

Forschung für ein modernes Hardware- und Softwaremanagement – das neue LRZ

Research for progressive IT management – the new LRZ



Prof. Dr. Heinz-Gerd Hegering

Der Autor ist Inhaber des Lehrstuhls für Informatik und Vorstand des Instituts für Informatik der Universität München, außerdem Mitglied des Lehrkörpers der Fakultät Informatik der TU München, Vorsitzender des Direktoriums des Leibniz-Rechenzentrums, Vorstand des Deutschen Forschungsnetzes und Mitglied diverser Expertenkommissionen und Beratungsgremien.

The author holds the chair of computer science and is chairman of the Institute of Computer Science of Munich University; moreover, he belongs to the teaching staff of the Faculty of Computer Studies of the Technical University of Munich, is chairman of the directorate of the Leibniz Supercomputing Centre, chairman of the German Research Network and member of different expert commissions and consulting committees.

Das Leibniz-Rechenzentrum hat sich auf die Fahne geschrieben, mehr als ein „normales“ Dienstleistungsrechenzentrum zu sein; als wissenschaftliches Rechenzentrum will es auch innovative Dienste schaffen und pilotieren sowie deren Nutzung fördern und verbreiten. Begleitend müssen somit auch Verfahren der Beherrschbarkeit komplexer vernetzter Infrastrukturen und verteilter Anwendungen nicht nur systematisch untersucht, sondern auch erforscht, entwickelt und prototypisch erprobt werden. Modernes IT-Management ist unverzichtbar für moderne IT-Zentren, insbesondere also auch für das neue LRZ am neuen Standort in Garching.

Das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften geht zurück auf eine im Jahr 1962 in der Akademie gegründete „Kommission für elektronisches Rechnen“, heute „Kommission für Informatik“. Unter ihrem Dach wurde das LRZ mit Mitteln des Freistaats Bayern als gemeinsames Rechenzentrum für Forschung und Lehre für alle Münchner Hochschulen geschaffen. Über 40 Jahre hatte das LRZ seinen Platz im Herzen Münchens, seit Frühjahr 2006 wirkt es vor den Toren der Stadt auf dem Forschungscampus Garching. Heute zählt das LRZ zu den bedeutendsten technisch-wissenschaftlichen Rechenzentren. Es ist wissenschaftliches Rechen-

zentrum für die Hochschulen in München und die Bayerische Akademie der Wissenschaften, es stellt mit dem Münchner Wissenschaftsnetz eine leistungsfähige Kommunikationsinfrastruktur bereit und ist Kompetenzzentrum für Datenkommunikationsnetze, Zentrale für die Archivierung größter Datenmengen und Kompetenzzentrum für technisch-wissenschaftliches Höchstleistungsrechnen. Das LRZ agiert als nationales Supercomputing Center. Das LRZ versorgt allein im Münchner Raum ca. 90.000 Studierende, ca. 8.000 Wissenschaftler und etwa 14.000 sonstige Mitarbeiter. Dazu kommt der Ressourcenzugriff auf bzw. von zahlreichen überregionalen Institutionen.

Grundlage einer verteilten, kooperativen DV-Versorgung ist eine leistungsfähige Kommunikationsinfrastruktur, die Bindeglied zwischen dezentralen Rechnern ist und Zugang zu weltweiten Netzen bietet. Das vom LRZ laufend auf neuestem technologischen Stand gehaltene Wissenschaftsnetz (MWN) erfüllt diese Anforderungen. Es verbindet zentrale Server-Systeme, dezentrale Systeme in den Münchner Hochschulen und anderen wissenschaftlichen Einrichtungen (Max-Planck-Institute, Fraunhofer-Gesellschaft, u. a.) bis zu Rechnern in Studentenwohnheimen. Das MWN umfasst mehr als 60 Standorte mit über 220



1 Hochverfügbares Mail-Cluster-System des MWN (Münchener Wissenschaftsnetz). High-availability mail cluster system of the MWN.

