starke Kommunikations-Netze erfordert. Bei allen Rechnungen am LRZ versuchen wir, an die Leistungsgrenzen der Systeme zu gehen. Man stellt dabei immer wieder fest, dass etwas in der Software oder an der Hardware nicht richtig funktioniert, und dabei hat uns das LRZ-Team immer fantastisch unterstützt, so dass die Rechnungen doch noch ins Laufen kamen.“

Hören Sie rein bei Prof. Dr. Volker Springel:

<https://tiny.badw.de/zy9b27>



Kunst zugänglich gemacht

Wer sich den Kaisersaal der Bamberger Residenz anschaut, kann viel entdecken: Kaiser in den Ecken, Kurfürsten an den Wänden, an der Decke wölbt fliegen Engel und thront die personifizierte Weisheit: „Von 1707 bis 1709 wurden Decke und Wände von Melchior Steidel vollständig illusionistisch ausgemalt“, erläutert der promovierte Kunsthistoriker Matteo Burioni. „In den Bildern wurde deutlich gemacht, dass das Kurfürsten-Kollegium, das einst den Kaiser wählte, im Sinne der göttlichen Vorhersehung tätig ist.“ Der prachtvolle Saal ist Teil des „Corpus der barocken Deckenmalerei in Deutschland“, einer Sammlung von 4000 einmaligen Kulturdenkmälern in Deutschland. Diese werden seit 2015 digital rekonstruiert – auch mit Unterstützung des Leibniz-Rechenzentrums (LRZ). „Wir sichern dadurch Kunst, die durch Krieg oder vom Verfall bedroht ist oder nur schwer oder gar nicht mehr zugänglich ist“, sagt Burioni, der die Münchner Arbeitsstelle des Langzeitprojektes leitet. „Andererseits bringen wir sie Leuten näher, die sie nicht selbst besuchen können.“ Interessierte aus aller Welt, die nicht reisen können, sollen den Corpus online anschauen können; als digitales Modell wurde der Kaisersaal in Hangzhou (China) präsentiert.

Für den Aufbau in virtueller Realität (VR) werden die Räume mit Spezialkameras aufgenommen. „Diese photogrammetrischen Bilder werden später am Computer zusammengefügt, müssen aber gerade an den Übergängen noch intensiv bearbeitet werden, um ein schönes, fließendes Ergebnis zu bekommen“, erläutert Burioni. Die Daten des Kaisersaals wurden an den Hochleistungs-Computern des LRZ berechnet, dabei entstand ein Modell, das einen räumlichen Eindruck und – mit Spezialbrillen und Handgeräten – sogar die Bewegung in diesem Saal ermöglicht. Es dient als Blaupause zur Digitalisierung weiterer Barocksäle. Mittlerweile sind die Deckenmalereien auch Testfall der Nationalen Forschungsdaten-Infrastruktur (NFDI), die Wissenschaft vernetzt und die weitere Nutzung von Forschungsergebnissen fördert. „Wir prüfen, wie sich kunsthistorische Daten digital speichern, erschließen und archivieren lassen“, berichtet Burioni. Als weiteres Projekt entstand noch ein deutsch-französisches Digital-Museum mit zehn Barockräumen. „Mit der Erfahrung VR stellen sich neue Forschungsfragen – etwa zum Vergleich verschiedener Säle oder zu Produktions- und Arbeitsweisen im Barock“, sagt Burioni, und: „VR ermöglicht auch den Austausch von technischen Fertigkeiten, vielleicht können wir auf diese Weise den Wiederaufbau von Notre Dame unterstützen.“

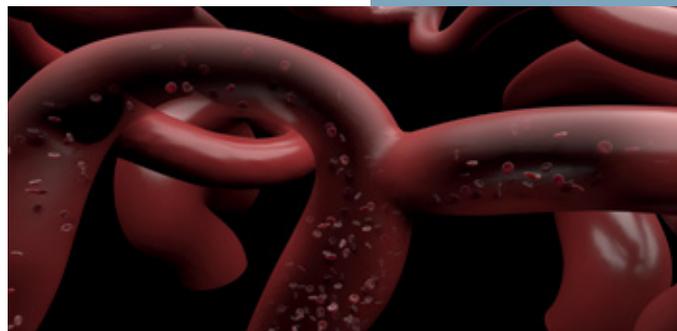
Schauen Sie mit Dr. Mateo Burioni nach oben:

<https://tiny.badw.de/04qPc>



Krankheiten voraussehen

Spricht Peter Coveney vom digitalen Zwilling ist das mehr als ein virtuelles Bild vom Menschen: „Die Herausforderung ist, den Menschen und seinen Organismus ganzheitlich in unterschiedlichster Skalierung darzustellen“, sagt der Professor für physikalische Chemie am University College in London. Er leitet das internationale Exzellenzcluster CompBioMed zur Digitalisierung von Medizin und Pharmazie, an dem das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) seit 2016 mitarbeitet. Ziel ist der Virtual Human, die digitale Darstellung des Menschen, der Vorgänge in Hirn, Herz und Adern, der Funktionen der Muskeln, des Skeletts sowie der Organe. Eine Zukunftsvision.



Wie viele Forschende träumt Coveney von einer Medizin, für die Therapien und Medikamente individuell auf Patient:innen abgestimmt werden. Die ersten Meilensteine sind erreicht: Mit den Supercomputern des LRZ wurde nachgewiesen, dass ein hoher Durchsatz von chemischen Berechnungen in kurzer Zeit die Entwicklung von Medikamenten beschleunigen und auch Personalisierung ermöglichen kann. Außerdem entstanden hier mit hoch aufgelösten Visualisierungen Bilder des digitalen Zwillings: vom Blutfluss in Venen, Arterien und Teilen des Hirns. Die dabei entstandenen Werkzeuge und Workflows helfen nun, schneller weitere Regionen darzustellen. Mit der nächsten Generation von Supercomputern sollen Simulationen einfacher variiert werden können. „Simulationen bilden nicht nur die Grundlage von wissenschaftlichen Veröffentlichungen“, stellt Coveney fest. „Sie verändern das Verständnis und ermöglichen Prognosen. Das erst ist die hohe Kunst in den Lebenswissenschaften.“ In der Medizin sollte möglich sein, was fürs Wetter bereits gilt: Simulationen liefern hier diverse Szenarien und erlauben Voraussagen für die nächsten Stunden, Tage, mit Hilfe weiterer statistischer Daten sogar längerfristige Aussichten. Viele Simulationen des Virtual Humans, auch auf Basis der Daten eines Menschen, sollen Aussagen zu Krankheiten und vorbeugenden Maßnahmen erlauben. Daraus kann dann Software für Ärzt:innen entstehen, mit denen Therapien erstens individualisiert und zweitens digital ausprobiert werden können. Dazu sind noch leistungsfähigere Supercomputer, Methoden der Künstlichen Intelligenz und weitere Technik, vor allem aber gut qualifizierte Menschen nötig: Forschende, die Modelle menschlicher Organe und Körperfunktionen entwickeln; Informatiker:innen und Numeriker:innen, die daraus Software schreiben; Mediziner:innen, die diese anwenden können. Scheint, als gäbe es noch zu tun für Coveney, CompBioMed – und auch das LRZ.

Prof. Dr. Peter Coveney und seine Visionen:

<https://tiny.badw.de/gzPYAI>



DAS LRZ IST STETS AUF DER HÖHE DER ZEIT

Kein Geburtstag ohne Grußworte und Reden: Besonders nette Würdigungen und herzliche Glückwünsche hielten Partnerinnen und Partner aus Wissenschaft und Politik bereit, die mit dem Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) schon lange kooperieren.

Die Zitate finden sich in den hintergründigen, spannenden Gesprächsrunden, in denen der Nutzen und die Herausforderungen eines akademischen Rechenzentrums diskutiert wurden. Sie können sich diese online in Ruhe und in voller Länge anschauen.
<https://tiny.badw.de/rAk4m8>



Prof. Dr. Thomas O. Höllmann,
Präsident der Bayerischen Akademie
der Wissenschaften (BAW)

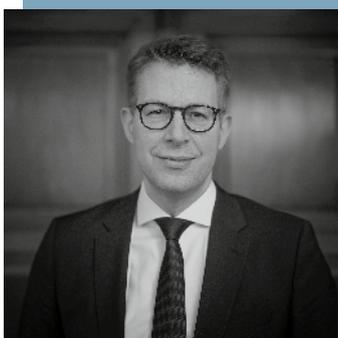
In Anlehnung an eine biografische Skizze von Konfuzius möchte ich die Geschichte des LRZ so erzählen: Mit 15 ging es mir ums Lernen – 1977 Start des Großrechnerbetriebs mit Fernzugriffsnetz am LRZ. Mit 30 hatte ich meinen Platz im Leben gefunden – 1992 Erweiterung des Cray-Supercomputers mit Zugriff über das bayerische Hochschulnetz und Anschluss ans Internet. Mit 40 hegte ich keine Zweifel mehr – 2002 Ausbau des LRZ zum Bundeshöchstleistungs-Rechenzentrum. Mit 50 kannte ich die himmlischen Gesetzmäßigkeiten – 2012 ist der SuperMUC Europas leistungsfähigster Supercomputer. Und schließlich mit 60 eröffneten sich neue Horizonte – 2022 ist das LRZ mit dem Quantendemonstrator und der Zusage für den Exascale-Rechner für die Zukunft gut gerüstet. (...) Im Hinblick auf seine Evaluierungsfähigkeiten ist das LRZ eigentlich ein permanentes Startup, nur eben mit Erfolgsgarantie: Es ist stets auf der Höhe der Zeit und beweist, dass Kreativität und Effizienz im Lauf der Jahre nicht nachlassen müssen, sondern noch zunehmen können.



Als ich 1994 mein Studium in München aufgenommen hatte – das war kurz nach der Erfindung des World Wide Web – hat man bei uns geworben mit ‚Bei uns gibt’s Internet‘. Dafür gab es magische Kennungen, eine davon lautete @lrz.de. Autobiografisch habe ich eine sehr verklärte Beziehung zu dieser Einrichtung.

Hier am LRZ ist Exponentialität, ist Digitalisierung zuhause.

Es ist am LRZ kein Selbstzweck, immer den neuesten Prozessor einzubauen, sondern Technik dient der Aufgabe, die großen Menschheitsfragen zu lösen. Und das geht nur mit maximaler Rechenleistung. Den Unterschied macht zwar am Ende der Mensch, aber die Möglichkeiten, die uns die Technik dafür an die Hand gibt, erlauben uns, zu den nächsten Grenzen unserer Erkenntnis aufzubrechen. Weil wir wissen, was wir mit dem LRZ haben, ist uns diese IT-Kathedrale lieb und teuer. Lieb – wir kommen gerne und schauen uns um. Teuer, weil wir wissen, dass jeder Ausbau auch Geld kostet.



Markus Blume,
bayerischer Staatsminister für
Wissenschaft und Kunst (StMWK)



Dr. Gunter Schreier,
Stellvertretender Leiter des
Zentrums für Erdbeobachtung beim
Deutschen Zentrum für Luft- und
Raumfahrt (DLR)

Mit dem LRZ haben wir einen Partner an unserer Seite, der nicht nur über Infrastruktur und Erfahrung, sondern auch über weitere Rechen-Ressourcen verfügt. So können wir die Daten aus der Erdbeobachtung nicht nur auf dem gemeinsamen Perimeter terrabyte, sondern bei Bedarf auch mit SuperMUC-NG und weiteren High Performance Computern berechnen und analysieren. Das LRZ ermöglicht uns als Multiplikator außerdem, diese Daten mit akademischen Kolleg:innen teilen zu können.





Dr. Alexander Braun,
Senior Vice President und Chief
Information Officer (CIO) der Technischen
Universität München (TUM)

Wir wünschen uns von Allem mehr: Die TUM pflegt bereits eine fruchtbare Partnerschaft mit dem LRZ in den Bereichen High Performance Computing und GPU-Power und hat einen enormen und stetig steigenden Speicherbedarf, das Ganze übrigens auch im Kontext von Gesundheit und Health Data, die aus gutem Grund einem hohen Datenschutz unterliegen. Ich wünsche mir daher, dass wir künftig weiterhin im LRZ einen zuverlässigen Partner haben, bei dem wir noch häufiger unsere Rechner unterbringen und gemeinsam an den Fragen zu Energieverbrauch, GreenIT und Energie-Effizienz arbeiten können. Daher unser Wunsch – viel mehr von Allem, und das in bewährter Qualität.



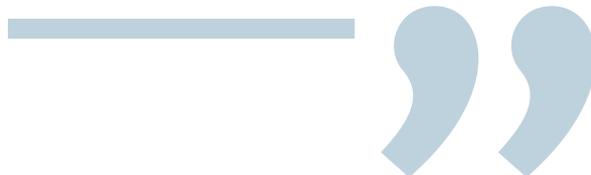
Prof. Dr. Helena Liebelt,
Direktorin des Instituts „Future Technologies“
der Technischen Hochschule Deggendorf (ThD)

Wir haben Physiker:innen, Mathematiker:innen, Geoforscher:innen, die sich mit ihrer Forschung beschäftigen wollen und nicht mit Informatik und Technik. Auch am LRZ brauchen wir Expert:innen, die dieses Wissen bündeln und anbieten, so dass die Physiker:innen sich auf die Physik konzentrieren können und die Technik funktioniert.



Prof. Dr. Gerhard Wellein,
Professor für Hochleistungsrechnen an der
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen Nürnberg
(FAU) und Leiter des Rechenzentrums NHR@FAU

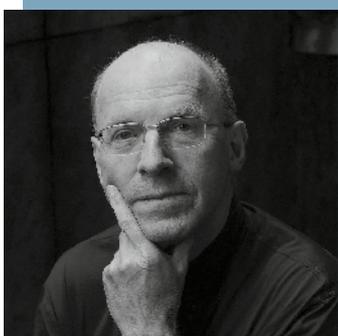
Das war immer Maßgabe am LRZ: die Anwender:innen im Blick zu behalten und keinen ausgetretenen Pfaden folgen. High-Tech, große Shared-Memory-Systeme, Parallelität, wie wir sie nun auch in den Knoten benötigen. Das war der Weg, und das LRZ hat ihn konsequent fortgeführt. Warum muss ich mir auch einen eigenen Cluster bereitstellen, wenn neue Architekturen angeboten werden und sich neue Pfade auftun? Das LRZ war und ist immer vorne dabei.“





Prof. Dr. Francesca Biagini,
Vize-Präsidentin der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)
und Professorin am Mathematischen
Institut der Fakultät für Mathematik,
Informatik und Statistik

Von MINT-Fächern bis zu den Geisteswissenschaften – das LRZ unterstützt uns fächerübergreifend mit seiner Infrastruktur, etwa bei der Speicherung von Big Data, bei der Analyse von Daten oder bei der Bildgebung. Ein großes Thema, das der Deutschen Forschungsgemeinschaft ebenfalls sehr wichtig ist, ist das Forschungsdaten-Management. Das LRZ berät uns dabei, wie wir Daten verwalten, dabei Datenschutz und Datensicherheit garantieren und trotzdem die Ergebnisse reproduzieren können. Außerdem wird IT-Security immer wichtiger für uns. Summa summarum wünschen wir uns an der LMU, dass das LRZ weiterhin immer einen Schritt voraus ist, so dass unsere Wissenschaft und Forschung großartiger wird.



Dr. Klaus Ceynowa,
Leiter der Bayerischen
Staatsbibliothek (BSB)

Wir gründeten 1997 unser Digitalisierungszentrum und hatten 2004 durch die Digitalisierung von Kulturgütern rund 1900 goldene Kodak-CD-Roms. Damit startete unsere Kooperation mit dem LRZ – wir konnten unsere Daten samt und sonders auf seinen Tivoli Storage Manager übertragen. Wie gut diese Chance war, wurde mir zehn Jahre später klar, als ich in Japan in einem hochrenommierten IT-Institut war und auf die Frage, wie kriegt ihr die auf einen Storage Manager, auf große Ratlosigkeit stieß. Heute haben wir in der Bayerischen Staatsbibliothek überhaupt kein Blech mehr stehen, alle Daten liegen hier am LRZ. Wir registrieren pro Jahr rund eine Million Downloads ganzer digitaler Werke – alles, was wir unseren Nutzer:innen zur Verfügung stellen wäre nichts ohne das LRZ.



WISSEN UND ELAN FÜRS MORGEN

Zukunft braucht neue Ideen: 4 junge Wissenschaftler:innen mit ihren Konzepten für neue Supercomputer, Sicherheit und für die Verarbeitung von Big Data. Kurz und knackig präsentiert.



Pascal Jungbluth

RATIONELLES SUPERCOMPUTING

Field Programmable Gate Arrays, kurz FPGA sind Pascal Jungbluths Forschungsobjekte: Diese Chips lassen sich programmieren, sogar noch dann, wenn sie in einem System verbaut sind. Außerdem können sie Rechenoperationen beschleunigen. Nach Meinung des Informatikers, der an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) seine Promotion vorbereitet, könnten FPGA dabei helfen, Arbeitsaufträge rationeller auf die Rechenknoten von Supercomputern zu verteilen und Strom zu sparen. Für seine Doktorarbeit erkundet Jungbluth Funktionsweisen dieser Chips, vergleicht in der Testumgebung BEAST Programmierungsmöglichkeiten und Algorithmen: „Noch sind FPGA nicht entwicklerfreundlich gestaltet. Damit sie sich im High-Performance Computing durchsetzen können, braucht es Zeit“, erläutert Jungbluth. Seine Arbeit könnte helfen, die Beschleuniger zu optimieren und praktischer werden zu lassen.



Amir Raoofy

BIG DATA EFFIZIENT VERARBEITEN

Ob Wettermodell oder die Optimierung von Turbinen: Die meisten Simulationen beinhalten Zeitreihendaten. Wie diese effizient verarbeitet und gespeichert werden, hat Amir Raoofy, Mitarbeiter im Future Computing-Team am LRZ, für seine Promotion an der Technischen Universität München erkundet. „Dafür braucht es eigene Hardware und spezielle Prozesse“, so der Informatiker. An Computern des LRZ testete er, wie diese Daten aufnehmen und speichern. Ergebnisse: Es liegt an den Prozessoren, wie präzise die Daten aufgenommen werden. Außerdem helfen Baumstrukturen und Muster beim Sortieren. Diese Erkenntnisse helfen, die Architektur paralleler Systeme zu verbessern, aber auch Prozessoren, die speziell für die Methoden der Künstlichen Intelligenz entwickelt wurden. Wundert es da, wenn der Informatiker und Ingenieur an den Konzepten für den Nachfolger von SuperMUC-NG mitarbeitet?

ZUSAMMENARBEIT MACHT SICHERER

Wenn's um IT-Sicherheit geht, haben es Unternehmen leichter als Hochschulen: „Es gibt oft keine einheitliche IT-Strategie in Universitäten, die IT-Strukturen sind dezentral“, beobachtet LRZ-Mitarbeiter Miran Mizani. Der Informatiker sorgt mit seiner Forschung dafür, dass die IT-Systeme der Hochschulen sicherer werden: „Wenn fehlende Mittel und Dezentralität Prävention vereiteln, muss die Reaktion auf Sicherheitsvorfälle stark sein.“ Für Schutz und Abwehr setzt Miran Mizani auf Austausch und Kooperation, beides können Hochschulen besser als Firmen. Analysieren Unis gemeinsam, wo Datendiebe angreifen könnten, kann jede für sich Maßnahmen treffen. Bestätigung findet Miran Mizani in Bayern und in den USA: Dort bilden sich erste hochschulübergreifende Arbeitsgruppen. Und: „Für mehr IT-Sicherheit können Dienstleister wie das LRZ eigene Services anbieten.“



Miran Mizani

FORSCHUNGSDATEN SICHTBAR MACHEN

Sie kam als Studentin ans Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung am LRZ – und blieb als Mitarbeiterin: „Visualisierung ist die Kunst, komplexe Datenstrukturen zu veranschaulichen, so dass Forschende, wir alle sie besser verstehen“, sagt Elisabeth Mayer. Mit Grafik-Programmen und Videotools macht sie Turbulenzen im All oder das Geschehen in Adern sichtbar. Sie baut für das LRZ Präsenzen in virtuellen Welten oder konstruiert aus Fotos und Plänen Barockräume und andere kunsthistorische Kleinode: räumlich und interaktiv erlebbar. Dass dabei auch Schnittstellen, Workflows und Tools fürs Visualisieren entstehen, macht das V2C zur beliebten Anlaufstelle. „Die Herausforderung ist, aus Datenmassen Interaktivität und VR aufzubauen“, so Elisabeth Mayer. Das ist jetzt ihr Forschungsthema, das die Multimedia-Spezialistin wieder an der Uni und am LRZ beschäftigt.

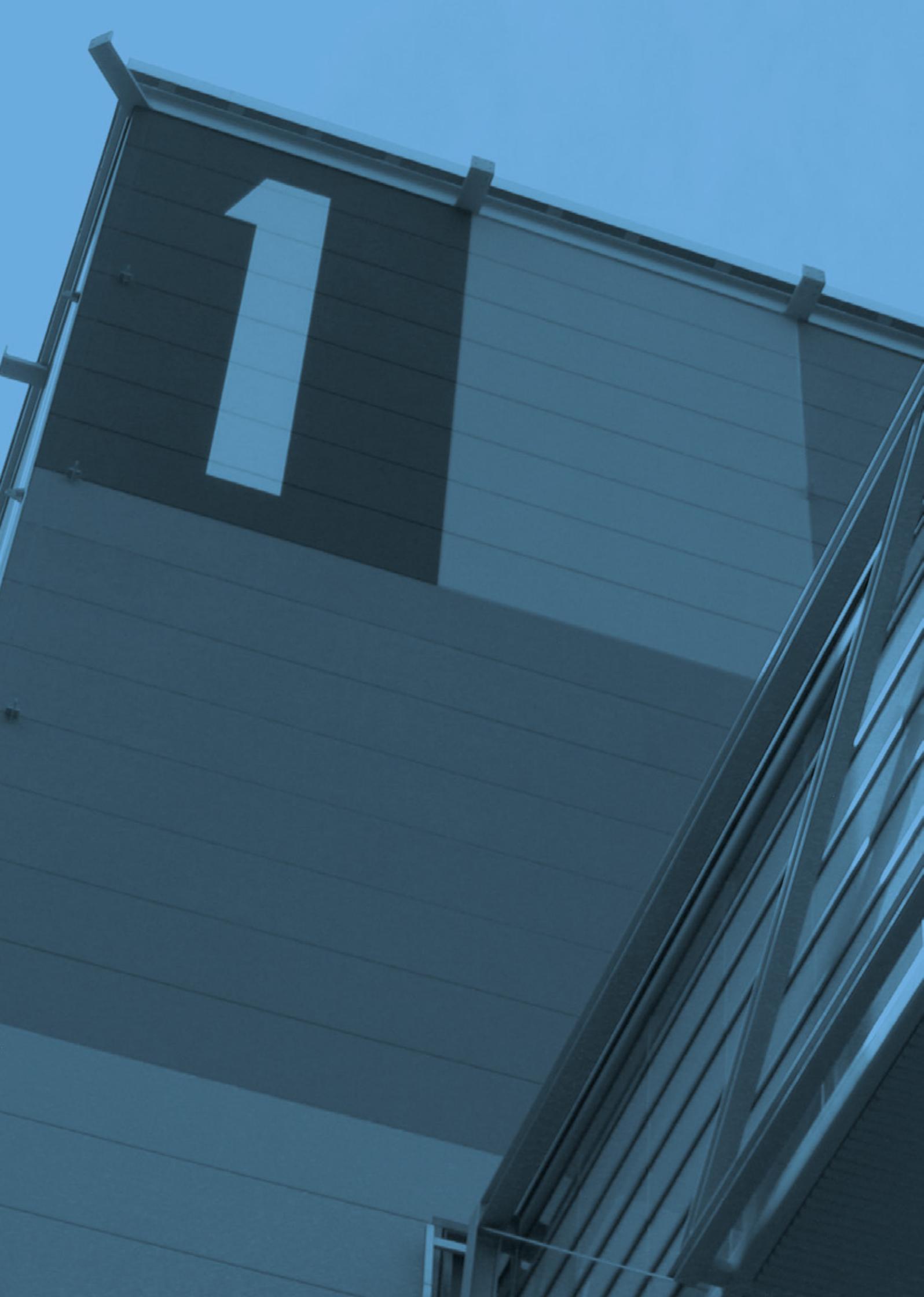


Elisabeth Mayer



180 Sekunden für ein Forschungsgebiet:
Die Kurzvorträge der vier Forscher:innen
finden Sie hier: <https://tiny.badw.de/r8LcqC>





01

CHRONIK

Zeitreise 2022

32

#ZUKUNFTBLEIBT PROGRAMM

JANUAR

ZUKUNFTSTECHNOLOGIE FÜR BAYERN



7 Institutionen, darunter das LRZ im Rahmen der BAdW, gründen das Munich Quantum Valley (MQV) und entwickeln für die Computer der Zukunft Hard- und Software.

FEBRUAR

VERNETZT IN EUROPA

Dr. Kimmo Koski, Leiter des finnischen IT-Centres for Science (CSC) besucht den SuperMUC-NG und diskutiert mit LRZ-Spezialist:innen neue HPC-Technologien.

APRIL

GROSSES INTERESSE



Wissenschaftsminister Markus Blume informiert sich am LRZ über die Vorteile des High Performance Computings (HPC).

Zwei Tage lang feierte das Leibniz-Rechenzentrum Mitte Juli 2022 seinen 60. Geburtstag, hochkarätige Forschungsarbeiten und vertrauensvolle Kooperationen. Heiter, in lockerer Atmosphäre und Verbundenheit. Gäste aus Forschung, Wissenschaft und Politik konnten wie der bayerische Minister für Wissenschaft und Kunst Markus Blume über Quantencomputer staunen sowie über die neueste Anschaffung, ein Cerebras CS-2-System, quasi ein Supercomputer spezialisiert auf Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI). Sie diskutierten über das High-Performance Computing (HPC), das durch KI und bald durch Quantencomputing vielseitiger wird. Und sie nahmen die Zukunft des LRZ ins Visier, sprachen über notwendige IT-Dienste und über zuverlässige Beratung.



Zum 60. Geburtstag leistet sich das Leibniz-Rechenzentrum innovative und leistungsstarke Computertechnik, feiert fröhlich-forschend Erfolge und schaut zugleich in seine Zukunft.

APRIL

MAI

JULI

MIT QUBITS RECHNEN

Mit dem MQV ist das LRZ bei der World of Quantum-Messe dabei, am LRZ nimmt die Q-Crew im Quanten Integration Centre (QIC) die Arbeit auf.

NEUER SUPERCOMPUTER



850.000 Rechenkerne sammeln sich auf dem Chip des CS-2-Systems, das auf maschinelles Lernen spezialisiert ist und welches das LRZ für seine AI Systems kauft.



HAPPY BIRTHDAY

Zum 60. LRZ-Geburtstag lässt sich Minister Blume Baupläne des LRZ zeigen und feiert mit Forschenden und dem LRZ exzellente Simulationserfolge.

Schön zu hören – alle wollen die Zusammenarbeit mit dem LRZ und seinen Mitarbeitenden auf Augenhöhe fortsetzen: So kann's, so soll's weitergehen.

#HOWITSTARTED – #HOWITSGOING

Am 7. März 1962 wurde an der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAW) die „Kommission für elektronisches Rechnen“ gebildet und damit das Fundament des LRZ gelegt. 60 Jahre später zeigt sich das Rechenzentrum in Aufbruchstimmung und voller Ideen. Die Geburtstagsfeier – ein kurzes Innehalten, um mit dem Blick zurück zuversichtlich das anzupei-

len, was kommen wird: mehr Computer, Technologien, Gebäude. Dem Minister zeigte Dieter Kranzlmüller, Leiter des LRZ, auf der grünen Wiese erste Pläne für Ergänzungsbauten.

Pünktlich zum Geburtstag erreichte der KI-Supercomputer Garching: Auf dem goldenen Chip des CS-2-Systems – mit 460 Quadratmillimetern der zurzeit größte der Welt – sammeln sich 850.000 Rechenkerne, damit Big Data zügig durch 2,6 Billionen Transistoren fließen und künstliche, neuronale Netze trainieren können. Kombiniert mit leistungsfähigen Servern

empfiehlt sich dieser Computer fürs maschinelle Lernen – Methoden, die in der Forschung oft zum Einsatz kommen und das LRZ mit neuen Nutzungsszenarien konfrontiert. Forschende, die auf KI setzen, kennen sich nicht immer mit HPC oder Open Source-Software aus, aber am LRZ können sie in Online- oder hybriden Kursen praxisnah von erfahrenen Dozent:innen lernen, mit Supercomputern umzugehen und mehr Leistung aus ihnen herauszuholen.

Daneben etabliert sich am LRZ das Quantencomputing: Mit Beteiligung des LRZ konstituiert sich das Munich Quantum Valley (MQV). Der Verein bringt Forschung und Unternehmen zusammen, um für die Computer der Zukunft Programmierumgebungen und Software zu schaffen und sie in den Alltag zu bringen. Für dieses

Ziel arbeitet die Q-Crew, die bisher jüngste Abteilung des LRZ, im Quantum Integration Centre (QIC) und mit MQV-Partner:innen daran, Quantencomputer ins HPC einzubinden. Ein Konzept, das auch Interesse in Europa findet: Die Initiative EuroHPC Joint Undertaking kürt das LRZ zu einem von sechs europäischen Standorten eines hybriden Quantencomputers, der bald für die Forschung zur Verfügung stehen soll.

Der Angriff Russlands auf die Ukraine bringt 2022 Sicherheitsfragen aufs Tapet: Cyberattacken auf Forschungseinrichtungen mehren sich, in Bayern erkennen Universitäten und Institute Handlungsbedarf sowie die Effizienz des gemeinsamen Handelns. Mit Beteiligung des LRZ wird der Hochschulübergreifende IT-Service Informationssicherheit (HIT-IS) initiiert, der ein abge-

JULI

SEPTEMBER

OKTOBER

ZUKUNFT WIRD GEMACHT

Erstmals wird ein Supercomputer in einer Innovationspartnerschaft geplant – die erste Wettbewerbsphase entscheiden Lenovo und Hewlett Packard Enterprise für sich.

BESSER SUCHEN

Ein offener Webindex soll das Suchen im Internet verbessern und neue Services initiieren. Das LRZ ist am europäischen Projekt OpenWebSearch.eu beteiligt.

FORSCHUNG ZEIGEN



Das LRZ-Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) ist zehn Jahre alt und demonstriert das mit schönsten Bildern von Projekten.

stimmtes Vorgehen bei Hacking-Versuchen und die Entwicklung von Security-Diensten vorantreibt. Erfahrungen, die dem LRZ bei der erfolgreichen Rezertifizierung seiner IT-Services und der Datensicherheit zugutekommen, zumal in dieser Runde erstmals der Forschungsbereich mitbetrachtet wird.

#WHATSNEXT

Der Herbst bringt weitere Fragen: Kommen wir auch ohne russisches Gas und Atomkraft warm durch den Winter? Am LRZ bleiben sie zuversichtlich. Zwar werden Notfallpläne zum Abschalten von Supercomputern entwickelt, doch die Spezialist:innen wissen bereits, dass die Energiewende zum Strom aus erneuerbaren Quellen machbar ist: Das LRZ arbeitet schon seit längerem zu 100 Prozent damit – trotz oder wegen

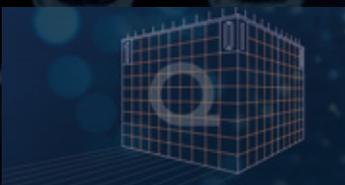
der zeitweise hohen Bedarfe seiner Computer. Energieeffizienz bleibt das Herzensthema im LRZ und spielt in der Ausschreibung für den Nachfolger des SuperMUC-NG eine große Rolle. Erstmals wird der nächste Supercomputer im Rahmen einer Innovationspartnerschaft geplant und beschafft. Beim neuen Beschaffungsverfahren konkurrieren Unternehmen, die das System aufbauen und betreuen wollen, mit Konzepten für die Planungen und Wünsche des LRZ. Die erste Wettbewerbsphase entschieden Hewlett Packard Enterprise (HPE) und Lenovo für sich, spätestens Ende 2023 sollte feststehen, wer den endgültigen Zuschlag für den Aufbau erhält.

OKTOBER

OKTOBER

NOVEMBER

EUROPAS QUANTENCOMPUTER



Das LRZ wird zu einem von sechs europäischen Standorten für einen Quantencomputer bestimmt. Euro-Q-Exa basiert auf der Technologie der Supraleitung.

