

## Kommission für Informatik Leibniz-Rechenzentrum

In ihrer regulären Sitzung am 14.12.2012 befasste sich die Kommission mit dem Abschluss der Installation des neuen Höchstleistungsrechners SuperMUC für das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) und der Planung der Erweiterung des Höchstleistungsrechners (SuperMUC Phase 2) sowie den dafür notwendigen baulichen Anpassungen. Daneben wurden allgemein die Entwicklung des LRZ und seine Dienste gewürdigt. Die Aktivitäten des LRZ und der aktuelle Stand der Initiativen des Gauss Centre for Supercomputing (GCS) im nationalen und europäischen Umfeld wurden der Kommission erläutert. Im Rahmen des wissenschaftlichen Vortrags berichtete Dr. Christoph Anthes (Leibniz-Rechenzentrum) über das Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) am LRZ.

Herausragende Ereignisse vom Standpunkt der öffentlichen Wahrnehmung waren im Jahr 2012 die Verleihung des Deutschen Rechenzentrumspreises 2012 in der Kategorie "Energie- und Ressourceneffiziente Rechenzentren", die Festveranstaltung zum 50-jährigen Bestehen der Kommission für Informatik sowie zur Inbetriebnahme des neuen europäischen Höchstleistungsrechners am 20. Juli 2012 im Beisein von Bundesministerin Annette Schavan und des bayerischen Wissenschaftsministers Wolfgang Heubisch und die erfolgreiche Installation und Eröffnung des Zentrums für virtuelle Realität und Visualisierung (V2C).



Prof. Dr. Karl-Heinz Hoffmann, Präsident der BAdW, Prof. Dr. Arndt Bode, Vorsitzender des Direktoriums des LRZ, Martina Koederitz, Geschäftsführerin IBM Deutschland GmbH, Bundesministerin Prof. Dr. Annette Schavan und Staatsminister Dr. Wolfgang Heubisch (v.l.n.r.) bei der Feier am 20. Juli 2012

Nach der erfolgreichen Inbetriebnahme des SuperMUC (Platz 4 weltweit, Platz 1 in Europa auf der Top500-Liste vom Juni 2012) sind hier die Aktivitäten zum Ausbau der Stellung des LRZ als ein Europäisches Zentrum für Supercomputing, das seine Dienste eingebettet in GCS und die europäische Infrastruktur PRACE (Partnership for Advanced Computing in Europe) einbringt, zu benennen.

Im Hinblick auf die zukünftige Versorgung mit Höchstleistungsrechnerkapazität haben Bund und Länder im Jahr 2012 zusätzliche Mittel im Rahmen des Förderprojektes PetaGCS in Höhe von weiteren € 52 Mio. (damit insgesamt € 400 Mio.) für das GCS für Phase 2 zur Verfügung gestellt. Personell ist und war das LRZ bzw. das Direktorium durch Prof. Hegering als Leiter des GCS e.V. (Verlängerung bis Frühjahr 2013), mit Prof. Bode als Vertreter der Bayerischen Akademie der Wissenschaften im Vorstand von GCS sowie als Deutscher Vertreter im PRACE Council, als Mitglied des Verwaltungsrates der European Open File Systems Initiative (EOFS) sowie Gründungmitglied der European Technology Platform for High Perform-

mance Computing ETP4HPC und mit Prof. Kranzlmüller als deutschem Vertreter des NGI-DE in EGI in nationale und europäische Aktivitäten eingebunden.

Weitere herausragende Ereignisse im Jahr 2012 waren:

- Ausbau der Mail-, Groupware- und E-Learning-Dienste für die Münchner Hochschulen, auch bedingt durch den „doppelten“ Studienjahrgang
- Ausbau des Münchner Wissenschaftsnetzes, ebenfalls bedingt durch den „doppelten Studienjahrgang“
- Ausbau der Dienstleistungen in den Bereichen Virtuelle Server, Desktop Management, eLearning Plattformen und Digitale Langzeitarchivierung
- Professionalisierung verschiedener Dienste (u.a. Sicherheit)
- Weitere Rezentralisierung (Übernahme überregionaler Aufgaben)
- Einwerbung weiterer Drittmittelprojekte; das LRZ ist aktuell an 13 EU- und 2 BMBF-Projekten beteiligt
- Tag der offenen Tür am 27.10.2012 mit etwa 1.500 Besuchern
- Antrag und erfolgreiche Umsetzung zahlreicher Großgeräteanträge der DFG (insbes. zum Aufbau eines Visualisierungs- und Virtual-Reality-Zentrums, für ein Hochleistungs-Archiv- und Backup-System, zum Ausbau des Kommunikationsnetzes und zur Modernisierung der IT-Infrastruktur des Bibliotheksverbands Bayern).

Die Planung aller Aktivitäten erfolgt in direkter Absprache mit den Hochschulleitungen von LMU und TUM. Die Aktivitäten des LRZ werden in ausführlichen Jahresberichten dokumentiert ([www.lrz.de/wir/berichte](http://www.lrz.de/wir/berichte)).

Der Umfang der Dienstleistungen des LRZ nahm auch im Berichtsjahr weiter zu. Allerdings ist anzumerken, dass die vielfachen Aktivitäten im EU-Umfeld, die zahlreichen Aktivitäten im Umfeld der Inbetriebnahme des SuperMUC und der Planung der Erweiterung des Höchstleistungsrechners (SuperMUC Phase 2) große personelle Ressourcen binden, die nur durch einen außerordentlichen persönlichen Einsatz der Mitarbeiter zu kompensieren waren. Darüber wird im Folgenden abteilungsbezogen berichtet.

### **Abteilung „Benutzernahe Dienste und Systeme“**

Die Schwerpunkte der Arbeiten lagen in der weiteren Etablierung und dem Ausbau von IT-Infrastruktur-Diensten im Münchner Wissenschaftsnetz, für Studenten und Mitarbeiter der Universitäten und Institutionen im Münchner Raum sowie für den Bibliotheksverbund Bayern (BVB) in der bayerischen Staatsbibliothek (BSB).

Dazu gehören Verzeichnisdienste für das Identity Management, die Unix-Maillösung sowie die Groupware Microsoft Exchange, die eLearning-Plattformen Moodle für TUM und LMU, das Hosting von Webauftritten und Dokumenten-Managementsystemen, Web-Portallösungen auf klassischer Unix-Basis und Microsoft Sharepoint, hochskalierende Datenbanklösungen, Desktop-Management-Angebote für diverse Arbeitsplatztypen, wie auch die gesamte, komplexe IT-Infrastruktur für den Bibliotheksverbund Bayern, vom Verbundkatalog bis zur Langzeitarchivierung (Rosetta).

Dabei werden mit den Universitäten und der Staatsbibliothek, wie auch dem Bibliotheksverbund jeweils organisationsübergreifende Managementlösungen erarbeitet und betrieben, die eine dezentrale Verantwortung für zentral betriebene Infrastrukturen und Dienste ermöglichen, so dass das LRZ aus Sicht der Kundenorganisationen als verlässlicher Outsourcing-Dienstleister wahrgenommen werden kann.

Mit der Inbetriebnahme des Zentrums für Visualisierung und Virtual Reality konnte ein Meilenstein für das LRZ erreicht werden, der nun auch die Umsetzung komplexer Projekte zur Visualisierung ermöglicht.

Für die Zukunft als Universitäts- und Dienstleistungsrechenzentrum gilt es, sich neuen, Cloud-basierten Betriebskonzepten der Softwareanbieter ebenso zu stellen, wie den im Internet schon lange verfügbaren und von Wissenschaftlern wie Studenten intensiv genutzten Cloud-Diensten, etwa für Kollaborationslösungen und Datenhaltung. Auch die weitere Zentralisierung und Standardisierung von IT-Diensten wird das LRZ beschäftigen, um wirkliche Mehrwerte für seine Kunden in Form von funktionalen, sicheren und stabilen Lösungen anbieten zu können.

### ***Identity Management und Verzeichnisdienste***

Die wichtigste Weiterentwicklung am zentralen LRZ Identity-Management-System (LRZ-SIM) war die technische Umsetzung der neuen LRZ-Passwortrichtlinie zur weiteren Erhöhung der Sicherheit. Diese Richtlinie ist seit Anfang 2012 für LRZ-Mitarbeiter und seit Juni 2012 für alle LRZ-Benutzer bindend. Neben der nun erzwungenen Passwort-Mindestqualität sind der regelmäßige automatische Passwortverfall sowie der Änderungszwang von Startpasswörtern die wichtigsten Neuerungen. Kennungen mit verfallenem Passwort bzw. Startpasswort unterliegen einer technischen Sperre, die die Anmeldung an allen Authentisierungsservern blockiert. Ausgenommen von der LRZ-Passwortrichtlinie sind von LMU und TUM importierte Kennungen, die der Passwortrichtlinie der jeweiligen Hochschule folgen, sowie Grid-Kennungen, für die ein gültiges Passwort aufgrund von zertifikatsbasierter Authentifizierung nicht zwingend notwendig ist. Begleitend zur technischen Umsetzung der Passwortrichtlinie erfolgte eine vielschichtige Information von Benutzern und Master Usern.

Im Bereich der Hochleistungsrechner wurden in LRZ-SIM neue Kontingentierungsmöglichkeiten für das Linux-Cluster eingeführt, die Rechenzeit-Restkontingente des HLRB2 für den SuperMUC skaliert übernommen, sowie auf allen HPC-Plattformen die Migration auf einen einheitlichen Home-Verzeichnispfad vollzogen. Für den SuperMUC konnten mit LRZ-SIM-Unterstützung zwei zusätzliche Authentisierungsserver mit eingegrenztem Benutzerumfang innerhalb des Höchstleistungsrechners in Betrieb genommen werden. Die zukünftige Deprovisionierung der abgelaufenen HPC-Projekte und die Freigabe der von ihnen belegten Speicherbereiche unterstützt LRZ-SIM mit neuen Verwaltungsmöglichkeiten bei Historieneinträgen.

Bei den benutzernahen Diensten seien folgende Neuerungen erwähnt: Im Rahmen der Außerbetriebnahme des Speichersystems AFS und der dadurch notwendigen Migration der persönlichen Homepages wurde die Verwaltung dieser Seiten in LRZ-SIM integriert. Dadurch können Benutzer über das Id-Portal Homepages anlegen und löschen sowie Zertifikate für verschlüsselte Übertragung beantragen. Für die Mailedienste ermöglichen Erweiterungen in den LRZ-SIM-Servern nun authentifizierten Mailversand. Für die Vollständigkeit des Adressbestands der Mailsysteme werden mittlerweile TUM- und LMU-Funktionskennungen nach LRZ-SIM übernommen. Für persönliche Kennungen wurde die Palette derjenigen LRZ-Dienste erweitert, für die Betreuer oder Plattformverantwortliche Berechtigungen vergeben können, z.B. für die Netzverantwortlichen- und Monitoring-Portale sowie für Zugänge für Administratoren im Web- und VM-Serverhosting-Bereich. Noch in diesem Jahr wird zudem die Möglichkeit geschaffen, kurzlebige WLAN-Kennungen für Gäste an den Hochschulen einzurichten, für die die herkömmliche Kennungsvergabe zu aufwändig ist.