The Leibniz Supercomputing Centre (Leibniz-Rechenzentrum, LRZ) has taken up the cause of being more than a usual computing centre providing ordinary IT services. In its role of a scientific computing centre LRZ strives for creating and piloting innovative services, for promoting their deployment and use. In doing so it is indispensable to investigate procedures and methods for mastering complex networked IT infrastructures and distributed applications in a systematic manner. This effort must be accompanied not only by research, but also by development and benchmarking of solutions. Progressive IT management is necessary for up-to-date IT centres, especially also for the "new" LRZ at its new location in Garching.

The origins of the LRZ go back to the year 1962, when the "Electronic Computing Committee", today's „Informatics Committee", was founded in the Bavarian Academy of Sciences and Humanities. The Leibniz Supercomputing Centre was created as a joint computing centre for research and education for all Munich universities, funded by the Free State of Bavaria. For more than 40 years the LRZ was located in the heart of Munich, since May 2006 it operates on the research campus at Garching north of the city. Today, the



Gebäudekomplexen, 300 km Glasfaserkabel zwischen den Gebäuden, 1.100 km Glasfaser- und 2.000 km Kupferdrahtkabel innerhalb der Gebäude, mehr als 1.000 aktive Netzkomponenten und verbindet mehr als 60.000 Systeme (Server, PCs, Drucker, usw.). Darüber hinaus ermöglichen etwa 900 Modem-/ISDN-Zugänge und zwei VPN-Server das Einwählen von außerhalb des MWN, zum Beispiel von zu Hause. Das LRZ ist mit einer Bandbreite von 1 Gigabit /s an das Wissenschaftsnetz und das weltweite Internet angeschlossen. Eine Erhöhung auf eine Anschlussrate von 10 Gigabit/s steht bevor.

Technisch-wissenschaftliches Hochleistungsrechnen gewinnt eine immer größere Bedeutung. In immer mehr Bereichen wird der Einsatz von Hochleistungsrechnern zur kostengünstigen, systematischen und teilweise oft schneller zum Ziel führenden Alternative gegenüber zeitraubenden, teuren und oft umweltbelastenden Experimenten. Hoch-

leistungsrechner sind somit eine Voraussetzung für international konkurrenzfähige Forschung. Im Hochleistungsbereich betreibt das LRZ neben Hunderten von Servern für verschiedenste Dienste eine IBM pSeries 690 Regatta HPC, große Linux-Cluster mit 550 Prozessoren, einen Höchstleistungsrechner Hitachi SR 8000F1 mit 1.344 Prozessoren (bis Mai 2006) und ab Mai 2006 eine sgi Tornado mit 6660 Prozessoren Intel Montvale, 40 Terabyte Hauptspeicher und 660 Terabyte Plattenspeicher. Das sgi-System hat eine Spitzenleistung von 70 TeraFlops und zählt zu den schnellsten Rechnern weltweit. Die zugehörigen Archivsysteme haben eine Kapazität von deutlich mehr als 1 Petabyte.

Bei einer so umfangreichen und vielfältigen Kundenstruktur und Systeminfrastruktur spielt das IT-Management der Komponenten, aber auch das IT-Service-management eine bedeutende Rolle. Zusätzlich zur Bereitstellung von notwendiger Infrastruktur einschließlich

Systembetrieb und intensiver Kundenberatung und -betreuung findet deshalb am LRZ auch Forschung in den Gebieten IT-Management, Computational Sciences, Grid-Computing und Langzeitarchivierung statt. Im Zuge der Forschung am LRZ im Bereich IT-Management entstand das Münchner Netzmanagement-Team, international bekannter unter seiner Abkürzung MNM-Team, das sich unter meiner Leitung als eine der ersten Gruppen in Deutschland seit mehr als zwanzig Jahren mit Themen aus dem Bereich des IT-Managements in Lehre und Forschung befasst. Aus der Arbeit gingen fast dreihundert Veröffentlichungen, meist international, und über dreißig Dissertationen hervor, ferner mehrere hundert Diplomarbeiten und Entwicklungsprojekte.

