Stellungnahme des Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zum Konsultationsprozess zur nationalen Rechenzentrumsstrategie

19.09.2025

Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller – Vorsitzender des Direktoriums

Prof. Dr. Helmut Reiser – stellvertretender Leiter

kranzlmueller@lrz.de, reiser@lrz.de, www.lrz.de, www.badw.de, www.gauss-centre.eu

Das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, gegründet 1962, ist das Rechenzentrum für die beiden Münchner Exzellenzuniversitäten Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) und Technische Universität München (TUM). Darüber hinaus versorgt es auch die anderen bayerischen Universitäten, Hochschulen, Kunsthochschulen und sonstige Forschungseinrichtungen mit IT-Services für die Wissenschaft und die Lehre.

Das LRZ ist nationales Höchstleistungsrechenzentrum und betreibt Supercomputer für alle deutschen Forschenden. Am LRZ wurde 2012 in Zusammenarbeit mit den IBM der weltweit erste Höchstleistungsrechner mit Hochtemperatur-Warmwasserkühlung entwickelt und installiert. Dieser Ansatz wurde seither weiter optimiert und verbessert. Der energieeffiziente Rechenzentrumsbetrieb ist für das LRZ essentiell für den Betrieb und gleichzeitig eine sehr wichtige Forschungsfragestellung.

Darüberhinaus ist das LRZ bayerisches Kompetenzzentrum für Big Data und KI, betreibt mehrere Cluster für Data Analytics und KI, und beiheimatet bayerische sowie europäische Quentencomputer.

Das LRZ bietet eine sehr breite und technisch tiefe Palette an IT-Diensten[1]. Für den optimalen, verlässlichen, transparenten und effizienten Betrieb dieser Dienste betreibt das LRZ ein nach ISO/IEC 20000 zertifiziertes Service Management System. Das Informations-Sicherheitsmanagementsystem ist nach ISO/IEC 27001 zertifiziert. Aktuell wird die Zertifizierung nach EMAS vorbereitet, die bis Ende des Jahres auditiert wird.

[1] https://www.lrz.de/fileadmin/Medien/Downloadbereich/Regelwerk/LRZ-Dienstleistungskatalog-2025.pdf

Leitfragen

Im Folgenden werden die Leitfragen vor dem Hintergrund eines großen wissenschaftlichen Rechenzentrums mit jahrzehntelanger Erfahrung beim Bau von Rechenzentren sowie dem Betrieb komplexer IT-Infrastrukturen und -Dienste beantwortet.

Welche Merkmale und Rahmenbedingungen kennzeichnen aus Ihrer Sicht einen „zukunftsfähigen und leistungsstarken" Rechenzentrumsstandort Deutschland im Jahr 2030?

- Zukunftsfähigkeit und Nachhaltigkeit
  - Nähe zu forschungsstarken Universitäten
  - Europäische Konkurrenz, sowohl technisch als auch preislich, zu US-Hyperscalern aufbauen
  - Ausreichende Versorgung mit erneuerbarer Energie bei gleichzeitiger Nachnutzung der Abwärme
  - Bereitstellung großer Stromanschlüsse sowie den Netzausbau beschleunigen
  - Nachhaltigkeitsbemühungen und Fahrplan zur Verbesserung lt. EnEFG[2] beibehalten
  - Round-Table bzw. Austauschplattform für Rechenzentrumsbetreiber zur Diskussion von Herausforderungen und aktuellen Entwicklungen
- Entbürokratisierung: Schnelle Genehmigungsverfahren insbesondere für Infrastruktur

Welche zentralen Herausforderungen und Chancen sehen Sie für den Rechenzentrumsstandort Deutschland in den kommenden Jahren?

- Herausforderungen:
  - Im internationalen Vergleich sehr hohe Energiekosten
  - Fachkräftemangel insbesondere in Informatik und im MINT Bereich
  - Technologische Souveränität und Abhängigkeit von Lieferketten
- Chancen
  - Abwärmenutzung und Verbesserung der Nachhaltigkeit
  - Entwicklung und Vermarktung neuer Technologien wie z.B. Adsorptionskältemaschinen zur Erzeugung von Prozesskälte aus der Rechenzentrumsabwärme für Zeiten in denen weniger (Ab-)Wärme benötigt wird

Welche Rahmenbedingungen sollten aus Ihrer Sicht wie verändert werden, um Rechenzentrumsinvestitionen zu fördern und Innovation zu ermöglichen?