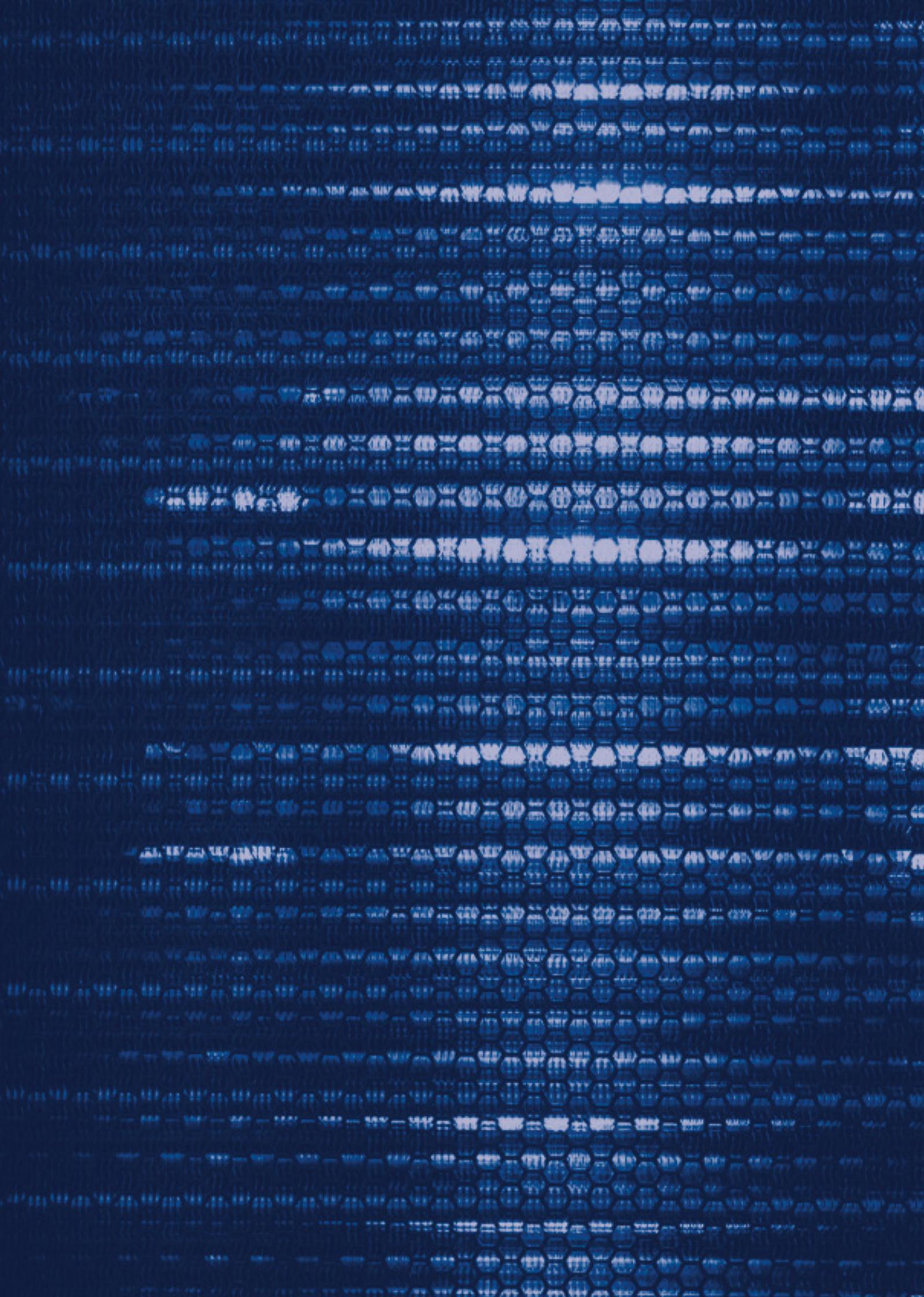
SICHER IST SICHER

Zum European Cybersecurity Month erläutert Helmut Reiser, stellvertretender Leiter des LRZ, warum das größte Risiko oft vor dem Computer zu finden ist.

SPEZIALIST:INNEN GEFRAGT



Das LRZ wächst, sucht Kolleg:innen für Super- und Quantencomputing erstmals in den USA und präsentiert sich dazu auf der Jobmesse der SC22.



02

IT-DIENSTE FÜR DIE WISSENSCHAFT

Das LRZ als Dienstleister	38
Always-on	42
LRZ-Services: Weiterhin zuverlässig und sicher	44
Vorsicht schützt vor Social Engineering	46
Gut gerechnet, SuperMUC-NG	48
Erdbeben erklären am Supercomputer	50
KI-System für bayerische Spitzenforschung	52
Wissenschaftler:innen zu den technischen Ressourcen zu führen	54
Forschung für's Auge	56

DIGITALISIERUNGSPARTNER FÜR DIE WISSENSCHAFT

Seit der Gründung im Jahr 1962, arbeiten wir, das Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Hand in Hand mit unseren Nutzer:innen aus der Wissenschaft. Mittlerweile betreiben wir als IT-Dienstleister Services wie E-Mail- und Internet-Services, Webhosting- und Webserver-Dienstleistungen oder verschiedenste Cloud-Services für weit über 100.000 Studierenden und über 30.000 Beschäftigte und Lehrende an Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen in München, Bayern und Europa. Gemeinsam mit den Nutzer:innen entwickeln wir uns weiter zum Digitalisierungspartner für alle IT-Belange im Wissenschaftsbereich und bauen kontinuierlich unsere Hochleistungsinfrastruktur weiter aus – sei es beim Supercomputing, im Bereich KI oder beim Quantencomputing. Sicherheit und Zuverlässigkeit genießen dabei stets oberste Priorität. Dafür setzen wir auf das Know-how und die Erfahrung unserer Beschäftigten, sowie auf nachvollziehbare Prozesse und IT-Dienste für die wir seit 2019 nach den ISO/IEC-Normen für IT-Service-Management (20000) und Informations-Sicherheit (27001) zertifiziert sind.

120.000
STUDIERENDE



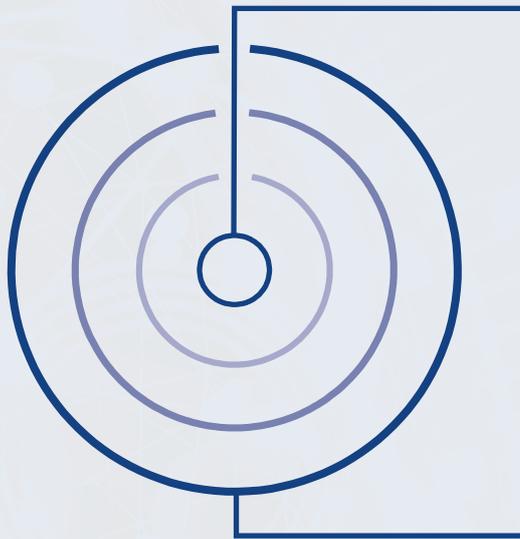
30.000
BESCHÄFTIGTE



1.900
PROFESSOR:INNEN



DAS LRZ ALS



Rechenzentrum für alle Münchner Universitäten

Regionales Rechenzentrum für alle bayerischen Universitäten

Nationales Höchstleistungsrechenzentrum (GCS)

Europäisches Höchstleistungsrechenzentrum (PRACE)



Detaillierte Anleitungen sowie Tipps und Tricks zu allen unseren Services bietet die LRZ-Dokumentationsplattform: <https://doku.lrz.de/>

DIE DIENSTE IM ÜBERBLICK



Desktop und mobile Clients



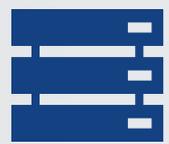
E-Mail und Groupware



High Performance Computing



Netz



Server-Hosting



Speicherlösungen



Unterstützende Dienste



Virtuelle Realität und Visualisierung



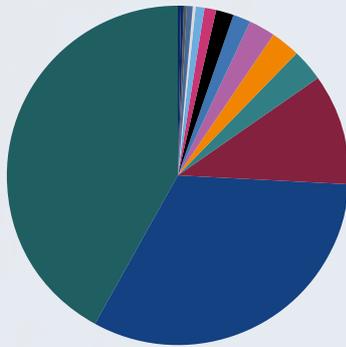
Vor-Ort Services



Webhosting und Webservices

ZUVERLÄSSIGE DIENSTE STARK GEFRAGT

KENNUNGEN FÜR LRZ-DIENSTE



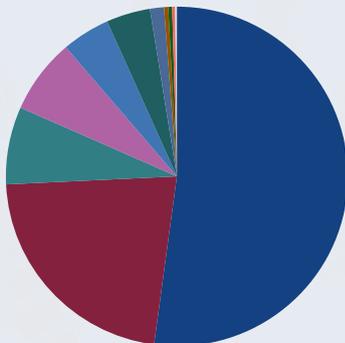
- LMU München
- TU München
- Hochschule München
- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- Nutzer:innen des SuperMUC-NG
- Hochschule Landshut
- Hochschule Ansbach
- Öffentlich rechtliche Einrichtungen
- Hochschule für Musik und Theater
- Leibniz-Rechenzentrum
- Akademie der Bildenden Künste
- Bayerische Akademie der Wissenschaften
- Hochschule für Fernsehen und Film
- Katholische Stiftungshochschule
- Sonstige Einrichtungen/Studierende
- Andere bayerische Hochschulen

281.562

**KENNUNGEN
ENDE 2022**



EXCHANGE NUTZERGRUPPEN



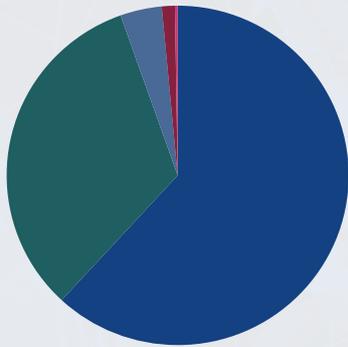
- TU München
- Hochschule München
- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
- Hochschule Landshut
- Hochschule Ansbach
- LMU München
- Bayerische Akademie der Wissenschaften
- Staatl. Museen
- Staatl. Naturwissenschaftliche Sammlungen
- Katholische Stiftungshochschule
- Akademie der Bildenden Künste

119.723

**NUTZERGRUPPEN
ENDE 2022**



MWN-PC



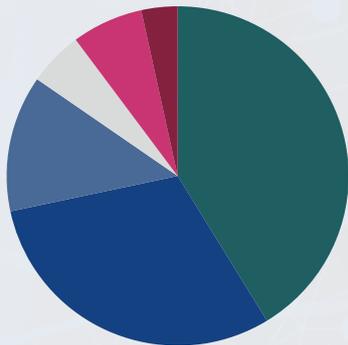
- TU München
- LMU München
- Bayerische Akademie der Wissenschaften
- Hochschule München
- Hochschule für Musik und Theater

16.505

SYSTEME
ENDE 2022



MWN-MAC



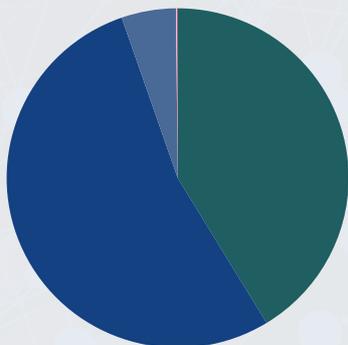
- TU München
- LMU München
- Bayerische Akademie der Wissenschaften
- Akademie der Bildenden Künste
- Hochschule München
- Hochschule für Musik und Theater

1.023

SYSTEME
ENDE 2022



IOS-SYSTEME



- TU München
- LMU München
- Bayerische Akademie der Wissenschaften
- Akademie der Bildenden Künste
- Hochschule für Musik und Theater

1.298

SYSTEME
ENDE 2022



ALWAYS-ON: MIT DEM MWN 24/7 INS NETZ

MWN – ZAHLEN UND FAKTEN

Weitere Daten zum Münchner Wissenschaftsnetz (MWN) finden Sie in Kapitel 8

Fast 2700 Switches, über 6100 Access Points, knapp 650 Standorte und Anbindungen mit bis zu 200 Gigabit pro Sekunde: Das Münchner Wissenschaftsnetz – kurz MWN – wartet mit so manchen Superlativen auf, um Studierende, Wissenschaftler:innen und Verwaltungen an 24 Stunden am Tag und sieben Tagen die Woche mit der Welt zu verbinden. Dabei ist es nicht nur wichtig, die Verbindungen aufrecht, sondern das Netz auch sicher zu halten. Keine einfache Aufgabe, wenn man bedenkt, dass im MWN bis zu 300.000 verschiedene Geräte eingebucht sind. Deshalb gehören Aufklärung und Schulung genauso zu den Aufgaben des Teams.



DATENMENGE PRO MONAT

4,7 PB Eingehend
2,6 PB Ausgehend



WLAN

300.000 verschiedene Geräte
35.500 Geräte in 5 Minuten



NETZKOMPONENTEN IM MANAGEMENT



2.655 Switches
6.130 Access Points

STANDORTE



649 Standorte

BANDBREITE



200 Gbit/s X-Win



10 Gbit/s M-net



VPN

194 TB Datenvolumen pro Monat
3.300 TB gleichzeitige Verbindungen



DNS

362.260 eingetragene IPv4 Adressen
3.693 verwaltete Domains

LRZ-SERVICES: WEITERHIN ZUVERLÄSSIG UND SICHER

Seit 2019 lässt das Leibniz-Rechenzentrum seine Dienstleistungen regelmäßig von externen Spezialist:innen zertifizieren. Für die erste offizielle Rezertifizierung nach drei Jahren fiel die Beurteilung 2022 positiv aus, lobte vor allem die Kommunikation und bezog den gesamten Forschungsbereich mit ein.

Nachvollziehbare Prozesse, zuverlässige IT-Dienste: 2019 ließ sich das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) erstmals nach den ISO/IEC-Normen für IT-Service-Management (20000-1) und Informations-Sicherheit (27001) zertifizieren. Jetzt hat das Rechenzentrum seine erste offizielle Rezertifizierung absolviert – auch sie mit Erfolg und viel Anerkennung der Auditoren: „Das integrierte Management-System weist in Summe einen hohen Reifegrad auf“, urteilten die Prüfer der DEKRA, und: „Die stetige Verbesserung des Informations- und Sicherheits-Managementsystems konnte auch in diesem Auditzyklus aufgezeigt werden.“

SCHNELLE GEGENMASSNAHMEN SIND PFLICHT

Kunden des LRZ gewinnen durch die Zertifizierung Sicherheit: Sie können sich darauf verlassen, dass die IT-Dienste und der Support zuverlässig nach definierten Abläufen ausgeführt werden und die hier verarbeiteten und gespeicherten Informationen sicher verwahrt sind. Das beinhaltet auch, dass bei möglichen technischen Problemen und Ausfällen schnell die passenden Gegenmaßnahmen ergriffen und Warnungen ausgesprochen werden. „Normen geben Orientierung und helfen dabei, Management-Prozesse zu professionalisieren“, sagt Stefan Metzger, CISO am LRZ und Teil des Teams, das die Arbeiten für die Zertifizierung koordiniert. „Jetzt sind alle Arbeitsschritte dokumentiert, das hilft bei der Einarbeitung neuer Kolleg:innen, vor allem aber werden Sicherheits- und technische Vorfälle strukturiert abgearbeitet, so dass IT-Dienste schnellstmöglich wieder funktionieren.“



Zertifizierung heißt in diesem Fall, von Außenstehenden Arbeitsabläufe und Ergebnisse beurteilen zu lassen. Dafür müssen Prozesse hinterfragt, bei Bedarf verändert und optimiert, vor allem aber schriftlich fixiert werden: eine Herausforderung für jede Organisation. 2017 starteten am LRZ die Vorarbeiten zur Erstzertifizierung 2019, danach wurde das LRZ jedes Jahr überprüft: So stellen die Prüfstellen sicher, dass Unternehmen das Management weiter verbessern und die Anforderungen der Rezertifizierung verstehen.

GUTE KOMMUNIKATION, NACHVOLLZIEHBARE DOKUMENTATION

„Mit der aktuellen Rezertifizierung verlieren wir den bisherigen Welpenschutz, ab jetzt schauen die Prüfer genauer hin, wie Maßnahmen und Prozesse gerade im Alltag umgesetzt werden“, sagt Metzger. Die Prüfenden lobten die Kommunikation unter Mitarbeitenden und zwischen Abteilungen, außerdem die effiziente, nachvollziehbare Beschreibung von

Arbeitsschritten. Daneben lieferten die Auditoren noch wertvolle Anregungen, wie das Managementsystem weiter verbessert werden kann. Für deren Umsetzung hat das LRZ Zeit bis zur nächsten Rezertifizierung im Jahr 2025.

Das LRZ ist das erste wissenschaftliche Supercomputing-Zentrum, das sein IT-Service-Management und die Informationssicherheit zertifizieren ließ. Standen dabei zunächst der Betrieb des Rechenzentrums, seine Dienstleistungen und IT-Services im Fokus, wurde nun auch der gesamte Forschungsbereich des LRZ bei der Zertifizierung berücksichtigt und werden schrittweise weitere Abteilungen in das Verfahren einbezogen. Das LRZ-Beispiel macht Schule: Rechenzentren von Universitäten und Forschungseinrichtungen erkennen die Vorteile der Zertifizierung – und fragen beim LRZ um Rat oder praktische Hilfe bei deren Vorbereitung und Umsetzung.

VORSICHT SCHÜTZT VOR SOCIAL ENGINEERING

#thinkb4uclick: Für den europäischen Cyber Security-Monat warnt das Leibniz-Rechenzentrum online vor Social Engineering. Dabei nutzen Betrüger:innen das Gute im Menschen aus – Hilfsbereitschaft und Vertrauen.



AUFKLÄREN, ACHTSAM WERDEN

- Der Vortrag von Prof Helmut Reiser zum Social Engineering kann bei Youtube abgerufen werden: https://www.youtube.com/watch?v=vH7M0_3qwrk
- Weitere Hinweise gibt das Bundesamt für Sicherheit in der IT: https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Verbraucherinnen-und-Verbraucher/Cyber-Sicherheitslage/Methoden-der-Cyber-Kriminalitaet/Social-Engineering/social-engineering_node.html
- Und auch die Website zum Cyber Security-Month klärt auf: <https://cybersecuritymonth.eu/>

Davon berichten Zeitungen jetzt öfter: Eine Tochter informiert ihren Vater per Messenger-Dienst, dass sie ihr Smartphone verloren und nun eine neue Nummer habe. Der Vater mailt unter der neuen Nummer zurück und fragt besorgt nach. Über weitere Nachrichten tauschen sich die beiden aus, dann bittet die Tochter noch um eine Überweisung von 2000 Euro auf ein neu eingerichtetes Konto, weil das mit dem Smartphone verbundene ja nun gesperrt sei: Sie brauche dringend Geld.

Alles Betrug: Da wird ein Mensch unter Druck gesetzt, damit er aus Sorge zahlt. Oder Mailadressen, Passwörter oder andere Sicherheitscodes herausgibt. Social Engineering nennen IT-Expert:innen diese Masche, die zur Cyberkriminalität gehört, weil dafür digitale Kommunikationskanäle genutzt werden: „Bei IT-Sicherheit wird primär an Technik gedacht, aber zu selten an den Faktor Mensch“, erklärt Helmut Reiser, stellvertretender Leiter des LRZ, Professor für Informatik an der Ludwig-Maximilians-Universität München. „Social Engineering hat nichts mit technischen Angriffen zu tun, sondern zielt auf den Menschen – Spezialist:innen, die Technik bedienen, oder Nutzer:innen.“ Durch Social Engineering entstehen pro Jahr allein in Deutschland Schäden in Milliardenhöhe. Gefährdet sind Privatleute genauso wie Unternehmen.

In einem Online-Vortrag zum European Cyber Security Month (ESCM) im Oktober, erläuterte Reiser Strategien der Betrüger:innen und zeigte Schutzmaßnahmen auf. Social Engineers sind schlau und sammeln bevorzugt in Communities wie Facebook, Instagram oder LinkedIn, in Papierkörben, im öffentlichen Nahverkehr bei Mobil-Telefonaten oder im Café mit einem Blick auf Monitore persönliche, interne, exklusive Informationen. Es sind Zutaten für Geschichten, die Opfer zum Handeln drängen.



„Angreifer:innen versuchen, Eigenschaften oder Gefühle von Mitmenschen auszunutzen, so gesehen können wir alle zu Opfern von Social Engineering werden“, meint Reiser. „Jedes Gefühl kann ausgenutzt werden, es kommt nur auf die Story an.“ Oft wird an das Gute appelliert oder werden Ängste ausgenutzt, danach Druck aufgebaut und möglichst schnell abkassiert. Aber es geht nicht nur um Geld: In dringenden Telefonaten geben sich Betrüger:innen als Vorgesetzte oder Kolleg:innen aus, fragen nach Passwörtern, Kennungen und erschleichen sich so Zugang zu IT-Systemen, Speicher, Datenbanken. Phishing ist eine Methode des Social Engineerings, aber auch das Einschleichen in Gebäude durch die Hilfe von anderen. Insgesamt sieben Methoden beschrieb Reiser: „Social Engineers können gut kommunizieren, hören gut zu, sind geduldige Schauspieler und sich nicht zu schade, in Papierkörben nach sensiblen Informationen zu wühlen oder sich für dieses Ziel als Reinigungskräfte auszugeben.“

Misstrauen aufbauen hilft gegen Social Engineering. Vor allem aber mehr Vorsicht und Sensibilisierung. „Klare Anweisungen zu Auskünften am Telefon, aber auch Hilfsmittel wie Sichtschutzfolien für Notebooks, abschließbare Papiertonnen oder ein Verbot von Wechseldatenträgern sind Vorsichtsmaßnahmen“, so Sicherheitsexperte Reiser. „Gut gemachtes Social Engineering funktioniert immer, aber Aufklärung, sichere Prozesse und Regeln, aktives Nachfragen können schützen. Und wenn's trotzdem passiert, sollten Betrügereien unbedingt gemeldet und aufgearbeitet werden. Nur so lernen wir dazu.“



ACHTUNG SOCIAL ENGINEERING

Die typischen Merkmale eines Angriffs sind

- Druck, Dringlichkeit, Stress
- Androhung negativer Konsequenzen
- Bitte nach Berechtigungen oder Zugang zu Räumen
- Fragen nach Ausnahmen von Regeln und zum Überwinden von Sicherheitshürden
- Neugierige Fragen
- Fachjargon
- Schwammige Angaben zu Unfällen, Dringlichkeiten
- Eine Geschichte zu gut, um wahr zu sein.

VORSICHT SCHÜTZT

Bleiben Sie misstrauisch

- Nicht unter Druck handeln
- Fragen Sie bei Verwandten oder Kolleg:innen nach, bevor Sie handeln
- Wechseln Sie für Rückfragen den Kommunikationskanal
- In Unternehmen klare Anweisungen für Auskünfte per Telefon oder digital
- Aufklärung, Sensibilisierung der Organisation
- Aktenvernichtung nutzen, auch IT-Technik fachgerecht entsorgen
- Betrugsfälle melden und ggf. bei der Polizei anzeigen



GUT GERECHNET, SUPERMUC-NG!

Sage und schreibe zwei Millionen Rechenjobs bearbeitete SuperMUC-NG zwischen August 2019 und Ende 2022 – ganze sieben Milliarden Rechenstunden waren dafür notwendig. Dabei ist das LRZ Flaggschiff ein absoluter Allrounder und kann über mangelnde Auslastung nicht klagen: Aus über 10 Wissenschaftsbereichen kamen die etwa 1300 Forscher:innen, denen SuperMUC-NG zu neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen verhalf. Neben den traditionell im Supercomputing stark vertretenen Astrophysiker:innen oder Strömungsmechaniker:innen, nutzten auch immer mehr Forscher:innen der Geo- und Umweltwissenschaften oder der Medizin mit SuperMUC-NG einen der drei nationalen Höchstleistungsrechner des Gauss Centre for Supercomputing (GCS).

#29

TOP 500
(NOV 2022)



26,9 PetaFlop/s Peak Performance
= 26.900.000.000.000.000
Gleitkommaoperationen pro Sekunde

AUGUST 2019 – BIS ENDE 2022



7 Milliarden
Rechenstunden



2 Mio
Jobs



460
Projekte



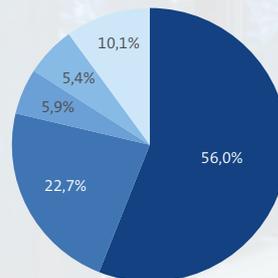
1300
Wissenschaftler:innen

KENNZAHLEN SYSTEM



Lenovo Intel (2019)
311.040 Rechenkerne
Intel Xeon Skylake
19,5 PetaFlops Linpack Leistung
719 TeraByte Hauptspeicher
70 PetaByte Disk

WISSENSCHAFTSBEREICHE



- Physik
- Thermodynamik
- Geowissenschaften
- Biologie
- Andere



SuperMUC-NG wird gemeinsam vom Freistaat Bayern und vom Bund über das Gauss Centre for Supercomputing (GCS) finanziert.

ERDBEBEN ERKLÄREN AM SUPERCOMPUTER

**Was lange währt:
In jahrelanger Arbeit, mit
interdisziplinärem Wissen und
mit Hilfe der Supercomputer
des Leibniz-Rechenzentrums
entdeckt ein Forschungsteam
die Ursachen schwerer Erd-
beben und Tsunamis und
schafft damit die Grundlagen
für ein Warnsystem.**

Schwere Erdbeben gehören zu den größten Katastrophen der Menschheit. Ein heftiges Schütteln von wenigen Minuten kann eine noch größere Gefahr auslösen: die eines Tsunamis. Wann und wo ein Erdbeben auftritt, war bisher nur schwer einzuschätzen; die Tatsache, dass nicht auf jedes heftige Beben gleich ein Tsunami folgen muss, aber selbst leichte Erdbeben gefährliche Flutwellen auslösen können, erschwert die Prognose. Doch im Verein mit Informatik und Mathematik gelang es Geophysiker:innen und Seismolog:innen, Ursachen für die Gefahren aufzuspüren.

Seit 2014 erforschen Wissenschaftler:innen der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) Erdbeben. Besonderes Augenmerk legten sie dabei auf Küstenregionen. Doch die Daten von Meeres-, Land- und Atmosphärensensoren lieferten kein Gesamtbild von Beben und Tsunami. Mit Hilfe von Mathematiker:innen und Informatiker:innen der Technischen Universität München (TUM) entwickelten sie jedoch Modelle, simulierten das Geschehen an den High Performance Computern (HPC) des Leibniz-Rechenzentrums (LRZ). Und lernten so Erdbeben zu verstehen: „Die Entwicklung der HPC-Hardware hat unsere Arbeit erst ermöglicht“, resümiert die LMU-Professorin für Seismologie, Alice-Agnes Gabriel. „Wir müssen die Grundlagen verstehen, wie Megathrust-Verwerfungssysteme funktionieren. Das hilft uns, die Gefahren von Subduktionszonen einzuschätzen. Noch ist aber unklar, welche geologischen Verwerfungen Erdbeben der Stärke 8 und mehr hervorrufen und nach welchen Beben das Risiko für einen Tsunami besonders hoch ist.“

AUS DER VERGANGENHEIT LERNEN

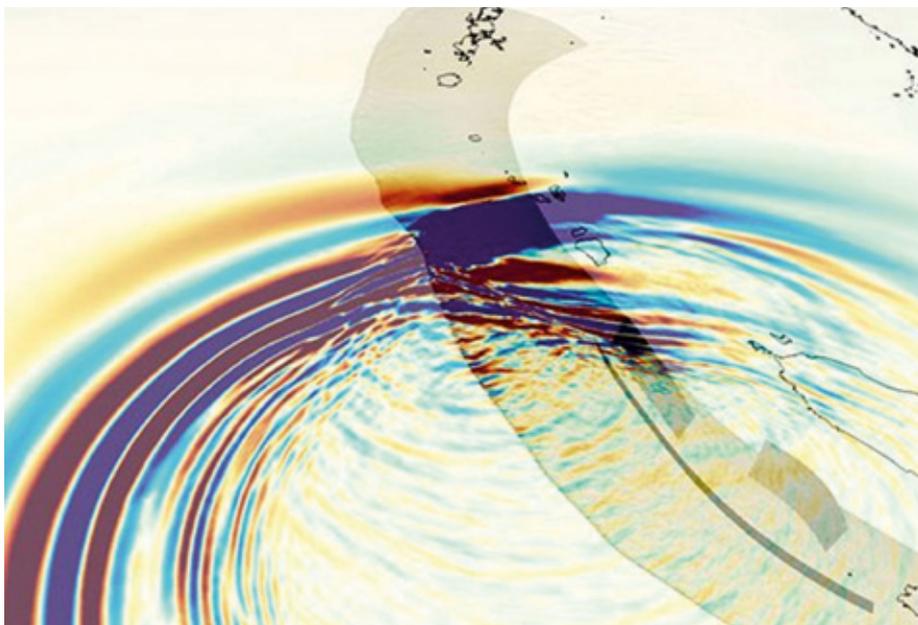
Nur eine Frage der Zeit, bis auch dazu eine Antwort vorliegt. Denn über die letzten Jahre entstanden am LRZ aus Messwerten früherer Katastrophen verschiedene hochauflösende Simulationen von Erdbeben-Tsunami-Ereignissen, in die immer mehr Messwerte integriert wurden. So spürten die Forschenden die Merkmale auf, die das Risiko eines Tsunamis nach einem Erdbeben erhöhen: die Spannung entlang einer Verwerfungslinie, die dort auftretende Gesteinssteifigkeit sowie die Festigkeit von Sedimentschichten.

Im ersten Schritt modellierte das interdisziplinäre Team Erdbeben-Tsunami-Ereignisse aus der Vergangenheit, um zu testen, ob mit Simulationen reale Bedingungen nachzuvollziehen sind. Dazu

arbeiteten die Forschenden mit Daten zum Beben auf Sumatra und Andaman 2004: die bislang größte Naturkatastrophe aus einem Erdbeben der Stärke 9 und über 30 Meter großen Tsunamiwellen. Etwa 250.000 Menschen verloren dabei binnen weniger Minuten ihr Leben. Ein so schnelles, hochkomplexes Ereignis zu simulieren, fordert Rechenkraft. Forschende teilen dafür das zu untersuchende Gebiet in ein feines Rechenraster. So können sie das physikalische Verhalten von Wasser und Erdboden oder beidem zusammen an diversen Punkten bestimmen. Treiben sie nun ihre Berechnungen in engen zeitlichen Abständen voran, können sie erkennen, ob, wie und wann Veränderungen auftreten.

EFFIZIENTE METHODEN SPAREN RECHENKRAFT

2017 entstand am SuperMUC Phase 2 des LRZ die erste detaillierte Erdbebensimulation. Danach entwickelte die Gruppe mit Informatiker:innen der TUM eine „lokale Zeitschrittmethode“. Damit können zeitintensive Berechnungen auf Gebiete konzentriert werden, in denen sich Bedingungen schnell ändern, und Bereiche übersprungen werden, in denen sich weniger tut. Nebeneffekt: Das spart Rechenleistung. Statt wie bisher in 8 Tagen simulierte das Team das Sumatra-Andaman-Beben in 14 Stunden. Für mehr Effizienz wurde außerdem der Code verfeinert, wurden zudem die Eingabe-/Ausgabemethoden sowie die Kommunikation der Rechenknoten optimiert. Mit der deutlich höheren Rechenkraft des SuperMUC-NG konnten dann sogar tektonische Plattenbewegungen und die physikalischen Kriterien von brechendem und rutschendem Gestein in der Simulation berücksichtigt werden. Sie enthält außerdem die Ausbreitung von Flutwellen: Mit jedem weiteren Schritt verbessert das Team nun die Risikoeinschätzung: das Fundament eines Warnsystems für Erdbeben ist gelegt.





KI-SYSTEM FÜR BAYERISCHE SPITZEN- FORSCHUNG

Als erstes wissenschaftliches Rechenzentrum in Europa bietet das LRZ Forschenden Zugang zu einem Cerebras CS-2-System mit HPE Superdome Flex Servern – einer wegweisenden Computerarchitektur für die Verarbeitung größter Datenmengen mit Methoden Künstlicher Intelligenz und des Machine Learnings.

Das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) erweitert seine Computing-Ressourcen um ein Cerebras CS-2-System mit HPE Superdome Flex Servern. Im Bereich Künstlicher Intelligenz (KI) bekommt die Spitzenforschung damit Kapazitäten, um große Datenvolumina mit Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) und des Maschinellen Lernens (ML) auszuwerten. Als erstes wissenschaftliches Rechenzentrum in Europa setzt das LRZ auf die Wafer Scale Engine 2 (WSE-2), den bis dato größten Chip. „Manchmal kommt es eben doch auf die Größe an“, so der Bayerische Staatsminister für Wissenschaft und Kunst, Markus Blume. „Vor allem, wenn es um die Verarbeitung größter Datenmengen geht. Methoden von KI brauchen viel Rechenkraft. Der neue Superchip des LRZ wird der bayerischen Spitzenforschung neue Wege öffnen.“ Finanziert wird das Cerebras-System mit Mitteln aus der Hightech Agenda Bayern.

TURBO FÜR BAYERISCHE KI-FORSCHUNG

Das neue KI-System wurde für die Verarbeitung großer Datenmengen und zur Bewältigung komplexer wissenschaftlicher Fragen entwickelt. Es besteht aus den HPE Superdome Flex Servern und dem Cerebras CS-2-System, das

in dieser Kombination in Europa zum ersten Mal verfügbar gemacht wird. „Aktuell beobachten wir, dass sich der KI-Rechenbedarf unserer Nutzer:innen alle drei bis vier Monate verdoppelt. Mit der hohen Integration von Prozessoren, Speichern und On-Board-Netzen auf einem Chip ermöglicht das neue System Hochleistung und Tempo. Das verspricht deutlich mehr Effizienz bei der Datenverarbeitung“, beschreibt Prof. Dieter Kranzlmüller, Leiter des LRZ, die Vorteile. „Als akademisches Rechen- und nationales Supercomputingzentrum werden wir mit unseren Nutzer:innen sowie den Partnern Cerebras und Hewlett Packard Enterprise Anwendungsszenarien identifizieren und an deren Umsetzung feilen.“ Zu den möglichen Use Cases zählen die Verarbeitung natürlicher Sprache, die Bildverarbeitung und Mustererkennung sowie die numerische Strömungsmechanik.

