



Leibniz-Rechenzentrum
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Jahresbericht 2017

lrz

August 2018

LRZ-Bericht 2018-01

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
1 Highlights – Die wichtigsten Ereignisse am LRZ 2017	3
1.1 Beschaffung des Höchstleistungsrechners SuperMUC-NG - Next Generation am LRZ	3
1.2 Sonstige neue HPC-System	3
1.3 Bayerisches Big Data Kompetenzzentrum	4
1.4 Wissenschaftliche Kooperationen	4
2 Forschung und Projekte	5
2.1 Environmental Computing	5
2.1.1 Virtuelles Alpen-Observatorium II (VAO-II)	5
2.1.2 ClimEx	6
2.1.3 Virtual Water Values - ViWA	7
2.1.4 Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut (HiOS)	8
2.1.5 BioKlis (Bio-Klimatisches Informationssystem)	9
2.2 Computing Patterns for High Performance Multiscale Computing (COMPAT)	9
2.3 Czech-Bavarian Competence Team for Supercomputing Applications (CzeBaCCA)	10
2.4 DEEP Extreme Scale Technologies (DEEP-EST)	11
2.5 Intel® Parallel Computing Center (IPCC)	13
2.6 Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE)	14
2.7 GÉANT Project (GN4-2)	17
2.8 Generic Research Data Infrastructure (GeRDI)	18
2.9 Novel Decision Support tool for Evaluating Strategic Big Data investments in Transport and Intelligent Mobility Services (NOESIS)	19
2.10 Novels Materials Discovery Laboratory (NOMAD)	20
2.11 Forschungskoordination und Projektmanagement	21
3 Darstellung des LRZ in der Öffentlichkeit	23
3.1 Allgemeine Öffentlichkeit und Medien – PR	23
3.2 Öffentlichkeitsarbeit Hochleistungsrechnen	24
3.2.1 Supercomputing Konferenzen	24
3.2.2 10 Jahre Gauss Centre for Supercomputing (GCS)	25
3.2.3 HPC-Publikationen des LRZ	25
3.2.4 HPC-Awards	27
4 IT-Service Management	29
4.1 Einführung eines Service-Management-Systems	29
4.2 Laufende Prozessverbesserungen	29
4.3 Schulungen und weitere Aktivitäten	29
4.4 Werkzeugunterstützung für das Service-Management-System	29
4.5 Ausblick: Integration des Service-Managements mit dem Informationssicherheitsmanagement	30
5 IT-Sicherheit	31
5.1 Sicherheitsmanagement	31

5.2	Antivirus	31
5.3	Windows Software Update Service (WSUS).....	31
5.4	Virtuelle Firewalls	32
5.5	Technische Aspekte des Sicherheitsmanagements.....	33
5.5.1	Secomat.....	33
5.5.2	Security Information & Event Management.....	34
5.5.3	Sicherheits- und Netzmanagement: Nyx.....	35
5.5.4	Self-Service Portal; Sperr- und Entsperrmechanismen & Nessi	36
5.5.5	Network Intrusion Detection.....	36
6	IT-Basisdienste	38
6.1	E-Mail.....	38
6.1.1	DDoS-Angriffe via „Subscription bombing“	38
6.1.2	Tool zur automatischen Migration von Mailbox-Inhalten	38
6.1.3	Statistiken zur Mailnutzung.....	38
6.2	Exchange.....	41
6.2.1	Migration auf Exchange 2016.....	41
6.2.2	Exchange für die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf	41
6.2.3	Nutzung des Exchange-Dienstes	41
6.3	Webhosting.....	42
6.3.1	Zentraler Webauftritt der TUM.....	42
6.3.2	TUM-TYPO3	42
6.3.3	LRZ-Webauftritte	43
6.3.4	Entwicklung einer TYPO3-Basis für LRZ-Webauftritte.....	43
6.3.5	Datenbanken	43
6.3.6	Statistiken	43
6.4	Confluence am LRZ.....	44
6.5	Desktop-Management	44
6.5.1	Rechnerpools.....	44
6.5.2	MWN-PC.....	45
6.5.3	MWN-MAC.....	46
6.6	Benutzerverwaltung und Verzeichnisdienste	46
6.6.1	Benutzerverwaltung für LRZ-Dienste	46
6.6.2	MWN Active Directory.....	51
6.6.3	DFN-AAI/Shibboleth	52
6.7	Bibliotheksdienste.....	53
6.7.1	BVB – Bibliotheksverbund Bayern.....	53
6.7.2	MDZ – Münchner Digitalisierungszentrum	53
6.8	Video-Streaming.....	53
6.8.1	Video-Transkodierung für LMU Unterrichtsmitschau	53
6.8.2	Live-Streaming mit der Akademie der bildenden Künste	54
6.8.3	Nutzung des Multimedia Streaming-Servers	54
6.9	Digitale Geisteswissenschaften.....	54
7	Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C)	55
7.1	Aktuelle Projekte im V2C.....	55
7.2	Veranstaltungen mit Unterstützung des V2C	56
7.3	Lehre mit Unterstützung des V2C	56

8	IT-Server-Infrastruktur	58
8.1	Linux-Server	58
8.2	Linux-Arbeitsplätze	59
8.3	Windows	59
9	Compute Dienste	60
9.1	Höchstleistungsrechner SuperMUC	60
9.1.1	Nutzung von SuperMUC	60
9.1.2	Das Intel Xeon Phi System (SuperMIC)	61
9.2	Nachfolgesystem SuperMUC-NG	61
9.2.2	Auswahlverfahren	62
9.2.3	Kennzahlen des neuen Rechners	63
9.2.4	Finanzierung	65
9.3	Linux-Cluster	65
9.3.1	Nutzung des Linux-Clusters	65
9.3.2	Erweiterungen des Linux-Clusters	67
9.4	LRZ Compute-Cloud	69
9.4.1	Neues Compute Cloud Angebot auf Basis von OpenStack	70
9.4.2	Grid-Services	70
9.4.3	Internet of Things für Münchner Forscher	70
9.5	Anwendungs- und Benutzerunterstützung im Bereich HPC	71
9.5.1	Supportanfragen	71
9.5.2	Software	71
9.5.3	Benutzerverwaltung für die Hochleistungssysteme	72
9.5.4	Kurse, Ausbildung und Veranstaltungen	72
9.5.5	Standardisierungsaktivitäten	75
9.6	Application Labs	75
9.6.1	Astro Lab	76
9.6.2	Bio Lab	77
9.6.3	CFD Lab	78
9.6.4	Geo Lab	79
9.7	Projekte im HPC	79
9.7.1	SiVeGCS	79
9.7.2	JARDS	80
9.7.3	InHPC-DE	80
9.7.4	KONWIHR	81
9.7.5	OpenHPC	81
9.7.6	Energieverbrauchsoptimierung mit GEOPM	82
10	Das LRZ als Bayerisches Big-Data-Kompetenzzentrum	83
10.1	Aufgaben	83
10.2	Maßnahmen	83
11	Datenhaltung	85
11.1	Archiv- und Backupsystem	85
11.1.1	Konfiguration Ende 2017	85
11.1.2	Ersetzung veralteter Server	86
11.1.3	Ersetzung veralteter Bandtechnologie	86
11.1.4	Data Science Archive	87
11.1.5	Statistik	87
11.1.6	Plattform für digitale Langzeitspeicherung	88

11.2	Data Science Storage.....	88
11.2.1	Konzept.....	88
11.2.2	DSS-Speicherblöcke.....	89
11.2.3	Datenmanagement	89
11.3	Online-Speicher	89
11.3.1	Konfiguration.....	89
11.3.2	Wachstum MWN Cloud Storage.....	90
11.3.3	Erweiterung des Cloud Storage.....	90
11.3.4	Ersetzung Metro-Cluster.....	91
11.3.5	Neuer Speicher für das Münchner Digitalisierungszentrum	91
11.4	LRZ Sync+Share	92
12	Münchner Wissenschaftsnetz – Internetzugang	95
12.1	Struktur und Betrieb des Münchner Wissenschaftsnetzes (MWN)	95
12.1.1	Struktur des Backbone Netzes	100
12.1.2	Ausbau von WDM Systemen im MWN.....	101
12.1.3	Struktur der Gebäudenetze im MWN	101
12.1.4	Struktur des Rechenzentrumsnetzes (LRZ-Netz)	102
12.1.5	Museen: IT-Beirat der staatlichen Museen.....	102
12.1.6	Netzausbau (Verkabelung); Netzinvestitionsprogramm	102
12.1.7	Redundante Anbindung großer Gebäudeareale am Campus Garching	103
12.1.8	Vorbereitungen für einen zweiten zentralen Netzknoten auf dem Campus Weihenstephan.....	104
12.1.9	Anbindung Studentenwohnheime.....	105
12.2	DNS und Sicherheit im DNS.....	108
12.2.1	DNSSEC	109
12.2.2	DNSSEC in Bayern.....	109
12.2.3	Projekt „Sichere E-Mail in Bayern“	110
12.3	Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP).....	111
12.4	Radius.....	112
12.5	Switch-Infrastruktur / Switch-Erneuerung.....	113
12.6	Telefonie	114
12.6.1	Zugang über UMTS/LTE.....	114
12.6.2	Verbesserung der Mobilfunkversorgung in den LRZ-Gebäuden.....	114
12.7	Unterstützung von Infrastrukturdiensten	114
12.7.1	Server Load Balancer (SLB).....	114
12.7.2	IPv6.....	115
12.7.3	Wellenlängenmultiplexer.....	115
12.8	Netzmanagement und –monitoring	116
12.8.2	Netzdokumentation.....	118
12.8.3	Inhaltliche Aktualisierung der Netzdokumentation	119
12.8.4	Überwachung der Dienstqualität	119
12.8.5	Reporting für Netzverantwortliche	119
12.9	Internetzugang und LAN.....	120
12.10	WLAN und Eduroam.....	120
12.10.1	Eduroam	122
12.10.2	Vorkonfigurierte Profile für eduroam (CAT).....	122
12.10.3	Gastkennungen	123
12.10.4	@BayernWLAN	123
12.10.5	Unterstützung von Veranstaltungen	123

12.11 VPN124	
12.11.1 VPN-Hardware.....	124
12.11.2 VPN-Software	124
12.11.3 Telearbeitsplätze von LRZ-Mitarbeitern	125
12.11.4 Entwicklung des Datenverkehrs über die VPN-Server	125
13 Kurse, Führungen und Vorführungen im V2C	127
13.1 Kursübersicht, Statistik 2017	127
13.2 Sicherheits- und Datenschutztag von TUM und LRZ	133
14 Software-Bezug und Lizenzen	134
14.1 Highlights 2017	134
14.2 Übersicht bestehender Verträge	135
14.3 Vertrieb von Lizenzen für Kunden des LRZ	135
14.4 Betrieb von Lizenzservern für Kunden des LRZ.....	136
14.5 Ausblick Lizenzthematik	137
15 LRZ Personal.....	138
15.1 Veröffentlichungen der Mitarbeiter 2017	138
15.2 Bachelor- und Masterarbeiten 2017	140
16 Gebäude und Infrastruktur	141
16.1 Gebäudemanagement.....	141
16.2 Energieeffizienz	142
17 Strombeschaffung	143
18 Zahlen und Fakten	144
18.1 Verwaltung.....	144
18.2 E-Mail und Exchange	147
18.3 Poster und Schriften	147
18.4 Benutzerverwaltung und Shibboleth.....	148
18.5 Datenspeicher.....	149
18.6 Höchstleistungsrechner	150
18.7 Linux-Cluster.....	151
18.8 Hochleistungs-Graphik-System	154
18.9 Hochleistungs-Graphik-System	155
18.10 Machine Learning System DGX-1	155
18.11 Compute Cloud.....	155
18.12 Das Münchner Wissenschaftsnetz (MWN).....	156
18.13 Netzkomponenten im MWN.....	157
18.13.1 Router	157
18.13.2 Switch-Komponenten.....	158
18.13.3 WLAN-Komponenten.....	158
18.13.4 Netz-Server.....	158

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vertragsunterzeichnung SuperMUC-NG.....	3
Abbildung 2: VR Demo auf der ISC'17	25
Abbildung 3: Titelbilder der Inside-Ausgaben 2017	26
Abbildung 4: GCS-Webseiten mit den Ergebnissen auf SuperMUC mit 2017 abgeschlossenen Projekten	26
Abbildung 5: Quartl Mitteilungsblatt.....	27
Abbildung 6: GCS Twitter Auftritt	27
Abbildung 7: SC'17 Best Paper Award.....	28
Abbildung 8: Anzahl der virtuellen Firewalls; FWSM (blau), pfsense (orange).....	32
Abbildung 9: Exemplarischer Firewalldurchsatz	32
Abbildung 10: Monatliche Summe des Durchsatzes über einen Firewallserver am LRZ	33
Abbildung 11: secomat1	34
Abbildung 12: secomat2.....	34
Abbildung 13: secomat3.....	34
Abbildung 14: secomat4.....	34
Abbildung 15: Anzahl der Geräte pro Woche im Nyx.....	36
Abbildung 16: Nessi Interface, Datenanzeige aus dem LRZ-DHCP-Server	36
Abbildung 17: Entwicklung der Exchange-Nutzung seit 2011 (blau: Anzahl Postfächer, orange: Speicherplatz in TByte).....	42
Abbildung 18: Entwicklung des MWN-PCs in 2017	45
Abbildung 19: Komponenten und Einbindung des LRZ Identity-Management-Systems	47
Abbildung 20: Anzahl gleichzeitiger Verbindungen zum Multimedia Streaming-Server (Zeitraum 01.04. – 30.09.2017)	54
Abbildung 21: Rendering des 2017 großteils überarbeiteten 3D-Modells der Kammerkapelle Schleißheim	55
Abbildung 22: Virtuelle Serverinstanzen am LRZ	58
Abbildung 23: Abgegebene Rechenzeit in Core-Stunden und maximal möglich Abgabe.	60
Abbildung 24: SuperMUC-Nutzung durch Fachgebiete im Jahr 2017	61
Abbildung 25: Vertragsunterzeichnung SuperMUC-NG (Scott Tease, Charles Wuischpard, Dieter Kranzlmüller, Thomas O. Höllmann, Ludwig Spaenle, v.l.n.r.)	63
Abbildung 26: CoolMUC-3.....	68
Abbildung 27: Cloud Nutzung in Core-Stunden nach Wissenschaftsdisziplinen im Jahr 2017	69
Abbildung 28: Supportanfragen im Bereich Compute-Dienste	71
Abbildung 29: Teilnehmer Intel MIC Programming Workshop.....	73
Abbildung 30: Teilnehmer des Symposiums "High performance computing in atmosphere modelling and air related environmental hazards" am IT4Innovations, 9.2.2017 © IT4Innovations	74
Abbildung 31: Teilnehmer des neuen PATC Kurses: "HPC code optimisation workshop" am LRZ, 4.5.2017, (Foto: A. Podo, LRZ).....	74
Abbildung 32: Teilnehmer des Summer of Simulation 2017 beim Abschlusskolloquium.	77
Abbildung 33: Verbesserungen am Strömungscode MGLET (Zeit pro Iteration (TCU = Time for Cell Update), niedriger ist besser).....	79
Abbildung 34: Projekt InHPC-DE	81

Abbildung 35: Konfiguration Archiv- und Backupsysteme	86
Abbildung 36: Bandmaterial	87
Abbildung 37: Datenzuwachs 1995-2017.....	88
Abbildung 38: Primärsysteme, Replikation und Backup	90
Abbildung 39: Belegter Speicher in der MWN Storage Cloud.....	90
Abbildung 40: Zentrales Speichersystem des MDZ	91
Abbildung 41: Gespeicherte Daten nach Bereichen	92
Abbildung 42: Zuwachs Sync+Share	92
Abbildung 43: Nutzung Sync+Share, Stand Juli 2017	93
Abbildung 44: Räumliche Ausdehnung des Münchner Wissenschaftsnetzes (nicht maßstabsgerecht) ..	96
Abbildung 45: MWN Unterbezirke und Ausdehnung.....	97
Abbildung 46: Standorte und Verbindungen im MWN (Teil 1)	98
Abbildung 47: Standorte und Verbindungen im MWN (Teil 2)	99
Abbildung 48: Struktur des Kernnetzes des MWN.....	100
Abbildung 49: Geplante LWL-Infrastruktur am Campus Weihenstephan	104
Abbildung 50: Status des Projektes "Sichere Email in Bayern" zum Ende des Jahres 2017	111
Abbildung 51: DHCP-Infrastruktur auf den DNS-Servern	112
Abbildung 52 : RADIUS-Struktur im MWN	113
Abbildung 53 : Topologie des MWN.....	117
Abbildung 54: Statistik Vorschau für die Verbindung der Router csr2-kw5 - cvr1-1wr	118
Abbildung 55: Vorschau-Bild zur MRTG Statistik der Backbone Verbindung von W5 nach dem ersten Quartal 2017	118
Abbildung 56: Entwicklung der Nutzung des X-WiN Anschlusses des MWN seit 2007	120
Abbildung 57: Anzahl der jährlich installierten Accesspoints	121
Abbildung 58: Eduroam Nutzung durch MWN-Nutzer und Gäste.....	122
Abbildung 59: Anzahl der Geräte im BayernWLAN am 24.10.2017	123
Abbildung 60: Anzahl aktiver WLAN-Verbindungen am 10.11.2017 (5-Minuten-Mittel)	124
Abbildung 61: Datenverkehr in Terabytes über die VPN-Server im Referenzmonat November	126
Abbildung 62: Anzahl der maximal gleichzeitig an den VPN-Servern angemeldeten Nutzer	126
Abbildung 63: Entwicklung des Dienstreiseaufkommens.....	145
Abbildung 64: Entwicklung des Buchungsaufkommens.....	146
Abbildung 65: Entwicklung des Stromverbrauchs	147

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Durchschnittliche eingehende und ausgehende Datenübertragungsrate der letzten 12 Monate.....	34
Tabelle 2: Angenommene und abgewiesene E-Mails.....	39
Tabelle 3: Nutzung des Relaydienstes.....	39
Tabelle 4: Nutzung des Mailhostings.....	40
Tabelle 5: Nutzung der POP/IMAP-Server.....	40
Tabelle 6: Nutzung des Weiterleitungs-Service.....	41
Tabelle 7: Nutzung von E-Mail-Verteilerlisten.....	41
Tabelle 8: Nutzung des Exchange-Dienstes in 2016.....	42
Tabelle 9: Nutzung GitLab in 2017.....	44
Tabelle 10: Clients im MWN-ADS.....	45
Tabelle 11: Geräte im MWN-MAC Management.....	46
Tabelle 12: Vergabe von Kennungen für LRZ-Plattformen.....	49
Tabelle 13: Abgegebene Rechenzeit des SuperMUC in Core-Stunden.....	61
Tabelle 14: Kennzahlen von SuperMUC-NG.....	63
Tabelle 15: Anzahl Nutzer und Projekte.....	65
Tabelle 16: Summer of Simulaiton.....	77
Tabelle 17: Anzahl der im MWN eingesetzten Switches und Ports.....	101
Tabelle 18: Studentenwohnheime im MWN.....	105
Tabelle 19: Übersicht über die wichtigsten Domains im MWN.....	109
Tabelle 20: Anzahl der konfigurierten Server Load Balancer.....	115
Tabelle 21: WDM Verbindungen.....	115
Tabelle 22: Datenverkehr in Terabytes über die VPN-Server im Referenzmonat November.....	125
Tabelle 23: Kurse zu PC-Software 2017.....	127
Tabelle 24: Kurse zum Hochleistungsrechnen 2017.....	128
Tabelle 25 Sonstige Kurse 2017.....	129
Tabelle 26 Externe Kurse am LRZ.....	129
Tabelle 27: Führungen durch das LRZ und Vorführungen im V2C.....	129
Tabelle 28: Weiter Veranstaltungen in den Räumen des LRZ.....	129
Tabelle 29: Die wichtigsten im Tagesgeschäft vertriebenen Lizenzen.....	135
Tabelle 30: Personalstand, Neueinstellungen und Abgänge 2017.....	144
Tabelle 31: Dienstreisen 2017.....	144
Tabelle 32: Buchungen 2017.....	145
Tabelle 33: Haushalt - Inventarisierung.....	146
Tabelle 34: Stromverbrauch 2017.....	146
Tabelle 35: E-Mail und Exchange.....	147
Tabelle 36: Poster und Schriften.....	147
Tabelle 37: Benutzerverwaltung und Shibboleth.....	148
Tabelle 38: Bruttokapazitäten Plattenspeicher.....	149

Tabelle 39: Kapazitäten der Nearline-Speicher.....	150
Tabelle 40: Kennzahlen des Höchstleistungsrechners SuperMUC im Endausbau	150
Tabelle 41: Linux-Cluster.....	151
Tabelle 42: Hochleistungs-Graphik-System	154
Tabelle 43: Hochleistungs-Graphik-System	155
Tabelle 44: Hardwareübersicht des DGX-1-Systems	155
Tabelle 45: Hardwareübersicht der Knoten in der LRZ Compute Cloud, die für die Ausführung von Anwender-VMs zur Verfügung stehen	156
Tabelle 46: Das MWN in Zahlen	156
Tabelle 47: Netzkomponenten im MWN: Router	157
Tabelle 48: Netzkomponenten im MWN: WLAN-Komponenten	158
Tabelle 49: Netzkomponenten: Server	158

Vorwort

Das Jahr 2017 brachte für das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften eine Reihe von Neuerungen, darunter auch die Stabübergabe der Leitung und stellvertretenden Leitung des Hauses.

Neue Leitung des LRZ

Nach neun Jahren im Direktorium des LRZ durfte ich mit Wirkung zum 1. April 2017 den Vorsitz des Direktoriums von Prof. Dr. Dr. h.c. Arndt Bode übernehmen. Prof. Bode bleibt Mitglied des Direktoriums zu dem ebenfalls Prof. Dr. Hans-Joachim Bungartz und Prof. Dr. Heinz-Gerd Hegering gehören.



Am selben Tag gab es einen weiteren Generationenwechsel. Nach 41 Jahren am LRZ ging Dr. Victor Apostolescu in den wohlverdienten Ruhestand und übergab die Geschäftsführung an Prof. Dr. Helmut Reiser, der seit 2005 am LRZ tätig ist.



Herr Dr. Apostolescu leitete auch die Abteilung Zentrale Dienste (ZD). Diese Position wurde mit Frau Gundula von Nell besetzt während Prof. Reiser auch zukünftig die Abteilung Kommunikationsnetze leiten wird.

Rückblickend auf das letzte Jahr darf ich feststellen, dass diese Übergaben sanft und problemlos verlaufen sind. Herr Reiser und ich haben das LRZ als erfolgreichen IT-Dienstleister für die Wissenschaft übernommen und diesen Kurs kontinuierlich weitergeführt. Der vorliegende Jahresbericht zeigt, dass der Betrieb unserer IT-Dienste mit gewohnter Qualität fortgesetzt wurde.

IT-Infrastrukturen

Das Großprojekt, das ich von Kollegen Bode übernehmen durfte, war natürlich die Beschaffung des Nachfolgers unseres nationalen Höchstleistungsrechners SuperMUC. In einem sorgsam durchgeführten wettbewerblichen Dialog und unzähligen Gesprächen mit den verschiedenen Anbietern wurde schließlich eine Lösung gefunden und der Bietergemeinschaft Intel-Lenovo der Zuschlag erteilt. Damit beginnt der nächste Schritt in diesem Projekt, nämlich die Installation und schließlich die Inbetriebnahme der nächsten Generation des nationalen Höchstleistungsrechners, genannt SuperMUC-NG (Next Generation). Wir erwarten eine Übergabe in den Benutzerbetrieb zu Beginn 2019 und arbeiten gleichzeitig an den Konzepten für die Höchstleistungssysteme 2021 und 2024.

Von den kleineren Systemen am LRZ möchte ich den Prototypen CoolMUC-3, mit dem wir die Warmwasserkühlung erneut zu weltweit einzigartigen Ansätzen entwickeln wollen, aber auch den hocheffizienten und schnellen Data Science Storage erwähnen, mit dem wir insbesondere die Anforderungen unserer Big Data Anwender unterstützen möchten. Beides sei aber nur stellvertretend für die vielen anderen Dienste genannt, die wir im Auftrag unserer wissenschaftlichen Anwender kontinuierlich weiter entwickeln.

Organisatorische Veränderungen

Die kontinuierliche Veränderung zeichnet die IT-Branche aber grundsätzlich aus und auch im LRZ müssen der organisatorische Aufbau und die Prozesse stetig hinterfragt werden. Hier haben wir 2017 eine Reihe von Impulsen gesetzt, um neuen Anforderungen begegnen zu können. Dies betrifft insbesondere die Organisationsstruktur des LRZ, die wir um eine Stabsstelle für Öffentlichkeitsarbeit, eine Stabsstelle für IT Service Management und eine Stabsstelle für IT Sicherheitsmanagement erweitert haben. Gleichzeitig werden wir zukünftig die Forschung am LRZ weiter stärken, indem wir die Forschungsaktivitäten sukzessive in einem eigenen Bereich „Forschung“ konzentrieren, der matrixartig sowohl als Brücke zur Forschung bei unseren Partnern, als auch in die jeweiligen Betriebsgruppen hineinwirken soll. Die Konzepte für diese Organisationsänderung wurden im Jahr 2017 entwickelt und hausintern kommuniziert, um auch hier einen sanften Übergang sicherzustellen.

Im Bereich der Forschung selbst konnten wir 2017 unseren Schwerpunkt „Umweltrechnen“ weiter ausbauen. Hier haben wir unser erfolgreiches Modell piCS (Partnership Initiative Computational Sciences) weitergeführt und insbesondere in einer Reihe von Projekten mit Kollegen der LMU, TUM und anderer bayerischer Forschungsinstitutionen angewendet. Als Folge daraus haben sich eine Reihe von wissenschaftlichen Projekten ergeben, die teils in diesem Jahresbericht aufgeführt, teils noch in Begutachtung sind.

Ähnlich haben wir auch unsere neue Rolle als bayerisches Big Data Kompetenzzentrum initiiert, für die wir im Oktober 2017 drei neue Stellen von „unserem“ Staatsministerium zugewiesen bekommen haben. Nach einer Reihe von Diskussionen mit Kollegen im Haus und im Großraum München haben wir entschieden, hier einen neuen Ansatz zu gehen, der die piCS-Ideen weiter ausbaut. Wir werden unsere Rolle als bayerisches Big Data Kompetenzzentrum mit einer zentralen Ansprechperson realisieren, die dann projektorientiert und abteilungsübergreifend Teams zusammenstellt, um die jeweiligen Herausforderungen bestmöglich adressieren zu können. Gleichzeitig sollen die Erkenntnisse aus diesen Projekten dazu dienen, höherwertige Big Data Dienste zu entwickeln, die zukünftig allen LRZ-Kunden zur Verfügung stehen sollen. Das Thema Big Data ist dabei nicht nur hochaktuell, sondern aus Sicht eines IT-Dienstleisters überaus spannend mit vielen neuen Anforderungen von den Anwendern.

Der Jahresbericht 2017 dokumentiert in bewährter Weise die oben erwähnten Punkte ebenso wie unsere umfangreichen IT-Dienste und deren Einsatz für die Wissenschaft. Ich bedanke mich bei den Wissenschaftlern, die diese Dienste täglich für ihre Arbeit einsetzen und uns durch Ihre Rückfragen und Anforderungen zu konstanter Verbesserung treiben. Dies alles können wir für Sie aber nur dank der großartigen Zusammenarbeit aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am LRZ, denen ich hiermit im Namen meiner Vorgänger, meines Stellvertreters und mir selbst herzlichst danken möchte.

Unser Dank gilt auch den Förderern und Unterstützern des LRZ, allen voran der Bayerischen Staatsregierung und dem Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, sowie unserer Mutterorganisation, der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Die Zusammenarbeit mit dem Präsidenten, Prof. Dr. Thomas O. Höllmann, und der Generalsekretärin, Bianca Marzocca, aber auch mit den Kollegen des LRZ Direktoriums, Prof. Dr. Arndt Bode, Prof. Dr. Hans-Joachim Bungartz, und Prof. Dr. Heinz-Gerd Hegering, sowie meinem Stellvertreter, Prof. Dr. Helmut Reiser und seinem Vorgänger Dr. Victor Apostolescu ist in jeder Hinsicht eine Freude und Bereicherung, wie man sie sich nur wünschen kann.

Ich bedanke mich für Ihre Vertrauen und freue mich auf die Zusammenarbeit 2018,

Ihr



Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller

1 Highlights – Die wichtigsten Ereignisse am LRZ 2017

1.1 Beschaffung des Höchstleistungsrechners SuperMUC-NG - Next Generation am LRZ

Über das vom Bund und den drei Ländern Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen finanzierte SiVeGCS-Projekt (SiVeGCS ist ein Akronym für die „Koordination und Sicherstellung der weiteren Verfügbarkeit der Supercomputing Ressourcen des GCS im Rahmen der nationalen Höchstleistungsrechner-Infrastruktur“) stehen dem LRZ seit Ende letzten Jahres die Mittelzusagen für die Beschaffung des Nachfolgesystems „SuperMUC-NG“ („Next Generation“) zur Verfügung. Das Beschaffungsverfahren wurde noch im November 2016 gestartet, umfasste zahlreiche Gespräche und mehr als 20 ganztägige Verhandlungen mit den beteiligten Firmen. Basierend auf der technischen Auswertung der Angebote durch das LRZ empfahl das LRZ-Direktorium der aus Mitgliedern des LRZ-Beirats und ausgewählten hochrangigen deutschen Wissenschaftlern bestehenden Auswahlkommission dem LRZ im November 2017 die Beschaffung des Systems der Bietergemeinschaft Intel-Lenovo, welchem vollumfänglich zugestimmt wurde. Dieses Angebot erhielt dementsprechend den Zuschlag für die Lieferung und Installation von SuperMUC-NG.

Am 14. Dezember 2017 wurde in den Räumlichkeiten der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München feierlich der Vertrag über die Lieferung des nächsten Höchstleistungsrechners am Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) unterzeichnet. Als „Next Generation“ wird SuperMUC-NG dem jetzigen SuperMUC folgen und einer extrem breitgefächerten Wissenschaftsgemeinschaft eine maximale Rechenleistung von 26,7 PFlop/s bieten.



Abbildung 1: Vertragsunterzeichnung SuperMUC-NG

Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller, Vorsitzender des Direktoriums des LRZ, Prof. Dr. Thomas O. Höllmann, Präsident der BAdW, Charles Wuischpard, Vice President, Data Center Group General Manager, Scalable Data Center Solutions Group, Intel Corporation, Dr. Ludwig Spaenle, Bayerischer Staatsminister für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, Dr. Herbert Huber Leiter der Abteilung Hochleistungssysteme am LRZ, Scott Tease, Executive Director, HPC and AI, Lenovo Data Center Group (v.l.n.r.)

1.2 Sonstige neue HPC-System

Die HPC-Kapazitäten des LRZ wurden auch in diesem Berichtsjahr erheblich erweitert und modernisiert, während nicht mehr wirtschaftlich betreibbare Systeme außer Betrieb genommen wurden. Im Bereich des Linux-Clusters sind hier die Inbetriebnahme des warmwassergekühlten Knights Landing Systems „CoolMUC-3“ der Firma MEGWare sowie eines mit 6 TByte Hauptspeicher ausgestatteten Shared-Memory Systems „Teramem“ der Firma HPE zu nennen. Im Bereich des Machine-Learning ist das Nvidia DGX-1

Multi-GPU System der Firma FluidDyna zu nennen. Details über Installation und Betrieb dieser Systeme werden in Kapitel 9.3.2.3 abgehandelt.

1.3 Bayerisches Big Data Kompetenzzentrum

Bereits seit mehreren Jahren unterstützt das LRZ Benutzerprojekte im Forschungsgebiet künstliche Intelligenz und in der Verarbeitungen von großen Datenmengen durch das Big Data Application Lab. Mit der Erweiterung des LRZ zum bayerischen Big Data-Kompetenzzentrum wird die Anwenderunterstützung in den Bereichen Big-Data und maschinelles Lernen (ML – Machine Learning) erheblich gestärkt. So wurde im Berichtszeitraum in enger Zusammenarbeit und Abstimmung mit dem vorhandenen Lehrangebot an den Universitäten und Hochschulen sowie kommerziellen Partnern (z.B. nVidia und Microsoft) ein ergänzendes Kursprogramm entwickelt, mit dem sowohl hochaktuelle Themen behandelt aber auch die Anwendung der Big-Data-Dienste am LRZ in der Praxis erlernt werden. Vorhandene Kurse am LRZ wurden um Komponenten für den Einsatz von Big Data erweitert sowie neue Kursangebote zu aktuellen ML-Technologien entwickelt.

1.4 Wissenschaftliche Kooperationen

Die Arbeit des LRZ lebt von der beständigen Weiterentwicklung der verwendeten Dienste inkl. Geräte, Verfahren und Prozesse. Mitarbeiter des LRZ nahmen deshalb in großem Umfang an wissenschaftlichen Veranstaltungen teil, bzw. veranstalten diese federführend im LRZ. Herausragende Ereignisse im Jahr 2017 waren:

- Vorträge und Messestände des LRZ in Kooperation mit GCS auf den führenden internationalen Fachtagungen zum wissenschaftlichen Höchstleistungsrechnen ISC '17 in Frankfurt im Juni und SC '17 im November in Denver.
- Auf der ISC' 17 konnte das LRZ zusammen mit seinen Partnern auch das zehnjährige Bestehen des Gauss Centres for Supercomputing feiern.

2 Forschung und Projekte

Neue IT-Technologien, neuartige Methoden der Informatik oder veränderte Prozesse in der Wissenschaft erfordern eine stetige Anpassung und Überarbeitung unseres Dienstleistungsportfolios. Manchmal genügt die Verwendung einer moderneren Software oder der Einsatz leistungsfähigerer Maschinen - gerade bei neuen Dienstleistungen ist aber oftmals die Durchführung eines umfangreichen Kooperationsprojekts nötig, um den für die Wissenschaft am besten geeigneten Dienst zu entwickeln. Dies erfordert u.a. eine enge Zusammenarbeit mit denjenigen Wissenschaftlern, die auf den neuen oder modernisierten Dienst angewiesen sind. Im Rahmen von Drittmittel-geförderten Forschungsprojekten werden nicht nur die wissenschaftlichen Anwendungen der jeweiligen Projektpartner analysiert. Vielmehr entwickelt das LRZ bei der Entwicklung von entsprechenden IT-Lösungen eigene Forschungsergebnisse, die sowohl als Basis für die Erweiterung des eigenen Dienstleistungsportfolios, aber auch für andere Rechenzentren und IT-Einrichtungen von Interesse sind.

2.1 Environmental Computing

Um das vor einigen Jahren als Fokusthema identifizierte Arbeitsgebiet "Environmental Computing" zu stärken und weiterzuentwickeln, wurde ein inter-institutionelles Team aufgebaut, an dem sich neben LRZ-Mitarbeitern auch Mitarbeiter der Lehrstühle von Prof. Bungartz (TUM) und Prof. Kranzlmüller (LMU) beteiligen. Ziel ist es, nicht nur die informationstechnologischen Grundlagen für eine erfolgreiche Modellierung von Umweltsystemen zu legen, sondern auch zukünftige IT-technische Herausforderungen in den Geo- und Umweltwissenschaften frühzeitig zu identifizieren und geeignete Lösungen dafür zu entwickeln. Ein besonderer Fokus wird hierbei auf wissenschaftliche Partnerschaften mit den entsprechenden Wissenschaftlern gelegt, so dass in enger Zusammenarbeit neue Dienstleistungen entwickelt werden können, die langfristig für alle LRZ-Nutzer zur Verfügung stehen. Umweltsysteme eignen sich hierbei besonders, da sie vielfältige physikalische Modelle und weitere domänenspezifische Aspekte auf vielen verschiedenen Skalen mit einer großen Bandbreite an Daten kombinieren müssen. Weitere Informationen finden Sie unter www.envcomp.eu.

Beim Aufbau der European Open Science Cloud (EOSC), einer der großen Initiativen der EU-Kommission zur Integration wissenschaftlicher Daten und IT-Infrastrukturen, beteiligt sich das LRZ als assoziierter Partner am EOSC Pilot-Projekt „eWaterCycle & SWITCH-ON – FAIR Data for Hydrology“, welches darauf abzielt, einen Demonstrator für die reproduzierbare, wiederverwendbare und datenintensive Anwendung von großskaligen hydrologischen Modellen bereitzustellen.

2.1.1 Virtuelles Alpen-Observatorium II (VAO-II)

Auf Initiative der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus (UFS) auf der Zugspitze bündelt das Netzwerk „Virtuelles Alpen-Observatorium“ (VAO) die Forschungsaktivitäten der alpinen Höhenforschungsstationen in Italien, Frankreich, der Schweiz, Österreich, Norwegen und Deutschland.

Für die umweltwissenschaftlichen Forschungen im VAO entwickeln DLR, LRZ, UFS und Uni Augsburg das AlpEnDAC als kollaborative Datenarchivierungs-, Datenanalyse- und Simulationsplattform. Das AlpEnDAC initiiert einen Informationsaustausch und integriert somit entscheidend die Forschungsaktivitäten der im Alpenraum und auf der UFS aktiven Gruppen.



Das LRZ entwickelt für das AlpEnDAC, neben einem Massenspeicher-Backend auf Basis des iRODS-Datenmanagementsystems, eine Simulationskomponente („Computing on Demand“). Sie ermöglicht Forschern, auch wenn sie nicht computeraffin sind, Simulationen auf LRZ-Ressourcen (z.B. der LRZ Compute Cloud) direkt vom Web-Frontend aus zu triggern und diese zur Dateninterpretation zu nutzen.

Highlights in 2017

2017 stand im Zeichen eines moderaten Funktionalitätsausbaus und einer Konsolidierung des AlpEnDAC. Das Computing-on-Demand-Angebot wurde um den Code HYSPLIT erweitert, und es wurde mit der Entwicklung neuer Konzepte zur Einbindung weiterer Codes im Nachfolgeprojekt AlpEnDAC-II (Python-Prozesssteuerung, Docker-basierte Ausführung) begonnen. Für den Betrieb des AlpEnDAC wurde ein Monitoring-System auf Basis von Icinga installiert, welches zunächst vor allem operationelle Simulationsläufe überwacht. Die Betreuung der AlpEnDAC-Nutzer sowie Maßnahmen zur Vorstellung

und Bewerbung des AlpEnDAC (u.a. auf dem VAO-Symposium 2017 in Bozen) wurden stark ausgebaut, was sich auch in einer gestiegenen Anzahl von Konferenzbeiträgen (insgesamt 9 Stück) zeigt.

Ein deutlich stärkeres Engagement des LRZ im zunächst (aufgrund des Projektaufbaus) vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Universität Augsburg (UAU) getriebenen Sektor der Datenhaltung und der diesbezüglichen Nutzerbetreuung trug dazu bei, die Anzahl der Datenprodukte im AlpEnDAC stark zu erhöhen. Insbesondere ist die Anzahl in quasi-Echtzeit eingespielter Messparameter von verschiedenen Stationen auf über 100 (mit Ende 2017) gewachsen.

Das Projekt wurde mit einem umfangreichen Schlussbericht abgeschlossen. Ein ebenfalls 2017 noch vorbereiteter umfangreicher Fortsetzungsantrag („AlpEnDAC Phase 2“, Finanzierung wie bisher durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz StMUV) soll in den nächsten Jahren die Realisierung einer weiteren Ausbaustufe dieser erfolgreichen IT-Infrastruktur ermöglichen.

Konferenzen & Veranstaltungen (Auswahl)

- EGU 2017, 08.04.2017-13.04.2017, Wien: Vortrag “Application of trajectory clustering and source attribution methods for investigating regional CO₂ and CH₄ concentrations at Germany's highest mountain site” (EGU2017-5118)
- VAO-II Symposium, 28.03.2017-30.03.2017, Bozen: Vorträge “AlpEnDAC – An Overview”, “WRF, Weather Research and Forecasting model – Meteorological forecasting for the AlpEnDAC”, “AlpEnDAC – Computing on Demand: Simulations on a Click”

Steckbrief

Projektlaufzeit

1.8.2014 – 31.9.2017

Kontaktperson

Dr. Anton Frank, Dr. Stephan Hachinger

Förderorganisation

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz

Website

www.alpendac.eu
www.vao.bayern.de

Partnerinstitutionen

- Umweltforschungsstation Schneefernerhaus
- Technische Universität München
- Umweltbundesamt
- Leibniz-Rechenzentrum
- Helmholtzzentrum für Gesundheit und Umwelt
- Ludwig-Maximilians-Universität München
- Karlsruher Institut für Technologie
- Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Universität Augsburg
- Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt

2.1.2 ClimEx

The ClimEx project seeks to investigate the occurrence and impacts of extreme meteorological events on the hydrology in Bavaria and Québec under climate change. It especially consists of two new aspects:



- An ensemble of 50 transient runs of the Canadian general circulation model CanESM2 (~200km resolution) from 1950 to 2099, resulting in 7.500 years of modelled climate. As each of these runs is initialized with only slightly altered starting conditions, this ensemble can be interpreted as (modelled) natural variability. The CanESM2 then drives the regional climate model CRCM5 (~11km resolution) for a domain that covers most of central Europe. Both models are internationally established and widely used in the climate science community.
- A physically based hydrological model (WaSiM) is driven by this climate input for the entire hydrological Bavaria at very high temporal and spatial resolution of 3 hours and 500 meters to investigate both climate change impacts and natural variability of extreme events, especially floods.

The innovative approach utilises considerable computing power which is granted through the Gauss-Centre for Supercomputing. In early 2017, the production-phase on SuperMUC has successfully finished and produced a unique synthetic climate data catalogue with a final data-volume of ~500 TB of climate data, ~200 TB of which is hosted on the new Data-Science-Storage at LRZ for the european domain. Furthermore

joint efforts of all partners realised many improvements with respect to application interfacing, data-management and visualisation-procedures.

ClimEx further strengthens the international collaboration between Bavaria and Québec as research facilities, universities and public water agencies intensify their former cooperation approaches.

Events & Conferences

ClimEx Project Meeting and Workshop, Montreal, Canada, February 20th - 22nd, 2017

First International ClimEx Symposium, Munich, Germany, June 20th- 21st, 2017

ClimEx Project Meeting and Workshop, Munich, Germany, June 19th and 22nd, 2017

ClimEx Project Meeting and Workshop, Montreal, Canada, November 13th - 15th, 2017

Publications

- Leduc M., A. Frigon, G. Brietzke, R. Ludwig, J. Weismüller and M. Giguère (2017), The ClimEx project: Digging into Natural Climate Variability and Extreme Events. Innovatives Supercomputing in Deutschland (InSiDE), Autumn 2017, Vol. 15, No. 2.
- Weismüller, J.; gentschen Felde, N.; Leduc, M. & Frank, A. O'tjacques, B.; Hitzelberger, P.; Naumann, S. & Wohlgemuth, V. (Eds.), Advancing the Understanding and Mitigation of Hydrological Extreme Events with High-Level IT Services. EnviroInfo 2017. From Science to Society: The Bridge provided by Environmental Informatics, Shaker-Verlag, 2017, 357-361.

Fast Facts	
Project Duration 2015 – 2019	Partner Institutions <ul style="list-style-type: none"> • LMU Munich • Bayerisches Landesamt für Umwelt • Ouranos - Climate Scenarios and Services Group • Centre d'Expertise hydrique du Québec (CEHQ) • École de Technologie Supérieure (ETS) Montreal (PQ) • LeibnizSupercomputing Centre
Contact Person Dr. Jens Weismüller	
Funding Agency Bavarian State Ministry of the Environment and Consumer Protection	
Website http://www.climex-project.org	

2.1.3 Virtual Water Values - ViWA

The ViWA (Virtual Water Values) project aims to provide a global-scale assessment of the current usage of water resources, the efficiency of water use and agricultural yields as well as the flow and trade of 'virtual' water across country boundaries.



This will be achieved by establishing a global management and monitoring system which combines high-resolution agro-hydrological model simulations (1 km²) with information from high-resolution remote-sensing data from Copernicus satellites. This monitoring system will then be used to judge the progress in achieving water-related UN sustainable development goals on the local and global scale. Specific goals of the project are, for example, to:

- evaluate possible inefficiencies of the current water use in agriculture, industry and water management and its economic consequences.
- assess the vulnerability of agriculture and ecosystems to climate variability with a special emphasis on water availability.
- identify regional hot-spots of unsustainable water use and to analyse possible institutional obstacles for a sustainable and efficient water use.
- identify trade-offs between the commercial water use and protection of ecosystem services.

LRZ contributes to this project through the optimization of the utilized process models. This includes porting of the utilized agro-hydrological simulation models to the Linux-Cluster and SuperMUC and improving parallelization and node-level performance. LRZ will also develop efficient parallelization and load

balancing concepts for the hydrological simulators which are based on tree-partitioning and space-filling curves. In addition, LRZ will establish a research data infrastructure for the high-resolution simulation and remote-sensing data which will be based on requirements of various stake holders associated to the project.

Highlights in 2017

In 2017, the agro-hydrological simulation code PROMET, which will act as the work horse for the global assessment of virtual water flows, was successfully ported to the LRZ Linux Cluster and the scaling behaviour of the simulation code was evaluated on the systems CoolMUC2+3. The currently implemented OpenMP-based parallelization of PROMET showed a satisfactory node-level scaling behaviour on both systems. Scalability will be further improved by an MPI communication model and specifically designed load-balancing concepts in the future. In a bachelor thesis, the decomposition of a hydrologic model into sub-catchments with the help of tree-partitioning algorithms was tested on a theoretical basis.

Events & Conferences

ViWA Kick-off Meeting, 28th November 2017, Hannover, Germany

Fast Facts

Project Duration

01.05.2017 – 30.04.2020

Contact Person

Dr. Stephan Hachinger, Dr. Wolfgang Kurtz

Funding Agency

Federal Ministry of Education and Research (BMBF)

Website

<http://www.ViWa.geographie-muenchen.de>

Partner Institutions

- LMU Munich
- Institute for the World Economy, Kiel
- Helmholtz Center for Environmental Research, Leipzig
- Leibniz University Hannover
- Helmholtz Center Geesthacht, Climate Service Center Germany, Hamburg
- Leibniz Supercomputing Centre
- VISTA Geoscience and Remote Sensing GmbH, Munich
- FLOW GmbH, Düsseldorf

2.1.4 Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut (HiOS)

Das Ziel des Forschungsvorhabens HiOS ist die Entwicklung und Erprobung eines Verfahrens zur Evaluierung und Klassifizierung der Gefährdung der bayerischen Kommunen durch Oberflächenabfluss und Sturzfluten. Dabei sollen mit Hilfe von Anwendungen für Geoinformationssysteme (GIS) oberflächenabfluss- und sturzflutbegünstigende bzw.- auslösende Faktoren abgefragt, verknüpft und bewertet werden.

Die Ergebnisse werden anschließend in einer bayernweiten Hinweiskarte aufbereitet. Im Rahmen des Projekts werden zudem die Möglichkeiten der hydrologischen und hydrodynamischen Simulation von Oberflächenabfluss- und Sturzflutereignissen untersucht. Dabei werden verschiedene Modelle auf ihre grundsätzliche Eignung für diesen Anwendungszweck geprüft. Hierfür ist auch die Nachmodellierung von abgelaufenen Schadensereignissen vorgesehen.

Das Leibniz-Rechenzentrum stellt im Rahmen des Projektes seine Hochleistungs-Recheninfrastruktur zur Verfügung, um die im Projekt verwendeten Modelle für eine hohe zeitliche und räumliche Auflösung zu optimieren und anwenden zu können. Ferner betreut das LRZ das Forschungsdatenmanagement und trägt bei der Entwicklung der GIS-Anwendung bei.



Highlights in 2017

Vorträge (Auswahl)

- „Sturzfluten und wild abfließendes Wasser in Bayern – das Projekt HiOS“, DWA-Landesverbandstagung, Hof, 18. – 19. Oktober 2017
- „Sturzfluten und wild abfließendes Wasser in Bayern: Erfassen, Erforschen, Evaluieren“, Kickoff Wasser-Zukunft-Bayern, Garching, 23. November 2017

Steckbrief

Projektlaufzeit 01.08.2017 – 31.07.2020	Partnerinstitutionen <ul style="list-style-type: none"> • Bayerisches Landesamt für Umwelt • Technische Universität München • Ludwig-Maximilians-Universität München
Kontaktperson Dr. Jens Weismüller, Hai Nguyen	
Förderorganisation Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz	
Website www.hios-projekt.de	

2.1.5 BioKlis (Bio-Klimatisches Informationssystem)

Im Rahmen des „Verbundprojektes Klimawandel und Gesundheit“ des Landesamts für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) beschäftigt sich das Projekt BioKlis mit den Auswirkungen von Umweltfaktoren (Lufttemperatur und -feuchtigkeit, Luftschadstoffe, Allergene, Strahlung) auf die menschliche Gesundheit. Ziel ist es, der Staatsverwaltung zu ermöglichen, Gesundheitsrisiken u.a. aufgrund des Klimawandels einzuschätzen und den Bürger entsprechend aufzuklären.

Hierzu werden zunächst tagesaktuelle Simulationsläufe und Datenretrieval-Workflows zur Produktion flächiger „Risikokarten“ für Bayern (z.B. Luftschadstoff-Karten aus dem POLYPHEMUS/DLR-Modell, Wetterkarten aus WRF-Läufen und Copernicus-Satellitendaten) aufgesetzt. Im AlpEnDAC (siehe auch Abschnitt 2.1.1) werden diese Karten zusammengeführt und darauf basierend gesundheitliche Risikoindizes wie der Thermale Klimaindex (UTCI) und der Aggregierte Risikoindex (ARI) bayernweit in der Fläche berechnet. Auf einem BioKlis-Webportal werden dem Bürger Gesundheitsrisiken anschaulich angezeigt.

Durch Einbezug der medizinischen Expertise des UNIKA-T und Durchführung von Patientenstudien können perspektivisch u.A. die ARI-Berechnungen verifiziert, sukzessive verfeinert und schließlich personalisiert werden (d.h. es kann das tägliche Gesundheitsrisiko einer Person an einem Ort dann z.B. nach Alter oder Vorerkrankungen differenziert berechnet werden).

Steckbrief	
Projektlaufzeit 1.10.2017 – 30.9.2019	Partnerinstitutionen <ul style="list-style-type: none"> • Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt • Leibniz-Rechenzentrum • Technische Universität München • Universität Augsburg
Kontaktperson Dr. Stephan Hachinger	
Förderorganisation Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit	

2.2 Computing Patterns for High Performance Multiscale Computing (COMPAT)



Multiscale phenomena are ubiquitous and they are the key to understanding the complexity of our world. Despite the significant progress achieved through computer simulations over the last decades, we are still limited in our capability to accurately and reliably simulate hierarchies of interacting multiscale physical processes that span a wide range of time and length scales, thus quickly reaching the limits of contemporary high performance computing at the tera- and petascale. Exascale supercomputers promise to lift this limitation, and this project will develop multiscale computing algorithms capable of producing high-fidelity scientific results, scalable to exascale computing systems. The main objective is to develop generic

and reusable High Performance Multiscale Computing algorithms that will address the exascale challenges posed by heterogeneous architectures and will enable the researchers to run multiscale applications with extreme data requirements while achieving scalability, robustness, resiliency, and energy efficiency. Our approach is based on generic multiscale computing patterns that allow to implement customized algorithms to optimise load balancing, data handling, fault tolerance, and energy consumption under generic exascale application scenarios. This project will build an experimental execution environment using pan-European computing centers, to measure performance characteristics and develop models that can provide reliable performance predictions for emerging and future exascale architectures. The viability of the approach will be demonstrated by implementing nine grand challenge applications which are exascale-ready and pave the road to unprecedented scientific discoveries. The ambition is to establish new standards for multiscale computing at exascale, and to provision a robust and reliable software technology stack that empowers multiscale modellers to transform computer simulations into predictive science.

Highlights in 2017

We have started to develop a prediction service for the waiting time in the queue of an HPC system here at LRZ. Queue wait time is an important criterion when deciding where to run parts of a multiscale simulation. It is one of the integral elements of the ComPat brokering mechanism. A part of the service is a database where historical data about system state, job parameters and the corresponding wait times are stored. We then use machine learning techniques to provide users with probability estimates for queue wait times. This data is provided via a REST based web service. It is developed by and hosted at LRZ. Additionally, an energy prediction task force was started within the scope of the project in order to monitor and collect energy consumption data for the simulations run by the participating scientists. This data will be stored and enable us to predict energy consumption – an important factor when deciding where to run simulations in order to optimize energy efficiency.

Conferences & Events

An all-hands meeting took place in March 2017 at Brunel University, UK, followed by the first official review in Brussels in April 2017. Another all-hands meeting took place in October 2017 at Leiden University, NL.

Fast Facts

Project Duration

1.10.2015 – 31.9.2018

Contact Person

Dr. Vytautas Jančauskas

Funding agency

European Commission

Website

<http://www.compat-project.eu>

Partner Institutions

- Universiteit van Amsterdam
- University College London
- Poznan Supercomputing Centre
- Max Planck Institute for Plasma Physics
- Universiteit Leiden
- Science and Technology Facilities Council
- ARM Limited
- CBK Sci Con Limited
- Leibniz Supercomputing Centre
- Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics
- Brunel University

2.3 Czech-Bavarian Competence Team for Supercomputing Applications (CzeBaCCA)

The Czech-Bavarian Competence Centre (CzeBaCCA) was established in January 2016 by the Leibniz Supercomputing Centre (LRZ), the Department of Informatics of the Technical University of Munich (TUM) and the IT4Innovations National Supercomputing Centre of the Czech Republic to foster the Czech-German collaboration in high performance computing

The Czech supercomputer SALOMON serves as a perfect role model for training and optimisation efforts since it is the biggest Intel Xeon Phi (KNC) based system currently operating in Europe.

The aim of the initiative is threefold:

- to establish well-trained supercomputing communities,

- to improve simulation software and,
- to foster the Czech-German collaboration in simulation supercomputing.

One of the main objectives of the Competence Centre is to trigger new collaborations between German and Czech researchers via scientific workshops and many-core architecture specific technical trainings. The very popular series of workshops was initiated in February 2016 and was successfully continued in 2017 with a 2-day “Intel MIC programming workshop” combined with a scientific symposium on “High performance computing in atmosphere modelling and air related environmental hazards” at IT4Innovations in February 2017, and a 3-day “Intel MIC programming workshop” combined with a symposium on “HPC for natural hazard assessment and disaster mitigation” at LRZ in June 2017. The project is funded by the Federal Ministry of Education and Research.

Highlights in 2017

Events

- PRACE PATC Course: Intel MIC Programming Workshop, 7 – 8 February 2017, Ostrava, Czech Republic
- Scientific Workshop: High performance computing in atmosphere modelling and air related environmental hazards, 9 - 10 February 2017, Ostrava, Czech Republic
- PRACE PATC Course: Intel MIC Programming Workshop, 26 – 28 June 2017, Garching, Germany
- Scientific Workshop: HPC for natural hazard assessment and disaster mitigation, 28 - 30 June 2017, Garching, Germany

Publications

- Michael Bader, Momme Allalen, Arndt Bode, Anton Frank, Megi Sharikadze, Volker Weinberg, Ondřej Jakl, Branislav Janský, Martin Palkovic, Vít Vondrák: "Intel MIC Programming & High performance computing in atmosphere modelling and air related environmental hazards @ IT4Innovations, Czech Republic", inSiDE Vol. 15 No. 1, 2017, p. 48ff
- Volker Weinberg, Momme Allalen, Arndt Bode, Anton Frank, Dieter Kranzlmüller, Megi Sharikadze: "Intel MIC Programming & HPC for Natural Hazard Assessment and Disaster Mitigation Workshops @ LRZ", inSiDE Vol. 15 No. 2, 2017, p. 55ff

Fast Facts

Project Duration

1.1.2016 – 1.7.2017

Contact Person

Dr. Volker Weinberg

Funding agency

Federal Ministry of Education and Research (BMBF)

Website

<https://www.lrz.de/forschung/projekte/forschung-hpc/CzeBaCCA/>

Partner Institutions

Leibniz Supercomputing Centre
 Technical University Munich
 IT4Innovations

2.4 DEEP Extreme Scale Technologies (DEEP-EST)

The DEEP – Extreme Scale Technologies (DEEP-EST) project started on 1st July 2017 and will last three years. The project will create a first incarnation of the Modular Supercomputer Architecture (MSA) and demonstrate its benefits. In the spirit of the predecessors DEEP and DEEP-ER projects, the MSA integrates compute modules with different performance characteristics into a single heterogeneous system. All

modules are parallel, clustered systems of potentially large size, interconnected with a federated network infrastructure. The MSA brings significant benefits for heterogeneous applications and workflows: each part can be executed on an exactly matching system, substantially improving time-to-solution and containing energy consumption. This is ideal for supercomputing centres running heterogeneous application mixes (higher throughput and energy efficiency). It also offers valuable flexibility to the compute providers, allowing the set of modules and their respective size to be tailored to actual usage.

LRZ contribution to the project is threefold:

1. LRZ is the leader of Workpackage 7, taking care of the dissemination activities of the project. During the first phase of DEEP-EST, LRZ successfully carried out key tasks such as defining an effective communication strategy targeting different stakeholders, identifying innovation opportunities supporting partners for leveraging potential synergies, promoting European partnerships for HPC developments, and started implementing a targeted education and training programme for project internal staff.
2. Research scientists from LRZ are further involved in Workpackage 5, with the objective of implementing a system monitoring and RAS plane solution for the MSA prototype. Specifically, LRZ will leverage its experience in energy and power monitoring ensuring that the required sensors/counters for energy and/or power consumption will be available on the final system. LRZ will further enhance and extend its highly-scalable monitoring tool developed in the DEEP project, introducing sophisticated means of visualising and analysing the retrieved monitored data.
3. Finally, LRZ leads Task 2.4 with the objective of modelling energy and power usage of applications for system optimisations and improved scheduling decisions. The developed models will be based on CPU performance counters and will be calibrated using a subset of project-internal benchmarks. Initial work has been done for the development of an energy optimization library that will provide estimates of the energy consumed by a specific application run.

Events & Conferences

Kick-Off Meeting, 13-14 July 2017, Jülich, Germany

Co-Design F2F Meeting, 28 September, Jülich, Germany

SC17, 12-17 November 2017, Denver, CO, USA

Fast Facts

Project Duration

2017 – 2020

Contact Person

Dr. Michael Ott, Dr. Daniele Tafani, Dr. Carmen Navarrete, Sabrina Eisenreich

Funding agency

European Commission, Call H2020-FET-HPC-01-2016 Grant n. 754304

Website

<http://www.deep-projects.eu/>

Partner Institutions

- Forschungszentrum Jülich GmbH
- Intel Deutschland GmbH
- Bayerische Akademie der Wissenschaften Leibniz-Rechenzentrum
- Barcelona Supercomputing Center
- Megware Computer Vertrieb und Service GmbH
- Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
- EXTOLL GmbH
- Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschungs e. V.
- Katholieke Universiteit Leuven
- Stichting Astron, Netherlands Institute for Radio Astronomy
- Association National Centre for Supercomputing Applications
- Norges Miljø-Og Biovitenskaplige Universitet
- Haskoli Islands
- European Organisation for Nuclear Research

2.5 Intel® Parallel Computing Center (IPCC)

Intel Parallel Computing Centers sind in ihren Bereichen führende wissenschaftliche Institutionen und Universitäten, welche sich auf die Modernisierung von wissenschaftlicher Software und Anwendungen konzentrieren. Dabei steht die Verbesserung der parallelen Effizienz und der Skalierbarkeit durch die Optimierung von Multi-Threading und der Rechenkernnutzung, der Cache-Zugriffe und der Vektorisierung im Mittelpunkt. Das gemeinsame IPCC von LRZ und Technischer Universität München (TUM) beschäftigt sich mit der Optimierung von vier weitverbreiteten Anwendungen aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften, wobei sich das LRZ auf die numerische Astrophysik-Anwendung P-Gadget3 fokussiert, welche zur Simulation der kosmischen Strukturbildung genutzt wird.

Unser IPCC hat sich in diesem Jahr mit den folgenden Themengebieten beschäftigt:

- Weiterentwicklung von P-Gadget3 zur Optimierung auf die Zielarchitektur Intel Xeon Phi zweite Generation (Knights Landing/KNL). Dazu wurde zunächst eine isolierter Einzel-Kernel optimiert und anschließend das Erarbeiteten schrittweise in den Source-Code von P-Gadget3 zurück portiert. Die Kernperformance konnte dabei um einen Faktor 1,8 gesteigert werden, was sich mit den Vorhersagen aus den Experimenten mit dem Einzel-Kernel deckt.
- In Zusammenarbeit mit LRZ-Experten für Energiemessungen und dem Intel-Entwicklungsteam des GEOPM-Frameworks wurde der Themenblock Energiemessung angegangen. Erste Ergebnisse werden Anfang nächsten Jahres erwartet.

Highlights in 2017

Events

- SC17: Talk at the Intel Booth (Nerve Center) on Performance optimization of the Smoothed Particle Hydrodynamics code Gadget3 on second generation Intel Xeon Phi. Denver, Nov. 2017;
- HPCS 2017 Conference, Genova, July 2017 (paper and contributed talk);
- Talk at the PRACE PATC Course on Intel MIC Programming Workshop and Scientific Workshop on High Performance Computing for Water Related Hazards, LRZ, June 2017;
- Talk at the Intel Community Hub at ISC High Performance 2017, Frankfurt, June 2017;
- Symposium "Intel Parallel Computing Center at LRZ/TUM: Extreme Scaling on Intel Xeon Phi Supercomputers", LRZ, June 2017.
- Invited talk, Heidelberg Institute for Theoretical Studies (Germany), April 2017.
- IXPUG Annual Spring Conference, Cambridge (UK), April 2017.
- Webinar on Performance Optimization of SPH Algorithms for Multi/Many-Core Architectures, organised by Colfax Research and visible on demand on its webpage, March 2017.

Publications

- Baruffa, F., Iapichino, L., Karakasis, V., Hammer, N.J.: Performance optimisation of Smoothed Particle Hydrodynamics algorithms for multi/many-core architectures. 2017, proceedings of the 2017 International Conference on High Performance Computing & Simulation (HPCS 2017), 381. Awarded as Outstanding Paper (runner-up). DOI: 10.1109/HPCS.2017.64. arXiv: 1612.06090.

Fast Facts

Project Duration

1.10.2016 – 30.9.2018

Contact Person

Dr. Luigi Iapichino, Dr. Nicolay Hammer, Dr. Michele Martone

Funding agency

Intel

Website

Partner Institutions

Technische Universität München (PIs.: Prof. Dr. Michael Bader, Prof. Dr. Hans-Joachim Bungartz)

Leibniz Supercomputing Centre (PI: Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller)

Intel (funding partner)

<https://www.lrz.de/services/compute/labs/astrolab/ipcc/>

2.6 Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE)



The purpose of the PRACE Research Infrastructure is to provide a sustainable high-quality infrastructure for Europe that can meet the most demanding needs of European HPC user communities through the provision of user access to the most powerful HPC systems available worldwide at any given time. In tandem with access to Tier-0 systems, the PRACE project will foster the coordination between national HPC resources (Tier-1 systems) to best meet the needs of the European HPC user community.

PRACE Fourth / Fifth Implementation Phase Project (PRACE-4/5-IP)

Partnership for Advanced Computing in Europe – association international sans but lucratif (PRACE aisbl) and its members collaborate in PRACE-4/5-IP, the Fourth and Fifth PRACE Implementation Phase projects co-ordinated by Forschungszentrum Jülich (JUELICH) on behalf of PRACE aisbl. The PRACE Implementation Phase projects are designed to build on and seamlessly continue the successes of the PRACE and start new innovative and collaborative activities. These include: assisting the transition to PRACE 2; strengthening the internationally recognised PRACE brand; preparing strategies and best practices towards exascale computing, coordinating and enhancing the operation of the multi-tier HPC systems and services, and supporting and educating users to exploit massively parallel systems and novel architectures. The following activities are central to PRACE:

- Ensure long-term sustainability of the infrastructure.
- Promote Europe's leadership in HPC applications.
- Increase European human resources skilled in HPC and HPC applications.
- Support a balanced eco-system of HPC resources for Europe's researchers.
- Evaluate new technologies and support Europe's path for using ExaFlop/s resources.
- Disseminate effectively the PRACE results.

LRZ contributes to the Work Packages WP4 (Training), WP5 (HPC Commissioning and Prototyping) and WP7 (Application Enabling and Support).

As a GCS member organisation, LRZ is one of six European „PRACE Advanced Training Centres“ (PATC) established in 2012 that offer state-of-the-art HPC courses and workshops for interested users from throughout Europe. The PATC programme is organised and coordinated by the participating centres through work package WP4 (“Training”). In 2017, over 175 visitors attended seven PATC events at LRZ. The LRZ PATC contribution in the areas of advanced HPC programming, Fortran and Intel Xeon Phi programming, as well as node-level-optimisation and hybrid programming are now well-established components of the PATC curriculum, and are considered essential also for the future. With the 2-day “Intel MIC Programming Workshop” at IT4Innovations in the Czech Republic, LRZ offered for the very first time a PATC course outside of Germany. A new very successful course “HPC code optimisation workshop” was added to LRZ's curriculum.

In PRACE-4IP WP5, LRZ helped organising the 8th European Workshop on HPC Centre Infrastructures, a PRACE-sponsored event. Being a founding member of the workshop series, LRZ traditionally contributes in the programme committee of the workshop. The 8th edition of the workshop has been organised by CSCS and held in Mendrisio near Lake Lugano in Switzerland, between April 5 and April 7, 2017 and was attended by 75 participants from Europe, America, Australia, and Asia.

Additionally, LRZ has been leading the activities in WP5 to assemble the “Best Practice Guide for Prototype Planning and Evaluation”. The guide builds on experiences from previous PRACE and other FP7 and H2020 prototyping projects and aims at providing a useful tool to organize and manage the process of prototyping in HPC.

In PRACE-5IP WP5 LRZ continues to act as a workpackage co-lead and a task lead on “Extended Best Practice Guide for Prototypes and Demonstrators” that aims to assess the requirements of current user communities and of HPC centers in terms of technologies and architectures for next

generation HPC systems. For achieving this goal, two surveys were created and distributed to Centres of Excellence (CoE) and PRACE Tier-0 und Tier-1 HPC sites. The outcome of these surveys will extend the previously developed best practice guide for evaluating HPC prototype systems with regard to their usability and fit for purpose.

Within the work package WP7 (“Application Enabling and Support”), LRZ leads the activity to create “Best Practice Guides” for the efficient use of current and future HPC architectures. This successfully continues the series of sixteen previously published guides (see <http://www.prace-ri.eu/best-practice-guides/>) that was initiated in PRACE-1IP. The following new Best Practice Guides have been published within PRACE-4IP **under <http://www.prace-ri.eu/best-practice-guides/>**:

- Intel Knights Landing - Best Practice Guide,
- Intel Haswell/Broadwell - Best Practice Guide,
- GPGPU - Best Practice Guide (Update of the GPGPU Best Practice Mini-Guide written in PRACE-2IP),
- Intel Xeon Phi - Best Practice Guide (Intel Knights Corner, Update of the Intel Xeon Phi Best Practice

The following Best Practice Guides to be published in February 2019 are currently written in PRACE-5IP:

- Modern Interconnects – Best Practice Guide
- Deep Learning – Best Practice Guide
- Parallel I/O – Best Practice Guide
- HPC for Data Science – Best Practice Mini Guide
- ARM64 - Best Practice Mini Guide
- AMD EPYC – Best Practice Mini Guide

Within the PRACE-4IP WP7 extension, LRZ ported the fully hybrid MPI + OpenMP parallelised astrophysics code P-Gadget3 to the Intel Knights Landing based Frioul-PCP cluster at Montpellier and measured the performance and the energy consumption of the code.

Highlights in 2017

Events

- PRACE PATC Course: Introduction to hybrid programming in HPC, LRZ, 12.1.2017
- PRACE PATC Course: Intel MIC Programming Workshop, IT4Innovations, 7.-8.2.2017
- PRACE PATC Course: Advanced Topics in High Performance Computing, LRZ, 3.-6.4.2017
- 8th European Workshop on HPC Centre Infrastructures, Mendrisio, Switzerland, 5.-7.4.2017
- PRACE PATC Course: HPC code optimisation workshop, LRZ, 4.5.2017
- PRACE PATC Course: Intel MIC Programming Workshop, LRZ, 26.-28.6.2017
- PRACE PATC Course: Advanced Fortran Topics, LRZ, 11.-15.9.2017
- PRACE PATC Course: Node-Level Performance Engineering, LRZ, 30.11.-1.12.2017

Publications

- Volker Weinberg (Editor) et al.: Best Practice Guide Intel Xeon Phi v2.0, Jan. 2017, PRACE Webpage
- Vali Codreanu, Joerg Hertzner, Cristian Morales, Jorge Rodriguez, Ole Widar Saastad, Martin Stachon, Volker Weinberg (Editor): Best Practice Guide – Haswell/Broadwell, Jan. 2017, PRACE Webpage
- Momme Allalen, Vali Codreanu, Nevena Ilieva-Litova, Alan Gray, Anders Sjöström, Volker Weinberg, Maciej Szpindler: Best Practice Guide – GPGPU, Jan. 2017, PRACE Webpage
- Michael Ott, Carlo Cavazzoni, Radek Januszewski, Giannis Koutsou, Hayk Shourkourian, Jeantte Wilde, Torsten Wilde: Best Practices for Prototype Planning and Evaluation, Apr. 2017, PRACE Webpage
- Hayk Shourkourian, Torsten Wilde, Herbert Huber, and Arndt Bode: Analysis of the Efficiency Characteristics of the First High-Temperature Direct Liquid Cooled Petascale Supercomputer and its Cooling Infrastructure. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, Elsevier, Vol. 107, pages 87 – 100, 2017 (impact factor: 1.976). ISSN: 0743 – 7315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2017.04.005>.

- Hayk Shoukourian, Torsten Wilde, Detlef Labrenz, Arndt Bode: Using Machine Learning for Data Center Cooling Infrastructure Efficiency Prediction. 13th IEEE Workshop on High-Performance, Power-Aware Computing held in conjunction with IPDPS Symposium, USA, 2017 DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/IPDPSW.2017.25>.
- Volker Weinberg, New PATC Course: HPC code optimisation workshop @ LRZ, inSiDE Vol. 15 No. 2, 2017, p. 58
- Volker Weinberg (Editor), Intel MIC Programming Workshop Proceedings, 2017, LRZ Webpage

Fast Facts

Project Duration

PRACE-4IP: 01.02.2015 - 31.12.2017

PRACE-5IP: 01.01.2017 – 30.04.2019

Contact Person

Dr. Volker Weinberg

Funding agency

European Commission H2020

Website

<http://www.prace-ri.eu/>

Partner Institutions

- JUELICH- Forschungszentrum Jülich GmbH (Germany, Coordinator)
- GCS – Gauss Centre for Supercomputing (GCS) e.V. (Germany), LRZ
- GENCI – Grand Equipement National de Calcul Intensif (France)
- EPCC – The University of Edinburgh (United Kingdom)
- BSC – Barcelona Supercomputing Center – Centro Nacional de Supercomputacion (Spain)
- CSC – Tieteen Tietotekniikan Keskus OY (Finland)
- ETHZ – Eidgenössische Technische Hochschule Zuerich (Switzerland)
- SURFSARA BV – SURFsara BV (The Netherlands)
- JKU – Johannes Kepler Universitaet Linz (Austria)
- SNIC – Uppsala Universitet (Sweden)
- CINECA Consorzio Interuniversitario (Italy)
- PSNC – Instytut Chemii Bioorganicznej Pan W Poznaniu (Poland)
- SIGMA2 – Uninett Sigma2 AS (Norway)
- GRNET – Greek Research and Technology Network S.A. (Greece)
- UC-LCA – Faculdade de Ciencias e Tecnologia da Universidade de Coimbra (Portugal)
- NUI Galway – National University of Ireland, Galway (Ireland)
- UYBHM – Istanbul Technical University, Ayazaga Campus (Turkey)
- CaSToRC – The Cyprus Institute (Cyprus)
- NCSA – National Centre for Supercomputing Applications (Bulgaria)
- IT4I-VSB – Technical University of Ostrava (Czech Republic)
- NIIF – Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Intézet (Hungary)
- UCPH – Københavns Universitet (Denmark)
- IUCC – Inter University Computation Center (Israel)
- PRACE – Partnership for Advanced Computing in Europe AISBL (Belgium)
- ULFME – University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering (Slovenia)

- CCSAS – Computing Centre of the Slovak Academy of Sciences (Slovakia)

2.7 GÉANT Project (GN4-2)

Identity Management:

Task 1 in Joint Research Activity 3 (JRA3) worked on the development of F-TICKS based statistics to enable logging of authentication events at the Identity Provider (IdP), their aggregation and the creation of statistics. To achieve these goals it was necessary to define the F-TICKS format. Subtask 4 (Incident Management/SIRTFI) conducted a survey about SIRTFI. After discussing the results on a strategy workshop new work items have been defined. The LRZ team is responsible for SIRTFI tooling and the development of two new tools.

A technical pilot of InAcademia service (confirmation if a user is member of the academic sector) was developed by the task 2 team and successfully tested in this year. To prepare the business pilot phase, in which interested customers carry out final tests before service transition into production, the team developed contractual agreements and defined organizational responsibilities. The next step will be to ensure and improve service quality and spreading the service to other EU countries.