In der einrichtungübergreifenden Authentisierungs- und Autorisierungs-Infrastruktur (DFN-AAI), also bei den am LRZ betriebenen Shibboleth-Servern für die TUM-, LMU- und LRZ-

Identity-Provider (IdP), lag der Schwerpunkt der Weiterentwicklung auf der informationellen Selbstbestimmung: die Konfiguration der Benutzerdatenfreigaben wurde grundlegend überarbeitet und an vorgegebene DFN-Standards angepasst. Für die Nutzung gefragter Dienste – Transfer großer Datenmengen (*GigaMove*), DFN-Webkonferenzdienst und Teilnahme an der europäischen Meta-Föderation *eduGAIN* – wurde die Freischaltung der drei IdPs veranlasst. Daneben waren Beratung zu Shibboleth und auch IdP-seitige Sonderlösungen für im Aufbau befindliche, nur hochschullokal verfügbare Webdienste, speziell an der TUM, notwendig.

### ***Mail und Groupware***

Beim Exchange-Dienst war auch in 2012 ein starkes Wachstum zu verzeichnen. Im Zeitraum November 2011 bis November 2012 kletterte die Nutzerzahl um ca. 8.500 auf ca. 23.500 und der Netto-Speicherbedarf hat sich von 2 auf knapp 4 TByte nahezu verdoppelt (brutto wird wegen des zusätzlichen Bedarfs für Replikate und Snapshots sogar das 3- bis 4-Fache davon benötigt).

Um der anhaltend großen Nachfrage nach Exchange gerecht werden zu können wurde gemeinsam mit den für die Speichersysteme zuständigen Kollegen ein Nachfolgesystem konzipiert, ausgeschrieben und beschafft. Da sich das bisherige System – mit virtuellen Mailbox-Servern und einem über iSCSI angeschlossenen NAS-Filer – im Betrieb leider als wenig fehlertolerant gegenüber Netzstörungen erwiesen hat, wurde nun eine Konfiguration mit physischen Mailbox-Servern und direkt daran angeschlossenen SAS-Speicher gewählt. Das neue System ist für bis zu 40.000 Benutzer mit einem Speicherbedarf von bis zu 20 TByte (netto) ausgelegt. Nach Abschluss der Installations- und Konfigurationsarbeiten sowie der notwendigen Tests sollen die derzeitigen Nutzer schrittweise bis Ende des Jahres auf das neue System migriert werden.

Aus dem Bereich der klassischen Mailedienste sind zwei Aktivitäten besonders erwähnenswert, und zwar die Umstellung auf einen neuen Webmailer und die Einführung eines neuen Dienstes zum authentifizierten Verschicken von Mails.

Grund für den Wechsel auf einen neuen Webmailer war, dass das bisher eingesetzte Produkt *SquirrelMail* nicht mehr in ausreichender Weise weiterentwickelt wurde. Nach Sondierung der verfügbaren (freien) Alternativen hat sich das LRZ für *Roundcube* als neuen Webmailer entschieden, ein gut gepflegtes Produkt mit einer modernen, intuitiv zu bedienenden Nutzungsoberfläche. Der Roundcube-Betrieb wurde Anfang Mai aufgenommen und nach einem zwei-monatigen Parallelbetrieb mit SquirrelMail, während dem sich die Benutzer an die neue Umgebung gewöhnen konnten, wurde der alte Webmailer Anfang Juli abgeschaltet.

Anfang August wurde ein neuer Dienst zum Versenden von Mails für den Benutzerbetrieb freigegeben. Im Unterschied zum bisherigen *mailout*-Dienst können Mails beim neuen *post-out*-Dienst nur nach vorheriger Authentifizierung und nur mit Absendeadressen, für die der jeweilige Nutzer nutzungsberechtigt ist, verschickt werden. Der neue Dienst ist dadurch wesentlich besser gegen missbräuchliche Nutzung (wie Versand von Spam-Mails) abgesichert. Ein weiterer Vorteil gegenüber dem *mailout*-Dienst ist, dass er weltweit nutzbar ist und nicht nur innerhalb des MWN bzw. nach Aufbau einer entsprechenden VPN-Verbindung – eine Einschränkung, die insbesondere für die Nutzer von mobilen Geräten unbequem war. Der bisherige *mailout*-Dienst wird noch für eine gewisse Übergangszeit parallel zum neuen *post-out*-Dienst verfügbar bleiben. Mittelfristig wird *mailout* in etwas veränderter Form nur noch für lokale Mailserver im MWN, aber nicht mehr für einzelne Benutzer angeboten werden.

Der Betrieb an den weiteren Mailservern verlief ohne nennenswerte Vorkommnisse und die maximale Mailgröße konnte im Juni von 30 auf 50 MByte erhöht werden um so den Versand von noch größeren Dokumenten zu ermöglichen.

### ***IT des Bibliotheksverbundes Bayern (BVB)***

Zur Erhöhung der Redundanz der Bibliothekssysteme wurde eine Planung erstellt, die vorsieht, die Clustersysteme auf getrennte Brandabschnitte zu verteilen. Im neuen Serverraum DAR1 wurden die technischen Vorbereitungen zur Installation der Clusterrechner durchgeführt. Um die Speicherkomponenten auf die Brandabschnitte zu verteilen, müssen weitere Speichersysteme beschafft werden. Dazu wurde ein Antrag für Großgeräte der Länder ausgearbeitet und von der DFG positiv begutachtet.

Weiterhin wurde die Ersetzung des jetzigen Firewall-Clustersystems, das schon heute den Datenverkehr nicht mehr komplett verwalten kann, geplant. Für den Backupverkehr wurde dabei eine Lösung auf kostenfreier Open Source Software (pfsense) auf Althardware aufgebaut, um so den Betrieb kostengünstig aufrecht erhalten zu können. Der Ersatz des Firewall-Clustersystems und die Verteilung des Clusters auf die beiden Brandabschnitte ist auch Teil des oben genannten Antrags.

In Kooperation mit der Bayerischen Staatsbibliothek wurde das System zur Langzeitarchivierung „Rosetta“ von Ex Libris nach einer zweijährigen Projektphase produktiv geführt. Das LRZ betreibt die Plattform und betreut das Betriebssystem sowie den zugehörigen Datenbankcluster und die angeschlossenen Speichersysteme. Die Archivierung der Daten erfolgt auch durch das vom LRZ betriebene Backupsystem „Tivoli Storage Manager“ von IBM.

### ***E-Learning und spezielles Webhosting***

Die laufenden E-Learning Projekte für TUM und LMU werden mit Unterstützung und Beratung des LRZ weiter ausgebaut. Für die TUM wurde zu dem bisherigen Typo3-Webhosting-Projekt ein auf dieses Rahmenkonzept aufsetzendes Sonderprojekt begonnen. Es handelt sich dabei um den Betrieb des zentralen Webservers der TUM, der Zug um Zug in die Webhosting-Umgebung am LRZ migriert werden soll. In einem ersten Schritt wurde dazu Mitte des Jahres die Betriebsumgebung am LRZ aufgesetzt, so dass bereits ein erster Teil-Umzug der zentralen TUM-Website erfolgen konnte. Die TUM will nach und nach die bisher selbst gehostete Portal-Lösung auf die LRZ-Systeme umziehen.

Alle gehosteten persönlichen Homepages (ungefähr 650), die bisher über den externen Webserver des LRZ erreichbar waren, wurden auf einen eigenen Webserver (userweb.mwn.de) migriert. Dabei wurden gleichzeitig auch die zugehörigen Webdaten aus dem nicht mehr unterstützten Dateisystem AFS nach NFS umgezogen. Ziel des Umzugs war insbesondere auch, eine klarer erkennbare Trennung zwischen dem Webauftritt des LRZ und den persönlichen Seiten der Nutzer zu erreichen, die bei der Verwendung des gleichen Domainnamens bisher nicht gegeben war.

### ***Datenbanken und Web-Schnittstellen für den Betrieb der Supercomputer am LRZ***

Beim Betrieb der Höchstleistungsrechner (SuperMIG und SuperMUC) und des VMware-Clusters fallen große Mengen Leistungs- und Abrechnungsdaten an, die intern ausgewertet und teilweise auch den Nutzern zur Verfügung gestellt werden. Die zur Auswertung allein nur für diese beiden Bereiche bereitgestellte Datenbankinfrastruktur umfasst derzeit 8 eigene Datenbankserver für HPC und einen für das VMware-Cluster. Die Arbeiten daran beinhalten den Aufbau sowie die laufende Pflege dieser Datenbanksysteme sowie den hausinternen Support bei Fragen und Problemen mit den darauf laufenden Anwendungen. Vier der Datenbankserver sind im aktuellen Jahr neu hinzugekommen, also eine Verdopplung der benötigten Infrastruktur.

Zur Darstellung von Übersichten wie Statistiken und Betriebszustandsdaten wurden Schnittstellen zum Content-Management-System Fiona des LRZ-Webservers geschaffen, die es erlauben, diese Daten auch über den Webserver des LRZ abzurufen.

### ***Aktivitäten im Bereich Desktop-Management***

Die zentralen Themen gruppieren sich um den Aufbau und Betrieb von Infrastrukturdiensten im Münchner Wissenschaftsnetz. Dazu gehört der Betrieb zahlreicher auf Windows basierender Serversysteme für interne und externe Kunden, die Bereitstellung des „Speichers für die Wissenschaft“ im MWN und eines MWN-weiten Active Directory für Authentisierung und Autorisierung, sowie zur Verwaltung von Arbeitsplatzrechnern in einem delegierten Administrationsmodell.

In 2012 erhöhte sich die Anzahl der betreuten Windows-Systeme weiter auf rund 1.000, wovon rund 240 Systeme in mehreren Pools für externe Kunden kostenpflichtig betreut werden. Im MWN-AD sind zum Ende des Jahres 2012 über 5.000 Systeme direkt angebunden. Die Anzahl der Kennungen beträgt rund 82.000. Bei den delegierten Teileinheiten hat sich die Zahl auf rund 480 Teiladministratoren erhöht.

Als Basis für verschiedene Dienste wie Softwareverteilung und Monitoring musste das MWN-AD um eine Microsoft PKI erweitert werden. Im Bereich der Active Directory Provisionierung aus TUMonline wurden in Zusammenarbeit mit der TUM weitere Funktionen für die Verarbeitung von Gruppen und Exchange-Objekten implementiert.

Das Dateiablagensystem des LRZ und der angebundenen Kommissionen der BADW musste in 2012 in die MWN-Domäne auf den MWN-Speicher migriert und Mitte des Jahres auf neue Speichersysteme der Firma Netapp verlagert werden. Der bisherige Web-Zugriff auf den MWN-Speicher über <https://webdiks.ads.mwn.de> wurde von einer Eigenentwicklung des LRZ auf ein modernes, kommerzielles Produkt umgestellt.

Die zweite Hälfte des Jahres 2012 war vor allem von den Umstellungsarbeiten auf die neuen System Center Produkte SCCM (Configuration Manager) und SCOM (Operations Manager) geprägt. Im Bereich des Monitorings konnte die Qualität der Überwachung durch verbesserte Managementpacks und dem Aufbau eines Datenwarehouse deutlich verbessert werden. Die Softwareverteilung musste im Rahmen der Migration auf SCCM 2012 überarbeitet werden. Die rund 1.000 Clients wurden in die neue SCCM-Site migriert und circa 280 Softwarepakete überarbeitet.