DER GRÖSSTE CHIP MIT 850.000 RECHENKERNEN

Herzstück des Systems ist die Wafer Scale Engine der zweiten Generation (WSE-2), ein Prozessor so groß wie ein Essteller. Auf den etwa 46.000 Quadratmillimetern Silizium sammeln sich 2,6 Billionen Transistoren und 850.000 Rechenkern, gleichmäßig verteilte Speicher, die bis zu 40 Gigabyte Daten fassen, sowie schnelle Verbindungen für deren Transport über die Platte mit 220 Petabyte pro Sekunde. So kann WSE-2 während der Ausführung alle Parameter von vielschichtigen, neuronalen Netzen auf einem Chip halten, was wiederum die Rechenzeit verkürzt. Bisher kommt das Cerebras CS-2-System in einigen US-amerikanischen Forschungseinrichtungen zum Einsatz. „Wir sind stolz darauf, mit dem LRZ und HPE zusammenzuarbeiten, um der bayerischen Forschungscommunity Zugang zu KI der Spitzenklasse zu verschaffen. Diese wird es ihnen ermöglichen, neue Hypothesen zu testen, große Sprachmodelle zu trainieren und letztlich die wissenschaftliche Forschung voranzutreiben“, sagt Andrew Feldman, Mitgründer von Cerebras Systems.

Der HPE Superdome Flex Server bietet große Speicherkapazitäten und eine enorme Skalierbarkeit der Rechenleistung. Außerdem verwaltet er das System und ermöglicht den Zugriff via Cloud. Ein eigener Softwarestack unterstützt das Erstellen von KI-Verfahren und -Modellen. „Mit dem Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) und Cerebras unterstützen wir die nächste Welle technischer Innovationen in Deutschland“, sagte Justin Hotard, Executive Vice President und General Manager, HPC & AI, HPE. „Mit der Verbreitung von KI und maschinellem Lernen werden hochoptimierte Systeme wissenschaftliche Durchbrüche beschleunigen.“

Zusätzlich zu Anwendungsfällen aus dem KI-Umfeld kann das Cerebras/HPE-System das High-Performance Computing (HPC) unterstützen. „Die Zukunft des Computings wird komplexer, die Systeme werden auf spezifische Anwendungen abgestimmt“, sagt Laura Schulz, Head of Strategy am LRZ. „Auf CPU-basierten Systemen wie dem SuperMUC-NG funktionieren KI-Verfahren, und umgekehrt können HPC-Algorithmen Leistungssteigerungen auf Systemen wie Cerebras erzielen. Wir arbeiten kontinuierlich daran, dass sich unsere Nutzer:innen auf ihre Forschung konzentrieren.“

Bayerns Wissenschaftsminister Blume (links) und LRZ-Leiter Prof. Kranzlmüller bei der Ankunft des CS-2 Systems





Dr.
Nicolay Hammer

WISSENSCHAFTLER:INNEN ZU DEN TECHNISCHEN RESSOURCEN ZU FÜHREN



Für Methoden der Künstlichen Intelligenz stellt das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) das Cerebras CS-2-System sowie DGX-Maschinen und Computer mit Intel-Skylake-Prozessoren und Intel Graphics Processing Units (GPU) zur Verfügung. Was Forschende erwarten können.

Das neue Cerebras-System CS-2 am LRZ geht jetzt im Winter 2022/2023 in den Betrieb: Was kann es?

Dr. Nicolay Hammer: Das System arbeitet mit dem derzeit größten Chip. Das bringt Rechenkraft und hohe Speicher- und Interconnect-Bandbreiten. Wenn größere Datenmengen zwischen den Kernen fließen und zwischengespeichert werden können, werden Workflows von künstlich intelligenten Verfahren effizienter ausgeführt.

Für welche Forschungsaufgaben wird das interessant?

Hammer: Wir erwarten, dass vor allem Anwendungen der Mustererkennung oder Computer Vision sowie die Verarbeitung von natürlicher Sprache, das Natural-Language-Processing oder NLP, von der Leistung der WSE-2 profitieren. Das dürfte für Geistes- und Sprachwissenschaften, aber auch für datenintensive Projekte der Umwelt- und Lebenswissenschaften, der Medizin, außerdem von Chemie und Physik interessant sein. Am LRZ ist das Cerebras-System Ziel eigener Grundlagenforschung. Mit Forschenden wollen wir analysieren, welche KI-Methoden das Cerebras-System wie verarbeitet oder wie sich neuronale Netze auf seine Anforderungen zuschneiden lassen.

Kann KI auch das Simulieren, die klassische Anwendung des Supercomputings, unterstützen?

Hammer: Auch das ist eine spannende Frage, der wir zusammen mit Forschenden nachgehen wollen. Tatsächlich konnten wir bei der Suche von Wirkstoffen gegen Corona beobachten, dass die Kombination Mustererkennung und Simulation die Evaluierung nach Wirkstoffen beschleunigen kann. Zudem gibt es beim Modellieren weiße Flecken, einige Phänomene können mit bestehenden Formeln nur unzureichend beschrieben werden, für andere fehlen Gleichungssysteme. Hier können die Methoden der KI helfen, Lücken zu schließen. Diese Surrogat-Modellierung könnte das Simulieren enorm weiterbringen.

Wie können Forschende das CS-2-System nutzen?

Hammer: Im ersten Schritt werden Anwender:innen, deren Applikationen wir bereits kennen, das neue System einsetzen. So sammeln wir erste Erfahrungen mit Anwendungsfällen. Wissenschaftler:innen mit Bedarf an hohen Rechenkapazitäten für smarte Daten-Analyse-Methoden beschreiben uns in einem Konzept kurz ihre Projekte, danach können wir gemeinsam entscheiden,

ob das Cerebras-System oder andere KI-Ressourcen des LRZ zu den Anforderungen passen.

Was wäre ein Wunschprojekt von Team Big Data and Artificial Intelligence für das neue Cerebras-System?

Hammer: Ein Wunschprojekt im eigentlichen Sinn gibt es zurzeit nicht, aber wir sind mit einigen Teams mit spannenden Forschungsfragen im Gespräch und vor allem sehr gespannt darauf, wie sich das System im Alltag schlägt. Dazu sammeln wir Betriebsdaten, um daraus Benchmarks abzuleiten und valide Aussagen treffen zu können, für welche Anwendungen das CS-2-System am besten geeignet ist. Das ideale Projekt wäre eines, das einen hohen Bedarf an Rechenleistung hat und ein spannendes Fachgebiet – Biomedizin, Robotik oder Ähnliches – mit innovativen Methoden oder Forschungsansätzen vereint. Ich bin mir sicher – wir haben solche Aufgaben bald auf dem Tisch.

Wie unterstützen Sie mit Ihrem Team Forschende?

Hammer: Wissenschaftler:innen zu den technischen Ressourcen zu führen, die sich am besten für ihre Projekte eignen, ist eine unserer wichtigsten Aufgaben. Das LRZ unterstützt bei der Migration von Programmen und Applikationen, hilft dabei, eigens entwickelte KI-Modelle zu verbessern oder Daten für die Analyse vorzubereiten. Generell stehen die LRZ AI Systems und damit bald auch das Cerebras-System allen Forschenden Bayerns zur Verfügung. Wer sie einsetzen will, benötigt einen Zugang zum LRZ Linux Cluster und kann anschließend auch die LRZ AI Systems benutzen.

Könnte man das Cerebras-System in einen Supercomputer integrieren, um diesen zu beschleunigen?

Hammer: Den Versuch ist es wert, aber das ist Zukunftsmusik. Zunächst wollen wir das System besser kennenlernen. Tatsächlich ist das Zusammenspiel von diversen Rechnersystemen und Clustern ein Gegenstand der LRZ-Grundlagenforschung. Die Integration des CS-2 in einen Supercomputer könnte die Entwicklung neuer High-Performance-Computing-Systeme auch für KI-Anwendungen beeinflussen. Zu beobachten ist, dass für Simulationen jetzt immer öfter KI mit klassischem HPC kombiniert wird, dass also vor der eigentlichen Modellierung am Supercomputer Daten mit Hilfe von KI vorbereitet oder dass Simulationsergebnisse mit KI-Methoden weiterverarbeitet werden.

V2C FORSCHUNG FÜR'S AUGE: 10 JAHRE V2C

**Das Zentrum für Virtuelle
Realität und Visualisierung
am LRZ**



Weitere Beiträge dazu finden Sie im
Sonderkapitel 60 Jahre LRZ.

Im Oktober 2022 feiert das Zentrum für Virtual Reality (V2C) und Visualisierung am LRZ seinen 10. Geburtstag. Bilder der bislang größten interstellaren Turbulenz, eine erstaunliche Visualisierung des Blutflusses in Arterien und Venen, die VR-Anwendungen zur Erdgeschichte oder zur Hydrologie in Bayern oder auch der Aufbau von virtuellen Welten in den Mozilla Hubs oder neue Ansätze in der Umweltkommunikation mit Augmented Reality: In nur einem Jahrzehnt entstanden gemeinsam mit Wissenschaftler:innen und Studierenden aus Natur- wie auch aus Geisteswissenschaften bahnbrechende Arbeiten.

AUSSTATTUNG

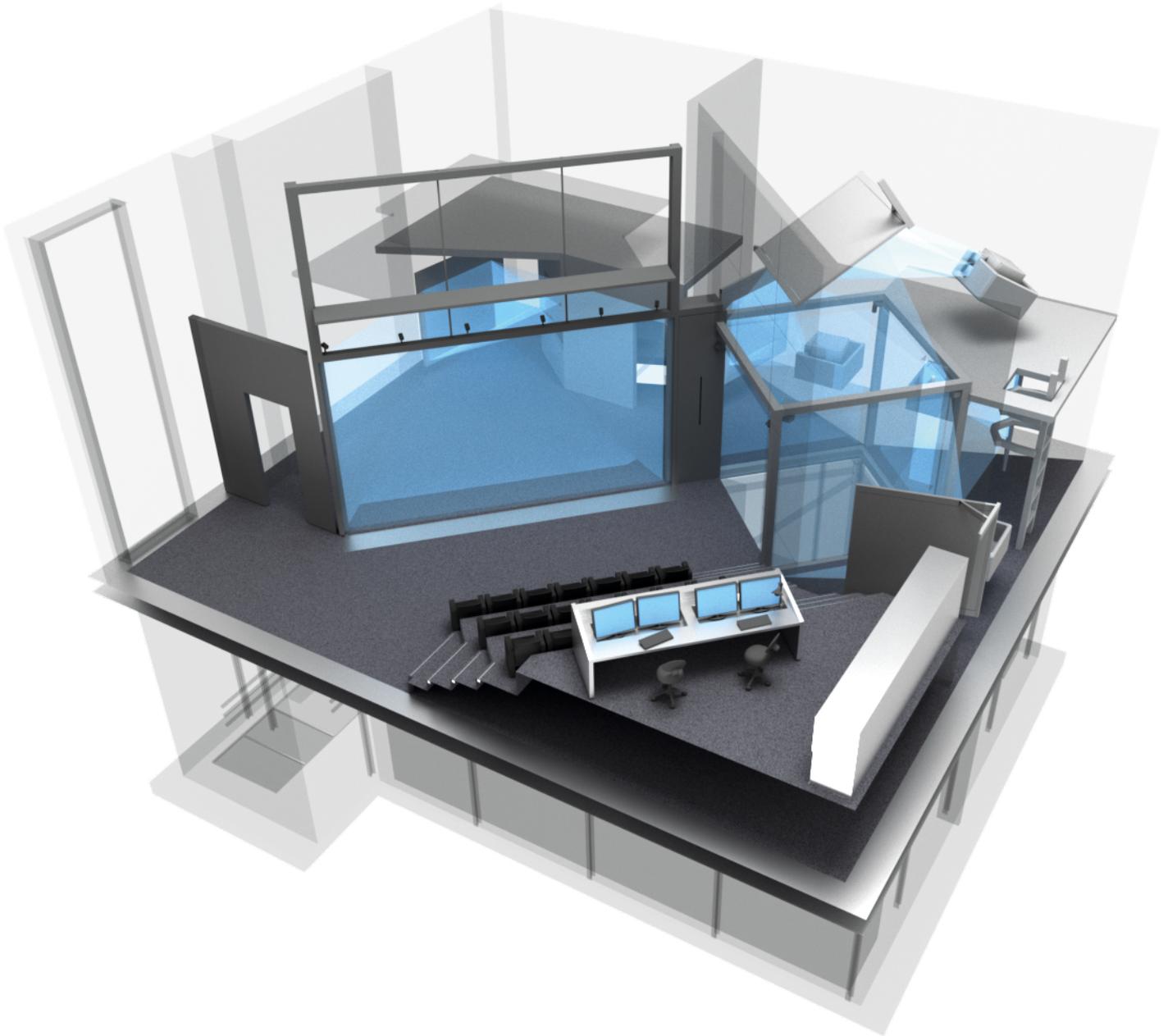
- Powerwall (2012)
- LED-Powerwall (2018)
- 5-seitige Projektionsanlage (CAVE)
- Leistungsfähige Rechnerinfrastruktur
- 2 Labs für Head-Mounted Displays

DIENSTLEISTUNG

- Bereitstellung der Installationen
- Aufbereitung von Datensätzen
- Standard-Softwarelösungen
- Maßgeschneiderte Softwarelösungen

ANWENDUNGSGEBIETE

- Artenschutz
- Geophysik
- Klimaforschung
- Kunstgeschichte
- Geschichte, Zeitzeug:innen



2011
Bau



2012
Eröffnung



2018
Erneuerung



2022
Jubiläum

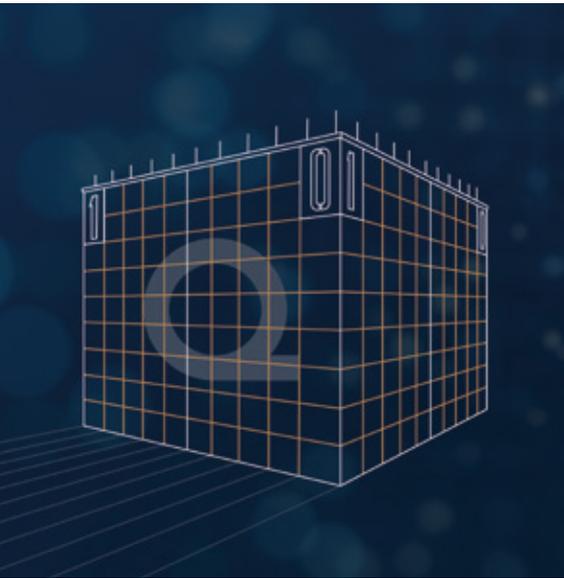




03

NEUE TECHNOLOGIEN

Europäischer Quantumcomputer kommt nach Bayern	60
Forscher: einen Zugang zu realen Systemen eröffnen	62
Partnerschaftlich in die Zukunft	64
Mit Forschung und Supercomputing gegen Krisen	66
Computer-Komponenten im Härtetest	68



EUROPÄISCHER QUANTEN-COMPUTER KOMMT NACH BAYERN

Quantencomputing für die breite Nutzung: Das Leibniz-Rechenzentrum überzeugt mit dem Konzept „Euro-Q-Exa“ Geldgeber in Bayern, Bund und Europa und setzt dabei auf Quantenprozessoren als Beschleuniger von Supercomputern.

Bayern spielt in der Champions League des Quantencomputing groß auf. Mit Quantencomputing können wir bisher unlösbare Fragen beantworten. Viele Disziplinen wie Materialwissenschaft, Chemie und Biologie oder die Forschung zu Cyber-Sicherheit werden davon profitieren.“

Markus Blume, Bayerischer Minister für Wissenschaft und Kunst

Bayern macht Zukunft. Das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) wird Standort für einen europäischen Quantencomputer und integriert diesen in einen klassischen Höchstleistungsrechner. Das beschloss das Governing Board der European High Performance Computing Joint Undertaking (EuroHPC JU) bei seiner Sitzung am 3. und 4. Oktober 2022 in Luxemburg. Als eines der drei nationalen Höchstleistungsrechenzentren des Gauss Centre for Supercomputing (GCS) hatte sich das LRZ bei der europäischen Ausschreibung beworben und die Geldgeber überzeugt. Die Idee des Projekts „European Quantum Computing for Exascale-HPC“, kurz Euro-Q-Exa: Quantenprozessoren ins Supercomputing zu integrieren und auf diese Weise die neue Computer-Technologie besser steuerbar sowie für Anwenderinnen und Anwender bald nutzbar zu machen.

Mit Europas Quantencomputer wird in Bayern ein breites Spektrum von Anwendungsszenarien für unterschiedlichste Forschungsdisziplinen sowie für Wirtschaft und Gesellschaft erforscht werden. Finanziert wird das Vorhaben durch Mittel der EuroHPC JU, des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie der Hightech Agenda des Freistaats Bayern.

PARTNERSCHAFTEN UND SYNERGIEN NUTZEN FÜR DEN AUFBAU

Quantencomputing entwickelt sich gerade aus dem Experimentierstadium in die Breite praktischer Anwendungen. Rechenzentren in aller Welt, darunter auch das LRZ, testen bereits die ersten Quantenprozessoren und machen

Ein großartiger Erfolg im harten internationalen Wettbewerb: die Bestätigung einer ausgereiften Forschungsstrategie und der Auftrag, auch künftig als Schrittmacher der Wissenschaft zu dienen.

Prof. Dr. Thomas O. Höllmann, Präsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

sie ihren Nutzer:innen zugänglich. Doch für den breiten Einsatz fehlen noch Betriebssysteme, Entwicklungsumgebungen, Software und Tools zur Steuerung von Quantum Processing Units (QPU) sowie zur Optimierung und Kontrolle ihrer Rechenleistungen. Zum Aufbau erster Quantencomputer forderte Europa daher Konzepte für ein hybrides System, in dem Quantenprozessoren in Supercomputer integriert werden. So können diese schneller arbeiten, umgekehrt kann die neue Technologie durch klassische Computer angesteuert und kontrolliert werden. Das LRZ baut bei Euro-Q-Exa auf praktische Erfahrung sowie auf Ergebnisse und Synergien, die sein Quantum Integration Centre (QIC) mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft in diversen Forschungsprojekten erarbeitet. In einer Innovationspartnerschaft mit Hardware-Anbietern entwickelt und modifiziert Bayerns führendes akademisches Rechenzentrum außerdem gerade die Technologie für einen innovativen Höchstleistungsrechner, der mehr als eine Trillion Rechenoperationen pro Sekunde (Exascale: 10^{18}) schafft. Auch in diesem System sollen einmal Quantenprozessoren Dienst tun und Anwendungen beschleunigen.

SCHRITTWEISE ZUM EUROPÄISCHEN QUANTENCOMPUTER

Das Euro-Q-Exa-System wird in zwei Schritten realisiert. Zuerst wird das LRZ den vom BMBF finanzierten Quantendemonstrator Q-Exa für europäische Nutzer:innen zur Verfügung stellen. Über ein Ausschreibungsverfahren kommt dann in weiteren Schritten bis 2026 ein 100-Qubit-System hinzu. Noch ist allerdings unsicher, wo das neue Quantencomputing seine Vorteile am besten ausspielen kann. Die gewünschte Leistungssteigerung der neuen Prozessoren weckt jedenfalls schon Hoffnungen in der Materialwirtschaft, in der (Molekular-)Chemie und Biologie, auch bei der Überprüfung von Software und IT-Sicherheitsmaßnahmen oder bei Optimierungsproblemen – in Forschungsdisziplinen also mit bislang unlösbaren Fragen.

Das LRZ und sein Team für Quantencomputing und -technologien sind hochmotiviert, mit Kooperationspartnern den europäischen, deutschen und bayerischen Wissenschaftler:innen vielseitige Quantencomputing-Ressourcen zugänglich zu machen – robust, komfortabel und skalierbar.“

Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller,
Leiter des LRZ



Laura Schulz &
Prof. Dr. Martin Schulz

FORSCHENDEN EINEN ZUGANG ZU REALEN SYSTEMEN ERÖFFNEN



Euro-Q-Exa zielt auf die Integration von Quantenprozessoren ins Supercomputing. Mit dem Aufbau eines hybriden Computersystems will das Leibniz-Rechenzentrum das Quantencomputing möglichst bald in den Alltag von Wissenschaft und Forschung bringen.

Wissenschaft und Forschung kennen in vielen Disziplinen Fragen, die heute nicht modelliert oder berechnet werden können. Die Hoffnungen ruhen auf dem Quantencomputing und neuen Methoden. Mit dem Projekt „European Quantum Computing for Exascale-HPC“, kurz Euro-Q-Exa, will die EU die Zukunftstechnologie in den Alltag von Forschenden in Europa bringen, damit neue Software entstehen kann. Laura Schulz, Leiterin der Abteilung Quantencomputing und -technologien am Leibniz-Rechenzentrum (LRZ), und Prof. Dr. Martin Schulz, Inhaber des Lehrstuhls Rechnerarchitektur und Parallele Systeme an der Technischen Universität München und Mitglied im Direktorium des LRZ, erklären die Herausforderungen.

Was bedeutet der Aufbau eines europäischen Quanten-Systems für das LRZ?

Laura Schulz: Dies zeigt einmal mehr die führende Rolle des LRZ, wenn es um die Integration von Quanten- in das Supercomputing geht. Die Ansiedlung des Systems hilft uns, Dienstleistungen für unsere Nutzer:innen weiterzuentwickeln, und ist ein Meilenstein auf dem Weg zum beschleunigten High-Performance Computing oder HPC.

Wie wird das Euro-Q-System technisch ausgelegt sein?

Prof. Dr. Martin Schulz: Die technischen Spezifikationen werden im Rahmen des Beschaffungsprozesses noch festgelegt. Wir planen eine Reihe von Systemen mit supraleitender Technologie, die bis zu 100 Qubits umfassen werden. Außerdem werden wir eine Quantum Processing Unit, kurz QPU, direkt in den nächsten Supercomputer des LRZ integrieren. Dafür werden wir die Steuerelektronik für den Quantencomputer mit klassischen Rechenknoten verbinden, um niedrigste Latenzen zu erreichen und damit eng gekoppelte hybride HPCQC-Anwendungen zu ermöglichen.

Welche Herausforderungen erwarten Sie?

M. Schulz: Mit der Integration von Quantensystemen ins HPC und in HPC-Workflows betreten wir Neuland. Quantensysteme sind anders aufgebaut und werden anders betrieben. Herausforderungen sind von der Konstruktion bis zur Integration einer Steuerung, von der Systemsoftware bis zu den Programmiermodellen zu erwarten. Das Euro-Q-Exa-System ist explizit als

Produktions- und nicht als Experimentalsystem gedacht. Daher werden wir uns auch der Herausforderung stellen, solche Systeme rund um die Uhr in einem stabilen Multi-User-Modus zu betreiben.

Das LRZ ist an 11 Projekten zu Quantencomputern beteiligt: Welche sind für die Entwicklung von Euro-Q-Exa wichtig?

L. Schulz: Das LRZ-Portfolio im Bereich Quantencomputing ist als Reihe von Projekten angelegt, die ineinandergreifen. So können wir frühzeitig Erfahrungen sammeln, Systemsoftware und Kompilationsketten entwickeln, praktisch an der Integration arbeiten und einen stabilen Betrieb aufbauen. Die Verschränkung der Projekte und die Arbeit mit unterschiedlichen Partnern ist die Voraussetzung dafür, dass das LRZ solche Projekte wie Euro-Q-Exa unterstützen kann.

Wie ist der Zwischenstand dieser Projekte – gibt es schon erste Ergebnisse?

L. Schulz: Die meisten Projekte starteten 2021 und befinden sich noch in der Aufbauphase. Dafür wurde Infrastruktur aufgebaut. Darüber hinaus haben wir erste Paper und Veröffentlichungen vorbereitet, etwa für einen Quantum Software Workshop auf der SC22.

Ganz praktisch: Wie und wo testen Sie Schnittstellen, Algorithmen, Schaltungen für das neue System?

M. Schulz: Am Anfang mit Hilfe von hochentwickelten Simulatoren, vom kleinen Maßstab auf Laptops bis hin zu Großsystemen wie der Quantum Learning Machine von Atos und anderen Simulatoren, die auf dem LRZ-Supercomputer SuperMUC-NG installiert sind.

L. Schulz: In einem nächsten Schritt werden wir die ersten Systeme für Forschung und Entwicklung in das Quantum Integration Centre des LRZ einbringen. Sie dienen dann als Ziele für die Softwareentwicklung.

Bis wann ist Euro-Q-Exa einsatzbereit?

L. Schulz: Euro-Q-Exa ist eher ein Programm zur Entwicklung mehrerer Systeme. Ein wichtiger Punkt ist, Forschenden einen Zugang zu realen Systemen zu eröffnen. Das erste sollte bayerischen, deutschen und europäischen Anwender:innen Ende 2023 bis Anfang 2024 zur Verfügung stehen.

PARTNERSCHAFTLICH IN DIE ZUKUNFT

Prototypen gemeinsam weiterentwickeln und an die spezifischen Wünsche von Wissenschaft und Forschung anpassen: Seinen nächsten Supercomputer plant und baut das Leibniz-Rechenzentrum zusammen mit Technologieunternehmen in einer Innovationspartnerschaft auf.



KOINNO

Das Kompetenzzentrum innovative Beschaffung, KOINNO, ist Anlaufstelle für Behörden und Institutionen, die mit ihren Anschaffungen Innovationen fördern wollen. Das LRZ hat die Beschaffung seines Supercomputers selbst organisiert, aber KOINNO stellt auch Beratung und Informationen bereit:

<https://www.koinno-bmwk.de>

Er soll Komponenten enthalten, die (noch) nicht verkauft werden und die der Forschung neue Möglichkeiten offerieren: Bei der Beschaffung seines nächsten Supercomputers setzt das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) auf die Innovationspartnerschaft. Die Architektur des Höchstleistungsrechners wird gemeinsam mit Technologie-Unternehmen entwickelt. Die Geldgeber, das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sowie das bayerische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (StMWK), gaben grünes Licht. „Passend zu unseren Bedürfnissen“, erwartet Kranzlmüller, „können wir mit Herstellern innovative Computing-Ansätze evaluieren und im neuen System umsetzen.“

WERKZEUG ZUR MODERNISIERUNG UND WIRTSCHAFTSFÖRDERUNG ZUGLEICH

In Deutschland sind Innovationspartnerschaften seit 2016 möglich. Bund und Länder unterstützen damit neue Angebote. „Die öffentliche Hand gibt pro Jahr in Deutschland rund 500 Milliarden Euro aus“, stellt Matthias Berg, Leiter des Kompetenzzentrums für innovative Beschaffung, KOINNO, fest. Er berät solche Projekte. „Wenn dabei nur ein Prozent in neue Angebote fließt, dann ist das eine enorme Wirtschaftsförderung.“ Bei der Entwicklung des Höchstleistungsrechners geht es um Innovationen in der Computertechnologie.

Innovationspartnerschaften verlaufen in mehreren Phasen. Etwa zehn Spezialist:innen aus dem LRZ begleiten die Beschaffung, die Anfang 2022 mit einem Teilnahmewettbewerb startete. In mehreren Runden konkurrierten Unternehmen nach den Vorgaben des LRZ mit Konzepten und Angeboten. Die erste Runde entschieden HPE und Lenovo für sich, bis 2024 wird sich herausstellen, welches Unternehmen den Computer aufbauen und betreuen wird. „Die Innovationspartnerschaft ermöglicht es uns, mit mehreren Anbietern Technologien zu entwickeln und zu optimieren“, nennt Herbert Huber Vorteile. Der promovierte Physiker leitet am LRZ die Abteilung Hochleistungssysteme. „So können wir Arbeitsweisen schon vor der Lieferung kennenlernen.“ In die Innovationspartnerschaft des LRZ fließen die Erfahrungen aus den Arbeitsgruppen Future Computing, Big Data & Artificial Intelligence sowie Computational X Support ein. Die Hoffnungen sind hoch, dass das Zusammenspiel der Komponenten im Vorfeld getestet werden kann und das System schnell in Betrieb genommen wird. „Sind die ersten technischen Schritte und Verträge geklärt“, plant Huber, „beziehen wir Anwender:innen in die Entwicklung ein.“



AUFWAND, DISKUSSIONEN UND RISIKEN

Innovationspartnerschaften sind aufwändiger als andere Beschaffungsverfahren: „Sie lohnen bei Produkten mit hohem Investitionsbedarf und bei Neuentwicklungen“, beobachtet Berg. „Die Verträge werden über Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie Prototypenbau geschlossen.“ Diese berühren Urheber-, Patent- und Vermarktungsrechte und werden detailliert ausgefertigt. Außerdem sind Vorsichtsmaßnahmen zu treffen. Das LRZ muss etwa sicherstellen, dass alle Unternehmen mit den gleichen Informationen arbeiten, aber keines von den Neuerungen der anderen erfährt. Die Prototypen werden daher in jeweils abgeschlossenen Racks installiert und auch räumlich getrennt.

„Für die einzelnen Entwicklungsschritte sollten Konstruktionsvorgaben und Prüfkriterien sorgfältig definiert werden“, sagt Berater Berg. „An den Diskussionen sollten Viele beteiligt sein, damit unterschiedliche Bedürfnisse berücksichtigt werden.“ Zwar arbeiten mehrere Unternehmen an einem Problem und werden dafür honoriert, trotzdem helfen Innovationspartnerschaften beim Sparen. Im IT-Bereich sinken Kosten um bis zu 30 Prozent, weil Hard- oder Software gezielt entwickelt werden. Für den Garchinger Supercomputer soll im Wettbewerb das bestmögliche System entstehen – und werden hoffentlich neue Komponenten entwickelt, die IT-Prozesse generell verbessern. Unternehmen gehen bei der Innovationspartnerschaft das Risiko ein, dass ihre Lösungen nicht bestellt werden. Dafür können sie diese hinterher selbst vermarkten. „Gut möglich, dass Vorstellungen scheitern, aber Scheitern gehört zu Innovationen, der Öffentliche Dienst tut sich damit noch schwer“, sagt Berg: „Obwohl das Verfahren komplex und die Risiken hoch sind, habe ich noch keine Innovationspartnerschaft scheitern sehen.“



MIT FORSCHUNG & SUPERCOMPUTING GEGEN KRISEN

Wissenschaft braucht Rechenkraft– und damit viel Strom. Dafür liefert Wissenschaft mit Hilfe von Supercomputing Lösungen gegen Klima- und Energie-Krisen. Wie das Leibniz-Rechenzentrum die Energie-Effizienz beim Computing steigert.

Läuft SuperMUC-NG, braucht er bis zu 3400 Kilowatt Strom. Doch damit produziert der Supercomputer Modelle und Berechnungen, anhand derer wir Klima- und Umweltphänomene verstehen und Schutzmaßnahmen planen können. Mit seiner Hilfe entwickeln Forschende Lösungen für Technik, IT und Energie-Effizienz. Auf High-Performance Computing (HPC) zu verzichten, um Strom zu sparen, ist kein Ausweg aus Energiekrisen. In Forschungsinstituten und im Gauss Centre for Supercomputing (GCS) arbeiten Wissenschaftler:innen daran, die Stromaufnahme von Computern zu drosseln und deren Leistung zu erhöhen. 2022 führte der russische Angriff auf die Ukraine kurzfristig zu Engpässen – eine Vorbereitung auf die Zukunft: Um den Klimawandel aufzuhalten, muss die Versorgung auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Mit Hilfe von Forschung kann das gelingen SuperMUC-NG, Datenspeicher und Netze laufen seit mehr als zehn Jahren am LRZ mit Strom aus erneuerbaren Quellen. Bis 2024 sind 95 Prozent des Strombedarfs vertraglich fixiert. Für größere Versorgungslücken wurden Notfallpläne ausgearbeitet. Doch aus wirtschaftlichen Gründen steht in Rechenzentren seit jeher der Strombedarf im Fokus: Was an Kosten gespart wird, kann für Hardware und Rechenkapazität ausgegeben werden. In den energie-intensiven Supercomputing-



Zentren wurden praktikable Werkzeuge zur Senkung des Energiebedarfs entwickelt: Von diesem Wettlauf ums Optimum profitiert die Gesellschaft, weil so Personalcomputer und mobile Geräte bei sinkendem Verbrauch leistungsfähiger wurden.

AUTOMATISCH ABSCHALTEN, WAS NICHT GENUTZT WIRD

Die Hochleistungsrechner am LRZ nehmen nur dann höchste Energiemengen auf, wenn die Systeme auf Hochtouren laufen. SuperMUC-NG arbeitet meistens mit reduzierter Taktfrequenz von 2,3 Gigahertz. Das senkt den Stromverbrauch im Jahresmittel um bis zu 30 Prozent. Bis zu 60 Prozent und mehr der Energie fließen beim Computing in die Kühlung. In vielen Supercomputern, deren Leistung die Top-500-Liste klassifiziert, kommt daher eine Wasserkühlung zum Einsatz. Sie macht Ventilatoren und Kältemaschinen weitgehend überflüssig und die Abwärme nutzbar. Als Maß für Energieeffizienz im Rechenzentrum hat sich der Power Usage Efficiency-Faktor (PUE) bewährt. Er gibt an, welcher Anteil des Stroms nicht ins Computing fließt. Laut Uptime Institute erreichten Rechenzentren

2021 weltweit Werte von knapp 1,6. SuperMUC-NG schafft einen PUE von 1,06: pro Kilowatt fließen 0,06 Kilowatt in die Kühlung. Das wurde in enger Kooperation mit Technologieanbieter Lenovo und durch eine Erhöhung der Temperatur erreicht. Heute fließt durch die Racks bis zu 50 Grad heißes Wasser, das sich durch die Abwärme weiter erhitzt. Sie lässt sich zum Heizen nutzen, um die Wärme aus dem LRZ aufzunehmen, müssten Gebäude in der Umgebung umgerüstet werden. Das Interesse daran steigt endlich.