In task 3 of JRA3 the LRZ interviewed NRENs' representatives about the status quo, use cases and the usage of OpenID Connect (OIDC) in the eduGAIN inter-federation. At the TNC 2017 conference the results have been presented and discussed. For documentation of these use cases the task team defined a standardized format. Additionally some team members have an eye on the work of InCommon's OIDC-OAuth Working group. The Multi-Factor-Authentication (MFA) team specified a profile, which sets security requirements for authentication. In addition to this a document about minimum requirements for Memorized Secrets have been written and discussed with the international REFEDS group. The LRZ leads the step-up pilot development team, which enables the protection of sensitive data, e.g. by using MFA.

Software-defined Networking:

Goal of JRA1 T2 is the implementation of four SDN use cases (Layer 2, Layer 3, Bandwidth on Demand and optical Transport). The LRZ further improved the SDX IPFIX monitoring and statistics application (Stats-App) which now supports the current ONOS controller. After installation of the Stats-App at the GÉANT testbed service (GTS) the SDX Layer 3 and Layer 2 applications (SDX L3 and SDX L2 app) have been tested. After TNC 2017 the development of the L3-app has been paused and the work on the L2-app went into focus. In parallel the development of the Stats-app continued and could be completed successfully before end of October this year. This gave some space for LRZ staff to work in into white and bright network boxes and their capabilities in new network design. First results have been discussed with network operations teams of GÉANT at the GN4 Symposium in Budapest.

Security:

In GN4-2 LRZ leads the task JRA2 T6. The goal of this task is the specification and development of network security services: Firewall on Demand (FoD) and DDoS mitigation, Reputation Shield and Certificate Transparency (CT). More than 20 NRENs' representatives took a survey and confirmed the further work on FoD as well as the implementation of a GÉANT Scrubbing-Centre (fine-grained filtering malicious traffic).

The pilot installation of FoD has been extended by a multi-tenant REST-API for requesting new or change already existing DDoS mitigation rules and a statistic graph showing the currently processed data volume. Starting October 2017 until end of February 2018 three pilot NRENs will test this extended version of FoD. The work on Reputation Shield also moved on: Blacklist correlation, improved search capabilities, REST-API and the calculation of a Reputation Score based on statistics and AI. The next version of FoD will provide an interface to FlowMon, the Network Security Handling and Response Process (NSHaRP) DDoS event collector and the Warden event hub in combination with Reputation Shield provided by CESNET allowing an automated FoD rule generation.

A CT-Log-Server has been implemented. In cooperation the German DFN-CERT and SUNET, the Swedish NREN, provide the first multi-domain installation of a CT-Log, the basis of the planned GÉANT-wide CT service. Additionally the work on the IETF standard defining a CT Gossip protocol continued.

Network and Service Monitoring:

In JRA2 T4 an architecture for network monitoring has been defined. After selecting appropriate technologies initial software-based prototypes have been developed, which allows the capture of network traffic and its analysis through defined network metrics. Using the GÉANT Testbed service (GTS), which

provides an easy way to create multi-domain network infrastructures, these prototypes have been implemented and evaluated. To fulfill future requirements, e.g. supporting bandwidths up to 100 GE special capture network cards provided by Napatech have been evaluated. Additionally task T4 members specified an OSS/BSS interface enabling the data exchange with the system developed in cooperation with the JRA2 T2 team.

JRA4 T5 developed a TURN-Service (Traversal Using Relays around NAT) currently based on TURN servers provided by five pilot NRENs. The eduGAIN enabled service could be reached under the URL turn.geant.org. At the GN4 Symposium several T5 team members demoed the TURN service, 4k video conferencing based on WebRTC using webbrowsers as well as the so called Knockplop, an open-source videoconferencing web service based on node.js. While the monitoring of the TURN-Service has been implemented, T5 focus on the development of a concept to monitor the quality of WebRTC-based video- conferences.

Cloud Services:

In this task the LRZ team supports NRENs using cloud services under the contract made between GÉANT and several cloud service providers. Focussing on collecting, processing and arbitration of knowledge needed to use these cloud services (cloud adoption), the team organized a “Cloud Summit” (Utrecht) and a “GÉANT IaaS Framework Deployment Hands-on Workshop” in Dublin to present the idea behind the cloud service procurement, its advantages for NRENs and also their institutions. Based on existing service management know-how the LRZ team enhanced the framework in a more service-oriented fashion, refined the “Onboarding cookbook” document and accompanied regional adoption-workshops.

Service Improvement & General Data Protection Regulation (GDPR):

The task SA2 T4 team is responsible for continuous service improvement (CSI) in GÉANT and investigated the options to optimize services and processes, e.g. Secure Code Training, incident management regarding standardization and considering the requirements of the General Data Protection Regulation (GDPR). LRZ developed, reconciled and started to implement an unified approach to achieve GDPR-compliance. So templates for establishing a Data Inventory, a Data Mapping and Data Protection Impact Assessment were developed. LRZ joined the task force data protection and provided support to the community (e.g. NRENs, universities and academic IT-service providers) answering their questions

- how to fulfill the GDPR requirements for global cooperation (e.g. local law vs. GDPR)
- what are the practical consequences and the benefit of the code of conduct
- LRZ provided feedback regarding the WP29-interpretation/guidelines of the GDPR

Events and Conferences

- 3rd GTS Tech+Futures Workshop, 27 February – 1 March 2017, Amsterdam
- SIG Multimedia & T5 Face-to-Face Meeting, 08.-11. May 2017, Porto
- JRA2 T4 Face-to-Face Meeting, 16./17. May 2017, Amsterdam
- DFN Forum, 30./31. May 2017, Berlin
- TNC 2017, 28.-30. June 2017, Linz
- 5th Prague Embedded Systems Workshop (PESW), 29./30. June 2017, Praha
- SIRTFI Implementation Strategy Planning Workshop, 12./13. July 2017, Zurich
- IETF 99, 16.-21. July 2017, Praha
- JRA2 T4 Napatech Training, 13./14. September 2017, Cambridge
- GN4-2 Symposium, 02.-05. October 2017, Budapest
- SuperComputing 2017 (SC 2017), 11.-18. November 2017, Denver
- JRA2 T6 F2F-Meeting, 20.-22. November 2017, Praha
- AARC2 All Hands Meeting, 21.-23. November 2017, Amsterdam
- Digital Infrastructures for Research, 29. November – 01. December 2017, Brussels
- GÉANT Trust & Identity Meeting, 06.-08. December 2017, Amsterdam

2.8 Generic Research Data Infrastructure (GeRDI)

Das GeRDI-Projekt nimmt sich zum Ziel, bestehende und zukünftige Forschungsdatenspeicher in ganz Deutschland virtuell miteinander zu verknüpfen. Wissenschaftliche Einrichtungen sollen dabei unterstützt werden, ihre bereits bestehenden Datenspeicher zu



vernetzen bzw. eigene neue, vernetzte Forschungsdatenspeicher aufzubauen. Alle Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen in Deutschland, speziell mit kleineren Datenmengen (Stichwort ‚Long Tail of Science‘), sollen disziplinübergreifend Forschungsdaten ablegen, teilen und nutzen können. Dabei soll der gesamte Datenlebenszyklus (vom Erzeugen, Aufbereiten, Analysieren, Archivieren bis zum Weiterverwenden der Daten) unterstützt werden. GeRDI orientiert sich hierbei an der Idee der European Open Science Cloud, ergänzt bestehende Infrastrukturkonzepte für das Forschungsdatenmanagement und führt diese weiter.

In der ersten Phase, angesetzt auf drei Jahre, werden drei Pilot-Datenzentren für das Management von Forschungsdaten miteinander verknüpft. Als eines dieser Pilot-Datenzentren wird das LRZ sein Hauptaugenmerk auf die Communities der Umweltwissenschaften legen. In der zweiten Phase des Projekts soll die entwickelte Lösung auf ganz Deutschland ausgeweitet werden.

Das LRZ übernimmt die Leitung des Arbeitspakets Pilotbetrieb. Dieses umfasst die Einrichtung und den Betrieb der Hardware- und Softwareinfrastruktur, das Community-Management mit den entsprechenden Fachcommunities, sowie die Evaluation des Proof-of-Concepts und von Sicherheitsaspekten.

Highlights in 2017

Konferenzen & Veranstaltungen

- 02. GeRDI Projekttreffen und Workshop in Berlin, 23. – 24. Januar 2017
- 03. GeRDI Projekttreffen und Workshop in Dresden, 04. – 05. Mai 2017
- 04. GeRDI Projekttreffen und Workshop in Hamburg, 11. – 13. Oktober 2017

Vorträge und Posterpräsentationen (Auswahl)

- Arndt Bode – “Open Science needs federated infrastructures”, International Open Science Conference, Berlin, 21. – 22. März 2017
- Arndt Bode - „Europe and its Open Science Cloud“, PLAN-E - Platform of National eScience Centers in Europe, Poznan, 27 - 28. April 2017
- J. Frömberg, T. Weber, N. Tavares de Sousa, R. Weiß – “Architecture of a Generic Research Data Infrastructure (GeRDI)”, 18. DINI-Jahrestagung, Göttingen, 04. – 05. Oktober 2017

Steckbrief

Projektlaufzeit

1.11.2016 – 31.10.2019

Kontaktperson

Tobias Weber, Hai Nguyen

Förderorganisation

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Website

www.gerdi-project.de

Partnerinstitutionen

- ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
- Leibniz-Rechenzentrum
- Technische Universität Dresden
- DFN-Verein e.V.
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

2.9 Novel Decision Support tool for Evaluating Strategic Big Data investments in Transport and Intelligent Mobility Services (NOESIS)

The NOESIS (NOvel Decision Support tool for Evaluating Strategic Big Data investments in Transport and Intelligent Mobility Services) project will identify the critical factors/features which lead to successful implementation of Big Data technologies and services in the field of transport and logistics with significant value generation from a socioeconomic viewpoint. This will be achieved through the examination of areas and contexts throughout Europe, in which ICT investments and exploitation of data should be

implemented. The impact of Big Data will be evaluated in a series of transportation use cases (Big Data in Transport Library) by developing and applying a 'Learning framework' and a Value Capture mechanism which will estimate the expected benefits and costs.

The LRZ will mainly contribute to WP4 "Key lessons learnt from cross transport sectors and contexts". In this WP the LRZ leads task 4.1: Legal barriers and constraints, where laws, regulations and directives on data privacy, security and openness will be mapped and provided in an accessible form to practitioners as best practices.

Fast Facts

Project Duration

1.11.2017 – 30.10.2019

Contact Person

Dr. Megi Sharikadze

Funding agency

European Commission

Website

www.noesis-project.eu

Partner Institutions

- Ortelio Ltd.
- Technical University Munich
- Universidad Polytechnica de Madrid
- Coventry University
- Kungliga Tekniska Hoegskolan
- Macomi BV
- Univerzitet u Beogradu - Saobracajni fakultet
- Leibniz Supercomputing Centre

2.10 Novels Materials Discovery Laboratory (NOMAD)

Essentially every new commercial product – be it a smart phone, solar cell, battery, transport technology, artificial hip, etc. – depends on improved or even novel materials. Computational material science is increasingly influential as a method to identify such critical materials for both research and development. Enormous amounts of data, precious but heterogeneous and difficult to access or utilise, are already stored in repositories scattered across Europe. The NOMAD Centre of Excellence (CoE) opens new HPC opportunities by enabling access to this data and delivering powerful new tools to search, retrieve and manage it. NOMAD fosters the sharing of all relevant data, building on the unique CECAM, Psi-k and ETSF communities and thus putting Europe ahead of materials science in other continents. For this, NoMaD integrates the leading codes and makes their results comparable by converting (and compressing) existing inputs and outputs into a common format, thus making these valuable data accessible to academia and industry.



Additionally, NOMAD develops "big-data analytics" for materials science. This requires novel algorithms, e.g., for statistical learning based on the created materials encyclopedia, offering complex searches and novel visualisations. These challenges exploit the essential resources of our HPC partners. Without the infrastructure and services provided by the NOMAD CoE, much of the information created with the above mentioned petascale (towards exascale) computations would be wasted.

Against this background LRZ will be engaging in the field of interactive remote visualisation and advanced interaction with multi-dimensional data sets and therefore leverage its expertise and V2C facilities.

Highlights in 2017

A virtual reality solution to visualize chemical simulations has been developed. The solution can be used to display crystal structures, Fermi surfaces, molecular-dynamics trajectories (including electron density), and electronhole pairs (excitons). The system can optionally use the NOMAD Encyclopedia, Archive and Analytics as a data source. The supported platforms go from the LRZ CAVE to commercial devices such as the HTC Vive, the Samsung GearVR and Google Cardboard devices on Android or IOS. The software is available under the Apache 2.0 license at the NOMAD website and in Google Play.

Two immersive (360°) videos have also been created for outreach purposes, the first highlighting exciton visualization in lithium fluoride and the second showing adsorption of carbon dioxide on calcium oxide.

Conferences and Events (Selection)

- PRACE-NOMAD Remote Visualization Workshop (24 April) and 1st NOMAD Data Workshop (25-27 April) hosted at LRZ
- Virtual Reality toolset for Material Science: NOMAD VR tools. R García and D Kranzlmüller. 4th International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics
- Virtual-reality view on chemistry and materials science. R García, C Draxl, M Scheffler and D Kranzlmüller. Poster at 11th Triennial Congress of the World Association of Theoretical and Computational Chemists

Fast Facts	
Project Duration 01/11/2015 - 31/10/2018	Partner Institutions <ul style="list-style-type: none"> • Coordinator: Fritz Haber Institute of Max Planck Society • Aalto University • Barcelona Supercomputing Centre • CSC – Centre for Scientific Computing • Humboldt University Berlin • King's College London • Leibniz Supercomputing Centre • Max Planck Computing and Data Facility • Max Planck Institute for the Structure and Dynamics of Matter
Contact Person Dr. Anton Frank	
Funding agency European Commission (H2020 Funding Scheme)	
Website www.nomad-coe.eu	

2.11 Forschungskoordination und Projektmanagement

Das Jahr 2017 war geprägt vom schrittweisen Aufbau des Bereichs „Forschung“, der zukünftig als organisatorisch eigenständiger Bereich die bisher verteilten und teilweise abteilungsübergreifenden Forschungsaktivitäten über eine Matrixorganisation bündeln soll. Damit bezweckt werden soll unter anderem eine engere Kooperation der Forscher untereinander, aber auch eine klare Verzahnung mit den daraus resultierenden Diensten des LRZ. Eine erste Maßnahme war die Einführung des sog. „Science Café“. Dieser wöchentliche Treff soll eine regelmäßige Möglichkeit schaffen, dass sich die forschenden Mitarbeiter zwanglos austauschen können. Obwohl erst Mitte des Jahres begonnen, erfreut sich diese Einrichtung bereits großer Beliebtheit.

Auch heuer wurden im Rahmen der Partnerschaftsinitiative Computational Science (π^{CS}) wieder Workshops durchgeführt. Folgende Arbeitsgruppen bzw. Institutionen haben das LRZ besucht:

- TUM, Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement (Prof. Markus Disse)
- TUM, Professur für Umweltsensorik und Modellierung (Prof. Jia Chen)
- TUM, Lehrstuhl für Hydrogeologie (Dr. Kai Zosseder i.V.v. Prof. Einsiedl)
- TUM, Fachgebiet Genombiologie der Pflanzen / HMGU, Forschungsgruppe Pflanzengenomik und Systembiologie (Prof. Klaus Mayer)
- TUM, Professur für Land Surface-Atmosphere Interactions (Prof. Anja Rammig)
- Bayerisches Landesamt für Umwelt (Präsident Claus Kumutat)
- TUM, Lehrstuhl für Methodik der Fernerkundung / DLR, Erdbeobachtungszentrum (Prof. Richard Bamler, Prof. Xiaoxiang Zhu)
- LMU, Institut für Kunstgeschichte (Prof. Hubertus Kohle)
- TUM Emeriti of Excellence
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz, Referat 74 Bio- und Gentechnik, Umweltchemikalien (Dr. Fascher / Dr. Zeitler)
- Uni Regensburg, Lehrstuhl für Medieninformatik (Prof. Christian Wolff)
- LMU, Lehrstuhl für Volkswirtschaftslehre, insbesondere Empirische Innovationsökonomik / ifo Institut (Prof. Dr. Oliver Falck, Dr. Stephanie Dittmer)

Nach dem bewährten Modell der π^{CS} -Workshops wurden heuer erstmalig auch Workshops zum Thema „Big Data“ durchgeführt:

- TUM, Lehrstuhl für Datenbanksysteme (Prof. Thomas Neumann)
- TUM, Lehrstuhl für Theoretische Chemie (Dr. Christoph Scheurer)
- TUM, Lehrstuhl für Biomathematik / HMGU, Institut für Computational Biology (Prof. Fabian Theis)

Auch heuer wurden wieder diverse Ideen für einen Projektantrag bzw. eine entsprechende Beteiligung bei der Forschungscoordination eingereicht. Viele dieser Ideen mündeten in die Teilnahme an einem Antrag bei den diversen Fördergebern. Insbesondere hervorzuheben sind dabei die folgenden Ausschreibungen:

- DFG: Programm „e-Research-Technologien“: Nachhaltigkeit von Forschungssoftware (zwei Anträge)
- BayStMBW: Bayerisches Klimaforschungsnetzwerk (bayklif) (zwei volle, eine assoziierte Partnerschaft)
- Europäische Kommission: Horizon 2020, FETHPC-02-2017: Transition to Exascale Computing (sechs Anträge, einen als Koordinator)

Bei diversen Konferenzen, Meetings und Besuchen wurden viele weitere Kontakte für die wissenschaftliche Zusammenarbeit geknüpft bzw. gepflegt. Die Zusammenarbeit mit den wissenschaftlichen Einrichtungen wurde durch die regelmäßige Teilnahme am Kreis der Münchner Wissenschaftsmanager (WiMaMUC) gestärkt. Zentrales Thema war das neue Wissenschaftszeitvertragsgesetz sowie das Berufsbild des Wissenschaftsmanagers. Um dies intensiv zu diskutieren, wurden mehrfach Gäste eingeladen, u.a. Frau Prof. Maassen (TUM-MCTS), Herr Fischer (Stadt München), Herr Rosenthal (wissenschaftspolitischer Sprecher der SPD-Landtagsfraktion) und Herr MR Dr. Schmitt-Glaeser (BayStMBW).

3 Darstellung des LRZ in der Öffentlichkeit

Wie in den Vorjahren war das LRZ mit Ständen bei der International Supercomputing Conference (ISC'17) in Frankfurt und der Supercomputing Conference (SC17) in Denver, Colorado, vertreten. Am LRZ wurden viele verschiedene nationale und internationale Tagungen, Kongresse und Schulungen abgehalten. Ferner konnte das LRZ wieder viele nationale und internationale Delegationen mit Forschergruppen und Politikern begrüßen.

3.1 Allgemeine Öffentlichkeit und Medien – PR

Auch 2017 bildeten das LRZ und sein SuperMUC den Hintergrund für verschiedene Filme und Videos. Drei Schüler des Korbinian-Aigner-Gymnasiums in Erding drehten ein Video für den Schülerwettbewerb Technikentdecker 2017 über den SuperMUC, mit dem sie unter die zehn Besten kamen (<https://www.youtube.com/watch?v=BAU8H3iyhes>).

Mehr als fünf Drehtage drehte die Bavaria Fernsehproduktion im Auftrag des Bayerischen Rundfunks im und vor dem SuperMUC des LRZ einen in München spielenden „Tatort“ mit dem Thema Künstliche Intelligenz. Dieser wird 2018 das LRZ rund 10 Millionen Zuschauern ins Wohnzimmer bringen und das zur besten Sendezeit am Sonntag um 20:15 Uhr.

Auch für Berichte über Wissenschaftler aus der Ludwigs-Maximilians-Universität und der Technischen Universität München wurde der SuperMUC gern als Drehort oder für Fototermine für Forschungsberichte gewählt. Die Bayerische Staatskanzlei hat im LRZ hochwertige Technik-Fotos für das „Jubiläumjahr Bayern 2018“ anfertigen lassen.

Ebenfalls gefragt für Filmaufnahmen war 2017 das Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C). Der 3sat nano-Nerd wurde auf seiner Suche nach einem „Holodeck“ im V2C des LRZ fündig (<http://www.3sat.de/mediathek/?mode=play&obj=69865>). Das American Museum of Natural History drehte im V2C ein Video mit Prof. Bunge, in dem dieser die Visualisierung seiner Simulationen des Erdinneren vorstellt. Die Veröffentlichung ist für 2018 geplant.

Über das ganze Jahr hinweg wurden die Experten des LRZ immer wieder von hochrangigen Medien wie Bayerischer Rundfunk oder Süddeutsche Zeitung und auch der Fachpresse wie „Scientific Computing World“ oder „com! Professional“ und regionalen wie „Technik in Bayern“ oder „Augsburger Allgemeine“ als Gesprächspartner gesucht.

Das LRZ beteiligte sich mit einem Infostand an der Feier „50 Jahre Informatik in München“ am 12. Mai 2017, die gemeinsam mit der Technischen Universität München und der Ludwigs-Maximilians-Universität veranstaltet wurde. Der Bayerische Rundfunk berichtete, auch aus dem LRZ.

Selbstverständlich war das LRZ als eines ihrer Institute am Tag der offenen Tür der Bayerischen Akademie der Wissenschaften am 20. Mai 2017 mit einem größeren Stand vertreten, auf dem die Besucher eine 3D-Visualisierung einer Computersimulation selbst ausprobieren konnten.

Am 16. Oktober 2017 nutzte das LRZ wie seit vielen Jahren die Möglichkeit, seine Dienste für Studierende mit einem Infostand und einem Kurzvortrag bei der LMU-Erstsemesterbegrüßung vorzustellen. Dafür wurden 2017 die gedruckten Informationen für Studierende völlig neu erstellt und in Text und Erscheinungsbild an die Zielgruppe angepasst.

Am Tag der offenen Tür auf dem Forschungscampus Garching am 21. Oktober 2017 nutzten 1.044 Gäste die Gelegenheit, den Rechnerwürfel zu besichtigen und 280 nahmen an den Vorführungen im V2C teil. Besonders beliebt waren auch dieses Jahr wieder die Führungen speziell für Kinder. Insgesamt wurden im Jahre 2017 mehr als 2.600 Besucherinnen und Besucher durch das Rechnergebäude des LRZ geführt. 1.498 Besucherinnen und Besucher, doppelt so viele wie im Vorjahr, erlebten eine Vorführung im V2C.

Bei den 17. Münchner Wissenschaftstagen von 25. bis 28. November 2017 war das LRZ mit einem eigenen „Marktstand der Wissenschaft“ vertreten. Dieser griff das übergeordnete Thema „Zukunftspläne“ mit dem Titel „Neue Technik für alte Schätze“ auf. Der Stand stellte „dhmuc. Digital Humanities in München“ und das Projekt „Corpus der barocken Deckenmalerei in Deutschland“ der BAdW vor. Die Attraktion war eine 3D-Visualisierung des Kaisersaals in Bamberg mit einer Virtual Reality-Brille. Die Kurzvorträge für die Führungen der Schulklassen wurden wieder sehr gut in Anspruch genommen.

Große Medienresonanz löste die Unterzeichnung des Vertrages für den nächsten Höchstleistungsrechner „SuperMUC-NG“ in Gegenwart des Staatsministers Dr. Ludwig Spaenle am 14. Dezember 2017 in den Räumen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften aus. Neben Süddeutscher Zeitung, Handelsblatt

und dem BR Hörfunk berichteten zahlreiche IT-Fachmedien sowie internationale Presse in den USA, Frankreich, Spanien, Italien, Russland und China.

Am Nachmittag des 14. Dezember 2017 fand dann im V2C der „Virtual Reality Open Lab Day 2017“ statt, der wieder auf großes Interesse stieß – siehe: https://www.lrz.de/services/termine/vr-openlab/2017_openlab_vortraege/. Ziel dieser Veranstaltung ist es, den Studenten die Gelegenheit zu geben, die Ergebnisse ihrer Projekte im Rahmen der Vorlesung Virtual Reality (für LMU und TUM) einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Seit einem Jahr treffen sich auf Initiative der Pressestelle der BAdW Pressereferenten vieler wissenschaftlicher Organisationen im Großraum München mit dem Ziel, ihre Aktivitäten in der Öffentlichkeit zu koordinieren und Erfahrungen auszutauschen. Das LRZ bringt sich aktiv in den Austausch ein und nutzt die Gelegenheit zur Weiterbildung.

Seit Frühjahr 2017 ist das LRZ in den „sozialen Medien“ aktiv. Zusätzlich zu den bisherigen elektronischen Informationswegen wie Webseiten www.lrz.de und Newsletter newsletter@lrz.de sowie funktionsbezogenen Mailinglisten für Master-User, Netzverantwortliche usw. werden nun auch folgende Kanäle genutzt:

- Twitter
https://twitter.com/LRZ_de
- Facebook
<https://www.facebook.com/leibnizrechenzentrum/>
- Youtube
<https://www.youtube.com/channel/UCvm7rSzcJ5TNCYmo7Jz3gnQ>
- LinkedIn
<https://www.linkedin.com/company/leibniz-rechenzentrum-der-bayerischen-akademie-der-wissenschaften>
- Xing
<https://www.xing.com/companies/leibniz-rechenzentrum>

Während sich die Darstellung auf LinkedIn und XING auf die offiziellen Unternehmensprofile beschränkt, stellt sich das LRZ auf Twitter und Facebook sehr aktiv dar. Auf Youtube wurde der anlässlich der Übergabe der Leitung von Prof. Bode an Prof. Kranzlmüller erstellte [Imagefilm](#) veröffentlicht, der in Kürze und Inhalt dem Medium angemessen ist. Mittlerweile finden sich dort auch kürzere Clips z.B. zu der Warmwasserkühlung der Rechner am LRZ.

Die Zielgruppen sowie die Zielsetzung der Nutzung der verschiedenen Social-Media-Kanäle variiert etwas je nach Kanal. Neben der allgemeinen Sichtbarkeit auf diesen neuen Kommunikationsplattformen spielen auch Themen wie die Darstellung des LRZ als Arbeitgeber und Mitarbeitergewinnung oder die aktive Beteiligung an relevanten Diskussionen eine Rolle.

3.2 Öffentlichkeitsarbeit Hochleistungsrechnen

3.2.1 Supercomputing Konferenzen

Wie in den Vorjahren präsentierte sich das LRZ auf den beiden Supercomputing Konferenzen, der Internationalen Supercomputing Conference ISC'17 in Frankfurt am Main und auf der Supercomputing Conference SC17 in Denver, Colorado, USA.

Als besonderes Highlight hatte das LRZ auf der ISC eine VR-Demo vorbereitet, die von den Mitarbeitern des Zentrums für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) eigens zusammengestellt worden war: Die Visualisierung der im Erdinneren ablaufenden, simulierten Konvektionsströmungen. Mittels eines „Head Mounted Displays“ (3D-Brille) konnten die Besucher des GCS-Standes die simulierten Konvektionsströmungen „virtuell real“ betrachten. Der Datensatz für diese Demo stammt aus einem unter der Leitung von Prof. Dr. Bunge (Ludwig-Maximilians-Universität München – LMU) auf SuperMUC durchgeführten Forschungsprojekt, welches zum Ziel hat, die Konvektionsströmungen im Innern der Erde über einen Zeitraum von 200 Millionen Jahren zu simulieren



Abbildung 2: VR Demo auf der ISC'17

Auf der Supercomputing Conference SC17 in Denver zeigte das LRZ die Highlights der Forschungsprojekte auf dem SuperMUC einem internationalen Publikum im Rahmen eines speziell produzierten Videos und einer VR-unterstützten Animation. Das LRZ, als Pionier in Sachen energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb, informierte über diesbezüglichen Projekte sowie vielfältige am LRZ durchgeführte Maßnahmen zur HPC-Nutzerbetreuung.

3.2.2 10 Jahre Gauss Centre for Supercomputing (GCS)

Gleich dreifachen Grund zum Feiern hatten das LRZ und das Gauss Centre for Supercomputing (GCS) auf der diesjährigen Internationalen Supercomputing Conference (ISC), die vom 18.-22.6.2017 in Frankfurt/Main abgehalten wurde. Zum einen war es das fünfte Mal, dass die drei GCS-Zentren HLRS (Hochleistungsrechenzentrum Stuttgart), JSC (Jülich Supercomputing Centre) und LRZ sich dort als wohlformierte und funktionierende Einheit unter dem Dach des GCS präsentierten. Zum anderen nahm das GCS die ISC zum Anlass, sein zehnjähriges Bestehen zu feiern – das Jubiläum war das zentrale Motto des GCS auf der diesjährigen Supercomputing-Konferenz. Und zum dritten: Auf der ISC konnte das GCS bekanntgeben, dass Bund und Länder gemeinschaftlich die weitere Förderung des GCS und damit die Sicherstellung des „Hochleistungsrechnens in Deutschland“ beschlossen haben. Die Fördersumme von 460 Millionen Euro für die kommenden acht Jahre wird maßgeblich dazu beitragen, dass das GCS und damit Deutschland im europäischen und auch weltweiten Supercomputing-Umfeld weiterhin eine führende Rolle einnimmt.

3.2.3 HPC-Publikationen des LRZ

Seit vielen Jahren berichtet das LRZ gemeinsam mit den Partnern im GCS im Magazin InSiDe (Innovatives Supercomputing in Deutschland) über Ergebnisse von Simulationen auf den Höchstleistungsrechnern sowie über neue Forschungsaktivitäten und Veranstaltungen. Das LRZ war wiederum an der Gestaltung der beiden Ausgaben des Magazins beteiligt.

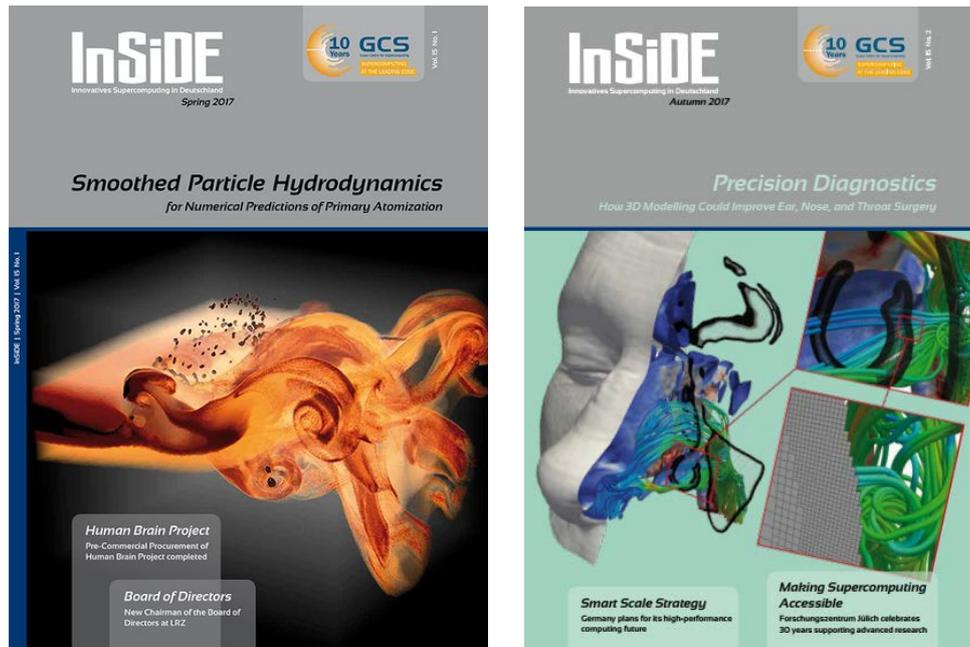


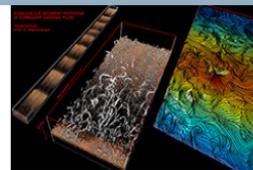
Abbildung 3: Titelbilder der Inside-Ausgaben 2017

Neben der Publikation der Ergebnisse auf internationalen Konferenzen und eigenen Broschüren werden die mit den GCS-Höchstleistungsrechnern erzielten Ergebnisse auch auf den GCS Web-Seiten dargestellt.

Direct Numerical Simulation of the Formation of Subaqueous Sediment Patterns: Evolution Beyond the Initial Formation

This project has investigated the problem of sediment transport and subaqueous pattern formation by means of high-fidelity direct numerical simulations which resolve all the relevant scales of the flow and the sediment bed. In order to realistically capture the phenomenon, sufficiently large computational domains with up to several billion grid nodes are adopted, while the sediment bed is represented by up to a million mobile spherical particles. The numerical method employed features an immersed boundary technique for the treatment of the moving fluid-solid interfaces and a soft-sphere model to realistically treat the inter-particle contacts. The study provides, first and foremost, a unique set of spatially and temporally resolved information on the flow field and the motion of individual particles which make up the sediment bed. Furthermore, based on the rigorous analysis of the generated data, the fluid flow and particle motion over the evolving patterns are studied in great detail, providing novel insight into the different mechanisms involved in the processes of sediment pattern formation.

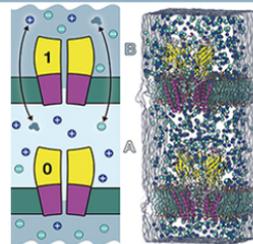
Principal Investigators: Aman G. Kidanemariam and Markus Uhlmann, Computational Fluid Dynamics group, Institute for Hydrodynamics, Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Germany
 HPC Platform: SuperMUC (LRZ) - Date published: January 2018 (pr84du)
 ■ More



Unravelling the Gating Process of a Complex Ion Channel

Ion channels play a fundamental role in maintaining vital electrochemical gradients across the cell membrane and in enabling electrical signaling across cells. Key characteristics of ion channel function that can be experimentally quantified include ion permeation rates and selectivities. In this project, the functional mechanism of a very important class of ion channels is investigated with the help of molecular dynamics simulations. The computer simulations exhibit a wide range of GLIC states from completely closed to wide open, with conductance and selectivity for the open state in agreement with experimental values. The scientists are now beginning to investigate the intricate opening/closing mechanism in detail to ultimately explain it from a physics perspective.

Principal Investigator: Helmut Grubmüller, Max-Planck-Institute for Biophysical Chemistry, Göttingen (Germany)
 HPC Platform: SuperMUC/LRZ - Date published: January 2018 (pr48pa)
 ■ More



Influence of Hydrogen Bonds on Surface Reactions

Abbildung 4: GCS-Webseiten mit den Ergebnissen auf SuperMUC mit 2017 abgeschlossenen Projekten

Regelmäßig schreiben die Mitarbeiter im Bereich HPC auch für das Quartl, das offizielle Mitteilungsblatt des Kompetenznetzwerks für Technisch-Wissenschaftliches Höchstleistungsrechnen in Bayern (KONWIHR) und der Bavarian Graduate School of Computational Engineering (BGCE).



Abbildung 5: Quartl Mitteilungsblatt

Details der Publikationen findet man unter:

- <http://inside.hlr.de>
- <http://www.gauss-centre.eu>
- <http://www5.in.tum.de/wiki/index.php/Quartl>

Neben der LRZ-Twitter-Präsenz ist nun auch GCS mit einem eigenen Twitter-Account vertreten. Die Kommunikation über diesen Social-Media-Kanal dient der Information eines breiteren Adressatenkreises - auch außerhalb der traditionellen „High Performance Computing“-Gemeinde. Darüber hinaus soll es den nutzbringenden Einsatz der GCS-Höchstleistungsrechner in Wissenschaft und Forschung nahebringen und eine generell gesteigerte Aufmerksamkeit für die an den GCS-Zentren durchgeführten, HPC-gestützten, Forschungstätigkeiten und die erzielten Ergebnisse generieren.



Abbildung 6: GCS Twitter Auftritt

3.2.4 HPC-Awards

Erstmals ist es einem deutschen Team von Wissenschaftlern gelungen, den jährlich im Rahmen der SC ausgelobten, renommierten "Best Paper Award" für die Dokumentation ihrer wissenschaftlichen Arbeit zu erhalten. Auf der SC17 erhielt das Team von Geophysikern, Informatikern und Mathematikern der Münchner Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) und der Technischen Universität München (TUM) die begehrte Auszeichnung für ihr Paper "Extreme Scale Multi-Physics Simulations of the Tsunamigenic 2004 Sumatra Megathrust Earthquake", das die Simulation des verheerenden Sumatra-Andamanen-Bebens an Weihnachten 2004 dokumentierte. Nach rund fünf Jahren Vorarbeit zur Optimierung der Erdbeben-Simulations-Software SeisSol hatten die Münchner Wissenschaftler auf dem LRZ-Höchstleistungsrechner SuperMUC die bisher größte Bruchmechanik-Simulation eines Erdbebens überhaupt durchgeführt. Die Sumatra-Simulation rechnete fast 14 Stunden auf 86.016 Rechenkernen des SuperMUC und führte dabei knapp 50 Trillionen Rechenoperationen durch.



Abbildung 7: SC'17 Best Paper Award

Carsten Uphoff (2.v.li.) und Professor Michael Bader (2.v.re.) beide TUM, nehmen im Namen des LMU-TUM-Teams auf der SC17 die "Best Paper"-Auszeichnung entgegen. Daneben die beiden SC17 Technical Paper Committee Co-Chairs Anne Benoit (li.) und Michael Heroux (re.) © S.Eisenreich, LRZ.

4 IT-Service Management

Der professionelle Betrieb von IT-Dienstleistungen erfordert klar definierte Regelungen, wie die drei Komponenten People, Processes & Technology zusammenspielen. Eine bewährte Möglichkeit zur Strukturierung stellt dabei eine Orientierung an Rahmenwerken wie ISO/IEC 20000, FitSM oder ITIL dar. Nachfolgend werden die organisatorischen Maßnahmen und Werkzeuge zu ihrer technischen Umsetzung beschrieben, mit denen das LRZ eine kontinuierliche Verbesserung seiner IT-Dienstleistungen verfolgt.

4.1 Einführung eines Service-Management-Systems

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 hinausgehen 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 – beispielsweise der IT Infrastructure Library (ITIL), des im Rahmen eines EU-Projekts und mit Beteiligung von LRZ-Mitarbeitern entstandenen FitSM-Ansatzes oder des internationalen Standards ISO/IEC 20000. Das LRZ baut ein Service-Management-System (SMS) nach Prozessrahmenwerk und Anforderungen von FitSM und ISO/IEC 20000 auf.

4.2 Laufende Prozessverbesserungen

Für die etablierten Prozesse, wie Incident and Service Request Management, Change Management und Configuration Management lag 2017 der Fokus auf der kontinuierlichen Verbesserung der Prozesse.

2017 wurden durch das LRZ ca. 4.000 von Kunden gemeldete Störungen gelöst und ca. 10.000 Service-Requests erfüllt. In der gleichen Zeit wurden intern 1.250 Changes abgeschlossen. Die weitere Etablierung und Integration dieser Prozesse untereinander sowie mit dem Configuration und Service-Portfolio-Management schreitet voran, wird aber noch weitere Anstrengungen erfordern.

4.3 Schulungen und weitere Aktivitäten

Auch 2017 fanden am LRZ zahlreiche Schulungen im Bereich ITSM statt. Neben den mehrtägigen Foundation-Schulungen zu Service-Management nach FitSM und Management der Informationssicherheit nach ISO/IEC 27001, umfasst das Schulungsprogramm auch themenbezogene, halbtägige Schulungen zu LRZ Change-Management sowie Incident und Service Request Management. Insgesamt wurden 2017 elf Service-Management Schulungen für die LRZ-Mitarbeiter durchgeführt.

4.4 Werkzeugunterstützung für das Service-Management-System

Im Bereich der ITSM-Werkzeuge ergaben sich auch im Jahr 2017 mehrere neue Entwicklungen.

Vor allem im Bereich LRZ-CMDB gab es auch 2017 umfangreiche Arbeiten für die Integration diverser Quellen von Konfigurationsinformation, wie Monitoring-Daten, Bestell-Daten, Servicedefinitionen usw.

Das Servicedesk-Portal des LRZ, das Endanwendern die Möglichkeit gibt, Incidents und Service-Requests dem LRZ zu melden wurde weiter verbessert. Mittlerweile werden ca. 60% der beim LRZ eingehenden Meldungen über das Service-Desk-Portal aufgenommen, der Großteil der Anwender nutzt hierbei die Möglichkeit sich am Portal anzumelden.

Eine Anmeldung am Portal ermöglicht auch seit 2017 grundsätzlich die Nutzung des „Intelligent Assistant“, der Anwender dialogorientiert bei der Erfassung von Meldungen unterstützt und so hilft, die Abläufe effizienter zu gestalten. Zurzeit steht dies nur für zwei Services zur Verfügung, soll aber schrittweise erweitert werden.

Die Verwendung des Confluence-Wikis für die Erfassung und Lenkung der SMS-Dokumentation wurde weiter ausgebaut, so dass nun das Wiki die führende Quelle für alle Soll-Dokumentation im Bereich Service-Management darstellt.

4.5 **Ausblick: Integration des Service-Managements mit dem Informationssicherheitsmanagement**

Im zweiten Halbjahr 2017 begannen Planungen, das Service-Management und das Management der Informationssicherheit am LRZ miteinander zu integrieren. Ziel ist, eine sowohl die Anforderungen an das Service-Management nach FitSM oder ISO/IEC 20000-1, als auch die Anforderungen an das Informationssicherheitsmanagement nach ISO/IEC 27001 zu erfüllen. Das entsprechende Projekt „LRZ 47000“ oder kurz „LRZ 47k“ wurde konzipiert und freigegeben. Im Rahmen dieses Projekts sollen 2018 die wesentlichen Komponenten eines kombinierten Managementsystems so aufgebaut werden, dass eine Zertifizierung im ersten Halbjahr 2019 erreicht werden kann.

5 IT-Sicherheit

5.1 Sicherheitsmanagement

Im Jahr 2017 rückte aufgrund allgemein bekannter Änderungen gesetzlicher Rahmenbedingungen, z.B. durch die EU Datenschutzgrundverordnung (EU-DSGVO) das Thema IT-Sicherheit bzw. IT-Sicherheitsmanagement auch am LRZ stärker in den Vordergrund. Der für diesen Bereich verantwortliche Arbeitskreis „Security“ (AK-Security) setzte seine Arbeit fort und evaluierte zahlreiche von Dienstverantwortlichen erstellte Sicherheitskonzepte. Ein Highlight seiner Tätigkeit bildete der Ende März 2017 gemeinsam mit der TUM veranstaltete IT-Sicherheits- und Datenschutztag, der sich primär an interessierte Nutzer aus dem Münchner Wissenschaftsnetz (MWN), d.h. Mitarbeiter und Studierende der Münchner Hochschulen und Universitäten richtete. Der tatsächliche Teilnehmerkreis war jedoch, auch für die Veranstalter überraschend, deutlich größer, so dass ca. 300 Teilnehmer von Hochschulen und Universitäten aus ganz Bayern nach Garching kamen, um sich über Sicherheitsaspekte von IoT-Geräten, die neuen Rechtspflichten für die Hochschul-IT, das Spannungsfeld Datenschutz und Datensicherheit und auch zu der Underground Economy und dort verwendeter Kryptowährungen zu informieren.

Parallel zu den Aktivitäten des AK-Security wurde ab etwa Mitte des Jahres das Projekt „LRZ 47k“ initiiert. Ziel ist es, das LRZ nach den beiden international anerkannten Standards ISO/IEC 20000-1 (IT-Service Management) und ISO/IEC 27000 (Information Security Management) zu zertifizieren. ISO/IEC 27001 definiert die Mindestanforderungen an ein Information Security Management System (ISMS). Einige, vor allem technische Aspekte finden sich in den dienstspezifischen Sicherheitskonzepten wieder, so dass an dieser Stelle auf Vorarbeiten zurückgegriffen werden kann. Die mit zwei neu geschaffenen Stabsstellen besetzte Leitung des Projekts wird von einem etwa 15-köpfigen Projektteam als auch von einem externen Berater unterstützt und hat eine Laufzeit von nur einem Jahr. Gegliedert in insgesamt zehn Teilprojekte sollen die Anforderungen dieser beiden Standards und die damit verbundenen nicht unwesentlichen Dokumentationspflichten erfüllt werden. Der Aufbau eines Service bzw. Information Security Management Systems bildet nicht nur die Grundlage zur Erfüllung einiger gesetzlicher Anforderungen, sondern stärkt vor allem die Qualität vom LRZ angebotener Dienste, bietet Flexibilität und Transparenz.

Einige wenige Male war auch in diesem Jahr das LRZ-CSIRT gefragt, um sich um die Bearbeitung eingetretener Sicherheitsvorfälle zu kümmern. Kein einziger Vorfall hatte so gravierende Folgen, dass dabei größerer Schaden entstanden wäre. Das liegt vor allem daran, dass Auffälligkeiten nahezu in Echtzeit und zuverlässig erkannt werden und Mitarbeiter des CSIRT auf solche Alarmmeldungen schnell reagieren. Ursache für den Eintritt eines Vorfalls waren beispielsweise das Anklicken interessant klingender, jedoch mit Schadcode infizierter E-Mail-Anhänge, die Verwendung trivialer Passworte, meist auf als Testmaschinen genutzte Systeme oder auch die Installation von mit Schadcode infizierter Software auf LRZ-Systemen. Um die Anzahl an Vorfällen zukünftig noch weiter zu reduzieren wurden an mehreren über das Jahr verteilten Terminen alle Mitarbeiter zum Thema Sicherheit geschult. Das Schulungsangebot wird im Rahmen des Projekts LRZ 47k noch deutlich ausgeweitet werden.

5.2 Antivirus

Auf der Grundlage eines Landesvertrages über die Antiviren-Software der Fa. SOPHOS betreibt das LRZ eine Service-Infrastruktur zur automatischen Verteilung und Installation von SOPHOS-Virensignaturen für alle Nutzer im Münchner Wissenschaftsnetz, verbunden mit entsprechenden Beratungsleistungen zur Nutzung für Endbenutzer und CID-Betreiber in Bayern. Der Dienst wird täglich von rund 25.000 Clients im MWN genutzt. Der gesamte First-Level-Support wird von den Auszubildenden am LRZ geleistet.

5.3 Windows Software Update Service (WSUS)

Zur Versorgung von Clients im MWN mit Sicherheitsupdates für Windows-Betriebssysteme und Microsoft Applikationen wie Internet Explorer oder Office wird der „Windows Software Update Service“ (WSUS) als MWN-weiter Dienst angeboten. Der Service ist seit langem mit guten Erfahrungen innerhalb des LRZ in Gebrauch und kann auch von allen Endkunden im MWN über das LRZ benutzt werden. Der Dienst wird täglich aktiv von rund 12.000 Rechnern genutzt.

5.4 Virtuelle Firewalls

Der Dienst virtuelle Firewalls ist im Jahr 2017 weiter gewachsen, derzeit werden damit rund 198 Kunden (2016: 178; 2015: 152; 2014: 132) mit virtuellen Firewalls (VFW) bedient.

Anfang des Jahres 2017 konnten alle Firewalls von den alten Firewall-Service Modulen migriert werden. Das Wachstum des Dienstes bei gleichzeitiger Migration in die neue virtualisierte Plattform auf Basis von pfsense stellte einige Herausforderungen. Die Migration der Firewalls am LRZ zog sich länger als erwartet hin, nur einige wenige Firewalls (3) wurden bis November 2017 noch auf der alten Plattform (Cisco ASA) betrieben.

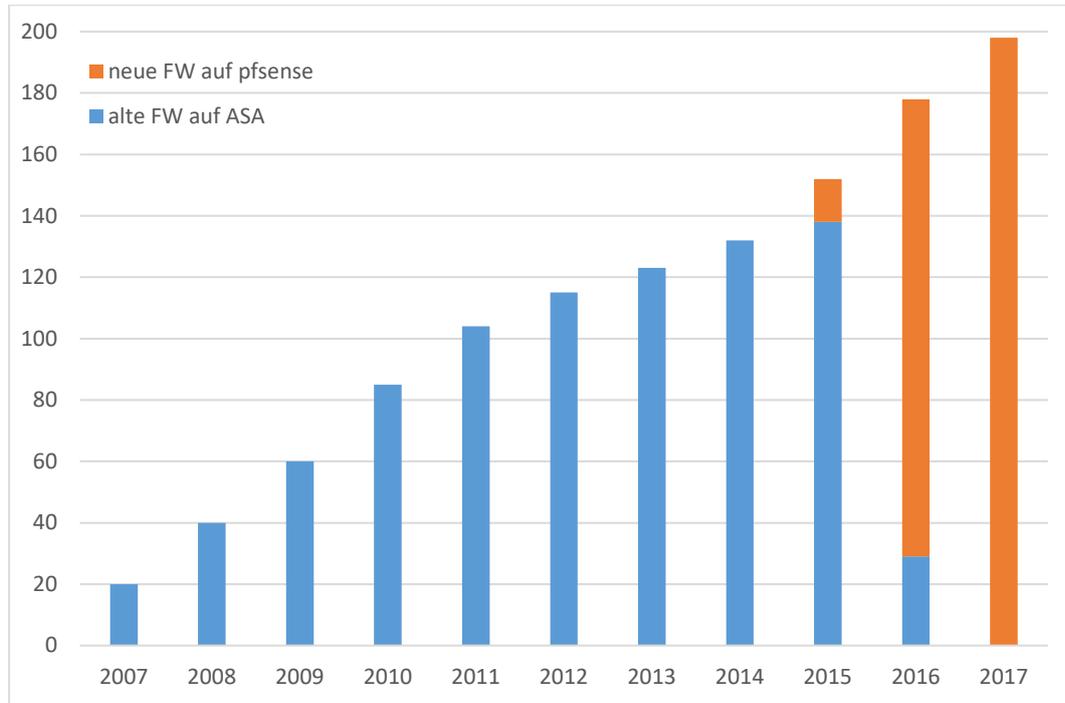


Abbildung 8: Anzahl der virtuellen Firewalls; FWSM (blau), pfsense (orange)

Die Architektur des Systems musste nicht mehr angepasst werden, die Redundanz für Hardware und Software ist passend. So wurden mehrfach Updates an der Hardware (Firmware-Aktualisierungen) als auch an der Software (Virtualisierungsschicht, Software-Updates des Firewall-Systems) durchgeführt. Es gab einige kleinere Störungen im Betrieb der Firewalls, die zumeist ihren Ursprung durch andere Infrastruktur-Probleme (Broadcast-Schleifen/Routerprobleme) hatten.

Zunehmend mehr in den Focus traten Performanceprobleme, die mittels verschiedener Maßnahmen angegangen wurden. So wurde eine Vielzahl von Messungen als auch Optimierungen durchgeführt.

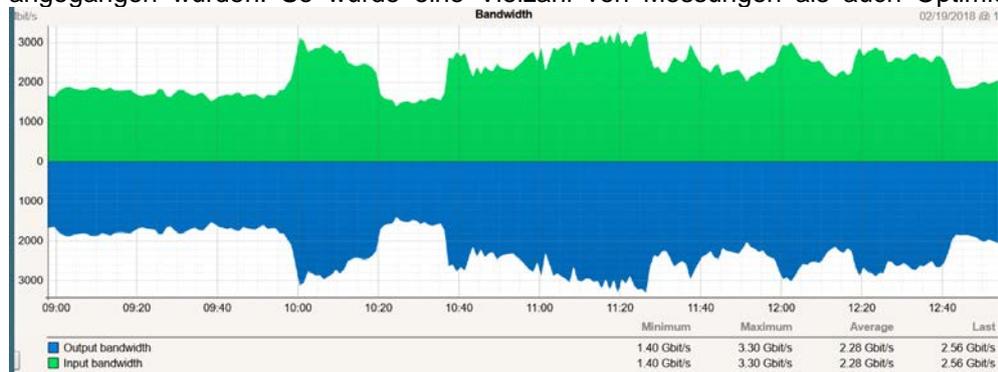


Abbildung 9: Exemplarischer Firewalldurchsatz

Hilfreich ist dabei, dass die Firewalls dauerhaft überwacht werden. Die Grafik zeigt beispielhaft den Durchsatz einer Firewall.

Es zeigte sich dabei, dass z.T. Pakete in der Virtualisierungsschicht verloren gehen. Durch bessere Verteilung der Firewalls auf die verschiedenen Systeme, sowie Softwareupdates der Virtualisierungsschicht konnte eine deutliche Verbesserung erreicht werden. Im Realbetrieb (8 vcpus / 2.6 GHz) erreichen einzelne Instanzen Durchsätze von 5 Gbit/s.

Die Abbildung zeigt beispielhaft den monatlich aufsummierten Durchsatz auf einem Firewall-Server.

MWN Interfaces Volume Sum Monthly

Generated: 01.12.2017 - 00:00:00

Periodicity: Monthly

Report for: Firewall 8 WR

Volumen Summe

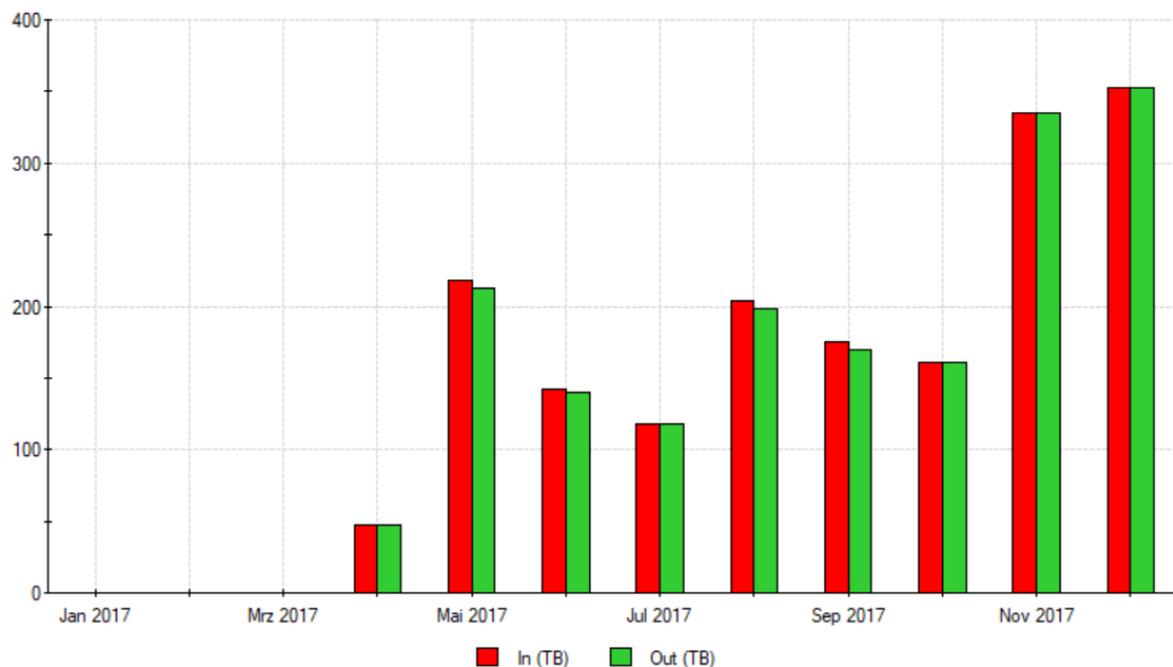


Abbildung 10: Monatliche Summe des Durchsatzes über einen Firewallserver am LRZ

Insgesamt wurden im Jahr 2017 ca. 17 Petabyte über alle Firewalls geleitet.

Schulungen zur Bedienung und Nutzung der neuen Firewall wurden regelmäßig durchgeführt. Im Berichtsjahr wurden sechs Schulungen/Workshops von insgesamt 61 Teilnehmern besucht. Da sich dieses Konzept bewährt hat, werden auch weiterhin regelmäßig Schulungen angeboten werden.

Zwei Kurse mit einem erweiterten Themenspektrum (Logging, NAT, VPN) wurden angeboten, dabei zeigte sich, dass auch darüber hinaus noch Beratungs- und Schulungsbedarf für weitergehende Themen besteht. Dem soll im Jahr 2018 mit weiteren spezifischen Kursen Rechnung getragen werden.

5.5 Technische Aspekte des Sicherheitsmanagements

5.5.1 Secomat

Das automatische proaktive Intrusion Prevention System (IPS) Secomat besteht derzeit aus einem Cluster mit 4 Nodes (Geschichte siehe Jahresbericht 2007 und 2009). Jeder Node kann eine theoretische Datenübertragungsrate von 10 Gbit/s bewältigen. Die eingesetzte Technik zur Lastverteilung spaltet jedoch nur einmal 10 Gbit/s auf die 4 Nodes auf.

Die folgenden Abbildungen zeigen Datenübertragungsraten (NIC intern), Benutzer und gesperrte Benutzer des Secomat-Clusters im Zeitraum von einer Woche in der vorlesungsfreien Zeit.

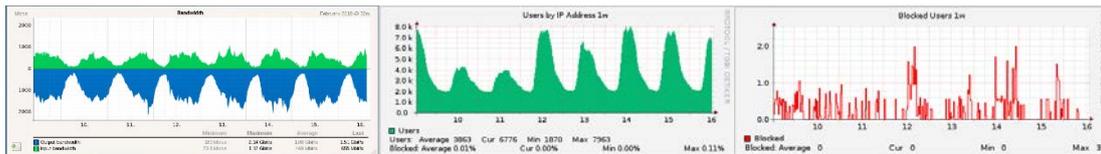


Abbildung 11: secomat1

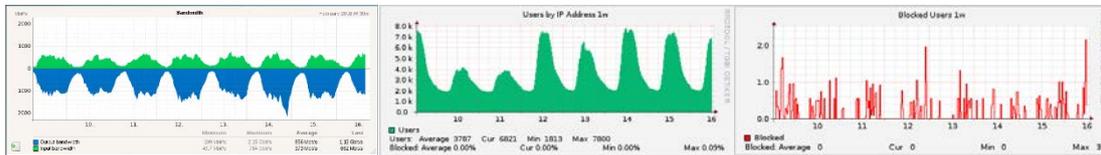


Abbildung 12: secomat2

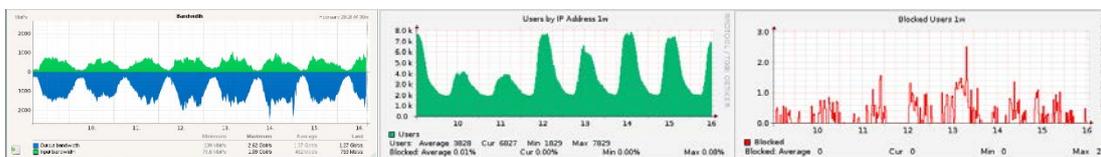


Abbildung 13: secomat3

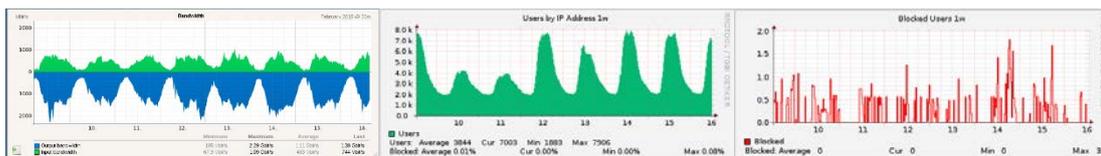


Abbildung 14: secomat4

In der Spitze verarbeitete der Secomat 48.000 gleichzeitige Benutzer. Die folgende Tabelle zeigt die durchschnittliche Datenübertragungsrate der letzten 12 Monate.

Tabelle 1: Durchschnittliche eingehende und ausgehende Datenübertragungsrate der letzten 12 Monate.

Messpunkt MWN eingehend: NIC intern, Output Messpunkt MWN ausgehend: NIC extern, Output	Durchschnittliche Datenübertragungsrate der letzten 12 Monate
MWN eingehend	ca. 6,6 Gbit/s
MWN ausgehend	ca. 1,5 Gbit/s

Der Secomat-Cluster zeigt sich im Betrieb zuverlässig. Systematische Probleme, wie z.B. mit Skype in den Jahren davor, treten derzeit nicht mehr auf.

Der in einer am LRZ betreuten Bachelor-Arbeit entstandene Prototyp des Secomat 2.0 (siehe Jahresbericht 2015) wurde in das LRZ-weit eingesetzte Bereitstellungsverfahren (z.B. Puppet) integriert und die Hochverfügbarkeitsfunktionalität an brandneue Betriebssystemversionen angepasst. Personelle Engpässe haben einen zeitnahen Rollout leider nicht zugelassen; dieser ist aber für das nächste Jahr fest eingeplant.

5.5.2 Security Information & Event Management

Zum Schutz der am Münchner Wissenschaftsnetz angeschlossenen Systeme betreibt das LRZ am Übergang zum X-WiN ein Security Monitoring. Dort erkannte Auffälligkeiten im Kommunikationsverhalten werden an ein zentrales Security Information & Event Management System (SIEM) weitergeleitet, dort analysiert, und mit Daten anderer Logquellen verknüpft. Werden die Sicherheitsereignisse als so

schwerwiegend eingestuft, alarmiert das System automatisiert das LRZ Abuse-Response sowie die für das System zuständigen Personen, so dass diese innerhalb weniger Sekunden reagieren und das System vom Netz trennen können, um größeren Schaden, z.B. die MWN-weite Ausbreitung eines Wurms, zu vermeiden.

Im MWN wird flächendeckend neben dem IPv4-Protokoll auch IPv6 eingesetzt. Sicherheitsmechanismen und zentrale Auswertung müssen daher auch mit Events beider Versionen umgehen können. Der Hersteller, der am LRZ eingesetzten SIEM-Software hat in diesem Jahr die IPv6-Unterstützung nahezu System-weit nachgerüstet, so dass Reaktionsoptionen nun unabhängig von Version 4 oder 6 des Internet Protokolls konfiguriert werden können. Integriert in die SIEM-Lösung ist auch die Auswertung von Flow-Daten. Auch hier gab es Mitte des Jahres deutliche Verbesserungen, insbesondere im Bereich der Verarbeitungsgeschwindigkeit. Hier hat das LRZ sehr intensiv mit dem Hersteller, dessen Testsysteme weiterhin direkt neben dem produktiven Security-Monitoring installiert sind, zusammengearbeitet und oftmals sehr gute Ideen und Lösungsansätze vorgeschlagen. Jedoch steht man immer wieder, vor allem bei der Auswertung von Flow-Daten vor größeren Problemen, die vom Hersteller zwar bestätigt, aber oftmals nur sehr zögerlich angegangen und gelöst werden, so dass sich das LRZ-Team dazu entschlossen hat, hier nach Alternativen zu suchen. Bei der Verarbeitung von Sicherheitsereignissen gab es in diesem Jahr deutliche Fortschritte, so dass weitere Logquellen angebunden und deren Daten mit den bisher schon verarbeiteten verknüpft werden konnten. Hierdurch ließen sich neue Abläufe umsetzen und vor allem die Qualität bzw. Aussagekraft der Alarmmeldungen an die Systemverantwortlichen deutlich steigern oder mit nützlichem Zusatzwissen, die beim Auffinden des betroffenen Systems hilfreich sind, anreichern.

5.5.3 Sicherheits- und Netzmanagement: Nyx

Die Lokalisierung von Systemen aufgrund ihrer Mac bzw. IP-Adresse kann mit dem System durchgeführt werden. Insgesamt gab es bei Nyx ruhigen Betrieb. Die Datenbank wurde von MySQL auf Maria DB umgestellt. Bei den Maximalwerten gab es keine deutliche Steigerung, die Durchschnittswerte sind jedoch deutlich gestiegen.

In der folgenden Tabelle ist jeweils die Anzahl der verschiedenen Mac-Adressen (Geräte) innerhalb einer Woche angegeben. Die tatsächlichen Zahlen liegen höher, da die Anzahl der Endgeräte hinter kundenspezifischen Geräten mit NAT (z.B. Firewalls oder Gateways) von Nyx nicht ausgelesen werden.

	2014	2015	2016	2017	Zuwachs (Basis 2016)
Maximale Anzahl	182.313	209.303	220.301	223.727	+ 1,56 %
Minimale Anzahl	46.276	54.520	42.818	71.938	+ 68 %
Durchschnitt	136.458,37	156.328,071	170.418,545	180.692,184	+ 6,03 %

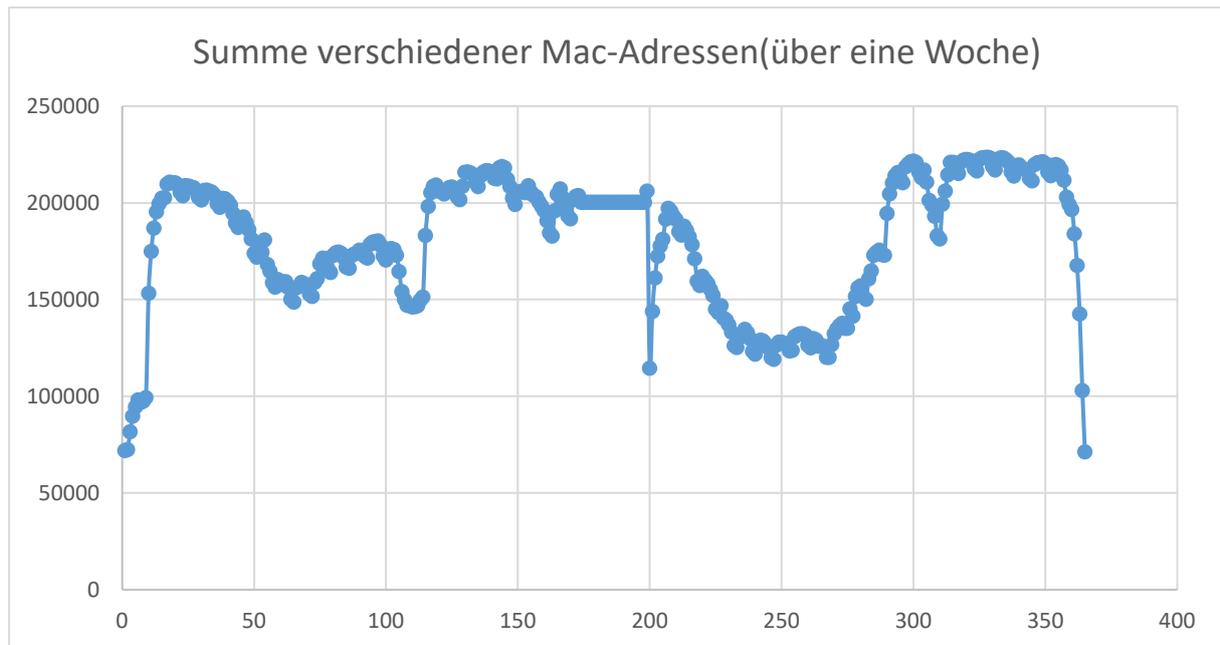


Abbildung 15: Anzahl der Geräte pro Woche im Nyx

5.5.4 Self-Service Portal; Sperr- und Entsperrmechanismen & Nessi

Unser Self-Service-Portal Nessi für Netzverantwortliche, erreichbar unter <https://nessi.lrz.de/NeSSI/>, erlaubt es, administrative Tätigkeiten selbst und unabhängig vom LRZ auszuführen. Der Login erfolgt mit der SIM-Kennung, die vom Netzverantwortlichen beim LRZ hinterlegt ist. So kann z.B. mittels der Abfrage der Nyx-Daten über die IP zu Mac-Adress-Zuordnung, die Switchports, der Standort und falls hinterlegt die Dose des zugehörigen Rechners ermittelt werden. Falls die Adressen per LRZ-DHCP vergeben worden sind, kann man ersehen welchem Rechner (Mac-Adresse) welche IP zugeordnet ist. Ebenso ist es möglich, gesperrte Rechner selber zu entsperren.

The screenshot shows the Nessi interface for the Leibniz-Rechenzentrum (LRZ). The interface includes a navigation menu with 'Overview', 'Nyx', 'DHCP', and 'Sperran'. A search bar contains the IP address '192.168.16.32'. Below the search bar is a table with the following data:

IP-Adresse	Gerätename	MAC	Startzeitpunkt	Endzeitpunkt
192.168.16.32	N/A	00:0c	Wed Jun 28 07:30:25 CEST 2017	Wed Jun 28 07:40:25 CEST 2017

Abbildung 16: Nessi Interface, Datenanzeige aus dem LRZ-DHCP-Server

5.5.5 Network Intrusion Detection

Im Rahmen des Security-Monitorings am X-WiN-Übergang wird ein Signatur-basiertes Network Intrusion Detection System (NIDS) eingesetzt. Platziert an dieser zentralen Stelle, am Übergang zum Internet, lassen sich so Angriffe aus dem Internet genauso wie mit Schadprogrammen-infizierte Systeme im MWN erkennen. Erwähnenswerte Beispiele erkannter Schadprogramme im Jahr 2017 sind neue Varianten des Banking-Trojaner ZeuS oder XCodeGhost auch selbst der Conficker-Virus, der bereits im 2009 Schlagzeilen machte, konnte noch erkannt werden.

Ransomware oder Cryptotrojaner, die alle Daten auf den infizierten Systemen verschlüsseln und für den Nutzer unzugänglich machen, finden sich zwar auch, sind aber doch die Minderheit.

Um die Erkennungsleistung des NIDS noch weiter zu steigern und zukunftsfähig zu machen, wurde im Jahr 2016 im Rahmen einer studentischen Abschlussarbeit ein Mehr-Sensor-Konzept entwickelt. Dieses wurde in diesem Jahr nun auf insgesamt vier Sensoren ausgerollt, die an einem zu Testzwecken installierten Traffic Broker System (Port-Replikator), angeschlossen sind. Dieser Broker verteilt den Traffic gleichmäßig auf alle vier Sensoren. Damit ist man in der Lage sehr einfach weitere Sensoren in den Verbund zu

integrieren oder etwa zu Wartungszwecken, einzelne Maschinen temporär zu entfernen. Gerade im Hinblick auf die im Jahr 2018 geplante deutliche Steigerung der Anschlussbandbreite am X-WiN-Übergang skaliert dieses Konzept sehr gut. Mitarbeiter des LRZ haben in diesem Jahr die Gelegenheit genutzt, die Internationale Suricata-Konferenz, SuriCon 2017, in Prag zu besuchen, um dort neben interessanten Gesprächen auch an einem Suricata-Training teilzunehmen. Gerade dieses Training zeigte doch noch einiges an Verbesserungspotential an der Konfiguration der im LRZ eingesetzten NIDS-Sensoren auf, was auch gleich beim Update dieser auf die aktuelle Version 4 der NIDS-Software praktisch umgesetzt wurde.

6 IT-Basisdienste

6.1 E-Mail

6.1.1 DDoS-Angriffe via „Subscription bombing“

Bei einem Distributed Denial of Service Angriff auf eine Mailadresse bzw. Mailbox schickt ein Botnetz sehr viele E-Mails an diese Mailadresse. Zur Abwehr solcher Angriffe werden DNS-basierte Blacklists eingesetzt, wie z.B. am LRZ die Blacklists von Spamhaus. Diese Abwehr ist recht erfolgreich, so dass die Angreifer nach neuen Wegen suchen. Beim „Subscription Bombing“ erfolgt der Angriff nicht direkt, sondern indirekt. Der Angreifer versucht die Mailadresse bei Tausenden von Mailinglisten und Newslettern anzumelden. Sind die Mailinglisten/Newsletter durch einen Confirmed-Opt-in-Prozess (COI) geschützt, d.h. wird zuerst eine Bestätigungsmail an die Mailadresse geschickt, auf die der Empfänger reagieren muss damit er angemeldet wird, so wird alleine durch die vielen Bestätigungsmails seine Mailbox lahmgelegt. Wird hingegen kein COI eingesetzt, so bekommt der Empfänger in Zukunft jede E-Mail, die über die Mailinglisten oder Newsletter verteilt werden. Der Aufwand sich bei jeder Mailingliste bzw. Newsletter abzumelden, ist enorm.

Seit August 2017 wurde auch das Mailman-System des LRZ für solche Angriffe missbraucht. Standardmäßig bietet Mailman keine Abwehrmöglichkeiten an. Um den Angriffen zu begegnen, wurde zuerst eine Überwachung der Web-basierten Anmeldungen eingerichtet. Anschließend wurde der Webserver von Mailman so konfiguriert, dass er Anmeldungen von IP-Adressen, die sich auf der Blacklist von Spamhaus befinden, nicht mehr angenommen hat. Da sich nicht alle IP-Adressen der Angreifer auf der Blacklist befanden, wurde zusätzlich noch die Möglichkeit geschaffen, die restlichen IP-Adressen manuell zu blockieren.

6.1.2 Tool zur automatischen Migration von Mailbox-Inhalten

Bei der Migration einer Mailbox auf einen anderen Mailserver (z.B. auf den Exchange-Server) müssen zum einen die Mailadressen übernommen und die Auslieferung umgestellt werden, zum anderen der Mailbox-Inhalt transferiert werden. Letzteres musste bisher von jedem Mailbox-Besitzer selbst erledigt werden, was zum einen lästige Arbeit bedeutete und zum anderen die Migration einer Einrichtung in die Länge zog.

Nachdem an der TU Berlin ein Tool für einen automatischen Mailboxumzug entwickelt wurde und die Kollegen bereit waren uns das Tool zur Verfügung zu stellen, konnte auch am LRZ ein entsprechender Dienst aufgebaut werden. Mit dessen Hilfe ist es der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf im zweiten Quartal 2017 gelungen ihren gesamten zentralen Mailserver automatisiert auf den Exchange-Server am LRZ umzuziehen.

Auf Basis dieses Dienstes wurde außerdem in TUMonline die Möglichkeit geschaffen, dass ein Nutzer selbstständig die Migration seiner alten Mailbox nach Exchange anstoßen kann. Zunächst soll dies dazu genutzt werden, um Mailboxen zu migrieren, die sich noch auf dem alten myTUM-Mailserver befinden. Später soll es dann auch möglich sein, die Mailboxen von anderen Mailservern (z.B. mailin) nach Exchange zu migrieren.