Was die Gruppe treibt, sind die Fragen, wie werden vernetzte Systeme betrieblich beherrschbar, welche Tools, welche Managementkonzepte, welche IT-Prozesse sind adäquat. Wie kommt man me-

2 LRZ-Neubau in Garching
(Ansicht von Norden).
The new LRZ building in Garching
(as seen from north).

2



LRZ is one of the most important technical and scientific computing centres. It is a scientific computing centre for the universities in Munich and the Bavarian Academy of Sciences and Humanities, provides a powerful communication infrastructure through the Munich Scientific Network (Münchener Wissenschaftsnetz – MWN), is a competence centre for data communication networks, is a central site for archiving large amounts of data, and is a competence centre for technical and scientific supercomputing. The LRZ also acts as a national supercomputing centre. The LRZ supplies about 90,000 students, 9,000 researches, and more than 14,000 staff members with IT services in the Munich area alone. In addition, numerous scientific institutions have access to LRZ's resources.

A powerful communication infrastructure which connects decentralized computers and provides access to the worldwide networks is critical to distri-

buted, cooperative data processing. The Munich Scientific Network, which the LRZ keeps up-to-date with the latest technological developments, fully meets these requirements. The MWN connects the central server systems and the decentralized systems in the Munich Universities and other scientific facilities (Max-Planck Institutes, Fraunhofer-Gesellschaft, etc.) as well as computers in student residences. The MWN encompasses more than 60 locations with over 220 buildings, 300 km of fibre optic cable connecting the buildings as well as 1,100 km of fibre optic cable and 2,000 km of copper cable within the buildings, more than 1,000 active network components, and is connecting over 60,000 systems (servers, work stations, printers, etc.). Furthermore, approximately 900 modem/ISDN access lines and 2 VPN servers allow remote access to the MWN, for example from home. The LRZ is connected to the MWN and to the world-wide in-

ternet with a bandwidth of 1 Gbit/second. An increase to a 10 Gbit/second connection is currently in preparation.

Technical and scientific high performance supercomputing is becoming more and more important. In increasingly more disciplines the employment of high performance computers is proving to be a more cost-efficient, systematic, and sometimes even faster alternative to time-consuming, expensive, often environmentally damaging experiments. High performance supercomputers are therefore a prerequisite for research to stay competitive with international developments. In the field of high performance supercomputing, the LRZ operates – in addition to hundreds of servers for a variety of services – an IBM pSeries 690 Regatta HPC; a large Linux cluster with 550 processors; a supercomputer Hitachi SR 8000F1 with 1,344 processors (until May 2006); and, as of May 2006, an sgi Tornado supercomputer with 6,660 Intel Montvale

thodisch zu angemessenen Managementarchitekturen, Plattformen, Spezifikationen und Policies? Engste Zusammenarbeit gibt es mit verschiedensten Lehrstühlen an TUM, LMU, Uni BW München und weiteren Hochschulen im In- und Ausland. Zu den Kooperationspartnern gehören u. a. Siemens, HP, IBM, BMW, T-Systems, BMC Remedy, DFN, BSI. Natürlich ist das LRZ auch an nationalen und internationalen Großprojekten beteiligt, z. B. im Grid-Umfeld bei D-Grid, DEISA, LHC-Grid.

Im Laufe der Zeit behandelte das MNM-Team etliche Fragestellungen aus den Bereichen Netzmanagement, Systemmanagement, Enterprise- und Dienstmanagement. Eine ausführliche Liste der Veröffentlichungen und Dissertationen befindet sich unter <http://www.mnm-team.org>. Derzeitige Schwerpunkte liegen dabei in den Teilbereichen Security Management, Policy-based Management, SLA/QoS-Management, Customer Service Management und Grid Management. Die Forschungsarbeit des Teams profitiert erheblich davon, dass Mitglieder auch konkrete Betriebsverantwortung für umfangreiche IT-Infrastrukturen in komplexen organisatorischen Umfeldern haben. So kommen viele Fragestellungen aus der Praxiserfahrung (z. B. LRZ, DFN, Firmenprojekte) und können der Forschungs- und Entwicklungsar-

beit zugeführt werden; umgekehrt können Ergebnisse und Prototypen einem Praxis- und Härte-test zum Tragfähigkeitsnachweis in konkreter Dienstleistungsumgebung unterworfen werden. Diese an üblichen Lehrstühlen nicht oft anzutreffende Situation des Miteinanders von Forschung, Betrieb und Dienstleistung macht die Teamkompetenz bei Partnern in Wirtschaft und Industrie glaubwürdig und erleichtert das Einwerben von Drittmitteln erheblich. Dass die vom Team behandelten Fragestellungen in speziellen Lehrveranstaltungen ihren Niederschlag finden, ist selbstverständlich.