TEAMWORK ZWISCHEN FORSCHUNG UND INDUSTRIE

Rechenzentren setzen auch auf die Virtualisierung von Hard- und Software. So steigt die Verfügbarkeit von IT-Services und sinkt der Strombedarf. Kommen Werkzeuge fürs Energie-Management zum Einsatz, sinkt der Verbrauch nochmals um bis zu 30 Prozent: Das Distributed Power Management schaltet Hardware automatisch ab, wenn sie nicht gebraucht wird. Durch eine bessere Arbeitsplanung sinkt der Energiebedarf weiter. Beim Energy Aware Scheduling werden Rechenaufträge so kombiniert, dass Speicher und Prozessoren gleichmäßig beschäftigt sind. So sinkt der Verbrauch, ebenso durch mehr Effizienz beim Datentransfer innerhalb eines Systems. Mit Betriebsdaten können Computer noch smarter gesteuert werden. In den mehr als 6480 Rechenknoten von SuperMUC-NG sammeln rund 15 Millionen Sensoren Daten zu Temperatur, Belastung der Komponenten, zum Umgang mit Software. Für Monitoring und Datenanalyse entwickelten LRZ-Spezialist:innen die Open-Source-Software Data Centre Data Base (DCDB) sowie eine erste Systematik. Beides ist öffentlich zugänglich, wird diskutiert, weiterentwickelt. Und könnte bald schon Basis einer smarten Steuerung werden. Durch Monitoring ließe sich auch Software besser an die Anforderungen eines Rechners anpassen, und sogar die Programmierung bietet Chancen, den Strombedarf zu drosseln. Forschende sehen Krisen als Herausforderung. Die Knappheit von Strom elektrisiert, führt zu Ideen zum Stromsparen – wir können optimistisch in die Zukunft schauen.



Dr.
Josef Weidendorfer

COMPUTER- KOMPONENTEN IM HÄRTETEST



2020 richtete das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) eine Testumgebung zur Erkundung neuester Computer- und IT-Technologie ein, das „Bavarian Energy, Architecture, and Software Testbed“, kurz BEAST. Seither werden dort neueste Prozessoren, Beschleuniger und Speicherlösungen getestet und ihre Einsatzmöglichkeiten in den High Performance Computing-Ressourcen (HPC) des LRZ geprüft – auch von Forschungsteams oder Studierenden. BEAST wird regelmäßig ausgebaut, 2022 mit Hardware zur Unterstützung von DAOS, einer Speicherlösung von Intel. Im Interview beschreibt Josef Weidendorfer, promovierter Informatiker und am LRZ Leiter des Programms „Future Computing“, wie das Rechenzentrum von der Testumgebung profitiert.

Was hat sich an BEAST in letzter Zeit verändert, wie wurde die Testumgebung ausgebaut?

Dr. Josef Weidendorfer: Zuletzt wurde BEAST um Systeme von Intel ergänzt, genauer um zwei Knoten zur Evaluierung der Storage-Lösung Distributed Asynchronous Object Storage oder DAOS, die in der Phase 2 von SuperMUC-NG eingesetzt wird. Sie basiert im Wesentlichen auf der Nutzung von Non-Volatile Random Access Memory, das ist Speicher, der wie ein regulärer Hauptspeicher genutzt werden kann, aber die Daten auch dann hält, wenn kein Strom fließt. Wir testen gerade, ob DAOS den Zugriff auf Daten für Data Analytics verbessert. Auch ein 4-Sockel Intel Cooper Lake-System ist angekommen. Das ist ein großer Rechenknoten, dessen Prozessoren das Gleitkommaformat „Brain Floating Point with 16 Bits“ unterstützen, was KI-Verfahren beschleunigen kann. Wir probieren aus, welche Anwendungen von dieser Knotengröße und Funktionalität besonders profitieren. Nicht zuletzt erweitern noch zwei Ice Lake-Systeme unser Testfeld, mit denen wir die neuesten Intel-Xeon-CPUS evaluieren. Eines dieser Systeme benutzen wir im BEAST Lab als Anreiz für Studierende. Demnächst werden wir außerdem Graphics Processing Units oder GPU von Nvidia und AMD zur Verfügung haben.

BEAST gehört zwar nicht zu den regulären Services des LRZ, aber Studierende in München können im BEAST Lab neueste Technik kennenlernen.

Weidendorfer: Teil des BEAST-Programms ist ein Praktikum für Studierende von LMU und TUM, das BEAST Lab. Hier arbeitet das LRZ eng mit den Unis zusammen, damit das Praktikum als Teil des Informatik-Studiums anerkannt wird. Durch das BEAST Lab konnte das LRZ etliche Forschungsarbeiten über innovative Computertechnologien initiieren. Im Praktikum geht es unter anderem um die Programmierung von GPU und die Verlagerung von Codes mit Hilfe der Schnittstelle OpenMP und seiner Funktion Target Off-Loading. Im Laufe der Praktika entwickelten die Studierenden sehr viel Code. Das war nicht geplant, aber wir können damit eine Testsuite für dieses Programmiermodell zusammenstellen. In Zusammenarbeit mit Intel und als Vorbereitung für SuperMUC-NG Phase 2 konnten wir die Qualität und Abdeckung des OpenMP-Standards durch den Intel-Compiler verbessern. Seit dem Start von BEAST haben wir vier Praktika organisiert, die rund 30 Bachelor- und 40 Master-Studierende absolvierten. Daraus sind zwei Bachelor- und eine

Master-Arbeit hervorgegangen, ein Absolvent arbeitet mit BEAST weiter für seine Promotion.

Inwieweit unterstützt BEAST die Arbeiten und Planungen an den HPC-Ressourcen des LRZ?

Weidendorfer: Durch das BEAST-Programm kann das LRZ die Aussagen von Hersteller validieren. In Vorbereitung auf Phase 2 von SuperMUC-NG konnten wir mit den DAOS-Testknoten neue Speicherlösungen analysieren. Natürlich helfen die Erkenntnisse mit BEAST-Technologien bei der Konzeption von Nachfolgesystemen.

Das LRZ wird Quantenprozessoren in seine HPC-Systeme integrieren und bietet Forschenden zudem Unterstützung bei KI-Methoden – wird dafür auch mit BEAST experimentiert?

Weidendorfer: BEAST hat sich im LRZ gut etabliert, wir planen daher bald Systeme zu evaluieren, die zur Optimierung von KI-Anwendungen gedacht sind. Auch das „Quantum-Computing Integration Cluster“ wird als Teil der BEAST-Umgebung betrieben, hinter dem BEAST-Gateway als Isolationsschicht. So stellen wir sicher, dass solche Forschungssysteme und -Arbeiten keine Auswirkung auf die Service-Infrastruktur des LRZ haben.



BEAST: DIE TECHNOLOGIEN

- Systeme mit x86-CPUs von Intel (Cascade Lake, CooperLake, IceLake) mit NVRAM-Bestückung (Optane) und von AMD (Rome) mit AMD GPUs (MI-100)
- Systeme mit ARM-CPUs von Marvell (ThunderX2) mit Nvidia-GPUs (V-100) und von Fujitsu (A64FX), letzteres in einem HPE CS500-System
- Infiniband HDR



(Stand 2022)



04

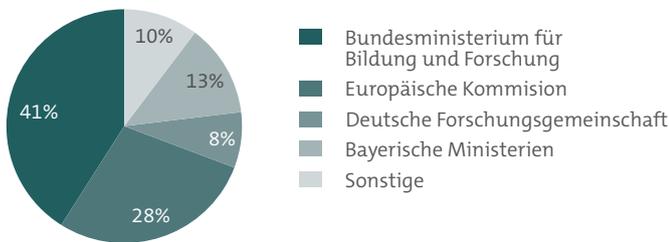
FORSCHUNG

Forschungsprojekte am LRZ	72
Gezielter suchen	74
Digitale Daten in der Medizin	76
Forschen, Entwickeln & Lehren für die IT-Sicherheit	78
Ein Portal für die Analyse von Wasser	82

DIE IT VON MORGEN HEUTE ENTWICKELN

Von Quantencomputing über Data Analytics und KI bis hin zu energieeffizienter IT, IT Security und Virtual Reality: Zu den IT-Diensten der Zukunft zu forschen, ist seit Beginn in unserer DNA. Mittlerweile laufen am Leibniz-Rechenzentrum über 40 Forschungsprojekte, die über öffentliche Finanzmittel verschiedenster bayerischer, nationaler und europäischer Fördergeber erst möglich gemacht werden und an denen wir gemeinsam mit starken Partnern europaweit arbeiten.

FÖRDERGEBER



PUBLIKATIONEN

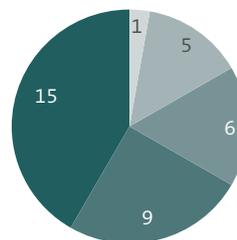


36
Publikationen
gesamt

LAUFENDE PROJEKTE

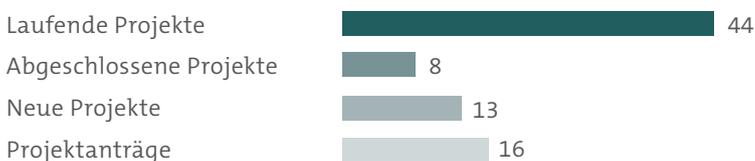


44
Projekte
gesamt



- Artikel
- Proceedings
- Bachelor- und Masterarbeiten
- Buchkapitel
- Technische Reports

FORSCHUNGSMANAGEMENT



Die Gesamtübersicht der Publikationen finden Sie in Kapitel 08.

FORSCHUNGSBEREICHE



1 Umweltwissenschaften



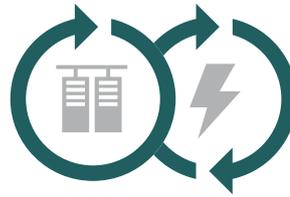
2 Infrastruktur



3 Big Data & KI



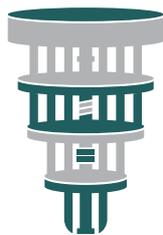
4 Forschungsdaten-Management



5 Future Computing & Energieeffizienz



6 Medizin



7 Quantum Computing



8 Visualisierung



9 IT-Management & IT-Sicherheit

1| AlpEnDAC II, BaysICS, CoCoRECS, ePIN, GEO.KW, Hydro-BITS, HiOS, K2I, Nutzwasser, VECMA, terrabyte, HyBBEX, LandKlif
 2| PRACE-6IP, SiVeGCS, InHPC-DE, DoSV, HLST, Bavarian Genome, terrabyte, Cluster Origins 3| K2I, EuroCC, DeToL, InHPC-DE, DigiMed Bayern, MCML, IGNITE ITN, Cluster Origins 4| AlpEnDAC II, Hydro-BITS, ePIN, LEXIS, NFDI4Ing, GHGA 5| ArKtik, DEEP-EST, DEEP-SEA, PRACE-6IP, REGALE, SiVeGCS 6| BayQS, DAQC, Q-Exa, Q-DESSI, QACI, Intel-QS 7| BayQS, DAQC, Q-Exa, Q-DESSI, QACI, Intel-QS 8| LediZ, Bridge of Knowledge, InHPC-DE 9| GEANT4-3, CONCORDIA

Bitte beachten Sie, dass mehrere laufende Forschungsprojekte verschiedene Themenbereiche abdecken und damit unterschiedlichen Forschungsbereichen zugeordnet werden – z.B. gleichzeitig Umweltwissenschaften und KI.

GEZIELTER SUCHEN

Alternativen zu gängigen Suchmaschinen sind ein Beitrag zur digitalen Souveränität in Europa. 13 europäische Forschungseinrichtungen und das Leibniz-Rechenzentrum entwickeln Technologie, Infrastruktur und einen offenen Webindex für neue Online-Suchdienste.

Eine Online-Suche speziell für Wissenschaft und Forschung, für Wirtschaftsdaten, Umweltstatistiken oder für Kunst und Kultur: Wer jemals bei Google, Bing, Baidu oder Yandex mit besonderen Fragen scheiterte, sucht Alternativen. Die aber gibt es nicht. Noch nicht: Das europäische Forschungsprojekt OpenWebSearch.EU erarbeitet bis 2025 einen offenen Webindex für Informationen sowie eine dezentrale IT-Infrastruktur, die bei mindestens fünf unabhängigen Organisationen laufen soll. Für OpenWebSearch.EU kooperieren 14 Forschungsorganisationen aus sieben europäischen Ländern, darunter auch das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ). Das Projekt wird mit 8,5 Millionen Euro aus dem Europe-Horizon-Programm gefördert.

ALTERNATIVEN ZUM SUCHEN BRAUCHEN EINEN OFFENEN INDEX

Der offene Webindex und die dezentrale Infrastruktur sind Voraussetzungen für neue Suchdienste, innovative Geschäftsmodelle rund ums Suchen wiederum ein Beitrag zu Europas Souveränität bei Navigations- und Rechartechniken: „Ein offener Index ist die Grundlage für das Entstehen eines neuen Ökosystems für Such- und Discovery-Anwendungen“, stellt Michael Granitzer fest. Der Informatik-Professor der Universität Passau koordiniert OpenWebSearch.EU. „Freier, offener und unvoreingenommener Zugang zu Informationen – diese Grundprinzipien müssen wir bei der Websuche dringend wiederherstellen. Als Nutzer

würde ich gerne meine Suchmaschine so wie meine Zeitung nach meinen Vorlieben wählen.“

Erste Ideen für das ehrgeizige IT-Projekt entstanden in einer Graswurzelbewegung aus Forschenden und Technik-Spezialist:innen. Sie gründeten 2016 die Open Search Foundation (OSF) – heute ebenfalls ein Partner von OpenWebSearch.EU – bildeten unter deren Dach Arbeitsgruppen, die transparente Algorithmen entwickelten und mit Open Source-Software die notwendigen Systeme für OpenWebSearch.EU vorbereiteten. Das LRZ ist seit Beginn Partner der OSF, Mitarbeitende engagierten sich in deren Arbeitsgruppen. Für das europäische Projekt stellt es nun wie andere Rechenzentren Backend-Systeme sowie schnelle, direkt zugängliche Server und Speicher bereit. Darauf kann der offene Index berechnet, können nötige Workflows und Schnittstellen entwickelt und getestet werden. „Ein wichtiges Ziel des OpenWeb-Search-Konsortiums ist die Entwicklung einer dezentralen Infrastruktur, die von Rechenzentren betrieben werden soll“, erläutert Stephan Hachinger, promovierter Physiker und Leiter des Teams Forschungsdaten-Management am LRZ. „Wir wollen die Kosten, die mit deren Betrieb verbunden sind, durch Lasttests quantifizieren.“ Unternehmer:innen oder Rechenzentren brauchen solche Angaben, um Geschäftsmodelle oder Dienstleistungen zu entwickeln. „Die offene Websuch-Infrastruktur kommt uns allen



zugute“, sagt Granitzer. „Wir werden damit endlich echte Wahlmöglichkeiten bei Suchmaschinen bekommen.“

MIT AUSSCHREIBUNGEN NEUE GESCHÄFTE ANREGEN

Den Spezialist:innen fürs Datenmanagement am LRZ kommen bei diesen Arbeiten die Erfahrungen aus dem EU-Projekt LEXIS zugute. Dabei wurde eine pan-europäische Plattform aufgebaut, die auf bestehenden Cloud-Systemen von Rechenzentren aufsetzt, verschiedene Supercomputer vernetzt und eine Auswertung von Forschungsdaten an unterschiedlichen Standorten ermöglicht. Für OpenWebSearch.EU wird das LRZ mit Partnern Schnittstellen und einen Datenspeicher auf Basis von EUDAT-Systemen entwickeln, der Tools für die Beschreibung sowie für den Austausch von Informationen bereitstellt. „Wir werden wahrscheinlich REST-API, Nachrichtenwarteschlangen und andere moderne IT-Techniken nutzen“, planen Hachinger und sein Team. „Auf diese Weise können Big Data-Aufgaben bequem orchestriert und automatisiert werden.“

Bei OpenWebSearch.EU kooperieren 14 Rechenzentren, Universitäten und Organisationen, insgesamt rund 75 Forschende: eine Herausforderung für Koordination, Kommunikation, Management. Ebenfalls involviert ist daher das Team Research Coordination and Support (RCS) des LRZ. Es unterstützt die Projektleitung bei der Organisation von Arbeitsgruppen, außerdem bei den Ausschreibungen. 15 Prozent der Fördermittel sind für Beiträge von externen Dienstleistern und Forschungsteams reserviert.

DIGITALE DATEN IN DER MEDIZIN

Das Gesundheitswesen produziert immer mehr anonymisierte Daten zu Diagnostik, Therapien, Krankheitsverläufen: damit könnten Behandlungen und das Gesundheitswesen verbessert werden. Wie – das erklären 12 Wissenschaftler:innen in einem Grundsatzpapier, an dem auch das Leibniz-Rechenzentrum mitarbeitete.

Gesetze anpassen, eine zentrale Struktur zur Datenspeicherung aufbauen, sensible Informationen sichern und schützen: In einem Grundsatzpapier der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAW) empfiehlt eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe, wie Forschung, Ärzt:innen und medizinische Einrichtungen mit persönlichen Daten von Patient:innen umgehen sollen. „Es gilt, einen Ausgleich zwischen dem wertvollen Grundrecht auf Schutz sensibler Daten und dem berechtigten gesellschaftlichen Interesse an medizinischem Fortschritt durch Nutzung dieser Daten zu finden“, fasst Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller, Leiter des Leibniz-Rechenzentrums (LRZ), die Forderungen aus dem Papier „Nutzung von persönlichen Daten in der Krankenversorgung und medizinischen Forschung“ zusammen: „Corona hat gezeigt – unzureichende Strukturen zur Datenerhebung und die aktuelle Gesetzgebung erschweren in Deutschland ein effizientes Pandemie-Management.“

MEDIZINISCHE DATEN NUTZEN

Das Positionspapier „Nutzung von persönlichen Daten in der Krankenversorgung und medizinischen Forschung“ enthält Empfehlungen zur Datenanalyse. Sie finden es im Archiv der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAW):

<https://tiny.badw.de/gqWS0e>



HETEROGENE DATENFORMATE, UNKLARE GESETZE

Zwölf Wissenschaftler:innen aus relevanten Gesellschaftsbereichen – neben Informatik auch Medizin, Recht und Wirtschaft – analysierten für die Studie den aktuellen Status Quo der Digitalisierung im Gesundheitswesen. Sie beschreiben in ihrem Papier Hürden und Chancen etwa bei der Nutzung von Gesundheitsdaten in Bayern und Deutschland. Hintergrund ist das stete Wachstum anonymisierter, digitaler Daten aus Diagnostik und Therapien, aus medizinischen Studien und Umfragen oder in Datenbanken von Kostenträgern und medizinischen Einrichtungen. Deren Auswertung böte ein unschätzbare Potenzial für die Entwicklung neuer Technologien oder Behandlungsmethoden, außerdem zur Optimierung der Gesundheitsversorgung. Doch diese scheitert, so die Autor:innen, an der aktuellen Gesetzeslage, außerdem an der heterogenen Infrastruktur. Die Daten liegen in unterschiedlichen Formaten vor, werden auf diversen Wegen anonymisiert und gespeichert. Geltende Gesetze und heterogene Datenformate verhindern wiederum eine Verknüpfung von Informationen mit Daten aus öffentlichen Quellen, die so genannte Linkage, und behindern damit die Forschung. Die Gruppe fordert daher:



- den Aufbau zentraler Strukturen für die Speicherung und Auswertung medizinischer Daten
- eine Anpassung geltender Gesetze zur Datenaufnahme in Deutschland und Bayern,
- ein eigenes Gesetz zur Datennutzung, das im Einklang mit deutschem und europäischem Recht steht.
- Außerdem schlägt sie eine Neufassung von Artikel 27 des Bayerischen Krankenhausgesetzes vor, um die Verarbeitung von anonymisierten Personendaten zu ermöglichen und zu vereinfachen.

STANDARDS GEFRAGT ZUR AUSWERTUNG

In das BAfW-Positionspapier fließen Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt DigiMed Bayern ein, an dem das LRZ beteiligt ist. Zusammen mit Universitäten, Gesundheits- und Forschungseinrichtungen entwickelt das akademische Rechenzentrum seit 2018 technische Voraussetzungen und Standards zur Speicherung von Gesundheitsdaten. In Arbeit ist eine besonders gesicherte Cloud zur Aufnahme medizinischer Daten und zu deren kontrollierter Nutzung. Das Rechenzentrum arbeitet zudem an einem Regelwerk für die wissenschaftliche Nutzung der Daten mit. „Erste Studienergebnisse, etwa zu Schlaganfall, Stoffwechselstörungen oder Langzeitfolgen von COVID-19 verweisen auf die Relevanz standardisierter, anonymisierter Gesundheitsdaten und komfortabler Zugangsmöglichkeiten“, berichtet Kranzlmüller. „Mit Hilfe von Daten und neuen Auswertungstechnologien kann die Medizin präziser und individueller, vorhersehbarer werden – das hilft allen Beteiligten und auch dem Gesundheitssystem.“



DATEN TEILEN, MENSCHEN HEILEN

Im Dezember 2022 fand ein Symposium statt, das die Bayerische Akademie der Wissenschaften (BAfW) mit dem Staatsministerium für Gesundheit und Pflege organisiert hatte. Hier wurden die Thesen des Grundsatzpapiers diskutiert und konkrete Vorschläge, etwa zur Ausgestaltung der elektronischen Patient:innen-Akte sowie eines Gesetzes zur Nutzung medizinischer Daten ausgearbeitet. Mehr Informationen: <https://tiny.badw.de/zfjZNz>





Prof. Dr.
Wolfgang Hommel

studierte und promovierte an der Technischen Universität München (TUM) und an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München in Informatik. Er war für die IT-Security des LRZ verantwortlich und übernahm 2016 eine Professur für Software und Data Security an der Universität der Bundeswehr München (UniBW).

**FORSCHEN,
ENTWICKELN &
LEHREN FÜR DIE
IT-SICHERHEIT**



**Herzlichen Glückwunsch zur Übernahme der Leitung des
Forschungsinstituts CODE – was ist CODE und was macht es?**

Prof. Dr. Wolfgang Hommel: Bei CODE arbeiten derzeit 13 Forschungsgruppen an den Themenbereichen IT-Sicherheit, Künstliche Intelligenz, Smart Data und Quantentechnologien. Wir sind in den letzten Jahren auf mehr als 100 Mitarbeitende angewachsen. Neben Grundlagenforschung betreibt CODE anwendungsorientierte Forschung und Technologie-Entwicklung. Dabei steht der Transfer in die Praxis insbesondere bei Partnern aus Bundeswehr und Bundesbehörden oder Industrie im Vordergrund.

Prof. Dr. Michaela Geierhos: Neben der Forschung gehören auch Lehre und Weiterbildung zu unseren Kernaufgaben, letztere insbesondere für IT-Offiziere der Bundeswehr und Reservisten. CODE verantwortet den Masterstudiengang Cyber-Sicherheit und wirkt intensiv am Master of Intelligence and Security Studies mit.
Hommel: CODE wurde außerdem gegründet, um Expert:innen aus Wissenschaft, Bundeswehr, Behörden und Industrie enger zu vernetzen. Damit tragen wir zum Aufbau des nationalen Koordinierungszentrums für Cybersicherheit, Technologie und Forschung bei.

Werden Sie neue Schwerpunkte setzen?

Hommel: 2022 werden wir Forschungsgruppen in den Bereichen Privacy und angewandte Kryptographie sowie Open Source Intelligence aufbauen und erwarten in den nächsten Jahre Verstärkung durch neue Professor:innen.

Geierhos: Im Rahmen einer deutsch-israelischen Kooperation legen wir einen Schwerpunkt auf das Erkennen von Fake-News-Kampagnen. Beim Quantencomputing forschen wir verstärkt in Richtung Quantum Machine Learning, und wir wollen zeigen, wie komplexe Logistikprozesse in der Bundeswehr mit Quantencomputern und -Annealern unterstützt werden können.

Hommel: Unser Angebot an Hands-on-Trainings und Weiterbildungsangeboten wird außerdem in Richtung Internet-of-Things-Security sowie Control Systems für die Industrie ausgebaut.

Was bringen Sie in das CODE ein?

Hommel: Zunächst einmal natürlich unsere Forschungsgruppen – IT-Sicherheit von Software und Daten sowie Data Science. Wir ergänzen uns vom fachlichen Hintergrund her sehr gut. Darüber hinaus haben wir beide CODE in den letzten Jahren aktiv mitgestaltet.

Eine Doppelspitze für das Forschungsinstitut CODE: Die Universität der Bundeswehr München bestimmte Prof. Dr. Wolfgang Hommel als Leitenden Direktor sowie Prof. Dr. Michaela Geierhos als Technische Direktorin. CODE forscht für IT-Sicherheit und kooperiert dabei auch mit dem Leibniz-Rechenzentrum (LRZ).





STICHWORT: CONCORDIA



Das europäische Forschungsprojekt bringt seit 2020 Fachleute der IT- und Cybersicherheit sowie des Datenschutzes zusammen. Unternehmen finden auf der Website Dienstleister für Sicherheitsfragen, Angebote für Qualifizierung und Veranstaltungshinweise:

<https://www.concordia-h2020.eu/>

SICHERHEIT ZUM HÖREN



Die Professor:innen Geierhos und Hommel können Sie auch in einem Podcast der BADW kennenlernen: Hier sprechen sie über Erfahrungen und Forschungsergebnisse zur IT-Sicherheit sowie über das CODE-Institut:

<https://tiny.badw.de/Z76dW>



Cybercrime und Sicherheit sind die Themen von CODE – setzen Sie dabei auch auf Supercomputing und das LRZ?

Hommel: Natürlich nutzen wir häufig LRZ-Dienste im Rahmen von Projekten. Unsere Grundfinanzierung ermöglicht es uns, eigene Labore und Compute-Ressourcen bis hin zu einem "roten Bereich" aufzubauen, der für bestimmte Projekte mit Bundeswehr und Bundesbehörden erforderlich ist. Bei Projekten wie CONCORDIA, an denen das LRZ und weitere Einrichtungen aus dem Münchner Wissenschaftsnetz beteiligt sind, ist es wesentlich effizienter, bestehende LRZ-Services zu nutzen als eine projektspezifische Infrastruktur selbst aufzubauen.

CODE zeichnet verantwortlich für das europäische Sicherheitsprojekt CONCORDIA – bleibt es dabei?

Geierhos: CONCORDIA ist eines von derzeit rund 40 drittmittel-finanzierten Projekten und eines der größten Verbundvorhaben, die bei CODE laufen. Es koordiniert ein riesiges Expertennetzwerk. Wir sind sehr zuversichtlich, dass es weiterhin auf europäischer Ebene zur Vernetzung von Wissenschaft und Industrie beiträgt.

Wie geht es bei CONCORDIA und mit den dafür in der LRZ-Cloud installierten Cyber Ranges weiter?

Geierhos: Eine größere technische Herausforderung beim Betrieb von Trainings-Umgebungen wie Cyber Ranges ist der Vendor-Lock-in-Effekt – Übungseinheiten oder Szenarien müssen speziell für die Software realisiert werden, die der Hersteller eines Cyber-Range-Produkts bereitstellt. CONCORDIA arbeitet an Konzepten, die einen einfacheren Austausch von Szenarien zwischen verschiedenen Betreibern mit heterogener Software-Infrastruktur ermöglichen.

Hommel: Mindestens genauso wichtig wie Technik und Szenarien sind kompetente Trainer:innen. Hoffentlich entstehen im Münchner Raum noch weitere Cyber Range-Angebote, damit das Portfolio an Szenarios in die Breite wächst und sich damit viele Gelegenheiten für einen Austausch über Kurse und Inhalte für Trainer:innen und für Teilnehmende ergibt.



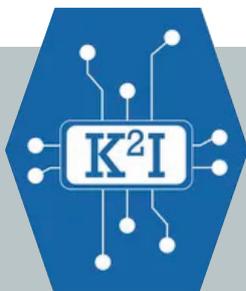
**Prof. Dr.
Michaela Geierhos**

studierte Computerlinguistik, Informatik, Phonetik und Sprachliche Kommunikation an der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU). Nach Lehraufträgen und Promotion in München wurde sie erst als Juniorprofessorin für Wirtschaftsinformatik und semantische Informationsverarbeitung, nach Paderborn berufen, wo sie 2017 Digitale Kulturwissenschaften lehrte. 2020 folgte sie dem Ruf der Bundeswehr Universität München (UniBW) als Professorin für Datenwissenschaften bei CODE.

INTERVIEW

EIN PORTAL FÜR DIE ANALYSE VON WASSER

Um mit Verfahren der Künstlichen Intelligenz Wasserqualitäten zu testen, standardisiert das Projekt K2I Probandaten und sammelt diese auf einem Portal. Das könnte zu einem bundesweiten Warnsystem führen.



Hier erfahren Sie mehr über K2I und die smarte Analyse für sauberes Trinkwasser: <https://www.k2i-tracker.de/>

Sauberes Wasser ist lebensnotwendig. Umso wichtiger ist es herauszufinden, was unser Wasser enthält. Die Industrie hantiert mit immer neuen Chemikalien, die Landwirtschaft mit Düngern und Pestiziden, und die Natur bringt neue Biosubstanzen hervor. Doch wie das Unbekannte aufspüren? Dieser Frage widmet sich das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt K2I, an dem neben dem Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) und der Technischen Universität München (TUM) das Technologiezentrum Wasser (TZW) und die Landeswasserversorgung Langenau (LW) beteiligt sind, außerdem wurden Labore eingebunden. Ziel von K2I ist ein Portal für Daten zur Wasserqualität: „Wir arbeiten an einer Cloudlösung, in der diese Daten standardisiert erfasst und mit Verfahren der Künstlichen Intelligenz ausgewertet werden“, präzisiert Viktoria Pauw, Mitarbeiterin im LRZ-Forschungsteam, das Vorhaben. „Dafür entwickeln wir noch Workflows und Analyse-Algorithmen.“

KOLLEKTIVE UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Um Trinkwasser aufzubereiten, sollten Versorger wissen, welche Stoffe es enthält: „Labore untersuchen mit Target-Analysen Proben und bestimmen die Werte von bekannten Substanzen“, erläutert Uwe Müller, promovierter Ingenieur und Chemiker vom TZW, einer Einrichtung des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfachs (DVGW). „Die Herausforderung sind die Non-Target-Screenings, damit erkennen sie unbekannte oder nicht erwartete Inhalte.“ Diese Suchen ohne definiertes Ziel, Non-Target-Screenings (NTS), gelten als Königsdisziplin der Umweltanalytik. Dafür werden in der Regel Chromatographen an hochauflösende Massenspektrometer gekoppelt. Beide Geräte messen Molekulargewichte und ermöglichen so die Bestimmung von Substanzen. Doch das ist teuer und aufwändig. Pro Stoff und Prüfung kommen Datenmengen bis zu 300 Megabyte und mehr zusammen, die Labore kaum ausführlich auswerten können. „Im Kollektiv funktioniert das besser“, sagt Tobias Bader, promovierter Chemiker von der Landeswasserversorgung in Langenau. „Bisher war es kaum möglich, alle Interessen der Wasserwirtschaft unter einen Hut zu bekommen. Die Wasserwerke tun sich schwer damit, Analysedaten zu teilen. Allmählich setzt aber ein Umdenken ein, weil wir gemeinsam mehr bewegen können.“

Das K2I-Portal sammelt daher Probandaten und viele Screening-Ergebnisse. In großen Datenmengen suchen Systeme der Künstlichen Intelligenz (KI) darin nach Mustern oder Anomalien. Das beschleunigt die Suche nach Unbekanntem, Quellen von Schadstoffen lassen sich schneller einkreisen.