6.1.3 Statistiken zur Mailnutzung

6.1.3.1 Spam- und Virenabwehr

Das Gros der Spam- und Virenmails wird bereits von den Post- bzw. Mailrelays, die für die Annahme von E-Mails aus dem Internet zuständig sind, durch die dort implementierten Abwehrmechanismen abgewiesen. Bevor die E-Mails angenommen werden, werden sie auch einer inhaltlichen Überprüfung unterzogen und mit Viren infizierte E-Mails sowie eindeutig als Spam erkennbare E-Mails werden ebenfalls abgewiesen. E-Mails, bei denen nur vermutet wird, dass es sich um Spammails handelt, werden angenommen, entsprechend markiert und an den Nutzer weitergeleitet. Die Markierung kann dann dazu verwendet werden, die betreffenden E-Mails auszufiltern (durch Konfiguration von Regeln im Webmailer Roundcube oder im eigenen Mailprogramm).

Das durchschnittliche E-Mail-Aufkommen an den Post- und Mailrelays lag 2017 bei durchschnittlich 1.134.875 E-Mails pro Tag. Davon wurden durch die Spam- und Virenabwehr vier Fünftel direkt abgewiesen und damit mehr als im Vorjahr, in dem das Verhältnis von Ham zu Spam noch bei 1:3 lag – Details siehe nachfolgende Tabelle. Interessant ist, dass das E-Mail-Aufkommen gegenüber dem Vorjahr

insgesamt um ca. 275.000 pro Tag gestiegen ist, dabei aber der Anteil der „guten“ E-Mails um ca. 5 % gefallen ist.

Tabelle 2: Angenommene und abgewiesene E-Mails

Behandlung eingehender E-Mails	Anzahl E-Mails pro Tag	in Prozent
Von den Post- und Mailrelays abgewiesene E-Mails		
aufgrund allgemeiner Abwehrmechanismen (z.B. Nutzung von Blacklists)	907.410	79,96 %
als Spammails erkannt	10.200	0,90 %
als Virenmails erkannt	70	0,01 %
Von den Post- und Mailrelays angenommene E-Mails		
„gute“ E-Mails	212.985	18,76 %
als mögliche Spammails markiert	4.210	0,37 %
Gesamt	ca. 1.134.875	100,00 %

6.1.3.2 Relaydienst

Am Übergang vom Internet in das Münchner Wissenschaftsnetz (MWN) ist der Port für das SMTP-Protokoll für fast alle Rechner gesperrt. Nur einige ausgewählte Mailserver – neben den Post- und Mailrelays des LRZ sind das in der Regel große Fakultätsmailserver – können daher E-Mails direkt aus dem Internet annehmen. Alle anderen Mailserver im MWN müssen diese speziellen Mailserver als Relayserver benutzen. Der Vorteil ist, dass sich ein lokaler Mailserver im MWN nicht um Viren- und Spamfilterung kümmern muss, das wird bereits durch den Relayserver erledigt.

Den Relayservice des LRZ, d.h. die Mailrelays, nehmen zurzeit 113 (Vorjahr 128) Mailserver im MWN mit insgesamt 384 (Vorjahr 407) verschiedenen Maildomains in Anspruch.

Tabelle 3: Nutzung des Relaydienstes

Einrichtung	Mailserver im MWN	Domains
Ludwig-Maximilians-Universität München	27 (32)	113 (116)
Technische Universität München	55 (55)	149 (164)
andere Hochschulen und hochschulnahe Einrichtungen	31 (37)	122 (127)
Gesamt	113 (128)	384 (407)

6.1.3.3 Mailhosting (virtuelle Mailserver)

Das LRZ bietet Hochschul- und hochschulnahen Einrichtungen, die keinen eigenen Mailserver betreiben wollen, an, den Mailedienst am LRZ zu „hosten“. Es wird dann ein *virtueller Mailserver* eingerichtet, in dem sich der Name der betreffenden Einrichtung widerspiegelt (z.B. *jura.uni-muenchen.de*) und Angehörige dieser Einrichtungen erhalten entsprechende Mailadressen. Ein virtueller Mailserver kann wiederum mehr als eine *virtuelle Maildomain* haben, z.B. im Zuge einer Umbenennung der zugehörigen Einrichtung. Die zu den virtuellen Mailservern gehörenden Mailboxen können sich sowohl auf dem POP/IMAP-Server *mailin.lrz.de* als auch auf dem vom LRZ betriebenen Exchange-Server befinden. Die Entscheidung, an welchen Server eine E-Mail auszuliefern ist, übernimmt der sogenannte Forwarder, der sich die notwendige Information dafür aus der jeweiligen Benutzerverwaltung holt.

Ende 2017 waren am LRZ 213 (Vorjahr: 208) virtuelle Mailserver mit 558 Domains (Vorjahr 513) eingerichtet. Eine Aufteilung auf die Hauptnutzer ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 4: Nutzung des Mailhostings

Einrichtung	virtuelle Mailserver		Domains	
Ludwig-Maximilians-Universität München	91	(88)	150	(146)
Technische Universität München über LRZ-Benutzerverwaltung	34	(35)	58+16	(60+16)
über TUMonline			180+16	(151+16)
Bayer. Akademie der Wissenschaften (inklusive LRZ)	44	(44)	87	(85)
Hochschule München	2	(2)	4	(4)
andere Hochschulen und hochschulnahe Einrichtungen	42	(39)	63	(51)
Gesamt	213	(208)	558	(513)

Die Angabe „+16“ bedeutet, dass sich Ende des Jahres 16 Domains in Migration von der LRZ-Benutzerverwaltung nach TUMonline befanden und die Domains daher in beiden Benutzerverwaltungen existierten.

Anhand der Zahlen kann man erkennen, dass bei der TUM die Migration von virtuellen Mailservern sowohl aus dem MWN als auch der am LRZ gehosteten auf den Exchange-Server in 2017 weiter vorangeschritten ist. Es kommen aber auch laufend neue Domains hinzu.

6.1.3.4 Nutzung der POP/IMAP-Messagestores

Die Anzahl der Postfächer an den POP/IMAP-Servern ging gegenüber dem Vorjahr leicht zurück (86.390 gegenüber 92.115 zum Jahresende 2016). Der Rückgang betraf im Wesentlichen den nur noch für Altnutzer betriebenen mytum-Mailserver Mailserver, der Ende September 2018 außer Betrieb gehen soll. Nachfolgend eine Aufteilung nach Server bzw. Benutzergruppen:

Tabelle 5: Nutzung der POP/IMAP-Server

POP/IMAP-Server für ...	Anzahl Benutzer
Mitarbeiter der vom LRZ bedienten Einrichtungen (Mailserver „mailin“):	
Ludwig-Maximilians-Universität München	8.317
Technische Universität München	5.940
Bayer. Akademie der Wissenschaften (inklusive LRZ)	203
Hochschule München	221
andere bayerische Hochschulen	56
andere wissenschaftliche Einrichtungen	2.645
Mitarbeiter und Studenten der TU München (Mailserver „mytum“)	5.948
Studenten der Ludwig-Maximilians-Universität München (Campus ^{LMU}) (inkl. Mitarbeiter, die ihre Campus ^{LMU} -Mailadresse behalten haben)	60.740
Studenten anderer Münchner Hochschulen	2.320
Gesamt	92.115

6.1.3.5 Weiterleitungs-Service

Der oben bereits erwähnte Forwarder, der für die Verteilung von E-Mails an den richtigen Message Store zuständig ist, dient auch zur Weiterleitung von E-Mails für Mailadressen, zu denen es keine Mailboxen gibt. Dabei handelt es sich zum einen um Adressen der Domain *Imu.de* und zum anderen um Adressen von Alumni der TU München.

Tabelle 6: Nutzung des Weiterleitungs-Service

Einrichtung	Weiterleitungen
Ludwig-Maximilians-Universität München (Domain lmu.de)	16.927
Technische Universität München (Alumni)	88.749
Gesamt	105.676

6.1.3.6 Nutzung von E-Mail-Verteilerlisten

Das LRZ bietet seinen Nutzern die Möglichkeit, eigene E-Mail-Verteilerlisten einzurichten (auf Basis von *Mailman*). Ende 2017 gab es 1.567 Listen (Vorjahr 1.382), die sich wie folgt verteilen:

Tabelle 7: Nutzung von E-Mail-Verteilerlisten

Einrichtung	E-Mail-Verteilerlisten
Ludwig-Maximilians-Universität München	445
Technische Universität München	835
Bayer. Akademie der Wissenschaften (inklusive LRZ)	185
andere Hochschulen und hochschulnahe Einrichtungen	102
Gesamt	1.567

6.2 Exchange

6.2.1 Migration auf Exchange 2016

Im Berichtsjahr wurde eine neue Exchange-Umgebung auf Basis der aktuellen Exchange-Version 2016 aufgebaut und das bisherige System dorthin migriert. Besonders aufwendig war dabei die Migration der Postfächer, da für Exchange 2016 neue Datenbanken notwendig waren und alle Postfächer – mit einem Umfang von insgesamt ca. 24 TByte – in die neue Umgebung verschoben werden mussten. Allein dieser Teil der Migration zog sich über ca. vier Monate hin. Erfreulich war, dass die Migration für unsere Benutzer weitgehend problemlos verlief und nur ganz vereinzelt Probleme gemeldet wurden.

6.2.2 Exchange für die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

Mit der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf kam in 2017 ein weiterer Exchange-Großkunde dazu. Der Umzug der Mailboxen wurde dabei durch das oben beschriebene Tool zur automatischen Migration enorm erleichtert.

6.2.3 Nutzung des Exchange-Dienstes

Auch in 2017 war wieder ein deutliches Wachstum der Exchange-Nutzung zu verzeichnen: Die Benutzerzahl stieg auf ca. 85.000 gegenüber 71.000 zum Jahresende 2016 (+ 20 %), der Speicherplatz für die Mailboxen um 7 TByte auf aktuell gut 31 TByte (+ 30 %).

Die folgende Grafik zeigt die Entwicklung seit Mitte 2011 (blau = Anzahl Postfächer, rot = Speicherplatz in TByte):

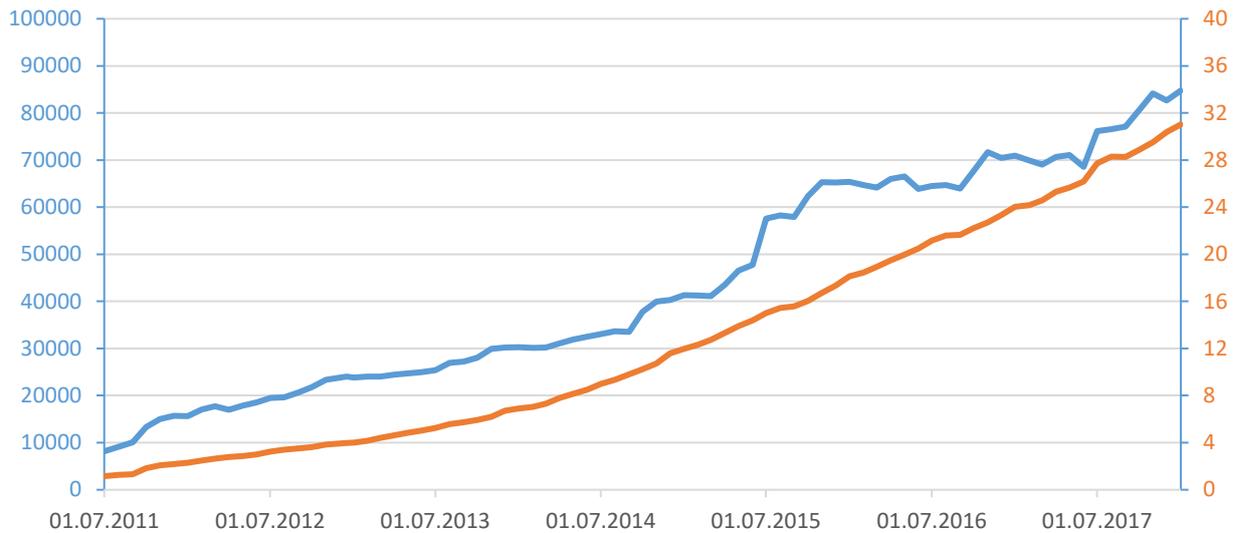


Abbildung 17: Entwicklung der Exchange-Nutzung seit 2011
(blau: Anzahl Postfächer, orange: Speicherplatz in TByte)

Ende 2017 haben sich die Nutzer dabei wie folgt auf die teilnehmenden Einrichtungen verteilt:

Tabelle 8: Nutzung des Exchange-Dienstes in 2016

Einrichtung	Exchange-Nutzer
Ludwig-Maximilians-Universität München	2.541
Technische Universität München	47.542
Hochschule München	25.364
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf	8.204
Katholische Stiftungsfachhochschule	406
Akademie der Bildenden Künste	45
Staatliche Museen	100
Bayer. Akademie der Wissenschaften (inklusive LRZ)	1.308
Gesamt	85.510

6.3 Webhosting

Ein Schwerpunkt der Arbeiten war der Aufbau von drei neuen Betriebsumgebungen.

6.3.1 Zentraler Webauftritt der TUM

Für den zentralen Webauftritt der TUM (www.tum.de) wurde zusammen mit den Zuständigen im IT-Service-Zentrum der TUM das Setup einer neuen Betriebsumgebung entworfen. Als zentrale Erweiterung des bestehenden Systems wird es – analog zu TUM Moodle – ein Produktiv-System und ein Staging-System geben.

6.3.2 TUM-TYPO3

Die rund 500 vom IT-Service-Zentrum der TUM betreuten TYPO3-Webserver der Fakultäten und Einrichtungen der TUM werden im Lauf der nächsten Monate vom TYPO3-Team der TUM und einer Agentur einzeln auf TYPO3 V8 aktualisiert. Zu diesem Zweck wird ebenfalls ein neuer Web-Pool aufgebaut.

6.3.3 LRZ-Webauftritte

Die Webauftritte des LRZ in TYPO3 sollen in Zukunft ebenfalls auf einem eigenen Web-Pool mit eigener Datenbank laufen.

6.3.4 Entwicklung einer TYPO3-Basis für LRZ-Webauftritte

Zur Vorbereitung der geplanten Neuausrichtung der LRZ-Webauftritte sind verschiedene Komponenten für TYPO3 erstellt worden. Es gibt eine TYPO3-Erweiterung, mit der die in der CMDB hinterlegten Daten zum Serviceportfolio auf einer Website dargestellt werden können. Dadurch bleiben Struktur und Inhalte über verschiedene Medien hinweg einheitlich und aktuell; Redundanz wird vermieden.

Ein weiteres Modul stellt Konfiguration, Templates und Bearbeitungsfunktionen zur Verfügung, die die Vorgaben der bisher vorliegenden Design-Entwürfe umsetzen.

6.3.5 Datenbanken

Im Rahmen des Webhosting werden die dafür notwendigen Datenbanken betrieben. Entsprechend der großen Anzahl am LRZ gehosteter Webserver handelt es sich dabei auch um teils sehr große MySQL-Datenbanken, die aus Performancegründen und zur optimalen Anpassung an die jeweiligen Webserver-Systeme auf mehrere virtuelle Server bzw. DB-Instanzen verteilt sind.

Die Datenbanken des Webhosting versorgen u.a. das TUM-TYPO3-System, das TUM-Piwik-System, das Standard-Webhosting für die LMU und die TUM und das Webhosting für weitere Hochschulen und wissenschaftliche Einrichtungen im MWN.

Neben dem Einsatz für das Webhosting werden für einige Projekte des LRZ, der BAdW, der TUM und der LMU weitere Datenbanken betrieben. Je nach Anwendungsfall variiert dabei das Betriebsmodell bzw. die Optimierung der einzelnen Datenbanken,

Hier eine Liste ausgewählter Projekte:

- Eine sehr große Datenbank in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Technologie- und Innovationsmanagement der TUM. Hier handelt es sich um ein langlaufendes Projekt zur Erfassung und Analyse von Patentdaten.
- Datenbank für das Konferenz-Management-System der TUM.
- Mehrere Datenbanken für die E-Learning Systeme der TUM und der LMU.
- Informations- und Publikationsdatenbank der BAdW.
- OpenNebula-Datenbank für den Betrieb des LRZ-Cloud-Computing.
- Performance- und Accounting-Datenbanken für die HPC-Systeme des LRZ.
- Mehrere Datenbanken für diverse LRZ-interne Anwendungen.

Im Jahr 2017 waren für die obigen Zwecke in veränderlicher Anzahl insgesamt ca. 20 Datenbankserver mit ca. 30 Instanzen mit unterschiedlichen Betriebsmodellen in Betrieb.

Im Umfeld der Datenbanken sind zusätzlich noch einige unterstützende Server für das Management und Monitoring der DB-Server und das sichere Datenbank-Backup im Einsatz.

6.3.6 Statistiken

6.3.6.1 Webhosting und Datenbanken

- Anzahl aktiver Webserver: insgesamt rund 1.200
- Die Webserver sind verteilt auf über 20 Maschinen-Pools zu je mindestens 2 virtuellen Maschinen mit Apache-Webserver
- weiterhin benötigt: rund 20 unabhängige MySQL-Datenbankserver

6.3.6.2 GitLab

Für den Betrieb des GitLab-Dienstes sind derzeit 5 (virtuelle) Maschinen im Einsatz, zuzüglich zweier Testmaschinen. Seit Ende des vergangenen Jahres gab es eine Verdoppelung der Anzahl Nutzer und Projekte:

Tabelle 9: Nutzung GitLab in 2017

	2016-11-16	2017-11-08
Anzahl Projekte	4.412	9.834
Anzahl Nutzer	3.810	7.742
Anzahl Gruppen	548	1.089
Storage Repositories	288.941 MB	839.043 MB
GitLab Version	8.12.7	10.0.4

6.4 Confluence am LRZ

Die kommerzielle Wiki-Software „Confluence“ der Firma Atlassian wird am LRZ für die interne Dokumentation verwendet und erfreut sich regen Zuspruchs. Confluence überzeugt hierbei vor allem durch seine einfache und intuitive Benutzung. In 2017 wurde der Umzug der externen Dokumentation für Endkunden des LRZ nach Confluence vorbereitet und ab 2018 erfolgt der dienstweise Umzug auf das neue System.

Für die TUM betreibt das LRZ eine weitere Confluence Instanz mit inzwischen über 850 (500) Spaces und über 50.000 (19.000) Seiten.

6.5 Desktop-Management

Für das Deployment und Management von Windows Desktop- und Serversystemen kommt am LRZ Microsoft System Center Configuration Manager (SCCM) zum Einsatz. Der SCCM ermöglicht ein Betriebssystemrollout als Bare-Metal Variante (auf einem leeren System) sowie als in-place Upgrade oder Neuinstallation über ein bereits vorhandenes System. Im letzteren Fall werden dabei auch Einstellungen und Nutzerdaten migriert. Des Weiteren ist es möglich, Software auf den gemanagten Clients zu installieren, zu aktualisieren oder zu deinstallieren. Ein integriertes Reporting gibt Aufschluss über die Erfolgsrate des Rollouts und etwaige aufgetretene Fehler. Über den SCCM werden sowohl Mitarbeiter-PCs und -Laptops als auch Serversysteme und virtuelle Maschinen installiert und verwaltet.

Da das im SCCM rudimentär implementierte Rechtekonzept von Microsoft nur bedingt die notwendigen Möglichkeiten bietet das bereits im MWN-ADS umgesetzte Teiladmindkonzept fortzusetzen, wurde das Teiladminprotal TAP entwickelt und für die Teiladmins des MWN-PCs in 2017 freigeschaltet. Über ein Webinterface können die Teiladmins ihre MWN-PCs selbst verwalten, Informationen und Log-Dateien für Clients werden übersichtlich dargestellt und Aktivitäten im Bereich Softwareverteilung können angestoßen werden. Das Arbeiten mit dem Teiladminportal erleichtert einerseits die Arbeit der Lehrstuhladministratoren, andererseits unterstützt es die Administratoren im Bereich des MWN-PC am LRZ bei der täglichen Arbeit. Das TAP wird in den nächsten Jahren mit weiteren Funktionalitäten angereichert.

Um das verfügbare Software Repository stets aktuell zu halten und an die Bedürfnisse der Nutzer auszurichten, wurden im vergangenen Jahr fortlaufend Software-Pakete aktualisiert sowie neue Software in das Repository eingepflegt. Insgesamt stehen derzeit über 1.030 Software-Pakete aus den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen (Office, Internet, Architektur, Musik, Biologie, Wirtschaft, uvm.) für die Verteilung an die MWN-PCs zur Verfügung. Unterstützt werden alle aktuellen Windows Betriebssysteme. Insgesamt, d.h. MWN-weit, werden vom SCCM rund 5.200 (4.200) Client-Systeme und 270 (235) Serversysteme verwaltet.

Im Rahmen des MWN-ADS wird noch der Light-Desktop/Server angeboten, bei dem Institutionen im MWN Rechner in die Infrastruktur integrieren können und so die Vorteile des zentral gepflegten MWN-ADS für das Desktop- und Server-Management mitnutzen können, ohne selbst eine ADS-Infrastruktur betreiben zu müssen. Die komplette Administration der integrierten Light-Desktop/Server liegt dabei aber in voller Verantwortung der lokalen Administratoren der jeweiligen Institutionen.

6.5.1 Rechnerpools

Das LRZ hat unterschiedliche Modelle für die Bereitstellung von aktuellen Windows-Arbeitsplätzen für verschiedene Kundengruppen entwickelt. Die Lösungen reichen dabei vom klassischen Fat-Client über Terminalserverlösungen für Mitarbeiter bis zum virtuellen Desktop für Testzwecke. Für Studenten werden

Rechnerpools angeboten. Diese Fullmanaged Desktops (MWN-PC) werden vom LRZ von der OS Installation, über die Softwarepflege bis zum Monitoring betreut. Bei den vom LRZ betreuten Systemen an der LMU, HMT (Hochschule Musik und Theater), BAdW oder TUM wird der First Level Support von Vorortbetreuern der jeweiligen Mandanten wahrgenommen, die bei Problemen oder Änderungswünschen als Ansprechpartner zum LRZ agieren.

Für die Abrechnung der Druckaufträge in den Pools der HMT, TUM und am LRZ wird die Druckkostenabrechnung Papercut verwendet. Die Papercut-Lösung ermöglicht ein voneinander unabhängiges Agieren der jeweiligen Einrichtungen und erfüllt die Erfordernisse des Datenschutzes. Die Teileinheiten können das Geld für die Druckkosten selbstständig, ohne Zutun des LRZ, einnehmen und verrechnen.

Die verschiedenen Rechnergruppen setzen sich zahlenmäßig Ende 2017 wie in Tabelle 10 zusammen:

Tabelle 10: Clients im MWN-ADS

Mandanten	Light Desktop	Pool und Kurs	Fullmanaged Desktop
LRZ		36 (38)	231 (234)
BAdW			232 (232)
HM	312 (0)		204 (0)
TUM	9.860 (8.803)	140 (140)	4.148 (3.399)
LMU	2.113 (1.841)		399 (65)
HMT		47 (58)	
Summen	12.285 (10.644)	223 (256)	5.214 (3.865)

6.5.2 MWN-PC

In enger Kooperation mit der TUM und einem externen Dienstleister wurde der TUM-PC entwickelt. Im Rahmen des kostenpflichtigen Dienstes MWN-PCs nutzen verschiedene Teiladministratoren an der TUM die Methoden des SCCM am LRZ, um ihre Rechner an den jeweiligen Instituten zu installieren und zu verwalten. Dem externen Dienstleister kommt hierbei eine besondere Rolle zu. Er übernimmt die allgemeine Vorortbetreuung an den Einrichtungen, begleitet Vorort die Anbindung der Einrichtungen an den SCCM und fungiert als fachlich kompetenter Ansprechpartner gegenüber dem LRZ.

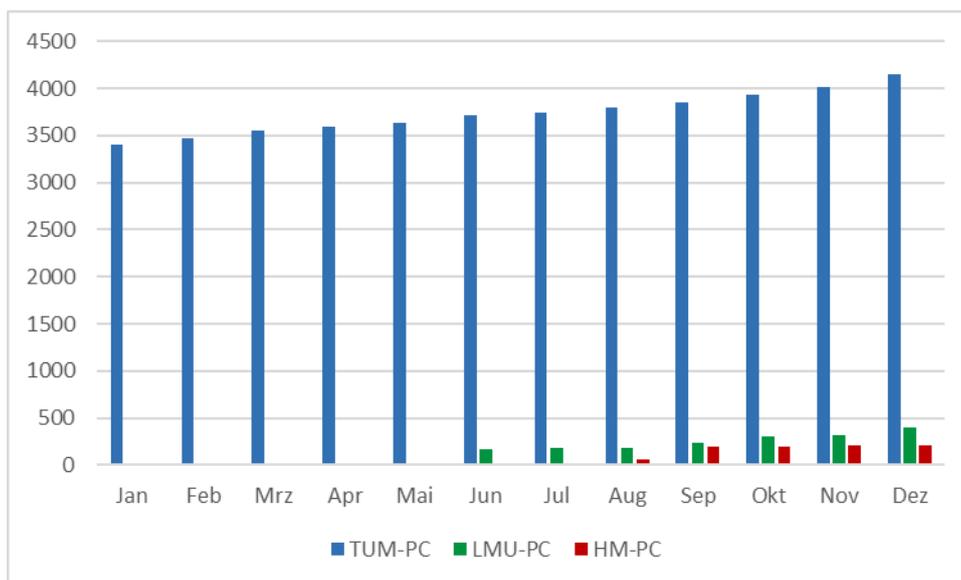


Abbildung 18: Entwicklung des MWN-PCs in 2017

Das Modell TUM-PC wurde im letzten Jahr in leicht abgewandelter Form für die HM und LMU portiert. Hier ist aber leider ein erhöhter Arbeitsaufwand gegenüber der TUM festzustellen, da aufgrund des fehlenden externen Dienstleisters wie bei der TUM, ein erhöhter Koordinierungsaufwand mit den einzelnen Vorortbetreuern gegeben ist.

Ende 2017 waren 253 (180) Einrichtungen aus dem MWN im System registriert. Davon stellte die TUM mit 217 (175) Einrichtungen den größten Anteil.

6.5.3 MWN-MAC

Mit dem Angebot MWN-MAC wird der zunehmenden Verbreitung von Apple Geräten auf dem Campus Rechnung getragen und dem kostenpflichtigen Angebot des MWN-PC zur Seite gestellt. Das Client-Management-System für Apple-Geräte basiert auf der Caspersuite der Firma JAMF für MAC OSX und iOS Systeme. Die Caspersuite bietet dabei die Möglichkeit der zentralen Verteilung von Software wie auch der Konfiguration der Clients über Richtlinien. Dabei kommen das Device Enrollment Programm (DEP) für die automatische Registrierung der Clients und das Volume Purchase Program (VPP) für die zentrale Verwaltung von Lizenzen aus dem Appstore in vollem Umfang zum Tragen. Mit Hilfe von AutoPkg wird ein Großteil der notwendigen Software-Pakete auf Basis von „Recipes“ automatisiert erzeugt.

Tabelle 11: Geräte im MWN-MAC Management

Mandanten	Computer	Mobile Devices
ADBK	35 (21)	1 (1)
LMU	46 (26)	
LRZ	60 (40)	29 (30)
HMT	7 (7)	
TUM	65 (27)	192 (2)
Summen	121 (78)	33 (23)

6.6 Benutzerverwaltung und Verzeichnisdienste

6.6.1 Benutzerverwaltung für LRZ-Dienste

LRZ-SIM, das LRZ-Identity-Managementsystem (IDM), ist mit seinen Verzeichnisdiensten das Zentrum der Benutzerverwaltung am LRZ. Nach einem Überblick über die derzeit vergebenen LRZ-Kennungen und ihre Verteilung auf die Hochschulen und LRZ-Plattformen wird über Entwicklungen im LRZ-SIM-Serverbetrieb, im Frontend sowie in den angebotenen Diensten und Plattformen berichtet. Danach folgen der Stand der IDM-Kopplungen mit den beiden Münchner Universitäten und der Hochschule München und neu der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf sowie die Entwicklungen beim MWN Active Directory als zentralem Infrastrukturdienst im Münchner Wissenschaftsnetz. Das Kapitel schließt mit den Entwicklungen zur Authentifikations- und Autorisierungsföderation des DFN (DFN-AAI), in der das LRZ als Dienstleister und Identity-Provider für die Münchner Universitäten fungiert.

6.6.1.1 Für LRZ-Systeme vergebene Kennungen

Die nachfolgende Tabelle 12 gibt einen Überblick über die vom LRZ an Hochschuleinrichtungen vergebenen Berechtigungen, und zwar pro Dienst bzw. Plattform und mit Stand von Ende 2017. Die Kennungen für den Höchstleistungsrechner SuperMUC (insgesamt 3.711) sind nur summarisch aufgeführt, da sie sich auf sehr viele Einrichtungen verteilen und aufgrund von Kooperationen häufig keine klare Zuordnung zu einer Einrichtung möglich ist.

6.6.1.2 Identity Management und Verzeichnisdienste

Das LRZ Identity-Management-System regelt als zentrale Instanz den Zugang zu den vielfältigen Dienstangeboten des LRZ. Hier werden die für die Authentifizierung notwendigen Kennungsdaten aus dem LRZ und den IDM-Systemen der Hochschulen aggregiert, hier sind die Zugriffsberechtigungen für den überwiegenden Teil der LRZ-Dienste zentral hinterlegt und über Authentifizierungsserver abrufbar und nutzbar.

LRZ-SIM basiert auf 8 Clustern von insgesamt 21 produktiven Verzeichnisdienst-Servern (MicroFocus eDirectory und OpenLDAP), deren Datenbestände durch Konnektoren (sog. Treiber des MicroFocus Identity Managers) live synchronisiert, transformiert und in die LDAP-Authentifizierungsserver, in das MWN Active Directory sowie in die direkt angebotenen Plattformen provisioniert werden. Darüber hinaus laufen etliche interne Prozesse als Eigenentwicklung des Identity Managements in Form von Dämon-Programmen oder zeitgesteuert und erledigen den Datenaustausch von Quotas, Verbrauchs- und Belegungsdaten, die Provisionierung von textbasierten Direktiven an angebotene Plattformen, die MySQL-Provisionierung für die SuperMUC-Accounting-Datenbank, die Löschung abgelaufener Kennungen und Berechtigungen, die Sperrung von Kennungen bei verfallenem Passwort, den Versand von Hinweismails für Benutzer und Dienste-Administratoren, die tägliche Erzeugung von Datenlisten und Statistiken und nicht zuletzt auch eine Reihe routinemäßiger Datenkonsistenzchecks und zusätzlicher Datensicherungen.

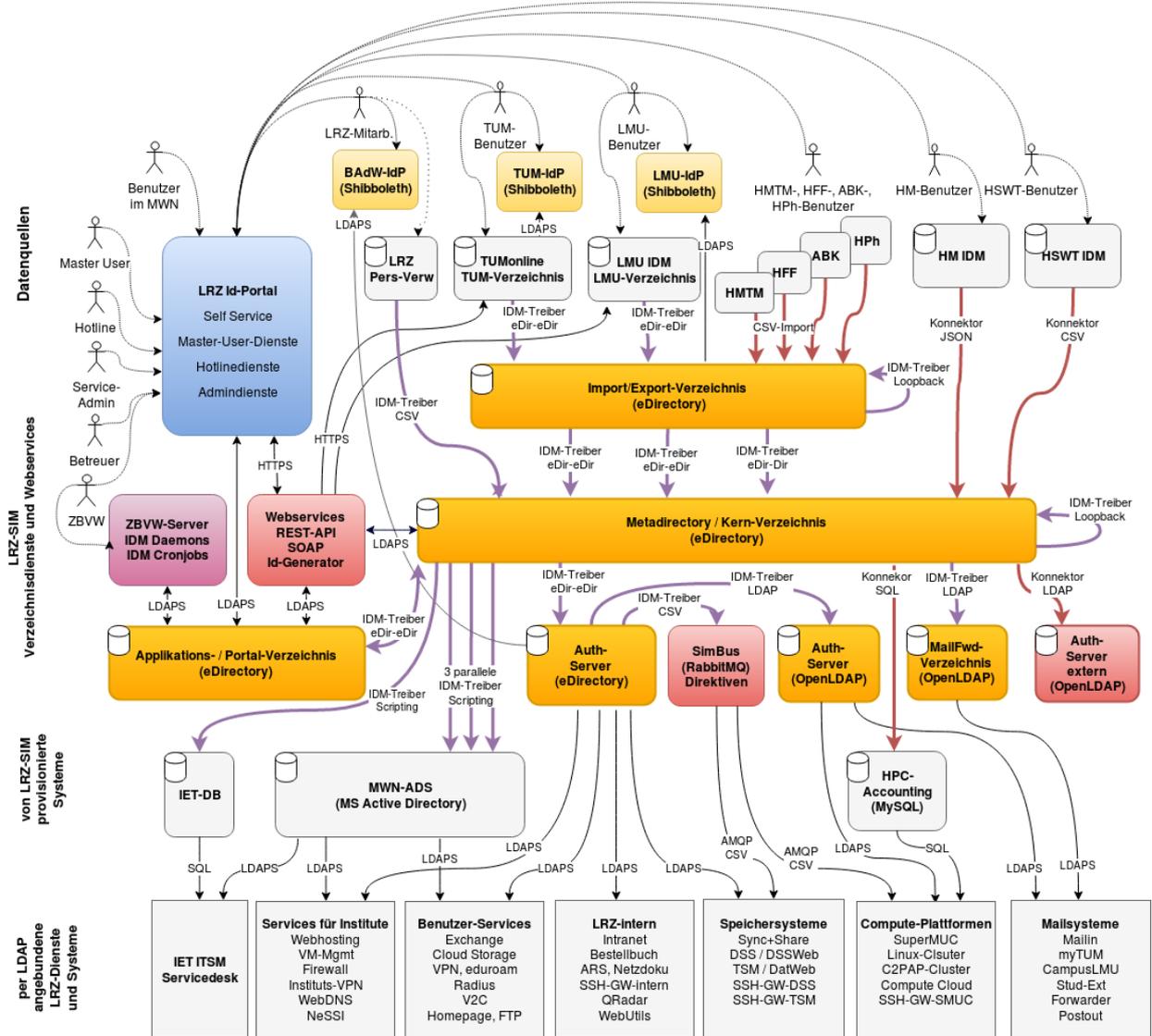


Abbildung 19: Komponenten und Einbindung des LRZ Identity-Management-Systems

In Abbildung 19 sind die Komponenten von LRZ-SIM mit ihren Schnittstellen schematisch dargestellt, orange die genannten Directory-Dienste. Die eDirectory-Server liefen zuverlässig. Bei den OpenLDAP-Servern brachte die Optimierung durch In-Memory-Datenbanken einen signifikant stabileren Betrieb. 2017 neu eingeführte Komponenten sind in der Abbildung rot gefärbt: Für ausgewählte Kunden steht zukünftig ein neues OpenLDAP-Serverpaar als externer Authentifizierungsdienst zur Verfügung, z.B. für App-basierte Logins zum Data Science Storage. Neu sind außerdem Server für REST-Webservices und ein Message Queuing System als Ergänzung zu bestehenden Anbindungsmöglichkeiten und Diensteschnittstellen.

Benutzerverwaltung und Id-Portal

Kennungen und Berechtigungen, die nicht über IDM-Kopplungen von den Hochschulen automatisch in LRZ-SIM übernommen werden, verwalten die Master User als Benutzerbeauftragte des LRZ an ihren jeweiligen Einrichtungen im Rahmen von LRZ-Projekten. Ihnen stehen die Betreuer am LRZ beratend und helfend zur Seite. Als universelles Webfrontend für LRZ-SIM dient dabei das LRZ Id-Portal (Identity-Management-Portal, <https://idportal.lrz.de>, blau in Abbildung 19), das sowohl den Master Usern und Betreuern als auch den Benutzern, den Servicedesks des LRZ und der Hochschulen sowie den Administratoren der LRZ-Dienste den Zugriff auf die für sie relevanten Benutzer-, Kennungs-, Projekt- und Einrichtungsdaten erlaubt.

Die jährliche Verlängerung der LRZ-Projekte, verbunden mit der Aktualisierung der Kontaktdaten von Einrichtungsleitern, Ansprechpartnern und Master Usern, erfolgte wie im Vorjahr über die Webanwendung „Elektronische Projektverlängerung“ (EPV). Die Weiterentwicklung dieser Webanwendung brachte Verbesserungen bei der Dateneingabe sowie bei der Generierung der verschiedenen Nachrichten an die Einrichtungsleiter, Ansprechpartner und Betreuer.

Ein weiterer Entwicklungsschwerpunkt lag auf der Verbesserung der Passwortqualität. Hierzu werden im Id-Portal alle in LRZ-SIM verwalteten Passwörter vor dem Neusetzen gegen Listen von schlechten oder kompromittierten Passwörtern geprüft. Ein zusätzlicher Sicherheitsbaustein sind dienstspezifische Passwörter. Momentan können solche Zusatzpasswörter per REST-Schnittstelle gesetzt werden, und zwar für alle Kennungen, also auch für die von den Hochschulen übernommenen. Eingesetzt werden kann ein separates Passwort für den Administrationszugang zu Plattformen und Ressourcen wie z.B. dem SuperMUC. Ein Zusatzpasswort empfiehlt sich zudem für Dienste, bei denen eine erhöhte Phishing-Gefahr besteht (WLAN/Eduroam).

Kleinere, aber dennoch für viele Fälle wichtige Weiterentwicklungen im Id-Portal sind die Postanschrift-Vorschau, die Downloadmöglichkeit ausführlicher Kennungslisten im CSV- und HTML-Format, die erweiterten Notizmöglichkeiten für Master User und Vereinfachungen beim Umwandeln von persönlichen Kennungen in Funktionskennungen.

Tabelle 12: Vergabe von Kennungen für LRZ-Plattformen

	Kennungen insgesamt	VPN/WLAN	Exchange	Mail	Sync+Share	Cloud Storage	Archiv / Backup	Webserver	persönliche Homepage	GitLab	Linux-Cluster	NeSSI (NV-Portal)	WebDNS
Leibniz-Rechenzentrum	1.629	583	844	106	295	999	96	117	100	308	367	33	65
Bayer. Akademie der Wissenschaften	958	647	595	126	345	632	60	36	33	111	7	8	2
LMU München im LRZ-Id-Portal verwaltet von der LMU importiert	12.283 90.676	9.982 90.324	1.844 751	8.782 76.058	21 85.063	3.824 60.796	738 48	134 –	402 9	64 85.048	538 626	116 51	56 6
TU München im LRZ-Id-Portal verwaltet von TUMonline importiert	9.958 157.181	7.596 70.434	– 47.542	7.258 –	2 70.428	– 70.431	1.444 –	654 –	154 –	55 70.430	1.675 –	286 234	144 76
Hochschule München im LRZ-Id-Portal verwaltet von der HM importiert	394 25.365	355 –	– 25.315	302 –	– 24.699	5 24.700	8 –	8 –	68 –	– 24.699	48 –	2 2	3 –
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf im LRZ-Id-Portal verwaltet von der HSWT importiert	59 8.204	51 –	– 8.204	12 –	– 7.984	– –	4 –	11 –	– –	– –	– –	– –	– –
Hochschule für Musik und Theater	2.479	2.423	–	2.446	67	2.309	1	16	18	2	–	3	–
Hochschule für Fernsehen und Film	536	533	–	453	–	–	–	3	2	–	–	2	1
Akademie der Bildenden Künste	373	358	45	308	57	124	3	–	14	–	–	1	–
Katholische Stiftungsfachhochschule	417	272	413	–	–	–	–	3	7	–	–	2	1
andere bayerische Hochschulen	391	286	–	107	–	–	11	1	5	–	295	8	5
Öffentlich-rechtliche Einrichtungen	3.063	1.907	105	1.823	51	801	83	51	32	54	23	42	17
sonstige Einrichtungen/Studenten	924	561	–	426	110	81	–	–	1	110	461	3	–
Nutzer des SuperMUC	3.711	121	–	18	–	53	46	–	–	52	64	1	–
Gesamt	318.601	186.433	85.658	98.225	189.122	164.755	2.542	1.034	845	180.933	4.104	794	376

6.6.1.3 Anbindung von Plattformen und Diensten

Der Haupteinsatzbereich des Identity Managements ist die zentrale Aggregation, Pflege und Verwaltung von Benutzerdaten und Zugriffsberechtigungen (Access Management). Davon profitieren derzeit 56 angebundene IT-Dienstegruppen und Server-Plattformen am LRZ, hinter denen oft jeweils wieder eine beträchtliche Zahl von Einzelsystemen steht.

Für die Provisionierung des MWN-weiten Active Directorys (MWN-ADS) wurde die Konfiguration der ADS-Mandanten und organisatorischen Untereinheiten in LRZ-SIM neu programmiert, um deren manuelle Pflege zu erleichtern. Zudem sind die Cloud-Speicher-Dienste (persönlicher und Projektspeicher) nun vom Basisdienst „ADS“ verwaltungstechnisch abgeteilt, um den unterschiedlichen Zuständigkeiten und Szenarien Rechnung zu tragen. So kann von Hochschuleseite den Mitarbeitern und Studierenden Cloud-Speicher-Berechtigung zugewiesen werden, während Gäste nur ADS als reinen Authentifizierungsdienst bekommen. Kunden wie die HSWT, die keinen Cloud Storage bestellen wollen, können trotzdem mit Exchange (einem ebenfalls ADS-abhängigen Dienst) versorgt werden.

2017 wurde der SimBus, ein Message-Queueing-Server mit der Software RabbitMQ, in Betrieb genommen, um nach und nach den Versand von Direktivendateien an einzelne Plattformen durch moderne, schnellere und flexiblere AMQP-Messages abzulösen. Produktiv werden solche Messages bereits im Berechtigungsmanagement für den Data-Science-Storage eingesetzt.

Für einige der an LRZ-SIM angebotenen Dienste wurde eine gestufte und delegierbare (dezentrale) Gruppenverwaltung implementiert. Ziel dieses Entwicklungsprojekts in LRZ-SIM ist die Vereinheitlichung mit der im Vorjahr fertig gestellten ADS-Gruppenverwaltung. Die bestehende Webservice-Schnittstelle (REST-API) für ADS-Gruppen wurde deshalb für Gruppen anderer LRZ-Dienste verallgemeinert und die bestehende Test- und Dokumentationsoberfläche der REST-API mit dem Framework *swagger* erweitert. Die Anpassung in den Master-User-Diensten und Self Services des Id-Portals steht jedoch noch aus.

Als weitere REST-API entstand eine Einladungsverwaltung „Serinto“ (Service Invitation Tool), die den Benutzern eine Opt-in-Möglichkeit für Gruppenmitgliedschaften und Berechtigungen bietet. Serinto ist ein wichtiger Baustein für das neue Webportal des Data Science Storage: Über Gruppenmitgliedschaften lassen sich die für DSS nötigen Rollen für Datenkuratoren, Container-Admins sowie unterschiedlich zugriffsberechtigte Benutzer abbilden.

6.6.1.4 LMU-, TUM-, HM und HSWT-Anbindung

Über 88 % der aktiven Kennungen im Bestand von LRZ-SIM stammen aus den zentralen Verzeichnisdiensten der Ludwig-Maximilians-Universität München, der Technischen Universität München, der Hochschule München und neu auch der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (vgl. Tabelle 12 in Abschnitt 6.6.1). Die Daten dieser Benutzer synchronisieren die IDM-Treiber bzw. Konnektorprogramme automatisch und in der Regel ohne lange Wartezeiten nach LRZ-SIM. Darin enthalten sind Attribute, die die Berechtigungen für die vom LRZ erbrachten Dienste bei den einzelnen Kennungen regeln. Das Identity-Management-System muss im Bereich dieser Datenkopplungen beständig weiterentwickelt werden, um neuen Anforderungen von Benutzer-, System- und Verwaltungsseite gerecht zu werden.

Nach langer Vorbereitungs- und Implementierungszeit konnte mit der Konsolidierung von LMU-Projekten begonnen werden, um bisher getrennt verwaltete LMU- und LRZ-Kennungen zusammenzuführen und alle Berechtigungen für LRZ-Dienste auf eine Kennung pro Benutzer zusammenzufassen. Bei den Tools für die Konsolidierung wurde Wert auf möglichst wenig Migrationsarbeit für die Benutzer gelegt: Die Übertragung von Datenbereichen des Cloud- und Sync+Share-Speicher sowie Inhalten von Studenten-Mailboxen auf die verschmolzene Kennung geschieht automatisch. Der Erfolg dieses Großprojekts ist der regen Zusammenarbeit mit den IT-Verantwortlichen an der LMU, den Master Usern von LRZ-Projekten, den LMU-Rechnerbetriebsgruppen und auch den Administratoren der einzelnen IT-Dienste am LRZ zu verdanken. So konnte 2017 die Kennungskonsolidierung mit der LMU-Fakultät für Tiermedizin nahezu vollständig abgeschlossen werden.

Damit die Kennungskonsolidierung nachhaltig ist, haben die Master User in konsolidierten Projekten anstelle des Neuanlegens von Zweitkennungen die Möglichkeit, LMU-Benutzerkennungen in ihr Projekt zu übernehmen und dann mit weiteren Berechtigungen für LRZ-Diensten auszustatten. Diese gemischte Berechtigungsverwaltung von importierten und mit zusätzlichen LRZ-Diensten ausgestatteten Kennungen wiederum erforderte umfangreiche Anpassungen in den IDM-Treibern für den LMU-Import, sowohl was die automatische Berechtigungsvergabe als auch die Sperrung und Löschung von Kennungen betrifft. Damit die Daten der zusammengeführten Kennungen mit dem zentralen Verzeichnisdienst an der LMU konsistent sind, müssen geänderte Kennungsnamen, übernommene LRZ-Passwörter und zusätzliche, nunmehr

LMU-verwaltete Berechtigungen zur LMU zurückgeschrieben werden. Dazu wird ein neuer Webservice der LMU zum Importieren oder Verschmelzen mit bestehenden LMU-Benutzerkennungen verwendet. Wichtig ist außerdem, Benutzern die Sperrung und Löschung ihrer Berechtigungen für LRZ-Dienste durch LMU-Prozesse rechtzeitig anzukündigen. Damit die LMU entsprechende Hinweise in ihre Mails zum Kennungsablauf aufnehmen kann, wurde ein weiterer Webservice entwickelt, der pro Kennung alle ihre Berechtigungen für LRZ-Dienste liefert.

Über die Kopplung mit den TUM-Verzeichnisdiensten wurde Ende 2017 der Import der TUM-Gruppen nach LRZ-SIM über neue IDM-Treiber fertig gestellt. Damit ist die mächtige TUM-Gruppenverwaltung nicht nur für Dienste nutzbar, die ans MWN-ADS angebunden sind, sondern auch für Dienste, die die Authentifizierungsserver von LRZ-SIM verwenden.

Die Hochschule München regelt über die IDM-Kopplung bei den HM-Kennungsdaten nun auch die Berechtigungen für den Cloud-Speicher, so wie es bereits bei TUM- und LMU-Kennungen der Fall ist.

Über eine neue, die nunmehr vierte große IDM-Kopplung werden seit Juli 2017 alle Mitarbeiter- und Studierendenkennungen von der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) ans LRZ provisioniert. Damit konnten die HSWT-Mitarbeiter und -Studierenden zunächst Exchange und mittlerweile auch LRZ Sync+Share nutzen. Die Kopplung beruht dabei zu großen Teilen auf demselben Code wie die Kopplung mit der Hochschule München. Lediglich die Schnittstelle, die Konsistenzchecks, und die Transformation der CSV-Daten sind eine Sonderanpassung an die HSWT-Möglichkeiten der Datenübertragung.

Optimierungen gab es auch beim semesterweisen CSV-Import und Matrikelnummernabgleich der Studierenden der Akademie der Bildenden Künste, der Hochschule für Musik und Theater, der Hochschule für Film und Fernsehen und der Hochschule für Philosophie im Zuge der Übergabe von Zuständigkeiten im IDM-Team. Das Webformular, mit dem Studierende anderer Hochschulen eine LRZ-Kennung beantragen können, wurde vom LRZ-Webserver (in Vorbereitung der Fiona-Abschaltung) auf den Id-Portal-Server migriert. Ebenso migriert wurde das Formular für LRZ-Tagesgastkennungen, die zur Vereinfachung der Verwaltung nun eine Woche gültig bleiben.

6.6.2 MWN Active Directory

Als weiteren großen Infrastrukturdienst betreibt das LRZ für das MWN ein mandantenfähiges Active Directory (MWN-ADS). Das MWN-weit erreichbare ADS bildet unter anderem die Basis für zentrale Dienste wie Exchange oder den zentralen Fileservice MWN-Speicher.

Dieses MWN Active Directory ist so angelegt, dass einzelne, große Institutionen wie LMU, TUM oder die BAdW voneinander getrennt agieren können. Ziel ist es dabei, Synergien bei der Administration von Desktop-PCs zu erschließen und Mehrwerte im Funktionsumfang für Anwender und Administratoren nutzen zu können. Mit dem MWN-ADS können alle Clients ab Windows 2000 verwaltet, Mac OS X und Linux-Systeme an eine zentrale Nutzerverwaltung angebunden werden.

Jede Organisationseinheit erhält eine vordefinierte Unterstruktur (Organisational Unit, OU) im MWN-ADS. Die Unterstruktur wird wiederum in Fakultäten und Lehrstühle weiter untergliedert. Auf diesen Ebenen können von einem sog. „Teil-Administrator“ des Kunden Computerkonten, Gruppenrichtlinien, Gruppen oder Funktionskennungen eingetragen und verwaltet werden. Die Einrichtung dieser Organisationsstrukturen wird stetig in Absprache mit den teilnehmenden Kunden angepasst. Damit es nicht zu Namenskonflikten innerhalb des MWN-ADS kommt, wurde ein verbindliches Namenskonzept für Objekte im MWN-ADS entwickelt. Zur Erfüllung ihrer Aufgaben wird den Teil-Administratoren ein Set an Werkzeugen über zwei Terminalserver zur Verfügung gestellt. Die Benutzerkonten und zentralen Gruppen werden über die beiden Metaverzeichnisse (LRZBVW, TUMonline) am LRZ gepflegt. Die Provisionierung der Benutzerkonten aus den Metaverzeichnissen in das Active Directory erfolgt durch den „Identity Manager Driver for Scripting“ von Micro Focus, der Attributsänderungen an vom LRZ selbstentwickelte PowerShell Skripten auf ADS-Seite übergibt. Dadurch wird eine enorme Flexibilität beim Verarbeiten und der Fehlerbehandlung von Ereignissen erreicht.

Derzeit sind 12 (9) voneinander abgetrennte Mandanten im MWN-ADS eingerichtet mit rund 185.000 (171.000) Kennungen.

Aus den Mandanten TUM, LMU, HMT (HS Musik und Theater), HM (Hochschule München), BVB (Bibliotheksverbund Bayern) und BAdW sind rund 17.000 (13.000) Rechner im MWN-ADS angebunden. Es wurden bisher 1.020 (950) Teiladmins aus 551 (514) Einrichtungen registriert und in 2017 haben sich an der Infrastruktur rund 92.000 (81.000) verschiedene Nutzer angemeldet. Dabei wurden Dienste wie der MWN-Speicher, die Groupware Exchange oder die Anmeldung an ins MWN-ADS integrierten Clientrechnern genutzt.

6.6.3 DFN-AAI/Shibboleth

Föderiertes Identity Management (FIM) auf Basis der Software Shibboleth ermöglicht es Benutzern, Webdienste, die außerhalb ihrer eigenen Hochschule oder Einrichtung angesiedelt sind, mit der lokalen Hochschulkenntung zu nutzen. Den organisatorischen Rahmen für einen solchen Diensteverbund bildet die einrichtungsübergreifende Infrastruktur für Authentifizierung und Autorisierung des DFN (DFN-AAI). Wesentliche Vorteile dieser Authentifizierungsmethode gegenüber konventioneller LDAP-Anmeldung sind für den Benutzer:

1. der bessere Schutz der persönlichen Daten, die nur bedarfsgetrieben und nur nach expliziter Genehmigung durch den Benutzer an genau den gewünschten Webdienst weitergegeben werden (kein User-Provisioning auf Vorrat),
2. die erhöhte Sicherheit vor Phishing und Account-Missbrauch, da die Passworteingabe ausschließlich bei der Authentifizierungskomponente der Heimateinrichtung, dem sogenannten Identity Provider (IdP), stattfindet und nicht bei den vielen fremden Webdiensten (Service Provider, SPs).

Das LRZ betreibt in der DFN-AAI die IdPs für die LMU und die TUM und die BAdW. Als Datenbasis nutzen der LMU- und TUM-IdP die Daten aus Directories, die gleichzeitig die Quellen für die oben beschriebene IDM-Kopplung sind.

Alle drei IdPs laufen seit Anfang 2017 mit der neuesten Version 3 der Shibboleth-Software. Die bedeutend höhere Komplexität gegenüber der Vorgängerversion wird durch wichtige Vorteile aufgewogen:

1. Die Freigabe von Benutzerattributen für neue Dienste-Provider ist unterbrechungsfrei möglich.
2. Die Authentifizierung von externen Nutzern wie Gästen, Bewerbern und Alumni kann bereits am IdP auf die für sie zugelassenen lokalen Dienste eingeschränkt werden.
3. Konfigurationen, Webformulare und Design bleiben bei Minor-Updates bestehen.

Betreiber von Webdiensten profitieren durch die „Shibbolethisierung“ und den Beitritt zur DFN-AAI oder zur jeweiligen hochschul-lokalen Föderation von den Vorteilen der AAI-Lösung bzgl. Datenschutz, Datensicherheit und Single Sign-on. Dafür waren, ähnlich wie in den Vorjahren, Abstimmungen und Anpassungen hinsichtlich der von den IdPs ausgelieferten Attribute für folgende Webdienste in der DFN-weiten Föderation erforderlich:

- Der SP des CILogon-Dienstes ermöglicht den Bezug von Benutzer-Zertifikaten für Data Science and Storage -Web (DSS) auf Basis der lokalen User ID (uid).
- Die SPs der Gauß-Allianz für Scientific Computing können von LRZ-Mitarbeitern sowie TUM- und LMU-Mitgliedern durch Freigabe ihrer Mailadresse genutzt werden.
- Für SPs in der Research&Scholarship-Kategorie wurden generische Attributfreigaben gemäß den Spezifikationen in den Föderationsmetadaten eingerichtet.
- Der Kurszugang der virtuellen Hochschule Bayern (vhb) verlangte die Konfiguration eines speziellen Identifikators (vuuid) mit Freigabe an alle SPs in der vhb-Member-Kategorie.
- Die Berechnung des pseudonymen, aber global eindeutigen Attributs eduPersonUniqueid wurde unter anderem als Vorbereitung für das zukünftige Online-Portal zum Bezug des MVV-Semestertickets konfiguriert.

In den einrichtungslokalen Föderationen wurden einige neue Service Provider aufgenommen: das Praktika-Anmeldesystem am TUM-Maschinenwesen, das Kurszuteilungssystem an der TUM-Informatik, die Plattform *molitum* für die Verwaltung von Forschungsprojekten an der TUM, die Konferenzorganisation an der TUM-Physik über einen Indico-Server, sowie zusätzliche Tick@Lab-Instanzen an der LMU für die Versuchstierverwaltung.

Der Einsatzbereich des BAdW-IdPs wurde durch Konfiguration des Enhanced Client or Proxy -Protokolls (ECP) auf nicht web-basierte Anwendungen ausgedehnt. Dies bot z.B. den Sync+Share-Administratoren am LRZ die Möglichkeit, die Shibboleth-Anbindung von Sync+Share für andere Hochschulen im südbayerischen Raum zu testen und Empfehlungen für deren IdP-Konfiguration herauszugeben.

Eine tiefgreifende technische Änderung bedeutete die schon länger von der DFN-AAI empfohlene Umstellung der on-the-fly berechneten NameIDs (computedID) auf die persistente Variante (storedID). Damit ist es möglich, bei Missbrauchsfällen den Benutzer noch zu ermitteln, auch wenn sonst keine personenbezogenen Daten übermittelt werden und die Client-IP-Adressen durch VPN, NAT oder Routing-Einstellungen an IdP und SP nicht korrelierbar sind.

6.7 Bibliotheksdienste

Das Bibliotheksteam betreut die Abteilungen Bibliotheksverbund Bayern Verbundzentrale (BVB) und Münchner Digitalisierungszentrum (MDZ) der Bayerischen Staatsbibliothek (BSB) bei der Nutzung der Services des LRZ.

6.7.1 BVB – Bibliotheksverbund Bayern

Das Bibliotheksteam betreibt für die Verbundzentrale des Bibliotheksverbunds Bayern die technische Infrastruktur für fast alle bayerischen Universitätsbibliotheken und Bibliotheken der Hochschulen für angewandte Wissenschaften, sowie für mehr als 100 weitere Bibliotheken. Zusammen werden damit über 300.000 Nutzer versorgt. Der zentrale Katalog des Verbundes B3KAT enthält über 30 Mio. Katalogisate.

Folgende Projekte wurden 2017 unter anderem durchgeführt:

6.7.1.1 Migration zentrale Fernleihe

Die Server der zentralen Fernleihe wurden von Solaris auf Linux migriert. Dabei wurde ein hochverfügbarer Datenbankcluster aufgebaut, um die über 600 teilnehmenden Bibliotheken sicher zu versorgen.

6.7.1.2 Migration SFX

Der Dienst SFX (OpenURL link server) – kontextsensitive Verlinkung – wurde von Solaris auf Linux migriert. SFX ermöglicht die Anreicherung von Online-Katalogen um Verweise zu Volltexten, Dokumentlieferdiensten und weiteren Recherchemöglichkeiten.

6.7.1.3 Neuaufbau Citrix Farm

Für die Bibliothekare des BVB wird eine Citrix Farm zur Nutzung von Fachanwendungen betrieben. Die Farm wurde nach umfangreichen Tests in einer neueren Version aufgebaut.

6.7.1.4 Erweiterung Monitoring

Für das Monitoringsystem check_mk wurde ein Modul entwickelt, um Sybase Datenbanken überwachen zu können. Außerdem wurde ein externes Modul integriert, um Java Application Server zu überwachen. Dadurch ist es möglich, die lokalen Bibliothekssysteme sowie andere Services des BVB und MDZ deutlich genauer zu überwachen.

6.7.2 MDZ – Münchner Digitalisierungszentrum

Auch für das Münchner Digitalisierungszentrum (MDZ) bietet das Bibliotheksteam erweiterte Serviceleistungen an und betreut unter anderem die Server herausragender Präsentationen wie Bavarikon oder digiPress.

6.8 Video-Streaming

6.8.1 Video-Transkodierung für LMU Unterrichtsmitschau

Der im WiSe 2016/17 für eine Testphase eingeführte Dienst zur Transkodierung von Videomaterial für die LMU Unterrichtsmitschau wurde auch im SoSe 2017 und im WiSe 2017/18 ausführlich genutzt und stabilisiert. Im SoSe 2017 und im WiSe 2017/18 wurden durch diesen Dienst jeweils mehr als 230 Videodateien unterschiedlicher Länge verarbeitet, überwiegend Mitschnitte von Lehrveranstaltungen und Forschungsvorträgen an der LMU München. Nachdem die Generierung der Videoqualitätsstufen 240p, 360p und 480p bei Kodierungsdauern von 1-4h erfolgreich und stabil verlief, wurde die Evaluation einer Erweiterung auf die Qualitätsstufen 720p und 1080p gestartet, da die überwiegende Mehrheit des von der LMU Unterrichtsmitschau produzierten Quellmaterials die entsprechenden Voraussetzungen erfüllt und die Nachfrage auf Kundenseite stärker wurde. Erste Tests im Juli 2017 zeigten eine deutlich erhöhte Rechendauer (6-10h pro Videodatei), so dass eine Restrukturierung des internen Workflows und der zum Dienst gehörigen virtuellen Maschinen im Leibniz-Rechenzentrum sich abzeichnete.

6.8.2 Live-Streaming mit der Akademie der bildenden Künste

Mit der Akademie der bildenden Künste (AdbK) wurde im SoSe 2017 ein Projekt zum Live-Streaming von Veranstaltungen durchgeführt. Im Rahmen des Kunstsommers an der AdbK sollten im Zeitraum Mai bis Juli 2017 zehn Vorträge per Livestream der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Die technische Durchführung erfolgte vor Ort durch Angehörige der AdbK, das Leibniz-Rechenzentrum stellte im Vorfeld und während der Veranstaltung technische Beratung und Testmöglichkeiten, sowie die Infrastruktur des Multimedia Streaming-Servers und das Webhosting für den Player zur Auslieferung der Livestreams an die Konsumenten. Die Livestreams konnten erfolgreich in FullHD-Qualität (1080p) umgesetzt werden, es konnten keine signifikanten Mehrbelastungen des Servers durch die Videoübertragung beobachtet werden.

6.8.3 Nutzung des Multimedia Streaming-Servers

Die Nutzung des Multimedia Streaming-Servers auf Seite der Konsumenten ist weiterhin stark ausgeprägt und orientiert sich stark am Lehrbetrieb, wie auch am Verlauf der gleichzeitigen Verbindungen gut erkennbar (vgl. Abbildung 20).

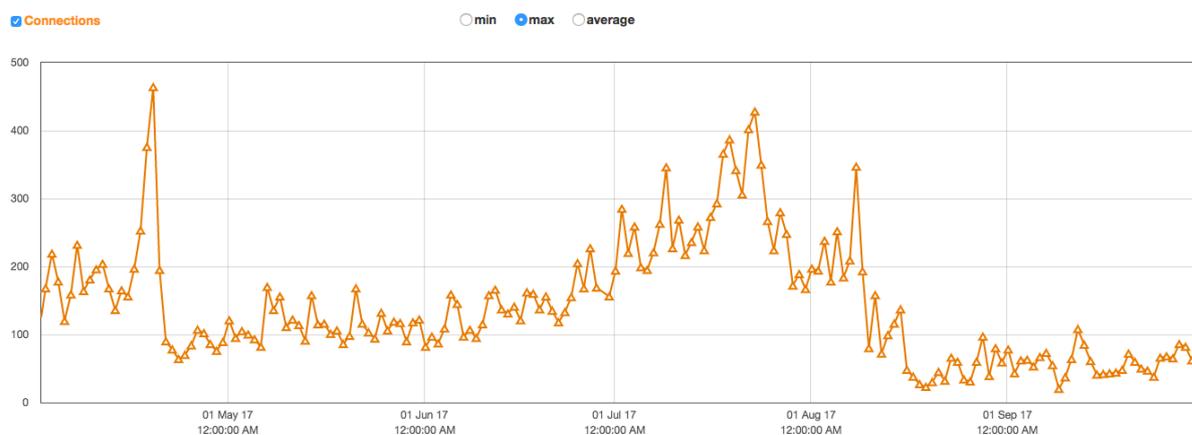


Abbildung 20: Anzahl gleichzeitiger Verbindungen zum Multimedia Streaming-Server (Zeitraum 01.04. – 30.09.2017)

Spitzen treten semesterweise immer am Höhepunkt der (Haupt-)Prüfungszeiträume an den großen Unis (LMU + TUM) auf, da der Videoserver besonders stark im Lehrbetrieb genutzt wird, z.B. für Vorlesungsaufzeichnungen und Videotutorials.

Nachdem die wesentlichen Prüfungszeiträume im Zeitraum Januar-März (WiSe) und Juli-August (SoSe) liegen und die Studierenden sich meist gezielt kurzfristig vor den Prüfungen noch einmal Inhalte vergegenwärtigen wollen, entstehen dadurch die Zugriffsspitzen, wie sie in der Grafik zu sehen sind.

Die Spitze ist im WiSe höher als im SoSe, weil die meisten Studiengänge inzwischen zum Wintersemester beginnen, dadurch liegen viele Grundlagen- und Einführungsvorlesungen auch hier, dadurch sind die Zugriffe insgesamt im WiSe etwas höher als im SoSe.

6.9 Digitale Geisteswissenschaften

Das LRZ hat auch dieses Jahr wieder wie zuvor im Rahmen des Arbeitskreises *dhmuc – Digital Humanities Munich* bei Planung und Umsetzung der vierten Sommerschule unterstützt. Sie fand vom 11. bis 15. September 2017 am LRZ statt. 30 Teilnehmer haben Kurse zu Datenbanken, XML und Editionstechniken besucht, dabei ihre eigenen Projekte vorgestellt und lebhaft diskutiert. Zentrales Thema waren diesmal Techniken digitaler Editionen.

Das LRZ ist mit der BAdW sowie weiteren Münchner Wissenschaftsinstitutionen wie LMU, UB, BSB, dem Deutschen Museum, der Monumenta Germaniae Historica, der Historischen Kommission und den Staatlichen Archiven Bayerns ständiges Mitglied in diesem offenen Arbeitskreis, der es sich zum Ziel gesetzt hat, den wissenschaftlichen Austausch über Digitale Geisteswissenschaften sowie deren Trends, Technologien und Methoden in Forschung und Lehre zu fördern.

7 Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C)

Wie bereits in den Vorjahren wurde auch 2017 der Benutzerbetrieb des Zentrums für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) erfolgreich fortgeführt und noch weiter ausgebaut.

Im Frühjahr 2017 wurde das Betriebssystem des Visualisierungsclusters von SUSE Linux Enterprise Server auf Ubuntu Linux umgestellt. Ubuntu hat sich seither als modernere Plattform erwiesen, die den Betrieb von Standardsoftware erleichtert und durch seine weite Verbreitung mehr Benutzerakzeptanz gefunden hat.

Seit Oktober 2017 verstärkt ein neuer Mitarbeiter das Visualisierungsteam, das damit aus 3 Vollzeitbeschäftigten für die Entwicklung von Speziallösungen besteht. Der neue Mitarbeiter ist dabei vorwiegend für den LRZ-Dienst „Remote Visualisierung“ zuständig. Seine primären Aufgaben bestehen darin, einerseits Betrieb und Wartung der existierenden Softwarekomponenten der Remote Visualisierung zu gewährleisten, und andererseits Verbesserungen und Entwicklungen in diesem Bereich voranzutreiben.

Insgesamt verzeichnete das Visualisierungszentrum im Jahr 2017 365 Termine mit annähernd 3.000 Nutzern. (Vergleich Vorjahr: 302 Termine mit annähernd 2.700 Nutzern).

7.1 Aktuelle Projekte im V2C

Aus den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten wurden viele begonnene Projektarbeiten, sofern nicht abgeschlossen, fortgeführt und erweitert. Sie wurden um Anwendungsgebiete aus den Bereichen der Medizin, der Raumfahrt und der Klimaforschung ergänzt.

Gemeinsam mit dem Department für Geo- und Umweltwissenschaften der LMU wurde eine überarbeitete Applikation zur Analyse von simulierten Konvektionsströmen im Erdmantel entwickelt. In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Raumfahrttechnik entstand eine Demoapplikation, die einen Satelliten, inklusive des inneren Aufbaus basierend auf den Konstruktionszeichnungen, in der Virtuellen Realität (VR) zeigt.

Das im Jahr 2016 von Studenten erstellte 3D-Modell der Kammerkapelle der Therese Kunigunde im neuen Schloss Schleißheim wurde 2017 von Mitarbeitern des V2C überarbeitet, um die Qualität wesentlich zu verbessern. Neben detaillierteren 3D-Daten umfasst die Überarbeitung auch neue Texturen, die aufgrund von 2017 erstellten Fotos der Kammerkapelle angefertigt wurden. Die Überarbeitung wurde 2017 noch nicht vollständig abgeschlossen.



Abbildung 21: Rendering des 2017 großteils überarbeiteten 3D-Modells der Kammerkapelle Schleißheim

Im Rahmen des ClimEx Projektes (s. Abschnitt 2.1.2) wurde für die Installationen im V2C eine Visualisierung von Klimadaten zur Analyse von hydrologischen Extremereignissen unter Einfluss des Klimawandels entwickelt.

Ein Kurzfilm aus dem Bereich der Geophysik für die Kuppel des Planetariums des Deutschen Museums wurde weiter vorangetrieben. Dazu kam noch ein weiteres Filmprojekt bei dem das LRZ am Entstehen eines Kurzfilms aus dem Bereich Medizin zum Thema „Virtual Human“ mitgewirkt hat. Dieser Kurzfilm

wurde am 27. September 2017 im Science Museum in London präsentiert – siehe <http://www.compbioed.eu/home/how-to-build-the-virtual-human/>

Das NoMaD Center of Excellence (, ein Projekt das im November 2015 begann, wurde auch in diesem Jahr weitergeführt und die Forschungsergebnisse im Bereich der Visualisierung wurden auf diversen Veranstaltungen präsentiert.

7.2 Veranstaltungen mit Unterstützung des V2C

Neben Veranstaltungen des V2C am LRZ nahm dieses Jahr auch der Einsatz und Verleih von mobilen VR-Geräten (Head-Mounted-Displays; HMD) stark zu. Das V2C nutzte diesen Trend, um einerseits Projekte und Forschungsergebnisse bei diversen Veranstaltungen zu präsentieren und andererseits, um Partner mit dem Verleih von Hardware zu unterstützen.

Im Februar wurden im Rahmen des Kurses „Kunst und Multimedia“ entwickelte Projekte mit den mobilen VR Geräten des LRZ in der „Pfennigparade“ gezeigt. Beim 2. NoMaD Industry Meeting wurden Forschungsergebnisse mit einem HMD präsentiert.

Im April wurde an der LMU bei der Veranstaltung „Informatik Mitten im Leben“ publikumswirksam eine portable Version einer am LRZ entwickelten wissenschaftlichen Visualisierung mit Hilfe eines HMD präsentiert. Im selben Monat wurden beim NoMaD Data Workshop 1 die Zwischenergebnisse des Forschungsprojektes vorgestellt. Wie bereits im Vorjahr wurde dem Bayerischen Filmzentrum als Partner Hardware für die erste von zwei „i4c“ Veranstaltungen („International conference and exhibition for VR and AR“) des Jahres 2017 zur Verfügung gestellt.

Der Tag der offenen Tür der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (Mai 2017) wurde als Gelegenheit genutzt, um interessierten Besuchern Forschungsprojekte des V2C mit HMDs zu demonstrieren.

Im Juni nahmen Mitarbeiter des V2C an der „ISC High Performance“ teil: Am Stand des Gauss Centre for Supercomputing konnten interessierte Messebesucher eine wissenschaftliche Visualisierung zur Analyse von simulierten Konvektionsströmen im Erdmantel betrachten.

Beim „VR Creators Lab“ (Juli) wurde erneut Hardware für eine Veranstaltung des Bayerischen Filmzentrums zur Verfügung gestellt. Im August waren die HMDs des V2C am Ars Electronica Festival in Linz im Einsatz: Studenten des Studienganges „Kunst und Multimedia“ (LMU) konnten dort die Gelegenheit wahrnehmen, mit den HMDs des V2C ihre studentischen Arbeiten einem breiten Publikum zu präsentieren. Im selben Monat fand auch der „NoMaD Summer 2017“ in Berlin statt. Dabei wurden Ergebnisse des NoMaD Projektes mit mobilen VR-Lösungen gezeigt.

Im September wurden dem Bayerischen Filmzentrum erneut die HMDs für das zweite „i4c“ Event des Jahres zur Verfügung gestellt. Beim „Biolab Summer of Simulation“ im Oktober wurden Ergebnisse des NoMaD Projektes mit HMDs gezeigt. Am 21.10.2017 veranstaltete das LRZ den jährlichen Tag der offenen Tür bei dem interessierte Besucher unter anderem auch die Installationen des V2C und diverse Projektvorführungen mit mobilen VR-Lösungen erleben konnten.

Im November präsentierte sich das V2C mit einem HMD auf dem LRZ-Stand auf der Supercomputing Conference 2017 in Denver, Colorado, während ein anderes HMD auf einem Meeting des ClimEx Projektes in Montreal vertreten war. Im Dezember fand, wie jedes Jahr, der „Open Lab Day“ statt, bei dem die Studenten der Vorlesung „Virtual Reality“ ihre Projekte der Öffentlichkeit präsentieren konnten.

Neben diesen Veranstaltungen war das V2C auch in einem Fernsehbeitrag zu „50 Jahre Informatik in München“ (ARD) sowie einem Beitrag im Magazin „nano“ zum Thema Holodeck (3sat) vertreten.

7.3 Lehre mit Unterstützung des V2C

Im Sommersemester wurden sowohl die Installationen des V2C als auch die HMDs im Rahmen des Kurses „Kunst und Multimedia“ der Ludwig-Maximilians-Universität genutzt, bei dem sich die Studenten Kenntnisse im Bereich der 3D-Modellierung aneignen und die Ergebnisse Ihrer Arbeit in VR erleben können. Die so entstandenen Abschlussarbeiten wurden, wie bei den Veranstaltungen erwähnt, in der „Pfennigparade“ mit den HMDs des V2C ausgestellt.

Im Rahmen der Vorlesung „Virtual Reality“ wurden Studenten der LMU (Studiengänge Informatik und Medieninformatik) sowie TUM (Studiengang Games Engineering) Grundlagen und Kenntnisse zu diesem Themenbereich vermittelt. Zum erfolgreichen Abschluss der Vorlesung mussten die Studenten ein VR-Projekt für die 5-seitige Projektionsanlage des V2C entwickeln. Im Rahmen des „Open Lab Day“ wurden diese Projekte im Dezember präsentiert.

In Zusammenarbeit mit der LMU konnten drei Masterarbeiten erfolgreich abgeschlossen werden. Aktuell sind vier Masterarbeiten, eine Bachelorarbeit und mehrere Praktika in Betreuung durch das Team für VR und Visualisierung.