Bei der Untersuchung vieler Fragen fällt natürlich auch ein kritischer Blick auf einschlägige Standardisierungen und „Best Practice Guides“ wie ITIL, eTOM

etc. Ein Teil der Gesamtthematik hat enge Verzahnungen mit betriebswirtschaftlichen Fragestellungen der Geschäftsprozessmodellierung und der Bildung von virtuellen Organisationen. Das „neue“ LRZ in Garching positioniert sich mit seinen über 160 Mitarbeitern nicht nur in Bezug auf modernste und leistungsfähigste Infrastruktur immer wieder neu, sondern stellt sich auch in Bezug auf Hardware- und Softwaremanagement immer wieder neuen Herausforderungen.

3 Archivspeichersystem (Bandroboter STK ACS 4400) mit einer Kapazität von 150 Tbyte. [Archive storage system \(tape robot STK ACS 4400\), capacity 150 Tbyte.](#)

4 Die zentralen Netzregale des Münchner Wissenschaftsnetzes. [The central networking racks of the MWN.](#)



processors, 40 terabytes of main memory, and 660 terabytes of disk storage. This sgi system will have a peak performance of 70 teraflops and will be one of the fastest computers worldwide. The corresponding archive systems offer a capacity of more than 1 petabyte.

In addition to providing the necessary infrastructure, system operations, and intensive customer consulting/support, research also takes place at the LRZ in the fields of IT management, computational sciences, Grid computing, and long term archiving. In the context of LRZ's research in the field of IT management the Munich Network Management Team (MNM Team) was established. Directed by Professor Dr. Heinz-Gerd Hegering (chair at University of Munich LMU and Chairman of the Board of Directors of LRZ), the MNM Team was one of the first groups in Germany to address the research area of IT management. Since its foundation more than 20 years ago, more than three hundred publications, over thirty PhD theses, and several hundred Master's/Diploma theses, supervised student projects and development project reports have been published. The fundamental issues driving the research effort revolve around the manageability of networked systems, including adequate management concepts, tools,

and IT processes. The work is based on practical experience and knowledge gained from intensive cooperation with providers of large heterogeneous networks and software developers in the field of integrated management as well as scientific research. Strong cooperation exists with various chairs at the Munich universities LMU, TUM, Uni BW and many universities in the country and abroad. Research partners are e.g. Siemens, HP, IBM, BMW, T-Systems, BMC Remedy, DFN, BSI. Of course, LRZ is involved in national and international projects, e.g. as far as Grid initiatives are concerned, D-Grid, DEISA and LHC-Grid.

Over the recent years the MNM team has addressed many issues in the domains of network management, systems management, enterprise management, and service management. A complete list of publications, theses, and dissertations can be found at <http://www.mnm-team.org>. Currently, the research focus covers the areas of security management, policy-based management, SLA/ QoS management, customer service management, and Grid management. The team's research work considerably benefits from the fact that most of its members have responsibilities for operational management of large IT infrastructures in complex organizational environments. Consequently, many research and development projects

stem from real life experience (e.g. LRZ, DFN, commercial projects). The LRZ environment, on the other hand, provides a platform for research results and prototypes to undergo thorough proof-of-concept evaluations in concrete service environments. This possibility is different from most other chairs and universities. However, it is exactly this unusual cooperation of research, operational responsibility, and service provisioning which makes the team's competence more credible for industrial and commercial partners, thus making it easier to obtain external project funding. As a matter of course, the research topics investigated by the team are reflected in specific lectures, courses, and seminars.

While addressing these research questions, relevant standardization efforts and "best practice guides" like ITIL, eTOM, etc. are critically analyzed. There is especially a close interaction between some of the above research topics and economic challenges when modeling business processes and creating virtual organizations. The "new" LRZ in Garching with more than 160 employees not only consistently repositions itself regarding the most modern and most powerful infrastructure, but it also permanently meets new challenges as far as hardware and software management are concerned.