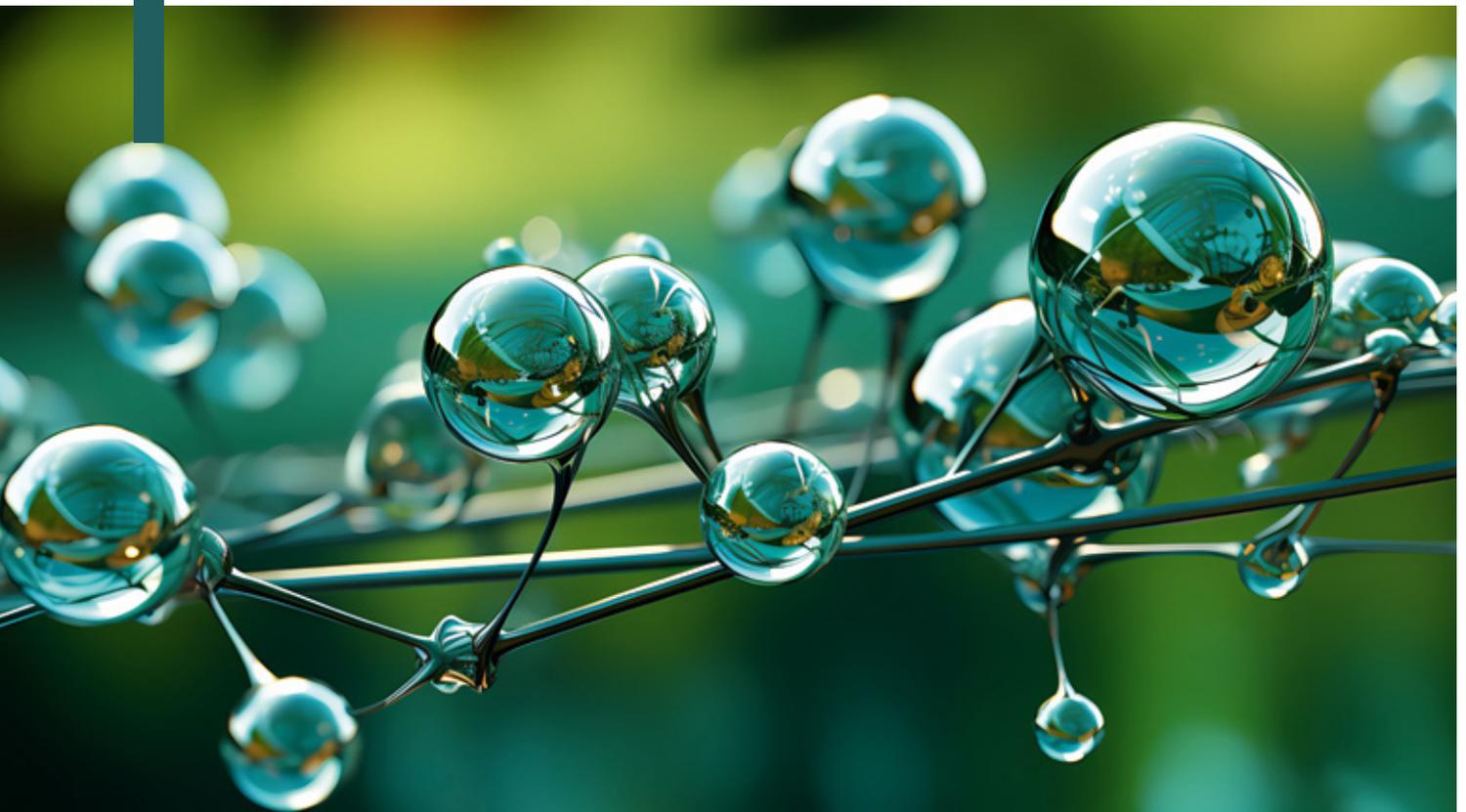
Nicht umsonst steht der Name K2I für „Künstliche und kollektive Intelligenz beim Spurenstoff-Tracking im Oberflächenwasser“: „Gemeinsam können wir die Relevanz neuer Muster und Spurenstoffe besser einschätzen“, sagt Bader. „Taucht in den Screenings anderer Labore und Wasserwerke ein bestimmtes Muster ebenfalls auf, ist die Substanz weit verbreitet, erkenne ich sie nur in meinen Daten, kann ich gezielt Proben ziehen und nach der regionalen Quelle suchen.“

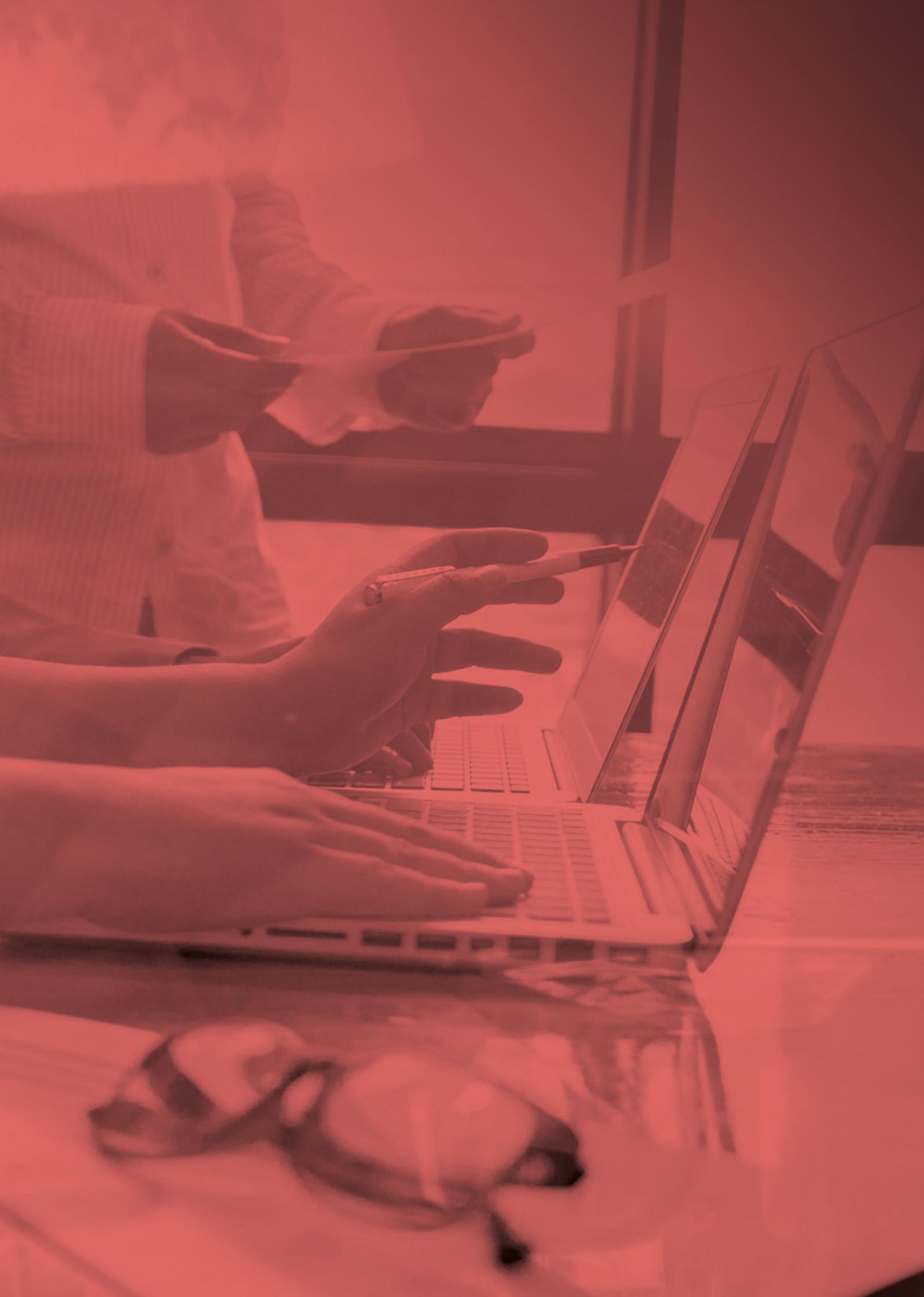
DATEN PROZESSIEREN UND VEREINHEITLICHEN

Bei K2I forderte zunächst die Datenlage Erfahrung: „Wir hatten wenige Proben, wir führen pro Jahr etwa 100 Non-Target-Screens durch, mindestens 1000 müssten es sein, um eine KI zu trainieren“, so Bader. Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) steuerte daher Daten bei, auch das Bayerische Landesamt für Umwelt sowie das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Weil Labore mit unterschiedlichen Geräten und eigenen Methoden arbeiten, mussten auch Messwerte standardisiert werden. Einheitliche Workflows, Speicherprozesse und

die Software von Envibee, einem Startup aus Zürich, unterstützen nun die Vereinheitlichung der Daten für die KI-Systeme.

Ein Jahr nach dem Start füllen sich Datenbanken mit Screening-Ergebnissen. Jetzt wird mit Algorithmen für die smarte Analyse experimentiert. „Die Prozessierung der Daten läuft auf den Servern stabil, wir bekommen fortlaufend neue Informationen“, freut sich Chemiker Bader. „Bis 2023 haben wir Technologie und Workflows für einen Portal-Prototypen entwickelt.“ Das macht Mut für größere Ziele: ein Wasserportal für ganz Deutschland. Überall laufen Projekte zur Wasseranalyse. Und so wird bereits mit dem Umweltbundesamt, der Bundesanstalt für Gewässerkunde und der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins diskutiert. Werden die Technologien aller Projekte zusammengebracht, kann aus den KL2I-Vorarbeiten ein überregionales Test- und Warnsystem entstehen – und ein Datenschatz für Forschende.





05

AUS- UND WEITERBILDUNG

Kurse im Überblick	86
Kompetent mit KI forschen	88
Fachwissen und Kommunikationsstrategien	90
Wissensarbeiter der IT	94

GEWAPPNET IN DIE ZUKUNFT DER IT

IT-Technologie bleibt im Wandel – und damit auch die Anforderungen an die Kompetenzen, die Fachkräfte mitbringen sollten. So entwickelt sich auch das Kursprogramm am LRZ kontinuierlich weiter. Besonders im Fokus stehen natürlich Skills und Methoden im Bereich Künstliche Intelligenz (KI). Die „Data Analytics, Big Data and AI Training Week“ am LRZ findet großen Anklang, und entwickelt sich selbst weiter.

Auch intern steigt der Bedarf an Fortbildung. Um das eigene Personal am Puls der Zeit zu halten, setzen wir am Leibniz-Rechenzentrum mittlerweile auf die e-Learning Plattform Udemy – mit großem Erfolg: Das Kursangebot kommt gut an, die Kolleg:innen nutzen es rege. Von Softwareentwicklung, Programmiersprachen über IT-Sicherheit bis hin zu Kommunikationstrainings und Persönlichkeitsentwicklung, die Bandbreite an belegten Kursen ist groß. Das kann gerne weiter so!



TRAINING IN HPC UND FUTURE COMPUTING

QUICK FACTS



36 Kurse

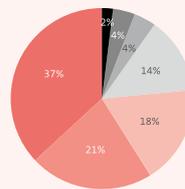


87 Kurstage



1.170 Teilnehmer:innen

THEMENGEBIETE HPC + FUTURE COMPUTING



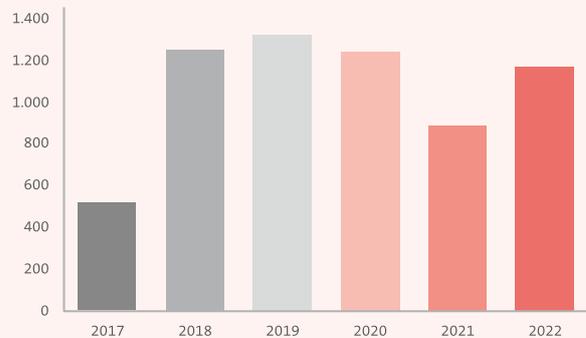
- Code Optimisation, GPU Programming, Parallel Programming, Programming Languages
- CFD (Computational Fluid Dynamics)
- Deep Learning, Machine Learning, Artificial Intelligence
- LRZ-Systeme
- Data Analytics
- Quantum Computing
- Visualisation

TRAININGSPARTNER



- CADFEM** CADFEM GmbH
- CSC** IT Center for Science Ltd., Finnland
- DLI** NVIDIA Deep Learning Institute
- GCS** Gauss Centre for Supercomputing
- IT4I** IT4Innovations, Tschechien
- NHR@FAU** Erlangen National High Performance Computing Center
- TUM** Technische Universität München
- PRACE** Partnership for Advanced Computing in Europe
- VI-HPS** Virtual Institute – High Productivity Supercomputing
- VSC** Vienna Scientific Cluster, TU Wien, Österreich

ENTWICKLUNG TEILNEHMER:INNEN HPC UND FUTURE COMPUTING-KURSE SEIT 2017



Eine Gesamtübersicht über alle Kurse 2022 finden Sie im Kapitel 8



KOMPETENT MIT KI FORSCHEN

Die meisten Methoden Künstlicher Intelligenz brauchen hohe Rechenkraft und Speichervolumen, also Supercomputer. In der Data Analytics, Big Data & AI Training Week lernen Forschende die dafür notwendigen Techniken, Tools und Tricks kennen.

LERNEN AM LRZ

HPC, KI, Quantencomputing und viele nützliche Programmierschemata: In Partnerschaft mit Forschungsorganisationen, Universitäten sowie Technologieunternehmen bietet das LRZ Kurse online und in Präsenz an. Der Kursplan informiert über das Angebot:

<https://app1.edoobox.com/en/LRZ/>



Erst gab es am Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) nur vereinzelte Kurse zum Thema Datenanalyse mit den Methoden von Künstlicher (KI): etwa zu den Programmiersprachen R und Python, die in diesem Bereich oft eingesetzt werden. Doch seit 2019 lernen Forschende während der „Data Analytics, Big Data & AI Training Week“ nicht nur Tools und Tricks für KI-Anwendungen, sondern viel mehr den Umgang mit den Hoch- und Höchstleistungscomputern des LRZ: „Wir wollten Forschenden, die sich mit KI-Methoden beschäftigen, eine Einführung in das Arbeiten mit großen Computersystemen sowie Hilfestellung bei ihren Datenprojekten geben“, erläutert Dr. Johannes Albert-von der Gönna, stellvertretender Teamleiter des LRZ Big Data & AI Teams. „Die Erfahrungen dieser Nutzer:innen beschränken sich meist auf die Arbeit an ihren Computern. Wir möchten sie befähigen, die Möglichkeiten von Cluster-Systemen mit einem Vielfachen der Rechenleistung und einer Vielzahl von Beschleunigern zu nutzen.“

NEUE TECHNOLOGIEN, ANDERE NUTZER:INNEN

KI erweitert das Technologieangebot des LRZ und verändert die Anwender:innen und deren Nutzungswünsche: Neben Physik, Astrophysik, Chemie, Ingenieurwissenschaften – die klassischen Nutzer:innen von High Performance Computing (HPC) – setzen nun auch Datenwissenschaften, Informatik, Lebenswissenschaften und Medizin, sogar die Geistes- und Sozialwissenschaften auf hohe Rechenleistungen und Speicherkapazitäten, also Hochleistungscomputer. Das bringt Forschende ans LRZ, die eher in Ausnahmefällen auf parallelen Systemen rechnen oder selbst Applikationen programmieren. Die Mehrzahl greift auf existierende Software zurück. Außerdem werden in Forschungsprojekten jetzt häufiger klassische Berechnungen und Simulationsverfahren mit KI-Methoden kombiniert. Und so vermittelt die Data Analytics, Big Data & AI Training Week zunächst das kleine Einmaleins des

klassischen Supercomputings, um sich danach weiteren Anforderungen zuzuwenden.

Auf der Agenda stehen Grundlagen wie das GNU/Linux-Betriebssystem, das Secure Shell Protocol (SSH) und die Virtualisierung mit Containern. „Container bieten einen flexiblen, verlässlichen und skalierbaren Weg zur Ausführung von Anwendungen und Analysen, die im Sinne offener Wissenschaft reproduzierbar und wiederverwendbar sein sollen“, sagt Albert-von der Gönna. „Das macht sie so attraktiv für die Workloads im KI-Bereich und im Supercomputing.“ Trainingsdaten, Modelle, Programme und andere Werkzeuge können darin gesammelt und auf diese Weise vereint implementiert, aber auch weiterverwendet werden. Nach diesem Basiswissen über Supercomputing und LRZ-Dienste folgt die Einführung in die LRZ-Ressourcen mit besonderem Augenmerk auf die AI Systems, die Verarbeitung großer Datenmengen und das parallele Training neuronaler Netze.

In den Lerneinheiten mischen sich Vorträge, Vorführungen sowie Übungsaufgaben. Am Wochen-Programm beteiligen sich neben den Spezialist:innen aus dem Big Data & AI-Team auch Kolleg:innen, die Forschende bei klassischen Simulationen und Berechnungen auf SuperMUC-NG oder Linux-Cluster unterstützen. Außerdem kooperiert das LRZ mit Chiphersteller Intel, der für seine Prozessoren eine Reihe von Schnittstellen und Tools, auch für KI-Verfahren, entwickelt hat und diese

anhand von Arbeitsbeispielen vorstellt: „In Zukunft werden noch andere Anbieter wie etwa NVIDIA in die Trainings involviert. Wir möchten so ein Angebot schaffen, dass bestmöglich auf die am LRZ verfügbare Hardware abgestimmt ist“, sagt Albert-von der Gönna.

AUS DER WOCHE WIRD EINE SERIE

Das aufwändige Wochenprogramm kommt an: Fand es 2019 einmal statt, steht es seit 2020 zweimal im Jahr auf dem Kursplan – zunächst nur online, inzwischen in hybrider Form. Rund 100 Teilnehmende sind jedes Mal dabei. Die Termine werden mit dem Data Innovation Lab der Technischen Universität München (TUM) abgestimmt, einem Programm für Master-Studierende aller Fachrichtungen, die mit den Methoden der KI forschen und dafür lernen wollen, wie Daten organisiert, analysiert und visualisiert werden können.

Weil auch in der Lehre nichts so beständig ist wie der Wandel, verändert sich das AI-Training: Ab 2023 wird aus der Woche eine Serie. „Wir wollen möglichst viele Interessenten erreichen und eine direkte Interaktion und Betreuung vor Ort ermöglichen“, erklärt Albert-von der Gönna. „Die LRZ AI Training Series geben Teilnehmenden mehr Flexibilität, nicht alle können sich gleich eine ganze Woche Zeit nehmen.“ Deshalb werden die Module jetzt verteilt und über einen längeren Zeitraum angeboten, meistens kurz vor oder direkt nach dem Semesterstart.





Sabine Osorio

FACHWISSEN UND KOMMUNIKATIONS- STRATEGIEN



Am Leibniz-Rechenzentrum bilden sich Beschäftigte neuerdings online auf der eLearning-Plattform Udemy weiter. Das Angebot ist hochgeschätzt, die Kurse kommen gut an. Ein Interview mit Personalleiterin Sabine Osorio und Tipps zum Online-Lernen.

Das LRZ ist ein akademisches Rechenzentrum – Weiterbildung wird hier sicher großgeschrieben?

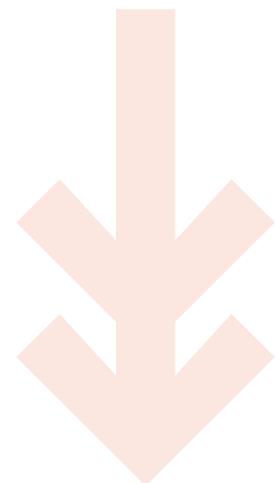
Sabine Osorio: Unbedingt, weil die Kolleg:innen immer wieder mit neuen Forschungsthemen oder aktuell gerade mit Zukunftstechnologien wie Quantencomputing oder Künstliche Intelligenz konfrontiert werden, ist der Bildungsbedarf sehr hoch. Neben den IT- und Technikthemen sind auch Sprachkurse stark nachgefragt, hier arbeiten Menschen aus 45 Nationen. Und nicht zuletzt können und sollen Führungskräfte und Mitarbeitende sich auch persönlich weiterentwickeln. 2022 haben wir für die Weiterbildung testweise die eLearning-Plattform Udemy eingeführt, Mitarbeitende finden hier niederschwellige Kursangebote zu IT-Fachthemen, Soft Skills und andere Aspekten für ihren Alltag, und das sogar in unterschiedlichen Sprachen.

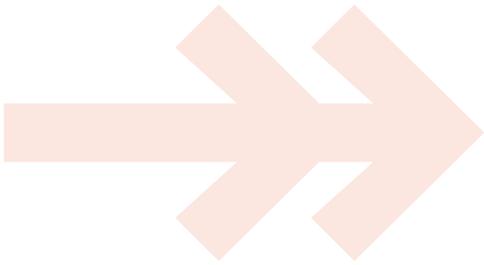
Wie kommt das Angebot an?

Osorio: Sehr, sehr gut. Udemy liefert uns zur Nutzung viele Zahlen, außerdem haben wir intern eine Umfrage gemacht. Danach wurden 2022 rund 1000 Kursstunden absolviert, im Schnitt lernte jede:r knapp 10 Stunden. Aktuell haben LRZ-Mitarbeitende 184 Kurse belegt. Die Akzeptanz von Udemy und eLearning liegt bei den LRZ-Mitarbeitenden mit 78 Prozent deutlich über dem üblichen Udemy-Benchmark von 71 Prozent. Die Kolleg:innen bewerten die Kurse im Schnitt mit 4,6 von 5 Punkten. Mit diesem Ergebnis sind wir sehr zufrieden.

Es geht also weiter mit Udemy?

Osorio: Wir haben den Dienst jetzt für weitere drei Jahre verlängert, danach sehen wir weiter.





GEZIELTER ONLINE LERNEN

- Lernzeit im elektronischen Kalender blocken.
- Kolleg:innen suchen, die ähnliche Kurse belegen, und Lerngruppen zum Austausch bilden.
- Lerninhalte und Kurseempfehlungen im Team diskutieren.
- Kurse gezielt aussuchen: Bewertungen nutzen, kurz in Lernabschnitte reinschnuppern, beurteilen, ob Dozent:innen passen.
- eLearning-Kurse müssen nicht immer vollständig absolviert werden, sie vertiefen kurzfristig Wissen über Tools oder empfehlen Strategien für aktuelle Fragen.

Was wird besonders häufig gelernt?

Osorio: Kurse zur Software-Entwicklung, zu Sicherheit in Netzen und zu Programmiersprachen stehen ganz oben auf der Liste, zurzeit ist ein Python-Kurs „Zero to Mastery“ beliebt bei den LRZ-Beschäftigten – liegt sicher an dem verstärkten Einsatz auch von Methoden der Künstlichen Intelligenz beim High Performance Computing und in der Wissenschaft. Bei Udemy erwerben IT-Spezialist:innen des LRZ außerdem IT-Zertifikate, Kommunikationsthemen und Sprachen sind ebenfalls stark nachgefragt. Storytelling, Präsentation und Rhetorik werden ebenfalls oft trainiert. Die meisten Kurse werden als hilfreich eingeschätzt, um Kompetenzen zu verbessern oder Neues zu lernen.

Wie können Mitarbeitende Kurse belegen?

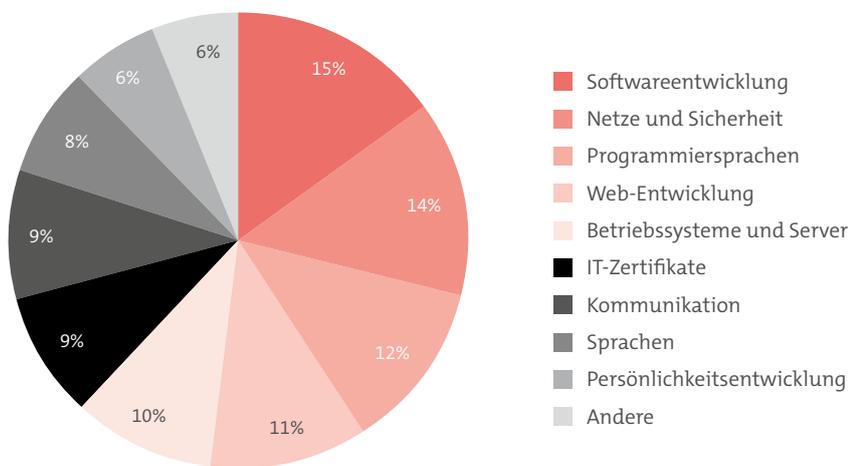
Osorio: Arbeitsrelevante Inhalte für die Weiterbildung besprechen sie mit den Vorgesetzten und lernen dann während der Arbeitszeit. Mit Udemy können Beschäftigte auch in ihrer Freizeit nach persönlichem Interesse lernen – und das tun Einige. Udemy weist für 2022 mehr als 160 Stunden Lernzeit von LRZ-Kolleg:innen an Wochenenden aus.

Welche Herausforderungen nennen

LRZ-Beschäftigte beim eLearning?

Osorio: Online-Plattformen bieten mehr Freiheiten, das wird sehr hochgeschätzt, allerdings fordern sie auch eine Menge Selbstverantwortung und Selbstdisziplin. 21 % der User am LRZ nutzen die Udemy-App und lernen damit auch auf Dienstreisen, im Zug oder im öffentlichen Nahverkehr. Aber ich muss mir natürlich Zeit dazu freischaufeln, möglichst regelmäßig, und Lernziele auch durchhalten. Laut Umfrage wünschen sich die LRZ-Kolleg:innen Unterstützung bei der Auswahl der Kurse, außerdem dabei, Lernziele weiter zu verfolgen. Ich empfehle einen Zeitmanagement-Kurs, damit Arbeiten und Lernen auch wirklich funktioniert.

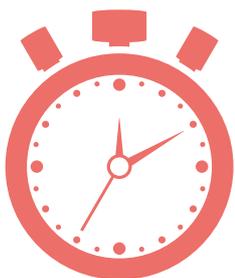
WAS LRZ-KOLLEG:INNEN LERNEN



33 % der Kurse werden abgeschlossen

WANN LRZ-MITARBEITENDE LERNEN

Lernminuten 2022 nach Wochentag



0 Mo / Mi / Fr - So

11.050 Dienstag

12.500 Donnerstag



WISSENSARBEITER DER IT

Ausbildung, Fachabitur, Studium: Johannes Halemba hat berufsbegleitend und mit Erfolg am Leibniz-Rechenzentrum seinen ganz persönlichen Bildungsweg eingeschlagen. 2022 endet dieser vorerst mit einem Master in Wirtschaftsinformatik.

„Ich war ein mittelmäßiger Schüler, nur Informatik machte mir Spaß“, gesteht Johannes Halemba, IT-Spezialist am Leibniz-Rechenzentrum (LRZ). Nach der Mittleren Reife startete er hier einen besonderen Bildungsweg: Absolviert eine Lehre zum Fachinformatiker Systemintegration, holt den Fachhochschulabschluss nach. Schreibt sich an der Hochschule München für Wirtschaftsinformatik ein. Legt hier 2022 seinen Master ab: acht Jahre fürs LRZ gearbeitet und dabei studiert. „Respekt“, sagt Kollege Winfried Raab, einer der Ausbilder und Leiter der Gruppe Infrastrukturbetrieb, Server und Dienste (ITS) am LRZ: „So ein Bildungsweg erfordert viel Disziplin.“

ÜBERSTUNDEN SAMMELN FÜR PRÜFUNGSPHASEN

Johannes Halemba selbst ist froh, dass sein Bildungsweg jetzt endet: „Ich weiß nicht, ob ich den Marathon weiterempfehlen würde“, sagt er. „Du hast wenig Ferien, kaum Wochenenden und das über Jahre hinweg. Aber ich wollte während des Studiums den Praxisbezug nicht verlieren, und nur studieren war auch keine Option.“ Die Fachoberschule in Freising und das Studium absolviert er als Teilzeitkraft am LRZ. In den Semesterferien aufgehäufte Überstunden kann er in Prüfungsphasen abbauen. Sich selbst beschreibt der Wissensarbeiter als analytisch und lösungsorientiert: Geht nicht, gibt's bei ihm nie. Kolleg:innen mögen seine zupackende Art: „Es ist seine

Offenheit und nicht der Überzeugungswille, mit der Johannes eine gute Atmosphäre in Gesprächen schafft“, sagt Ausbilder und Mentor Raab. „Mich beeindruckt er vor allem als Mensch. Zu seinen wertvollsten Eigenschaften zählen Aufrichtigkeit und Bodenständigkeit.“ Durch seine Neugier ist der IT-Spezialist breit aufgestellt: Während der Ausbildung durchlief Johannes fast alle Abteilungen des LRZ.

Server und Cloud Computing ziehen sich wie ein roter Faden durch sein Studium. Für die Bachelor-Arbeit geht Johannes der Frage nach, wie Server mit Hilfe von Virtualisierung besser ausgelastet werden können und der Strombedarf im Rechenzentrum sinkt. Am LRZ laufen auf gut 90 Rack-Servern rund 2500 virtuelle Server, weitere 2000 in der LRZ Compute Cloud. Diese Ausstattung wird zum Forschungsobjekt. Um Optimierungsmöglichkeiten zu veranschaulichen, visualisiert Johannes für die Bachelor-Arbeit Messwerte aus der Datenwolke und schafft nebenbei ein Monitoring-System. Ergebnis seiner Bachelor-Arbeit ist zudem ein Algorithmus, der virtuelle Server auf Computern effizient einrichtet.

ENERGIEEFFIZIENZ UND AUTOMATISIERUNG

Ums Cloud Computing dreht sich auch die Masterarbeit. Jetzt geht es um Effizienz beim Verwalten von Ressourcen. „Wenn ich einen Server einrichtete und dabei gestört wurde, habe ich mich immer gefragt, was ist jetzt eigentlich schon erledigt und was nicht“, umreißt der junge Wirtschaftsinformatiker ein Problem. Auf Basis frei verfügbarer Tools entwickelt er ein Verwaltungssystem für Server. „GitLab & Kubernetes – Integration einer GitOps Repository-Struktur auf Basis von CI/CD-Pipelines zur Bereitstellung containerisierter Anwendungen“, lautet der Titel: Mit der Software Kubernetes lässt sich Hardware verbinden, sie nimmt Software und Tools auf und verteilt sie auf Systeme. Für mehr Übersichtlichkeit verbindet Johannes Kubernetes mit GitLab, einer Datenbank, mit der sich Entwicklungsteams koordinieren. Bei der Verwaltung von Servern macht diese sichtbar, wann wer welche Software gelöscht, ergänzt, aktualisiert hat. In Kombination mit GitLab stellt Kubernetes sicher, dass Änderungen an der Struktur nach definierten Workflows erfolgen: Das wiederum nennen IT-Spezialist:innen „Continuous Integration“ und „Continuous Deployment“ oder kurz „CI/CD“. „Servercluster und Applikationen werden nicht mehr manuell konfiguriert, sondern aus GitLab heraus verwaltet“, fasst Johannes zusammen. „Am Anfang meiner Lehre habe ich Software manuell auf Server aufgespielt. Jetzt ist alles so weit automatisiert, dass du eine Infrastruktur in Code definierst, eine Taste drückst, 'nen Kaffee trinken gehst, und wenn du zurückkommst, ist alles fertig eingerichtet.“

Mit der Masterarbeit hat Johannes eine Blaupause für die Verwaltung eines Kubernetes-Clusters vorgelegt und damit die Grundlagen für einen neuen LRZ-Dienst geschaffen. Wie dieser in den Alltag kommt, beobachtet Johannes aber aus der Ferne: Johannes plant ein Sabbatical, hat am LRZ gekündigt: „Wenn ich anderen mit meiner Ausbildung einen Weg vorbereitet habe, auf dem sie ähnlich weit kommen können, dann wär' das toll.“





06

MENSCHEN

#WeAreLRZ: In Vielfalt geeint	98
Der Weichensteller des LRZ – ein Nachruf	100
Vielfalt macht zukunftsfähig	102
Jede:r kann ausgeschlossen werden	104
Ein Team, 16 Nationen	106
In tiefer Trauer	108

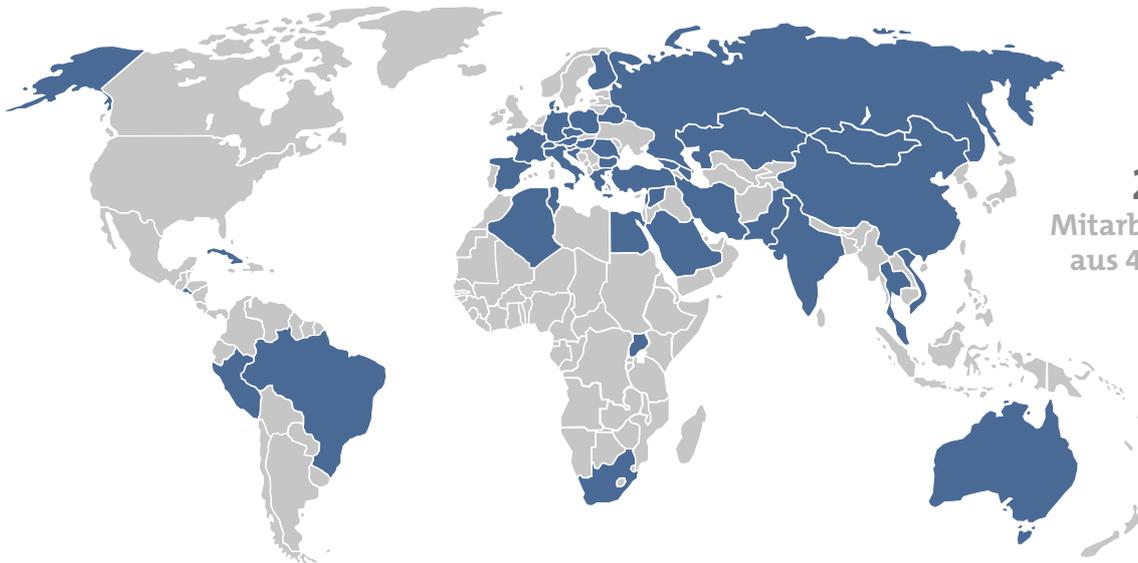


#WeAreLRZ

IN VIELFALT GEEINT

Das Motto der Europäischen Union inspiriert uns am LRZ: Die über 280 Mitarbeiter:innen kommen mittlerweile aus 42 Herkunftsländern. Allein in der neu gegründeten Abteilung Quantentechnologien und -Computing sind Kolleg:innen aus 16 verschiedene Nationen vertreten. Am LRZ sind wir uns sicher, dass Diversität ist ein Plus, wenn wir als Team gemeinsam Ziele erreichen möchten.

HIER KOMMEN UNSERE MITARBEITER:INNEN HER



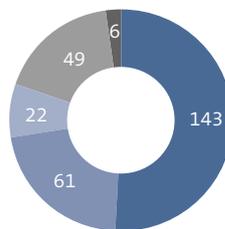
281
Mitarbeiter:innen
aus 42 Ländern

Wir möchten ein Bewusstsein für
Andersartigkeit schaffen und Chancen
aufzeigen, die daraus entstehen.