8 IT-Server-Infrastruktur

Die Serversysteme für Anwendungen des LRZ und der Kunden liefen in 2017 unauffällig. Die Anzahl virtueller Server bzw. Maschinen (VMs) hat zum ersten Mal die Marke von 2.000 überschritten. Die Anzahl der Projekte, die VMs beim LRZ betreiben, hat sich von 70 (Ende 2016) auf 103 (Ende 2017) um über 47% erhöht.

Die zum Einsatz kommenden Betriebssysteme unterteilen sich in etwa 18% Windows- und 82% Linux-VMs. Die Linux-VMs unterteilen sich wiederum in 73% SUSE-, 24% Debian- und 2% Ubuntu-Installationen. Die restlichen 1% bilden sich aus verschiedenen Linux-Betriebssystemen, wie z.B. RedHat oder CentOS.

Seit etwa 3 Jahren ist ein kontinuierlicher Anstieg der Anzahl von VMs zu verzeichnen. Die Außerbetriebnahmen und Neuhinzunahmen führen zu einem durchschnittlichen Zuwachs von etwa 25 VMs pro Monat.

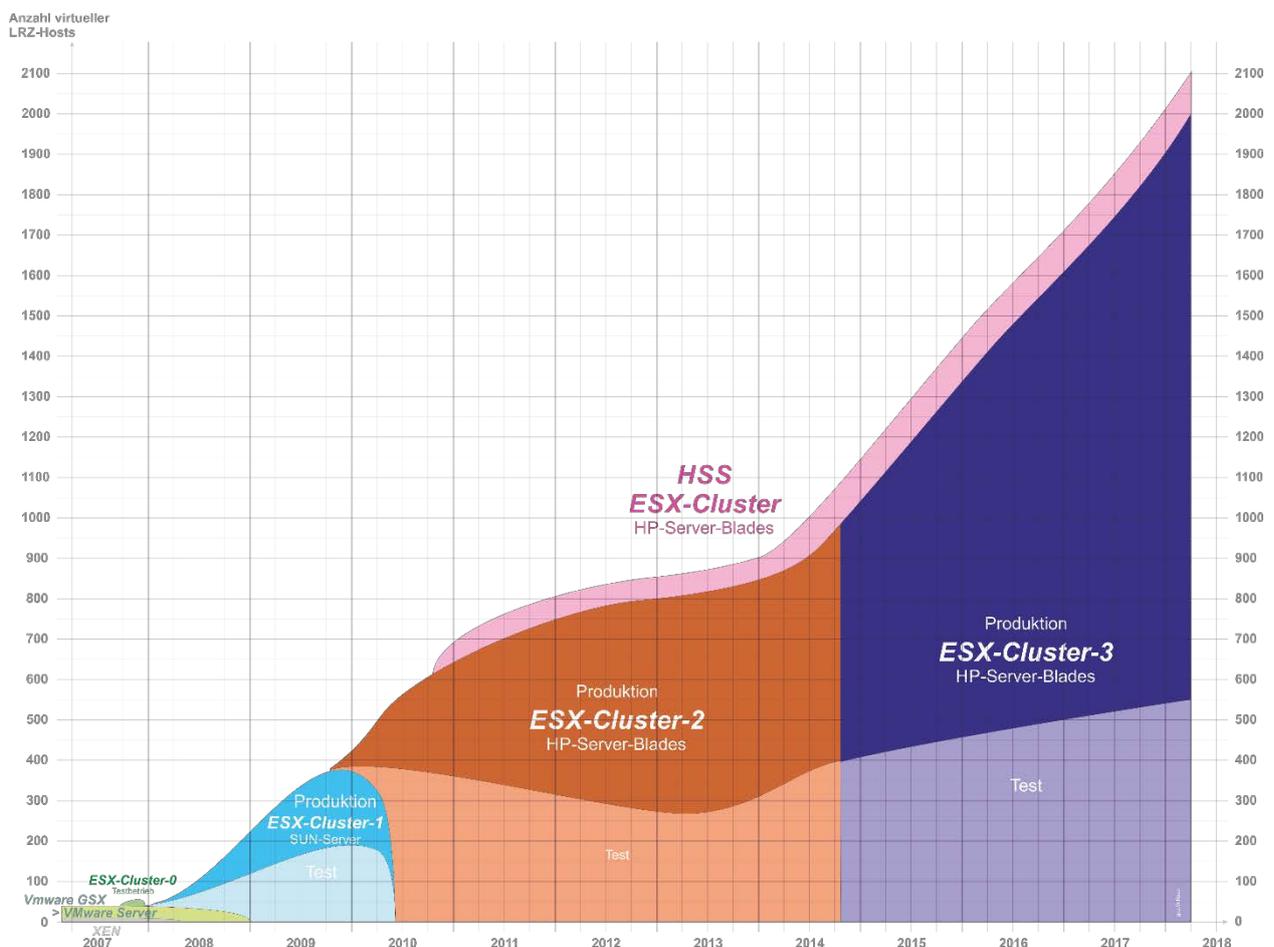


Abbildung 22: Virtuelle Serverinstanzen am LRZ

8.1 Linux-Server

Am Beginn des Jahres 2017 stand noch bei einigen SLES-12-Installationen die Aktualisierung von ServicePack 1 auf Service-Pack 2 an. Bis zum Mai 2017 waren diese Aktualisierungen abgeschlossen. Mitte Juli erschien das Service-Pack 3, das bis Ende März 2018 eingespielt werden muss.

Bei SLES-11 gab es im Berichtsjahr keine Aktualisierung für das im Einsatz befindliche Service-Pack 4.

Seit Beginn des Berichtsjahres ist Debian-9 „Stretch“ verfügbar und wird bei Debian-Neuinstallationen bevorzugt. Ohne Zeitlimit werden und wurden Server mit Debian-8 „Jessie“ auf die vorgenannte Version aktualisiert.

Seit Mitte 2017 sind Ubuntu-VMs für Mitarbeiter und Kunden offiziell unterstützt. Zur Auswahl steht dabei die Version 16.04.

8.2 Linux-Arbeitsplätze

Im Bereich der Arbeitsplatz-PCs wurde zu Jahresbeginn das anstehende Upgrade von openSUSE13.2 auf openSUSE42.2 Leap aktiviert. Seit Ende 09/2017 steht auch openSUSE42.3 Leap zur Verfügung.

Die aktuellen Versionen können in Eigenregie durch die Mitarbeiter auf die jeweils genutzten PCs entweder als Upgrade oder als komplette Neuinstallation eingespielt werden. Die Aktualisierung wird mittels PXE-Boot eingeleitet. Neben einer Basisinstallation kann openSUSE auch als VM auf einem PC, z.B. mittels VirtualBox, eingesetzt werden. Dies empfiehlt sich gerade bei Laptop-Installationen mit Windows-Betriebssystem.

8.3 Windows

Am LRZ werden derzeit rund 270 (2016: 235) physische oder virtuelle Windows Server betrieben. Der Anteil der virtuellen Systeme liegt bei über 90%. Es hat sich in den vergangenen Jahren wiederholt gezeigt, dass es unter Umständen nicht sinnvoll ist, bestimmte Systeme zu virtualisieren. So werden die Mailbox-Server für die Exchange-Infrastruktur mit physischer Hardware betrieben, um den Storage direkt anbinden zu können. Aus Performancegründen werden noch ein SQL-Cluster und vier von fünf Domain Controllern des MWN-Active Directory mit physischer Hardware betrieben, da die Leistungsfähigkeit der virtuellen Maschinen zu gering ist. Auch verhindern bestimmte Anwendungen wie z.B. für das Gebäudemanagement am LRZ oder Überwachungskomponenten, die möglichst unabhängig von weiterer Infrastruktur betrieben werden müssen, eine Virtualisierung.

Die momentan unterstützten Betriebssystemversionen am LRZ reichen von Windows Server 2008 R2 bis zur aktuellen Version Windows Server 2016. Windows Server ist dabei das Basisbetriebssystem für verschiedene höherwertige Dienste am LRZ wie Active Directory, Exchange oder Terminalserver.

Installation, Pflege und Reporting der Systeme erfolgten über den zentralen Microsoft System Center Configuration Manager 2016 (SCCM) am LRZ, der auch für die Clientsysteme Verwendung findet. Für Monitoring und Alerting findet der Microsoft System Center Operation Manager 2012 R2 (SCOM) von Microsoft Verwendung, der mit seinen vorgefertigten Management Packs gezielt nicht nur das Betriebssystem, sondern auch die auf den Servern betriebenen Dienste wie Active Directory, Exchange oder MS SQL überwacht.

9 Compute Dienste

9.1 Höchstleistungsrechner SuperMUC

Beide Installationsphasen des Höchstleistungsrechners „SuperMUC“ befinden sich im Regelbetrieb und liefern im Berichtszeitraum, soweit es die Rechenknoten angeht, sehr stabil. Für eines der angeschlossenen parallelen Dateisysteme führte jedoch eine notwendige Systemwartung an den Storage-Servern Ende Juni zur Destabilisierung des I/O-Betriebs, deren vollständige Behebung durch Lenovo und IBM sich wegen der Komplexität der festgestellten Hardware- und Software-Probleme über fast drei Monate hinzog. Das Problem ließ sich nur durch On-Site-Analyse am LRZ analysieren, weshalb auch Teams von IBM und Lenovo vor Ort waren. Bis 22. September wurden 4 Fixes bereitgestellt. Seitdem läuft das Dateisystem wieder stabil. Während der Instabilitätsphase war das Dateisystem die meiste Zeit an den Login-Knoten verfügbar. Datenverluste oder Datenkorruption der Bestandsdaten traten keine auf. Nutzer konnten, soweit möglich, für den Produktionsbetrieb auf das zweite verfügbare Dateisystem ausweichen.

Trotz dieser Betriebseinschränkungen konnte über das Berichtsjahr eine Gesamtauslastung des SuperMUC-Systems von 85% erreicht werden.

Das SuperMUC Bestandssystem (Phase 1 + Phase 2) soll bis Ende 2018 betrieben werden. Die Installation der ersten Phase des Nachfolgesystems „SuperMUC-NG“ soll in den derzeit noch freien Bereich des Höchstleistungsrechnerraums im LRZ erfolgen. Wegen der höheren Gewichte der Rechnerracks muss der Doppelboden in diesem Bereich verstärkt werden. Darüber hinaus sind die Installation von Wärmetauschern und der Warmwasserkühlungsinfrastruktur im Doppelboden sowie mehrerer Adsorptionskältemaschinen im Technikbereich und weiterer Rückkühlwerke auf dem Dach des Rechnergebäudes nötig. Wegen der hierzu notwendigen Baumaßnahmen können im Laufe des Jahres 2018 auch Betriebsunterbrechungen am Bestandssystem notwendig werden.

9.1.1 Nutzung von SuperMUC

Die folgende Abbildung 23 zeigt die pro Quartal abgegebene Rechenzeit und die maximal mögliche Abgabe (im Zeitraum 4Q 2011- 3Q 2012 waren nur die „fetten“ SuperMUC-Knoten als Migrationssystem in Betrieb). Der Anstieg an verfügbaren Ressourcen durch die neuen Haswell-Knoten der Phase 2 ab Mitte 2015 ist deutlich erkennbar. Die Auslastung lag im Jahr 2017 bei dem angestrebten Wert von 85%.

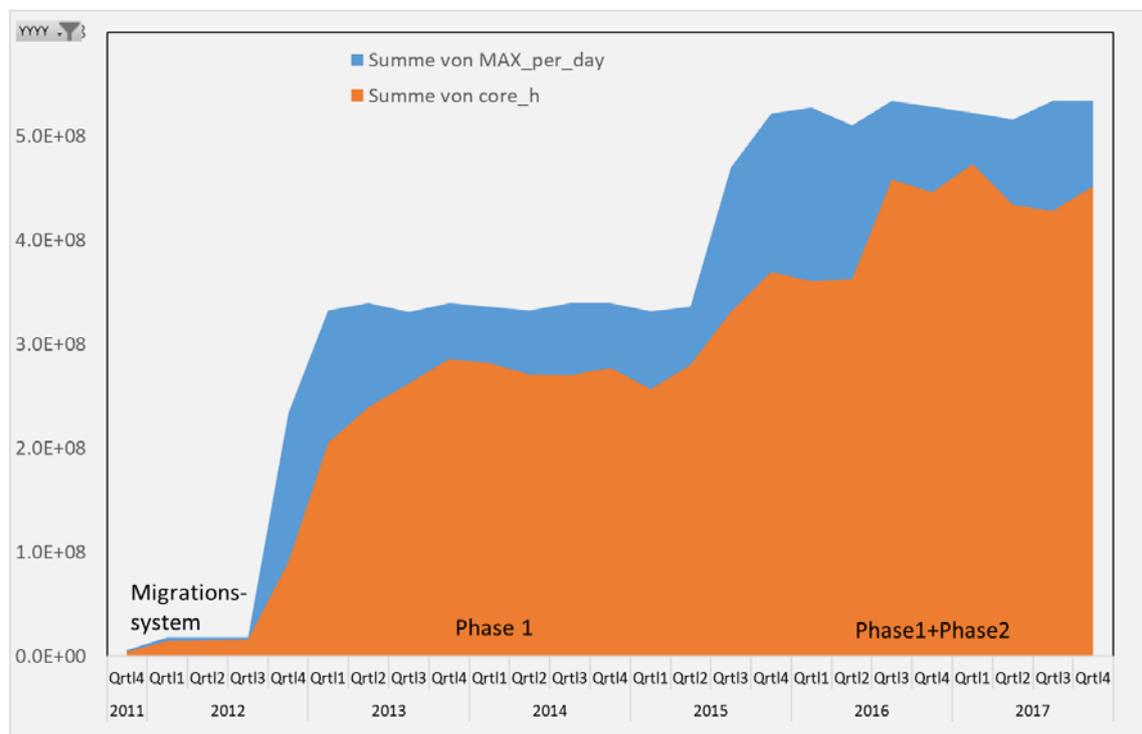


Abbildung 23: Abgegebene Rechenzeit in Core-Stunden und maximal möglich Abgabe.

Im Jahr 2017 hat SuperMUC fast 1.8 Milliarden Core-Stunden an Rechenzeit abgegeben. Die jährlich abgegebene Rechenzeit ist in der folgenden Tabelle angegeben:

Tabelle 13: Abgegebene Rechenzeit des SuperMUC in Core-Stunden

2012	136 Mio
2013	993 Mio
2014	1.100 Mio
2015	1.238 Mio
2016	1.628 Mio
2017	1.787 Mio
SuperMUC gesamt	6.883 Mio

Der Anteil an der Nutzung der Rechenzeit durch die einzelnen Fachgebiete ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Wie in den vergangenen Jahren auch kommen die Hauptnutzer aus den Bereichen Fluidodynamik und Astrophysik. Durch einige große QCD-Projekte überstieg diesmal die Nutzung durch die Hochenergiephysik, diejenige aus den Lebenswissenschaften.

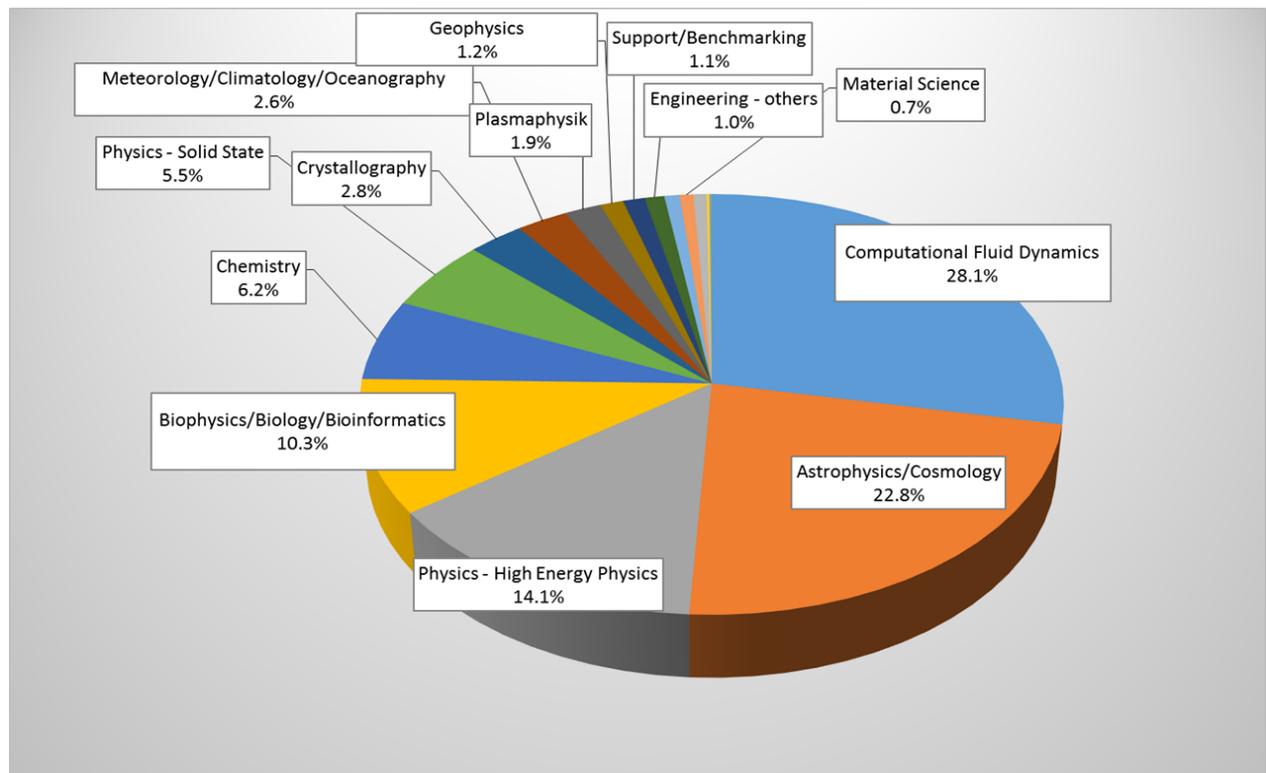


Abbildung 24: SuperMUC-Nutzung durch Fachgebiete im Jahr 2017

9.1.2 Das Intel Xeon Phi System (SuperMIC)

Die Nutzung des SuperMIC-Systems hat sich im Berichtsjahr deutlich reduziert; es wird außer für Kursveranstaltungen kaum noch benutzt. Grund hierfür ist die Verfügbarkeit neuerer und leichter handhabbarer Many-Core Prozessor-Architekturen, etwa im CoolMUC-3 System (Kapitel 9.3.2.1).

9.2 Nachfolgesystem SuperMUC-NG

SuperMUC-NG wird das Nachfolgesystem zu SuperMUC sein, NG steht hierbei für **Next Generation**. Mit dem neuen System soll nicht nur eine deutliche Steigerung der Rechenleistung erreicht werden, sondern es soll auch die Verarbeitung und Visualisierung der riesigen Datenmengen erleichtern, die in wachsendem

Maße bei Experimenten und Simulationen anfallen. Ziel ist es, den Forscherinnen und Forschern größtmögliche Freiheit beim Einsatz eigener Software- und Visualisierungsumgebungen für die Verarbeitung der vom Supercomputer generierten Daten zu gewähren und diese Ergebnisse mit anderen zu teilen. Zur besseren Integration mit modernen Konzepten zur Verarbeitung und Visualisierung dieser riesigen Datenmengen wird SuperMUC-NG auch eine Compute-Cloud-Komponente enthalten, die an die parallelen Dateisysteme angeschlossen ist.

9.2.1.1 Marktanalyse

Bereits in den letzten beiden Jahren hatte das LRZ im Hinblick auf die Beschaffung des nächsten Höchstleistungsrechners SuperMUC-NG zahlreiche Aktivitäten unternommen. Hierzu zählten Benutzerbefragungen, eine Benutzerdiskussion im Verlauf des Review-Workshops, die Koordination der Planungen innerhalb des GCS, Vorgespräche mit den Ministerien sowie die Antragsstellung. Darüber hinaus wurden zahlreiche Gespräche mit Herstellern zur Markterkundung durchgeführt.

Auf Basis dieser Informationen und den Erfahrungen aus dem Betrieb von Höchstleistungsrechnern hat das LRZ einen ersten Satz von Dokumenten (u.a. Bewerbungs- und Vertragsbedingungen, Leistungsbeschreibung, Entscheidungskriterien) und Benchmark-Programmen für ein Beschaffungsverfahren in Form eines Wettbewerblichen Dialogs erstellt.

9.2.2 Auswahlverfahren

Das Auswahlverfahren wurde durch einen Auswahlausschuss bestehend aus anerkannten Experten begleitet. Bei der Zusammensetzung des Auswahlausschusses wurden sowohl die bei den Nutzern der GCS-Höchstleistungsrechner vertretenen verschiedenen Fachgebiete als auch deren regionale Verteilung in Deutschland berücksichtigt.

Der Teilnehmerwettbewerb für das SuperMUC-NG-Beschaffungsverfahren wurde noch im Dezember 2016 gestartet. Fristgerecht bis 23.01.2017 waren Teilnahmeanträge von fünf Bieterfirmen eingegangen. Nach Auswertung der Teilnahmeanträge wurde Anfang Februar 2017 die erste Dialogphase des Wettbewerblichen Dialogverfahrens mit 5 Bietern gestartet. Zweck dieser ersten Dialogphase war die Diskussion der Vergabeunterlagen mit den Bietern und die Überarbeitung derselben.

Am Ende der ersten Dialogphase waren alle Bieter gefordert, gültige quantifizierbare Zwischenangebote abzugeben, anhand derer zwei Bieter für die zweite und finale Dialogphase zugelassen wurden. Mit den verbliebenen beiden Bietern wurden in der zweiten Dialogphase die Vergabeunterlagen weiter detailliert. Am Ende dieser Dialogphase waren beide Bieter erneut gefordert, gültige und quantifizierbare Endangebote abzugeben.

Das gesamte wettbewerbliche Dialogverfahren umfasste zahlreiche Gespräche und mehr als 20 ganztägige Verhandlungen mit den beteiligten Firmen. Hinzu kamen noch zweimal drei Wochen Zeit, in denen die mehr als zweihundert Seiten starken Angebote und Benchmarkergebnisse durch die Teams aus der Abteilung Hochleistungssysteme ausgewertet wurden.

Basierend auf diesen technischen Auswertungen der Angebote durch das LRZ erteilte, die aus Mitgliedern des Beirats des LRZ, sowie anderen hochrangigen deutschen Wissenschaftlern bestehende Auswahlkommission dem LRZ die Genehmigung, Intel-Lenovo den Zuschlag für die Lieferung und Installation des Höchstleistungsrechners SuperMUC-NG zu erteilen.

Dementsprechend erteilte das LRZ der Bietergemeinschaft Intel-Lenovo am 17. November 2017 den Zuschlag für die Lieferung eines direkt-warmwassergekühlten Höchstleistungsrechners. Sofort anschließend erfolgten umfangreiche Verhandlungen zur Vertragsgestaltung.

Am 14. Dezember 2017 wurde schließlich der Vertrag zur Lieferung von SuperMUC-NG vom Bayerischen Staatsminister Dr. Ludwig Spaenle, dem Akademiepräsidenten Prof. Dr. Thomas O. Höllmann, dem Leiter des LRZ Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller sowie dem Vize-Präsidenten der Intel Data Center Group Charles Wuischpard unterzeichnet.



Abbildung 25: Vertragsunterzeichnung SuperMUC-NG (Scott Tease, Charles Wuischpard, Dieter Kranzlmüller, Thomas O. Höllmann, Ludwig Spaenle, v.l.n.r.)

9.2.3 Kennzahlen des neuen Rechners

Der neue Höchstleistungsrechner SuperMUC-NG am LRZ wird mit insgesamt mehr als 6.400 Lenovo ThinkSystem SD 650 DWC Rechenknoten ausgestattet sein, die auf dem Intel Xeon Scalable Prozessor (Intel® Xeon® Platinum 8168) basieren. Als Hochgeschwindigkeitsverbindung zwischen den Rechenknoten wird die Intel Omni-Path-Architektur eingesetzt, wobei die Netz-Topologie ähnlich zum aktuellen SuperMUC-Hochgeschwindigkeitsnetz eine sogenannte „pruned Fat-Tree-Topologie“ besitzen wird. Die insgesamt mehr als 300.000 Rechenkernere werden eine theoretische Spitzenrechenleistung von 26,7 PFlop/s (das sind 26.700.000.000.000.000 Gleitkommaoperationen pro Sekunde) aufweisen. Das System wird mit mehr als 700 TByte Hauptspeicher und mehr als 70 PByte Plattenspeicher ausgestattet sein.

Das System wird im Jahr 2018 geliefert werden und eine LINPACK-Benchmark Leistung von mindestens 20.4 PFlop/s aufweisen.

SuperMUC-NG wird, wie sein Vorgänger, mit warmem Wasser gekühlt werden. Der für die Integration des Systems verantwortliche Hersteller Lenovo entwickelte ein Kühlkonzept, das die Stromkosten weiter senkt und die Abwärme des Rechners zur Erzeugung von Kaltwasser mittels Adsorptionskältemaschinen nutzt, eine Technologie, bei der das LRZ schon mit dem CoolMUC-2 eine Vorreiterrolle übernommen hat. Weitere Kennzahlen des neuen Systems sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 14: Kennzahlen von SuperMUC-NG

Nodes und CPUs	Thin Nodes	Fat Nodes
Processor type	Intel Skylake	Intel Skylake
Total number of nodes of this type	6.336	144
Number of cores per node	48	48

Total CPU Cores	304.128	6.912
Number of islands with this node type	8	1
Nominal frequency (GHz)	2.70	2.70
Peak frequency (Turbo GHz)	3.70	3.70
Floating point operations per core per clock (Fused AddMul counts as 2)	32	32
Peak floating point performance of one core @nominal (GFlop/s)	86.40	86.40
Total Peak PFlop/s General Purpose @ nominal (PFlop/s)	26.28	0.60
Memory		
Memory per Node (Gbyte)	96	768
Total Memory of this type	608	110
High Performance Interconnect		
Type	Intel Omni-Path 100G	Intel Omni-Path 100G
Topology	Pruned Fat Tree	Pruned Fat tree
Gesamtsystem	Thin + Fat	
Total Nodes	6.480	
PEAK @ nominal (PFlop/s)	26.9	
Linpack (Pflop/s)	20.4	
Hauptspeicher (TByte)	718	
High Performance Parallel Filesystem, Kapazität (PByte)	50	
High Performance Parallel Filesystem, Bandbreite (GByte/s)	500	
Data Science Storage, Kapazität (PByte)	20	
Data Science Storage, Bandbreite (GByte/s)	70	
Home Filesystem, Kapazität (Pbyte/s)	0.256	
Kühlung	Direkte Warmwasserkühlung	
Abwärmenutzung	Erzeugung von Kälte mittels Adsorptionskältemaschinen	
Software		
Betriebssystem	Suse Linux	
Batchsystem	SLURM	
Paralleles Filesystem	IBM GPFS	
Entwicklungsumgebung	Intel Parallel Studio XE	
Message Passing	Intel MPI, MPICH, u.a.	
Cloud Components		
Nodes with two Nvidia V100 GPUs	32	
Nodes without GPUs	32	

9.2.4 Finanzierung

SuperMUC-NG wird im Rahmen eines Strategie- und Finanzierungsplanes für das Gauss Centre for Supercomputing (GCS) gemeinsam von Bund und Freistaat Bayern je zur Hälfte finanziert. Die Gesamtkosten der ersten Phase des Projektes betragen bei einer Laufzeit von 6 Jahren 96 Millionen Euro. Darin sind die Kosten für Energie, Wartung und Personal eingeschlossen. Bayerns Wissenschaftsminister Dr. Ludwig Spaenle sagte hierzu „Für exzellente Forschung und Entwicklung braucht es exzellente Arbeitsbedingungen. Mit dem künftigen Höchstleistungsrechner SuperMUC-NG begegnen wir diesem Bedarf und schaffen die Voraussetzungen dafür, dass am Wissenschaftsstandort Bayern in diesem Bereich weiterhin Spitzenforschung betrieben werden kann“. Das Echo auf die Pressemitteilung des LRZ war entsprechend groß. Eine Auswahl findet man unter:

- Deutsch: <http://www.badw.de/die-akademie/presse/pressemitteilungen/pm-einzelartikel/detail/supermuc-ng-next-generation-hoehchstleistungsrechner-am-leibniz-rechenzentrum.html>
- Englisch: http://www.badw.de/fileadmin/user_upload/Files/BADW/pressemitteilungen/2017/pm-40-17/40_LRZ_SuperMUC_NG_english.pdf

9.3 Linux-Cluster

9.3.1 Nutzung des Linux-Clusters

Die Entwicklung der Anzahl von Nutzern und Projekten, der Anzahl Jobs und der abgegebenen Rechenzeit am Linux-Clusters ist in der folgenden Tabelle aufgeführt. Sowohl bei der Anzahl Nutzer als auch bei der Anzahl Projekte sind deutliche Zuwachsraten für diesen Dienst festzustellen. Dies dürfte zum einen auf das gute Service- und Softwareangebot des LRZ zurückzuführen sein, zum anderen darauf, dass neue Benutzergruppen, z. B. aus dem Bereich Life Science, den Linux-Cluster nutzen. Ebenso ist eine deutliche Steigerung der abgeschöpften Rechenzeit und Job-Anzahl zu beobachten; der Faktor von jeweils mehr als drei in den letzten beiden Jahren erklärt sich aus der neuerdings im SLURM-Warteschlangensystem unterstützten „Array-Job“-Funktionalität, die die Submission einer parametrisierten Job-Sequenz mit einem Befehl ermöglicht.

Tabelle 15: Anzahl Nutzer und Projekte

Jahr	Benutzer	Projekte	Rechenzeit inkl. Housing (Mio Core-h)	Rechenzeit LRZ-Systeme	Jobs inkl. Housing
2013	553	145	47.7	44.1	1.023.895
2014	448	132	49.4	46.7	1.052.479
2015	504	149	62.3	58.9	949.480
2016	634	175	118.8	113.4	3.546.001
2017	872	218	170.3	130.1	10.897.607

Institution	Core-h	Anteil (%)	Jobs	Anteil (%)
LRZ und Bayerische Akademie der Wissenschaften	3,537,886	2.0	19.427	0.2
Bayerische Hochschulen, soweit nicht gesondert erfasst	29,755,359	17.2	36.321	0.3
Hochschule Regensburg	203,334	0.1	469	0.0
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt	132,157	0.1	1.788	0.0
Universität Augsburg	962,900	0.6	5.545	0.1
Universität Bamberg	763,181	0.4	2.332	0.0
Universität Bayreuth	24,471,263	14.1	3.428	0.0

Institution	Core-h	Anteil (%)	Jobs	Anteil (%)
Universität Erlangen	1,326,105	0.8	627	0.0
Universität Regensburg	452,940	0.3	17.081	0.2
Universität Würzburg	1,443,479	0.8	5.051	0.0
Hochschule München	9,951,773	5.7	4.793	0.0
Fakultät für angewandte Naturw. und Mechatronik	9,874,922	5.7	4.698	0.0
Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeug- u. Flugzeugtechnik	76,851	0.0	95	0.0
Ludwig-Maximilians-Universität München	32,197,551	18.5	3.863.028	35.4
Fakultät für Betriebswirtschaft	35,938	0.0	11.815	0.1
Fakultät für Biologie	2,224,842	1.3	108.135	1.0
Fakultät für Chemie und Pharmazie	13,129,549	7.6	350.427	3.2
Fakultät für Geowissenschaften	1,106,029	0.6	4.818	0.0
Fakultät für Mathematik, Informatik und Statistik	2,406,881	1.4	1.817.365	16.7
Fakultät für Medizin	1,323,888	0.8	238.086	2.2
Fakultät für Psychologie und Pädagogik	11,782,567	6.8	1.208.071	11.1
Fakultät für Sprach- und Literaturwissenschaften	62,243	0.0	124.134	1.1
Volkswirtschaftliche Fakultät - Department of Economics	71,577	0.0	67	0.0
Zentrale Einrichtungen und Verwaltung	54,037	0.0	110	0.0
Technische Universität München	75,617,170	43.8	2.077.365	19.0
Chemie	24,059,908	13.9	973.726	8.9
Elektrotechnik und Informationstechnik	1,556,198	0.9	2.776	0.0
Informatik	3,640,157	2.1	195.345	1.8
Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt (BGU)	4,265,230	2.5	602.251	5.5
Maschinenwesen	33,515,636	19.4	46.303	0.4
Mathematik	2,187,416	1.3	61.872	0.6
Medizin	436,602	0.3	7.081	0.1
Physik	4,312,489	2.5	103.592	1.0
TUM School of Education	29,185	0.0	72	0.0
Wirtschaftswissenschaften {TUM School	81,365	0.0	348	0.0
Wissenschaftszentrum Weihenstephan für	983,215	0.6	79.032	0.7
Zentrale Einrichtungen und Verwaltung	549,769	0.3	4.967	0.0
Bayerische Staatsbibliothek Digitalisierung	446,938	0.3	2.279.995	20.9
Large Hederon Collider Grid (LCG)	21,182,221	12.2	2.616.309	24.0
Sonstige	375,434	0.2	369	0.0
Total	173,064,332	100.0	10.897.607	100.0

9.3.2 Erweiterungen des Linux-Clusters

9.3.2.1 CoolMUC-3

Basierend auf dem Ergebnis einer bereits Ende 2016 erfolgten, von der Chemnitzer Firma MEGWARE gewonnenen Ausschreibung wurde im August ein warmwassergekühltes Cluster „CoolMUC-3“ mit 148 Many-Core-Knoten (Intel Xeon Phi 7210F) und OmniPath-Verbindungsnetz installiert. Die Abnahme des Systems wurde Ende Oktober erfolgreich abgeschlossen, u.a. mit einer gemessenen LINPACK-Benchmark Leistung von 255 TeraFlop/s.

Tabelle: Kennzahlen von CoolMUC-3

CoolMUC3	
Hardware	
Anzahl Rechenknoten	148
Cores pro Rechenknoten	64
Hyperthreads pro Core	4
Core-Standardfrequenz	1.3 GHz
Hauptspeicher (DDR4) pro Rechenknoten	96 GB (Bandbreite 80.8 GB/s)
High Bandwidth Memory pro Rechenknoten	16 GB (Bandbreite 460 GB/s)
Bandbreite pro Rechenknoten zum Interconnect	25 GB/s (2 Links)
Anzahl Omnipath Switches (100SWE48)	10 + 4 (je 48 Ports)
Bisektionsbandbreite des Interconnect	1.6 TB/s
Latenz des Interconnect	2.3 μ s
Spitzenrechenleistung des Gesamtsystems	394 TFlop/s
Infrastruktur	
Elektrische Leistung unter Last	62 kVA
Abwärmeanteil in Warmwasser	97%
Mögliche Inlet-Temperaturen der Wasserkühlung	30 ... 50 °C
Temperaturdifferenz zwischen Outlet und Inlet	4 ... 6 °C
Software (Betriebssystem und Programmentwicklung)	
Betriebssystem	SLES12 SP2 Linux
MPI	Intel MPI, alternativ OpenMPI
Compiler	Intel icc, icpc, ifort 2017
Performance-Bibliotheken	MKL, TBB, IPP
Tools zur Performance- und Korrektheitsanalyse	Intel Cluster Tools



Abbildung 26: CoolMUC-3

Mit CoolMUC-3 steht den HPC-Nutzern der bayerischen und Münchner Universitäten eine bislang noch nicht am LRZ betriebene Cluster-Architektur zur Verfügung, die auf hochgradig parallelisierbare und vektorisierbare Anwendungen ausgerichtet ist. Mit der ausgereiften Entwicklungs-Software von Intel wird die gezielte Analyse und Optimierung von Anwendungen für diesen Architekturtyp unterstützt.

Das neue Cluster wird neben seiner Verwendung für den regulären Nutzerbetrieb auch ein Forschungsgerät für die notwendigen Vorbereitungen auf künftige HPC-Architekturen sein. Die Aktivitäten hierzu erstrecken sich hierbei sowohl auf die weitere Verbesserung des energieeffizienten Betriebs als auch auf die in Anwendungen notwendigen Restrukturierungen. In CoolMUC-3 sind z. B. die Versorgungsnetzteile wassergekühlt, was eine thermische Isolierung der Racks ermöglicht und damit die Wärmeabgabe an die Umgebungsluft reduziert; die Auswirkungen auf die Energie-Umsätze sind derzeit Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Darüber hinaus werden auch Möglichkeiten zu einer feingranularen Steuerung von Applikationen untersucht, um den Energieverbrauch weiter zu reduzieren.

Innerhalb vieler Applikationen sind oft leistungsmindernde Faktoren zu finden, die sich auf modernen Prozessoren besonders stark bemerkbar machen; leider sind diese Faktoren oft tief im Design des Daten-Layouts verankert, sodass der Arbeitsaufwand zur Lösung der Probleme erheblich sein kann. In gewissem Umfang stellt die von Intel gelieferte Entwicklungsumgebung Unterstützung für die systematische Optimierung bereit, etwa für eine Konversion von einem (meist nicht vektorisierbaren und daher ungünstigen) Array-of-Structures Layout auf Structures-of-Arrays, oder für die Identifikation von seriell laufenden Code-Bereichen, die dann auf Multi-Threading umgestellt werden können.

9.3.2.2 Teramem 1

Anfang des Jahres wurde ein neues Shared-Memory-System „Teramem1“ installiert und in Betrieb genommen. Hierbei handelt es sich um ein von HPe geliefertes Vier-Sockel-System vom Typ DL-580 auf der Basis von Intel Broadwell-Prozessoren. Mit einem Hauptspeicherausbau von 6 TByte dient dieser Server als partieller Ersatz für die inzwischen veraltete sgi UltraViolet „UV 1000“.

9.3.2.3 DGX-1 und weitere GPU-Systeme

Um dem wachsenden Interesse der universitären Forschung an der Anwendung von Methoden des „Machine-Learning“ (ML) gerecht zu werden, hat das LRZ in diesem Bereich in den Aufbau von Know-How und Verarbeitungskapazitäten investiert. Prototypisch für künftige ML-Dienste wurde hierbei in einer europaweiten Ausschreibung eine NVidia DGX-1 beschafft. Es handelt sich um ein von der Firma FluiDyna geliefertes Server-System, das mit acht Graphik-Prozessoren vom Typ Tesla P100 ausgestattet ist. Die für

16-Bit-Gleitkommaoperationen erzielbare Spitzenleistung dieses Systems beträgt 170 TFlop/s. Neben den Software-Innovationen ist hier auch die Untersuchung der Eigenschaften des neuartigen NVLink-Verbindungsnetzes zwischen den GPUs von Interesse, von dem man sich für Multi-GPU-Anwendungen einen deutlichen Skalierbarkeits-Zuwachs verspricht. Wegen der Neuartigkeit des Dienstes, und auch wegen der noch nicht ausentwickelten Software-Schnittstellen ist auch das Betriebskonzept noch nicht endgültig festgeschrieben. Derzeit erfolgt der Zugriff über die Datalab-Schnittstelle (<https://datalab.srv.lrz.de/>) und es wird das Gesamtsystem für einen begrenzten Zeitraum vollständig einem Nutzer zugewiesen. Das Konzept beruht auf einem cloud-artigen Betriebsmodell. Das LRZ bietet Beratung zur den Werkzeugen, die die Nutzer benötigen, und hilft bei der Anpassung und Optimierung der Tools für Machine Learning.

9.4 LRZ Compute-Cloud

Die LRZ Compute Cloud, deren Infrastructure-as-a-Service (IaaS) Angebot dem kommerzieller Anbieter wie Microsoft Azure oder Amazon AWS ähnelt, erfreut sich wegen ihrer außergewöhnlichen Flexibilität in der Anwendung steigender Beliebtheit. So stieg die Zahl der Benutzer in 2017 von etwa 500 auf 760 an, ein Anstieg um 52%. Die Cloud hat sich bei den Anwendern bereits einen festen Platz für vorlesungsbegleitende Übungen, Computing-on-demand (bei dem automatisch die Zahl der benutzten Rechner je nach Bedarf geändert wird), lange laufende (mehrere Monate dauernde) Jobs, interaktive Aufgaben oder Deckung kurzfristigen Bedarfs erobert.

Was die LRZ Compute Cloud gegenüber anderen Cloud-Angeboten auszeichnet, ist unsere Unterstützung bei den ersten Schritten in der Cloud in Form von umfangreicher Dokumentation und persönlicher Beratung, das Angebot von Cloud-Schulungen, der kostenlose Netzverkehr, eine Sicherheitsüberwachung (intrusion prevention and detection) sowie die Einbindung in andere LRZ-Services wie Speicherdienste (DSS), ID-Management (LRZ SIM) oder das MWN.

Abbildung 27 zeigt die breite Akzeptanz der Cloud in der Wissenschaft an TUM und LMU sowie die Anteile der verschiedenen wissenschaftlichen Fachrichtungen an der Nutzung der LRZ Compute Cloud Ressourcen: Den größten Anteil an Rechenzeit nutzten bisher Forscher aus der Mathematik und Informatik mit 50,75%. Zweigrößte Nutzergruppe sind Anwender aus dem Bereich der Physik (14,82%), dann folgen Ingenieurwesen (11,84%) und LRZ-interne Anwender (11,12%). Die Geologen haben bisher ca 5% der Rechenzeit genutzt.

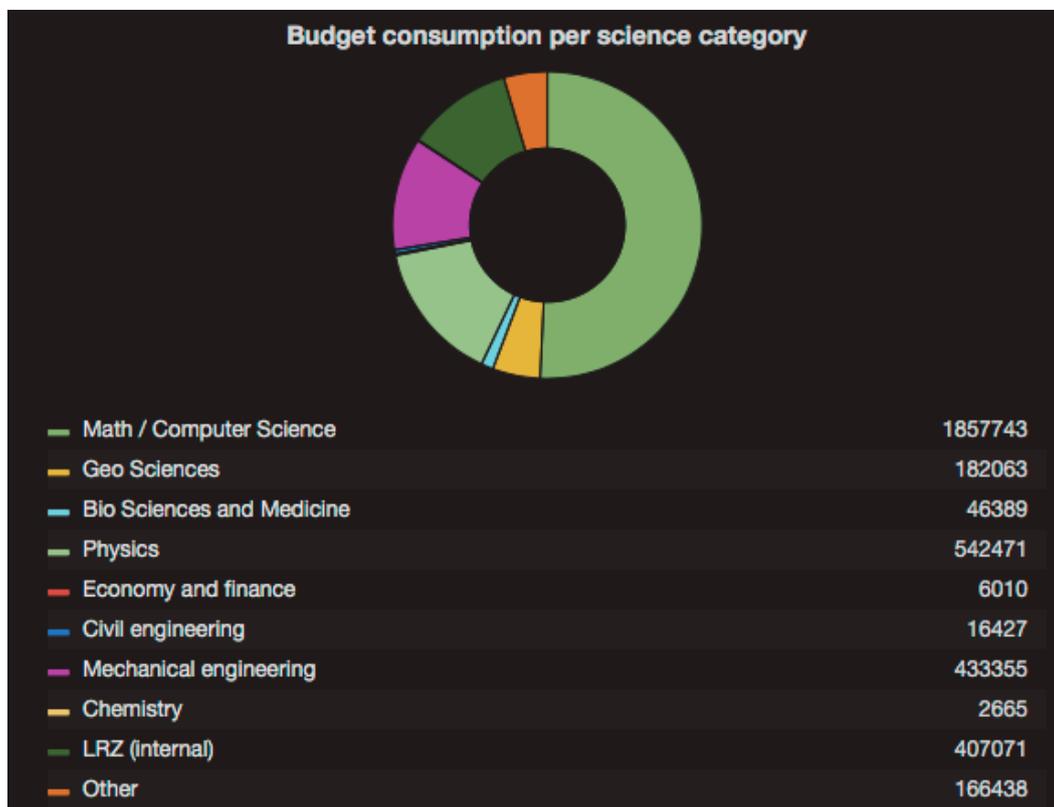


Abbildung 27: Cloud Nutzung in Core-Stunden nach Wissenschaftsdisziplinen im Jahr 2017

Der LRZ Security Scanner (LSS) führt automatisiert verschiedene Tests durch, um das Sicherheitsniveau einer VM zu bestimmen. Diese Tests reichen von der Erkennung von ungeschickten NFS-Freigaben über Passwort-Tests bis hin zur automatischen Ausführung von Exploits mit Hilfe des Metasploit-Frameworks, das auch im Bereich Penetration Testing eingesetzt wird. Eigene Tests können aufgrund einer Plugin-Schnittstelle von LSS einfach entwickelt und eingebunden werden. LSS entdeckte in diesem Jahr hauptsächlich die Verwendung von schwachen Passwörtern für den privilegierten Zugang in den VMs und informierte deren Besitzer (oftmals Studenten, die ihre ersten Schritte im Bereich des Cloud Computing gingen) automatisch. Diese automatischen Warnmeldungen wurden von den VM-Besitzern stets kooperativ aufgenommen, sodass die Fehlkonfigurationen schnell behoben und Schaden abgewendet werden konnte, bevor er entstand.

Vor dem Hintergrund der geplanten Aktualisierung der Cloud-Infrastruktur wurde ein Testbed von 15 Knoten angeschafft, das zur Evaluierung verschiedener OpenStack-Distributionen verwendet wurde. Es ist geplant, die Knoten dieses Testbeds im Rahmen der neuen Cloud-Infrastruktur als Ceph-Speichersystem zu konfigurieren und einzusetzen. Der Ersatz der alten Cloud-Hardware wird mit Hilfe eines DFG-Großgeräteantrags realisiert, der Ende 2017 bewilligt wurde. Hierbei wird die Anzahl der für VMs zur Verfügung stehenden CPU-Cores etwa um den Faktor 4 auf mehr als 3.200 steigen. Der für die VMs verfügbare Arbeitsspeicher wird sich dabei ebenfalls mehr als verdoppeln (auf mehr als 16 TB). Gleichzeitig werden in der neuen Cloud 64 Nvidia Tesla GPUs für VMs zur Verfügung stehen, um Anwendern aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz, des Machine Learning und Big Data Rechenressourcen bereitstellen zu können, die Aufgaben in diesen speziellen Forschungsbereichen optimal unterstützen.

9.4.1 Neues Compute Cloud Angebot auf Basis von OpenStack

Nachdem sich die existierende LRZ Compute Cloud auf Basis von OpenNebula bereits seit mehreren Jahren erfolgreich im Produktivbetrieb befindet, wurde die vorhandene Lösung evaluiert und mit anderen am Markt existierenden Ansätzen verglichen. Daraus ergibt sich als nächste anstehende Aufgabe einerseits die Erneuerung der derzeitigen Cloud-Hardware (mittels eines entsprechenden Antrags, der im Berichtsjahr vorbereitet wurde), sowie die Umstellung der Cloud-Middleware von OpenNebula auf OpenStack.

9.4.2 Grid-Services

Von den angebotenen Grid-Services (Globus, Unicore, Zertifikate) wurde vor allem GridFTP (Übertragung großer Datenmengen) benutzt. Das LRZ besitzt eine Globus Subscription die es unseren Nutzern erlaubt, Globus Sharing zu verwenden. Der Datentransfer via Globus besticht vor allem durch seine Einfachheit und hat sich zum de facto Standard für große Datenmengen am LRZ entwickelt. GridFTP Endpoints für den neuen Datenservice „Data Science Store“ (DSS) wurden eingerichtet. Die Wartung für die anderen Globus-Services (GRAM, Gsissh) wurde vom Hersteller abgekündigt, sodass diese zum Jahresende am LRZ eingestellt wurden. Auch die Beteiligung des LRZs an EGI endet mit dem Austritt von Deutschland aus EGI zum Jahresende 2017.

9.4.3 Internet of Things für Münchner Forscher

Das aus der Presse bekannte „Internet of Things“ (IoT) koppelt Sensoren und Aktoren über das Internet mit Cloud-Services. Bekannte Beispiele aus der Hausautomatisation sind etwa Nest Thermostate (<https://nest.com>) von Google, Qivicon (<https://www.qivicon.com/de/>) von der Deutschen Telekom oder die Philips Hue-Lampen (<https://www2.meethue.com/de-de>). Dabei werden mit preiswerten, eingebetteten Computern (in der Lampe, bzw. dem Thermostat) Daten erhoben und in die Cloud übermittelt. Die dort zur Verfügung stehende größere Rechenleistung und Speichertiefe ermöglicht die Weiterverarbeitung der Daten, z.B. das automatische Erlernen von Gewohnheiten der Hausbewohner und die Kopplung mit anderen Internet-Services, etwa der Spracheingabe mit Alexa oder Siri. Diese IoT-Architektur kann mit großem Gewinn auch für die Forschung eingesetzt werden. Das LRZ ist durch seine Infrastruktur, etwa die eigene Cloud, Supercomputer, Datenspeicher, etc., gepaart mit Know-How im Informatikbereich in der Lage, Wissenschaftlern unterstützend unter die Arme zu greifen und ihnen zu helfen, ihre Messdaten ohne manuellen Eingriff ans LRZ, also in die Cloud oder auf die Supercomputer, zu bringen und dort auszuwerten und sicher zu speichern. So können beispielsweise Daten von abgelegenen Umweltsensoren per Funk (UMTS) ins Internet gebracht werden. Ein Server in der LRZ-Cloud sammelt und speichert diese Daten und stellt sie zur Verarbeitung auf den LRZ-Höchstleistungsrechnern zur Verfügung. Via Handy hat der Forscher weltweit einen Echtzeitzugang zu seinen Daten und kann auf besondere Situationen (z.B. spezielle Wettersituationen oder Ausfall eines Meßgeräts) umgehend reagieren und so Datenverlust

vermeiden. Seit Sommer 2017 wird diese Technologie im LRZ prototypisch in Zusammenarbeit mit Münchner Forschern evaluiert..

9.5 Anwendungs- und Benutzerunterstützung im Bereich HPC

9.5.1 Supportanfragen

Das stark erweiterte Angebot an Compute-Diensten (z.B. Compute-Cloud, Rstudio, DGX-1) und an Applikationspaketen hat zu einem weiteren Anstieg von Supportanfragen geführt, wenngleich auch nicht in dem Maße wie in den Jahren 2010 bis 2013. Gleichzeitig hat sich aber auch die Qualität der Anfragen verändert. Immer mehr Anfragen beziehen sich auf die Nutzung des breit angelegten Softwareportfolios und immer mehr Benutzer stellen „Service-Requests“, insbesondere fragen sie verstärkt nach der Installation von zusätzlichen Softwarepaketen bzw. neueren Versionen bereits provisionierter Pakete. Da der SuperMUC jetzt eine gut etablierte Ressource mit vielen „eingefahrenen“ Applikationen und relativ erfahrenen Benutzern ist, kommt nur etwas weniger als die Hälfte aller Anfragen aus diesem Bereich, dagegen verzeichnen das Linux-Cluster und die restlichen Compute-Dienste deutliche Zuwächse.

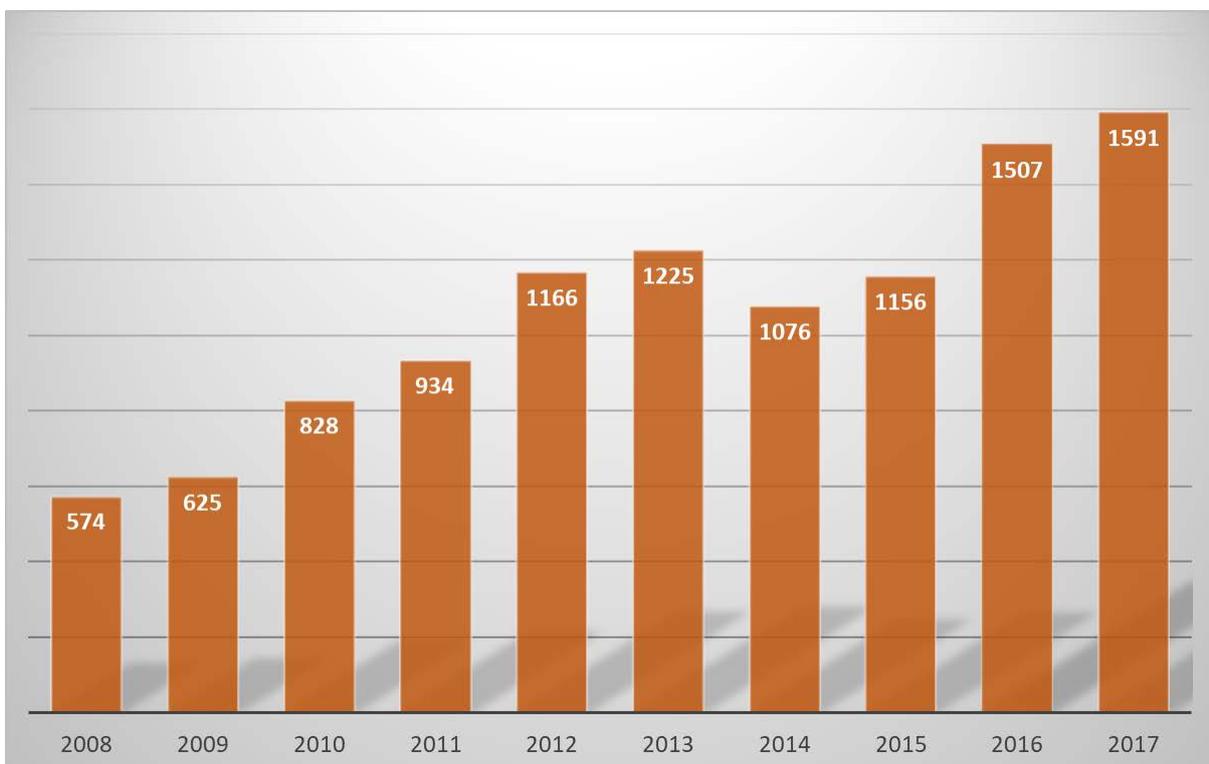


Abbildung 28: Supportanfragen im Bereich Compute-Dienste

9.5.2 Software

Der Softwarestack für die Compute-Dienste enthält mehr als 300 unterschiedliche Produkte, oft mit mehreren unterschiedlichen Versionsständen oder speziellen Versionen für unterschiedlich Prozessoren oder MPIs.

In Vorbereitung für den Upgrade von SLES11 auf SLES12 wurden zahlreiche Pakete neu installiert. Weiterhin wurde das Softwareangebot im Bereich Datenanalyse und Machine Learning erweitert.

Auf Grund der hohen Anfrage wird seit 2017 die CFD-Anwendersoftware COMSOL Multiphysics offiziell vom LRZ unterstützt, wobei das LRZ mit der Beschaffung einiger Lizenzen den Benutzern Anreiz bietet, COMSOL auch im HPC-Bereich zu verwenden. Im Juli wurde von der Comsol Multiphysics GmbH und dem LRZ ein eintägiger Workshop erfolgreich ausgerichtet, welcher in den folgenden Jahren wiederholt und als fester Bestandteil des Schulungsangebotes des LRZ ausgebaut werden soll.

Das Web-Interface R Studio ist eine interaktive Benutzeroberfläche zur Datenanalyse mit der Programmiersprache R. Der Webservice bietet dabei die Möglichkeit, die umfangreichen Ressourcen des LRZ über eine gewohnte graphische Oberfläche zu nutzen, die viele Forscher aus den

Lebenswissenschaften auch in ihrem normalen Arbeitsumfeld verwenden. Im Gegensatz zum normalen Betriebsmodus des Linux-Clusters können die Nutzer ihre Daten interaktiv analysieren, was den Dienst für Neueinsteiger zu einem guten Einstiegspunkt in das Hochleistungsrechnen macht. Aufgrund der starken Nachfrage nach dem Dienst wurden im Berichtsjahr zwei weitere Server beschafft und mit der entsprechenden Software ausgestattet.

Um die neuen Anfragen nach Machine Learning Software zu befriedigen wurden auf den GPU-Cloud-Systemen einige typische Machine Learning Toolkits wie TensorFlow, Theano, Caffe, Torch, MxNet und CNTK zur Verfügung gestellt. Diese Toolkits werden langfristig auch auf den HPC-Systemen zur Verfügung stehen.

9.5.3 Benutzerverwaltung für die Hochleistungssysteme

Neben den klassischen Arbeiten der Benutzerverwaltung wie Organisation der Begutachtung der Rechenzeitanträge, Verwaltung der Benutzeraccounts und Rechenzeitabrechnung waren noch umfangreiche technische Begutachtungsaufgaben für die Rechenzeitvergaben der Calls von PRACE, GCS und KONWIHR durchzuführen.

Das LRZ hat zusammen mit seinen Partnern im Gauss-Zentrum (GCS) bereits in den letzten Jahren den organisatorischen Rahmen dafür geschaffen, dass Nutzer deutschlandweit anhand der Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Rechnersysteme sowie der an den Rechenzentren vorhandenen fachlichen Kompetenzen den für ihre Bedürfnisse am besten geeigneten Höchstleistungsrechner wählen können. Grundlage der Rechenzeitvergabe ist das im Wissenschaftsbereich etablierte und bewährte Peer-Review Verfahren.

Für die geplante Ausdehnung des gemeinsamen GCS-Beantragungs- und -Begutachtungsprozesses von den Large-Scale-Projekten auf alle GCS-Projekte waren umfangreiche Arbeiten notwendig, insbesondere auch zur Gestaltung des Datenschutzes und Konformität mit der Datenschutzgrundverordnung. Die besondere Herausforderung bei dieser Entwicklung ist neben der Implementierung eines komplexen Rollenmodells, die Vereinheitlichung der Datenhaltung und die Ankopplung an die bestehenden Verwaltungssysteme der GCS-Zentren. Während für die vergleichsweise geringe Anzahl von Large-Scale-Anträgen der weitgehend manuelle Austausch von Daten und Berichten zwischen dem Verwaltungssystem der drei GCS-Zentren und den GCS-Gremien noch beherrschbar ist, ist für die künftig mehr als 300 GCS-Rechenzeitanträge pro Jahr ein gemeinsamer sicherer, hochautomatisierter Prozess unabdingbar.

9.5.4 Kurse, Ausbildung und Veranstaltungen

Im Bereich der Ausbildung im Bereich des Hochleistungsrechnens arbeitet das LRZ eng mit dem Regionalen Rechenzentrum der Universität Erlangen (RRZE) und seinen Partnern innerhalb des Gauss Centre for Supercomputing (GCS) zusammen. Als Teil von GCS ist das LRZ auf europäischer Ebene eines der sechs PRACE Advanced Training Centres (PATC), die HPC Schulungen auf höchstem Niveau anbieten. Auch 2017 konnte das Angebot an Kursen und Workshops am LRZ wieder erweitert werden. Insgesamt wurden 25 Kurse und Workshops angeboten, davon sieben im Rahmen des PATC-Curriculums (s. Tabelle 24). Besonders hervorzuheben sind die Intel MIC Programming Workshops und die wissenschaftlichen Symposien im Rahmen des CzeBaCCA-Projekts. Neu hinzugekommen sind insb. der PRACE PATC Kurs „HPC Code Optimisation Workshop“ und der „Deep Learning Workshop“, der von rund 60 Teilnehmern besucht wurde.

Eine detaillierte Aufstellung der Kurse findet sich im Abschnitt 13.1.

9.5.4.1 Intel Many Core (MIC) Programming Workshops

Im Rahmen des CzeBaCCA-Projekts zur Förderung der deutsch-tschechischen Zusammenarbeit wurde im Februar ein 2-tägiger „Intel MIC Programming Workshop“ am nationalen tschechischen Rechenzentrum IT4Innovations in Ostrava angeboten, sowie im Juni ein 3-tägiger gleichnamiger Workshop am LRZ. Beide Workshops wurden - wie bereits sehr erfolgreich 2016 - mit einem wissenschaftlichen Symposium zu Themen aus dem Bereich der Umweltwissenschaften verbunden.

Der „Intel MIC Programming Workshop“ in Tschechien legte ein Schwergewicht auf den Supercomputer Salomon am IT4Innovations, einem der größten Intel Xeon Phi basierten Systeme in Europa. Der Workshop wurde im Rahmen des PRACE Advanced Training Centre (PATC) Curriculums des LRZ angeboten und zog über 25 Teilnehmer aus Deutschland, Österreich, Polen, der Slowakei und aus Tschechien an. Die Themen der ersten 1,5 Tage reichten von einer Einführung in den Rechner Salomon über diverse Intel Xeon Phi Programmiermethoden (Native Mode, Offloading, MKL, OpenMP, MPI etc.) bis zu

fortgeschrittenen Themen wie Vektorisierung und Performance-Optimierung. Am Nachmittag des zweiten Tages fand eine öffentliche Plenarsitzung statt, bei der fünf eingeladene Sprecher von der TU Czesochowa, der Brno University of Technology und von IT4Innovations über ihre Erfahrungen auf Intel Xeon Phi basierten Systemen referierten.

Der 3-tägige „Intel MIC Programming Workshop“ am LRZ legte das Schwergewicht auf die Programmierung der neuen Intel Knights Landing (KNL) Prozessoren und behandelte auch neue KNL-spezifische Themen wie Memory Modes und Cluster Modes, sowie die Benutzung des neuen MCDRAM Speichers. Auch hier sprachen am Nachmittag des letzten Tages acht eingeladene Sprecher über ihre Erfahrungen mit Intel Xeon Phi (insb. KNL) basierten Systemen.



Abbildung 29: Teilnehmer Intel MIC Programming Workshop

9.5.4.2 Symposium: High performance computing in atmosphere modelling and air related environmental hazards

Auf dem sich an den MIC-Workshop in Ostrava anschließenden eintägigen Symposium zum Thema "High performance computing in atmosphere modelling and air related environmental hazards" sprachen neun eingeladene Referenten über aktuelle Themen im Bereich Atmosphärensimulation, Simulation von Luftverschmutzungen, Ausbreitung von Gefahrenstoffen, sowie Wetter- und Klimaprognosen. Das LRZ stellte dem interessierten Publikum Partnerschaftsinitiativen im Bereich der Umweltwissenschaften vor.



Abbildung 30: Teilnehmer des Symposiums “High performance computing in atmosphere modelling and air related environmental hazards” am IT4Innovations, 9.2.2017 © IT4Innovations

9.5.4.3 Symposium: HPC for natural hazard assessment and disaster mitigation

Auf dem sich an den MIC-Workshop am LRZ anschließenden 2-tägigen Symposium zum Thema „HPC for natural hazard assessment and disaster mitigation“ sprachen 11 Referenten der TUM, LMU, Universität Augsburg, Münchner Rückversicherung und des IT4Innovations über Themen wie Simulation geologischer oder meteorologischer Katastrophen, Überflutungen, Tsunamis, Erdbeben, gefährliche Bodenbewegungen und andere Gefährdungen von Mensch und Gesellschaft.

9.5.4.4 PATC Course: HPC code optimisation workshop

Dieser neue eintägige Workshop wurde als Kompaktkurs organisiert und behandelte insbesondere die Themen Code Optimierung und Nutzung neuer Features von Intel CPUs, hierbei insb. deren Vektor-Einheiten. Die Teilnehmer lernten, Vektorisierung ihres Codes durch einfache Pragmas, aber auch durch kompliziertere Techniken wie das Umschreiben des Daten-Layouts zu ermöglichen. Weitere Themen waren z.B. die effiziente Nutzung von Multi- und Manycore Architekturen, die Analyse von Intel Compiler-Reports und die Nutzung von Tools wie dem Intel Advisor. Geleitet wurde der Kurs von den Mitarbeitern des „Intel Parallel Computing Centres“ (IPCC) am LRZ.



Abbildung 31: Teilnehmer des neuen PATC Kurses: “HPC code optimisation workshop” am LRZ, 4.5.2017, (Foto: A. Podo, LRZ)

9.5.4.5 LRZ – ein Trainingszentrum der NVIDIA Deep Learning Institute

Seit Oktober 2017 ist Dr. Yu Wang, ein von NVIDIA zertifizierter Instruktor und NVIDIA University Ambassador für deren Deep Learning (DL) Institute. Somit können am LRZ künftig entsprechend zertifizierte DL-Kurse und -Workshops durchgeführt werden. Die Workshops sind zugänglich für Studenten und Wissenschaftler aus akademischen Einrichtungen weltweit und für diese kostenlos. In den Trainings sollen Interessierte in praktischen Übungen lernen, eigenen DL-Lösungen zu entwickeln.

Das LRZ ist die erste deutsche und neben der Harvard University (USA), dem Harbin Institute of Technology (China) oder der Universität Politècnica de Catalunya (Spanien) eine von bisher erst 13 Einrichtungen weltweit, die für das „DLI University Ambassadorship Program“ zertifiziert sind.

9.5.4.6 OpenHPC

OpenHPC is a Linux Foundation collaborative project whose mission is to provide a reference collection of open-source HPC software components and best practices, lowering barriers to deployment, advancement, and use of modern HPC methods and tools.

Vision: OpenHPC components and best practices will enable and accelerate innovation and discoveries by broadening access to state-of-the-art, open-source HPC methods and tools in a consistent environment, supported by a collaborative, worldwide community of HPC users, developers, researchers, administrators, and vendors.

LRZ is an active and highly visible member of the OpenHPC community and has been involved in the following activities:

- Member of the Technical Steering Committee and maintainer of the Energy Efficiency packages, involved in component selection and attendance of weekly meetings.
- Session leader OpenHPC Community Birds of a Feather at ISC'17 in Frankfurt and SC'17 in Denver
- Component selection for release versions in 2017

9.5.5 Standardisierungsaktivitäten

Eine effiziente und portable Implementierung wissenschaftlicher Simulationen ist ohne Unterfütterung durch standardisierte Programmiersprachen und standardisierte Schnittstellen nicht denkbar. Daher beteiligt sich das LRZ an den entsprechenden Standardisierungsbemühungen sowohl durch Entsendung von Mitarbeitern in entsprechende DIN-Normenausschüsse (etwa im Bereich der Fortran-Standardisierung), als auch durch Beobachtung relevanter Industrie-Aktivitäten (etwa im Bereich MPI und OpenMP).

9.5.5.1 Fortran 2018

Im Laufe des Berichtsjahres wurde für den nächsten Fortran-Standard ISO/IEC-1539-1 die „Committee Draft“ Version zur ersten nationalen Abstimmung eingereicht; da in dieser Phase noch technische Änderungen möglich sind, hat das LRZ als Vertreter des Deutschen Instituts für Normung (DIN) in dieser Abstimmung den Standard-Entwurf grundsätzlich befürwortet, aber eine Reihe von Detailverbesserungen vorgeschlagen, die in der Mehrheit vom technischen Komitee auch umgesetzt wurden. Der resultierende „DIS“ (Draft for International Standard) -Entwurf war dann Ende 2017 fertiggestellt und wird Anfang 2018 in die Endabstimmung gehen. Der neue Standard wird nun „Fortran 2018“ heißen. Er wird neben kleineren Features und einer Reihe von Fehlerbehebungen die für HPC relevanten Erweiterungen zur C-Interoperabilität sowie der parallelen Funktionalität beinhalten. Ersteres ermöglicht erstmals die Implementierung einer vollständig standardkonformen MPI Schnittstelle, letzteres ergänzt das Coarray-Programmiermodell in erheblichem Umfang. Mit der Implementierung der Fortran 2018 Semantik wurde in verschiedenen Compilern bereits begonnen, da Teile davon bereits vorab in Technischen Spezifikationen festgelegt wurden, die man als „Mini-Standards“ betrachten kann.

9.5.5.2 OpenMP

Mit der Veröffentlichung des Technischen Berichts „TR6“ hat die Arbeit an OpenMP 5.0 deutliche Fortschritte gemacht; die wesentlichen Ergänzungen liegen im Bereich von Tasking (z. B. sind dort Reduktionen möglich), des Memory Management (Unterstützung verschiedener Memory-Typen), der weiter verbesserten Unterstützung von Beschleunigern (Reduktionen, Daten-Handling) sowie der Hinzufügung von Tools-Schnittstellen. Derzeit ist das Zieldatum für die Veröffentlichung der Endversion im November 2018.

9.6 Application Labs

Ziel der Application Labs ist es, eine stärkere Zusammenarbeit mit besserem High Level Support für Wissenschaftler in für das LRZ strategischen HPC-Anwendungsfeldern zu etablieren. Die Application Labs zielen darauf ab, die Kooperation und Kommunikation zwischen dem LRZ und den Wissenschaftlern aus den verschiedenen Anwendungsgebieten zu verbessern. Die bessere Verzahnung von Anwendungsgebieten und Rechenzentren gewinnt zunehmend an Bedeutung, da die jeweiligen Wissenschaftsdisziplinen unterschiedliche Anforderungen an Ressourcen, Algorithmen, Software und Workflows haben.

Das Dienstleistungsangebot der AppLabs wird von den LRZ-Nutzern stark nachgefragt:

Die Applikations Labs (AppLabs) des LRZ sind:

- Astro- und Plasmaphysik (AstroLab)
- CFDLab, das sich mit Computational Fluid Dynamics-Applikationen beschäftigt
- Energie und Umwelt (EnergyLab)
- Geowissenschaften (GeoLab)
- Life Science/Lebenswissenschaften (BioLab)

Das bisherige BigData Lab wurde aufgelöst und in die Aufgaben des LRZ als Bayerisches Big Data Kompetenzzentrum integriert.

Die AppLabs ermöglichen es Anwendern, die Expertise von LRZ-Spezialisten schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt in ihre HPC-Projekte einfließen zu lassen und sie erlauben es dem LRZ, das Dienstleistungsangebot besser zu strukturieren. Benutzer, die aus anderen Fachgebieten kommen, werden aber keinesfalls einen schlechteren Support erhalten.

Ein Schwerpunkt der „Application Labs“ ist die Unterstützung von Projekten der Software-Initiative des „Kompetenznetzwerks für wissenschaftliches Höchstleistungsrechnen in Bayern“ (KONWIHR). Die Software-Initiative zielt darauf ab, in enger Zusammenarbeit zwischen Forschungsgruppen und Rechenzentren, die effiziente Nutzung von HPC-Ressourcen durch die Anwendungswissenschaftler zu verbessern.

Details zu den Labs sind unter folgendem Link verfügbar: <https://www.lrz.de/services/compute/labs/>

9.6.1 Astro Lab

In Berichtsjahr hat das LRZ-Application-Lab für Astro- und Plasmaphysik (AstroLab) sich weiter als Partner im Bereich High-Level-Support für SuperMUC-Nutzer etabliert und weiter an Attraktivität für Wissenschaftler in der Astrophysik-Community gewonnen. So konnten bestehende Zusammenarbeiten vertieft, neue Kollaboration ins Leben gerufen und gemeinsame Drittmittel eingeworben werden.

Im Rahmen der *Magneticum*-Kollaboration wurde der Aufbau des C2PAP-CosmoSim Web-Portals vorangetrieben, das 2016 seinen Probebetrieb aufgenommen hat und 2017 in vollen Betrieb gegangen ist. Über diesen Webdienst, können Personen weltweit post-prozessierte und Rohdaten des Magneticum-Simulations-Projektes abrufen und online analysieren. Die dazugehörige Publikation, deren Einreichung bei "Astronomy & Computing" bereits 2016 erfolgte, wurde in diesem Jahr endgültig zur Publikation akzeptiert.

Im Rahmen der Doktorarbeit von Antonio Raganin, welche in Zusammenarbeit mit dem Excellence Cluster Universe (<http://www.universe-cluster.de>) angefertigt wird, wurde die Code-Portierung von P-Gadget3 mit Hilfe des OpenACC-Programmiersmodells weiter voran getrieben. Dies umfasst die Physik-Module für Gravitation, Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) und Wärmeleitung. Damit wurde eine Skalierung bis auf 1.024 GPU-Knoten erreicht. Des Weiteren, wurde eine Neuimplementierung des Gadget-Tree-Build-Algorithmus basierend auf OpenMP erstellt.

Unter den in diesem Jahr neu eingegangenen Kollaborationsprojekten, ist das Projekt mit Matteo Bugli (Max-Planck-Institut für Astrophysik) zur Optimierung der Astrophysik-Anwendung ECHO, besonders hervorzuheben. Nach der initialen Projektphase zur Optimierung wurde die Skalierung im Rahmen des LRZ *Scaling Workshops 2017* um beinahe eine Größenordnung gesteigert und das Projekt deshalb mit dem LRZ *Leibniz Award 2017* ausgezeichnet. Nachdem erfolgreich Rechenzeit für den SuperMUC eingeworben wurde, kann die Zusammenarbeit 2018 als Unterstützung für das Simulationsprojekt fortgesetzt werden.

Des Weiteren, wurden 5 Projekte aus dem *AstroLab ADVISOR 2016 Support Call* und *KONWHIR-III* weiterbearbeitet beziehungsweise in diesem Jahr erfolgreich abgeschlossen.

9.6.2 Bio Lab



Abbildung 32: Teilnehmer des Summer of Simulation 2017 beim Abschlusskolloquium.

Im Mai startete das Application Lab „Life Sciences“ des LRZ den „2. Summer of Simulation“, um neue Nutzer aus den Lebens- und Materialwissenschaften an das Höchstleistungsrechnen heranzuführen. Dabei wurden Master-Studenten und Doktoranden aufgerufen, kurze Rechenprojekte einzureichen. Nach dem Kickoff-Treffen hatten die eingeladenen Teilnehmer zunächst einen Monat Zeit, ihre Applikationen auf das SuperMUC-System zu portieren und deren Skalierbarkeit nachzuweisen. Mit einem weiteren Kurzantrag konnten sie jeweils bis zu 10 Millionen Prozessorcore-Stunden erhalten. Im Berichtsjahr wurden neun Projekte ausgewählt, deren Themen von Photovoltaik, über Pharmakologie und Festkörperchemie bis zur Beseitigung von chemischen Kampfstoffen aus dem 2. Weltkrieg reichten. Insgesamt wurden von den Studenten 65 Mio. Core Stunden auf SuperMUC durch begutachtete Anträge eingeworben. Die Teilnehmer hatten bis Ende Oktober 2017 Zeit, die ihnen zugewiesene Rechenzeit zu nutzen. Über die Ergebnisse des „Summer of Simulation“ wurde am 25. Oktober 2017 in einem Abschlusskolloquium berichtet. Die teilnehmenden Projekte sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Weitere Informationen sind unter folgender URL dokumentiert:

www.gauss-centre.eu/SharedDocs/Termine/GAUSS-CENTRE/EN/2017/LRZ_SoS_2017.html.