### ***Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C)***

Im Januar 2012 wurde mit den Baumaßnahmen zum Innenausbau und der Medientechnik des Zentrums für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) begonnen. Der Innenausbau konnte im Mai fertiggestellt werden und die Installation frühzeitig am 20.07. geladenen Gästen demonstriert werden. An diesem Tag nutzen erstmals 150 Gäste die Gelegenheit einen Eindruck über die neuen Anlagen des LRZ im Bereich VR und Visualisierung zu erlangen.

Eine offizielle Eröffnung für die Gruppe der Mittragsteller und Anwender des Zentrums fand am 25. Oktober statt. Hierüber wurde auch mehrfach in der Presse berichtet.



Blick auf Powerwall (links), Cave (mitte) und Zuschauerraum (rechts) des V2C

Es konnten bereits verschiedene Projekte während der Aufbauphase des Zentrums aus den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten realisiert werden. Beispiele hierfür sind Projekte aus den Bereichen Archäologie, Architekturinformatik, Kunstpädagogik, Informationsvisualisierung, Geoingenieurwissenschaften und Fertigungstechnik. Bei der Umsetzung dieser Projekte wurde erstmals auf internationaler Ebene mit der University of Tokyo und der Tohoku University in Japan sowie der University of California, Berkeley in den USA zusammengearbeitet. Viele weitere Projekte und Forschungsanträge befinden sich in der Planungs- und Umsetzungsphase.

Insgesamt konnten die ersten Beispielprojekte und das V2C ca. 800 Besuchern demonstriert werden, um den Bekanntheitsgrad des Zentrums zu erhöhen. Außerdem wurde die Onlinepräsenz vollständig aktualisiert und hochwertiges Printmaterial in Form von Booklets erstellt.

Im Rahmen des Arbeitskreises Visualisierung, einer wissenschaftlichen Vortragsreihe rund um das Feld Virtuelle Realität und Visualisierung fanden vier Veranstaltungen statt, in welchen internationale Gäste aus Österreich, Großbritannien und Japan von ihren aktuellen Forschungsergebnissen aus den Bereichen VR und Visualisierung berichteten.

In Zusammenarbeit mit LMU und TUM wurden 4 Bachelorarbeiten und eine Masterarbeit vom Team für VR und Visualisierung betreut. Eine Lehrveranstaltung zum Thema Virtuelle Realität wurde an der LMU im Sommersemester 2012 abgehalten.

### **Abteilung „Kommunikationsnetze“**

Das Jahr 2012 zeichnete sich durch eine massive Zunahme mobiler Geräte und den damit gestiegenen Anforderungen insbesondere im Funknetz aus. Für alle Klassen von Netzkomponenten (Router, Switches und AccessPoints) wurde eine technische Auswahl neuer Geräteklassen durchgeführt und entsprechende Ausschreibungen bereits durchgeführt oder vorbereitet. Das LRZ versucht weiterhin die Ausfallsicherheit und die Stabilität des MWN zu erhöhen.

Zu diesem Zweck wurde ein weiterer Campus (Weihenstephan) redundant erschlossen und kritische Komponenten im Rechnerwürfel auf verschiedene Brandabschnitte verteilt. Neben dem Ausbau des Münchner Wissenschaftsnetzes (MWN) durch Neuanschlüsse und Sanierungen von Hochschuleinrichtungen und Studentenwohnheimen wurden die Dienste im Bereich des Managements, Monitorings und der Sicherheit weiter optimiert und das IT-Service Management weiter vorangetrieben. Auch die in der Abteilung Kommunikationsnetze angesiedelten Forschungsprojekte wirken befruchtend auf den Betrieb des MWN, profitieren aber selbst auch durch die Erfahrungen aus dem praktischen Betrieb eines großen Netzes.

### ***Netzänderungen***

An das Münchner Wissenschaftsnetz (MWN) wurden folgende Hochschuleinrichtungen neu angeschlossen:

- Hochschule München, Neubau Dachauer Str. 100a
- TUM-Forschungsstation Mülverstedt in Thüringen
- TUM Anmietung am Business Campus in Garching
- TUM Atlas Laserhalle in Garching
- LMU Neubau Reptilienklinik in Oberschleißheim
- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Wald- und Forstwirtschaft, Containerburg in Weihenstephan
- Zentrum für angewandte Energieforschung (ZAE), Erweiterungsbau in Garching
- Munich Creative Networks (MCN-Verein); Dachorganisation für Spin-Offs der Hochschule München
- Studentenwohnheim Garching Living Center (GLC)
- Studentenwohnheim Enzianstraße 3-5 in Garching
- Studentenwohnheim Josef-Wirth-Weg

Folgende Standorte wurden aufgegeben und der Anschluss ans MWN abgebaut:

- Hochschule für Film und Fernsehen, alter Standort in der Frankenthalstraße
- ZHS, TUM-Sport, Olympiagelände (temporär wegen Generalsanierung)
- TUM-Versuchsgut Grünschwaige
- TUM-Versuchsgut Hirschau
- Studentenwohnheim Roncali-Kolleg
- Studentenwohnheim Georg-Lanzenstiel-Haus
- Studentenwohnheim Geschwister Scholl

Zurzeit verbindet das MWN über 100.000 Geräte miteinander und mit dem Internet.

### ***Erhöhung der Redundanz im Münchner Wissenschaftsnetz***

In den letzten Jahren wurde versucht, Standorte mit vielen Nutzern redundant, d.h. mit mehreren Leitungen ans MWN anzuschließen, um damit die Ausfallsicherheit gegenüber Komponenten- oder Faserausfällen zu erhöhen. In diesem Jahr konnte eine redundante Anbindung des Campus Weihenstephan realisiert werden. Dazu wurde in enger Kooperation mit dem DFN und der Firma Gasline eine wegeredundante Glasfaser zwischen Weihenstephan und Garching realisiert. Außerdem wurde das Gebäude der Fakultät für Mathematik und Informatik ebenfalls über eine weitere wegeredundante Glasfaser ans MWN angebunden. Neben diesen beiden Standorten sind TUM und LMU in der Innenstadt, sowie die Standorte Großhadern und der Campus Garching redundant angebunden.

### ***Internetanschluss***

Das Münchner Wissenschaftsnetz ist mit zweimal 10 Gbit/s am Wissenschaftsnetz (X-WiN) des DFN (Deutsches Forschungsnetz) angeschlossen, die verfügbare Datenrate ist jeweils 5,5 Gbit/s. Die beiden Anschlüsse sind zu einem Trunk mit 11 Gbit/s zusammengefasst.

In diesem Jahr wurde bei dem über das X-WiN übertragenen Datenverkehr die PetaByte Schwelle überschritten, es wurden ein- und ausgehend im Oktober 2012 in Summe 1,26 Peta-Byte übertragen. Die Steigerungsraten beim Datenvolumen im Vergleich zum jeweiligen Vorjahresmonat, liegen zwischen 1,2 und 1,7.

Für den Fall, dass der ganze X-WiN Zugangsknoten ausfallen sollte, wird zusätzlich ein (Volumen-tarifierter) Backup mit 1 Gbit/s über den lokalen Provider M-net betrieben.

### ***Netzbetrieb***

In 2012 wurden wieder viele Hochschulgebäude saniert, neu angemietet oder neu gebaut. Zusammen wurden über 60 Switches installiert. Weitere 70 Switches wurden gegen neuere Geräte ausgetauscht, um die aktuellen Anforderungen (Gigabit-Ports, Power over Ethernet) zu erfüllen und sehr alte, fehleranfällige Geräte zu ersetzen.

Die Konfiguration von IPv6-Adressen wurde für alle offiziellen Subnetze (außer bei denen ein Widerspruch durch die Nutzer erfolgte) abgeschlossen. Außerdem wurden 76 IPv6-Netze neu eingerichtet, welche durch eine Firewall abgesichert sind. Für die ungesicherten privaten Subnetze wurde die Einführung von IPv6 aus Sicherheitsgründen vorerst zurückgestellt.

Der DHCP-Dienst wurde von den alten dedizierten Servern auf leistungsfähige, verteilt im MWN dislozierte DNS-Server migriert.

Als erster entfernter Standort wurde die Feldstation der TUM in Mülverstedt/Thüringen über die Mobilfunktechnik LTE an das MWN angebunden. Für Testzwecke wird im Rechnergebäude des LRZ ein LTE-Client von Vodafone mit einer auf dem Dach installierten Antenne betrieben.

### ***Trennung Rechenzentrumsnetz***

Zur Erhöhung der Ausfallsicherheit wurde 2012 damit begonnen, die zentralen Netzkomponenten im LRZ auf zwei Gebäude-Brandabschnitte zu verteilen. Zuvor waren alle zentralen Netzkomponenten im Netz- und Serverraum des ersten Rechnerwürfels (NSR0) installiert.

Einige der Komponenten wurden nun in den Daten- und Archivraum des neuen Rechnergebäudes (DAR1) umgezogen, welcher sich in einem gegenüber NSR0 anderen Brandabschnitt befindet. Beide Räume besitzen eine EV4 Stromversorgung (Dieselgenerator bei Stromausfall).

Als erstes wurde der zentrale LRZ-Router VSS1 getrennt. Dieser besteht aus zwei Cisco Catalyst 6509 Geräten, welche als Virtual-Switching-System (VSS) verschaltet sind. An jedem der beiden Routerchassis gibt es Verbindungen zu den beiden Zentralswitches. Die Server im NSR0 (bzw. die meisten) sind mit jeweils zwei Rackswitches verbunden, die ihrerseits redundant an den beiden Zentralswitches angeschlossen sind. Alle Server haben dadurch die Möglichkeit, den Router über zwei verschiedene Wege zu erreichen. Der Router VSS1 selbst hat ebenfalls zwei Ausgänge in das MWN-Backbone, welche auch über in verschiedenen Brandabschnitten liegende Geräte realisiert sind.

Im Sommer 2012 wurden folgende weitere, aus mehreren Hardware-Komponenten bestehende Systeme den beiden Brandabschnitten zugeordnet:

- Secomatcluster (Security- und NAT-Gateways, Linux basiert)

- Zentrale LRZ-Firewalls (Cisco ASA5580)
- SuperMUC/SuperNAS-Anbindung (Cisco Catalyst 6509)

Ende 2012/Anfang 2013 werden noch folgende Systeme aufgeteilt:

- Zentralswitches (HP)
- SLB (Server-Load-Balancer, Geräte der Firma F5)
- VPN-Server (Virtual Private Network, Cisco ASA)
- VoIP-Server (Voice over IP, zentrale Vermittlungsserver auf Linux basierend)

### ***Auswahl neue Router-Generation***

Die bestehenden Backbone-Router vom Typ Cisco Catalyst 6500 wurden im Jahr 2000 beschafft und in zwei Schritten 2004 und 2007 aktualisiert. Die technische Plattform stößt inzwischen sichtlich an ihre Grenzen. Ein Migrationspfad zu höheren Übertragungsraten (40 oder 100 Gbit/s) ist damit nicht möglich. Deshalb muss die Router-Plattform durch neue Geräte ersetzt werden. In 2011 wurde bereits eine Voruntersuchung durchgeführt, um zu eruieren, welche Produkte hierfür infrage kommen. Nach der Evaluation und Präsentation der Geräte von acht Firmen wurden Router von Alcatel, Cisco und HP ausgewählt, die zwischen November 2011 und März 2012 in einem Praxistest verglichen wurden.