Severine Müller,
Diversity Team am LRZ



MITARBEITER:INNEN IN ZAHLEN



- Wissenschaftl. Mitarbeiter:innen
- Technische Mitarbeiter:innen
- Verwaltungsangestellte
- Student./Wissenschaftl. Hilfskräfte
- Auszubildende

ZU- UND ABGÄNGE



Zugänge 63
Abgänge 43

DER WEICHENSTELLER DES LRZ – EIN NACHRUF



Er war einer der ersten Mitarbeiter des Leibniz-Rechenzentrums, der erste Direktor und programmierte den ersten Großrechner:

Prof. Dr. Gerhard Seegmüller prägte das LRZ auf seine Weise und stellte wichtige Weichen für dessen Wachstum und Entwicklung.

Ein Leben fürs Computing: Prof. Dr. Gerhard Seegmüller gehörte zu den ersten Mitarbeitenden des Rechenzentrums und wurde 1970 – nach einer Zwischenstation bei IBM in Poughkeepsie (USA) und Böblingen – an das Institut für Informatik der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) berufen und nebenbei zum Leiter des LRZ bestellt: „Die Ära Seegmüller“, schreibt sein Nachfolger Prof. Dr. Heinz-Gerd Hegering, in der LRZ Chronik, „war geprägt durch einen erheblichen systemtechnischen Ausbau des LRZ auf der Basis von systematischen Maschinenentwicklungsplänen, den Aufbau eines Fernzugriffsnetzes mit Außenstationen, den Einbezug der damals aufkommenden Personal Computer in die Versorgungsstruktur und eine Verstärkung der Forschungsaktivitäten am LRZ.“

INNOVATIVER FORSCHER UND DISZIPLINierter ORGANISATOR

Geht es um den Start des LRZ, fallen meist die Namen des Ingenieurs Hans Jakob Piloty sowie der Mathematiker Robert Sauer und Friedrich L. Bauer. Sie konstruierten mit der Programmgesteuerte Elektronische Rechenanlage München (PERM) den ersten Rechner Deutschlands und gründeten 1962 an der Bayerischen Akademie der Wissenschaften die „Kommission für elektronisches Rechnen“ und damit das LRZ. Doch es war Seegmüller, der dem Rechenzentrum ab 1970 institutionelle Struktur gab und die Neuerungen der Technik zur Dienstleistung für die Forschung machte.

Der Mathematiker, der bei Prof. Dr. Friedrich L. Bauer und an der Technischen Universität München (TUM) promoviert hatte, startete seine Laufbahn 1963 am LRZ. Dort programmierte er die TR4 von Telefunken, die erste Rechenanlage. Auf Seegmüller ginge, so ist es in der Festschrift „40 Jahre Informatik in München“ zu lesen, die Bezeichnung „Betriebssystem“ zurück. „In den 1970er Jahren entwickelten sich neuere Rechner Typen, außerdem wurde Kommunikation zwischen Computern ermöglicht, und nicht zuletzt entstanden die ersten Personal Computer“, erzählt Hegering, später selbst Leiter des LRZ. Mit diesen Zutaten wurde 1977 ein Kommunikationsnetz und Vorläufer des Münchner Wissenschaftsnetzes gebaut. Das LRZ wird regionaler Dienstleister, der bayerische Universitäten bedient, auch wenn die Übertragung von Daten oft Wochen brauchte.

VISIONÄR UND HARTNÄCKIGER STREITER

Bis 1982 stieg am LRZ der Bedarf an Rechenleistung alle sieben Jahre um das Achtfache. Die Computer in der Barer Straße sind ständig überlastet. Und so entwickelt Seegmüller einen Plan: Das LRZ soll Hochleistungs-Rechenzentrum werden, seine Kapazitäten bis 1988 auf das Fünffache steigen. „Das war damals die größte Beschaffungsmaßnahme für Computertechnologie im Hochschulbereich“, berichtet Hegering. „Unterschiedliche Teilkomponenten wurden zu einem Gesamtsystem geplant, auch das war neu. Und das Ganze kostete viele Millionen, die mussten wir erstmal von der Politik bekommen.“

Hegering erinnert seinen früheren Chef als diszipliniert und strukturiert, fast streng. Neuem gegenüber zeigt sich der LRZ-Leiter aufgeschlossen, und im Privaten erweist er sich als eigenwilliger, aber angenehmer Gesprächspartner und Genießer. „Kurz nachdem ich beim LRZ angefangen hatte, wurde Seegmüller dort Leiter des Direktoriums“, erzählt Hegering. „Zusammen mit einem Kollegen gehörte ich zu den Probe-Hörern seiner Vorlesungen, es gab damals noch keine Begriffe für IT-Technik.“ Seegmüller übergibt seinem Nachfolger 1988 die LRZ-Führung, wechselt als Leiter zur Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung in Sankt Augustin. 1991 kommt der Mathematiker und Informatiker zurück an die LMU, wird Beirat des LRZ und begleitet dessen Geschicke noch bis 1996. Nach einem erkenntnisreichen Leben starb Seegmüller Ende April 2022 in Düsseldorf. Wir sagen leise Servus zu diesem IT-Pionier, der die Weichen stellte für die Erfolgsgeschichte des LRZ.



VIELFALT MACHT ZUKUNFTSFÄHIG

DIVERSITY ZUM NACHLESEN

Das LRZ hat vor vielen Jahren die Charta der Vielfalt gezeichnet und sich damit verpflichtet, eine Kultur zu pflegen, die auf gegenseitige Rücksicht und Wertschätzung setzt.

<https://www.charta-der-vielfalt.de/>

Die Europäische Union setzt ebenfalls auf Vielfalt und will unter anderem dazu Gender Equality in Technik-, Forschungs- und Innovationsbereichen durchsetzen. Das wirkt auch auf Forschungsprojekte: Organisationen, die Fördermittel beantragen und sich an Projekten beteiligen, müssen einen Gender Equality Plan vorweisen und darin darlegen, was sie für ein ausgewogenes Verhältnis von Frauen und Männern im Team tun.

<https://tiny.badw.de/rja2ru>



Möglichst viele Spezialist:innen ans LRZ ziehen und eine weltoffene Arbeitskultur pflegen: Das Diversity-Team des Leibniz-Rechenzentrums lernte in einem Workshop Ideen und Strategien zur Sensibilisierung von Kolleg:innen kennen.

Gendern trifft auf gemischte Gefühle: Die einen sehen in Sternchen, Binnen-I oder Doppelpunkten eine Verunstaltung der Sprache und finden die Sprechpause zwischen Männlichkeits- und Weiblichkeitsform missverständlich. Andere wiederum wollen mit der Alternative zur generischen Männlichkeitsform gendersensibel sprechen und so mehr Menschen ansprechen: „Es tut doch nicht weh zu gendern“, sagt Anita Schuffert vom PR-Team des Leibniz-Rechenzentrums (LRZ). „Am Anfang ist es ungewohnt, aber je mehr man sich daran gewöhnt, desto einfacher wird es. Der Gewinn ist die Mühe wert: nämlich Inklusion durch Sprache.“ Wer gehört werden will, sollte auch dafür sorgen, dass Botschaften beim gegenüber wahrgenommen werden und ankommen.

Das Gendern gehört zu den Maßnahmen, mit denen das LRZ Offenheit für Diversity zeigt: Das Rechenzentrum beschäftigt inzwischen Menschen aus 46 Nationen, darunter Junge, Ältere, Leute mit verschiedenen Haltungen, Religionen, Handicaps, Herkünften: „Unsere Welt und Technik wird immer komplexer, wir brauchen unterschiedliche Herangehensweisen und Erfahrungen, um weiterhin erfolgreich IT-Dienste zu entwickeln und anzubieten“, begründet Sabine Osorio, Personalleiterin am LRZ und Mitglied des Diversity-Teams, das Engagement. „Als Unternehmen fällt es uns leichter, IT-Spezialist:innen und Mitarbeitende für uns zu gewinnen, wenn wir viele Zielgruppen ansprechen und offen sind für Unterschiede.“ Um im LRZ das Thema Vielfalt zu verankern, organisierte das Diversity-Team 2022 einen Workshop. „Ich wollte einen Fahrplan an die Hand bekommen, wie das Thema Vielfalt präsenter im Haus werden kann, das wurde erreicht“, sagt Chris Moser aus dem LRZ-Web- und Diversity-Team. „Als Organisation haben wir auch einen



Bildungsauftrag, für viele Fragen im Umgang mit Anderen fehlt noch Bewusstsein und vielen Gruppierungen Sichtbarkeit.“

PERSÖNLICHKEIT HAT VIELE DIMENSIONEN

18 LRZ-Kolleg:innen informierten sich im virtuellen Workshop der Münchner Beratung Perls Anderson über die Vorteile und Herausforderungen von Diversity. Dabei standen Begrifflichkeiten und grundlegende Informationen, Unternehmensstrategien, auch die Situation auf dem Arbeitsmarkt auf dem Programm oder Dimensionen, in denen Persönlichkeit zum Ausdruck kommt – und die von Menschen meist unbewusst bewertet werden: „Wir sollten bei der Arbeit so sein können wie wir sind“, sagt Schuffert. „Ich war überrascht, wie viele Ansätze es für Diskriminierung geben kann – Funktion und Position im Unternehmen, Erfahrungen, Alter, Werte, Geschlecht. Wir sehen uns die meisten Unterschiede ja nicht an, aber mit unbedachten Bemerkungen oder Verhaltensweisen schließen wir andere schnell aus.“ Unbewusste Urteile führen aber dazu, dass etwa Frauen und junge Leute von Aufgaben ausgegrenzt oder manchen Senior:innen und Nationalitäten innovative Technologien nicht zugebraut werden. „Ich hatte mich vor dem Workshop als offenen Menschen bezeichnet“, so Schuffert. „Aber die vielen Dimensionen von Vielfalt haben mich nochmals sensibilisiert. Ich bin wachsamer geworden für feine Unterschiede und andere Blickwinkel.“

Zur Sprache kamen außerdem Strukturen und Strategien, die Diskriminierung vermeiden helfen: „Es gibt kein generelles Rezept für Diversity, das Thema ist so vielfältig in uns selbst und auch in Organisationen verankert“, meint Moser. „Wichtig ist, dass wir es immer wieder ansprechen, damit Bewusstsein schaffen und Solidarität motivieren, so dass diskriminieren-

den Äußerungen sofort widersprochen werden.“ Informationen auf allen Kanälen könnten Kolleg:innen zur Selbstreflexion anregen. Damit zeigt das LRZ auch nach außen eine weltoffene, forschend-neugierige Arbeitskultur. Diskussionsrunden und Seminare für Führungskräfte könnten das Thema Diversity tiefer ins LRZ tragen. Moser gefielen auch Aktionen wie der Privilege Walk: „Das ist eine spielerische Art, sich mit Hilfe von Statements mit Privilegien und Hemmnissen auseinanderzusetzen.“ Das Diversity-Team gewann jedenfalls viele Ideen, für Vielfalt im LRZ zu sensibilisieren.



STERNE, PUNKTE, STRICHE – VOM GENDERN

Es gibt kein Richtig oder Falsch beim Gendern, aber einige Verfahren:

- Durch das Gerundium wird eine Bezeichnung neutral: Mitarbeitende
- Die Paarform Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen schließt non-binäre Identitäten aus
- Sternchen, Unterstrich oder großes Binnen-I weisen auf Weiblichkeitsform und weitere Geschlechtsidentitäten hin: Mitarbeiter*innen
- Auch der Doppelpunkt schließt alle Geschlechtsidentitäten ein: Kolleg:innen

Wenn der Text online vorgelesen wird, signalisiert der Doppelpunkt zudem, wo das Sprachverarbeitungsprogramm die Pause einzulegen hat.



Severine Müller

**JEDE:R KANN
AUSGESCHLOSSEN
WERDEN**



2020 formierte sich am Leibniz-Rechenzentrum eine abteilungsübergreifende Arbeitsgruppe, die Diversity noch stärker in der Organisation verankern will. Ein Interview mit Severine Müller über Unterschiede und Einzigartigkeit.

Warum gibt's ein Diversity-Team am Leibniz-Rechenzentrum (LRZ)?

Severine Müller: Schon länger hat sich eine lose Gruppe von Kolleg:innen immer wieder mit Diversity-Themen beschäftigt und persönlich für Aktionen wie den Girl's Day stark gemacht oder Themen wie Gender Equality und Internationalität am LRZ diskutiert. 2020 gewann das Thema Fahrt. Als Förderkriterium von Forschungsprojekten wurde von teilnehmenden Institutionen ein Gender Equality Plan vorausgesetzt, der auf die Förderung von Wissenschaftlerinnen und entsprechende Maßnahmen abzielte. Gleichzeitig wurde das Gendern im Öffentlichen Dienst diskutiert, das im gleichen Jahr am LRZ eingeführt wurde. Und so haben wir die Gruppe als Diversity-Team institutionalisiert.

Wie setzt es sich zusammen?

Müller: Zum Diversity-Team gehören etwa 18 Personen, die sich teils aus eigener Betroffenheit, teils aus Interesse und Solidarität freiwillig engagieren. Anderswo ist Diversity auch wegen der Gender-Fragen oft Frauensache, das ist bei uns nicht so. Aus Geschlechtersicht sind wir ziemlich paritätisch aufgestellt, dazu kommen Kolleg:innen aus verschiedenen Nationen und Kulturkreisen, ältere und junge Mitarbeitende, natürlich sind viele Bereiche des LRZ vertreten – wir sind ein bunter Haufen und haben bewusst beschlossen, dass keine:r den Hut aufhat, dass wir uns offen und flexibel organisieren. Das funktioniert sehr gut.

Wie häufig trifft sich das Diversity-Team und welche Ziele hat es sich gesteckt?

Müller: Einmal im Monat setzen wir uns zusammen, werden Aktionen, Präsentationen oder Veranstaltungen geplant auch öfter. Grundsätzlich möchten wir das Thema Diversity im LRZ zukünftig stärker verankern – auch im Austausch mit dem Personalrat und der Bayerischen Akademie der Wissenschaften sowie deren Institute, etwa dem Walther-Meißner-Institut oder dem Bayerischen Forschungsinstitut für Digitale Transformation, BIDT. Wir möchten ein Bewusstsein für Andersartigkeit schaffen und Chancen aufzeigen,

die durch Vielfalt persönlich und für das LRZ entstehen. Diversity – das sind nicht nur Frauenthemen, sondern berührt Fragen der Inklusion, des Alters, kultureller Herkunft und Ethik. Im Grunde kann doch jede:r wegen irgendeines Merkmales ausgeschlossen und diskriminiert werden. Oder anders gesagt – jede:r ist einzigartig, anders. Vielfalt anzuerkennen, Anderssein als Ergänzung eigener Erfahrungen und Kenntnisse zu sehen, das ist die Herausforderung. Am LRZ soll sich niemand ausgeschlossen fühlen, wir wollen Vielfalt nutzen und darauf aufbauen.

Können Sie in der Organisation etwas bewirken?

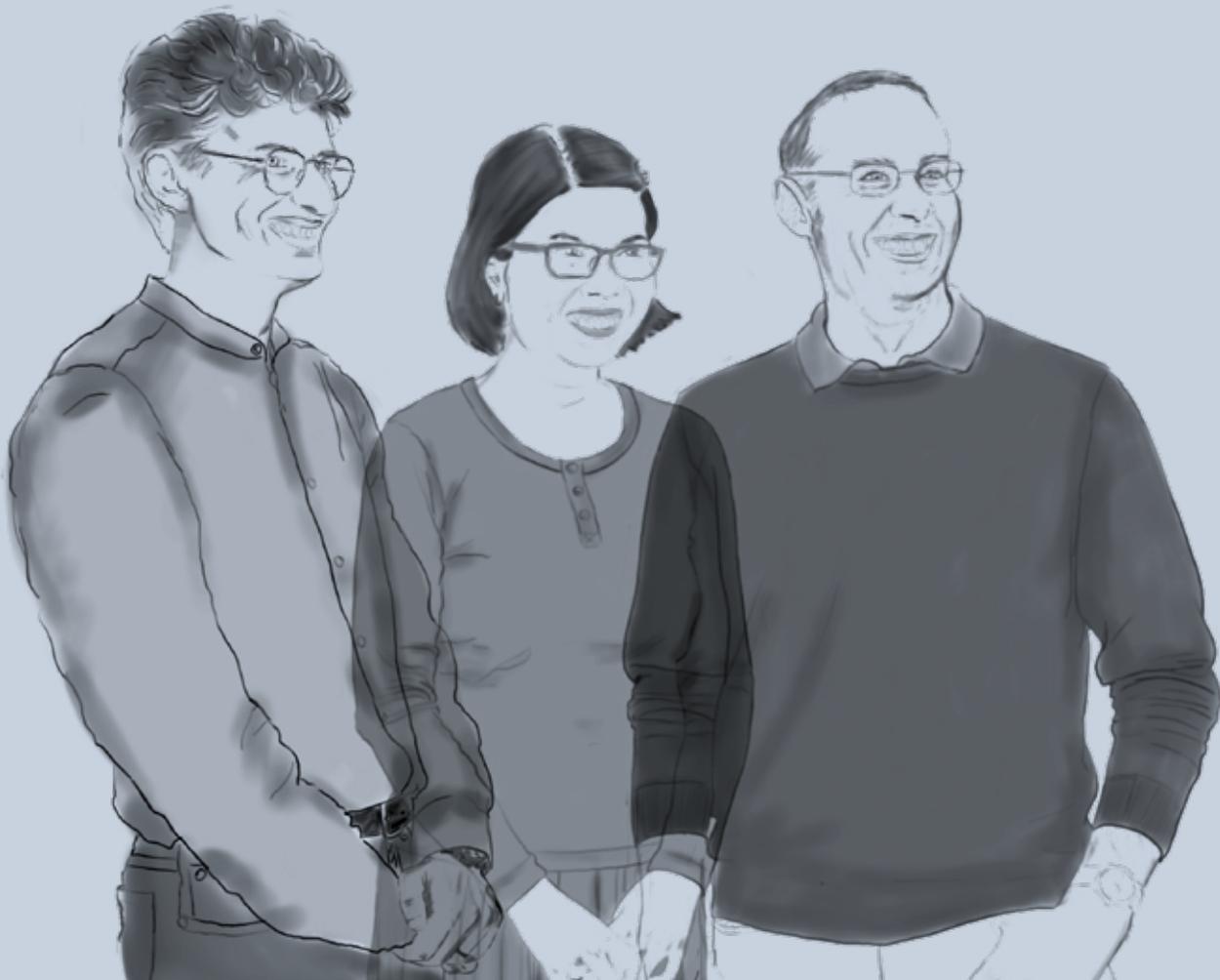
Müller: Den meisten Kolleg:innen ist das Thema sehr wichtig, es gibt bis jetzt kein negatives Feedback, auch wenn das Gendern hier durchaus kritisch diskutiert wird. Noch gab es keinen konkreten Fall, Vorurteile und Diskriminierung kann jede:n treffen, dagegen arbeiten wir präventiv an. Natürlich bewegen wir etwas im LRZ – dass es überhaupt ein Diversity-Team gibt, wird positiv gesehen. Wir sind mit der Leitungsrunde im Gespräch und platzieren dort Handlungsbedarf. Wir haben den Diversity-Workshop und zur 60-Jahre-Geburtstagsfeier ein Diversity-Quiz organisiert. Jetzt planen wir Kaffeegespräche und weitere Aktionen, um das Bewusstsein für Vielfalt wach zu halten und Mitarbeitende anzuregen, Unterschiede zu erkennen und eigenes Verhalten zu reflektieren. Außerdem tauschen wir uns mit der BAoW und unseren Schwester-Instituten aus.

Ist das Diversity-Team auch Anlaufstelle für Betroffene von Ausschluss und Diskriminierung?

Müller: Nein, das können wir nicht leisten. Wer sich ausgeschlossen und ungerecht behandelt fühlt, sollte zuerst Vorgesetzte darauf hinweisen oder den Personalrat einschalten. Eines der Ziele des Diversity-Teams ist allerdings die Einrichtung einer externen, neutralen Anlaufstelle für Diskriminierung, indem wir etwa die Adressen verschiedener Anlaufstellen sammeln und diese Kontakte Mitarbeitenden zur Verfügung stellen.

EIN TEAM, 16 NATIONEN

Diversität als spannende Herausforderung fürs Team: Die Q-Crew am LRZ bringt Menschen aus 16 Ländern zusammen. Gemeinsam arbeiten sie an der Integration vom Quanten- ins Supercomputing.



Teamtage der Q-Crew des Leibniz-Rechenzentrums (LRZ): Vorträge stehen auf dem Programm. Die Kolleg:innen sprechen einmal nicht über Quantencomputing, sondern über Reisen und Hobbys. Umgangssprache ist Englisch, aber hier klingt das bunt, international. Diverse Akzente – aus dem Indischen, Italienischem, Chinesischen, Nigerianischen, Mexikanischen und Deutschen – mischen sich: "Diese sprachlichen Eigenheiten führen manchmal zu Verständigungsproblemen", berichtet Trang Huynh. "Aber sie sind kein Hindernis für die Zusammenarbeit. Ich bitte meine Kolleg:innen einfach, es noch einmal zu erklären, und meine Fragen werden beantwortet."

VIelfÄLTIGE ERFAHRUNGEN UND KENNNTNISSE

Kein Team am LRZ steht so sehr für Vielfalt wie die Q-Crew. Sie ist die jüngste Abteilung am LRZ und arbeitet an der Integration von Quanten- ins High-Performance Computing (HPC) sowie an einem Software-Stack für hybrides Rechnen. 2022, ein Jahr nach Einweihung des Quanten Integration Centres (QIC) gestartet, arbeiten hier 25 Mitarbeitende und 5 Studierende aus 16 Nationen. Die wenigsten verständigen sich in ihrer Muttersprache. Neben Informatiker:innen und Quantenphysiker:innen gehören Software- und Elektro-Ingenieur:innen, Naturwissenschaftler:innen sowie Projektmanager:innen zum Team. Nachfragen und voneinander lernen gehört im Bereich quanten-gestütztes Supercomputing zum Alltag: "Es dauert länger, wenn ich mit eine:r Quantenphysiker:in spreche, von deren/dessen Arbeit ich als Front-End-Entwicklerin nicht viel verstehe", sagt Huynh, die in Ho-Chi-Minh-Stadt Software-Engineering studierte und nun am Aufbau eines Benutzerzugangsportals mitarbeitet. "Jeder ist Profi auf seinem Gebiet, arbeiten Kolleg:innen mit unterschiedlichem Wissen zusammen, müssen wir Fachbegriffe erklären, damit Ideen wachsen und die Arbeit erledigt wird." Geduld und Zuhören können sind in der Q-Crew wesentlich: "Gegenseitiger Respekt ist ein Muss", ergänzt Stefan Huber. Der Voraraberger, Mathematiker und Physiker organisiert den Zugang zu den Quanten-Simulatoren und arbeitet an Zugangsmodellen zu unterschiedlichen Ressourcen.

SPIELEND ZU VERTRAUEN UND TEAMKULTUR

Laura Schulz, Amerikanerin und Leiterin der Q-Crew, fördert den Zusammenhalt im Team und stärkt Soft Skills: Präsentationen zu zufälligen Themen üben das Vortragen, das Team gibt Feedback zu Stil und Timing und trainiert damit konstruktive Kritik. Werden Türme aus ungekochten Spaghetti oder Marshmallows gebaut oder wird gepuzzelt, geht es auch ums Verhandeln, um Abmachungen und Organisation. "Wir legen Wert auf eine hilfsbereite, ergebnisorientierte und fröhliche Teamkultur, in der alle wachsen", sagt Schulz. "Das schafft Sicherheit in einem multidisziplinären Bereich mit vielen Unbekannten. Die Q-Crew spiegelt die Entwicklung für das hybride HPC-QC wider, wir stellen neuen Nutzer:innen brauchbare Ressourcen bereit und entwickeln neue Services. Vielfalt ist dabei eine Superkraft". Die spielerischen Aktionen wirken. Unterschiede kommen nur zur Sprache, wenn es ums Essen geht. Burak Mete, der sich als Doktorand mit maschinellem Quantenlernen beschäftigt, isst nach türkischer Art Nudelragout mit Joghurt. Für Luigi Iapichino, Leiter der Arbeitsgruppe Anwendungen und Beratung, kaum denkbar: "Das spottete er spielerisch, ist für einen Italiener inakzeptabel".

Das Quantenteam wächst. Ende 2022 war das LRZ an 11 Forschungsprojekten beteiligt, weitere sind in Vorbereitung. In Planung ist auch die Anschaffung weiterer Quantencomputer. Um Fachkräfte zu gewinnen, internationalisierte das LRZ das Recruiting und nahm erstmals an der Jobmesse der SC22 teil, der größten Konferenz für Supercomputing in den USA. Bald dürften mehr Nationalitäten in der Q-Crew vertreten sein: "Wachsen Teams, könnte die Stimmung im Team unpersönlicher werden", sagt Huynh. "Möglicherweise wächst dann die Gefahr interkultureller Konflikte, aber Kommunikation ist alles. Tauchen Probleme auf, werden wir sie gemeinsam lösen." Nufail Farooqi, promovierter Informatiker, der Software entwickelt, stimmt dem zu: "Das Wichtigste für ein Team ist ein gemeinsames Ziel und eine offene Kommunikation, um es zu erreichen." Bei der Integration vom Quanten- ins Supercomputing kommt es nicht darauf an, woher Kolleg:innen kommen, sondern, wohin sie gehen.



Jan Schulze

IN TIEFER TRAUER

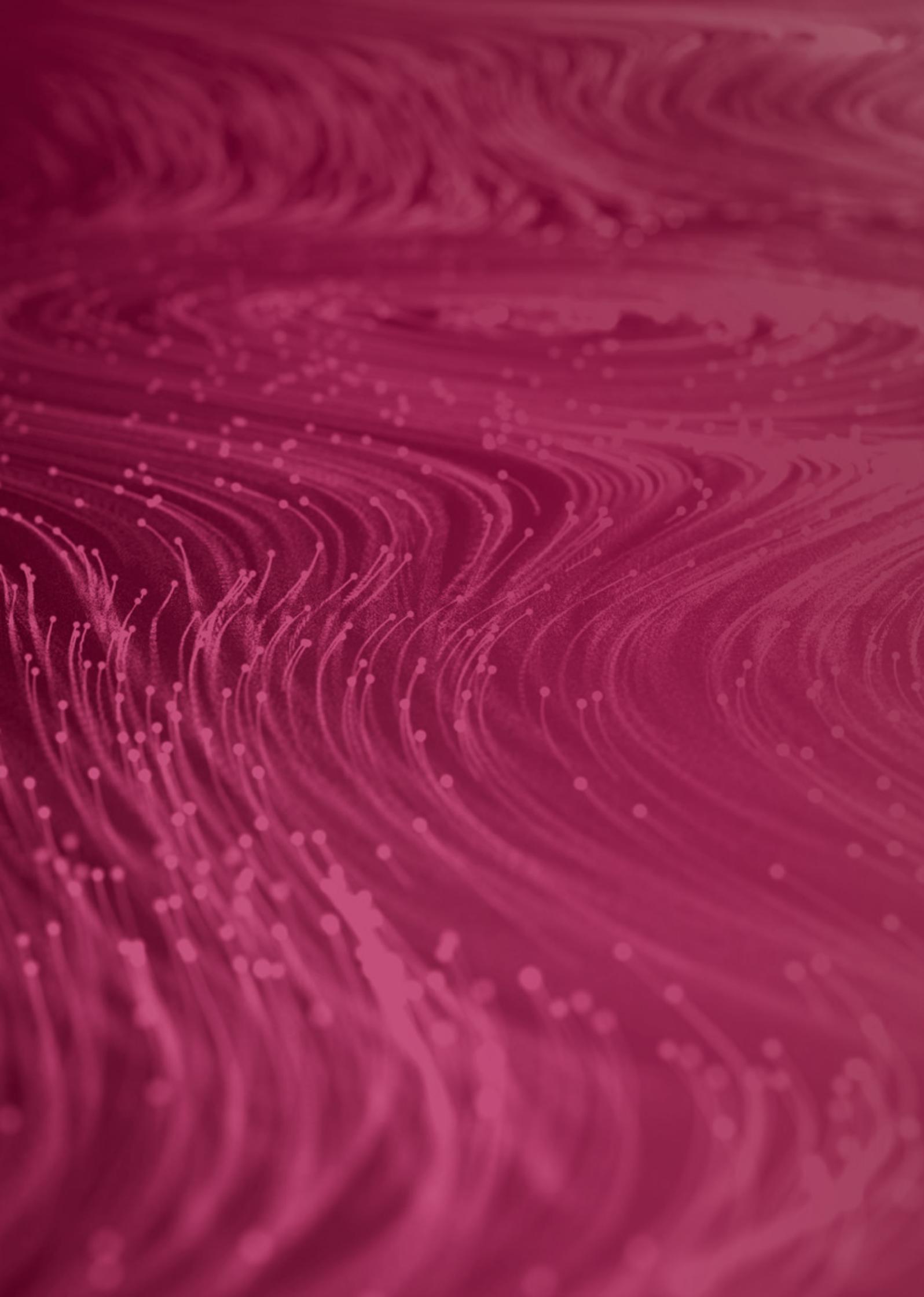
Geht nicht, gab's bei ihm nicht:
Jan Schulze war neugierig, lösungs-
orientiert, begeisterungsfähig.
Und Schwabe – als solcher liebte
er das Leben und den Genuss.
Wir vermissen ihn sehr.

Mittagessen mit Jan: Er liebte Salat in allen Variationen und konnte mitreißend Schaltungen und Schnittstellen oder den tieferen Sinn von Comics erklären. Ein sympathischer Kollege, kritisch, neugierig, vielseitig, witzig. Zu den meisten Themen wusste er spannende oder lustige Details, andernfalls hörte er zu: konzentriert, interessiert, zugewandt. Am Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) organisierte Jan seit 2020 die Kommunikation von Drittmittelprojekten und schrieb für Newsletter und Website über Supercomputing, IT-Technik und Services. Forschung und Fachwissen formulierte er gut verständlich, mit leichter Hand und mit Herz. Kein Recherche-Gespräch mit Kolleg:innen oder Forschenden, von dem er nicht begeistert zurückkam. Jan liebte seinen Beruf, und er arbeitete gern, vor allem strukturiert: Die Fakten zu Projekten wie Deep oder Regale hatte er mit bewundernswert ordentlicher Schrift in einer Kladde gesammelt, mit Farben strukturiert. Daraus schöpfte er die Informationen und Ideen für Proposals, Social Media-Kampagnen, Öffentlichkeitsarbeit. Der Rest war Wissen und Erfahrung.

Von beidem hatte er reichlich gesammelt: Nach dem Studium der Germanistik und Anglistik in Stuttgart startete Jan 1999 seine Laufbahn bei Computer- und IT-Zeitschriften, lernte dort das Handwerk, das er ab 2002 in seine Mediaberatung und PR-Agentur sayIT und zuletzt ins LRZ einbrachte. Wir haben von seinen Ideen und Erfahrungen profitiert – und tun es noch heute.

Neben Technik und IT interessierte sich Jan für die Musik, und oft verband der leidenschaftliche Schlagzeug- und Gitarre-Spieler beides. Geht nicht, gab's bei Jan nie: Dass im ersten Pandemiejahr bei der virtuellen Weihnachtsfeier der LRZ-Chor harmonisch seine Stimme erhob, war Jans Verdienst. Mit Engelsgeduld mischte er digital Stimmen und Instrumente, weil gemeinsames Singen mit Videokonferenz-Programmen wegen der Latenzen nicht funktionierte. Das PR-Team bereicherte er mit pragmatischen Strategien, zuweilen mit schrägen Ideen, außerdem mit diversen Planungs- und Podcast-Tools. Wissenschaftler:innen selbst reden zu lassen, statt über sie zu schreiben – daran hatte er zuletzt mit viel Herzblut gearbeitet.

Wir vermissen einen Kollegen und einen Menschen, der liebevoll über seine Patchworkfamilie und sehr gelassen über Erziehung sprach. Der sich selbst nie wichtig nahm. Der von den schwäbischen Reben seiner Eltern erzählte und nicht nur von Wein oder Salaten schwärmte. Der mit der Heimat im Herzen die Welt und das Leben umarmte: Jan, du bleibst in unseren Herzen. Für immer.