Tabelle 16: Summer of Simulation

Gruppe/Lehrstuhl	Projekt
Prof. Iris Antes, TUM	Optimization of the HADES dielectric continuum model for biomolecular simulations
Prof. Gerhard Winter, LMU	Drug design/structure prediction of a metallo protein
Prof. Domcke, TUM	Photocatalytic water-splitting with carbon nitride materials: Combining the condensed matter and molecular approaches
Prof. Gerhard Winter, LMU	Drug design/structure prediction of a metallo protein
Prof. Domcke, TUM	Photocatalytic water-splitting with carbon nitride materials: Combining the condensed matter and molecular approaches
Prof. Gerhard Winter, LMU	Drug design/structure prediction of a metallo protein
Prof. Domcke, TUM	Photocatalytic water-splitting with carbon nitride materials: Combining the condensed matter and molecular approaches
Prof. Gerhard Winter, LMU	Drug design/structure prediction of a metallo protein

9.6.3 CFD Lab

Die Anwender im Bereich Computational Fluid Dynamics (CFD) stellen eine der größten Benutzergruppen des SuperMUCs und des Linux-Clusters am LRZ dar. Um die effiziente Nutzung der HPC-Ressourcen zu verbessern, unterstützt das CFD Lab die Parallelisierung und Optimierung von Benutzeranwendungen. Im Rahmen der KONWIHR Initiative gab es auch im Jahr 2017 zahlreiche Aktivitäten, in welchen das CFD Lab ausgewählte Anwendergruppen unterstützte, ihre Software auf unterschiedliche, insbesondere neue Hardware zu portieren, die Software zu parallelisieren und sie zu optimieren. Der Anwendungsbereich dieser fluidmechanischen Software-Programme reicht dabei von Simulationen der menschlichen Lunge, über (Nano-) Partikel im menschlichen Blutfluss bis hin zu Schockwellen und Wechselwirkungen von Flüssigkeiten mit Grenzflächen.

Neben den bereits längerfristig laufenden Projekten aus den vorherigen Jahren wurde im Berichtsjahr ein Projekt vom Lehrstuhl für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Technischen Universität München (Prof. P. Rutschmann) im Rahmen der Initiative "Wasser-Zukunft-Bayern" des Landes Bayern fortgesetzt. Ziel hierbei war die Portierung der Software Telemac auf SuperMUC Phase 2. Ferner soll auch der gesamte Workflow einschließlich der Gitter-Erzeugung, der Partitionierung, der eigentlichen Simulation und des Postprozessings auf dem Linux-Cluster etabliert werden, in Vorbereitung auf den Produktionsrun im Zuge des Rahmenprojektes "Wasser-Zukunft-Bayern".

In einem weiteren KONWIHR Projekt von der Bauinformatik, Lehrstuhl für Computation in Engineering der Technischen Universität München (Prof. Dr.rer.nat. Ernst Rank) nahm das CFD Lab Ende des Berichtsjahres seine Arbeit auf, in welchem eine Software AdHoc++ auf verschiedenen Ebenen optimiert werden soll. Diese Eigenentwicklung des Lehrstuhls hat dabei nicht nur reine CFD-Anwendungen im Fokus.

Aus der Arbeit im CFD Lab ist eine Reihe von Publikationen hervorgegangen, die weitere Informationen über den Fortschritt der Projektarbeit, sowie interessante Anwendungen der betrachteten Software-Programme dokumentieren:

- M. Kronbichler, K. Ljungkvist, M. Allalen, M. Ohelrich, I. Pasichnyk, W. A. Wall. Performance Optimization of Matrix-free Finite-Element Algorithms within deal.II (Poster) SC175 November 13-16, 2017 Denver, CO.
- Kronbichler, K. Kormann, I. Pasichnyk, M. Allalen. Fast Matrix-Free Discontinuous Galerkin Kernels on Modern Computer Architectures, Lecture Notes in Computer Science book series (LNCS, volume 10266), Springer International Publishing, ISC 2017: High Performance Computing pp 237-255. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-58667-0_13
- N. Hoppe, I. Pasichnyk, S. Adami, M. Allalen, and N. A. Adams. Performance Optimization of a Multiresolution Compressible Flow Solver, inSiDE Vol. 15 Issue 2- 2017.
- Y. Sakai, S. Mendez, M. Allalen, and M. Manhart. Performance Evaluation of a Parallel HDF5 Implementation to Improve the Scalability of the CFD Software Package MGLET, inSiDE Vol. 15 Issue 2- 2017

Die folgende Abbildung aus den Arbeiten des CFD-Labs zeigt die im Laufe der letzten beiden Jahre erreichte Verbesserungen sowohl bezüglich der Skalierung als auch bezüglich der Knoten-Performance für den Strömungscode MGLET.

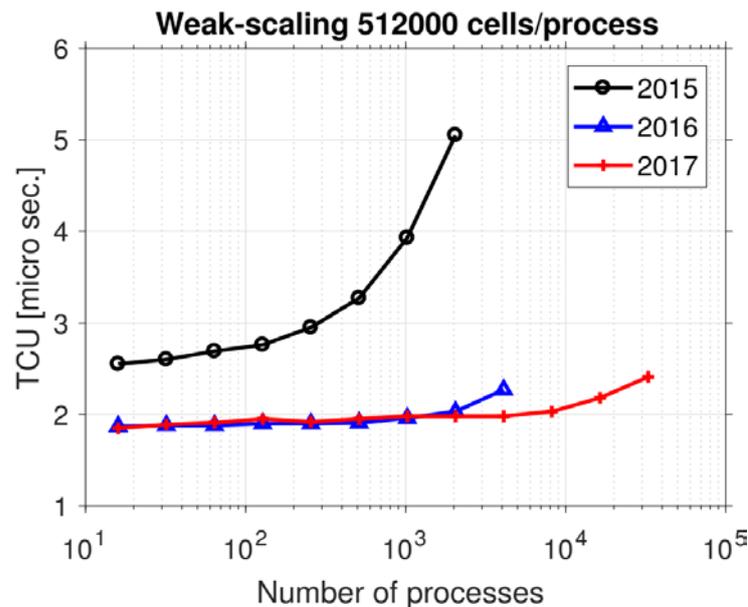


Abbildung 33: Verbesserungen am Strömungscod MGLET (Zeit pro Iteration (TCU = Time for Cell Update), niedriger ist besser)

9.6.4 Geo Lab

Das Geolab stellt die erweiterte Applikationsunterstützung für geowissenschaftlichen Applikationen dar. Auch in 2017 konnten zahlreiche LRZ-Nutzer aus den Geowissenschaften von diesem Fokusthema des LRZ profitieren.

Die Geowissenschaften selbst stellen in ihrer Gesamtheit einen sehr interdisziplinären, fächerübergreifenden Bereich dar. Aus diesem Grund sind auch die Anforderungen an HPC/IT-Infrastruktur und dem damit verbundenen Support sehr heterogen. Das Knowhow, die Erfahrung und Nutzung von HPC-Ressourcen der Geowissenschaftler ist sehr unterschiedlich ausgeprägt. Die Fragestellungen, die vom Geolab bearbeitet werden, sind somit recht vielfältig: während bisherige Desktop-Nutzer ihre Workflows mit Unterstützung des Geolabs auf die HPC-Infrastruktur des LRZ bringen konnten und damit nun ganz neue Möglichkeiten entdecken, wurden bereits erfahrene HPC-Nutzer bei der Performance-Analyse und des Code-Refactoring unterstützt. Die Arbeiten wurden sowohl als Projektpartner innerhalb laufender Projekte (u.a. ClimEx, DEEP-ER, AlpEnDAC) oder auch beratend als assoziierter Partner (z.B. KONWIHR-Projekte: Telemac, NewWave) geleistet. Außerdem wurden strategische Vorarbeiten bzgl. zukünftiger Projekte und sogenannter Community-Codes in Absprache mit dem LRZ Competence-Team zu Computing in den Umweltwissenschaften geleistet.

9.7 Projekte im HPC

9.7.1 SiVeGCS

Mit Unterstützung durch den Bund und die Länder Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen, stellen die Zentren des 2007/2008 gegründete Gauss Centre for Supercomputing (GCS) eine HPC-Infrastruktur der obersten Leistungsklasse für die Wissenschaft in Deutschland und Europa bereit. Schon Ende des Jahres 2015 hatte das LRZ, zusammen mit den beiden anderen Zentren, einen Antrag für die Sicherstellung der weiteren Verfügbarkeit von Rechenleistung im Rahmen einer nationalen Höchstleistungsrechnerinfrastruktur für die Jahre 2017 bis 2025 entwickelt. Diese Arbeiten wurden 2016 weiter intensiv vorangetrieben. Im dritten Quartal konnte schließlich die finale Version der Vorhabensbeschreibung beim Projektträger und den zuständigen Ministerien mit dem etwas sperrigen Titel „**Koordination und Sicherstellung der weiteren Verfügbarkeit der Supercomputing-Ressourcen des GCS im Rahmen der nationalen Höchstleistungsrechner-Infrastruktur**“ (**SiVeGCS**) eingereicht werden. Anfang Januar 2017 konnte mit den Arbeiten im Projekt im Rahmen eines Kickoff-Meetings begonnen werden.

Die genehmigten Fördermittel umfassen anteilig sowohl die Beschaffung und den Betrieb der Höchstleistungsrechner, die Unterstützung der Anwender bei der Nutzung der Rechnerressourcen als auch

die für effizienten und effektiven Einsatz für Wissenschaft und Wirtschaft benötigten und durch GCS koordinierten Dienstleistungen zur Begutachtung und Rechenzeitvergabe, zur Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation sowie die Zusammenarbeit mit der Wirtschaft, die nationale und internationale Kooperation sowie das Projektmanagement. Die Fördermittel sind Bestandteil eines gemeinsamen Förderkonzepts des BMBF und der Sitzländer der GCS-Zentren.

Schwerpunkte der Arbeiten im Projekt SiVeGCS sind:

- Systemausbau, hierunter fallen insbesondere die Arbeiten zur Beschaffung und zum Betrieb von SuperMUC-NG
- Organisation der Rechenzeitvergabe, inklusive der Weiterentwicklung des JARDS-Systems, siehe folgenden Abschnitt.
- Deutliche Ausweitung der Anwenderunterstützung
- Vorbereitung der Hauptanwendungen für zukünftige GCS-Systeme
- Aus- und Weiterbildung
- Öffentlichkeitsarbeit
- Kooperation mit Dritten (national und international)
- Zusammenarbeit mit der Wirtschaft
- Projektmanagement (Geschäftsstelle/Projektbüro)

9.7.2 JARDS

GCS-JARDS (GCS Joint Application, Review and Dispatch Service) ist eine Web-basierte Software zur Beantragung und Begutachtung von Rechenzeitprojekten. JARDS wurde am Jülich Supercomputing Centre (JSC) für Verwaltung von Large-Scale Projekten entwickelt und soll im Rahmen eines Arbeitspaketes des SiVeGCS Projekts für die entsprechende Bearbeitung von Normalprojekten an den drei GCS-Zentren Hochleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS), JSC und LRZ weiterentwickelt werden. GCS-JARDS soll als ein einheitlicher Zugang für Antragsteller, Gutachter, der LRZ-Benutzerverwaltung sowie den Lenkungsausschussmitgliedern und den Mitarbeitern der Öffentlichkeitsarbeit von GCS, HLRS, JSC und LRZ dienen. Für das LRZ müssen bei der Umsetzung des Arbeitspaketes bestehende Projektverwaltungsprozesse angepasst werden sowie die Einträge der zentralen GCS-JARDS-Datenbank mit denen des LRZ Secure Identity Managementsystems (LRZ-SIM) synchronisiert werden.

Nach einem Kick-Off-Meeting Anfang 2017 wurde damit begonnen, einen gemeinsamen Antragsfragekatalog zu erstellen, die Fachsystematiken der Projekte zu standardisieren sowie Fragen der Datensicherheit und des Datenschutzes, insbesondere in Bezug auf die 2018 kommenden Datenschutzregeln nach EU-DatenSchutz-GrundVerordnung (DSGVO) zu beantworten. Regelmäßige Videokonferenzen zw. den GCS-Entwicklern ermöglichen ein gutes Voranschreiten des Projektvorhabens. So wurde bereits an allen Zentren die entsprechende Hardware realisiert und konfiguriert sowie ein erstes Software-Paket installiert. Zum derzeitigen Zeitpunkt ist eine bidirektionale Kommunikation zw. dem zentralen GCS-Webserver mit den jeweiligen lokalen Webservern der drei GCS-Zentren und lesende Datenbankabfragen der zentralen GCS-Datenbank von den einzelnen lokalen Servern via eines sicheren SSH-Tunnels möglich. Die unterschiedlichen Zugangsberechtigungen für die verschiedenen Nutzungsgruppen werden über ein Rollensystem des Web-Tools realisiert.

9.7.3 InHPC-DE

Unterstützt durch den Bund haben die drei GCS-Zentren HLRS (Hochleistungsrechenzentrum Stuttgart), JSC (Jülich Supercomputing Centre) und LRZ mit InHPC-DE ein Projekt gestartet, das die bestehende enge Kooperation der drei Standorte um einen weiteren Schritt voranbringt. Das Projekt InHPC-DE zielt darauf ab, die drei nationalen HPC-Zentren zu einem integrierten nationalen High-Performance-Computing (HPC) -Ökosystem zu vereinen und damit die Grundlage für ein homogenes, aber verteiltes HPC-Konzept der deutschen Tier-1-Computing-Einrichtungen und -Technologien zu schaffen.

Kern dieser Initiative ist ein Hochgeschwindigkeits-100-GigE-Netz auf Basis des X-WiN und BelWü zur Vernetzung der drei Zentren, das eine einfache und schnelle organisationsübergreifende Übertragung der riesigen Datenmengen ermöglicht, wie sie aus den großen Rechenläufen resultieren. Dieses schnelle Netz unterstützt verteilte Workflows einschließlich der Nachbearbeitung und ermöglicht eine kollaborative Remote-Visualisierung. Ebenso wichtig wird die Implementierung eines verteilten, aber integrierten Datenmanagementsystems über, die drei Zentren hinweg, sein. Zusätzlich bauen die Zentren ihre Anwenderunterstützung um HPC-Supportspezialisten, aber auch Anwendungsexperten aus. Mit Kontaktpersonen an den GCS-Zentren, die mit den verschiedenen Wissenschaftsbereichen vertraut sind, können Forscher, die GCS-Ressourcen künftig besser nutzen sowie enger mit den Zentren

zusammenarbeiten. Zudem haben sie Ansprechpartner, um Probleme in den spezifischen Forschungsbereichen zu lösen. Die technischen und konzeptionellen Investitionen im Rahmen des InHPC-DE-Projekts legen den Grundstein für eine fortschrittliche Supportstruktur und ein integriertes Computing-Ökosystem. Dies ist Voraussetzung dafür, dass Wissenschaftler die stetig steigenden Rechenleistungen auf dem Weg zum Exascale-Computing erfolgreich nutzen können.

Unter dem Dach des GCS werden die drei nationalen Zentren ihren Status als eng koordinierte, hochgradig ausgerichtete HPC-Zentren beibehalten. Die technischen und konzeptionellen Investitionen im Rahmen des InHPC-DE-Projekts legen zusammen mit dem SiVeGCS-Projekt den Grundstein für die deutsche Initiative "Smart Exascale", welche eine fortschrittliche Supportstruktur, ein komplementäres Computing-Ökosystem und adäquat ausgebildete Nutzer zum Ziel hat.

Unter dem Dach von GCS werden die drei nationalen Zentren ihren Status als eng koordinierte, stark ausgerichtete HPC-Zentren beibehalten.



Abbildung 34: Projekt InHPC-DE

9.7.4 KONWIHR

Folgende KONWIHR-Projekte (Kompetenznetzwerk für Wissenschaftliches Höchstleistungsrechnen in Bayern) wurden vom LRZ unterstützt:

- Prof. Markus Ege: Genetic and microbial determinants of childhood asthma and their interactions
- Prof. Burkhard Rost: High Performance Handling and Management of Sequence Analysis Results in PredictProtein
- Begleitantrag ProPE-Algorithms Prof. Dr. Hans-Joachim Bungartz, Prof. Dr. Michael Bader
- Prof. Dr. Julien Gagneur: Computational methods for mapping of regulatory elements from large-scale RNA sequencing compendia
- Prof. Dr. Heiner Igel: NewWave - New Roads for Computational Wave Propagation
- Prof. Dr. Ernst Rank: Matrix-Free Finite Cell Method
- Prof. Dr. Wolfgang Wall: Matrix-free GPU kernels for complex applications in fluid dynamics
- Prof. Dr. Peter Rutschmann Migration von open TELEMAC-MASCARET auf CoolMUC-2

9.7.5 OpenHPC

OpenHPC ist ein kollaboratives Linux Foundation-Projekt, dessen Aufgabe es ist, eine Referenzsammlung von Open-Source-HPC-Softwarekomponenten und „Best Practices“ bereitzustellen um damit Barrieren für die Installation, Weiterentwicklung und den Einsatz moderner HPC-Methoden und -Tools zu verringern. Die OpenHPC-Komponenten und „Best Practices“ sollen Innovationen und Entwicklungen ermöglichen und

beschleunigen, indem der Zugang zu modernen, Open-Source-HPC-Methoden und -Tools in einer konsistenten Umgebung erweitert wird, unterstützt von einer weltweiten Gemeinschaft von HPC-Anwender, Entwickler, Forscher, Administratoren und Anbieter.

Das LRZ ist ein aktives und sichtbares Mitglied der OpenHPC-Community.

9.7.6 Energieverbrauchsoptimierung mit GEOPM

Im Jahr 2017 wurde eine Zusammenarbeit mit der Firma Intel zur Weiterentwicklung der GEOPM-Open-Source-Software begonnen. GEOPM (Global Extensible Open Power Manager) ist ein erweiterbares Power-Management-Framework für Hochleistungsrechner. Die Erweiterung soll neue Regelalgorithmen und neue Hardware-Power-Management-Funktionen für die Energieoptimierung des künftigen SuperMUC-NG-Rechners unterstützen. Diese neue Funktionalität soll sowohl den Energieverbrauch und die Anwendungsleistung jedes einzelnen Rechenknotens als auch den Energieverbrauch und die Rechenleistung aller Rechenknoten, auf denen eine parallele Anwendung läuft optimieren. Zusätzlich sollen einige PerSyst-Funktionalitäten zur systemweiten Leistungsüberwachung in GEOPM integriert werden.

10 Das LRZ als Bayerisches Big-Data-Kompetenzzentrum

10.1 Aufgaben

Bereits seit mehreren Jahren hat das LRZ Benutzerprojekte durch das Big Data Application Lab unterstützt. Mit der Erweiterung des LRZ zum bayerischen Big Data-Kompetenzzentrum wird der Bereich Big-Data erheblich gestärkt. Die vorhandenen Dienste, Infrastrukturen, und Plattformen werden ausgebaut, erweitert und optimiert. Höherwertige Dienste werden entwickelt und in Betrieb genommen. Neben der Förderung und Unterstützung der Big-Data und Data-Science-Experten aus dem wissenschaftlichen Umfeld sollen auch Möglichkeiten entwickelt werden, um die Dienste des LRZ für weitere Benutzergruppen, insbesondere kleine und mittlere Unternehmen in Bayern, im Rahmen von Forschungsprojekten zu öffnen.

10.2 Maßnahmen

Als erster Schritt wurde eine spezifische Workshop-Reihe gestartet, mit der die Wissenschaftler an den Münchner Universitäten und Hochschulen über das breite Angebot an Big Data Infrastrukturen und Diensten am LRZ informiert werden. Die Workshops decken ein breites Spektrum an verschiedenen Anwendungsdisziplinen ab: von Informatik und Mathematik, über Astro-, Bio-, Geo- und Medizinforschung bis hin zu den digitalen Geisteswissenschaften. Die damit verbundenen sehr vielseitigen Anforderungen dieser Wissenschaftsdisziplinen, sowohl bei der Entwicklung eigener Big-Data-Lösungen als auch für den Einsatz in Big-Data-Anwendungen, werden hierbei erhoben. Ziel ist es, eine nachhaltige Basis für die kollaborative Weiterentwicklung und Optimierung der vorhandenen Dienste zu höherwertigen Lösungen für den praktischen Einsatz zu schaffen und sogenannte „friendly user“ zu identifizieren, die die neuen Services für ihre Fragestellungen unter realen Bedingungen testen. Das LRZ unterstützt in der partnerschaftlichen Zusammenarbeit einerseits die Wissenschaftler mit speziellen Lösungen und angepassten Infrastrukturen, investiert aber auch in die eigene Weiterentwicklung von entsprechenden IT-Dienstleistungen für zukünftige Anwendungen – und schafft somit einen Mehrwert für alle LRZ-Kunden in Bayern.

Als zweiter Schritt wurde am LRZ eine dedizierte Anlaufstelle für die Themen Big Data und Machine Learning eingerichtet, die entsprechende Anfragen entgegennimmt und entweder selbständig über mögliche Dienste und Lösungen informiert oder quer über alle Abteilungen und Gruppen eine schnelle Eingreifgruppe zur Behandlung der jeweiligen Fragestellung zusammenstellt und in Aktion setzt. Damit entstehen Teams von Experten mit unterschiedlichen Ausrichtungen, vom schnellen Netzzugriff über den Hintergrundspeicher bis zum Hochleistungsrechner und zu Visual Analytics. Gemeinsam mit dem Kunden wird ein Arbeitsprogramm definiert und nach möglichen Kapazitäten für die praktische Umsetzung gesucht, wobei letzteres entweder über die existierende Unterstützung des Big-Data-Kompetenzzentrums oder über entsprechende Forschungs- und Projektanträge erfolgt.

So wurden im Rahmen des Calls „Winter of Workflows 2016/2017“ zwei Projekte ausgewählt, die intensive Betreuung und Unterstützung bei der Nutzung des Data Science Storage und der CLC-Bio Cloud des LRZ erhielten. Das Projekt „Solanum Chilense-Evolutionary Genomics of Seedbanks“, von Prof. Aurélien Tellier, TUM Weihenstephan beschäftigt sich mit der Auswertung von großen Genom-Daten in der Populations-Genetik. Es verwendet *Solanum chilense*, eine wilde Tomatenart aus dem Süden Perus und dem Norden Chiles, als Modell-System zur Abschätzung der früheren Entwicklung des Saatguts in Populationen verschiedener Lebensräume und um die genetischen Grundlagen der Anpassung aufzudecken. Das Projekt „Screening publicly available human RNA-sequence data for non-human RNA components“ von Prof. Fabian Theiss und Dr. Lukas Simon (TUM), beschäftigt sich damit, öffentlich verfügbare humane RNA-Sequenz-Datensätze aus einer Vielzahl von Krankheitskontexten danach zu untersuchen, ob nicht-menschliche RNA-Sequenzen darin auftauchen. Diese Sequenzen können dann mit bekannten Mikroben und Viren verglichen werden. So können neue Assoziationen zwischen menschlichen Krankheiten und Mikroben/Viren entdeckt werden. Aufgrund der großen Datenmengen (u.a. wurden 1 TByte Hauptspeicher benötigt) war dieses Projekt ideal für die CLC-Compute Cloud und den Data Science Storage des LRZ.

Weiter wurde in enger Zusammenarbeit und Abstimmung mit dem vorhandenen Lehrangebot an den Universitäten und Hochschulen sowie kommerziellen Partnern (z.B. nVidia und Microsoft) ein ergänzendes Kursprogramm entwickelt, mit dem sowohl hochaktuelle Themen aber auch die Anwendung der Big-Data-Dienste am LRZ in der Praxis erlernt und erweitert werden. Vorhandene Kurse am LRZ wurden um Komponenten für den Einsatz von Big Data erweitert sowie ein neues Kursangebot zu aktuellen Big Data-Technologien entwickelt.

Für die kleinen und mittleren Unternehmen (KMUs) in Bayern arbeitet das LRZ an Konzepten, wie diese im Rahmen von Projekten und in Zusammenarbeit mit den wissenschaftlichen Partnern an den Universitäten und Hochschulen auf die Forschungsinfrastrukturen des LRZ zugreifen und diese für eigene Versuche anwenden können. Dabei wird darauf geachtet, dass die Anwendungen, nach deren Entwicklung über spezifische Schnittstellen, auch bei kommerziellen Anbietern für den produktiven Einsatz (losgelöst vom LRZ) verwendet werden können.

Über entsprechende Öffentlichkeitsarbeit in Zusammenarbeit mit den Partnern in München und Bayern soll das Bewusstsein der Bevölkerung für die Möglichkeiten von Big Data sowie das Angebot der Universitäten und Hochschulen und die Big-Data-Dienste des LRZ vorgestellt und etabliert werden.

- Mit einer Kick-Off Veranstaltung am 22.02.2018 sollen die oben genannten Konzepte mit dem LRZ als Big-Data-Kompetenzzentrum der Öffentlichkeit vorgestellt werden. Das Programm dazu und die Einladungen werden Ende 2017/Anfang 2018 ausgearbeitet.
- Das LRZ unterstützt gemeinsam mit dem Munich Centre for Internet Research (MCIR), der Technischen Universität München (TUM), und dem Zentrum Digitalisierung.Bayern (ZD.B) die LMU-Ringvorlesung zum Thema „Big Data & Data Ethics: Möglichkeiten und Gefahren“, die im Wintersemester 2017/18 im LMU Hauptgebäude jeweils dienstags stattfindet– siehe: https://www.uni-muenchen.de/studium/studienangebot/lehrangebote/ringvorlesung/rv_17_18/index.html
- Im Rahmen der IHK-Reihe „Wissenschaft zum Frühstück“ präsentierte das LRZ einen noch tieferen Einblick in die Aktivitäten vor Ort mit konkreten Beispielen aus bereits laufenden oder abgeschlossenen Projekten.

11 Datenhaltung

Die Angebote des LRZ für Dienste zur Datenspeicherung erfreuen sich großer Beliebtheit. Die starken Wachstumsraten machten 2017 eine Reihe von Beschaffungen und Erweiterungen nötig.

In den Bandbibliotheken des LRZ werden die Daten der Archivierungs- und Sicherungsdienste über mehrere Bandgenerationen hinweg für viele Jahre gespeichert. Die mit 8 Jahren ältesten 14.000 Bänder wurden durch modernere Formattypen mit der sechsfachen Kapazität ersetzt. Dazu mussten mehr als 10 Petabytes umkopiert werden. Auch ein Teil der Server, über die auf die Bandbibliotheken zugegriffen wurde, wurden durch neue, leistungsfähigere Systeme abgelöst. Zusätzlich wurde ein Plattenspeichersystem für die permanente Speicherung besonders wichtiger Sicherungen in Betrieb genommen.

Über einen Großteil des Jahres hin zogen sich die Modernisierungsmaßnahmen an den NAS-Speichersystemen: Im Frühjahr 2017 wurde das für die Bayerische Staatsbibliothek betriebene Speichersystem, das seit seiner Installation im Jahr 2008 zahlreiche Erweiterung erlebt hat und immer mehr zum zentralen Umschlagplatz der Digitalisierungsprojekte der BSB geworden war, durch eine Neubeschaffung mit deutlich mehr Kapazität abgelöst. Die Herausforderung dabei war die unterbrechungsfreie Verlagerung von 500 TB Daten, auf denen permanent gearbeitet wurde, vom Altsystem auf die neue Umgebung. Im Sommer 2017 wurde ein neues, hochverfügbares Speichersystem für die virtuelle Server-Infrastruktur installiert. Im Herbst schließlich wurde in Rekordzeit der Cloud Storage der primär von TUM und LMU genutzt wird, um mehr als ein Petabyte erweitert. Die eigentlich erst für Ende nächsten Jahres geplante Erweiterung musste auf Grund des enormen Zuwachses vorgezogen werden.

Im Juli 2017 wurde der 50.000ste Nutzer des Dienstes LRZ Sync+Share registriert. Während der heißen Phasen zu Semesterbeginn wurden bis zu 1.000 Neuregistrierungen pro Woche für den Dienst verzeichnet. Sync+Share wird bayernweit genutzt und ergänzt das Cloud Storage Angebot des LRZ. Er wird von Wissenschaftlern und Studierenden primär zum Datenaustausch verwendet.

Bereits 2016 wurde der Dienst Data Science Storage (DSS) als Pilot mit einem Petabyte Nutzkapazität und handverlesenen Projekten gestartet. 2017 wurde ein weiteres System mit einer Kapazität von einem Petabyte im Auftrag der TUM beschafft.

11.1 Archiv- und Backupsystem

11.1.1 Konfiguration Ende 2017

Das Archiv- und Backupsystem des LRZ besteht aus mehreren miteinander verbundenen Systemen mit Bandrobotern, die zu den „dienstältesten“ Komponenten im Rechenzentrum gehören, nämlich

- dem Hochleistungssystem HABS, das Anfang 2006 mit - vor 12 Jahren - sehr leistungsstarken Bandlaufwerken installiert und seitdem mehrfach erweitert wurde,
- einem System mit LTO-Bandlaufwerken in mehreren Bibliotheken (LABS), das 2010 neu installiert und 2014 erweitert wurde,
- einem Storage-Server für Plattenbackups (Backup2Disk)
- und einem Disaster Recovery System (DRABS), das 2012 beschafft wurde und das eine zweite Kopie der Archivdaten vorhält.

Das letztgenannte System ist, um die Ausfallsicherheit zu erhöhen, räumlich getrennt an der Max Planck Computing and Data Facility (MPCDF) installiert. An die SAN Fabrics sind die Storage-Server, alle Bandlaufwerke der Bibliotheken und alle Systeme mit hohem Datenverkehr, insbesondere SuperMUC-Loginknoten, und die Backup-Server angeschlossen. Die SAN Fabrics sind Grundlage für einen effizienten Transport von großen Datenmengen. Durch sie wird die Last am LAN reduziert und eine dynamische Zuordnung der Speicherkomponenten zu den Verbrauchern ermöglicht.

Software-seitig wird die gesamte Architektur mit dem Produkt *IBM Spectrum Protect* (ISP) betrieben. Auf den 21 Rechnern des Systems laufen jeweils mehrere Instanzen des ISP-Servers (vormals *Tivoli Storage Manager*). Insgesamt waren Ende 2017 60 dieser Server in Betrieb.

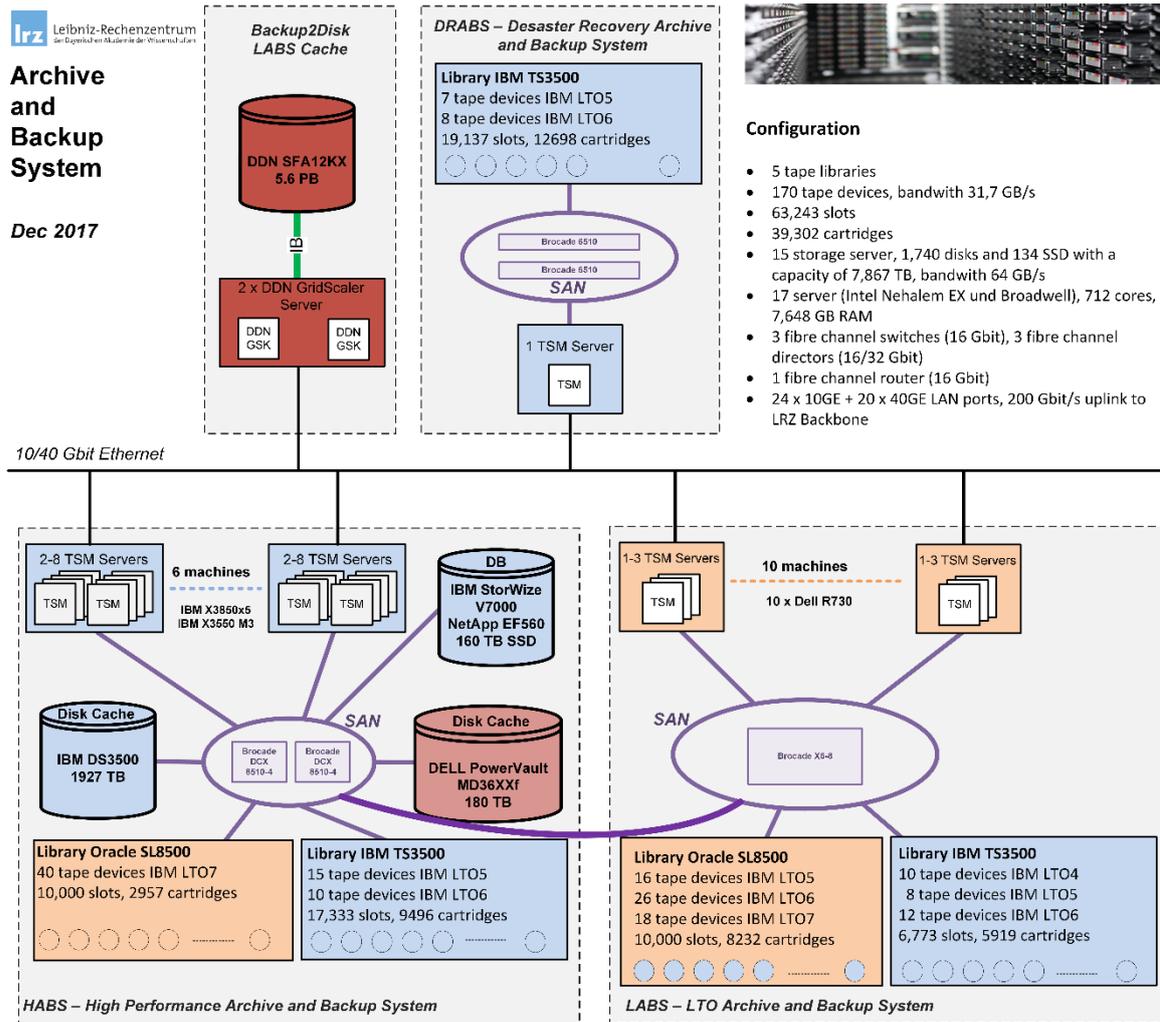


Abbildung 35: Konfiguration Archiv- und Backupssysteme

11.1.2 Ersetzung veralteter Server

Die Hardware-Konfiguration, auf die der Archiv- und Backupdienst des LRZ aufbaut, ist wenig statisch. Teile der Server-, Netz- und Speicherinfrastruktur werden mehr oder weniger permanent erweitert oder an neue Technologien angepasst. Ein Großteil der Server wurde 2017 auf neue, schnellere Hardware verlagert. Die Arbeiten zogen sich über mehrere Monate. Mit dem Umzug einher ging eine Neukonzipierung der internen Zuteilung von Plattenspeicher zu den einzelnen Servern.

11.1.3 Ersetzung veralteter Bandtechnologie

Zur Speicherung der Daten werden vorwiegend Magnetbänder (Cartridges) eingesetzt. Diese Bandmedien wie auch die zugehörigen Bandlaufwerke haben gegenüber Festplatten eine vergleichsweise lange Haltbarkeit. Sie müssen dennoch nach einigen Jahren ausgetauscht werden, da sie weder in kapazitiver noch leistungsmäßiger Hinsicht mit dem schnellen technologischen Fortschritt mithalten können und nach längerer Standzeit nicht mehr rentabel sind.

2017 wurden aus diesem Grund technologisch veraltete Bandlaufwerke und Datenträger vom Typ T10K (Erstbeschaffung 2009) und ein Teil der LTO4-Medien/Laufwerke (Erstbeschaffung 2008) außer Betrieb genommen. Im Gegenzug wurden mehrere 1.000 Bänder und 52 LTO7-Bandlaufwerke neu in Betrieb genommen. Die Daten, die auf den alten Bändern gespeichert waren, wurden auf neuere Medien verlagert. Von den 9.000 alten T10K-Bändern wurden über mehrere Monate hinweg Daten im Umfang von 7,7 PB und von den LTO4-Bändern Daten im Umfang von 2,5 PB auf neue LTO7-Bänder verschoben. Die Tatsache, dass lediglich eines der annähernd 10 Jahre alten T10K-Bänder fehlerhaft war, belegt die hohe Qualität des Bandmaterials.

Die ersten T10K-Bandlaufwerke, Modell A, kamen im Jahr 2006 mit der Installation einer StorageTek SL8500 Library ins damals brandneue Rechenzentrum des LRZ in Garching. Die Laufwerke wurden 2009 auf Model B hochgerüstet. T10K Model B hatte eine Bruttokapazität von 1 TB bei 120 MB/s Durchsatz. Die Laufwerke von StorageTek (später SUN, noch später Oracle) waren seiner Zeit schärfster Konkurrent der Highend-Laufwerke von IBM.



Abbildung 36: Bandmaterial

Abbildung 36 zeigt rechts eine Europalette vollgepackt mit T10K-Bändern und links daneben die gleiche Menge an Kapazität (> 2 PB) mit LTO7-Bändern.

11.1.4 Data Science Archive

2017 war stark geprägt durch die Ausschreibung eines neuen Supercomputers SuperMUC-NG. Ursprünglich war zeitgleich die Beschaffung eines neuen Bandarchivs (Data Science Archiv = DSA) für SuperMUC-NG geplant. Die Beschaffung wird sich deutlich verzögern und erst 2020 möglich sein. Daher mussten verschiedene Maßnahmen vorbereitet werden, um mit dem bereits zu drei Vierteln gefüllten, vorhandenen SuperMUC-Archiv die Durststrecke bis 2020 zu überbrücken. Zu den Maßnahmen gehören u.a. die restriktivere Vergabe von Archivspeicherplatz und die Aufstockung des alten SuperMUC-Archivs mit weiteren Bändern.

11.1.5 Statistik

Im Jahr 2017 wuchs der Datenbestand um insgesamt 13 Petabyte. Ende 2017 waren in den **5 Bibliotheken** des Archiv- und Backupsystems auf **42.000 Bändern 74 Petabyte** in **29 Milliarden Dateien** gespeichert. Täglich wurden auf die Systeme **durchschnittlich 110 Terabyte** neu geschrieben. Die Daten stammen von **9.700 Rechnern** aus **500 Einrichtungen** im MWN. Die Zahl der Rechner ändert sich dynamisch. 2017 wurden 1.200 Rechner neu registriert und 1.100 alte Rechner inklusive ihrer gespeicherten Daten gelöscht.

Bereits Mitte 1995 gingen die ersten Komponenten des Archiv- und Backupsystems in den Testbetrieb. Offizieller Produktionsstart war der 1.1.1996. Abbildung 37 zeigt das kontinuierliche Wachstum des Datenbestands über mehr als zwanzig Jahre hinweg.

Heute kaum mehr vorstellbar ist, dass für Speichermengen, die heute ohne Probleme auf einer Festplatte unterzubringen sind, vor zwanzig Jahren ein ganzes Rechenzentrum nötig war.

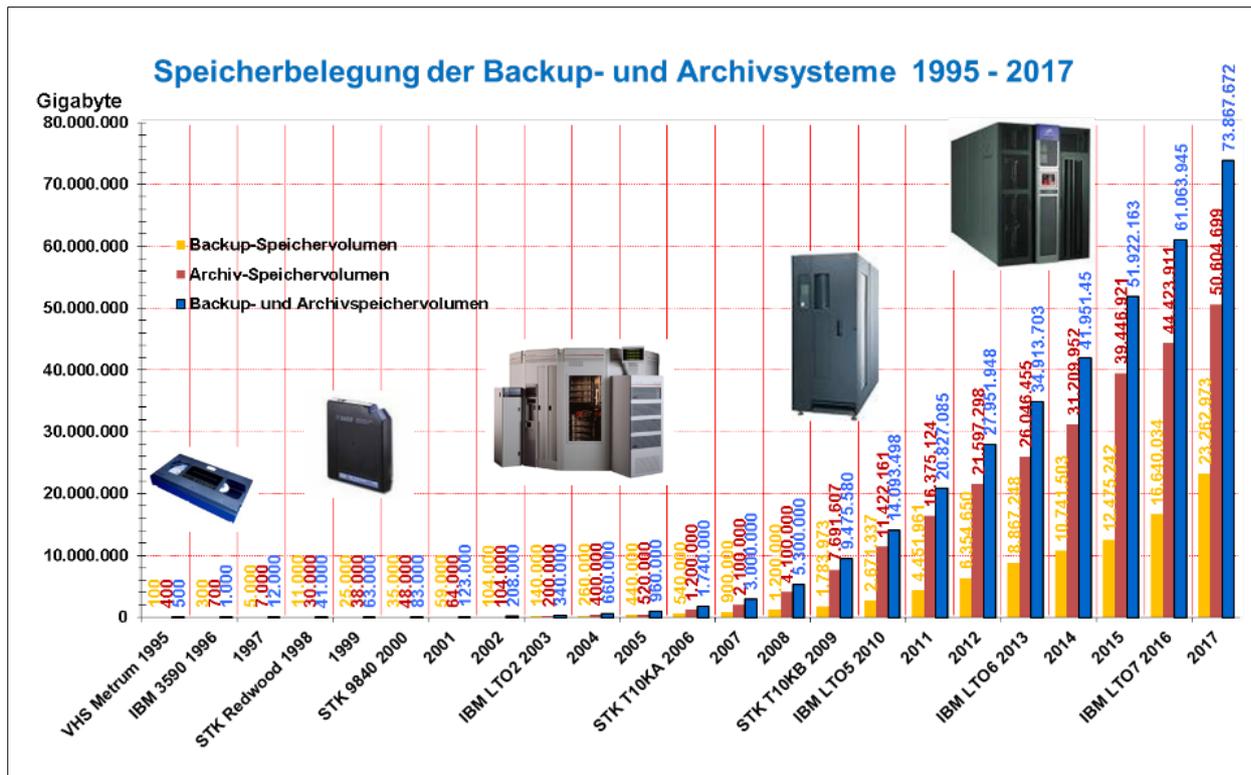


Abbildung 37: Datenzuwachs 1995-2017

11.1.6 Plattform für digitale Langzeitspeicherung

Die Standardaufbewahrungsdauer im Archiv beträgt 10 Jahre. Nur ein Bruchteil der Archivdatenmenge ist für die Langzeitarchivierung mit nicht begrenzter Aufbewahrungszeit vorgesehen. Für die Bayerische Staatsbibliothek (BSB) ist diese Langzeitarchivierung von besonderem Interesse. Seit 2004 besteht eine Kooperation zwischen der BSB und dem LRZ, in deren Kontext mehrere DFG-geförderte Projekte, die BSB-Google-Partnerschaft und die Einführung des Managementsystems zur Langzeitarchivierung *Rosetta* der Firma Ex Libris zustande kamen. Die langfristige Speicherung der Daten übernimmt bei allen Projekten ein NAS-System und das Archiv- und Backupsystem des LRZ.

Im Laufe des Jahres wurden 2 Millionen Dateien ins Langzeitarchiv eingespeist. Der Bestand umfasst Ende des Jahres 2017 **1,6 Milliarden Dateien mit einem Umfang von 750 TB**. Da aus Sicherheitsgründen eine Zweitkopie von allen Archivdaten erstellt wird, ist die tatsächliche Objektanzahl und das tatsächliche Datenvolumen auf den Speichermedien doppelt so hoch.

Die entgegengenommenen Daten werden aufbereitet, archiviert und für eine Webpräsenz bereitgestellt. Dies geschieht auf über 200 Servern, die zum überwiegenden Teil auf der virtuellen Serverplattform des LRZ betrieben werden. Beispiele für solche Systeme sind unter anderem das Kulturportal Bayern *bavarikon*, die Verkündungsplattform Bayern oder auch die Bayerische Landesbibliothek online.

11.2 Data Science Storage

11.2.1 Konzept

Durch die fortschreitende Digitalisierung ist in immer mehr Forschungsbereichen ein enormes Datenwachstum zu beobachten. Ein Beispiel für solch einen Forschungsbereich sind die Lebenswissenschaften, die mit Next-Generation-Sequencing und ultrahochoflösenden Mikroskopen viele Petabyte an Daten generieren. Für diese und ähnlich aufgestellte Benutzergruppen, die große Datenmengen erzeugen und verarbeiten, hat das LRZ ein neues Datenmanagementkonzept mit dem Data-Science-Storage (DSS) als zentraler Speicherplattform im Mittelpunkt entwickelt. Große Datenmengen im Petabyte-Bereich, die an den Instituten vor Ort erzeugt werden, werden auf den modular aufgebauten Festplattensystemen des DSS im LRZ dauerhaft gespeichert und im direkten, schnellen Zugriff auf den HPC-, Cloud- und Visualisierungssystemen am LRZ analysiert. Die dazu nötige leistungsfähige, skalierbare und nachhaltige Speicherarchitektur wird an die HPC-Systeme (*Spectrum Scale Client Cluster*) des LRZ

sowie weitere Systeme mit entsprechendem Bedarf im LRZ-Umfeld angebunden. Über die Cloud-Infrastruktur des LRZ können die Daten des DSS weltweit anderen Einrichtungen zugänglich werden.

11.2.2 DSS-Speicherblöcke

Bereits 2016 wurde ein DSS-Pilotsystem mit einer Nutzkapazität von zwei Petabyte am LRZ installiert, das von handverlesenen Projekten genutzt wird.

2017 wurde ein weiterer Speicherblock mit einer Kapazität von einem Petabyte im Auftrag der TUM beschafft und installiert. 2018 werden weitere folgen:

Die Integration der nationalen Höchstleistungsrechenzentren Deutschlands (InHPC-DE) sieht ein mehrstufiges Verfahren für eine stärkere Integration der drei GCS-Zentren auf der Datenebene vor. Zu diesem Zweck wird die Hochgeschwindigkeitsvernetzung in und zwischen den drei Zentren auf 100 Gbit/s ausgebaut. Vor Ort werden die Speicherkapazitäten erheblich erweitert. Der diesbezügliche Projektantrag wurde 2017 eingereicht und genehmigt. Am LRZ wird der DSS-Speicher mit den Projektmitteln um 10 PB erweitert werden.

Weitere 10 PB werden 2018 für den nächsten Höchstleistungsrechner SuperMUC-NG beschafft.

11.2.3 Datenmanagement

Die Etablierung des DSS als zentrale Speicherplattform geht einher mit einem Paradigmenwechsel auf verwaltungstechnischer Ebene. Bisher wurden Berechtigungen und Kennungen für Rechenprojekte beantragt und für die Dauer der Projektlaufzeit genehmigt. Künftig können reine Datenprojekte beantragt werden, denen bestimmte Speicherressourcen zugeordnet werden. Die Datenprojekte werden von Datenkuratoren verwaltet, die ihrerseits Datencontainer anlegen und Berechtigungen über ein Einladungskonzept, wie man es von verschiedenen Cloud-Storage-Providern kennt, vergeben können. Mit der Entwicklung des hierzu notwendigen Management-Interfaces sowie der Erweiterung des zentralen Identity Managements um das Konzept der Datenprojekte wurde 2017 begonnen. Die vollständige Umsetzung ist eine komplexe, vielschichtige Herausforderung und wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen.

11.3 Online-Speicher

11.3.1 Konfiguration

Die NAS-Systeme am LRZ sind aufgrund ihrer Stabilität, Ausfallsicherheit und hohen Datensicherheit seit vielen Jahren die zentrale Speicherplattform für allgemeine Zwecke mit mittleren Leistungsanforderungen. Die ständig wachsenden Datenmengen erfordern eine gute Skalierbarkeit der eingesetzten Systeme. Im Jahr 2005 betrug das Bruttospeichervolumen der gesamten NAS-Infrastruktur überschaubare 54 TB auf etwa 350 Festplatten, heute liegt es bei **18.000 TB** auf **9.000 Festplatten**.

Abbildung 38 zeigt die Konfiguration der Speicherinfrastruktur aller Primärspeichersysteme inklusive der Replikations- und Backupsysteme. Jede Box steht für einen sogenannten Filerkopf, der die Daten an die Clientsysteme ausliefern kann. Zwischen Primär- und Replikationsspeichersystemen werden die Daten in der Regel asynchron gespiegelt. Im VMware-Umfeld, wo die Verfügbarkeit eine besonders große Rolle spielt, erfolgt eine zusätzliche Spiegelung zwischen den, auf unterschiedliche Brandabschnitte aufgeteilten, Produktivsystemen. Zur weiteren Erhöhung der Datensicherheit werden die Daten von den meisten Replikationssystemen zusätzlich auf Magnetbänder gesichert.

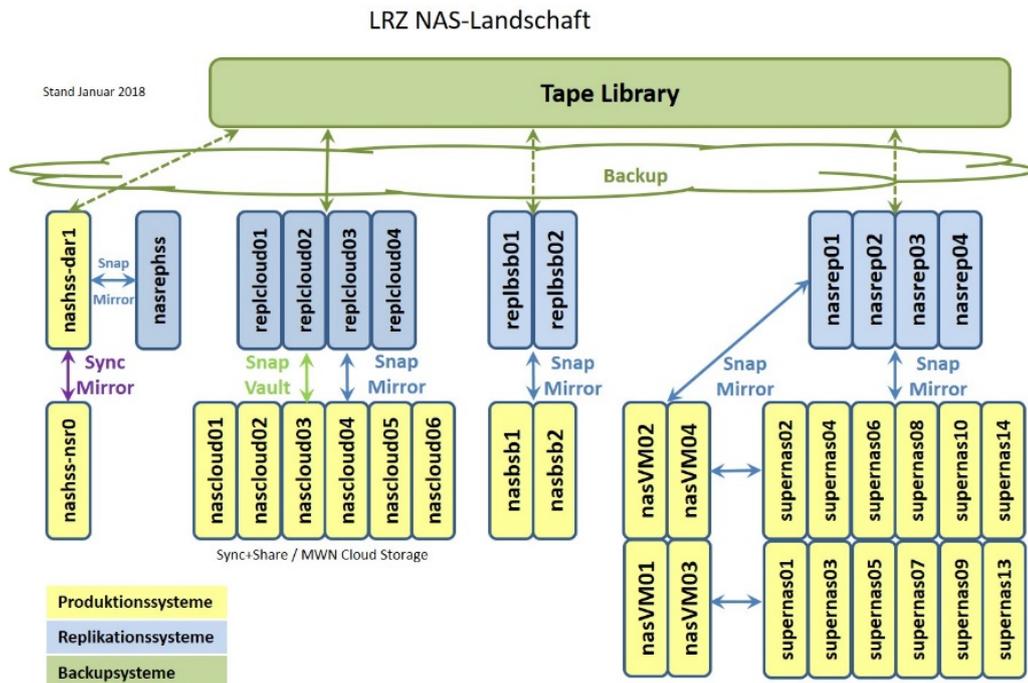


Abbildung 38: Primärsysteme, Replikation und Backup

11.3.2 Wachstum MWN Cloud Storage

Das LRZ stellt seit Mitte 2008 persönlich nutzbaren Speicher, sowie gemeinsam nutzbaren Projektspeicher MWN-weit für alle Studierenden und Beschäftigten der Universitäten zur Verfügung. Die Nutzung des *MWN Cloud Storage* nimmt beständig zu. Die simultanen Zugriffe haben sich innerhalb der letzten drei Jahre von ca. 3.000 auf ca. 7.500 mehr als verdoppelt. Hauptnutzer des *MWN Cloud Storage* ist die TU München. Auch Lehrstühle der LMU arbeiten zunehmend mit diesem Speicher, wenn auch noch nicht in dem Maße wie die TUM. Ferner haben 2017 auch die Hochschule München und die Bayerische Staatsbibliothek begonnen, den Dienst zu nutzen. Insgesamt ist die Speicherbelegung im Laufe des Jahres um 500 TB auf 1.300 TB angewachsen, siehe Abbildung 39.

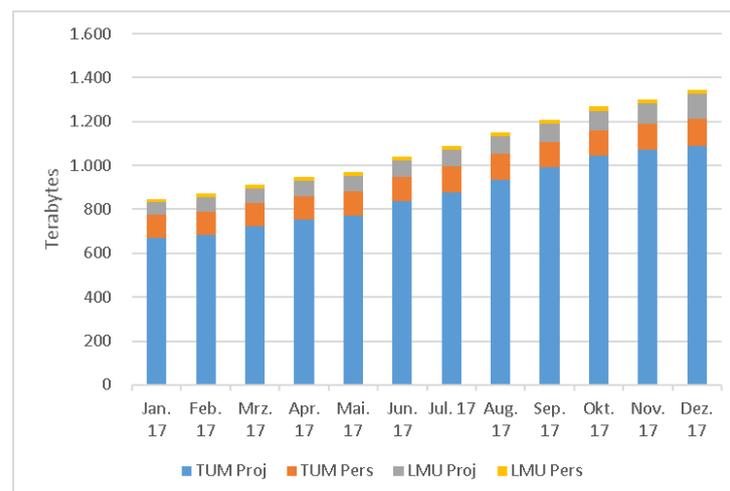


Abbildung 39: Belegter Speicher in der MWN Storage Cloud

11.3.3 Erweiterung des Cloud Storage

Mit über 50 % Wachstum pro Jahr übertraf die Wirklichkeit die Prognosen um Einiges. Die Ausbauplanung von 2016 sah die nächste Kapazitätserweiterung für Ende 2018/2019 vor. Dieser Ansatz war deutlich zu konservativ. Spätestens im Frühjahr 2018 wäre es zu ernsthaften Engpässen gekommen. Im Herbst 2017 wurden daher zwei weitere, hochperformante Filerköpfe sowie Speicherhardware mit einer Nutzkapazität

von einem Petabyte, 10 % davon in Form von schnellem Flash-Speicher, aus LRZ-eigenen Mitteln beschafft, installiert und in den Cloud Storage integriert.

11.3.4 Ersetzung Metro-Cluster

Das Metro-Cluster ist ein in die Jahre gekommenes NAS-System am LRZ, das von einer komplexen, web-basierten Applikationsumgebung genutzt wird. Eine hohe Verfügbarkeit des Systems ist unerlässlich und es ist absolut kritisch, dass als "gespeichert" geltende Daten in keinem Fall verloren gehen. Die Systemumgebung ist daher auf zwei Brandabschnitte verteilt. Alle eingehenden Daten werden via synchroner Spiegelung automatisch in die beiden Brandabschnitte gespeichert. Das System musste ersetzt werden, da es für die Technologie vom Hersteller keinen Support mehr gab („end of life“). Im Rahmen einer europaweiten Ausschreibung wurde ein Nachfolgesystem inklusive Rahmenvereinbarung beschafft und in Betrieb genommen.

11.3.5 Neuer Speicher für das Münchner Digitalisierungszentrum

Das LRZ erbringt seit vielen Jahren Dienstleistungen für die Bayerische Staatsbibliothek (BSB) und ist heute ihr primärer IT Service Provider. Die Anfänge des Betriebs von exklusiven Speichersystemen für die BSB gehen zurück auf das Jahr 2007. Seit dieser Zeit betreibt das LRZ für die BSB ein zentrales NAS-Speichersystem (BSB-Filer) sowie ein Compute Cluster für Bild-Konvertierungsjobs. Die beiden rot umrandeten Systeme in Abbildung 40 wurden 2017 durch modernere, leistungsstärkere Systeme ersetzt.

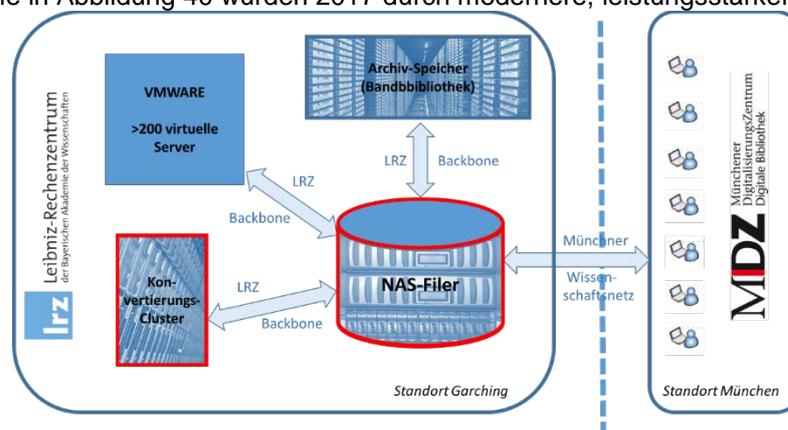


Abbildung 40: Zentrales Speichersystem des MDZ

Bedingt durch das für IT-Verhältnisse biblische Alter und die Tatsache, dass die Ersetzung wegen der vielen, davon abhängigen Dienste im laufenden Betrieb durchgeführt werden musste, gestaltete sich die Ersetzung sehr aufwändig. Ein Interimssystem musste installiert werden, über das die Daten – ohne Betriebsunterbrechung – auf das neue NAS-System gelangten.

Auch an diesem NAS-Filer sind über die Jahre hinweg enorme Zuwachszahlen zu verzeichnen (siehe Abbildung 41). Obwohl das neu beschaffte System eine Bruttokapazität von einem PB hat, wird bereits 2018 eine Erweiterung notwendig werden, wenn die Belegung weiter exponentiell zunimmt.

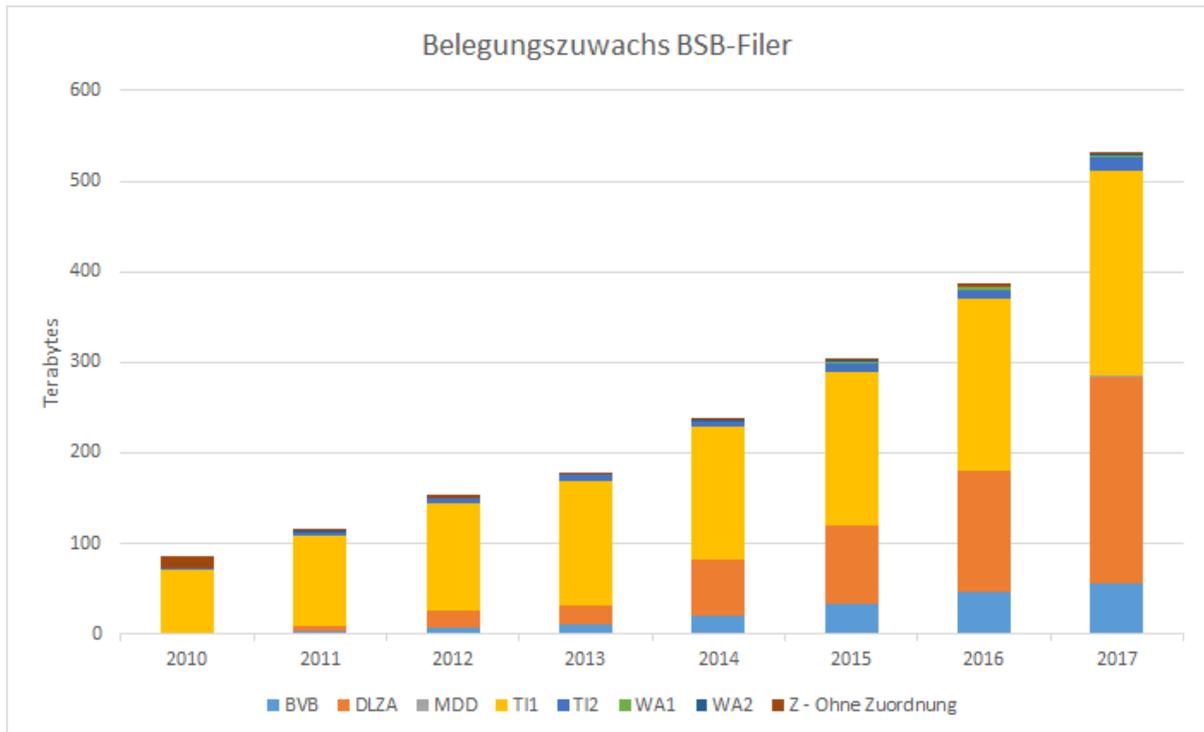


Abbildung 41: Gespeicherte Daten nach Bereichen

11.4 LRZ Sync+Share

Der Dienst LRZ Sync+Share ist seit 2016 offiziell im Service Portfolio des LRZ. Er wird durch das Programm *Digitaler Campus Bayern* gefördert. Die beiden Münchner Universitäten haben daran erwartungsgemäß den größten Anteil, aber auch andere Hochschulen nutzen den Dienst.

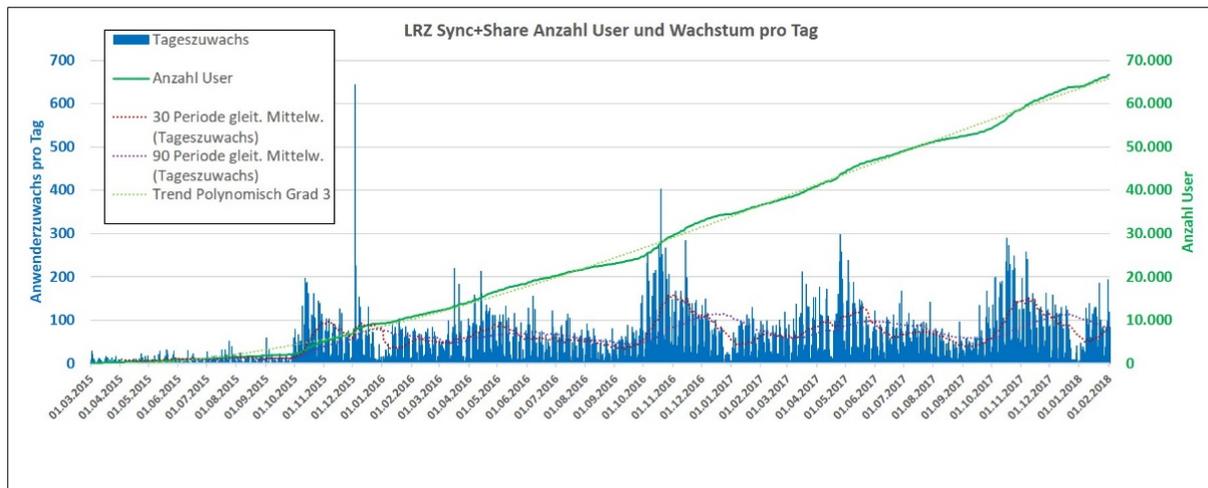


Abbildung 42: Zuwachs Sync+Share

Wie bei praktisch allen speicherhungrigen Diensten sind die Zuwachsraten hoch. Ende Juli 2017 wurde 20 Monate nach der offiziellen Inbetriebnahme des Diensts der 50.000ste Nutzer für Sync+Share registriert. Ende 2017 waren es bereits 63.000 registrierte Nutzer.

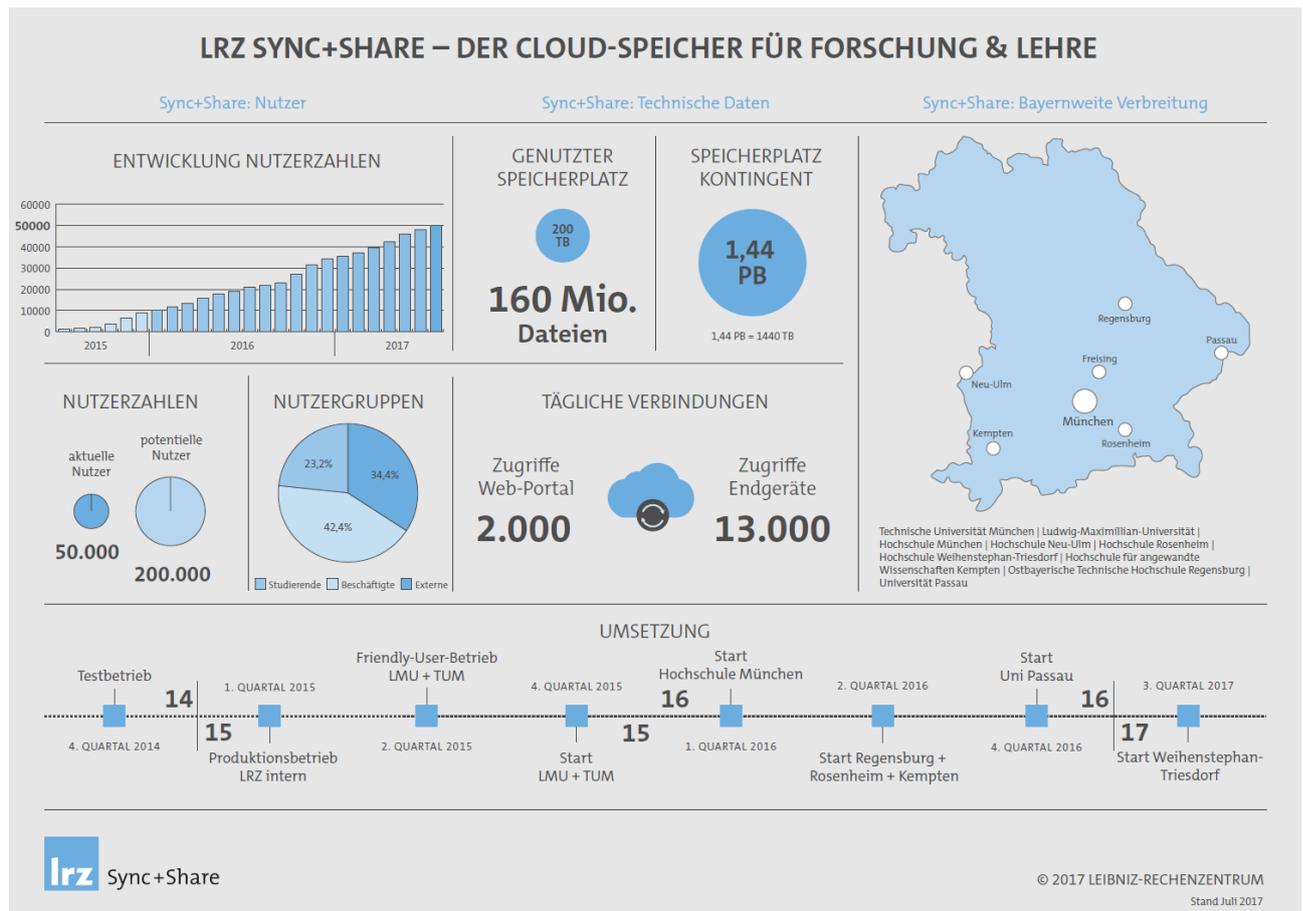


Abbildung 43: Nutzung Sync+Share, Stand Juli 2017

Mehr als ein Drittel davon sind sogenannte externe Nutzer. Externe Nutzer haben keinen eigenen Speicherbereich. Sie werden von regulären Nutzern eingeladen und können deren Speicherkontingent nutzen. Der hohe Anteil an externen Teilnehmern bestätigt, dass der Datenaustausch mit externen Kollegen als eine wesentliche Funktionalität von LRZ Sync+Share wahrgenommen wird.

Der Sync+Share-Dienst wird komplett über ein Cluster von virtuellen Servern realisiert, die Speicherbereiche liegen auf den hoch verfügbaren NAS-Speichern des LRZ. Neben dem Produktionscluster werden noch zwei weitere virtuelle Cluster, eines für das Prestaging, eines für Tests, betrieben. Das Produktionscluster wurde 2017 mit drei weiteren Servern aufgerüstet. Insgesamt sind 50 Server an dem Dienst beteiligt. Zur weiteren Erhöhung von Redundanz und Skalierbarkeit wurden die Datenbanken des Systems auf Cluster-Betrieb (Galera Cluster) umgestellt. Nun können die meisten Wartungsarbeiten im laufenden Betrieb durchgeführt werden.

12 Münchner Wissenschaftsnetz – Internetzugang

Das Münchner Wissenschaftsnetz (MWN) verbindet vor allem Standorte der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), der Technischen Universität München (TUM), der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAW), der Hochschule München (HM) und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) miteinander. Es wird aber auch von anderen wissenschaftlichen Einrichtungen (u. a. Max-Planck-Gesellschaft, Fraunhofer-Gesellschaft, Kunst-Hochschulen, Museen) mitgenutzt. Das Münchner Wissenschaftsnetz bildet die Grundlage für die Kommunikation und Kooperation innerhalb und zwischen den angeschlossenen Institutionen sowie mit Kooperationspartnern in Deutschland, Europa und auch international.

Das Jahr 2017 war geprägt vom stetigen Wachstum der beiden Universitäten und damit einer stetigen Zunahme von Standorten und Netznutzern.

12.1 Struktur und Betrieb des Münchner Wissenschaftsnetzes (MWN)

Die Standorte der angeschlossenen Institutionen sind über die gesamte Münchner Region (i. W. Münchner Stadtgebiet, Garching, Großhadern/Martinsried und Weihenstephan) verteilt, es gibt aber auch weitere Standorte in Bayern. Abbildung 44 gibt einen Überblick über die räumliche Ausdehnung des MWN. Die Lage von Standorten, die außerhalb des Münchner Stadtgebietes liegen, ist in der Abbildung nicht maßstabsgetreu dargestellt, sondern lediglich schematisch (Himmelsrichtung) angedeutet.

Derzeit sind an das MWN mehr als 580 als Unterbezirke bezeichnete Gebäudegruppen angebunden und es werden bis zu 200.000 Geräte über das MWN versorgt, wobei während des Semesters die Anzahl der mobilen Geräte überwiegt. Die Größe der zu versorgenden Areale ist sehr unterschiedlich; sie reicht von einem einzelnen Gebäude bis zu einem gesamten „Campusbereich“ (z.B. Garching, Weihenstephan) mit mehr als 30 Gebäuden. Derzeit sind 53 Studentenwohnheime mit insgesamt knapp 12.800 Wohnheimplätzen am MWN angeschlossen.

Abbildung 45 zeigt die Ausdehnung und Größe des MWN auf einer Karte. Die Nadeln repräsentieren dabei die Unterbezirke. Sind mehrere Unterbezirke an einem Ort, so werden diese in einem Kreis zusammengefasst und die Zahl gibt an, wie viele Unterbezirke zusammengefasst wurden.

Das LRZ ist für das gesamte Backbone-Netz und einen Großteil der angeschlossenen Institutsnetze zuständig. Eine Ausnahme bilden die internen Netze der Medizinischen Fakultäten der Münchner Universitäten (u. a. Rechts der Isar (TUM), Großhadern und Innenstadt-Kliniken (LMU)) sowie der Informatik der TUM. Sie werden von den jeweiligen Rechenzentren der Fakultäten selbst betrieben und betreut. Das LRZ ist jedoch für die Anbindung dieser Netze an das MWN zuständig.

Das MWN ist mehrstufig realisiert:

- Das Backbone-Netz verbindet mittels Routern die einzelnen (Hochschul-)Standorte (Areale) und Gebäude innerhalb der Areale.
- Innerhalb eines Gebäudes dient das Gebäudenetz mittels Switches zur Verbindung der einzelnen Rechner und der Bildung von Institutsnetzen.
- Eine Sonderstellung nimmt das Rechenzentrumsnetz ein, das die zentralen Rechner im Rechnerwürfel des LRZ miteinander verbindet

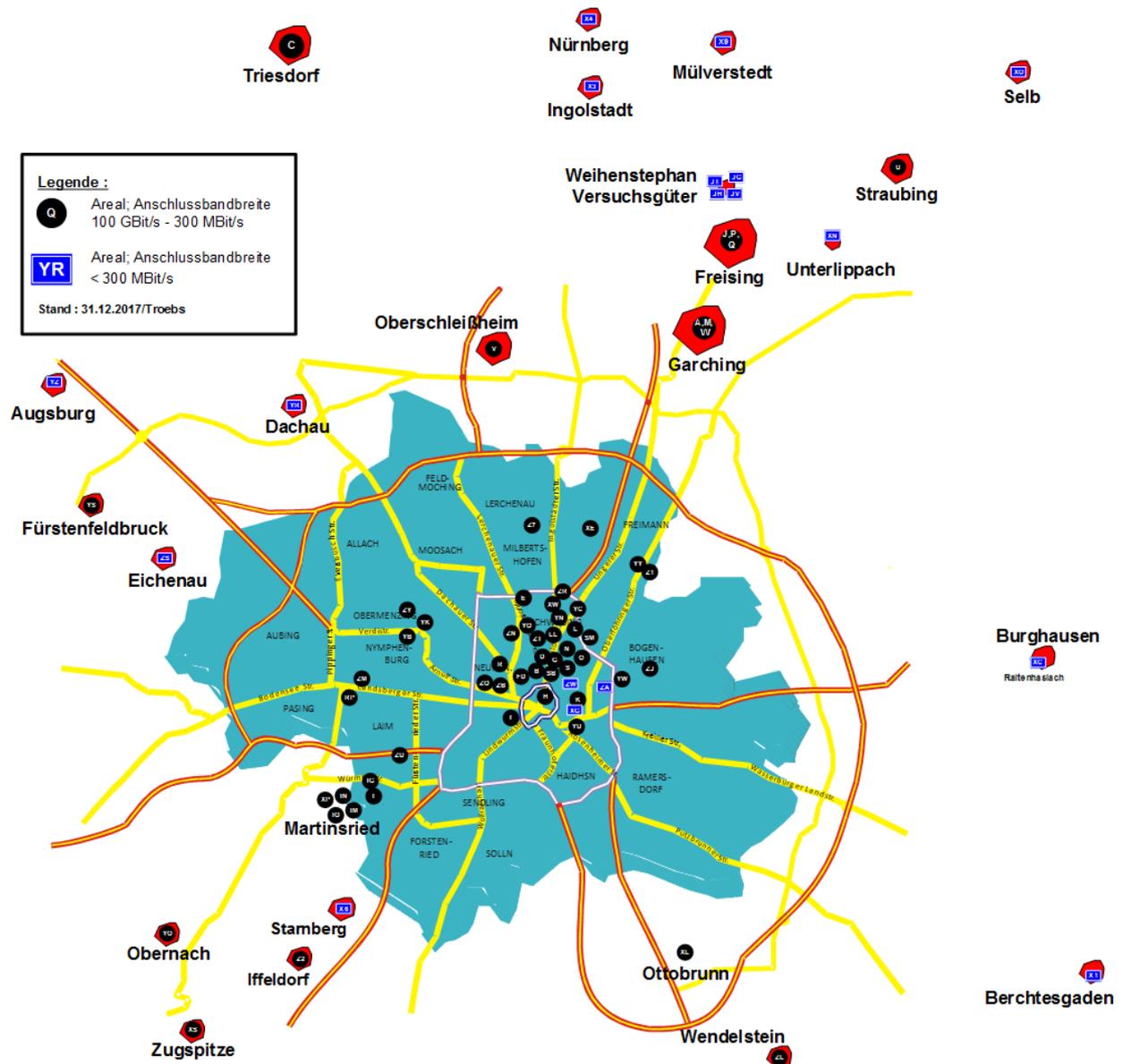


Abbildung 44: Räumliche Ausdehnung des Münchner Wissenschaftsnetzes (nicht maßstabsgerecht)

Etwas genauer lässt sich diese Realisierung wie folgt beschreiben:

- Die Router werden über das Backbone-Netz miteinander verbunden und bilden den inneren Kern des MWN. Die Verbindungsstrecken des Backbone-Netzes sind, je nach Nutzungsgrad, verschieden ausgeführt. Im Normalfall sind die Strecken Glasfaserverbindungen, die langfristig von der Deutschen Telekom, M-net, Colt und Gasline angemietet sind. Auf den Glasfaserstrecken wird mit 10, 20 bzw. 100 Gbit/s übertragen. Die Verbindung der Strecken übernehmen neun Backbone-Router, die untereinander aus Redundanzgründen mehrere Ringe bilden. Netze mit einer geringen Zahl von Endgeräten werden überwiegend mit SDSL-Verbindungen (bis zu 50 Mbit/s) von M-net oder der Telekom oder über WLAN-Verbindungen auf Basis von IEEE 802.11a, g oder n (bis zu 300 Mbit/s) angebunden. Das Backbone-Netz wird genauer im folgenden Abschnitt beschrieben.