- Deutliche Reduktion der Energiekosten
- Förderung der Entwicklung neuer Technologien zur Abwärmenutzung
- Cluster aus Rechenzentrum und Wärmeabnehmern bilden (Berücksichtigung in der kommunalen Wärmeplanung)
- Bevorzugung von Standorten die eine ganzjährige Nachnutzung der Abwärme sicherstellen
- Förderung von direkt-warmwassergekühlter Rechnerinfrastruktur, die ganzjährig mit freier Kühlung betrieben werden kann
- Ausweisen und erschließen geeigneter Flächen für neue Rechenzentren - z.B. auch in struktur-schwächeren Regionen
- Steigerung der Effizienz der Wassernutzung; Brauchwasser statt Frischwasser für die Kühlung

[2] https://www.gesetze-im-internet.de/enefg/BJNR1350B0023.html

- Ausbau der Stromnetze zur Erhöhung der Netzstabilität sowie der Übertragung erneuerbarer Energien über weite Strecken
- Förderung von Batteriespeichern in Rechenzentren zur Stabilisierung der Stromnetze und als Alternative für Ersatzstromerzeugungsanlagen (USV) auf Basis fossiler Energien (Notstromdiesel)
    - Projekte für ein 2nd Life von Batterien aus E-Fahrzeugen
    - Rechenzentren können als Stabilisatoren des Energienetzes beitragen und sich netzdienlich verhalten. Einerseits lassen sich (geplante) Lastspitzen der Rechenzentren steuern und beispielsweise Zeiträume von Überproduktion der erneuerbaren Eneregiequellen (u.a. Solar und Windkraft) legen. → Lastspitzensteuerung und Spitzenlastreduzierung
      Andererseits könnte bei Überproduktion erneuerbarer Energiequellen gezielt die Leistungsaufnahme von Rechenzentren z.B. durch temporäre Erhöhung der Taktfrequenz von HPC-Systemen gesteigert werden, um ansonsten nicht vermarktbare Übermengen erneuerbarer Energien zu nutzen.
- Hervorragende und redundante Datennetzanbindung:
    - Anbindung an möglichst viele verschiedene Provider mit hohen Datenraten
    - Anbindung an verschiedene Internet-Exchange Points
    - Förderung dezentraler Internet-Exchange-Points als Redundanz zum DeCIX in Frankfurt
- Umschulungs-, Fortbildungs- und Life Long Learning Angebote – nur mit qualifiziertem Personal lassen sich hochwertige Dienste betreiben
- Förderung der Teilnahme an EU-Projekten und Entbürokratisierung: Abbau bürokratischer Hindernisse mit Projektträgern. Die derzeitigen Projektträger in der Ko-Finanzierung stellen teils sehr schwierig zu erfüllende Anforderungen. Die reibungslose Durchführung von Innovationsprojekten auf EU-Ebene fördert die Souveränität der EU in der IT.

Welche Rolle sollte der Staat bei der Entwicklung einer souveränen und resilienten Recheninfrastruktur einnehmen?

- Nachhaltige Förderung der Grundlagenforschung für die Bereiche, welche die Recheninfrastruktur betreffen, um die Infrastrukturen effizient, nachhaltig, kontinuierlich und langfristig betreiben zu können
- Sicherstellung der führenden Rolle forschender Rechenzentren wie den akademischen Supercomputing-Zentren
- Förderung und Vermittlung von Co-Location-Initiativen zur Steigerung der Resilienz von Rechenzentren
    - Im Rahmen von (ggf. staatl. koordinierten) Verbänden oder Regulatorien könnten Branchenpartnern organisationsübergreifende Co-Location-Potentiale vermittelt und gefördert werden. Zum wechselseitigen Vorteil könnte gegenseitiges Co-Housing zentraler Komponenten oder Backupsysteme etabliert werden. Forderung von Platzreservern bei Neubauten oder gar (zentral angebotene) dedizierte Co-Housing-Standorte zur Auslagerung von Speichersystemen ö.ä. senken die finanziellen und organisatorischen Hürden der einzelnen Betreiber, welche oftmals (teil-)georedundante Auslegung Rechenzentren verhindern.
- Leitfäden für öffentliche Bauverwaltungen zu Grundsätzen des Designs von Rechenzentrumsinfrastrukturen sowie der Sicherstellung eines einheitlichen Know-How in Deutschland
- Forderung und Förderung von Mindeststandards hinsichtlich der digitalen, organisatorischen und physischen Sicherheit von Rechenzentren. Z.B. nachgewiesen durch (eine Auswahl möglicher) Zertifikate gegen branchenübliche Standards wie der ISO/IEC 27001, BSI GS, etc.
- Bildung von „Kovois“: Eine Gruppe an Rechenzentren ähnlichen Umfeldes widmen sich gleichzeitig einer gewissen Herausforderung (z.B. dem Aufbau eines Umwelt- (EMAS), Service- oder Informationssicherheits-Managementsystems, o.ä.). Dabei werden sie von Experten beratend unterstützt. Dies fördert den Austausch zwischen