Als einziges Gerät konnte der Nexus 7000 von Cisco die Anforderungen des LRZ gut erfüllen. Insbesondere in der IPv6-Implementierung zeigten die Geräte von Alcatel und HP einige Defizite. Deshalb sollen 2013 die Backbone-Router im MWN durch Cisco Nexus 7000 Router ersetzt werden. Die Migration auf die neue Plattform ist ab Januar 2013 schrittweise bis August 2013 vorgesehen, wobei der Austausch der am meisten belasteten Router in den Semesterferien erfolgen soll. Priorität bei der Migration hat eine möglichst geringe Einschränkung der Netzverfügbarkeit.

### ***VoIP-Anlage***

Die seit dem Umzug des LRZ nach Garching installierte Telekommunikations-(TK-)Anlage auf der Basis von VoIP arbeitet weiterhin zufriedenstellend. Das Sicherheitskonzept wurde 2012 weiterentwickelt, der geplante Einsatz verschlüsselter Verbindungen konnte wegen bestehender Softwareprobleme bisher aber noch nicht eingeführt werden.

### ***WLAN***

Der Umfang des WLANs wurde weiter ausgebaut. An öffentlichen Plätzen (Seminarräume, Hörsäle, Bibliotheken, Foyers, Uni-Lounge) im gesamten MWN sind zurzeit 2.018 Funk-Zugangspunkte (Access Points) installiert. Die Nutzung ist weiter stark steigend, bedingt durch die weit verbreitete Verwendung von Smartphones, Tablets und Notebooks mit integrierter Funkunterstützung. Die im letzten Jahr gemessene Zahl von 5.500 gleichzeitigen Verbindungen stieg in diesem Jahr auf das doppelte an (maximal 11.286). Dabei konnten in den ersten zehn Monaten des Jahres 2012 über 280.000 verschiedene Geräte beobachtet werden. Sehr nachgefragt wurde dieser Dienst bei 335 Kongressen und Tagungen innerhalb des Jahres 2012.

Die Studienbeitragskommission der Fakultät Maschinenwesen der TU München hat knapp 70.000 Euro für die Verbesserung der WLAN-Versorgung bereitgestellt. Gemeinsam mit dem Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften wurde ein entsprechendes Konzept erarbeitet und in sehr kurzer Zeit auch umgesetzt.

Der Zeitplan für das Projekt war sehr ambitioniert. Die Mittel wurden Mitte Februar bewilligt, die Arbeiten konnten komplett in der vorlesungsfreien Zeit bis zum 15. April abgewickelt

werden. Dies war auch nur deshalb möglich, weil neben den verantwortlichen Mitarbeitern drei Auszubildende maßgeblich für das Projekt gearbeitet haben. Einer von ihnen entwickelte auch seine praktische Abschlussarbeit aus dem Projekt.

### ***WLAN-Auswahl***

Zur Überprüfung der für das MWN optimalen WLAN-Lösung wurde von Juni bis Oktober 2012 eine ausführliche Auswahl von in Frage kommenden Produkten durchgeführt. Bei dieser Auswahl ergab sich, dass künftig nicht mehr die Produkte von HP sondern Access Points der Firma Aruba bzw. baugleiche Produkte der Firma Alcatel-Lucent eingesetzt werden sollen.

### ***Switch-Auswahl***

Im Edge- und Distribution-Bereich werden seit dem Jahr 2000 Switches der Firma HP eingesetzt. Da der Markt in diesem Gerätebereich sehr dynamisch ist, werden in regelmäßigen Abständen (ca. alle 3 Jahre) Marktuntersuchungen durchgeführt, um die getroffene Switch-Auswahl zu überprüfen. Nachdem die letzte Auswahl im Jahr 2009 stattgefunden hat, war es 2012 an der Zeit, diese zu wiederholen. Ein weiterer Grund für die neue Switch-Auswahl war der Umstand, dass der bestehende Rahmenvertrag im April 2013 ausläuft und daher neu ausgeschrieben werden muss. Über diesen Rahmenvertrag, an dem auch andere bayerischen Hochschulen teilnehmen, können HP-Netzwerkprodukte zu besonders günstigen Konditionen beschafft werden.

Für die neue Switch-Auswahl wurde zunächst ein Anforderungskatalog erstellt, in dem die Mindestvoraussetzungen hinsichtlich Hard- und Software definiert sind. Anhand dieser Kriterien wurden dann die Produkte der in Frage kommenden Hersteller auf Basis der Papierform beurteilt. Schließlich wurden daraus 3 Hersteller ausgewählt, deren Switches dann in einem Praxistest und einem anschließenden Labortest genauer untersucht wurden. Auf Grund dieser Ergebnisse wurde dann entschieden, dass auch weiterhin Switches der Firma HP zum Einsatz kommen sollen, da diese bei gleicher Funktionalität deutlich kostengünstiger und energieeffizienter sind als die Geräte der Mitbewerber.

### ***Netz- und Dienstmanagement***

Das Netzmanagementsystem IBM Tivoli Network Manager IP (ITNM) wurde im Jahr 2012 weiter an die Umgebung im MWN angepasst und es wurden weitere Funktionalitäten implementiert (z.B. Last-Überwachung der WLAN Access Points). Die Unterstützung von virtuellen LANs (VLANs) in ITNM konnte wegen eines grundsätzlichen Problems im Tool nicht eingeführt werden. Um dieses Problem zu beheben wurde ein Request for Enhancement bei IBM eröffnet, der auch akzeptiert wurde. Eine definitive Zusage, wann die VLAN-Unterstützung entsprechend verbessert wird, steht noch aus.

Im Bereich des Performance- bzw. SLA-Managements wurde die neueste Version des Info-Vista Werkzeuges getestet (eine Version mit geringerem Funktionsumfang ist bereits am LRZ im Einsatz). Das Ergebnis der Evaluation war, dass diese Version im Wesentlichen aus drei Gründen vorerst nicht eingeführt wird.

Im Bereich der Netzdokumentation wurden der zugrunde liegende Applikationsserver auf die neueste Version aktualisiert und die Datenbankanbindung auf einen neueren Datenbank Treiber umgestellt (der alte Treiber wird nicht mehr weiter entwickelt).

### ***Sicherheit***

Das seit einigen Jahren für die Auswertung und Korrelation sicherheitsrelevanter Ereignisse zentral eingesetzte Security Information & Event Management System (OSSIM) hat auch

dieses Jahr den Personaleinsatz durch größtmögliche Automatisierung erfreulicherweise auf ein konstant niedriges Niveau reduziert.

Durch Platzierung und Betrieb unterschiedlicher Sensoren am X-WiN-Übergang konnten frühzeitig die missbräuchliche Nutzung ganzer Netzbereiche erkannt, einzelne kompromittierte, Viren-infizierte Rechensysteme im Münchner Wissenschaftsnetz identifiziert sowie die von Extern durchgeführten Angriffe erfolgreich abgewehrt werden. Erwähnenswert ist der deutliche Anstieg mit dem Trojanischen Pferd „Zeus“ infizierter Systeme in der zweiten Jahreshälfte. Durch den Einsatz des bewährten dreistufigen Eskalationsmechanismus, konnten Nutzer direkt oder Administratoren schnell über das Vorhandensein von Schadsoftware in ihrem Verantwortungsbereich informiert werden, ohne dass auffällige IP-Adressen gleich blockiert werden und damit die Arbeitsfähigkeit oftmals unnötig eingeschränkt wird.

Um die vorhandene Sensorik zukünftig sinnvoll erweitern zu können wurde im Jahr 2012 ein Bandbreiten-Management-System für einige Wochen evaluiert. Im Vordergrund stand dabei weniger ein aktives und regulierendes Eingreifen in die Kommunikationsströme, etwa durch Filterung oder Bandbreitenbegrenzung, sondern vielmehr die Kenntnis über die Art im MWN verwendeter Anwendungen, zur Übertragung genutzter Protokolle sowie deren jeweiliger Anteil am Gesamt-Verkehrsaufkommen. So konnte beispielsweise ermittelt werden, dass Streaming (z.B. Internet-TV, Radio, ...) besonders Abends einen signifikanten Anteil der Bandbreite verbraucht, andererseits ist auch der Anteil verschlüsselten Verkehrs erwartungsgemäß hoch, was aber gleichzeitig die Erkennung durch eingesetzte Sensoren stark einschränkt bis zu unmöglich macht.

Weiterhin gut angenommen wird von vielen Instituten und Organisationen im MWN der Betrieb einer eigenen virtuellen Firewall (VFW). Auch 2012 stieg die Anzahl der aktiven VFWs um ca. 20% an. Einen nicht unerheblichen Anteil daran hat wohl der seit einiger Zeit im MWN praktizierte Rollout von IPv6, denn die VFWs sind einige der wenigen am Markt erhältlichen Firewall-Produkte, die das neue Protokoll vollständig unterstützen.

Daneben wurde die Absicherung von im MWN aufgestellten Netzkomponenten in diesem Jahr weiter vorangetrieben. Neben der Verschlüsselung des administrativen Zugriffs und der Einschränkung auf dedizierte Managementstationen wurde auf eine zentrale RADIUS-basierte Nutzer-Authentifizierung umgestellt. Desweiteren wurde das bisherige Verfahren zur Sicherung der Konfiguration Komponenten-unabhängig gestaltet. Die Logfile-Richtlinie wurde überarbeitet, um auf aktuelle Gerichtsurteile zur Speicherung personenbezogener Daten Bezug zunehmen, und durch Einsatz technischer Maßnahmen LRZ-weit einheitlich umgesetzt. Die bis dahin nur für wenige ausgewählte Dienste eingesetzte Software Splunk wird zukünftig u.a. auch für die automatisierte Auswertung von Logdaten im SuperMUC-Umfeld eingesetzt.

Der ständige Arbeitskreis IT-Sicherheit am LRZ beschäftigte sich auch in diesem Jahr mit einer Reihe von Themen:

- Erstellung einer Richtlinie für die Klassifikation von Informationen
- Weiterentwicklung der Security-Awareness-Maßnahmen für LRZ-Mitarbeiter
- Evaluation und Vorbereitung für einen produktiven Einsatz eines LRZ-weiten Passwort-Verwaltungswerkzeuges
- Erweiterung des Security-Incident Response Prozesses im Hinblick auf eine strukturierte Vorgehensweise bei kompromittierten, virtuellen Maschinen
- Vorlage für die Erstellung von Betriebs- und Sicherheitskonzepten

Trotz all dieser Maßnahmen und des umsichtigen Umgangs mit den Rechnern besteht bekanntlich nach wie vor die Gefahr einer Infektion mit Schadsoftware oder einer missbräuchlichen Nutzung von Passwörtern/Kennungen. Die strukturierte, ISO/IEC 27001-konforme Vorgehensweise des Computer Security Incident Response Teams (CSIRT) des LRZ wurde aus den praktischen Erfahrungen überarbeitet, so dass die Erkennung, Eingrenzung und auch Aufklärung hausintern aufgetretener Sicherheitsvorfälle noch schneller erfolgen und damit die Auswirkungen auf ein Minimalmaß reduziert werden.