Die Switches eines Gebäudes oder einer Gebäudegruppe werden mittels Glasfaser teils mit 1 Gbit/s, teils mit 10 Gbit/s an die Router herangeführt.

- In den Gebäuden geschieht die Anbindung von Datenendgeräten über Ethernet. Die Anbindung wird entweder über „Twisted-Pair“-Kupferkabel (100/1.000 Mbit/s) und Lichtwellenleiter (100 Mbit/s, 1 Gbit/s oder 10 Gbit/s) oder zu einem sehr geringen Teil noch über Koaxial-Kabel (10 Mbit/s) realisiert. Server-Rechner werden in der Regel mit 1 Gbit/s oder mit 10 Gbit/s angeschlossen. Die Gebäudenetze werden in Abschnitt 12.1.3 erläutert.

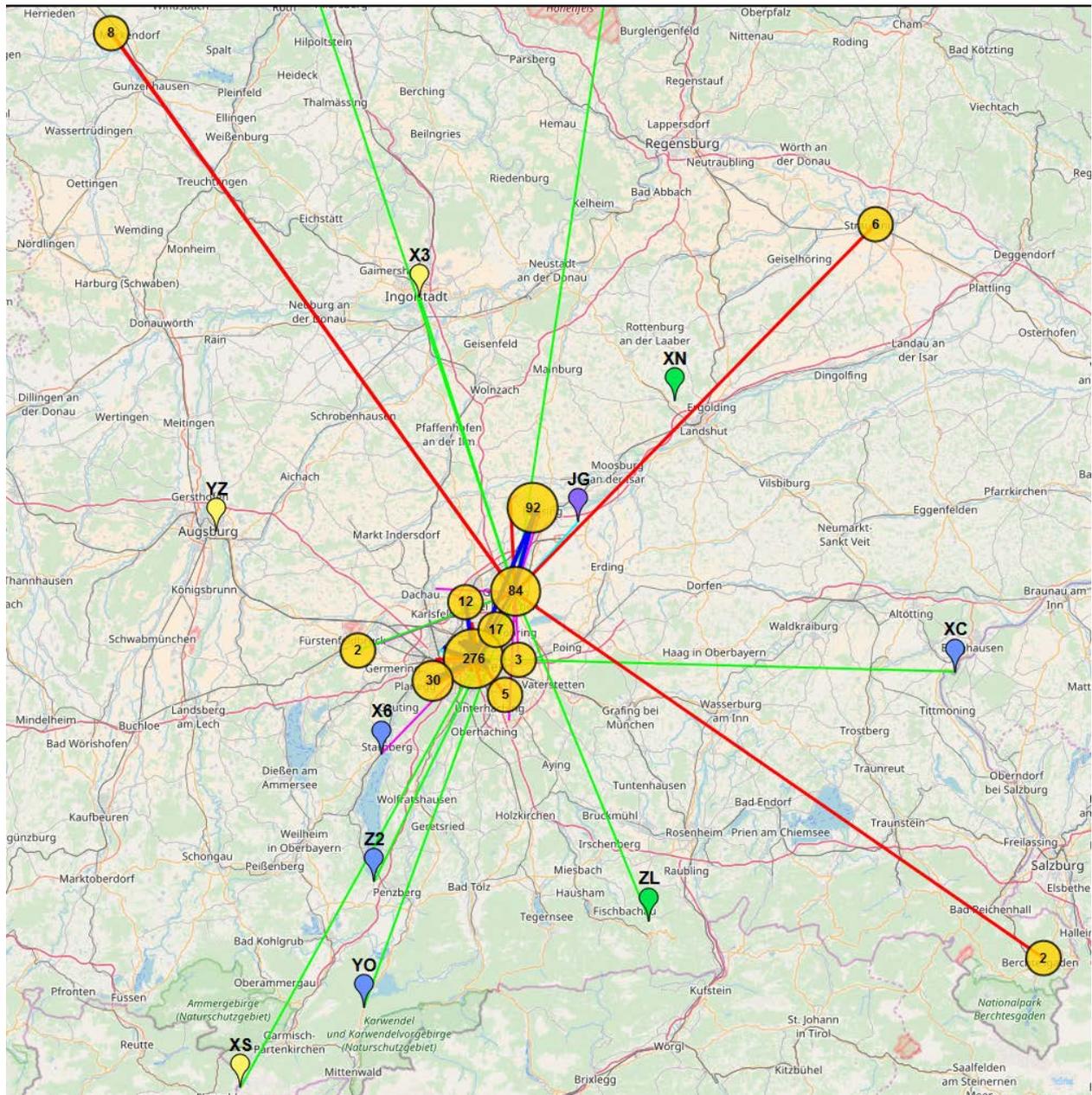


Abbildung 45: MWN Unterbezirke und Ausdehnung

- Die zentralen Rechner im LRZ (der Höchstleistungsrechner SuperMUC, die Systeme des Linux-Clusters, die Server des Backup- und Archivsystems und die zahlreichen Server-Systeme) sind untereinander mit mehrfach 40 Gbit/s bzw. 10 Gbit/s mittels Switches verbunden. Diese Netzstruktur der zentralen Rechner ist über einen Router (mehrfach 10 Gbit/s) mit dem MWN-Backbone verbunden. Die Struktur des Rechenzentrumsnetzes beschreibt Abschnitt 12.1.4.
- Im MWN wird ausschließlich das Internet-Protokoll IP benutzt.

Abbildung 46 und Abbildung 47 zeigen die für das Backbone-Netz verwendeten Strecken, deren Übertragungsgeschwindigkeiten und Endpunkte. Hieraus lässt sich die Ausdehnung des Netzes ablesen. Die Areale des MWN werden zu Dokumentationszwecken auch mit Kürzeln aus ein oder zwei Zeichen (Unterbezirke) benannt (eine Liste der in der Abbildung verwendeten Unterbezirke findet sich im MWN-Netzkonzept siehe <https://www.lrz.de/services/netz/mwn-netzkonzept/mwn-netzkonzept-2017.pdf>)

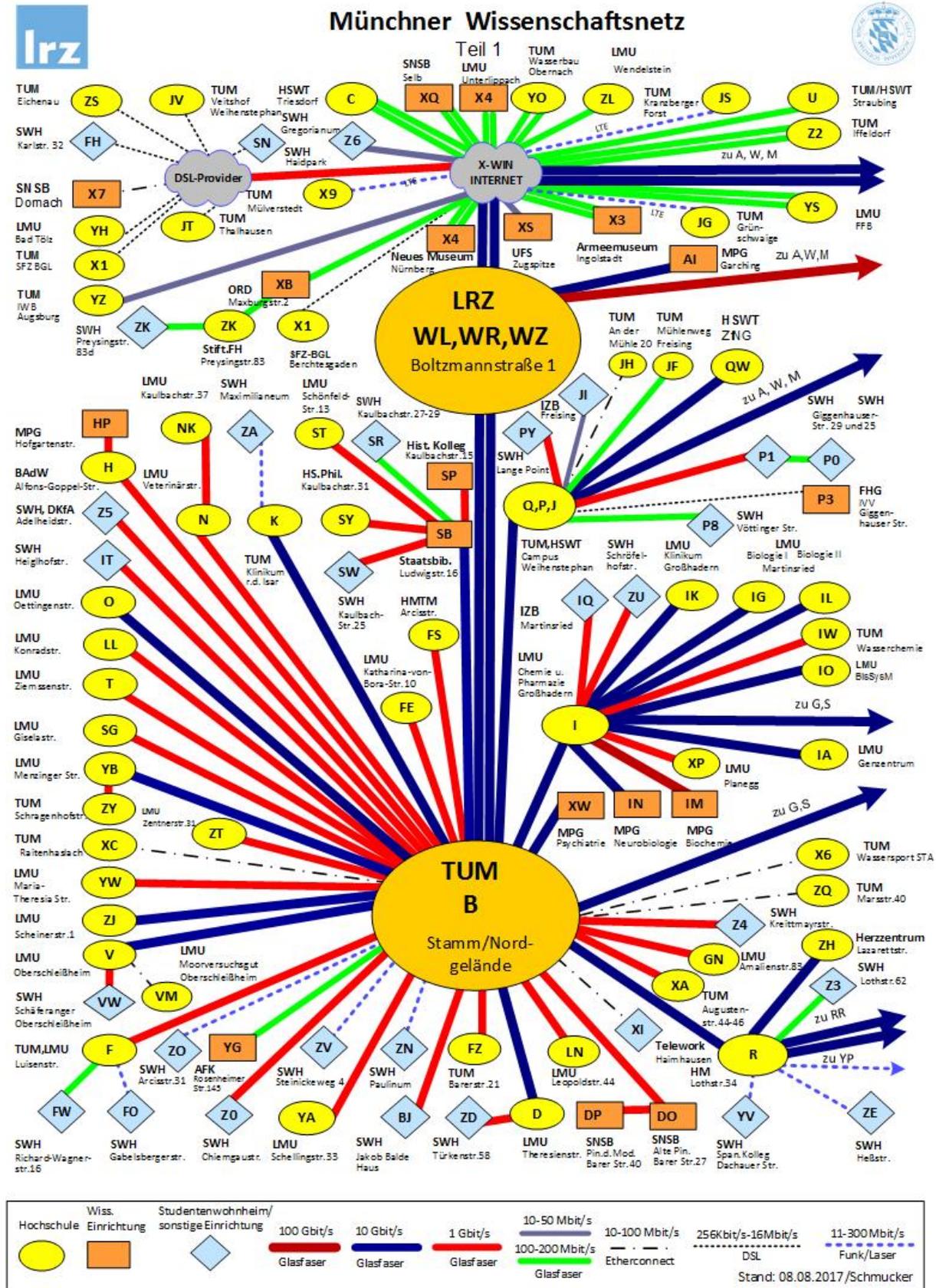


Abbildung 46: Standorte und Verbindungen im MWN (Teil 1)

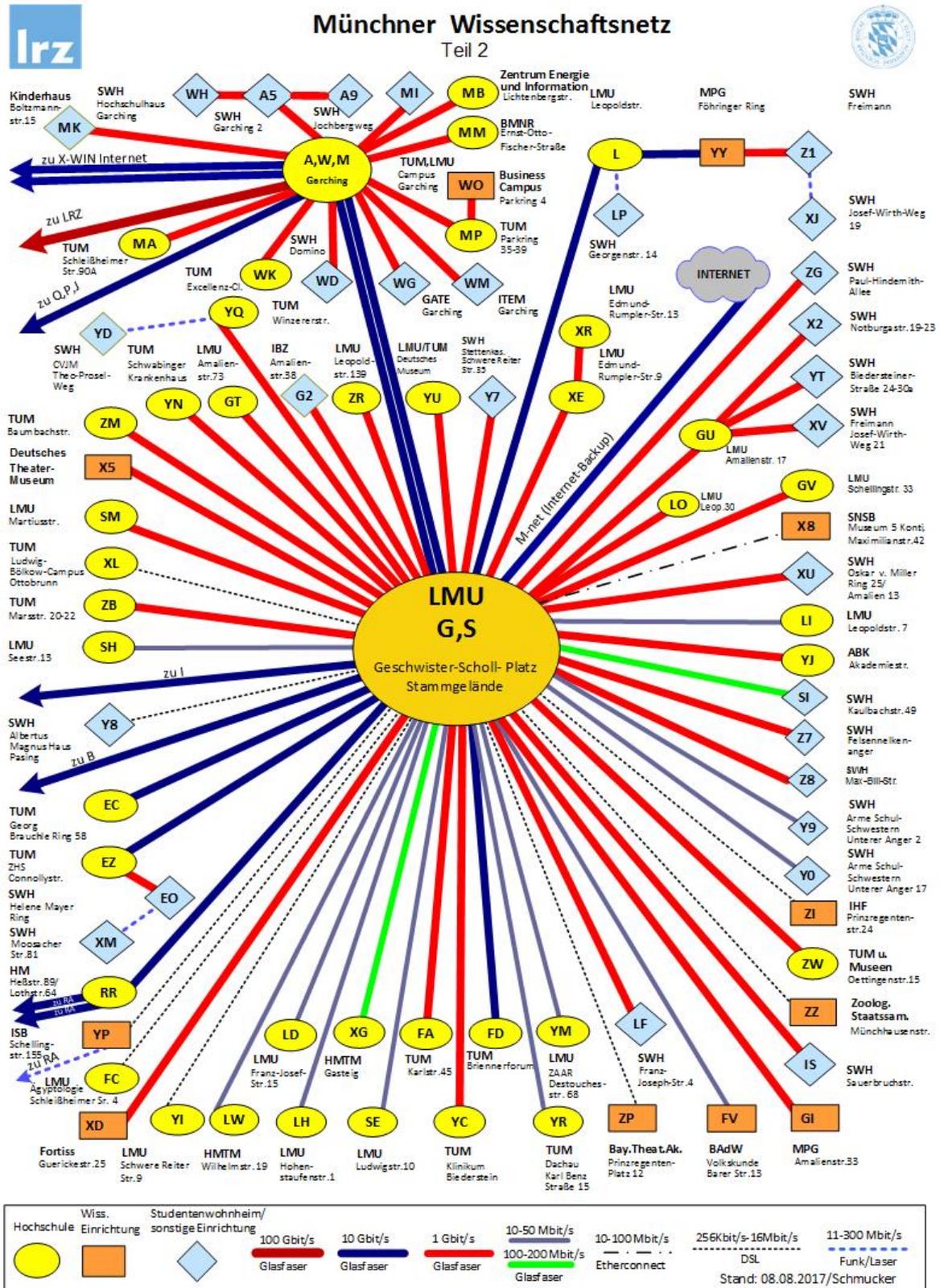


Abbildung 47: Standorte und Verbindungen im MWN (Teil 2)

12.1.1 Struktur des Backbone Netzes

Den Kern des MWN-Backbones bilden Cisco Nexus 7010 Switches/Router, die untereinander mit 10, 20 GBit/s und 100 Gbit/s verbunden sind. Während Abbildung 46 und Abbildung 47 die topologische Struktur, die Standorte und deren Verbindungen zeigt, stellt Abbildung 48 die technische Struktur des Kernnetzes dar. Die Anbindung der Standorte erfolgt über LWL (Lichtwellenleiter). Das LRZ selbst ist über einen virtuellen Router (bestehend aus zwei Cisco Nexus 7010) an das Backbone angebunden. Die meisten Telekom-Glasfasern enden im zentralen Netzraum des TUM-Stammgeländes. Die M-net-Glasfasern enden im zentralen Netzraum des LMU-Stammgeländes.

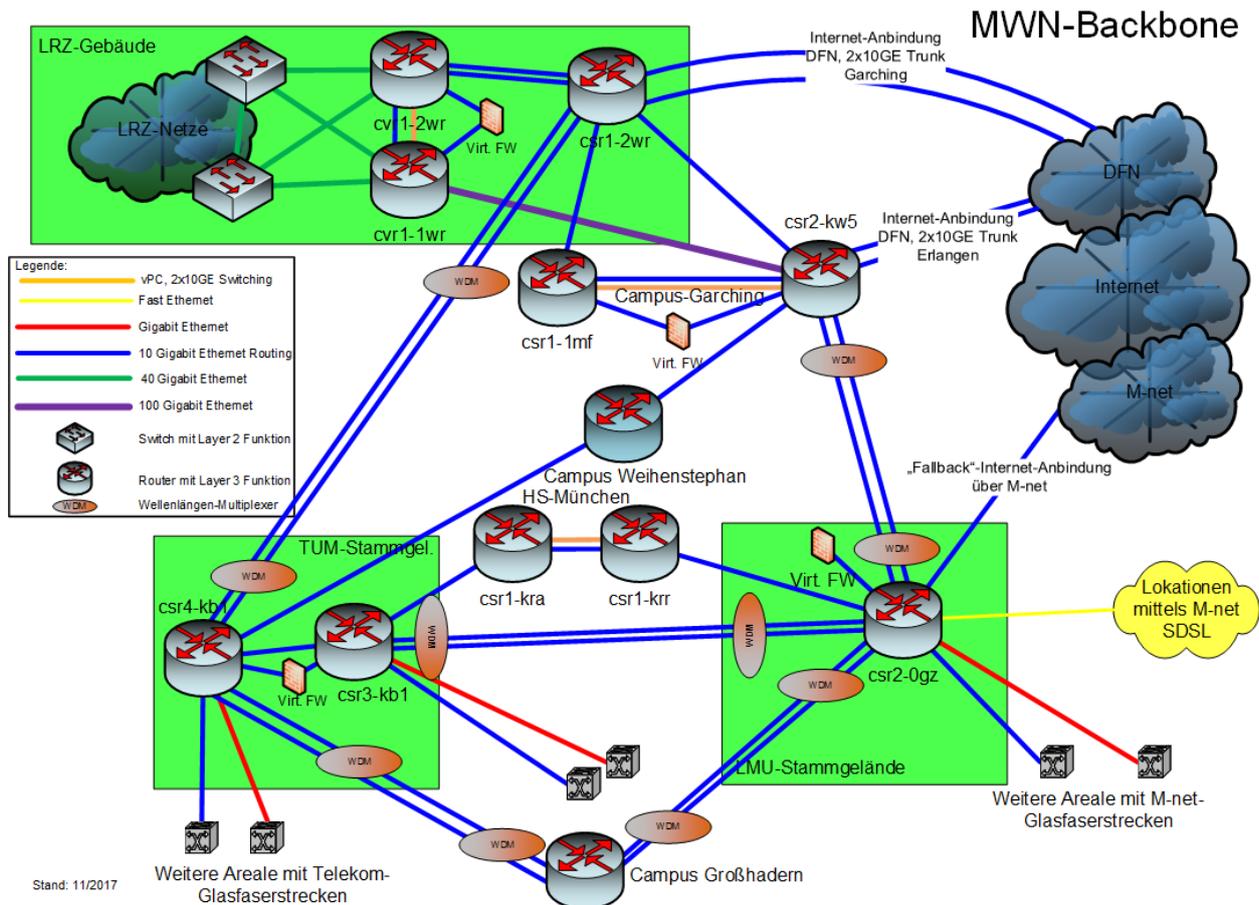


Abbildung 48: Struktur des Kernnetzes des MWN

Das Router-Backbone bildet mehrere Zyklen, die der Redundanz dienen. Alle Router haben eine mindestens doppelte Anbindung an das Backbone und bei einem Leitungsausfall auch mindestens einen alternativen Weg. Mittlerweile gibt es drei vPC (virtual Port Channels) Router-Pärchen am Campus-Garching, an der Hochschule München und im LRZ, die von außen wie ein Gerät wirken und auch den Ausfall eines kompletten Router-Gehäuses abfangen können.

Wichtige Standorte in Garching wurden von den Gebäudeswitches über redundante Wege mit 160 Gbit/s (4x 40 Gbit/s) an zwei verschiedene und örtlich getrennte Zentralrouter geführt (LRZ, TUM Chemie, TUM Physik zu TUM Maschinenwesen und TUM CRC).

Die Router im Backbone koordinieren sich über Punkt-zu-Punkt Verbindungen mittels OSPF (Open Shortest Path First). Der Verkehr fließt von der Quelle zum Ziel über die Leitungen mit der kleinsten „Hop“-Anzahl (Weg, der über die wenigsten Router führt).

Ausnahme zu dieser generellen Regel bildet der über „Policy-Based-Routing“ geführte Verkehr, der in einem MPLS-basierten VPN fließt. Die meisten VLANs, die über das gesamte MWN gezogen wurden, wurden im Jahr 2017 durch MPLS-basierte Tunneltechniken (L2VPN/VPLS oder L3VPN) abgelöst. Diese VLANs sind teilweise nötig, um die besonderen Anforderungen von MWN-Mitnutzern (MPG-Institute, Staatsbibliothek, etc.) zu erfüllen.

Einige Institutionen (LMU-Medizin, TUM-Informatik) haben doppelte Anbindungen an das MWN. Mittels Border-Gateway-Protocol (BGP) wird hier die redundante Wegeführung realisiert.

Ebenfalls über BGP sind die Anbindungen ins Internet ausgeführt. Dabei dient die M-net Anbindung nur als „Notfall“ Backup. Normalerweise werden die Daten über die beiden 20 Gbit/s Bündel zu den DFN Super-Cores in Erlangen und Garching geleitet.

12.1.2 Ausbau von WDM Systemen im MWN

Zwischen den verschiedenen Backbone-Standorten werden gemietete Glasfasern genutzt, die eine beschränkte Ressource darstellen. Um über diese Fasern höhere Bandbreiten und verschiedene Dienste realisieren zu können, wurde eine Infrastruktur aus Wave Division Multiplexer (WDM) Systemen installiert (siehe Jahresbericht 2015). Mit Hilfe dieser WDMs lassen sich auf einem Faserpaar mehrere Wellenlängen und damit verschiedene Kanäle realisieren. Seit 2016 ergänzt ein WDM Pärchen zwischen TUM-Stammgelände und LMU-Stammgelände die bestehenden WDM Verbindungen.

Diese Technologie wird auch verwendet, um spezielle abgeschlossene Kundennetze innerhalb des MWN möglich zu machen. So werden beispielsweise die Institute der Max-Planck-Gesellschaft in Martinsried mit dem Max Planck Computing and Data Facility (MPCDF) in Garching über eigene Hochgeschwindigkeitsstrecken verbunden. Außerdem konnten damit die Strecken im inneren Backbone auf 2 x 10 Gbit/s angehoben werden. Sowohl ein weiteres Bandbreitenwachstum, als auch spezielle Dienste für Kunden, sind damit einfach umsetzbar. Die Zukunft und Flexibilität des Münchener Wissenschaftsnetzes kann damit für die nächsten Jahre gesichert werden.

12.1.3 Struktur der Gebäudenetze im MWN

In den Gebäuden, die durch das MWN miteinander verbunden werden, existiert grundsätzlich eine strukturierte Verkabelung, bestehend aus Kupferkabeln (Twisted Pair (TP) der Kategorie 5/6/7) oder Multimode-Lichtwellenleiter-Kabeln (50/125 µm). In einigen Bereichen ist allerdings nur eine alte Vier-Draht-Verkabelung verfügbar, die keine Verbindungen mit Gigabit-Ethernet gestattet und beim Betrieb mit modernen Switches Probleme bereitet. Inzwischen wurden Mittel zur Ersetzung durch eine 8-Draht-Verkabelung nach Kategorie 6a genehmigt und bereits einzelne Gebäudeteile saniert. Bis die alte Verkabelung vollständig ersetzt ist, wird es allerdings noch einige Jahre dauern. Zu einem sehr geringen Anteil ist in einigen Gebäuden auch noch Ethernet-Koax-Kabel (Yellow Cable) vorhanden.

Als aktive Komponenten zur Verbindung mit den Endgeräten werden (Layer-2-) Switches eingesetzt. Derzeit sind in den Gebäude- und Etagenverteilern vor allem Geräte der Serien HP 4200 und HP 5400 im Einsatz. Hierbei handelt es sich um modulare Switches, in die maximal 8 (HP 4200) bzw. 12 (HP 5400) Linecards eingebaut werden können. Damit ergibt sich eine maximale Anzahl von 192 Gigabit-Ports beim HP 4200 und 288 beim HP 5400. Beim HP 5400 können außerdem bis zu 96 10GE-Ports in einem Chassis zur Verfügung gestellt werden. Für die zweite Generation des HP 5400 sind seit Mitte 2015 auch Linecards mit zwei 40GE-Ports verfügbar. Die Switches der Serie HP 4200 werden, da diese veraltet sind und hinsichtlich Performance und Funktionalität nicht mehr den aktuellen Anforderungen entsprechen, in den nächsten Jahren sukzessive durch Geräte der Serie HP 5400 ersetzt. In Gebäuden mit nur sehr wenigen Anschlüssen kommen auch Switches mit fester Portanzahl (stackable Switches) zum Einsatz. Switches dieser Bauform kommen ebenfalls in Serverräumen zum Einsatz.

Zum Jahresende 2017 wurden vom LRZ insgesamt 1.528 Switches betrieben. Einen Vergleich zu den Vorjahren zeigen Tabelle 17 und Abbildung 49. Daraus ergibt sich, dass sich in den letzten 10 Jahren die Anzahl der Switches im Durchschnitt um 80 Stück pro Jahr erhöht hat. Die Port-Anzahl ist im selben Zeitraum um durchschnittlich 6.000 pro Jahr gestiegen. Im Jahr 2017 ist die Anzahl der Switches erstmals leicht gesunken. Dies hängt damit zusammen, dass die alten Switches vom Typ HP 4200 kein PoE unterstützen. Um dort, wo solche Switches zum Einsatz kommen, Access Points betreiben zu können, ist zusätzlich noch ein kleiner PoE-Switch vorhanden. Wurden 2017 HP 4200 durch neue Switches (HP 5400 mit PoE) ersetzt, so wurden also i.d.R. zwei alte Switches durch einen neuen ersetzt.

Tabelle 17: Anzahl der im MWN eingesetzten Switches und Ports

	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009
Switches	1.528	1.564	1.507	1.469	1.406	1.310	1.247	1.126	990
Ports	112.137	111.046	104.576	100.557	97.000	88.777	85.161	73.882	66.856

12.1.4 Struktur des Rechenzentrumsnetzes (LRZ-Netz)

Ende des Jahres 2017 wurde im Rahmen der Planungen für den SuperMUC-NG eine neue Vernetzungstechnologie als Alternative zur klassischen Trennung von Layer2 und Layer3-Komponenten getestet. Es handelt sich dabei um ein sogenanntes Overlay-Netz, welches die Features von Layer2-Switching als auch von Layer3-Routing auf Basis von VXLAN-Encapsulierung auf einer vollständig gerouteten Infrastruktur abbildet. Dadurch werden beliebige Topologien möglich, die nicht durch die in einem geschichteten Netz notwendigen Schleifenvermeidungsstrategien beschränkt werden.

In einem Testaufbau wurden entsprechende Komponenten der Firmen Cisco und HPE evaluiert. Eine Lösung basierend auf EVPN/VXLAN mit Cisco Nexus 9364C wurde im Rahmen der Tests als Gewinner ermittelt und wird, beginnend mit der Vernetzung für SuperMUC-NG und DSS, im Jahr 2018 in den Produktionsbetrieb gehen.

Wesentliche Netzänderungen im Jahr 2017

Abschlussdatum	Netzänderungen
11.01.2017	Neuanschluss Metall-Innung Garching (1 Gbit/s)
02.03.2017	Neuanschluss Zentrum Energie und Information (ZEI) (2x 10 Gbit/s)
15.03.2017	Neuanschluss BNMR (Bavarian Nuclear Magnetic Resonanz) Zentrum (2x 10 Gbit/s)
30.03.2017	Neuanschluss Unterlippach LTE (50 Mbit/s)
12.05.2017	Neuanschluss Bibliotheksverbund Bayern und Landesfachstelle für das öffentliche Bibliothekswesen, Leopoldstr. 240 (1 Gbit/s)
03.07.2017	Studentinnenwohnheime der Armen Schulschwestern: Upgrade DSL 10/10 → 50/10 Mbit/s
17.07.2017	Stiftung für Arbeitsrecht (ZAAR) Upgrade DSL 10/10 → 50/10 Mbit/s
28.09.2017	Abbau, SWH, Wohnheim Moosacher Str. 81
16.10.2017	WSZ Straubing, Upgrade X-WiN 100 → 400 Mbit/s
25.10.2017	Neuanschluss MPG Halbleiterlabor, Otto-Hahn-Ring 6 (1 Gbit/s)
01.12.2017	Neuanschluss SNSB, Porzellanikon, Staatliches Museum für Porzellan Hohenberg a. d. Eger / Selb (200 Mbit/s)
27.12.2017	Observatorium auf dem Wendelstein, Upgrade X-WiN 100 → 300 Mbit/s

12.1.5 Museen: IT-Beirat der staatlichen Museen

Im Jahr 2012 wurde ein IT-Beirat der staatlichen Museen eingesetzt, um die IT-Infrastruktur zu optimieren und die Rezentralisierung von IT-Diensten zu ermöglichen. Basis für eine solche Zentralisierung von Museums-IT-Diensten ist eine angemessene Netzanbindung. Da viele Museen in München bereits am MWN angeschlossen sind und die zentrale IT ebenfalls in München angesiedelt ist, war relativ schnell klar, dass das MWN für diese Zwecke mitgenutzt werden soll. Im Jahr 2017 wurde das Porzellanikon in Selb neu ans MWN angebunden.

12.1.6 Netzausbau (Verkabelung); Netzinvestitionsprogramm

Mit dem Netzinvestitionsprogramm in Bayern (NIP) wurde zwar eine flächendeckende Vernetzung erreicht, diese ist jedoch an der TUM in München und Garching noch zu einem sehr geringen Teil in Koax ausgeführt. Bis Ende 2008 sollte diese Koax-Verkabelung durch eine strukturierte Verkabelung (Kupfer oder Glasfaser) ersetzt werden. Das Ziel wurde aber nicht erreicht, da einige Gebäude noch auf eine endgültige Generalsanierung warten bzw. es unklar ist, welche spätere Nutzung dort vorgesehen ist.

12.1.6.1 LMU München

Im Bereich der LMU München sind alle Gebäude mit einer strukturierten Verkabelung versehen. Es gibt jedoch teilweise Defizite in der Verwendung der installierten Medien (nur vier-drahtiger Anschluss (Cable-

sharing) oder Installation von Kategorie 5 - Kabeln bzw. Anschlusskomponenten). Das betrifft aktuell noch 11 Gebäude (NIP V–2. Bauabschnitt).

Die ursprünglich 23 Gebäude werden seit Frühjahr 2015 im Rahmen des 2. Bauabschnittes der NIP V-Maßnahme mit einer Verkabelung der Kategorie 6_A modernisiert.

Mit einer strukturierten Verkabelung der Kategorie 6_A wurden folgende LMU-Gebäude im Jahr 2017 ertüchtigt:

Garching	Neuverkabelung Bereich Bibliothek Sektion Physik
München	Fakultät für Chemie und Pharmazie Haus B - F Maria Theresia-Straße 21 Kaulbachstraße 45
Oberschleißheim	Schönleutnerstraße 8
Fürstfeldbruck	Geophysikalisches Observatorium Ludwigshöhe 8
Landshut	Geophysik Unterlippach

12.1.6.2 TU München

Derzeit gibt es noch Koax im Gebäude 0503, im Gebäude 0106 (N6) und zum Teil im Gebäude 5402 (CH2 in Garching); hier soll aber Koax im Rahmen anderer Maßnahmen ersetzt werden.

Für das Gebäude 0503 auf dem TUM Stammgelände befindet sich die „Große Baumaßnahme“ in der Ausführungsphase. Der zweite von insgesamt drei Bauabschnitten konnte bereits abgeschlossen werden. Der dritte Bauabschnitt soll im Jahr 2018 zum Abschluss kommen. Der zu Beginn der Maßnahme als vierter Bauabschnitt vorgesehene Bereich des Uhrenturms wird als eigenständiges Projekt parallel zur „Großen Maßnahme“ geführt. Im Rahmen dieser Sanierungsmaßnahmen wird auch die Datenverkabelung erneuert, dabei wird die Koaxverkabelung komplett zurückgebaut.

Mit einer strukturierten Verkabelung der Kategorie 6_A wurden folgende TUM-Gebäude im Jahr 2017 ertüchtigt:

Garching	Chemiegebäude, Teilbereiche der Gebäudeabschnitte CH6 + CH7 Zentrum für Energie und Information – Neubau Bayerisches NMR-Zentrum – Neubau
München	Stammgelände Gebäude 0503 - 2. Bauabschnitt Gabelsbergerstraße 45 – Neuverkabelung nach Sanierung

12.1.6.3 Weihenstephan (TU München)

Auf dem Campus Weihenstephan der TU München sind alle Gebäude mit einer strukturierten Verkabelung versehen, entweder Kupfer (Kategorie 6-Kabel) oder Glasfaser (Multimode).

12.1.7 Redundante Anbindung großer Gebäudeareale am Campus Garching

Auf dem Campus Garching wurden bereits 2016 die Gebäudeareale Chemie, Catalysis Research Center (CRC), Physikdepartment und Maschinenwesen redundant an das MWN-Backbone angeschlossen. Mittlerweile werden alle neuen Gebäude mit 2x 10Gbit/s redundant an die beiden Campus-Router (Maschinenwesen und CRC) angebunden. 2017 waren das:

- BNMR (Bavarian Nuclear Magnetic Resonanz) Zentrum
- Zentrum Energie und Information (ZEI)

Da am Campus Weihenstephan noch viele Gebäude nur über Multimode-Glasfasern angeschlossen waren, wurde 2016 ein Projekt zur Nachverkabelung mit Singlemode-Glasfasern, sowie die redundante Anbindung großer Areale, als erster Schritt gestartet.

Für die gesamte Baumaßnahme werden 67 Kabelstrecken bestehend aus ca. 1.900 Einzelfasern mit einer Gesamtlänge von 22 km nachinstalliert.

Baubeginn war im Oktober 2016, in 2017 wurden ca. 90% der Strecken realisiert.

Außerdem wurde bereits ein Raum für einen redundanten Verteilerknoten im Bibliotheksgebäude 4220 (Unterbezirk QY) ertüchtigt.

Abbildung 49 zeigt die geplante Faser-Infrastruktur, sowie die redundanten Anbindungen (gestrichelte Linien) zum zweiten zentralen Netzverteiler im Geb. 4220 (QY).

12.1.9 Anbindung Studentenwohnheime

Das LRZ ermöglicht Wohnheimen eine feste Anbindung über Standleitungen, DSL-Technik oder Funkstrecken an das MWN und damit an das Internet. Die Kosten der Anbindung hat der Heimträger zu übernehmen. Für kommerzielle Heime, ohne öffentliche Förderung, ist der Zugang ins Internet über das MWN nur über eine VPN-Verbindung möglich.

Zum Jahresende 2017 sind über 12.700 Wohnheimplätze in 53 Heimen an das MWN angeschlossen, davon 35 über eine Glasfaserleitung (LWL) mit 100 Mbit/s bis zu 10 Gbit/s, zwei über FibreDSL mit 10 Mbit/s, neun über Funkstrecken, drei über DSL, eines über Mikrowellenfunk sowie zwei über einen GRE-Tunnel. In einem Heim wird nur das WLAN vom LRZ betrieben.

Tabelle 18: Studentenwohnheime im MWN

Name	Adresse	Träger	Plätze	Anschluss
Adelheidstr. (mit Deutschkurse für Ausländer)	Adelheidstr. 13	Studentenwerk	374	LWL zu TUM
Internationales Haus	Adelheidstr. 17	Studentenwerk	92	über Adelheidstr. 13 angeschlossen
Haidpark	Admiralbogen 37-49	Münchner Arbeiterwohlfahrt	204	Nur WLAN vom LRZ
Hugo-Maser-Haus	Arcisstr. 31	Verein evangelischer Studentenwohnheime	72	Funk zu TUM-Uhrenturm
St. Albertus Magnus Haus	Avenariusstr. 15 (Pasing)	St. Albertus Magnus-Stiftung (Kath.)	114	SDSL M-net
Studentenwohnanlage Biederstein	Biedersteiner Str. 24-30a	Studentenwerk	168	LWL zu Amalienstr. 17
Studentenstadt Freimann	Christoph-Probst-Str. 10	Studentenwerk	2.439	LWL zu MPI Freimann
Spanisches Kolleg	Dachauerstr. 145	Katholische Kirche	35	Funk 802.11a zur HM
Felsennelkenanger	Felsennelkenanger 7-21	Studentenwerk	545	M-net LWL

Name	Adresse	Träger	Plätze	Anschluss
Sophie-Barat-Haus	Franz-Josef-Str. 4	Katholisches Ordinariat	103	LWL zu Ordinariat
Weihenstephan II	Freising, Giggenhauser Str. 25	Studentenwerk	226	LWL über Weihenstephan IV
Weihenstephan IV	Freising, Giggenhauser Str. 27-33	Studentenwerk	236	LWL zur Telefonzentrale
Lange Point (Weihenstephan III)	Freising, Lange Point 1-35	Studentenwerk	384	LWL zu HSWT Heizhaus
Vöttinger Str. (Weihenstephan I)	Freising, Vöttinger Str. 49	Studentenwerk	110	LWL zu alter DVS
Deutsche Burse e.V.	Friedrichstr. 34	KDStV Vandalia	84	M-Net DSL privat
Albertia, Ottonia, Erwinia	Gabelsbergerstr. 24	Stud.-Verbindungen Albertia, Ottonia, Erwinia	25	Funk zu Richard-Wagner-Str. 18
Garching II	Garching, Enzianstr. 1, 3	Studentenwerk	112	LWL zu TU-Heizkraftwerk
Hochschulhaus Garching	Garching, Enzianstr. 5	Evangelische Studentenwohnheime	95	LWL zu Wohnheim Garching II
Garching I	Garching, Jochbergweg 1-7	Studentenwerk	110	Telekom LWL
Dominiohaus	Garching, Untere Strassäcker 21	Dominobau	82	LWL zu TU-Heizkraftwerk
Priesterseminar St. Johannes der Täufer	Georgenstr. 14	Katholisches Ordinariat	28	Funk zu Georgenstr. 11
Heiglhofstraße	Heiglhofstr. 64,66	Studentenwerk	414	Telekom LWL
Studentenviertel auf dem Oberwiesenfeld	Helene-Mayer-Ring 9	Studentenwerk	1.953	LWL zu ZHS
Wohnheimsiedlung Maßmannplatz	Heßstr. 77	Wohnheimsiedlung Maßmannplatz e.V.	124	Funk zu HM Dachauerstr.
Josef-Wirth-Weg 19	Josef-Wirth-Weg 19	Studentenwerk	190	100 MBit/s Mikrowellenfunk
Studentenwohnheim Freimann	Josef-Wirth-Weg 21	Grammer Immobilien	449	LWL zu Amalienstr. 17

Name	Adresse	Träger	Plätze	Anschluss
Johannes-Hanselmann-Haus	Kaulbachstr. 25	Ev. Waisenhausverein	117	LWL zu Staatsbibliothek
Newman-Haus	Kaulbachstr. 27-29	Newman-Verein e.V	129	LWL zu Staatsbibliothek
Marie-Antonie-Haus	Kaulbachstr. 49	Studentenwerk	96	LWL zu Ludwigstr. 28
Kreittmayrstraße	Kreittmayrstr. 14	Studentenwerk	43	LWL zu TUM
Lothstraße	Lothstr. 62	Studentenwerk	61	LWL zu Dachauer Str. 98b
Max-Bill-Straße	Max-Bill-Str. 67	Studentenwerk	140	M-Net LWL
Stiftung Maximilianeum	Max-Planck-Str. 1	Stiftung Maximilianeum	26	Funk zu KH Rechts der Isar
Frauendorfer Haus	Notburgastr. 19-23	Studentenwerk	151	LWL zu Amalienstr. 17
Oberschleißheim	Oberschleißheim, Am Schäferanger 9-15	Studentenwerk	171	LWL zu Rinderklinik
Oskar von Miller Forum	Oskar-von-Miller-Ring 25	Oskar von Miller Forum	80	LWL zu Amalienstr. 17
Heidemannstraße	Paul-Hindemith-Allee 4	Studentenwerk	310	M-net LWL
Johann-Michael-Sailer-Haus	Preysingstr. 93a	Katholisches Ordinariat	26	LWL zu Ordinariat
Herzogliches Georgianum	Professor-Huber-Platz 1	Erzdiözese München-Freising	45	ADSL, intern WLAN
Studentenheim "Paulinum"	Rambergstr. 6	Studentenwohnheim Paulinum e.V. (Kath.)	58	Funk zu TUM-Uhrenturm
Wohnheim Richard Wagner-Str. 16	Richard-Wagner-Str. 16	Ingeborg van-Calker Stiftung	36	LWL zu Richard-Wagner-Str. 18
Rosenheim I	Rosenheim, Marienberger Str. 36-38	Studentenwerk	113	über Tunnel und Secomat
Rosenheim II	Rosenheim, Westendorfer Str. 47a-m	Studentenwerk	343	über Tunnel und Secomat

Name	Adresse	Träger	Plätze	Anschluss
Sauerbruchstraße	Sauerbruchstraße 59, 61, Heiglhofstraße 44, 46	Studentenwerk	259	M-net LWL
Wohnheim Stiftsbogen	Schröfelhofstr. 4	Studentenwerk	598	LWL zu Campus Großhadern
Stettenkaserne	Schwere-Reiter-Str. 35	Studentenwerk	243	M-net LWL
Ökumenisches Studentenheim	Steinickeweg 4	Verein evangelischer Studentenwohnheime	78	Funk zu TUM- Uhrenturm
John-Mott-Haus	Theo-Prosel-Weg 16	CVJM München e.V.	67	Funk zu Winzererstr.
Jakob Balde Haus	Theresienstr. 100	Studienseminar Neuburg-Donau	96	LWL zu TUM
Chiemgaustraße	Traunsteiner Str. 1- 13	Studentenwerk	436	Telekom-LWL zu TUM
Türkenstraße	Türkenstr. 58	Studentenwerk	99	LWL zu Theresienstr. ,Intern mit Funk vernetzt
Am Anger II	Unterer Anger 17	Orden der Armen Schulschwestern	85	M-net FibreDSL
Am Anger I	Unterer Anger 2	Orden der Armen Schulschwestern	50	M-net FibreDSL
53 Wohnheime		Summe insgesamt	12.724	

12.2 DNS und Sicherheit im DNS

Der Domain Name System (DNS) im Internet dient dazu, lesbare Namen anstelle von IP-Adressen verwenden zu können. Im weltweiten Verbund dienen die Domain-Nameserver zur Auflösung (Resolving) der Domainnamen, d.h. sie liefern für einen Verbindungsaufbau die IP-Adresse zum verwendeten Domainnamen. Die Namen sind hierarchisch strukturiert, wobei die einzelnen Stufen durch Punkte getrennt geschrieben werden. Die höchste Ebene (Top Level Domain) steht dabei ganz rechts und bezeichnet häufig das Land (z.B. "de" für Deutschland). Die zweite Stufe steht dann für die Organisation bzw. Firma (z.B. lrz.de).

Im Bereich des MWN bietet das LRZ die Möglichkeit, über seine Nameserver den DNS-Dienst für Einrichtungen im MWN zu erbringen. Daneben betreiben einige Fakultäten und Institute für ihre Bereiche auch eigene Nameserver. Ziel ist aber die weitgehende Zentralisierung des Dienstes über die hochverfügbaren und gut gepflegten Server des LRZ. Der DNS-Dienst wird mandantenfähig angeboten. Über eine Webschnittstelle (WebDNS) können Netzverantwortliche die ihnen zugewiesenen Namensräume selbständig verwalten.

Der WebDNS-Dienst wird inzwischen von 389 (+3) Nutzern zur Pflege der DNS-Einträge verwendet. Die Anzahl der über WebDNS verwalteten DNS-Zonen stieg in 2017 von 2.393 auf 2.792.

Es wurden 58 (+19) neue Domains unter verschiedenen Toplevel-Domains (z.B. de, org, eu, bayern) für Institute und Organisationen über den DNS-Reseller InternetX registriert, 25 (+3) wurden von anderen Providern transferiert.

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die wichtigsten Domains im MWN. Die reale Anzahl der Zonen und Einträge ist um einiges höher, kann aber nicht exakt ermittelt werden, da viele Instituts-Server keine Auflistungs-Abfragen beantworten.

Die Spalte A-Records bezeichnet die IPv4 Einträge, AAAA-Records die für IPv6 und MX-Records beinhaltet die Mail-Server.

Tabelle 19: Übersicht über die wichtigsten Domains im MWN

Zone	Zonen	Sub-Domains	A-Records	AAAA-Records	Aliase	MX-Records	Mail-Domains	WWW-Records
uni-muenchen.de	384	2.690	16.559	3.423	5.232	2.892	1.304	2.073
lmu.de	128	1.655	5.404	1.771	2.901	2.489	1.229	1.675
tu-muenchen.de	248	1.746	17.183	2.173	1.741	6.917	6.530	278
tum.de	465	8.467	22.207	4.534	4.899	3.171	2.789	1.910
hm.edu	80	564	12.947	0	361	263	105	101
hswt.de	0	57	178	0	94	5	3	14
badw-muenchen.de	23	62	27	0	22	79	39	47
badw.de	40	90	41	11	97	93	46	124
lrz-muenchen.de	1	5	6	0	25	16	8	4
lrz.de	108	675	32.733	7.651	1.580	54	24	24
mhn.de	62	1.514	47.057	121	1.462	37.262	12.428	121
mwn.de	43	297	207.007	361	463	33	18	97
Gesamt	1.582	17.822	361.439	20.045	18.877	53.274	24.523	6.468

Insgesamt sind 870 (Vorjahr 828) Second-Level-Domains auf den Nameservern des LRZ konfiguriert.

12.2.1 DNSSEC

Ende des Jahres 2016 waren 194 (Vorjahr: 102) DNS-Zonen mit kryptographischer Absicherung der DNS-Inhalte ausgestattet. Die Steigerung kam zum einen durch die nun standardmäßig erfolgende Aktivierung von DNSSEC bei neu registrierten Domains zustande, zum Anderen durch die Signierung bestehender Domains. Neu hinzugekommen ist ein DNSSEC-Signing-Proxy, der Zonen von externen Mastern signiert und über die autoritativen DNS-Server des LRZ veröffentlicht. Voraussetzung ist die Registrierung der Domains über das LRZ.

12.2.2 DNSSEC in Bayern

Das Bayerische Wissenschaftsministerium hat das Projekt „DNSSEC/DANE in Bayern“ im Jahr 2016 gestartet. Ziel ist die bayernweite Einführung von DNSSEC und DANE an allen bayerischen Universitäten und Hochschulen.

DNSSEC benutzt kryptographische Signaturen nach dem PKI Verfahren, um für die Antworten von Nameservern Authentizität und Integrität sicherzustellen, das heißt der Anfragende kann zweifelsfrei überprüfen, ob der rechtmäßige Domänenbetreiber antwortet und die Daten auch unverfälscht empfangen wurden.

Dazu müssen die Nameserver der bayerischen Hochschulen, die die DNS-Zonen verwalten, entsprechend auf aktuelle Softwarestände gebracht und die DNSSEC-Infrastruktur eingerichtet werden. Die Verwaltung der kryptographischen Schlüssel muss sehr sorgfältig geschehen.

Zu den technischen und organisatorischen Schwierigkeiten, die dabei auftreten können, steuert das LRZ seine jahrelange Erfahrung mit dem Betrieb einer DNSSEC-Infrastruktur bei, um die lokalen Systemadministratoren einen leichteren Einstieg zu ermöglichen.

Das LRZ bietet einen direkten Ansprechpartner für Fragen und Unterstützung anderer bayerischer Hochschulen und fördert auch den Austausch der Systemadministratoren untereinander.

12.2.3 Projekt „Sichere E-Mail in Bayern“

Auf DNSSEC aufbauend kann man die Authentizität anderer Dienste sicherstellen. Die TLS-verschlüsselte Kommunikation zwischen den Mailservern der beteiligten Universitäten und Hochschulen soll so abgesichert werden. Das verwendete TLS-Protokoll ist sonst nur opportunistisch, aber nicht verpflichtend, das heißt, es werden bei unzureichenden Zertifikaten unverschlüsselte Verbindungen aufgebaut. DANE verhindert dies und stellt die Authentizität der Verbindung durch DNSSEC-gesicherte Signaturen der Zertifikate im DNS sicher. Der Vorteil der Kombination von DANE und DNSSEC ist, im Vergleich zu anderen Lösungen, dass diese Konzepte auf internationalen Standards basieren und nicht proprietäre Techniken einsetzen.

Die lokalen Netzadministratoren werden bei der Einführung von DANE mit Schulungen und Expertise unterstützt. Das LRZ veranstaltete zusammen mit dem RRZE am 8. und 9. März in Erlangen einen zweitägigen Einführungskurs zu DNSSEC und DANE. Besonderes Augenmerk wurde dabei auch auf praktische Übungen gelegt, die die Einrichtung der Dienste am Beispiel von BIND vermittelten.

Das LRZ-Wiki wurde um weitere Informationen zur zugrundeliegenden Funktionsweise von DNSSEC und DANE, sowie Anleitungen zur Einrichtung auf eigenen Systemen erweitert. Besonderer Wert wird hier auf praktische Anleitungen zur Konfiguration und der Hinweis auf nicht so offensichtliche Fallstricke, die vermieden werden müssen, gelegt.

Ein auf Icinga2-basierendes Monitoring wurde im Jahre 2017 eingerichtet, um DNSSEC- und DANE-Probleme bei Fehlkonfigurationen schnell zu erkennen und die lokalen Administratoren zu benachrichtigen.

Das Projekt wurde auch auf dem Workshop "Keys4all" auf der Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik am 26. September 2017 präsentiert. „Steigerung der E-Mailsicherheit in Bayern" als erstes landesweites Projekt zur Einführung von DANE wurde auf der DFN-Betriebstagung am 27. September im AK Mail vorgestellt.

Zwei bayerische Hochschulen, die TH Nürnberg und HS Augsburg, haben 2017 mit Unterstützung des LRZ bereits Ihren Mailverkehr mit DANE abgesichert. Die durch das LRZ verwalteten Zonen der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, der Hochschule für Musik und Theater München, die Hochschule für Philosophie, der Hochschule für Film und Fernsehen München, sowie die Katholische Hochschule München wurden in Absprache mit den lokalen Administratoren auf DNSSEC umgestellt. Der Mailverkehr wird auch durch das LRZ verwaltet, so dass diese auch in den Vorzug von DANE kamen. Abbildung 50 zeigt den Stand zum Ende des Jahres 2017.

Durch das Projekt soll eine baldige Verwendung von DANE in der E-Mail-Kommunikation zwischen allen Hochschulen und Universitäten in Bayern erreicht werden.

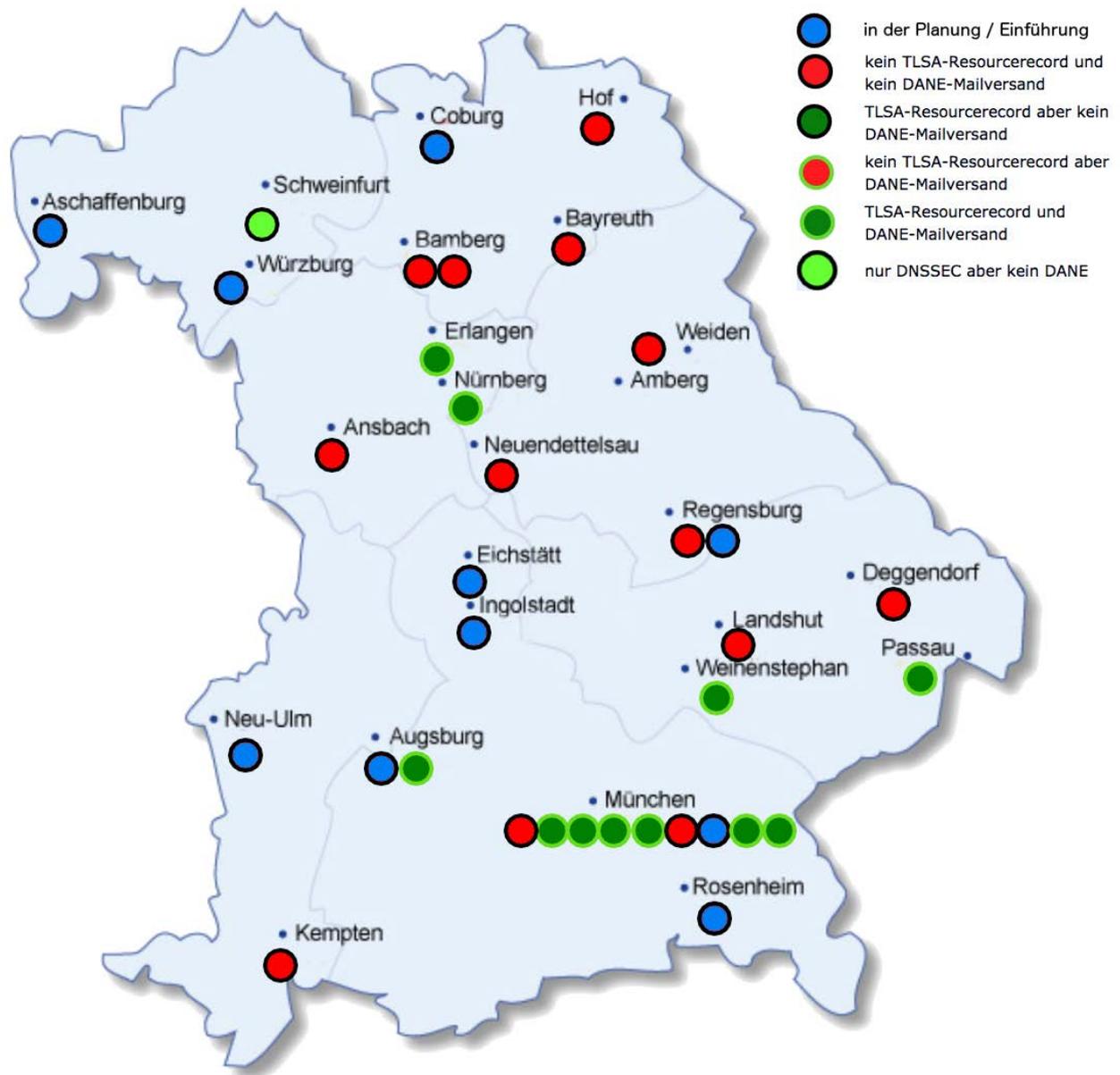


Abbildung 50: Status des Projektes "Sichere Email in Bayern" zum Ende des Jahres 2017

12.3 Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

Seit ca. 13 Jahren betreibt das LRZ einen DHCP-Dienst, der von allen Münchner Hochschulen für die automatische IP-Konfiguration von institutseigenen Rechnern genutzt werden kann. Außerdem wird dieser Dienst für einige zentrale Anwendungen verwendet, wie z.B. für die WLAN-Zugänge im MWN oder die Netzanschlüsse in Hörsälen und Seminarräumen. Insgesamt wird der DHCP-Dienst von 280 Instituten genutzt und verwaltet dabei 1.089 Subnetze mit 408.363 dynamisch vergebenen IP-Adressen. Falls gewünscht, tragen die DHCP-Server die Namen der Clients auch automatisch in die zugeordnete Zone auf den zuständigen DNS-Servern ein (Dynamic DNS).

Der DHCP-Dienst läuft auf denselben Servern wie der DNS-Dienst (Standorte: LMU-Stammgelände, TU-Stammgelände, LRZ Garching und Weihenstephan). Jeden größeren Router-Standort bedient ein eigenes Failover-Paar, wobei die Paare je auf 2 DNS-Server verteilt sind. Die Server sind räumlich getrennt und über mehrere Routen erreichbar, sollte also einer der Server oder eine Route zum Server ausfallen, übernimmt ein anderer Server bzw. eine andere Route. Die Konfiguration der Server wird zentral in einem Subversion-Repository verwaltet und automatisch auf Fehler überprüft. Das Monitoring erkennt nicht nur Ausfälle eines Servers, sondern auch einen Synchronisationsausfall der Failover-Peers und Netze ohne verfügbare IP-Adressen.

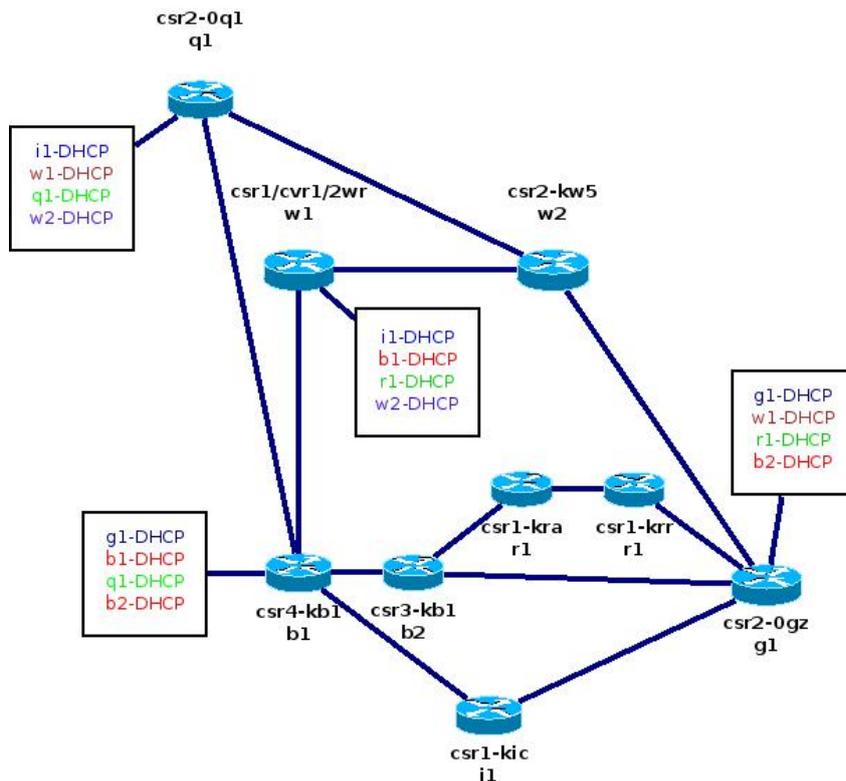


Abbildung 51: DHCP-Infrastruktur auf den DNS-Servern

Durch Übermitteln einer CSV-Datei kann ein Bereich von Adressen statisch definiert werden.

Der DHCPv6-Dienst wird ebenfalls auf den DNS-Servern betrieben. Da das LRZ den DHCPv6-Dienst stateless betreibt, kann der Dienst über Anycast erreicht werden. Fällt einer der Server aus, schwenkt die Anycast-Route automatisch zu einem anderen Server, der DHCP-Dienst ist also mehrfach redundant.

12.4 Radius

Über Radiuszonen können einzelne Institutionen für ihre Beschäftigten bzw. Studierenden die Berechtigung für den Wählzugang und andere Netzdienste, wie VPN, Eduroam oder Authentifizierung am Netzrand selbst verwalten. RADIUS steht für „Remote Authentication Dial-In User Service“. Ein Schema der physischen Struktur des RADIUS-Dienstes zeigt Abbildung 52.

Die Funktionsweise ist folgende:

Nutzer verbinden sich zu einem RAS (Remote Access Server), das kann ein VPN-Server, ein Einwahl-Server, ein WLAN-Access-Point, ein Access-Switch, etc. sein. Diese RAS-Geräte schicken die Authentifizierungs-Anfragen an den RADIUS-Proxy-Dienst weiter, der über eine virtuelle IP-Adresse des SLB (Server-Load-Balancer) erreichbar ist. Der RADIUS-Proxy seinerseits wählt anhand der Zonenbezeichnung (siehe weiter unten) den Authentifizierungs-Service aus, der die eigentliche Benutzerauthentifizierung durchführt. Das kann ein weiterer RADIUS-Server, eine lokale User-Datei, ein LDAP-Server, Windows AD oder ähnliches sein. War die Authentifizierung erfolgreich, wird eine entsprechende Freigabe an den RAS geschickt, andernfalls wird die Zugangsanfrage abgelehnt.

Die von uns eingesetzte RADIUS Software (FreeRADIUS) unterscheidet zwischen Autorisierung und Authentifizierung. So hat nicht jeder Nutzer, der authentifiziert wird, auch automatisch Zugang zu allen RAS Geräten.

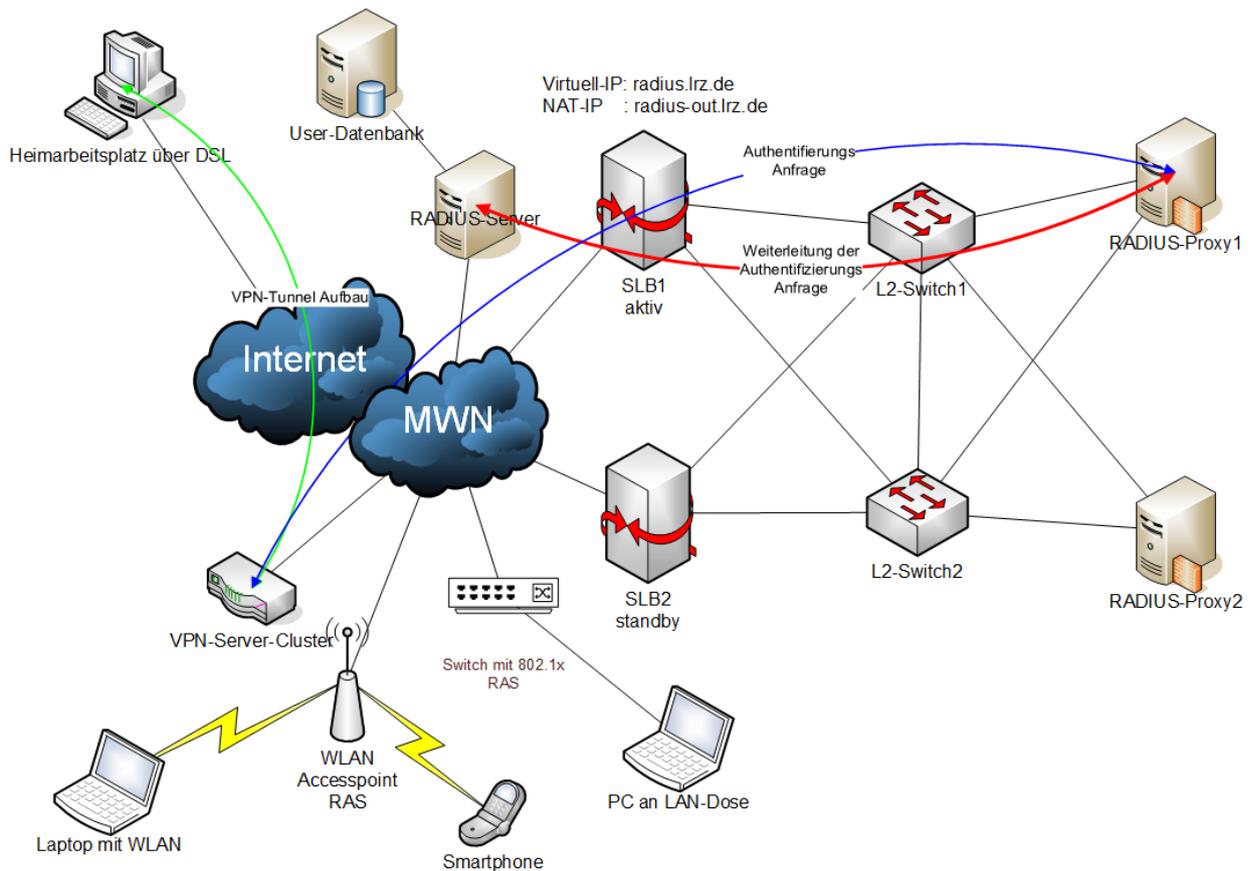


Abbildung 52 : RADIUS-Struktur im MWN

Im Jahr 2017 wurde auf den RADIUS-Servern die freie Software radsecproxy 1.6.8 installiert. Damit ist nun die Strecke zur DFN-RADIUS-Infrastruktur mit TLS abgesichert. Sobald ein Anwender sich im MWN anmelden möchte, der nicht einer unserer Realms zugeordnet werden kann, wird der Authentifizierungs-Request über diese Strecke an den DFN weitergeleitet; die Rückmeldung ist natürlich ebenfalls abgesichert. Analog geschieht die abgesicherte Authentifizierung eines Anwenders von einer unserer zugehörigen Einrichtungen, der sich an einer Einrichtung außerhalb des MWNs befindet; hier erhalten wir den Request vom DFN und versenden die abgesicherte Antwort auf die Anfrage.

Es wurde zu diesem Zweck ein neues Server-Zertifikat bei der CA Deutsche Telekom mit einem neuen Wurzelzertifikat „T-Telesec GlobalRoot Class 2“ beantragt.

Eine Auflistung der Radiumzonen findet sich im Jahresbericht 2012. Zum Jahresende 2016 waren 41 Radiumzonen konfiguriert; in 2017 kam eine weitere Zone „Hochschule München (Munich University of Applied Sciences)“ mit dem Namen „muas.de“ hinzu.

12.5 Switch-Infrastruktur / Switch-Erneuerung

Das LRZ setzt seit Mitte 2006 Switches vom Typ HP 4200 ein. Zum 01.01.2017 waren hiervon noch 169 Geräte im Einsatz. Dieser Switch-Typ entspricht aber schon seit einigen Jahren nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik: Die Kapazität der Backplane ist auf 4,5 Gbit/s pro Slot begrenzt; daher gibt es für diesen Switch-Typ keine Module mit 10GE-Ports. Ferner fehlen wichtige Funktionalitäten moderner Switches, wie z.B. Power over Ethernet (PoE). Außerdem wird die Software dieses Switch-Typs bereits seit einigen Jahren nicht mehr weiterentwickelt. Darüber hinaus wird dieser Switch nicht mehr von der Firma HP angeboten, d.h. der Nachkauf von Komponenten zur Erweiterung von Switches ist nicht mehr möglich. Daher wurde bereits im Jahr 2016 damit begonnen, diese Switches durch eine aktuelle Gerätegeneration (HP 5400) zu ersetzen. Diese Ersetzung wurde im Jahr 2017 fortgesetzt. Dabei wurden insgesamt 39 HP 4200 ersetzt.

12.6 Telefonie

Die seit dem Umzug des LRZ nach Garching installierte VoIP-Telekommunikations-Anlage auf Basis der offenen Software Asterisk unter Linux arbeitet weiterhin im Rahmen der vorgegebenen Parameter.

2017 wurden die Ende 2005 beschafften Telefone für das LRZ durch Geräte vom Typ Yealink T46S bzw T41S ersetzt. Dies war notwendig nachdem es für die bisherigen Snom Geräte keine Firmwareupdates mehr gab und einige sicherheitsrelevanten Updates fehlten.

Die Ankündigung der Abschaltung von ISDN und Primärmultiplex Anschlüsse von den verschiedenen Providern im Laufe der nächsten Jahre, machte eine Planung für die Migration zu All-IP notwendig.

2017 ist es nicht nur bei der Planung geblieben und so wurden die Umstellung auf All-IP mit verschlüsselten Verbindungen zu den Providern Vodafone und DFN umgesetzt.

Dies beinhaltet auch die Umstellung der FAX Anschlüsse auf Analog zu IP Konverter. Aktuelle Erfahrungen zeigen dass nichtmehr beliebig viele Seiten per FAX gesendet oder empfangen werden können. Um die Umstellung auf All-IP abzuschließen, müssen noch die Türsprechstellen im LRZ umgerüstet werden.

Eine Umstellung der SIP-DECT Versorgung im Rechnerwürfel auf eine Multicell Lösung ist für 2018 geplant.

Weitere Informationen zur VoIP-Telefonanlage, wie z.B. der Aufbau, können den Jahresberichten ab 2006 entnommen werden.

12.6.1 Zugang über UMTS/LTE

Der Zugangspunkt wird weiterhin vom LRZ übernommen, wodurch die Nutzer der Verträge aus BayKOM den Weg ins Internet mit MWN IP-Adressen nutzen können.

Bei Nutzung einer Rufnummer für mehrere Endgeräte (Multi-SIM) oder speziellen Diensten wie z.B. WiFi Calling (s. nächster Abschnitt) ist eine Nutzung des Zugangspunktes systembedingt nicht möglich.

Die Femtozelle, ein eigener kleiner „Sendemast“ wurde zum Ende 2017 von Vodafone abgekündigt. Als Alternative wird WiFi Calling genannt.

An Standorten die lokationsbedingt nicht mit einer Kabelanbindung mit genügend Bandbreite angeschlossen werden können wurden LTE Router mit theoretisch bis zu 100Mbit/s aufgebaut.

12.6.2 Verbesserung der Mobilfunkversorgung in den LRZ-Gebäuden

Die seit 2014 laufenden Bemühungen die Erreichbarkeit von Personen in den Gebäuden des LRZ insbesondere im Rechnerwürfel zu erhöhen scheiterte bisher an den prohibitiv hohen Kosten der Provider.

Die vom LRZ favorisierte Lösung bei der die Funkmodule über das normale Datennetz an eine zentrale Einheit angebunden werden, wird noch von keinem Mobilfunkanbieter unterstützt.

Als Alternative zeichnet sich WiFi Calling ab. Dies muss vom Provider für den Mobilfunkvertrag freigeschaltet werden und dass Handy muss vom Provider für diese Funktion zugelassen sein. Bei WiFi-Calling wird vom Provider auf dem Handy ein Profil hinterlegt dass sich über eine bestehende WLAN-Verbindung beim Provider registriert. Das Handy ist dann über WLAN über die Mobilfunknummer erreichbar und es können abgehende Gespräche über WLAN geführt werden. Die Anzahl der unterstützten Geräte ist noch sehr klein. Solange kein offenes WLAN existiert, hilft diese Option Fremdfirmen die im LRZ tätig sind oder Nutzer die ihr Handy nicht über den Provider beziehen wollen nicht.

Durch die Einführung von @BayernWLAN, die steigende Anzahl der unterstützten Smartphones und die kostenfreie Bereitstellung der WiFi Call Option in vielen Verträgen sinkt die Notwendigkeit der Mobilfunkverfügbarkeit in Gebäuden.

12.7 Unterstützung von Infrastrukturdiensten

Um Netzdienste anbieten zu können, bedarf es einer Menge von Infrastrukturdiensten, mit denen der Nutzer nur selten direkt in Kontakt kommt. In diesem Abschnitt werden diese Basisdienste wie Server Load Balancer, IPv6 sowie Wellenlängen- und IP-Multiplexsysteme vorgestellt.

12.7.1 Server Load Balancer (SLB)

Am SLB wurden aufgrund von schwerwiegenden Sicherheitslücken mehrere Software-Updates durchgeführt. Eine Ausschreibung für eine neue Loadbalancer-Plattform wurde durchgeführt und anschließend die Hardware beschafft (F5 i5800) und installiert. Ein Update auf ein neues Major Release (12) wurde durchgeführt, da dadurch der Wechsel der Hardware-Plattform erleichtert wurde. Der Umstieg

auf die neue Hardware im November 2017 erfolgte reibungslos. Für das Jahr 2018 ist geplant, diese Systeme mit 40 Gbit/s an unsere Hausrouter anzuschließen. Es gab im Jahr 2017 keine nennenswerten Ausfälle des SLBs. Über das gesamte Jahr war die Ausfallzeit kleiner als 5 Minuten.

In der folgenden Tabelle ist die Anzahl der konfigurierten Server angegeben, die Anzahl der aktiven Server ist deutlich kleiner. Bei den Pools handelt es sich um Zusammenfassungen von Rechnern zu einer Gruppe. Da die Rechner auf verschiedenen Ports mehrere Dienste anbieten können, weicht diese Zahl deutlich von der Anzahl der konfigurierten Nodes (insgesamt 279, 2016: 216, 2015:199) ab.