07

KOOPERATIONEN

Unsere Partner weltweit	112
LRZ-Beirat: Beratung aus der Wissenschaft	114
Im Verein Zukunftstechnologien etablieren	116
Die Digitalisierung der TUM vorantreiben	120
Ein Verein für Supercomputing-Zentren	122
Im Verbund sicherer	124

UNSERE PARTNER WELTWEIT



~ 50

KOOPERATIONEN
WELTWEIT



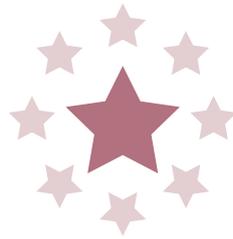
MÜNCHEN

- Digital Humanities München (dhmuc)
- Helmholtz Artificial Intelligence Cooperation Unit (HAICU)
- Hochschule München (HM)
- Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)
- Munich Center for Machine Learning (MCML)
- Munich Center for Quantum Science and Technology (MCQST)
- Munich Network Management Team (MNM)
- Munich Quantum Valles (MQV)
- Munich School of Data Science (MUDS)
- Technische Universität München (TUM)
- Universität der Bundeswehr München (UniBW)



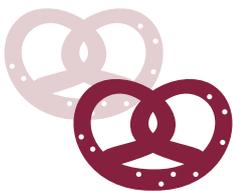
INTERNATIONAL

- Argonne National Laboratory (ARGONNE), USA
- Lawrence Berkeley National Laboratory (LBL), USA
- Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL), USA
- National Energy Research Scientific Computing Center (NERSC), USA
- Oak Ridge National Laboratory (ORNL), USA



EUROPA

- Barcelona Supercomputing Center (BSC), Spanien
- CSC IT Center for Science, Finnland
- GÉANT
- Hartree Centre Science & Technology Facilities Council (STFC), UK
- Irish Centre for High-End Computing (ICHEC), Irland
- IT4Innovations (National Supercomputing Center), Tschechien
- Open Search Foundation (OSF), Hauptsitz Deutschland
- Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE)
- Poznan Supercomputing and Networking Center (PSNC), Polen
- Technical University of Denmark (DTU), Dänemark
- VSC Technische Universität Wien, Österreich



BAYERN

- Bavarian Quantum Computing eXchange (BQCX)
- Bayerische Forschungsallianz (BayFOR)
- Bayerische Staatsbibliothek (BSB) und Bibliotheksverbund Bayern (BVB)
- Bayerisches Hochschulnetz (BHN)
- Julius-Maximilians-Universität Würzburg
- Kompetenznetzwerk für Technisch-Wissenschaftliches Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Bayern (KONWIHR)
- Rechenzentren Bayern
- Regionales Rechenzentrum Erlangen (RRZE) & Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)
- Technische Hochschule Deggendorf (THD)
- Universität Regensburg (UREG)
- Universität Augsburg und Hochschule Augsburg



NATIONAL

- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
- Gauss Centre for Supercomputing (GCS)
- Gauß-Allianz (GA)
- Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes (DFN-Verein)
- Zentren für Kommunikation und Informationsverarbeitung e.V. (ZKI)
- Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)

LRZ-BEIRAT: BERATUNG AUS DER WISSENSCHAFT

Zum 60. Geburtstag beschäftigte sich das Leibniz-Rechenzentrum auch mit seinen Gremien, etwa dem Beirat. Er kontrolliert und inspiriert – und bringt über persönliche Kontakte oft Forschungsprojekte ins Haus.

Aufsicht und Anregung – im Beirat des Leibniz-Rechenzentrums (LRZ) fließt beides zusammen. „Die Vertreter:innen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften nehmen eher allgemeine Aufsichtspflichten wahr, die anderen beaufsichtigen das Direktorium in Aspekten der Nutzung und rund um die Dienstleistungen“, erläutert Prof. Dr. Arndt Bode, LRZ-Beirat und bis 2017 Leiter des LRZ. Den LRZ-Beirat bilden 30 Professor:innen. Sie werden für fünf Jahre in das Gremium berufen oder gewählt. Vier Beirat:innen entsendet die Bayerische Akademie der Wissenschaften (BAW), jeweils fünf die Münchner Universitäten. Aktuell

vertritt Prof. Dr. Gerhard Wellein von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg die bayerischen Hochschulen. Daneben gehört der Leiter des LRZ-Direktoriums, Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller, dem Beirat an. Diese 16 Beirat:innen wählen weitere 10 Wissenschaftler:innen ins Gremium, das zurzeit vier Ehren-Beiräte komplettieren. „Die Computertechnik und damit der Betrieb von Rechnern entwickeln sich schnell weiter“, erklärt Beirat Prof. Dr. Martin Wirsing von der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU). „Das LRZ und sein Direktorium müssen im Dialog mit Forschenden und Lehrenden bleiben.“

DIE GESCHICHTE DES LRZ

1962: Mit der ersten Sitzung der Kommission für elektronisches Rechnen im März startet die Geschichte des LRZ

1964: Start des LRZ mit dem Großrechner Telefunken TR4

1985: Das LRZ wird ans EARN/Bitnet angeschlossen und bietet weltweite Email-Dienste.

1988: Das Bayerische Hochschulnetz (BHN) geht in Betrieb, das alle bayerischen Hochschulen verbindet und

1990 als Münchner (MWN) in das Deutschen Wissenschaftsnetz (DWN) integriert wird.

1995: Das erste verteilte Speichersystem ADSM wird aufgebaut.

1997: Das LRZ wird zum nationalen Supercomputing-Zentrum bestimmt und installiert dazu eine Hitachi SR8000-F1 als Höchstleistungsrechner Bayern (HLRB)

2006: Umzug nach Garching, im

Folgejahr wird das Gauss Centre for Supercomputing (GCS) vom LRZ mitbegründet

2012: Der SuperMUC ersetzt den HLRB II, gleichzeitig geht für den schnellsten Rechner Europas das Archiv- und Backupsystem in Betrieb.

2022: Am LRZ arbeitet der SuperMUC-NG, das LRZ feiert seinen 60. Geburtstag und beschäftigt 282 Mitarbeitende aus 36 Ländern.



UNTERSCHIEDLICHE GRUPPEN VERTRETEN

Im Beirat sind daher Professor:innen wie Ralf Ludwig (LMU), Hans-Peter Bunge (LMU), Hans-Joachim Bungartz (TUM) oder Daniel Rückert (TUM) zu finden, die sich mit datenintensiver Forschung oder mit wissenschaftlichem Rechnen beschäftigen und dafür die Rechner-Ressourcen des LRZ nutzen. Beiräte wie Wirsing oder Dr. Sigmund Stinzing, aktuell Vizepräsident der LMU, vertreten Dozent:innen und Personen, die die Digitalisierung vorantreiben und dazu IT-Services brauchen. Prof. Dr. Stefan Dech vom Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) repräsentiert einen Kooperationspartner, mit dem das LRZ die Hochleistungs-Plattform terrabyte zur Analyse von Satellitendaten aufbaut.

Der Beirat ist ein noch junges Gremium. „Er wurde nach einer Satzungsänderung 2016 eingeführt und ging aus der Kommission für Informatik hervor“, erzählt Dr. Heinz-Gerd Hegering, emeritierter Professor der LMU, einst Leiter des LRZ und sein Chronist. „Organisatorisch sollte damit das Direktorium von der Aufsicht getrennt werden.“ Der Beirat ersetzte die Kommission, die erstmals am 5. März 1962 tagte, das Direktorium bestellte und sich mehrfach umbenannte: In den Tagen des Großrechners TR4 von Telefunken trug sie das „elektronische Rechnen“ im Namen. 1975 war die „Informationsverarbeitung“ wichtiger. 15 Jahre später wird das LRZ zum Hochleistungszentrum, und die Kommission wählt den Beinamen „Informatik“. 2006 wird das LRZ Supercomputing-Zentrum, zehn Jahre später modernisiert es seine Organisation – und aus der Kommission für Informatik wird der Beirat.

Dieser hat ähnliche Funktionen wie der Aufsichtsrat einer Aktiengesellschaft. Mindestens einmal im Jahr

diskutieren Beirat und Direktorium über IT-Services, technische Entwicklungen, Projekte. Aus der Mitte des Beirats wird das Direktorat des LRZ berufen und – mit der BAdW – die Leitung bestellt. „Bisher fand der Beirat noch nie eine Entwicklung nicht vernünftig“, erinnert sich Bode. „Das liegt wahrscheinlich daran, dass er sehr nah an der realen Nutzung der technischen Ressourcen des LRZ dran ist.“ Außerdem sehen sich die Beirat:innen lieber als Ideengeber:innen. „Spannender ist es doch, Forschung zu unterstützen und ans LRZ zu ziehen“, sagt Wirsing. Seine Kontakte brachten das Projekt „Lernen mit digitalen Zeitzeugen“ (LediZ) ins Haus. Dafür werden Gespräche mit Überlebenden des Holocausts so digitalisiert, dass Hologramme vom (Über) Leben in der Nazizeit erzählen. „LediZ zeigt“, so Wirsing, „dass das LRZ nicht nur den Natur- und Lebens-, sondern auch den Geisteswissenschaften helfen kann.“

FACHAUSTAUSCH UND FORSCHUNGSINHALTE FÜRS LRZ

Neue Aufgaben konfrontieren das LRZ mit mehr Bedürfnissen. Das verändert den Beirat. „Die Services des LRZ wurden modifiziert, sein Dienstleistungskatalog erweitert, heute stehen Themen wie Future- und Quantencomputing auf der Agenda“, sagt Bode. „Forschung lebt von technischen Neuerungen, ein Beirat ist Bedingung, um anwendungsorientiert zu bleiben.“ Auch Wirsing schätzt den Dialog zwischen Nutzer:innen und Rechenzentrum: „In Zukunft werden wir uns stärker der Aufbereitung, Nutzung und Speicherung von Daten widmen“, sagt der Informatiker. „Algorithmen, maschinelles Lernen – das sind Themen, die nun Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften erreichen. Das wird das Spektrum des LRZ-Beirats ausdifferenzieren.“



IM VEREIN ZUKUNFTS-TECHNOLOGIEN ETABLIEREN

Das Leibniz-Rechenzentrum ist mit dem Walther-Meißner-Institut Teil des Munich Quantum Valley (MQV), einem Verbund aus Forschung und Unternehmen mit dem Ziel, die Zukunftstechnologie in den Alltag von Wissenschaft und Wirtschaft zu bringen.

Aus einer Initiative wird ein Verein: Ein Jahr nach der Absichtserklärung der Bayerischen Staatsregierung wurde im Januar 2022 das „Munich Quantum Valley“ (MQV) als eingetragener Verein formiert. Gründungsmitglieder sind die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, die Ludwig-Maximilians-Universität und die Technische Universität in München, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), die Fraunhofer- und die Max-Planck-Gesellschaft sowie die Bayerische Akademie der Wissenschaften (BAW). Ziel des MQV ist, die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in nützliche Produkte und marktreife Technik zu forcieren.

Durch intensive Kooperationen, Forschungsprojekte und vor allem Ausbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen sollen Bayern und München in den nächsten fünf Jahren zum attraktiven Standort für Quantencomputing und -Technologie werden, in der Isar-Metropole ist außerdem ein Technologiepark geplant. Das MQV wird mit 300 Millionen Euro aus Bayerns Hightech Agenda sowie aus Mitteln des Bundes finanziert. Mitglieder des MQV haben bereits Fördermittel des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in Höhe von 80 Millionen Euro eingeworben.

Quantencomputing ermöglicht völlig neue Arten der Forschung. Das ist die nächste Generation der Super-Rechner. Wir werden Bayern dabei zum internationalen Champion entwickeln. Im Munich Quantum Valley vernetzen wir unsere Besten der Wissenschaftsszene. Die besten Köpfe der Welt sollen in Bayern studieren und lehren. Mit der Hightech Agenda Plus investieren wir insgesamt 3,5 Mrd. Euro für 13.000 neue Studienplätze und 1000 Professuren. Denn Technik ist Zukunft.

Dr. Markus Söder,
Ministerpräsident Bayern



„Mit dem Munich Quantum Valley verfolgen wir ein ganz klares Ziel: Wir positionieren Bayern in der Forschung und beim Einsatz der Quantenwissenschaften und -technologien an der Spitze Europas. Bereits jetzt verfügen wir in der Region München über herausragende wissenschaftliche Kompetenzen im Bereich der Quantentechnologien. Diese bündeln wir zu einem leistungsfähigen Hightech-Ökosystem von Wissenschaft und Wirtschaft, das wir um die Expertise weiterer bayerischer Standorte ergänzen.“

Bernd Sibler,
Minister für Wissenschaft
und Kunst (bis Februar 2022)



QUANTENSERVICES FÜR DIE WISSENSCHAFT

„In den letzten Jahren hat sich München zu einem international sichtbaren Zentrum der Quantenforschung entwickelt“, sagt Prof. Dr. Thomas Höllmann, Präsident der BAdW. „Die Akademie ist stolz darauf, daran mitwirken zu können.“ Seitens der BAdW waren zwei Institute federführend bei der Einrichtung des MQV beteiligt, sie werden nun die Erforschung und Entwicklung von Quantencomputern vorantreiben: das WMI und das LRZ. Während das WMI weltweit zu den Vorreitern im Bereich der Quantenwissenschaften und -Technologien gehört und Pionierarbeit im Bereich der Quantenmikrowellen geleistet hat, arbeitet das LRZ daran, Forschung und Wissenschaft möglichst schnell Zugriff auf die Zukunftstechnologie zu bieten. Am Rechenzentrum sind bereits Quantensimulatoren verfügbar, außerdem sollen Quantensysteme in das Supercomputing integriert werden. Diese Aktivitäten bündelt das Rechenzentrum in seinem Quantum Integration Centre (QIC). „Dessen Strategie steht auf drei Säulen“, erklärt Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller, Leiter des LRZ. „Wir werden Forschenden Quanten-Services bieten, Anwender:innen beraten und ausbilden und als akademisches Rechenzentrum die Weiterentwicklung dieser Zukunftstechnologie begleiten, erforschen und mitgestalten.“

DIE PARTNER DES MQV

Neben Forschungseinrichtungen versammelt das MQV weitere Partner aus Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung.

- DATEV, Infineon, HighFinesse, IQM Quantum Computers, kiutra, MenloSystems, parityQC, planqc, qruise, Quantinuum, Quartiq, QUBIG, Reply, Toptica
- Freie Universität Berlin, Forschungsinstitut Cyberdefense Code, Universität Heidelberg, Forschungszentrum Jülich, Munich Center for Quantum Science and Technology, Universität Regensburg

DIE GRÜNDUNGSMITGLIEDER DES MQV



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Das DLR forscht mit seinen 55 Instituten in den Bereichen Luft- und Raumfahrt, Energie, Verkehr, Sicherheit und Digitalisierung. In das MQV bringt es die Expertise von 10.000 Mitarbeitenden sowie seine Quantencomputing-Initiative QCI ein. Diese konzentriert sich auf die Entwicklung von Software, Simulationen und Anwendungen, etwa zur Entwicklung neuer Materialien, neuer Batterietechnologien, sowie auf den Aufbau von Quantensystemen auf Basis von Festkörper-Spins, etwa Diamanten.



Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft widmet sich mit ihren 76 Instituten der angewandten Forschung, fokussiert dabei auf zukunftsrelevanten Schlüsseltechnologien und sorgt für den Technologietransfer in die Wirtschaft. Im MQV ist sie involviert in die Entwicklung des Munich Software Stacks, aber auch in Fragen der Steuerung und Sicherheit. Quantencomputer können aktuelle IT-Sicherheitsstrategien überwinden – innovative Lösungen sind gefragt.



Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)

An der FAU studieren mehr als 38.500 Studierende und sind neben 600 Professor:innen rund 14.500 Mitarbeitende beschäftigt. An der Schnittstelle von Physik und Elektrotechnik erforscht die FAU die Grundlagen fürs supraleitende Quantencomputing, außerdem Mikrowellenschaltungen für die Steuerelektronik der Zukunftstechnologie. Weiteres Forschungsfeld sind die Verschränkungen von Photonen, die Quantensensorik und -Bildgebung: Grundlagen für mehr Quantensysteme.



Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) der BAfW

Das LRZ arbeitet bereits daran, diverse Quantensysteme in seine Supercomputer zu integrieren und die Zukunftstechnologie auf diese Art bald für Forschung und Wissenschaft nutzbar zu machen. Weitere Projekte mit MQV-Partner:innen zielen auf die Entwicklung eines Munich Quantum Software Stacks und eine Programmier-Umgebung sowie weitere Quanten-Software. Das LRZ baut zudem einen Quantendemonstrator und einen europäischen Quantencomputer auf.



Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)

Die LMU gehört zu den Exzellenz-Universitäten Deutschlands und erforscht unter anderem Quantenphysik und Quantenmechanik. In die Aktivitäten des MQV sind insbesondere die Fakultäten Physik und Informatik involviert. Zusammen mit der TUM bietet die LMU den Studiengang Quantum Science & Quantum Technologies an. Hier wird zu den Themen Quantencomputer, -Kryptografie, -Sensorik, -Simulation -Materialien geforscht und nach innovativen Lösungen gesucht.



Max-Planck-Gesellschaft (MPG)

Die MPG betreibt Grundlagenforschung in den Natur-, den Lebens- sowie den Geisteswissenschaften an 86 Institutionen, sie hat 29 Nobelpreisträger:innen in ihren Reihen und beschäftigt rund 24.000 Mitarbeitende. Im MQV sind besonders die Institute für Quantenoptik, zur Physik des Lichts sowie das Halbleiterlabor aktiv, sie konzentrieren sich auf den Aufbau photonischer Quantensysteme sowie auf Steuerungsmöglichkeiten von Quantenbits.



Technische Universität München (TUM)

Die TUM gehört zu den Exzellenz-Universitäten Deutschlands. Entwicklungsarbeiten für das MQV sind Aufgaben der Lehrstühle Chemie, Elektro- und Informationstechnik, Mathematik, Physik, Informatik sowie des Walter Schottky-Instituts. Mit der LMU bietet die TUM den Studiengang Quantum Science & Quantum Technologies an. Hier wird nach Lösungen für Quantencomputer, -Sensorik und -Simulation gesucht.



Walter-Meißner-Institut (WMI) der BAfW

Das WMI erforscht die Physik tiefster Temperaturen, Supraleitung und Magnetismus, zudem Quantentechnologien. Mit Partner:innen aus dem MQV wird es einen Quantencomputer auf Basis supraleitender Quantenbits sowie Konzepte zur Kontrollierbarkeit von Quantenprozessoren entwickeln. Dazu baut das WMI bestehende Mess- und Fabrikationsinfrastrukturen auf. Beim Technologietransfer der WMI-Forschung in die Produktionsentwicklung unterstützen die TUM und das TUM Venture Lab Quantum.



Dr.
Alexander Braun

DIE DIGITALISIERUNG DER TUM VORANTREIBEN



Dr. Alexander Braun wurde bis Ende 2024 von der Technischen Universität München zum Chief Information Officer bestellt – für die Digitalisierung von Lehre und Forschung kooperiert er eng mit dem Leibniz-Rechenzentrum.



Der promovierte Bauingenieur Alexander Braun ist der Chief Information Officer (CIO) der Technischen Universität München (TUM) und ein echtes Münchener Kindl. Er studierte an der TUM, promovierte hier über die Digitalisierung im Bauwesen und forscht am Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation. Als CIO arbeitet er eng mit dem Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) zusammen – ein Interview über die CIO-Aufgaben und die Digitalisierung einer Universität.

Herzlichen Glückwunsch zu den neuen Aufgaben – was macht der CIO der TUM?

Dr. Alexander Braun: Vielen Dank! Als CIO sind meine Aufgaben vielfältig. Einerseits geht es darum, den Betrieb unserer IT-Infrastruktur, also Arbeitsplätze, Server, TUMonline, SAP und mehr sicherzustellen und für künftige Anforderungen zu skalieren und zu entwickeln. Darüber hinaus bin ich in Austausch mit unseren Schools und Fakultäten, um deren Bedarf für Lehre und Forschung sinnvoll zu berücksichtigen. Dies betrifft Hardware- und Softwareanforderungen. Meine größte Herausforderung ist es aktuell, die Digitalisierung der TUM und ihrer Verwaltung voranzutreiben. Dieser Punkt ist Teil der TUM AGENDA 2030 und für mich einer der wichtigsten Hebel, um die TUM als zukunftsfähige Hochschule voranzubringen.

Sie sind außerdem Senior Vice President, führen die Forschungsgruppe „Digital Twinning“ und verfolgen eigene Projekte: Wie kriegen Sie diese Aufgaben unter einen Hut?

Braun: Das alles funktioniert nicht ohne die großartige Unterstützung meiner Kolleg:innen, das IT-Servicezentrum treibt den Betrieb, Support sowie die Strategie mit voran. Das LRZ ist auch ein verlässlicher Partner für den Netzbetrieb und Services im Bereich Web, High-Performance Computing und mehr. Für Gremienarbeiten im Hochschulpräsidium steht mir der Präsidialstab zur Seite, ohne dessen Zuarbeit ich bei Sitzungen den Überblick verlieren würde. Meine Forschung betreibe ich weiter, das Thema Digitalisierung des Bauwesens ist spannend, daher investiere ich gerne zusätzlich Zeit.

Corona hat die Hochschulen zur Digitalisierung gezwungen: Was bleibt davon?

Braun: Es ist beeindruckend, wie schnell sich im Bereich Digitalisierung Möglichkeiten ergeben, wenn ein gewisser Zwang vorhanden ist. Das asynchrone und ortsunabhängige Abspielen von Vorlesungsinhalten wird

DIE TUM IN ZAHLEN

- Die technische Universität München bietet 181 Studiengänge an.
- Hier sind zurzeit 50.484 Studierende eingeschrieben.
- Die Universität beschäftigt 643 Professor:innen und 11.804 Angestellte an insgesamt 7 Standorten weltweit.
- 2022 erschienen 9676 Publikationen über Forschung, pro Jahr werden etwa 1000 Promotionen abgeschlossen.

aktiv von Studierenden eingefordert. Trotzdem war ich als Dozent glücklich, wieder im Hörsaal zu stehen. Ich gehe davon aus, dass wir künftig ein hybrides Modell erleben: klassische Vorlesungen mit Aufzeichnungen oder ganz digital, aber Seminare und Übungen in Präsenz.

Wo steht die Digitalisierung der TUM?

Braun: In vielen Bereichen gibt es gute Ansätze, als staatliche Einrichtung und historisch bedingt haben wir viele Prozesse, die analog gedacht sind. Daher haben wir hier einige Hausaufgaben, um die Verwaltung ins digitale Zeitalter zu heben. Auf Forschungsebene steht die TUM bereits sehr gut da.

Wie hilft Ihnen das LRZ dabei?

Braun: Wir nutzen vielfältige Services des LRZ intensiv. Seien es das Münchner Wissenschaftsnetz oder auch das High-Performance Computing. Die TUM ist sehr zufrieden mit den Diensten, und wir wollen diese Kooperation intensivieren. Dabei sind aktuell der Ausbau von Ressourcen mit Graphic Processing Units im Gespräch sowie von Speicherplatz für Forschungsdaten. Das verlässliche Hosting ist für uns als Nutzer ein wichtiger Aspekt, aber auch der nachhaltige und effiziente Betrieb wird immer wichtiger.

Haben Sie ein persönliches Vorhaben, das Sie als CIO voranbringen möchten?

Braun: Ich war an der TUM in vielen Positionen tätig. Daher kenne ich viele – aber immer noch nicht alle – Perspektiven auf die Prozesse der Universität. Mein Ziel ist, die Digitalisierung dieser Abläufe voranzubringen und dabei alle Kollegen mitzunehmen. Dabei möchte ich mir immer wieder Zeit nehmen und aktiv an der Programmierung neuer Lösungen mitwirken.

EIN VEREIN FÜR SUPERCOMPUTING- ZENTREN

**Das Leibniz-Rechenzentrum
beteiligt sich an der Inter-
national Association of
Supercomputing Centers,
dem internationalen Verbund
der öffentlich finanzierten
Hochleistungsrechenzentren.**

Die Technik von Hoch- und Höchstleistungsrechnern wird komplexer, die Kundschaft diverser: Um sich besser für die Zukunft zu rüsten, intensivieren vier internationale High-Performance Computing- oder HPC-Zentren, darunter das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ), die Zusammenarbeit und initiieren die International Association of Supercomputing Centers (IASC). Dieser Verbund konstituierte sich im Sommer 2022 während der International Supercomputing (ISC) in Hamburg. „Gemeinsam können wir mehr erreichen und voneinander lernen“, erklärt Laura Schulz, am LRZ verantwortlich für die strategische Ausrichtung sowie für den Bereich Quantencomputing und -Technologien. „Die Nutzer:innen profitieren von besseren Serviceleistungen, außerdem können wir gemeinsam neue Technologien erforschen und vorantreiben.“

EINE ORGANISATION FÜR DIE HPC-ZENTREN

Neben dem LRZ in Garching gehören das britische Hartree Centre in Daresbury, die US-amerikanischen Einrichtungen Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) in Kalifornien sowie das National Center for



Die Gründungsmitglieder
der IASC auf der Internationalen
Supercomputing Konferenz
in Hamburg

Supercomputing Applications (NCSA) in Illinois zu den Gründungsmitgliedern. Die IASC entstand auf Initiative von Dr. Wayne Miller, Direktor am LLNL. Er brachte im Vorfeld der ISC die Vertreter:innen der vier Rechenzentren zusammen: „Wir sprechen seither regelmäßig miteinander“, erzählt Schulz. „Interessant ist, was vier verschiedene Rechenzentren, die über den ganzen Globus verteilt sind, sich zu sagen haben. Wir verfolgen alle die gleichen Ziele wie Netto-Null CO₂-Emissionen oder zur Energieeffizienz, können jetzt aber Andere nach ihren Maßnahmen fragen.“

Das Quartett hofft auf die Teilnahme weiterer öffentlich finanzierter Rechenzentren, die sich für Forschung, Wissenschaft und die regionale Wirtschaft stark machen. „Weltweit gibt es etwa hundert solcher Supercomputing-Zentren“, erklärt Wayne Miller vom LLNL. „Diese Zentren werden mit Milliarden von Dollar finanziert, verfügen aber über keine Organisation, die Erfahrungsaustausch ermöglicht oder Kooperation fördert. Diese Lücke schließt die IASC.“ Schließlich verändert sich nicht nur das HPC durch spezialisierte Prozessoren- und Speichertechniken, die Rechenzentren stellen zudem ihrer Klientel immer mehr innovative Plattformen für Anwendungen der Künstlichen Intelligenz zur Verfügung oder bieten bereits Zugriff auf erste Quantencomputer.

Dabei sind viele Fragen offen: So suchen Rechenzentren nach Methoden, den Betrieb klimaneutral zu organisieren. Cloud-computing bringt wiederum neue Nutzerkreise an die Rechenzentren, und diese benötigt oft mehr Beratung sowie eingängigere IT-Services. Das Alles fordert Mitarbeitende, Management sowie Öffentlichkeitsarbeit sowie deren Aus- und Weiterbildung. „Das IASC ist eine hilfreiche Ergänzung für uns“, sagt Brendan McGinty, Direktor des NCSA in Illinois/USA. „Zusammen sind wir mehr als alle Teile – mehr Ressourcen, mehr Informationen, andere Perspektiven.“

DER KREIS ZIEHT KREISE

Das zieht auch andere Rechenzentren an, während der ISC in Hamburg verbuchte das IASC-Quartett reges Interesse: „Die meisten sind überrascht und wundern sich, dass es noch keine Vereinigung wie die IASC gibt“, berichtet Miller. „Wir haben bereits Anfragen von anderen Zentren erhalten, die mitmachen möchten.“ In den Diskussionen mit potenziellen Mitgliedern entstand bereits eine erste Agenda für den IASC-Verbund. Neben rein technischen und organisatorischen Herausforderungen wachsen auch geopolitische Fragen: Wie offen kann Wissenschaft und Forschung angesichts nationalistischer Entwicklungen weltweit bleiben? Und wo sollten die Supercomputing-Zentren weltweit sicherheitshalber Grenzen ziehen?



IASC

Lawrence Livermore National Lab (LLNL)

Das LLNL ist das älteste Gründungsmitglied der IASC. Gegründet 1952 in Livermore gehört es zur National Nuclear Security Administration, einer Behörde des US-amerikanischen Energieministeriums, und beschäftigt sich mit Technologien zur Energiegewinnung. Auf dem Gebiet Supercomputing und Lasertechnik gilt das LLNL als Pionier, hier arbeiten annähernd 8000 Menschen.

<https://www.llnl.gov/>

STFC Hartree Centre

Das Hartree Centre wurde 2012 zum Supercomputing-Zentrum und gehört zum britischen Science and Technology Facilities Council (STFC). Es befindet sich auf dem Wissenschafts- und Innovations-Campus Daresbury in Cheshire, erforscht in Kooperation mit Firmen Technologie und richtet seine Arbeit an den Bedürfnissen der Industrie aus. Der STFC beschäftigt 1934 Mitarbeitende.

<https://www.hartree.stfc.ac.uk/>

National Center for Supercomputing Applications (NCSA)

Wie das LRZ unterstützt das NCSA seit 1986 Wissenschaft und Forschung mit Supercomputing-Ressourcen sowie Beratung, außerdem bildet es Studierende in Digital-Techniken weiter. Das Rechenzentrum hat seinen Sitz auf dem Campus der Universität von Illinois in Urbana, wird durch die National Science Foundation der USA finanziert und beschäftigt rund 300 Mitarbeitende.

<https://www.ncsa.illinois.edu/>

Mehr zu der IASC findet sich im Internet:

<https://www.supercomputingcenters.org/>

IM VERBUND SICHERER

Sechs Sicherheitsvorfälle in zwei Jahren an bayerischen Hochschulen: Dabei wurden IT-Systeme lahmgelegt und Ransomware in Netze eingeschleust, mit dem Ziel Geld zu erpressen, an Forschungsdaten zu kommen oder diese zu zerstören. „Wir hatten Glück, dass nicht viel passiert ist“, sagt Christian Föttinger, Leiter des Hochschulübergreifenden IT-Service Informationssicherheit (HITS-IS) an der Technischen Hochschule Augsburg. „Hochschulen werden zunehmend Ziele für Hackerangriffe, weil sie über interessante Daten verfügen.“ Deshalb bauen die rund 30 Hochschulen Bayerns gerade ihre IT-Sicherheit aus, das HITS IS fördert diese Entwicklung, bietet Unterstützung und Beratung an, erarbeitet IT-Services und koordiniert vor allem gemeinsames Vorgehen: Im Digitalverbund der bayerischen Hochschulen und durch den Austausch von Erfahrungen kann Sicherheit wachsen.

Sicherheit durch Vernetzung und Austausch: Das HITS-IS unterstützt die bayerischen Hochschulen bei ihren Maßnahmen für IT- sowie Informationssicherheit und vertraut dabei auf Erfahrungen und Technik vom LRZ.

DEN NOTFALL VORBEREITEN

Der Service wurde im Frühjahr 2022 von der Universität Augsburg, der Technischen Hochschule Augsburg und dem Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) initiiert und wird in den ersten beiden Jahren vom bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (StMWK) mit 400.000 Euro finanziert. Sechs von geplanten acht Sicherheitsexpert:innen arbeiten bereits in Augsburg und am LRZ an IT-Diensten wie Schwachstellen-Scans, um Verwundbarkeiten in Systemen und Netzen zu finden, entsprechenden Warnmeldungen und fundierten Hinweisen, wie diese Schwachstellen beseitigt werden können, außerdem an Notfallplänen und Backup-Strategien: „Ich bin fürs HITS-IS viel unterwegs, treffe Beauftragte für Informationssicherheit von Hochschulen, diskutiere Schutzmaßnahmen oder informiere mich dazu auf Konferenzen“, erzählt der Informatiker Daniel Weber, der am LRZ für das HITS-IS.

Neben der Schwachstellenanalyse steht zudem die Mehrfaktor-Authentifizierung auf der Agenda des HITS-IS: „Die Hochschulen sind technisch gut vorbereitet“, beobachtet Föttinger. „Es fehlt ein breiteres Spektrum, es geht ja nicht nur um die Abwehr von Angriffen, sondern auch um die Dokumentation von Strategien und Vorfällen.“ Das HITS-IS lenkt den Blick besonders auf Prävention und regt Hochschulen dazu an, mögliche Störfälle vorauszudenken, dafür Gegenmaßnahmen zu planen und diese für alle Beteiligten zu dokumentieren.