### ***D-Grid: Grid Intrusion Detection System***

Das Projekt GIDS - ein Grid-basiertes föderiertes Intrusion Detection System zum Schutz der D-Grid Infrastruktur - wurde unter Konsortialführung des LRZ durchgeführt. Das Jahr 2012 stand im Zeichen des Abschlusses des Projektes und der Produktivführung der Projektergebnisse. Zu diesem Zweck wurde während der D-Grid-Ergebniskonferenz ein Hands-On-Workshop organisiert und durchgeführt, bei dem interessierten Teilnehmern die Möglichkeit gegeben wurden, die Inbetriebnahme der lokalen GIDS-Komponenten praktisch auszuprobieren. Weiterhin wurden mehrere Lasttests innerhalb der Infrastruktur durchgeführt, die insbesondere die kooperative Erkennung von Angriffen unter Beweis gestellt haben. Mit Abschluss des Projektes wurde GIDS als D-Grid-Dienst produktivgeführt. Dabei wird der Dienst in Zukunft durch die DFN-CERT GmbH erbracht, wobei noch über Projektende hinaus einige Komponenten durch das LRZ betrieben werden. Um zukünftigen Nutzern des Dienstes den Einstieg zu erleichtern, wurden ausführliche Dokumentationen und Hilfen erstellt.

### ***IT-Service-Management***

Die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von IT-Services ist in erheblichem Maß von der effektiven Kommunikation, Kooperation und Koordination zwischen den Mitarbeitern eines IT-Service-Providers abhängig. Ein optimales Management von IT-Diensten muss folglich über die Überwachung und Steuerung der technischen Komponenten hinaus gehen und auch die betrieblichen Abläufe bzw. die Prozesse des IT-Service-Providers kontrollieren und lenken. Die Ausgestaltung eines solchen prozessorientierten IT-Service-Managements (ITSM) ist Gegenstand verschiedener so genannter ITSM-Rahmenwerke wie der IT Infrastructure Library (ITIL) und des internationalen Standards ISO/IEC 20000. Das LRZ ist bemüht, ein Managementsystem nach ISO/IEC 20000 zu etablieren.

Bei der weiteren Ausweitung und Verbesserung des Service-Management-Systems (SMS) blieb im Jahr 2012 der Fokus weiter stark auf dem Prozess Incident-Management. Die mittlerweile durchschnittlich 700 erfassten Incidents pro Monat werden nun nicht mehr nur hinsichtlich der Zeit bis zur Lösung, sondern auch in Bezug auf die Erstreaktionszeit überwacht. Mit Hilfe eines neu eingeführten standardisierten Berichtes konnte nachgewiesen werden, dass sich die Einhaltung der Ziele für die Lösung von Incidents im Vergleich zum Vorjahr signifikant verbessert hat.

Für die Einführung eines übergreifenden Configuration-Managements und die Vereinheitlichung des Change-Managements am LRZ wurden umfangreiche Vorarbeiten geleistet, der „Go-Live“ wird jedoch erst 2013 erfolgen können.

Im Informationsmanagement wurden die gemeinsame und einheitliche Struktur - der sogenannte Dienstleistungsbaum des LRZ - weiter etabliert und soll in naher Zukunft als grundlegende Gliederungsstruktur für alle Dienstbeschreibungen des LRZ dienen. Auf Werkzeug-Ebene wurde ein „LRZ-Wiki“ geschaffen, in das in einer Übergangsphase bis Ende 2012 die Inhalte aller Wiki-Installationen am LRZ zusammengeführt werden sollen.

Parallel zu den Einführungsprojekten wird am LRZ auch weiterhin das Zertifizierungs- und

Lehrgangskonzept für IT-Service-Management nach ISO/IEC 20000 erfolgreich fortgesetzt. Nachdem in den letzten Jahren das Schulungsprogramm sehr erfolgreich gelaufen ist, beschränkt sich mittlerweile die Ausbildung zum Foundation-Zertifikat nach ISO/IEC 20000 größtenteils auf neu hinzu gekommene Mitarbeiter.

### ***Customer Network Management (CNM)***

Customer Network Management (CNM) bezeichnet allgemein die kontrollierte Weitergabe von Managementinformationen durch den Anbieter eines Kommunikationsdienstes an die Dienstnehmer sowie das Bereitstellen von Interaktionsschnittstellen zwischen Dienstnehmer und Dienstbringer. CNM ermöglicht es den Dienstnehmern, sich über den Zustand und die Qualität der abonnierten Dienste zu informieren und diese in eingeschränktem Maße selbst zu managen.

Im X-WiN (Deutsches Forschungsnetz) wird mittels dieses Konzepts seit 2002 den DFN-Anwendern (Hochschulen und Forschungseinrichtungen Deutschlandweit) der Zugriff auf IP-Dienst-Abrechnungsdaten und eine Übersicht der Topologie- sowie deren Status- und Kennzahlinformationen angeboten. Der interne CNM-Datenzugriff wurde im Jahr 2012 an die aktualisierte Version des DFN-Datenmanagements angepasst. Die 2012 auf Linux portierte CNM-Architektur wurde seit Anfang des Jahres vom DFN und von den Anwendern pilotiert. Durch kontinuierliche Verbesserungen konnte die Architektur im Juli umgeschaltet werden.

Im Rahmen des Géant-Projekts wird das CNM-Konzept seit 2004 erfolgreich eingesetzt. Für das im 2010 entworfene WebCNM-Konzept wurde 2011 die Implementierung begonnen. Das WebCNM soll in der Zukunft den derzeitigen Java-basierten CNM-Client durch ein Web-Interface ersetzen. 2012 wurden weitere Funktionen hinzugefügt und verbessert. Beispielsweise wurde die Statistikgrafenfunktionalität entwickelt, die Benutzeroberfläche flexibler und generischer gestaltet sowie diverse projektspezifische Karten und Datenquellenangebunden. Ferner wurde mit dem Managementinterface begonnen, um WebCNM per Web-Interface zu konfigurieren. Neu eingebaute graphdateibasierte Karten können online editiert werden. Zusätzlich wurden die interne Hilfe und Tooltips testweise implementiert.

### ***Géant 3: E2EMon und I-SHARE/cMON***

Das Tool "I-SHARE" (Information Sharing across multiple Administrative Regions) zur Planung domainübergreifender End-to-End-Links wurde 2012 zur Produktreife entwickelt und ist seither europaweit im Einsatz. Das I-SHARE-Team am LRZ bereitet derzeit die Integration des Tools in ein standardisiertes Netzmanagement-Framework vor, wie es die neue Géant Network Management Architecture vorsieht. Dazu erhält die Software standardisierte Interfaces zu verwandten Netzwerkmanagement-Anwendungen.

Zur Überwachung des Géant-Netzes, das ca. 30 nationale Wissenschaftsnetze verbindet, wird ein End-to-End Monitoring System mit dem Namen E2EMon am LRZ entwickelt. Nach bereits mehrjährigem Betrieb wird E2EMon nun weiterentwickelt, um neue Anforderungen abzudecken. Vor allem soll E2EMon in Zukunft dynamisch eingerichtete Netzverbindungen unterstützen. Diese Anforderung verlangt die Zusammenarbeit mit anderen Tools, die schon im Einsatz sind, z.B. das automatische Provisioning-Tool AutoBAHN. Desweiteren wird eine Untersuchung bzgl. der Standardisierung von E2EMon nach Empfehlungen der Géant Network Management Architecture durchgeführt. Zusammen mit NorduNET (Dänemark) als Partner hat das LRZ-E2EMon-Team das Design der neuen Monitoring-Anwendung vorgelegt; die weitere Entwicklung soll im Anschlussprojekt GN3+ durchgeführt werden.

## Abteilung „Hochleistungssysteme“

Ein Schwerpunkt der Aktivitäten der Abteilung Hochleistungssysteme bestand in der Installation und Inbetriebnahme des im ersten Halbjahr 2012 leistungsfähigsten Rechensystems in Europa sowie die Erweiterung der zentralen Archiv- und Backupsysteme am LRZ.

Nach den fast vier Monate dauernden Installationsarbeiten konnte rechtzeitig zur Internationalen Supercomputing Konferenz in Hamburg im Juni 2012 der beeindruckende LINPACK-Leistungswert von 2.9 PetaFlop/s (2.9 Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde) demonstriert werden, womit auch die Einstufung als viertschnellstes System der Welt verbunden war. Auch im November lag SuperMUC noch auf Platz 6 der Top500-Liste und war hinter dem neuen Hochleistungsrechner „JuQueen“ in Jülich noch immer das zweitleistungsfähigste Rechensystem in Europa.

Einen weiteren Arbeitsschwerpunkt bildeten die Arbeiten zur Umstrukturierung der Abteilung Hochleistungssysteme, in der es seit Mai 2012 folgende fünf Gruppen gibt:

- APP: Applikationsunterstützung
- HPC: HPC Server u. Dienste
- DAT: Datenhaltung
- ITS: IT-Infrastruktur Server und Dienste
- VER: Verteilte Ressourcen

### *Systembetrieb*

#### *Höchstleistungsrechner SuperMUC*

In der ersten Jahreshälfte wurde der Nutzerbetrieb durch das Migrationssystem „SuperMIG“ aufrechterhalten, da wegen Installations- und Abnahmeaktivitäten ein echter Nutzerbetrieb für das SuperMUC-System erst im August gestartet werden konnte.

In der zweiten Jahreshälfte lag der Schwerpunkt der Aktivitäten auf der Stabilisierung des Betriebs, insbesondere im Bereich der Ein- und Ausgabe von Daten auf das parallele Dateisystem (GPFS) sowie der Behebung von Software-Fehlern in den parallelen Schnittstellen. Weiter zu nennen sind die Anbindung und Erweiterung der Archivierungs- und Grid-Infrastrukturen, skalierbar ausgelegte Budgetierungs-, Accounting- und Monitoring-Verfahren, die Einbindung des von IBM gestellten Support-Personals in die LRZ Prozesse, die Behebung von Problemen in der Elektrizitätsversorgung und die Implementierung von Maßnahmen zur Einsparung von elektrischer Energie.

#### *Benutzerverwaltung für die Hochleistungssysteme*

Neben den klassischen Arbeiten der Benutzerverwaltung wie Organisation der Begutachtung der Rechenzeitanträge, Verwaltung der Benutzeraccounts und Rechenzeitabrechnung kamen im Berichtsjahr noch umfangreiche neue Aufgaben für die Rechenzeitvergaben über die entsprechenden HPC-Calls von PRACE und GAUSS hinzu, nämlich Organisation und Vorbereitung dieser Calls, Abstimmung mit den Partnern sowie die technische Begutachtung der Rechenzeitanträge.