Tabelle 20: Anzahl der konfigurierten Server Load Balancer

	2013	2014	2015	2016	2017
Virtuelle Server	240	244	281	299	309
Gruppen (Pools)	175	147	165	171	167
Pool Members	365	384	367	390	387

12.7.2 IPv6

Gegenüber dem Vorjahr ergaben sich im Jahr 2017 nur kleinere Änderungen im IPv6-Betrieb des Münchner Wissenschaftsnetzes. Der Verkehrsanteil von IPv6 am Gesamtverkehr stieg leicht von 20% auf 25%. Die noch nicht IPv6-fähigen Dienste Sync+Share, NAS und SuperMUC befinden sich weiter in der Planung.

12.7.3 Wellenlängenmultiplexer

Das LRZ setzt seit 1997 Wellenlängenmultiplexer (Wavelength-Division-Multiplexer, WDM) auf den angemieteten Glasfaserleitungen der lokalen Provider (Telekom und M-net) ein. Hierdurch lassen sich auf Leitungsebene getrennte Strukturen aufbauen. Seit 2015 setzt das LRZ DWDM-Systeme (DWDM=Dense Wavelength Division Multiplex) ein. Diese werden derzeit im MWN dazu verwendet, um die verfügbaren Glasfaserleitungen optimal zu nutzen. In Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft wurde das System geplant, um standortübergreifende Dienste redundant erbringen zu können und gleichzeitig in einfacher Weise Bandbreitenerhöhungen durchzuführen. 2018 wird ein weiterer Ausbau der WDM-Systeme durchgeführt werden, bei dem die Geschwindigkeit der Verbindungen der Backbone-Router erneut verdoppelt wird (40 Gbit/s).

Daneben gibt es noch ein passives WDM-System zur Kopplung einiger LMU-Verwaltungs-Dienste. Dieses wird 2018 durch ein aktives System (ADVA FSP 3000R7) ersetzt werden.

Im MWN werden vom LRZ aktuell auf 6 Verbindungen WDM-Systeme eingesetzt (s. Tabelle 21).

Tabelle 21: WDM Verbindungen

Verbindung	WDM-Typ	Einsatzzweck
Großhadern FCP - TU-Stammgelände	ADVA FSP 3000R7	Verbindung der MWN Backbone-Router (2x 10 Gbit/s) Intranet der Max-Planck-Gesellschaft (1x 100 Gbit/s)
TU-Stammgelände - Katalysezentrum Garching	ADVA FSP 3000R7	Verbindung der MWN Backbone-Router (2x 10 Gbit/s) Intranet der Max-Planck-Gesellschaft (1x 100 Gbit/s)
Großhadern FCP - LMU-Stammgelände	ADVA FSP 3000R7	Verbindung der MWN Backbone-Router (2x 10Gbit/s)

Verbindung	WDM-Typ	Einsatzzweck
		Intranet der Max-Planck-Gesellschaft (1x 10 Gbit/s)
LMU-Stammgelände - Maschinenwesen Garching	ADVA FSP 3000R7	Verbindung der MWN Backbone-Router (2x 10 Gbit/s) Intranet der Max-Planck- Gesellschaft (1x 10 Gbit/s)
LMU-Stammgelände – TU- Stammgelände	ADVA FSP 3000R7	Verbindung der MWN Backbone-Router (2x10 Gbit/s)
LMU-Stammgelände - Martiusstraße 4	PanDacom T-3009-LC (passiver WDM)	Anbindung des Gebäudes Martiusstr. 4 an das MWN (1x 1 Gbit/s) Intranet der LMU-Verwaltung (1x 1 Gbit/s) Fiber-Channel-Kopplung der LMU-Verwaltung (2x 4 Gbit/s)

12.8 Netzmanagement und –monitoring

Das Netzmanagement bildet die Basis für die Qualität der Netzdienstleistungen des LRZ im MWN. Wesentliche Komponenten des Netzmanagements sind das Konfigurations-, das Fehler- und das Performance-Management. Die Aufgaben des Konfigurations- und Fehler-Managements werden im MWN durch den Netzmanagement-Server und der auf dem Server eingesetzten Netzmanagement-Software erfüllt. Die Aufgaben des Performance-Managements werden im Service Level Management Werkzeug InfoVista umgesetzt.

12.8.1.1 Netzmanagement-Software und Netzmanagement-Server

Im Jahr 2008 wurde der IBM Tivoli Network Manager IP (ITNM) als neue Netzmanagement-Software ausgewählt. Der Auswahlprozess und die Gründe für die Wahl von ITNM sind im Jahresbericht 2008 zusammengefasst. Die Produktivführung des IBM Tivoli Network Manager wurde 2010 durchgeführt. Seitdem übernimmt ITNM die Überwachung des MWN und wird laufend an Änderungen im MWN angepasst.

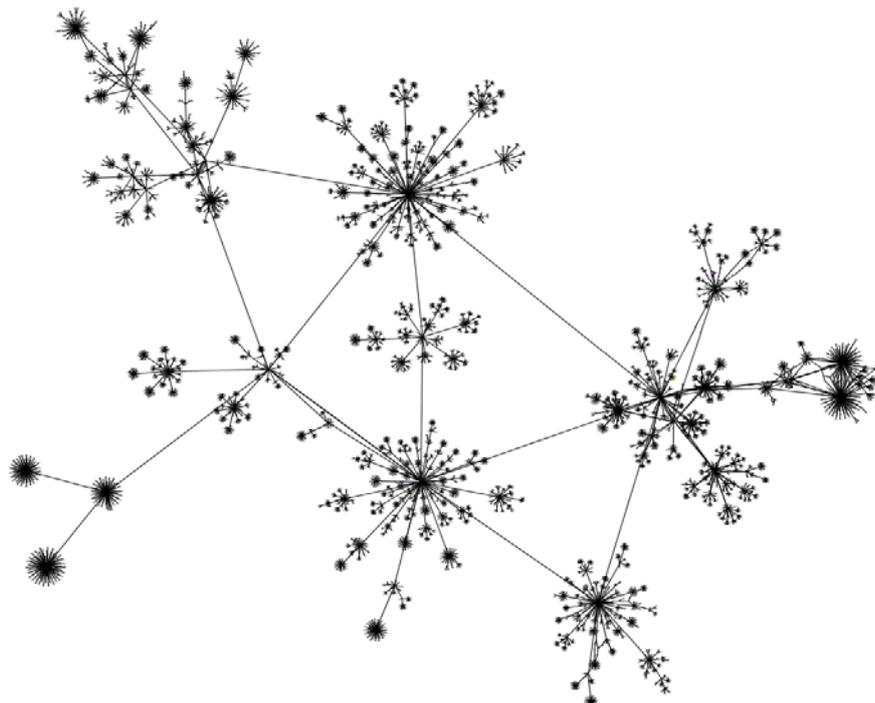


Abbildung 53 : Topologie des MWN

Im Jahr 2017 wurde in ITNM nach einer längeren Testphase ein größeres Update eingespielt, das einige Probleme, speziell bei der Netz-Topologie-Erkennung behoben hat.

Die Management-Karten der Backbone USVs im MWN haben außerdem im Jahr 2017 eine neue Software-Version erhalten und die Netzmanagement-Software musste an diese Änderungen angepasst werden. Mit dieser neuen Software funktionierte das Management der Backbone USVs von da an zufriedenstellend.

Des Weiteren mussten häufiger operative Aufgaben erledigt werden. Neben Sicherheitspatches traten verschiedene Fehler in den SNMP MIBs der Geräte auf, die es immer wieder notwendig machten, die von ITNM nicht vollständig richtig erkannte Layer 2 Netz-Topologie des MWN durch manuelle Eingriffe zu korrigieren oder zu ergänzen.

In Abbildung 53 ist die Layer 2 Netz-Topologie des gesamten MWN (ca. 6.000 Geräte) am Anfang des Jahres 2018 zu sehen.

Ende 2017 wurden vom IBM Tivoli Network Manager ca. 6.000 Netzkomponenten und Server (mit netz-relevanten Diensten) überwacht. Das ist eine Steigerung von ca. 400 Geräten gegenüber dem Vorjahr 2016.

12.8.1.2 WWW-Server zum Netzmanagement

Seit dem Jahr 2002 sind aktuelle Informationen über die Topologie für die Nutzer des Münchner Wissenschaftsnetzes und die Performance des MWN-Backbones abrufbar. Unter <http://wwwmwn.lrz.de/> werden Performance-Daten zu den wichtigsten Elementen des MWN (Backbone, X-WiN Anbindung, IPv6 Verkehr, usw.) dargestellt. Die Performance-Daten werden dazu jeweils in Form von MRTG Statistiken oder InfoVista Reports bereitgestellt. MRTG (siehe <http://www.mrtg.org>) ist ein Werkzeug zur Überwachung des Verkehrs auf Netzwerkverbindungen, kann aber auch zur Überwachung anderer Kennzahlen eingesetzt werden. Der WWW-Server zum Netzmanagement dient als Schnittstelle zu den Kunden im MWN, um die Netz-Dienstleistung MWN des LRZ transparenter zu machen.

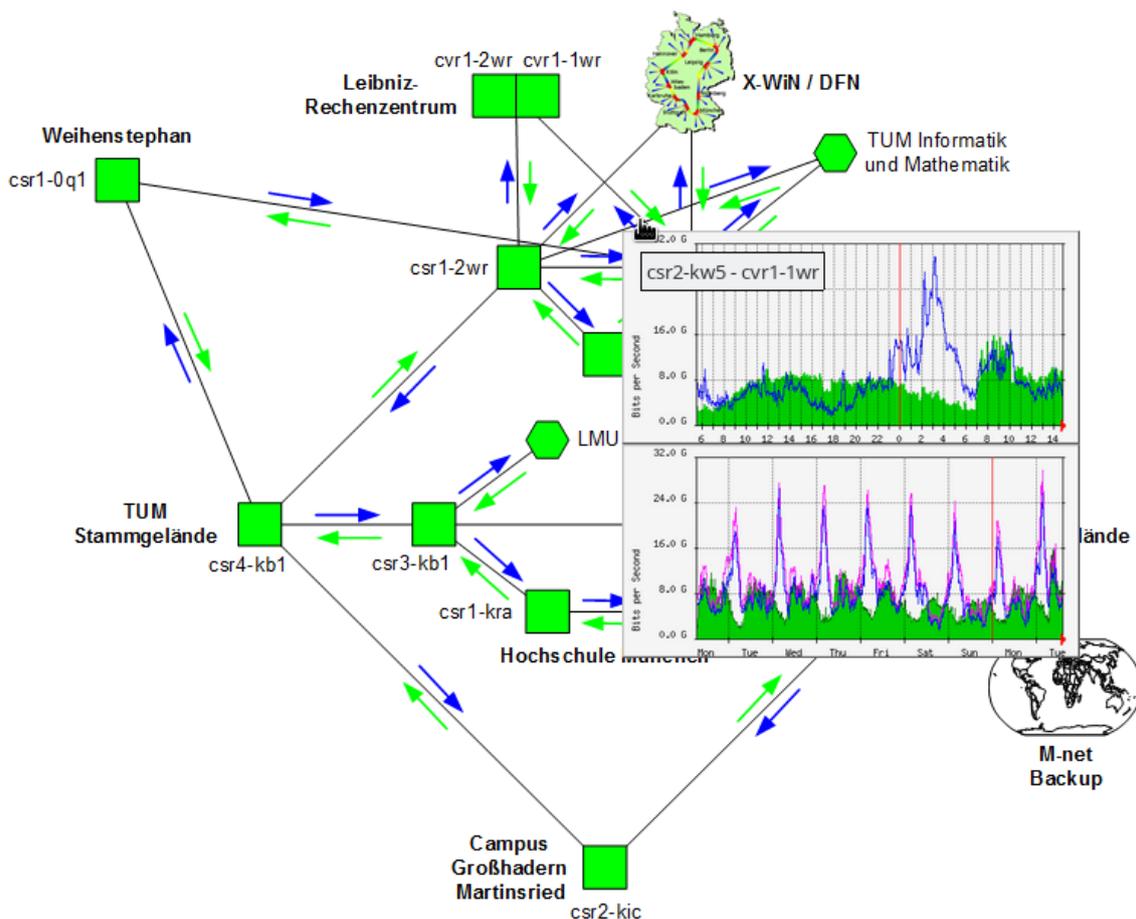


Abbildung 54: Statistik Vorschau für die Verbindung der Router csr2-kw5 - cvr1-1wr

Im Jahr 2017 wurde die Startseite des WWW-Servers um eine Funktionalität erweitert, die ein Vorschaubild der täglichen und wöchentlichen MRTG Statistik zu einer Verbindung darstellt, wenn sich der Mauszeiger über den Pfeilsymbolen einer Verbindung befindet (siehe Abbildung 54). Damit ist ein schneller Überblick über das Verkehrsaufkommen im MWN-Backbone direkt auf dieser Startseite möglich.

Außerdem waren 2017 wieder einige Anpassungen bei der Konfiguration der MRTG Statistiken wegen Interface-Änderungen an den Backbone Routern notwendig.

12.8.2 Netzdokumentation

In der LRZ-Netzdokumentation werden für den Betrieb des MWN relevante Informationen (Netzkomponenten, Subnetze, VLANs, Ansprechpartner, Räume, ...) gespeichert. Die Netzdokumentation basiert auf einer relationalen Datenbank auf die über ein Web-Interface zugegriffen werden kann.

In 2017 wurde die Anzeige der physischen Ports in der Netzdokumentation um Informationen zu Trunks bzw. Port-Channels, die auf den physischen Ports definiert sind, erweitert. Damit sind jetzt auch Daten zu gebündelten Verbindungen in der Netzdokumentation verfügbar.

Die Popups zu den Backbone-Verbindungen in der MWN Karte der Netzdokumentation wurden um Links mit einem Vorschau Bild auf die MRTG Statistiken des Netzmanagement-Servers (<http://wwwmwn.lrz.de/>) erweitert. In der folgenden Abbildung ist zum Beispiel das Vorschau Bild mit der täglichen und wöchentlichen Statistik zur Backbone Verbindung vom Campus Garching (Unterbezirk W5) nach Weihenstephan (Unterbezirk Q1) zu sehen.

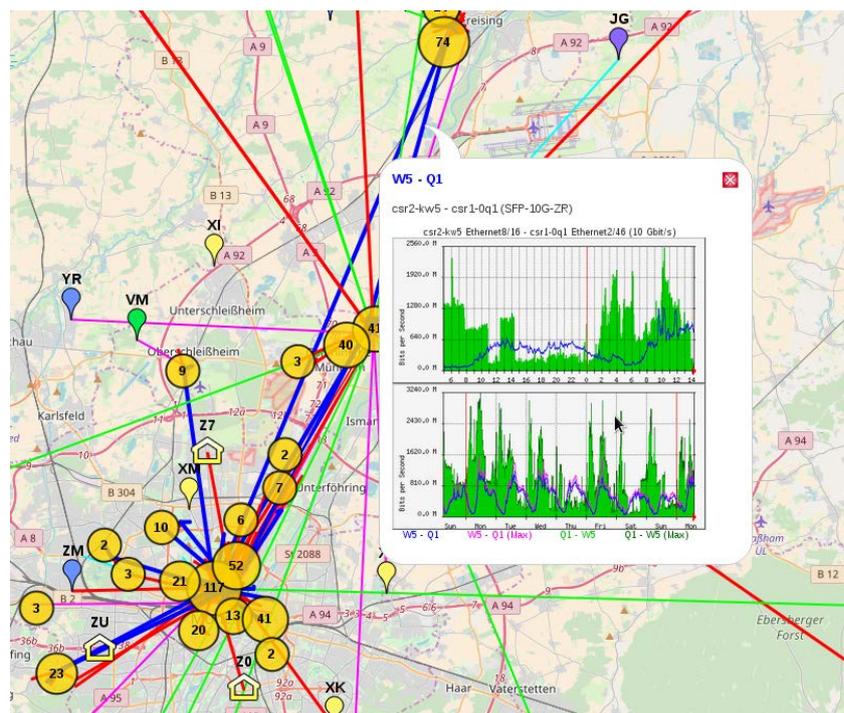


Abbildung 55: Vorschau-Bild zur MRTG Statistik der Backbone Verbindung von W5 nach dem ersten Quartal 2017

Des Weiteren wurde eine Exportfunktion erstellt, um die Standorte und Koordinaten der MWN WLAN Accesspoints, die die BayernWLAN SSID ausstrahlen, in die BayernWLAN Karte (<https://www.wlan-bayern.de/>) zu integrieren. Ende 2017 waren dadurch 2.809 LRZ WLAN Accesspoints auch auf der BayernWLAN Karte (https://www.lrz.de/services/netz/mobil/mobil_ap/map/) als Hotspots für BayernWLAN sichtbar. Für die Kollegen von BayernWLAN wurde auch ein Skript erstellt mit dem der Export der anderen BayernWLAN Hotspots, die im Gegenzug die eduroam SSID ausstrahlen, in die DFN eduroam Karte (<https://map.eduroam.de/leaflet/eduroam/eduroam-map.html>) möglich ist.

In die Netzdokumentation wurde außerdem eine neue Komponenten-Statistik integriert. Diese Statistik basiert auf den bereits in einer Datenbank vorhandenen IST Daten. In der Statistik ist zu allen Router- und Switch-Typen die jeweilige Anzahl abrufbar.

Weitere Änderungen, die 2017 in der Netzdokumentation durchgeführt wurden sind:

- Die Darstellung der VLAN-IST-Daten wurde an einigen Stellen um überflüssige oder kaum genutzte Elemente bereinigt. Damit ist die Darstellung dieser Daten übersichtlicher.
- Bei den Firewalls und Filtern wurde ein neues Feld 'Geroutete Kundennetze' eingeführt.

12.8.3 Inhaltliche Aktualisierung der Netzdokumentation

Um die Aktualität der Informationen zu den Netzverantwortlichen zu sichern, wurde 2017 wieder eine Überprüfung der Kontaktinformationen durchgeführt. Jeder der insgesamt 1.072 Netzverantwortlichen erhielt per E-Mail die Liste der Subnetze und Subnetzbereiche, für die er zuständig ist und die in der Netzdokumentation gespeicherten persönlichen Daten. Diese Daten sollten entweder bestätigt oder eventuelle Fehler korrigiert werden. In der E-Mail wurde auch wieder auf das NeSSI-Interface für Netzverantwortliche hingewiesen.

Bei circa 200 Einträgen zu Netzverantwortlichen waren Änderungen notwendig. Bei allen anderen Netzverantwortlichen blieben die Einträge unverändert.

Neben dieser jährlichen Aktualisierung der Netzverantwortlichen werden aktuelle Änderungen im MWN laufend in die Netzdokumentation übernommen.

12.8.4 Überwachung der Dienstqualität

Das Service-Level-Management-Werkzeug InfoVista dient dazu, die Qualität von IT-Diensten zu überwachen und in Form graphischer Reports darzustellen. Es wird seit dem Jahr 2000 zur Überwachung der Dienstqualität im Münchner Wissenschaftsnetz (MW) eingesetzt. Das InfoVista System wird ständig an die Entwicklungen im MW angepasst bzw. Veränderungen im Netz werden in InfoVista übernommen.

Im Jahr 2017 wurde der InfoVista Server auf die Version InfoVista 4.3 aktualisiert. Gleichzeitig wurde das Server Betriebssystem von Windows 2008 SP2 auf Windows 2008 R2 aktualisiert. Diese Aktualisierung war in erster Linie eine Vorbereitung der Migration zu InfoVista Version 5.1, die für 2018 geplant ist.

Neben der InfoVista Server Version wurde auch die InfoVista Web-Schnittstelle VistaPortal von Version 4.2 auf Version 6.0 aktualisiert. Die VistaPortal Version 6.0 erfordert nicht mehr das Vorhandensein eines Java-Plugins im Browser. Dadurch ist der Zugriff auf die InfoVista Reports in VistaPortal jetzt mit allen neueren Browsern problemlos möglich. Dadurch sollte sich auch der LRZ-seitige Support-Aufwand für VistaPortal reduzieren. Das in früheren Versionen von VistaPortal im Browser notwendige Java-Plugin hat bei den Anwendern immer wieder Probleme und damit Support-Anfragen beim LRZ hervorgerufen.

In InfoVista wird schon seit einigen Jahren das Verkehrsaufkommen von mehreren DSL-Anbindungen für Außenstandorte des MW überwacht. Die Bandbreite dieser Anbindungen konnte bisher aber nur manuell in InfoVista eingetragen werden, weil ein SNMP Zugriff auf die Komponenten der DSL-Provider nicht möglich war. Die manuelle eingetragenen Werte für die Bandbreite bergen aber immer die Gefahr veraltet oder falsch zu sein, wodurch dann zu hohe oder zu niedrige Auslastungs-Werte auf den Anbindungen von InfoVista berechnet werden. Deshalb wurde in 2017 testweise ein DSL-Modul für die an den Außenstandorten benutzten Cisco Router beschafft, bei dem ein Auslesen der DSL Bandbreite per SNMP über die ADSL Management Information Base (MIB) möglich ist. Dieses Verfahren wurde erfolgreich in InfoVista implementiert und soll nun nach und nach bei allen über DSL angeschlossenen Außenstandorten angewendet werden.

Um die Aktualität der in InfoVista bereitgestellten Daten sicherzustellen wurden konfigurierte Instanzen und Reports für Switche überprüft und falls notwendig korrigiert bzw. durch neue Switch Instanzen und Reports ersetzt.

12.8.5 Reporting für Netzverantwortliche

Die Institute im MW haben mit den Switch-Reports für Netzverantwortliche über die WWW-Schnittstelle VistaPortal (<https://vistaportal.lrz.de>) zu InfoVista eine Übersicht über das Gerät und auch über die Port-Auslastung der Switches, an denen sie angeschlossen sind. Durch die Reports wird die Dienstleistung des LRZ transparenter, außerdem kann die Fehlersuche im Institut dadurch erleichtert werden. Die Reports können in HTML-, GIF-, PNG-, PDF-, Text- oder Excel-Format abgerufen werden.

Zu den bereits in den Jahren 2003 - 2016 instanziierten Reports für Netzverantwortliche kamen 2017 keine neuen Reports hinzu.

12.9 Internetzugang und LAN

Der Zugang zum weltweiten Internet wird über das Deutsche Wissenschaftsnetz (X-WiN) realisiert. Das LRZ betreibt einen Cluster-Anschluss für die Teilnehmer im Münchner Wissenschaftsnetz. Im Berichtsjahr sind neben der Hochschule für Politik und Philosophie, die Metallinnung für München-Freising-Erding sowie das Studentenwerk München mit seinen Wohnheimen Cluster-Teilnehmer geworden. Diese Cluster-Teilnehmer beauftragen beim DFN eine bestimmte Bandbreite, um die der Anschluss des MWN dann erhöht wird. Die nutzbare Bandbreite für das MWN liegt damit bei 30,7 Gbit/s.

Die monatliche Nutzung (übertragene Datenmenge) des X-WiN-Anschlusses seit Januar 2007 zeigt Abbildung 56:

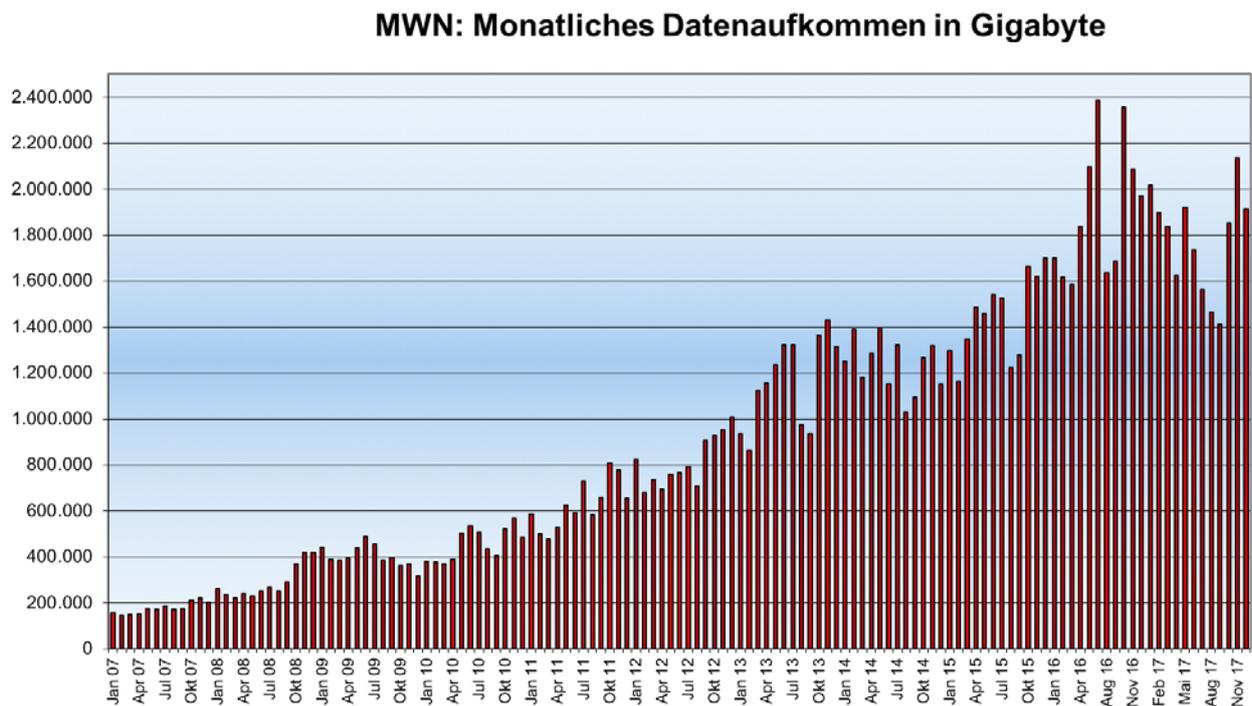


Abbildung 56: Entwicklung der Nutzung des X-WiN Anschlusses des MWN seit 2007

Um diese hohen Bandbreitenanforderungen im MWN zu erfüllen, hat der DFN das MWN direkt an seinem sogenannten Super-Core angebunden. Das MWN ist mit zwei Trunks über zwei unabhängige Pfade an den SuperCore in Erlangen und in Garching angebunden. Die Trunks selbst bestehen aus je zwei 10 Gbit/s-Schnittstellen, die Bandbreite ist pro Trunk auf je 15,35 Gbit/s beschränkt. Das MWN ist außerdem noch über M-net mit einer Bandbreite von 10 Gbit/s mit dem Internet verbunden.

Damit wird ein dreistufiges Ausfallkonzept mit Backups für den Internetzugang umgesetzt.

12.10 WLAN und Eduroam

Das LRZ versorgt primär öffentliche Bereiche (Seminarräume, Hörsäle, Bibliotheken, Foyers, Uni-Lounges) mit Wireless LAN, eine Flächendeckung für Bürobereiche kann bis auf weiteres nicht realisiert werden. Ende 2017 sind bereits 3.602 Accesspoints in Betrieb. Im Berichtsjahr 2017 wurden 476 Accesspoints neu installiert und 240 gegen neuere Modelle ausgetauscht. Das heißt im Berichtsjahr wurden über 700 Accesspoints bearbeitet, konfiguriert, montiert, getestet und dokumentiert.

Es sind aber immer noch 859 Geräte vom Typ HP MSM im Einsatz von denen 257 nur maximal 54Mbit/s unterstützen, deren Ersetzung zwingend geboten ist.

Im März 2017 hat der Kanzler der TUM darauf hingewiesen, dass in Gebäuden die zwischen 1960 und 1995 errichtet oder umgebaut wurden, in Putzen, Spachtelmassen und Fliesenklebern potentiell Asbest enthalten sein kann und in betroffenen Gebäuden keine baulichen Eingriffe (auch kleinsten Umfangs) mehr

durchgeführt werden können. Dies betrifft auch die Montage von Access Points und führt zu erheblichen Einschränkungen beim Ausbau von WLAN im Münchner Wissenschaftsnetz. Gleiches gilt für die Gebäude der LMU bei denen nur ein interner Baustopp verordnet wurde. Dies führte zu einem deutlichen Rückgang in der Zahl der AP-Montagen in 2017 (s. Abbildung 57).

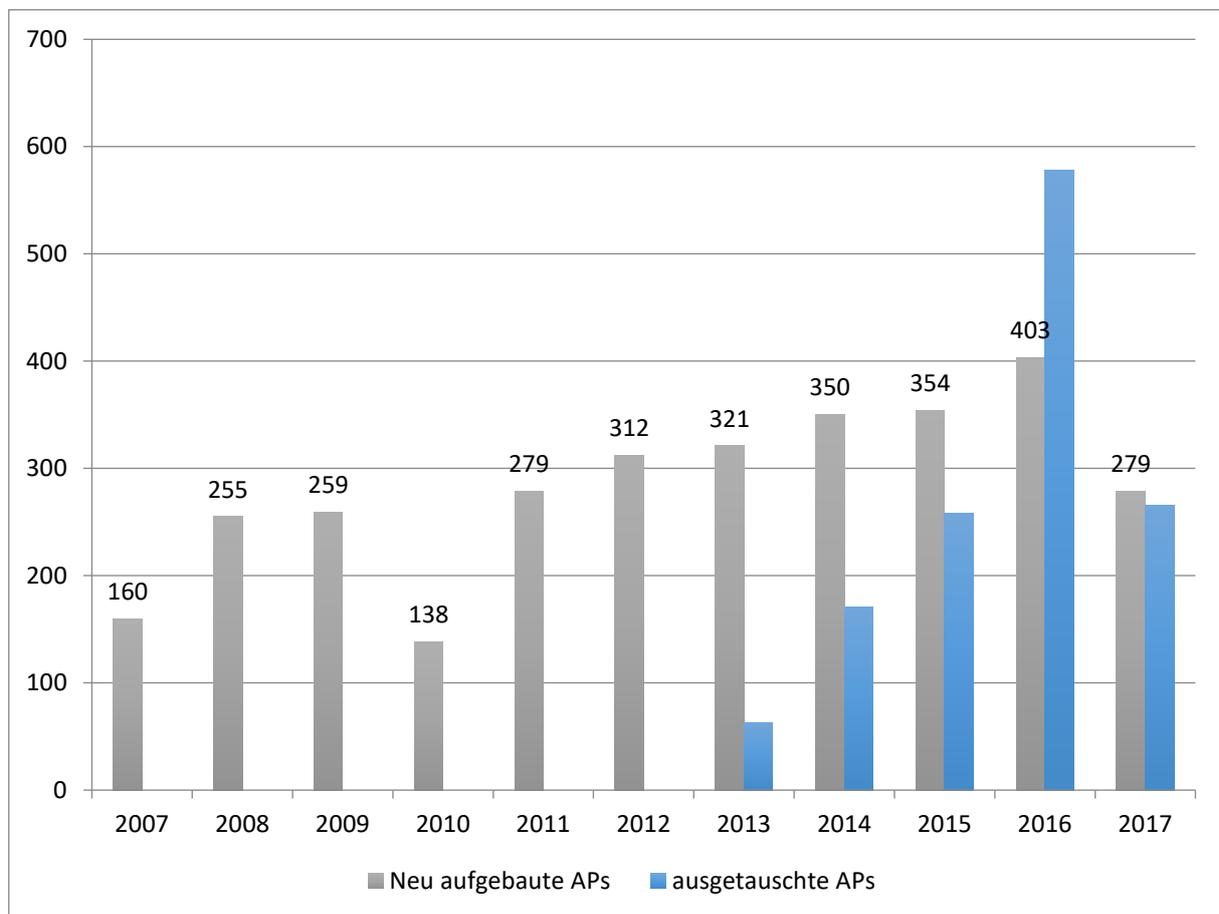


Abbildung 57: Anzahl der jährlich installierten Accesspoints

Die Anzahl der unterschiedlichen Geräte (MAC-Adressen) stieg nochmals auf zuletzt 131.000 pro Woche, das Maximum der gleichzeitig angemeldeten Geräte (im fünf Minutenmittel) lag bei 40.665.

Die am stärksten frequentierten Accesspoints waren mit bis zu 220 gleichzeitigen Verbindungen belegt. Ältere hoch belastete Accesspoints wurden durch die aktuellste Geräte-Generation ersetzt, etliche Hörsäle wurden durch die Installation zusätzlicher Accesspoints verstärkt.

Als Zugangskomponenten werden Accesspoints der Typen AP-325, AP-215 und AP-135 von Alcatel-Lucent sowie MSM310, MSM320, MSM422 und MSM460 der Firma HP eingesetzt. Ab 2016 wurden Accesspoints mit dem neuen Standard 802.11ac Wave 2, die Datenraten von mehr als 1.7 Gbit/s unterstützten, eingesetzt. Der Betrieb wird über acht Controller OAW-4650-EU gesteuert, welche im Rechnergebäude des LRZ in verschiedenen Brandabschnitten und bei den Routern in der LMU, TUM, HM, HSWT und in Martinsried installiert sind. Sie sind im sog. Master / Master-Standby-Setup mit Local Controllern konfiguriert d.h. die Local Controller in den Standorten und ein Master Controller sind aktiv, der Standby-Master übernimmt nur bei Ausfall des Master-Controllers. Fällt einer oder mehrere Local Controller aus übernimmt der aktive Master die APs.

Wegen der Mischung von Alcatel-Lucent und HP-Accesspoints wird an den meisten Standorten der sogenannte Bridge-Modus verwendet. Nur in Neubauten oder Bereichen die komplett auf Alcatel umgestellt wurden, wird der Tunnel-Modus eingesetzt, wobei die Daten über den Controller geroutet werden und auch alle Vorteile die der Controller bietet (z.B. Load Balancing, Load Sharing, usw.) genutzt werden können.

12.10.1 Eduroam

Das LRZ nimmt seit Anfang 2005 am Eduroam (früher DFN-Roaming) teil. Damit ist es Wissenschaftlern möglich, mittels einer vorhandenen Kennung ihrer Heimat-Hochschule einen einfachen Zugang ins Internet zu erhalten, wenn sie sich im Bereich des MWN aufhalten. Als Zugangspunkte dienen die vorhandenen WLAN-Accesspoints.

Die SSID *eduroam* wird auf allen Accesspoints im MWN zur Verfügung gestellt. Außerdem ist noch die SSID *eduroam-IPv6only* konfiguriert, welche Verbindungen nur über IPv6 erlaubt.

Wie bereits **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zeigt ist eduroam mittlerweile die absolut dominierende SSID. Die blauen und grünen Bereiche zeigen die Nutzerzahlen von *eduroam*. Hier zeigt sich auch das größte Wachstum bei den Nutzerzahlen.

Eduroam erfreut sich so großer Beliebtheit, weil diese Technik, nach einmaliger Konfiguration an allen teilnehmenden Einrichtungen genutzt werden kann. Dies zeigt auch die in Abbildung 58 dargestellte Nutzungsstatistik, in der die Anzahl der im eduroam angemeldeten Geräte pro Woche dargestellt wird. Während des Semesters waren pro Woche mehr als 120.000 Geräte im eduroam aktiv. Gleichzeitig verwendeten bis zu knapp 17.000 Nutzer aus dem WMN das eduroam in anderen besuchten Einrichtungen. Die Anzahl der Besucher im MWN lag in der Spitze ebenfalls bei knapp 17.000. Die Besucher kamen aus über 40 unterschiedlichen Top-Level Domains. Addiert man die MWN-Nutzer die eduroam im MWN und außerhalb nutzen, so ergibt sich eine Geräteanzahl von mehr als 70.000.

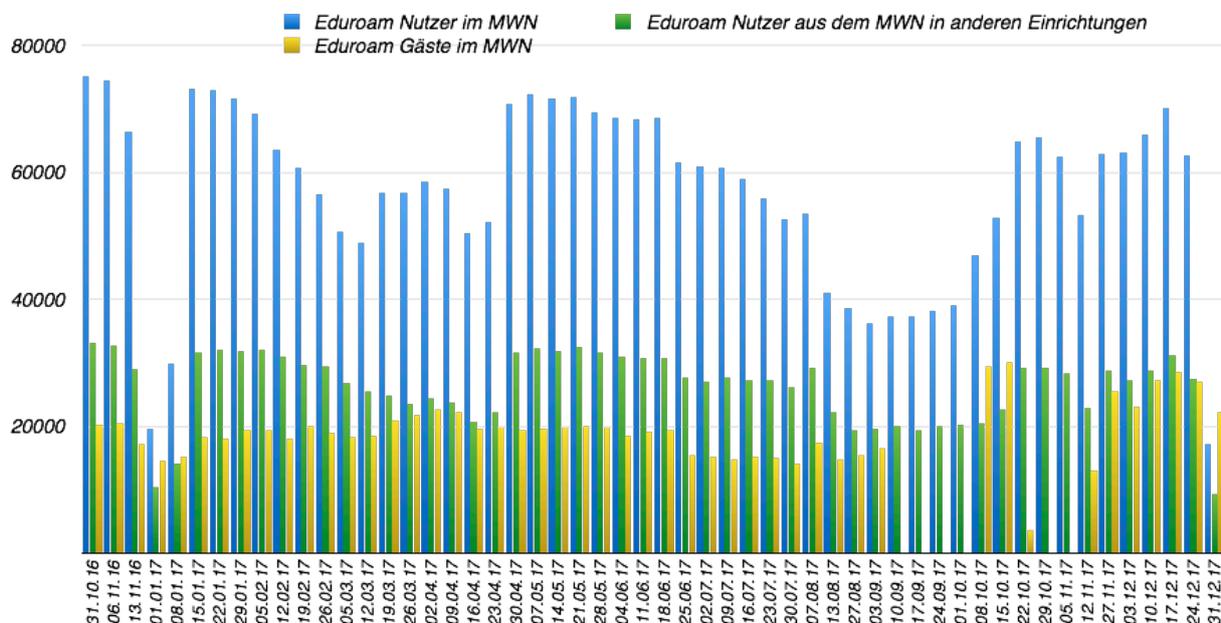


Abbildung 58: Eduroam Nutzung durch MWN-Nutzer und Gäste

12.10.2 Vorkonfigurierte Profile für eduroam (CAT)

Über die Kollaborationsplattform **eduroam CAT** (<https://cat.eduroam.org/>) wurden Profile für die einfache und sichere Eduroam-Einrichtung im MWN erzeugt. Sie werden den Nutzern über eine Webseite zum Download angeboten. Mittels der Profile wird automatisch das nötige Wurzel-Zertifikat **Deutsche Telekom Root CA 2** installiert und eine korrekte Eduroam-Konfiguration inklusive der Prüfung des Radius-Servers angelegt. Der Nutzer muss lediglich seine Kennung und sein Passwort angeben, alles weitere für eine sichere Eduroam-Verbindung übernimmt das CAT-Tool.

Für die folgenden Systeme sind CAT-Profile verfügbar:

- Windows 7
- Windows 8
- Windows Vista
- Linux
- IOS (iPhone und iPad)
- MAC OS X
- Android

12.10.3 Gastkennungen

Für Gäste, die nur kurze Zeit an den Institutionen im MWN verbringen, wurde 2013 die Möglichkeit der Vergabe von Gastkennungen eingerichtet. Diese können von den Master Usern an den Instituten über das gewohnte ID-Portal für die Dauer von einem bis sieben Tagen eingetragen werden. Mit einer Gastkennung kann das WLAN im MWN über die SSID *eduroam* genutzt werden. 2017 wurden insgesamt von 116 Master Usern 2.133 Kennungen für Gäste eingerichtet.

12.10.4 @BayernWLAN

Der Freistaat Bayern hat im Rahmen seiner Ausschreibung BayKOM 2017 ein freies und öffentliches WLAN ausgeschrieben. Den Zuschlag dafür hat die Firma Vodafone erhalten. Über das entsprechende Los können staatliche und kommunale Behörden WLAN-Hotspots beauftragen, um touristisch interessante Lokationen oder Wartebereiche von Behörden mit einem offenen WLAN zu versorgen. Neben der Netzkennung @BayernWLAN wird auf den Accesspoints auch eduroam mit ausgestrahlt werden.

Die Universitäten und Hochschulen, die dazu technisch in der Lage sind, können das @BayernWLAN auf ihren Accesspoints mit ausstrahlen. Da nicht-wissenschaftlicher Verkehr nicht über das X-WiN übertragen werden darf, erhalten die Universitäten dafür einen Zugang über Vodafone, der den @BayernWLAN Verkehr ins Rechenzentrum von Vodafone überträgt.

Im Berichtsjahr konnte endlich auch der Uplink für @BayernWLAN im MWN realisiert werden. Da bereits alle neueren Access Points von Alcatel-Lucent für BayernWLAN vorbereitet waren, konnten nach einer kurzen Testphase innerhalb von wenigen Tagen alle neueren Access Points (mehr als 2.500) für @BayernWLAN aktiviert werden. In einer gemeinsamen Presseerklärung des Finanzministeriums sowie der BAdW/LRZ wurde die Aktivierung von @BayernWLAN bekannt gemacht. In der Spitze waren 3.779 Geräte gleichzeitig in @BayernWLAN aktiv (s. Abbildung 59)

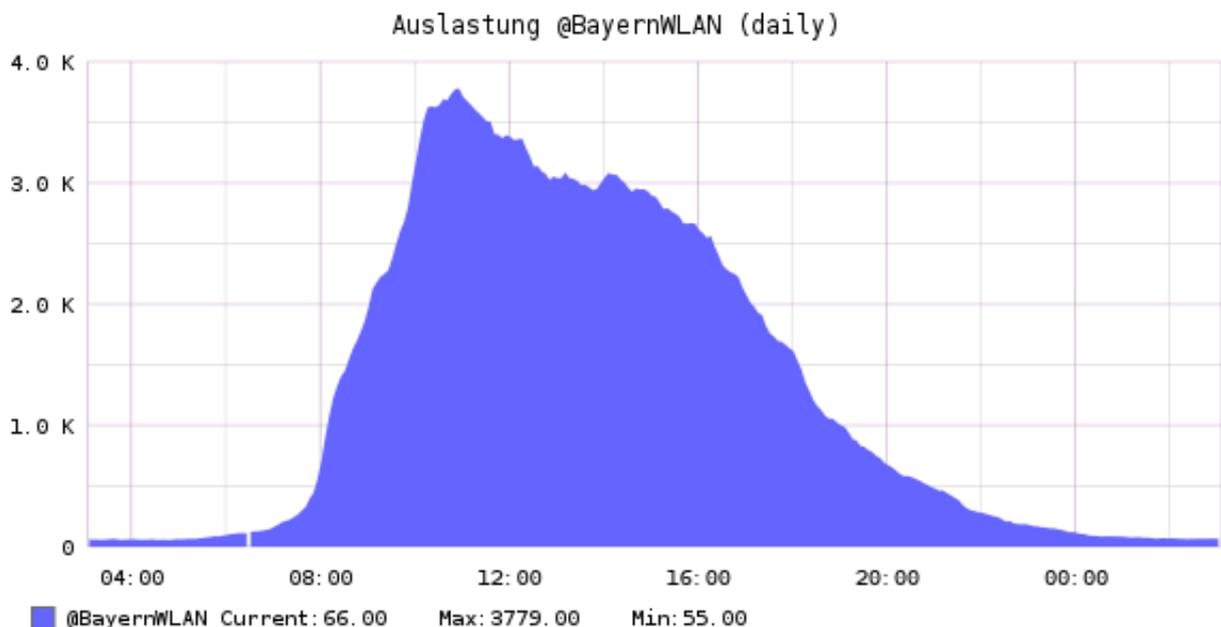


Abbildung 59: Anzahl der Geräte im BayernWLAN am 24.10.2017

Das WLAN-Koordinierungsbüro unterstützt den Aufbau von Outdoor-Access Points. Dazu waren bis 3. November potentielle Standorte zu melden. Das LRZ hat für die TUM und die Hochschule München 90 Access Points gemeldet und 56 wurden bewilligt. Die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf und die LMU haben ihre Standorte selbst gemeldet. Bei der LMU wurden 16 APs beantragt.

12.10.5 Unterstützung von Veranstaltungen

Im Jahr 2017 wurden bisher die Unterstützung von 556 (im Vorjahr 639) Veranstaltungen mit einer Gesamtdauer von 1.348 (1.995) Tagen beantragt, davon wurden 525 (606) genehmigt. Dabei ergaben sich zusammen 23.036 (29.632) Nutzertage. Dieses Jahr war mit einer Verringerung der mwn-events-Nutzung zu rechnen, da seit Mai 2017 auf allen Alcatel-Access-Points das freie @BayernWLAN verfügbar ist. Auf

Dauer wird mwn-events vermutlich an Bedeutung verlieren, die Nutzung war aber nach der Einführung von @BayernWLAN weit höher, als erwartet, mwn-events wird daher mittelfristig weiter verfügbar bleiben.

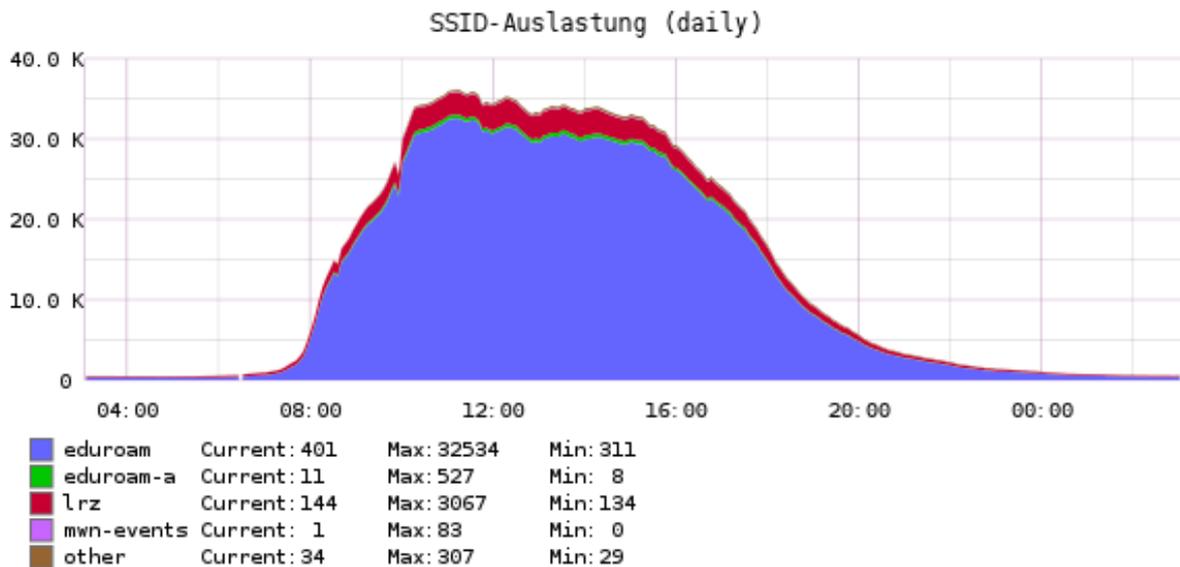


Abbildung 60: Anzahl aktiver WLAN-Verbindungen am 10.11.2017 (5-Minuten-Mittel)

12.11 VPN

Im MWN werden Virtual-Private-Networks in folgenden Szenarien eingesetzt:

- Zugang über vom LRZ betreute WLANs.
- Zugang über öffentliche Anschlussdosen für mobile Rechner.
- Zugang zu internen MWN-Diensten (z.B. Online-Zeitschriftenangebot der Universitätsbibliotheken) für Bewohner von Studentenwohnheimen.
- Zugang zu internen MWN-Diensten über das Internet.

12.11.1 VPN-Hardware

Die VPN-Hardware besteht aus zwei Appliances vom Typ „Adaptive Security Appliance ASA5585-X“, vier Appliances vom Typ „Adaptive Security Appliance ASA5540“ und einer Appliance vom Typ „VPN-Concentrator 3030“ der Firma Cisco. Der VPN-Concentrator 3030 dient für die Anbindung von einigen externen Einrichtungen außerhalb des MWN über IPsec LAN-to-LAN Tunnel. Die vier der sechs ASA-Appliances sind zu einem VPN-Cluster zusammengefasst, zwei werden für Tests und für Beta-Software verwendet. Dieser VPN-Cluster wird von IPsec-Clients unter der Adresse ipsec.lrz.de, von SSL-VPN-Clients unter der Adresse asa-cluster.lrz.de angesprochen. Die Nutzer werden beim Anmelden mit der am geringsten ausgelasteten Appliance verbunden. Der VPN-Concentrator 3030 ist über zwei 100 MBit/s Anschlüsse (öffentlich und privat) angeschlossen. Die zwei ASA5585X sind mit jeweils 10 GBit/s angeschlossen, die vier ASA5540 mit jeweils 1 GBit/s. Die verfügbare Bandbreite für verschlüsselte Verbindungen (AES) beträgt 50 MBit/s beim VPN-Concentrator 3030, 350 MBit/s pro ASA5540 und 1 GBit/s bei den ASA5585-X. Authentifizierung, Autorisierung der Nutzer sowie Accounting werden über das Radius-Protokoll abgehandelt.

12.11.2 VPN-Software

Berechtigte Nutzer können die aktuellen Versionen der VPN-Software vom Web- oder VPN-Server des LRZ herunterladen. Für Linux und Mac OS X stehen neben den Cisco-IPsec und AnyConnect-Client der „Open Source“ VPN-Client vpnc (IPsec) und openconnect (SSL-VPN) zur Verfügung, der erfahrenen Nutzern erweiterte Möglichkeiten bietet. Diese Clients sind inzwischen in den Linux-Standarddistributionen wie z.B. Debian, SuSE und Ubuntu enthalten.

Das Lizenzmodell wurde vom Hersteller von bisher gleichzeitig nutzbaren Verbindungen pro einzeltem Server im Cluster auf nutzerbasierte Lizenzen für alle Server umgestellt.

12.11.3 Telearbeitsplätze von LRZ-Mitarbeitern

Mitarbeiter an einem Telearbeitsplatz nutzen interne Ressourcen des LRZ während ihrer Arbeit zu Hause. Dazu erhalten sie einen VPN-Router, an den sie Rechner und VoIP-Telefon anschließen können. Der VPN-Router ist so konfiguriert, dass er automatisch eine Verbindung zum VPN-Server im LRZ aufbaut.

Die bisher eingesetzten VPN-Router WRV54G von Linksys sind inzwischen weitgehend durch Omniaccess RAP3 von Alcatel-Lucent ersetzt. Diese Remote-Accesspoints bauen einen IPsec/IKEv2 Tunnel zu ihrem Controller im LRZ auf. Das VoIP-Telefon wird über Power-over-Ethernet (PoE) vom RAP3 versorgt und ein Arbeitsplatzrechner kann direkt angeschlossen werden. Zudem werden die im MWN bereitgestellten Funknetze mit den SSIDs eduroam und lrz bereitgestellt.

Das Telefon ist über den VPN-Tunnel an der VoIP-Telefonanlage des LRZ angeschlossen und so konfiguriert, dass der Mitarbeiter am Heimarbeitsplatz mit der gleichen Telefonnummer wie an seinem Arbeitsplatz am LRZ erreichbar ist.

12.11.4 Entwicklung des Datenverkehrs über die VPN-Server

Im Jahr 2017 stieg der Datendurchsatz über die VPN-Server deutlich im Vergleich zum Vorjahr. Bis zu 2.700 Nutzer parallel waren in Spitzenzeiten angemeldet, 300 weniger als zu Spitzenzeiten im Vorjahr. Der Monat November ist der Monat mit dem höchsten Datenaufkommen, es wurden über 250.000 Verbindungen aufgebaut. Im Vorjahr waren es 240.000 Verbindungen.

Tabelle 22: Datenverkehr in Terabytes über die VPN-Server im Referenzmonat November

Jahr	Ausgehend	Eingehend	Gesamt
2005	0,7	3,2	3,9
2006	1,7	6,2	7,9
2007	3,1	11,4	14,5
2008	3,8	12,7	16,5
2009	4,6	20,7	25,3
2010	8,0	28,8	36,7
2011	11,4	44,9	56,3
2012	12,0	51,6	63,6
2013	10,5	43,1	53,6
2014	11,7	48,4	60,1
2015	9,4	47,1	56,5
2016	9,5	47,4	56,9
2017	14,1	59,3	73,4

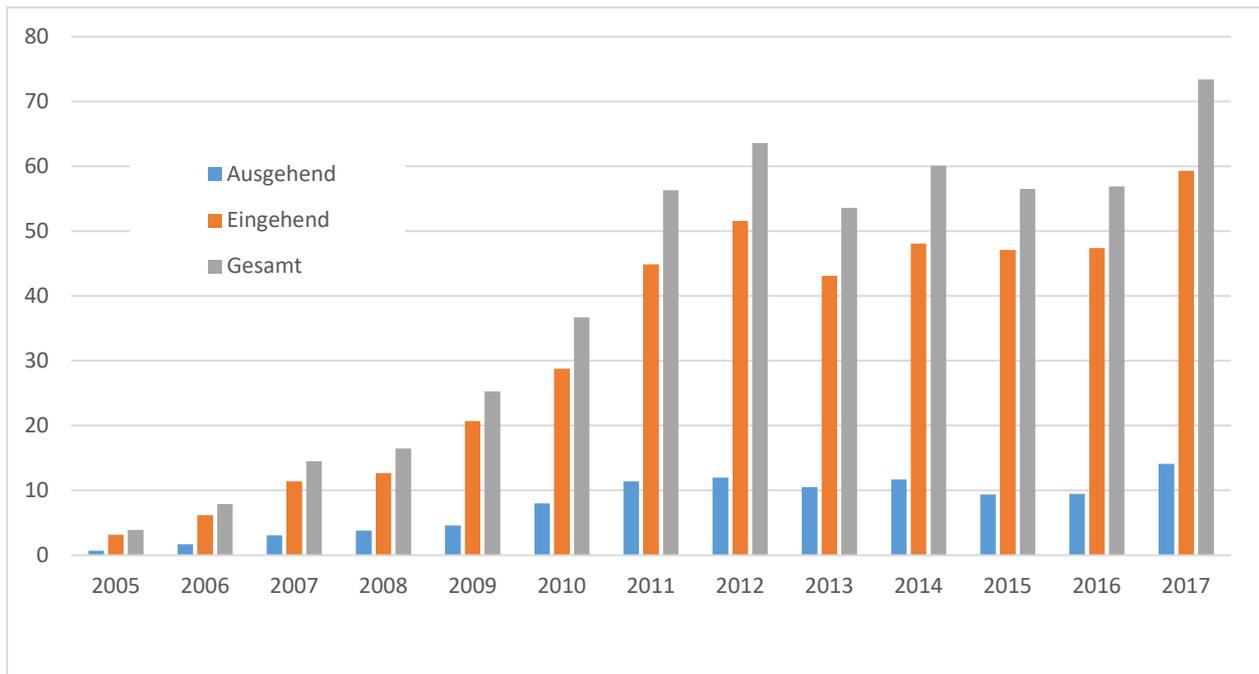


Abbildung 61: Datenverkehr in Terabytes über die VPN-Server im Referenzmonat November

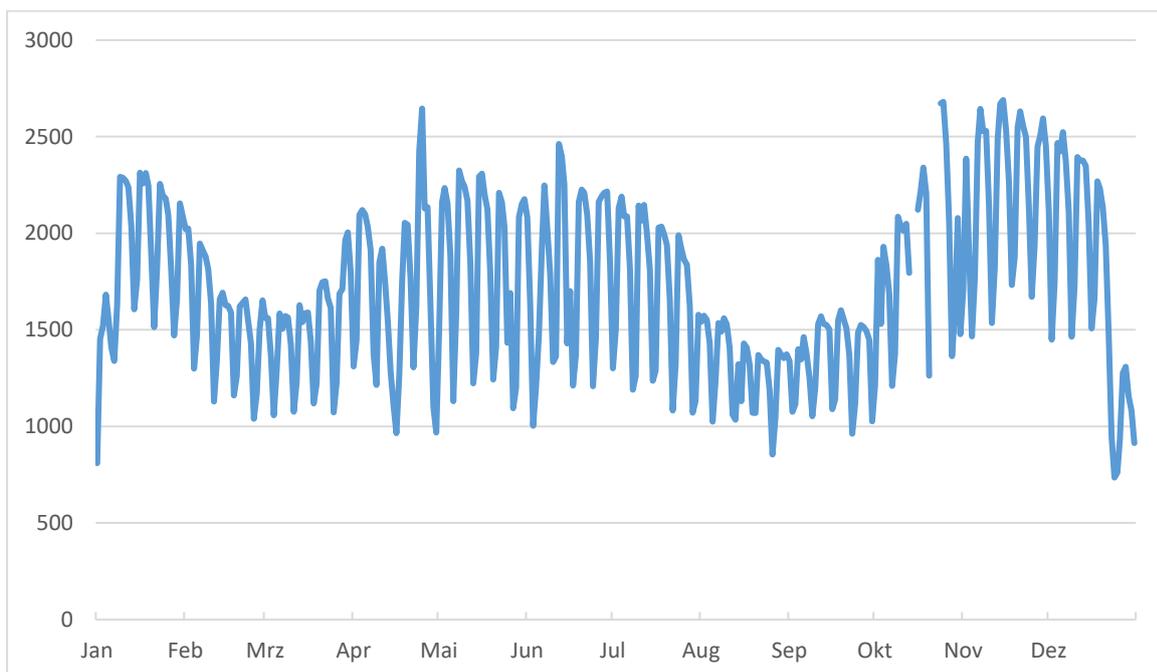


Abbildung 62: Anzahl der maximal gleichzeitig an den VPN-Servern angemeldeten Nutzer

13 Kurse, Führungen und Vorführungen im V2C

Das LRZ bot seinen Kunden in 2017 rund 52 Kurse an, die sich in die Bereiche PC-Software, Hochleistungsrechnen und weitere Veranstaltungen einteilen lassen. Die in den folgenden Tabellen aufgeführten Veranstaltungen wurden von mehr als 5.500 Teilnehmern besucht.

13.1 Kursübersicht, Statistik 2017

Wie schon in den vergangenen Jahren wurden die vom LRZ angebotenen Kurse, insbesondere zum Hochleistungsrechnen, gut angenommen.

Dabei zeigte sich, dass das Interesse an Kursen zu aktuellen Microsoft Office-Produkten nach wie vor sehr groß ist. Vom Kursprogramm des LRZ wird einerseits Aktualität erwartet, die Akzeptanz der Anwender in Bezug auf neue Programmversionen andererseits hinkt dieser Erwartungshaltung häufig hinterher.

Viele PC-Kurse verwenden als Kursunterlage Handbücher der Leibniz Universität IT Services (LUIS, ehem. RRZN) in Hannover. Diese Schriften sind oftmals verbilligte Nachdrucke der Schulungsunterlagen vom Herdt-Verlag. Die Ersparnis ist besonders für Studenten von Bedeutung. Eine regelmäßig aktualisierte Liste der verfügbaren Schriften ist ebenfalls im Internet vorhanden. In Zusammenarbeit mit dem Herdt-Verlag und dem LUIS ist auch ein noch günstigerer Erwerb der Schriften als personalisierte PDF-Variante möglich.

Für bezugsberechtigte Einrichtungen wurde 2017 erstmals die Möglichkeit geschaffen, die E-Book-Variante, die bisher nur vor Ort erworben werden konnte, als Sammelbestellung über das Netz beim LRZ zu beziehen, was insbesondere auch für die vom LRZ versorgten, aber räumlich weit entfernten Einrichtungen aus ganz Südbayern und der Oberpfalz eine große Erleichterung darstellt.

Tabelle 23: Kurse zu PC-Software 2017

Kurstitel	Dauer (Stunden)	Anzahl Kurse	Anmeldungen	Teilnehmer
Access 2016: Kompaktkurs	29	3	81	34
Excel 2016: Fortsetzungskurs	45	5	211	66
Excel 2016: Kompaktkurs	36	4	299	91
Photoshop Elements 13	1	5	63	19
PowerPoint 2016: Kompaktkurs	9	1	20	5
SPSS Workshop	8	1	16	14
Word 2016: Fortsetzungskurs	18	3	59	17
Word 2016: Kompaktkurs	18	2	56	18
Insgesamt	164	24	805	264

Tabelle 24: Kurse zum Hochleistungsrechnen 2017

Datum	Kurse, Workshops und Konferenzen	Tage	Art	Teilnehmer
12.01.2017	PRACE PATC Course: Introduction to hybrid programming in HPC	1	PATC-Kurs	26
07.02.2017	PRACE PATC Course: Intel MIC Programming Workshop @ IT4I	2	PATC-Kurs	26
09.02.2017	High performance computing in atmosphere modelling and air related environmental hazards	1	CzeBaCCA Seminar	18
15.02.2017	Advanced C++ with Focus on Software Engineering @ RRZE	3	GCS-Kurs	19
01.03.2017	Programming with Fortran	3	GCS Kurs	29
06.03.2017	Parallel Programming of High Performance Systems	5	GCS Kurs	25
03.04.2017	PRACE PATC Course: Advanced Topics in High Performance Computing	4	PATC Kurs	15
04.05.2017	PRACE PATC Course: HPC code optimisation workshop	1	PATC Kurs	20
08.06.2017	Symposium "Intel Parallel Computing Center at LRZ/TUM: Extreme Scaling on Intel Xeon Phi"	1	IPCC Symposium	15
26.06.2017	PRACE PATC Course: Intel MIC Programming Workshop	3	PATC Kurs	35
28.06.2017	Scientific Workshop: HPC for natural hazard assessment and disaster mitigation	2	CzeBaCCA Seminar	20
04.07.2017	Using R at LRZ	1	LRZ-Kurs	19
13.07.2017	Workshop - HPC mit COMSOL Multiphysics am LRZ	1	LRZ-Kurs	12
04.09.2017	Compact Course: Iterative Linear Solvers and Parallelization	5	GCS-Kurs	23
07.09.2017	CLC training: NGC data analysis	1	LRZ-Kurs	3
11.09.2017	PRACE PATC Course: Advanced Fortran Topics	5	PATC-Kurs	21
11.09.2017	PRACE Allocation Committee and Resource Allocation Session	4	PRACE	ca. 30
14.09.2017	Deep Learning Workshop	1	GCS-Kurs	58
04.10.2017	Advanced C++ with Focus on Software Engineering	3	GCS-Kurs	25
10.10.2017	R Studio Course for TUM students	1	LRZ-Kurs	18
13.10.2017	Machin Learning Tools for TUM students	1	LRZ-Kurs	20
24.10.2017	C Language for Beginners	3	GCS-Kurs	17
25.10.2017	Summer of Simulation Results Workshop	1	LRZ-Workshop	10
07.11.2017	C++ Language for Beginners	4	GCS-Kurs	32
30.11.2017	PRACE PATC Course: Node-Level Performance Engineering	2	PATC-Kurs	32
05.12.2017	Molecular Dynamics and Schroedinger Software Workshop	3	GCS-Kurs	40

Tabelle 25 Sonstige Kurse 2017

Kurstitel	Dauer (Stunden)	Anzahl Kurse	Anmeldungen	Teilnehmer
Einführung in pfsense (virtuelle Firewalls)	7,5	5	69	55
Erweiterte Features in pfsense (virtuelle Firewalls)	1,5	1	10	8
Migration der virtuellen Firewalls	1,5	1	12	12
Insgesamt	10,5	7	91	75

Tabelle 26 Externe Kurse am LRZ

Kurstitel	Dauer (Stunden)	Anzahl Kurse	Anmeldungen	Teilnehmer
Immunoinformatik	28	1	25	25
Inventorkurs CAD	24	1	32	32
LRZ-Kurse Ak dhmu Sommer Schule	28	1	57	57
LRZ-Kurse Virtual Reality LMU	18	1	25	25
Schülerprogramm "TUMMS"	4	1	32	32
VirtualLab Fusion Veranstaltung	8	1	25	25
Insgesamt	110	6	196	196

Tabelle 27: Führungen durch das LRZ und Vorführungen im V2C

Veranstungstitel	Anzahl der Veranstaltungen	Anzahl der angemeldeten Teilnehmer
Führung durch das LRZ	124	2.600
Besichtigung des Zentrums für virtuelle Realität und Visualisierung	250	2.000
Insgesamt	374	4.600

Auch im Jahr 2017 wurde – zusätzlich zum regulären Kursprogramm – die vorhandene, moderne Infrastruktur im Hörsaal, den Seminar- und Kursräumen für andere Veranstaltungen genutzt. Softwarefirmen hatten die Gelegenheit, neue Produkte bzw. neue Versionen bekannter Produkte zu präsentieren. Dabei standen wieder Beispiele für die Nutzung in Forschung und Lehre im Vordergrund.

Tabelle 28: Weiter Veranstaltungen in den Räumen des LRZ

Titel	Datum
PRACE-Kurs (Introduction)	12.01.2017
KNL-Cluster Meeting	16.01.2017
Projekttreffen Prof. Carle (TUM)	17.01.2017

PiCS-Workshop – Prof. Disse	18.01.2017
SuperMUC NG Meeting	23.01. – 27.01.2017
Berufungskommission DE & E	26.01.2017
TU Fachgutachtung TopMath-Mathematik mit Promotion“	31.01.2017
EOFS General Assembly	02.02.2017
SuperMUC NG Meeting	02.02.2017
PiCS Dr. Kai Zoßeder (TUM)	02.02.2017
Prof. Klinker (TUM)	02. – 03.02.2017
SuperMUC NG Meeting	03.02.2017
CIO Planspiel (TUM)	07.02.2017
Winter-School (TUM)	07.02.2017
SuperMUC NG Meeting	08.02.2017
TUM WAP DSS-Storage Meeting	08.02.2017
SuperMUC NG Meeting	09.02.2017
PiCS-Workshop, Prof. Klaus Mayer /TUM)	13.02.2017
PiCS-Workshop, Prof. Anja Rammig (TUM)	14.02.2017
SuperMUC NG Meeting	17.02.2017
Advanced Accelerator Programming NVidia / PGI (Kurs)	16.02. – 17.02.2017
SuperMUC Lenkungsausschusssitzung	17.02.2017
Servertech SPM-Schulung	21.02.2017
SuperMUC NG Meeting	23.02.2017
SuperMUC NG 2. Verhandlungsrunde	06.03. – 07.03.2017
S + S Workshop	07.03.2017
Parallel Programming of High Performance Systems	07.03.2017
SuperMUC NG 2. Verhandlungsrunde	10.03. – 17.03.2017
SPEXXA (TUM)	20.03. – 21.03.2017
Kick off Meeting TU	22.03.2017
iET User Group Treffen	24.03.2017
Festveranstaltung Amtsübergabe Prof. Bode – Prof. Kranzlmüller	29.03.2017
ExaHyPE Projekt (TUM)	03. – 04.04.2017
OCIP Workshop (TUM)	05.04. – 07.04.2017
TU Imperial college	12.04. – 13.04.2017
PiCS-Workshop – Prof. Xiaozhang Zhu	13.04.2017
NoMaD-Workshop	24.04. – 25.04.2017

Jahrestreffen Akademie, LRZ und WMI	25.04.2017
NoMaD-Workshop	26.04.- 27.04.2017
Girl's Day	27.04.2017
Sophos-Workshop	28.04.2017
Anysis-Technologietag	04.05.2017
HPC Code Optimisation Workshop	04.05.2017
PiCS-Workshop, Prof. Kohle (LMU)	04.05.2017
Extreme Scaling Workshop	16.05. – 18.05.2017
BVB / LRZ-Meeting	23.05.2017
Omnipatz-Schulung	23.05.2017
Data Mining (TUM)	07.06.2017
IPPC-Symposium	08.06.2017
The Formation and Evolution of Planets and their disks, MIAPP (TUM)	19.06. – 20.06.2017
ClimEX Meeting	22.06.2017
Sommerschule Lattice / EFT / TU	26.06. – 28.06.2017
IEC Fortran Joint Meeting	26.06. – 29.06.2017
Intel MIC Programming	26.06. – 30.06.2017
SuperMUC NG Auswahlausschusssitzung	10.07.2017
Virtual Reality-Kurs (LMU)	17.07. – 18.07.2017
Deutsches Museum (Meeting)	18.07.2017
EnvComp Meeting AlpenDAZ Simulation Data	18.07.2017
SuperMUC NG, 1. Verhandlungsrunde der 2. Dialogphase	19.07.2017
Compaktkurs IGDK (TUM)	20.07.2017
Virtual Reality-Vorlesung (LMU)	24.07.2017
Lenovo Meeting	25.07.2017
GCS Vorstandssitzung	25.07.2017
Open ML Science Meeting	27.07.2017
Summer School (TUM)	31.07. – 04.08.2017
SuperMUC NG Meeting	02.08. – 04.08.2017
Deep Learning Workshop	14.08.2017
Sommerschule der beiden Big Data Competence Center	21.08. – 25.08.2017
CLC Genomic Software Workshop	07.09.2017
Predicting the Efficiency of Data Centers Cooling Infrastructure via Maschine Learning Meeting	14.09.2017
Ak dh muc Sommerschule	11.09. – 15.09.2017

Nvidia Visit	19.09.2017
PiCS / PiBD Meeting (TUM)	19.09.2017
Treffen des GDD Erfakreies	22.09.2017
Gauß-Allianz Meeting	22.09.2017
BMW Meeting	22.09.2017
Bavaria Fernsehproduktion	26.09. – 28.09.2017
Advanced C++Kurs	03.10. – 06.10.2017
Envcomp Meeting HiOS	06.10.2017
ITSM Training	10.10. – 11.10.2017
CIO Planspiel TUM	17.10.2017
WaSIM User Conference (Prof. Ludwig)	18.10. – 19.10.2017
BigData and EnviroInfo	18.10.2017
Medieninformatik, Uni Regensburg	19.10.2017
TUM Executive Education Center (EEC)	19.10.2017
SERESSA (International School on the Effects of Radiation on Embedded System for Space Application)	23.10. – 26.10.2017
Scholl at Software Engineering	24.10. – 26.10.2017
SuperMUC NG Auswahlausschutzsitzung	27.10.2017
Projekt „Medizin/Life Sciences“	02.11.2017
Fakultätsevaluierung	08.11.2017
DNSSEC/Dane FAQ am LRZ	08.11.2017
GCS Lenkungsausschuss	09.11.2017
1. Contract Negotiation Meeting	10.11.2017
Besuch Lehrstuhl für Ergonomie	16.11.2017
2. Contract Negotiation Meeting	16.11.2017
ZKI Arbeitskreistreffen	21.11.2017
Sitzung des erweiterten Hochschulpräsidiums	22.11.2017
ZKI Ausbildungstreffen	22.11.2017
Microstaxx HPE Networking Technology Day	23.11.2017
Technologietag SUSE	24.11.2017
Besuch Institut zur Förderung des publizistischen Nachwuchses	24.11.2017
PiCS ifo Institut	27.11.2017
SuperMUC: 3. Vertragsverhandlungsrunde	28.11.2017
Wissenschaft im Dialog	29.11. – 01.12..2017
PRACE-Kurs Node-Level Performance Engineering	30.11. – 01.12.2017

Hochschule Kempten	04.12.2017
LRZ / Intel Meeting	04.12.2017
Vollversammlung der wissenschaftlichen Mitarbeiter der BAdW	06.12.2017
BGCE Research Day	07.12.2017
Project Meeting" GEOPM"	11.12.2017
Hochschulstart Meeting	08.12.2017
Open-Lab-Day	14.12.2017

13.2 Sicherheits- und Datenschutztag von TUM und LRZ

Die Gebiete „IT-Sicherheit“ (Security) und „Datenschutz“ sind eng miteinander verzahnt und bleiben auch die nächsten Jahre sehr wichtig.

Leider sind die besten technischen und organisatorischen Schutzvorkehrungen wirkungslos, wenn sie von den Menschen aus Unkenntnis nicht oder falsch genutzt oder sogar bewusst umgangen werden. Dies ist z.B. die Erklärung dafür, dass Phishing-Mails und elektronische Schädlinge in Mail-Attachments nach wie vor wirksam sind, obwohl man seit Jahren in allen Medien vor diesen Angriffsmethoden warnt.

Aus diesem Grund haben TUM und LRZ am 28. März 2017 den zweiten gemeinsamen Sicherheits- und Datenschutztag für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Einrichtungen des MWN veranstaltet. Das Programm mit sechs inhaltlich breit gefächerten Vorträgen sollte den Zuhörern dabei helfen, die eigene Sicherheit am Arbeitsplatz oder im Privatbereich zu verbessern:

- Internet of Things: unsecure and unpatchable?
- Störerhaftung, IT-Sicherheitsgesetz, Cybersecurity-Richtlinie & Co. – neue (Rechts-)Pflichten für die Hochschul-IT?
- Born to protect – Security Thinking beim Virenschutz
- Die Underground Economy und Ihre „Währung“
- Spannungsfeld Datenschutz und Datensicherheit
- EU Datenschutz-Grundverordnung – Meldepflichten im öffentlichen (universitären) Bereich

Die Veranstaltung fand einen sehr großen Anklang hinsichtlich der Zusammenstellung der Themen, der Qualität der einzelnen Vorträge und Referenten und der Organisation. Da diesmal ein größerer Hörsaal zur Verfügung stand, konnten ca. 300 Personen teilnehmen.

14 Software-Bezug und Lizenzen

Mit der Bündelung der Nachfrage über Instituts- und Hochschulgrenzen hinweg wird auch Verhandlungsmacht gebündelt. So können oft wesentlich günstigere Konditionen für den Bezug von Lizenzen für Forschung und Lehre erreicht werden. Die Endkunden in den Instituten sparen dadurch nicht nur Zeit, sondern vor allem viel Geld. Das LRZ verhandelt deswegen, wo möglich, in Absprache oder in Kooperation mit Instituten und Hochschulen, teilweise aufs MWN beschränkt, teilweise überregional, geeignete Abkommen mit Händlern und Herstellern. Welche Software von welchen Nutzern zu welchen Konditionen über das LRZ bezogen werden kann, ist auf der Webseite www.lrz.de/services/swbezug dargestellt.

Im Folgenden geht es um Software-Lizenzverträge des LRZ, die unmittelbar und direkt von Instituten oder Endnutzern außerhalb des LRZ genutzt werden. Nur LRZ-intern genutzte Software-Verträge, darunter auch solche über die Software an externe Nutzer über die LRZ-eigenen Systeme zur Verfügung gestellt wird, werden hier nicht diskutiert.