GEMEINSAM WISSEN AUFBAUEN UND NUTZEN

Bei den Treffen der IT-Sicherheitsbeauftragten sind daher die Erfahrungen gefragt, die das LRZ beim Aufbau mit seinem Management-System zur Informationssicherheit (ISMS) und im Umgang mit diesem Dokumentationstool

gesammelt hat. „Wurde ein Notfall schon einmal durchgespielt und wurden die dabei entwickelten Prozesse dokumentiert, wissen alle, was der Reihe nach zu erledigen ist“, so Weber. „Sollten IT-Systeme dennoch einmal ausfallen, liefert das HITS-IS die Dienste, mit denen wenigstens die Kommunikation schnell wieder funktioniert.“

Während Unternehmen eigene Sicherheitsabteilungen zur Abwehr von Angriffen aufbauen, können IT-Verantwortliche bayerischer Hochschulen sich vom HITS-IS unterstützen lassen. Das LRZ und die beiden Augsburger Hochschulen haben bereits Technologien zur Überprüfung von IT-Systemen aufgebaut. Werden diese von vielen Organisationen genutzt, wächst mit den Daten automatisch das Wissen über mögliche Sicherheitsvorfälle und es können gemeinsam Lösungen entwickelt werden. Neben der praktischen Unterstützung und Schulungen plant das HITS IS gemeinsame Studien zu Themen wie Managed Firewalls, Automatisierung, Sicherheitstechnologien: „So sammeln wir noch mehr Informationen“, meint Föttinger, „die wir gemeinsam nutzen können.“





08

ZAHLEN UND FAKTEN

Benutzernahe Dienste	128
Datenspeicher	129
Hoch-und Höchstleistungsrechnen	130
Münchner Wissenschaftsnetz	131
Gesamtübersicht	
Kurse Supercomputing	134
Publikationen	136

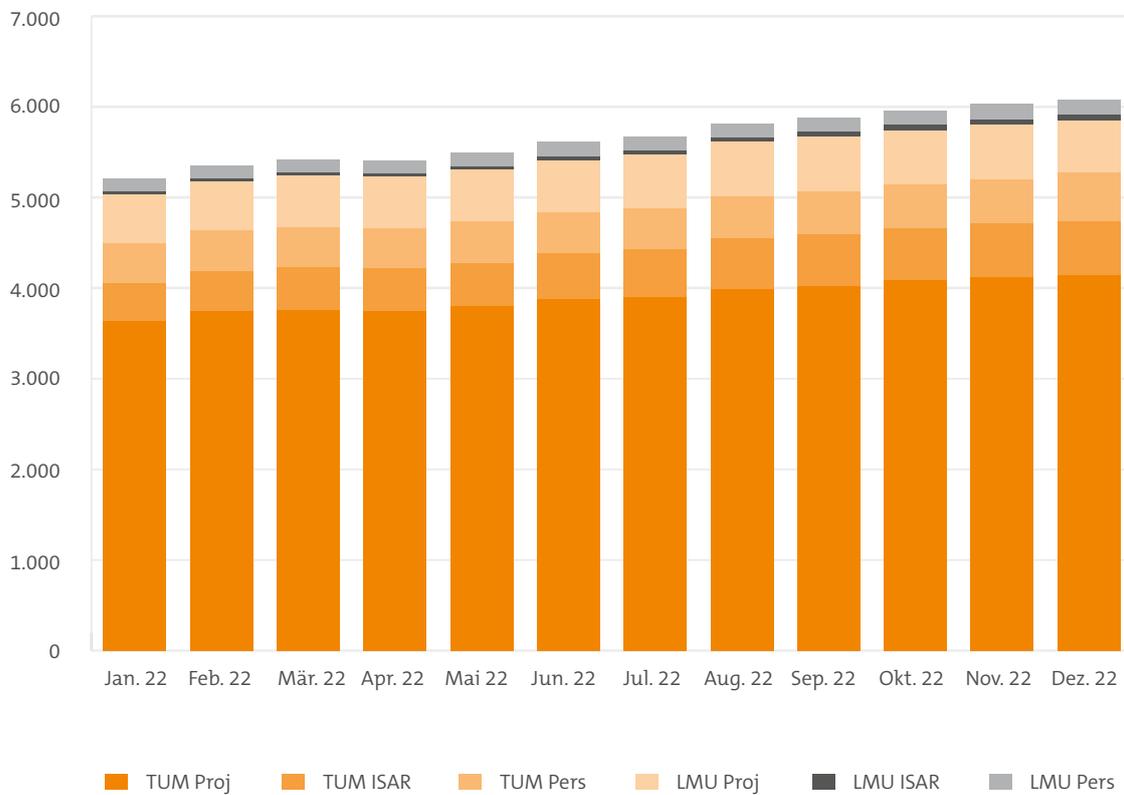
BENUTZERNAHE DIENSTE

ANGENOMMENE UND ABGEWIESENE E-MAILS

Behandlung eingehender E-Mails	Anzahl pro Tag	Anteil in Prozent
Von den Post- & Mailrelays abgewiesene Mails		
• aufgrund allgemeiner Abwehrmechanismen	943.014	77,48 %
• als Spammails erkannt	23.851	1,96 %
• als Virenmails erkannt	95	0,01 %
Von den Post- & Mailrelays angenommene Mails		
• „gute“ E-Mails	240.462	19,76 %
• als mögliche Spammails markiert	9.709	0,80 %
Gesamt	1.217.131	100%

DATENSPEICHER

BELEGTER SPEICHER IM MWN CLOUD STORAGE



ÜBERSICHT HOCH- UND HÖCHSTLEISTUNGS- SYSTEME

System	Size	Peak Performance (DP Tflop/s)	Purpose	User Community
SuperMUC-NG Intel/Lenovo ThinkSystem	6,336 nodes, 304,128 cores, Skylake 608 TByte, Omni-Path 100G	26,300	Capability Computing	German universities and research institutes, PRACE (Tier-0 System)
	144 nodes, 8,192 cores Skylake 111 TByte, Omni-Path 100G	600	Capability Computing	
SuperMUC-NG Compute Cloud	64 nodes, 3,072 cores, Intel Xeon ("Skylake"), 64 Nvidia V100	458 (CPUs + GPUs) 7,680 AI Performance*	Cloud Computing	German Universities and Research Institutes, PRACE (Tier-0 System)
CoolMUC-2 Lenovo Nextscale	384 nodes, 10,752 cores Haswell EP 24.6 TByte, FDR 14 IB	447	Capability Computing	Bavarian Universities (Tier-2)
CoolMUC-3 Megware Slide SX	148 nodes, 9,472 cores, Knights Landing, 17.2 TByte, Omnipath	459	Capability Computing	Bavarian Universities (Tier-2)
LRZ AI Systems	DGX Systems (A100, V100 & P100 Architecture) 7 Nodes, per Node: 40-64 CPUs, 8 NVIDIA GPUs; 128-640 GB GPU HBMemory; 512- 2048 GB DDR4 Memory	885 26,000 AI Performance*	Machine Learning, AI applications	Bavarian Universities
	Nvidia GPU Nodes (V100 & P100 Architecture) 5 Nodes, per Node: 40-64 CPUs, ; 32-64 GB GPU HBMemory; 256-368 GB DDR4Me- mory; 12 Nvidia Tesla GPUs in total	77 980 AI Performance*		
	"MankAI" (AMD MI50 Architecture) 6 Nodes, per Node: 64 CPUs; 8 AMD MI50 GPUs, 128 GB GPU HBMemory; 512 GB DDR4Memory;	317 1,280 AI Performance*	COVID-19 research and/or research with high societal impact	Select users
	Cerebras CS-2 (and HPE SuperDome Flex host system) 1 node with 850,000 compute cores, 40GB SRAM, 20 PB/s memory bandwidth and 220Pb/s interconnect	3,570,000 AI Performance* (estimate based on arXiv:2204.03775)	Purpose-built Deep Learning System	Select users, not part of the public-facing AI Systems (yet)
LRZ Quantum Computing Ressources	Atos QLM		Quantum simulation	Bavarian Universities

*AI Performance refers to GPU peak performance for FP16 operations. For Nvidia GPUs, it is specific to different architectures. P100 architecture: CUDA core performance. V100 architecture: Mixed precision Tensor Core performance. A100: Structured sparsity Tensor Core performance.

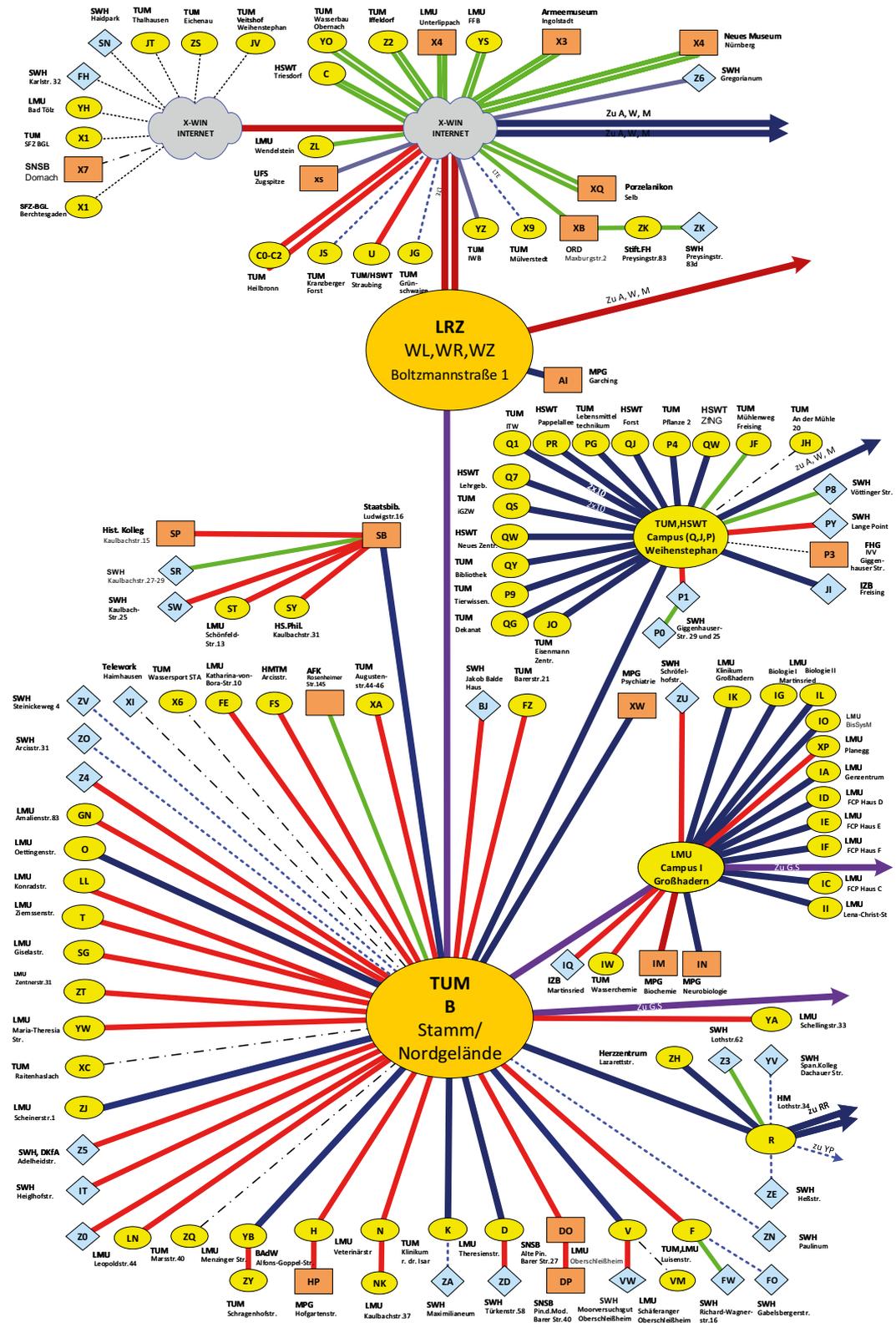
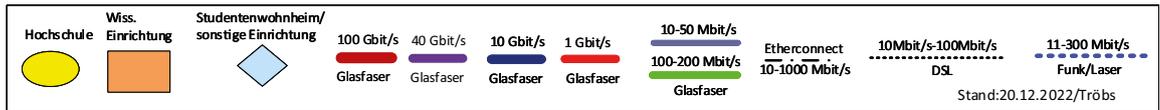
MÜNCHNER WISSENSCHAFTSNETZ

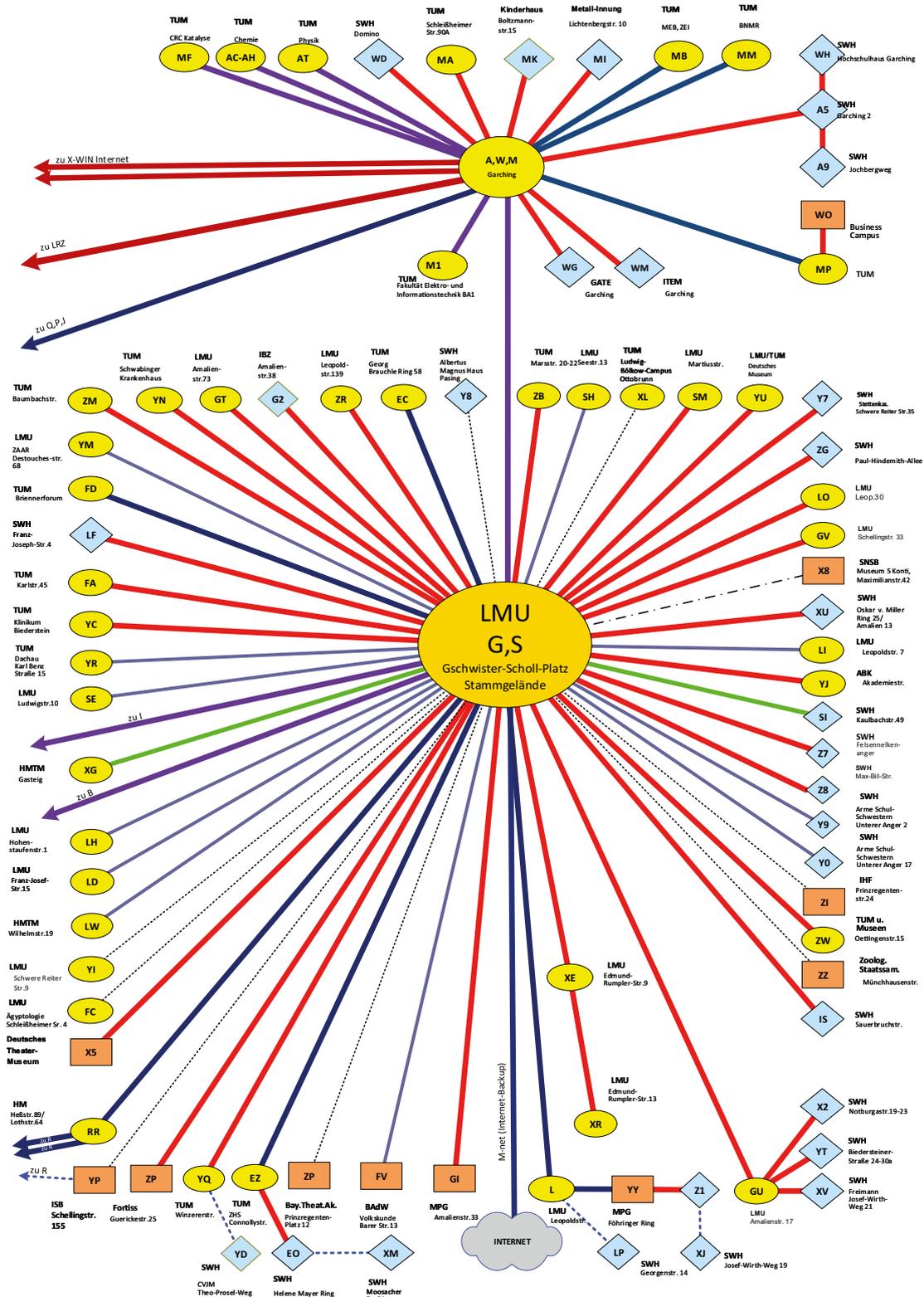
ANZAHL DER IM MWN EINGESETZTEN SWITCHES UND PORTS

Jahr	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016
Switches	2.654	2.592	2.206	1.950	1.858	1.528	1.564
Ports	157.367	152.612	134.098	125.085	119.367	112.137	111.046

Jahr	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Switches	1.507	1.469	1.406	1.310	1.247	1.126
Ports	104.576	100.557	97.000	88.777	85.161	66.856

STANDORTE UND VERBINDUNGEN MWN





GESAMTÜBERSICHT KURSE SUPERCOMPUTING

SCHULUNGEN UND VERANSTALTUNGEN 2022

Start	Ende	Kurse, Workshops und Konferenzen	Veranstalter	Ort	Tage	Art	TN	TN-Tage
19.01.22	19.01.22	Introduction to LRZ HPC Systems with Focus on CFD Workflows	LRZ	online	0,5	GCS-Kurs	14	7
01.02.22	02.02.22	AI for Science Bootcamp	NVIDIA/LRZ/HLRS/JSC	online	1	GCS-Kurs	47	47
08.02.22	10.02.22	OpenMP Programming Workshop	LRZ	online	3	PRACE-Kurs	30	90
21.02.22	28.03.22	Introduction to ANSYS CFX	LRZ	online	6	GCS-Kurs	15	90
23.02.22	25.02.22	Programming with Fortran	LRZ	online	3	GCS-Kurs	10	30
08.03.22	10.03.22	Parallel Programming of High Performance Systems	NHR@FAU/LRZ	online	3	GCS-Kurs	44	132
09.03.22	09.03.22	Introduction to LRZ HPC Systems with Focus on CFD Workflows	LRZ	online	0,5	GCS-Kurs	11	5,5
14.03.22	15.03.22	N-Ways to GPU Programming Bootcamp	NVIDIA/LRZ/HLRS	online	1,5	GCS-Kurs	49	73,5
07.04.22	08.04.22	AI for Science Bootcamp	NVIDIA/LRZ/HLRS/JSC	online	1	GCS-Kurs	90	90
19.04.22	22.04.22	Data Analytics, Big Data & AI Training Week	LRZ	online	4	GCS-Kurs	62	248
10.05.22	13.05.22	Deep Learning and GPU Programming Workshop @ CSC	CSC	online	4	PRACE-Kurs	28	112
11.05.22	11.05.22	Introduction to LRZ HPC Systems with Focus on CFD Workflows	LRZ	online	0,5	GCS-Kurs	16	8
16.05.22	17.05.22	Deep Learning and GPU Programming Workshop	LRZ	online	2	PRACE-Kurs	26	52
14.06.22	14.06.22	Introduction to LRZ HPC Systems with Focus on CFD Workflows	LRZ	online	0,5	GCS-Kurs	6	3
22.06.22	24.06.22	Hybrid Programming in HPC – MPI+X	NHR@FAU/LRZ/HLRS/VSC	online	3	PRACE-Kurs	32	96
27.06.22	29.06.22	HPC Code Optimisation Workshop	LRZ/NHR@FAU	online	3	PRACE-Kurs	28	84

SCHULUNGEN UND VERANSTALTUNGEN 2022

Start	Ende	Kurse, Workshops und Konferenzen	Veranstalter	Ort	Tage	Art	TN	TN-Tage
12.07.22	14.07.22	Deep Learning and GPU Programming using OpenACC @ HLRS	HLRS/LRZ	Stuttgart	3	GCS-Kurs	25	75
25.07.22	29.07.22	Deep Learning Week	LRZ	online	5	GCS-Kurs	55	275
10.08.22	10.08.22	Introduction to LRZ HPC Systems with Focus on CFD Workflows	LRZ	online	0,5	GCS-Kurs	6	3
21.09.22	23.09.22	Introduction to C++	LRZ	online	3	GCS-Kurs	47	141
27.09.22	28.09.22	QMWare Training	LRZ	Garching	2	GCS-Kurs	22	44
10.10.22	14.10.22	Data Analytics, Big Data & AI Training Week	LRZ	Garching/ online	5	GCS-Kurs	36	180
12.10.22	12.10.22	Introduction to LRZ HPC Systems with Focus on CFD Workflows	LRZ	online	0,5	GCS-Kurs	13	6,5
24.10.22	25.10.22	SciML GPU Bootcamp	NVIDIA/HLRS/ LRZ	online	1,5	GCS-Kurs	99	148,5
26.10.22	28.10.22	Modern C++ Software Design	LRZ	online	3	GCS-Kurs	35	105
27.10.22	08.12.22	Introduction to ANSYS Fluent	LRZ	online	6,5	GCS-Kurs	44	286
07.11.22	07.11.22	Introduction to the Classiq Platform	LRZ	Garching	0,5	GCS-Kurs	9	4,5
08.11.22	10.11.22	Intel OneAPI Training	LRZ/Intel	online	3	GCS-Kurs	61	183
21.11.22	24.11.22	Advanced Fortran Topics	LRZ	online	4	PRACE-Kurs	13	52
23.11.22	01.12.22	OpenFOAM with Focus on HPC	LRZ	online	2,5	GCS-Kurs	19	47,5
28.11.22	28.11.22	Fundamentals of Accelerated Computing with CUDA C/C++	LRZ/NHR@FAU	online	1	GCS-Kurs	30	30
29.11.22	01.12.22	OpenMP Programming Workshop	LRZ	online	3	PRACE-Kurs	14	42
05.12.22	07.12.22	Node-Level Performance Engineering	LRZ	online	3	PRACE-Kurs	48	144
14.12.22	14.12.22	Introduction to LRZ HPC Systems with Focus on CFD Workflows	LRZ	online	0,5	GCS-Kurs	23	11,5
14.12.22	15.12.22	Molecular Modeling with Schrödinger-Suite	LRZ	online	2	GCS-Kurs	57	114
15.12.22	15.12.22	VisIt and OSPRay Studio for Scientific Visualisation	LRZ	Garching	1	GCS-Kurs	6	6
Gesamt			36		87		1170	3066,5

PUBLIKATIONEN

JOURNAL ARTICLES / ARTIKEL IN WISSENSCHAFTLICHEN ZEITSCHRIFTEN

14

Cielo, S., Porth, O., Iapichino, L., Karmakar, A., Olivares, H., & Xia, C. (2022). Optimizing the hybrid parallelization of BHAC. *Astronomy and Computing*, 38, 100509.

<https://doi.org/10.1016/j.ascom.2021.100509>

Kuhlmann, G., Chan, K. L., Donner, S., Zhu, Y., Schwaerzel, M., Dörner, S., Chen, J., Hueni, A., Nguyen, D. H., Damm, A., Schütt, A., Dietrich, F., Brunner, D., Liu, C., Buchmann, B., Wagner, T., & Wenig, M. (2022). Mapping the spatial distribution of NO₂ with in situ and remote sensing instruments during the Munich NO₂ imaging campaign. *Atmospheric Measurement Techniques*, 15(6), 1609–1629.

<https://doi.org/10.5194/amt-15-1609-2022>

Batsaikhan, A., Kurtz, W., & Hachinger, S. (2022). Web Technologies to Support Scientific Research and Education in Citizen Science—A Case Study in Germany. *Digital*, 2(1), 53–64.

<https://doi.org/10.3390/digital2010004>

Dittrich, J., Hölbling, D., Tiede, D., & Sæmundsson, Þ. (2022). Inferring 2D local surface-deformation velocities based on PSI analysis of Sentinel-1 data: A case study of Öraefajökull, Iceland. *Remote Sensing*, 14(13), 3166.

<https://doi.org/10.3390/rs14133166>

Brennan, J., O’Riordan, L., Hanley, K., Doyle, M., Allalen, M., Brayford, D., Iapichino, L., & Moran, N. (2022). QXTools: A Julia framework for distributed quantum circuit simulation. *Journal of Open Source Software*, 7(70), 3711. <https://doi.org/10.21105/joss.03711>

Maurer, N., Graupl, T., Schmitt, C., Rodosek, G. D., & Reiser, H. (2022). Advancing the security of LDACS. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, 1–1. <https://doi.org/10.1109/TNSM.2022.3189736>

Netti, A., Ott, M., Guillen, C., Tafani, D., & Schulz, M. (2022). Operational Data Analytics in practice: Experiences from design to deployment in production HPC environments. *Parallel Computing*, 113, 102950.

<https://doi.org/10.1016/j.parco.2022.102950>

Teffs, J., Mazzali, P. A., Medler, K., & Hachinger, S. (2022). A massive, energetic model for the luminous transitional Type Ib/Ilb SN 2020cpg. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 517(4), 5678–5686.

<https://doi.org/10.1093/mnras/stac3077>

Shahbandeh, M., Hsiao, E. Y., Ashall, C., Teffs, J., Hoeflich, P., Morrell, N., Phillips, M. M., Anderson, J. P., Baron, E., Burns, C. R., Contreras, C., Davis, S., Diamond, T. R., Folatelli, G., Galbany, L., Gall, C., Hachinger, S., Holmbo, S., Karamahmetoglu, E., ... Uddin, S. A. (2022). Carnegie supernova project-ii: Near-infrared spectroscopy of stripped-envelope core-collapse supernovae*. *The Astrophysical Journal*, 925(2), 175.

<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ac4030>

Aouad, C. J., Mazzali, P. A., Hachinger, S., Teffs, J., Pian, E., Ashall, C., Benetti, S., Filippenko, A. V., & Tanaka, M. (2022). Abundance stratification in Type Ia supernovae – VI. The peculiar slow decliner SN 1999aa. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 515(3), 4445–4463. <https://doi.org/10.1093/mnras/stac2024>

Brambilla, N., Delgado, R. L., Kronfeld, A. S., Leino, V., Petreczky, P., Steinbeißer, S., Vairo, A., & Weber, J. H. (2022). Static energy in (2+1+1)-flavor lattice QCD: Scale setting and charm effects. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2206.03156> [Preprint, under peer-review]

Deng, X., Burin, A., & Khaymovich, I. (2022). Anisotropy-mediated reentrant localization. *SciPost Physics*, 13(5), 116. <https://doi.org/10.21468/SciPostPhys.13.5.116> (published, status update 12.12.22)

Deng, X., Khaymovich, I., & Burin, A. L. (2022). Superdiffusion in random two dimensional system with ubiquitous long-range hopping. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2205.14715> [Preprint, under peer-review]

Müller, S., & Kranzlmüller, D. (2022). Dynamic sensor matching based on geomagnetic inertial navigation. *Journal of WSCG*, 30(1–2), 16–25. <https://doi.org/10.24132/JWSCG.2022.3>

BOOK CHAPTERS / BUCHKAPITEL

5

Hachinger, S., Golasowski, M., Martinovič, J., Hayek, M., García-Hernández, R. J., Šlaninová, K., Levrier, M., Scionti, A., Donnat, F., Vitali, G., Magarielli, D., Goubier, T., Parodi, A., Parodi, A., Harsh, P., Dees, A., & Terzo, O. (2022). Leveraging high-performance computing and cloud computing with unified big-data workflows: The lexis project. In E. Curry, S. Auer, A. J. Berre, A. Metzger, M. S. Perez, & S. Zillner (Eds.), *Technologies and Applications for Big Data Value* (pp. 159–180). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78307-5_8

Munke, J., Hayek, M., Golasowski, M., García-Hernández, R. J., Donnat, F., Koch-Hofer, C., ... Martinovič, J. (2022). Data system and data management in a federation of hpc/cloud centers. In O. Terzo & J. Martinovič, *HPC, Big Data, and AI Convergence Towards Exascale* (1st ed., pp. 59–80). New York: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003176664-4>

Bastian, P., Kranzlmüller, D., Bröchle, H., & Mathias, G. (Eds.). (2022). *High Performance Computing in Science and Engineering – Garching/Munich 2022*. Bavarian Academy of Sciences and Humanities. ISBN: 978-3-9816675-5-4 (To be released in Nov, 2022)

Brenner, M., Gentschen Felde, N., Hommel, W., Metzger, S., Reiser, H., & Schaaf, T. (2022). *Praxisbuch ISO/IEC 27001: Management der informationssicherheit und vorbereitung auf die zertifizierung* (4., überarbeitete Auflage). Hanser. DOI: 10.3139/9783446474581.

Mizani, M., Schmitz, D., Ziegler, J. A., Metzger, S., & Reiser, H. (2022). *Technische und organisatorische Integration einer Multi-Faktor-Authentifizierung am Beispiel eines Hochschulrechenzentrums* (U. Albrecht, Ed.; 1. Auflage). BoD - Books on Demand. ISBN: 978-3-7557816-6-0

PUBLIKATIONEN

PROCEEDINGS / BEITRÄGE ZU TAGUNGSBÄNDEN

9

Schmidt, M., Metzger, S., & Mizani, M. (2022). Managementsysteme ohne spezialisierte Tools etablieren: Ein leichtgewichtiger Ansatz zur Dokumentation im Service- und Informationssicherheitsmanagement. Presented at the 29. DFN-Konferenz "Sicherheit in vernetzten Systemen."

Ju, Y., Raoofy, A., Yang, D., Laure, E., & Schulz, M. (2022). Exploiting reduced precision for gpu-based time series mining. 2022 IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS), 124–134. <https://doi.org/10.1109/IPDPS53621.2022.00021>

Raoofy, A., Weidendorfer, J., & Ott, M. (2022). Always-on instrumentation for application introspection in HPC. Proceedings of the 19th ACM International Conference on Computing Frontiers, 195–196. <https://doi.org/10.1145/3528416.3530863>

Kolb, D. (2022). Design choices for embodied conversational agents to preserve testimonies by contemporary witnesses. Extended Abstracts of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–5. <https://doi.org/10.1145/3491101.3503822>

Pauw, V., Hayek, M., Shojaei, E., Hachinger, S., Müller, U., & Bader, T. (2022). Cloud-based Processing of data from Non-Target-Analysis for Tracking Micropollutants in Surface Water. In Wohlgemuth, V., Naumann, S., Arndt, H.-K., Behrens, G., & Höb, M. (Eds.), *EnviroInfo 2022* (pp. 15–24). Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn.

Corbalan, J., Alonso, L., Navarrete, C., & Guillen, C. (2022). Soft Cluster powercap at SuperMUC-NG with EAR. IGSC2022 Proceedings. The 4th Energy Efficient HPC State of the Practice Workshop (EE HPC SOP). <https://sites.google.com/lbl.gov/eehpcsop2022/home>

Mueller, S., & Kranzmueller, D. (2022). Self-organising maps for efficient data reduction and visual optimisation of stereoscopic based disparity maps. 227–234. <https://doi.org/10.24132/CSRN.3201.28>

Delgado, R. L., Steinbeißer, S., Strickland, M., & Weber, J. H. (2022). QuantumFDTD – A computational framework for the relativistic Schrödinger equation. EPJ Web of Conferences, 274, 04004. <https://doi.org/10.1051/epjconf/202227404004>

Mete, B., Schulz, M., & Rufenacht, M. (2022). Predicting the optimizability for workflow decisions. 2022 IEEE/ACM Third International Workshop on Quantum Computing Software (QCS), 68–74. <https://doi.org/10.1109/QCS56647.2022.00013>

MASTER AND BACHELOR THESIS / BACHELOR- UND MASTERARBEITEN

6

Tobias Appel, Daniel Weber (Betreuer), Helmut Reiser (Aufgabensteller), Galesic, D. (Autor), Konzeptentwicklung und Implementierung von Zeek im Münchner Wissenschaftsnetz, Bachelorarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität München, März, 2022.

Stefan Metzger, Daniel Weber (Betreuer), Helmut Reiser (Aufgabensteller), Maier, S. (Autor), Integrationsmöglichkeiten eines Deep-Learning-basierten Security-Monitoring-Bausteins in das Security-Umfeld des LRZ, Bachelorarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität München, April, 2022.

Michael Schmidt, Reinhard Gloger (Betreuer), Helmut Reiser (Aufgabensteller), Deshiri, L. (Autor), Implementation of a KYPO Cyber Range Platform in LRZ open stack compute cloud, Bachelorarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität München, April, 2022.

Mohamad Hayek (Supervisor), Dieter Kranzlmüller (Aufgabensteller), Gabriel Lindner (Author), Benchmarking of a Large-Scale Distributed Data Management Platform, Bachelor thesis, Ludwig-Maximilians-Universität München & LRZ, January, 2022.

Stephan Hachinger (Supervisor), Johannes Munke (Supervisor), Jan Schmidt (LMU, Supervisor), Dieter Kranzlmüller (Aufgabensteller), Martin Schumann (Author), Scheduling System for Remote Control of Instruments used for Atmospheric Observation, Bachelor thesis, Ludwig-Maximilians-Universität München & LRZ, July, 2022.

Ruben J. García-Hernández (Supervisor), Dieter Kranzlmüller (Aufgabensteller), Evert Buzon (Author), Theoretical Bias of Photon mapping with Stratification and Kernels. (Bachelorarbeit), Bachelor thesis, Ludwig-Maximilians-Universität München & LRZ, October, 2022.

Miran Mizani, Michael Schmidt (Betreuer), Helmut Reiser (Aufgabensteller), Schmidt, T., Informations-sicherheitsmanagement im Home-Office - Eine Untersuchung am Beispiel des Leibniz-Rechenzentrums, Bachelorarbeit, Ludwig-Maximilians Universität München, November 2022

TECHNICAL REPORTS / TECHNISCHE BERICHTE

1

Bayer, C., Frech, A., Gabriel, Vanessa, Kümmer, S., Lücke, S., Munke, J., Putnings, M., Rohrwild, J., Schulz, J., Spenger, M., & Weber, T. (2022). Datacite best practice guide. <https://zenodo.org/record/7040047>

60



IMPRESSUM

Herausgeber

Leibniz-Rechenzentrum der
Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Konzeption und Redaktion

PR-Team LRZ

Autoren

Susanne Vieser
Sabrina Schulte

Grafik & Layout

Ivana Steinbeiß
Erika Krimmer
Veronika Hohenegger

Bildnachweise

Sofern nicht hier gelistet, sind die Bilder Eigentum des LRZ
oder wurden über Stock-Lizenzen erworben.
Die Portraitbilder wurden von den jeweiligen Interviewpartner:innen
bereit gestellt.

S. 11: StMWK / Axel König

S. 12: Dr. Wolfgang Heubisch: FDP-Fraktion im Bayerischen Landtag

S. 18: Lehrstuhl für Numerische Mechanik, Prof. Dr. Wolfgang Wall
Technische Universität München (TUM)

S. 21: Max-Planck-Institut für Astrophysik, Prof. Dr. Volker Springel

S. 24: Prof. Dr. Thomas O Höllmann – Niko Schmid-Burgk

S. 32: Munich Quantum Valley / StMWK

S. 33: Cerebras Systems / Axel König

S. 51: Dr. Thomas Ulrich Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)

S. 52/53: StMWK / Axel König

S. 116: Munich Quantum Valley

Kontakt

Leibniz-Rechenzentrum
Boltzmannstraße 1
85748 Garching b. München
Tel: (089) 35831 8000
Email: presse@lrz.de

Stand: Januar 2024

ÜBER DAS LRZ

Über das LRZ

Das Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften ist seit knapp 60 Jahren der kompetente IT-Partner der Münchner Universitäten und Hochschulen sowie wissenschaftlicher Einrichtungen in Bayern, Deutschland und Europa. Es bietet die komplette Bandbreite an IT-Dienstleistungen und -Technologie sowie Beratung und Support – von E-Mail, Webserver, bis hin zu Internetzugang, virtuellen Maschinen, Cloud-Lösungen und dem Münchner Wissenschaftsnetz (MWN). Mit dem Höchstleistungsrechner SuperMUC-NG gehört das LRZ zu den international führenden Supercomputing-Zentren und widmet sich im Bereich Future Computing schwerpunktmäßig neu aufkommenden Technologien, Künstlicher Intelligenz und Machine Learning sowie Quantencomputing.

MIT UNS KÖNNEN SIE RECHNEN!



Leibniz-Rechenzentrum
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Kontakt

Leibniz-Rechenzentrum
Boltzmannstraße 1 • 85748 Garching b. München
Tel: (089) 35831 8000 • Internet: www.lrz.de