Ein weiteres Aufgabenfeld war die Klärung von Fragen in Zusammenhang mit Embargobestimmungen und der Zulassung von Nutzern aus Nicht-EU-Ländern auf die LRZ-Hochleistungsrechner.

#### *Linux-Cluster*

Im Laufe des Jahres konnte die schon länger geplante Migration aller Cluster-Systeme auf ein neues Betriebssystem-Release sowie SLURM als neues Warteschlangensystem fertiggestellt werden. Auch das Job Accounting unter SLURM konnte wieder in Betrieb genommen werden. Als letzte verbleibende SGE-Insel (Sun Grid Engine) wird das für LCG gehostete Cluster

noch eine Zeitlang mit SGE betrieben. Insgesamt kann der Betrieb des Linux-Clusters als stabil bezeichnet werden.

Die Überarbeitung des Software-Portfolios, die durch den Umstieg auf neue Betriebssoftware und Scheduling-Systeme erforderlich geworden war, konnte im Verlauf des Jahres im Wesentlichen abgeschlossen werden.

### ***Erweiterung des wassergekühlten Clusters von MEGWare***

Der bereits 2011 gelieferte wassergekühlte Cluster wurde um zwei Racks mit für die Informatik der TUM gehosteten Systemen erweitert; hierbei handelt es sich um ein für Forschungszwecke ausgelegtes System mit sehr heterogener Zusammensetzung unterschiedlicher Prozessor- und Beschleuniger-Architekturen.

### ***Archiv- und Backupsysteme***

Die Installation des schnellsten Rechner Europas erforderte auch Erweiterungen bei den Archiv- und Backupsystemen. Ein System mit zwei neuen Bandbibliotheken und einer Anfangskapazität von 16.000 Terabyte wurde ausgeschrieben, installiert und abgenommen. Ein Novum dabei war, dass die Komponenten aus Sicherheitsgründen an verschiedenen Standorten installiert wurden. Eine Library wurde in einem eigens dafür umgebauten Raum im Rechenzentrum der Max-Planck-Gesellschaft untergebracht.

Der Vertrag zur landesweiten Nutzung der Software für den Betrieb des Archiv- und Backupsystems läuft 2013 aus. Eine erste Analyse des Bedarfs für die nächsten Jahre, die im Rahmen der Vorbereitung eines Nachfolgevertrags gemacht wurde, prognostiziert auch weiterhin signifikante Zuwachszahlen, wenn auch nicht ganz so extrem wie in den letzten Jahren.

### ***Online-Speicher***

Das Ende 2011 installierte NAS-Cluster mit einer nutzbaren Speicherkapazität von 2.000 TB wurde in diesem Jahr mit Daten gefüttert. Durch die Migration der Daten auf dieses System konnte die Ablösung von kostenintensiven Altsystemen vorbereitet werden.

Neue Speichersysteme für Mail wurden ausgeschrieben, beschafft und installiert. Der Speicher für Wissenschaft und Forschung, der sogenannte MWN-Speicher wird immer intensiver, vor allem von Seiten der TUM genutzt.

### ***Virtuelle Server***

Die Virtualisierungsinfrastruktur des LRZ bestand 2012 aus 80 Blade-Systemen mit 640 Kernen, 7,6 TB RAM und 100 TB Hintergrundspeicher unter VMware sowie einigen zusätzlichen Testsystemen. Auf dieser Infrastruktur werden über 820 virtuelle Server unter Windows und Linux betrieben. Seit die Virtualisierung von Servern allgemein akzeptiert wurde, werden immer anspruchsvollere und größere Anwendungen auf diese Art betrieben. Aus diesem Grund werden auch große virtuelle Systeme mit mehreren Kernen stark nachgefragt. Die organisatorischen Abläufe bei der Bereitstellung von Servern wurden optimiert und der Kundenservice konnte dank zusätzlicher Mitarbeiter verbessert werden.

### ***Systemsicherheit***

Die Umsetzung und Kontrolle von neuen und vorhandenen Sicherheitsrichtlinien wurde intensiviert mit dem Ziel, ein gleichbleibendes Sicherheitsniveau für alle Systeme zu erreichen. Neben technischen Maßnahmen findet dieser Prozess hauptsächlich im Dialog mit den Kunden und Benutzern statt, denen konkrete Verbesserungsvorschläge unterbreitet werden.

### ***Managed Hosting für hochschulstart.de***

Die am LRZ für die „Stiftung für Hochschulzulassung“ als Managed Hosting betriebene Plattform für das "Dialogorientierte Serviceverfahren" hat ab dem Frühjahr 2012 die erste deutschlandweite Vergabe von Studienplätzen erfolgreich durchgeführt und befindet sich im Wirkbe-

trieb. In definierten, kritischen Phasen sichert das LRZ einen 7x24-Betrieb mit Rufbereitschaft zu. Neben dem Betrieb konnten auch zahlreiche Optimierungen an der Infrastruktur der Plattform erreicht werden.

### ***Grid-Aktivitäten***

Grid-Computing ist zu einem festen Bestandteil der IT Landschaft am LRZ geworden und auf allen Hoch- und Höchstleistungsrechner in Betrieb. Der neue Grid-Datentransferdienst Globus Online<sup>1</sup> hilft LRZ Benutzern beim Transfer großer Datenmengen. Um Benutzerwünschen entgegenzukommen, wurden in einer Test-Cloud-Umgebung verschiedene Cloud Middlewares installiert und getestet.

### ***Öffentlichkeitsarbeit***

Das LRZ hat sich auf den Supercomputing-Konferenzen ISC12 in Hamburg und SC12 in Salt Lake City präsentiert. Dabei traten die drei Gauss-Mitgliedszentren auf der ISC zum ersten Mal mit einem neu gestalteten, gemeinsamen Stand auf. Das LRZ verwendete dabei sein verteiltes Display mit vier großen HD-Monitoren, das mit Informationen, Filmen, Animation oder Simulationen beschickt wurde, um alle Bereiche des LRZ vorzustellen und einen virtuellen Einblick in den Rechenzentrumsneubau und die SuperMUC-Installation zu bieten.

Während der CeBIT vom 6.-10. März 2012 war das LRZ erneut mit seinen GCS Partnern am Stand des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem diesjährigen Motto „Energie“ vertreten. Neben den auf einem 152 Zoll großen Monitor gezeigten 3-D-Simulationen liefen an einer Info-Säule u.a. diverse wissenschaftliche Simulationen, die noch auf dem HLRB-II berechnet wurden. Viele der im Schnitt täglich 1.000 Besucher am Stand waren an näheren Informationen zu den gezeigten Filmen u.a. aus Astrophysik, CFD und Biochemie interessiert

Zwei Ausgaben des von den Gauß-Mitgliedszentren herausgegeben Magazins InSiDe (Innovatives Supercomputing in Deutschland) wurden durch Beiträge von HLRB-Benutzern und LRZ-Mitarbeitern mitgestaltet. Schließlich wurden noch etliche Beiträge für das Quartl, das Mitteilungsblatt von KONWIHR, geschrieben.

Für die Einweihungsfeier des SuperMUC wurde ein 10-minütiger 3-D Film erstellt, der mit Animationen das Gebäude des LRZ, den Rechner selbst aber auch viele Aspekte des wissenschaftlichen Rechnens am LRZ aufzeigt.

### ***Kurse und Ausbildung***

Der hohe Stand des Aus- und Weiterbildungsangebots mit den etablierten Kursen zu Programmiersprachen und Programmentwicklung, Parallelisierung und Optimierung, Fluid-Dynamik sowie Life-Sciences und Visualisierung wurde auch in diesem Jahr weiter ausgebaut. Zum ersten Mal wurde eine Reihe von Kursen im PRACE Advanced Training Centre (PATC) Programm angeboten, in dem die drei Gauß-Zentren partizipieren: Eine einwöchige Veranstaltung zur Programmierung und Optimierung am neuen Supercomputer des LRZ in Zusammenarbeit mit den Lieferfirmen IBM und Intel, ein einwöchiger Workshop zu fortgeschrittenen HPC Themen, sowie ein einwöchiger Kurs zu fortgeschrittenen Fortran Themen.

## ***Projektaktivitäten***

### ***Arbeitskreis Grid-Computing (AK Grid)***

---

<sup>1</sup> <https://www.globusonline.eu>

Der Arbeitskreis widmete sich in diesem Jahr besonders der neuen Grid Technologie „Cloud Computing“ und diente dem Informationsaustausch zwischen den Münchner Grid Gruppen an LMU, TUM, UniBW, RZG und LRZ.

### ***AutoTune***

Seit Oktober 2011 beteiligt sich das LRZ an dem durch die EU geförderten FP7-Projekt AutoTune („Automatic Online Tuning“). Neben dem LRZ sind die TUM, die Universitäten aus Wien, Barcelona (Autònoma) und Galway (ICHEC) sowie CAPS Enterprise an dem Projekt beteiligt. AutoTune wird drei Jahre gefördert. Das Ziel des Projektes ist die automatische Optimierung von Applikationen im HPC-Umfeld, um neben der Performancesteigerung auch eine verbesserte Energieeffizienz zu erlangen. Die Aktivitäten des LRZ innerhalb von AutoTune richten sich auf die Entwicklung von Modellen und deren praktische Umsetzung zur energieeffizienten Nutzung des neuen Höchstleistungsrechners SuperMUC. Dabei konzentrieren sich die Arbeiten auf die Sicherstellung einer adäquaten Energiemessung auf Jobebene sowie der Gewährleistung einer feingranulierten und dynamischen Einstellung der Rechenkern-Frequenz. Bei der Umsetzung der Ziele wird das LRZ durch IBM unterstützt.

### ***EGI-InSPIRE***

Mit der Beteiligung an EGI-InSPIRE spielt das LRZ eine wesentliche Rolle in der größten europäischen e-Infrastruktur EGI. Zusammen mit der Beteiligung an PRACE-1IP, -2IP und -3IP fällt damit dem LRZ eine wichtige Funktion für die Integration der Infrastrukturen zu, an der auch in 2012 mit Hochdruck gearbeitet wurde. Das LRZ stellte einen der „regional operators on duty (ROD)“ für die Überwachung der deutschen und schweizerischen EGI-Ressourcen und leistete den second level support für Globus in EGI.

### ***Exascale Projekte DEEP & MontBlanc***

DEEP ist ein von der Europäischen Kommission gefördertes und vom Forschungszentrum Jülich geleitetes Exascale-Projekt mit dem Ziel, eine neuartige 'Cluster Booster Architektur' zu entwickeln. Ein wichtiges Element dieser Architektur sind die kürzlich veröffentlichten Xeon Phi Prozessoren von Intel, welche speziell für das Parallelrechnen ausgelegt sind und über 60 Rechenkerne auf einem Chip vereinen. Die Kommunikation zwischen diesen Prozessoren übernimmt ein neuartiges Verbindungsnetz, welches an der Universität Heidelberg entwickelt wurde.