14.1 Highlights 2017

Seit 2012 schließt das LRZ zunehmend überregionale Rahmenverträge zur Versorgung der Hochschulen mit Softwarelizenzen ab. Diesen Trend konnten wir fortsetzen – trotz der Herausforderung, dass der Vertrieb vieler Firmen nicht ernsthaft an Rahmenverträgen interessiert ist, da er regelmäßig neue bzw. zusätzliche Einnahmen vorweisen möchte. Wir dagegen möchten eine koordinierte und wirtschaftliche Beschaffung für die Hochschulen ermöglichen und organisieren. Es gelang uns auch, Kostensteigerungen im Großen und Ganzen zu vermeiden und sogar teilweise erhebliche Einsparungen (z. B. beim Novell-Landesvertrag, s. u.) für die von uns versorgten Einrichtungen zu erreichen.

Zum Microsoft-Bundesvertrag „2.0“ den das LRZ mit Microsoft als Rahmenvertrag für die deutschen Hochschulen geschlossen hat, um die jeweils hochschulweite Lizenzierung von Software auf Subskriptionsbasis zu erleichtern und zu regeln (Laufzeit 2016 - 2021), wurde Anfang 2017 zusammen mit der Vergabestelle der Uni Würzburg eine Händleraussschreibung für die bayerischen Hochschulen durchgeführt. Der Zuschlag ging im März an die Firma Cancom.

Der Microsoft-Bundesvertrag basiert übrigens auf dem EES-Lizenzmodell von 2015. Damit sind selbst Neubeitritte vom von Microsoft Ende 2017 einseitig verkündeten sogenannten „EES Refresh“ (der Teilnehmer offenbar zwingt, als Hauptprodukte Cloud-Produkte zu bestellen) nicht betroffen.

Für die Verlängerung sowie die Neubeschaffung akademischer VMware-Lizenzen für bayerische Hochschulen wurde eine Händleraussschreibung mit der Vergabestelle der Uni Würzburg durchgeführt, der Zuschlag ging im April an eine Bietergemeinschaft aus Bechtle GmbH München und Bechtle GmbH Nürnberg.

Darüber hinaus wurde in Sachen VMware für die bayerischen Hochschulen ein Konstrukt mit zusätzlichen Rabatten bei umfänglichen Neubestellungen vereinbart, ein so genanntes Multi Client Enterprise License Agreement (MC-ELA), über das vier bayerische Unis im Herbst 2017 eine Initialbestellung getätigt haben.

Im Oktober 2017 wurde ein neuer Novell-Landesvertrag (für diverse Infrastruktur-Software), über den sich zahlreiche Hochschulen in Bayern versorgen, abgeschlossen. Der Vorgängervertrag bestand zwischen dem LRZ und der Firma Attachmate mit den angeschlossenen Firmen Novell, NetIQ und SuSE. Neuer Eigentümer der Lizenzen und somit neuer Vertragspartner ist die Firma MicroFocus. Da einige Teilnehmer des alten Vertrages ab 2017 keine Novell-Produkte mehr einsetzen wollen, war die Verlängerung nicht ganz einfach. Es konnten dann aber sogar preisliche Verbesserungen bei gleichbleibender Produkt-, Lizenzzahl- und Supportausstattung erreicht werden.

Ansonsten gab es einige eher routinemäßige Verlängerungen von Softwareverträgen, z.B. zu Maple (Maplesoft). Auch der Microsoft Premier Vertrag der den Universitäten und Hochschulen in Bayern günstigen Zugang zu Support- und Beratungsleistungen der Firma Microsoft verschafft konnte neu aufgesetzt werden, mit einigen kleineren Anpassungen. Der Vertrag sieht den solidarischen Austausch von Knowhow und Erfahrungen zwischen den Hochschulen vor. So wird auch kleinen Standorten der ansonsten unerschwingliche Zugang zu Dienstleistungen des Premier-Support Programms von Microsoft ermöglicht. Die Teilnehmer sind bayerische Hochschulen, es gibt zudem eine Öffnungsklausel, die anderen deutschen Hochschulen ermöglicht, über diesen Vertrag günstige Kontingente an Beratungs- und Supportstunden zu beziehen.

14.2 Übersicht bestehender Verträge

Verträge und Wartungsverhältnisse die 2017 abgelöst oder planmäßig verlängert wurden.

Im MWN:

- SAS (Statistik- und Business Analytics Software)
- Matlab (für LMU und Hochschule München, Wartungsverlängerung um ein Jahr)
- ANSYS (Wartungsverlängerung um ein Jahr)
- Mindmanager (LMU und TUM) um ein Jahr
- Maple (für 36 Monate bis zum 31.07.2020)
- VMware (Wartung um drei Jahre verlängert bis 2020)

Landesweit (für Hochschuleinrichtungen):

- ESRI (ArcGIS)-Landeslizenz um ein Kalenderjahr
- Novell / MicroFocus bis 30.10.2021

Derzeit laufende Campus- oder Landesverträge die erst in den nächsten Jahren ablaufen:

- Adobe ETLA-Individual (Bayern, bundesweit koordiniert) bis 29.10.2018
- Erdas (MWN) bis 30.09.2018
- Intel (MWN, teilweise Bayern) bis 30.04.2018
- SPSS (Bayern, bundesweit koordiniert) bis 30.06.2020
- Labview-Flatrate mit National Instruments (MWN), bis 31.03.2019
- Mathematica (MWN) bis 31.12.2019
- Sophos Endpoint- und E-Mail-Security (Bayern) bis 06.02.2020
- Adobe CLP (Kauflizenzen für einzelne Arbeitsplätze), deutschlandweit, bis 31.12.2018
- Microsoft Bundesvertrag bis 30. April 2021
- PTC/Creo/ProEngineer (MWN, bis 1. Dezember 2019)
- Adobe ETLA Campus-Rahmenvertrag für deutsche Hochschulen (Mietlizenzen, hier wird die gesamte Mitarbeiteranzahl lizenziert) bis 30. April 2018
- SuSE / Protosoft Rahmenvertrag für bayerische Hochschulen, bis 06.09.2020

Es gibt außerdem einige unbefristete Rahmenverträge, die wichtigsten davon sind die bayernweit gültigen Select-Plus-Rahmenverträge zwischen LRZ und Microsoft zum Bezug von Kauflizenzen für

- Universitäten und Hochschulen
- Universitätskliniken
- Bibliotheken, Sammlungen und Museen

14.3 Vertrieb von Lizenzen für Kunden des LRZ

Im Gegensatz zu denjenigen Campus- und Rahmenverträgen des LRZ, bei denen die Hochschulen Lizenzen direkt von einem z. B. per Ausschreibung ermittelten Händler in Form einer Campuslizenz bzw. „Flatrate“ beziehen, stehen Lizenzmodelle, bei denen das LRZ die Lizenzen Instituten oder Mitarbeitern und ggf. Studenten einzeln überlässt bzw. ihnen eine kostengünstige Einzelbeschaffung ermöglicht.

Tabelle 29: Die wichtigsten im Tagesgeschäft vertriebenen Lizenzen

Hersteller / Name	Lizenztyp	Laufzeit	Wer kann lizenzieren
Microsoft Select-Plus	Einzelplatzlizenzen	Unbefristete (Kauflizenzen)	Nur Institute
Adobe CLP	Einzelplatzlizenzen	Unbefristet (Kauflizenzen)	Nur Institute
Adobe ETLA per Desktop („Individual“)	Einzelplatzlizenzen	Miete (bis 29.10.2018)	Nur Institute
Matlab	Netzwerklicenzen	Miete (unbefristet)	Nur Institute

Hersteller / Name	Lizenztyp	Laufzeit	Wer kann lizenzieren
SPSS	Einzelplatz- und Netzwerklizenzen	Miete (bis zum nächsten April)	Institute und Endnutzer
ANSYS	Netzwerklizenzen	Miete (unbefristet)	Nur Institute
Mathematica	Einzelplatz- und Netzwerklizenzen	Miete (bis 31.12.2019)	Nur Institute
Maple	Einzelplatz- und Netzwerklizenzen	Unbefristet (Netzlizenzen nur einige Versionen)	Nur Institute
Intel	Einzelplatz- und Netzwerklizenzen	Miete (bis 30.04.2018)	Nur Institute
SAS	Einzelplatzlizenzen	Miete (bis September 2018)	Institute und Endnutzer

Diese Modelle kommen typischerweise da zum Einsatz, wo es derzeit nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist, eine flächendeckende Pauschalversorgung (Flatrate/Campuslizenz) einzuführen (z.B. ist das bei den ESRI/ArcGIS-Lizenzen für die TUM aber nicht für die LMU möglich). In der Regel reduziert eine Pauschalversorgung anfallenden Arbeitsaufwand sowohl in den Instituten als auch im LRZ. Der über das Tagesgeschäft erzielte Umsatz kann daher nicht ohne weiteres mit den Umsätzen der Vorjahre verglichen werden da sich die Verbreitung von Pauschalverträgen von Jahr zu Jahr ändert.

Bei Bestellungen zu Microsoft-, Adobe- und Corel-Kauflizenzen kümmert sich das LRZ im Tagesgeschäft lediglich um Authentifizierung/Autorisierung der Besteller, Verteilung der Software, Beratung und Unterstützung bei der Bestellung, Lizenzierung und Aktivierung. Die kaufmännische Abwicklung erfolgt über Handelspartner. Dabei kommen jährliche Umsätze im sechsstelligen Bereich zustande. Bei den anderen teilweise in o. g. Tabelle aufgeführten Produkten mietet bzw. kauft das LRZ die Lizenzen selbst – auf der Grundlage der aggregierten Nachfrage in den Instituten. D.h. das LRZ tritt hier in Vorleistung und beteiligt die Institute an den Kosten.

Produkte aus Landesverträgen des LRZ (Novell/MicroFocus, Sophos, ESRI, auch Microsoft Premier Support) werden den bayerischen Universitäten und Hochschulen nach einem für die Laufzeit des zugrundeliegenden Vertrages festen Kostenschlüssel bereitgestellt (ESRI-Produkte werden an der LMU teilweise noch mit den Instituten einzeln abgerechnet). Ausnahmen sind z. B. der SPSS-Landesvertrag, bei dem die Anteile der Hochschulen entsprechend der jeweils bestellten Stückzahlen von Jahr zu Jahr schwanken, und der Adobe ETLA Individual Vertrag, bei dem die Hochschulen nach jeweiligem Bedarf unterjährig nachbestellen und bis zum Laufzeitende mieten. Für Novell, ESRI und SPSS fallen in Bayern pro Jahr niedrige sechsstellige Beträge an, für Sophos und Adobe ETLA Individual pro Jahr höhere fünfstellige Beträge.

Produkte aus einigen Bundesrahmenverträgen (Microsoft Bundesvertrag, Adobe ETLA Flatrate) werden direkt zwischen den ausgeschriebenen Händlern und den Lizenznehmern abgewickelt, ohne dass das LRZ involviert werden muss.

14.4 Betrieb von Lizenzservern für Kunden des LRZ

Das LRZ betreibt für ca. 35 unterschiedliche Softwarepakete Lizenzserver, die für die diversen Systeme am LRZ und je nach Softwarepaket und Vertrag auch für Systeme an der LMU, TUM und HM Netzwerklizenzen zur Verfügung stellen. Das angebotene Spektrum der Netzwerklizenzen beinhaltet vor allem technisch-wissenschaftliche Software wie Matlab, Maple, Mathematica, ANSYS, Tecplot, etc. Einen weiteren Schwerpunkt bilden Lizenzen zur Softwareentwicklung wie Compiler, Debugger, Libraries und Tools zur Performanceanalyse.

Eine große Anzahl ANSYS Teaching Lizenzen wird von den beteiligten Hochschulen für Kurse genutzt, nach der kostenfreien Registrierung am LRZ sind die Teaching Lizenzen für die Studierenden innerhalb des MWN weiterhin nutzbar um ihr Wissen aus den Kursen zu vertiefen.

Die Lizenzen auf diesen Lizenzservern stammen zum Teil aus den o. g. Verträgen, zum Teil aus LRZ-eigenen Anschaffungen, bei denen die Software selbst nur auf LRZ-eigenen Systemen den Nutzern zur Verfügung gestellt wird und zum Teil aus Beständen von Instituten für die das LRZ Lizenzserver betreibt (Lizenzhosting).

Der zentrale Betrieb der Lizenzserver auf ausfallsicheren Servern am LRZ erspart den Mitarbeitern an den Lehrstühlen und Instituten im MWN den Betrieb eigener Lizenzserver und erleichtert die Bündelung von Bestellungen bei den Software Herstellern, dadurch werden die Lizenzkosten durch entsprechende Mengenrabatte für alle beteiligten Anwender kostengünstiger. Im Bedarfsfall unterstützt das LRZ die Anwender im MWN bei der Anbindung ihrer Rechner an die Lizenzserver am LRZ. Bei Anwendungsproblemen wird je nach Art des Supportvertrages der Kontakt zum technischen Support der Hersteller vermittelt.

14.5 Ausblick Lizenzthematik

Eine neue strategische Herausforderung ist die Integration von Cloud-Diensten und die Definition zugehöriger Lizenzmodelle: in der IT-Branche gibt es einen Trend zur nutzerbasierten Lizenzierung, die die einzelnen Nutzer dazu nötigt, bei jedem Anbieter ein eigenes Nutzerkonto zu unterhalten – und zwar auf dessen proprietärem Firmenportal. Das ist unter Gesichtspunkten wie zentraler Benutzerverwaltung der Hochschule inklusive Lebenszyklus der Benutzerkonten sehr unpraktisch, auch für die Nutzer selbst teilweise problematisch und berührt zudem Aspekte des Datenschutzes. Auf der anderen Seite kommen neue Anforderungen des Gesetzgebers (z. B. DSGVO) ins Spiel. Es wird daher nötig werden, Konnektoren und Schnittstellen zwischen der hochschuleigenen Benutzerverwaltung und den Portalen der Lizenzgeber zu erstellen. Dieser Weg ermöglicht den Rechenzentren auch künftig die Steuerung der Dienste und Services. Im Rahmen der Vertragsverhandlungen mit Software-Herstellern und Lizenzgebern müssen diese Aspekte daher künftig besonders berücksichtigt werden.

Die ersten künftigen Verträge, bei denen diese Aspekte zum Tragen kommen, sind die Adobe-Rahmenverträge für Mietlizenzen: Rahmenverträge ETLA-Campus und ETLA-Individual (per Desktop) laufen in 2018 aus und müssen neu verhandelt werden. Adobe will diverse Änderungen im Lizenzmodell durchsetzen, die aber mit den Anforderungen der Hochschulen in Deckung zu bringen sind. Wir haben bei den Verhandlungen auch Vertreter deutscher Unis, der Arbeitskreise BSK (Bayern) und Software-Lizenzen im ZKI (Deutschland) und der Software-Beschaffer für Universitäten in Österreich und der Schweiz in das Verhandlungsteam integriert, da wir hier, ähnlich wie im Microsoft Bundesvertrag, Interessen aller Hochschulen gegenüber den Firmen vertreten und alle Hochschulen hier ähnliche Anforderungen und Bedürfnisse haben.

Weiterer Ausblick auf die erste Jahreshälfte 2018:

- für Intel-Lizenzen wird an einer Lösung für alle bayerischen Hochschulen gearbeitet
- zum Schutz der IT-Infrastrukturen der bayerischen Hochschulen inklusive aller Endgeräte und der Geräte aller Mitarbeiter und Studenten wird eine Ausschreibung zur Nachfolge der bestehenden Virenschutzlösung (Endpoint- und E-Mail-Security, derzeit von der Firma Sophos) vorbereitet.

15 LRZ Personal

Die Anzahl der Mitarbeiter im LRZ ist im Jahre 2017 weiter angestiegen, wobei zu erwähnen ist, dass dieses Jahr mehr studentische Hilfskräfte abgegangen als neue hinzugekommen sind. Das konnte zum Teil durch Erhöhung der Stundenzahl der verbliebenen Studierenden ausgeglichen werden. Zusammengenommen bleibt der Personalstand auf dem Vorjahresniveau. Offene Stellen werden nach Möglichkeit schnell nachbesetzt. Dennoch ist auch am LRZ nicht zuletzt aufgrund der hohen Nachfrage nach hochqualifiziertem Personal in einigen Bereichen eine Mehrfachausschreibung bis zur erfolgreichen Besetzung nötig. Das LRZ arbeitet hier an Konzepten und Ideen, um die Attraktivität der Arbeit am LRZ zu erhöhen und gleichzeitig noch besser in die Öffentlichkeit zu transportieren. Dies zeigte sich insbesondere auch bei der Besetzung von Personalstellen für die neue Aufgabe als bayerisches Big Data Kompetenzzentrum. Zum 01.10.2017 wurden hierfür drei zusätzlich zur Verfügung stehende Stellen mit dem Schwerpunkt Big Data besetzt.

Damit waren Ende 2017 am LRZ 190 Mitarbeiter, 49 wissenschaftliche und studentische Hilfskräfte, sowie 7 Auszubildende beschäftigt. Wie in den Vorjahren wurden wieder zwei Auszubildende (ein IT-System-Elektroniker und ein Fachinformatiker der Richtung Systemintegration) am LRZ eingestellt. Drei Auszubildende haben ihre Ausbildung erfolgreich abgeschlossen, wovon einer befristet übernommen werden konnte.

In Zusammenarbeit mit der Bayerischen Akademie der Wissenschaften wurden im Rahmen der Personalentwicklung verschiedene Vorträge und Workshops zum Thema „Mitarbeiterführung“ und „Kommunikation“ angeboten, die auf reges Interesse gestoßen sind.

Zahlreiche Vorträge auf Konferenzen und Fachtagungen, viele wissenschaftliche Veröffentlichungen sowie der erfolgreiche Abschluss einer Promotion belegen zudem die Kompetenz des LRZ.

15.1 Veröffentlichungen der Mitarbeiter 2017

B

Bader, M., Allalen, M., Bode, A., Frank, A., Kranzlmüller, D., Sharikadze, M., Weinberg, V., Jakl, Ondrej., Janisk, B., Palkovic, M., Vondrak, V.: Intel MIC Programming & HPC for Natural Hazard Assessment and Disaster Mitigation Workshops @ LRZ. In: inSiDE. 2017. Vol. 15 Issue 2.

Bader, M., Bode, A., Weinberg, V., Allalen, M., Frank, A., Sharikadze, M., Jansik, B., Palkovic, M., Vondrak, V., Jakl, O.: Intel MIC Programming & High performance computing in atmosphere modelling and air related environmental hazards @ IT4Innovations, Czech Republic. In: inSiDE. 2017. Vol. 15 Issue 2.

Boyle, A., Sim S. A., Hachinger, S., Kerzendorf, W.: Helium in double-detonation models of type Ia supernovae. In: Astronomy and Astrophysics. Vol. 599. Article A46.

Brenner, M., Gentschen Felde, N., Hommel, W., Metzger, S., Reiser, H., Schaaf, T.: Praxisbuch ISO/IEC 27001 – Management der Informationssicherheit und Vorbereitung auf die Zertifizierung. 2. Auflage. 2017. München. Germany. Carl Hanser Verlag. ISBN: 978-3-446-45139-1.

C

Clees, T., Hornung, N., Labrenz, D., Schnell, M., Schwichtenberg, H., Shoukourian, H., Torgovitskaia, I., Wilde, T.: Cooling Circuit Simulation II: A Numerical Example. In: Griebel, M., Schüller, A., Schweitzer, M.: Scientific Computing and Algorithms in Industrial Simulations. 2017. Springer, pp. 153 – 180. DOI: 10.1007/978-3-319-62458-7_8.

F

Frank, A., Weismüller, J., Hachinger, S.: In need of partnerships: environmental computing and european e-infrastructures. In: Lower Danube Basin – approaches to macroregional sustainability. 2017. Vol. 91, pp. 54 – 66. Editor: Balteanu, D., Publisher: Editura Academiei Romane

G

García-Hernández, R. J.: NOMAD: The Novel Materials Discovery Laboratory. In: InSiDE. 2017. Vol 15 Issue 2, pp. 124-127

García-Hernández, R. J., Draxl, C., Scheffler, M., Kranzlmüller, D.: Virtual-reality view on chemistry and materials science. In: WATOC 2017 11th Triennial Congress of the World Association of Theoretical and Computational Chemists. 27. August – 1. September 2017, Munich. Book of Abstracts, pp. 1292. Poster Session 3, pp 299.

García-Hernández, R. J., Kranzlmüller, D.: Virtual Reality toolset for Material Science: NOMAD VR tools. In: 4th International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics (SALENTO AVR 2017). 12. – 15. June 2017, Ugento (Lecce), Italy. Lecture Notes on Computer Science, no 10324, Part I, pp. 309-319. DOI: 10.1007/978-3-319-60922-5_25.

Giemsma, E., Hachinger, S.: Application of trajectory clustering and source attribution methods for investigating regional CO₂ and CH₄ concentrations at Germany's highest mountain site. In: Proceedings from the 19th EGU General Assembly (EGU2017). 23. – 28. April 2017. Vienna.

Gomez-Sanchez, P., Méndez, S., Rexachs, D., Luque, E.: PIOM-PX: A Framework for Modeling the I/O Behavior of Parallel Scientific Applications. In: ISC Workshops 2017. pp. 160-173.

Gomez-Sanchez, P., Méndez, S., Rexachs, D., Luque, E.: A Parallel I/O Behavior Model for HPC Applications Using Serial I/O Libraries. In: HPCS 2017. pp. 244-251.

Grunzke, R., Adolph, T., Biardzki, C., Bode, A., Borst, T., Bungartz, H.-J., Busch, A., Frank, A., Grimm, C., Hasselbring, W., Kazakova, A., Latif, A., Limani, F., Thomsen, I., Tochtermann, K., Müller-Pfefferkorn, R., Nagel, W. E.: Challenges in Creating a Sustainable Generic Research Data Infrastructure. In: 4th Collaborative Workshop on Evolution and Maintenance of Long-Living Software Systems (EMLS' 17), Feb. 2017, Vol. 37, pp. 60-77.

Guillen, C., Bader, R.: Compilerwahl für Superrechner. Boliden-Parade. In: Linux-Magazin, 2017, Ausgabe 12/17.

H

Hachinger, S., Nguyen, H., Weber, T., Weismüller, J., Otjacques, B., Hitzelberger, P., Naumann, S., Wohlgemuth, V.: Addressing knowledge and know-how biases in the environmental sciences with modern data and compute services. In: *EnvironInfo 2017. From Science to Society: The Bridge provided by Environmental Informatics*. Shaker-Verlag. 2017, pp. 155-162.

Hachinger, S.: Type Ia supernovae with and without blueshifted narrow Na I D lines – how different is their structure?. In: *Monthly Notice of the Royal Astronomical Society*. 11 Oct. 2017. Vol. 471, Issue 1, pp. 491-506.

Hegering, H.-G., Reiser, H., Kranzlmüller, D.: Das Münchner Wissenschaftsnetz – Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft. In: *Informatik-Spektrum*. Berlin, Heidelberg. 2017. Vol. 40, No. 2, pp. 192 – 200. ISSN 0170-6012. Springer-Verlag

Hegering, H.-G.: 50 Jahre Informatik in München: die Rolle des Leibniz-Rechenzentrums. In: *Akademie Aktuell – Zeitschrift der Bayerischen Akademie der Wissenschaften*. 2017. Vol. 02, pp. 64 – 67. ISSN 1436-753X

Hegering, H.-G.: Schlüsselaufgabe am LRZ. In: *Akademie Aktuell – Zeitschrift der Bayerischen Akademie der Wissenschaften*. 2017. Vol. 2, pp. 8 – 9. ISSN 1436-753X

Hegering, H.-G., Reiser, H., Kranzlmüller, D.: Das Münchner Wissenschaftsnetz. In: Bode, A., Broy, M., Bungartz, H.-J., Mathes, F.: *50 Jahre Universitätsinformatik in München*. Berlin, Heidelberg. 2017. pp. 173-187.

Hoppe, N., Pasichnyk, I., Adami, S., Allalen, M., Adams, N. A.: Performance Optimization of a Multiresolution Compressible Flow Solver. In: *inSiDE*. 2017. Vol. 15 Issue 2.

K

Kemmler, B., Ziegler, J., Lohrer, A.: Leichtgewichtiges Dokumentenmanagement zur Unterstützung eines Service Management Systems am Beispiel des LRZ. In: 10. DFN Forum Kommunikationstechnologien. Berlin. Mai 2017. GI-Edition Lecture Notes in Informatics.

Kronbichler, M., Kormann, K., Pasichnyk, I., Allalen, M.: Fast Matrix-Free Discontinuous Galerkin Kernels on Modern Computer Architectures. In: *Lecture Notes in Computer Science book series (LNCS)*. ISC 2017: High Performance Computing. 2017. pp. 237-255. Springer International Publishing.

Kronbichler, M., Ljungkvist, K., Allalen, M., Ohlrich, M., Pasichnyk, I., Wall, W. A.: Performance Optimization of Matrix-free Finite-Element Algorithms within deal.II. Denver. 13. – 16. Nov. 2017.

L

Leduc, M., Frigon, A., Brietzke, G., Ludwig, R., Weismüller, J., Giguère, M.: The ClimEx project: Digging into Natural Climate Variability and Extreme Events. In: *inSiDE*. Autumn 2017. Vol. 15 Issue 2, pp. 128-133

M

Méndez, S., Rexachs, D., Luque, E.: Analyzing the Parallel I/O Severity of MPI Applications. CCGrid 2017: 953-962

Müller, P., Neumair, B., Reiser, H., Dreo Rodosek, G. (Hrsg.): 10. DFN-Forum Kommunikationstechnologien, Lecture Notes in Informatics. Bonn. Mai 2017. Vol. P-271

S

Sakai, Y., Mendez, S., Allalen, M., Manhart, M.: Performance Evaluation of a Parallel HDF5 Implementation to Improve the Scalability of the CFD Software Package MGLET. In: inSiDE. 2017. Vol. 15 Issue 2

Shoukourin, H., Wilde, T., Huber, H., Bode, A.: Analysis of the Efficiency Characteristics of the First High-Temperature Direct Liquid Cooled Petascale Supercomputer and Its Cooling Infrastructure. In: Journal of Parallel and Distributed Computing. 2017. Vol. 107. pp. 87 – 100. ISSN: 0743-7315. DOI: 10.1016/j.jpdc.2017.04.005.

Shoukourin, H., Wilde, T., Labrenz, D., Bode, A.: Using Machine Learning for Data Center Cooling Infrastructure Efficiency Prediction. In: 13th IEEE Workshop on High-Performance, Power-Aware Computing held in conjunction with IPDPS Symposium. 2017. DOI: 10.1109/IPDPSW.2017.25.

T

Toja-Silva, F., Chen, J., Hachinger, S.: Computational fluid dynamics (CFD) simulation of CO₂ emission from a thermal power plant in an urban environment. In: Proceedings from the 19th EGU General Assembly (EGU2017). Vienna. 23 – 28. April 2017. EGU2017-9355-2.

Toja-Silva, F., Hachinger, S.: CFD simulation of CO₂ dispersion from urban thermal power plant: Analysis of turbulent Schmidt number and comparison with Gaussian plume model and measurements. In: Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. 2017. Vol. 169. pp. 177-193.

W

Wang, Y., Keuper, J., Stanic, M., August, M.: Changing gear for accelerating deep learning – the first year operation experience with DGX-1, GTC Europe, 2017

Weismüller, J., Eisenreich, S., Vogel, N.: Environmental Computing at LRZ. In: inSiDE. 2017. Vol. 15 Issue 2, pp. 89-91.

Weismüller, J., Gentschen Felde, N., Leduc, M., Frank, A., Otjacques, B., Hitzelberger, P., Naumann, S., Wohlgemuth, V.: Advancing the Understanding and Mitigation of Hydrological Extreme Events with High-Level IT Services. In: EnvironInfo 2017. From Science to Society: The Bridge provided by Environmental Informatics. 2017. pp. 357-361. Shaker-Verlag.

Z

Ziegler, J., Kemmler, B., Brenner, M., Schaaf, T.: Leichtgewichtiges Security Incident und Event Management im Hochschul Umfeld. In: 10. DFN-Forum Kommunikationstechnologien, GI-Edition Lecture Notes in Informatics. Berlin. Mai 2017.

15.2 Bachelor- und Masterarbeiten 2017

Atzenhofer, R. Q., Engelhardt, D. (Hochschule München, Studiengang Energie- und Gebäudetechnik): Analyse und Optimierungsmöglichkeiten eines Hochleistungsrechnerkühlungssystems. Betreut durch: Renner, M., Labrenz, D., Kirnberger, A. Nov. 2016 – Apr. 2017.

Hager, H. (Hochschule München): Evaluierung eines Tree-Partitioning-Algorithmus für das statische Load Balancing in der Hydrologie. 2017

Schnoy, B. (Technische Universität München): Applying machine learning to optimize SuperMUC's cooling infrastructure (orig. Optimierung der SuperMUC-Kühlinfrastruktur mit Hilfe von maschinellem Lernen). Betreut durch: Bode, A., Brenner, M., Shoukourian, H., Wilde, T.

Zhao, S. (Technische Universität München): Treibhausgas-Konzentrationen in Berlin – Vergleich von Messungen und Simulationen zum besseren Verständnis. Betreut durch: Chen, J., Hachinger, S.

16 Gebäude und Infrastruktur

16.1 Gebäudemanagement

Auch im Jahr 2017 konnte das LRZ-Gebäudemanagement einen stabilen Betrieb der Gebäudetechnik sicherstellen und so den IT-Systemen eine verlässliche Betriebsumgebung bieten.

Die Anpassung der technischen Gebäudeausrüstung, insbesondere der Kältetechnik, an die Anforderungen der Rechnersysteme und eines energieeffizienten Betriebes wurde in 2017 u.a. durch Umbauten am Rohrleitungssystem fortgesetzt. Die in 2016 durch Anschluss der Controller der Gebäudeautomation im Bauabschnitt 2011 an das EV4-Netz (batteriegepufferte Stromversorgung) beabsichtigte Betriebsstabilisierung konnte in vollem Umfang erreicht werden. Die in der Vergangenheit nach sogenannten „Stromwischern“ verursachten Störungen (z.B. mehrdeutige Signalzustände von Sensoren bei Netzwiederkehr) sind nicht mehr aufgetreten.

Um die Kälteversorgungsinfrastruktur weiter zu optimieren, wurde nach den in den vergangenen Jahren vorgenommenen und ausführlich getesteten Anpassungen der Regelungstechnik in 2017 die „Hardware“, d. h. das Rohrleitungssystem, in Angriff genommen. Hierbei wurden die Erkenntnisse aus einer vom LRZ betreuten Bachelorarbeit aus dem Fachbereich Versorgungstechnik der Hochschule München berücksichtigt. In der Arbeit, die im Zeitraum November 2016 bis April 2017 erstellt wurde, konnte durch Auswertung der Betriebsdaten des Warmwasserkältenetzes nachgewiesen werden, dass durch die hydraulischen Weichen knapp 40 % der über die Rückkühlwerke abgefahrenen Kälteleistung zwischen Rückkühlwerk und Weiche als Blindleitung im Kreis geführt wird. Daraufhin wurde entschieden, die hydraulischen Weichen entweder zu Umfahren oder zu entfernen. Die Umsetzung dieser Maßnahme erfolgte in zwei Phasen. In einer Pilotphase wurde im Juni 2017 eine Weiche durch Installation von zwei Bypass-Leitungen und Absperrarmaturen für die Realisierung eines Umfahrbetriebes umgebaut, um im Notfall zum Betrieb mit Weiche zurückkehren zu können. Aufgrund der Erfahrungen mit dem Umfahrbetrieb wurde festgelegt, die anderen drei Weichen zu entfernen und durch Rohrpassstücke zu ersetzen. Dieser Umbau wurde im November 2017 durchgeführt. Erste Auswertungen ergaben deutliche Verbesserungen der Energieeffizienz, vor allem beim Energieeinsatz für Pumpen. Im Bereich der Regelungstechnik wurde durch die Implementierung einer Temperaturdifferenzregelung in den Rückkühlkreisen eine abschließende Funktionserweiterung vorgenommen. Für das Kaltwassernetz konnten im abgelaufenen Jahr die Pläne zur hydraulischen Optimierung analog dem Warmwassernetz auf Grund von Kapazitätsengpässen nicht umgesetzt werden.

Im April 2017 kam es wegen des Anschlusses einer weiteren Liegenschaft an das Nicht-Trinkwassernetz des Forschungscampus zu einer sechstägigen Unterbrechung der Versorgung des LRZ mit dem Brauchwasser für die Sprühwasserkreisläufe der Rückkühlwerke. Während dieser Zeit musste die Versorgung der Sprühwasserkreisläufe provisorisch über den Anschluss der zugehörigen Wasseraufbereitungsanlage an die Trinkwasserversorgung aufrechterhalten werden. Da die hier verfügbaren Wassermengen für einen automatischen Betrieb aller drei Aufbereitungsanlagen nicht ausreichten, war in dieser Zeit ein begleitungsintensiver und damit zeitaufwendiger halbautomatischer Betrieb erforderlich. Darüber hinaus entstand erhöhter Zeitaufwand für Vorbereitung der Betriebsumstellung und der Wiederinbetriebnahme der Brauchwasserversorgung wegen des nicht optimalen Projektmanagements seitens der Auftraggeber der Maßnahme.

Im Bereich der Lüftungstechnik wurden auch im Jahr 2017 mit erheblichem Kostenaufwand Nacharbeiten geplant und durchgeführt, die notwendig waren, um Mängel aus der Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase zu beheben. Auf der anderen Seite bedingte vorzeitiger Verschleiß von Kältemittelleitungen die Notwendigkeit von „vorgezogenen“ Instandsetzungsmaßnahmen.

Neben dem Tagesbetrieb und der Umsetzung der beschriebenen Optimierungsprojekte war das Gebäudemanagement 2017 mit der Vorbereitung der Ausschreibung der FM-Dienstleistungen für die Jahre 2019ff beschäftigt. Hier läuft derzeit die Erfassung und Zusammenstellung der Daten der installierten TGA- und sonstigen Gebäudesysteme. Die Arbeiten sind wegen der teilweise sehr mangelhaften Qualität und andererseits der nicht vollständig erfolgten Aktualisierung der Dokumentationen aufwendiger als erwartet. Hier konnten die Kapazitäten durch Einstellung einer studentischen Hilfskraft aufgestockt werden.

Ein weiteres größeres Projekt, in das das Gebäudemanagement involviert ist, ist die im Dezember 2017 angelaufene Beschaffung des neuen Höchstleistungsrechners SuperMUC-NG.

Bei den Rückkühlwerken im BA 2011 musste erneut eine unangenehme „Überraschung“ registriert werden, die eine schnelle Reaktion und Entscheidung für kostenträchtige Nachbesserungen erforderte. Im Mai 2017 wurde bei Wartungsarbeiten festgestellt, dass ca. 80 % der Sprühdüsen durch kleine Kunststoffpartikel

verstopft waren. Der dadurch reduzierte Wasserfilm auf den Rohrschlangen führte zu einem massiven Leistungsabfall bei den Rückkühlwerken, die durch eine Reinigung der Sprühwasserverteilerleitungen sowie der Sprühdüsen zunächst behoben wurde. Bei der Ermittlung der Herkunft der Kunststoffpartikel stellte sich heraus, dass sich die über den Rohrschlangen angeordneten Tropfenabscheider im Zustand beginnender Versprödung befinden. Wegen der gravierenden Auswirkungen auf den Anlagenbetrieb (massiver Leistungsabfall und Störung der Leitfähigkeitsmessungen) wurden umgehend Angebote für die Lieferung und den Austausch der Tropfenabscheider sowie die Nachlieferung von Sprühdüsen eingeholt. Anschließend wurden Lieferungen und Installation so zügig wie möglich beauftragt. Im Zuge des Austausches der Tropfenabscheider erfolgte eine erneute Reinigung der Sprühdüsen und der Verteilerrohre. Da die Rückkühlwerke wegen der Lieferzeiten der bestellten Komponenten (Tropfenabscheider, Düsen) noch mehrere Wochen in dem vorbeschriebenen Zustand weiter betrieben werden mussten, ergab sich die Notwendigkeit, das Sprühwasserleitungssystem einige Wochen nach dem Austausch der Tropfenabscheider und Düsen erneut zu reinigen, um alle in der Wanne der Rückkühlwerke befindliche Kunststoffpartikel zu entfernen. Darüber hinaus wurden an den Ansaugkästen der Pumpen Drahtgitter angebracht, um den Großteil der noch vorhandenen Kunststoffpartikel vor dem Ansaugen in das Sprühwassersystem zurückzuhalten.

Auch an anderen Stellen trat nicht erwarteter Instandsetzungsbedarf auf. Wegen der unterschiedlich schwerwiegenden Auswirkungen auf den Betrieb des Rechenzentrums konnte hier eine Priorisierung und abgestimmte Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen vorgenommen werden.

Neben der Sicherstellung der Betriebssicherheit auch bei partiellen Außerbetriebnahmen von Systemen und Komponenten analog geplanter Wartungen, generieren die immer wieder ad hoc notwendigen Instandsetzungen als weitere Herausforderungen die schnelle Aktivierung von Firmen, Planern und Finanzmitteln, die Einhaltung von Vergabevorschriften sowie die Koordination der zeitnahen und zügigen Ausführung der beauftragten Arbeiten.

Als immer stärker wirksamer Hemmschuh bei der Abwicklung von Projekten und Maßnahmen im Bereich des Gebäudemanagements erweist sich der Fachkräftemangel. Von dem Mangel sind alle für das LRZ tätigen Firmen unabhängig von der Branche oder dem Gewerk betroffen. Eine deutlich spürbare Folge dieser Entwicklung ist ein stark gestiegener Aufwand für das Gebäudemanagement des LRZ bei der Nachverfolgung und Sicherung vereinbarter Termine und Zeiträume für die Ausführung von Arbeiten, sowie der Begleitung der Arbeiten externer Firmen.

Auch das LRZ selbst ist mit den Auswirkungen der veränderten Arbeitsmarktsituation konfrontiert. Die für das Gebäudemanagement des LRZ laut dem Anfang 2016 verabschiedeten Entwicklungsplan vorgesehenen personellen Verstärkungen konnten bis dato nur zum Teil realisiert werden. Insbesondere die Besetzung einer Ingenieurstelle erweist sich als äußerst schwierig.

16.2 Energieeffizienz

Im Fokus der Arbeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz des Rechenzentrumsbetriebes stand in diesem Jahr die Optimierung der Kühlungsinfrastruktur der Höchstleistungsrechnersysteme. Hierfür sind die hydraulischen Weichen des Warmwasserkältenetzes umgebaut bzw. entfernt worden, um die thermo-hydraulische Synchronisation der Kälteerzeugungskreise zu optimieren.

Ergänzende Aktivitäten des LRZ, um die Effizienz in der Zukunft zu steigern, gab es insbesondere in folgenden Bereichen:

- Analyse von alternativen technischen Lösungen, um die Verluste bei der Elektroversorgung der Höchstleistungsrechner zu reduzieren und mit Hilfe von Lastspitzenmanagement die Netzentgelte zu optimieren.
- Kooperation mit dem Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern) in Garching bei der Erstellung einer Studie, in der das Potential von Kraft-Wärme-Kopplungssystemen für die Eigenstromerzeugung und zur Bereitstellung von Antriebswärme für Sorptionskälteprozesse untersucht wurde.

Die größte Herausforderung besteht gegenwärtig darin, dass die Fortführung der begonnen und geplanten Maßnahmen zur Sicherstellung eines energieeffizienten Betriebes des LRZ aufgrund ungenügender Personalkapazitäten des LRZ und der beauftragten Firmen in Frage gestellt ist.

17 Strombeschaffung

Bis zum 31.12.2017 erfolgte die Strombeschaffung über die Stadtwerke München. Aufgrund des z.T. sehr variablen Bedarfs hat sich das LRZ für ein neues Beschaffungsmodell entschieden. Ab dem 1.1.2018 betreibt das LRZ einen eigenen Bilanzkreis für die Strombeschaffung. Das Management dieses Bilanzkreises inkl. der Übernahme aller sich hieraus ergebenden Pflichten sowie der Kauf und Verkauf von Strommengen in den bzw. aus dem Bilanzkreis des LRZ wurde für die Jahre 2018-2020 EU-weit ausgeschrieben. Den Zuschlag erhielt die Energie Südbayern GmbH. In der Konsequenz kann das LRZ jetzt direkt am Strommarkt sehr flexibel seine Bedarfe über den Termin- und Spotmarkt decken bzw. evtl. Überkapazitäten dort verkaufen. Der geschätzte Strombedarf betrug am Tag der Ausschreibung im Oktober 2017 für die Jahre 2018: 48 GWh, für 2019 40 GWh und für 2020: 37 GWh. Aufgrund der aktuellen Entwicklungen zur Ausschreibung des SuperMUC-NG ist jedoch festzustellen, dass die zukünftigen Strombedarfe bereits wieder angepasst werden müssen. Insoweit profitiert das LRZ bereits jetzt von der sehr flexiblen Beschaffungsmöglichkeit und wird im Rahmen der Inbetriebnahme des SuperMUC-NG am Terminmarkt „erhöhte Quartalsbedarfe“ decken können. Auf Grundlage der aktualisierten Strombedarfs- sowie der Marktpreis-Analysen des Energieberaters des LRZ und der Energie Südbayern GmbH wurde am 8.11.2017 ein 5-MW Band für 2018 über die Energie Südbayern geordert.

18 Zahlen und Fakten

18.1 Verwaltung

Tabelle 30: Personalstand, Neueinstellungen und Abgänge 2017

Personalstand (31.12.2017)	
190	Mitarbeiter
49	Stud. und wiss. Hilfskräfte
7	Auszubildende

Neueinstellungen	
14	Wiss. Mitarbeiter
10	Techn. Angestellte
1	Verwaltungsangestellte
2	Auszubildende
15	Stud. und wiss. Hilfskräfte

Abgänge	
11	Wiss. Mitarbeiter
8	Techn. Angestellte
2	Auszubildende
21	Stud. Und wiss. Hilfskräfte

Tabelle 31: Dienstreisen 2017

Dienstreisen	
250	Inland
145	Ausland
395	Insgesamt

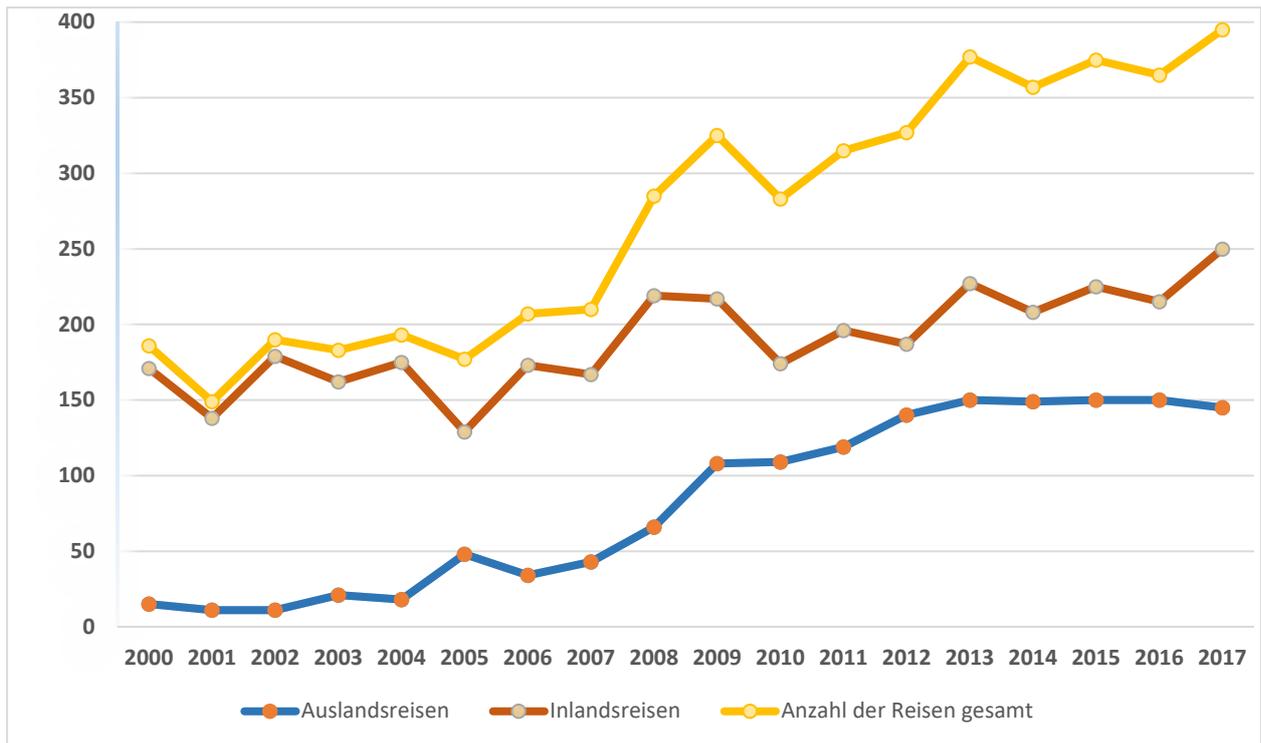


Abbildung 63: Entwicklung des Dienstreiseaufkommens

Tabelle 32: Buchungen 2017

Buchungen	
1.493	Rechnungen
3.558	Normaler Haushalt (TG 74)
663	Höchstleistungsrechner (TG 75)
1.416	Drittmittel
7.130	Insgesamt

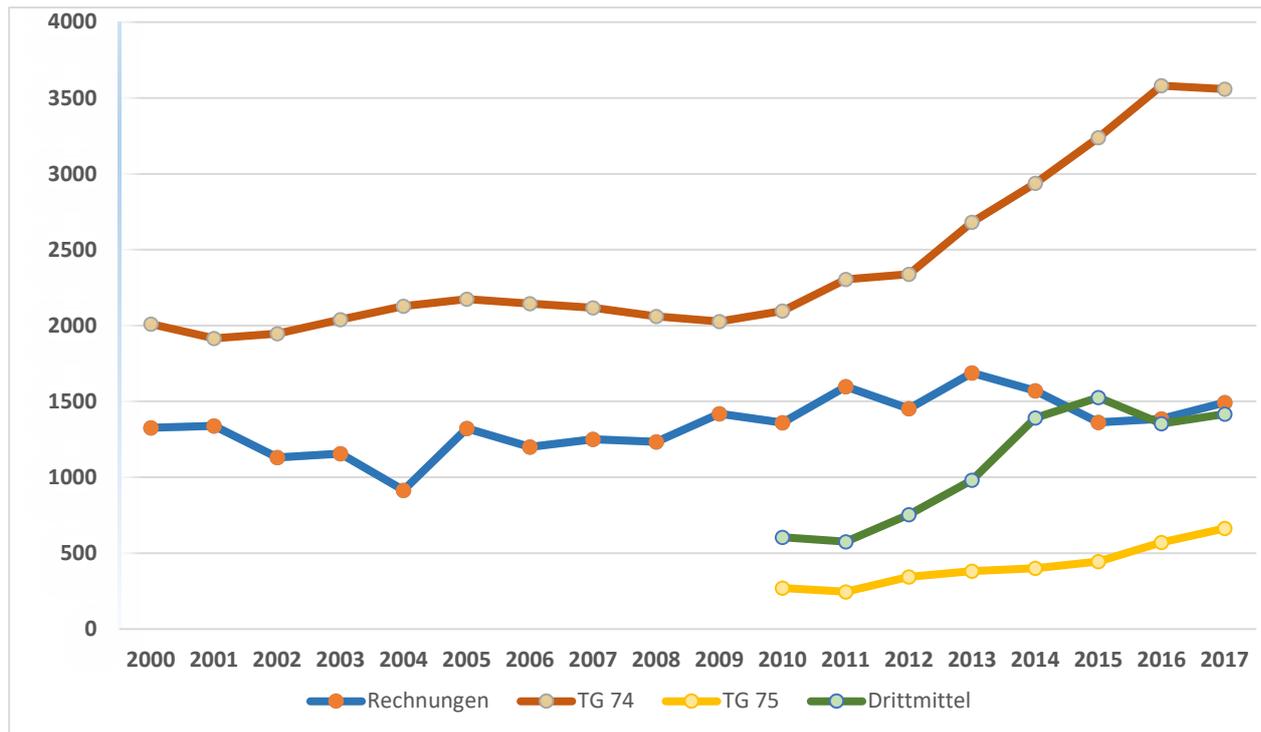


Abbildung 64: Entwicklung des Buchungsaufkommens

Tabelle 33: Haushalt - Inventarisierung

Inventarisierungen	
2.085	IT-System spezifische Geräte
80	Sonstige (Möbel, usw.)
2.165	Insgesamt

Tabelle 34: Stromverbrauch 2017

2017		
	5.920 kW	Lastspitze (15 min Intervall)
	43.363 MWh	Verbrauch insgesamt

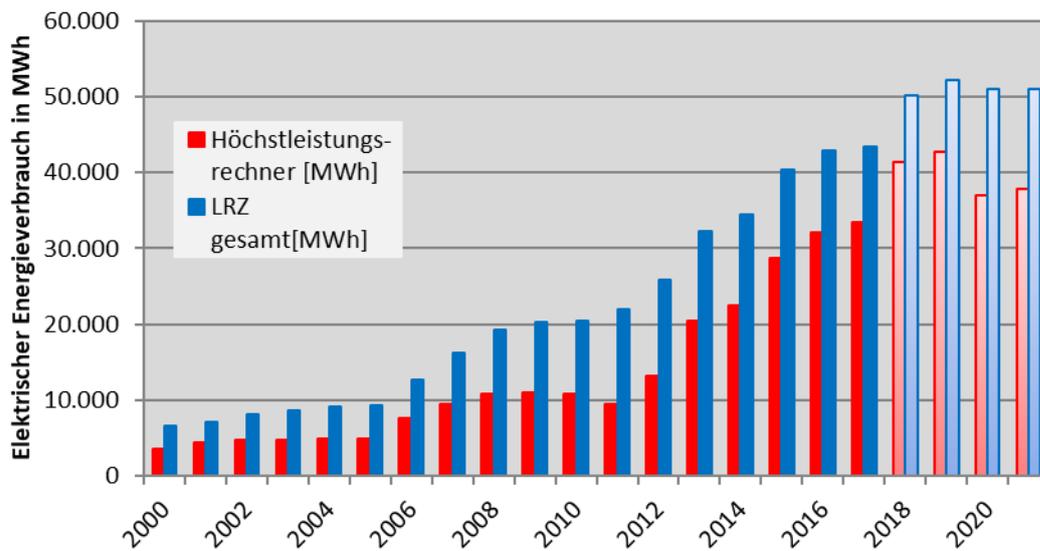


Abbildung 65: Entwicklung des Stromverbrauchs

18.2 E-Mail und Exchange

Tabelle 35: E-Mail und Exchange

E-Mail und Exchange	gerundet
Exchange-Postfächer	85.500 mit 31 TByte
POP/IMAP-Postfächer	86.400 mit 11 TByte
E-Mail-Verteilerlisten	1.567
Eintreffende E-Mails/Tag	1.134.875
davon angenommen	217.195 (19,1 %)
davon abgelehnt (Spam- und Virenmails)	917.680 (80,9 %)
Server für E-Mail-Dienste	32
Server für Exchange	28

18.3 Poster und Schriften

Tabelle 36: Poster und Schriften

Großformat Poster – Schriften	
Großformat Poster insgesamt	3.786
am LRZ abgegeben	1.056
Bibliothek der LMU	1.318
Bibliothek der TUM	1.166
Biozentrum der LMU	246
Schriften - Umsatz	1.899 – davon 190 E-Books

18.4 Benutzerverwaltung und Shibboleth

Tabelle 37: Benutzerverwaltung und Shibboleth

Benutzerverwaltung und Shibboleth	
Master User	2.381
LRZ-Projekte	2.014
Davon SuperMUC-Projekte	481
Authentifizierungen pro Woche am TUM Identity Provider	Ø 110.700 max. 212.100
Authentifizierungen pro Woche am LMU Identity Provider	Ø 37.400 max. 85.700
Server für Benutzerverwaltung, Directorys und DFN-AAI	33

18.5 Datenspeicher

Die Tabelle gibt, differenziert nach Speicherarchitektur, einen Überblick über die Bruttokapazität der Plattenspeichersysteme des LRZ Ende 2017 und deren primäre Verwendung. Die HPC-Speichersysteme des SuperMUC sind nicht enthalten. Die tatsächliche Nutzspeicherkapazität ist um ein Viertel bis ein Drittel geringer, je nachdem wie redundant das System konfiguriert ist (RAID, Checksummen, Hotspare).

Tabelle 38: Bruttokapazitäten Plattenspeicher

Modell	Anwendung	Kapazität
4 x NetApp FAS 6280 2 x NetApp FAS 9000	Speicher für MWN Cloud Storage, Sync+Share, NFS-Dateidienste, Linux-Mailsysteme	3.400 TB
4 x NetApp FAS 6280	Replikationssystem für MWN Cloud Storage, Sync+Share, NFS-Dateidienste, Linux-Mailsysteme	2.600 TB
4 x NetApp FAS 6290	Speicher für VMWare (inkl. Replikation)	670 TB
2 x NetApp FAS 8000	Speicher für LZA-Projekte der BSB	1.500 TB
2 x NetApp FAS 6280	Replikation für LZA-Projekte der BSB	800 TB
12 x NetApp FAS 6280	Projektspeicherplatz für SuperMUC	5.000 TB
4 x NetApp FAS 6280	Replikation Projektspeicherplatz für SuperMUC und VMware	4.100 TB
2 x NetApp FAS 8000	Metrocluster für Hochschulstart.de	130 TB
1 x NetApp FAS 2650	Replikation für Hochschulstart.de	50 TB
1xDDN SFA12KX GridScaler (GPFS)	LRZ Data Science Storage	2.300 TB
1 x DDN SFA7700X Storage System	TUM Data Science Storage	1.500 TB
1x DDN SFA12KX GridScaler (GPFS)	TSM Disk Cache + Backup to Disk	5.600 TB
9 x IBM DS3500	Cache für Archiv- und Backupsystem	1900 TB
1x Dell PowerVault	DB+Cache für Archiv- und Backupsystem	180 TB
2x>NetApp EF560 AllFlash	DB für Archiv- und Backupsystem	150 TB
Gesamt		29.880 TB

Unter Nearline-Systemen versteht man Speicher, die nicht in direktem Zugriff sind. Der Datenträger (in der Regel Magnetband oder Kassette) muss erst in ein Laufwerk geladen werden. Tabelle 38 gibt die Mindestkapazitäten differenziert nach Typ des Datenträgers an. Durch die Hardwarekomprimierung der Bandlaufwerke wird in der Praxis eine deutlich höhere Speicherbelegung erreicht, als in der Tabelle angegeben.

Tabelle 39: Kapazitäten der Nearline-Speicher

Verbund	Library	Anzahl	Laufwerke	TB pro Cart.	Bänder	Kapazität in PB
DRABS	IBM TS3500	7	LTO-5	1,5	5.999	9,00
		8	LTO-6	2,5	6.700	16,75
HABS	Oracle SL8500	40	LTO-7	6,0	2.957	17,74
	IBM TS3500	15	LTO-5	1,5	4.596	6,89
		10	LTO-6	2,5	4.900	12,25
LABS	IBM TS3500	10	LTO-4	0,8	2.414	1,93
		8	LTO-5	1,5	1.759	2,64
		12	LTO-6	2,5	1.746	4,37
	Oracle SL8500	18	LTO-7	6,0	1.400	8,40
		26	LTO-6	2,5	2.944	7,36
		16	LTO-5	1,5	3.887	5,83
Gesamt		170			39.302	93,16

18.6 Höchstleistungsrechner

Tabelle 40: Kennzahlen des Höchstleistungsrechners SuperMUC im Endausbau

Installation Phase	Phase 1			Phase 2
Installation-Zeitpunkt	2011	2012	2013	2015
Insel-Typ	Fat Nodes	Thin Nodes	Many Core	Medium Nodes
Prozessor-Typ	Westmere	Sandy Bridge	Knights Corner / Ivy Bridge	Haswell
Gesamtzahl Cores	8,200	147,456	3,840 (Phi)	86,016
Peak-Leistung [PFlop/s]	0.078	3.2	0.064 (Phi)	3.58
Hauptspeicher [TByte]	52	288	2.56	194
Anzahl Inseln	1	18	1	6
Typischer Energieverbrauch	< 2.3 MW			~1.1 MW

18.7 Linux-Cluster

Aus mehreren heterogenen Segmenten zusammengesetzter Linux-Cluster, der aus ca. 1.050 Komponenten mit insgesamt 82 TByte Hauptspeicher besteht, die mit 1 oder 10 Gbit-Ethernet oder Infiniband vernetzt sind. Er dient zur Bearbeitung üblicher, auf Linux verfügbarer Anwendungsprogramme und für Programme, die mittels MPI und/oder OpenMP parallelisierbar sind.

Tabelle 41: Linux-Cluster

Systemdaten				Aufgabe
Anzahl der Komponenten	Typ der Komponenten	Anzahl der Prozessoren der Komponenten	Hauptspeicher der Komponenten	
1	SUN X4100 Opteron, 2600 MHz	4	8 GB	Komponente des Linux-Clusters: Zentraler nagios-Überwachungsserver
14	Lenovo/IBM NeXtScale nx360M5 WCT Knoten mit je zwei 14-Core Intel Haswell E5-2697 Prozessoren	392	896 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten des Lehrstuhls für Geodäsie der TU-München
9	SUN 4600 Opteron, 2800 MHz	288	576 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten des Lehrstuhls für Mathematik der TU-München
3	Dell PowerEdge R920 vier 12-Core E7- 8857 v2	144	3.072 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten des Lehrstuhls für Mathematik der TU-München
32	Lenovo/IBM NeXtScale nx360M5 WCT Knoten mit je zwei 14-Core Intel Haswell E5-2697 Prozessoren	896	4.096 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten des Lehrstuhls für Chemie der TU-München (Prof.Ville Kaila)
16	Lenovo/IBM NeXtScale nx360M5 WCT Knoten mit je zwei 14-Core Intel Haswell E5-2697 Prozessoren	448	1.280 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten des Lehrstuhls für Aerodynamik der TU-München (Prof. Stemmer)
12	Lenovo/IBM NeXtScale nx360M5 WCT Knoten mit je zwei 14-Core Intel Haswell E5-2697 Prozessoren	336	6.144 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten der Fakultät für angewandte Naturwissenschaften der Hochschule- München (Prof. Kersch)
6	Lenovo/IBM NeXtScale nx360M5 WCT Knoten mit je zwei 14-Core Intel Haswell E5-2697 Prozessoren	168	768 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten der Bayerischen Staatsbibliothek

Systemdaten				Aufgabe
Anzahl der Komponenten	Typ der Komponenten	Anzahl der Prozessoren der Komponenten	Hauptspeicher der Komponenten	
35	MEGWARE Xeon X3230, 2667 MHz	140	280 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten der Bayerischen Staatsbibliothek
20	Lenovo/IBM NeXtScale nx360M5 WCT Knoten mit je zwei 14-Core Intel Haswell E5-2697 Prozessoren	560	2.560 GB	Komponente des Linux-Clusters: LCG Tier-2 Rechen-Knoten
24	Lenovo/IBM NeXtScale nx360M5 WCT Knoten mit je zwei 14-Core Intel Haswell E5-2697 Prozessoren	672	1.536 GB	Komponente des Linux-Clusters: LCG Tier-2 Rechen-Knoten
32	DELL Xeon L5640, 2261 MHz	384	1.152 GB	Komponente des Linux-Clusters: LCG Tier-2 Rechen-Knoten
16	DELL Xeon E5-2660, 2600 MHz	256	1.024 GB	Komponente des Linux-Clusters: LCG Tier-2 Rechen-Knoten
18	HP Xeon E5-2620 v4	144	1.152 GB	Komponente des Linux-Clusters: LCG Tier-2 dCache-Knoten
16	DELL Xeon E5-2630, 2300 MHz	192	512 GB	Komponente des Linux-Clusters: LCG Tier-2 dCache-Knoten
2	MEGWARE Quad-Core Opteron, 2400 MHz	32	128 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten des LMU Exzellenz-Cluster
20	MEGWARE Xeon L5420, 2500 GHz	160	640 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten des LMU Exzellenz-Cluster
112	MEGWARE Xeon L 5420, 2500 GHz	896	1.792 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten des LMU Exzellenz-Cluster
1	MEGWARE Xeon E5504, 2000GHz	4	12 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten der LMU, LS Prof. Ruhl
12	MEGWARE Xeon X5500, 2660GHz, Je 1 Nvidia GPU	96	576 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten der LMU, LS Prof. Ruhl
4	MEGWARE AMD Opteron, Je 1 NVIDIA GPU	192	1.024 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten der LMU, LS Prof. Ruhl
19	Sysgen Intel Xeon	304	2.432 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten der LMU, LS Prof. Scrinzi

Systemdaten				Aufgabe
Anzahl der Komponenten	Typ der Komponenten	Anzahl der Prozessoren der Komponenten	Hauptspeicher der Komponenten	
1	SGI UV 2000 Sandy Bridge CPUs (NVidia GPUs)	320 (8)	5.000 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten der LMU, LS Prof. Frey
4	SGI UV 20 Sandy Bridge CPUs	128	1.024 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten der LMU, LS Prof. Frey
2	SGI UV 30 Haswell CPUs	80	512 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten der LMU, LS Prof. Frey, Prof. Broedersz
183	MEGWARE CoolMUC, AMD Opteron 6128HE, 2000 MHz	2.928	2.928 GB	X86_64-MPP-Rechner 2 Prozessorsockel pro Knoten 16 Prozessorkerne pro Knoten 1 GB pro Prozessorkern
63	MEGWARE Unterschiedliche Architekturen, teilw. Mit Beschleunigern	1.904	11.200 GB	Wird für die Informatik der TUM gehostet; Einsatz für Forschung an aktuellen Systemen sowie auch an Kühltechnologien.
384	Lenovo/IBM wassergekühlte NeXtScale nx360M5 WCT Knoten mit je zwei 14-Core Intel Haswell E5-2697 Prozessoren	10.752	24.576 GB	Parallelrechner „CooLMUC2“, der für den allgemeinen Benutzerbetrieb zur Verfügung steht.
4	Lenovo/IBM luftgekühlte Haswell Server-Knoten	80	384 GB	Login- und Management-Server für CooLMUC2
149	MEGWARE Wassergekühlte Knoten mit je einem Xeon PHI 7210F Prozessor	9.536	16.688 GB	Parallelrechner „CooLMUC3“, der für den allgemeinen Benutzerbetrieb zur Verfügung steht.
1	MEGWARE Luftgekühlter Knoten mit einem zwei 14- Core Xeon ES-2660 Prozessoren	28	512 GB	Login- und Management-Server für CooLMUC3
14	MEGWARE Luftgekühlte Knoten mit je zwei 16-Core Xeon Gold 6130 Prozessoren	448	5.376 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten der LMU, LS Prof. Frey

Systemdaten				Aufgabe
Anzahl der Komponenten	Typ der Komponenten	Anzahl der Prozessoren der Komponenten	Hauptspeicher der Komponenten	
2	MEGWARE Luftgekühlte Knoten mit je zwei 16-Core Xeon Gold 6130 Prozessoren	64	374 GB	Attended Cluster-Housing-Knoten des Lehrstuhls für Umweltsensorik der TU-München (Prof. Chen)

18.8 Hochleistungs-Graphik-System

Tabelle 42: Hochleistungs-Graphik-System

System	Hersteller und System-Typ	Struktur	Systemdaten (Bei Systemen, die aus mehreren Komponenten bestehen, stehen die Daten der einzelnen Komponenten in den Zeilen darunter)				Aufgabe
			Anzahl der Komponenten	Typ der Komponenten	Anzahl der Prozessoren der Komponente	Hauptspeicher der Komponente	
Remote Visualisierungs Cluster Rvs/SuperMUC	IBM System x iDataplex dx360 M4 server	serielles Batch-Cluster (unter SLURM)	8 (6 für Benutzerbetrieb)	Intel Xeon E5-2690, 2.9 GHz, NVidia Kepler GPU K20	2 CPUs (16 Kerne), 1 GPU	128 GB	Remote Visualisierung von SuperMUC Datensätzen
Remote Visualisierungs Cluster Vis/SuperMUC	Lenovo NeXtScale nx360M5 WCT	serielles Batch-Cluster (unter LoadLeveler)	3	Intel Xeon E5-2697v3, 2.6 GHz, NVidia Kepler GPU K40	2 CPUs (28 Kerne), 1 GPU	256 GB	Remote Visualisierung von SuperMUC Datensätzen

18.9 Hochleistungs-Graphik-System

Tabelle 43: Hochleistungs-Graphik-System

System	Hersteller und System-Typ	Struktur	Systemdaten (Bei Systemen, die aus mehreren Komponenten bestehen, stehen die Daten der einzelnen Komponenten in den Zeilen darunter)				Aufgabe
			Anzahl der Komponenten	Typ der Komponenten	Anzahl der Prozessoren der Komponente	Hauptspeicher der Komponente	
Remote Visualisierungs-Cluster Rvs/ SuperMUC	IBM System x iDataplex dx360 M4 Server	serielles Batch-Cluster (unter SLURM)	8 (6 für Benutzerbetrieb)	Intel Xeon E5-2690, 2.9 GHz, NVidia Kepler GPU K20	2 CPUs (16 Kerne), 1 GPU	128 GB	Remote Visualisierung von SuperMUC Datensätzen
Remote Visualisierungs-Cluster Vis/ SuperMUC	Lenovo NeXtScale nx360M5 WCT	serielles Batch-Cluster (unter Load-Leveller)	3	Intel Xeon E5-2697v3, 2.6 GHz, NVidia Kepler GPU K40	2 CPUs (28 Kerne), 1 GPU	256 GB	Remote Visualisierung von SuperMUC Datensätzen

18.10 Machine Learning System DGX-1

Tabelle 44: Hardwareübersicht des DGX-1-Systems

Typ	Eigenschaften
GPUs	8 x Tesla GP100
GPU Memory	16 GB per GPU
CPU	2 x Intel Xeon E5-2698 v4 (je 20 Kerne, 2.20 GHz)
CUDA Cores	28.672
System Memory	512 GB
Storage	4 x 1.92 TB SSD

Weitere Informationen zu dem DGX-1 System am LRZ finden sich auf der Webseite https://www.lrz.de/services/compute/special_systems/machine_learning/.

18.11 Compute Cloud

Die Hardware der LRZ Compute Cloud besteht aus Blades drei verschiedener Generationen. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass die Cloud über die Zeit immer mehr Zuspruch erfahren hat und durch Komponenten nachträglich erweitert wurde. Ein Antrag auf Neubeschaffung von Komponenten für die Compute Cloud wurde 2017 genehmigt und wird 2018 umgesetzt.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die aktuell zur Verfügung stehenden Knoten, die Anwender-VMs ausführen können.

Tabelle 45: Hardwareübersicht der Knoten in der LRZ Compute Cloud, die für die Ausführung von Anwender-VMs zur Verfügung stehen

Systemdaten				Aufgabe
Anzahl der Komponenten	Typ der Komponenten	Anzahl der Prozessoren der Komponenten	Hauptspeicher der Komponenten	
82	HPE ProLiant BL490c Gen6 Xeon E5540 (8 Kerne, 2.53 GHz)	656	7.872 GB	Ausführen von Anwender-VMs
8	HPE ProLiant BL490c Gen7 Xeon X5650 (12 Kerne, 2.67 GHz)	96	576 GB	Ausführen von Anwender-VMs
5	HPE ProLiant BL460c Gen8 Intel Xeon E5-2660 v2 (20 Kerne, 2.20 GHz)	100	1.280 GB	Ausführen von Anwender-VMs

18.12 Das Münchner Wissenschaftsnetz (MWN)

Tabelle 46: Das MWN in Zahlen

MWN in Zahlen	2016	2017
Netzkomponenten im Management	5.600	6.000
Switches	1.780	1.530
Access Points	3.420	3.600
Ports (Kupfer)	102.000	102.600
Ports (Glas)	9.600	9.500
Bandbreite des Internet-Zugangs (X-WiN)	23,6 Gbit/s	30,7 Gbit/s
Bandbreite des Internet-Zugangs (M-net)	10 Gbit/s	10 Gbit/s
Datenmenge pro Monat am Internet-Übergang		
eingehend	2,1 PB	2,3 PB
ausgehend	0,9 PB	1,3 PB
Wohnheime		
Angeschlossene Heime	54	53
Versorgte Wohnheimplätze	12.900	12.700
Dienste		
WLAN		
Maximum der gleichzeitigen Nutzer im 5 Minuten Mittel	37.200	40.700

MWN in Zahlen	2016	2017
Verschiedene Geräte im WLAN	300.000	300.000
Kongresse und Tagungen	604	556
VPN		
Maximale Anzahl gleichzeitiger Verbindungen	3.000	2.700
Maximale Anzahl von Sessions pro Monat	270.000	250.000
DNS		
Verwaltete Domains	2.400	1.600
Eingetragene IPv4 Adressen	374.000	382.000
DHCP		
Verwaltete Adressen	390.000	408.000
IPv6; Geräte mit nativem IPv6	120.000	125.000
Netzverantwortliche in Instituten	1.066	1.049

18.13 Netzkomponenten im MWN

18.13.1 Router

Tabelle 47: Netzkomponenten im MWN: Router

Anzahl	Hersteller/Typ	Einsatz	Aktive Ports 100GE	Aktive Ports 40GE	Aktive Ports 10GE	Aktive Ports 1GE	Aktive Ports FE
10	Cisco Nexus 7010	Backbone-Router	2	21	172	223	0
4	Cisco Nexus 7010	RZ-Router	0	12	250	0	0
3	Cisco ASR1001-X	Anbindung Triesdorf	0	0	0	4	0
2	Cisco ASR1001-X	Tunnel-Router	0	0	0	4	0
2	Cisco 2911	Anbindung FFB	0	0	0	4	0
46	Cisco 1921	Standortanbindung	0	0	0	96	0
1	Cisco 891	Standortanbindung	0	0	0	1	3
2	Cisco 1921	Site2Site VPN	0	0	0	4	0
2	F5 BigIP 8900	Server Load Balancer	0	0	4	0	0
72	Router gesamt		2	33	426	336	3

18.13.2 Switch-Komponenten

18.13.3 WLAN-Komponenten

Tabelle 48: Netzkomponenten im MWN: WLAN-Komponenten

Anzahl	Hersteller/Typ	Verwendung	Standards	Radios
1.328	Alcatel-Lucent AP-135	Access Point	802.11a/g/n	2
14	Alcatel-Lucent AP-134	Access Point	802.11 a/g/n	2
196	Alcatel-Lucent AP-215	Access Point	802.11ac/a/g/n	2
7	Alcatel-Lucent AP-214	Access Point	802.11ac/a/g/n	2
1.482	Alcatel-Lucent AP-325	Access Point	802.11ac w2/a/g/n	2
22	Alcatel-Lucent AP-324	Access Point	802.11ac w2/a/g/n	2
33	Alcatel-Lucent AP-275	Access Point outdoor	802.11ac/a/g/n	2
In Planung	Alcatel-Lucent AP-365	Access Point outdoor	802.11ac w2/a/g/n	2
8	Alcatel-Lucent OAW-4650EU	Controller		
191	HP MSM 310	Access Point	802.11b/g	1
41	HP MSM 320	Access Point	802.11a/b/g	2
268	HP MSM 422	Access Point	802.11a/g/n	2
278	HP MSM 460	Access Point	802.11a/g/n	2
2	HP MSM 466	Access Point	802.11a/g/n	2
3.870	WLAN gesamt			

18.13.4 Netz-Server

Tabelle 49: Netzkomponenten: Server

Anzahl	Hersteller/Typ	Verwendung	Betriebs-system	Prozessoren	Haupt-speicher
6	Cisco ASA5540	VPN-Server	proprietär		
2	Cisco ASA5585-X	VPN-Server	proprietär		
1	Cisco 3030E	VPN-Server	proprietär		
2	Cisco AS5350XM	Modem/ISDN-Server, SIP-Gateway	proprietär		
2	Cisco ASA5580	Firewall	proprietär	2	24 GB
1	Meinberg Lantime M300	NTP-Server	Linux	1	256 MB
1	Meinberg Lantime	NTP-Server	Linux	1	32 MB
13	Dell PowerEdge R610	DNS/DHCP-Server Security-Server	Linux	26	208 GB
5	Dell PowerEdge R620	Netzmanagement	Linux	10	80 GB

Anzahl	Hersteller/Typ	Verwendung	Betriebs-system	Prozessoren	Haupt-speicher
2	Sun Fire X4100	Radius	Linux	4	8 GB
8	Sun Fire X4100	Monitoring	Linux	8	8 GB
7	PCEngines APU1	Monitoring	Linux	7	28 GB
1	Dell Power Edge 1650	DSL-Testsystem	Linux	1	256 MB
12	HP DL 380	Virt. Firewalls	VMware	24	1.536 GB
3	HP DL 380	VoIP-Server	Linux	6	96 GB
1	HP DL 380	Monitoring	Linux	2	32 GB
67	Server gesamt				



Mit uns können Sie rechnen!



Leibniz-Rechenzentrum
Boltzmannstraße 1
85748 Garching b. München

Telefon: +49 89 35831 - 8000
Telefax: +49 89 35831 - 9700

E-Mail: lrzpost@lrz.de
Internet: www.lrz.de