Rechenzentren und ist ferner eine Möglichgleit ressourcen-effizient (staatlich geförderte oder bereitgestellte) Beratungs- bzw. Unterstützungsressourcen bereitzustellen.

Gibt es konkrete Maßnahmen oder Best Practices aus Ihrer Praxis/Erfahrung, die in die Strategie aufgenommen werden sollten?

- Security
    - Im Lichte steigender Bedrohungen digitaler und physischer Natur: Vorgaben bzw. Unterstützung zur Gewährleistung und Steigerung von Sicherheitslösungen in Rechenzentren.
    - Wesentliches Merkmal physischer Sicherheit sind mechanischer Widerstand des Gebäudes sowie Detektionsfähigkeiten durch (attestierte) Einbruchmelde- und Videoüberwachungsanlagen. Hierbei hat es sich bewährt, Attestierungs- und Prüfungsinstitutionen wie den VdS (VdS Schadenverhütung GmbH) möglichst früh während der Planungsphase von Neubauten oder Sanierungen einzubeziehen.
    - Physische und umgebungsbezogene Sicherheit sollte in der Planung von Rechenzentrumsstandorten von Anfang an mitgedacht werden, um deren spätere Verfügbarkeit zu gewährleisten und nachträglich kostspielige Umbauten zu vermeiden.
- All-Purpose Ansatz für Rechenzentrumsinfrastruktur
    - Die technische Infrastruktur eines Rechenzentrums, bezogen auf IT-Systeme für CPUs, Memory, GPUs, Storage-Systeme konvergiert zu Rack-Systemen mit immer höherer Rechen- und Strom-Leistungsdichte. Eine Hardware-Spezialisierung der Rechenzentrumsumgebung für diese Infrastruktur wäre eine nicht-nachhaltige Begrenzung. Insofern ist ein "All purpose" Ansatz der die IT umgebenden Infrastruktur zu bevorzugen, der die Aufstellung aller möglichen modernen Systeme mittel- und langfristig ermöglicht, ohne ständige Umbauten. Insbesondere wäre hier auch auf eine Modularisierung und Standardisierung von Strom, Kalt- und Warm-Wasseranschlüssen zu achten bzw. hinzuwirken.
- Zertifizierung nach IT-Service-Management und IT-Security-Management Normen (z.B. ISO 20000 und ISO 27001)
- Kontinuierlicher Austausch der Rechenzentren untereinander
- Energieeffizienz:
    - Massive Reduktion von ineffizienter Luftkühlung hin zu optimierten Kühlungskonzepten
    - Minimierung der Einsatzstunden von Kältemaschinen und Maximierung der Einsatzstunden mit freier Kühlung.
    - Einsatz von Kältemaschinen mit modularem Aufbau und Stellgeräten zur variablen Steuerung der Verdichterdrehzahl
    - Planung von Hydraulikkonifigurationen aufbauend auf den späteren Betriebsabläufen und unter Berücksichtigung der Abläufe im Verbundbetrieb von Kälteerzeugungsanlagen (z. B. Pufferspeicher zur Überbrückung von Umschaltvorgängen)
    - Generellen Verzicht auf Frostschutzgemisch als Kälteträgermedium
    - Durch moderate Erhöhung des Temperaturniveaus Erhöhung der Effizienz

Zusammenfassung

Deutschland hat hervorragende Wissenschaftler und großes Know-How und Potential für die Entwicklung neuer Technologien. Im Bereich des energieeffizienten Betriebs großer IT-Systeme gibt es seit vielen Jahren erfolgreiche Forschung und Technologieentwicklung in Deutschland. Diesen Know-How Vorsprung gilt es konsequent zu nutzten und weiter auszubauen. Den Standortnachteilen (s. Punkte oben) sollte die Rechenzentrumsstrategie konsequent begegnen.