Seit dem Projektstart im Dezember 2011 leitet das Leibniz-Rechenzentrum die Öffentlichkeitsarbeit des Projektes und konnte durch seine Expertise im Bereich des energieeffizienten Höchstleistungsrechnens die Hardwareentwicklung maßgeblich beeinflussen. So wird das finale DEEP System, von dem übrigens auch ein kleinerer Teil im kommenden Jahr am Leibniz-Rechenzentrum in Betrieb geht, über umfassende Überwachungsmöglichkeiten zur Erfassung und Optimierung des Energieverbrauchs verfügen. Die Fortschritte und Zwischenergebnisse der Projektarbeit, welche zu großem Teil auch unmittelbar zur Optimierung des Betriebs am Leibniz-Rechenzentrum beitragen konnten, wurden in mehreren Projektberichten dokumentiert.

MontBlanc ist ein von der Europäischen Kommission gefördertes Exascale-Projekt, dessen Ziel es ist, auf Basis der ARM-Prozessorarchitektur eine neue, besonders energieeffiziente Systemarchitektur für zukünftige Hochleistungsrechner zu entwickeln. Das Projekt startete im Oktober 2011 unter der Leitung des Barcelona Supercomputing Center (BSC).

Im ersten Projektjahr konnte durch das Leibniz-Rechenzentrum bereits eine wissenschaftliche Anwendung aus dem Bereich der Quantenchromodynamik auf einem Vorläufer des finalen MontBlanc-Systems zur Ausführung gebracht werden. Zudem konnte, ähnlich wie im DEEP Projekt, in enger Absprache mit den an der Hardwareentwicklung beteiligten Firmen ein Konzept zum energieeffizienten Betrieb des Systems entwickelt werden.

An der Durchführung der beiden Exascale Projekte DEEP und MontBlanc sind am Leibniz-Rechenzentrum derzeit mehr als 7 wissenschaftliche Mitarbeiter beteiligt.

### ***D-Grid-Projekte: DGI2, SLA4D-Grid, DGS1***

Die Projekte SLA4D-Grid und DGS1 wurden in 2012 erfolgreich abgeschlossen und das Projekt DGI2 läuft zum Jahresende aus.

### ***e-IRGSP3***

In e-IRGSP3 leitete das LRZ das Arbeitspaket „Policy Support“ und koordinierte die Erstellung der Broschüren „e-IRG Policy Paper on Scientific Software“ und „e-IRG Roadmap 2012“.

### ***Initiative for Globus in Europe – IGE***

Die „Initiative for Globus in Europe – IGE“<sup>2</sup> stellt für das internationale Globus Projekt den Brückenkopf in Europa dar. Im Rahmen von IGE hat das LRZ erstmalig die Führungsrolle in einem europäischen Projekt übernommen. IGE liefert die Globus Middleware für die europäischen Grid Infrastrukturen wie EGI, PRACE, VERCE, etc., und bietet neben Benutzerunterstützung und Training auch Anpassungen von Globus an europäische Bedürfnisse an. Die Hauptaufgabe besteht in der Koordinierung der europäischen Globus Entwickler und Globus Benutzer. Zu diesem Zweck wurde das zweite Treffen des European Globus Community Forums (EGCF<sup>3</sup>) am LRZ ausgerichtet und die zweite GlobusEUROPE-Konferenz, das europäische Pendant zur amerikanischen GlobusWORLD-Konferenz, in Prag organisiert. IGE lieferte mehrere Software-Releases der Globus Tools für die europäischen e-Infrastrukturen aus, die auch Eingang in die Unified Middleware Distribution von EGI fanden.

Dieses Projekt stärkt die Rolle Europas und natürlich auch die des LRZ's in Globus, dem weltweit führenden Middleware-Projekt.

### ***KONWIHR***

Im Rahmen des Kompetenznetzwerkes für Hoch- und Höchstleistungsrechnen in Bayern (KONWIHR-III) wird am LRZ und RRZE Erlangen das Projekt „OMI4papps: Optimierung, Modellierung und Implementierung hoch skalierbarer Anwendungen“ seit September 2008 durch das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst gefördert.

Die Evaluierung neuer Programmiersprachen und -paradigmen insbesondere für Akzeleratoren steht seit Beginn dieses KONWIHR-Projektes neben der synthetischen Anwendungsmodellierung im Zentrum der Arbeiten am LRZ. Wurden in der Anfangsphase des Projektes 2008 noch Cell-basierte Systeme untersucht, so konzentrierten sich die weiteren Arbeiten auf GPGPU-basierte Systeme und zunehmend auf Intels neue MIC-Architektur, die auch als Kandidat für einen Teil der zweiten Ausbaustufe des SuperMUC (2014-2016) am LRZ von besonderem Interesse ist.

### ***Langzeitarchivierung***

In seiner Rolle als IT Service Provider arbeitet das LRZ an verschiedenen Projekten des BVB und der BSB mit. Das Großprojekt Rosetta ging 2012 in Produktion, die Archivierung der Daten hat begonnen. Weitere Anträge für Kooperationsprojekte wurden gestellt.

### ***Partnership for Advanced Computing in Europe: PRACE***

In PRACE war das LRZ das ganze Jahr über im PRACE First Implementation Phase Projekt beteiligt, und seit seinem Start im September auch an dem Second Implementation Phase Projekt. In beiden Projekten leitet das LRZ das Arbeitspaket zum Thema Prototypen für neue

---

<sup>2</sup> <http://www.ige-project.eu>

<sup>3</sup> <http://www.egcf.eu>

Technologien, im neuen Projekt ist hiermit auch die Leitung des „Technology & Industry Pillars“ verbunden.

Im Hardwarebereich koordiniert das LRZ weiterhin die „Energy-to-Solution“ Prototypen. Diese dienen der Evaluierung des Energieverbrauchs, bzw. der potentiellen Einsparungsmöglichkeiten durch neue Prozessortechnologien (GPUs, FPGAs & ARM) und innovativer Rechenzentrumsinfrastruktur. Das LRZ kooperiert hierfür mit Partnern in Barcelona (ARM/GPU), Bologna (Intel IvyBridge & Intel Xeon Phi), Espoo (Intel IvyBridge & GPU), (Poznan/Posen (GPU), Linz (FPGA) und Stockholm (ARM/DSP). Mit Hilfe des direkt warmwassergekühlten LRZ-Prototypsystems konnte die Nutzung der Rechnerabwärme zu Heiz- und Kälteerzeugungszwecken demonstriert werden. Mit Hilfe der „PRACE Energy Benchmark Suite“ wurden Aussagen über die Eignung neuer Rechnertechnologien für verschiedene wissenschaftliche Anwendungsgebiete getroffen.

Seit September stellt das LRZ Rechenzeit in Höhe von 200 Millionen Core-Stunden pro Jahr auf dem SuperMUC für europäische Wissenschaftsprojekte im Rahmen von PRACE zur Verfügung.

### ***Scalalife***

Das EU-Projekt Scalalife (Scalable Software Services for Life Science), bei dem das LRZ die Leitung eines Workpackages übernommen hat, soll die Grundlage für die e-Infrastruktur im Bereich Life Science in der EU bilden. Das LRZ hat in diesem Rahmen eine Benchmark- und Validierungssuite entwickelt, die es Hochleistungsrechenzentren erlaubt, automatisierte Performanceanalysen durchzuführen. Von Anwendern wurden Inputdaten für Tests und Benchmarks zur Verfügung gestellt. Das Projekt hat noch eine Laufzeit bis September 2013. Im Herbst 2012 wurde das Projekt von der EU positiv begutachtet.

### ***Standardisierungs-Aktivitäten im Bereich der parallelen Programmierung***

Die technische Spezifikation ISO/IEC TS29113, die als Erweiterung des Fortran-Standards zusätzliche Interoperabilität mit C definiert, hat ihre Abstimmung erfolgreich bestanden und ist damit veröffentlichungsreif. Diese Spezifikation ist eine wesentliche Grundlage für die Fortran-spezifischen Neuerungen im ebenfalls veröffentlichten MPI-3 Standard, der darüber hinaus signifikante Erweiterungen für das parallele Programmieren bereitstellt. Im Bereich der PGAS-Funktionalität wurde darüber hinaus vom Standardisierungskomitee die Arbeit an zusätzlicher in Fortran integrierter paralleler Semantik in Angriff genommen, die für eine bessere Skalierbarkeit von Programmieraufwand und erzielbarer Rechenleistung ausgelegt ist.

### ***Tests und Prototypen***

Das LRZ wurde bereits 2010 als eines von 4 Zentren weltweit ausgewählt, um die neue Intel „Many Integrated Core“ (MIC)-Architektur zu evaluieren. Seitdem wurden dem LRZ verschiedene Prototypen dieser Architektur, wie „Knights Ferry“ und „Knights Corner“ (kürzlich umbenannt in „Intel Xeon Phi“), von Intel zur Verfügung gestellt. Das Schwergewicht am LRZ lag bei der Untersuchung mehrerer Programmiermodelle hinsichtlich ihrer Eignung für die MIC-Architektur. Hierbei wurden diverse mathematische Kernel und ausgewählte Benchmarks der SuperMUC Benchmark-Suite auf die MIC-Hardware portiert.

Im Rahmen eines von IBM und Intel veranstalteten Workshops in Montpellier wurde im September 2012 über die am LRZ gewonnenen Erfahrungen referiert.

### ***VERCE***

Das Projekt befasst sich mit Anwendungen aus der Geophysik. Das LRZ leitet hier das Arbeitspaket „Integration and evaluation of the platform services“.

## *Mitarbeit in Initiativen zur Förderung und Weiterentwicklung von HPC-Technologien in Europa*

### **ETP4HPC**

Die European Technology Platform for High Performance Computing (ETP4HPC) wurde nach intensiven Abstimmungsgesprächen mit anderen europäischen HPC-Akteuren im Juni 2012 als niederländischer Verein mit Büros in Barcelona, Bologna, München und Paris gegründet. Ziel der ETP4HPC ist es, mit Hilfe eines noch auszuarbeitenden Forschungs- und Entwicklungsprogrammes sowohl die Anwendung als auch die Herstellung von HPC-Technologien in Europa zu fördern. Das LRZ ist ein Gründungsmitglied und im Lenkungsausschuss mit einer Stimme (Prof. Bode) vertreten.

### **PROSPECT e.V.**

Das LRZ ist gemeinsam mit dem FZ Jülich und dem Barcelona Supercomputing Center Gründungsmitglied von PROSPECT e.V. und im Vorstand vertreten (Prof. Bode). PROSPECT dient der Förderung von HPC-Technologien durch Wissenschaft und Wirtschaft. Der Fokus der Arbeiten lag auch 2012 auf den Themen „European OFS“ und „European Technology Platform (ETP) for HPC“.

## **Abteilung „Zentrale Dienste“**

### **Softwarelizenzen**

2012 wurden mehrere auslaufende Verträge abgelöst oder planmäßig verlängert (Labview, SAS, Ansys, Novell, NAG, SWP). Die Verlängerung des Landesvertrags mit der Firma ESRI und des Bundesvertrags über Adobe Kauflizenzen („CLP“) wurden noch im Dezember in die Wege geleitet. Wichtige Vorgänge im Jahr 2012:

- Mit Microsoft Irland wurde zum 1. Mai 2012 erstmals ein bundesweit gültiger Rahmenvertrag über die Lizenzierung von Software auf Subskriptionsbasis abgeschlossen. Er wurde gemeinsam mit dem Arbeitskreis Software-Lizenzen des ZKI vorbereitet. Alle deutschen Hochschulen können diesem bis April 2017 gültigen Vertrag eigenständig beitreten. Er räumt Einstiegshürden für kleinere Hochschulen aus dem Weg und enthält hohe Rabatte und nützliche Zusatzvereinbarungen. Bestehende Landesverträge werden nach und nach in diesen Bundesvertrag überführt.
- Mit Adobe Irland wurde im März 2012 ein Vertrag über die Lizenzierung von Acrobat Pro auf Subskriptionsbasis abgeschlossen („TSL“), der ein Konsortium bayerischer Hochschulen versorgt. Der Handelspartner wurde in Zusammenarbeit mit der Vergabestelle der Universität Würzburg ausgeschrieben.
- Die Versorgung der TU München mit Lizenzen aus dem ESRI-Landesvertrag konnte vereinfacht werden: die Institute der TU müssen nun nicht mehr einzelne individuelle Bestellungen beim LRZ vornehmen, stattdessen wird eine flächendeckende Vollversorgung („Flatrate“) ermöglicht. Auf ähnliche Weise wurde die Versorgung der Physik-Fakultät der LMU mit Mathematica-Lizenzen in ein Flatrate-Modell überführt.
- Im Dezember 2012 wurde ein Vertrag über Premier-Support Dienstleistungen (d.h. Support und Beratung) zwischen dem LRZ und der Firma Microsoft abgeschlossen. Dieser Vertrag ermöglicht den bayerischen Hochschulen kostengünstigen Zugang zu Dienstleistungen der Fa. Microsoft und sieht den solidarischen Austausch von Know-How und Erfahrungen zwischen den Hochschulen vor. So wird auch kleinen Hochschulen der ansonsten unerschwingliche Zugang zu Premier-Support Dienstleistungen ermöglicht.

## ***Öffentlichkeitsarbeit***

Das herausragende Ereignis am LRZ aus öffentlicher Sicht war die Feier anlässlich des fünfzigjährigen Bestehens des LRZ und der Inbetriebnahme des neuen Höchstleistungsrechners „SuperMUC“ am 20. Juli 2012, auf das bereits in der Einleitung eingegangen wurde.

Darüber wurde in sehr vielen Medien z.T. sehr ausführlich berichtet. Allein fünf Fernsehteams berichteten direkt aus dem SuperMUC u.a. für den Bayerischen Rundfunk, die „heute“-Sendung des ZDF und die „Tagesschau“ der ARD. Die Aufnahmen eines Teams der Nachrichtenagentur Reuters fanden sich auf sehr vielen Webseiten wie spiegel online u.ä. Auch in Rundfunk und Printmedien wurde ausführlich über SuperMUC und LRZ berichtet, allen voran in der Süddeutschen Zeitung, die zusätzlich zur aktuellen Berichterstattung der Geschichte des LRZ eine ganze Seite widmete. Sogar Fernsehteams aus Österreich und Russland berichteten über SuperMUC und LRZ.

Neben vielen Interviews verschiedenster Medien vor allem im Zusammenhang mit der Nominierung des SuperMUC als schnellstem Rechner Europas führte der Bayerische Rundfunk am 28. November ein sehr ausführliches Gespräch mit dem Vorsitzenden des Direktoriums, Prof. Dr. Arndt Bode.

Insgesamt kann man feststellen, dass das LRZ im Jahre 2012 so intensiv in der Öffentlichkeit präsent war wie nie zuvor. Besonders erfreulich ist die Tatsache, dass alle Berichte, Interviews usw. positiv über die wissenschaftlichen Aufgaben des LRZ informierten.

Anlässlich der Feier am 20. Juli widmete „Akademie aktuell“ die gesamte Ausgabe dem Höchstleistungsrechner, SuperMUC und dem LRZ.

Beim „Tag der offenen Tür“ am 27. Oktober 2012 besichtigten etwa 1.500 Besucherinnen und Besucher das LRZ und sein neues Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung V2C.

Darüber hinaus nutzten etwa 2.400 Besucherinnen und Besucher bei mehr als neunzig weiteren Führungen die Gelegenheit, das LRZ kennen zu lernen.

Am 8. Dezember hielt Prof. Bode den Festvortrag auf der feierlichen Jahressitzung der BAdW zum Thema „Wozu braucht Bayern einen Rechner mit 3 Billionen Befehlen pro Sekunde“.

## ***Gebäudemanagement***

Die Infrastruktur an Elektrizität und Kühlung als wichtigste Aufgabe des Infrastrukturmanagements konnte mit großem Einsatz stabil betrieben werden. Vor allem noch immer ausstehende Restleistungen und Mängel im Erweiterungsgebäude, das Mitte 2011 übergeben worden war, bergen latent Risiken für den Rechenzentrumsbetrieb.

Die wichtigste Leistung des Jahres 2012 stellte die erfolgreiche Einbettung des neuen Höchstleistungsrechners SuperMUC in die LRZ-Infrastruktur dar. Dazu musste eigens ein innovatives Kühlsystem aus deionisiertem Wasser im SuperMUC-Bereich installiert werden.

Im Einzelnen gab es sehr viel Arbeit mit Restleistungen und Mängeln aus dem Bauabschnitt 2 (Erweiterungsbau) aus den Jahren 2009-2011. Hier sind v.a. zu nennen

- Gebäudeleittechnik (GLT)  
Dieses Gewerk hat für Überwachung und Steuerung der technischen Gebäudeausrüstung rund um die Uhr zentrale Bedeutung. Die GLT befand sich indes auch mehr als ein Jahr nach Übergabe des Erweiterungsbaues (Aug. 2011) noch in einem so beklagenswerten Zustand, dass die Überwachungsaufgaben nur durch Botengänge und vor-Ort-Beobachtungen der Hauswerkstätte wahrgenommen werden konnten. Leider konnten dadurch auch Fehler und Schwächen anderer Gewerke erst spät entdeckt und behoben werden. Dieser Prozess ist auch zum Jahresende 2012 noch nicht abgeschlossen.
- Kühlturbetrieb

Bei den neuen Rückkühlwerken auf dem Dach zeigte sich erst spät - verschleppt u.a. durch die mangelhaft funktionierende Leittechnik - wie komplex und anpassungsbedürftig ihr Betrieb war. Dies führte über längere Zeit zu einem erhöhten Verbrauch von teurem Umkehrosmosewasser, weil die Regelung für das Abschlämmen des mit Verdunstungsrückständen befrachteten Abwassers nicht funktionierte.

- Wasseraufbereitung / Umkehrosmose  
Der für die Leistungsfähigkeit der Kühltürme entscheidende sog. „Benetzungsbetrieb“ mit Umkehrosmosewasser konnte aufgrund von Durchsatzproblemen und von Fehlsteuerungen der Wasseraufbereitung erst spät im Jahr so betrieben werden, dass Schäden durch Benetzungswasserrückstände einigermaßen sicher vermieden werden können.
- Hydraulik der Wasserkühlsysteme  
Die Verzweigkeit der Rohrnetze und der sehr ungleichmäßige Kältebedarf des LRZ führt v.a. im Warmwasserkühlbereich zu hydraulischen Problemen: sie äußern sich in ungewollten „Kurzschlüssen“ und beträchtlichen Ineffizienzen in den Entsorgungspfaden für die Rechnerabwärme. Hier sind größere Anpassungen notwendig. Dieser Prozess wird sich noch deutlich ins Jahr 2013 hinein ziehen.
- Kommunikationshindernisse zwischen Lüftung und Steuerung  
Die ausführenden Firmen insbesondere der Lüftungstechnik sahen sich außerstande bzw. waren nicht bereit, die dringend benötigte Kompetenz ihrer Subunternehmer einzuschalten, deren Geräte sie zugekauft haben.

Das LRZ erprobt hier erstmalig eine neue Kühlungsinfrastruktur, die zu massiven Einsparungen bzgl. der Energie führen. Diese „Pionierfunktion“ führt allerdings dazu, dass nicht von Beginn der Inbetriebnahme ein voll erprobtes Gesamtsystem vorhanden ist. Die genannten Probleme wurden in Dringlichkeitssitzungen mit dem Bauamt und den wesentlichen beteiligten Firmen eskaliert. Durch die Einrichtung von regelmäßigen wöchentlichen Sitzungen wurden wesentliche Fortschritte erzielt, ebenso durch die personelle Erweiterung des Teams des LRZ durch einen erfahrenen Mitarbeiter.

### ***Energieeffizienz***

Das LRZ erhielt im März 2012 den deutschen Rechenzentrumspreis in der Kategorie "Energie- und Ressourceneffiziente Rechenzentren". In seiner Bewerbung "Höchstleistungsrechnen – höchst effizient!" hatte das LRZ die weltweit einzigartige Energieeffizienz seines neuen Höchstleistungsrechners SuperMUC herausgestellt. Durch die innovative Kühlung des Systems mit warmem Wasser ist es möglich, den Großteil der Rechnerkomponenten ganzjährig ohne den Einsatz von Kältemaschinen zu kühlen. Die effiziente Ausnutzung der Energiesparmechanismen neuester Prozessortechnologien erlaubt zudem die gleichzeitige Optimierung der Rechnerperformance für Geschwindigkeit und Energie. Auch auf diesem Gebiet ist das LRZ Pionier.

Trotz dieser Auszeichnung mussten aufgrund fehlender Personalkapazitäten (sowohl beim LRZ wie auch bei den beteiligten Firmen) und den oben beschriebenen Problemen bei der Mängelbeseitigung des Erweiterungsbaus geplante Tätigkeiten zur weiteren Optimierung auf das Jahr 2013 verschoben werden, da vor allem zuerst der geplante Funktionsumfang der Gebäudeinfrastruktur zuverlässig betriebsfähig gestaltet werden muss. Erst danach bleibt Raum für dringend naheliegende Optimierungen in der Betriebsweise der Stromversorgungs- und Kühlungsaggregate.

### ***Personalausstattung***

Die Anzahl der Mitarbeiter im LRZ ist im Jahre 2012 trotz weiterer Drittmittelprojekte (EU- und BMBF-Projekte) nur leicht gestiegen. Aufgrund der weiterhin guten Konjunkturlage im

IT-Bereich konnten offene Stellen teilweise gar nicht bzw. erst nach mehrfachen Ausschreibungen erfolgreich besetzt werden. So waren Ende 2012 am LRZ 157 Mitarbeiter und 39 wissenschaftliche und studentische Hilfskräfte beschäftigt. 2012 wurden wieder zwei Auszubildende (ein IT-System-Elektroniker und ein Fachinformatiker der Richtung Systemintegration) am LRZ eingestellt. Zwei Auszubildende konnten ihre Ausbildung erfolgreich abschließen und bereits kurze Zeit danach eine Anstellung in der Industrie annehmen.

Den weiteren Gewinn wissenschaftlicher Kompetenz des LRZ dokumentieren die zahlreichen Vorträge auf Konferenzen und Fachtagungen, die vielen wissenschaftlichen Veröffentlichungen am LRZ sowie der erfolgreiche Abschluss der Habilitation des LRZ-Mitarbeiters Dr. W. Hommel.

Christoph Zenger / Victor Apostolescu